



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



Yüksek Lisans Tezi

**Marmara Denizi Kınalıada Kıyısı Alanında Biyo-İndikatör Bakteri
Düzeylerinin Araştırılması**

Selma Dilara KARAMAN

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Deniz Biyolojisi Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ**

Ağustos, 2020

İSTANBUL

Bu çalışma, 26.08.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, Deniz Biyolojisi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fakülte

Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR
İstanbul Üniversitesi
Deniz Bilimleri ve İşletmeciliğı Enstitüsü

Doç. Dr. Mine ÇARDAK
anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Uygulamalı Bilimler Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

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

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 31287 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

--

ÖNSÖZ

Marmara Denizi Kınalıada Kıyısal Alanında Biyo-İndikatör Bakteri Düzeylerinin Araştırılması başlıklı bu Yüksek Lisans tezi İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Bilimleri Fakültesi Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı Deniz Biyolojisi Programında yürütülmüştür.

Marmara Denizi Prens Adaları içerisinde İstanbul İline en yakın ve yüzölçümü diğer Prens adalarına göre en küçük olan Kınalıada kıyısal alanının taşıdığı bakteriyolojik yükün tanımlanması halk sağlığı ve ekosistem sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında İstanbul-Adalar mevkiinde bulunan Kınalıada'nın kıyısal alanında bakteriyolojik kirliliğin güncel durumunu tespit etmek ve bu kirlilik yükünün mevsimsel değişimini değişken çevresel parametreler ile tanımlamak amaçlanmıştır.

Haziran 2018 - Mayıs 2019 tarihleri arasında, yaz aylarında aylık olarak, diğer dönemlerde ise mevsimlik olmak üzere indikatör bakteri ve heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmamda bana yardımcı olan, çalışmamın sonuca varmasında ve değerlendirilmesinde bana yol gösteren, destekleyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Sayın Danışman Hocam Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, arazi ve laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Araş. Gör. Dr.Pelin. S.Çiftçi TÜRETKEN'e, Dr.Öğretim Üyesi Muammer ORAL'a ve tez yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen Uz. Biyolog Meryem ÖZTAŞ'a, Elek. Elekt. Müh. Erkan BAŞ' a, her zaman yanımda olan canım aileme teşekkür ederim.

Tez çalışmasına 31287 no'lu BAP projesi ile mali destek sağlayan İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

26 Ağustos 2020

Selma Dilara KARAMAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. BAKTERİYOLOJİK DENİZ KİRLİLİĞİ.....	3
2.2. ENTEROBACTERIACEAE ÜYESİ BAKTERİLER.....	5
2.3. MARMARA DENİZİ, KINALIADA VE KİRLİLİK KAYNAKLARI.....	7
2.4. MEZOFİLİK AEROBİK HETEROTROFİK BAKTERİLER	8
2.5. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRELER.....	8
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	11
3.1.ÖRNEKLEME İSTASYONLARI	11
3.2.YÖNTEM.....	14
3.2.1. İndikatör Bakteri Tayini	14
3.2.1.1. Toplam Koliform Tayini	15
3.2.1.2. Fekal Koliform Tayini.....	16
3.2.1.3. Fekal Streptokok Tayini (İntestinal Enterococci).....	16
3.2.2. Çevresel Parametre Ölçümleri.....	17
3.2.3. Heterotrofik Aerobik Bakteri Sayımı (HAB)	17
3.2.4. Klorofil-a ve Besin Tuzları Analizleri.....	18
3.2.4.1. Nitrat Azotu Tayini (4500-NO ₃ ⁻ E., APHA, 2000)	18
3.2.4.2. Nitrit Azotu Tayini (4500-NO ₂ ⁻ B., APHA, 2000).....	18
3.2.4.3. Amonyum Azotu Tayini (4500-NH ₃ F., APHA, 2000).....	19
3.2.4.4. Toplam Fosfor Tayini (4500-P E., APHA, 2000)	19
3.2.4.5. Klorofil-a Tayini (10200 H-2 , APHA, 2000)	19
3.2.5. İstatistik Analizleri	19

4. BULGULAR.....	21
4.1. İNDİKATÖR BAKTERİ (TOPLAM KOLİFORM, FEKAL KOLİFORM, FEKAL STREPTOKOK) VE TOPLAM MEZOFİLİK HETEROTROFİK AEROBİK BAKTERİ DÜZEYLERİ	21
4.2.DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRE DÜZEYLERİ.....	43
4.3.BESİN TUZU VE KLOROFİL-A DÜZEYLERİ.....	50
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	55
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ	66



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Marmara Denizi'n den Kınalıadanın görünüşü (Google Earth).....	12
Şekil 3.2. Örnekleme istasyonları (Google Earth)	12
Şekil 3.3. Membran filtrasyon sistemi (Orjinal Fotoğraf).	15
Şekil 3.4. Endo-NKS besiyerinde gelişen toplam koliform şüpheli koloniler.	15
Şekil 3.5. mFC-NKS besiyerinde gelişen fekal koliform şüpheli koloniler.....	16
Şekil 3.6. Azide-NKS besiyerinde gelişen fekal streptokok şüpheli koloniler.	17
Şekil 3.7. Marine Agar'da gelişen mezofilik aerobik heterotrofik bakteri kolonileri.....	18
Şekil 4.7. Kınalıada kıyısal alanı Halk Plajı 2(4. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri 8	28
Şekil 4.9. Kınalıada kıyısal alanı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri	30
Şekil 4.10. Kınalıada kıyısal alanı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	30
Şekil 4.11. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri	32
Şekil 4.12. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	32
Şekil 4.13. Kınalıada kıyısal alanı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri	34
Şekil 4.14. Kınalıada kıyısal alanı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	34
Şekil 4.15. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı)-(8. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri	36
Şekil 4.16. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı)-(8. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	36
Şekil 4.17. Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi -(9. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri.....	38

Şekil 4.18. Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi -(9. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	38
Şekil 4.19. Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İskele-(10. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri	40
Şekil 4.20. Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İskele -(10. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.....	40
Şekil 4.21. Tüm İstasyonlarda Toplam Koliform Bakteri Düzeyleri.....	41
Şekil 4.22. Tüm İstasyonlarda Fekal Koliform Bakteri Düzeyleri.....	42
Şekil 4.23. Tüm İstasyonlarda Fekal Streptokok Bakteri Düzeyleri.....	42
Şekil 4.24. Tüm İstasyonlarda Toplam Mezofilik Heterotrofik Bakteri Düzeyleri.	43
Şekil 4.25. Tüm istasyonlarda sıcaklık değerleri.	44
Şekil 4.26. Tüm İstasyonlarda Çözünmüş Oksijen değerleri.	45
Şekil 4.27. Tüm İstasyonlarda Tuzluluk Değerleri(%).	46
Şekil 4.28. Tüm İstasyonlarda pH Değerleri.	47
Şekil 4.29. Tüm İstasyonlarda Nitrit Azotu Değerleri.	50
Şekil 4.30. Tüm İstasyonlarda Nitrat Azotu Değerleri.....	51
Şekil 4.31. Tüm İstasyonlarda Amonyum Azotu Değerleri.....	52
Şekil 4.32. Tüm İstasyonlarda Toplam Fosfor Değerleri.....	53
Şekil 4.33. Tüm İstasyonlarda Klorofil-a Değerleri.....	54

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Marmara Denizi Kınalıada kıyıs al anında deniz suyu ö rneklemesi yapılan mevkiler ve koordinatları.	13
Tablo 3.2. Yapılan analizler ve yöntemler.....	14
Tablo 4.3. Kınalıada kıyıs al anı Su Kulübü İ skele (3. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	25
Tablo 4.4. Kınalıada kıyıs al anı Halk Plajı -2 (4. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	27
Tablo 4.5. Kınalıada kıyıs al anı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	29
Tablo 4.6. Kınalıada kıyıs al anı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	31
Tablo 4.7. Kınalıada kıyıs al anı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	33
Tablo 4.8. Kınalıada kıyıs al anı Özel Plaj(Yalı) - (8.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	35
Tablo 4.9. Kınalıada kıyıs al anı Kınalıada Polis Merkezi - (9.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	37
Tablo 4.10. Kınalıada kıyıs al anı Deniz Taksi İ skele - (10.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.....	39
Tablo 4.11. Tüm istasyonlarda deniz suyu sıcaklık verileri (°C).....	43
Tablo 4.12. Tüm İstasyonlardaki Deniz Suyu Çözünmüş Oksijen verileri (mg/l).	44
Tablo 4.13. Tüm istasyonlarda tuzluluk verileri (%o).	45
Tablo 4.14. Tüm istasyonlarda pH verileri.	46

Tablo 4.15. Bakteri düzeyleri, değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve Klorofil-a değerleri arasında tespit edilen korelasyon katsayıları	48
Tablo 4.16. Bakteri düzeyleri, değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve Klorofil-a değerlerinin Varyans Analizi (Two- Way ANOVA) değerleri.....	51
Tablo 4.17. Nitrit Azotu Verileri (mg/l).....	52
Tablo 4.18. Nitrat Azotu Verileri (mg/l).....	53
Tablo 4.19. Amonyum Azotu Verileri (mg/l).....	54
Tablo 4.20. Toplam Fosfor Verileri (mg/l).....	55
Tablo 4.21. Klorofil-a verileri (µg/l).....	56

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°C	: Santigrat Derece
FC	: Fekal Koliform
FS	: Fekal Streptokok
g	: Gram
ml	: Mililitre
TC	: Toplam Koliform
µm	: Mikrometre
µl	: Mikrolitre
‰	: Binde
psu	: practical salinity unit: 1000 ml' de çözünen tuz miktarı
nm	: nanometre

Kısaltmalar	Açıklama
AKM	: Askıda Katı Madde
APHA	: Amerikan Halk Sağlığı Birliği
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
IOC	: Uluslararası Oşinografi Komisyonu
İst.	: İstasyon
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
Log	: Logaritma
T.M.A.H.B	: Toplam Mezofilik Aerobik Heterotrofik Bakteri
4500-NH ₃ F.	: Amonyum Azotu Tayini Fenat Metodu
4500-NO ₂ B.	: Nitrit Azotu Tayini Kolimetrik Metodu
4500-NO ₃ E.	: Nitrat Azotu Tayini Kadmiyum İndirgeme Metodu
4500-P E.	: Fosfor Tayini Askorbik Asit Metodu
10200 H-2	: Klorofil-a Tayini Spektrofotometrik Metodu

ÖZET

MARMARA DENİZİ KINALIADA KIYISAL ALANINDA BİYO- İNDİKATÖR BAKTERİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selma Dilara KARAMAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Deniz ve İçsu Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ

Kıyısız alanlar ada ekosistemlerinde önemli bir yere sahiptir. Maruz kaldığı insan aktivitelerinin etkisi ve diğer çevresel faktörlere bağılı olarak kırılgan olabilen bu alanlar evsel, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerle birlikte ilkbahar ve yaz aylarında yoğun olarak turistik kullanıma ev sahipliği yapmaktadır. Bu nedenle adalar çevresinin bakteriyolojik etkileşiminin bilinmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada Marmara Denizi'nde yer alan Prens adaları arasında yer alan ve İstanbul İline evsahipliği yapan bir anakaranın kıyıları ile yakın irtibata sahip Kınalıada kıyısız alanı araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Kınalıada kıyısız alanının taşıdığı kirlilik etmenlerinin bakteriyolojik etkisini ortaya koymak ve bakteri dağılımının mevsimsel değişimin etkilerini tespit etmek amacı ile Haziran 2018 – Mayıs 2019 tarihleri arasında çevresel faktörler dikkate alınarak Kınalıada kıyısız alanında seçilen 10 istasyondan aseptik şartlarda yüzey suyu (0-30 cm) örnekleri alınmıştır. Bakteriyolojik yükün arttığı yaz döneminde aylık, sonbahar, kış ve ilkbahar döneminde mevsimlik olarak 6 kez deniz suyu örnekleme yapılmıştır. Alınan deniz suyu örnekleri aynı gün içinde İ.Ü Su Bilimleri Fakültesi Akvatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarına ulaştırılmıştır.

Örnekleme istasyonlarında değişken çevresel parametreler (çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk, sıcaklık) yerinde Multiparametre (YSI 556 MPS) kullanılarak kaydedilmiştir. Membran Filtrasyon Tekniği kullanılarak biyo-indikatör (gösterge) bakteriler fekal koliform, fekal streptokok, toplam koliform düzeyleri incelenmiştir. Spektrofotometrik yöntemler kullanılarak besin tuzları (nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu) ve trofik düzey indikatörü klorofil-a düzeyleri belirlenmiş ve değişken çevresel parametreler ile bakteri dağılımı arasındaki ilişki incelenmiştir.

Çalışma boyunca en yüksek toplam koliform düzeyi 96×10^3 KOB/100 ml olarak Ağustos 2018 örneklemeinde tespit edilirken en düşük toplam koliform düzeyi 1×10^1 KOB/100 ml olarak Mayıs 2019 örneklemeinde tespit edilmiştir.

En yüksek fekal streptokok düzeyi 49×10^3 KOB/100 ml olarak Kasım 2018 örneklemeinde tespit edilirken en düşük fekal streptokok düzeyi 22×10^2 KOB/100 ml olarak Şubat 2019 örneklemeinde tespit edilmiştir.

En yüksek fekal koliform düzeyi 82×10^3 KOB/100 ml olarak Ağustos 2018 örneklemeinde tespit edilirken en düşük fekal koliform düzeyi 2×10^2 KOB/100 ml olarak Şubat 2019 örneklemeinde tespit edilmiştir.

Çalışma süresince en yüksek toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri düzeyi Temmuz 2018 örneklemeinde 92×10^{11} KOB/ml olarak tespit edilirken en düşük düzeyi ise Şubat 2019 tarihinde 1×10^9 KOB/ml olarak tespit edilmiştir.

Çalışma boyunca deniz suyu sıcaklık değerleri en düşük $6,89^\circ\text{C}$ en yüksek $25,7^\circ\text{C}$, pH değerleri en düşük 3,60 en yüksek 11,55 olarak kaydedilmiştir. En düşük çözünmüş oksijen değeri 1,66 mg/l, en yüksek 19,98 mg/l, en düşük tuzluluk değerleri ‰ 21,18 psu en yüksek tuzluluk 29,11 psu olarak kaydedilmiştir.

Kınalıada kıyısız alanında tespit edilen biyo-indikatör bakteri dağılımı bölgede insan aktivitelerine bağılı kirlilik varlığını göstermiştir. Kınalıada kıyısız alanında belirlenen fekal koliform, total koliform ve fekal streptokok düzeylerinde mevsimlere bağılı olarak azalma ve çoğalmalar tespit edilse de bakteri düzeyleri yasal olarak kabul edilen sınırların üzerinde tespit edilmiştir. Örnekleme boyunca sınır değerlerin üzerinde tespit edilen biyo-indikatör bakteri varlığı ekosistem sağığı ve halk sağığı açısından bölgede potansiyel bir risk oluştuğunu göstermektedir. Marmara Denizi Kınalıada kıyısız alanı ve ilişkili olduğı tüm adalar ekosisteminde bakteri dağılımına yönelik potansiyel riski önlemek için bakteriyolojik kirlilik kaynaklarının kontrolünün sağılanması ve uzun süreli bakteriyolojik çalışmalarla bölgenin izlenmesi gerekmektedir.

Ağustos 2020, 81. sayfa.

Anahtar kelimeler: Kınalıada, Biyo-indikatör bakteri, Marmara Denizi, Kıyısız Alan, Çevresel Parametre

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE LEVELS OF BIYO-INDICATOR BACTERIA IN THE KINALIADA COASTAL AREA

M.Sc. THESIS

Selma Dilara KARAMAN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Marine and Freshwater Resources Management

Supervisor : Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ

Co-Supervisor : Academic Title Name SURNAME

Coastal areas have an important place in island ecosystems. These areas, which may be fragile depending on the impact of human activities exposed and other environmental factors and in addition to domestic, agricultural and industrial activities, it hosts intensive touristic use in spring and summer.

For this reason, in this study, the closest contact with the shores of a mainland like Istanbul, among the Prince Islands in the Marmara Sea which is under the influence of the vast majority of the pollution load Kınalıada has been selected as a research area.

In order to reveal the bacteriological effect of the pollution factors carried by the coastal area of the Kınalıada and to determine the effects of the seasonal change, surface water

Samples were taken (0-30 m) from 10 stations selected around the Kınalıada in aseptic conditions between June 2018 and May 2019. In the summer period, when the bacteriological

load increases, sampling has been done 6 times in seasonal periods during the monthly, autumn, winter and spring periods.

Variable environmental parameters (dissolved oxygen, pH, salinity, temperature) were recorded periodically using the Multiparameter (YSI 556 MPS) with seawater samples. Nutrient salts (nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, phosphate phosphorus), trophic level indicator chlorophyll-a were analyzed using spectrophotometric methods and the relationship between these results and environmental parameters and indicator bacteria levels were examined. The sea water samples taken were delivered to Aquatic Microbial Ecology Laboratory in Faculty of Aquatic Science at Istanbul University on the day of sampling.

The levels of fecal coliform, total coliform, fecal streptococci and total heterotrophic aerobic bacteria examined using Membrane Filtration Technique. While the highest total coliform level detected to be 96×10^3 CFU/100 ml in August 2018, the lowest total coliform level recorded to be 1×10^1 CFU/100 ml in May 2019.

During the study period while the highest fecal streptococci level was determined to be 49×10^3 CFU/100 ml in November 2018, the lowest fecal streptococci level was determined 22×10^2 CFU/100 ml in February 2019.

While the highest fecal coliform level recorded to be 82×10^3 CFU/100 ml in August 2018, the lowest fecal coliform level recorded as 2×10^2 CFU/100 ml in February 2019.

The highest total mesophilic aerobic heterotrophic bacteria level was determined as 92×10^{11} CFU / ml in July 2018; the lowest value recorded as 1×10^9 CFU/100 ml in February 2019.

Variable environmental parameters recorded for seawater temperature between 25,7-6,89°C; pH 11,55 -3,60; dissolved oxygen 19,98 -1,66 mg /l and salinity ‰ 29,11-21,18 during the study period.

According to the results found throughout the study, the most critical source of pollution that provides bio-indicator bacteria and nutrient salts to the coastal area of the Kınalıada is human activities. The levels of fecal coliform, total coliform and fecal streptococcal determined in Kınalıada coastal area fluctuate depending on the seasons, but these levels are determined above the legal limits. The presence of bio-indicator bacteria detected above the border throughout the sampling shows that it poses a serious risk for ecosystem health and public health.

In order to prevent potential danger around the coastal area of Marmara Sea Kınalıada and all islands in contact, bacteriological pollution factors should be monitored in a controlled and fast manner.

August 2020, 81. pages.

Keywords: Kınalıada, Biyo-Indicator Bacteria, Marmara Sea, Coastal Area, Environmental Parameter

1. GİRİŞ

Marmara Denizi kıyısal alanları sadece insanlar için değil bu bölgelerde yaşayan tüm organizmalar için yaşam alanı oluşturan doğal ekosistemlerdir. Kıyısal alanlar hem kara popülasyonu hem de deniz canlıları ile ilişki içerisinde. Kıyı alanlarının insanlar için cezbedici özellikte olması, bu alanların yoğun talep görmesine zemin hazırlamıştır.

Kıyı alanlarının çok maksatlı kullanımına yönelik gördüğü ilgi sonucunda bu küçük ekosistemler kirlilik etmenlerine açık hale gelmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan deniz taşımacılığı, kentsel atık suların endüstriyel ve tarımsal alanlardan gelen her türlü kirletici etmenin denize ulaşması, büyük gemi ve tankerlerden denize ulaşarak kirliliğe neden olan petrol sızıntıları, kıyısal bölgelerde özellikle turizm etkisi ile yaşanan nüfus yoğunluğu denize ulaşan kirliliğin ana sebeplerini oluşturmaktadır.

Su kirliliği, IOC (Uluslararası Oşinografi Komisyonu)'ye göre, “deniz çevresine insanoğlu tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak verilen madde veya enerji sonucunda deniz canlıları için zararlı olan, insan sağlığı için zarar teşkil eden, balıkçılık da dahil olmak üzere denizlerdeki aktiviteyi değiştiren deniz suyunun içme suyu olarak kullanımında kaliteyi bozan ve tatlılığını düşüren faktörlerin tümü“ olarak tanımlanır (IOC, 2018).

İstanbul gibi bir anakente ev sahipliği yapan ve bir iç deniz özelliği taşıyan Marmara Denizi balıkçılık sektöründe Türkiye'de önemli bir yere sahiptir. Avcılıkta kullanılan yöntemler sonucunda biyolojik ve kimyasal kirlilik girdilerinin artışı da söz konusudur. Ayrıca, Marmara Denizi sahip olduğu hidrografik özellikler ile bakteriyolojik çalışmalar için ilginç bir ortam sunmaktadır.

Deniz kirliliğini oluşturan en önemli etkenlerden biri de bakteriyolojik kirliliktir. Deniz suyundaki bakteriyolojik kirliliği tespit etmek amacı ile yapılan çalışmaların halk sağlığı ve indikatör bakterilerin belirlenmesi üzerine değerlendirme yapılarak literatüre eklendiği görülmektedir. Kirletici etmenlere ve çevresel faktörlere bağlı olarak ortamda bulunan bakteriler çevredeki kirleticilere karşı direnç gösterebilmektedirler ve bu ortama adapte olabilmektedirler (Yakimov ve diğ., 2004; Bollman ve diğ., 2011). Kıyı alanlarında organik madde girdisi daha fazla olduğundan; bakteriler kıyısal alanlarda gelişimleri için daha uygun

koşullara sahip olurlar (Pomeroy ve diğ., 1984; Azam ve Cho., 1987; Heissenberger ve diğ., 1996; Altuğ ve Bayrak., 2003).

Deniz ortamında, doğal ortam bakterilerinin insan etkisi altında bulunmayan bölgelerde ekosistem döngüsünde rol oynadıkları bilinmektedir (Cavallo ve diğ ., 1999; Pomeroy ve diğ., 2001; Mudryk ve diğ., 2005; Cavallo ve diğ., 2009; Oliveira ve diğ., 2010; Stabili ve diğ., 2011; Daneri ve diğ., 2012). Bu yüzden kıyı bölgelerinde bakterilerin tespiti ve izlenmesi önemlidir.

Marmara Denizi içinde yer alan ve İstanbul İline bağlı 14 adadan biri olan Kınalıada, bu adaların içinde 1,5 km²'lik yüzölçümü ile en küçük fakat yapılaşmanın en fazla olduğu adadır. Kadıköy ilçesine 4,5 km uzaklıkta olan Kınalıadanın yaz aylarında nüfusu turistik faaliyetlere bağlı olarak önemli artış göstermektedir (İstanbul.net.tr, 2018). Ancak Kınalıada da artan bu faaliyetlerin Marmara denizine nasıl bir bakteriyolojik kirlilik yükü getirdiği bilinmemektedir.

Genel olarak Prens Adaları kıyılarında deniz suyu örneklerinde yapılan çalışmalarda su akımına ve derin su deşarjına bağlı olarak koliform konsantrasyonundaki seyrelmenin pozitif yönde olduğu ve Adalara yakın kıyısız bölgelerde değerlerin kabul edilebilir nitelikte olduğu bildirilmiştir (Türkoğlu ve diğ., 2012).

Prens Adaları ve çevresinin genel durumlarına yönelik bazı çalışmalar yapılmış olmakla beraber Kınalıada ve çevresinin bakteriyolojik kirlilik etmenlerinin araştırılıp belirlendiği ve fizikokimyasal parametreler ile ilişkilendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada Kınalıada kıyısız alanında kirlilik indikatörü bakteri varlığı araştırılarak bölgenin bakteriyolojik yükünün belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca Kınalıada kıyısız alanında kirlilik etmenlerinin besin tuzları düzeyleri (nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat azotu) ve klorofil-a açısından tanımlanarak ötrofik değerlere yönelik verilerin sağlanması hedeflenmiştir. Ekosistem sağlığı, halk sağlığı ve doğal canlı kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik ekonomik önlemlerin alınmasında çevre sağlığı kritik öneme sahip olduğundan elde edilen besin tuzları ve değişken çevresel parametre (çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk) verilerinin kirlilik indikatörü bakteri düzeyleri ile ilişkisi araştırılarak bölge için detaylı bakteriyolojik verilere ulaşılması amaçlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. BAKTERİYOLOJİK DENİZ KİRLİLİĞİ

Değişen dünya koşullarına bağlı olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehdit altında olan denizel ekosistem doğal yapısını oluşturan tüm faktörlerle birlikte ciddi kirlenme halindedir. Deniz kirlilik kaynakları çeşitliliği çok geniş olduğundan ekosistem verimliliği ve kullanılabilirliği sonu tahmin edilemez şekilde tahrip edilmektedir. Özellikle kıyısal alanlarda bakteriyolojik kirlilik girdileri daha fazladır. Endüstriyel ve evsel atıkların arıtımlarına yönelik yetersizlikler kıyısal alanlardaki bakteri yükünü arttırmaktadır. Patojen bakteriler ve karasal kökenli bakterilerin denizel ekosisteme sızması ile bakteriyolojik kirlilik başlamaktadır (Altuğ, 2005)

Bakteriyolojik kirlilik, halk sağlığı ve ekosistem sorunlarına yol açan, kıyısal alanlarda ve insan yükünün artış gösterdiği bölgelerde meydana gelen bir durumdur. Şehircilik planlamalarının yetersiz oluşu, çarpık kentleşme bulaşıcı mikroorganizmaların hızlı bir şekilde yayılmasına zemin hazırlamaktadır.

Marmara Denizi, bölge itibarıyla pek çok karasal girdiye ev sahipliği yapmaktadır. Endüstriyel gelişimin son derece hızlı olduğu illeri içinde barındıran Marmara Bölgesi'nde deşarj edilen atık suların etkisi yine Marmara Denizinin içinde bulunan Prens Adaları çevresine ulaşarak kirlilikten etkilenen alanı da artırmaktadır. Marmara Denizine girdisi olan İstanbul İli bölgede evsel ve endüstriyel açıdan ciddi kirletici yüke sahiptir.

İstanbul İli'nin yaklaşık 130.000 hektarlık bir alansal büyüklüğe sahip olan yerleşim alanlarından, Marmara Denizi ve Boğaz sularına yıllık olarak 1×10^9 m³/yıl debilik taşkın sularından kaynaklanan bir su girişi olmaktadır. 2032 yılında kentsel gelişim ile yapılaşmanın daha da artması ve taşkın su debisinin $1,8 \times 10^9$ m³/yıl düzeyine ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2032 yılında taşkın sularıyla taşınan askıda katı madde (AKM) %120, biyolojik Oksijen ihtiyacı (BOİ₅) % 20, toplam azot % 40 ve toplam fosfor parametreleri kirlilik yüklerinin % 30'luk bir artış göstereceği tahmin edilmektedir(Okuş ve diğ., 2006).

Marmara Denizi'nde, nüfusun zamanla önemli bir artış göstermesi ve kentleşme süreci, su kalitesi üzerinde önemli ölçüde belirleyici olmuştur. Örneğin, havzada nüfus miktarının 1965-2015 dönemi arasındaki sayım yıllarına göre değişimi değerlendirildiğinde, önemli bir artışla karşılaşmaktadır.

1965'de 3, 146. 100 kişi olan havza nüfusu, 1990'da 3 kat artarak, 9 milyonu aşmış olup, 2010'da 15, 996. 800 kişiye, 2015'de 17, 710. 400 kişiye ulaşmıştır (Garipağaoğlu,2016). Bu yoğunluğun bakteri yükünü ciddi şekilde etkileyeceği düşünülürken, İstanbul İli'nde gözlenen nüfus yoğunluğunun Adalar ve çevresini de etkilediği gözlemlenmektedir. Marmara Denizi'nde su kirliliğinin yoğun olarak görüldüğü alanlar ise İstanbul'un kıyı alanları olarak tespit edilmiştir (Garipağaoğlu,2016).

Kıyısız alanlardaki organik madde girdilerinin fazla oluşu bakterilerin gelişimini ve yayılmasını hızlandırıcı niteliktedir. Kıyısız alanların indikatör bakteri varlığı açısından izlenmesi, sular yoluyla meydana gelebilecek hastalıklardan korunma açısından önemlidir (Sanders ve diğ., 2000 ve Wheeler ve diğ., 2002).

İndikatör bakterilerin bir bölgede tespiti o ortamdaki çevresel kirlilik girdilerini belirlemede önemli bir ölçüttür. İndikatör bakterilerin tercih edilmelerinin nedeni patojen bakterilerle aynı ortamı paylaşabilmeleri, sayıca fazla olmaları ve hayatta kalma sürelerinin daha uzun olmasıdır (Droste, 1997; Prescott ve diğ., 1999; Bitton, 2005; APHA, 2012). Ayrıca patojen bakterilerin tanımlanması ekonomik olarak indikatör bakterilere göre daha maliyetli ve zaman alan bir yoldur.

İndikatör bakteri olarak kullanılan koliform bakteriler patojen bakteri değildir fakat ortamda var olmaları dış kaynaklı kirliliğin ve patojen bakterilerin potansiyel olarak var olabileceğinin göstergesidir. Nitekim total koliformların alt grubu olan fekal koliformların ve fekal streptokokların bulunması ise insan kaynaklı kanalizasyon girdilerinin ortamda bulunduğunun kanıtıdır. Kendi başlarına çok zararlı olmasalar da, sularda fekal koliform varlığı, suyun dışkı ile kontaminasyonunu işaret eder. Bu durum suyun başta hastalık oluşturan bakteriler olmak üzere, pek çok zararlı ve tehlikeli bakteri, virüs protozoa ve Giardia gibi parazitler ile kontamine olması anlamına gelir. Bu mikroorganizmalar ile kontamine olan içme suları ishal ve mide bulantısı ile seyreden mide-bağırsak hastalıklarına sebep olabilirler. Bu etkiler çok

çeşitlidir ve özellikle çocuklarda, yaşlılarda ve immun sistemi zayıf kişilerde yüksek oranda hayati tehlike söz konusudur(Diatek,2011). Bu nedenle dünyada bakteriyolojik deniz kirliliğinin belirlenmesinde yaygın olarak indikatör bakteriler kullanılmaktadır.

Marmara Denizi Prens Adalarında; Büyükada, Heybeliada, Burgazada ve Kınalıadanın belirli bölgelerinde bazı çalışmalar yapılmıştır. Turistik sezonu kapsayan yaz mevsiminde yapılan çalışmada 4 adanın çevresinde 11 noktada gerçekleştirilmiş olup, toplam koliform bakteri sayısının Temmuz ve Ağustos aylarında % 40, fekal koliform ve fekal streptokok yoğunluğunun ise %30 oranında artış gösterdiği bildirilmiştir (Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı No 1 Laboratuvar, 2015).

2.2. ENTEROBACTERIACEAE ÜYESİ BAKTERİLER

Bu familyayı oluşturan bakteriler Gram negatif, spor oluşturmayan 0,3-1,0 X 1,0-6,0 µm boyutlarında çomak şekilli bakterilerdir. Büyük bir kısmı hareketli, oksidaz negatif, katalaz pozitif reaksiyon veren, fakültatif aneorob üreyen, mikrokist ve endospor oluşturmayan, glikozu gazli veya gazsız fermente eden, çoğunluğu nitriti nitrata çeviren çubuk şekilli mikroorganizmalardır (Madigan ve diğ., 2000). D-glikozun, diğer karbonhidratların ve polihidroksil alkollerin fermentasyonu boyunca asit ve gaz üretirler. Pleisomonas hariç çoğu oksidaz negatiftir. Halofilik değildirler. Bu bakterilere genelde bağırsakta yaşayan anlamına gelen enterik bakteriler de denilir (Brenner ve Farmer,2005).

Bu familyayı oluşturan bakteriler katı besiyerinde tümsek ve parlak koloniler (S Kolonisi) oluştururlar. Bazı kapsüllü bakteriler (*Enterobacter*, *Klebsiella* ve bazı *E.coli* suşları) büyük mukoid koloniler (M Kolonisi) oluşturarak diğerlerinden kolayca ayırt edilebilirler. Laktozu fermente ederek karbonik asit ve gaz oluşturabilirler. Bu özellikte olan bakteri gruplarına 'koliform' grubu bakteri denilmektedir (Rheinheimer,1991). Ayrıca glikoz ve diğer karbonhidratları fermente ederek karışık organik asit oluştururlar. Koliform grubu bakteriler toplam ve fekal olmak üzere iki temel grupta incelenirler (Bitton,2005).

Toplam koliformlar, membran filtrasyon tekniği ile APHA (American Public Health Association) tarafından, m-Endo tip besiyerinde 35±2°C'de 24 saat içinde metalik yeşil koloni

oluşturan, spor oluşturmeyan, Gram negatif, fakültatif anaerob, çubuk şekilli bakteriler olarak tanımlanmıştır. Toplam koliform grubu bakteriler genellikle insan ve balık dahil hayvanların dışkısında bulunurlar (Droste, 1997).

Bu grupta bulunan bakterilerden normal florası insanların ve sıcakkanlı hayvanların alt sindirim sistemleri olanlar "fekal koliform" olarak tanımlanmakta ve bunlar fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilmektedirler. Fekal koliform bakterileri de (*Escherichia coli* gibi) içeren toplam koliform bakteriler, diğer koliformlar gibi toprakta yaşayabilirler(WHO,1994). Toplam koliformlar, suyun dışkı yoluyla kirlendiğini göstermezler. Özellikle işlenmiş sularda koliform grubu bakterilerin varlığı veya yokluğu, su dezenfeksiyonunun doğru yapıp yapılmadığını gösterir. Fekal koliformlar, insan ve sıcak kanlı hayvanların fekal kontaminasyonları ile spesifik bir ilişki gösterdiğinden kıyı sularının ve plajların sanitasyon kalitesinin tespitinde dışkı bulaşmasının göstergesi olarak en önemli indikatördür. Fekal koliformlar +4 °C'nin üzerindeki deniz suyu sıcaklıklarında, güneş ışığında kısa zamanda öldükleri için bu ortamda bulunmaları çok yeni boyutlu fekal kaynaklı bir kirlenme olduğunu göstermektedir.

Fekal streptokoklar genellikle zincir veya çift olarak görülen Gram-pozitif organizmalardır ve fakültatif anaerobik üreyen katalaz-negatif bakterilerdir. Fekal streptokoklar fekal koliformlardan sonra ikinci fekal kirlilik indikatörü olarak değerlendirilmektedir. *E. coli*'nin bulunmadığı örnekte fekal streptokok tayini en azından koliformların bir kısmının fekal kaynaklı olduğunu göstermektedir (EPA, 1998; Bitton, 2005). Genel olarak 44 °C ve 10 °C'de üreyebilirler. 60 °C'ye 30 dakika dayanabilirler. pH 9,6'ya toleranslıdırlar. Fekal streptokoklar insan ve hayvan bağırsağında doğal olarak bulunmaktadır. Fekal streptokoklar fekal koliformlara göre daha dirençli olduklarından, deniz suyunda daha uzun süre yaşarlar. Bu nedenle önemli indikatör organizmalardır.

Sonuç olarak *Enterobacteriaceae* üyesi bakterilerin deniz ortamından izole ediliyor olması, o ortamın insan kaynaklı kirlilik girdileri aldığını göstermektedir. Bu bakterilerin sahip olduğu enzimler ile çeşitli şekerleri fermente edebilmeleri, β -galaktosidaz, deaminaz, dekarboksilaz gibi bazı metabolik enzimleri üretebilmeleri gibi metabolik özelliklere sahip olmaları deniz ortamında köklü değişikliklere yol açabilmeleri mümkündür (Madigan ve diğ., 2009).

2.3. MARMARA DENİZİ, KINALIADA VE KİRLİLİK KAYNAKLARI

Ülkemizde su kirliliğine etki eden unsurların başında sanayileşme, şehirleşme, nüfus artışı, zirai müdahale ilaçları (pestisit) ve kimyasal gübreler gelmektedir. Marmara Denizi'nde ise hem kara (evsel atıklar, endüstriyel deşarjlar, nehirlerden kaynaklanan kirlenme hem de deniz kökenli (ulaşımdan kaynaklanan) kirlenme tehlikesi söz konusudur. İstanbul İli kıyısal alanında 8 istasyonda yapılan ilk çalışmalarda fekal koliform ve fekal streptokok düzeyinin birbirine paralel olduğu ve ulusal değerlerin üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Bilgin,1982). İstanbul Boğazı'n da 3 farklı noktadan alınan örneklerde yapılan incelemede toplam koliform düzeyi mevsimsel değişime bağlı olmaksızın standart değerlerin oldukça üzerinde belirlenmiştir (Çevikol,1982).

2005-2007 yılları arasında yapılan çalışmada indikatör bakteri düzeyleri Marmara Denizi'nde Kuzey Ege Denizi'ne göre daha yüksek tespit edilmiştir (Altuğ ve diğ.,2007b).

İstanbul civarında 4500 kadar endüstri kuruluşu bulunmaktadır. Marmara Denizine İstanbul'dan günde 1,2 milyon metreküp, Bursa'dan günde 0,3 milyon metreküp, İzmit'ten 0,2 milyon metreküp, diğer 5 şehirden 0,4 milyon metreküp olmak üzere bölge genelinde 2,1 milyon metreküp evsel atıksu deşarj edilmektedir (Çevre Bakanlığı, 2010). Adalar bölgesi tüm bu illerin yoğun kirlilik baskısı altındadır. Adalar bölgesinde altyapının yetersiz olması ve arıtma tesislerinin bulunmaması, bununla birlikte işletme maliyeti nedeniyle arıtma tesislerinin çalıştırılmaması evsel kirlilik problemlerinin temelini teşkil etmektedir. Kınalıada da bulunan bazı deniz işletmelerinin arıtma tesislerinin bulunmaması adadaki kirliliğe zemin hazırlamaktadır.

Kınalıada kıyısal alanı evsel ve endüstriyel aktivitelerin yanında bahar ve yaz aylarında yoğun olarak yüzme amaçlı turistik kullanıma ve tekne turizmine ev sahipliği yapmaktadır. Sadece İstanbul'dan kalkan vapur hatları kış aylarında adalara günlük 682 sefer düzenlemektedir (Adalar Belediyesi, 2019). Özellikle yaz aylarında İstanbul'dan gerçekleşen çok sayıda günlük ada vapuru hareketleri yaz aylarında bölgenin nüfus yoğunluğunu arttırmaktadır. Bu durum bölgenin kırılgan bir yapıya ulaşmasına katkı koymaktadır.

2.4. MEZOFİLİK AEROBİK HETEROTROFİK BAKTERİLER

Bakteriler için çeşitli şekillerde sınıflandırılma yapılmasına karşın en yaygın şekli beslenmelerine göre olan sınıflandırmadır. Bakteriler beslenmelerine göre ototroflar (fotosentez veya kemosentez yapan) ve heterotroflar (saprofit veya parazit yaşayan) olarak ayrılırlar. Heterotrofik bakteriler enerji elde etmek ve sentez için organik maddeleri kullanırlar (Yakimov ve diğ., 2004).

Toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri sayısı ortamın bakteriyolojik kalitesi hakkında fikir vermekle birlikte koliform analizleri ile desteklenmelidir. Suların hijyenik durumunun belirlenmesinde 22 °C ve 37 °C de toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri sayılarının da bilinmesinin önemli olduğu belirtilmektedir. Optimum üreme sıcaklığı 25 °C ve daha az olan bakteriler, toprak kökenli, saprofit ve genellikle su da doğal olarak bulunan *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium* gibi mikroorganizmalardır. Optimum üreme sıcaklığı 37 °C olan bakterilerin bulunması ise patojen bakteri olma ihtimalini göstermektedir (APHA, 2012).

2.5. DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRELER

Deniz suyu sıcaklığı ve değişimi denizel ortamı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Mikroorganizmaları etkileyen, onların çoğalmasını sağlayan önemli faktörlerdendir. Mikrobiyal hücreler içerisinde oluşan tüm metabolik olayları enzimler denetlerken, enzimleri de sıcaklık denetlemektedir. Sıcaklık suyun birçok fiziksel ve kimyasal özelliği üzerinde etkilidir ve denizlerde görülen birçok fiziksel ve kimyasal olayla sıcaklığın yakın ilişkisi vardır. Su ortamında sıcaklık değişimini etkileyen temel faktörler güneş radyasyonu, soğuk su akıntıları, atmosferle olan ısı alışverişleri ve tuzluluk oranıdır.

Türlere göre değişik etkileri bulunan sıcaklık değişimine göre 10°C'den düşük sıcaklıklarda *E. coli*' nin *Salmonella* türlerine kıyasla daha hızlı ölüm fazına geçtiği bildirilmiştir (Rhodes ve Kator, 1988). Öte yandan deniz suyu sıcaklığının artması ile enterik bakterilerin sayısındaki artışın doğru orantılı olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Sorensen, 1991; Bitton, 2005; APHA, 2012; Türetken Çiftçi ve Altuğ, 2016). Deniz suyu sıcaklığı derinliğe bağlı olarak ve mevsimsel faktörlerin etkisiyle de değişim göstermektedir (Kocataş ve Geldiay, 2005)

Sulu çözeltilere hidrojen iyonu verebilen maddelere “asitli maddeler”, sulu çözeltilere hidroksil iyonu verebilen maddelere de “bazik maddeler” denilir. İşte bunun için sudaki pH 7'nin altında ise su asidik, pH 7'nin üzeri bazik sudur. Bir ortamdaki hidrojen iyonu potansiyelinin ölçüsü pH olarak tanımlanır. Deniz suyunun pH değeri 7,5-8,4 arasında değişkenlik göstermektedir. pH değerini etkileyen en önemli faktör CO₂'dir. Deniz yüzeyinde fotosentez oluyorsa pH değeri yükselir. Denizin bentik alanlarında canlılar oksijen kullandıklarından dolayı bu bölgede pH değeri biraz daha düşer. Deniz suyunda pH değerini etkileyen diğer bir faktör ise tuzluluktur. Deniz suyunun pH değeri genel olarak 7,5-8,4 arasında değişmesine rağmen sıcak bölgelerde kuvvetli buharlaşma ve bunu takip eden yüksek tuz konsantrasyonu nedeni ile pH değeri bazen 9 gibi yüksek değerlere ulaşabilmektedir (Kocataş ve Geldiay, 2005).

Mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri doğrudan ortamın pH'sı ile ilgilidir. Ortam pH'sı mikroorganizmaların enzimatik faaliyetlerini denetler. Deniz suyunun pH değeri 7,5-8,4 aralığında olduğundan, çoğalmak için asidik ortamı tercih eden enterik bakterilerin denizel ortamda hayatta kalma becerisi kısıtlanmaktadır (Joux ve diğ., 1997).

Denizlerdeki tuzluluk oranı denizlerin buharlaşma oranı ile doğru orantılıdır. Başka bir ifadeyle bir denizden ne kadar çok su buharlaşırsa tuzluluk oranı da o kadar artar. Buharlaşma da sıcaklık ile olacağından sıcaklık yükseldikçe buharlaşmada artacaktır diyebiliriz. Sıcaklık da ekvatorlardan kutuplara doğru azaldığı için denizlerdeki bu durum ekvatorlardan kutuplara doğru daha az buharlaşma ve daha az tuzluluk ortaya çıkaracaktır. Sıcaklık ve tuzluluk birbirine bağlı parametrelerdir.

Organizmaların çoğalmaları ve onların enerji üreten metabolik faaliyetlerinde çözülmüş oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Deniz suyundaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlı olarak değişmektedir. Oksijenin sudaki çözünürlüğü, havadaki oksijenin kısmi basıncı, suyun sıcaklığı ve sudaki minerallerin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Deniz suyunda bulunan çözülmüş oksijen iki kaynaktan sağlanmaktadır. Birincisi deniz yüzeyi ile temas halindeki atmosfer, diğeri ise, deniz içerisinde yaşayan bitkisel canlı organizmalardır. Genellikle yaz aylarında sıcaklık ve mikroorganizma sayısındaki artışa bağlı olarak oksijen seviyesinin düştüğü gözlenmiştir (Geldiay ve Kocataş, 2005). Deniz suyunun oksijen konsantrasyonunun, bakterilerin çoğalmasını bariz bir şekilde etkilediği, ayrıca organik madde fazlalığının, denizde

bakterilerin üremesi için uygun bir ortam hazırladığı belirtilmektedir (Geldiay ve Kocataş, 1972; Aubert ve diğ. 1973).

Dünyada kıyısal alanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde kıyısal alanlarda sürekli bir mikrobiyal kirlilik unsuru bulunmuş, mikrobiyal kalite indikatörü bakterilerin mevsimlere bağlı olarak değiştiği, bunda sıcaklık ve tuzluluğun da etkili olduğu belirlenmiştir (Janelidze ve diğ., 2011).



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1.ÖRNEKLEME İSTASYONLARI

Çalışma alanı olarak seçilen Marmara Denizi Kınalıada kıyısal alanının çevresinde Haziran 2018 - Mayıs 2019 tarihleri arasında çevresel faktörler dikkate alınarak 500 m aralıklarla 10 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlardan Haziran – Ağustos ayları arasında aylık, sonbahar kış ve ilkbahar döneminde mevsimlik olarak yüzey suyu örneklemeleri yapılmıştır.

GPS ile belirlenen istasyonlarda yüzeyden (0-30 cm) aseptik koşullarda alınarak steril cam şişelere aktarılan deniz suyu örnekleri soğuk zincir ile İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarına ulaştırılarak aynı gün içinde işleme alınmıştır (EPA,2006; APHA, 2012).

Deniz suyu örneklerinde değişken çevresel parametre ölçümleri örneklemeler sırasında yerinde multiparametre (YSI Model 556) ile ölçülmüştür.

İndikatör bakteri (fekal koliform, toplam koliform, fekal streptokok) analizleri membran filtrasyon sistemi kullanılarak yapılmıştır. Membran filtrasyon sisteminde kullanılan tüm aletler alevden geçirilerek steril edilmiştir. İndikatör bakteri tayininde kullanılan besiyerleri steril olarak folyo kutularından çıkarılarak kullanılmıştır. Örnekler steril hale getirilmiş fosfat tamponu ile sulandırıldıktan sonra membran filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir (APHA, 2012) Deniz suyu örneklerinde toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri sayısı Marine Agar’a yayma ekim metodu kullanılarak belirlenmiştir (Austin,1988).

Kimyasal analizlerden besin tuzları (amonyum, toplam fosfor, nitrit, nitrat) ve klorofil-a analizi için örnekler 500 ml’lik kapaklı steril polietilen şişelere alınarak İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Akuatik Mikrobiyal Ekoloji Laboratuvarına ulaştırılarak analize alınmıştır (APHA,2012). Besin tuzları ve Klorofil-a örnekleri spektrofotometrik metod ile ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Örnekleme alanı, Kınalıada, Marmara Denizi (Google Earth).



Şekil 3.2. Kınalıada kıyısal alanında deniz suyu örnekleme istasyonları (Google Earth)

Örneklerin alındığı istasyonlarda GPS cihazı ile kaydedilen koordinatlar Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Marmara Denizi Kınalıada kıyısal alanında deniz suyu örnekleme yapılan mevkiler ve koordinatları.

İstasyon Numarası	İstasyon İsmi	Enlem	Boylam
1	Halk Plajı 1	40°91'27.39"K	29°05'28.87D
2	Su Kulübü Liman içi	40°91'40.42 K	29°05'05.23 D
3	Su Kulübü İskele	40°91'45.53 K	29°05'07.27 D
4	Halk Plajı 2	40°91'40.99 K	29°04'80.34 D
5	Referans İstasyon	40°91'02.39 K	29°04'01.16 D
6	Özel Plaj (Ülker)	40°90'64.43 K	29°04'43.97 D
7	26 No Sahil	40°90'34.52 K	29°05'32.91 D
8	Özel Plaj (Yalı)	40°90'62.18 K	29°05'65.74 D
9	Kınalıada Polis Merkezi	40°90'80.91 K	29°05'61.45 D
10	Deniz Taksi İskele	40°90'99.02 K	29°05'57.59 D

3.2.YÖNTEM

Örnekleme yapılan istasyonlardaki çalışmaların dağılımı ve yöntemleri Tablo 3.2’ de verilmiştir.

Tablo 3.4. Yapılan analizler ve yöntemler.

Analiz Türü	Yapılan Analizler	Analiz Konumu	Yöntem
Bakteriyolik Analizler	İndikatör Bakteri Tayini	Laboratuvar	Membran Filtrasyon Yöntemi (APHA, 2012)
	Heterotrofik Aerobik Bakteri	Laboratuvar	Marine Agar yayma plak (APHA, 2012)
Değişken Çevresel Parametreler	Oksijen	Yerinde	Multiparametre (YSI 556)
	pH	Yerinde	Multiparametre (YSI 556)
	Sıcaklık (°C)	Yerinde	Multiparametre (YSI 556)
	Tuzluluk(‰)	Yerinde	Multiparametre (YSI 556)
Kimyasal Analizler	Nitrit	Laboratuvar	Spektrofotometrik Metod
	Nitrat	Laboratuvar	Spektrofotometrik Metod
	Toplam Fosfor	Laboratuvar	Spektrofotometrik Metod
	Amonyum	Laboratuvar	Spektrofotometrik Metod
	Klorofil-a	Laboratuvar	Spektrofotometrik Metod

3.2.1. İndikatör Bakteri Tayini

İndikatör bakteri analizlerinde deniz suyu örneklerinin steril fosfat tamponlu distile su ile 10⁸’e kadar dilüsyonları hazırlanmıştır. Steril filtre cihazı (Sartorius) vakum pompasına bağlanmış ve filtre cihazına aseptik olarak 0.45 µm por çaplı membran filtreler yerleştirilmiştir. Membran filtreler ile süzülen her bir istasyona ait örnek steril distile su ile çalışma anında ısıtılmış (3 ml) hazır dehidre besiyerlerine kabin içinde yerleştirilmiştir.

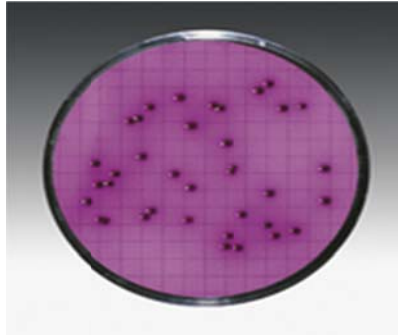
Kullanılan besiyerleri sırasıyla; toplam koliform için m-Endo-NKS (Sartorius), fekal koliform için m-FC-NKS (Sartorius), fekal streptokok için Azide-NKS (Sartorius)'dur.



Şekil 3.3. Membran filtrasyon sistemi (Orjinal Fotoğraf).

3.2.1.1. Toplam Koliform Tayini

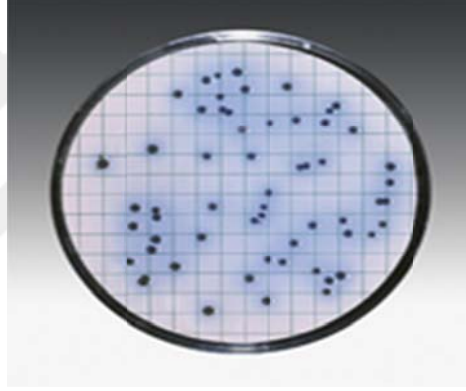
Deniz suyu örnekleri fosfat tamponu ile sulandırıldıktan sonra, her örnek için üç tekrarlı olmak üzere 0.45 µm gözenek çaplı steril filtrelerden (Sartorius) vakum altında süzölmüştür (Şekil 3.3). Sonrasında filtreler m-Endo-NKS besiyerine yerleştirilerek $37 \pm 0,2$ °C de 24 saat inkübe edilmiştir (Şekil 3.4). Koliform olabileceği değerlendirilen sarı-yeşil metalik, pembe-kırmızı kolonilere sitokrom oksidaz testi (API Strep, BioMereux) yapılmış ve oksidaz negatif koloniler sayısal değerlendirmeye alınmıştır (APHA 2012). Yapılan doğrulama testleri ile birlikte üç tekrarın ortalaması alınmış ve kolonilerin sayısal olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4. Endo-NKS de gelişen toplam koliform şüpheli koloniler.

3.2.1.2. Fekal Koliform Tayini

Deniz suyu örnekleri fosfat tamponu ile sulandırıldıktan sonra, her örnek için üç tekrarlı olmak üzere 0.45 µm gözenek çaplı steril filtrelerden (Sartorius) vakum altında süzölmüştür. Sonrasında filtreler, m-FC-NKS besiyerine yerleştirilerek 45,5±0,2 °C 'de 24 saat inkübe edilmiştir (Şekil 3.5). Bu inkübasyon sonrasında üreyen mavi koloniler fekal koliform olarak değerlendirilmiştir. Fekal koliform olarak değerlendirilen bu şüpheli koloniler için kolonilere sitokrom oksidaz (API Strep, bioMérieux) ve indol testi yapılmıştır. Oksidaz negatif ve indol pozitif koloniler sayısal değerlendirmeye alınmıştır (MacFaddin, 1980; APHA, 2012). Yapılan doğrulama testleri ile birlikte üç tekrarın ortalaması alınmış ve kolonilerin sayısal okunması yapılmıştır.

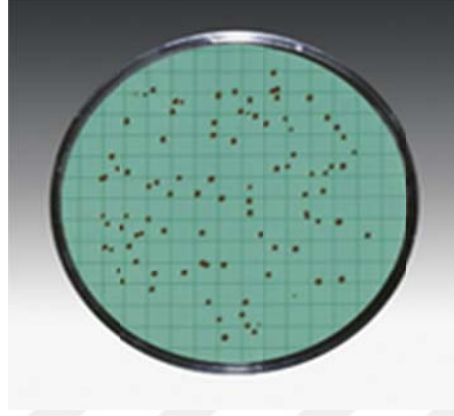


Şekil 3.5. mFC-NKS besiyerinde gelişen fekal koliform şüpheli koloniler.

3.2.1.3. Fekal Streptokok Tayini (İntestinal Enterococci)

Deniz suyu örnekleri fosfat tamponu ile sulandırıldıktan sonra, her örnek için üç tekrarlı olmak üzere 0.45 µm gözenek çaplı steril filtrelerden (Sartorius) vakum altında süzölmüştür. Sonrasında filtreler, Azide- NKS besiyerine yerleştirilerek 37±0,2 °C' de 24 saat inkübe edilmiştir (Şekil 3.6). Bu inkübasyon sonrasında üreyen kahverengi-kırmızı koloniler fekal Streptokok şüpheli olarak değerlendirilmiş ve doğrulama için Katalaz (Hidrojen peroksiti (H₂O₂); oksijen(O₂) ve suya (H₂O) parçalayan) testi (1 mL, % 3 H₂O₂) uygulanan koloniler eskülin hidrolizi ve % 40 safraya dirençlilik kontrolü yapılması için bile Esculin Agarda (BEA), 37±0,2 °C de 18 saat inkübe edilmiştir. Besiyerinde siyahlaşma ve koloni çevresinde siyah gölge oluşumu, eskülin hidrolizi pozitif, besiyerinde üreme gösteren koloni sayısı % 40 safraya dirençli olarak değerlendirilmiş olup, katalaz negatif olan ve BEA'da üreyen koloniler fekal Streptokok olarak sayısal değerlendirmeye alınmıştır. (Macfaddin 1980, APHA 2012).

Yapılan doğrulama testleri ile birlikte üç tekrarın ortalaması alınmış ve kolonilerin sayısal okunması yapılmıştır.



Şekil 3.6. Azide- NKS besiyerinde gelişen fekal streptokok şüpheli koloniler.

3.2.2. Çevresel Parametre Ölçümleri

Çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk gibi değişken çevresel parametre ölçümleri örneklerin alındığı istasyonlardan örnekleme sırasında taşınabilir YSI 556 Multiparametre prob ile yapılmış ve kaydedilmiştir.

3.2.3 Heterotik Aerobik Bakteri Sayımı

İstasyonlardan alınan deniz suyu örneklerinden steril alınan daha önceden hazırlanmış fosfat tamponu distile su ile 10^{-8} e kadar dilüsyonları hazırlanmıştır. Örneklerin son dilüsyonları petri kutularında ki yüzeyi daha önceden buzdolabında kurumaya bırakılmış Marine Agar (Difco) besiyerinin yüzeyine 0.1 ml dökülüp steril cam çubuk ile yayma ekimi yapılmıştır.

Petri kutuları $22 \pm 0,1$ °C de en az 48 saat bekletilmiştir (Şekil 3.7). Bekleme süresi sonunda gelişen koloni sayısı sulandırma faktörü ile çarpılarak 1 ml deniz suyunda bulunan toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri sayısı koloni sayım cihazı ile tespit edilmiştir. (APHA 2012). Sayımı yapılan sulandırma faktörü ile çarpılmış, sonuçlar KOB/ml $ml=1$ ml’de koloni oluşturma birimi olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.7. Marine Agar’da gelişen heterotrofik aerobik bakteri kolonileri.

3.2.4 Klorofilve Besin Tuzları Analizleri

Örnekleme istasyonlarda 500 ml’lik kapaklı steril polietilen şişelere alınan yüzey suyu örnekleri İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Laboratuvarına aynı gün ulaştırılmış ve analizlere alınmıştır.

3.2.4.1. Nitrat Azotu Tayini (4500- NO_3^- E., APHA, 2000)

Nitrat Azotu analizleri 4500 N03-E metoduna göre kadmiyum indirgeme kolonu kullanılarak spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır.

Polietilen şişelerde bulanık halde bulunan numunelerde Fe, Cu bulunma ihtimali düşünülerek EDTA eklenmiştir. Kolondan geçmek için hazır olan numunelere Kadmiyum kolonunda meydana gelebilecek klorür problemlerine karşı 0.35 gram sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), 100 ml bidistile su ilave edilerek kullanılmıştır. Numuneler kadmiyum indirgeme kolonundan geçirilerek erlene alınmış ve 534 nm’de spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir (APHA, 2000).

3.2.4.2. Nitrit Azotu Tayini (4500- NO_2^- B., APHA, 2000)

Tuzluluk problemine karşı sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), çözeltisi kullanılır. pH ‘nin 5-9 arasında olmadığı durumlarda 1N hidrojen klorür veya amonyum hidrosit kullanılır ve pH dengelemesi yapılır. Numuneler erlene alınmış ve 534 nm’de spektrofotometrik yöntemle nitrit azotu analizleri yapılmıştır (APHA, 2000).

3.2.4.3. Amonyum Azotu Tayini (4500-NH₃ F., APHA, 2000)

50 ml analizi yapılacak deniz suyu örneğine 2 ml alkollü fenol, 2 ml sodyum nitrosoprusiyat çözeltisi ve 5 ml oksitleme reaktifi ilave edilmiştir. Ayrıca oksitleme çözeltisi için 25 ml Hipoklorit çözeltisi ve 100 ml alkaliin sitrat çözeltisi karıştırılarak eklenmiştir. Oksitleme çözeltisi günlük olarak hazırlanmıştır. Hazır hale gelen çözelti karanlık bir dolapta 1 saat bekletilmiş ve 640 nm’de spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür (APHA, 2000).

3.2.4.4. Toplam Fosfor Tayini (4500-P E., APHA, 2000)

Analizi yapılacak 50 ml deniz suyu örneği erlene alındıktan sonra renk reaktifi olarak kullanılacak karışım çözeltisinden 50 ml sülfirik asit (H₂SO₄), 5 ml potasyum antimonil tartarat (K₂Sb₂(C₄H₂O₆)₂·3 H₂O), 15 ml amonyum molibdat ((NH₄)₆Mo₇O₂₄) ve 30 ml askorbik asit (C₆H₈O₆) çözeltileri deniz suyu örneğine eklenerek 880 nm’de spektrofotometrik olarak ölçümü yapılmıştır (APHA, 2000).

3.2.4.5. Klorofil-a Tayini (10200 H-2 , APHA, 2000)

Klorofil-a analizi için polietilen şişe ile alınan deniz suyu vakum pompasına bağlı steril filtre cihazına aseptik olarak yerleştirilmiştir. Membran filtreler steril pens ile alınarak, küçük parçalar halinde kesilmiştir. Kesilen filtre parçaları dereceli silindire yerleştirilmiştir ve üzerine 8 ml’lik aseton ilave edilen örnek sırasıyla 750 nm, 664 nm, 647 nm, 630 nm ve 480 nm ‘ler de nm’de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

3.2.5. İstatistik Analizleri

Belirlenen istasyonlarda elde edilen bakteriyolojik veriler, değişken çevresel parametre düzeyleri, besin tuzları ve Klorofil-a verileri bilgisayar ortamına SPSS 21 programına aktarılmıştır.

Elde edilen verilere istasyonlar ve mevsimlere bağlı olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için one way ANOVA testi uygulanmıştır.

Parametrelerin birbirleri ile ilişkilerini belirlemek için Spearman sıra korelasyonu analizi yapılmıştır. Analizlerde önem düzeyleri 0,01 ve 0,05 olarak alınmıştır (Sokal ve Rohlf, 1998; Quinn ve Keough, 2002).

Belirlenen çevresel parametrelerin değişimlerine mevsim ve istasyon faktörlerinin etkilerini saptamak amacıyla tek yönlü varyans analizi, parametrelerin birbirleriyle ilişkilerini belirlemek üzere Spearman sıra korelasyon analizi uygulanmıştır(Quinn ve Keough, 2002).

Bu korelasyonda değişkenler arasında pozitif yönlü mükemmel bir doğrusal ilişki olduğunu korelasyon sayısı +1 ise, değişkenler arasında negatif yönlü mükemmel bir ilişkinin olduğunu korelasyon sayısı -1 ise söylenebilmektedir. Korelasyon katsayısının 0 olması ise, değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığını kanıttır. İstasyonlar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla ikili olarak Mann-Whitney U testi uygulanmıştır (Sokal ve Rohlf,1998).



4. BULGULAR

4.1. İNDİKATÖR BAKTERİ (TOPLAM KOLİFORM, FEKAL KOLİFORM, FEKAL STREPTOKOK) VE TOPLAM MEZOFİLİK HETEROTROFİK AEROBİK BAKTERİ DÜZEYLERİ

Haziran 2018 - Şubat 2019 tarihleri arasında Marmara Denizi Kınalıada Kıyısı alını çevresinde belirlenen 10 istasyondan alınan yüzey suyu örneklerinde toplam koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve toplam mezofilik aerobik heterotrofik bakteri (MHAB) tayinleri yapılmıştır.

Kınalıada kıyısı alını Halk Plajı-1 (1.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.1’de verilmiştir.

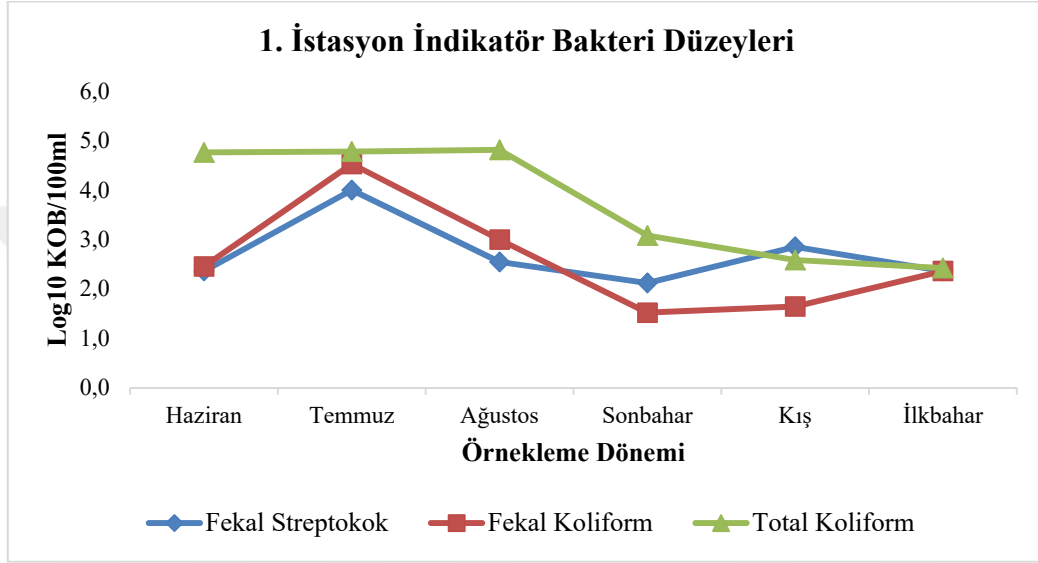
Tablo 4.1. Kınalıada kıyısı alını Halk Plajı (1. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

İstasyon 1	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	286	58542	231	13385000000000
24.Tem.18	34100	60819	10109	1480000000000
31.Ağu.18	1001	65923	352	4805000000000
2.Kas.18	33	1210	132	1463000000000
16.Şub.19	44	715	385	2349000000000
18.May.19	231	264	231	2349000000000

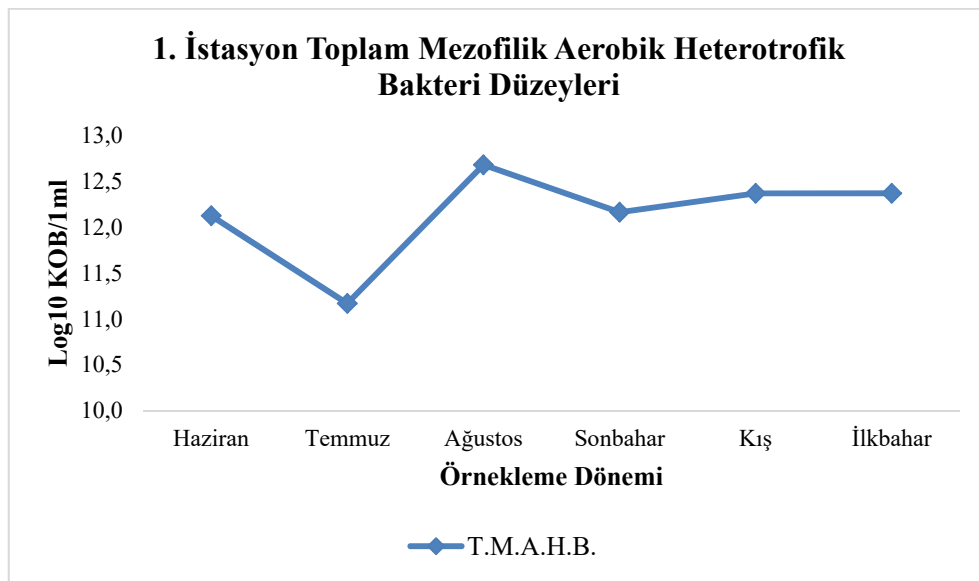
Kınalıada kıyısı alını Halk Plajı 1 - istasyon 1’den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde, 100 ml’de en düşük toplam koliform değeri 18 Mayıs 2019’da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. 100 ml’de en düşük fekal koliform sayısı 2 Kasım 2018’de, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. 100 ml’de en düşük fekal streptokok sayısı 2 Kasım 2018 de, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de

saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı 14×10^{10} – 1338×10^{10} KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 24 Temmuz 2018, en yüksek değer 28 Haziran 2018’de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarının log10 tabanına göre dağılımı Şekil.4.1 ve Şekil.4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Halk Plajı 1(1. İstasyon) Haziran 2018 - Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.2. Halk Plajı 1-(1. İstasyon) Haziran 2018- Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

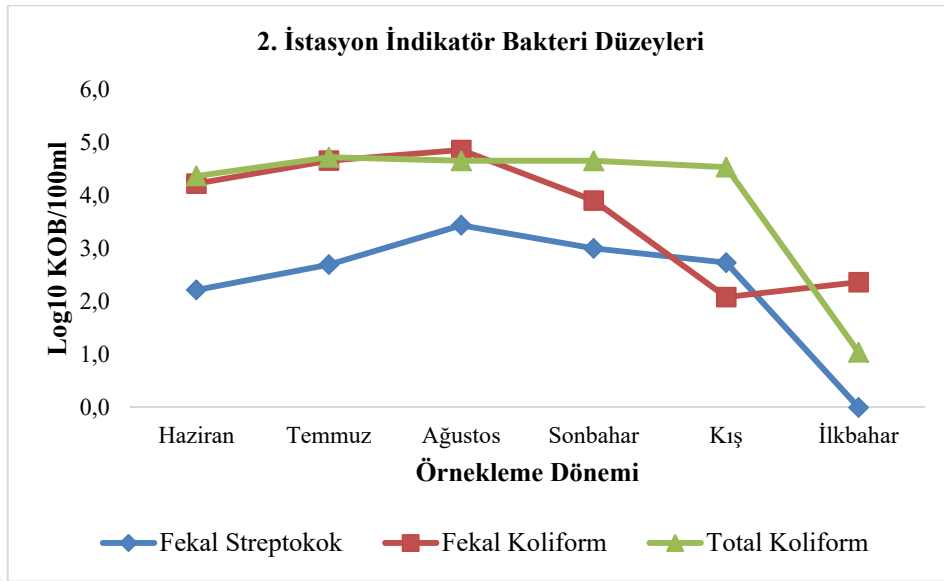
Kınalıada kıyısal alanı Su Kulübü Limaniçi (2.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Kınalıada kıyısal alanı Su Kulübü Limaniçi (2. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

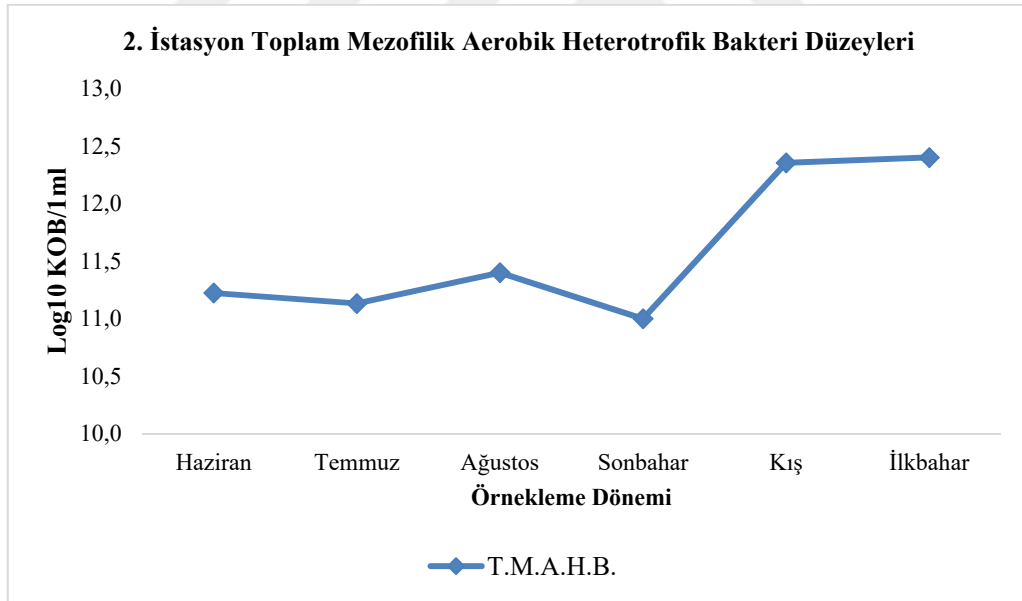
İstasyon 2	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	16720	23309	165	167500000000
24.Tem.18	45463	52283	495	135600000000
31.Ağu.18	44891	72182	2739	251300000000
2.Kas.18	8008	44902	1001	100000000000
16.Şub.19	121	34100	539	226400000000
18.May.19	11	231	0	251800000000

Kınalıada kıyısal alanı Su Kulübü Limaniçi - istasyon 2’den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde 100 ml’de en düşük toplam koliform sayısı 18 Mayıs 2019’da, en yüksek değer 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. 100 ml’de en düşük fekal koliform sayısı 16 Şubat 2019’da, en yüksek 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. 100 ml’de en düşük fekal streptokok sayısı 18 Mayıs 2019’da, en yüksek değer 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı 10×10^{10} – $25,18 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 2 Kasım 2018, en yüksek değer 18 Mayıs 2019’de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarının log10 tabanına göre dağılımı Şekil.4.3 ve Şekil.4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Kınalıada kıyısız alanı Su Kulübü Limaniçi (2. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri.



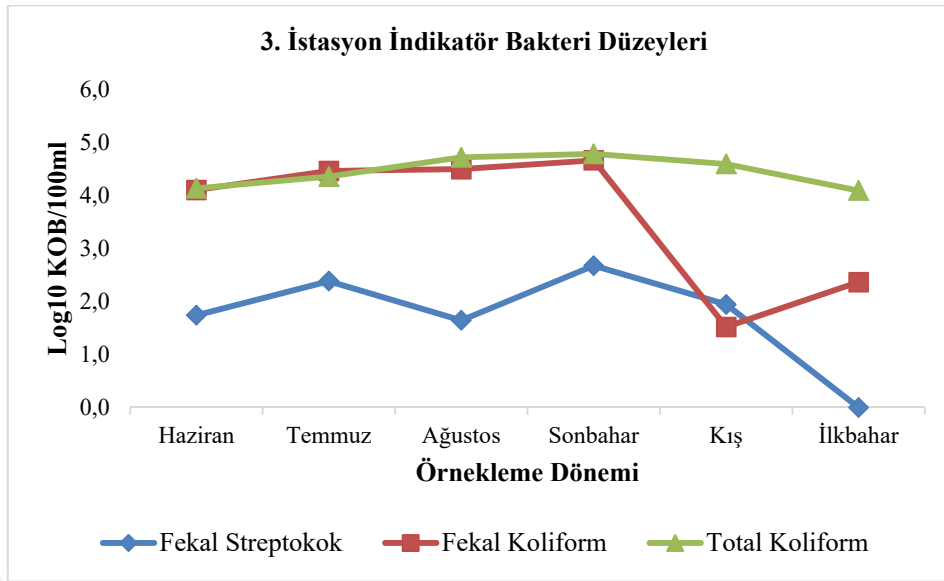
Şekil 4.4. Kınalıada kıyısız alanı Su Kulübü Limaniçi (2. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri.

Kınalıada kıyısız alanı Su Kulübü İskele (3.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.3’de verilmiştir.

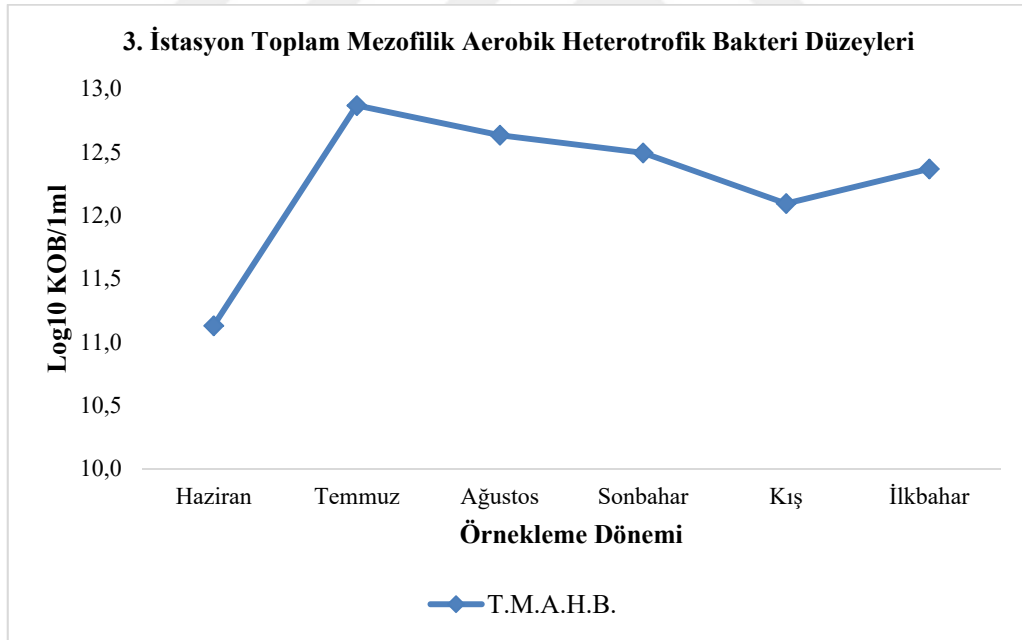
Tablo 4.3. Kınalıada kıyısısal alanı Su Kulübü İskele (3. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

İstasyon 3	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	12661	13640	55	134500000000
24.Tem.18	22737	28985	242	736600000000
31.Ağu.18	31262	52283	44	429400000000
2.Kas.18	46035	60808	473	311100000000
16.Şub.19	33	39215	88	123900000000
18.May.19	231	12364	0	232800000000

Kınalıada kıyısısal alanı Su Kulübü İskele - İstasyon 3'den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde 100 ml'de en düşük toplam koliform sayısı 18 Mayıs 2019'da, en yüksek 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer ise 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml'de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $13,45 \times 10^{10}$ – $736,6 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır. Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarının log10 tabanına göre dağılımı Şekil.4.5 ve Şekil.4.6'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kınalıada kıyısal alanı Su Kulübü İşkele (3. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.6. Kınalıada kıyısal alanı Su Kulübü İşkele (3. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

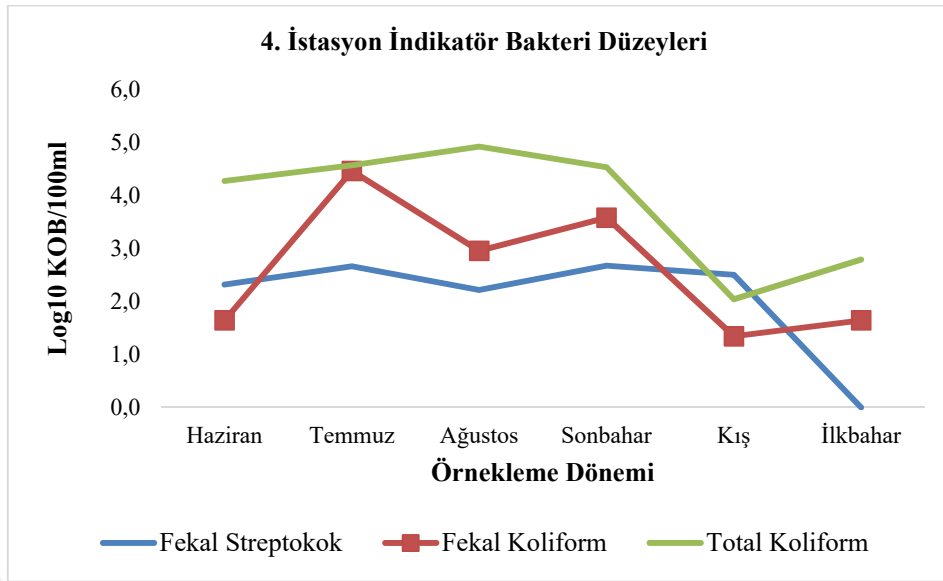
Kınalıada kıyısal alanı Halk Plajı 2 (4.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Kınalıada kıyısısal alanı Halk Plajı -2 (4. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

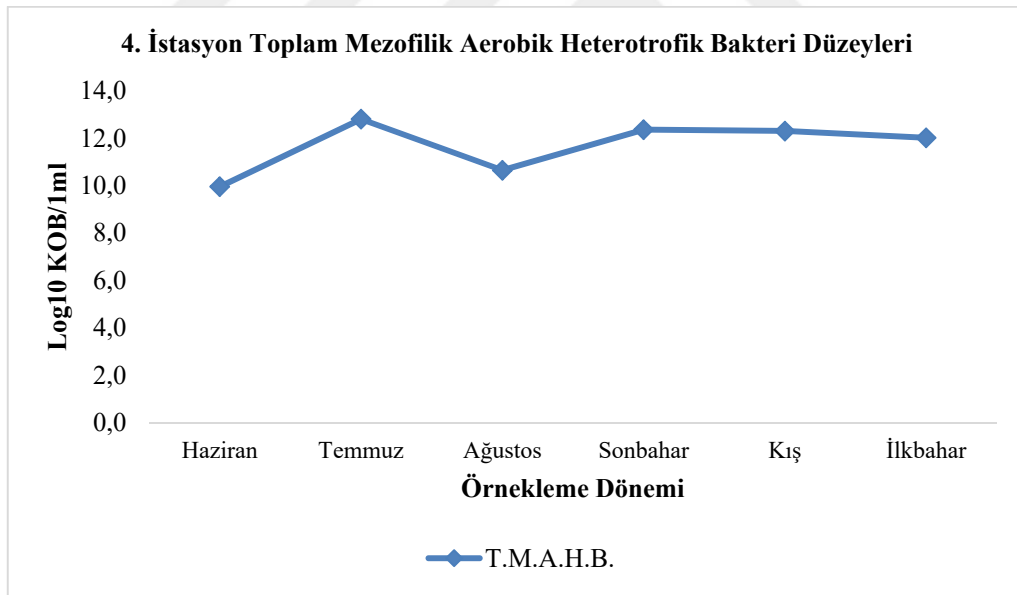
İstasyon 4	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	44	18755	209	9000000000
24.Tem.18	28985	36949	462	6326000000000
31.Ağu.18	902	83545	165	440000000000
2.Kas.18	3806	34100	473	2271000000000
16.Şub.19	22	319	110	1989000000000
18.May.19	44	616	0	1029000000000

Kınalıada kıyısısal alanı Halk Plajı 2 - istasyon 4'den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml'de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $0,9 \times 10^{10}$ – $632,6 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.7 ve Şekil.4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Kınalıada kıyısal alanı Halk Plajı 2(4. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri 8



Şekil 4.8. Kınalıada kıyısal alanı Halk Plajı 2(4. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

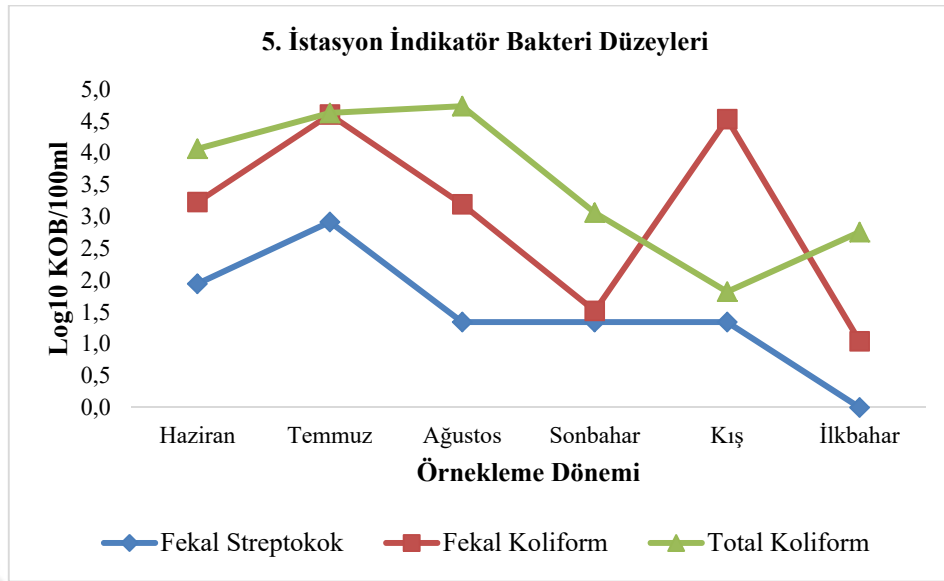
Kınalıada kıyısal alanı Referans İstasyon (5.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. Kınalıada kıyısısal alanı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

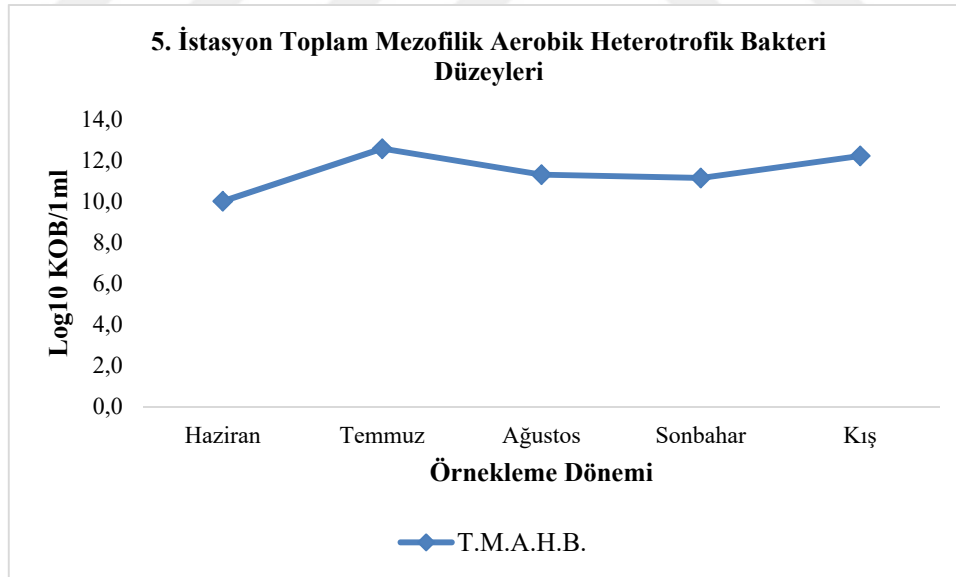
İstasyon 5	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	1694	11671	88	10500000000
24.Tem.18	40348	42625	825	3845000000000
31.Ağu.18	1562	54560	22	2076000000000
2.Kas.18	33	1155	22	1416000000000
16.Şub.19	66	34100	22	1693000000000
18.May.19	11	572	0	2032000000000

Kınalıada kıyısısal alanı Referans İstasyon - istasyon 5’den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 16 Şubat 2019’da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml’de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $1,05 \times 10^{10}$ – $384,5 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.9 ve Şekil.4.10’de verilmiştir.



Şekil 4.9. Kınalıada kıyısal alanı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.10. Kınalıada kıyısal alanı Referans İstasyon (5. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

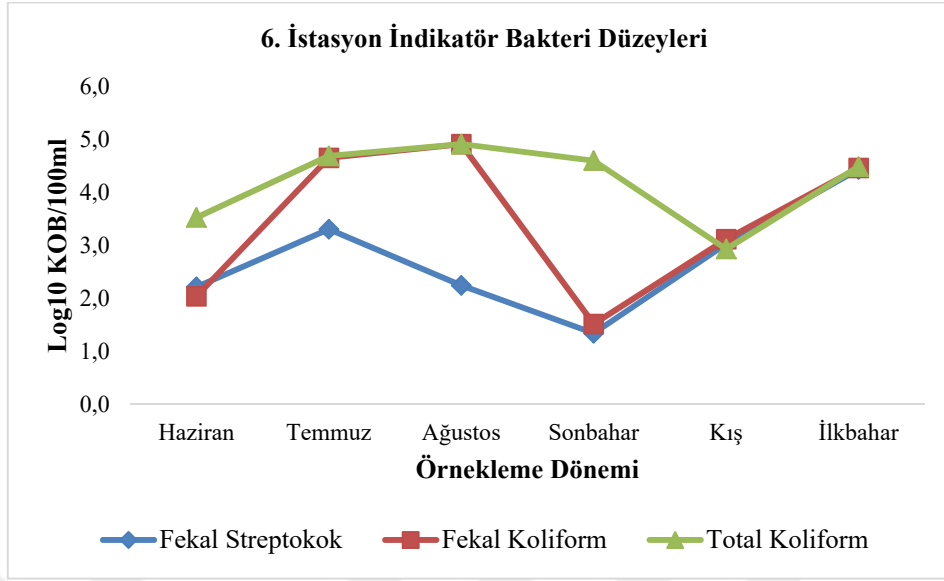
Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Ülker) (6.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.6’de verilmiştir

Tablo 4.6. Kınalıada kıyısıal alanı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

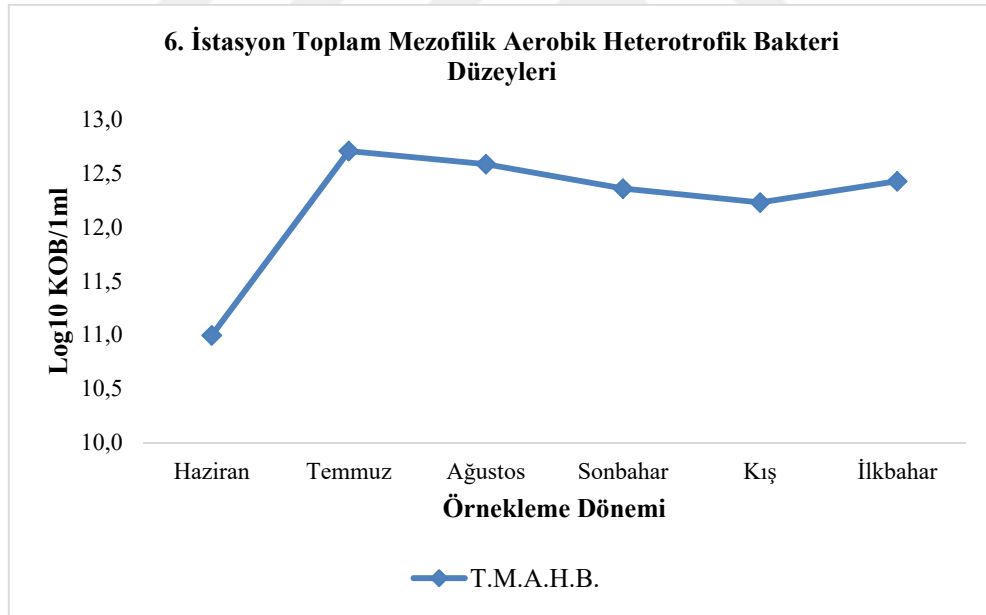
İstasyon 6	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	110	3366	165	990000000000
24.Tem.18	44902	48873	2024	5080000000000
31.Ağu.18	81279	81840	176	3838000000000
2.Kas.18	33	39776	22	2279000000000
16.Şub.19	858	1309	1067	1693000000000
18.May.19	28985	30690	27280	2667000000000

Kınalıada kıyısıal alanı Özel Plaj(Ülker)- istasyon 6'dan alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 2 Kasım 2018, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml'de en düşük değer 2 Kasım 2018'de, en yüksek değer ise 18 Mayıs 2019'de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $9,9 \times 10^{10}$ – 508×10^{10} KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.11 ve Şekil.4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.12. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj (Ülker) (6. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

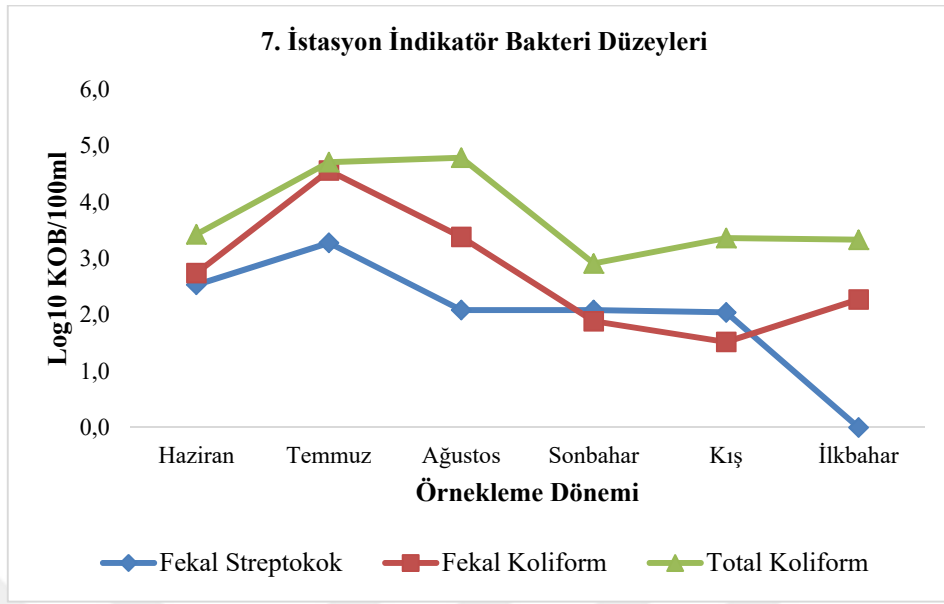
Kınalıada kıyısal alanı 26 No Sahil (7.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.7’de verilmiştir

Tablo 4.7. Kınalıada kıyısısal alanı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

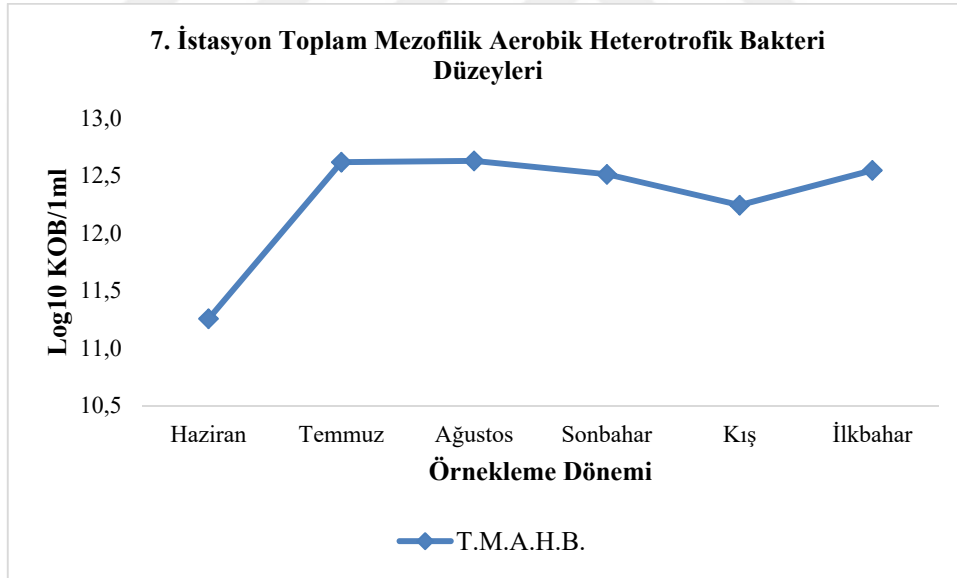
İstasyon 7	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	550	2684	341	180500000000
24.Tem.18	36377	51150	1892	415500000000
31.Ağu.18	2409	61380	121	426100000000
2.Kas.18	77	814	121	325900000000
16.Şub.19	33	2299	110	175600000000
18.May.19	187	2145	0	353400000000

Kınalıada kıyısısal alanı 26 No Sahil-istasyon 7’den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 2 Kasım 2018’da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 16 Şubat 2019, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml’de en düşük değer 18 Mayıs 2019’da, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $18,05 \times 10^{10}$ – $426,1 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.13 ve Şekil.4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Kınalıada kıyısal alanı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.14. Kınalıada kıyısal alanı 26 No Sahil (7. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

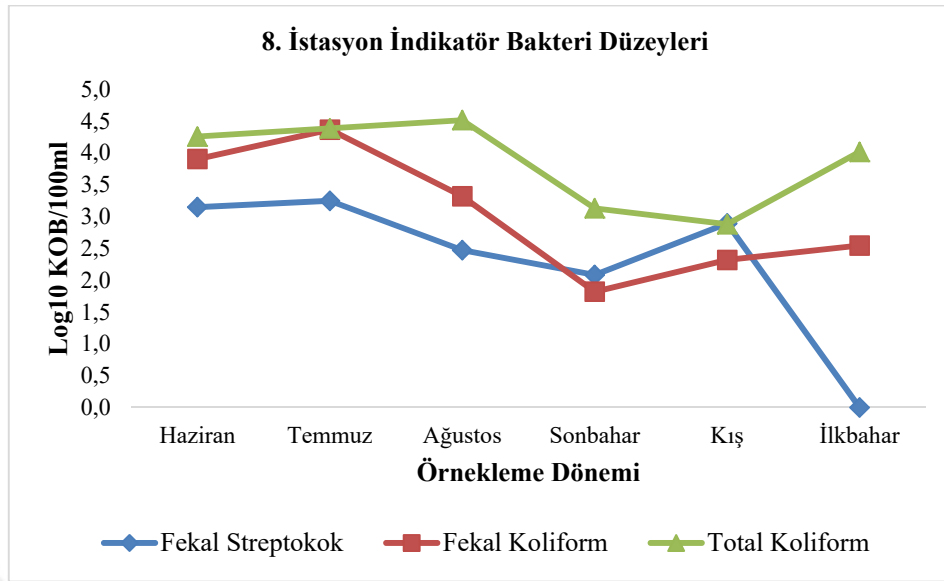
Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı)-(8.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı) - (8.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

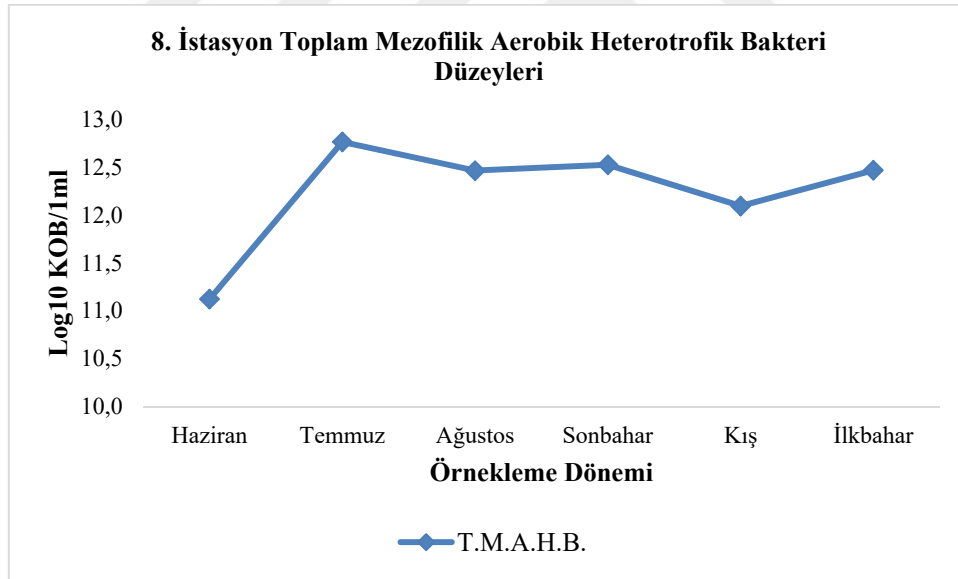
İstasyon 8	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	8052	18194	1408	133000000000
24.Tem.18	23298	24442	1771	581400000000
31.Ağu.18	2090	32967	297	291300000000
2.Kas.18	66	1353	121	335100000000
16.Şub.19	209	781	759	124400000000
18.May.19	352	10428	0	294200000000

Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj (Yalı)-istasyon 8’den alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 16 Şubat 2019’da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018’de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml’de en düşük değer 2 Kasım 2018, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml’de en düşük değer 18 Mayıs 2019’da, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $13,3 \times 10^{10}$ – $581,4 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018’de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.15 ve Şekil.4.16’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı)-(8. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.16. Kınalıada kıyısal alanı Özel Plaj(Yalı)-(8. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

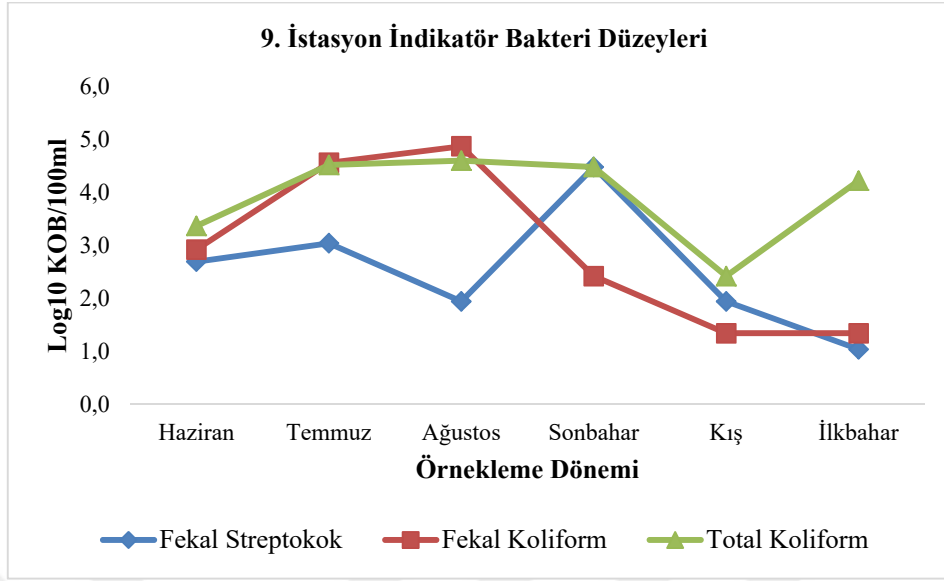
Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi (9.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi - (9.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı

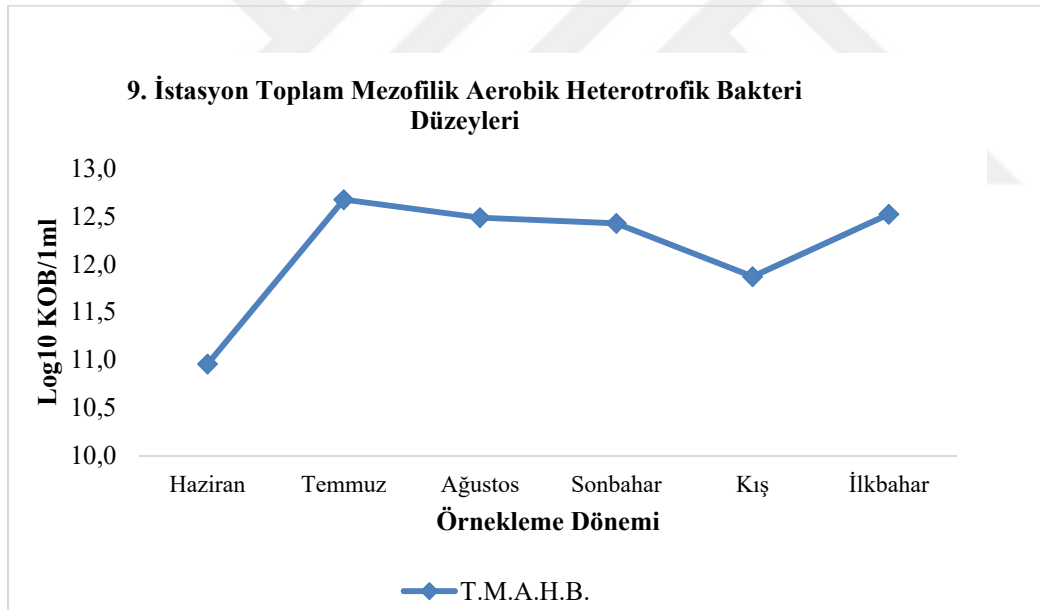
İstasyon 9	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	836	2332	495	90500000000
24.Tem.18	32967	36377	1100	4713000000000
31.Ağu.18	39787	74448	88	3055000000000
2.Kas.18	264	30118	30118	2660000000000
16.Şub.19	22	264	88	7410000000000
18.May.19	22	16698	11	3323000000000

Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi -istasyon 9'dan alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml'de en düşük değer 18 Mayıs 2019'da, en yüksek değer ise 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $9,05 \times 10^{10}$ – $471,3 \times 10^{10}$ KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 28 Haziran 2018, en yüksek değer 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.17 ve Şekil.4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi -(9. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri



Şekil 4.18. Kınalıada kıyısal alanı Kınalıada Polis Merkezi -(9. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

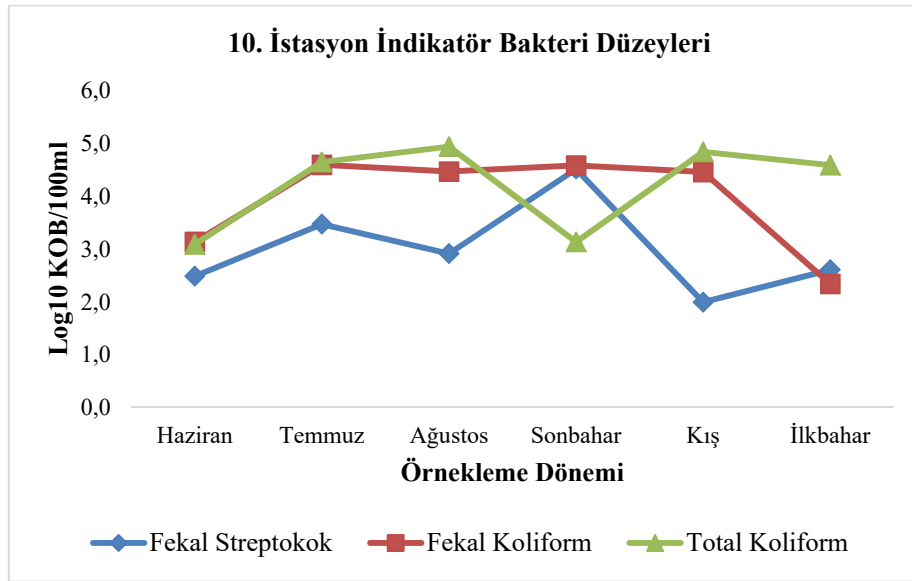
Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İskele (10.istasyon) indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İskele - (10.istasyon) Haziran 2018- Şubat 2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri düzeylerinin dağılımı.

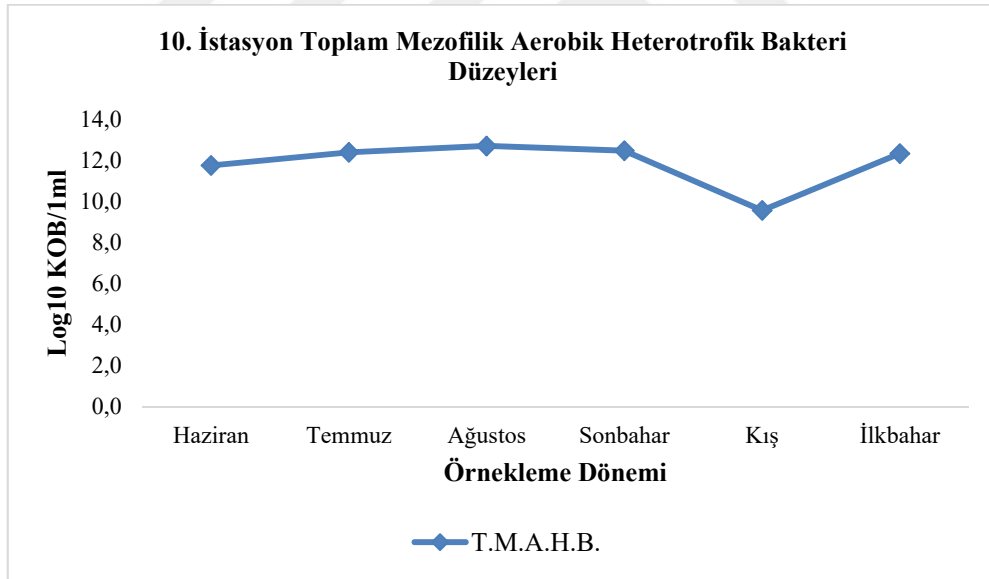
İstasyon 10	Fekal Koliform KOB/100 ml	Toplam Koliform KOB/100 ml	Fekal Streptokok KOB/100 ml	Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri KOB/1 ml
28.Haz.18	1238	1375	308	565500000000
24.Tem.18	39787	44902	2981	2469000000000
31.Ağu.18	29656	88099	825	5030000000000
2.Kas.18	1375	38654	32956	2956000000000
16.Şub.19	28985	69905	99	3600000000
18.May.19	220	39215	407	2158000000000

Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İskele -istasyon 10'dan alınan örneklerde aylara göre dağılım tablosu incelendiğinde toplam koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 28 Haziran 2018'de, en yüksek değer ise 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır. Fekal koliform sayısının 100 ml'de en düşük değer 18 Mayıs 2019, en yüksek değer ise 24 Temmuz 2018'de saptanmıştır. Fekal streptokok sayısının 100 ml'de en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer ise 2 Kasım 2018'de saptanmıştır. Toplam Heterotrofik Aerobik Bakteri sayısı $3,6 \times 10^9$ – 5030×10^9 KOB/ml arasında değişmekte olup en düşük değer 16 Şubat 2019'da, en yüksek değer 31 Ağustos 2018'de saptanmıştır.

Tespit edilen indikatör bakteri ve toplam mezofilik heterotrofik aerobik bakteri sayılarını anlamlandırmak amacıyla veriler log10 tabanına göre Şekil.4.19 ve Şekil.4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.19. Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İşkele-(10. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs2019 tarihleri arasında tespit edilen indikatör bakteri düzeyleri

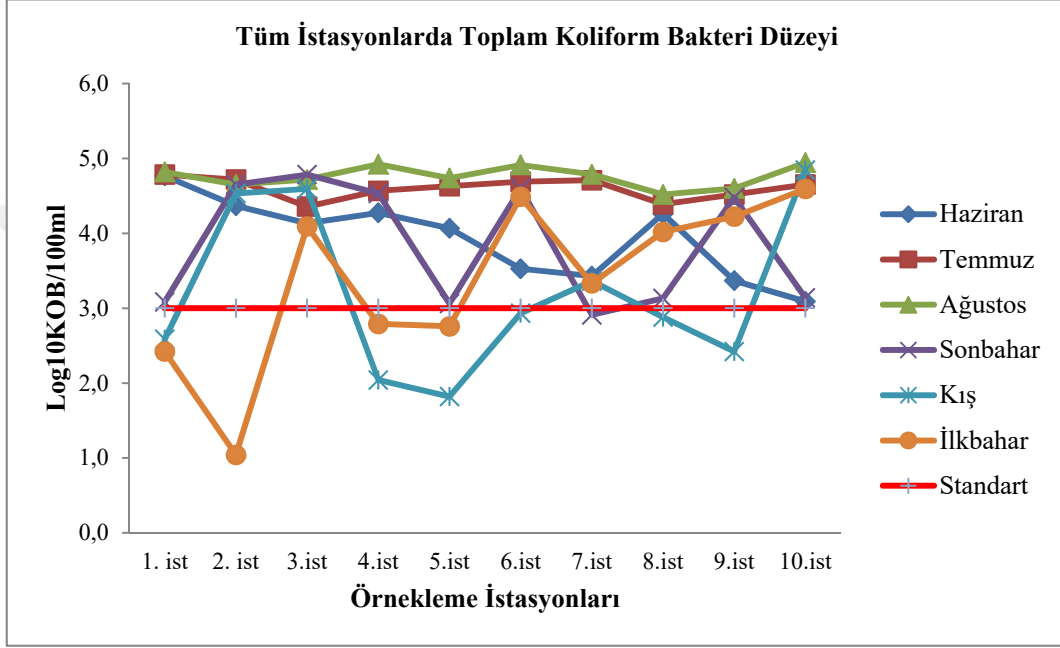


Şekil 4.20. Kınalıada kıyısal alanı Deniz Taksi İşkele -(10. İstasyon) Haziran 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında tespit edilen heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri

Aşağıdaki ilk üç grafikte koyu kırmızı olarak gösterilen Avrupa Parlamentosu için standart değerler toplam koliform sayısı 500 KOB/100 ml (log10 değerine göre 3,0/100 ml), fekal koliform sayısı 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.3/100 ml) ve fekal streptokok

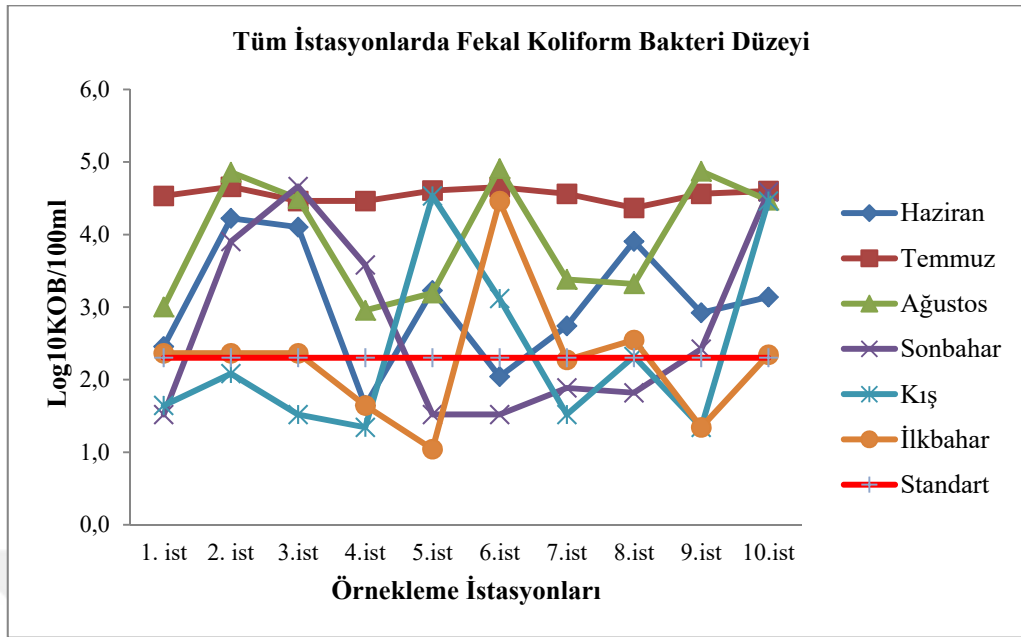
sayılarıysa 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.0/100 ml) olarak belirlenmiştir(European Parlament,2006)

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında en düşük toplam koliform değeri 2. İstasyonda Mayıs 2019'de 11 KOB/100 ml, en yüksek toplam koliform değeri 6. İstasyonda Ağustos 2018'de 81840 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21).



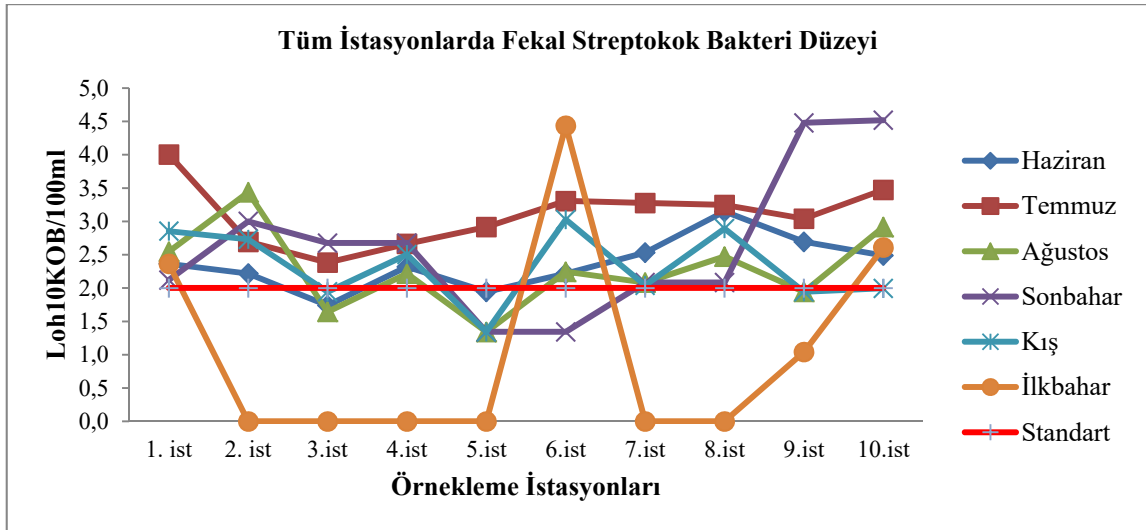
Şekil 4.21. Tüm İstasyonlarda Toplam Koliform Bakteri Düzeyleri

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında en düşük fekal koliform değeri 5. İstasyonda Mayıs 2019'da 11 KOB/100 ml, en yüksek fekal koliform değeri 9. İstasyonda Ağustos 2018'de 7448 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Tüm İstasyonlarda Fekal Koliform Bakteri Düzeyleri

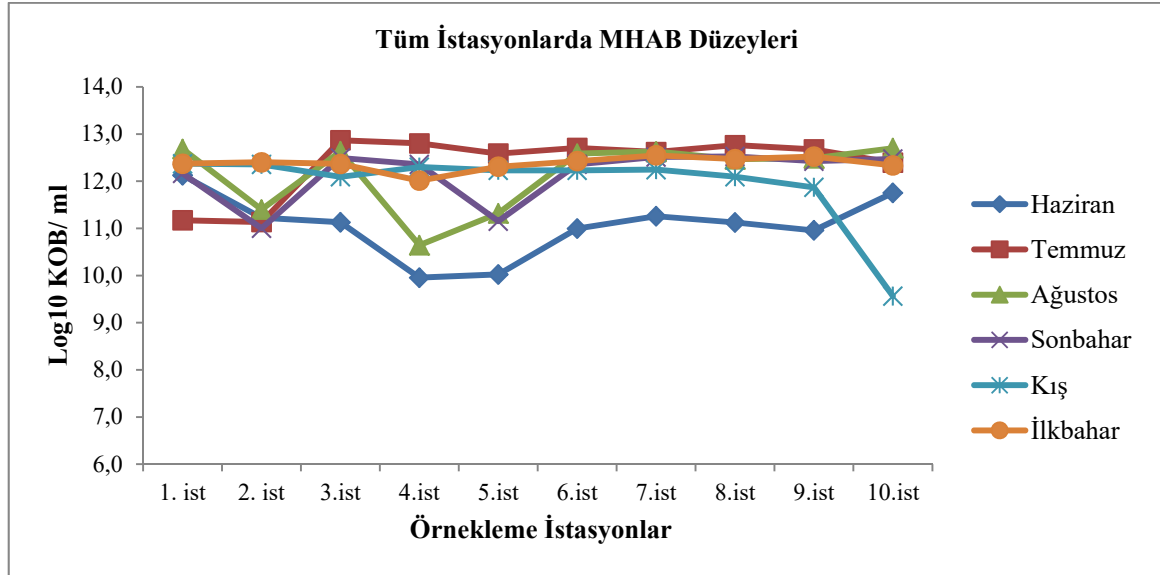
İstasyonların tümü karşılaştırıldığında en düşük fekal streptokok değeri birden fazla istasyonda Mayıs 2019’de 0 KOB/100 ml, en yüksek fekal streptokok değeri 10. İstasyonda 2 Kasım 2018’de 81840 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Tüm İstasyonlarda Fekal Streptokok Bakteri Düzeyleri

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında en düşük toplam heterotrofik aerobik bakteri değeri 10.istasyonda 16 Şubat 2019’da 36×10^8 KOB/100 ml, en yüksek toplam heterotrofik aerobik

bakteri değeri 3. İstasyonda Temmuz 2018'de 73660×10^8 KOB/100 ml olarak ölçülmüştür (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Tümü İstasyonlarda Toplam Mezofilik Heterotrofik Aerobik Bakteri Düzeyleri.

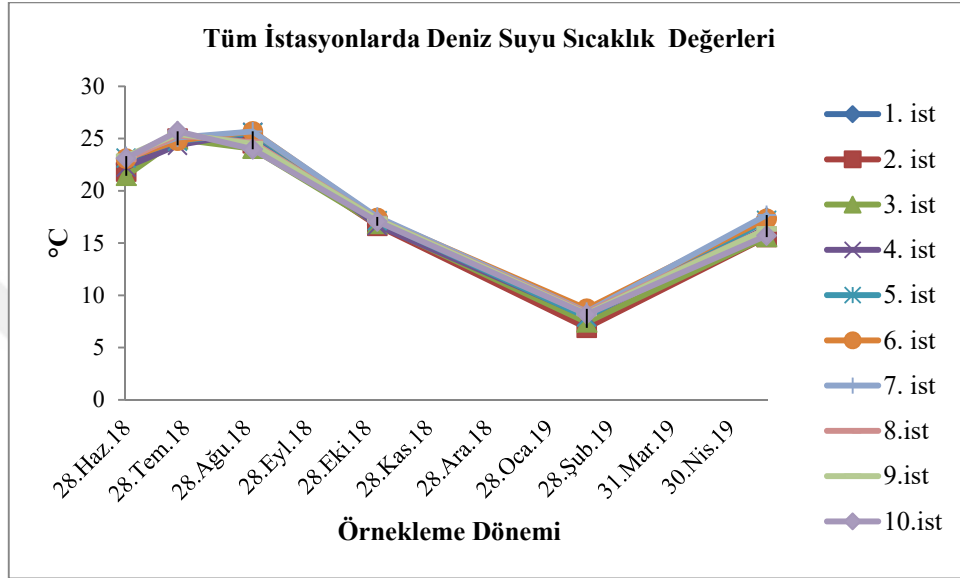
4.2.DEĞİŞKEN ÇEVRESEL PARAMETRE DÜZEYLERİ

Çalışma boyunca kaydedilen deniz suyu sıcaklık düzeyleri Tablo 4.11 de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Tümü istasyonlarda deniz suyu sıcaklık verileri (°C).

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28.Haz.18	22,56	21,85	21,44	22,28	23,13	23,09	23,32	23	23,3	23,12
24.Tem.18	25,25	25	24,94	24,36	24,76	24,8	25,1	25,3	25,45	25,7
31.Ağu.18	25,15	24,56	24,03	25,6	25,56	25,69	25,68	24,65	24,5	23,98
2.Kas.18	16,73	16,66	16,83	16,69	17,14	17,4	17,51	17,27	17,27	17,07
16.Şub.19	8,17	6,89	7,42	8	7,92	8,72	8,42	8,38	8,24	8,19
18.May.19	17,43	15,58	15,6	16,47	17,18	17,33	17,68	16,35	16,34	15,72

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.11'e göre en düşük deniz suyu sıcaklık değeri Şubat 2019'da 2. İstasyonda 6,89°C, en yüksek sıcaklık değeri Ağustos 2018'de 6. İstasyonda 25,69 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 4.25).



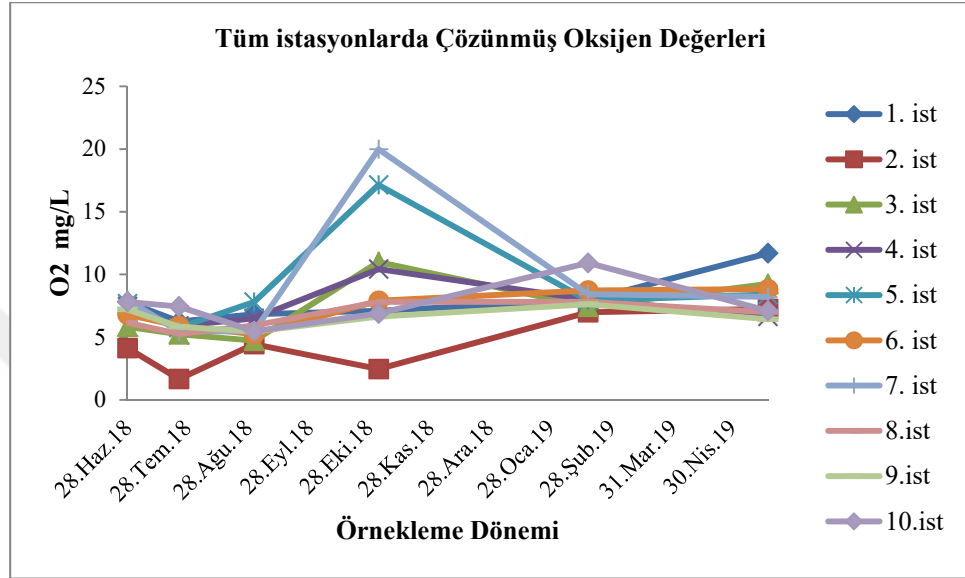
Şekil 4.25. Tüm istasyonlarda deniz suyu sıcaklık değerleri.

Çalışma süresince deniz suyunda kaydedilen çözünmüş oksijen değerleri Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Tüm İstasyonlardaki Deniz Suyu Çözünmüş Oksijen verileri (mg/l).

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8. ist	9. ist	10. ist
28 Haziran 2018	7,81	4,13	5,82	7,44	7,68	6,79	7,96	6,15	7,20	7,81
24 Temmuz 2018	6,25	1,66	5,23	5,9	5,76	5,90	5,45	5,26	5,83	7,44
31 Ağustos 2018	6,83	4,44	4,72	6,50	7,80	5,23	5,46	5,93	5,45	5,47
2 Kasım 2018	7,10	2,46	10,99	10,43	17,14	7,90	19,98	7,81	6,64	6,89
16 Şubat 2019	7,94	6,98	7,42	8,00	7,92	8,72	8,42	7,81	7,62	10,92
18 Mayıs 2019	11,69	7,25	9,25	6,66	8,39	8,83	8,20	6,98	6,43	7,10

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.12'e göre en düşük çözünmüş oksijen değeri Temmuz 2018'de 2. İstasyonda 1,66 mg/l, en yüksek çözünmüş oksijen değeri Kasım 2018'de 7. İstasyonda 19,98 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.26).



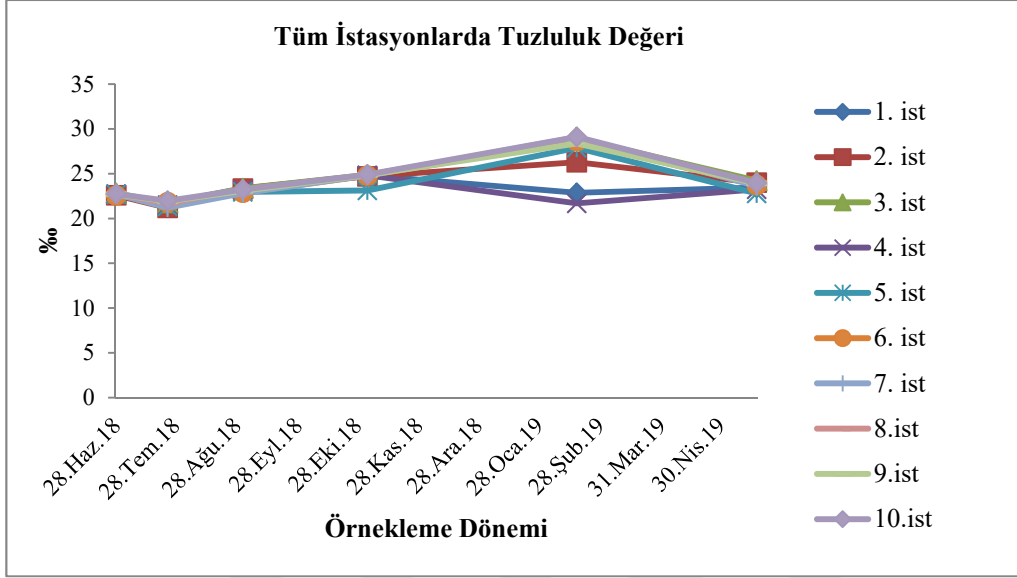
Şekil 4.26. Tüm İstasyonlarda Çözünmüş Oksijen değerleri.

Çalışma süresince kaydedilen tuzluluk değerleri Tablo 4.13' de gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Tüm istasyonlarda tuzluluk verileri (‰).

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8. ist	9. ist	10. ist
28 Haziran 2018	22,72	22,59	22,84	22,74	22,7	22,57	22,72	22,75	22,69	22,75
24 Temmuz 2018	21,73	21,18	21,73	21,50	21,35	21,83	21,21	21,68	21,90	21,98
31 Ağustos 2018	23,33	23,35	23,37	23,15	22,96	22,87	22,82	23,24	23,08	23,23
2 Kasım 2018	24,81	24,70	24,87	24,82	23,12	24,78	24,79	24,84	24,84	24,91
16 Şubat 2019	22,86	26,28	28,94	21,68	27,89	28,63	29,07	28,73	28,37	29,11
18 Mayıs 2019	23,44	24,00	24,22	23,25	22,79	23,74	23,61	23,91	23,91	23,97

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.13'e göre en düşük tuzluluk değeri Temmuz 2018'de 2. İstasyonda ‰ 21,18 olarak en yüksek tuzluluk değeri Şubat 2019'da 7. İstasyonda ‰ 29,07 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.27).



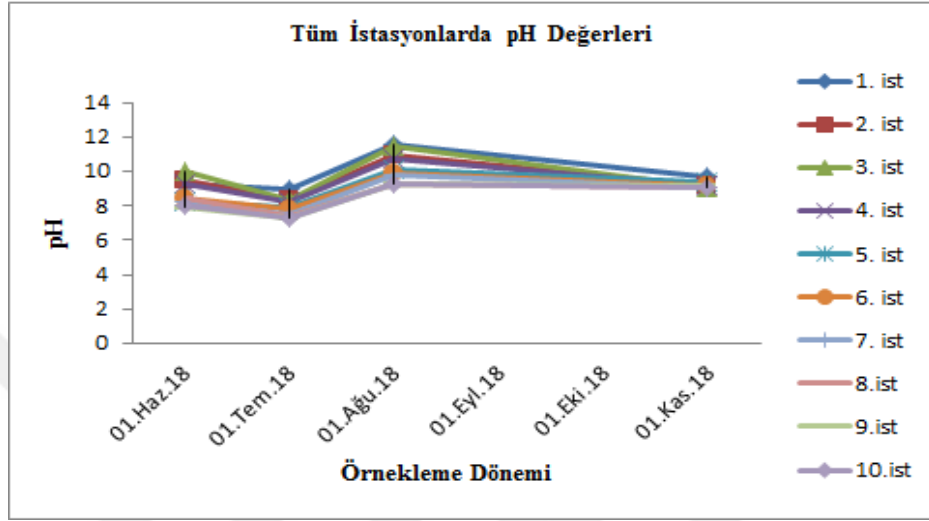
Şekil 4.27. Tüm İstasyonlarda Tuzluluk Değerleri (‰)

Çalışma süresince kaydedilen pH değerleri Tablo 4.14 de gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Tüm istasyonlarda pH verileri.

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28 Haziran 2018	9,25	9,5	10,00	9,28	8,25	8,43	8,20	8,4	7,87	8,03
24 Temmuz 2018	8,94	8,35	8,29	8,20	7,93	7,78	7,50	7,37	7,25	7,28
31 Ağustos 2018	11,55	10,96	11,41	10,68	10,06	9,94	9,83	9,31	9,30	9,22
2 Kasım 2018	9,66	9,14	9,05	9,19	9,36	9,15	9,11	9,02	9,17	9,07

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.14'e göre en düşük pH değeri Temmuz 2018'de 9. İstasyonda 7,25 olarak en yüksek pH değeri Ağustos 2018'de 1. İstasyonda 11,55 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Tüm İstasyonlarda pH Değerleri.

Tablo 4.15. Bakteri düzeyleri, değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve Klorofil-a değerleri arasında tespit edilen korelasyon katsayıları

		HPC	TK	FK	FS	°C	pH	ÇO	‰	NO3	NO2	NH4	PO4	Ch-a
Spearman's rho	Cor. Coe.	1,000												
	HPC Sig. (2-tailed)	.												
	N	40												
	Cor. Coe.	,035	1,000											
	TK Sig. (2-tailed)	,833	.											
	N	40	40											
	Cor. Coe.	,232		1,000										
	FK Sig. (2-tailed)	,150		.										
	N	40		40										
	Cor. Coe.	,107	,364*		1,000									
	FS Sig. (2-tailed)	,509	,023		.									
	N	40	40		40									
	Cor. Coe.	,355*	,371*		,371*	1,000								
	°C Sig. (2-tailed)	,024	,020		,019	.								
	N	40	40		40	40								
	Cor. Coe.	,118	,354*	,301		,446**	1,000							
	pH Sig. (2-tailed)	,467	,027	,059		,004	.							
	N	40	40	40		40	40							
	Cor. Coe.	-,331*			-,388*			1,000						
	ÇO Sig. (2-tailed)	,037			,013			.						
	N	40			40			40						
	Cor. Coe.	-,338*	-,096	-,203	-,178		-,174	,401*	1,000					
	‰ Sig. (2-tailed)	,033	,560	,210	,271		,282	,010	.					
	N	40	40	40	40		40	40	40					
	Cor. Coe.		,019	,155	-,148	,218	-,396*	-,201		1,000				
	NO3 Sig. (2-tailed)		,908	,339	,361	,177	,011	,213		.				
	N		40	40	40	40	40	40		40				
	Cor. Coe.	,343*	,061	-,065	-,319*	,155	-,344*	-,119	-,201		1,000			
	NO2 Sig. (2-tailed)	,030	,710	,690	,045	,340	,030	,463	,213		.			
	N	40	40	40	40	40	40	40	40		40			
	Cor. Coe.	,234	,371*				,241			,368*	,254	1,000		
	NH4 Sig. (2-tailed)	,146	,020				,135			,019	,113	.		
	N	40	40				40			40	40	40		
	Cor. Coe.	,308	,066	,074	,071	,307	-,014	-,036	-,248	,275		,285	1,000	
	PO4 Sig. (2-tailed)	,053	,690	,650	,663	,054	,929	,826	,123	,086		,075	.	
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40		40	40	
	Cor. Coe.	,326*	,028	,098	-,003		,175	-,303	-,160	,278	,401*	,122	,381*	1,000
	Ch-a Sig. (2-tailed)	,043	,869	,553	,986		,286	,061	,332	,087	,011	,461	,017	.
	N	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40	40	40

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Cor. Coe. Correlation Coefficient

Çalışma süresince kaydedilen bakteri düzeyleri ile değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve Klorofil-a değerleri arasında tespit edilen korelasyon katsayıları, Tablo 4.15 de kırmızı ile işaretli olarak gösterildiği gibi, bu parametreler arasında yüksek bir ilişki olduğu şeklinde değerlendirilmiştir

Tablo 4.16. Bakteri düzeyleri, değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve Klorofil-a değerlerinin Varyans Analizi (Two- Way ANOVA) değerleri

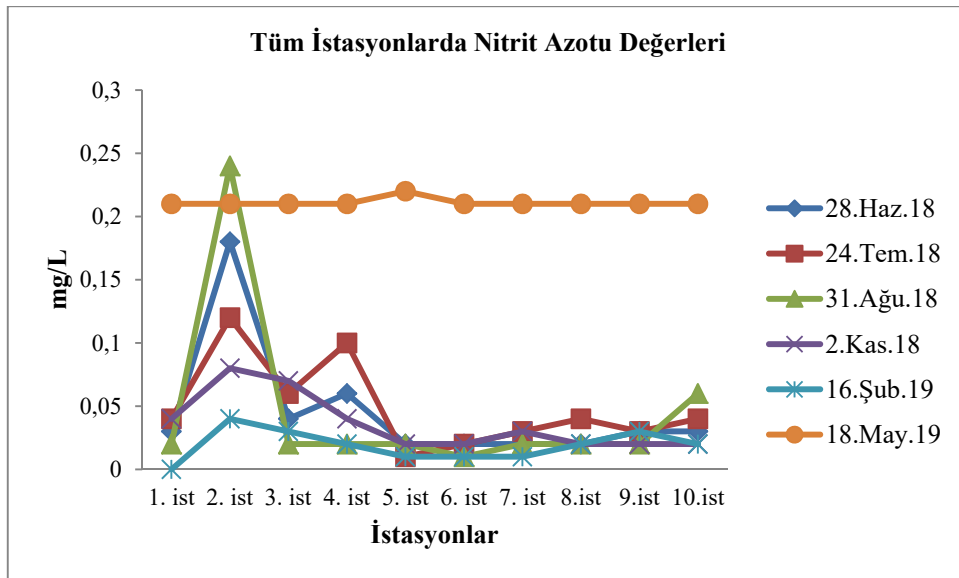
	Varyans			
	Mevsimler		İstasyonlar	
	<i>F</i>	Sig.	<i>F</i>	Sig.
HPC	1,045	,385	,996	,464
TK	4,276	,011	1,063	,417
FK	4,189	,012	,911	,529
FS	1,239	,310	,791	,627
°C	1539,771	,000	,017	1,000
pH	517,841	,000	,014	1,000
ÇO	7,376	,001	,975	,480
‰	20,011	,000	,408	,921
NO3	49,430	,000	,205	,992
NO2	104,941	,000	,168	,996
NH4	7,695	,000	,892	,544
PO4	1,119	,354	1,127	,375
Ch-a	23,441	,000	,382	,934

4.3.BESİN TUZU VE KLOROFİL-A DÜZEYLERİ

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.17'ye göre en düşük nitrit azotu değeri Şubat 2019'da 1. İstasyonda 0,00 mg/l en yüksek nitrit azotu değeri Ağustos 2018'de 2. İstasyonda 0,24 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.29).

Tablo 4.17. Nitrit Azotu Verileri (mg/l)

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28 Haziran 2018	0,03	0,18	0,04	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
24 Temmuz 2018	0,04	0,12	0,06	0,10	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04
31 Ağustos 2018	0,02	0,24	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,06
2 Kasım 2018	0,04	0,08	0,07	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
16 Şubat 2019	0,00	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
18 Mayıs 2019	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

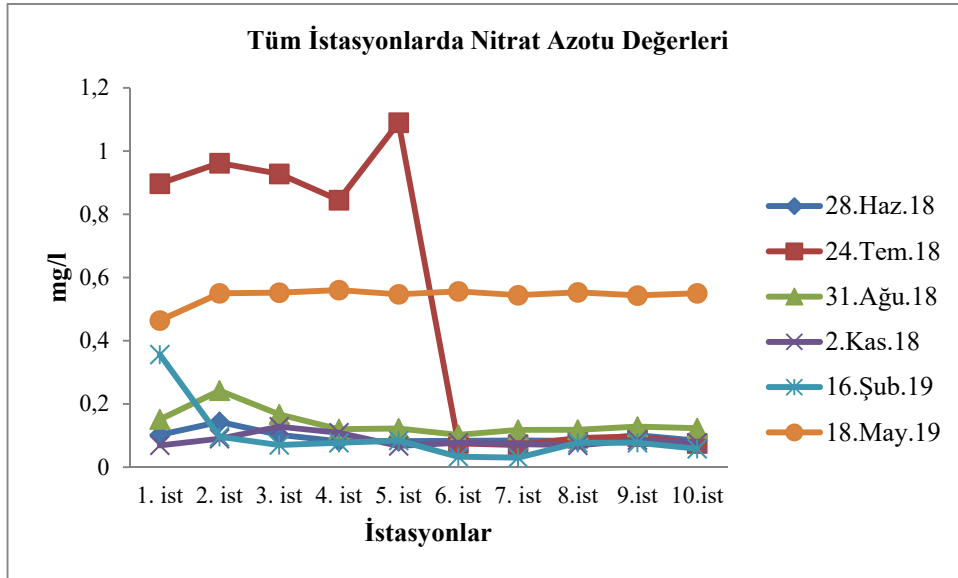


Şekil 4.29. Tüm İstasyonlarda Nitrit Azotu Değerleri.

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.18'e göre en düşük nitrat azotu değeri Şubat 2019'da 6. İstasyonda 0,13 mg/l en yüksek nitrat azotu değeri Mayıs 2019'da 4. İstasyonda 9,90 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.30).

Tablo 4.18. Nitrat Azotu Verileri (mg/l)

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28 Haziran 2018	6,53	7,79	6,84	5,89	7,45	0,88	0,95	1,09	1,30	1,03
24 Temmuz 2018	7,03	7,58	7,68	6,78	8,9	1,02	1,55	1,18	1,35	1,29
31 Ağustos 2018	5,97	8,01	6,12	5,06	6,21	0,76	0,46	0,98	1,43	0,51
2 Kasım 2018	0,55	0,95	1,68	1,31	0,51	0,70	0,63	0,55	0,86	0,70
16 Şubat 2019	6,02	1,07	0,57	0,70	0,84	0,13	0,19	0,70	0,70	0,34
18 Mayıs 2019	8,08	9,71	9,75	9,90	9,66	9,83	9,60	9,77	9,58	9,71

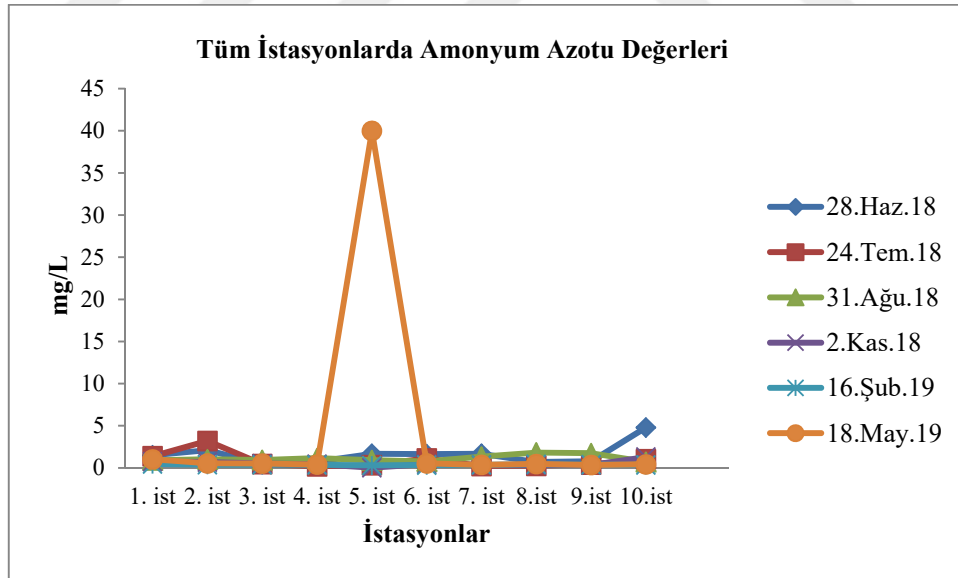


Şekil 4.30. Tüm İstasyonlarda Nitrat Azotu Değerleri.

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.19'ya göre en düşük amonyum azotu değeri Kasım 2018'de 5. İstasyonda 0,02 mg/l en yüksek amonyum azotu değeri Haziran 2018'de 10. İstasyonda 4,80 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.31).

Tablo 4.19. Amonyum Azotu Verileri (mg/l)

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28 Haziran 2018	1,49	2,10	0,48	0,73	1,67	1,62	1,67	0,70	0,77	4,80
24 Temmuz 2018	1,39	3,2	0,46	0,19	0,32	1,13	0,23	0,26	0,41	1,03
31 Ağustos 2018	0,89	1,02	0,93	1,15	0,91	0,76	1,34	1,82	1,74	0,71
2 Kasım 2018	0,74	0,69	0,50	0,44	0,02	0,45	0,34	0,35	0,35	1,29
16 Şubat 2019	0,46	0,38	0,37	0,35	0,30	0,33	0,36	0,42	0,39	0,35
18 Mayıs 2019	1,02	0,54	0,51	0,40	0,40	0,53	0,36	0,47	0,34	0,43

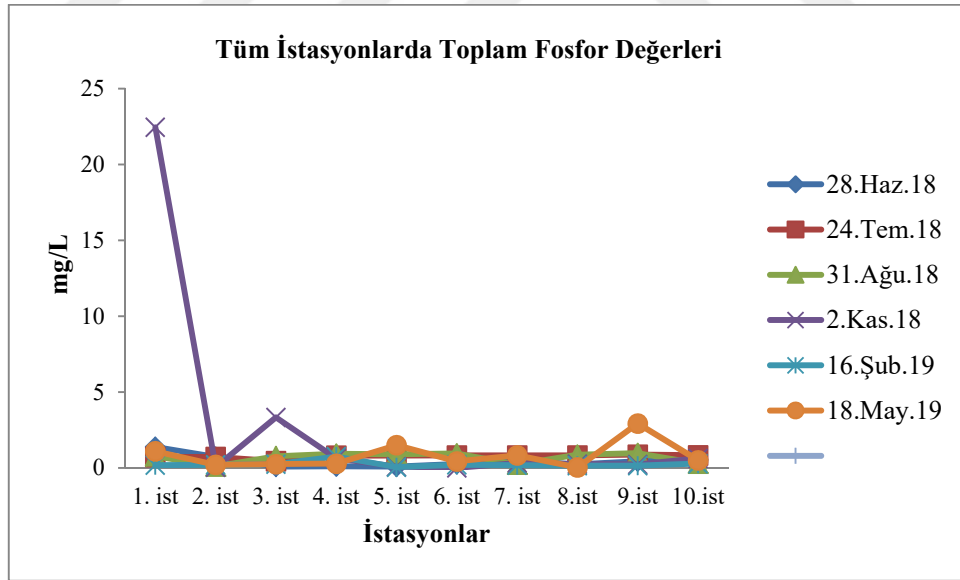


Şekil 4.31. Tümü İstasyonlarda Amonyum Azotu Değerleri.

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.20'ye göre en düşük toplam fosfor değeri Kasım 2018'de 6. İstasyonda 0,00 mg/l en yüksek toplam fosfor değeri Haziran 2018'de 1. İstasyonda 22,45 mg/l olarak ölçülmüştür (Şekil 4.32).

Tablo 4.20. Toplam Fosfor Verileri (mg/l)

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8.ist	9.ist	10.ist
28 Haziran 2018	1,38	0,73	0,08	0,10	0,08	0,25	0,45	0,23	0,43	0,53
24 Temmuz 2018	0,72	0,72	0,45	0,80	0,81	0,82	0,82	0,82	0,87	0,83
31 Ağustos 2018	0,77	0,10	0,77	0,93	0,89	0,95	0,22	0,87	0,97	0,29
2 Kasım 2018	22,45	0,05	3,33	0,63	0,08	0,00	0,33	0,25	0,23	0,63
16 Şubat 2019	0,18	0,20	0,25	0,75	0,05	0,20	0,18	0,15	0,15	0,28
18 Mayıs 2019	1,10	0,20	0,25	0,28	1,50	0,43	0,83	0,03	2,93	0,50



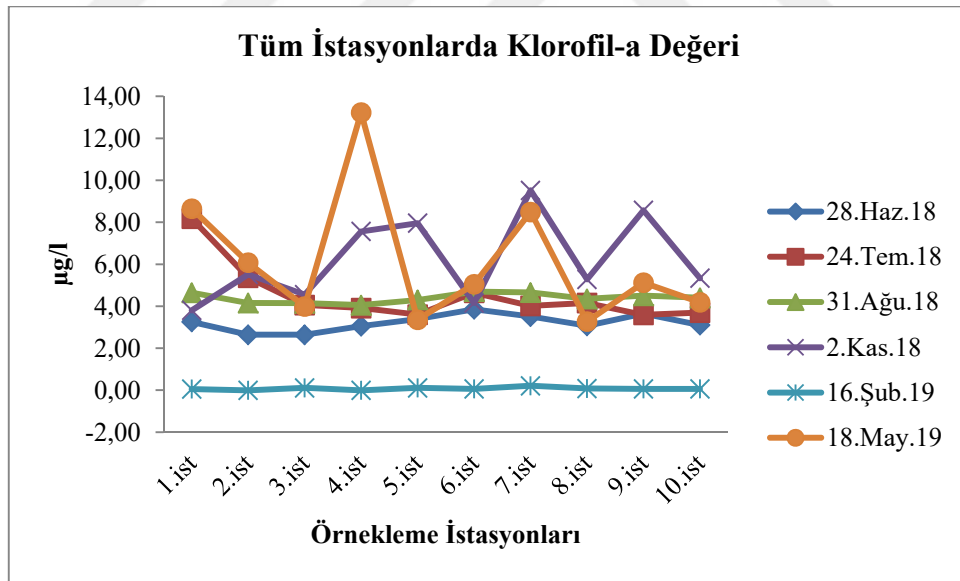
Şekil 4.32. Tüm İstasyonlarda Toplam Fosfor Değerleri.

İstasyonların tümü karşılaştırıldığında Tablo 4.21'ye göre (664 nm- 647 nm ve 630 nm'de ölçülen) klorofil-a değerleri gösterilmiştir. En yüksek klorofil-a değeri Mayıs 2019' da 4.

istasyonda 13.22 iken, en düşük klorofil-a değeri ise Şubat 2019'da 2. ve 4. İstasyonda -0,01 olarak ölçülmüştür(Şekil 4.33).

Tablo 4.21. Klorofil-a verileri ($\mu\text{g/l}$)

	1. ist	2. ist	3. ist	4. ist	5. ist	6. ist	7. ist	8. ist	9. ist	10. ist
28 Haziran 2018	3,26	2,64	2,64	3,05	3,39	3,86	3,51	3,07	3,65	3,10
24 Temmuz 2018	8,18	5,36	4,06	3,92	3,60	4,64	4,02	4,15	3,59	3,70
31 Ağustos 2018	4,65	4,15	4,14	4,05	4,30	4,70	4,65	4,35	4,50	4,40
2 Kasım 2018	3,80	5,51	4,55	7,56	7,96	4,16	9,52	5,28	8,57	5,34
16 Şubat 2019	0,05	0,01	0,11	0,01	0,11	0,06	0,21	0,08	0,06	0,06
18 Mayıs 2019	8,65	6,07	3,99	13,22	3,36	5,05	8,49	3,27	5,12	4,18



Şekil 4.33. Tüm İstasyonlarda Klorofil-a Değerleri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Marmara Denizi Kınalıada Kıyısıal alanında Haziran 2018- Mayıs 2019 tarihleri arasında yaz aylarında aylık olarak diğer aylarda ise mevsimlik olmak üzere seçilen 10 istasyondan alınan yüzey suyu örneklerinde indikatör bakteri düzeyleri değişimleri ve değişken çevresel parametreler, besin tuzu ve klorofil- a değerleriyle ilişkileri araştırılmıştır.

Şimdiye kadar Marmara Denizi Prens adalarında yapılan indikatör bakteri düzeylerine ait çalışmaların sayısı gözlemlenebilir derecede azdır. Prens adaları çevresi ile ilgili bir çalışmada, total ve fekal koliform konsantrasyonlarının birbirleri ile ilişki içinde olduğunu ve koliform bakterilerin bölgeye yayılma nedenlerinin derin su deşarjı ve su akımı olduğu bildirilmiştir (Aydınoğlu ve diğ., 2011). Prens adalarından biri olan Kınalıadanın kıyısıal alanında indikatör bakterilere yönelik bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.

Bu çalışma ile aylık ve mevsimsel olarak Kınalıadanın Marmara Denizi ile olan ilişkisi göz önünde bulundurularak indikatör bakteri ve heterotrofik aerobik bakteri düzeyi açısından ilk bakteriyolojik veriler sağlanmıştır.

Tez çalışması sonucu elde edilen değerler ulusal ve uluslararası su kalitesi standartları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler 31 Aralık 2004 tarihinde yayınlanan Su Ürünleri Yönetmeliğine göre rekreasyon amacıyla kullanılan kıyı ve deniz sularının sağlaması gereken standart değerler olan toplam koliform için 1000 KOB/100 ml (log10 değerine göre 3.0/100 ml), fekal koliform için 200 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.3/100 ml) ve fekal streptokok için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.0/100 ml) (ANON, 2004) değerleri ile kıyaslanmıştır.

Uluslararası değer olarak tanımlanan Avrupa Birliği standart değerleri toplam koliform sayısı için 500 KOB/100 ml (log10 değerine göre 3.0/100 ml), fekal koliform sayısı için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.3/100 ml) ve fekal streptokok sayısı için 100 KOB/100 ml (log10 değerine göre 2.0/100 ml) olarak belirlenmiştir (European Parliament, 2006).

Bu çalışmada elde edilen yıllık ortalama değerler toplam koliform için 29,466.000 KOB/100 ml, fekal koliform için 23,258.000 KOB/100 ml, fekal streptokok için 3,473.000 KOB/100 ml olarak ulusal ve uluslararası sınır değerlerin üzerindedir.

Bu verilerin istasyonlara göre dağılımı değerlendirildiğinde en yüksek kirlilik oranına sahip istasyonun 1. İstasyon halk plajı 1 olduğu tespit edilmiştir. 1. İstasyon gerek diğer istasyonlara göre gerekse referans olarak alınan yerleşim yerinden uzak olacak şekilde seçilen 5. İstasyondan alınan örneklerde tespit edilen indikatör bakteri düzeylerine göre daha yüksek bakteri varlığı göstermektedir. 1. İstasyonun adanın yerleşiminin yoğun olduğu bölgede bulunması, çevrede motor iskeleleri ve balıkçı barınaklarının varlığı kirlilik yükünün yüksek olmasına neden olduğunu düşündürmektedir.

2. istasyon olarak bilinen Su Kulübü Limanı mevkiinde yıllık ortalama indikatör bakteri düzeyleri benzer şekilde yüksek bulunmuştur. Bu durum Su Kulübü Limanı mevkiinde aylara göre iniş çıkışlar görülmesine rağmen yıl boyunca bakteriyolojik kirlilik baskısının varlığını göstermektedir.

Aynı durum 3. İstasyon olarak bilinen Su Kulübü İskele için de geçerli olup bu iki istasyonun diğer istasyonlara göre yıllık ortalama indikatör bakteri değerleri bakımından yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum bölgede arıtma sisteminin bulunmaması ve Su Kulübü İskele altından evsel atıkların denize karıştığı örneklem yapıldığı süreler boyunca tarafımızdan gözlemlenmesi ile ilişkilendirilmiş olup, yıllık ortalama indikatör bakteri değerlerinin diğer istasyonlara oranla yüksek sonuçlar verdiğini düşündürmektedir.

Tüm dünyada kıyısız alanlarda yapılan çalışmalarda deniz çevrelerinde insan aktivitelerine bağlı olarak evsel/endüstriyel atıklar ve gemi kaynaklı atıklar deniz yoluyla ortama giren bakteriler kirlilik indikatörü ve potansiyel patojen bakteri varlığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ashbolt, 2001).

Türkiye Denizlerinde kıyısız alanlarda yapılan bakteriyolojik çalışmaları değerlendirdiğimizde 2013 yılında Güllük körfezi'nde yapılan çalışmada, indikatör bakteri düzeyleri özellikle Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında sınır değerlerin çok üzerinde bulunmuştur. Noktasal ve noktasal olmayan kirlilik kaynaklarının bölgeyi etkilediği tespit edilmiştir. Metabolik olarak aktif bakteri miktarı, kirliliğin yoğun olduğu istasyonlarda benzer şekilde yüksek düzeylerde bulunmuştur. FK/FS oranının 0.7'den yüksek olduğu çoğu istasyonda insan kaynaklı kirlilikten bahsedilmiş ve bölgenin insan kaynaklı kirlilik baskısı altında olduğu vurgulanmıştır. Güllük Limanı'nın ve Sarıçay Deresi'nin bölgedeki kirliliğin en büyük etkenleri olduğu bulunmuştur (Altuğ ve diğ., 2013b). Güllük Körfezi'nde yapılan

çalışmada, indikatör bakteri düzeylerinin hepsi ulusal ve uluslararası standartların üzerinde bulunmuştur. Bölgedeki bakteriyel kirliliğin, halk sağlığı, ekosistem sağlığı, turizm, su ürünleri yetiştiriciliği için ciddi bir risk barındırdığı vurgulanmıştır (Gürün, 2014).

Gökçeada kıyısı alanında yapılan çalışmada indikatör bakteri düzeyleri benzer şekilde yaz aylarında yüksek bulunmuştur (Türetken, 2014). 2018 yılında İstanbul'da Çırpıcı Deresi'nin Marmara Denizi'ne döküldüğü alanda indikatör bakteri düzeylerini belirlemek için yapılan çalışmada toplam koliform ve fekal koliform düzeylerinin bölgedeki kirliliğin sürekliliğinin göstergesi olarak bildirilmiştir. Bakteriyolojik kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınmasının aciliyeti vurgulanmıştır (Hulyar ve Altuğ, 2020).

Doğu Karadeniz kıyısı alanında özellikle yaz aylarında indikatör bakteri düzeylerinin yüksek olduğu ve patojen bakteri varlığı bildirilmiştir (Kalkan ve Altuğ 2020).

Marmara Denizi'nde yapılan bakteriyolojik çalışmalar incelendiğinde kıyısı alanlarda karasal kaynaklı kirlilik baskısı tespit edilmiştir (Çevikol, 1982; Unat ve diğ., 1986; Kaşgar, 1992; Çotuk ve Kimiran, 1998; Karabulut, 1999; Kimiran, 1999; Altuğ ve Filik, 2002; Altuğ, 2005; Altuğ ve Yardımcı, 2005; Altuğ ve diğ., 2007; Çiftçi, 2008; Altuğ ve diğ., 2009; Çiftçi ve Altuğ, 2009; Altuğ ve diğ., 2010 (a,b,c); Çardak ve Altuğ, 2010; Çiftçi ve Altuğ, 2010; Altuğ ve diğ., 2011; Gürün ve diğ., 2011; Altuğ ve diğ., 2013; Gürün ve diğ., 2013; Gürün ve Kimiran Erdem, 2013, Çardak ve Altuğ, 2014; Altuğ, 2016 (a,b); Altuğ ve diğ., 2016(a,b,c); Çardak ve diğ., 2016; Çardak ve Altuğ, 2016; Türetken ve Altuğ, 2016; Türetken ve diğ., 2016; Altuğ ve diğ., 2017). Bu çalışma verileri Marmara Denizi'nde bugüne kadar yapılan bakteriyolojik çalışmalara benzer şekilde Kınalıada kıyısı alanında bakteriyolojik kirlilik olduğunu göstermiştir.

Deniz kirliliği ve bakteriyolojik kirlilik birbiri ile çok yakın ilişkili olup. su kalitesinin korunması aynı zamanda insan ve ekosistem sağlığı için belirleyicidir. Deniz ortamında fosfor ve azot tuzları düzeylerinin ve klorofil-a değerlerinin bilinmesi ortamın trofik düzeyi ve su kalitesi hakkında veri sağlamaktadır.

Bu çalışmada Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (ANON, 2004) göre Kınalıada kıyısı alanında tespit edilen besin tuzu değerleri incelendiğinde bölgenin I.sınıf ve II. sınıf su kalitesi değerlerini taşıdığı yaz aylarında bölgesel nüfus artışı ile artan aktivitenin bakteriyolojik kirliliğin dışında su kalitesini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Marmara Denizi'nde besin elementleri kış dönemlerinde ilkbahar ve yaz aylarına kıyasla daha yüksek olarak bildirilmekle beraber, yıllar arası farklılıklara da işaret edilmiştir (ANON, 2018). Bu çalışmada yaz aylarında tespit edilen görece yüksek besin tuzu değerleri bölgede karasal kaynaklı girdilerin sürekliliğini göstermektedir.

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Çalışması kapsamında Marmara Denizi yüzey sularında 2014-2017 yılları arasında klorofil-a düzeylerinin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada en yüksek değerler ($>4 \mu\text{g/L}$) yaz aylarında Bandırma ve İzmit Körfezi'nde tespit edilmiştir (ANON 2018). Bu çalışmada en düşük klorofil-a düzeyi kış örneklemeğinde 2. ve 4. İstasyonda $0,01 \mu\text{g/l}$ olarak en yüksek klorofil-a $13.22 \mu\text{g/l}$ olarak 4. istasyonda ölçülmüştür. Yüksek klorofil-a konsantrasyonu bölgede ötrifikasyon eğilimine işaret etmektedir.

Çalışmada elde edilen veriler arasında istatistiki ilişki olarak sıcaklık ve bakteri düzeyleri arasında görülen pozitif korelasyonun sıcaklığın bakteri artışı ile direkt ilişkisi değil yaz aylarında insan aktiviteleri artışının etkisi olarak düşünülmüştür.

Tüm dünyada atık suların seyreltme sağlamak amacı ile denizlere deşarj edildiği bilinmektedir. Bununla birlikte, deşarjın yapılma şekillerine bağlı olarak ilgili ortamın korunması veya zarar görmesi değişkenlik gösterecektir. Deniz ortamına giren kirleticilerin sürekliliği bakteri faaliyetleri ile ilişkili ekolojik dengeyi bozmanın yanında halk sağlığı ve ekosistem sağlığı bakımından tehlikeli koşulları doğurabilmektedir.

Çalışma süresi boyunca indikatör bakteri düzeylerindeki artışın en fazla Ağustos ayında olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum yaz aylarında turizm faaliyetleri nedeniyle arıtma tesislerinin ve alt yapının nüfus artışı nedeniyle yetersiz kaldığını, Kınalıada ve diğer adaların kıyusal bölgelerinin özellikle yaz aylarında artan ciddi bir kirlilik baskısı altında olduğunu göstermektedir.

“İyi Çevresel Durum - Good Environmental Status (GES)” tanımlamasının yapıldığı AB Deniz Strateji Çerçeve Direktifini (2008/56/EC MSFD) oluşturan başlıklardan birisi olan patojenler kirlilik kaynaklarının izlenmesi gereken bölümünü oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında yasal sınırların üzerinde tespit edilen indikatör bakteri varlığı aynı zamanda olası patojen bakteri potansiyelini ortaya koyarken çevresel durum tanımlamasına yönelik verilere de katkı sağlamaktadır.

Marmara Denizi'n de maksimum klorofil-a değeri ise $41,6.10^3$ olarak tespit edilmiştir(Ediger, Taş.,2019). Bu çalışmada 19,98 mg/l olarak bulunan yüksek O₂ değeri noktasal olası mikroalg artışı ile değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile Kınalıada kıyısıal alanında indikatör bakteri ve heterotrofik aerobik bakteri düzeyleri açısından ilk bakteriyolojik veriler sağlanmıştır. Bölgede patojen bakterilerin varlığının göstergesi olan indikatör bakterilerin yıl boyunca bazı dalgalanmalara rağmen standart değerlerin üstünde seyir göstermesi kirletici kaynakların sürekliliğini ve bölge için önemli bir potansiyel tehdit kaynağı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma verileri ile bölgenin korunması için uzun süreli izleme çalışmalarının yapılmasının yanında insan kaynaklı kirlilik baskısını kontrol altına alacak önlemlerin ivedilikle alınmasının gerekliliğinin kaçınılmaz olduğu görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Altuğ G, Gurun S, Ciftci Türetken PS, Kalkan S., 2016(c), Levels of Bio-Indicator Bacteria Transported To The Black Sea By The Riva Stream, Istanbul, Turkey, *Int J Marine Sci Ocean Technol.* 3(5), 45-49.
- Altuğ G., 2016 (a), Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Biyoteknolojik Kullanım Potansiyelleri, *Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı*, İstanbul, Türkiye, 20-20 Ekim 2016, ss.7-20
- Altuğ G., Çardak M. , Çiftçi Türetken P.S., Gürün S., Kalkan S., 2017, Deniz Ekosisteminde Bakteriyel Roller; Türkiye Denizleri Bakterileri Örneği, *19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Sinop, Türkiye, 12-15 Eylül 2017, ss.17-17.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi P.S., 2007, Çanakkale Ve İstanbul Boğazında Bioindikatör Bakterilerin Dağılımı, *XIV. Su Ürünleri Sempozyumu*, Muğla, Türkiye, 4-7 Eylül 2007, ss.37-37.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi P.S., 2009, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazından İzole Edilen Enterobacteriaceae Üyelerinin Ağır Metal, Antibiyotik Dirençliliği ve PAH Parçalama Etkileri, *İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, 588/1408, Sonuç Raporu.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi P.S., Gürün S., 2013, First Records And Microgeographical Variations Of Culturable Heterotrophic Bacteria In An Inner Sea (The Sea Of Marmara) Between The Mediterranean And The Black Sea, Turkey, *Turkish Journal Of Biology*, vol.37, pp.184-190.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi Türetken P.S., 2010(a), Marmara Denizi'nde Musilaj oluşumu ve Bakteriyel Etkileşimler, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.32, ss.456-463.
- Altuğ G., Çardak M., Çiftçi Türetken P.S., Gürün S., 2010(b), Marmara Denizi Bakteriyolojisi, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.4, ss.406-414.
- Altuğ G., Çiftçi Türetken P.S., Gürün S., Kalkan S., 2016 (a), Türkiye Denizlerinden İzole Edilen Bakterilerin Çeşitliliği, *Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı*, İstanbul, Türkiye, 20-20 Ekim 2016, ss.41-51.
- Altuğ G., Filik H., 2002, Marmara Denizi'nde Bölgesel Bazı Toksik Element Ve Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyleri, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı*, İzmir, Türkiye, 5-8 Kasım 2002, ss.903-913.
- Altuğ G., Gürün S., Çardak M., Çiftçi P.S., 2011, The Occurrence Of Pathogenic Bacteria In Some Ships' Ballast Water Incoming From Various Marine Regions To The Sea Of Marmara, Turkey, *2nd IMO-GloBallast and IMarEST Shipbuilders' Forum on the Ballast Water Management Convention*, Türkiye, 25-28 Ekim 2011, pp.35-42.

- Altuğ G., Gürün S., Çiftçi Türetken P.S., Hulyar O., 2010 (c), Marmara Denizi, İstanbul İli Kıyısı Alanında Pa ojen Bakteriler ve Bakteriyolojik Kirlilik, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.32, ss.422-429.
- Altuğ G., Gürün S., Kalkan S., Çiftçi Türetken P.S., 2016(b), Marmara Denizi'nde Bakteriyolojik Kirlilik ve Yansımaları, *II. Marmara Denizi Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 22-23 Aralık , ss.62-67.
- Altuğ G., Yardimci C.H., 2005, Marmara Denizi Kıyısı Alanında (Avcılar-Sarıyer) Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi Ve Enterobacteriaceae Üyelerinin Bazı Beta Laktam Antibiyotiklerine Dirençlilik Frekansı, *XIII. Ulu al Su Ürünleri Sempozyumu*, Çanakkale, Türkiye, 1-4 Eylül 2005, ss.67-67.
- Altuğ, G., 2005, Bakteriyolojik Deniz Kirliliği, *Deniz Kirliliği*, In: Güven K.C., Öztürk, B. (ed), Bölüm IV, TÜDAV yayınları, İstanbul, ISBN: 975-8825-08-9, ss. 225-273.
- Altuğ G., 2016 Çevresel Durum Tanımlamasında Bakterilerin Roller ve Türkiye Denizlerinde Patojen Bakterilerin Dağılımı. *Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu* 21-23 Aralık, Ankara.
- ANON 2018, ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2017). Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2017-2019). ÇTÜE 5178702, Rapor No. TÜE.17.2116 (Marmara Denizi Sonuç Raporu, 2018), Şubat 2018, Gebze-Kocaeli.
- ANON. 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 31 Aralık Cuma 2004, 25687 Sayılı Resmi Gazete.
- APHA, 2006, 134th APHA annual meeting and exposition in Boston, MA on November 4-8.
- APHA. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C. United States. ISBN: 978-0875530130
- APHA. 2000. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition*, Clesceri, L. S., A.E Greenberg and A.D Eaton (eds). American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, D.C.
- Ashbolt, N. J., Grabow, W. O. K., Snozzi, M., 2001, Indicators of microbial water quality, In: World Health Organization (WHO), *Water quality: Guidelines, Standards and Health*, Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram, IWA, London, UK.
- Aslan-Yılmaz, A., 2002, *İstanbul boğazı, boğazın Karadeniz çıkışı ve kuzey Marmara Denizi'nde deşarjların indikatör mikroorg nizmalar ile izlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri Enstitüsü.
- Aubert, M., Aubert, J. Ve Estienne, J., 1973, Pollutions marines et Amenagement des rivages, *Revue internationale d'ocenanographie medicale*, supplement INSERM.
- Austin, B., 1988. *Marine Microbiology*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Azam, F., Cho, B.C. 1987, Bacterial Utilization of Organic Matter in the Sea, In: Fletcher M.(ed) Ecology of microbial communities. Cambridge University Press,Cambridge, pp. 261-268
- Bartram, J. Ve Ballance, R., 1996, *Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring*, Water quality monitoring, UNESCO, WHO, UNEP, London (UK), 0-419-22320-7.
- Baums, I.B., Goodwin, K.D., Kiesling, T., Wanless, D., Diaz, M.R. Ve Fell, J.W., 2007, Luminex detection of fecal indicators in river samples, marine recreational water, and beach sand, *Marine pollution bulletin*, 54, 521-536.
- Bitton, G., 2005, *Wastewater microbiology*, 3thed, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 10-471-65071-4.
- Boehm, A.B, Griffith,J., McGee, C., Edge, T., Solo-Gabriele, H., Whitman, R., Cao, Y., Getrich, M., Jay, J. A., Ferguson, D., Goodwin, K., Lee, C., Madison, M., Weisberg, S., 2009, Fecal indicator bacteria enumeration in beach sand: A comparison study of extraction methods in medium to coarse sands. *Journal of Applied Microbiology*, 107, 1740-1750
- Brenner, D. J., Farmer, J. J., 2005, *Order XIII. "Enterobacteriales"*, In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Volume 2, Part B, D.J. Brenner, N.R. Krieg, J.T. Staley, (Eds.).Springer, pp. 587-850, ISBN 978-0387-24144-9, New York, USA.
- Carlucci, A. F., Scarpino, P. V. Ve Pramer, D., 1960, Evaluation of factors affecting survival of *Escherichia coli* in sea water studies with heat- and filter-sterilized sea water, *Journal of applied microbiology*, 9(5), 400–404.
- Çardak M. , Altuğ G., 2016, Türkiye Denizlerinde Ağır Metal Tuzlarına Dirençli Bakteriler, *Türkiye Denizleri Bakterilerinin Biyoteknolojik Kullanımı*, İstanbul, Türkiye, 20-20 Ekim 2016, ss.88-98
- Çardak.M., 2009, *İstanbul Boğazı'ndan İzole Edilen Enterobacteriaceae Üyelerinin Dağılımı Ve Ağır Metal Dirençliliğinin Araştırılması*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.
- Çardak M., Altuğ G., 2010, İstanbul Boğazı'nda Su Kolonunda Enterobacteriaceae Üyesi Bakterilerin Dağılım Frekansları ve Biyokimyasal Özellikleri, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.32, ss.437-443
- Çardak M., Altuğ G., 2014, Species Distribution And Heavy Metal Resistance Of Enterobacteriaceae Members Isolated From Istanbul Strait, *Fresenius Environmental Bulletin*, vol.23, pp.2620-2626.
- Çardak M., Altuğ G., May M., Erol Ö., 2016, Investigation of The Distribution of Antibiotic Resistance And The Presence of Vancomycin-Resistance Genes (vanA and vanB) in Enterobacteriaceae Isolated From The Sea of Marmara, Canakkale Strait And Istanbul Strait, Turkey, *Oceanological And Hydrobiological Studies*, vol.1, pp.1-5.

- Çevikol, E., 1982, *İstanbul'u çeviren deniz sularında yaz mevsimi başında ve sonunda yapılan bakteriyolojik incelemeler*, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Uzmanlık tezi.
- Çiftçi P.S., Altuğ G., 2009, Marmara Denizi Kıyusal Alanında Besin Tuzu Ve İndikatör Bakteri Dağılımı, *15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Rize, Türkiye, 1-4 Temmuz 2009, ss.335-335
- Çiftçi Türetken P.S., Altuğ G., 2010, Marmara Denizi Yenikapı-Yeşilköy Kıyusal Alanında Besin Tuzu ve Bakteri Dağılımı, *Marmara Denizi 2010 Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 25-26 Eylül 2010, no.32, ss.415-421
- Çiftçi, P.S., 2008, *Marmara Denizi'nden izole edilen bakterilerin polisiklik aromatik hidrokarbonları (PAH) parçalama yeteneklerinin araştırılması*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, syf. 76.
- Çotuk, A., Kimiran, A., 1998, Seasonal distribution of indicator bacteria in seawater from Bosphorus, *35 th CIESM congress proceedings*, 35(2), 346-347.
- Droste, R.L., 1997, *Theory and practice of water and wastewater treatment*, Willey and Sons, New York, 0471153573, 978-0471153573.
- Ediger, Taş., 2019, Marmara Denizi Yaz Dönemi Fitoplankton Dağılımının HPLC Pigment Analizleriyle Belirlenmesi
- EPA, 1998, *Improved enumeration methods for the recreational water quality indicators: Enterococci and Escherichia coli*. EPA, 2006, EPA, *Microbiological alternate test produre (ATP) protocol for drinking water, ambient water, and wastewater monitoring methods* of 15 February 2006.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S., Ohnstad, M. A. 1978, *Methods for physical and chemical analysis of water*. Second Edition. Blackwell Sci. Publisher, Oxford, U. K., 315pp.
- Gürün S., Altuğ G., Çiftçi P.S., Hulyar O., 2011, Marmara Denizi İstanbul İli Kıyusal Alanında Aerobik Bakteri Kompozisyonu Ve Bakteriyolojik Kirlilik, *Fisheries and Aquatic Sciences Balıkçılık ve Akuatik Bilimler (FABA)*, Samsun, Türkiye, 7-9 Eylül 2011, ss.91-91
- Gürün S., Altuğ G., Çiftçi Türetken P.S., Kalkan S., Hulyar O., 2013, Marmara Denizi İstanbul İli Kıyusal Alanında Patajen Bakteri Varlığı Ve Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyleri, *17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 3-6 Eylül 2013, ss.59-59
- IOC,2018, <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/ioc-oceans/focus-areas/rio-20-ocean/blueprint-for-the-future-we-want/marine-pollution/facts-and-figures-on-marine-pollution/> [Ziyaret Tarihi 23 Şubat 2018]

- Joux, F., Lebaron, P. Ve Troussellier, M., 1997, Succession of cellular states in a *Salmonella typhimurium* population during starvation in artifical seawater microcosm, *FEMS microbial ecology*, 22, 62-76.
- Kalkan, S., Altuğ, G. 2020, The composition of cultivable bacteria, bacterial pollution, and environmental variables of the coastal areas: an example from the Southeastern Black Sea, Turkey. *Environ Monit Assess* 192, 356 <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08310-5>
- Karabulut, E., 1999, *İstanbul metropolü kıyılarında mikrobiyolojik kirlilik yükü dağılımı üzerine araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.
- Kaşgar, S., 1992, *İstanbul Boğazı'nın deniz suyu ve midyelerinin fekal koliform bakteriler tarafından incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kimiran, A., 1999, *İstanbul deniz suyu örneklerinin kirlilik indikatörü bakteriler yönünden incelenmesi*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Knee, K. L., Layton, B. A., Street, J., Boehm, A. B., Paytan, A., 2008, Sources of nutrients and fecal indicator bacteria to nearshore waters on the North Shore of Kaua'i *Estuaries and Coasts*, 31, 607-622
- Kocataş, A., Ve Geldiay, R., 2005, *Deniz Biyolojisine Giriş*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 975-483-662-0.
- Macfaddin, J. F., 1980, *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria*, 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore MD, p: 249-260.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J., 2000, *Brock Biology of Microorganisms*. 9th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey.
- Neill, M., 2004, Microbiological indices for Toplam coliform and E. coli bacteria in estuarine waters, *Marine pollution bulletin*, 49, 752–760.
- Okuş, E., Ozturk, I., Sur, H.I., Yüksek, A., Taş, S., Aslan-Yılmaz, A., Altıok, H., Doğan, E., Ovez, S. and Aydın, A.F. 2006, Critical Evaluation Of Wastewater Treatment And Disposal Strategies For Istanbul In The Light Of Water Quality Monitoring Study Results, *10th Specialised Confrence On Diffuse Pollution And Sustainable Basin Management*, Sept. 18-22, 2006, İstanbul
- Ormerod, K., Bonde, G.J. Ve Kristensen, K.K., 1982, Bacteriological examination, In: Suess, M.J. (ed.), Examination of water for pollution control, Vol. 3, *Biological, bacteriological and virological examination*, Pergamon Press, Oxford.
- Peker F., 2007. *İstanbul boğazı deniz kirliliğine sebep olan kirlletici kaynaklar ve su kalitesinin değişimleri*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.,
- Prescot, L. M., Harley, J. P., Klein, D. A., 1999, *Microbiology*, 4th ed., WCB Mc GrawHill Science, Boston, 0072951753, 978-0072951752.

- Quinn, G., Keough, M., 2002, *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, 537 pp..
- Rheinheimer, G., 1991, *Aquatic microbiology* 4th ed., John Wiley & Sons, NewYork, 0471926957.
- Rhodes, M., Kator, H., 1988, Survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in estuarine environments, *Applied and environmental microbiology*, 54 (12), 2902-2907.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1998, *Handbook of Biological Statistics*, <http://www.biostathandbook.com/>, [Ziyaret Tarihi: 12 Şubat 2018].
- Sorensen, S.J., 1991, Survival of *Escherichia coli* K12 in seawater, *FEMS microbial ecology*, 85, 161-168.
- Taşdemir, Y., 2002, Marmara Denizi: kirleticiler ve çevre açısından alınabilecek tedbirler, *Uludağ üniversitesi mühendislik-mimarlık fakültesi dergisi*, 7(1), 39-45.
- Touron, A., Berthe, T., Gargala, G., Fournier, M. Ratajczak, M., Servais, P. Ve Petit, F., 2007, Assessment of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators in an estuarine environment (Seine, France), *Marine pollution bulletin*, 54, 1441–1450.
- Türetken Çiftçi, P.S., Altuğ, G., 2016, Bacterial pollution, activity and heterotrophic diversity of the northern part of the Aegean Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2):127. doi: 10.1007/s10661-016-5109-6.
- Türetken, P., S., Ç., Altuğ, G., Gürün, S., Kalkan, S., 2016, The Occurrence and distrubition of *Vibrio* Species in the various marine areas, Turkey, *51st European Marine Biology symposium*, Rodos, Greece, 26-30 September, pp.20-20.
- Unat, E.K., Ulusoy, M., Öztürk, M., 1986, İstanbul boğazı ve Haliç sularının 1986 Mayısındaki koliform bakteriler bakımından durumu, *Türk mikrobiyoloji cemiyeti dergisi*, 16 (2-3), 45-49.
- WHO, 1994, Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas, Part II.
- WHO, 2003, *Looking back: looking ahead: five decades of challenges and achievements in environmental sanitation*.
- Yakimov ve diğ., 2004, Application of molecular systematics to study of bacterial cultures consuming volatile organic compounds
- Yamahara, K. M., Layton, B.A., Santoro, A. E., Boehm, A. B., 2007, Beach sands along the California coast are diffuse sources of fecal bacteria to coastal waters, *Environmental Science & Technology*
-

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Selma Dilara KARAMAN
Doğum Yeri MALATYA
Doğum Tarihi 05.09.1992
Uyruğu ☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon 05340386529
E-Posta Adresi selmadilara@outlook.com
Web Adresi



Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite İstanbul Üniversitesi
Fakülte Su Ürünleri Fakültesi
Bölümü Su Ürünleri Mühendisi
Mezuniyet Yılı 2015

Yüksek Lisans

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

Doktora

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

Makale ve Bildiriler