

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

**ANTALYA KIYILARINDA REKREASYONEL AMAÇLI KULLANILAN
PLAJLARIN KUM VE DENİZ SUYUNUN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

Ayşegül TOPALOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2010

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

**ANTALYA KIYILARINDA REKREASYONEL AMAÇLI KULLANILAN
PLAJLARIN KUM VE DENİZ SUYUNUN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

Ayşegül TOPALOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2008.02.0121.014 numara ile Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu
tarafından desteklenmiştir.**

2010

ÖZET

Antalya Kıyılarında Rekreatyonel Amaçlı Kullanılan Plajların Kum ve Deniz Suyunun Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi

Ayşegül TOPALOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gönül TUĞRUL İÇEMER

Mayıs 2010, 131 Sayfa

Antalya körfezi, turizm faaliyetlerinden kaynaklanan evsel atıklarla ve deniz faaliyetleriyle ortaya çıkan sintine – balast suları nedeniyle ciddi bir kirlenme ile karşı karşıyadır. Kirli suların içerdiği çok sayıda patojen mikroorganizma insanlar ve su ortamında yaşayan canlılar için potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Bu bağlamda bu tez çalışmasında, Antalya kıyılarının ne derecede mikrobiyolojik kirlilik içerdiğini saptamak üzere Lara ve Konyaaltı bölgelerinden alınan numuneler ile analizler yapılmıştır. Haziran 2008 – Eylül 2008 arasında her 15 günde bir, Ekim 2008 – Mayıs 2009 arasında ise 2 ayda bir deniz suyu ve plaj kumu örnekleri alınarak *Escherichia coli* (*E.coli*), *Salmonella* spp., maya ve mantarlar, *Enterococcus* spp. ve *Pseudomonas* spp. gibi indikatör mikroorganizmalar yönünden incelenmiştir.

Ayrıca, deniz suyu ve plaj kumu kalitesini belirlemek üzere incelenen kirlilik indikatörü bakterilerin birbirleriyle ve onların deniz suyuna ve plaj kumuna adaptasyonunu etkileyen çevresel faktörler ile indikatör bakterilerin bulunuşu arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Aynı zamanda, indikatör bakteri sayısının bölgelere göre dağılımlarının aylara ve mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Ancak, indikatör bakteri sayılarının aylara ve bölgelere göre gösterdiği farklılık incelendiğinde, deniz suyu sıcaklığı (°C), çözünmüş oksijen (mg/l) ve deniz tuzluluğu (ppm) ile indikatör konsantrasyonları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülerek bu durumun oluşmasına diğer oşinografik ve atmosferik koşulların etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

Örnek alınan tüm noktalarda beş grup bakterinin aynı anda ürediği ve genellikle

bulunan *E.coli* değerlerinin deniz suyu kalite standartlarının üzerinde olduğu saptanmıştır. Bu bölgeler arasında en iyi durumda olan plaj Konyaaltı bölgesindeki Yiğit Beach, en kirli örnekleme noktası ise Lara bölgesindeki Aksu nehrinin döküldüğü bölgedir.

Bu alışma, Antalya Körfezi’nde deniz suyu kalitesi ile ilgili olarak maya ve mantar, *Salmonella* spp. ve *Pseudomonas* spp. için ilk sayısal verileri sağlamıştır. Bu alışma, bölgede plaj kumu kalitesi ile ilgili yapılan ilk çalışmadır.

E.coli ve *Enterococcus* spp. hariç diğer türler için ulusal ve uluslararası deniz suyu standartlarının belirlenmemiş olmasının yanında plaj kumu kalitesinin ifade edilebilmesine yol gösterecek yasal düzenlemeler ve standartlar da bulunmamaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: *E.coli*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterococcus* spp., maya ve mantar, Deniz Suyu Kalitesi, Plaj Kumu Kalitesi, İndikatör Mikroorganizma, Antalya, Akdeniz.

JÜRİ: Yrd. Doç. Dr. Gönül TUğRUL İÇEMER (Danışman)

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA

Prof. Dr. Dilara ğN

ABSTRACT

Assessment of Microbiological Beach Sand and Seawater Quality in Antalya's Recreational Coasts

Ayşegül TOPALOĞLU

M. Sc. Thesis in Environmental Engineering

Adviser: Asst. Prof. Dr. Gönül TUĞRUL İÇEMER

May 2010, 131 Pages

Antalya Bay comes face to face with a serious pollution problem caused by domestic (from tourism) and marine (bilge and ballast water) wastes. Especially pathogenic microorganisms form a potential risk for humans and living organisms inhabiting marine environment. In this context, within this study, we want to determine microbiological pollution level in seawater and on beach sand. So samples were taken from Lara and Konyaalti Beaches. In June 08 to September 08, bi weekly, and in October 08 to May 09 bimonthly. These samples were examined in respect of microorganisms such as, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., yeast and mold, *Enterococcus* spp., and *Pseudomonas* spp.

Furthermore, it has been determined that whether there is a relationship between the presence of pollution indicator bacteria which were used for the examination of seawater / beach sand quality and the environmental factors that affect both their adaptation to seawater and to each other.

Also, it is determined that the number of indicator bacteria show difference depending on seasonal changes. But, there is no statistical relationship between this parameter and seawater temperature (°C), dissolved oxygen (mg/l) and seawater salinity (ppm) in the seasons.

It is found out that in all of the areas from which samples are taken, five groups of bacteria proliferate simultaneously, and that numerical consequences for *E.coli* found are over seawater quality standards. It is found out that the area in best condition is Yigit Beach in Konyaalti and the worst one is Aksu estuary zone in Lara.

This study provides us important data for recreational seawater quality; because these data include the first numerical analyses for yeast and molds, *Salmonella* spp., and *Pseudomonas* spp. Furthermore, this study is the first probe that was act in Antalya Bay for recreational beach sand quality.

There is no legislation in national or international grade for yeast and molds, *Salmonella* spp., and *Pseudomonas* spp. in seawater quality and similarly all off the microbiological indicator groups for beach sand quality.

KEY WORDS: *E.coli*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterococcus* spp., yeast and mold, Seawater Quality, Beach Sand Quality, Indicator Bacteria, Antalya, Mediterranean Sea.

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Gönül TUĞRUL İÇEMER (Adviser)

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA

Prof. Dr. Dilara ÖĞÜNÇ

ÖNSÖZ

Danışmanlığımı üstlenerek tez çalışmalarımı yönlendiren, değerli fikirleri ile yol gösteren Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Gönül TUĞRUL İÇEMER'e, tez çalışmam sırasında, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım, Arş. Gör. Emine CAN'a, Arş. Gör. A. Umut KAYAK'a, Arş. Gör. İpek YILMAZ'a ve Arş. Gör. Özgür Bülent YALÇIN'a ayrıca çalışmamın çeşitli aşamalarında yardımlarını gördüğüm ve emeklerini esirgemeyen Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Araştırma Fonu yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda olduğu gibi yüksek lisans tezim süresince de desteğini esirgemeyen sevgili aileme, anlayış ve yardımlarından dolayı sevgili eşim Mustafa TOPALOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	İ
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI	4
2.1. Araştırılan Mikroorganizmalar ve Genel Özellikleri	4
2.1.1. <i>Escherichia coli</i> (E.coli).....	4
2.1.2. <i>Enterococcus</i> spp.	8
2.1.3. <i>Salmonella</i> spp.	12
2.1.4. <i>Pseudomonas</i> spp.	13
2.1.5. Maya ve mantarlar (<i>Candida albicans</i>).....	15
2.1.6. Patojenler ve neden oldukları risklere bağlı enfeksiyonlar	18
2.2. Ulusal ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler	20
2.2.1. Uluslararası taraf olunan sözleşmeler ve protokoller.....	20
2.2.2. Kanunlar	21
2.2.3. Yönetmelikler.....	21
2.2.4. Tebliğler	21
2.2.5. Genelgeler	22
2.3. Deniz - Kıyı Kirliliği ve Avrupa Birliği Uyum Çalışmaları	26
2.4. Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	28
3. MATERYAL VE METOT	44
3.1. Materyal.....	44
3.2. Metot	45
3.3. Bölgenin Genel Özellikleri.....	45
3.3.1. Antalya ili.....	46
3.3.2. İlin coğrafi durumu	47
3.3.3. İlin topografyası ve jeomorfolojik durumu	48

3.3.4.	İklim verileri ve meteorolojik özellikler	49
3.3.5.	Nüfus	50
3.3.6.	Atıksu verileri ve alıcı ortam.....	51
3.3.7.	Boğaçayı havzası ve genel özellikleri	53
3.3.8.	Aksu havzası ve genel özellikleri.....	54
3.4.	Örnekleme Noktaları ve Örnekleme Periyodu	55
3.4.1.	Konyaaltı plajı istasyonları ve özellikleri	56
3.4.2.	Lara plajı istasyonlar ve özellikleri	59
3.5.	Örneklerin Toplanması	62
3.5.1.	Deniz suyu numunelerinin alınması.....	62
3.5.2.	Nehir suyu numunelerinin alınması	63
3.5.3.	Plaj kumu numunelerinin toplanması	63
3.6.	Arazide Tespit Edilen Meteorolojik ve Fiziksel Parametreler:	65
3.7.	Laboratuarda Tespit Edilen Parametreler	65
3.8.	Türlerin Üreme Ortamları ve Gerekli Fiziksel Şartlar	66
3.9.	Mikroorganizmaların Membran Filtre Yöntemi ile Tayini	66
3.10.	Değerlendirme ve Tipik Sonuçlar	67
4.	BULGULAR	70
4.1.	Deniz Suyu Ölçüm ve Analiz Sonuçlarının Ortalaması	70
4.2.	Deniz Suyu Analizlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi	71
4.2.1.	Deniz suyu sıcaklığı	71
4.2.2.	pH.....	72
4.2.3.	Çözünmüş oksijen doygunluğu	73
4.2.4.	Anlık çözünmüş oksijen konsantrasyonu.....	74
4.2.5.	Tuzluluk	75
4.2.6.	İletkenlik	76
4.2.7.	Askıda Katı Madde Konsantrasyonu	77
4.2.8.	Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı	78
4.2.9.	Suda kullanıcı sayısı.....	79
4.2.10.	Plajda kullanıcı sayısı.....	80
4.2.11.	<i>Escherichia coli</i> konsantrasyonu.....	81
4.2.12.	<i>Enterococcus spp.</i> konsantrasyonu	82

4.2.13. <i>Salmonella</i> spp. konsantrasyonu	83
4.2.14. Maya ve Mantar konsantrasyonu	84
4.2.15. <i>Pseudomonas</i> spp. Konsantrasyonu	85
4.2.16. Konyaaltı Plajı İstasyonlarında Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	86
4.2.17. Lara Plajı İstasyonlarında Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	89
4.2.18. E1 ve E2 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması (Nehir ağız istasyonları)	92
4.2.19. K1 ve L2 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması..... (Ücretsiz halk plajları)	93
4.2.20. K2 ve L1 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması..... (İşletmeye ait ücretli halk plajları)	94
4.3. Plaj kumu örneklerinin analiz sonuçları	97
4.4. Plaj Kumu Analizlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi	103
4.4.1. Konyaaltı istasyonlarında plaj kumu numunelerinin analiz sonuçları	103
4.4.2. Lara istasyonlarında plaj kumu numunelerinin analiz sonuçları	106
5. TARTIŞMA.....	109
6. SONUÇ.....	118
7. KAYNAKLAR.....	120
8. EKLER	127
Ek-1: Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri.....	127
Ek-2: Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Kıyı ve Deniz Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler	128
Ek-3: Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri	129
Ek-4: Yüzme ve Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Suların Sağlaması Gereken Kalite Kriterleri Tablosu.....	130
Ek-5:Avrupa Birliği Yüzme Suyu Kalitesi Konsey Direktifi	131
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°	Derece
'	Dakika
''	Saniye
s	Saniye
sa	Saat
°C	Derece santigrat
%	Yüzde
mg	Miligram
gr	Gram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
l	Litre
ppm	Parts per milion
ppt	Parts per thousand
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
ha	Hektar
µS	Mikro siemens
mS	Mili siemens
kWh	Kilowattsaat
MWh	Megawattsaat
Ø	mm cinsinden çap

Kısaltmalar

USEPA	United States Environmental Protection Agency
APHA	American Public Health Association
AB	Avrupa Birliği
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GIS	Geographical Information Systems
AKM	Askıda Katı Madde
BOİ ₅	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (5 günlük)
O	Oksijen
H	Hidrojen
EMS	En Muhtemel Sayı
MF	Membran Filtre/Filtrasyon
KOB	Koloni Oluşturma Birimi
CFU	Coloni Forming Unit
POB	Plak Oluşturma Birimi
PFU	Plaque Forming Unit
NKS/NPS	Nährkartonscheiben/Nutrient Ped Sets
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
PCR	Polymerase Chain Reaction
UV	Ultra viyole
K	Kuzey
D	Doğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Materyallerin toplandığı bölgeler	44
Şekil 3.2. Yıllara göre kent nüfus verileri	50
Şekil 3.3. Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı (1000 m ³ /yıl)	51
Şekil 3.4. Antalya’da alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı	52
Şekil 3.5. Antalya’da atıksu arıtma tesisi mevcut durumu.....	53
Şekil 3.6. Örnek alınan bölgeler.....	55
Şekil 3.7. Konyaaltı plajı istasyonları	56
Şekil 3.8. İstasyon E1 N’den görünüm (27.08.08).....	57
Şekil 3.9. İstasyon E1’den görünüm (27.08.08)	57
Şekil 3.10. İstasyon K1’den görünüm (27.08.08)	58
Şekil 3.11. İstasyon K2’den görünüm (27.08.08)	58
Şekil 3.12. Lara plajı istasyonları.....	59
Şekil 3.13. İstasyon E2 N’den görünüm (23.07.08).....	60
Şekil 3.14. İstasyon E2’den görünüm (23.07.08).....	60
Şekil 3.15. İstasyon L1’den görünüm (23.07.08).....	61
Şekil 3.16. İstasyon L2’den görünüm (23.07.08).....	61
Şekil 3.17. Numune şişesi	62
Şekil 3.18. Numune alma	62
Şekil 3.19. Kum numunesi	63
Şekil 3.20. Örneklemeye Yatay Katmanları	64
Şekil 3.19. Örneklemeye Tabakaları.....	64
Şekil 3.21. Membran Filtre Yöntemi	66
Şekil 3.22. <i>Escherichia coli</i>	67
Şekil 3.23. <i>Enterococcus</i> spp.	68
Şekil 3.24. <i>Salmonella</i> spp.....	68
Şekil 3.25. Maya ve mantarlar	69
Şekil 3.26. <i>Pseudomonas</i> spp.....	69
Şekil 4.1. Konyaaltı plajı sıcaklık – zaman değişimi	71
Şekil 4.2. Lara plajı sıcaklık – zaman değişimi	71
Şekil 4.3. Konyaaltı plajı pH – zaman değişimi	72
Şekil 4.4. Lara plajı pH – zaman değişimi	72

Şekil 4.5. Konyaaltı plajı çözünmüş oksijen doygunluğu – zaman değişimi.....	73
Şekil 4.6. Lara plajı çözünmüş oksijen doygunluğu – zaman değişimi	73
Şekil 4.7. Konyaaltı plajı çözünmüş oksijen konsantrasyonu – zaman değişimi	74
Şekil 4.8. Lara plajı çözünmüş oksijen konsantrasyonu – zaman değişimi	74
Şekil 4.9. Konyaaltı plajı tuzluluk – zaman değişimi	75
Şekil 4.10. Lara plajı tuzluluk – zaman değişimi.....	75
Şekil 4.11. Konyaaltı plajı iletkenlik – zaman değişimi	76
Şekil 4.12. Lara plajı iletkenlik – zaman değişimi.....	76
Şekil 4.13. Konyaaltı plajı askıda katı madde konsantrasyonu – zaman değişimi	77
Şekil 4.14. Lara plajı askıda katı madde konsantrasyonu – zaman değişimi.....	77
Şekil 4.15. Konyaaltı plajı BOİ ₅ – zaman değişimi	78
Şekil 4.16. Lara plajı BOİ ₅ – zaman değişimi.....	78
Şekil 4.19. Konyaaltı plajı plajda kullanıcı sayısı – zaman değişimi.....	80
Şekil 4.20. Lara plajı plajda kullanıcı sayısı – zaman değişimi	80
Şekil 4.21. Konyaaltı plajı <i>E.coli</i> – zaman değişimi	81
Şekil 4.22. Lara plajı <i>E.coli</i> – zaman değişimi	81
Şekil 4.23. Konyaaltı plajı <i>Enterococcus</i> spp. – zaman değişimi	82
Şekil 4.24. Lara plajı <i>Enterococcus</i> spp. – zaman değişimi.....	82
Şekil 4.25. Konyaaltı plajı <i>Salmonella</i> spp. – zaman değişimi.....	83
Şekil 4.26. Lara plajı <i>Salmonella</i> spp. – zaman değişimi	83
Şekil 4.27. Konyaaltı plajı Maya ve mantar – zaman değişimi	84
Şekil 4.28. Lara plajı Maya ve mantar – zaman değişimi.....	84
Şekil 4.29. Konyaaltı plajı <i>Pseudomonas</i> spp. – zaman değişimi.....	85
Şekil 4.30. Lara plajı <i>Pseudomonas</i> spp. – zaman değişimi	85
Şekil 4.31. İstasyon E1’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	86
Şekil 4.32.İstasyon K1’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	87
Şekil 4.33.İstasyon K2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	88
Şekil 4.34.İstasyon E2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	89

Şekil 4.35.İstasyon L1’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	90
Şekil 4.36.İstasyon L2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi	91
Şekil 4.37. E1 ve E2 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler.....	92
Şekil 4.38. K1 ve L2 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler	93
Şekil 4.39. K2 ve L1 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler	94
Şekil 4.40. Konyaaltı ve Lara plajlarında genel ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi	99
Şekil 4.41. Nehir ağzı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi	100
Şekil 4.42. Ücretsiz halk plajı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi	101
Şekil 4.43. İşletmeye ait ücretli halk plajı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi	102
Şekil 4.44. İstasyon E1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	103
Şekil 4.45.İstasyon K1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	104
Şekil 4.46.İstasyon K2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	105
Şekil 4.47.İstasyon E2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	106
Şekil 4.48.İstasyon L1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	107
Şekil 4.49.İstasyon L2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Atık sularda bulunan zararlılar ile bağlantılı riskler	18
Çizelge 2.2. Su ve atık sularla ilişkili olarak görülen enfeksiyonlar	18
Çizelge 2.3. Atık sularla ilişkili hastalık etmenleri ve hastalıklar.....	19
Çizelge 2.4. Enterik bakterileri etkileyen faktörler	19
Çizelge 2.5. 20-30°C’de patojenlerin hayatta kalış süreleri.....	20
Çizelge 3.1. Antalya ili ekonomik ve sosyal göstergeleri	46
Çizelge 3.2. Antalya ili nüfus verileri	46
Çizelge 3.3. Antalya il topraklarının yeryüzü şekillerine göre dağılımı	47
Çizelge 3.4. Antalya’nın Temel Coğrafik Özellikleri	48
Çizelge 3.5. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri.....	49
Çizelge 3.6. Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı	51
Çizelge 3.7. Antalya’da alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı.....	52
Çizelge 3.8. Antalya’da atıksu arıtma tesisleri mevcut durumu	53
Çizelge 3.9. Konyaaltı plajı istasyonları ve özellikleri	56
Çizelge 3.10. Lara plajı istasyonları ve özellikleri.....	59
Çizelge 3.11. Yerinde ölçülen parametreler, kullanılan donanım.....	65
Çizelge 3.12. Laboratuarda izlenen parametreler ve analiz yöntemleri.....	65
Çizelge 3.13. Türler için üreme ortamları ve fiziksel şartlar	66
Çizelge 4.1. Tüm Deniz Suyu Numunelerinde Mikrobiyolojik İndikatörlerin Analiz Sonuçları	95
Çizelge 4.2. Tüm Deniz Suyu Numunelerinde Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Sonuçları	96
Çizelge 4.3. Konyaaltı ve Lara plajlarında farklı tabakalardan toplanmış kum numunelerinde aranan indikatörlerin ortalama sonuçları	98

1. GİRİŞ

Sayırsız canlı türü için hem kara hem de deniz ekosistemlerini barındıran kıyı alanları, birçok çekiciliğin toplandığı yerler olmuştur. Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan kıyı alanları insanları kendisine çekmiş ve yoğun turizm faaliyetlerine sahne olmuştur. Turizm ağırlıklı kıyı bölgeleri, yat limanları, konaklama tesisleri ve ikincil konutlar, ulaşım ve sanayi gibi sektörlere ait faaliyet alanları ile birlikte kapasitenin üzerinde bir kullanımla karmaşık bir yapı sunmakta, kıyı alanları yoğun kullanımla birçok sorun yaşamaktadır. Son 25 yılda kıyı alanları iç ve dış turizm talebine bağlı olarak yoğun bir nüfus baskısı altına girmiştir. Kıyı çizgisi boyunca plansız bir şekilde gelişen konut artışı ormanın ve rekreasyon alanlarının kaybolmasına neden olmaktadır. Ayrıca kıyı kullanımının turizm amaçlı plansız ve kontrolsüz bir biçimde gelişmesi tarımsal arazi kaybına da yol açmaktadır. İkinci konut ve tatil siteleri yapımı, koruma alanlarında günübirlik turizm adına yapılan sakıncalı uygulamalar, arazi kazanmak için yapılan dolgular, Türkiye kıyılarının günümüzde tehlike altında olduğunu göstermektedir (ANONİM I 2009).

Antalya, Türkiye'nin Akdeniz kıyısındaki en büyük ilidir. Yaklaşık 600 km uzunluğunda kıyıya sahip bu il, ülkenin turizm yatırımlarının büyük bir oranına sahiptir ve her yıl yüz binlerce turist bu bölgeye gelmektedir. Turizm aktivitesi arttıkça şehir iç göçe maruz kalmaktadır. Antalya Körfezi'nin kıyı kesimlerindeki nüfus artışı fark edilir derecede artmaktadır. Son yıllarda, kıyı şeridinde turizm yapıları da giderek çoğalmaktadır. 2009 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemi veri tabanı sonuçlarına göre Antalya il nüfusu 1.919.729 kişidir (ANONİM II 2010). 2008 yılında, Antalya kıyılarına kendi il nüfusunun dışında, hava ve deniz yoluyla gelen yerli ziyaretçi sayısı 428.085 kişi iken, hava ve deniz yoluyla gelen yabancı ziyaretçi sayısı 8.564.595 kişiye ulaşmıştır (ANONİM III 2010).

Antalya ili şehir merkezinde bulunan yabancı ve yerli turistler ile şehirde yaşayan yerleşik halk turizm sezonu boyunca şehrin iki farklı bölgesinde bulunan Lara ve Konyaaltı sahillerini tercih etmektedirler. Lara kumullarında, bitki çeşitliliği açısından tehlike altında 34 bitki türü belirlenmiştir. Bunlardan 18'i küresel ve Avrupa ölçeğinde, 16'sı ise Türkiye ölçeğinde nadir bitkilerdir. Tehlike altındaki türlerin 19'u endemiktir. Bu bitkilerden *Trigonella polycarpa*, *Trigonella arenicola*, *Alkanna pinardii* daha dar

yayılışlı ve sadece bu alana özgü olup Uluslararası Bern sözleşmesi listesinde yer alarak koruma altına alınmıştır. Lara Kıyı Bandı 15.11.1980 tarihinde I. Derece Doğal SİT Alanı, Lara kumul ve ormanları ise 30.07.1998 tarihinde II. Derece Doğal SİT Alanı ilan edilmiştir. Koruma altına alınan bu kıyı bandı ve alan daha sonra değişik tarihlerde “Turizm Gelişme Bölgesi” ilan edilerek tamamı imara açılmıştır. Bu nedenle alan üzerinde yapılan turizm yatırımları ve yerleşimler (birincil ve ikincil konutlar, günübirlik kullanımlar, kumullardan kum çıkarımları, tarım ve resmi kurumlara ait dinlenme tesisleri) tehdit oluşturmaktadır (ANONİM IV 2010).

Konyaaltı plajı, 800 km²lik bir alanı drene etmekte olan Boğaçay havzası üzerinde bulunmaktadır. Bölgede rekreasyona ve turizme yönelik yapılan yatırımlar, yapılaşmaya ve nüfus baskısına neden olmaktadır. Konyaaltı, zayıf zemin yapısına, sulak ve korunması gerekli su kaynaklarına dikkat edilmeden 1970–1980 yılları arasında gene çok katlı olarak yapılaşmaya açılmıştır. Bölgenin nüfus yoğunluğu yapılaşmaya paralel olarak artmaktadır (ANONİM V 2010).

Özellikle turizm sezonunda nüfusta gerçekleşen ani artış, deniz suyu kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Arıtılmış sularını denize deşarj eden bazı otel ve merkezi arıtma tesisleri, çıkış suyunu dezenfekte etseler de, geçmiş yıllara göre deniz suyunun mikrobiyolojik kalitesinde kötüleşme gözlenmektedir. Antalya Körfezi’nde yaşanan en büyük sorunlardan birisi de sera ve tarım alanlarında kullanılan gübrelerdir. Doğal suların kirlenmesinin önüne geçmek için tarım alanlarında tarım politikası kapsamında gübre kullanımı sınırlamaları yapılmalıdır. Çünkü bu gübreler yağışlarla akarak ve toprağa sızarak sulara karışmaktadır. Akarsular kendi su toplama havzalarındaki faaliyetler sonucu maruz kaldıkları çeşitli kirleticileri, kilometrelerce uzağa taşıyarak körfeze getirip kıyı bölgesinde depolamaktadırlar. Önemli derecede kirletici taşıyan akarsu ve derelerin kontrolü arzu edilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Bu kaynaklardan doğan mikrobiyolojik kirlilik derelerle birlikte denize ulaştığı çevrede, arıtma tesislerinin deniz deşarjları ile birleşerek halk sağlığını tehdit eder bir hale gelmektedir.

Ayrıca, gemi kaynaklı evsel atık sular ve gemilerin sintine-balast-tank yıkama suları da yüzeysel akıntılarla kıyıların mikrobiyolojik kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Deniz

suyumuz, özellikle turizm faaliyetleri nedeniyle dışkı kökenli ve ciddi hastalıklara yol açan bakteri, virüs gibi mikroorganizmaların kaynağı haline gelmiştir. Bu kirletici kaynakların deniz suyunda ve plaj kumunda neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik, kullanıcıların bu sularla temas etmesi, yutması ile enfeksiyonlara yol açabilirler. Bu durum, özellikle plajda kum ile oynayan çocuklar için sağlık riski oluşturmaktadır.

Bu nedenle, Antalya şehrinin en büyük plajları olan Konyaaltı ve Lara Plajları'nda deniz suyu ve plaj kumu kalitesinin araştırılması ve izlenmesi gerekmektedir. Ayrıca bütünleşik kıyı alanları yönetimi uygulanmalıdır. Kıyı alanlarında çevre ile insan faaliyetleri arasındaki ilişkinin bütünleşik olarak değerlendirilmesi çevre açısından ekolojik değerlerin, insan açısından ise mali ve görsel değerlerin korunmasına olanak sağlayabilir.

Bu çalışmada, Antalya – Konyaaltı plajına ve Lara plajına dökülen, önemli karasal kaynaklı kirleticiler taşıyan akarsulardan Boğaçayı ve Aksu çaylarının denize döküldüğü akarsu ağızları ile birlikte Konyaaltı ve Lara halk plajlarında belirlenen örnekleme noktalarında, yüzme veya rekreasyon için kıyıları kullananların deniz ve plaj ile teması sonrasında sıkça şikâyet ettikleri ciltte ve gözde kaşıntı, yanma, sulanma, tahrişlere yol açan maya, mantar ve patojenler incelenmiştir. Bu tez çalışması, plaj kumunda mikrobiyolojik veri eksikliğinin giderilmesini, deniz suyunda halk sağlığını tehdit eden patojen seviyelerinin belirlenmesini, Antalya körfezini besleyen iki nehrin körfezde biriktirdiği mikrobiyolojik indikatörlerin belirlenmesini ve halk sağlığı açısından çevresel riskin değerlendirilmesini amaçlanmakta olup, arazi ve laboratuvar çalışmalarını kapsayan iki ana bölümden oluşmaktadır.

Bu kapsamda, genel bilgi ve kuramsal bilgilerin yer aldığı bölümleri takiben materyal ve metot bölümünde, inceleme alanında seçilen istasyonların genel özellikleri ile örnekleme ve analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmektedir. Bulgular ve tartışma bölümü, arazi ve laboratuvar analiz sonuçları ile bu sonuçların grafiklerle karşılaştırılmasını içermektedir. Sonuç ve öneriler kısmında, elde edilen sonuçlar yorumlanmakta ve bunların ışığında mevcut olumsuzlukların önlenmesi amacıyla öneriler getirilmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Araştırılan Mikroorganizmalar ve Genel Özellikleri

2.1.1. *Escherichia coli* (*E.coli*)

Koli basili olarak bilinen *E.coli*, memeli hayvanların kalın bağırsağında yaşayan faydalı bakteri türlerinden biridir. Normalde bağırsakta yaşadığı için, *E.coli*'nin çevresel sularda varlığı dışkı kirlenmesinin bir belirtisidir.

İnsanın bir günde dışkı yoluyla vücudundan geçen bakteri sayısı 100 milyar ila 10 trilyon arasındadır. Dışkıyı oluşturan bakteriler başlıca anaerobik bakterilerdir, seçmeli anaerobik *E.coli* hücrelerinin sayısı diğer bakteri türlerinin binde biri dolayındadır. Başka canlılarda etkisiz olan bazı *E.coli* tipleri insana bulaştıklarında hastalık yapabilirler. Bunların en ünlüsü sayılan O157:H7 adlı serotip kanlı ishale ve ölüme yol açabilir (ANONİM X 2009).

E.coli, normal bağırsak florasına aittir, biyolojik sınıflandırmada da bağırsaklarda yaşayan bakterilerden oluşan enterik bakteriler ailesinde yer alır. Bakteri çubuk şeklinde olup, boyutları 1 – 2 µm uzunluğunda ve 0,1 – 0,5 µm çapındadır.

E.coli gram-negatif bir bakteri olduğundan endospor oluşturmaz, pastörizasyon veya kaynatma ile ölür. Memeli hayvanların bağırsaklarında büyümeye adapte olduğu için optimum çoğalma vücut sıcaklığında gerçekleşir (ANONİM X 2009).

Su arıtım sahasında *E.coli* yeni teknolojilerin gelişiminin en başından itibaren su kirliliğinin bir "indikatörü" olarak kullanılmıştır. Sudaki dışkı miktarı koliform endeks aracılığıyla ölçülmüştür. *E.coli* genelde zararsız olmasına rağmen kirlenmenin ölçütü olarak kullanılmasının nedeni, fakültatif anaerob özelliğinden ve kolay kültürlenebilmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, dışkıda bulunan *E.coli* sayısı patojen bakterilerin sayısından çok daha fazladır.

Su kirlenmesini belirlemek amacıyla yapılan nispeten basit testlerde *E.coli*'ye benzeyen organizmalar için "koliform" terimi kullanılır. Ancak, bağırsaklarda yaşamayan bazı saprotrof bakteriler de koliform tanımına uyarlar. Ayrıca, dışkı kirlenmesi olmayan ortamlarda da *E.coli*'nin var olabildiği gözlemlenmiştir. Buna

rağmen, pratik nedenlerden dolayı dünyanın çoğu ülkesinde su temizliğiyle ilgili standartlar "Koliform Sayısı"na dayandırılır.

Bağırsak florasının normal bir üyesi olan *E.coli* ile konak organizma arasında uyumlu bir ilişki olduğundan bakteri normalde hastalık yapmaz. Ancak, ortama geçmesi halinde veya başka bir konak organizmanın bağırsağında, *E.coli* bir hastalık etmeni olabilir.

Bazı *E.coli* tipleri içinde bulundukları hayvan için zararsız olmalarına rağmen insana geçtiklerinde hastalık yapabilirler. Bu hastalıklar arasında başlıca ishalleri hastalıklar, idrar yolu enfeksiyonları, menenjit, peritonit, mastit, sepsis ve gram-negatif pnömoni de sayılabilir. *E.coli* tipleri içinde hastalık yapan pek çok tip vardır. Bunlar hasta ettikleri dokular ve hastalık mekanizmalarına bağlı olarak aşağıdaki gibi "patotip" olarak gruplandırılırlar (ANONİM X 2009). İshalleri hastalıklara neden olan *E.coli* tipleri aşağıdaki gruplara ayrılırlar.

Enterotoksijen *E.coli* (ETEC) tipleri, enterotoksin üreterek hastalık yapar. Çeşitli toksinler vardır, bazıları bağırsak mukozasına zarar veren sitotoksik toksinlerdir, bazıları da bağırsak hücrelerinin su ve elektrolit salgılamalarına neden olan sitotoksik toksinlerdir (ANONİM X 2009).

Enteroinvazif *E.coli* (EIEC) tipleri, doku hücrelerinin içine girip çoğalırlar. Bunun yol açtığı enflamasyon tepkisi doku hasarını artırır.

Enteropatojenik *E.coli* (EPEC) tipleri dokuya sıkıca bağlandıktan sonra bir enflamasyon reaksiyonu oluştururlar. Toksin salgılayarak değil, hücre içi sinyalizasyona etki ettikleri için ishale yol aştıkları düşünülmektedir (ANONİM VI 2009).

Enterohemorajik *E.coli* (EHEC) Bu grupta olanlar Enteropatojenik özellikler taşımaya ilaveten Şiga toksinleri salgılar. Bu gruba ait olanların en ünlüsü *E.coli* O157:H7'nin yol açtığı hastalık hemorajik kolit olarak adlandırılır. İshal az sulu, bol kanlı ve mukuslu olur (ANONİM VII 2009).

Enteroaggregatif *E.coli* (EAEC), bağırsak epiteline bağlanıp tuğla gibi dizilmiş bakteriler şeklinde görünür. Bu gruba has bakterilerin salgıladığı toksinler mukozaya zarar verip kronik ishale yol açarlar (ANONİM VIII 2009).

Diffusely Adherent *E.coli* (DAEC), bir yaştan küçük çocuklarda ishale yol açar. Özelleşmiş fimbrialar sayesinde seyrek bir şekilde epitele bağlanırlar ve hücre içi sinyal mekanizmasını etkinleştirirler. Bu grup hakkında az şey bilinmektedir (ANONİM IX 2009).

Uropatojenik *E.coli* (UPEC), idrar yolu enfeksiyonlarının %90'ının nedenidir. Bu *E.coli* tipleri idrar yolu epitel hücrelerine özellikle bağlanabilen fimbriumlara sahiptir (ANONİM X 2009).

E.coli türü içinde büyük bir çeşitlilik vardır, hatta modern tekniklerle gösterilmiştir ki *Shigella* ve *Salmonella* familyasının üyeleri aslında *E.coli*'nin alt tipleridir.

E.coli türü içinde farklı özelliklere sahip olan, "suş" olarak adlandırılan çeşitli tipler vardır. Bunları birbirinden farklı kılan küçük mutasyonlar olabileceği gibi bütün bir genin, hata pek çok genin, varlığı veya yokluğu, olabilir. Bu genler bakteriofaj, transpozon veya plazmidlerde bulunur ve bunlar başka bakteri türlerinden *E.coli*'ye iletilmiş olur (ANONİM X 2009).

Suşları farklı kılan genler arasında toksin ve yapışma (adezyon) faktörleri gibi hastalık (virulans) faktörleri vardır. Örneğin O157:H7 suşunun taşıdığı şiga toksini geni, *E.coli*'ye *Shigella*'dan geçmiştir. Aşağıda *E.coli*'nin hastalık yapmasını sağlayan özelliklerin bazıları sıralanmıştır. Bunların hepsi bir arada olmaz, belli *E.coli* suşları bu faktörlerin belli kombinasyonlarına sahiptir (ANONİM X 2009).

Pilus veya fimbriumlar bakterinin üstünde bulunan ve onun belli yüzeylere bağlanabilmesini sağlayan saç görünümlü yapılardır. Zararsız *E.coli*'ler de piluslara sahip olmakla beraber, ETEC tiplerinde bulunan özelleşmiş piluslar onların ince bağırsak epitel hücrelerine bağlanmalarını sağlar. Bu sayede bakteri dışkıyla atılmayıp ince bağırsakta yerleşir ve orada çoğalabilir. Bu yüzden bu pilus türlerine kolonileşme faktörü denir (İngilizce Colonization Factor Antigen'den kısaltma CFA olarak da denir). Bu faktörler konak organizmaya özgün olup bakterinin hangi hayvanlarda çoğalabileceğini belirler. Farklı tip piluslar idrar yolu hücrelerine veya mesane hücrelerine bağlanmayı sağlarlar, bu yüzden idrar yolu enfeksiyonlarına yol açarlar (ANONİM XI 2009).

Eksotoksinler, ETEC tiplerinin neden olduğu ishali meydana getiren ST eksotoksini epitel hücrelerinin su emmelerini engeller, LT eksotoksini ise hücrelerin su ve elektrolit salgılamalarına neden olur. EHEC tipi bakteriler ST ve LT eksotoksinleri yoktur, bunlar Şiga toksini salgırlar, bu toksin bağırsak epitel hücrelerinin ölümüne yol açar, bu yüzden bağırsak su emme yeteneğini kaybeder, sonuç kanlı bir ishaldir (ANONİM X 2009).

Kapsül hücrenin dışında ek bir koruyucu tabakadır, vücudun koruma mekanizmalarının bakteriyi tanımasını ve imha etmesini engeller. Hemolizin, alyuvarların parçalanmasını sağlar ve salınan demir bakteri için bir besin kaynağıdır. Kanamalı ishalde ve sistemik enfeksiyonlarda bakterinin büyümek için ihtiyaç duyduğu demiri sağlar. K1 antijeni bakterinin fagositozuna engel olur. Endotoksin hücre zarında bulunan bir glikolipittir, vücudun ona karşı gösterdiği kuvvetli tepki enflamasyonda önemli rol oynar.

Bakterilerde "suş", ortak özellikleri ile başka suşlardan ayırt edilebilen bir gruptur. Bu farklılıklar genelde moleküler düzeyde algılanabilse de bakterinin fizyolojisi ve yaşam döngüsüne etki edebilirler, örneğin patojenliğe yol açabilirler. Farklı *E.coli* suşları farklı canlılarda yaşadıkları için sudaki dışkı kirlenmesinin kaynağını anlamak mümkündür. Yeni *E.coli* suşları doğal mutasyonlar sonucu sürekli olarak belirmektedir ve bunların bazılarının özellikleri içinde bulundukları konak hayvana zararlı olabilir. Çoğu sağlıklı insanda böylesi yeni bir *E.coli* suşu hafif bir ishale yol açsa da, küçük çocuklarda, başka bir hastalıktan dolayı zayıf düşmüşlerde veya bazı ilaçları alanlarda ciddi bir hastalık hatta ölüm meydana gelebilir (ANONİM X 2009).

E.coli suşlarını tanımlamanın bir yolu yüzeyindeki antijenler yoluyladır. "O" bakterinin yüzeyindeki, "H" de flagelladaki antijeni belirtir. Bu teknikle tanımlanan tiplere serotip denir. Bir serotip genetik anlamda homojen olmasa da genelde belli serotiplerin hastalık etkileri aynı olduğu için halk sağlığı ve tıbbi mikrobiyoloji açısından pratik bir sınıflandırma yöntemi olarak kullanılırlar. *E.coli* serotipleri arasında ölümcül olabilmesinden dolayı en ün yapmış olanı O157:H7'dir.

E.coli türünün içinde büyük bir çeşitlilik vardır. Bu, kısmen farklı ortamlarda yaşayan bakterilerin ufak mutasyonlar biriktirerek farklılaşmasından dolayı olsa da, çeşitliliğin

büyük bir bölümü bazı genlerin başka bakterilerden ediniminden meydana gelir. Çeşitli patojen *E.coli* türlerinin farklı suşlardan kaynaklandıkları, bunların birbirlerinden bağımsız olarak virülans genlerini "yatay transfer" yoluyla elde ettikleri gösterilmiştir. Genomunda "genetik ada" olarak adlandırılan bölgelerde dışarıdan alınma genler kümelenir. *Shigella* türlerinin patolojik *E.coli* türlerinden evrimleştiği düşünülmektedir.

Bakteriyel konjugasyon, genetik rekombinasyon, operon kavramları ilk *E.coli*'de keşfedilmiştir, DNA'nın çoğalması, RNA transkripsiyonu, protein sentezi gibi, moleküler biyolojinin pek çok önemli mekanizması, metabolizmanın çoğu ayrıntısı bu organizmada yapılan araştırmalarla anlaşılmıştır (ANONİM X 2009).

Laboratuarda kullanılan standart *E.coli* suşunun adı K12'dir. *E.coli* K12'nin ve O157:H7 serotipli bir suşun genom dizinleri çözülmüştür. K12 genomu yaklaşık 4200 genden oluşmaktadır, O157:H7 genomu ise K12'ninkiden %25 daha büyüktür. K12 suşu hastalık yapan bir faktörler taşımaz ve hatta K12'nin ilk izolasyonundan günümüze geçen yıllar zarfında kapsül yapma yeteneğini kaybederek laboratuvar ortamına uyum sağlamış, artık doğal ortamında (yani insan bağırsağında) başka *E.coli* türleriyle rekabet edemeyecek kadar zayıflamıştır (ANONİM X 2009).

2.1.2. *Enterococcus* spp.

1984 yılı öncesinde, *Streptococcus* cinsi içinde yer alan ve Lancefield serolojik D grubu kokların bazılarında oluşan bu cins, fekal streptokok grubunu ifade etmekteydi. *Streptococcus faecalis* ve *Streptococcus faecium* türleri ile birlikte *Streptococcus faecalis* subsp. *liquefaciens*, *Streptococcus faecalis* subsp. *zymogenes* ve *Streptococcus faecium* subsp. *casseliflavus* alt türlerini de içermekte olan bu grup, 1984 yılında Schleifer ve Kilpper-Balnz tarafından *Enterococcus* cinsi olarak ayrılmıştır.

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology adlı kitapta *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus avium* ve *Streptococcus gallinarum* türlerine yer verilmiş ve bu türlerin cins isminin *Enterococcus* olarak önerildiğine değinilmiştir. 1984 'den sonra yapılan çalışmalarla *Streptococcus faecalis* ve *Streptococcus faecium*'un isimleri *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* şeklinde değiştirilerek *Enterococcus* cinsi adı altında toplanmışlardır.

Yeni literatürlerde *Enterococcus* cinsi altında toplanan tür sayısı 16 olup bunlar; *Enterococcus avium*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus cecorum*, *Enterococcus dispar*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus malodoratus*, *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus pseudoavium*, *Enterococcus raffinosus*, *Enterococcus saccharolyticus*, *Enterococcus seriolicida* ve *Enterococcus solitarius*'dur (ANONİM XXIV 2009).

Enterococcus faecalis insan ve hayvan dışkısında bulunan fekal orijinli bir türdür. Ancak bu bakterilere insan ve memeli hayvanların dışkısı dışında toprak, su, bitki ve böcek gibi birçok çevrede de rastlanmaktadır. Bu nedenle gıdalarda enterokokların bulunması, gıdanın dışkı ile doğrudan kontamine olduğu ve *Salmonella* ile *Listeria* gibi diğer enterik patojenlerin de bu gıda maddelerinde bulunabileceği anlamına gelmez. *Enterococcus faecalis*'in bazı türlerinin bitkilerde de yaygın olarak bulunması bu bakterilerin sanitasyon indikatörü olarak değerini büyük ölçüde azaltmaktadır. Ancak *Enterococcus faecalis*'in fekal veya fekal olmayan türlerini biyokimyasal testlerle ayırmanın mümkün olduğu bilinmektedir. *Enterococcus faecium*'a yaban domuzlarında daha fazla rastlanır. *Enterococcus gallinarum* ise tavukların bağırsak florasında bulunur. Ancak diğer türlerin doğadaki dağılımı hakkında pek fazla bilgi yoktur. *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* ve *Enterococcus durans* hariç diğer 13 türün sanitasyon açısından fekal indikatör olarak önemi çok azdır (ANONİM XXIV 2009).

Enterokoklar gram pozitif, birkaç istisna dışında hareketsiz, aerobik veya fakültatif anaerob, katalaz negatif (oksijen varlığında gelişen ve pseudokatalaz üreten bazı türler hariç), oval kok formunda, genellikle diplokok veya kısa zincir görünümündedirler. Gram negatif bakterilere kıyasla, beslenme gereksinimleri daha seçicidirler. Geliştirildikleri besiyerinde daha fazla üreme faktörüne gereksinim duymaları açısından da diğer pek çok gram pozitif bakteriden ayrılırlar (ANONİM XXIV 2009).

Bunların yanı sıra, geniş bir pH aralığında ve pek çok patojen bakterinin gelişemediği alkali pH'da çok iyi gelişirler. Sodyum azid, safra tuzu ve sodyum klorüre dayanıklıdır. *Enterococcus* cinsine ait tüm türler %40 safra tuzu ve %3 NaCl içeren besiyerlerinde gelişebilirken, *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* türleri

tuza daha dirençli olup %6,5 tuz konsantrasyonunda gelişebilirler. Donma ve kurutmaya karşı *E.coli*'ye kıyasla daha dayanıklıdırlar.

Enterococcus casseliflavus ve *Enterococcus mundtii* türleri sarı pigment oluştururken *Enterococcus avium* ve *Enterococcus malodoratus* türleri de H₂S oluştururlar. *Enterococcus casseliflavus* ve *Enterococcus gallinarum* türleri ise menakuinon üretirler. Diğer yandan enterokoklar birçok karbonhidratı fermentatif olarak kullanırlar. *Enterococcus faecalis* ve *Enterococcus faecium* karbonhidratlardan fermantasyon yoluyla başlıca ürün olarak laktik asit üretirler. *Enterococcus faecalis subsp. liquefaciens*'in patojen özellik gösterebileceği bildirilmektedir. *Enterococcus faecalis subsp. liquefaciens*, *Enterococcus faecalis* gibi hemolitik değildir. En önemli özelliği jelatini sıvılaştırmasıdır. *Enterococcus faecalis subsp. zymogenes* de patojen özellik gösterir. Farklı olarak jelatini sıvılaştırabilir veya sıvılaştıramaz ve hemolize neden olur (ANONİM XVII 2009).

Enterokoklar insan dışkısında genellikle *E.coli*'den daha az sayıda bulunur ve suda iyi üreyemezler. Diğer taraftan suda koliformlardan daha uzun süre canlılıklarını koruyabilmektedirler. Bu özellikler, enterokokların sular için fekal kontaminasyon indikatörü olarak değerini belirli ölçüde de olsa artırmıştır. Ancak daha doğru sonuç elde edebilmek için klasik enterokokların koliform bakteri veya toplam bakteri sayısı ile birlikte verilmesinin uygun olacağı tartışılmaktadır (ANONİM XXIV 2009).

Klasik enterokoklar gıda endüstrisinde kullanılan ısıtma, kurutma, dondurma gibi işlemler ile temizlik ve dezenfeksiyon maddelerine karşı nispeten dirençlidirler. Bu nedenle koliform bakterilere kıyasla daha iyi bir sanitasyon ve fekal kontaminasyon indikatörü olma özelliğine sahiptirler. Çünkü enterokoklar, enterik patojenlere kıyasla uygulanan işlemlere karşı daha dirençlidirler (ANONİM XVII 2009).

Enterococcus faecalis'in ve bazı türlerin opportunistik patojenler olabileceği bilinmektedir. Ayrıca *Enterococcus faecalis* laktik asit bakterilerinin araştırmalarında fizyolojik çalışmalar bioenerjetik ve membran biyolojisi çalışmalarında model mikroorganizma olarak önemli yere sahiptir.

Enterokoklar fenotipik olarak heterojen organizmalardır. Pek çok yararlı özellikleri taşıırken potansiyel patojenik özellikler de sergileyebilirler. Bu mikroorganizmalar doğal süt başlangıç kültürlerinde yararlı rol oynarlarken, diğer taraftan da bazı süt ürünlerinde enterokokların fekal orijinli olanları hakkında kuvvetli bir soru işareti vardır. Enterokokların tanımlanabilmeleri için hâlihazırdaki kriterlerin geliştirilmesi atipik izolatların daha kesin identifikasyonuna olanak tanıyacaktır. Patojenlik potansiyeli veya antibiyotik rezistansı, suşa spesifik gözükmemekte veya izolasyon kaynağına bağlıdır (ANONİM XXIV 2009).

Bu bakterilerin bazıları güvenilir ve kullanılma potansiyeli olan bakteriler olarak kabul edilebilir. Su örneklerinin analizinde yüksek sayıda saptanan enterokoklar fekal kontaminasyon göstergesi olarak kabul edilir. Enterokokların aranmasında genellikle 100 ml su örneği, 100 ml çift kuvvetli selektif sıvı besiyeri ile karıştırılarak $36\pm1^{\circ}\text{C}$ 'da 22 – 24 saat süre ile inkübasyona bırakılır. Burada Azid Dekstroz Broth gibi selektif besiyerleri kullanılabilir. 24 saat sonunda besiyerinde bulanıklık görülüyorsa test pozitif demektir. Eğer bulanıklık yoksa inkübasyon 24 saat daha devam ettirilir. Süre sonunda yine bulanıklık olmamışsa negatif olarak değerlendirilir (ANONİM XXIV 2009).

Çift kuvvetli olarak hazırlanan bazı selektif besiyerlerinde sonuç; besiyeri su örneği ile karıştırılarak inkübasyona bırakıldıktan sonra renkte oluşan değişime göre değerlendirilir. Eğer besiyeri rengi değişmişse test pozitif, renkte bir değişim olmamışsa negatif olarak değerlendirilir. Böylece daha kısa sürede sonuç alınabilir.

Sayım, standart EMS yöntemi ile yapılabileceği gibi membran filtrasyon yöntemi de bu amaç için kullanılabilir. Membran filtrasyon yöntemi için genellikle m-*Enterococcus* Selektif Agar gibi selektif katı besiyerleri kullanılır. Örnek petri kutusuna aktarıldıktan sonra $36\pm1^{\circ}\text{C}$ 'da 44 ± 4 saat inkübe edilir. Besiyeri bileşimindeki sodyum azid refakatçi gram negatif florayı inhibe eder (ANONİM XXIV 2009).

Enterokoklar TTC'yi indirgeyerek kırmızı renkli formazona dönüştürürler. Dolayısıyla koloniler kırmızı renkleri ile tanımlanır. Alternatif olarak KF-Str. sıvı ve katı besiyerleri veya Sitrat-Azid-Karbonat Agar (CATC-Agar) besiyeri de kullanılabilir. Burada da, oluşan kırmızı renkli koloniler pozitif reaksiyonu verir. Bunlardan başka selektif katı besiyeri olarak Kanamisin Eskülin Azid Agar besiyeri de kullanılarak

sayım yapılabilir. Besiyerine sürme yapıldıktan sonra 36±1°C'da 24±4 saat inkübe edilir. Besiyerinde oluşan siyah koloniler pozitif olarak değerlendirilir.

Bu amaçla, izole edilen tipik koloniler uygun bir sıvı besiyerinde geliştirilerek öncelikle gram reaksiyonları incelenir. Mikroskopik inceleme sonucunda enterokoklar, gram pozitif olduklarından mavi mor renkte 0,6 – 2,0 X 0,6 – 2,5 µm, oval, çiftler veya kısa zincirler halinde görülürler.

Enterokokları, kendileri gibi gram pozitif, fakültatif anaerobik olan *Aerococcus*, *Gemella*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Pediococcus*, *Saccharococcus*, *Staphylococcus*, *Stomatococcus*, *Streptococcus*, *Trichococcus* ve *Vagococcus*'lardan ayırabilmek amacı ile hareketlilik, 10°C ve 45°C'da, pH 9,6, %6,5 NaCl ve %40 safra tuzunda gelişme ve katalaz reaksiyonu incelenmelidir. Aerokoklar bazen zayıf katalaz veya pseudokatalaz reaksiyonu gösterirken enterokoklar da pseudokatalaz üretebilirler (ANONİM XII 2000).

2.1.3. *Salmonella* spp.

Salmonella, tifo, paratifo ve gıda zehirlenmesine yol açabilen, çubuksu, gram-negatif bir enterobakteri cinsidir. *Salmonella* türleri hareketlidir (motildir), hidrojen sülfür üretirler (ANONİM XIII 2009).

Salmonella, gram-negatif bir bakteridir. Klinik laboratuarda MacConkey Agar, XLD, XLT veya Önöz Agar ile izole edilir. Sağlıklı bağırsakta diğer bakteriler daha fazla sayıda olduğu ve bağırsak enfeksiyonuna neden oldukları için, ilk izolasyonunda seçici bir ortam kullanılması gerekir. Bu ortamlar normal bağırsak florasının büyümesine engelleyicidir ama *Salmonella* türlerinin çoğalmasını sağlarlar. Ardından, zenginleştirme ortamını birincil seçici ortama inoküle ederek *Salmonella* türleri izole edilir. Kan Agarı'nda 2-3 mm çaplı, nemli koloniler oluştururlar (ANONİM XIV 2009).

Hücreler uzun süre 25-28°C aralığında büyütüldükleri zaman bazı türler bir biyofilm oluştururlar, bu biyofilm karmaşık karbonhidratlar, selüloz ve proteinlerden oluşur. *Salmonella* türleri genelde laktoz fermantasyonu yapmazlar; çoğu hidrojen sülfür üretir, ferrik amonyum sitrat içeren ortamda bu gaz tepkiyerek kolonilerin ortasında siyah bir nokta oluşmasına neden olur.

Bir tür gıda zehirlenmesi olan Salmonellosis, *Salmonella* genusuna bağlı olan patojenik bakteriler yüzünden meydana gelir. Salmonellosis bir tür akut bağırsak enfeksiyonudur (ANONİM XIV 2009).

Kirli su veya yiyecek yolu ile bulaşır. Enfeksiyonun birincil kaynağı bağırsaklarında *Salmonella* bakterileri bulunan hayvanlardır. *Salmonella* bakterinin bulunduğu gıdalar ile vücuda girer. 8 ila 48 saat arasında değişen bir kuluçka süresine sahiptir. Belirtileri karın ağrıları, kramplar, ishal, mide bulantısı, kusma ve ateştir. Hastalık genelde 2-5 gün sürer, bazen birkaç hafta da sürebilir.

Salmonella'nın birçok türü vardır. *Salmonella typhi*, tifo hastalığına neden olur ve bir tür endotoksin üretir. *Salmonella enteritidis* ise sıkça görülen basit gıda zehirlenmesine neden olur. Burada rahatsızlığın ana nedeni yüksek sayılarda bulunan bakterilerden ibarettir.

Glikoz fermentasyonu ile bu bakteriler büyük miktarda gaz üretirler. Enfeksiyonun ağır olduğu hastaların dışkılarının her 1 gramında yaklaşık 10^6 *Salmonella* bulunabilir. Çoğu hasta rehidrasyon ile tedavi edilebilmektedirler. Bazı durumlarda damardan rehidrasyon gerekli olabilir.

Hastalık yapan *Salmonella* türleri, yakın zamanda, pek çok serovarı olan *Salmonella enterica* adlı tek bir tür olarak yeniden sınıflandırılmışlardır. Hayvancılıkta antibiyotiklerin rutin kullanımı yüzünden oluşmuş antibiyotik dirençli *Salmonella* suşlarının enfeksiyonu sorunlu olabilir. Tifo ve paratifo istisnaları dışında, salmonellozis bir kan enfeksiyonu değildir (ANONİM XXIII 2009).

2.1.4. *Pseudomonas* spp.

Pseudomonadaceae familyasından tamamı katalaz pozitif, gram negatif, aerobik, polar flagellası ile hareket edebilen çubuk şekilli bakterileri içeren cinstir. Bazı türleri insan, hayvan ve bitki patojenidir. *Pseudomonas*'ları gıdalar için önemli kılan pek çok özelliğe sahiptirler. Bazı türleri proteolitik ve lipolitik aktivite göstermektedir. Aerobik olmaları nedeniyle gıdaların yüzeyinde hızla gelişebilmeleri için gerekli gelişme faktörleri ve vitaminleri sentezleme yeteneğindedirler.

Psikrofil, mezofil veya psikrotrof türleri vardır. Üredikleri ortam üzerinde *Pseudomonas fluoresans* yeşilimsi, *Pseudomonas nigrificans* siyah, diğer türleri ise kahverengi pigment oluştururlar. Isı ve radyoasyonla kolayca öldürülürler, oksijen olmadığı zaman ve 42°C üzerinde üreyemezler ve kurumaya dirençlilikleri zayıftır. *Pseudomonas aeruginosa* saprofit bir tür olmakla birlikte gastroenterik hastalıklara neden olabilir (ANONİM XV 2009).

Bu canlılar için tanıtıcı bir isim olarak 1894'te ilk yaratılmış olan *Pseudomonas*, gram-negatif, çubuksu ve hareketli bakteri cinsi olarak tanımlanmıştı. Bu tanıma uyan pek çok tür doğal ortamdan izole edilebildiklerinden kısa bir sürede bu cinse dâhil edildi. Daha ileri yıllarda, yeni metodolojilerin geliştirilmesiyle pek çok tür yeniden sınıflandırılmıştır.

Pseudomonas aeruginosa, çoğu toprak ve suda bulunur. Glikozu oksidasyon yoluyla parçalayan fakat fermentasyon yapmayan bakterilerdir. Katalaz (+), gram (-), sitrat (+), metil kırmızısı (-), Voges Proskauer (-), insan patojeni, aerobik, polar 0,5*1,5-3 mikron boyutlarında flagellası ile hareket edebilen çubuk şekilli bakterilerdir (ANONİM XV 2009).

Ekseriye tek hücreler halinde görünürler, bazen üreme esnasında birkaç hücre bitişik kalarak kısa zincirler teşkil ettikleri görülür. Genç kültürler, mavi – yeşil bir pigment çıkarır. Kültür yaşlandıkça bu renkler kahverengine döner. Aerobik olmaları nedeni ile gıdaların yüzeyinde hızlı gelişebilmeleri sonucu okside ürünler ve mukoz madde oluştururlar. Kendi gelişmeleri için gerekli gelişme faktörleri ve vitaminleri sentezleme yeteneğindedirler (ANONİM XV 2009).

Diğer *Pseudomonas* 'lar gibi *Pseudomonas aeruginosa* da piyosiyenin (mavi-yeşil), piyorubin (kırmızı-kahverengi) ve flöressein (yeşil-sarı ve flöresan) gibi pigmentler üretir. Flöresseini tüm *Pseudomonas* 'lar oluşturabilirken; piyosiyenini sadece *Pseudomonas aeruginosa* oluşturabilir. Hemoglobini tam olarak hemoliz ettiğinden kanlı agar besiyerindeki kolonilerin etrafında temiz ve berrak zon oluşturur. *Pseudomonas aeruginosa* in-vitro koşullarda, inci beyazı koloni görüntüsü ve üzüksü kokusuyla tanınır. Organizmanın kesin tanısı 42°C'da üreme yetisinin ve pigment üretiminin incelenmesiyle konur.

Kurumaya dirençlilikleri zayıftır. *Pseudomonas aeruginosa* motorin ve karosen içinde büyüyebilir. Süt içinde de iyi ürer, sütün pıhtılaşmasında ve çıkardığı pigmentten dolayı yeşil renk almasına neden olur. Bu özelliği sayesinde “hidrokarbon kullanan bakteriler (HUM)” unvanını kazanmıştır. HUM bakterileri mikrobiyal korozyona sebep olurlar. HUM bakterileri, hidrokarbon bazlı yakıtların üzerinde bazen yanlılıkla “algae” olarak adlandırılan, koyu yeşil ve jölemsi katmanlar oluştururlar (ANONİM XV 2009).

Glikozu oksidatif yolla parçalayıp asit yaparlar. Oksidaz (+) olmaları ile *Enterobacteriaceae* familyası üyelerinden ayrılırlar. Nişastayı etkilemezler. Katalaz ve sitrat reaksiyonları (+) tir. Indol ve Hidrojensülfür oluşturmazlar. Metil kırmızısı ve Voges-Proskauer (-)'tir. Nitratı nitrite redükte ederler. *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* 'den ayrı olarak metilen mavisini ve prontosilin rengini giderir (ANONİM XV 2009).

Pseudomonas aeruginosa özellikle bağışıklık yetersizliği olan hastalarda solunum ve idrar yollarının, yanıkların ve açık yaraların fırsatçı patojenidir. Aynı zamanda kanda da enfeksiyonlar yapabilir. Nozokomial (hastane kaynaklı) enfeksiyonların onda biri *Pseudomonas aeruginosa* sebebiyledir. Kistik fibroz hastaları *Pseudomonas aeruginosa* enfeksiyonlarına özellikle yatkındırlar (ANONİM XV 2009).

Pseudomonas aeruginosa kirli küvet ve jakuziler, havuz ve deniz suyu gibi su kalitesinin düşük olduğu durumlara maruz kalındığında dermatite sebep olabilir. *Pseudomonas aeruginosa* fırsatçı patojen olarak gittikçe artan klinik önem kazanmaktadır. Klinik izolatlarda antibiyotik direnci gittikçe atmaktadır.

2.1.5. Maya ve mantarlar (*Candida albicans*)

Mayalar, tek hücreli mantarlardır. Maya türleri zorunlu aerobik veya istemli anaerobik (fakültatif anaerobik) fizyolojiye sahip olabilirler. Zorunlu anaerobik maya türü bilinmemektedir. Oksijen yokluğunda fermantatif mayalar enerji elde etmek için karbonhidratları karbon diyoksit ve etanol (alkol) veya laktik asite dönüştürürler. Maya tomurcuklanma yoluyla eşeysiz olarak veya askospor oluşumu yoluyla eşeyli olarak ürer. Eşeysiz üremesinde ana hücreden bir tomurcuk büyür ve yetişkin boyuta

ulaştığında şartlar uygunsa ana hücreden ayrılır. Az besinli ortamda eşeyli üreyebilen mayalar askopor oluştururlar. Tam bir üreme döngüsüne sahip olmayan mayalar *Candida* türünde sınıflandırılırlar (ANONİM XXV 2010).

Mantarlar (Fungi), çok hücreli ve tek hücreli olabilen ökaryotik canlıları kapsayan bir canlılar alemi ve şapkali mantarların tümüne halk arasında verilen genel addır. Mantarlar eşeyli üreme ve eşeysiz üremeyle çoğalırlar. Her iki durumda da spor oluştururlar. Sporlar "hümenium" adı verilen yapılarda meydana gelir. Eşeyli üremeleri iki haploid hücrenin birleşmesini içerir. Toprağa dökülen sporlar rüzgârla ya da böceklerle çevreye dağılır ve toprakta yıllarca yaşayabilir. Mantarlar nemli ortamlarda gelişirler, bu nedenle yağmurlardan sonra topraktaki sporlar çimlenerek mantarları oluştururlar. Tek hücreli mantarlar ise tomurcuklanarak çoğalabilirler. Suda yaşayanlarda eşeysiz üreme daha hareket organeli (yani flagellum) bulunan zoosporlar ile olur.

Yaşam döngülerinde iki safha bulunmaktadır. Bunlar somatik safha, mantarın beslenme ve besinsel aktivitelerini yerine getirdiği safha ve üreme safhası , sporların üretimi, somatik yapıların diğer üreme yapılarında kullanıldığı safha.

Üç değişik somatik yapı görülebilir. Bunlar plasmodium ya da pseudoplasmodium denilen çok nukleuslu bir yapı, bir hücreden ibaret yapı ve hifsi yapıdır. Hifler, renksiz, ince, uzun iplikler olup yanyana gelerek miselyum adı verilen dokuyu miselyumlarda tallus adı verilen yapıyı oluşturur...

Mantarların yaşam döngüsü her şekilde spor oluşumuyla sonuçlanan eşeyli ve eşeysiz üremeyi kapsamaktadır. Hem eşeyli hem eşeysiz üreme safhalarını içeren tüm yaşam döngüsü "holomorf" diye bilinir. Eşeysiz üreme sporları ve ilgili üreme yapılarının gözlendiği evre "anamorf" (imperfect) evredir. Eşeyli üreme yapılarının gözlendiği evre ise "telemorf" (perfect) evre adını alır (ANONİM XXVI 2010).

Bazı mayalar, örneğin *Candida albicans* insanlarda enfeksiyona yol açar (kandidiyaz). *Candida albicans*, eşeyli çoğalan, diploit, maya tipi bir mantar türü ve insanlarda oral ve vajinal fırsatçı enfeksiyonların etmenidir. *Candida* cinsine ait 200 tür olmasına karşın *Candida* enfeksiyonlarının %75'inin sorumlusu *Candida albicans*'tır.

Bağıışıklığı baskılanmış hastalarda (AIDS, kanser kemoterapisi, organ veya kemik iliğı transferi durumlarında) sistemik mantarsal (fungal) enfeksiyonlar (fungemi), hastalık ve ölümün başlıca nedenleri arasındadırlar. Ayrıca bu yönde riski olmayan hastaların hastanede edindikleri enfeksiyonlar ciddi bir sağılık sorunu haline gelmiştir.

Candida albicans insan ağızı ve sindirim sistemi içinde yaşayan pek çok organizmadan biridir. Sağılıklı yetişkinlerin %40'ının ağızında, sağılıklı kadınların %20 – %25'inin vajinasında varlığı gösterilebilir. *Candida albicans* sindirim sistemindeki varlığıyla başka patojen bakterilerin çoğalmasını engeller. Vücudun bağıışıklık sistemi ve diğler zararsız bakteriler normal şartlarda *Candida* türlerini kontrol altında tutarlar (ANONİM XVI 2009).

Ancak, diğler bakterilerin sayısı *Candida albicans*'a oranla azalırsa (örneğin antibiyotik kullanımından dolayı), bağıışıklık sistemi zayıflamışsa veya mayanın çoğalmasına sağılayan başka şartlar mevcutsa (yüksek şeker, yüksek pH) *Candida albicans* zararsız olan tek hücreli biçiminden, çok hücreli, istilacı (invasif), küf gibi ipliksi biçimine dönüşür ve vücudu istilaya başlar. *Candida albicans*'ın ipliksi biçimi hem psödohif hem de gerçek hiflerden oluşabilir. *Candida albicans* ipliksi bir biçime dönüşmesine ilaveten, konak dokulara bağlanmasını sağılayan adhesinler, dokulara hem imha etmeye hem de onlara daha iyi yapışmayı sağılayan proteazlar, ve vücudun bağıışıklık sisteminin tepkisini azaltan faktörler üretir (ANONİM XVI 2009).

Candida albicans vücudun diğler çevreye açık ve nemli dokularında (ağız, vajina, bebeklerde alt bezi bölgesi) da aşırı çoğalırsa kandidoza yol açabilir. Kandidoz kanda ve genital yolda da oluşabilir. Ağızda *Candida albicans* enfeksiyonuna pamukçuk denir. Bağıışıklığı baskılanmış hastalarda (örneğin HIV-pozitif hastalarda) *Candida* enfeksiyonuna çok sık rastlanır ve bu hastalığın seyri çok daha ciddi olup fungemiye varabilir (ANONİM XVI 2009).

Çevresel şartlara bağılı olarak mantarların tek hücreli yapıdan ipliksi yapıya geçebilmelerine çift yapılılık (dimorfizm) denir. Çift yapılılığa yüzeysel olarak benzeyen bir süreçte *Candida albicans* fenotip sıçraması yoluyla farklı hücre şekillerine geçer. Fenotip sıçramasının klasik olarak çalışılmış olduğu suşlardan biri olan WO-1'de, iki evre vardır: biri parlak beyaz koloniler halinde büyür, öbürü ise çubuk şekillidir ve

yassı gri koloniler olarak büyür. Sıçrama gösteren bir diğer suş olan 3153A ise en az yedi farklı koloni morfolojisi oluşturabilir. Her iki suşta da farklı evreler birbirlerine düşük bir frekansla dönüşebilirler. Sıçrama geri tersinirdir ve koloni tipi kalıtsaldır. Farklı kolonilerde bazı genlerin farklı oranda ifade edildiği gösterilmiştir, ama biyologların asıl yoğun olarak araştırdıkları konu, bu değişikliklerin kontrol mekanizmalarıdır. Gen sıçramasına etki eden SIR2 geninin ipliksi büyümeye de etki ettiği gösterilmiştir, bu yüzden bu iki olgu birbiriyle ilişkilidir (ANONİM XVI 2009).

2.1.6. Patojenler ve neden oldukları risklere bağlı enfeksiyonlar

Kullanılmış sularla kontamine olmuş sularla ilişkilendirilen birçok risk etmeni bulunmaktadır. Bazı risk etmenleri, kısa sürede etkili olurken, bazılarının etki şiddeti kullanıcıların çevresel temas potansiyeline bağlı olarak değişir (Kukul vd 2007).

Çizelge 2.1. Atık sularda bulunan zararlılar ile bağlantılı riskler (Salgot 2001)

Risk kaynakları	Bakteriler, Virüsler, Helminthler, Protozoa
Riskin oluşma nedeni	Bir defalık veya tekrarlanan “tüketim” veya temas
Riskin oluşma yolları	Sebzelerin, midye gibi kabuklu deniz hayvanlarının yenmesiyle v.b. Suyun içilmesiyle. Aerosol nedeniyle. Doğrudan veya dolaylı yollardan suyla temas edilmesiyle. Vektörler aracılığıyla (su civarında yaşayan böcekler gibi).
Etkilerin ortaya çıkışı	Genellikle etkiler enfeksiyon hastalıklar şeklinde çabuk görülür.

Kullanılmış suların yüzmeye ve rekreasyon amacıyla kullanılan sulara karışması, su kaynaklı hastalık risklerinin artmasına neden olur. Patojenlerin insan sağlığı üzerine etkileri incelendiğinde, arıtılmış ve arıtılmamış atık sulara bağlı olarak ortaya çıkan enfeksiyonlar beş ana sınıf içinde gruplandırılabilir.

Çizelge 2.2. Su ve atık sularla ilişkili olarak görülen enfeksiyonlar (Salgot 2001)

Sınıflar	Tanımlar/gözlemler/örnekler
Su yoluyla taşınan hastalıklar	Suyun sağlandığı sistemler aracılığıyla yayılabilen enfeksiyonlardır. Su patojenleri için taşıyıcı görevi görür. Tifoid ateş, kolera, giardiyazis (ishal), dizanteri, bulaşıcı hepatit
Su ile yıkanarak giderilebilen hastalıklar	Kişisel temizlik için suyun yetersiz olmasından kaynaklanan hastalıklar. Vücudun dış yüzeylerini etkiler. Konjunktivit, trahom, cüzzam, tinea, askariyaz, yavs hastalığı, giardiyazis, kriptosporidiosis
Su kaynaklı hastalıklar	Enfeksiyonlar sucul omurgasız konukçu, genellikle bir hayvan vasıtasıyla taşınır. Enfeksiyona neden olan organizmanın yaşam döngüsünün önemli bir bölümü bu sucul hayvanların içinde gerçekleşir. Şistozomiyazis, gine kurdu, filariazis
Su ile bağlantılı böcek vektörlerden kaynaklanan hastalıklar	Yerüstü su kaynakları yakınında bulunan veya yaşayan böcekler vasıtasıyla yayılan enfeksiyonlardır. Tripanozomiyazis, sarıhumma, deng hastalığı, onkoserkiyazis (nehir körlüğü), sıtma
Kötü sağlık koruma önlemleri nedeniyle oluşan enfeksiyonlar	Genellikle uygun sağlık koruma uygulamalarının olmayışı nedeniyle toplum içinde yayılırlar. Kancalı kurt, yuvarlak solucan, askariyazis.

Çizelge 2.3. Atık sularla ilişkili hastalık etmenleri ve hastalıklar (Salgot 2001)

	Hastalık etmeni	Neden olduğu hastalık
Bakteriler	<i>Salmonella typhimurium</i> <i>Salmonella typhosa</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Shigella spp</i> (sigella türleri) <i>Vibrio cholera</i> (vibrio kolera) <i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Campilobacter jejuni</i> Patojenik <i>escherichia coli</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Legionella pneumophila</i> <i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i>	Salmonellozis Tifoid ateş (tifo) Paratifoid ateş Basilli dizanteri Kolera Tüberküloz İshal İshal Bağırsak iltihabı ishal ve sepsisemi Lejyoner hastalığı- lejyonelloz Leptospiroz
Virüsler	Poliovirus Hepatit a virüsü Hepatit e virüsü Rotavirüs Adenovirüs Norwalk ajanı Reovirüs Astrovirüs Calicivirüs Coxsackie a Coxsackie b Echovirus	Çocuk felci Bulaşıcı hepatit Hepatit İshal/gastroenterit Solunum hastalığı Gastroenterit Gastroenterit İshal, kusma İshal, kusma İshal, kusma Kalp kası iltihabı, döküntü, menenjit, ateş, solunum hastalıkları, herpanjina Menenjit, ensefalit (beyin iltihabı), solunum hastalıkları, döküntü, ishal, ateş
Protozoa (tek hücreliler)	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Balantidium coli</i> <i>Cyclospora cayetanensis</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Phyllum microspora</i>	Amipli dizanteri İshal İshal İshal, dizanteri Bağırsak hastalıkları Toksoplazmozis (ağır enfeksiyon) Bağırsak ve sinir hastalıkları
Helminthler Bağırsak solucanları Parazitik solucanlar	<i>Schistosoma haematobium</i> (kan şeriti) (t) <i>Schistosoma mansoni</i> (n) <i>Ascaris lumbricoides</i> (yuvarlak solucan) (n) <i>Ancylostoma duodenale</i> (n) <i>Necator americanu</i> (n) <i>Clonorchis spp.</i> (karaciğer kurdu-çin keleş) (t) <i>Taenia spp.</i> (tenya) (c) <i>Enterobius vermicularis</i> (kılkurdu)(n) <i>Hymenolepis nana</i> (yassı kurt, şerit) (c) <i>Trichuris trichura</i> (yuvarlak solucan) (n) <i>Strongyloides stercoralis</i> (yuvarlak solucan) (n) <i>Toxocara canis</i> (n) <i>Toxocara cati</i> (n)	Şistozomiyazis (parazitik enfeksiyon) Şistozomiyazis (parazitik enfeksiyon) Askariyaz (ince bağırsak infestasyonu) Anemi, bağırsak hastalıkları Anemi, bağırsak hastalıkları Klonorkiyaz (paraziter bulaşıcı hastalık) Tenyazis (tenya infestasyonu) Bağırsakta kılkurdu infestasyonu Himenolepiyazis (yassı kurt infestasyonu) Yuvarlak solucan infestasyonu İshal, karın ağrısı, bulantı Ateş, karın ağrısı Ateş, karın ağrısı

n: Nematodlar, t: Trematodlar (parazitik tenya), c: Sestodlar (şerit, yassı kurt, bağırsak kurdu)

Çizelge 2.4. Enterik bakterileri etkileyen faktörler (Westcot 1997)

Ortam etmeni	Bakterilerin hayatta kalma süresi üzerine etkisi
Mikroflora rekabeti	Steril ortamlarda hayatta kalma süresi artar.
Nem içeriği	Nemli ortamlarda ve çok yağışlı dönemlerde uzundur.
Su tutma kapasitesi	Kumlu ortamlarda çakıllı ortamlardan daha uzundur.
Organik madde	Organik madde arttıkça yaşam süresi ve üreme olasılığı artar.
pH	Asit ortamlarda alkali ortamlara göre daha kısadır.
Güneş ışığı	Kum-çakıl yüzeyinde hayatta kalma süresi daha kısadır.
Sıcaklık	Düşük sıcaklıklarda daha uzundur.

Çizelge 2.5. 20-30°C’de patojenlerin hayatta kalış süreleri (Westcot 1997)

Patojen	Taneli ortamda (kum, çakıl, toprak) kalış süresi
Virüsler	
Enterovirüsler	<100 gün, genellikle <20 gün
Bakteriler	
Fekal koliform	<70 gün, genellikle <20 gün
<i>Salmonella</i> spp.	<70 gün, genellikle <20 gün
<i>Vibro cholera</i>	<20 gün, genellikle <10 gün
Protozoa	
<i>Entamoeba histolytica</i> kistleri	<20 gün, genellikle <10 gün
Helmitler	
<i>Ascaris lumbricoides</i> yumurtaları	Aylarca
Kancalı kurt larvaları	<90 gün, genellikle <30 gün
<i>Taenia saginata</i> yumurtaları	Aylarca
<i>Trichuris trichiura</i> yumurtaları	Aylarca

2.2. Ulusal ve Uluslararası Yasal Düzenlemeler

Su kirliliğini önlemek için yürütülen çalışmalarda geçerli olan ülke mevzuatına göz atacak olursak, 9 uluslararası sözleşme, 3 kanun, 8 yönetmelik, 6 tebliğ ve 5 genelge bulunmaktadır.

2.2.1. Uluslararası taraf olunan sözleşmeler ve protokoller

- Akdeniz’in Deniz Çevresinin ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi (Barselona Sözleşmesi)
- Akdeniz’in Gemi ve Uçaklardan Vaki Olan Boşaltmalarla Kirlenmesinin Önlenmesine Dair Protokol
- Akdeniz’in Kara Kökenli Kirleticilere Karşı Korunması Hakkında Protokol
- Gemilerin Sebep Olduğu Deniz Kirlenmesini Önleme Sözleşmesi (MARPOL 73/78)
- Olağanüstü Hallerde Akdeniz’in Kirlenmesinde Yapılacak Mücadele ve Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesinde İşbirliği Protokolü (Acil Durum Protokolü-REMPEC)
- Karadeniz’in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi (Bükreş Sözleşmesi)
- Karadeniz Deniz Çevresinin Kara Kökenli Kaynaklardan Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Protokol
- Karadeniz Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesine Karşı Acil Durumlarda Yapılacak İşbirliğine Dair Protokol

- Karadeniz Deniz Ortamının Boşaltmalardan Kaynaklanan Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü

2.2.2. Kanunlar

- Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun
- Çevre Kanunu
- Kıyı Kanunu

2.2.3. Yönetmelikler

- Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğini Karşı Suların Korunması Yönetmeliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik
- Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği
- Kentsel Atık Su Arıtımı Yönetmeliği
- Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği
- Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun'un Uygulama Yönetmeliği

2.2.4. Tebliğler

- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği İdari Usuller Tebliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği
- Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Çerçevesinde Uygulanacak Ücretler ve Esaslar Hakkında Tebliğ
- Denizlerde Balık Çiftliklerinin Kurulamayacağı Hassas Alan Niteliğindeki Kapalı Koy ve Körfez Alanlarının Belirlenmesine Dair Tebliğ
- Risk Değerlendirmesi ve Acil Müdahale Planlarını Hazırlayacak Kurum/ Kuruluşların Asgari Özelliklerine Dair Tebliği

2.2.5. Genelgeler

- İlemod Genelgesi (İçişleri Bakanlığınca yayımlanmış olup, il envanterleri ve kırsal altyapı hizmetlerinin uygulama ve izlenmesinde modernizasyonu hedeflemektedir.)
- Atıksu Arıtma Tesisleri Proje Onayı Genelgesi
- Atıksu Arıtma Tesisleri için İş Termin Planı Genelgesi
- Gemi Atıklarının Bildirimi ve Haberleşme Genelgesi
- Derin Deniz Deşarjı Proje Onay Genelgesi

Su kalitesi standardı, su parçası veya kütlesinin kullanım amaçlarını ve bu amaçlar için sağlanması gereken su kalite kriterlerini belirleyen kural veya kanunlar olarak tanımlanır. Standartlar insan sağlığına zararlı etkisi olan kirleticilerin elimine edilmesinde veya konsantrasyonlarının en az seviyeye düşürülmesi suretiyle kaliteli su temininde yarar sağlayacaktır. Standartların iki amacı vardır. Bunlar, belirli bir su kütlesi için su kalite hedeflerinin belirlenmesi ve su kaliteleri arıtım kontrolü ile belirlenen arıtım ihtiyacı için kullanılan teknolojilerin takibidir.

Standartlar su temini şartlarındaki değişimlere, arıtma ve kimyasal analizlerdeki gelişmelere bağlı olarak revize edilerek yeniden düzenlenirler. Her kullanım alanının kendine özel standardı vardır. Bir su kaynağının kullanım amacı belirlendikten sonra bu kullanım için kabul edilebilir kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik ve radyolojik özelliklerin sınırları belirlenmelidir.

11/08/1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 09/08/1983 kabul tarihli 2872 sayılı “Çevre Kanunu”nun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır (Resmi Gazete, 1983).

17/04/1990 tarih ve 20495 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 04/04/1990 kabul tarihli 3621 sayılı “Kıyı Kanunu”nun amacı, deniz, tabii ve suni göl ve akarsu kıyıları ile bu yerlerin etkisinde olan ve devamı niteliğinde bulunan sahil şeritlerinin doğal ve kültürel özelliklerini gözeterek koruma ve toplum yararlanmasına açık, kamu yararına kullanma esaslarını tespit etmek amacıyla düzenlenmiştir. Bu kanun deniz, tabii ve suni göller ve akarsu kıyıları ile deniz ve göllerin kıyılarını çevreleyen sahil şeritlerine ait

düzenlemeleri ve bu yerlerden kamu yararına yararlanma imkân ve şartlarına ait esasları kapsar (Resmi Gazete, 1990).

11/03/2005 tarih ve 25752 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 03/03/2005 kabul tarihli 5312 sayılı “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun”un amacı, deniz emniyetinin sağlanması ve deniz kirliliğinin önlenmesi konusundaki uluslararası hukuk ve iç hukuktan doğan hak ve yükümlülükler göz önünde bulundurularak; acil durumlarda gemilerden ve kıyı tesislerindeki faaliyetlerden kaynaklanan kirlenme tehlikesini ortadan kaldırmak veya kirlenmeyi azaltmak, sınırlamak ve gidermek üzere uygulanacak müdahale ve hazırlıklı olma esaslarını, olay sonucu ortaya çıkan zararların tespit ve tazmin esaslarını, uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi esaslarını, kanun kapsamına giren kişilerle kurum, kuruluş, gemi ve tesislerin kanunda belirtilen ilgililerinin yetki, görev ve sorumluluklarını, belirlemektir. Bu kanun uygulama alanlarında bulunan veya herhangi bir nedenle uygulama alanlarına girmek isteyen, beş yüz groston ve daha büyük petrol ve diğer zararlı maddeleri taşıyan gemiler ile petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmeye neden olabilecek faaliyetleri icra eden kıyı tesislerinin sorumlu taraflarının, bakanlıkların ve kamu kurum ve kuruluşlarının yetki, görev ve sorumluluklarını kapsar (Resmi Gazete, 2005a).

441 sayılı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname’nin 2’nci maddesinin (b) bendi, 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu’nun 20’nci maddesi uyarınca, 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 8’inci maddesi, 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun’un 2’nci ve 9’uncu maddeleri gereğince hazırlanan “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği”nin amacı, tarımsal kaynaklı nitratin suda neden olduğu kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesidir. Bu yönetmelik, yeraltı, yerüstü suları ve topraklarda kirliliğe neden olan azot ve azot bileşiklerinin belirlenmesi, kontrolü ve kirliliğin önlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsar (Resmi Gazete, 2004a).

09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 8 ve 11’inci maddeleri ile 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri

Hakkında Kanun'un 9'uncu maddesine dayanılarak hazırlanan 31/12/2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nin amacı; ülkenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir. Bu yönetmelik, su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar (Resmi Gazete, 2004b).

09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 1 ve 8'inci maddeleri ile 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un 9'uncu maddesine dayanılarak hazırlanan "İçmesuyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik" (79/869/AB ile değişik 75/440/AB), içme suyu temini amacıyla kullanılan ya da kullanılması planlanan yüzeysel sular ile ilgili esasları, kalite kriterlerini ve bu suların içmesuyu amaçlı kullanılabilmesi için uygulanması gereken arıtma tiplerini belirlemektir. Bu yönetmelik, içme suyu temini amacıyla kullanılan ya da kullanılması planlanan yüzeysel suların karakteristik özelliklerini, suyun dâhil olduğu kategoriye göre uygulanacak arıtma tiplerini ve bu sularda izlenmesi gerekli parametreler için referans ölçüm metotları, örnek alma ve analiz sıklıklarını kapsar (Resmi Gazete, 2005b).

09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 8'inci maddesi ile 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un 2 ve 9'uncu maddelerine dayanılarak hazırlanan "Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği"nin (76/464/ AB) amacı, su ve çevresinde tehlikeli maddelerden kaynaklanan kirliliğin tespiti, önlenmesi ve kademeli olarak azaltılmasıdır. Bu yönetmelik; yüzeysel sularda, haliç sularında, bölgesel sularda kirliliğe neden olan tehlikeli maddelerin belirlenmesi, kirlilik azaltma programlarının oluşturulması, kirliliğin önlenmesi ve izlenmesi, suya deşarj edilen

tehlikeli maddelerin envanterinin yapılması, deşarj standartları ve kalite kriterlerinin belirlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsar (Resmi Gazete, 2005c).

“Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği” 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 8 ve 11’inci maddelerine ve 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun’un 9’uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumaktır. Bu yönetmelik, kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve belirli endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı, atıksu deşarjının izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsar (Resmi Gazete, 2006a).

“Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği” 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu, 1/5/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun’un 9’uncu maddesi, 10/ 8/1993 tarihli ve 491 sayılı Denizcilik Müsteşarlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname’nin 2 ve 7’nci maddeleri ile 24/06/1990 tarihli ve 20558 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak taraf olunan Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesi Hakkında Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL 73/78 Sözleşmesi) hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı; Türkiye’nin deniz yetki alanlarında gemilerin normal faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların deniz ortamına verilmesinin önlenmesi amacıyla gemilerden; atıkların alınması, depolanması ve bertaraf tesislerine taşınması ile ilgili işlemlerin yapılması ve bu amaçla limanlarda kurulması ve işletilmesi gerekli olan atık kabul tesisleri ve atık alma gemilerine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Bu yönetmelik hükümleri; Türkiye’nin deniz yetki alanlarında bulunan gemileri, bu alanlarda bulunan limanlarda yapılması gerekli atık kabul tesislerini, atık alma gemilerini ve atıkların bertaraf tesislerine taşınmasını kapsar (Resmi Gazete, 2004c).

“Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği” (76/160/AB), 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 8 ve 11’inci maddelerine ve 01/05/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun’un 9’uncu maddesine

dayanılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, insan sağlığını ve çevreyi korumak üzere, yüzme ve rekreasyon amaçlı kullanılan suların kalitesini belirlemek ve bu suların başta mikrobiyolojik olmak üzere her türlü kirletici ile kirlenmesinin engellenmesini sağlamaktır. Bu yönetmelik, sağlık amacıyla kullanılan sular ile yüzme havuzlarındaki sular haricindeki yüzme ve rekreasyonel amaçlı kullanılan sulara uygulanacak kriterlerin belirlenmesi, izlenmesi, denetlenmesi ve raporlanması ile ilgili teknik ve idari esasları kapsar (Resmi Gazete, 2006b).

“Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği” 03/03/2005 tarihli ve 5312 sayılı Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun’un 24’üncü maddesi ile 09/08/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 8, 9, 12, 13, 15, 20 ve 28’inci maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı; “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun” hükümlerinin etkin olarak uygulanmasını sağlayacak prensipleri ve uygulamaya yönelik alınacak tedbirleri, kanunda belirtilen hususlarda yetki, görev ve sorumluluklar ile uygulamaya ilişkin usul ve esasları belirlemektir (Resmi Gazete, 2006c).

Antalya’da deniz suyu kalitesi izleme çalışmaları 2872 sayılı Çevre Kanunu’na istinaden çıkarılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, ardından yayınlanan Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ve bu yönetmeliklere istinaden çıkarılan tebliğ, genelge, uluslararası sözleşmeler ve Uluslararası Mavi Bayrak Programı kapsamında yürütülmektedir. Mavi Bayrak programı kapsamında yürütülen çalışmaların, arazi ve laboratuvar aşamalarında Antalya Sağlık İl Müdürlüğü Gıda ve Çevre Kontrol Şubesi ile Antalya Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü de teknik destek sağlamaktadır.

2.3. Deniz - Kıyı Kirliliği ve Avrupa Birliği Uyum Çalışmaları

Çevre kirliliğinin en önemli göstergelerinden biri olan deniz ve kıyı kirliliği ülkemizde ilk kez Haliç’in kirlenmesiyle gündeme gelmiştir. Bilincin artmasıyla çevreci yaklaşımlar kurum ve kuruluşları harekete geçirmiştir. Günümüzde ilgili kurumlar kıyı

ve deniz kirliliğinin önlenmesi ve su kirliliğinin korunması amacıyla yaptıkları çalışma ve düzenlemelerle gerekli tedbirleri almaktadırlar (Oğuz vd 2008).

Türkiye’de bu amaçla 1988 yılına kadar Umumi Hıfzıssıhha Kanunu, 1988 yılından itibaren Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve 2006 yılından bu yana da Yüzme Suları Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB) ile yüzme sularının korunması ve kontrolü için yasal düzenlemeler yapılmıştır. Avrupa Birliği uyum çalışmaları kapsamında 2015 yılı itibari ile 2006/7/EC Sayılı Yüzme Suyu Direktifi’ne geçiş öngörülmektedir.

Sağlık Bakanlığı 1989 yılından bu yana bu yüzme suların kontrolü amacıyla Adana, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Muğla, Tekirdağ, İçel illerinde *E.coli* konsantrasyonlarını takip etmektedir. 2008 yılı itibari ile de Mavi Bayrak Projesi kapsamında 18 ilde toplam 420 noktadan numune alınmakta ve yönetmelik kapsamındaki indikatörler açısından incelenmektedir. Türkiye genelindeki 420 numune noktasının 2008 yılı yüzme sezonu itibari ile 177 tanesi Antalya kıyılarında bulunmaktadır. Ülke genelinde tüm numune noktalarında Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB) kapsamında Toplam koliform, Fekal koliform ile Fekal streptokok parametreleri izlenmektedir. 2006/7/EC direktifinde 2015 yılı itibari ile uyulması gereken mikrobiyolojik standart indikatörleri *Intestinal enterococci* ve *Escherichia coli*’dir.

Ülkemizde deniz sularının sınıflandırılması ve kalite kriterleri “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ile belirlenmiş ve bazı parametreler için ulusal zorunlu değerler belirtilmiştir. Yönetmelik, Yüzme Suyu Kalitesi 76/160/EEC Avrupa Birliği (AB) Direktifi ile kısmen uyumludur. Avrupa Birliği’nde 1975’ten bu yana 76/160/EEC sayılı Yüzme Suyu Kalitesine Dair Konsey Direktifi uygulanmaktadır. 2015 yılı itibari ile de 2006/7/EC Sayılı Yüzme Suyu Direktifi’ne geçiş öngörülmektedir.

09.01.2006 tarih ve 26048 sayılı “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği” için esas alınan “Yüzme Suyu Kalitesine Dair 76/160/EEC sayılı Konsey Direktifi” yüzme suyunun genel kalitesine yönelik kriterleri içermektedir ancak, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Birliği Konseyi; direktifin 1970’li yılların bilgi ve deneyimini yansıttığını; yüzme sularının kullanım şekillerinin, bilimsel ve teknik bilginin değiştiğini bu nedenle direktifin yürürlükten kaldırılması gerektiğine karar vermiş ve 15 Şubat 2006’da

2006/7/EC sayılı “Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Konsey Direktifi”ni yayımlanmıştır. Üye ülkeler yeni direktife 2008 yılında geçiş yapacaklar ve 2014 yılında 76/160/EEC Direktifi yürürlükten kaldırılacaktır. Türkiye 2006/7/EC Direktifinin uyumlaştırmasını 2013 yılında yapmayı öngörmektedir.

Avrupa Birliği üyelik sürecinde kurum ve kuruluşların görev ve sorumlulukları kapsamında ilgili AB Direktifleri Türk Mevzuatına aktarılmıştır. Yüzme suyu ile ilgili olarak Türkiye Ulusal Programı kapsamında, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Yüzme Suyu Kalitesine ilişkin 8 Aralık 1975 tarih ve 76/160/EEC sayılı Konsey Direktifi doğrultusunda Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından uyumlaştırılmıştır. 09.01.2006 tarih ve 26048 sayılı Resmi Gazete’de “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği” adıyla Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nden ayrı bir yönetmelik olarak yayımlanmış ve yürürlüğe girmiştir.

Sağlık Bakanlığı 2001 yılı deniz ve kıyı kirliliği çalışmaları kapsamında 424 numune noktasından alınan 3857 numunenin mikrobiyolojik analiz sonuçlarından 3363’ü kriterlere uygun bulunmuş, 494’ü uygun bulunmamıştır. Buna göre yüzme alanlarının %87’si ulusal zorunlu değerlere uymakta iken %13’ü uymamaktadır. Ulusal gerekliliklere göre yeterli şekilde örneklenmemiş yüzme alanları ise %14 tür. Toplam koliform ve Fekal koliform için belirlenen ulusal zorunlu değerler AB Direktifindeki zorunlu değerlerden oldukça düşüktür. Ancak her bir parametre için standart analiz yöntemleri belirlenmemiştir. Direktife tam uyum için 2015 yılı öngörülmektedir.

2008 yılı İl Sağlık Müdürlüğü deniz suyu izleme çalışmaları kapsamında 33 ilde 1210 numune noktası belirlenmiştir. Antalya’da 2008 yılı için toplam 345 noktadan deniz suyu numunesi alınmıştır. Bunlardan 176 tanesi Mavi Bayrak noktasıdır. 2009 yılı Mavi Bayrak verileri incelendiğinde, 286 Mavi Bayraklı plaj, 14 Mavi Bayraklı marina ve 6 Mavi Bayraklı yat bulunmaktadır.

2.4. Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Deniz kirliliği; yoğun endüstrileşme, düzensiz şehirleşme, tarım ve hayvancılık alanlarındaki etkinlikler sonucunda ortaya çıkan kirleticilerin, denizi kullanım amaçları için elverişsiz hale getirdiğini ifade eden bir olgu olarak düşünülmektedir.

Deniz kirliliğini oluşturan en önemli kirleticiler, evsel atıksu ve hayvan gübreleri gibi organik atıklar, endüstriyel atıklar, taşımacılık esnasında ortama verilen atıklar, radyoaktif maddeler ve toprak erozyonu sonucu bu ortama katılan sedimenttir. Bu kirleticiler insanların çeşitli aktiviteleri sonucu ortama verildiğinde diğer bir deyişle insan eliyle oluşturulduğunda, ortam kirli olarak kabul edilmektedir. Zaman zaman, asit yağmurları gibi kirleticiler, doğal olaylarla denizlere karıştığı halde, bu durum kirlilik olarak kabul edilmemektedir. Deniz ekosisteminde doğal dengeyi bozan kirlilik etkenlerinin arasında özellikle organik atıklar ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü suda süspansiyon halde bulunan organik atıklar, mikroorganizmalar tarafından parçalanırken ortam koşullarının değişmesine neden olurlar.

Su ortamında organik maddenin parçalanması, su ortamının tipi ve var olan organik maddenin yapısıyla ilişkili olarak özel kademelerde gerçekleşir. Parçalanan madde miktarına bağlı olarak, ortamın oksijen dengesinde köklü değişiklikler ortaya çıkar. Organik maddenin fazla bulunduğu durumlarda, aerobik mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri ile çözünmüş oksijen azalır ve oksijence fakir bir ortam oluşur veya anaerobik koşullar ortaya çıkar. Bu koşullar da daha yüksek organizmaların hayatını olumsuz yönde etkiler. Su ortamında organik maddenin aşırı deşarjı sonucu kötü kokular oluşur.

Evsel atıksular ve diğer organik atıklar gibi, deterjanlar ve tarımsal amaçla kullanılan gübreler de deniz yaşamı üzerine benzer etkiler yaparlar. Yapay gübreler, fosfat ve nitratlar gibi önemli besleyici maddeler içerirler. Bu besleyicilerin miktarındaki artış, kontrol altında tutulmak koşuluyla deniz canlılarının verimini artırır; fakat aşırı derecedeki miktarları, yoğun algal çiçeklenmeye yol açtığından, aşırı oksijen tüketimine dolayısıyla kitle halinde balık ölümlerine neden olabilmektedir.

Kanalizasyon suları, büyük ölçüde, toplumun sağlık durumuna, atık arıtım derecesine ve diğer faktörlere bağlı olarak *Salmonella*, *Shigella*, *Brucella*, *Mycobacterium*, *Vibrio* ve *Leptospira* gibi patojen mikroorganizmaları içerebilmektedir. Patojenler suda uzun süre yaşayamadıklarından ve çok az sayıda olduklarından, örneklerden mevcut işlemler ile izole edilemeyebilirler. Birçok su kaynaklı patojenin sudaki tayinini ve sayısını tespit etmek güçtür ve çevresel su örneklerinden onların tayini için özel yöntemler gereklidir.

Her ne kadar bu konuda yapılan ilk çalışmalarda, kirlilik kaynağını göstermek için, tüm enterik kökenli patojen bakterilerin tespiti yapılmak istenmişse de bütün enterik patojenlerin tespit edilmesinin güçlüğü ve rutin yöntemlerin eksikliğinden dolayı, bu amaçla yapılan çalışmalar belli patojen bakterilerin izolasyonu ile sınırlandırılmıştır. Bu patojenlerin aralıklarla ortama katılmaları onların yokluğunda bir suyun temiz olarak kabul edilmesini imkânsızlaştırdığından, enterik patojenlerin izolasyonu ve identifikasyonu için uzun zaman gerektiğinden, bu yöntem günümüzde kullanılmamaktadır (Borrego ve Figueras 1997, Kimiran 1999).

Evsel atıklarda, hastalıklara yol açan patojen mikroorganizmaların sayısı oldukça azdır. Bu nedenle su kalitesi standartları, hastalığa sebep olmayan fakat sayıları fazla olan koliform mikroorganizmalara dayandırılmaktadır. Temiz suda bakteri sayıları 1 – 10 / 100 ml arasında değişirken, arıtma işlemine tabi tutulmamış evsel atıklarda koliform konsantrasyonu 100 ml’de 10^8 – 10^9 veya daha yüksek sayılara ulaşabilmektedir. Bu amaçla, ortamın dışkıyla kirlendiğini doğrulamak ve su ortamında patojenlerin olup olmadığını anlamak için bu anlamda su kalitesini belirleyen indikatör mikroorganizmalar incelenmektedir (Borrego ve Figueras 1997, Kimiran 1999).

Su kaynaklı patojen bakterilerin potansiyel olarak suda var olduğunu gösteren ideal indikatör mikroorganizmaların sahip olması gereken özellikler vardır. Patojen bakterilerin bulunduğu ortamda bulunmalıdır. Yaşama yeteneği patojen bakterilerden daha fazla olmalıdır İnsan ve hayvanlar için zararsız olmalıdır. Fekal kirliliğe özel olmalıdır. Su arıtımına ve dezenfektanlara direnci en azından patojenlerinkine benzer olmalıdır. Ucuz, kesin, hızlı laboratuvar yöntemleri ile kolaylıkla izole edilmelidir. Bu özelliklere sahip olan toplam koliformlar, fekal koliformlar, fekal streptokoklar ve sporlu-sülfid indirgeyen anaerobların, suda fekal kirlilik indikatörü olarak kullanılmaları önerilmektedir (Borrego ve Figueras 1997, Figueras vd 1997, Özkanca vd 1995, Kimiran 1999, Karakuş 1983).

Enterobacteriaceae familyasına giren koliformlar birkaç şekilde tarif edilebilir. En muhtemel sayı (EMS) diğer bir deyişle çoklu tüp fermentasyon yöntemi ile laktozu $35 \pm 2^\circ\text{C}$ de 24 veya 48 saat içinde gaz oluşumuyla fermente eden, oksidaz negatif, gram negatif, çomak şekilli aerob mikroorganizmaların hepsi ve fakültatif anaerob

mikroorganizmalar koliform olarak adlandırılır. APHA (American Public Health Association) standardında membran filtre yöntemi ile laktoz içeren Endo tip besiyerinde $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de 24 saat içinde metalik parlak yeşil koloni oluşturan bütün aerob, spor oluşturmeyen, gram negatif, çomak şekilli bakteriler koliform olarak düşünülür (APHA 1995).

Koliform grubu bakteriler, genellikle insan ve balık dâhil hayvanların dışkıında bulunur. Organizmanın çeşitli kısımlarında patojen olarak bulundukları gibi aynı zamanda toprakta (*Enterobacter* ve *Klebsiella*), tohumda, bitkilerde, otlarda (*Klebsiella* ve *Enterobacter*), evsel ve endüstriyel atıklarda bulunurlar (Karakuş 1983, Figueras vd 1997).

37°C 'da üreme yeteneğinde olan, P-galaktosidaz enzimine sahip toplam koliformlar, rutin çalışmalardan izole edilen *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Yersinia* cinslerinden oluşmaktadır. Bu bakteriler, klasik olarak evsel atıksuyla ilgili su kirlenmesinin indikatörleri olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber çeşitli araştırmacılar, koliform grubun bazı üyelerinin, kirlenmemiş ırmakların alg topluluklarından, içme suyu dağıtım sistemlerinde bulunan biyofilmden, bazı tip endüstrilerden gelen atıklar gibi enterik olmayan çevrelerden de suya geçebildiğini belirtmektedirler. Bu nedenle, toplam koliform tayini yapılarak kirlilik yükü saptandığında bu yükün kaynağının sadece insan ve hayvan dışkısı olmayacağını göz önünde bulundurmak gerekmektedir (Borrego ve Figueras 1997).

Toplam koliformların analizinde sıklıkla kullanılan yöntemler membran filtre yöntemi ve çoklu tüp fermentasyon yöntemidir. Bunun yanında, P-galaktosidaz enzim aktivitesinin kullanımı, PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) gibi yeni teknolojik gelişmeler, suda toplam koliformların analizinde de uygulanmaktadır (Borrego ve Figueras 1997).

İndikatör mikroorganizmaların diğer bir grubu olan fekal koliformlar, toplam koliformların alt grubudur. Bu bakteriler, toplam koliformları tanımlamak için kullanılan bütün kriterlere uyar, fakat ilave olarak laktozu $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ 'da ilk 48 saatlik bekletme sonunda gaz ve asit oluşturarak fermente ederler. Bu sebepten, fekal

koliformlar için, "termotolerant koliformlar" terimi de kullanılmaktadır (Borrego ve Figueras 1997).

Fekal koliformlar, fekal kontaminasyonun varlığı ile sıkı ilişkili olduğundan su kalitesinin tayininde dışkı bulaşmasının göstergesi olarak en önemli indikatördür. Ancak, sıcakkanlı hayvanların sindirim kanalında bulunan fekal koliformlardan termotolerant *Klebsiella* ve *E.coli* suşlarının, çevresel örneklerden de izole edilmeleri, ideal indikatörler olarak kullanımlarını sınırlandırmıştır. Fekal koliformlar, şeker pancarı fabrikaları ve diğer yiyecek işleme fabrikalarındaki yüksek konsantrasyonlardaki karbonhidrat atıklarının karıştığı sular hariç sucul çevrelerde genel olarak gözlenmezler (Borrego ve Figueras 1997).

Fekal koliform testi için son zamanlarda bekletme sürelerine daha fazla önem verilmektedir. Bazı laboratuvarlar 35°C de 3 – 4 saat ön bekletme süresini takiben 44,5°C de 18 – 20 saat bekletmeye özen gösterirler. Bununla birlikte, son çalışmalar en iyi bekletme sıcaklığının 43°C olduğunu ortaya çıkarmıştır. Fekal koliformlar, gram negatif ve spor oluşturmeyen çomaklardır. Fekal orijinli koliformların tanımlanması için 44°C de laktozu fermente etmesi, gaz üretmesi ve triptofandan indol oluşturması gibi özelliklerinin bulunması gereklidir. Bu özellikleri pozitif olan bakteriler *E.coli* olarak düşünülür. *E.coli*, çoğunlukla hareketli, genellikle laktozu hızlı bir şekilde fermente eden gram negatif, oksidaz negatif bakterilerdir. Bir ortamda *E.coli*'nin bulunuşu, orada dışkı bulunduğunu ve böylece potansiyel tehlikeli bir durum olduğunu gösterir.

Streptokoklar karakteristik olarak gram pozitif, küresel veya ovoid hücrelerdir. Fakat hücrelerin yaşına bağlı olarak gram negatif olabilirler. Katalaz negatiftirler. Birkaç hareketli formlarına rağmen, streptokoklar esas olarak hareketsizdir. %40 safraya gösterdikleri tolerans fekal streptokokların özelliğidir. Fekal streptokok tayini için önerilen başlıca yöntemler, çoklu tüp fermentasyon yöntemi (EMS, En Muhtemel Sayı) ve membran filtre yöntemidir (Pagel ve Hardy 1980). Fekal streptokoklar genellikle 45°C de ve 10°C de üreyebilirler. 60°C ısıya 30 dakika dayanırlar. Genellikle pH 9,6'da üreyebilirler. Bazıları da %6,5 oranında NaCl içeren besiyerlerinde üreyebilirler (Borrego ve Figueras 1997).

Fekal streptokoklarda, fekal kirliliğin belirlenmesinde kullanılan diğer önemli bir

indikatördür. Genel olarak, fekal streptokoklar, sıcakkanlı hayvanların ve insanların dışkılarında çok sayıda bulunurlar. *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus durans* ve *Streptococcus equinus* türlerinin dâhil olduğu fekal streptokoklar, Lancefield'in D grubu ile sinonim olarak sınıflandırılır. Bazı literatürlerde fekal streptokok yerine enterokok kullanıldığına rastlanmaktadır. Burada üzerinde durulan nokta, sağlık koşullarının uygun olmadığı çevrelerin indikatörleri söz konusu olduğunda fekal streptokok teriminin kullanılmasının daha uygun olduğudur. Fekal streptokoklar, kirli sularda fekal koliformlara göre daha az sayıda bulunduğundan, ekolojik dağılımlarıyla ilgili karışıklıklar ve tanımları için izolasyon yöntemlerinin karmaşıklığı nedenleriyle uzun süre fekal kirlilik indikatörü olarak kullanılmamış, ancak bu bakterilerin kirli sularda bulunduğu, kirli olmayan sularda bulunmadığı ispat edildikten sonra indikatör olarak kullanılmaya başlanmıştır (Keskin 1990, Pagel ve Hardy 1980).

Fekal streptokoklar daha dirençli olduklarından, deniz suyunda, fekal koliformlara göre daha uzun süre yaşarlar. Absorbsiyon, flokülasyon ve sedimentasyon sonucu, fekal streptokoklar sedimentte yoğunlaşma eğilimindedir. Bu nedenle, fekal streptokokların sedimentte bulunuşu önceki kirliliğin göstergesi olarak düşünülebilmektedir. Fekal streptokoklara fekal koliformlardan sonra fekal kirlenmenin ikinci indikatörü olarak bakılır ve *E.coli* bulunmayan bir örnekte koliform organizmaların varlığının anlamı fekal streptokokların tayini ile olur. Nadir olarak, streptokok türlerinin identifikasyonu ile insan ve hayvan kaynaklı kirliliğin ayrımı yapılabilmektedir (Borrego ve Figueras 1997).

Toplam koliform bulunduğu zaman, *E.coli* bulunmasa da fekal streptokoklar aranmaktadır. Çünkü koliformlardan daha uzun süre suda canlı kalabilirler ve fekal kirlenmenin indikatörüdürler. Analiz ortamında, streptokok grubun varlığı, en azından koliformların bir kısmının fekal kaynaklı olduğunun göstergesi olarak kabul edilir (Kimiran 1999).

Çevrenin korunması bakımından, yoğun hayvan çiftlikleri, özellikle sığır, domuz ve kümes hayvanlarının yetiştirildiği yerlerde su kirliliğinin incelenmesi zorunlu görülmektedir. Fekal Koliform / Fekal Streptokok (FK / FS) oranı, insan ve hayvan

dışkı kirliliğinin ayırt edilmesinde kullanılmaktadır (Pourcher vd 1991). Fekal koliformların fekal streptokoklara oranı, kirli suların niteliğine göre değişkenlik göstermektedir. Normal olarak, su kirliliği çalışmalarında fekal streptokok tür tayinine gerek yoktur. Fekal koliformlara ilişkin yüksek yoğunluklar, kirlenmenin hayvansal kaynaklı olduğunun kanıtı olarak kabul edilmektedir (Keskin 1990).

Normal bir insandan günde yaklaşık olarak 130 gram dışkı, 1 litre de idrar atılır. Bir gram dışkıda yaklaşık 1 milyar mikroorganizma bulunduğu tespit edilmiştir. Dışkıdaki bu mikroorganizmaların bir kısmı ölü, bir kısmı ise canlı olarak bulunur. Bunlardan ölü olanlar organik maddeye katılır, canlı olanlar ise denizde önemli kirlilik faktörünü oluştururlar. Normal bir insanın günlük atığının boşaldığı yerde 100 – 600 litre ve hatta daha fazla miktardaki suyu enfekte etme yeteneğinde olduğu tespit edilmiştir (Kimiran 1999).

Bugün, bazı ülkeler kısmen de olsa evsel atıksuların etkisinden kurtulmak için, atıkları kanalizasyonla açık deniz diplerine akıtmakta veya sahilde kurulan arıtma tesislerinde çeşitli işlemlere tabi tutarak içindeki zararlı maddelerden arıtmaktadırlar (Kimiran 1999).

Atık arıtım işlemleri, insanlardaki bakteriyel hastalıkların oluş derecesini anlamlı bir şekilde azaltır; ancak protozoon kistleri ve birçok patojen virüsler, kimyasal, fiziksel arıtım işlemlerine çok dirençlidirler. Özellikle denizlere ulaşan evsel atıksular çok sayıda mikroorganizma ve patojen grubu içerdiğinden, son derece tehlikelidir. Evsel atıksuda mikroorganizmalar, mantarlar, algler, protozoonlar, bakteriler, virüsler ve bakteriyofajlar bulunmaktadır. Evsel atıksularda bulunan bakterilerin çoğunu dışkı veya toprak kökenli saprofit bakteriler oluşturur. Bunların dışında dışkıyla bağırsaktan dışarı atılan *Salmonella*, *Shigella*, *E.coli*, *Campylobacter*, *Vibrio* ve *Yersinia* gibi hastalık yapıcı olan bakteriler de bulunur. Ayrıca *Adenovirüs*, *Reovirüs*, *Rotavirüs* ve Hepatit virüsleri de evsel atıksular ile denizlere karışabilir (Black 1996).

Amerika’da, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve regresyon modeli teknikleri kullanılarak tuzluluğu yüksek bir nehir ağzında arazi kullanımı ve fekal kirlenme arasındaki ilişkinin değerlendirildiği bir çalışmada, 21 örnekleme noktasında 10 yılı aşkın bir süre boyunca yapılan aylık ölçümlere göre fekal koliform konsantrasyonlarındaki değişim bölgedeki

septik tanklara ve kentsel arazi kullanımındaki artışa bağlıdır. Sonuçlar, nehir ağzındaki fekal kirlilik değişiminin mevsimsel olarak da farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır (Kelsey vd 2004).

Sahlström vd (2004) İsveç'te sekiz ayrı atıksu arıtma tesisinde yaptıkları bir çalışmada dört farklı yöntemle (sedimentasyon, mezofilik veya anaerobik çürütme, kompostlama) ham ve arıtılmış çamurda hayvansal kaynaklı patojen bakteriler (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter coli* ve *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*) araştırmıştır. Yaklaşık bir yıl süren bu çalışmada 64 ham çamur örneği ve 69 arıtılmış çamur örneği incelenmiştir. Çıkan sonuçlara göre incelenen ham çamur örneklerinin %67'sini *Salmonella* spp., %9'unu *Campylobacter coli*, %20'sini *Campylobacter jejuni*, %12'sini *Listeria monocytogenes* ve %2'sini *Escherichia coli* oluşturmaktadır. Arıtılmış çamurun ise %55'ini *Salmonella* spp., %2'sini *Campylobacter coli*, %4'ünü *Campylobacter jejuni*, %2'sini *Listeria monocytogenes* oluşturmaktadır. Arıtılmış çamurda *Escherichia coli*'ye rastlanmamıştır.

Patojen mikroorganizmaların her ne kadar suda kısa süre yaşadıkları bilinirse de, bu mikroorganizmaların bu süre içinde, su ile temas edenleri deri, ağız, burun yoluyla doğrudan, deniz ürünleri ile de dolaylı yoldan etkiledikleri; kolera, tifo, paratifo, çocuk felci, sarılık gibi birçok hastalıklara yol açabildikleri belirtilmiştir. Genellikle patojenlerin deniz ortamında çoğalmayıp, giderek sayılarının azaldığı bilinirse de bazı patojenlerin doğal sularda üredikleri de belirtilmektedir (Kimiran 1999).

Hijyen ve doğal denge bakımından, denize giren halkın bulaşıcı hastalıklara yakalanmaması, deniz ürünlerinin miktar ve niteliklerinin korunması ön planda tutulmalıdır. İnsanların bu amaçları gerçekleştirmeleri için deniz suyuyla ilgili kalite standartlarına ihtiyaç vardır (Kimiran 1999).

Talassojenik enfeksiyonlar, kaynağı deniz olan insan enfeksiyonları olarak tanımlanmaktadır. İnsan için patojen mikroorganizmaları içeren deniz suyunun yutulmasıyla, denize girenlerde enfeksiyonlar ortaya çıkar. Yüzme esnasında, insanlarla yakın teması olan *Staphylococcus aureus*, *Clostridium welchii*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* gibi mikroorganizmaların, soğuk su banyolarının uzun

sürdüğü hallerde insan direncinin düşmesiyle hastalık oluşturdıkları belirtilmiştir (Keskin 1990).

Fekal kirlenmenin olduğu kıyı alanlardaki yüzme faaliyetleri halk sağlığı için risk taşımaktadır. Epidemiyolojik çalışmalar, fekal indikatör organizma konsantrasyonuyla hastalık meydana gelişi arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir (Keskin 1990, Godfree vd 1990).

New York (Cabelli vd 1979) ve Güney Afrika'da (von Schirnding vd 1992) yapılan çalışmalarda, incelenen sahillerdeki indikatör organizma düzeylerinde standartların altında ve üstünde değerler saptanmakla birlikte, bu sularda yüzenlerde sindirim sistemi, solunum ve deri hastalıklarına sıkça rastlanıldığı belirtilmiştir. Denize girenlerde meydana gelen hastalıklar ve su kalitesi arasında istatistiksel bir anlam taşımayan bir ilişki olduğu rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada ise, kontamine deniz suyuyla temas eden çocuklarda hastalıkların arttığı belirtilmiştir (Alexander vd 1992).

Fleisher vd (1996) İngiltere' de yaptıkları bir çalışmada, kanalizasyon sularıyla kirlenmiş olan denize giren kişilerde, akut ateşli solunum yolu hastalıklarının, göz, kulak ve deri hastalıklarının, etken mikroorganizma sayısına bağlı olup olmadığını incelemiştir. Fekal streptokokların, akut ateşli solunum yolu hastalıklarının, fekal koliformların ise kulak hastalıklarının meydana gelmesinde etken olduğunu göstermiş, 100 ml'de 60 fekal streptokok ve 100'den fazla fekal koliform bulunan denize girenlerde etkiler ölçüldüğünde indikatör mikroorganizmaya maruz kalanların göz hastalıklarına yakalanma risklerinin daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Medline ve WHO kaynaklarından derlenen bir makalede, rekreasyonel suların indikatör bakteri sayılarındaki artış ile yüzenlerin sağlık riski arasında paralel bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (Pruss 1998). Kıyısız yüzme sularında kirlilikten kaynaklanan sağlık risklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, rekreasyonel suların mikrobiyolojik kalite kriterlerinin ve bu kalite kriterlerinin tespitinde uygulanan yöntemlerin farklı olması nedeniyle, deniz sularının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin ve mikrobiyolojik su kalitesini düzenleyen epidemiyolojik çalışmaların sonuçlarının çeşitlilik gösterdiği ve bu nedenle konunun tartışmaya açık olduğu belirtilmiştir (Saliba ve Helmer 1990).

Elmanama vd (2005) Mısır'da yaptıkları bir çalışmada, noktasal ve yayılı kirleticilerden deşarj edilen arıtılmış, kısmen arıtılmış ve arıtılmamış atık sular nedeniyle fazlaca kirlenmiş ve bölge halkı için tek rekreasyon alanı olan bir plajda mikrobiyolojik plaj kumu kalitesi ve deniz suyu kalitesini karşılaştırmıştır. Çalışmada, plaj kumu ve deniz suyu numunelerinde fekal koliform, fekal streptokok, *Salmonella*, *Shigella* ve *Vibrio* değerleri incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda her iki tür numunedeki değerlerin benzer olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sayımlar sonucunda *Pseudomonas* türlerinin olası kum kirlilik indikatörleri olabileceği söylenmiştir.

Örnekleme noktalarının birçoğunda fekal indikatörlerin kumda bulunma oranı deniz suyunda bulunma oranından daha yüksektir. Plaj kumundan 10 gr, deniz suyundan 1 L örnek toplanmasına rağmen *Salmonella* ve *Vibrio* izolasyonu plaj kumunda deniz suyuna göre daha yüksektir. Plajı kullanan popülasyonun büyük bir kısmı 15 yaşın altındadır. Bu grup içinde bulunan bireylerin dikkate değer bir kısmında gastrointestinal hastalıklara rastlanmıştır. Yapılan bu çalışmada, 15 yaş ve altını temsil eden bu grubun rekreasyonel faaliyetlerini daha çok plaj kumu üzerinde gerçekleştirdikleri görülmüştür (Elmanama vd 2005).

Efstratiou vd (1998) Yunanistan'da yaptıkları bir çalışmada deniz suyunda bakteriyel indikatörler ile *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* arasındaki korelasyonu incelemiştir. Buna göre toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok değerleri, atıksu ile kirlenmiş kıyı sularında *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* sayıları için gösterge kabul edilebilir. Tüm indikatörler *Salmonella* ile güçlü pozitif ilişki, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* ile de genellikle pozitif korelasyona sahiptir. Regresyon analizleri toplam koliform değerlerinin, fekal kaynaklı *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus* için, fekal koliformlarında *Candida albicans* için daha iyi göstergeler olduğunu göstermiştir.

Efstratiou vd (2009) Yunanistan'da yaptıkları başka bir çalışmada deniz suyundaki toplam koliform veya fekal koliform değerlerinin *Salmonella* ile lojistik regresyon analizlerini incelemiştir. İstatistiksel olarak başka bir indikatör önem taşımazken, Enterokok büyüklükleri kullanılarak yapılan tahminler, toplam koliform $P=0,001$ ve fekal koliform $P= 0,003$ için istatistiksel olarak önemlidir. Bu sonuçlar, indikatörlerin

konsantrasyonundan *Salmonella* büyüklüğünün tahmininde toplam koliform veya fekal koliform değerlerinin yalnız başına bir anlam ifade etmediğini ancak istatistiksel olarak enterokok değerlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir

Amerika’da yapılan bir çalışmada, kıyısız bölgelerde, özellikle plajlarda dalgalı ve hafif dalgalı zamanlarda koliform yoğunluğunun yükseldiği ancak fiziksel ve kimyasal parametrelerle önemli bir ilişkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Yinede yüzmeye alanları (koruma bandı) sınırları içinde tüm indikatör mikroorganizmaların analiz sonuçlarının pozitif olduğu, indikatörlerin uygun koşullarda canlılıklarını sürdürebilecekleri ve aynı zamanda yeniden üreyebilecekleri ileri sürülmüştür (Shibata vd 2004).

Noble vd (2006), Kaliforniya’da toplam 19 istasyonda ayak bileği seviyesindeki deniz suyundan haftanın 5 günü fekal indikatör bakterileri ölçmüştür. Bu örnekleme periyodu arıtılmış atık su deşarjının dezenfeksiyonsuz dönemini ve dezenfeksiyon sonrası deşarj dönemini kapsamaktadır. Bakteriyel örnekler deşarj noktasına yakın yerlerden toplanmıştır. Çalışmada, bölgesel deşarjın fekal indikatör bakterilerin kaynağını oluşturduğu ileri sürülmüştür. İki haftalık örneklemler enterokokların özellikle yaz aylarında ve yıkama zonuna yakın istasyonlarda baskın olduğunu göstermiştir. Tüm doğal ve kontrol dışı kontaminasyon kaynakları göz önünde tutulmaksızın dezenfeksiyon yapılmadan suya deşarj edilen arıtılmış atıksuyun temel kontaminasyon kaynağı olduğu dolayısıyla dezenfeksiyon ünitesinin gerekliliği istatistiksel yöntemlerle ortaya konmuştur.

Kelsey vd (2004), karasal kullanım için özellikle arıtma tesisinin olmadığı bölgelerde koliform grubu bakterilerin nehir ağzlarında indikatör mikroorganizma konsantrasyonunu yükselttiğini göstermiştir.

Rekreasyonel okyanus suyu kalite testleri için önerilen toplam koliform, fekal koliform ve enterokok indikatörlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, konsantrasyon ile enfeksiyon arasındaki korelasyonun saptanması amacıyla, Santa Monica Körfezi’ndeki deniz suyu kalitesi ve bu bölgedeki kullanıcılar incelenmiştir. Yapılan çalışmada enterokok değerlerinin yağmursuyu girişinin var olduğu plajlarda güvenilir bir kalite göstergesi olduğu ortaya konulmuştur (Noble vd 2003).

Güneybatı Florida Sarasota Körfezi'nde yapılan bir çalışmada, fekal koliform bakterileri, enterokoklar, *Clostridium perfringens*, ve kolifajlar seçilerek yapılan analizlerde sonuçların 5 – 4000 KOB / 100 ml arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda sahillerde bulunan atıksu arıtma tesislerinin sağlık için büyük risk oluşturduğu ifade edilmiştir (Lipp vd 2001).

Lipp vd (2002) yaptıkları bir başka çalışmada, mercan ve resifler üzerindeki mukus yapılarında enterik patojenlerin yaşam alanı oluşturabildiklerini göstermiştir. Mercanlar üzerindeki mikro tabakalarda indikatör miktarının 5 – 1000 KOB / 100 ml konsantrasyonlara ulaşabildiğini bulmuşlardır. Sonuç olarak, deniz suyunda ortalama 2,5 KOB / 100 ml gibi düşük patojen miktarına karşılık halk ve çevre sağlığı açısından risk oluşturacağını ileri sürmüşlerdir.

İstanbul Haliç'te yapılan bir çalışmada, 1998 – 2002 yılları arasında aylık olarak alınan örneklerle yapılan analizler sonucunda fekal koliform konsantrasyonunun 10^6 KOB / 100 ml ve fekal streptokok konsantrasyonunun 10^3 KOB / 100 ml olduğu hesaplanmıştır. Bu bölge endüstriyel ve evsel atık deşarjları ile sürekli kirlendiğinden henüz rekreasyonel amaçla kullanılamamaktadır. (Aslan Yılmaz vd 2004).

Evanson vd (2006), sulak alanlarla ilgili olarak yaptıkları bir çalışmada, fekal indikatör bakterilerden toplam koliform grubu, *Escherichia coli* ve enterokok gruplarını deniz suyu ve kumda incelemişlerdir. Bahar aylarında yağışlı dönemlerde toplam koliformların *Escherichia coli*'ye oranının yağmur ile artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca hem kumda hem de deniz suyunda fekal indikatör bakterilerin tuzluluk, nem ve nütrient girişleri nedeniyle gelişme olanağı bulunduğunu ve canlılıklarını sürdürebildiklerini ileri sürerek bölgede risk oluşturabileceği kanısına varmışlardır.

Antalya ve Finike bölgesinde taze plaj kumunda uzaklık ve çevresel koşullara bağlı tane boyutu ve ağır mineral dağılımının incelendiği bir çalışmada, 22 farklı plaj boyunca sedimanda araştırma yapılmıştır. Buna göre Antalya Körfezi doğusundaki 0,41 – 0,92 mm çaptaki taneler orta boy kum, 1 – 2 mm taneler iri boy kum olarak sınıflandırılmıştır. Burada 1 – 2 mm çapa sahip taneler baskındır. Bu sınıflamanın tam tersine körfezin batısında plaj bileşimi çakıl taşı ağırlıklıdır. Konyaaltı ve Lara plajları %51 – %96 yığın sedimandır (Ergin vd 2007). Plajda kum tanelerinin boyutu azaldıkça,

mikroorganizmaların tutunabileceği yüzey alanı artar. İndikatör bakteriler, gelişme alanı bulunduğu, canlılıklarını daha uzun süre sürdürebilirler.

Su aracılığıyla sağlığı tehdit eden mikroorganizmalarda izlenen kriter, patojenik mikroorganizmaların enfeksiyon oluşturan dozudur. Enfeksiyon oluşturan doz, enfeksiyon oluşturma için gerekli minimum mikroorganizma sayısı olarak tanımlanır ve organizma tipine göre değişir. Genel olarak virüsler ve protozoonlar düşük enfeksiyon dozlarına sahiptir (Cornax vd 1990, Borrego ve Figueras 1997).

Evsel atıksu ile kontamine olmuş denizel rekreasyonel sularda yüzme ile ilgili önemli hastalıkların değerlendirildiği bir çalışmada, kullanıcıların süresi 4 – 8 gün arasında değişen süreler içinde hastalıklara maruz kalabildiği bildirilmiştir. Yüzücülerde, gastrointestinal rahatsızlıklar, şiddetli – kısa süreli ateşli solunum hastalıkları, kulak ve göz enfeksiyonları gözlemiştir. Çalışmada katılanlardan, %34,5'inin gastrointestinal rahatsızlıklara, %65,8'inin kulak enfeksiyonlarına maruz kaldığı bildirilmiştir (Fleisher vd 1998).

Amerika'da yapılan bir çalışmada, rekreasyonel sularla ilgili hastalıklar için epidemiyolojik çalışmaların rapor edilen sonuçlarının geçerliliğinin hastalık nedeniyle rapor edilen belirtilere bağlı olduğu bildirilmiştir. Risk anlayış eğilimi sadece cilt şikâyetleri için geçerlidir. Yapılan araştırmaların sonuçları, yüzme alanında yüzme suyu ile birincil (doğrudan) temasta bulunan kişilerin, ikincil rekreasyon yapan kullanıcılara oranla 3,5 kat daha fazla cilt rahatsızlığı bildirdiğini göstermektedir. Birincil rekreasyonda bulunan kullanıcılar 10,63 kat daha yüksek oranla hastalık riskine maruz kalmaktadırlar. Bölgede cilt rahatsızlıkları için spesifik tekerrür oranı yüzücüler arasında 469, yüzmeyenler arasında 595'tir (Fleisher ve Kay 2006).

Wade vd (2006), Amerika'da yapılan bir çalışmada rekreasyonel su kalitesi ile ilişkili olarak, yüzmeye bağlı gastrointestinal hastalıkların tahminine yönelik hızlı indikatör ölçümü yöntemi uygulamıştır. Rekreasyonel su kalitesi standart metotlarla ölçüldüğünde, sonuçların elde edilmesi en az 24 saat almaktadır. Bu durum aynı gün içinde suyun kalitesi ile ilgili bilgi edinilmesini imkânsız hale getirmektedir. Su örneklerinde kantitatif PCR (Polymerase Chain Reaction) metodu ile *Enterococcus* ve *Bacteroides* türleri test edilmiştir. Sonuçlar plajı düzenli olarak kullanan kişilerin yüzme

aktivitesi sonunda bildirdikleri gastrointestinal hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. *Enterococcus* türleri ile gastrointestinal rahatsızlıklardaki artış pozitif eğilim göstermektedir.

Wiedenmann vd (2006) rekreasyon amacıyla kullanılan tatlı sularda, yüzmeden kaynaklanan hastalık riskleri ve *E.coli*, intestinal enterokok, *Clostridium perfringens* ve somatik kolifaj konsantrasyonları değerlendirmiştir. Alınan su numunelerinin ortalaması 100 ml’de % dağılım olarak 100 KOB *E.coli*, 25 KOB intestinal enterokok, 10 KOB *Clostridium perfringens* ve 10 KOB somatik kolifaj bulunduğunu göstermiştir

Bonilla vd (2007), Güney Florida’da yapılan bir çalışmada, plaj kumunda bulunan fekal indikatörlerin baskınlığı ve dağılımı ile plaj kumuna maruz kalma ile ilişkili sağlık etkilerinin ön değerlendirmesini yapmıştır. 100 gram kum numunesi ile 100 ml su numunesi içindeki bakteri konsantrasyonu karşılaştırıldığında ıslak kumda 2 – 23 kat, kuru kumda 30 – 460 kat daha yüksek konsantrasyonda bakteri bulunduğu bildirilmiştir. Lojistik regresyon analizi sonuçları, gastrointestinal hastalıklara yakalanma dozunun ıslak kum ve suda geçirilen zamanla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Kanalizasyon suyunun, hasta insan ve hayvan dışkılarında bulunan patojenleri de içerdiği bilinmektedir. Ancak bu bakterilerin sayıları, fiziksel seyreltme ve mikrobiyal inaktivasyon mekanizmaları ile aniden azaltılabilir. Bu mekanizmalar, su sıcaklığı, adsorbsiyon ve sedimentasyon olayları, ağır metallerin toksik etkileri, güneş ışığı, bakteri, virüsler ve protozoonlar tarafından parçalanma, besin eksikliği, yerli flora ile rekabet gibi değişik fizikokimyasal ve biyolojik faktörlere dayanır (Cornax vd 1990, Özkanca vd 1995, Kimiran 1999, Borrego vd 1983).

Görülebilir ışığın, laboratuvar koşullarında yapay deniz suyunda test edilen *E.coli*, *Salmonella paratyphi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Candida albicans* gibi bakterilerde hareketsizlik etkisi yarattığı tespit edilmiştir (Cornax vd 1990). Deniz suyundaki mikroorganizma üremesi üzerine ultraviyole ve güneş ışığının etkisi olduğu bilinmektedir. Deniz suyunda enterokoklar 2,4 gün canlılığını sürdürebilirken, *E.coli* 0,8 gün canlılığını sürdürebilmektedir. (Noble vd 2003, Elmanama vd 2005, Kimiran 1999).

Deniz suyu sıcaklığının bakteriler üzerine olan etkisi hakkında pek çok araştırmacı inceleme yapmış ve 10°C ye kadar ki sıcaklık derecelerinin bakterileri etkilemediği, fakat bundan yüksek sıcaklıkların bakterilerin ölümlerine neden olduğunu belirtmişlerdir (Medema vd 1997, Serrano vd 1998). Bununla birlikte, sıcaklığın denizlerde bakterilerin yok olmasında önemli bir role sahip olmadığını öne süren çalışmalar da bulunmaktadır (Kimiran 1999).

Bazı çalışmalarda, deniz suyu tuzluluğunun mikroorganizma üremesi üzerine etkili olmadığı ortaya konmuştur (Gauthier vd 1987, Munro vd 1987). Ancak pek çok araştırmacı bu etkinin ikincil olduğunu ileri sürmektedirler. Nitekim bazı araştırmacılar, doğal ve taze deniz suyunun sentetik hazırlanmış deniz suyundan fazla bakterisid etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır (Kimiran 1999).

Gerek sentetik ve gerekse doğal deniz suyunda, bakterilerin yok edilmesini karşılaştırmalı olarak inceleyen bazı araştırmacılar, bakterilerin yok olmasında bakır, nikel, çinko gibi bazı metalik iyonların toksik etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Daha sonra metallerin, deniz suyundaki bakterilerin yok edilmesinde ne dereceye kadar etkili olduklarını anlamak üzere pek çok deney yapılmış ve en önemli antibakteriyel etkiye sahip metallerin civa, kadmiyum ve kurşun olduğu belirtilmiştir. pH' daki küçük değişikliklerin bakteriler üzerine olan etkisi hakkında etraflı bir bilgi yoktur. Gerçekte de bir kanalizasyonun denize boşaldığı yerde pH değişikliğinin çok az olduğu ortaya çıkarılmıştır (Kimiran 1999).

Arsenik, civa, kadmiyum, kurşun gibi toksik metaller, doğal olarak deniz suyunda çok düşük yoğunluklarda bulunurlar. Bunlar, genellikle endüstriyel etkinlikler sonucunda denizlere atıldıkları için, denizlere fazla miktarlarda girebilirler. Bu metaller, besin zinciri yoluyla girdikleri deniz organizmalarının dokularında, özellikle kemiklerinde birikme eğiliminde olan hücre zehirleri olup, onlarla beslenen insanlarda da kronik zehirlenmelere neden olurlar (Kimiran 1999).

Deniz suyunun kendi kendini bakteri kirliliğinden arıtma özelliğinde olduğu, birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Ayrıca denizlerde, canlılar tarafından meydana getirilen sekresyonlarında antibakteriyel bir özelliğe sahip olduğu yapılan deneyler sonucunda anlaşılmıştır. Deniz suyunun oksijen konsantrasyonunun, bakterilerin

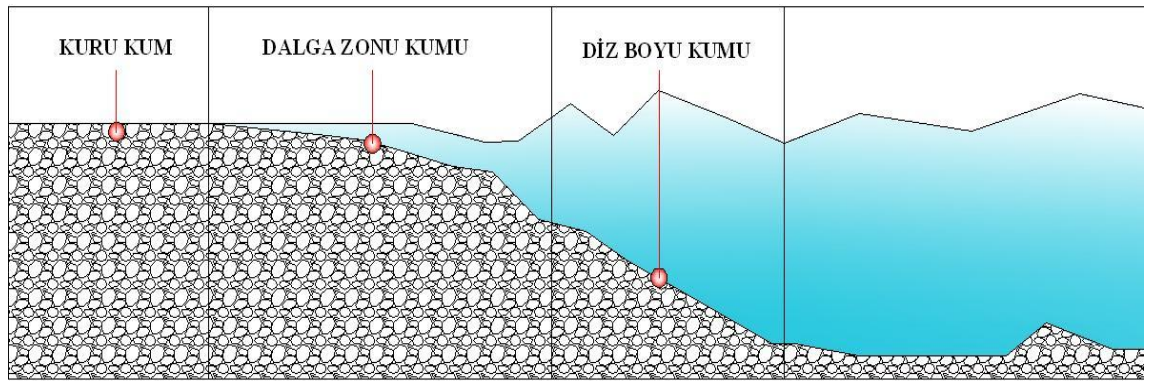
çoğalmasını bariz bir şekilde etkilediği, ayrıca, organik madde fazlalığının, denizde bakterilerin üremesi için uygun bir ortam hazırladığı belirtilmektedir. Atık sularla denizlere taşınan bakteriyofajlar ve *Bdellovibrio* gibi predatör organizmaların da deniz suyundaki indikatör bakterilerin üremesinde etkili olabildikleri ifade edilmiştir (Kimiran 1999).

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

Antalya ili merkezinde bulunan ve en sık kullanılan Konyaaltı Plajı ve Lara Plajı üzerinde örnekleme yapılmıştır. İncelenmiş olan bölgelerde deniz suyu ve plaj kumu örnekleri içindeki mikroorganizmalardan tez kapsamında seçilen türler materyal olarak kullanılmıştır. Bu türler *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Salmonella* spp., maya – mantarlar ve *Pseudomonas* spp.’dir. Konyaaltı ve Lara plajında seçilen örnekleme noktalarının tümünde farklı zamanlarda ve farklı oranlarda tüm türlere rastlanmıştır. Örnekler içerisinde bulunan mikroorganizmaların konsantrasyonları, arazide numune alındığı andaki fiziksel koşullarla ilişkilendirilmeye ve mevcut standartlarla kıyaslanarak plajın mikrobiyolojik kalitesi değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Materyal olarak seçilen türler örnekleme noktalarında deniz suyunda ve plaj kumunda aranmıştır. Plaj kumu sahil üzerinde üç farklı bölgeden toplanmıştır. Bu bölgelerden birincisi kuru kum olarak nitelendirilen örneklerin toplandığı ve halkın rekreasyon amacıyla kullandığı deniz suyunun dışında kalan bölgedir. İkincisi dalga zonu olarak nitelendirilen örneklerin toplandığı ve özellikle çocukların oyun oynadığı dalgaların ıslatıp çekildiği yarı ıslak bölgedir. Üçüncüsü ise ıslak kum olarak nitelendirilen diz boyu seviyesindeki, deniz suyunun içinde bulunan dip kumu örneklerinin toplandığı deniz dibi bölgesidir.



Şekil 3.1. Materyallerin toplandığı bölgeler

3.2. Metot

Tez çalışması büro, saha ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Büro çalışmaları, tezin araştırma, yorumlama ve yazım çalışmalarını kapsamaktadır. Tez konusunun belirlenmesiyle deniz suyu kalitesini, plaj kumu kalitesini, sahillerdeki mikrobiyolojik kirlilikten kaynaklanan hastalıklarla ilgili epidemiyolojik çalışmaları içeren makaleler, raporlar ve yasal düzenlemeler derlenerek araştırma ile ilgili bilgi edinilmiştir. Büro çalışmalarının son safhasında arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen veriler düzenlenip, tez kurallarına uygun biçimde yazılmıştır.

Arazi çalışmaları kapsamında, Haziran 08 – Eylül 08 süresince her 15 günde bir, Eylül 08 – Mart 09 süresince iki ayda bir düzenli olarak numuneler alınmıştır. Arazide numune alındığı anda deniz suyu sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk ve çözülmüş oksijen konsantrasyonu ölçülmüş, o anda denizi ve plajı rekreasyon amacıyla kullananların sayıları kaydedilmiştir. Çalışma süresince iki farklı plajda, altı farklı örnekleme noktasından 69 deniz suyu numunesi, 23 nehir suyu numunesi, 207 kum numunesi toplanmıştır.

Laboratuvar çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 345 deniz suyu analizi, 115 nehir suyu analizi ve 1035 kum analizi yapılmıştır. Bu analizler mikrobiyolojik verilere yöneliktir.

3.3. Bölgenin Genel Özellikleri

Akdeniz Atlas Okyanusu'na bağlı, kuzeyinde Avrupa, güneyinde Afrika, doğusunda Asya kıtaları bulunan deniz. 2.5 milyon km² bir alan kaplayan deniz Cebelitarık Boğazı ile Atlas Okyanusu'ndan, Süveyş Kanalı ile de Kızıldeniz'den ayrılır.

Akdeniz'e kıyısı olan 21 ülke vardır. Kuzeyden güneye; Suriye, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Kıbrıs Cumhuriyeti, Lübnan, Filistin ve İsrail. Batıdan doğuya; İspanya, Fransa, Monako, İtalya, Malta, Slovenya, Hırvatistan, Bosna-Hersek, Karadağ, Arnavutluk, Yunanistan, Türkiye .Doğudan batıya; Mısır, Libya, Tunus, Cezayir ve Fas.

3.3.1. Antalya ili

Antalya, Türkiye'nin önemli turizm merkezlerinden biridir. Turizm, il ve kent merkezi ekonomisini belirler. Antalya aynı zamanda, Türkiye'nin büyük ölçekli göç alan kentlerinden biridir. Nüfusu 2008 yılsonu itibariyle 913.000'dir.

Çizelge 3.1. Antalya ili ekonomik ve sosyal göstergeleri (ANONİM XVIII 2009)

2000 Yılı Verileri	Miktar	Türkiye sırası	Türkiye ortalaması
Nüfus Yoğunluğu	84	26	88
Yıllık nüfus artış hızı(%)	41.79	1	18.28
Şehirleşme oranı(%)	54.45	42	64.90
Kişi başına toplam elektrik tüketimi(kWh)	1 406	23	1 433
Kişi başına sanayide elektrik tüketimi(kWh)	262	50	720
Kişi başına konutta elektrik tüketimi(kWh)	393	8	336
Hekim başına nüfus	779	10	787
10 bin kişiye düşen özel oto sayısı	885	8	652
10 bin kişiye düşen motorlu kara taşıtı sayısı	1 740	4	1 056
Yeterli içme suyu olan kırsal nüfus oranı(%)	86.16	43	84.98
2000 Yılı Verileri	Miktar	Türkiye sırası	Türkiye geneli(%)
Yüzölçümü	20 591	5	2.64
Nüfus	1 719 751	7	2.54
Toplam tarımsal üretim (milyar TL/bitki, canlı)	814 915	7	3.05
Toplam elektrik tüketimi (MWh)	2 418 143	9	2.49
Sanayide elektrik tüketimi (MWh)	449 837	24	0.92
Toplam hekim sayısı	2 207	6	2.56
Özel oto sayısı	152 116	5	3.44
Motorlu kara taşıtı sayısı	299 267	4	4.18

Çizelge 3.2. Antalya ili nüfus verileri (ANONİM XVIII 2009)

2000 Yılı Nüfus Verileri	Toplam	Şehir	Köy	Artış hızı(%)
Antalya İl	1 719 751	936 330	783 421	41,79
Merkez	714 129	603 190	110 939	46,44

3.3.2. İlin coğrafi durumu

Antalya ili ülkemizin güneybatısında 32°27' – 29°14' doğu boylamları ile 36°07' – 37°29' kuzey enlemleri arasında yer alır. Ülke yüz ölçümünün %2,6'sıdır. Antalya güneyde Akdeniz ile çevreli olup batıdan doğuya Muğla, Burdur, Isparta, Konya ve İçel illeri ile komşudur. Antalya ovası ve bu ovanın iç kesimlerinin doğu ve batı yakasında yükselen Batı Toroslar, ilin genel morfolojik yapısını oluşturur. Dağlar kıyılarda maki, iç kesimlerde ise ormanlarla örtülüdür. Ovalık alanların dar, dağlık alanların ise geniş olması nedeniyle kırsal yerleşimlerin yarıdan fazlası dağ eteklerinde ve yamaçlarında yer alır. Orman yerleşme düzeninde önemli rol oynar. Köylerin yaklaşık %80'i orman içinde ya da kenarında kurulmuştur. Antalya'da, Akdeniz iklimi ile yayla iklimi birkaç km ara ile birleşmektedir. Bu yüzden bir yandan Akdeniz ikliminin, diğer yandan yayla ikliminin tüm bitkileri yetişir. Antalya'da nüfus kıyı ovalarında toplanmıştır. Bunun yanı sıra Elmalı, Korkuteli düzlükleri nüfus yoğunluğu yüksek alanlardır. Nüfus yoğunluğu, iç bölgelere göre kıyılarda daha yüksektir (ANONİM XIX 2009).

Antalya ilinin genel yapısını, güneyde dik yamaçlarla kesilen Akdeniz ve kuzeyde ona koşut uzanan Toroslar belirler, Antalya kentinin batısı genel adıyla Tekeli Platosu, doğusu ise Taşeli Platosu olarak anılır. Dağlar bu iki plato arasında sık sık yükselip 2500 m'nin üzerine çıkarlar. Genç olan bu dağların ayırıcı özelliği kireç taşlarından oluşmasıdır. Platolar dağların bu özelliği nedeniyle dağınık ve bozuk bir yapı gösterirler. Antalya ovası ise iki paltonun kesiştiği körfezin kuzeyinde bir alüvyon ovasıdır. Dağlık alanlar Antalya topraklarının %75,9'udur. Eğimin %20'yi aştığı alanlar yaklaşık 12000 km²'dir. Yalnızca Antalya Körfezini oluşturan girintili kesimin kıyılarında, eğimin %10 ile %5 arasında değiştiği dar bir ova şeridi bulunmaktadır. Bu şerit, tüm il alanının %12,9'udur (ANONİM XIX 2009).

Çizelge 3.3. Antalya il topraklarının yeryüzü şekillerine göre dağılımı

Yeryüzü Şekli	Alan (ha)	Yüzde (%)
Dağlar	1.579.858,5	75.9
Platolar	222.720,5	10.7
Yaylalar	10.407,5	0.5
Ovalar	268.513,5	12.9

Çizelge 3.4. Antalya'nın Temel Coğrafik Özellikleri

Enlem (Kuzey)	36°06', 37°27'
Boylam (Doğu)	32°27', 29°14'
Yüzölçümü (km ²)	20 591
Yükseklik (m)	42
En yüksek dağ (m)	3 070
En büyük ova (km ²)	440
En uzun akarsu (km)	93
Baraj sayısı	4
Gölet sayısı	9
Doğal göl sayısı	4
Kıyı uzunluğu (km)	640
Ada sayısı	11

3.3.3. İlin topografyası ve jeomorfolojik durumu

Antalya'nın genel topografyası, şehir merkezinin engebeli kayalıklar üzerinde, denizden 30 m'ye kadar yükselen bir antik traverten teras üzerine kurulmuş olmasından dolayı eşsizdir. Topografya eğimi 17-25 km kadar çok az olup, yükseklik yaklaşık 120m'ye kadar hafifçe artmaktadır. Bu noktada en yüksek rakımı 300 m olan ikinci bir teras ortaya çıkar. İkinci terasın üzerinde topografya neredeyse Toros dağlarının eteklerine kadar unirom şekilde yükselmektedir. Bu karstik oluşum erime kanallarıyla çokça dallanmış ve parça olmuştur. Doğuya doğru; Aksu nehrinin vadisinde ve batıya doğru Konyaaltı plajının kuzeyinde traverten yıpranmış ve yüzey alüvyon ile kaplanmış, mükemmel plajlar oluşmuştur. Antalya'nın tabanı, kahve renkli, yer yer ince-orta tabakalı, yersel masif veya kalın tabakalı, sık erime boşluklu, bazen sıkı dokulu ya da süngerimsi dokulu travertenlerden oluşur. Azami 300 metre kalınlığa ulaşır. Büyük su boşalımları sırasında oluşmuştur.

Travertenler, su kaynağının laminar akımlı olduğu sığ sularda ince, derin sularda ise kalın tabakalar halinde çökelir. Su kaynağının türbülanslı akımı ise tabakalanma göstermeyen yapılar oluşturmaktadır. Düden çayı, travertenlerin yükselmesiyle gömülen kaynak sularının meydana getirdiği bir yer altı ırmağıdır. Düden çayının giriş noktasıyla, çıkış noktası arasında debisinde görülen 10 m³/s civarındaki artış, bugün travertenlerle örtülmüş olan eski kaynakların etkisiyle olmalıdır. Düden şelalesi yakınındaki bir sondajda da 82 – 106 ve 134 – 151 m'ler arasında iki kum-çakıl seviyesi geçilmiştir.

3.3.4. İklim verileri ve meteorolojik özellikler

Çizelge 3.5. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
---------	------	-------	------	-------	-------	---------	--------	---------	-------	------	-------	--------

Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2006)

Ortalama Sıcaklık (°C)	9.6	9.9	12.2	15.8	20.3	25.3	28.3	27.8	24.3	19.5	14.2	10.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	15.0	15.3	17.9	21.4	25.9	31.3	34.4	34.3	31.3	26.9	20.8	16.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.6	5.7	7.4	10.6	14.5	19.0	22.1	21.8	18.6	14.5	9.8	6.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5.3	6.1	6.9	8.0	9.9	11.6	12.0	11.6	10.0	8.1	6.3	4.9
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.4	10.4	9.0	7.3	5.4	2.9	1.5	1.5	2.0	5.6	7.8	11.5

Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2007)

En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.0	23.4	28.2	33.2	37.6	44.8	45.0	43.3	41.2	37.7	33.0	25.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-2.0	-4.0	-1.6	1.4	6.7	11.1	14.8	15.3	10.6	4.9	0.8	-1.9

En Çok Yağış (07.12.91) 228,6 kg/m²

En Hızlı Rüzgâr (22.01.98) 155,5 km/sa

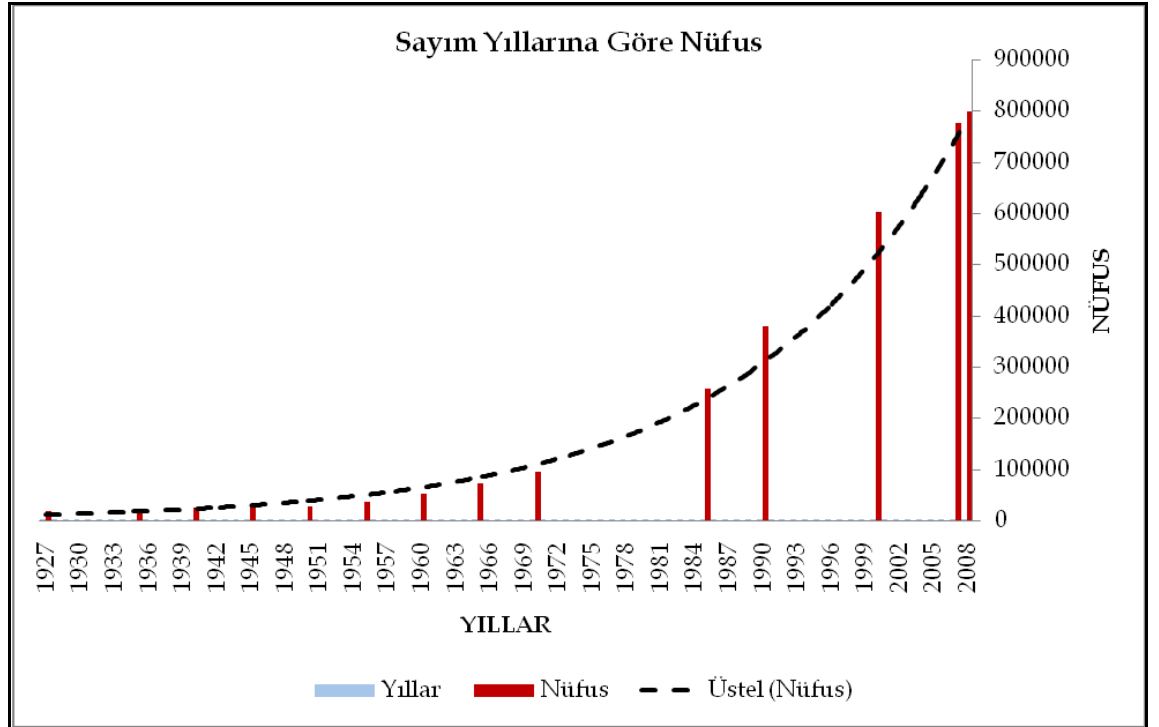
En Yüksek Kar (07.01.93) 5,0 cm

Tipik Akdeniz iklimidir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Antalya'nın ikliminin en ilginç yönlerinden biri, Türkiye'nin çoğu bölgesinde kara kış yaşanırken, şehirde görülen ılık ve güneşli havadır. Antalya'da kışın bile güneşli havada şehirde yaşayan insanlar ve bazı turistlerin denize girildiği görülmektedir. Ayrıca bazılarının denize girebildiği kış günlerinde 30 km ilerdeki Bey Dağlarında kayak yapılabilir. Bu iklim özellikleri sayesinde Antalya ili turizm faaliyetlerinin farklı tiplerinin bir arada yapılmasına olanak vermektedir.

3.3.5. Nüfus

81 il içinde nüfus artış hızı en yüksek olan ilk üç il sırasıyla Antalya, Şanlıurfa ve İstanbul'dur. 1990–2000 döneminde Antalya'nın yıllık nüfus artış hızı binde 41,8 olarak gerçekleşmiştir.

Antalya'nın nüfusu 2007'de yapılan sayıma göre 775.157'dir. Bunun 388.133'ü erkek, 387.024'ü kadındır. Türkiye'nin sekizinci büyük şehri olmakla birlikte yoğun göç almaktadır. 2008 nüfusu ise 913.000'dir. Akdeniz Bölgesi'nin Adana'dan sonra ikinci büyük şehridir ve birçok turistik özellik taşır (ANONİM XX 2009).

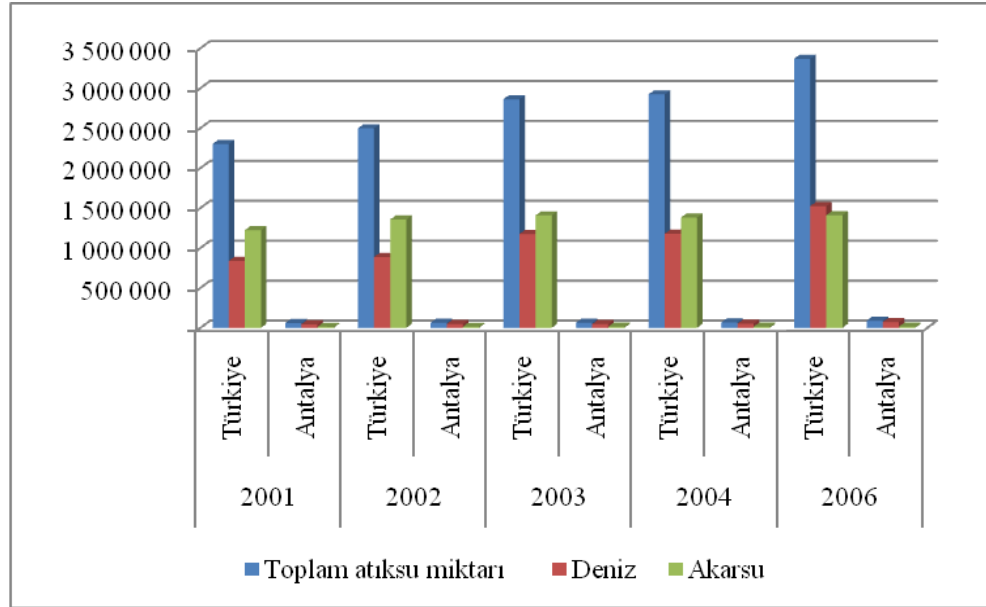


Şekil 3.2. Yıllara göre kent nüfus verileri

3.3.6. Atıksu verileri ve alıcı ortam

Çizelge 3.6. Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı (ANONİM XXII 2009)

Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı (1 000 m ³ /yıl)											
Yıl	Bölge	Toplam belediye sayısı	Anket uygulanan belediye sayısı	Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı ¹	Toplam atıksu miktarı	Alıcı Ortam					
						Deniz	Göl-Gölet	Akarsu	Arazi	Baraj	Diğer ²
2001	Türkiye	3 227	3 215	2003	2 301 150	836 495	37 974	1 222 997	41 352	88 941	73 391
	Antalya	103	103	24	59 065	44 915	-	12 801	-	-	1 349
2002	Türkiye	3 227	3 215	2115	2 497 657	885 980	38 403	1 356 298	37 013	96 435	83 528
	Antalya	103	103	28	63 100	48 500	-	13 122	57	-	1 421
2003	Türkiye	3 227	3 215	2 195	2 860 984	1 173 731	44 570	1 407 404	43 365	96 267	95 647
	Antalya	103	103	31	63 130	47 159	-	14 479	66	-	1 426
2004	Türkiye	3 225	3 213	2 226	2 922 784	1 178 001	43 006	1 380 519	40 007	99 550	181 701
	Antalya	103	103	32	68 128	52 596	-	13 981	69	-	1 482
2006	Türkiye	3 225	3 225	2 321	3 366 894	1 522 695	46 415	1 410 614	120 525	121 532	145 113
	Antalya	103	103	35	89 093	72 577	-	14 714	503	-	1 300



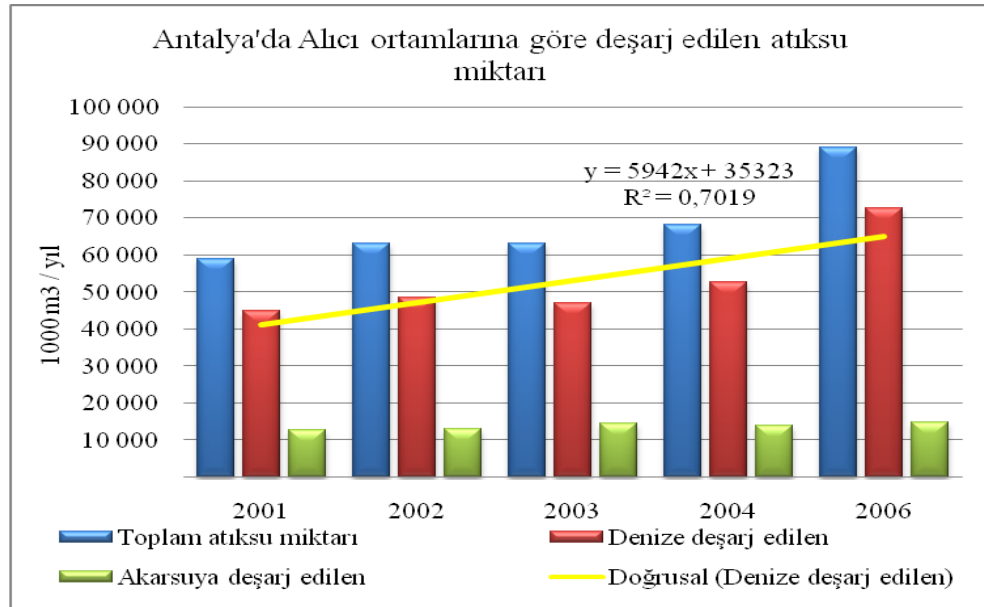
Şekil 3.3. Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı (1 000 m³/yıl)

¹ Belediye sayısına büyükşehir belediyeleri dâhil edilmiştir.

² Zer zemine, drenaj kanalına ve DSİ tahliye kanalına yapılan atıksu deşarjlarını içermektedir.

Çizelge 3.7. Antalya’da alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı
(ANONİM XXII 2009)

Alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı (1 000 m ³ /yıl)										
	Toplam belediye sayısı	Anket uygulanan belediye sayısı	Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı ¹	Toplam atıksu miktarı	Alıcı Ortam					
					Denize deşarj edilen	Göl ve gölete deşarj edilen	Akarsuya deşarj edilen	Arazi	Baraj	Diğer ²
2001	103	103	24	59 065	44 915	-	12 801	-	-	1 349
2002	103	103	28	63 100	48 500	-	13 122	57	-	1 421
2003	103	103	31	63 130	47 159	-	14 479	66	-	1 426
2004	103	103	32	68 128	52 596	-	13 981	69	-	1 482
2006	103	103	35	89 093	72 577	-	14 714	503	-	1 300



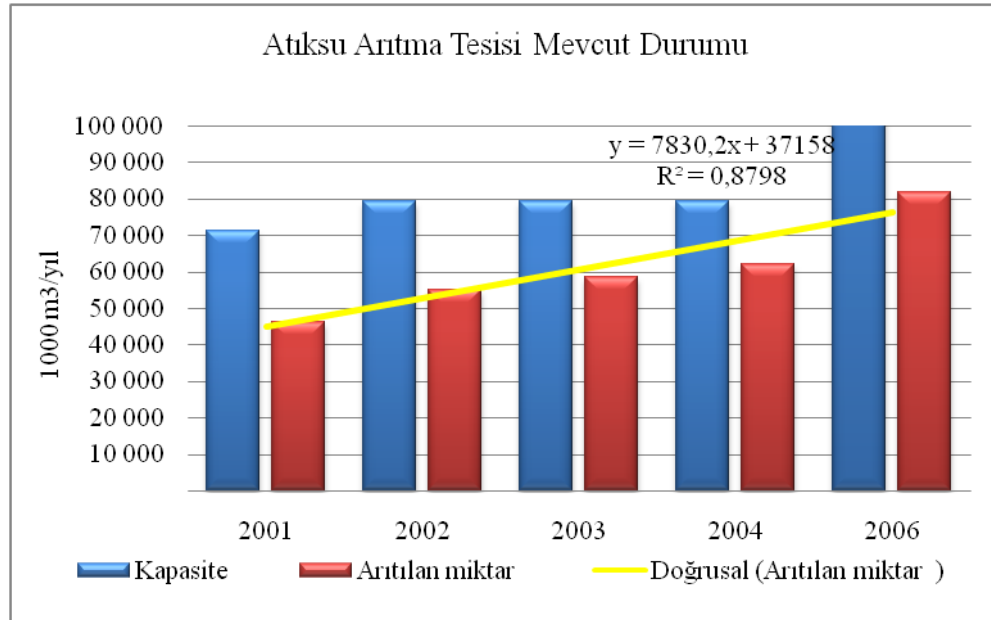
Şekil 3.4. Antalya’da alıcı ortamlarına göre deşarj edilen atıksu miktarı

¹ Belediye sayısına büyükşehir belediyeleri dâhil edilmiştir.

² Zer zemine, drenaj kanalına ve DSİ tahliye kanalına yapılan atıksu deşarjlarını içermektedir.

Çizelge 3.8. Antalya’da atıksu arıtma tesisleri mevcut durumu (ANONİM XXII 2009)

Atıksu arıtma tesisi mevcut durumu (1000 m ³ /yıl)													
	Anket uygulanan Belediye sayısı	Toplam			Fiziksel arıtma			Biyolojik arıtma			Gelişmiş arıtma		
		Tesis sayısı	Kapasite	Arıtılan miktar	Tesis sayısı	Kapasite	Arıtılan miktar	Tesis sayısı	Kapasite	Arıtılan miktar	Tesis sayısı	Kapasite	Arıtılan miktar
2001	103	15	71 206	46 071	-	-	-	15	71 206	46 071	-	-	-
2002	103	17	79 236	54 942	-	-	-	17	79 236	54 942	-	-	-
2003	103	17	79 236	58 618	-	-	-	17	79 236	58 618	-	-	-
2004	103	17	79 236	61 839	-	-	-	17	79 236	61 839	-	-	-
2006	103	19	164 493	81 773	-	-	-	13	75 636	26 244	6	88 858	55 530



Şekil 3.5. Antalya’da atıksu arıtma tesisi mevcut durumu

3.3.7. Boğaçayı havzası ve genel özellikleri

Boğaçayı havzası, Antalya’nın batısında, Olympos ve Termessos Milli Park alanlarının drenajını sağlayan Karaman, Doyran, Çandır Çaylarının birleşmesinden oluşmaktadır. Bölge, Antalya kent merkezinin 10 km kuzeybatısında yer almaktadır. Yağış alanı yaklaşık 822 km² olup, bunun 113,9 km²’si (%14) 1500 m kotun üzerindedir.

Boğaçay Havzası yaklaşık 822 km²'lik bir alanı drene etmektedir ve bugün olduğu kadar gelecekte de Antalya için önemli bir doğal kaynak olacaktır. Günümüzde havza düzensiz, yağış rejimine bağlı olarak zaman zaman taşkınlara neden olan, çevresi düzenlenmemiş bir durumdadır. Havza içinde işletilmekte olan çakıl ve kum ocakları, doğal dengeyi alt üst etmekte, nakliye kamyonları ulaşım ve çevresel sorunlar doğurmaktadır.

Boğaçayı, esas olarak yerüstü su kaynaklarından beslenmektedir. Batıdan gelen Doyran ile kuzeyden gelen Karaman Çayı birleştikten sonra Karaman Köprüsü'nün yaklaşık 1,5 km mansabında Kepez hidroelektrik santralinden bırakılan fazla sular ile birleşerek Göksu adını alır. Yaklaşık 1 – 1,5 km akıştan sonra batıdan gelen Çandır Çayı ile birleşen Göksu, Boğaçayı adını alır ve 1,5 km sonra Konyaaltı plajından Akdeniz'e dökülür.

Boğaçayı'nın döküldüğü Konyaaltı sahili üzerindeki plajların kum çakıl boyutu, batıda Phaselis koyunda 0,41 Φ – doğuda Kemer'de 1,14 Φ 'a kadar artan dağılım göstermektedir. Güneyden kuzeye doğru gidildikçe 0,84 Φ – 0,45 Φ 'a kadar azalan bir dağılım göstermektedir (Ergin vd 2007).

3.3.8. Aksu havzası ve genel özellikleri

Yeni tesis ve altyapı imarları Lara plajında halen devam etmektedir. Bölgede halen 15 tesis yaklaşık 30.000 adet yatak kapasitesi ile hizmet vermekte olup yapımı sürmekte olan diğer tesislerin tamamlanması ile yatak kapasitesi 30.000'in üzerine çıkacaktır. Antalya'nın en güzel nehirlerden biri olan Aksu nehri, Toros dağlarından doğarak Antalya şehir merkezini kat edip Akdeniz'e boşalır. Aksu bölgesi ismini bu nehirden almıştır. Aksu nehri, bölgenin en önemli antik şehirlerinden biri olan Perge'nin hemen yanında yer almaktadır. Aksu nehrinin denize döküldüğü noktada bulunan, Kundu sahili çam ormanları önünde yer alan muhteşem kumsalları ile Antalya-Lara sahiline bitişiktir. Kundu - Lara turizm merkezinin avantajları; Antalya şehir merkezine, havalimanına olan yakınlığı ve hızla büyümesidir.

Larapark adında 5 kilometrelik sahil şeridinde, 3.427 dönüm arazi üzerinde inşa edilen plajlar ve günübirlik tesisleri büyük bir turizm projesi barındırmaktadır.

Larapark plajı kumsal yapısı açısından değerlendirildiğinde % 51 - % 96 oranında bulk (yığın) sedimandır. Bu bölgedeki sediman saf kum karışım olarak tanımlanabilir (Ergin vd 2007).

3.4. Örnekleme Noktaları ve Örnekleme Periyodu

Deniz suyu ve plaj kumu örnekleri; Konyaaltı plajında Boğaçay nehrinin döküldüğü bölgeden (E1), Baki Grup 11 nolu plajdan (K1), Beach Park 3 nolu plajdan (K2) ve Lara plajında Aksu nehrinin döküldüğü bölgeden (E2), Larapark plajı üzerinde 4 nolu plajdan (L1), Larabirlik halk plajından (L2) alınmıştır (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).

Örnekler, Haziran 08 – Eylül 08 süresince her 15 günde bir, Eylül 08 – Mart 09 süresince iki ayda bir düzenli olarak alınmıştır. Deniz suyu numuneleri her iki plajda üç farklı örnekleme noktasında nehir suları ile beraber 8 ayrı numune olarak toplanmıştır. Kum numuneleri ise her bir örnekleme noktasında 3 farklı zondan (yatay katman) toplanmıştır.

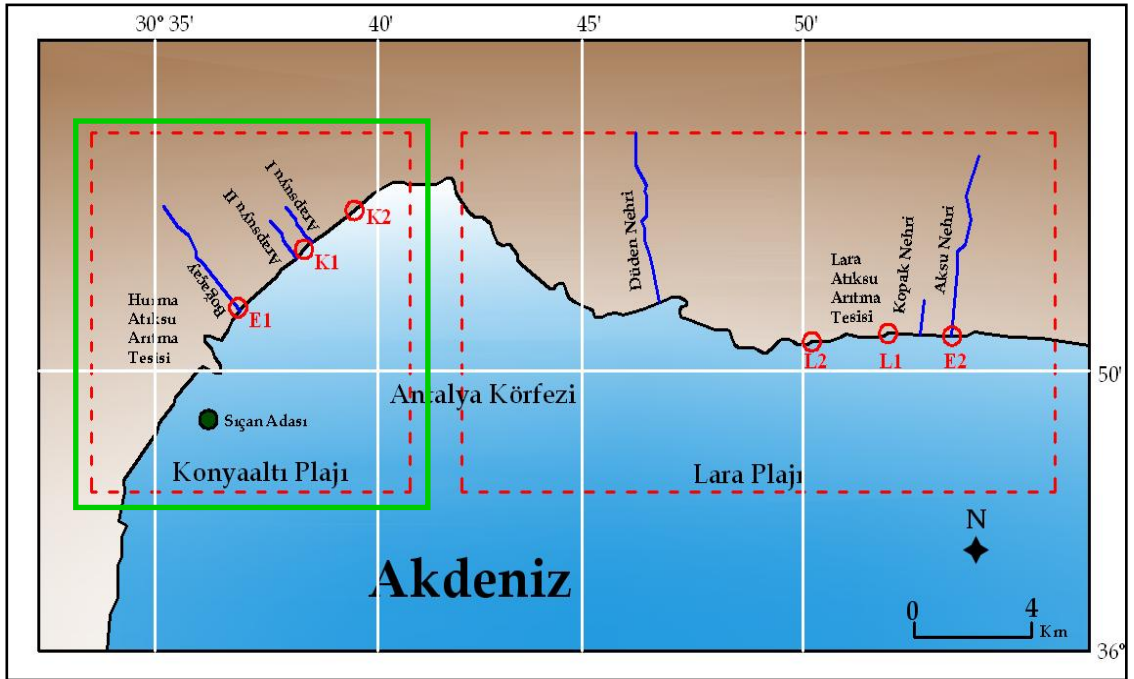


Şekil 3.6. Örnek alınan bölgeler

3.4.1. Konyaaltı plajı istasyonları ve özellikleri

Çizelge 3.9. Konyaaltı plajı istasyonları ve özellikleri

İstasyon No	İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Coğrafi Konum
1	Boğaçayı	E1 N	36° 51' 10.05" K 30° 37' 34.31" D
2	Boğaçayı Deniz	E1	36° 51' 13.00" K 30° 37' 39.36" D
3	Konyaaltı Baki 11 Nolu Plaj	K1	36° 51' 50.04" K 30° 38' 37.08" D
4	Beach Park 3 Nolu Plaj	K2	36° 52' 51.92" K 30° 40' 21.08" D



Şekil 3.7. Konyaaltı plajı istasyonları



Şekil 3.8. İstasyon E1 N'den görünüm (27.08.08)



Şekil 3.9. İstasyon E1'den görünüm (27.08.08)



Şekil 3.10. İstasyon K1'den görünüm (27.08.08)

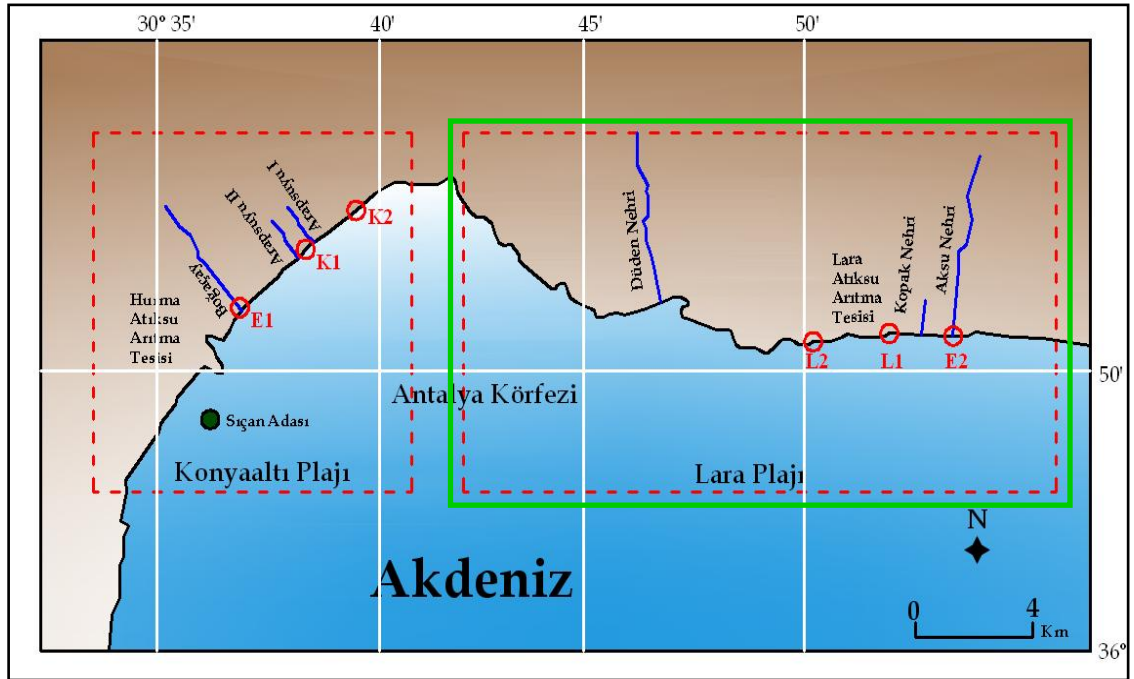


Şekil 3.11. İstasyon K2'den görünüm (27.08.08)

3.4.2. Lara plajı istasyonlar ve özellikleri

Çizelge 3.10. Lara plajı istasyonları ve özellikleri

İstasyon No	İstasyon Adı	İstasyon Kodu	Coğrafi Konum
1	Aksu Çayı	E2 N	36° 51' 19.99" K 30° 55' 17.05" D
2	Aksu Deniz	E2	36° 51' 12.13" K 30° 55' 07.74" D
3	Lara Park 4 Nolu Plaj	L1	36° 50' 59.05" K 30° 50' 34.01" D
4	Lara Birlik Halk Plajı	L2	36° 50' 52.60" K 30° 49' 30.73" D



Şekil 3.12. Lara plajı istasyonları



Şekil 3.13. İstasyon E2 N'den görünüm (23.07.08)



Şekil 3.14. İstasyon E2'den görünüm (23.07.08)



Şekil 3.15. İstasyon L1'den görünüm (23.07.08)



Şekil 3.16. İstasyon L2'den görünüm (23.07.08)

3.5. Örneklerin Toplanması

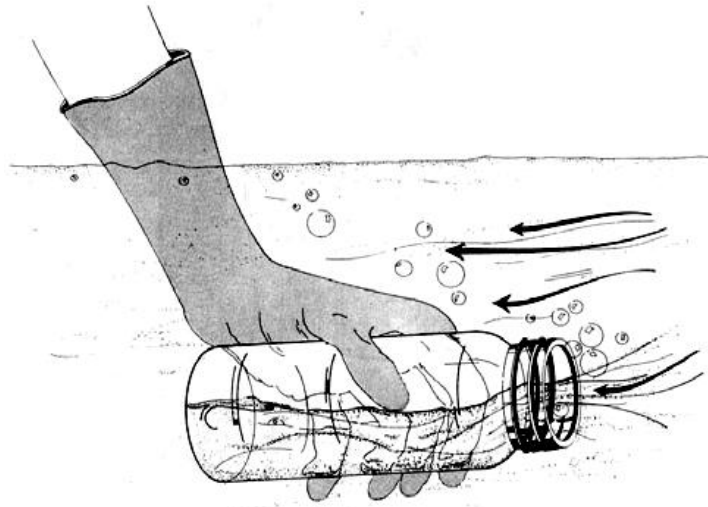
3.5.1. Deniz suyu numunelerinin alınması

Deniz suyu numuneleri, mediolittoral bölgede ($h = 40\text{--}50\text{ cm}$) diz boyu seviyesinden ve şeffaf, 1 litre hacimli, steril numune şişeleri kullanılarak alınmıştır.



Şekil 3.17. Numune şişesi

Deniz suyu numunesi alınırken steril kap su içinde açılarak su yüzeyinin 30 – 40 cm altından doldurulup şişenin kapağı su içinde kapatılmıştır. Deniz suyu örnekleri, soğutma kabini içerisinde laboratuara ulaştırıldıktan sonra 6 saat içinde mikrobiyolojik analizleri tamamlanmıştır.



Şekil 3.18. Numune alma

3.5.2. Nehir suyu numunelerinin alınması

Nehir suyu numuneleri, nehirle denizin buluşma noktasının hemen üzerinden sadece nehir suyunu karakterize edecek şekilde alınmıştır. Nehir suyu numunelerinin toplanmasında deniz suyu numuneleri için kullanılan steril kaplar kullanılmıştır. Nehrin akış yönünün aksine numune şişesi daldırılmak suretiyle örnekler toplanmıştır.

3.5.3. Plaj kumu numunelerinin toplanması

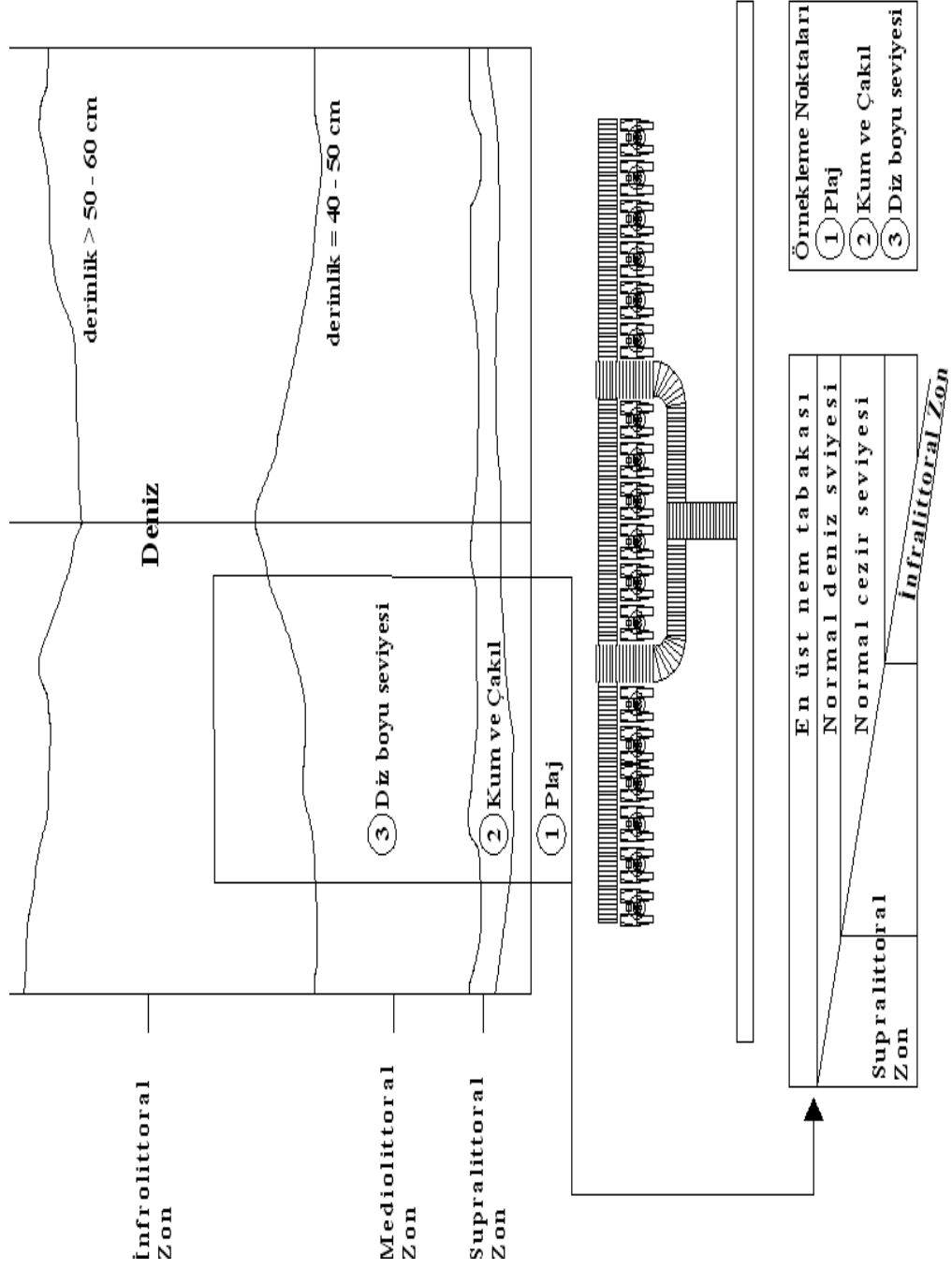
Kum numuneleri, her örnekleme noktasında 3 farklı tabakadan toplanmıştır. Bu tabakalardan biri deniz suyu numunesinin alındığı diz boyu seviyesi dip kumu, ikincisi dalga zonu ve üçüncüsü ise kullanıcıların rekreasyon amacıyla kullandığı, güneşlendiği kuru plaj bölgesidir.

Diz boyu seviyesindeki dip kumundan ve dalga zonundan alınan kumlar hemen yüzeyden, kuru plaj bölgesinden alınan kum numuneleri ise yüzeyin birkaç santimetre altındaki nemli bölgeden alınmıştır. Deniz kıyısında deniz suyu ile yüzeysel teması bulunmayan kuru plaj bölgesinin yüzeyi güneş ışınları nedeniyle sıcaktır ve UV etkisi nedeniyle kum yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar üzerinde doğal bir dezenfeksiyona neden olur. Bu nedenle bu bölgedeki numuneler yüzeyin birkaç cm altından alınır.



Şekil 3.19. Kum numunesi

Alınan tüm deniz ve nehir suyu numuneleri ile kum numuneleri, soğuk zincirde laboratuara getirilerek 4 – 6 saat içinde analizleri tamamlanmıştır.



Şekil 3.20. Örnekleme Yatay Katmanları

3.6. Arazide Tespit Edilen Meteorolojik ve Fiziksel Parametreler:

Bulutluluk oranı, rüzgâr yönü, akım yönü, suda kullanıcı yoğunluğu, plajda kullanıcı yoğunluğu, deniz aracı sayısı (bot, yat, tekne vs...), evcil ve yabanıl hayvan sayısı, moloz, hafriyat ile ilgili görsel parametreler arazide numune alındığı andaki duruma göre belirlenmiştir.

Deniz suyu alınırken aynı zamanda suyun sıcaklığı, pH'sı ve çözünmüş oksijen miktarı da ölçülmüştür. Su sıcaklığı termometre ile pH değeri pH metre ile çözünmüş oksijen miktarı ise oksimetre ile yerinde ölçülmüştür.

Deniz suyu tuzluluk miktarları (ppm) ve iletkenlik değeri (mS) ise kondüktivimetre ile yerinde tespit edilmiştir.

Arazide yerinde ölçümler ve numune alımı ile laboratuarda yapılan analizler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği – Numune Alma ve Analizleme Tebliği (ANONİM XXI 2009) ile “Standart Methodlar” (APHA vd 1995)’da belirtilen yöntemler kullanılmıştır.

Çizelge 3.11. Yerinde ölçülen parametreler, kullanılan donanım

PARAMETRE	EKİPMAN
Sıcaklık (°C)	Termometre, yerinde
pH	WTW-340 model pH metre, yerinde
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	YSI-30 model kondüktivimetre, yerinde
Tuzluluk (ppt)	YSI-30 model kondüktivimetre, yerinde
Çözünmüş Oksijen Doygunluğu (%)	YSI-50 model oksijenmetre, yerinde
Çözünmüş Oksijen Anlık (mg/l)	YSI-50 model oksijenmetre, yerinde

3.7. Laboratuarda Tespit Edilen Parametreler

Çizelge 3.12. Laboratuarda izlenen parametreler ve analiz yöntemleri

PARAMETRE	YÖNTEM	REFERANS
BOI ₅ (mg/l)	Titrimetrik yöntem	Standart Metotlar 5210 B
AKM (mg/l)	Filtrasyon ve buharlaştırma	Standart Metotlar 2540 D
<i>Escherichia coli</i> (KOB)	Membran Filtrasyon	Sartorius 14082 NKS
<i>Enterococcus</i> spp. (KOB)	Membran Filtrasyon	Sartorius 14051 NKS
<i>Salmonella</i> spp. (KOB)	Membran Filtrasyon	Sartorius 14057 NKS
Maya – Mantar (KOB)	Membran Filtrasyon	Sartorius 14069 NKS
<i>Pseudomonas</i> spp. (KOB)	Membran Filtrasyon	Sartorius 14075 NKS

3.8. Türlerin Üreme Ortamları ve Gerekli Fiziksel Şartlar

Çalışmamızda, Konyaaltı ve Lara plajları üzerinde seçilen 8 tane örnekleme noktasında, kıyının farklı katmanlarından alınan numunelerde turizm sezonu boyunca 5 farklı mikrobiyal indikatör izlenmiştir. Bunlar; *Escherichia coli*, İntestinal *Enterococcus*, *Salmonella* spp, Maya – Mantar ve *Pseudomonas* spp.'dir.

Çizelge 3.13. Türler için üreme ortamları ve fiziksel şartlar

İndikatör tür	Besiyer cinsi (Sartorius NKS)	İnkübasyon süresi (saat)	İnkübasyon sıcaklığı (°C)
<i>Escherichia coli</i>	ECD	18–24	37±1
<i>Enterococcus</i> spp.	Azide (KF Strep)	44±4	36±2
<i>Salmonella</i> spp.	Bismuth Sulfite	44±4	36±2
Maya ve Mantarlar	Sabouraud	≈120	20–25
<i>Pseudomonas</i> spp.	Cetrimide	44±4	37±1

3.9. Mikroorganizmaların Membran Filtre Yöntemi ile Tayini

Deniz suyu, distile suyla 10 kat seyreltildi. Üçlü manifold 1 litrelik erlenmayer şişesine bağlandı. Ekimi yapılacak tür için uygun por çapına sahip steril membran filtre kağıtları üçlü manifolda yerleştirildi. Düzeneğe bağlanan vakum pompası yardımı ile seyreltilmiş numune filtrelerden süzülüp uygun besiyerine yerleştirildi. Üretici firma tarafından önerilen sıcaklıkta ve sürede, Çizelge 3.13'de gösterilen sıcaklık ve sürede inkübe edildi.



Şekil 3.21. Membran Filtre Yöntemi

Plaj kumu ve çakıl numuneleri içindeki mikrobiyolojik indikatörlerin tayininde ise kum numunesinden 50 gr tartılıp 500 ml distile su içinde el ile iyice çalkalanıp çökmeye bırakıldıktan sonra üzerindeki duru suyun 100 ml'sinin süzülmesi ile tayin edilmiştir. Sonuçlar KOB/ 100 ml su – 10 gr kum cinsinden ifade edilmiştir.

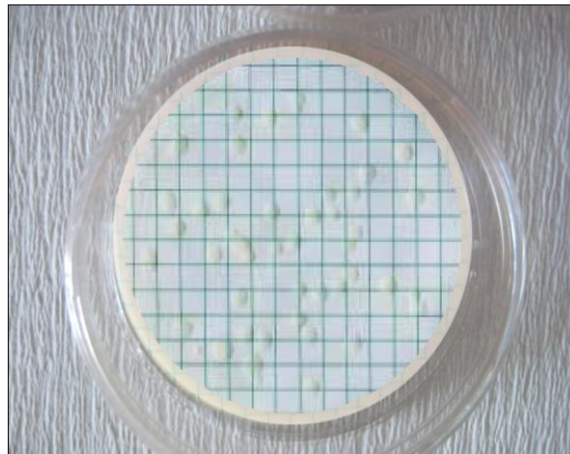
Nehirlerden alınan numuneler de 100 kat seyreltilerek deniz suyu numunelerinde izlenen yol takip edilerek süzülüp inkübe edildi.

Tüm numunelerden hazırlanan örneklerde *Enterococcus* analizi için Azide, *Salmonella* analizi için Bismuth Sulfite, *E.coli* tespiti için ECD, Maya ve Mantar türlerinin tayini için Sabouraud ve *Pseudomonas* türlerinin analizi için de Cetrimide (NKS) nutrient ped sistemleri kullanılmıştır.

Örneklerde bulunan tüm mikroorganizmalardan filtrenin por çapından büyük çapa sahip olanlar filtre üzerinde kalmaktadır. Bu mikroorganizmalardan geliştirilmek istenen tür uygun ayırt edici besiyer üzerinde gelişmektedir. Mikroorganizmaları büyüklüklerine göre üzerinde tutmuş olan membran filtre kâğıdı, petri kutuları içindeki susuzlaştırılmış besiyeriyle doyurulmuş yastıkların üzerine yerleştirilirken hava kabarcıklarının kalmamasına dikkat edilmelidir. Aksi halde filtre üzerinde kalan mikroorganizmalar besiyeri ile temas edemediği için gelişmesi mümkün olmamaktadır.

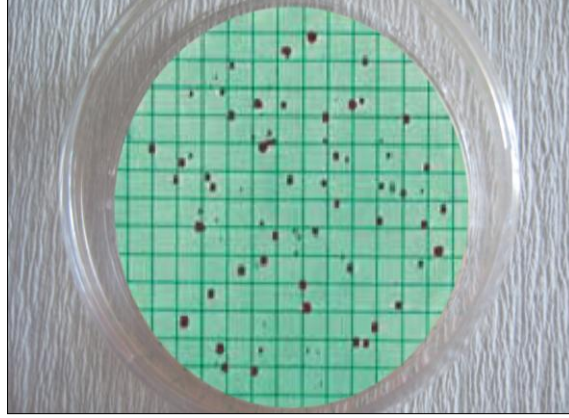
3.10. Değerlendirme ve Tipik Sonuçlar

E.coli 'yi doğrulamak için bir damla Kovacs' indol ayıracı damlatılır. Birkaç saniye sonra kiraz kırmızısı bir renk gelişmesi "pozitif reaksiyon" olarak değerlendirilir. Kolonilerin UV ışığı altında mavi floresan vermesi *E.coli* olduğunu gösterir. Bu besiyeri ISO 9308-1'e göre *E.coli* 'nin hızlı tanısı için kullanılabilir.



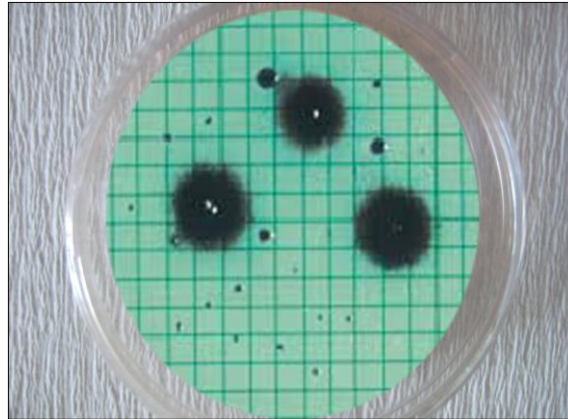
Şekil 3.22. *Escherichia coli*

Enterokoklar, pembe, kırmızıdan kırmızımsı kahverengine değişen renklerde ve 0,5-2,0 mm (genellikle yaklaşık 1 mm) apında ve düzgün kenarlı koloniler oluştururlar. Dehidre besiyeri rengineki değişiklikler, hedef mikroorganizmanın gelişimini ve sayısını etkilemez.



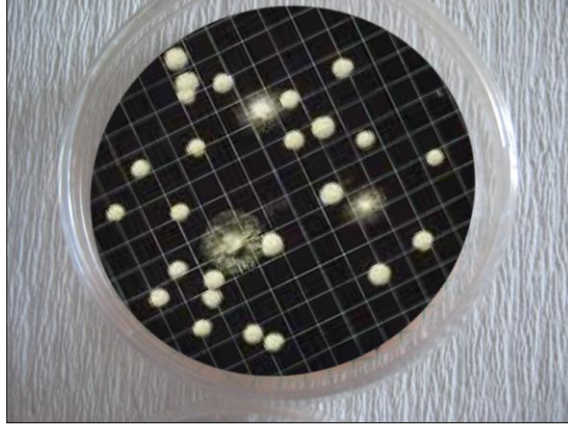
şekil 3.23. *Enterococcus* spp.

Salmonella serotiplerinin çoğu; açık renkli koloniler oluştururlar. Bu kolonilerin merkezi kahverenginden siyaha doğru değişir ve metalik parıltıya sahip siyah bir alan ile çevrili parlak renkli koloniler (balıkgözü) şeklindedir. Bazı *Salmonella* türleri bu tipik zona sahip olmayan, koyu kahveden siyaha kadar değişebilen koloniler şeklinde gelişme gösterirler.



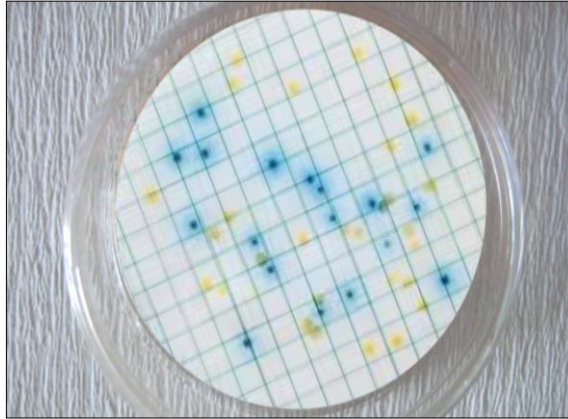
şekil 3.24. *Salmonella* spp.

Mayalar genellikle düz, beyaz veya renkli koloniler oluştururlar. Mantarlar üremenin erken safhasında kadifemsi veya tüylü, pamuğa benzer koloniler oluştururlar. Konidiospor oluşumundan sonra çeşitli renkler alabilirler.



Şekil 3.25. Maya ve mantarlar

Pseudomonas aeruginosa 1-2 mm çapında mavi ve mavi zonlu koloniler oluşturur. Koloni rengi bazen mavimsi yeşil, sarımsı yeşil ya da renksiz olabilir. Koloniler piyosiyanin ve flurosein pigmentleri üretirler ve UV ışığı altında floresan verirler. Diğer *Pseudomonas* türleri farklı renkte koloniler oluştururlar. Sayılan koloniler seyreltme oranı göze alınarak hesaplanıp KOB/ 100 ml olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.26. *Pseudomonas* spp.

4. BULGULAR

4.1. Deniz Suyu Ölçüm ve Analiz Sonuçlarının Ortalaması

Arazide yapılan ölçümler Konyaaltı plajında ortalama sıcaklığın 26,1 °C, ortalama pH'ın 7.9, ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun % 86,9, ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 8,1 mg/l, ortalama tuzluluğun 31,3 ppt, ortalama iletkenliğin 50,3 mS olduğunu göstermektedir. Lara plajında ortalama sıcaklığın 25,7 °C, ortalama pH'ın 7.9, ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun % 88,8, ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 7,0 mg/l, ortalama tuzluluğun 32,4 ppt, ortalama iletkenliğin 49,7 mS olduğunu göstermektedir.

Laboratuarda yapılan analizler Konyaaltı plajında ortalama askıda katı madde miktarının 58,3 mg/l ve ortalama beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacının 2,4 mg/l olduğunu göstermektedir. Lara plajında ortalama askıda katı madde miktarının 63,8 mg/l ve ortalama beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacının 2,3 mg/l olduğunu göstermektedir.

Mikrobiyolojik veriler incelendiğinde ise Konyaaltı plajından toplanan deniz suyu numuneleri ortalama olarak 61 KOB/100 ml *Enterococcus* spp., 97 KOB/100ml *Salmonella* spp., 92 KOB/100 ml *E.coli*, 131 KOB/100 ml Maya – Mantar ve 182 KOB/100 ml *Pseudomonas* spp. içermektedir. Lara plajından toplanan deniz suyu numuneleri ortalama olarak 103 KOB/100 ml *Enterococcus* spp., 77 KOB/100ml *Salmonella* spp., 69 KOB/100 ml *E.coli*, 114 KOB/100 ml Maya – Mantar ve 97 KOB/100 ml *Pseudomonas* spp. içermektedir.

Çalışma sırasında Konyaaltı sahilinde suyu kullananların ortalaması 35 iken plajı kullananların ortalaması 47'dir. Lara sahilinde suyu kullananların ortalaması 18 iken plajı kullananların ortalaması 22'dir.

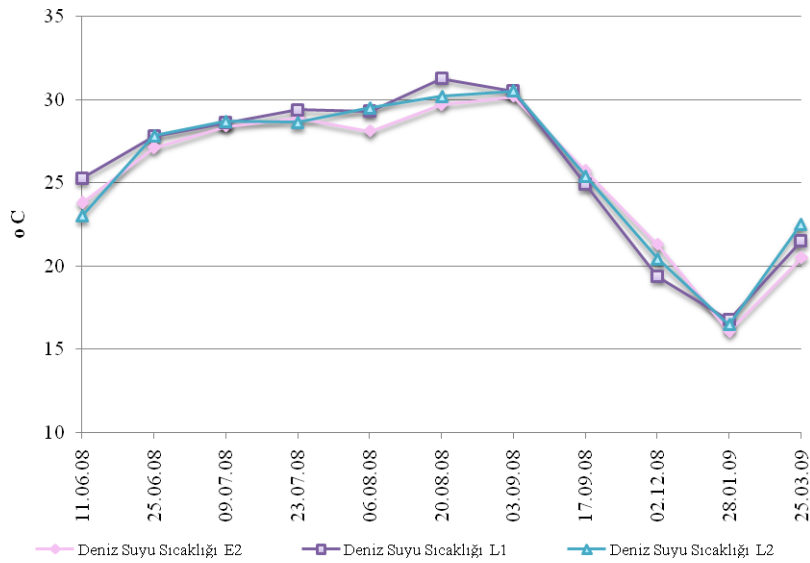
4.2. Deniz Suyu Analizlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

4.2.1. Deniz suyu sıcaklığı

Deniz suyu sıcaklığı, Konyaaltı plajında en yüksek 33,6 °C ve en düşük 15,0 °C, Lara plajında en yüksek 31,3 °C ve en düşük 16,1 °C ölçülmüştür. Her iki plajda da en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında ve en düşük sıcaklıklar Ocak ayında ölçülmüştür. Her iki plajda seçilen tüm istasyonlar için artış ve azalış doğru orantılıdır. İki plaj karşılaştırıldığında aralarındaki ilişkinin doğru orantılı olduğu görülebilmektedir. Sıcaklığın mevsimsel değişimi literatüre uygundur. E1 ve E2 istasyonları tatlı su karışım noktası olması nedeniyle nispeten düşük sıcaklık değerleri göstermektedir.



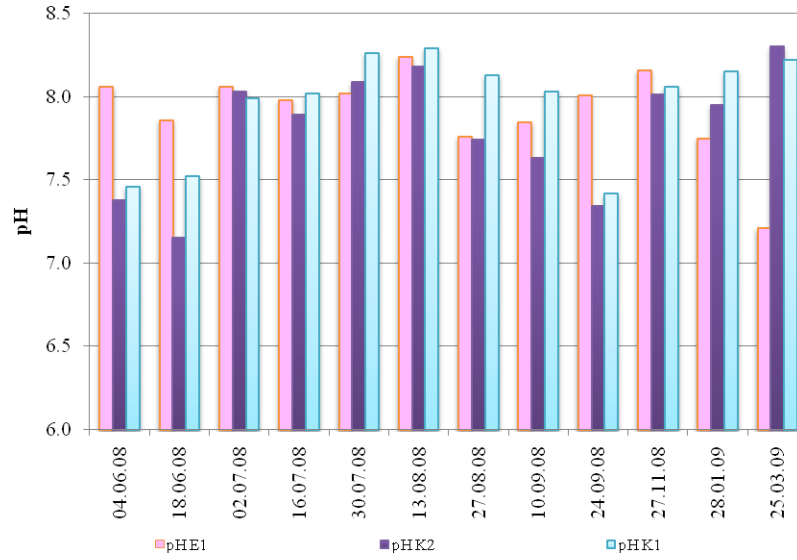
Şekil 4.1. Konyaaltı plajı sıcaklık – zaman değişimi



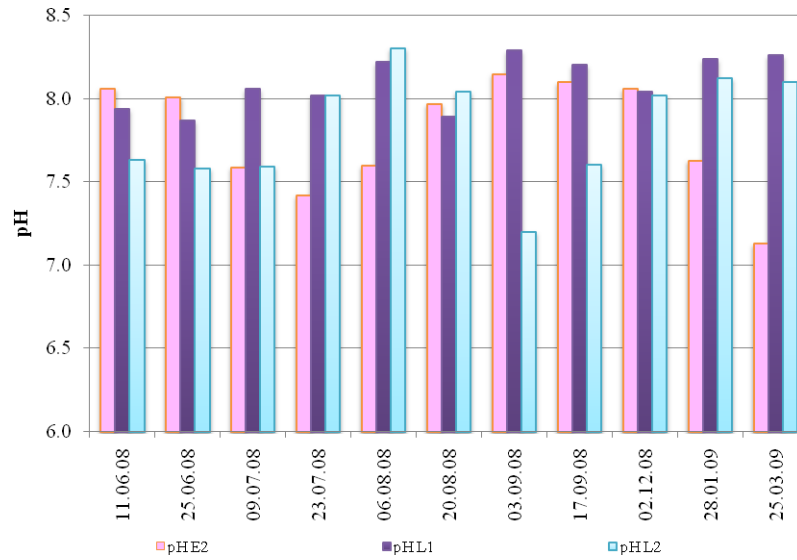
Şekil 4.2. Lara plajı sıcaklık – zaman değişimi

4.2.2. pH

Deniz suyu tampon çözelti karakterinde olduğundan, pH değerine etkiyen faktörleri hızla etkisizleştirebilir. Yaz aylarında kış aylarına oranla daha düşük pH değerleri görülmektedir. Bu durum yaz aylarında suya daha fazla atmosferik CO₂ girdisi olmasından kaynaklanabilir. “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği” kapsamında verilen çeşitli sınıflardaki deniz suları için belirlenen pH aralığı 6 – 9’dur. Grafikler incelendiğinde pH verilerinin tamamının mevzuata uygun aralıkta olduğu söylenebilir. Maksimum pH değeri Konyaaltı ve Lara plajında 8.3, minimum pH Konyaaltı plajında 7.2 ve Lara plajında 7.1’dir. Ortalama pH değerleri ise Konyaaltı plajında 7.9, Lara plajında 7.9’dur.



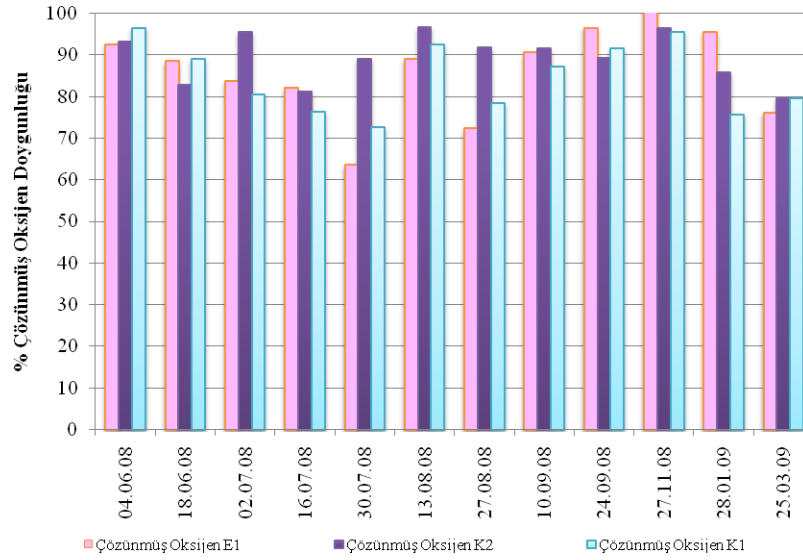
Şekil 4.3. Konyaaltı plajı pH – zaman değişimi



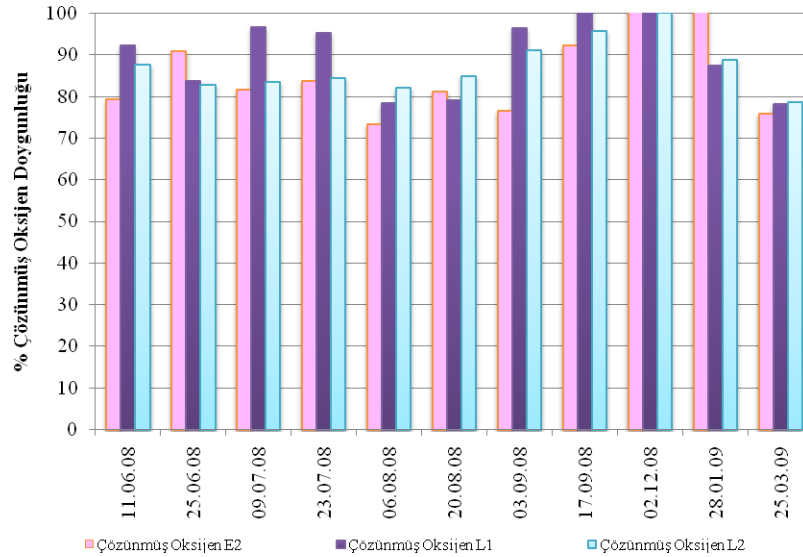
Şekil 4.4. Lara plajı pH – zaman değişimi

4.2.3. Çözünmüş oksijen doygunluğu

Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan suların sağlanması gereken kalite kriterlerine göre çözünmüş oksijene doygunluğun % 80 – 120 arasında bulunması gerekliliği görülmektedir. Veriler incelendiğinde, çözünmüş oksijen doygunluğunun en düşük değerinin Konyaaltı plajında Temmuz ayında % 63,6 ve Lara Plajında Ağustos ayında % 73,2 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. Konyaaltı plajı çözünmüş oksijen doygunluğu – zaman değişimi



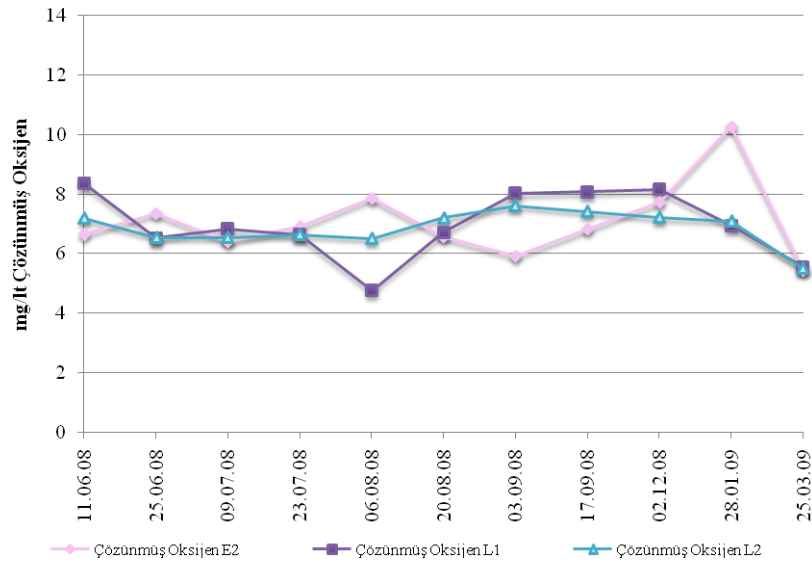
Şekil 4.6. Lara plajı çözünmüş oksijen doygunluğu – zaman değişimi

4.2.4. Anlık çözünmüş oksijen konsantrasyonu

Yüzme suyu kalitesi yönetmeliğine göre çözünmüş oksijenin oksijene doygunluk yüzdesi cinsinden 80 – 120 değerleri arasında bulunması gerekmektedir. Anlık çözünmüş oksijen konsantrasyonu en düşük Konyaaltı plajında 4,6 mg/l ve Lara Plajında 4,8 mg/l olarak ölçülmüştür. Nehir suyu örnekleri kıtaiçi su kaynakları kalite sınıflarına göre değerlendirildiğinde çoğunluğun I ve II. kalite sınıfına ait olduğu söylenebilir. 3 mg/l'nin altında bir değer gözlenmemiştir. Yaz aylarında çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki düşüş sıcaklığın artması ile açıklanabilir. E1 istasyonunda Ağustos ayı itibariyle gözlenen ani artış mevsimin yağışlı aylara geçişi ile açıklanabilir.



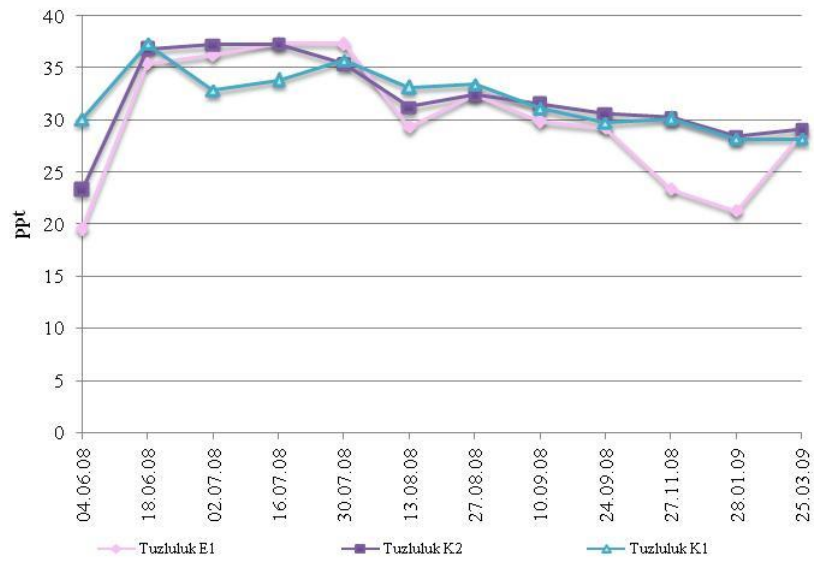
Şekil 4.7. Konyaaltı plajı çözünmüş oksijen konsantrasyonu – zaman değişimi



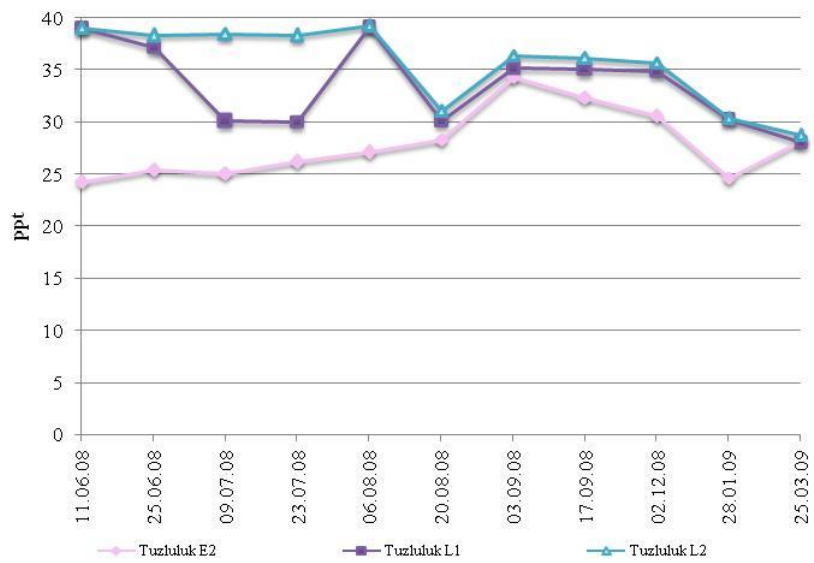
Şekil 4.8. Lara plajı çözünmüş oksijen konsantrasyonu – zaman değişimi

4.2.5. Tuzluluk

Tuzluluk verileri ppt cinsinden kondüktivimetre ile yerinde ölçülmüştür. Yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla çözünürlük artar. Bu nedenle yaz aylarında tuzluluk artar. Kış aylarında ise sıcaklığın azalması ve yağışlar nedeniyle tuzluluk azalır. Nehirler için bu değerlendirme daha farklıdır. Nehirlerin tuzluluğu denizlerden daha düşüktür. Ancak yaz aylarında nehirlerin kendi debisindeki düşüş, deniz suyu girişi ve özellikle turizm tesislerinden gelen deşarjlar nedeniyle zaman zaman tuzlanma olabilmektedir.



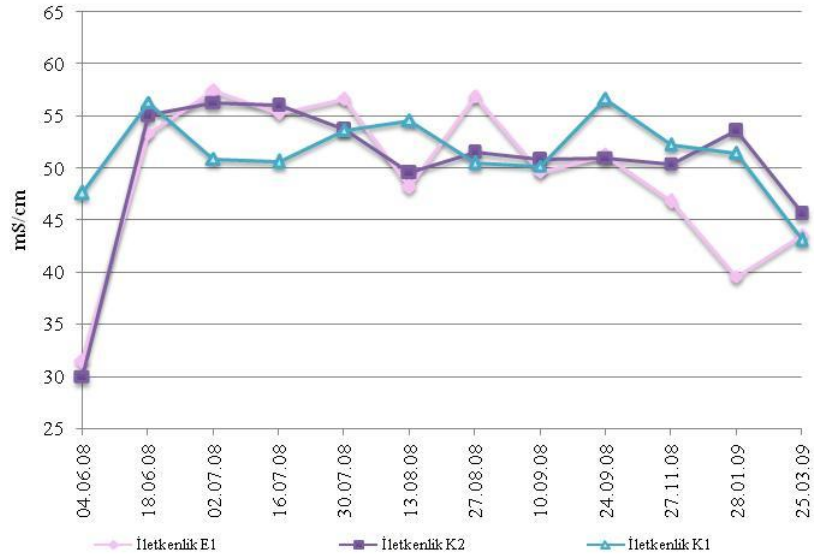
Şekil 4.9. Konyaaltı plajı tuzluluk – zaman değişimi



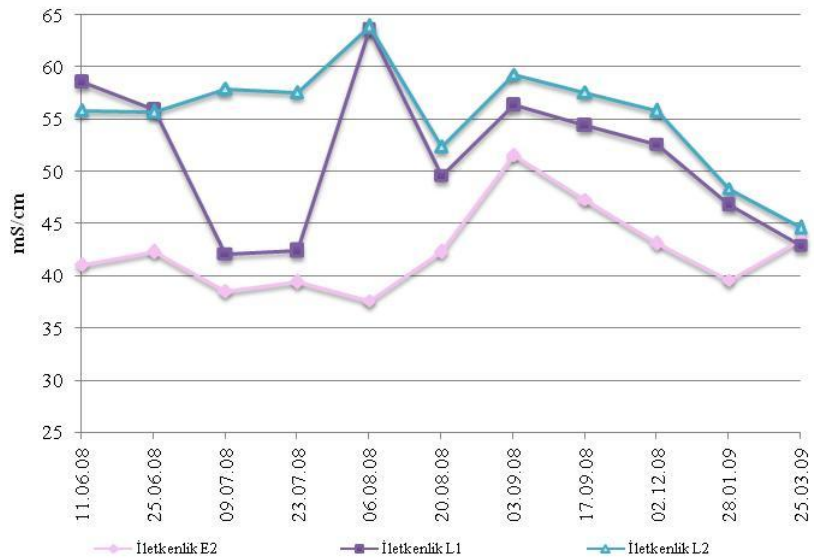
Şekil 4.10. Lara plajı tuzluluk – zaman değişimi

4.2.6. İletkenlik

İletkenlik parametresi verilerinin tuzluluk verileri ile doğru orantılı olarak değiştiği görülmektedir. Yaz aylarında iletkenliğin artması, kış aylarında azalması beklenebilir. Elektriksel iletkenliğin artması, deniz suyunun toplam çözünmüş madde içeriğinin artması ile mümkün olur. Ancak grafikler incelendiğinde ani çıkış ve düşüşler gözlenmektedir. Bunun nedeni mevsim normalleri dışındaki yağışlar, çevreden yapılan deşarjlar, günübirlik yatlardan ve deniz araçlarından çeşitli atıkların boşaltılması veya ölçüm sırasında yapılabilecek hatalardan kaynaklanabilir.



Şekil 4.11. Konyaaltı plajı iletkenlik – zaman değişimi



Şekil 4.12. Lara plajı iletkenlik – zaman değişimi

4.2.7. Askıda Katı Madde Konsantrasyonu

Askıda katı madde konsantrasyonu evsel atıksuların deşarjı, nehirlerin taşıdığı yüzey süprüntüleri, yağmur suları, zemin erozyonu ve deniz araçları kaynaklarından meydana gelebilir. Çökelme nedeniyle dip kumunda yüzey oluşturur ve bulanıklık yaparak ışık geçirgenliğini azaltır. Bu durum sudaki canlıların yaşamsal faaliyetlerini ve suyun çözünmüş oksijenini olumsuz etkiler. Kıyısularda kış aylarında daha yüksektir. Bunun nedeni yağış sularının yüzey süprüntülerini toplayarak kıyılara taşımamasından olabilir. Temmuz ayında E2'deki gözlenen beklenmedik yükselme nehirlerle yapılan kaçak deşarjlar nedeniyle olabilir.



Şekil 4.13. Konyaaltı plajı askıda katı madde konsantrasyonu – zaman değişimi



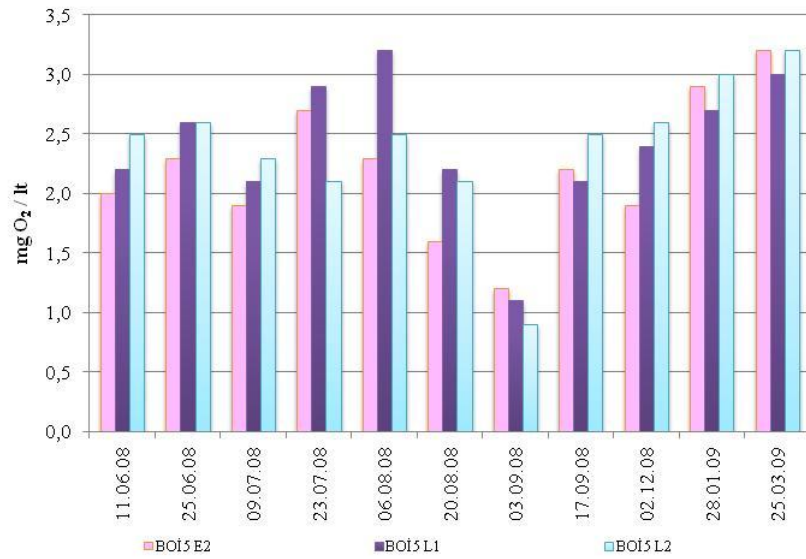
Şekil 4.14. Lara plajı askıda katı madde konsantrasyonu – zaman değişimi

4.2.8. Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacının 4 mg/l nin üstüne çıkması istenmez. Biyokimyasal oksijen ihtiyacındaki artış, suda organik maddenin yani kirliliğin arttığını, mikroorganizma popülasyonunun arttığını ve suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonunun da azaldığını göstermektedir. Bulanıklık ve koku problemleri nedeniyle suyun rekreasyonel kalitesi düşer. Ayrıca sıcaklık artışı, gazların çözünürlüğünü olumsuz yönde etkilediğinden suyun oksijen kapasitesi azalır. Konyaaltı ve Lara'daki tüm istasyonlarda Ağustos ve Eylül ayı örnekleri için biyokimyasal oksijen ihtiyacının azaldığı gözlenmektedir. Bu durum güneşin ultraviyole ışınları nedeniyle mikroorganizmaların ölüm oranının artması ile ilişkilendirilebilir.



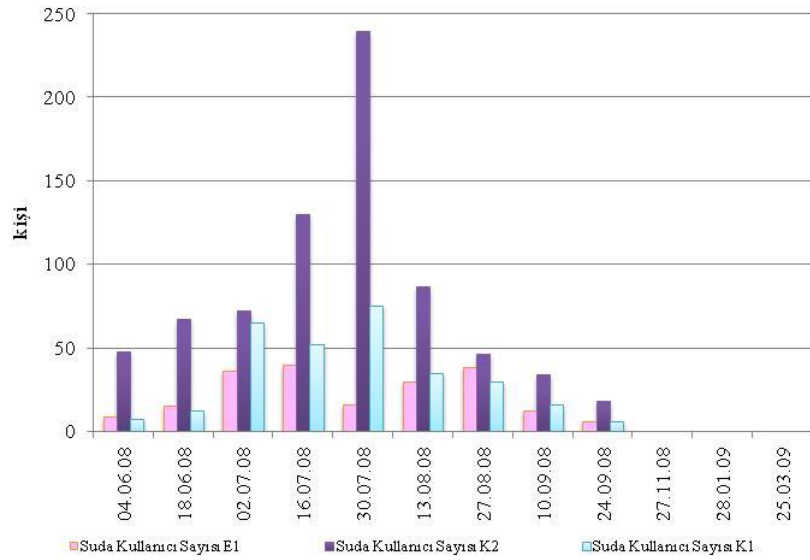
Şekil 4.15. Konyaaltı plajı BOI₅ – zaman değişimi



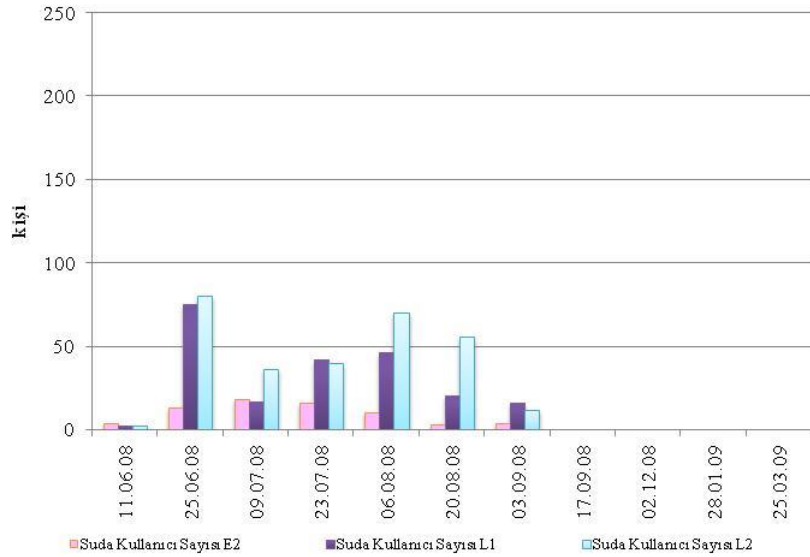
Şekil 4.16. Lara plajı BOI₅ – zaman değişimi

4.2.9. Suda kullanıcı sayısı

Suda kullanıcı sayısı nehir ağızı istasyonlarında ve ücretli plajlarda nispeten düşüktür. Hem Konyaaltı hemde Lara plajlarında ücretsiz halk plajlarının bulunduğu bölgede seçilen istasyonlarda, ücretli işletmelere göre suda kullanıcı yoğunluğu daha yüksektir. Sayım yapılan bölge güvenlik şeritleri ile belirlenmiş tek bir yüzme alanını kapsamaktadır. Konyaaltı plajında numune alındığı anda sudaki en yüksek kullanıcı popülasyonu 240, Lara plajında ise 80'dir. Her örnekleme periyodunda Konyaaltı plajında ortalama olarak 35, Lara plajında 18 kişi denizi yüzme ve eğlenme gibi faaliyetler için kullanmaktadır. Kasım ve Mart ayları arasında suda kullanıcıya rastlanmamıştır.



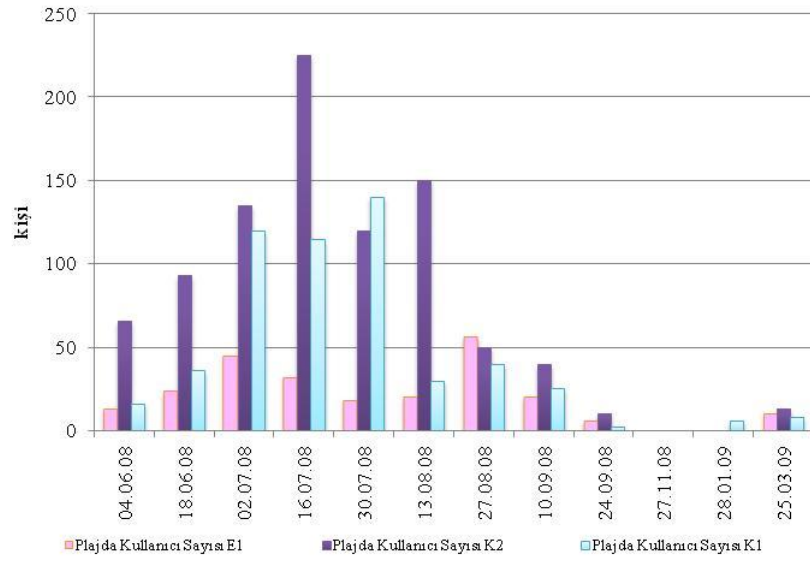
Şekil 4.17. Konyaaltı plajı suda kullanıcı sayısı – zaman değişimi



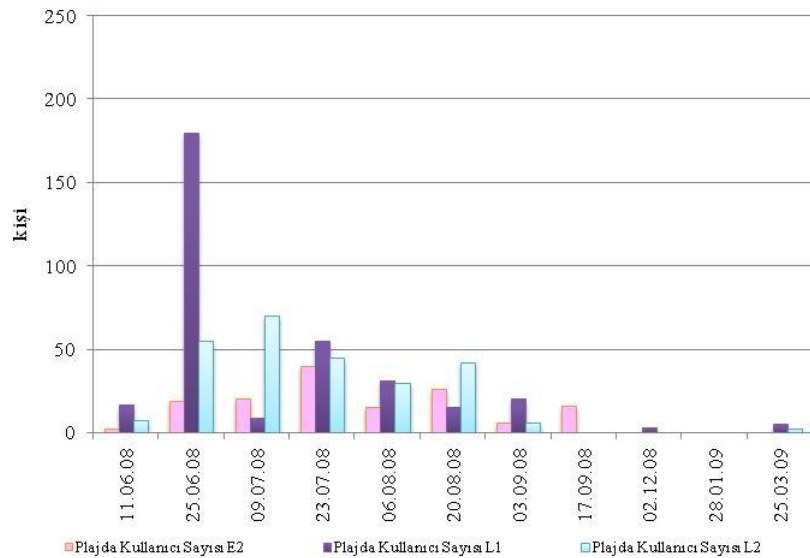
Şekil 4.18. Lara plajı suda kullanıcı sayısı – zaman değişimi

4.2.10. Plajda kullanıcı sayısı

Plajda kullanıcı sayısı nehir ağzı istasyonlarında nispeten düşüktür. Plajda bulunan kullanıcı sayısı suda kullanıcı sayısı ile doğru orantılı bir ilişki göstermektedir. Plajı rekreasyon amacıyla kullananlarda ücretsiz halk plajlarının bulunduğu plajları seçmektedirler. Sayım yapılan bölge şeritler ile belirlenmiş tek bir rekreasyon alanını kapsamaktadır. Konyaaltı plajında numune alındığı andaki en yüksek kullanıcı popülasyonu 225, Lara plajında ise 180'dir. Her örnekleme periyodunda Konyaaltı plajında ortalama olarak 47, Lara plajında 23 kişi plajı rekreasyonel faaliyetler için kullanmaktadır.



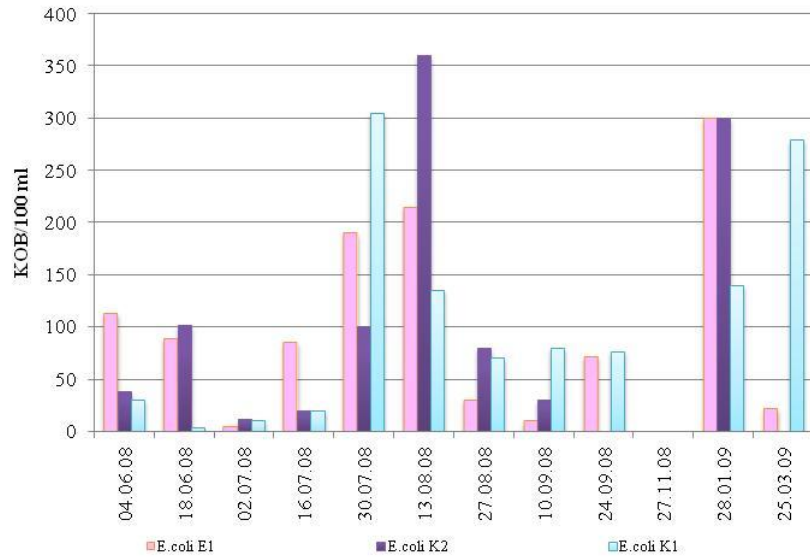
Şekil 4.19. Konyaaltı plajı plajda kullanıcı sayısı – zaman değişimi



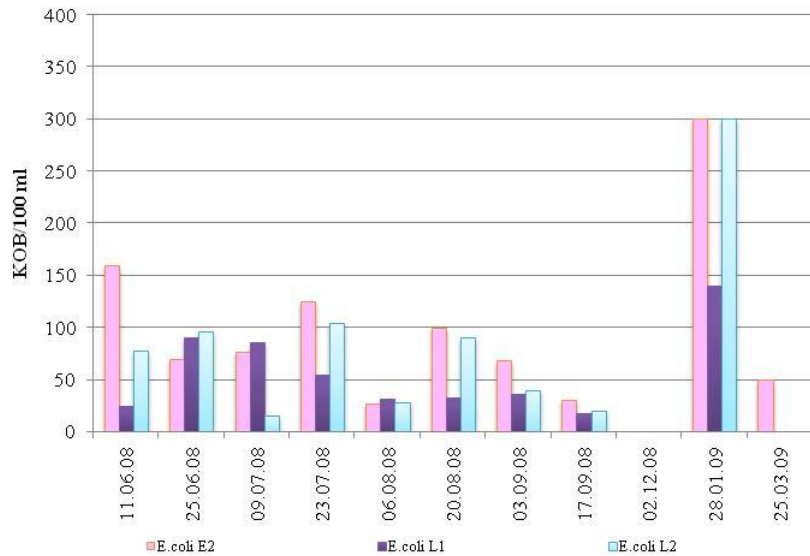
Şekil 4.20. Lara plajı plajda kullanıcı sayısı – zaman değişimi

4.2.11. *Escherichia coli* konsantrasyonu

Konyaaltı plajında konsantrasyon aralığı 0 – 360 KOB / 100ml, Lara plajında 0 – 300 KOB / 100 ml’dir. Ortalama konsantrasyon Konyaaltı plajında 36 analiz sonucunda 92 KOB / 100 ml, Lara plajında ise 33 analiz sonucu 69 KOB / 100 ml’dir. Ani artış gösteren değerler, *E.coli*’nin fekal kaynaklı olduğu göz önünde bulundurularak anlık deşarjlar ve yağışla ilişkilendirilebilir. 2006/7/EC Avrupa Parlamentosu Konsey Direktifi’ne göre kıyı suları *E.coli* < 250 KOB/100 ml aralığı için “mükemmel kalite”, *E.coli* <500 KOB/100 ml aralığı için ise “iyi kalite” sınıfını uygun görmektedir. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ise *E.coli* için ayrı bir sınıf oluşturmazken *E.coli*’nin de içinde bulunduğu fekal koliform grubu için 200 kılavuz değerini uygun görmektedir.



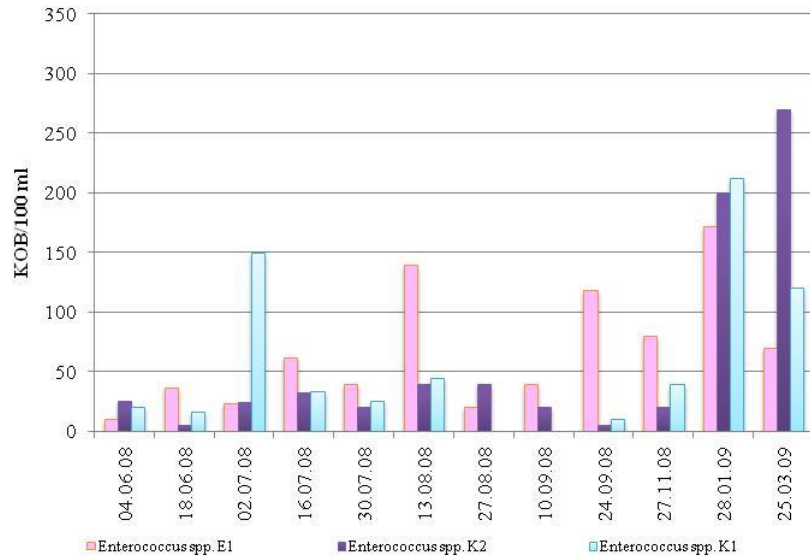
Şekil 4.21. Konyaaltı plajı *E.coli* – zaman değişimi



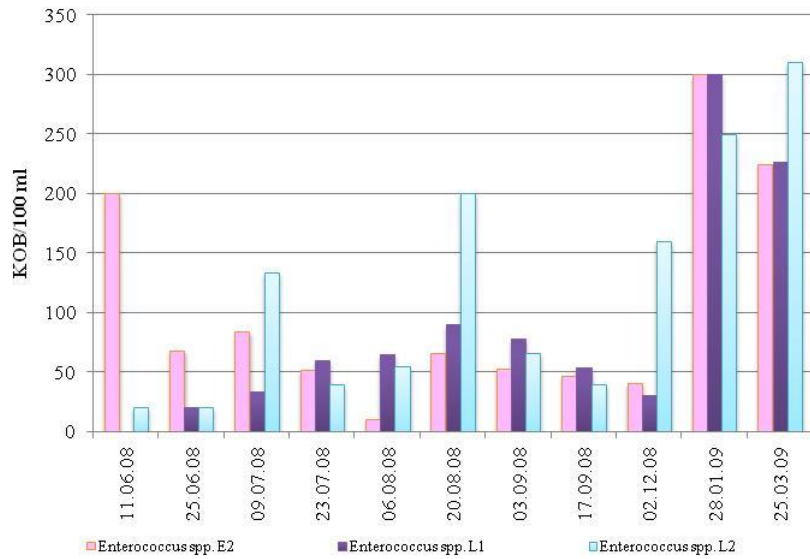
Şekil 4.22. Lara plajı *E.coli* – zaman değişimi

4.2.12. *Enterococcus* spp. konsantrasyonu

Konsantrasyon aralığı Konyaaltı'nda 0 - 270 KOB / 100ml, Lara'da 0 - 310 KOB / 100 ml'dir. Ortalama, Konyaaltı'nda 36 analiz sonucunda 61 KOB / 100 ml, Lara'da ise 33 analiz sonucu 103 KOB / 100 ml'dir. *Enterococcus* spp. fekal streptokok grubuna ait olup intestinal kaynaklı olduğundan yüksek değerler anlık deşarjlar, yat kaynaklı kirlilik ve yağışla açıklanabilir. 2006/7/EC Avrupa Parlamentosu Konsey Direktifi'ne göre kıyı suları *Enterococcus* spp.<100 KOB/100 ml aralığı için “mükemmel kalite”, *Enterococcus* spp.<200 KOB/100 ml aralığı için ise “iyi kalite” sınıfını uygun görmektedir. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ise *Enterococcus* spp. için ayrı bir sınıf oluşturmazken fekal streptokok grubu için 100 kılavuz değerini uygun görmektedir.



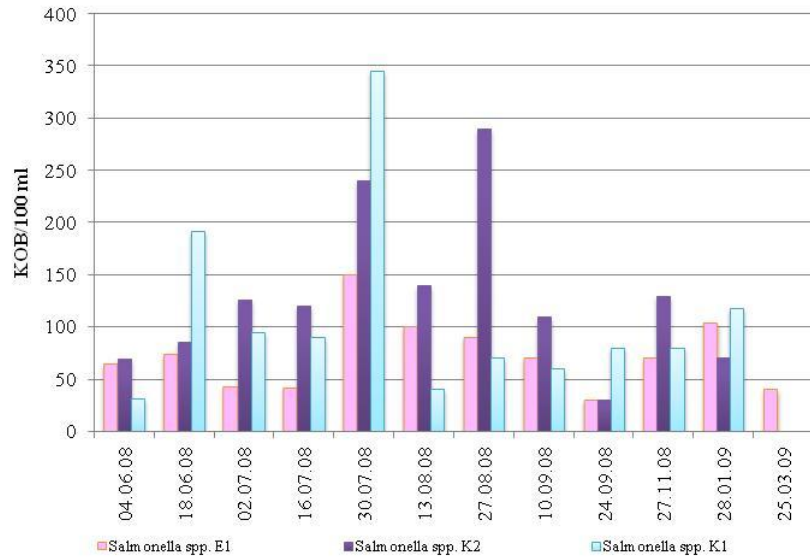
Şekil 4.23. Konyaaltı plajı *Enterococcus* spp. – zaman değişimi



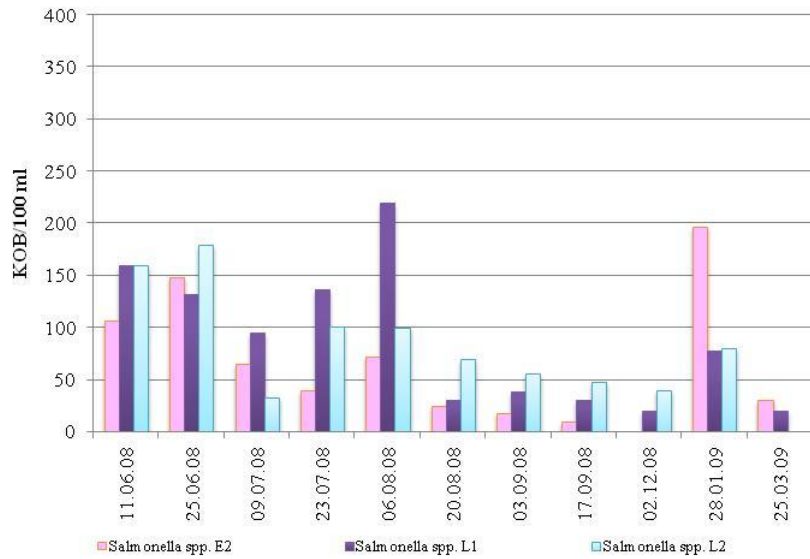
Şekil 4.24. Lara plajı *Enterococcus* spp. – zaman değişimi

4.2.13. *Salmonella* spp. konsantrasyonu

Salmonella spp. Enterobakteri ailesine ait olup intestinal kaynaklıdır. Diğer bağırsak kaynaklı mikroorganizmalar gibi *Salmonella* türleri de anlık dışarılardan, denizden gelen kirlilik faktörlerinden ve yağıştan etkilenebilir. 76/160/EEC Konsey Direktifi'ne ve Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği'ne göre *Salmonella* spp. için klavuz değer belirtilmezken, suda hiç bulunmaması zorunludur. 2006/7/EC Avrupa Parlamentosu Konsey Direktifi ise kıyı ve geçiş suları için ayrı bir sınıf oluşturmamıştır. Konsantrasyon aralığı Konyaaltı'nda 0 - 345 KOB / 100ml, Lara'da 0 - 220 KOB / 100 ml'dir. Ortalama, Konyaaltı'nda 36 analiz sonucunda 97 KOB / 100 ml, Lara'da ise 33 analiz sonucu 77 KOB / 100 ml'dir.



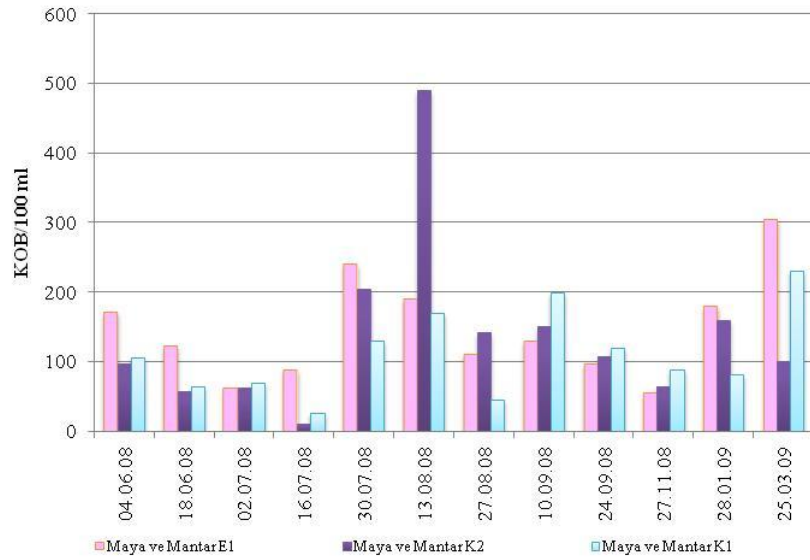
Şekil 4.25. Konyaaltı plajı *Salmonella* spp. – zaman değişimi



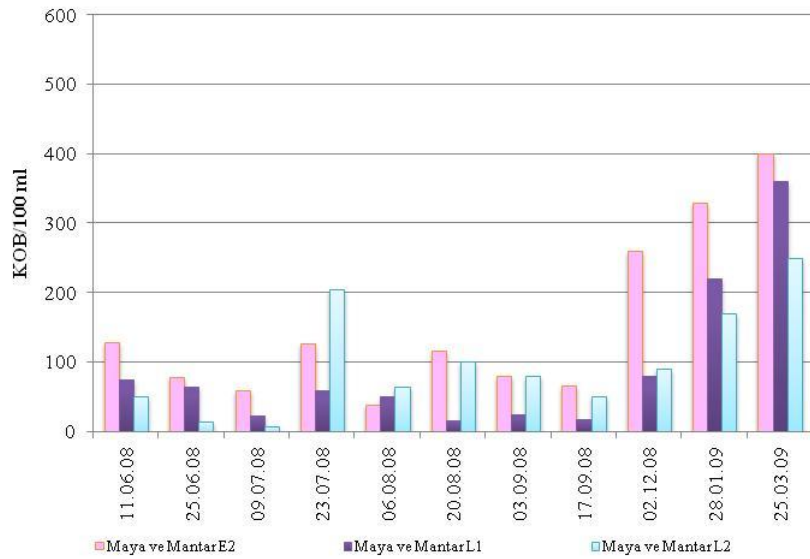
Şekil 4.26. Lara plajı *Salmonella* spp. – zaman değişimi

4.2.14. Maya ve Mantar konsantrasyonu

Yapılan çalışmada Maya ve mantar türleri için konsantrasyon aralığı Konyaaltı'nda 11 - 490 KOB / 100ml, Lara'da 8 - 400 KOB / 100 ml'dir. Ortalama, Konyaaltı'nda 36 analiz sonucunda 132 KOB / 100 ml, Lara'da ise 33 analiz sonucu 114 KOB / 100 ml'dir. Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan sulara yönelik ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler incelendiğinde maya ve mantar türlerinin deniz suyu ve plaj kumunda bulunması nitel ve nicel olarak değerlendirilmemektedir. Bu konuda ulusal düzeyde yapılmış bir çalışma bulunmamakla birlikte uluslararası literatürde maya ve mantar türlerine ait *Candida albicans* türü için halk sağlığı ile ilişkilendirilmiş çeşitli araştırmalar (Efstratiou vd 1998, Keskin 1990, Cornax vd 1990) yapılmıştır.



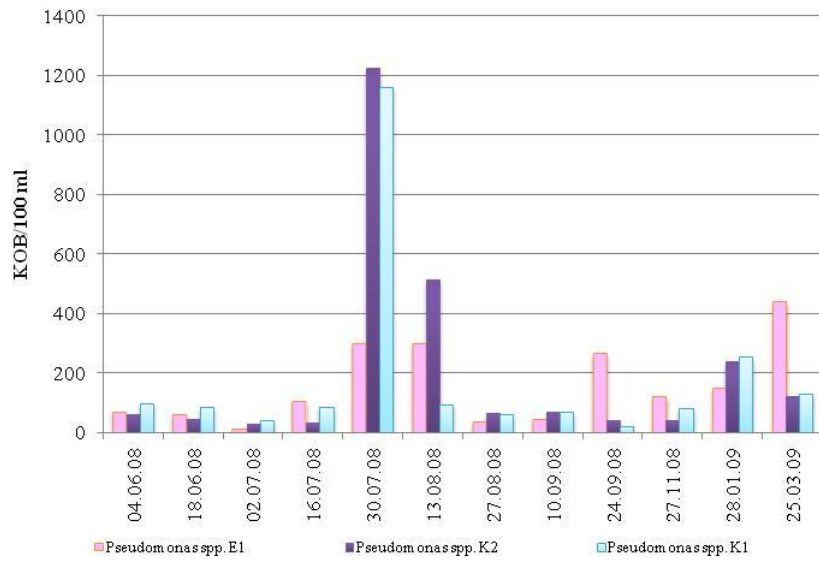
Şekil 4.27. Konyaaltı plajı Maya ve mantar – zaman değişimi



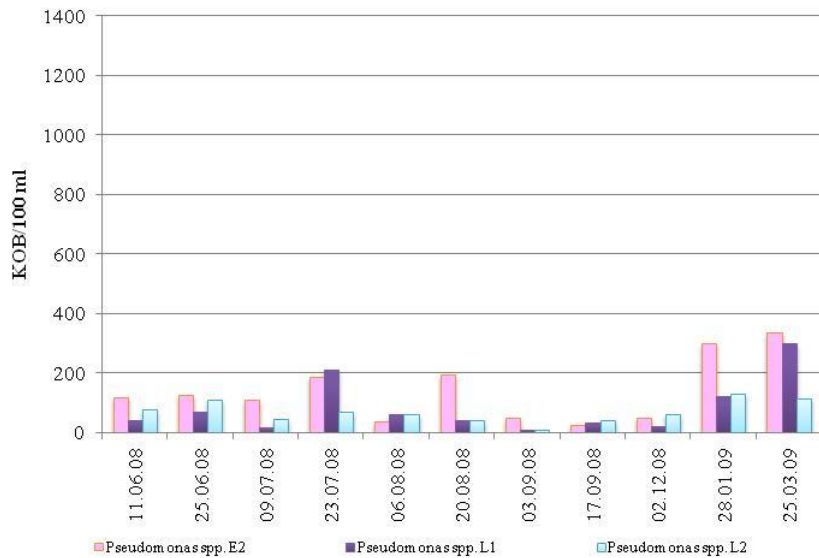
Şekil 4.28. Lara plajı Maya ve mantar – zaman değişimi

4.2.15. *Pseudomonas* spp. Konsantrasyonu

Maya ve mantar türlerine benzer olarak *Pseudomonas* türleri için de yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan sulara yönelik ulusal ve uluslar arası yasal bulunmamaktadır. Bu konuda ulusal düzeyde yapılmış bir çalışma bulunmamakla birlikte uluslar arası literatürde *Pseudomonas aeruginosa* türü için halk sağlığı ile ilişkilendirilmiş çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre *Pseudomonas* türleri için konsantrasyon aralığı Konyaaltı'nda 10 - 1225 KOB / 100ml, Lara'da 10 - 336 KOB / 100 ml'dir. Ortalama, Konyaaltı'nda 36 analiz sonucunda 183 KOB / 100 ml, Lara'da ise 33 analiz sonucu 98 KOB / 100 ml'dir.

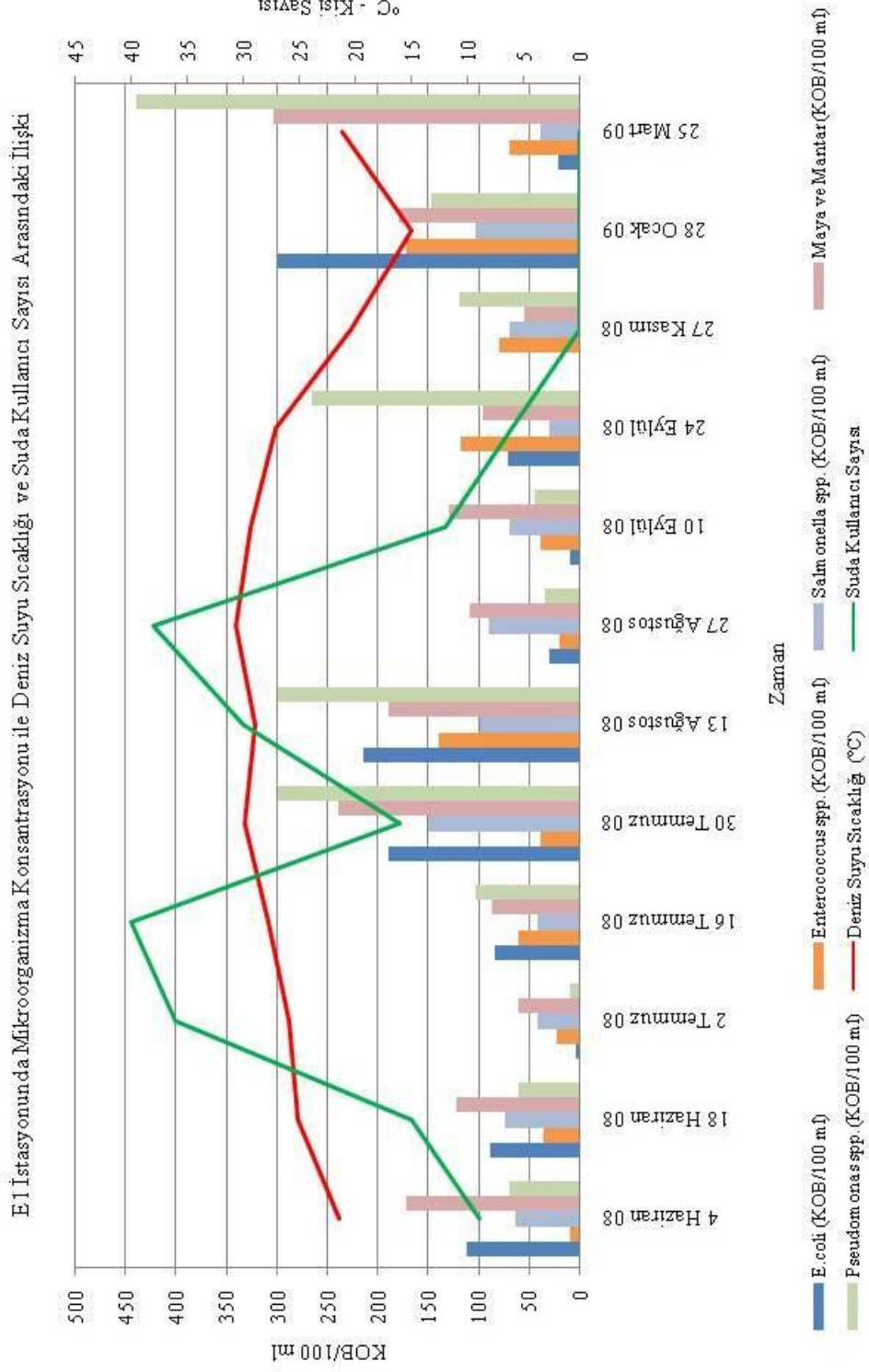


Şekil 4.29. Konyaaltı plajı *Pseudomonas* spp. – zaman değişimi



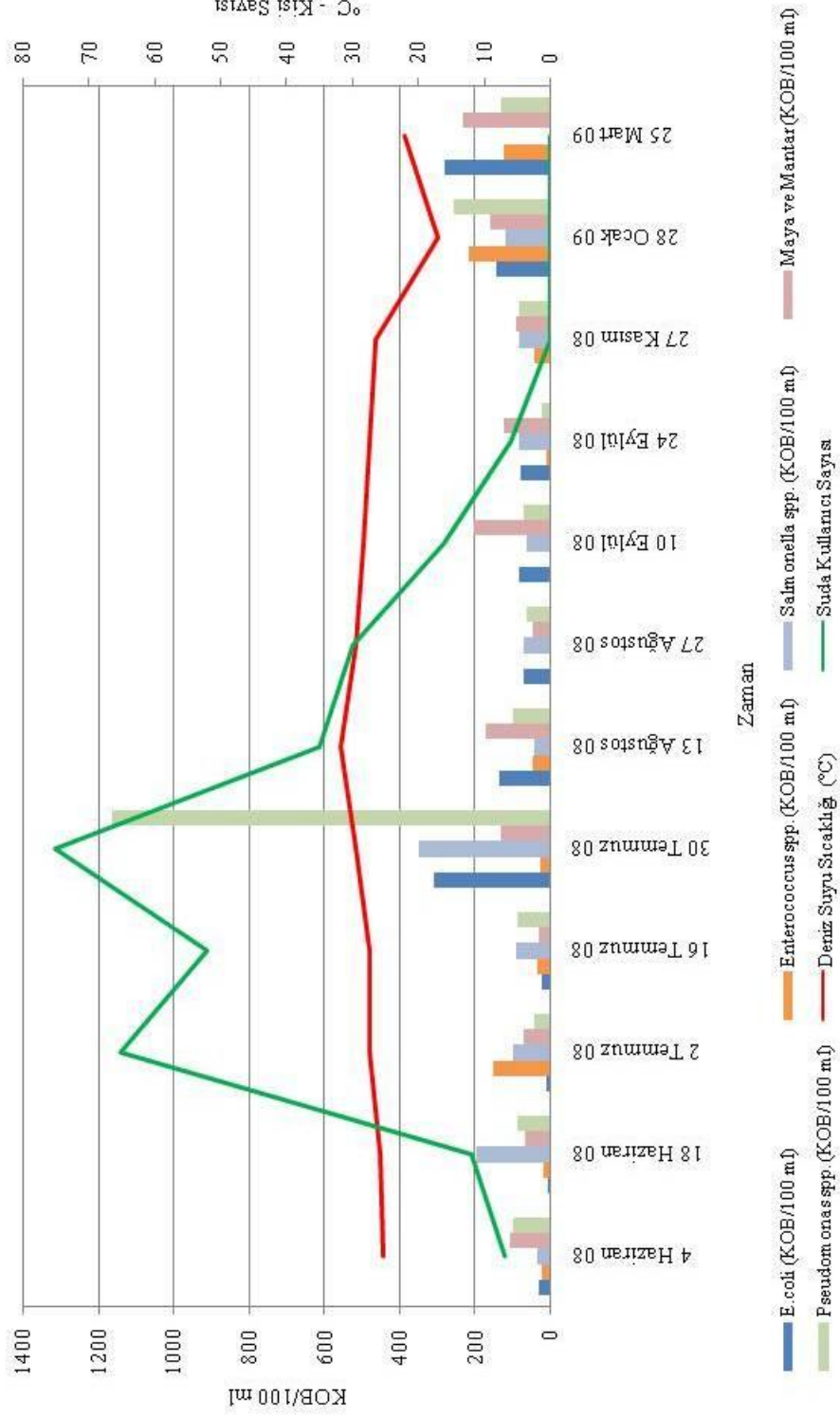
Şekil 4.30. Lara plajı *Pseudomonas* spp. – zaman değişimi

4.2.16. Konyaaltı Plajı İstasyonlarında Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi



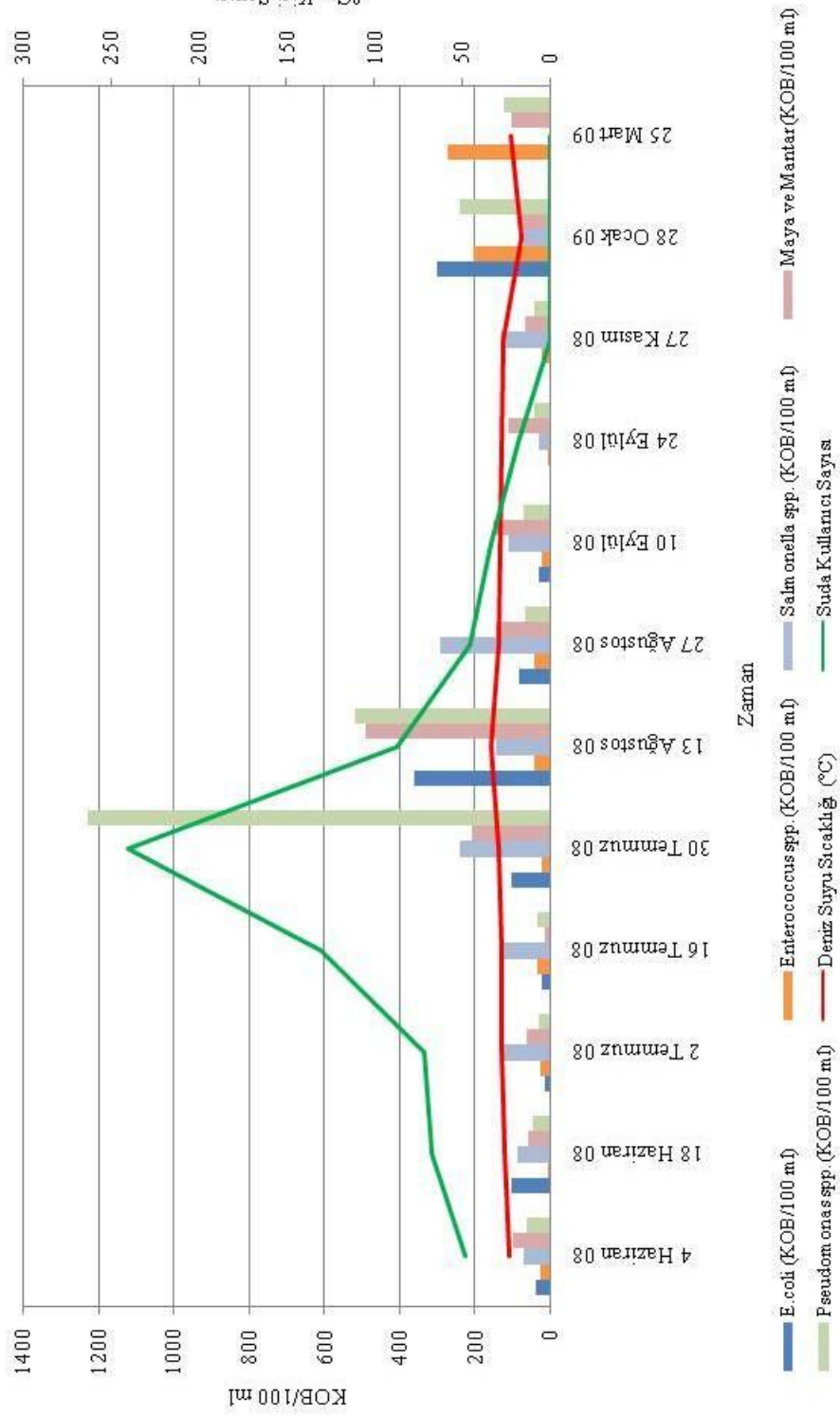
Şekil 4.31. İstasyon E1'de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

K1 İstasyonunda Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Deniz Suyu Sıcaklığı ve Suda Kullanıcı Sayısı Arasındaki İlişki



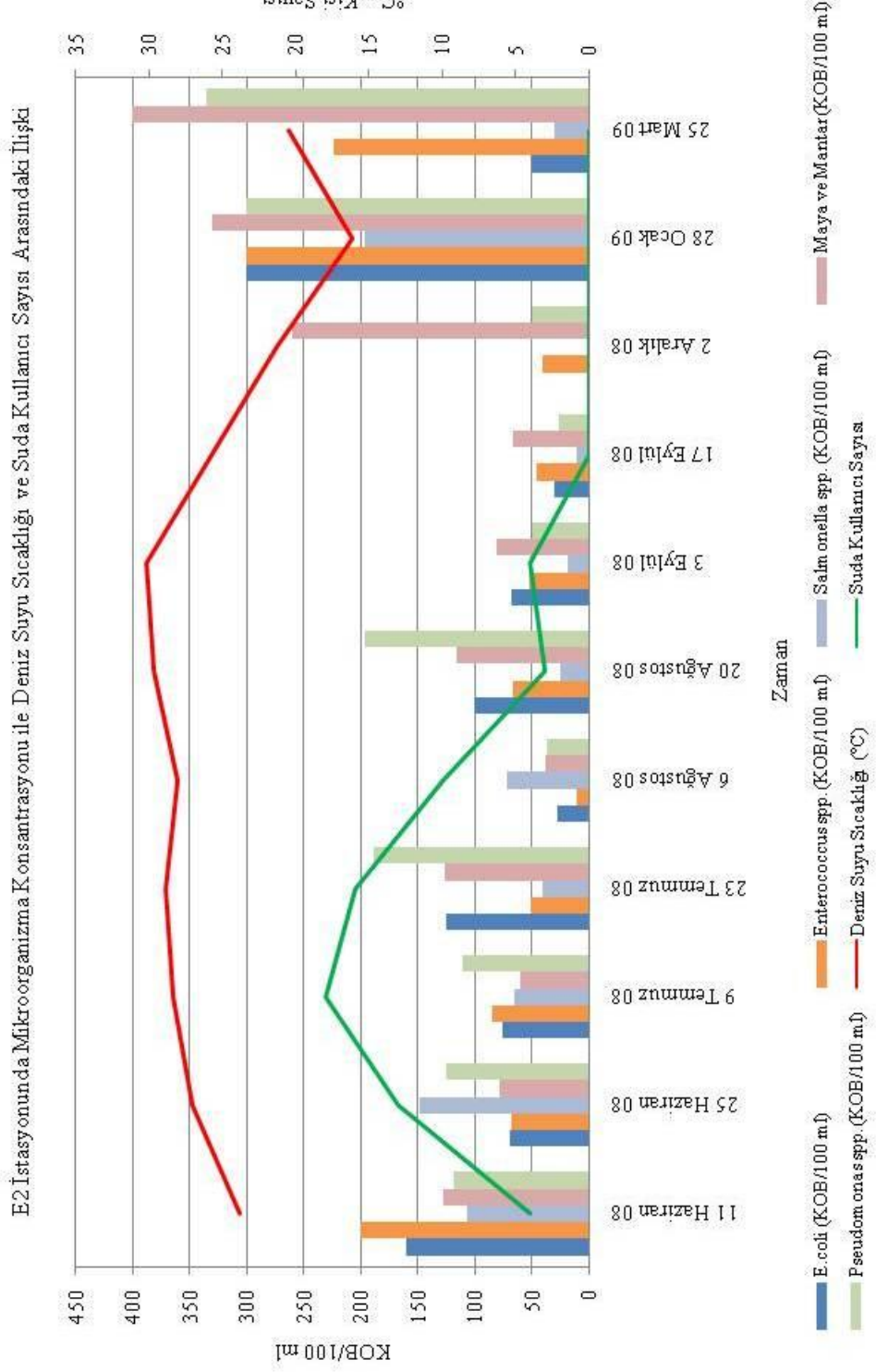
Şekil 4.32.İstasyon K1’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

K2 İstasyonunda Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Deniz Suyu Sıcaklığı ve Suda Kullanıcı Sayısı Arasındaki İlişki



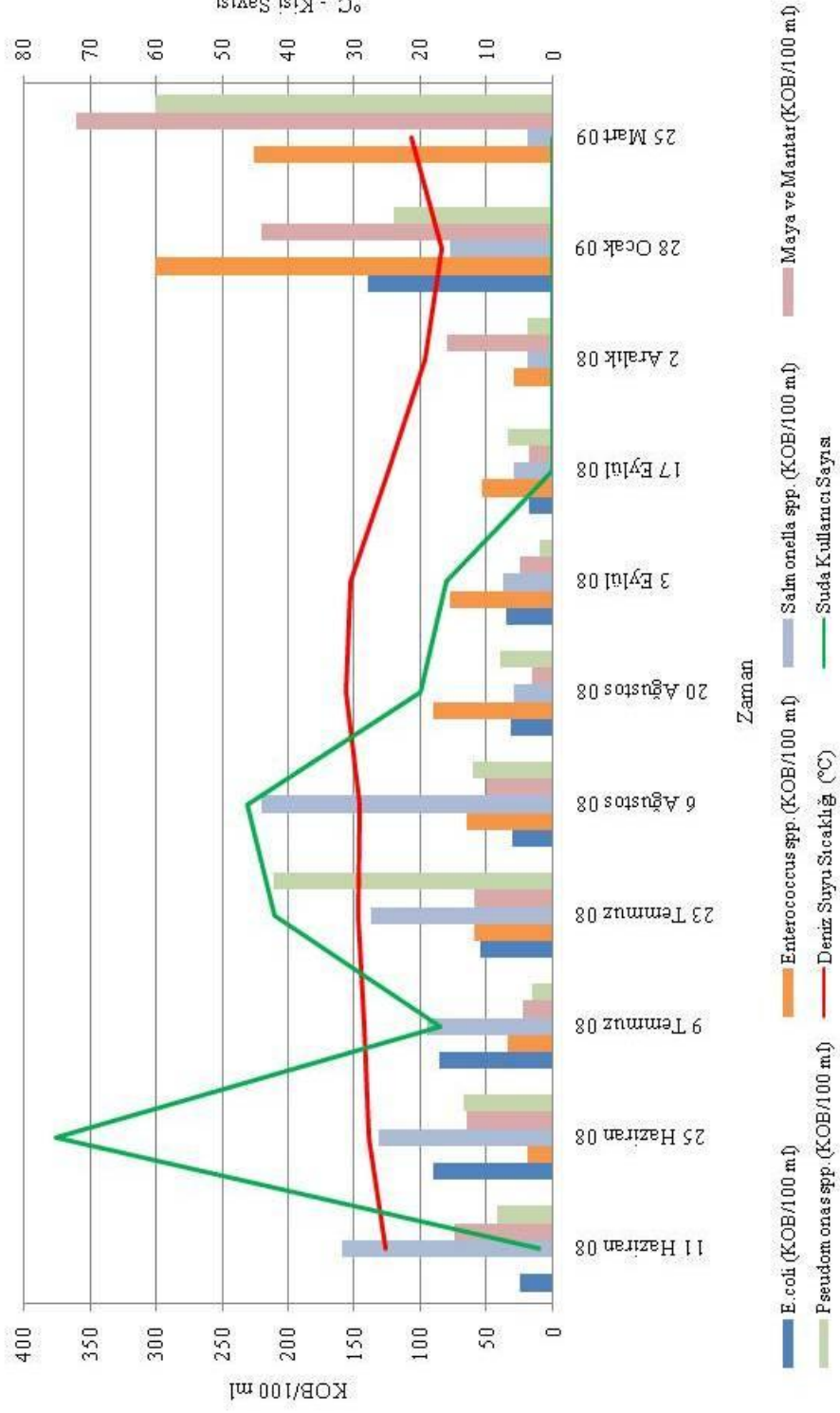
Şekil 4.33.İstasyon K2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

4.2.17.Lara Plajı İstasyonlarında Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi



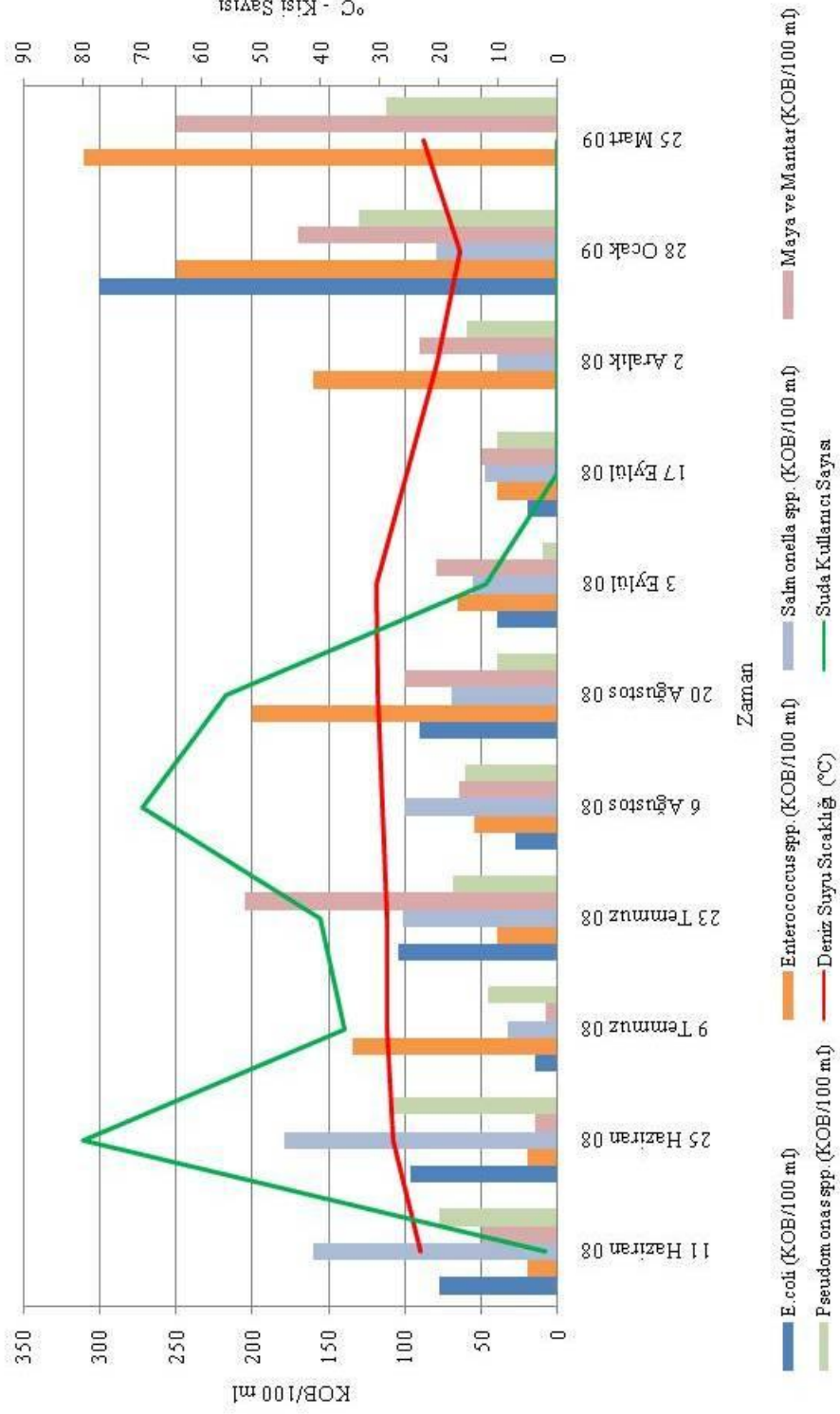
Şekil 4.34.İstasyon E2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

L1 İstasyonunda Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Deniz Suyu Sıcaklığı ve Suda Kullanıcı Sayısı Arasındaki İlişki



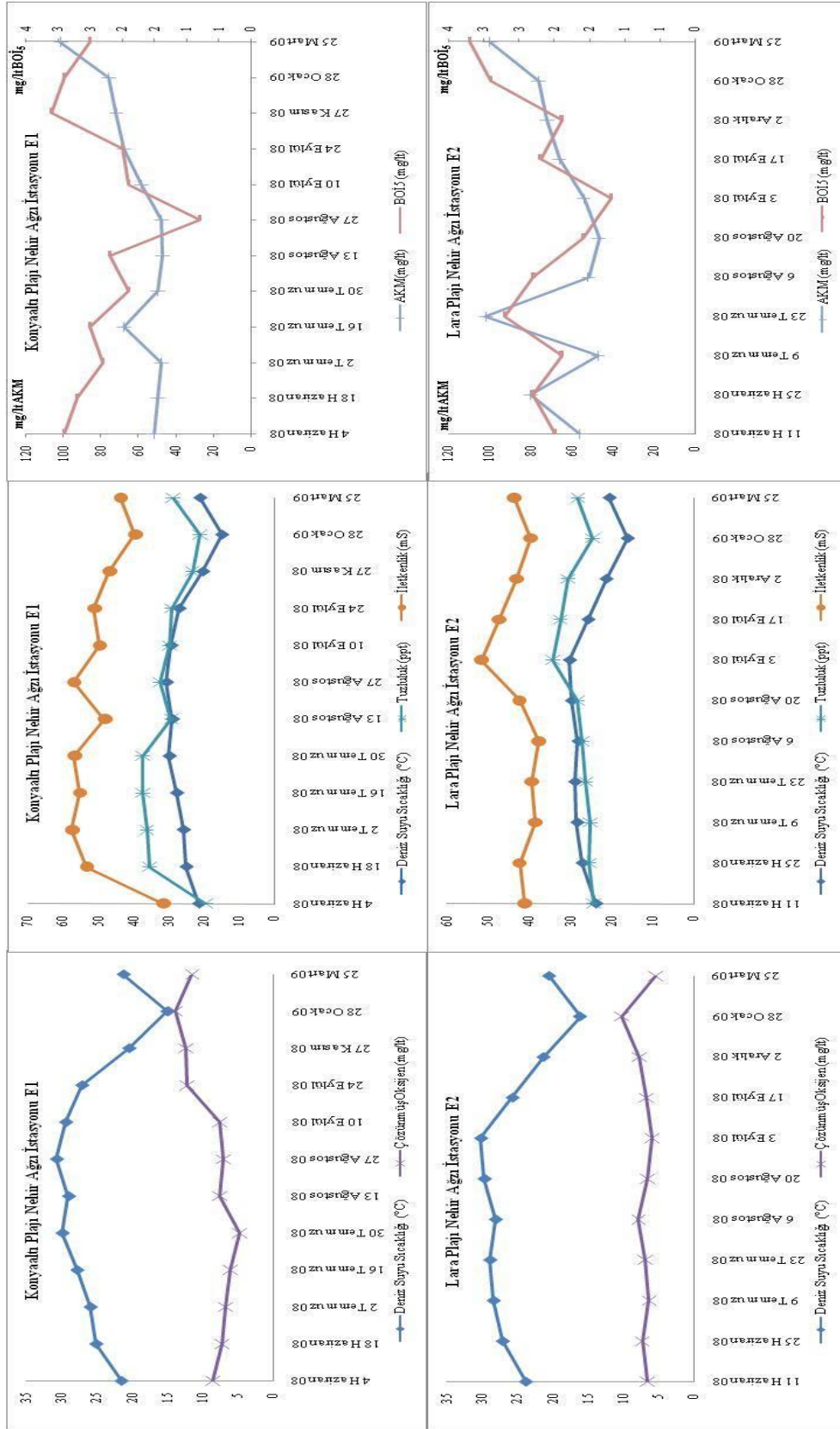
Şekil 4.35. İstasyon L1’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

L2 İstasyonunda Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Deniz Suyu Sıcaklığı ve Suda Kullanıcı Sayısı Arasındaki İlişki



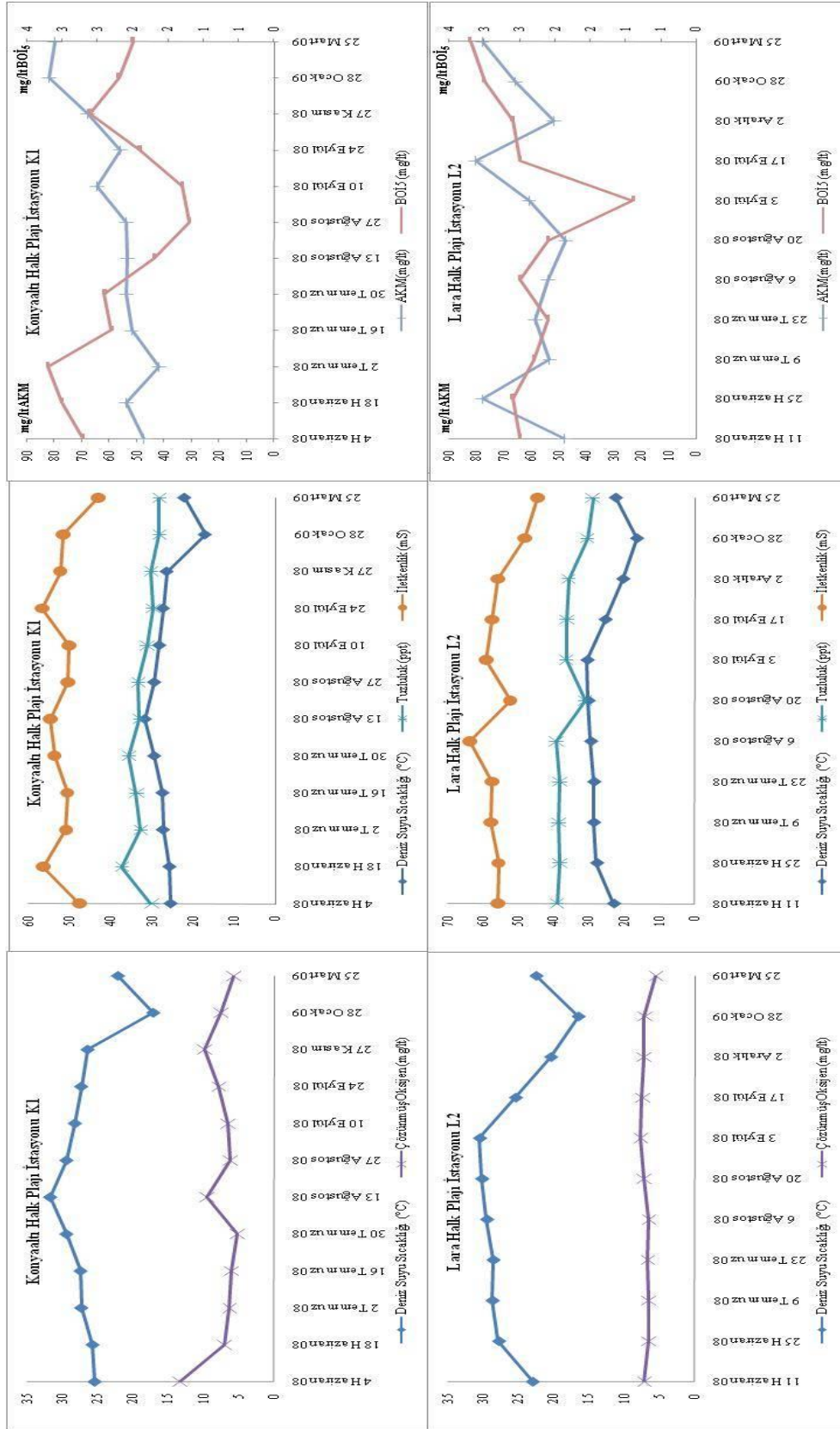
Şekil 4.36.İstasyon L2’de Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Fiziksel Parametrelerin Değişimi

4.2.18. E1 ve E2 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması (Nehir ağızı istasyonları)



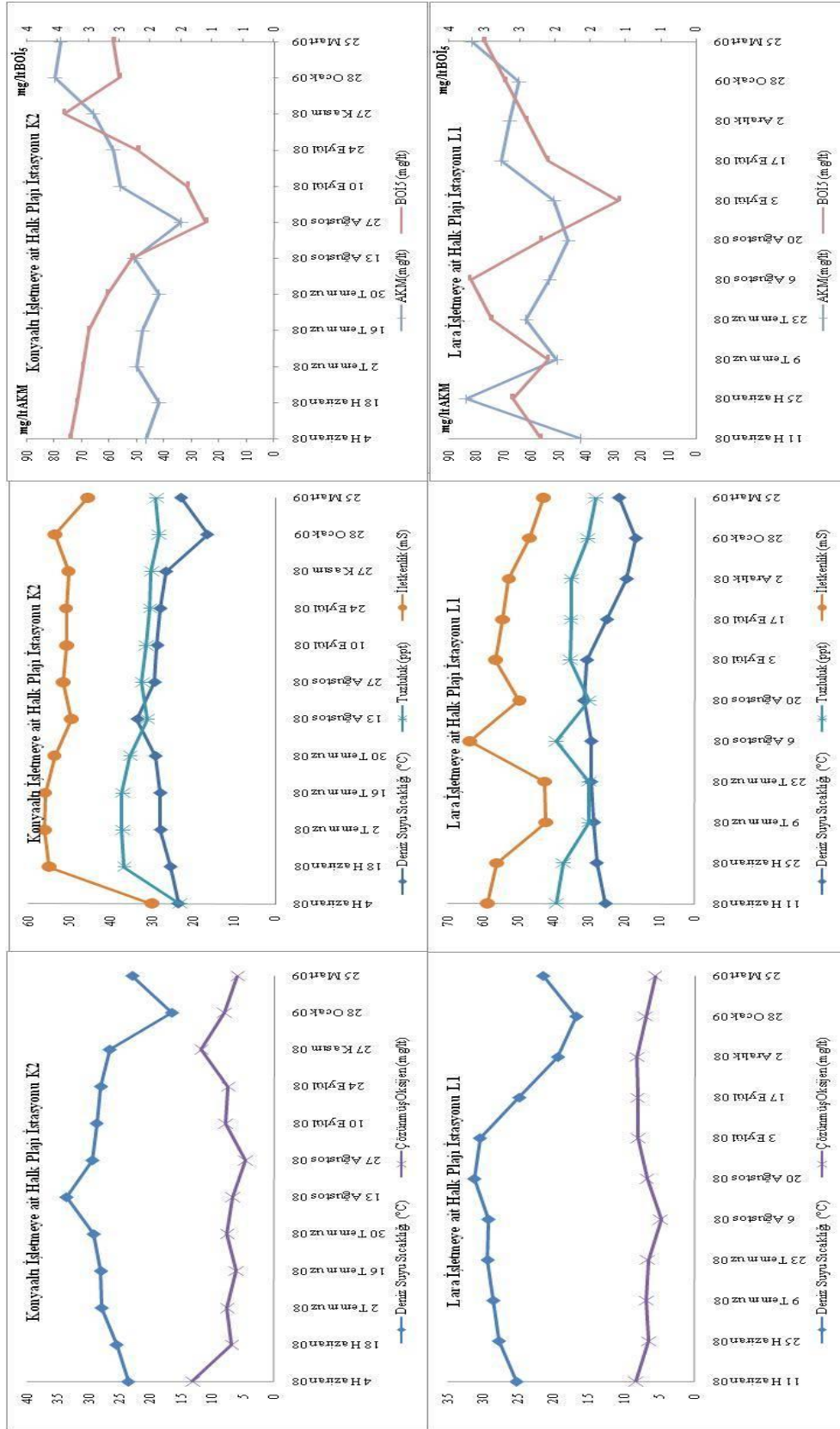
Şekil 4.37.E1 ve E2 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler

4.2.19. K1 ve L2 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması (Ücretsiz halk plajları)



Şekil 4.38.K1 ve L2 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler

4.2.20. K2 ve L1 istasyonlarında fiziksel parametrelerin karşılaştırılması (İşletmeye ait ücretli halk plajları)



Şekil 4.39.K2 ve L1 istasyonlarında belirlenen fiziksel parametreler

Çizelge 4.1. Tüm Deniz Suyu Numunelerinde Mikrobiyolojik İndikatörlerin Analiz Sonuçları

Tarih	<i>E.coli</i> (KOB/100 ml)			<i>Enterococcus</i> spp. (KOB/100 ml)			<i>Salmonella</i> spp. (KOB/100 ml)			Maya ve Mantar (KOB/100 ml)			<i>Pseudomonas</i> spp. (KOB/100 ml)		
	E1	K1	K2	E1	K1	K2	E1	K1	K2	E1	K1	K2	E1	K1	K2
04.06.08	113	30	38	10	20	25	64	31	69	172	106	97	70	96	60
18.06.08	89	4	102	36	16	5	74	192	85	123	65	58	62	85	45
02.07.08	4	10	12	23	150	24	43	95	126	62	69	62	10	42	29
16.07.08	85	20	20	62	33	32	42	90	120	88	27	11	104	86	32
30.07.08	190	305	100	40	25	20	150	345	240	240	130	205	300	1160	1225
13.08.08	215	135	360	140	45	40	100	40	140	190	170	490	300	95	515
27.08.08	30	70	80	20	0	40	90	70	290	110	45	142	35	60	65
10.09.08	10	80	30	40	0	20	70	60	110	130	200	150	46	70	68
24.09.08	72	76	0	118	10	5	30	80	30	96	120	108	266	20	42
27.11.08	0	0	0	80	40	20	70	80	130	56	88	64	120	80	40
28.01.09	300	140	300	172	212	200	104	118	70	180	159	82	148	256	240
25.03.09	22	280	0	70	120	270	40	0	0	304	230	100	440	130	120
	E2	L1	L2	E2	L1	L2	E2	L1	L2	E2	L1	L2	E2	L1	L2
11.06.08	160	25	78	200	0	20	107	159	160	128	75	50	118	42	78
25.06.08	69	90	96	68	20	20	148	132	179	78	65	15	125	68	110
09.07.08	76	86	15	84	34	134	65	95	33	60	23	8	110	16	46
23.07.08	125	55	104	51	60	40	40	137	101	126	60	205	188	211	69
06.08.08	27	31	28	10	65	55	72	220	100	38	50	65	37	61	61
20.08.08	100	32	90	66	90	200	25	30	70	116	16	100	196	40	40
03.09.08	68	36	40	52	78	66	18	38	56	80	25	80	50	10	10
17.09.08	30	18	20	46	54	40	10	30	48	66	18	50	26	34	40
02.12.08	0	0	0	40	30	160	0	20	40	260	80	90	50	20	60
28.01.09	300	140	300	300	300	250	196	78	80	330	220	170	300	120	130
25.03.09	50	0	0	224	226	310	30	20	0	400	360	250	336	300	112

Çizelge 4.2. Tüm Deniz Suyu Numunelerinde Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerin Sonuçları

Tarih	Deniz Suyu Sıcaklığı (°C)			pH			Çözünmüş Oksijen (%)			Çözünmüş Oksijen (mg/lt)			Tuzluluk (ppt)			İletkenlik (mS)			AKM(mg/lt)			BOI ₅ (mg/lt)		
	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1	E1	K2	K1
04.06.08	21,5	23,6	25,4	8,1	7,4	7,5	92,6	93,2	96,4	8,5	13,3	13,4	19,5	23,3	30,1	31,4	30,0	47,6	51,8	46,6	47,6	2,9	3,3	2,7
18.06.08	25,1	25,5	25,7	7,9	7,2	7,5	88,5	82,9	89,0	7,3	6,9	7,0	35,4	36,8	37,3	53,3	55,1	56,3	50,0	42,0	54,0	2,7	3,2	3,0
02.07.08	25,9	27,9	27,3	8,1	8,0	8,0	83,7	95,4	80,4	6,8	7,6	6,3	36,2	37,2	32,8	57,5	56,3	50,9	48,0	50,0	42,0	2,3	3,1	3,2
16.07.08	27,8	28,0	27,4	8,0	7,9	8,0	82,0	81,2	76,4	6,2	6,1	6,1	37,4	37,3	33,8	55,3	56,1	50,6	68,0	48,0	52,0	2,5	3,0	2,3
30.07.08	29,9	29,2	29,4	8,0	8,1	8,3	63,6	89,0	72,7	4,8	7,6	5,2	37,3	35,4	35,7	56,7	53,8	53,7	50,0	42,0	54,0	1,9	2,7	2,4
13.08.08	29,0	33,6	31,7	8,2	8,2	8,3	89,0	96,7	92,6	7,5	6,7	9,5	29,3	31,2	33,1	48,2	49,7	54,6	47,2	50,8	53,4	2,2	2,3	1,7
27.08.08	30,7	29,4	29,4	7,8	7,7	8,1	72,3	91,8	78,4	7,1	4,6	6,3	32,4	32,4	33,4	56,9	51,6	50,5	48,0	33,8	54,0	0,8	1,1	1,2
10.09.08	29,4	28,7	28,2	7,9	7,6	8,0	90,6	91,5	87,2	7,6	7,9	6,5	29,8	31,5	31,1	49,6	50,9	50,2	58,6	56,2	64,6	1,9	1,4	1,3
24.09.08	27,1	28,0	27,3	8,0	7,3	7,4	96,5	89,3	91,6	12,2	7,4	7,8	29,2	30,6	29,7	51,2	51,0	56,7	68,0	58,6	56,2	2,0	2,2	1,9
27.11.08	20,4	26,6	26,4	8,2	8,0	8,1	111,2	96,4	95,4	12,4	11,8	9,9	23,3	30,2	30,1	46,8	50,4	52,3	72,0	66,0	68,0	3,1	3,4	2,6
28.01.09	15,0	16,5	17,1	7,8	8,0	8,2	95,6	85,7	75,6	13,9	8,1	7,5	21,2	28,4	28,2	39,6	53,7	51,5	76,0	80,0	82,0	2,9	2,5	2,2
25.03.09	21,2	22,9	22,1	7,2	8,3	8,2	76,2	79,6	79,6	11,5	5,9	5,7	28,7	29,1	28,2	43,6	45,7	43,1	102,0	78,0	80,0	2,5	2,6	2,0
11.06.08	23,8	25,3	23,0	8,1	7,9	7,6	79,3	92,2	87,7	6,7	8,4	7,2	24,3	39,1	39,1	41,1	58,6	55,9	56,2	42,0	48,0	2,0	2,2	2,5
25.06.08	27,1	27,8	27,8	8,0	7,9	7,6	90,8	83,7	82,9	7,4	6,5	6,6	25,4	37,2	38,3	42,3	56,0	55,7	80,0	84,0	78,0	2,3	2,6	2,6
09.07.08	28,4	28,6	28,7	7,6	8,1	7,6	81,6	96,7	83,6	6,4	6,8	6,6	25,1	30,1	38,5	38,6	42,1	57,9	47,2	50,8	53,4	1,9	2,1	2,3
23.07.08	28,9	29,4	28,6	7,4	8,0	8,0	83,7	95,3	84,3	6,9	6,6	6,7	26,2	30,0	38,3	39,4	42,4	57,6	102,0	62,0	58,6	2,7	2,9	2,1
06.08.08	28,1	29,3	29,5	7,6	8,2	8,3	73,2	78,4	82,1	7,9	4,8	6,5	27,1	39,2	39,3	37,6	63,7	63,9	51,8	53,4	54,0	2,3	3,2	2,5
20.08.08	29,7	31,3	30,2	8,0	7,9	8,0	81,2	79,1	84,9	6,6	6,7	7,2	28,3	30,2	31,1	42,3	49,6	52,4	46,8	46,6	47,6	1,6	2,2	2,1
03.09.08	30,2	30,5	30,5	8,2	8,3	7,2	76,4	96,4	91,2	5,9	8,0	7,6	34,3	35,2	36,4	51,6	56,4	59,3	54,0	51,8	61,0	1,2	1,1	0,9
17.09.08	25,7	24,9	25,4	8,1	8,2	7,6	92,2	103,1	95,7	6,8	8,1	7,4	32,4	35,1	36,2	47,3	54,5	57,6	66,0	71,0	80,4	2,2	2,1	2,5
02.12.08	21,3	19,4	20,4	8,1	8,0	8,0	108,1	111,5	100,2	7,7	8,2	7,2	30,6	34,9	35,7	43,1	52,6	55,8	72,0	68,0	51,8	1,9	2,4	2,6
28.01.09	16,1	16,8	16,5	7,6	8,2	8,1	125,9	87,5	88,7	10,3	7,0	7,1	24,6	30,3	30,4	39,6	46,9	48,4	76,0	64,6	66,0	2,9	2,7	3,0
25.03.09	20,5	21,5	22,5	7,1	8,3	8,1	75,8	78,2	78,7	5,5	5,6	5,5	28,2	28,1	28,8	43,5	42,9	44,6	100,0	82,0	78,0	3,2	3,0	3,2

4.3. Plaj kumu örneklerinin analiz sonuçları

İstasyonların genel ortalamaları değerlendirildiğinde kum örneklerinin büyük bir çoğunluğunda özellikle nehir ağzı istasyonlarında türlerin konsantrasyonları büyükten küçüğe *Pseudomonas* spp.maya ve mantarlar, *Enterococcus* spp., *E.coli* ve *Salmonella* spp. olarak sıralanmaktadır. *Pseudomonas* spp. konsantrasyonu kuru kum, dalga zone ve diz boyu kum olarak adlandırdığımız yatay tabakalara göre değerlendirildiğinde en yüksek konsantrasyonların kuru kum ve dalga zoneunda bulunduğu görülmektedir. Bu durumun türün nemli ortamlarda canlı kalma eğiliminin artması ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

Kuru kum tabakasının daha sıcak oluşu, dalga hareketleri olmadığından sabit bir ortam teşkil etmesi, tuz girişiminin diğer tabakalara göre daha az olması, yüzey akışı ile karasal kaynaklardan ve plaj kullanıcılarından kaynaklanan organik besinlerin muhtemelen daha fazla olması ve kum tanelerinin doğası gereği (Vogel, 2007) yüzeyindeki çatlak ve pürüzlerde mikroorganizmalar için sabit ve nemli bir mikro habitat oluşturması, bu bölgede patojenlerin daha fazla canlı kalma olasılığını düşündürmektedir.

E.coli genel olarak tüm istasyonlarda diğer patojenlerden daha düşük konsantrasyonda bulunmaktadır. Bu durum *E.coli*'nin (0,8 gün) diğer patojenlerden ve özellikle enterokoklardan (2,4 gün) daha kısa süre (Elmanama vd 2005, Noble vd 2003) canlılığını sürdürmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Ancak nehir ağzına yakın istasyonlarda (Şekil 4.47) özellikle Lara plajında *E.coli*'ye ait konsantrasyonların daha yüksek olduğu görülmektedir. Konyaaltı plajına dökülen dereler yaz aylarında kış aylarına kıyasla kurumakta, Lara plajına dökülen Aksu nehri ise yıl boyunca normal akış göstermektedir. Bu durumun yaz aylarında Aksu nehrinin yatağı üzerinde bulunan yerleşim yerleri, turizm tesisleri ve atıksu arıtma tesislerinden gelen atıksu deşarjları ve balıkçı barınakları faaliyetlerinden kaynaklanan girdilere maruz kalması nedeniyle oluşabileceği düşünülmektedir.

Nehir suları ve karasal kaynaklı kirleticilerin nispeten az etkilediği K2 ve L1 istasyonlarında (Şekil 4.49) deniz suyunun diz boyu seviyesinde olduğu dip kumundan

kuru kuma doğru gidildikçe patojenlerin arttığı görülmektedir. Deniz suyu dışında kalan dalga zone ve kuru kum şeridinde patojen seviyelerinin artması; plajların şehir merkezinde bulunması, ulaşımın kolay olması, yabancı ziyaretçilerin dışında yerli turist ve yerleşik nüfusada hizmet etmesi, kuşların ve evcil hayvanların dışkılarını kuma bırakması veya kumun altına gömmesi, yağmur suları ve yüzey akışı ile karasal kirliliğin sahile ulaşması yoluyla ortamda besin artışı gerçekleşmesi gibi nedenlerle açıklanabilir.

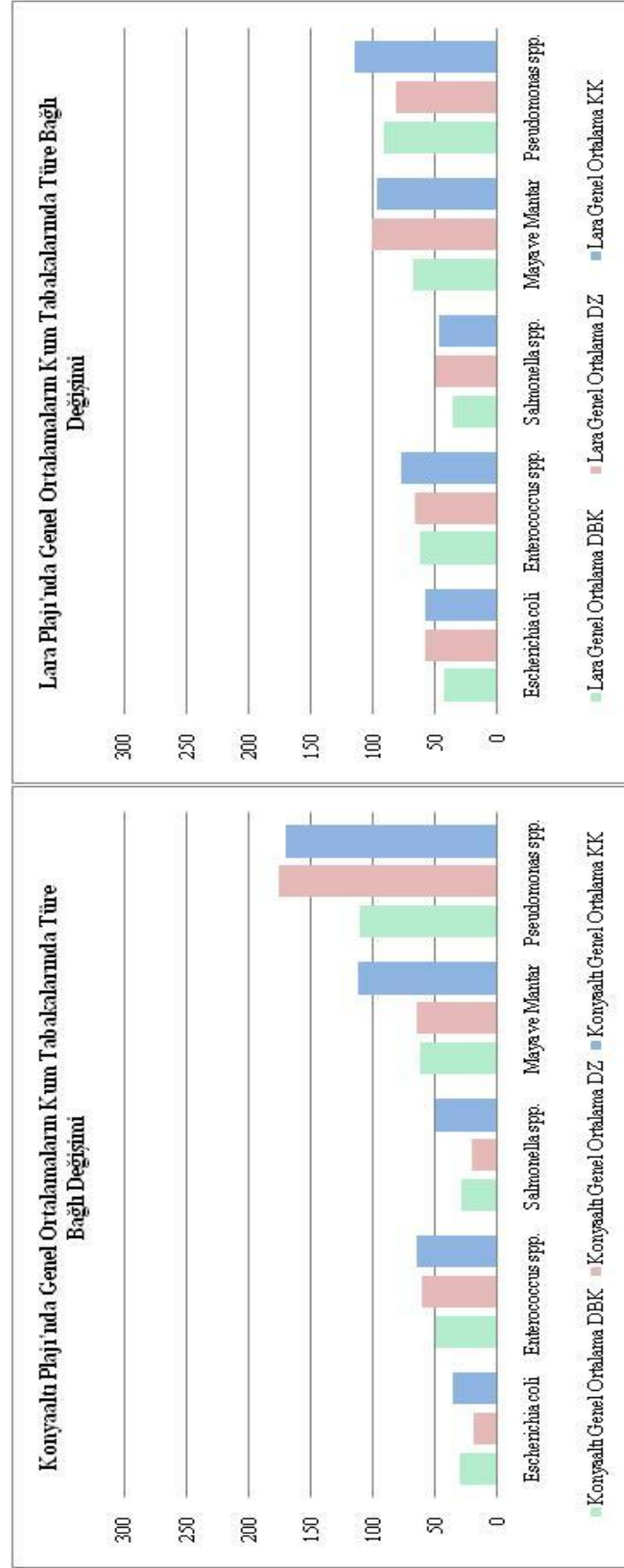
Çizelge 4.3. Konyaaltı ve Lara plajlarında farklı tabakalardan toplanmış kum numunelerinde aranan indikatörlerin ortalama sonuçları

İndikatör	E1 (Ortalama)			K1 (Ortalama)			K2 (Ortalama)			Konyaaltı Genel Ortalama		
	DBK ¹	DZ ²	KK ³	DBK	DZ	KK	DBK	DZ	KK	DBK	DZ	KK
<i>Escherichia coli</i>	23	26	41	49	24	29	19	9	37	30	20	36
<i>Enterococcus spp.</i>	59	81	54	55	47	93	38	54	50	50	61	66
<i>Salmonella spp.</i>	31	16	64	29	12	43	26	32	42	29	20	50
Maya ve mantar	105	50	123	36	43	94	47	104	121	63	66	112
<i>Pseudomonas spp.</i>	116	118	178	99	248	168	118	164	165	111	177	170
İndikatör	E2 (Ortalama)			L1 (Ortalama)			L2 (Ortalama)			Lara Genel Ortalama		
	DBK	DZ	KK	DBK	DZ	KK	DBK	DZ	KK	DBK	DZ	KK
<i>Escherichia coli</i>	96	107	99	8	44	42	26	26	34	43	59	58
<i>Enterococcus spp.</i>	71	88	77	52	51	71	64	59	85	62	66	78
<i>Salmonella spp.</i>	43	45	60	39	58	30	25	48	53	36	51	47
Maya ve mantar	97	107	103	38	109	66	69	85	123	68	101	98
<i>Pseudomonas spp.</i>	97	87	128	76	77	87	99	82	131	91	82	116

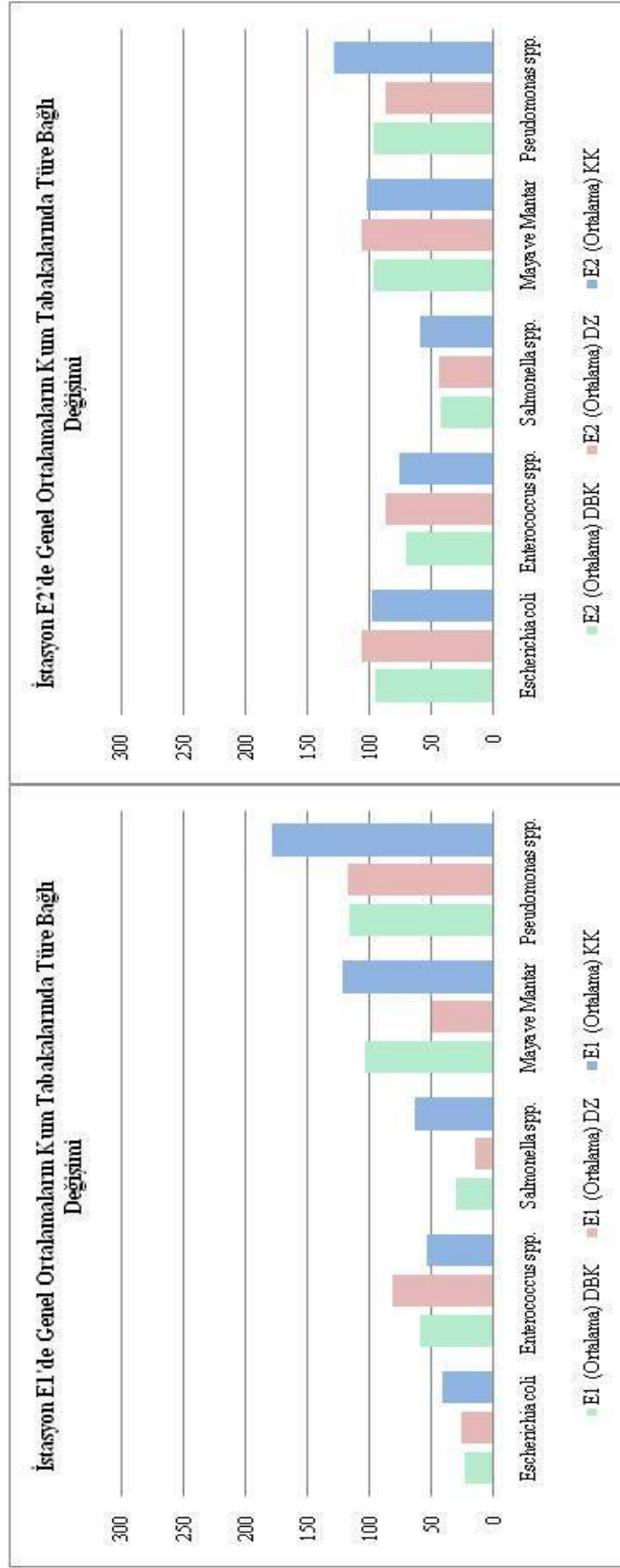
¹ DBK : Diz boyu kum numunesi

² DZ : Dalga zone numunesi

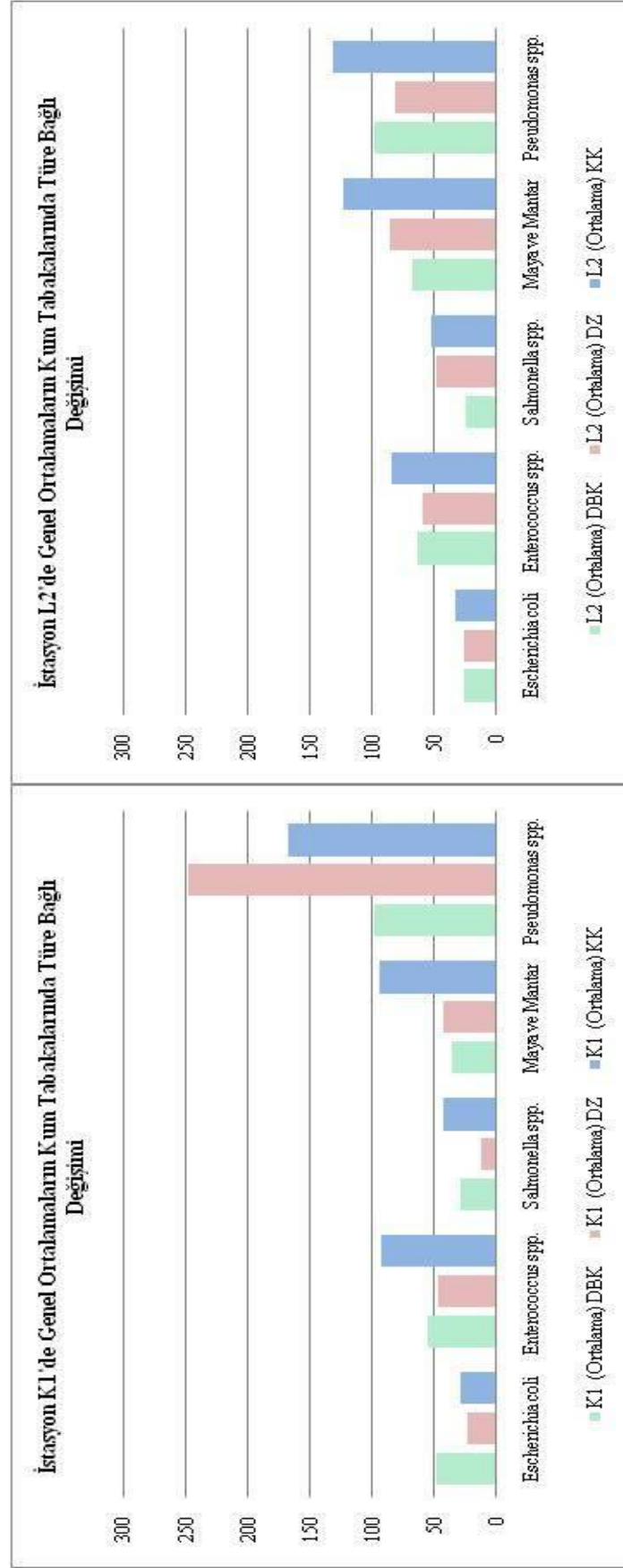
³ KK : Kuru kum numunesi



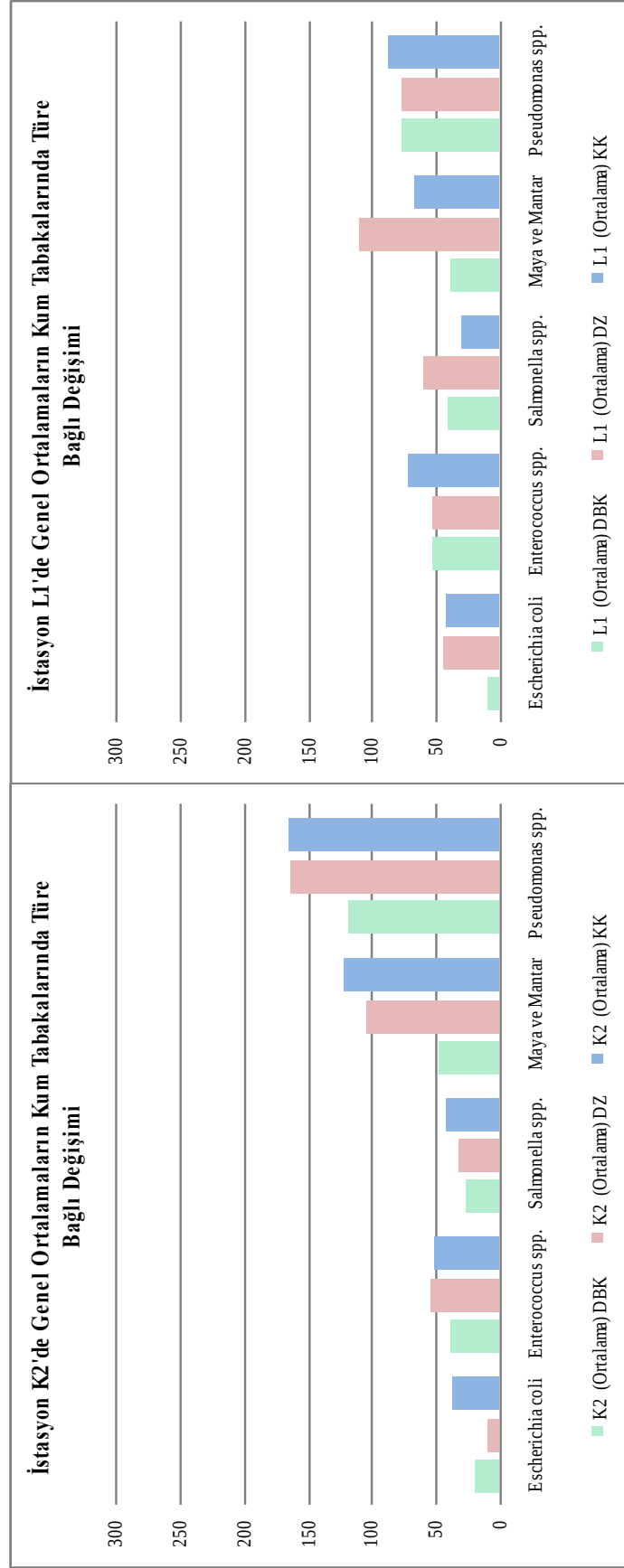
Şekil 4.40. Konyaaltı ve Lara plajlarında genel ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi



Şekil 4.41. Nehir ağızı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi



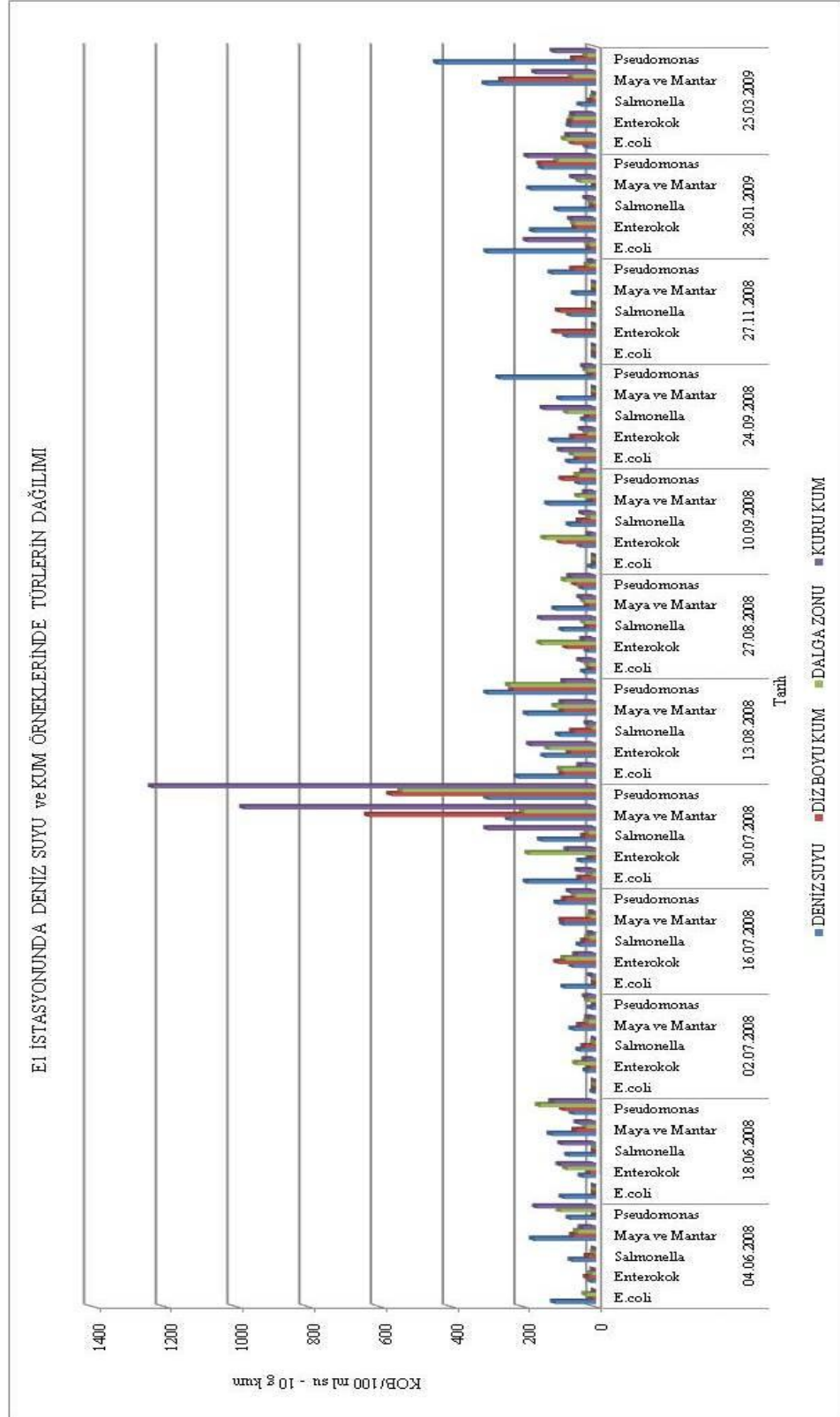
Şekil 4.42. Ücretsiz halk plajı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türçe bağli değişimi



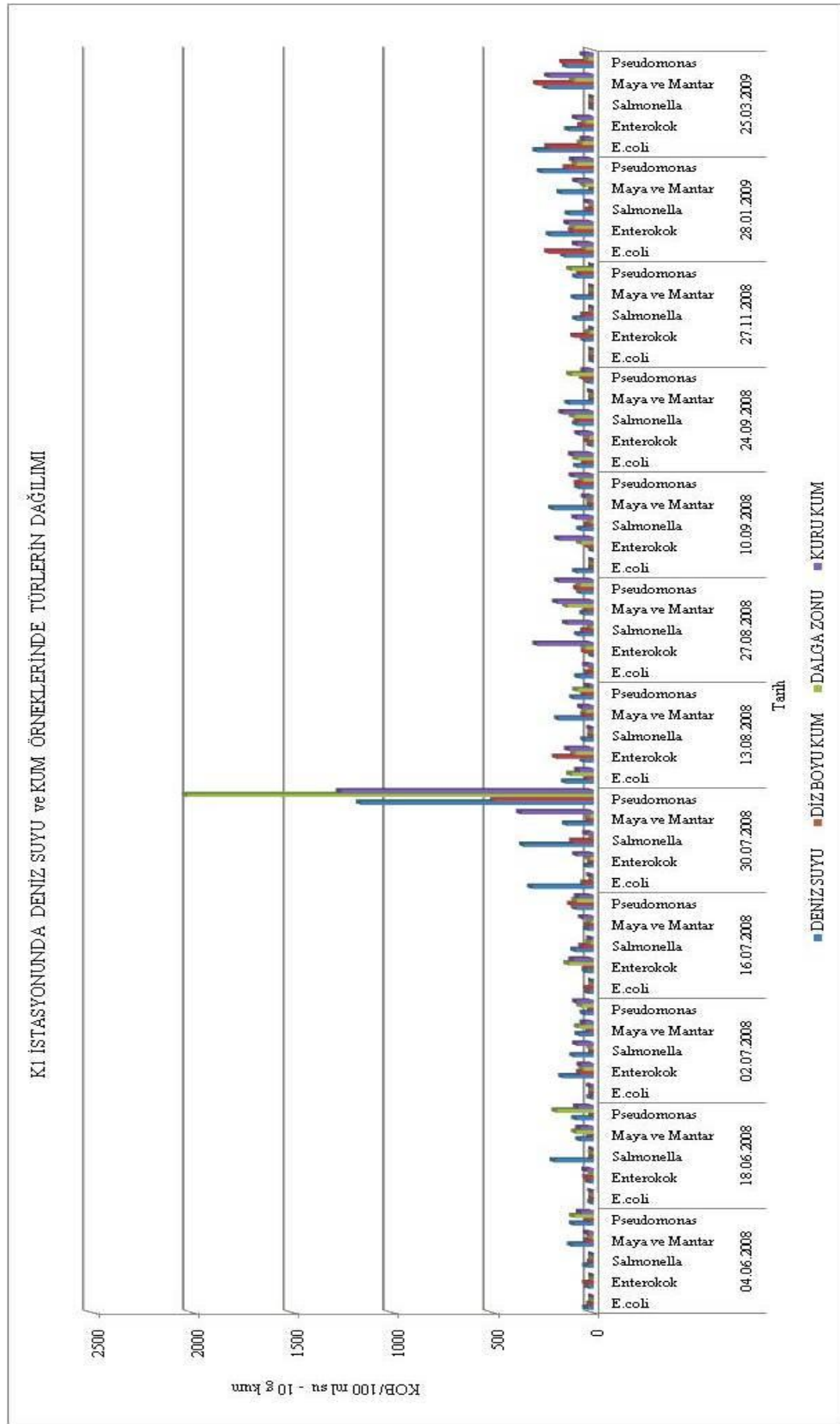
Şekil 4.43. İşletmeye ait ücretli halk plajı istasyonlarında ortalamaların kum tabakalarında türe bağlı değişimi

4.4. Plaj Kumu Analizlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

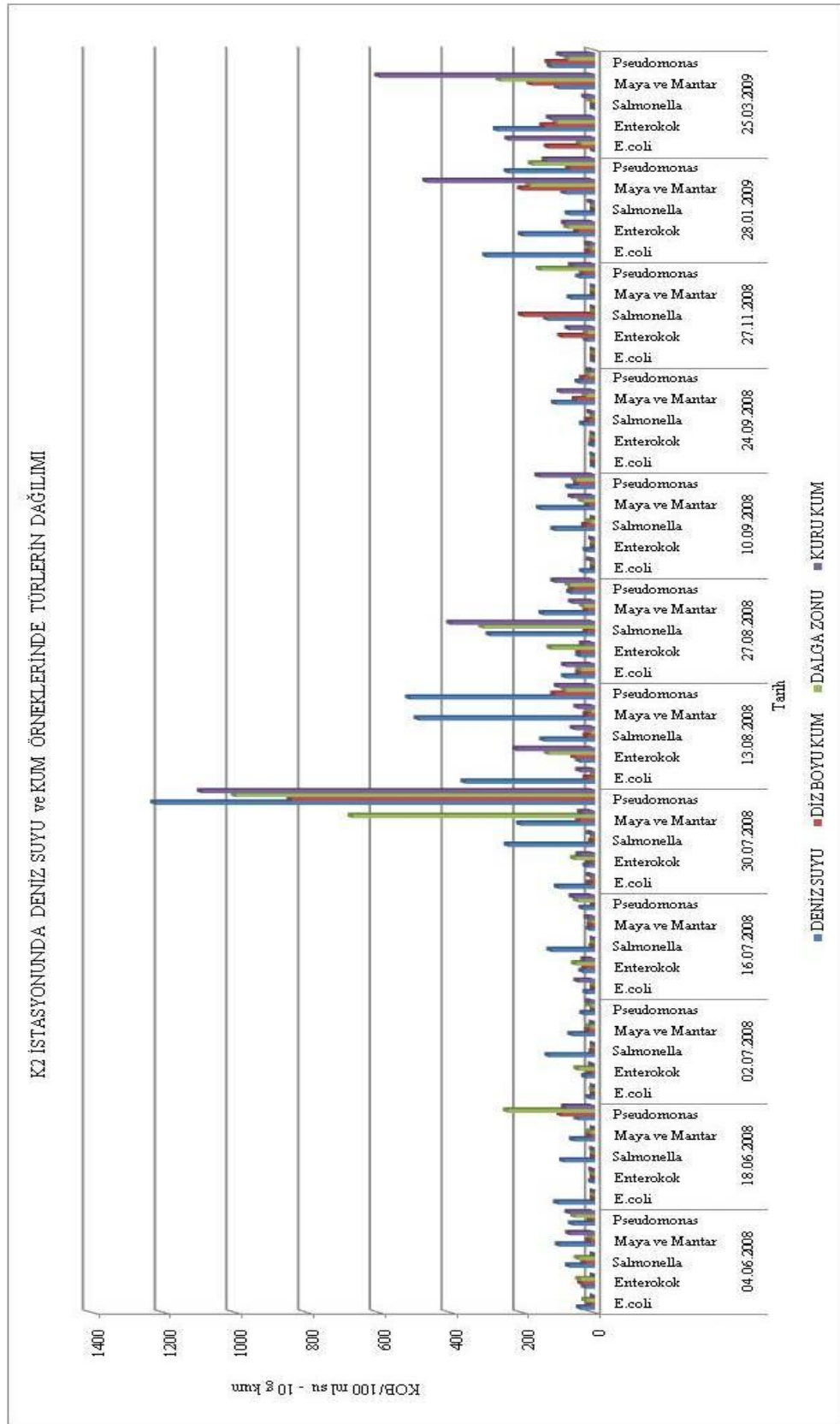
4.4.1. Konyaaltı istasyonlarında plaj kumu numunelerinin analiz sonuçları



Şekil 4.44. İstasyon E1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi

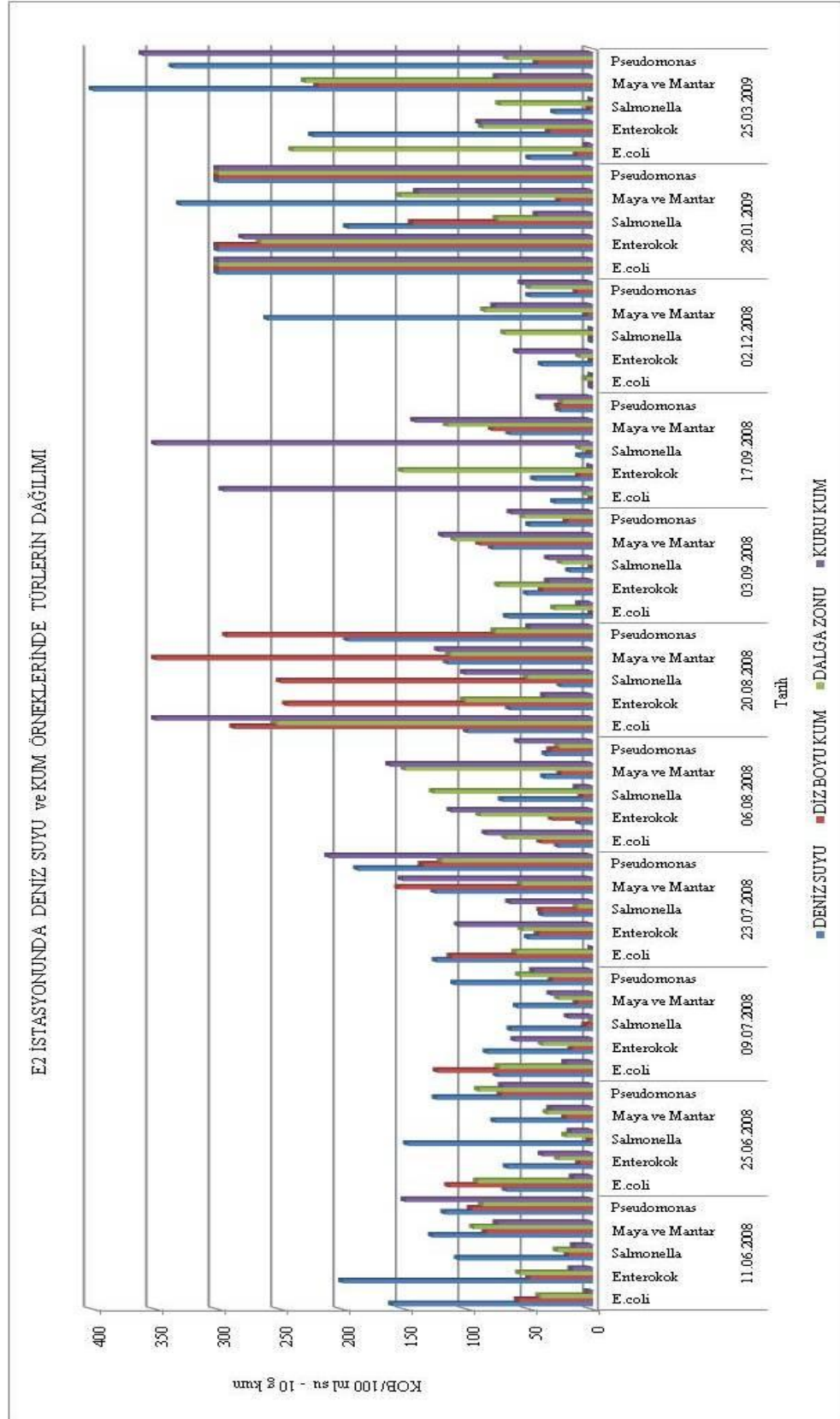


Şekil 4.45.İstasyon K1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi

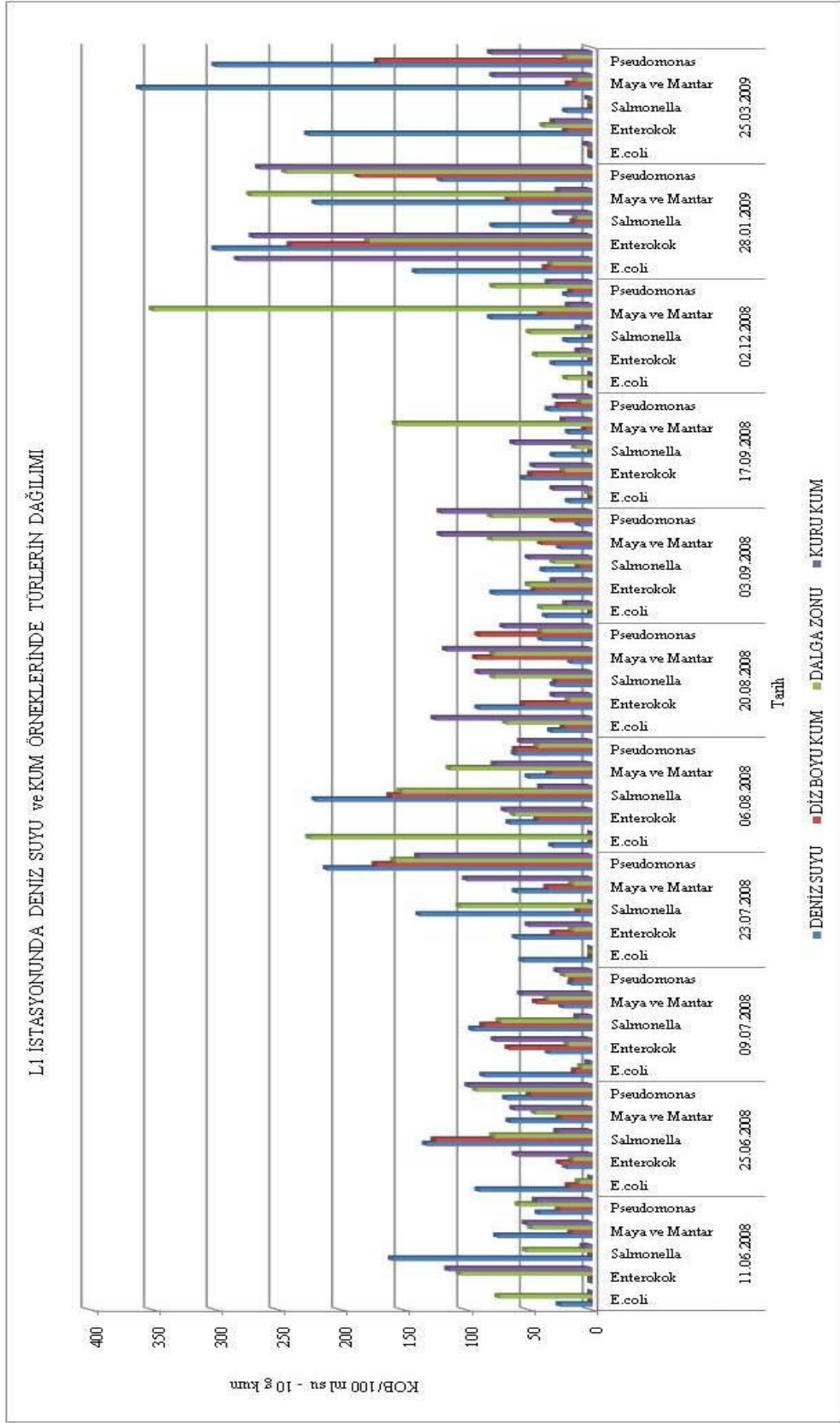


Şekil 4.46.İstasyon K2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi

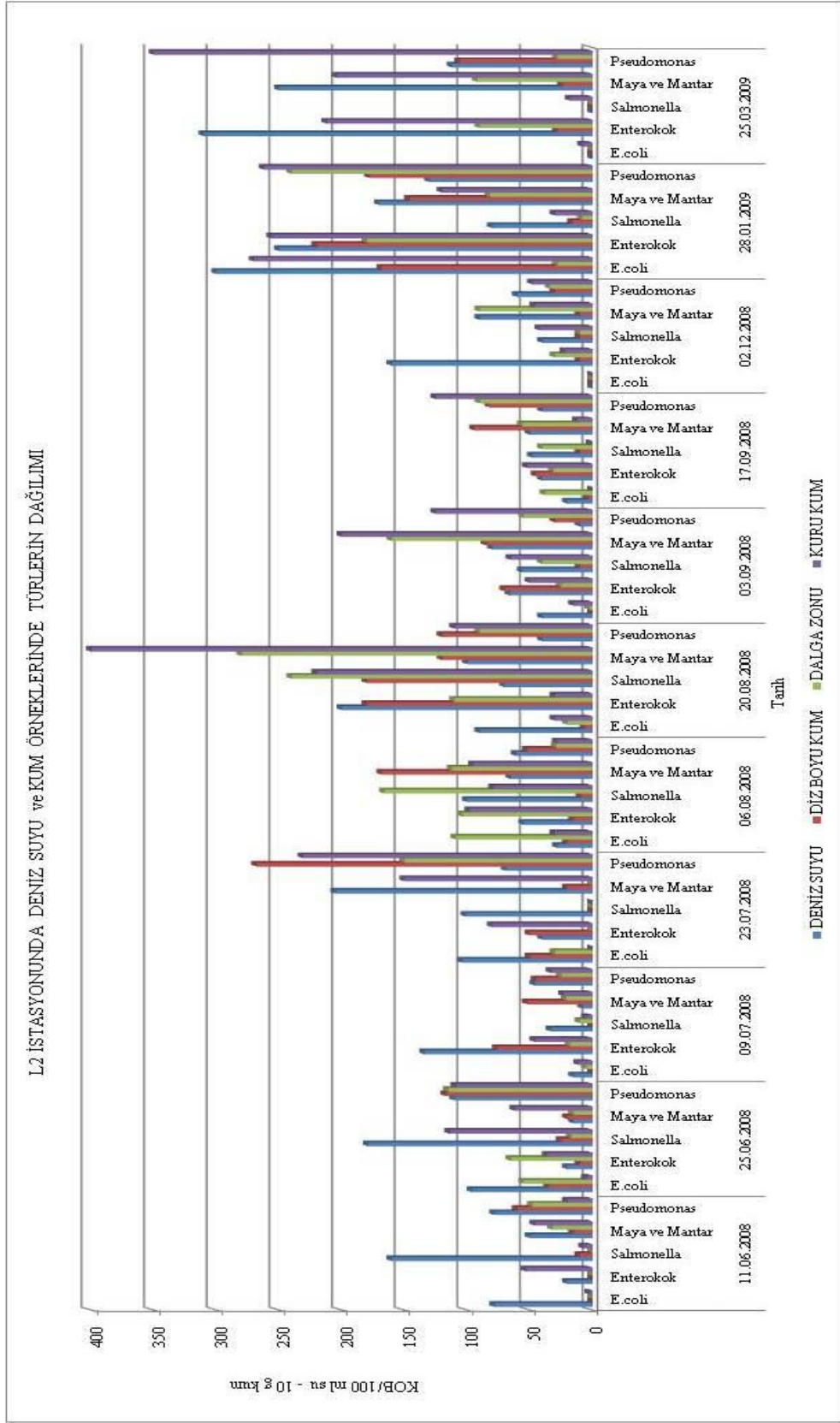
4.4.2. Lara istasyonlarında plaj kumu numunelerinin analiz sonuçları



Şekil 4.47.İstasyon E2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi



Şekil 4.48. İstasyon L1’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi



Şekil 4.49. İstasyon L2’de deniz suyu ve kum örneklerinde türlerin zamanla değişimi

5. TARTIŞMA

Antalya Körfezinde farklı kum – çakıl yapısına sahip ve farklı kullanım şekillerine hizmet eden iki farklı plajda deniz suyu ve plaj kumu numunelerinin mikrobiyolojik kalitesi değerlendirilmiştir. Bir yıl boyunca kurak aylarda her hafta, yağışlı aylar boyunca ayda bir Konyaaltı ve Lara plajları üzerinde seçilen örnekleme noktalarından toplanan deniz suyu ve plaj kumu örneklerinde *E.coli*, *Enterococcus* spp., *Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp. ve Maya – Mantar türleri izlenmiş olup aylara göre değişimleri değerlendirilmiş ve kaynaklarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, arazide deniz suyuda yapılan ölçümler ortalama sıcaklığın Konyaaltı'nda 26,1 °C, Lara'da 25,7 °C; ortalama pH'ın Konyaaltı'nda 7.9, Lara'da 7.9; ortalama çözünmüş oksijen doygunluğunun Konyaaltı'nda % 86,9, Lara'da % 88,8; ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonunun Konyaaltı'nda 8,1 mg/l, Lara'da 7,0 mg/l; ortalama tuzluluğun Konyaaltı'nda 31,3 ppt, Lara'da 32,4 ppt ve ortalama iletkenliğin Konyaaltı'nda 50,3 mS Lara'da 49,7 mS olduğunu göstermektedir.

Laboratuarda yapılan deniz suyu analizler ortalama askıda katı madde miktarının Konyaaltı'nda 58,3 mg/l, Lara'da 63,8 mg/l ve ortalama beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacının Konyaaltı'nda 2,4 mg/l Lara'da 2,3 mg/l olduğunu göstermektedir.

Çalışma sırasında Konyaaltı sahilinde suyu kullananların ortalaması 34,5 iken Lara sahilinde 17,6 ve plajı kullananların ortalaması Konyaaltı sahilinde 46,8 iken Lara sahilinde 22,3'tür.

Haziran 08 – Mart 09 boyunca yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonucunda alınan deniz suyu örneklerinin 100 ml'deki yıllık aritmetik ortalamaları KOB cinsinden sırasıyla Konyaaltı plajı için; 60,6 *Enterococcus* spp., 96,9 *Salmonella* spp., 92,3 *E.coli*, 131,4 Maya – Mantar ve 182,3 *Pseudomonas* spp., Lara plajı için 102,8 *Enterococcus* spp., 76,9 *Salmonella* spp., 69,4 *E.coli*, 113,9 Maya – Mantar ve 97,4 *Pseudomonas* spp. dir.

Alınan plaj kumu örneklerinin 10 gr'ında yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonucunda yıllık aritmetik ortalamalar Konyaaltı plajı için sırasıyla; **diz boyu seviyesinde** 50,4 *Enterococcus* spp., 28,6 *Salmonella* spp., 30,2 *E.coli*, 62,8 Maya –

Mantar ve 111,1 *Pseudomonas* spp., **dalga zonunda** 60,6 *Enterococcus* spp., 20,1 *Salmonella* spp., 19,8 *E.coli*, 65,7 Maya – Mantar ve 176,6 *Pseudomonas* spp., **kuru kumda** 65,6 *Enterococcus* spp., 50,0 *Salmonella* spp., 35,7 *E.coli*, 112,3 Maya – Mantar ve 170,5 *Pseudomonas* spp.dir.

Alınan plaj kumu örneklerinin 10 gr'ında yapılan mikrobiyolojik analizlerin sonucunda yıllık aritmetik ortalamalar Lara plajı için sırasıyla; **diz boyu seviyesinde** 62,3 *Enterococcus* spp., 35,6 *Salmonella* spp., 43,1 *E.coli*, 67,8 Maya – Mantar ve 90,8 *Pseudomonas* spp., **dalga zonunda** 66,2 *Enterococcus* spp., 50,5 *Salmonella* spp., 58,7 *E.coli*, 100,6 Maya – Mantar ve 82,0 *Pseudomonas* spp., **kuru kumda** 77,7 *Enterococcus* spp., 47,5 *Salmonella* spp., 58,1 *E.coli*, 97,6 Maya – Mantar ve 115,5 *Pseudomonas* spp.dir.

Bu veriler özellikle yaz aylarında turizm nedeniyle artan nüfusun etkisiyle denizde fekal kirlenmenin varlığını göstermektedir. Her geçen yıl artan nüfus ve turizm kapasitesi önlem alınmadığı taktirde plajlarımız için geri dönüşü olmayan ekolojik bozulmalara neden olabilecektir.

Antalya, Türkiye'nin Akdeniz kıyısındaki en büyük ilidir. Yaklaşık 600 km uzunluğunda kıyıya sahip bu il, ülkenin turizm yatırımlarının büyük bir oranına sahiptir. Antalya kıyılarına kendi il nüfusunun dışında, hava ve deniz yoluyla gelen yerli ziyaretçi sayısı 428.085 kişi iken, hava ve deniz yoluyla gelen yabancı ziyaretçi sayısı 8.564.595 kişiye ulaşmıştır. Antalya kıyıları kendi il nüfusunun (1.919.729) dışında, turizm merkezlerinde, yıllık ortalama 9 milyon yerli ve yabancı turist ile birlikte yaklaşık 11 milyon nüfusu barındırmaktadır. Turizm sezonunda nüfusta gerçekleşen bu ani artış, deniz suyu kirliliğini de beraberinde getirmektedir (ANONİM III 2010).

Kıyı bölgelerinde nüfus artışının yarattığı plansız kentleşme, turizmin hızlı gelişmesi, teknik altyapı ve sosyal altyapı yetersizlikleri nedeniyle artılmış sularını denize deşarj eden bazı otel ve merkezi arıtma tesisleri, çıkış suyunu dezenfekte etseler de, geçmiş yıllara göre deniz suyunun mikrobiyolojik kalitesinde kötüleşme gözlenmektedir. Çünkü dereler aracılığı ile önemli seviyelerde çeşitli kirleticiler iç bölgelerden toplanarak kıyı bölgelerine taşınmaktadır. Akarsular kendi su toplama havzalarındaki faaliyetler sonucu maruz kaldıkları çeşitli kirleticileri, kilometrelerce uzağa körfeze

getirip kıyı bölgesinde depolamaktadırlar. Önemli derecede kirletici taşıyan akarsu ve derelerin kontrolü arzu edilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Bu kaynaklardan doğan mikrobiyolojik kirlilik derelerle birlikte denize ulaştığı çevrede, arıtma tesislerinin deniz deşarjları ile birleşerek halk sağlığını tehdit eder bir hale gelmektedir. Ayrıca, gemi kaynaklı evsel atık sular ve gemilerin sintine-balast-tank yıkama suları da yüzeysel akıntılarla kıyıların mikrobiyal kirliliğine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak; doğal hayat, kanalizasyon deşarjları, septik sistemlerden meydana gelen sızma, hayvan besi alanları ve tarım arazilerinden gelen yüzey suları toplam ve fekal koliform açısından kirlilik seviyesini arttırmaktadır. Bu kirletici kaynakların deniz suyunda ve plaj kumunda neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik, kullanıcıların bu sularla temas etmesi, yutması ile enfeksiyonlara yol açarlar. Bu durum, özellikle plajda kum ile oynayan çocuklar için sağlık riski oluşturmaktadır.

Bu kapsamda, Antalya - Konyaaltı plajına ve Lara plajına dökülen, önemli karasal kaynaklı kirleticiler taşıyan akarsulardan Boğaçayı ve Aksu çaylarının denize döküldüğü akarsu ağızları ile birlikte Konyaaltı ve Lara halk plajlarında belirlenen örnekleme noktalarında, yüzme veya rekreasyon için kıyıları kullananların deniz ve plaj ile teması sonrasında sıkça şikâyet ettikleri ciltte ve gözde kaşıntı, yanma, sulanma, tahrişlere yol açan maya, mantar ve patojenler incelenmiştir. Bu doğrultuda, plaj kumunda mikrobiyolojik veri eksikliği giderilmeye çalışılmış, deniz suyunda halk sağlığını tehdit eden patojen seviyeleri belirlenmiş ve halk sağlığı açısından çevresel riskler değerlendirilmiştir.

Antalya'nın Konyaaltı ve Lara kıyı plajına karışan irili ufaklı birkaç akarsu vardır. Bunlar Sarısu, Boğaçayı, Arapsuyu Doğu, Arapsuyu Batı, Kopak çayı ve Aksu nehridir. Bu akarsuların havzalarından toplanan kirlilikler akarsuyun körfeze ulaştığı bölgede kendini göstermektedir. İnsan patojenlerini içeren bu sular denize karıştıkları bölgelerde, rekreasyon amacıyla denizi ve plajı kullanan insanlar tarafından yutulabilmekte ve enfeksiyonlara yol açarak hastalık oluşturmaktadırlar.

1983'de Amerikan Çevre Koruma Teşkilatı (USEPA) gerçek yüzücü ve yüzmeyle ilgisi olmayan fakat plajı kullanan kişilerin gastrointestinal hastalığa yakalanma oranlarını inceleyen bir çalışma yapmıştır. Şehir atık sularından etkilenen deniz

sularında yüzme aktivitesi nedeniyle gastroenterite yakalanma riskinin, Enterokok yoğunluğu bulunan suların kalitesiyle ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, kaynak taramalarının büyük bir kısmı deniz sularındaki *E.coli* ve Enterokok miktarları ile hastalanma sıklığı arasındaki bağlantının yüksek derecede olduğunu göstermektedir. (Wade ve diğ., 2006, Lepestur ve diğ. 2006).

Fekal kirlenmenin olduğu kıyı alanlarındaki yüzme faaliyetleri hali hazırda gerçek halk sağlığı riskleri taşımaktadır. Bu nedenle, turizm sezonunun başlamasıyla nüfusunun ani artışlar gösterdiği ve sahillerinin milyonlarca turist tarafından ziyaret edildiği Antalya şehrinin en büyük plajları Konyaaltı ve Lara Plajları'nda deniz suyu ve plaj kumu kalitesinin izlenmesi gerekmektedir.

Kullanıcı sayısı ile artan fiziksel baskı plajlarımızın taşıma kapasitesini azaltmaktadır. Fekal kirlenmede meydana gelen ölçülebilir düzeydeki bu artış, plajı rekreasyon amacıyla kullananlar açısından çeşitli sağlık riskleri oluşturarak talassojenik enfeksiyonların artmasına neden olmaktadır.

Doğal hayat, kanalizasyon deşarjları, septik sistemlerden meydana gelen sızma, hayvan besî alanları ve tarım arazilerinden gelen yüzey suları toplam ve fekal koliform açısından önemli kirletici kaynaklardır (Lipp vd 2001, 2002). Bazı araştırmacılar, FK seviyelerinin mevsimsel değişimlere (Chigbu vd 2004), dalga etkisine (Holland vd 2004) ve nehir deşarjlarına (Tuğrul-İçemer vd 2003, Erdem vd 2003) bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Nüfus yanında kirletici kaynak olarak nehir ve derelerde Konyaaltı ve Lara plajları için önemli bir kaynak olabilmektedir. Araştırma sahasında yapılan son çalışmalar, Konyaaltı plajında Boğaçay (Oğuz 2001), Lara plajında Düden (Tuğrul-İçemer vd 2003; Erdem vd 2003) ve Aksu (Tuğrul-İçemer vd 2007) nehirlerinin körfeze fekal kirlilik taşıdığını göstermiştir.

Talassojenik enfeksiyonlar, kaynağı deniz olan insan enfeksiyonları olarak tanımlanmaktadır. İnsan için patojen mikroorganizmaları içeren deniz suyunun yutulmasıyla, denize girenlerde enfeksiyonlar ortaya çıkar.

Fekal kirliliğin olduğu kıyı alanlardaki yüzme faaliyetleri halk sağlığı için risk taşımaktadır. Dışkıda bulunan *Salmonella*, *Shigella*, *E.coli*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Adenovirüs*, *Reovirüs*, *Rotavirüs* ve Hepatit virüsleri gibi hastalık yapıcılar evsel atıksular ile denizlere karışabilir (Hobbie ve Fletcher 1989, Black 1996). Keskin (1990), talassojenik enfeksiyonlara neden olan *Staphylococcus aureus*, *Clostridium welchii*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans* gibi mikroorganizmaların yüzme esnasında, insanlarla yakın teması ile direnci düşük olan insanlarda hastalık oluşturabildiğini belirtmiştir.

Godfree vd (1990)'nin yaptıkları epidemiyolojik çalışmalar, fekal indikatör organizma konsantrasyonu ile hastalık meydana gelişi arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Medline ve WHO kaynaklarından derlenen bir makalede, rekreasyonel suların indikatör bakteri sayılarındaki artış ile yüzenlerin sağlık riski arasında paralel bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (Pruss 1998).

Fleisher vd'nin 1998'de evsel atıksu ile kontamine olmuş denizel rekreasyonel sularda yaptığı yüzme ile ilgili önemli hastalıkların değerlendirildiği bir çalışmada ise kullanıcıların 4 – 8 gün arasında değişen süreler içinde hastalıklara maruz kalabildiği bildirilmiştir. Yüzücülerde, gastrointestinal rahatsızlıklar, şiddetli – kısa süreli ateşli solunum hastalıkları, kulak ve göz enfeksiyonları gözlemiştir. Çalışmaya katılanlardan, %34,5'inin gastrointestinal rahatsızlıklara, %65,8'inin kulak enfeksiyonlarına maruz kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca *Enterococcus* türleri ile gastrointestinal rahatsızlıklardaki artış pozitif eğilim göstermektedir (Wade vd 2006).

Patojen mikroorganizmaların suda kısa süre canlılıklarını sürdürebildikleri halde bu süre içinde, su ile temas edenlerde deri, ağız, burun yoluyla doğrudan, deniz ürünleri ile de dolaylı yoldan etkiledikleri; kolera, tifo, paratifo, çocuk felci, sarılık gibi birçok hastalıklara yol açabildikleri belirtilmiştir (Hobbie ve Fletcher 1989).

New York (Cabelli vd 1979) ve Güney Afrika'da (von Schirnding vd 1992) yapılan çalışmalarda, kirli sularda yüzenlerde sindirim sistemi, solunum ve deri hastalıklarına sıkça rastlanıldığı belirtilmiştir. Alexander vd (1992) kontamine deniz suyuyla temas

eden çocuklarda hastalıkların arttığı belirtilmiştir. Hatta Lipp vd (2002) deniz suyunda ortalama 2,5 KOB / 100 ml gibi düşük patojen miktarına karşılık halk ve çevre sağlığı açısından risk oluşabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Kanalizasyon suları ile kirlenmiş olan denize giren kişilerde, akut ateşli solunum yolu hastalıklarının, göz, kulak ve deri hastalıklarının, etken mikroorganizma sayısına bağlı olup olmadığı, fekal streptokokların, akut ateşli solunum yolu hastalıklarının, fekal koliformların ise kulak enfeksiyonlarına ve göz hastalıklarına etken olduğu gösterilmiştir (Fleisher vd 1996).

Fekal indikatörlerin kumda bulunma oranı deniz suyunda bulunma oranından daha yüksektir. Yapılan çalışmada, 15 yaş ve altını temsil eden grubun rekreasyonel faaliyetlerini daha çok plaj kumu üzerinde gerçekleştirdikleri ve bireylerin dikkate değer bir kısmında gastrointestinal hastalıklara rastlandığı görülmüştür (Elmanama vd 2005).

Yüzmeden kaynaklanan hastalık riskleri *E.coli*, intestinal enterokok, *Clostridium perfringens* ve somatik kolifaj konsantrasyonları ile değerlendirilebilir (Wiedenmann vd 2006). Yüzme alanında yüzme suyu ile birincil (doğrudan) temasta bulunanlar, ikincil rekreasyon yapan kullanıcılara oranla 3,5 kat daha fazla cilt rahatsızlığı bildirmiştir (Fleisher ve Kay 2006).

Plaj kumunda bulunan fekal indikatörlerin baskınlığı ve dağılımı ile plaj kumuna maruz kalma ile ilişkili sağlık etkilerinin değerlendirmesi gastrointestinal hastalıklara yakalanma dozunun ıslak kum ve suda geçirilen zamanla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Bonilla vd 2007).

Plaj kumu ve deniz suyu numunelerinde FK, FS, *Salmonella*, *Shigella* ve *Vibrio* değerlerinin sonuçları incelendiğinde *Pseudomonas* türlerinin olası kum kirlilik indikatörleri olabileceği söylenmiştir (Elmanama vd 2005).

Yapılan incelemeler sonucunda her istasyon için ayrı ayrı değerlendirilen örneklerin birçoğunda seçilen türlerden *E.coli* ile *Enterococcus* spp. arasında ($r=0,6 - 0,8$) ve *Salmonella* spp. ile *Pseudomonas* spp. arasında ($r=0,4 - 0,8$) pozitif korelasyon ilişkisi (Elmanama vd 2005) tespit edilmiştir. Mevsime bağlı değişimlerin türlere göre

değiştirdiği, her iki plajda aynı dönemde toplanan numunelerde de mikroorganizma sayılarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızın verileri incelendiğinde *Escherichia coli*'nin dahil olduğu fekal koliformlar ile literatürde intestinal enterokok olarak adlandırılmaya başlanan fekal streptokoklar arasında $r=0,6$ mertebesinde bir ilişki saptanırken Mancini vd 2005'te İtalya'da yaptıkları çalışmada $r=0,79$ mertebesinde yüksek bir pozitif ilişki tespit etmişlerdir. Bu iki grup ile maya ve mantarlar arasında ($r=0,6$) orta dereceli ilişki gözlemlenirken Mancini vd (2005) ters bir ilişki saptamışlardır.

Bulgulara göre 100 ml deniz suyunda *E.coli* genel ortalaması 77 KOB *Enterococcus* spp. genel ortalaması ise 64 KOB iken Kay vd (2006) İskoçya'da yaptıkları çalışmada 385 KOB *E.coli* ve 1363 KOB *Enterococcus* spp. tespit etmişlerdir.

Elmanama vd (2005) yaptıkları çalışmada 10 gr plaj kumunda Gaza'da ortalama 2015 KOB İntestinal enterokok saptarken çalışmamızın sonuçları Antalya plajlarında ortalama 64 KOB *Enterococcus* spp. varlığını göstermektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre deniz suyunda 69 örnekten 65'inde (Elmanama vd 2005'e göre 130 örnekten 2'sinde), plaj kumunda 207 örnekten 156'sında (Elmanama vd 2005'e göre 130 örnekten 9'unda); *Salmonella* spp. tespit edilmiştir. *Salmonella* spp.'nin intestinal olduğu bilindiğine göre plajlara fekal kaynaklı kirlilik (Elmanama vd 2005) ulaştığını söyleyebiliriz. Bulgulardan elde edilen *E.coli* ve *Enterococcus* spp. sonuçları bu durumu destekler niteliktedir.

Elmanama vd (2005) Gaza kıyıları plaj kumunda 9,3 KOB/10 gr *Pseudomonas* spp. saptarken yaptığımız çalışmada plaj kumunda ortalama olarak 121 KOB/10g *Pseudomonas* spp. tespit edildi. Bu çalışmada, *Salmonella* spp. ile *Pseudomonas* spp. arasında güçlü korelasyon ilişkisi ($r=0,8$) saptandığından kumdaki fekal kirlilik için iyi bir indikatör olabileceği düşünülmektedir. Aynı çalışmada plaj kumundan izole edilen maya ve mantar bulguları 18,3 KOB/10 gr iken çalışmamızın bulguları 79 KOB/10 g'dır. Her iki çalışmada da maya ve mantar konsantrasyonunun yüksek çıkmasının nedeni Vogel vd (2007) tarafından karasal kaynaklı sular, atık su deşarjları ve yoğun

kullanım olarak açıklanmıştır. Çünkü açık denizlerde maya ve mantar popülasyonu 10 – 100 iken bu oran kıyıya yakın sularda birkaç bine ulaşabilmektedir.

Candida albicans toprak ve insandan izole edilebilen bir patojendir. Numune alınan noktalarda kuru kumdaki en yüksek yoğunluk ve tür çeşitliliği plaj kullanıcılarından ve yüzey akışı ile deniz suyuna karışan topraktan kaynaklanıyor olabilir çünkü bağışıklık sistemi baskılanmış ve diyabetli kişilerde ve ameliyat sonrası hastalarda *Candida* türleri yüksek oranda bulunabilmektedir. *Candida* türleri organik olarak zengin olan sanayi suları ve evsel atıksular bulaşmış ortamlarda da yoğun olarak bulunurlar. *Candida* türleri rekreasyon alanlarında hem ıslak hem de kuru kumda için fekal kontaminasyon kaynağı olabilir (Desmarais vd 2002).

Maya ve mantarlar genel olarak tuza karşı tolerans göstermektedirler. Vogel vd (2007) maya ve mantarların kum içinde üremesinin yoğun olmamasıyla birlikte özellikle bağırsak kökenli mayaların tuzlu ortamlarda hayatta kalabildiğini ve 250 adet *Candida* türünün ılık bölgelerde toprakta bulunduğunu belirtmiştir.

Desmarais vd (2002) maya ve mantarların subtropikal rekreasyonel plajlarda *E.coli* gibi geleneksel fekal indikatör mikroorganizma olarak kullanulamayacağını ileri sürerken, Vogel vd (2007) maya popülasyonlarının kirli ve/veya sağlık riskinin değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedirler.

Bulgularımıza göre, genel olarak her iki plajda da pH değerlerinin artmasıyla maya mantar türlerinin konsantrasyonu ($r=-0,6 - -0,7$) negatif korelasyon ilişkisi sergilemiştir. Bu durum maya ve mantarların baz ortam tercih etmesi ile açıklanabilir. Çözünmüş oksijen doygunluğu ile mikrobiyolojik göstergelerin ilişkisinin zayıf korelasyon göstermesi seçilen mikroorganizma türlerinin fakültatif grupta olması ile açıklanabilir.

Lara plajında plajı kullananların sayısı ile deniz suyu sıcaklığı ($r=0,6 - 0,7$) arasında yüksek korelasyon ilişkisi belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen doygunluğuyla iletkenlik ve tuzluluk arasında güçlü negatif ilişki gözlenmiştir ($r=-0,1 - -0,8$).

Lara ve Konyaaltı plajlarında askıda katı madde konsantrasyonu ile mikroorganizma sayıları farklılık göstermektedir. Çünkü dalga hareketleri ve med – cezir kıyı kumundan

partikülleri hareketlendirerek su kolonuna geçmesine neden olmaktadır. Lara plajı tane yapısı ince kumdur. Hafif malzeme olduğundan dalga ve akıntılarla Konyaaltı plajının yapısında bulunan çakıllara göre daha fazla hareketlenir. Her iki plajda askıda katı madde konsantrasyonunun farklı olması kum – çakıl yapısı ve partikül boyutundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Lara ölgesinde büyük kapasiteli 5 yıldızlı oteller bulunmaktadır. Konyaaltı plajı şehir merkezinde bulunmakta ve günübirlik turizme hizmet etmektedir. Konyaaltı plajı ve Lara plajına dökülen irili ufaklı dereler ve bu dere yataklarına ulaşan kirleticiler ile plajlara yakın arıtma tesisleri kapasite ve işletme açısından farklıdır. Konyaaltı plajına yakın iki yat limanı bulunması ve deniz kullanımının farklı olması da deniz suyu içindeki askıda katı madde oranını etkilemektedir.

Elmanama vd (2005) ve Noble vd (2003) makalelerinde Hanes ve Fragala'nın çalışmasında deniz suyunda *E.coli*'nin 0,8 gün, enterokokların 2,4 gün canlı kaldığını bildirdiğini belirtmişlerdir. Nazario (2006) *E.coli*'nin suda 98 gün kumda 52 gün canlılığını sürdürdüğünü tespit etmiştir. Nazario aynı çalışmasında *E.coli*'nin kumda canlılığını sürdürebildiği ortamlarda plaj kullanıcılarında gastrointestinal rahatsızlıklara ve hastalıklara neden olan enterik patojenlerinde canlılığını sürdürebildiğini ifade etmiştir. Aynı zamanda ıslak kumda veya sedimentte *E.coli*'nin canlılığını sürdürmesi ile yağmurdan kayaklanan yüzey akışı ve evsel atıksu deşarjlarının her zaman ilişkili olmadığını bazı durumlarda *E.coli*'nin kumda yeniden üreyebileceğini ve bu nedenle tropikal bölgelerde yüzücüler ve plajı sadece rekreasyon amacıyla kullananlar açısından sağlık riski oluşturabileceğini ileri sürmüştür.

Literatürden verilen örnekler ve çalışmada elde edilen mikrobiyolojik sonuçlar östergelerin sürdürülebilir, sağlıklı ve kaliteli bir kıyı turizmi için izin verilebilir aralıklarda olmadığını göstermektedir. Yaz aylarında turizmden ve kış aylarında yağmurla birlikte denize ulaşan toprak kaynaklı fekal kirlilikten dolayı körfezde önemli miktarlarda mikrobiyolojik kirlilik birikmektedir. Bu durum halk sağlığını, turizm kalitesini, yerel halkın rekreasyon kalitesini etkilemektedir.

Çalışmanın sonuçları doğrultusunda, mevcut durumun iyileşmesi amacıyla bazı öneriler getirilmeye çalışılmıştır.

6. SONUÇ

İlgili kamu kuruluşlarının desteği alınarak imalat ve hizmet sektörü yatırımcıları ve faaliyet sahiplerinin çevre konusunda bilinçlendirilmesi vasıtasıyla kirliliğin kaynağında azaltılarak halk sağlığının korunması, kıyı kaynaklarının aşırı kullanımının önlenmesi amacıyla endüstri, enerji, tarım vb. faaliyetler için ulusal gelişim politikalarının bütünleşik planlanması,

Mevcut kanunlardaki çakışmalar ve çelişkilerin gözden geçirilerek kıyı alanlarının planlama anlayışının değiştirilmesi merkez, bölge ve yerel düzeylerde görev-yetki paylaşımının yeniden tasarlanması, kıyı alanları yönetimi programında yetki ve sorumluluk kargaşasının ortadan kaldırılması, hem belediye imar planlaması, hem de alt yapı oluşumunun kentsel büyümeyle uyum sağlayacak şekilde oluşturulması ve denetlenmesi,

Kıyıya paralel yani kıyıları tümüyle kapatan yapılaşma biçiminin değiştirilmesi, kıyıya dik gelişen ve doğa ile bütünleşen yapılaşmanın hedeflenmesi, turistik yörelerdeki inşaat ve yapı ruhsat harçları yükseltilmesi, faaliyeti nedeniyle kıyıları kirletenlerden ek vergi alınması,

Ulusal ve bölgesel turizm politikalarının çevrenin taşıma kapasitesi ve korunması politikaları ile beraberlik içinde planlanması, sürdürülebilir turizm için altyapı ve doğal kaynakların fiyatlandırılması,

Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan sularla ilişkili göz, cilt, gastrointestinal ve üst solunum enfeksiyonlarına yakalananların sağlık kurumlarına yaptıkları başvuru ve bilgilerin alanda hangi faaliyette bulunduğu bilgisi ile kayıt altına alınarak web tabanlı envanter oluşturulması, oluşturulan envanterlerden yararlanarak hastalığa neden olan patojen seviyeleri ve kaynaklarının belirlenmesi,

Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan sulara yönelik mevcut yasal düzenlemeler mikrobiyolojik açıdan incelendiğinde ulusal düzeyde toplam koliformlar, fekal koliformlar, fekal streptokoklar, Salmonella ve enterovirüsler için uluslararası düzeyde ise E.coli ve intestinal enterokoklar için standartlar oluşturulduğu görülmektedir. Mevcut parametrelerin Avrupa Birliği uyum sürecinde belirlenen süreden önce

standartlaştırılması ve halk sağlığını tehdit eden diğer türlere yönelik araştırmaların yapılması,

Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan sular için mevcut mevzuatın uyumlaştırılması ve geliştirilmesine yönelik çalışma ve araştırmaların yapılması, yeni düzenlenecek yasal yaptırımların sektörel olarak ayrılması, cezai yaptırımların caydırıcılığının artırılması, denetim faaliyetlerinin güçlendirilmesi,

Kıyı alanlarının doğal ve yapılı çevresinin tüm değerlerini ve özelliklerini ortaya koyan bir kıyı bilgi bankası ve veri tabanı oluşturulması, gelecekteki yönetim kararlarına esas oluşturacak bilgileri sağlayacak kıyı kaynak envanterinin çıkarılması,

Plajların su kalitesini izlemeye yönelik düzenli bir program oluşturulması, plajların kirlilik derecelerine göre sıralanması ve kamuoyuna açık araçlarla yayınlanması, kıyı bölgelerinde yaşanan bozulmanın halk sağlığı ve çevre üzerinde yaratacağı tehditlere ilişkin kitle iletişim araçlarından yararlanarak kıyı alanlarının korunması doğrultusunda eğitim ve tanıtım çalışmalarının yapılmasıyla kamuoyunun bilinçlendirilmesi,

Bilimsel araştırmaların, sektörüne bağlı kamu kurumlarınca desteklenmesi, üniversite ve enstitüler ile özel sektör ve kamu işbirliğinin sağlanması yönünde çalışmalar yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

- ALEXANDER, L.M., HEAVEN, A., TENNANT, A., MORRIS, R., 1992. Symptomatology of Children in Contact with Sea Water Contaminated with Sewage. *Journal of Epidemiological and Community Health*, 46 (4), 340-344.
- ANONİM I, 2009. http://edebiyat.ege.edu.tr/bolumler/cografya/16-5_dal&baysan.pdf
- ANONİM II, 2010. <http://www.tuik.gov.tr/turizmapp/turizm.zul>
- ANONİM III, 2010. http://report.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?adnksdb2=&report=turkiye_il_koy_sehir.RDF&p_il1=7&p_kod=2&p_yil=2009&p_dil=1&desformat=html&ENVID=adnksdb2Env
- ANONİM IV, 2010. http://www.obanettr.net/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=83
- ANONİM V, 2009. <http://ekutup.dpt.gov.tr/cevre/eylempla/arazikul.pdf> , Ulusal Çevre Eylem Planı: Arazi Kullanımı ve Kıyı Alanlarının Yönetimi. Danışman: Semra Ener ONGAN, Odak Noktası Kurulu: İLLER BANKASI, Mart 1997.
- ANONİM VI, 2009. <http://www.cdc.gov/NCIDOD/eid/vol8no5/01-0385.htm>
- ANONİM VII, 2009. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>
- ANONİM VIII, 2009. <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol4no2/nataro.htm>
- ANONİM IX, 2009. <http://cmr.asm.org/cgi/content/full/12/1/180>
- ANONİM X, 2009. http://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli
- ANONİM XI, 2009. <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/7/218>
- ANONİM XII, 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, 2000. Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını, Sim Matbaası, Ankara 17. Bölüm, 522 s.
- ANONİM XIII, 2009. <http://www.whonamedit.com/Synd.cfm/402.html>
- ANONİM XIV, 2009. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Salmonella>
- ANONİM XV, 2009. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas>
- ANONİM XVI, 2009. http://tr.wikipedia.org/wiki/Candida_albicans
- ANONİM XVII, 2009. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Enterobacteriaceae>
- ANONİM XVIII, 2009. <http://www.ilrehberi.com/hakkinda/antalya/antalyax.htm>
- ANONİM XIX, 2009. http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/antalyaicd2007.pdf Antalya İl Çevre Durum Raporu 2007, 10 ss.
- ANONİM XX, 2009. http://www.die.gov.tr/nufus_sayimi/2000Nufus_Kesin1.htm

- ANONİM XXI, 2009. http://www.cevreorman.gov.tr/mevzuat/skky_numune.pdf
- ANONİM XXII, 2009. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=10&ust_id=3
- ANONİM XXIII, 2009. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=181>
- ANONİM XXIV, 2009. KALELİ, D., ÖZKAYA, D. F., Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. <http://www.orlab.net/mikrobiyoloji/210011701.pdf>
- ANONİM XXV, 2010. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Maya_\(biyoloji\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Maya_(biyoloji)).
- ANONİM XXVI, 2010. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Mantar>.
- APHA, AWWA, WPCF. 1995. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19. Edition., USA.
- ASLAN YILMAZ, A., OKUŞ, E., ÖVEZ, S., 2004. Bacteriological indicators of anthropogenic impact prior to and during the recovery of water quality in an extremely polluted estuary, Golden Horn, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 49 (2004) 951 – 958.
- BLACK, J.G., 1996. Microbiology: Principles and Applications. Third Edition, Prentice-Hall, Inc., Oxford.
- BONILLA, T.D., NOWOSIELSKI, K., CUVELIER, M., HARTZ, A., GREEN, M., ESIÖBU, N., McCORQUODALE, D.S., FLEISHER, J.M., ROGERSON, A., 2007. Prevalence and distribution of fecal indicator organisms in South Florida beach sand and preliminary assessment of health effects associated with beach sand exposure. *Marine Pollution Bulletin*, 54 (2007) 1472 – 1482.
- BORREGO, J.J., ARRABAL, A., De VICENTE, A., GOMEZ, L.F., ROMERO, P., 1983. Study of Microbial Inactivation in the Marine Environment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 55 (3), 297 - 302.
- BORREGO, J.J. and FIGUERAS, M.J., 1997. Microbiological Quality of Natural Waters. *Microbiologia SEM*, 13,413-426.
- CABELLI, V.J., DUFOUR, A.P., LEVIN, M.A., McCABE L.J., HABERMAN, P.W., 1979. Relationship of Microbial Indicators to Health Effects at Marine Bathing Beaches. *American Journal of Public Health*, 69 (7), 690-696.
- CHIGBU, P., GORDON, S., STRANGE, T., 2004. Influence of inter-annual variations in climatic factors on fecal coliform levels in Mississippi Sound. *Water Research*, 38: 4341-4352.
- CORNAX, R., MORINIGO, M.A., ROMERO, P., BORREGO, J.J., 1990. Survival of Pathogenic Microorganisms in Seawater. *Current Microbiology*, 20, 293-298.
- DESMARAIS, T.R., SOLO-GABRIELE, H.M., PALMER, C.J., 2002. Influence of soil on fecal indicator organisms in a tidally influenced subtropical environment. *Applied and Environmental Microbiology*. 68, 1165–1172.

- EFSTRATIOU, M.A., MAVRIDOU, A., RICHARDSON, S.C., PAPADAKIS, J.A., 1998. Corelation of bacterial indicator organisms with *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* in sea water. *Letters in Applied Microbiology*, 26, 342 – 346.
- EFSTRATIOU, M.A., MAVRIDOU, A., RICHARDSON, C., 2009. Prediction of *Salmonella* in seawater by total and fecal coliforms and Enterococci. *Marine Pollution Bulletin*, 58 (2009) 201 – 205.
- ELMANAMA, A.A., FAHD, M.I., AFİFİ, S., ABDALLAH, S., BAHR, S., 2005. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. *Environmental Research*, 99 (2005) 1 – 10.
- ERDEM, A., TUĞRUL-İÇEMER, G., YILMAZ, V. 2003. Excessive Microbiological Pollution Carried by Duden River in the Antalya Bay. 12th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, 4-8 October, Antalya. Abstract Book, pp. 99.
- ERGİN, M., KESKİN, Ş., DOĞAN, A.U., KADIOĞLU, Y.K., KARAKAŞ, Z., 2007. Grain size and heavy mineral distribution as related to hinterland and environmental conditions for modern beach sediments from the Gulf of Antalya and Finike, eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 240 (2007) 185 196.
- EVANSON, M., AMBROSE, R.F., 2006. Sources and growth dynamics of fecal indicator bacteria in a coastal wetland system and potential impacts to adjacent waters. *Water Research*, 40 (2006) 475 – 486.
- FIGUERAS, M.J., POLO, F., INZA, I., GUARRO, J., 1997. Past, Present and Future Perspectives of the EU Bathing Water Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 34 (3), 148-156.
- FLEISHER, J.M., KAY, D., 2006. Risk perception bias, self – reporting of illness, and the validity of reported results in an epidemiologic study of recreational water associated illnesses. *Marine Pollution Bulletin*, 52 (2006) 264 – 268.
- FLEISHER, J.M., KAY, D., JONES, F., WYER, M.D., GODFREE, A.F., 1996. Marine Waters Contaminated with Domestic Sewage: Non Enteric Illnesses Associated with Bather Exposure in the United Kingdom. *American Journal of Public Health*, 86 (9), 1228-1234.
- FLEISHER, J.M., KAY, D., WYER, M.D., GODFREE, A.F., 1998. Estimates of the severity of illnesses associated with bathing in marine recreational waters contaminated with domestic sewage. *International Journal of Epidemiology*, 1998; 27: 722 – 726.
- GAUTHIER, M.J., MUNRO, P.M., MOHAJER, S., 1987. Influence of Salts and Sodium Chloride on the Recovery of *Escherichia coli* from Seawater. *Current Microbiology*, 15, 5-10.

- GODFREE, A., JONES, F., KAY, D., 1990. Recreational Water Quality. The Management of Environmental Health Risks Associated with Sewage Discharges. *Marine Pollution Bulletin*, 21 (9), 414-422.
- HOBBIE, J. E. AND FLETCHER, M. M., 1989. The aquatic environment, pp. 132-162. In: J. M. Lynch and J. E. Hobbie (eds.), *Microorganisms in Action. Blackwell Scientific Publications Ltd.*, Oxford, England.
- HOLLAND, A.F., SANGER, D.M., GAWLE, C.P., LERBERG, S.B., SANTIAGO, M.S., RIEKERK, G.H.M., ZIMMERMANN, L.E., SCOTT, G.I. 2004. Linkages between tidal creek ecosystems and the landscape and demographic attributes of their watersheds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 298, 151-178.
- KARAKUŞ, M., 1983. Gıda Sanayiinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. *Marmara Araştırma Merkezi*, Yayın No 124, 133-137.
- KELSEY, H., PORTER, D.E., SCOTT, G., NEET, M., WHITE, D., 2004. Using geographic information systems and regressions analysis to evaluate relationship between land use and fecal coliform bacterial pollution. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298 (2004) 197 – 209.
- KESKİN, M., 1990. Sağlık Açısından Deniz Suları Mikrobiyolojisine Yaklaşımlar. Sağlık Bakanlığı Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü, Yayın no 6, 1-32.
- KİMİRAN, A., 1999. İstanbul Deniz Suyu Örneklerinin Kirlilik İndikatörü Bakteriler Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 2 ss.
- KUKUL, Y. S., ÜNAL ÇALIŞKAN, A. D., ANAÇ, Sür., 2007. Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler . *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi.*, 2007, 44 (3): 101-116.
- LIPP, E.K., FARRAH, S.A., ROSE, J.B., 2001. Assesment and impact of microbial fecal pollution and human enteric pathogens in a coastal community. *Marine Pollution Bulletin*, Vol.42, No.4, pp. 286 – 293.
- LIPP, E.K., JARRELL, J.L., GRIFFIN, D.W., LUKASIK, J., JACUKIEWICZ. J., ROSE, J.B., 2002. Preliminary evidence for human fecal contamination in corals of the Florida Keys., USA. *Marine Pollution Bulletin*, 44 (2002) 666 – 670.
- MEDEMA, G.J., BAHAR, M., SCHETS, F.M, 1997. Survival of *Cryptosporidium parvum*, *Escherichia coli*, *Faecal Enterococci* and *Clostridium perfringens* in River Water: Influence of Temperature and Autochthonous Microorganisms. *Water Science and Technology*, 35 (11-12), 249-252.
- MUNRO, P.M., LAUMOND, F., GAUTHIER, M.J., 1987. A Previous Growth of Enteric Bacteria on a Salted Medium Increases their Survival in Seawater. *Letters in Applied Microbiology*, 4, 121-124.

- NOBLE, M.A., XU, J.P., ROBERTSON, G.L., ROSENFELD, L.K., 2006. Distribution and sources of surfzone bacteria at Huntington Beach before and after disinfection on an ocean outfall – A frequency-domain analysis. *Marine Environmental Research*, 61 (2006) 494 – 510.
- NOBLE, R.T., MOORE, D.F., LEECASTER, M.K., MCGEE, C.D., WEISBERG S.B., 2003. Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Research*, 37 (2003) 1637–1643.
- OĞUZ, H. 2001. Boğaçayı Havzasında yapılan faaliyetler sonucu Antalya Körfezine taşınan kirlilik yüklerinin tespiti ve çözüm önerileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 82-83 s.
- OĞUZ, Z., EVÇİ, D., ÖZDEMİR, M., 2008. Deniz ve Kıyı Kirliliği Avrupa Birliği Uyum Çalışmaları. <http://www.sumikrobiyoloji.org/pdf/453100510.pdf>
- ÖZKANCA, R., SANIÇ, A., GÜNAYDIN, M., 1995. Sulardaki İndikatör ve Patojen Bakterilerin Tayininde Karşılaşılan Problemler. *KÜKEM Dergisi*, 18(1), 73-82.
- PAGEL, J.E. and HARDY, G.M., 1980. Comparison of Selective Media for the Enumeration and Identification of Fecal Streptococci from Natural Sources. *Canadian Journal of Microbiology*. 26,1320-1327.
- POURCHER, A.M., DEVRIESE, LA., HERNANDEZ, J.F., DELATTRE, J.M., 1991. Enumeration by a Miniaturized Method of *Escherichia coli*, *Streptococcus bovis* and *Enterococci* as Indicators of the Origin of Faecal Pollution of Waters. *Journal of Applied Microbiology*. 70,525-530.
- PRUSS, A., 1998. Review of Epidemiological Studies on Health Effects from Exposure to Recreational Water. *International Journal of Epidemiology*, 27 (1), 1-9.
- RESMÎ GAZETE, 1983. 11.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 09.08.1983 kabul tarihli 2872 sayılı “Çevre Kanunu”.
- RESMÎ GAZETE, 1990. 17.04.1990 tarih ve 20495 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 04.04.1990 kabul tarihli 3621 sayılı “Kıyı Kanunu”.
- RESMÎ GAZETE, 2004a. 18.02.2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2004b. 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2004c. 26.12.2004 tarih ve 25682 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Gemilerden Atık Alınması ve Atıkların Kontrolü Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2005a. 11.03.2005 tarih ve 25752 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 03.03.2005 kabul tarihli 5312 sayılı “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanun”.

- RESMÎ GAZETE, 2005b. 20.11.2005 tarih ve 25999 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İçmesuyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik”.
- RESMÎ GAZETE, 2005c. 26.11.2005 tarih ve 26005 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2006a. 08.01.2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2006b. 09.01.2006 tarih ve 26048 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği”.
- RESMÎ GAZETE, 2006c. 21.11.2006 tarih ve 26326 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Deniz Çevresinin Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde Acil Durumlarda Müdahale ve Zararların Tazmini Esaslarına Dair Kanunun Uygulama Yönetmeliği”.
- SALGOT M., 2001. Hygienic Aspects of DESAR: Water Circuits., Decentralized Sanitation and Reuse. Integrated Envir. Tech. Series, IWA Publishing, London, UK., Pages 469-484.
- SALIBA, L.J. and HELMER, R., 1990. Health Risks Associated with Pollution of Coastal Bathing Waters. *World Health Stat. Q*, 43(3), 177-187.
- SAHLSTRÖM, L., ASPAN, A., BAGGE, E., DANIELSON-THAM, M., ALBIHN, A. 2004. Bacterial pathogen incidences in sludge from Swedish sewage treatment plants. *Water Research*, 38:1989 – 1994.
- SERRANO, E., MORENO, B., SOLAUN, M., AURREKOETXEA, J.J., IBARLUZEA, J., 1998. The Influence of Environmental Factors on Microbiological Indicators of Coastal Water Pollution. *Water Science and Technology*, 38 (12), 195-199.
- SHIBATA, T., SOLO GABRIELLA, H.M., FLEMING, L.E., ELMIR, S., 2004. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. *Water Research*, 38 (2004) 3119 – 3131.
- TUĞRUL-İÇEMER, G., LEVENT, H., ÖZGÜN, K., YILMAZ, V., 2003. Microbiological Water Quality in Antalya Bay. 12th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, 4-8 October, Antalya. Abstract Book pp 101.
- TUGRUL-ICEMER, G., MINTA, S., PEKYILMAZ, A., KELES, C., 2007. Bathing Water Quality Assessment in Antalya Beaches: Levels and Health Risks of Fecal Indicators in Seawater and Beach Sand, 10-14 October, Sevilla, Spain, Abstract Book, pp. 354.
- VOGEL, C., ROGERSON, A., SCHATZ, S., LAUBACH, H., TALLMAN, A., FELL, J., 2002. Prevalence of yeasts in beach sand at three bathing beaches in South Florida. *Water Research*. 41 (2007) 1915 – 1920.

- von SCHIRNDING, Y.E., KFIR, R., CABELLI, V., FRANKLIN, L., JOUBERT G., 1992. Morbidity Among Bathers Exposed to Polluted Seawater. A Prospective Epidemiological Study. *South African Medical Journal*, 81(11), 543-546.
- WADE, T. J., CALDERON, R. L., SAMS, E., BEACH, M., BRENNER, K. P., WILLIAMS, A. H., AND DUFOUR, A. P., 2006. Rapidly Measured Indicators of Recreational Water Quality are Predictive of Swimming-Associated Gastrointestinal Illness. *Environmental Health Perspectives*, 114:24–28.
- WESTCOT, D.W. 1997. Quality Control of Wastewater for Irrigated Crop Production, Water Reports, No. 10, FAO, Rome. 86 p.
- WIEDENMANN, A., KRÜGER, P., DIETZ, K., LÓPEZ – PILA, J.M., SZEWZYK, R., BOTZENHART, K., 2006. A Randomized Controlled Trial Assessing Infectious Disease Risks from Bathing in Fresh Recreational Waters in Relation to the Concentration of *Escherichia coli*, Intestinal Enterococci, *Clostridium perfringens*, and Somatic Coliphages. *Environmental Health Perspectives*, 114: 228 – 236 (2006).

8. EKLER

EK-1: Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği - 31 Aralık Cuma 2004 / 25687)

TABLO 1: KİTAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl ⁻ /L)	25	200	400 ^b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri^d				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr ⁺⁶ /L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg S ⁼ /L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000 ^e	1000 ^e	1000 ^e	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

EK-2: Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Kıyı Ve Deniz Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği - 31 Aralık Cuma 2004 / 2568)

TABLO 3: REKREASYON AMACIYLA KULLANILAN KIYI VE DENİZ SULARININ SAĞLAMASI GEREKEN STANDART DEĞERLER		
Parametre	Standart	Düşünceler
Renk	Doğal	Estetik açıdan deniz suyunun doğal renginden farklı olmamalıdır.
Koku ve tat	Doğal	Doğal koku ve tadı dışında olamaz.
Işık geçirgenliği	2 metreden fazla	Estetik açıdan deniz suyunun doğal bulanıklığından farklı olmamalıdır. Bu değer Secchi disk ölçümüyle 2 metreden az olamaz.
pH	6-9	
Yağ ve gres (mg/L)		Estetik açıdan deniz suyunun doğal yağ ve gres içeriğinden farklı olmamalıdır.
Toplam koliform (EMS/100 mL)	1000	15 günde bir periyodik, şüpheli durumlarda ise İdarenin isteği üzerine; çoklu tüp fermentasyon veya membran filtre tekniği ile
Fekal Streptococ(EMS/100 mL)	100	Membran filtre tekniği ile
Enterovirus(PSU/10 L)	0	Membran filtre tekniği ile
Fekal koliform (EMS/100 mL)	200	
Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeler (mg/L)	Kalıcı köpük teşkil etmeyecek seviyede olacaktır. Ayrıca 0.3 mg/L lauril sülfat eşdeğerinin altında olmalıdır.	Herhangi bir şüpheli durumda ilgili İdarenin isteği üzerine yapılan analiz üzerinden mg/L lauril sülfat eşdeğeri olarak
Fenoller (mg/L)	Fenol kokusu duyulmayacak kadar az olacak ancak 0.005 mg/L'nin altında olması gerekir.	Herhangi bir şüpheli durumda ilgili İdarenin isteği üzerine fenol analizi yapıp verilen değer aşılmaması gerekir.
Çözülmüş oksijen	Doygunluğu % 80'den az olmayacaktır.	
Katran kalıntıları ve yüzen maddeler	Bulunmayacaktır.	

EK-3: Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği - 31 Aralık Cuma 2004 / 25687)

TABLO 4: DENİZ SUYUNUN GENEL KALİTE KRİTERLERİ		
Parametre	Kriter	Düşünceler
pH	6.0-9.0	-
Renk ve bulanıklık	Doğal	Doğal suiçi yaşam için gerekli fotosentez aktivitesinin, ölçüm derinliğindeki normal değerini % 90'dan fazla etkilemeyecek kadar olmalıdır.
Yüzer madde	-	Yüzer halde yağ, katran vb. sıvılarla çöp vb. sıvılara çöp vb. katı maddeler bulunamaz.
Askıda katı madde (mg/L)	30	-
Çözünmüş oksijen (mg/L)	Doygunluğun % 90'ından fazla	Çözünmüş oksijen değerleri derinlik boyunca izlenmelidir.
Parçalanabilir organik kirleticiler	-	Seyreldikten sonra çözünmüş oksijen varlığını yukarıda öngörülen değerden daha fazla tehlikeye düşürecek miktarda olmamalıdır.
Ham petrol ve petrol türevleri (mg/L)	0.003	Su, biyota ve da ayrı değerlendirilmeli ve tercihan hiç bulunmamalıdır.
Radyoaktivite	-	Sözkonusu deniz ortamına ait doğal radyoaktivite tür ve seviyeleri aşılmayacaktır. Yapay radyoaktivite ölçülmeyecek düzeyde bulunacaktır.
Üretkenlik	-	Söz konusu deniz ortamına ait mevsimsel üretkenlik seviyeleri korunacaktır.
Zehirlilik	Bulunmayacak	
Fenoller (mg/L)	0.001	
Çeşitli ağır metaller		
Bakır, (mg/L)	0.01	
Kadmiyum, (mg/L)	0.01	
Krom, (mg/L)	0.1	
Kurşun, (mg/L)	0.1	
Nikel, (mg/L)	0.1	
Çinko, (mg/L)	0.1	
Civa, (mg/L)	0.004	
Arsenik, (mg/L)	0.1	
Amonyak, (mg/L)	0.02	

EK-4: Yüzme ve Rekreasyon Amacıyla Kullanılan Suların Sağlaması Gereken Kalite Kriterleri Tablosu (Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği 76/160/AB)

YÜZME VE REKREASYON AMACIYLA KULLANILAN SULARIN SAĞLAMASI GEREKEN KALİTE KRİTERLERİ TABLOSU						
	Parametreler	Klavuz		Zorunlu	Minimum Örnek alma sıklığı	Analiz ve inceleme metodu
A	Mikrobiyolojik					
1	Toplam koliform/100 ml	1000	500 (2015 yılı)	10000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
2	Fekal koliformlar/100 ml	200	100 (2015 yılı)	2000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
3	Fekal streptokok/100 ml	100		1000	İki haftada bir (1)	Membran Filtre
4	Salmonella/1 litre	-		0	(2)	Membran Filtre
5	Entero virüsler PFU/10 litre	-		0	(2)	Membran Filtre (Virüse yönelik)
B	Fiziko-kimyasal					
6	pH	-		6 ila 9 (0)	(2)	pH 7 ve 9'da kalibrasyonla elektrometri
7	Renk			Renkte olağan dışı bir değişiklik olmamalı (0)	İki haftada bir (1) (2)	Görsel inceleme yada Pt. Co ölçeğinde standartlarla fotometrik olarak
8	Mineral yağlar mg/l	-		Su yüzeyinde görünür film tabaka ve koku olmamalı	İki haftada bir (1) (2)	Görsel yada kokusal inceleme yada uygun bir miktar kullanarak ayırıştırma ve kuru atığın tartılması
9	Metilen mavisıyla mg/l reaksiyona giren (lauril-sülfat) yüzey aktif maddeler	- ≤0,3		Kalıcı olmayan köpük	İki haftada bir (1) (2)	Görsel inceleme yada metilen mavisi ile spektrometrik absorpsiyon
10	Toplam Fenol mg/l C ₆ H ₅ OH	≤0,005		Fenolün özel kokusu bulunmayacak ≤0,005	İki haftada bir (1)(2)	Fenolün özel kokusunun olmadığına doğrulanması veya 4 aminoantipyrine absorpsiyon spektrofotometrisi (4 AAP) metodu
11	Işık geçirgenliği (m)	2		1(0)	İki haftada bir (1)	Secchi diski ile
12	Çözülmüş oksijen oksijene doygunluk yüzdesi	80 – 120		-	(2)	Winkler metodu ya da elektrometrik metod (oksijen metre)
13	Katran kalıntıları ve ağaç, plastik maddeler, şişeler, cam kaplar, plastik, kauçuk benzeri ve diğer yüzen maddeler	Bulunmamalı			İki haftada bir (1)	Görsel inceleme
14	Amonyum mg/L NH ₄				(3)	Absorpsiyon spektrofotometrisi, Nessler metodu, ya da indofenol mavisi metodu
15	Kjeldahl Azotu mg/L N				(3)	Kjeldahl metodu.
C	Kirlenme göstergesi olarak görülen diğer maddeler					
16	Pestisitler mg/l (paratilon, HCH, dieldrin)				(2)	Uygun solventlerle ekstraksiyon ve kromatografik yöntemlerle belirleme
17	Ağır Metaller mg/l Arsenik, As Kadmiyum, Cd Krom VI, CrVI Kurşun, Pb Civa, Hg				(2)	Genellikle ekstraksiyonu takiben Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrisi Veya ICP-OES yöntemi
18	Toplam Siyanür mg/l CN				(2)	Özel bir ayıraç kullanarak absorpsiyon spektrofotometrisi
19	Nitrat mg/l NO ₃ Fosfat mg/l PO ₄				(2)	Özel bir ayıraç kullanarak absorpsiyon spektrofotometrisi

(0) Olağanüstü Coğrafik ve/veya meteorolojik şartların olduğu durumlarda limit değerler geçilebilir.

(1)Önceki yıllarda alınan örneklerin bu tablodan çok daha iyi sonuçlar verdiğinde, suyun kalitesini düşürmesi muhtemel yeni bir faktör görülmediğinde, yetkili makamlar örnek alma sıklığını 2 kat azaltabilirler (İki haftada bir yerine dört haftada bir gibi).

(2)Yüzme alanında yapılan inceleminin bu maddenin var olduğunu yada suyun kalitesinin bozulduğunu göstermesi halinde, yetkili makamlarca konsantrasyon kontrol edilir ve kontrol sonucunda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği , “Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri” Tablo:4’de belirtilen standart değerlerin aşıldığının tespiti durumunda Bakanlıkca gerekli önlemler alınır/aldırılır.

(3) Suyun ötrofikasyonuna yönelik bir eğilim görüldüğünde bu parametrelerin yetkili otoriteler tarafından kontrol edilmesi gerekir.

EK-5: Avrupa Birliğı Parlamentosu Yüzme Suyu Kalitesi Konsey Direktifi (2006/7/EC)

Parametre	Mükemmel kalite	İyi kalite	Yeterli
İntestinal enterokok	100*	200*	185**
Escherichia coli	250*	500*	500**

*Hesaplamaların %95'ine dayalı

**Hesaplamaların %90'ına dayalı

ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül TOPALOĞLU, 1984 yılında Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamladı. 2002 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden 2006 yılında bölüm üçüncülüğü ile Çevre Mühendisi unvanını alarak mezun oldu. 2007 yılı Ocak ayında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2007 yılı Mayıs ayında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2010 yılı Nisan ayında T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü’nde Mühendis olarak göreve başladı.