



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL EYÜP BÖLGESİNDEKİ HALIÇ
SUYUNUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERE GÖRE
MİKROBİYOLOJİK YÜK BAKIMINDAN
İNCELENMESİ**

EMİNE ÇETİN ÖZCANLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

ORDU 2019

TEZ ONAY

Emine ÇETİN ÖZCANLAR tarafından hazırlanan "İSTANBUL EYÜP BÖLGESİN'DEKİ HALIÇ SUYUNUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERE GÖRE MİKROBİYOLOJİK YÜK BAKIMINDAN İNCELENMESİ" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 23.10.2019 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Cem Tolga GÜRKANLI

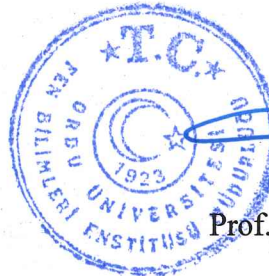
Jüri Üyeleri

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Cem Tolga GÜRKANLI
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü,
Ordu Üniversitesi
Üye
Prof. Dr. İbrahim ÖZKOÇ
Biyoloji, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Üye
Doç. Dr. Yılmaz ÇİFTÇİ
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü,
Ordu Üniversitesi

İmza

.....
.....
.....

24 / 10 / 2019 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 25 / 10 / 2019 tarih ve 2019 / 693 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



.....
Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Selahattin MADEN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Emine ÇETİN ÖZCANLAR

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

İSTANBUL EYÜP BÖLGESİNDEKİ HALIÇ SUYUNUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERE GÖRE MİKROBİYOLOJİK YÜK BAKIMINDAN İNCELENMESİ

EMİNE ÇETİN ÖZCANLAR

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ, 51s.

(TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğretim Üyesi Cem Tolga GÜRKANLI)

Bu çalışmada İstanbul Eyüp Bölgesindeki Haliç'in mikrobiyolojik ve fiziksel parametreler kullanılarak mevsimsel analizleri yapılmıştır. Çalışma Ekim 2013 - Ekim 2014 tarihleri arasında yürütülmüştür. Mikrobiyolojik analizler de her hangi bir kontaminasyonun olup olmadığını test etmek için validasyon yöntemi kullanılmıştır. Mikrobiyolojik testler için toplam aerobik mikroorganizma, toplam koliform, fekal koliform ve patojen sayımı yapılmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda özellikle sıcaklığın artmasından dolayı Temmuz ve Ağustos aylarında mikrobiyal yükün maksimum olduğu buna karşın kış aylarında minimuma düştüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Haliç, metot validasyon, membran filtrasyon, fiziksel parametreler.

ABSTRACT

SEASONAL INVESTIGATION OF ESTUARY WATER OF EYUP DISTRICT OF ISTANBUL FOR MICROBIOLOGICAL LOAD

EMİNE ÇETİN ÖZCANLAR

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

DEPARTMENT OF FISHERIES TECHNOLOGY ENGINEERING

MASTER'S THESIS, 51p

(SUPERVISOR: Asst. Prof. DR. Cem Tolga GÜRKANLI)

In this study, seasonal investigation from estuary water of Eyüp district of Istanbul were performed using some microbiological and physical parameters. The study was performed between October 2013 and October 2014. During microbiological analyses, validation methods were performed to see if there were any contaminations. For microbiological tests, amount of total aerobic microorganisms, total coliform, total fecal coliform and pathogenic microorganisms were determined.

As a result it was determined that, during July-August period, the amount of microorganisms were maximum due to the increase of the temperature. On the other hand the amount of microorganisms were minimum during winter.

Keywords: Haliç, method validation, membrane filtration, physical parameters.

TEŞEKKÜR

Tezimin her aŐamasında yürütme ve kontrolünde maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, mikrobiyoloji analiz ve değerlendirmelerinde yardımcı olan Emre ÖZCANLAR'a ve tezimin her aŐamasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Dr. Öğr Üyesi Cem Tolga GÜRKANLI hocama teşekkür eder saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1 Su Kirliliği.....	2
1.1.1 Su Kirliliğinin Tanımı.....	2
1.1.2 Suların Kirlenme Sebepleri.....	2
1.2 Suyun Fiziksel Özellikleri.....	3
1.2.1 pH Değeri.....	3
1.2.2 Sıcaklık.....	3
1.2.3 Bulanıklık.....	3
1.2.4 Renk.....	4
1.2.5 Koku.....	4
1.3 İstanbul Marmara Denizi Haliç Bölgesi.....	4
1.3.1 Fiziksel Özellikleri.....	4
1.3.2 Hidrodinamik Özellikleri.....	4
1.3.3 Hidrografik Özellikleri.....	4
1.4 Haliçte Kirlilik.....	5
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	8
3.1 Örnek Toplama Alanı.....	8
3.2 Yöntem.....	9
3.2.1 Su Örneklerinin Toplanması ve Örneklerin Analize Hazırlanması.....	10
3.2.2 Mikrobiyolojik Metod Geliştirme ve Validasyon Çalışmaları.....	10
3.2.2.1 Su Analizinde Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	10
3.2.2.1.1 Su Analizinde <i>E.coli</i> Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	11
3.2.2.1.2 Su Analizinde Enterokok Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	12
3.2.2.1.3 Su Analizinde Toplam Koliform Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	13
3.2.2.1.4 Su Analizinde Toplam Fekal Koliform Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	14
3.2.2.1.5 Su Analizinde <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu.....	15
3.2.3 Su Analizi ve Suyun Mikrobiyolojik Metod Validasyonunda Kullanılan Besiyerleri.....	16
3.2.4 Su Analizi Mikrobiyolojik Metod Validasyonu İdentifikasyon Çalışması.....	16

3.2.5 Su Örneklerinden Mikrobiyolojik Parametrelerin Belirlenmesi.....	16
3.2.5.1 Toplam Aerobik Mesofilik Mikroorganizma Sayısı Tayini	16
3.2.5.2 <i>P. aeruginosa</i> Sayısı Tayini	17
3.2.5.3 <i>Enterokok</i> Sayısı Tayini	17
3.2.5.4 <i>E. coli</i> Sayısı Tayini	17
3.2.5.5 Toplam koliform Sayısı Tayini	17
3.2.5.6 Toplam Fekal Koliform Sayısı Tayini	18
3.2.6 Fiziksel Parametrelerin Tayin Yöntemleri	18
3.2.6.1 pH.....	18
3.2.6.2 Sıcaklık.....	18
3.2.6.3 Bulanıklık.....	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	19
4.1 Çevre Kontrolleri	19
4.2 Fiziksel Analizler	19
4.2.1 pH Değerleri.....	19
4.2.2. Bulanıklık.....	20
4.2.3 Sıcaklık.....	22
4.2.4 Koku ve Renk.....	22
4.3 Mikrobiyolojik Metod Validasyon Sonuçları	23
4.4 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
6. KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1	1. İstasyon 41°03'51.6"N 28°56'38.0"E (Anonim, 2014).....	8
Şekil 3.2	2. İstasyon 41°03'08.8"N 28°56'25.0"E (Anonim, 2014).....	8
Şekil 3.3	3. İstasyon 41°02'26.4"N 28°56'41.0"E (Anonim, 2014).....	9
Şekil 3.4	4. İstasyon 41°01'34.3"N 28°57'34.6"E (Anonim, 2014).....	9
Şekil 3.5	Vitek 2 compact cihazı (solda) ve Vitek 2 kartları (sağda)	16
Şekil 4.1	Aylık pH Değerleri	20
Şekil 4.2	Aylık bulanıklık değerleri.....	21
Şekil 4.3	Aylık sıcaklık değerleri.....	22
Şekil 4.4	İstasyon-1 22-37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	30
Şekil 4.5	İstasyon-2 22-37 °C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	32
Şekil 4.6	İstasyon-3 22-37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	33
Şekil 4.7	İstasyon-4 22-37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	35
Şekil 4.8	22°C ve 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları.....	36
Şekil 4.9	İstasyon-1 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	37
Şekil 4.10	İstasyon-2 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	38
Şekil 4.11	İstasyon-3 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	39
Şekil 4.12	İstasyon-4 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	40

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Haliç'te mikrobiyolojik analiz sonuçları (Eroğlu ve ark., 2001).....	6
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan fiziksel ve mikrobiyolojik analizler	9
Çizelge 4.1 Analiz öncesi ve esnasında LAF kabininde yapılan çevre kontrolleri ...	19
Çizelge 4.2 Araştırmada elde edilen pH değerleri	20
Çizelge 4.3 Araştırmada elde edilen bulanıklık değerleri.....	21
Çizelge 4.4 Aylık sıcaklık değerleri.....	22
Çizelge 4.5 Araştırmada elde edilen renk ve koku değerleri	23
Çizelge 4.6 22°C test/pepton kontrol/inolulum grubu mikroorganizma sayıları	24
Çizelge 4.7 22°C Test grubu/pepton kontrol grubu/filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma geri kazanım oranları	25
Çizelge 4.8 37°C Test/pepton kontrol/inolulum grubu mikroorganizma sayıları.....	26
Çizelge 4.9 37°C Test grubu/pepton kontrol grubu/filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma geri kazanım oranları	27
Çizelge 4.10 <i>E.coli</i> , <i>Enterokok</i> , <i>P.aeruginosa</i> , patojen <i>Stafilokok</i> , koliform sayımı test grubu - pepton kontrol grubu - filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma sayıları ve geri kazanım oranları.....	28
Çizelge 4.11 37°C' de Mikroorganizma sayım sonuçları (cfu/ml.).....	29
Çizelge 4.12 22°C' de Mikroorganizma sayım sonuçları (cfu/ml.).....	30
Çizelge 4.13 İstasyon-2 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	31
Çizelge 4.14. İstasyon-2 22 °C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	31
Çizelge 4.15 İstasyon-3 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	32
Çizelge 4.16 İstasyon-3 22°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	33
Çizelge 4.17 İstasyon-4 22°C' de Toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları	34
Çizelge 4.18 22°C ve 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları....	35
Çizelge 4.19 İstasyon-1 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	36
Çizelge 4.21 İstasyon-2 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	37
Çizelge 4.22 İstasyon-3 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	38
Çizelge 4.23 İstasyon-4 patojen mikroorganizma sayım sonuçları	39

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

g	: Gram
mg	: Miligram
W	: Ağırlık
cm	: Santimetre
l	: Litre
ml	: Mililitre
°C	: Santigrad derece
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
µg	: Mikrogram
m³	: Metreküp
SDA	: Sabouraud Dextrose Agar
BCL	: Basil
GN	: Gram (-)
GP	: Gram (+)
YST	: Yeast
LAF	: Laminer Akım Kabini
SKT	: Son Kullanma Tarihi
R2A	: R2 Agar
RSD	: Relatif Standart Sapma
TSA	: Tryptic Soy Agar
CA	: Cetrimide Agar
MCA	: Mac Conkey Agar
cfu	: Koloni Oluşturan Birim

1. GİRİŞ

Su tüm canlılar için vazgeçilmez bir gereksinim olmasının yanında yeryüzündeki tüm ekosistemin devamlılığını sağlayan, dünya yüzeyinin 2/3 ' nü kaplayan en temel maddelerden biridir. Su mevcut kaynaklar içinde yaşamı direkt etkileyen en önemli etmendir. Sularda oluşabilecek kirlilik faktörü, canlıların sağlığını etkileyebileceği gibi mevcut ekosistem dengesini de bozmaktadır. Dünya üzerinde bulunan sular, güneşten gelen enerji ile sürekli bir döngü içerisinde dirler. İnsanların yaşamsal faaliyetleri sonucu su bu döngüden uzaklaşmakta çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere maruz kalarak tekrar döngüye katılmaktadır. Bu etmenler su kirliliği olgusunu beraberinde getirmektedir. Su kirliliği; organik ve inorganik kirleticiler ile su kalitesinin düşmesi olarak tanımlanmaktadır (Avşar, 2013). Yeryüzünde 1.4 milyar km³ suyun bulunduğu varsayılmaktadır. Su kütlesi yeryüzünün %71 ine yakın bölümünü ince bir zar şeklinde örtmektedir. Su kütesinin büyük bir bölümünü okyanuslar ve denizler (%97) geriye kalan %3'lük dilimi göller, nehirler oluşturur (Kocataş, 2012).

Suların yoğunluğu sıcaklık, tuzluluk ve basıncın etkisinde değişen bir fiziksel özelliktir. Yoğunluk; tuzluluk ve basınç artışına paralel olarak artar ama sıcaklık artışına paralel olarak azalır. Deniz sularının yoğunluğu yöresel ve derinliğe bağlı olarak değişmektedir (Geldiay ve Kocataş, 1998). Sucul ortam yeryüzünde varolan tüm su kaynaklarını içermektedir. Yağmurların oluşturduğu yüzey akışları, akarsu ve haliçler ile denize ulaşır. Yüzey sularında oluşabilecek herhangi bir değişiklik yeni şartlara uyum sağlamış organizma topluluklarını ve mikroorganizma türlerini ortaya çıkarmaktadır (Balcı ve Dinçer, 2008). Doğadaki su kütlesi atmosfer, okyanus ve karalar arasında dolaşmaktadır. Bu olaya **Su Döngüsü** (Hidrolojik Döngü) denir. Katı, sıvı ve gaz formunda bulunan su hidrojen(H) ve oksijen (O) atomlarından meydana gelmektedir ve arasındaki açı 105° dir. Bu nedenle, su molekülü dipolardır ve yağ haricinde her şeyi çözer (Kocataş, 2012).

Haliçler; kimyasal ve fiziksel özellikler açısından geniş alanlara sahip yarı kapalı sistemlerdir. Dünyada diğer doğal kaynaklar da olduğu gibi haliçlerin yanlış kullanımından dolayı bir çok haliç bozulmakta ve yok olma eğilimine girmektedir. Haliçler aynı zamanda bir çok biyolojik çeşitliliği içeren, doğal habitatlar kadar zengin, birçok tür için yaşam kaynağı oluşturan tatlı sulardan deniz sularına geçiş zonlarıdır.

Haliçlerdeki fiziksel ve kimyasal koşullar aldıkları yağmur oranları, girdi ve çıktılarla değişkenlik gösterir. Haliçlerde insan kaynaklı etkiler çok kuvvetlidir (Dorak, 2010). Haliçler, özellikle hidrolojik, biyolojik özellikleri ve bunun yanında kimyasal ve fiziksel özellikleri ile oldukça kompleks yapılar oluşturmaktadır. Bünyelerinde barındırdıkları canlı çeşitliliği ile ekonomik öneme sahip yapılardır. Hatta dünyada doğal ekosistemler içinde en verimli olanların başında gelmektedir (Leandro ve ark., 2007).

1.1 Su Kirliliği

1.1.1 Su Kirliliğinin Tanımı

Su kirliliği; temel olarak insan faktörleri neticesinde suyun, radyolojik, bakteriyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin negatif yönde değişmesi olarak tanımlanmıştır (Alemdar ve ark., 2009). Yüzey sularının, herhangi bir işleme tabi tutulmayan atık sular tarafından kontaminasyonu temiz su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır. Göl, akarsu, haliçler ve diğer su kaynaklarının kirletilmesi sonucu oluşan durumun geri dönüşümü çok büyük mali harcamalarla gerçekleştirilebilmektedir (Tunç ve Ünlü, 2005). Suların kirlenme sorunu, hiç şüphesiz çağdaş medeniyetin doğal ortamı bozmasının en fazla endişe verici sorunlarından birini oluşturmaktadır. Eğer insan faaliyeti kısa ve uzun vadede, kirlilik etkenlerinin tamamını engelleyemezse, yakın zamanda kara ve okyanus sularının kirliliği çağdaş bir sorun olarak karşımıza çıkacaktır. Su azlığı sanayileşmiş ve kurak iklimlere sahip olan üçüncü dünya ülkelerini ve buralardaki tarım ürünlerini oldukça etkilemektedir (Akman ve ark., 2000).

1.1.2 Suların Kirlenme Sebepleri

Su kirliliğinin artması, endüstri alanındaki büyümeyi çok iyi bir şekilde yansıtmaktadır. 19. yüzyılın başlarında Türkiye dahil Avrupa'da birçok ülkede lağım suları nehirlerle akıtılmaya başlamış ve böylece yalnız büyük ırmaklar kirlenmekle kalmamış, aynı zamanda yeraltı suları da kirlenmiştir. Bu olaylar sonucu bazen sanayi ve tarım ile bazen de evlerde kullanılan sular önemli sayılabilecek derecede kirlenmiştir (Akman ve ark., 2000). Yukarıda anlatılan temel sebeplerin yanında suların kirlenmesine sebep olan en büyük etmen insandır. İnsan faktörleri ile suya kontamine olan atıklar suyun kendini temizleme sınırının üzerinde bulunması durumunda kirlilik faktörü ortaya çıkmaktadır. Hızlı sanayileşme ile birlikte, endüstrinin gelişmesi yanlış

kullanılan tarım ilaçları, ormanların yok edilmesi, nüfus ile birlikte temiz su kullanımının artması hem sucul doğal habibatı bozmakta hemde etkili su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır (Kamanlı, 2011).

Yüzeysel sularda kirlenme etkilerini Dünya Sağlık Örgütü (WHO) şu şekilde sıralamıştır (Koçak, 2007).

- a) Bakteri, virüs ve mikrobiyolojik diğer canlılar
- b) Organik maddeler
- c) Endüstri artıkları
- d) Yağlar ve benzeri maddeler
- e) Sentetik deterjanlar
- f) Radyoaktivite
- g) Pestisitler
- h) Yapay organik kimyasal maddeler
- i) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
- j) Anorganik tuzlar
- k) İnert çözünmeyen madde

1.2 Suyun Fiziksel Özellikleri

1.2.1 pH Değeri

Suyun pH'sı hafif alkali veya nötr olmalıdır. Deniz suyu ideal pH değerleri 7.5-8.5 aralığındadır (Rozen ve Belkin, 2001).

1.2.2 Sıcaklık

Suların sıcaklığını arttıran etmenlerin başında güneşten gelen ışınların absorpsiyonu, su altındaki oseanik kabuk sıcaklığının sulara iletilmesi, aynı zamanda kirliliğin artarak sudaki mikrobiyal florayı arttırması da sıcaklığı etkileyen etmenler arasındadır (Geldiay ve Kocataş, 1998).

1.2.3 Bulanıklık

Derin sular, ışık girişinin olmadığı sular bulanık sular olarak tanımlanır. Bu parametre patojen organizmaların varlığından dolayı, sağlık bakımından da çok önemlidir (Şimşek, 2011).

1.2.4 Renk

Suda yaşayan alglerin ve mikroorganizma üremesi suya yeşilimsi veya esmerimsi bir renk vermektedir. Saf su renksizdir (Demir, 2009).

1.2.5 Koku

Su içinde bulunan organik maddeler, gazlar (metan, karbondioksit), canlı veya ölü mikroorganizmalar, sodyum klorür, demir bileşikleri ve diğer elementler suyun kokusunu oluşturur. (Altun, 2011).

1.3 İstanbul Marmara Denizi Haliç Bölgesi

1.3.1 Fiziksel Özellikleri

İstanbul Haliç, Sarayburnu ve Tophane arasında İstanbul Boğazı birleşiminde bulunan Marmara Denizi' nde menderes şeklinde uzanan bir yapıdadır. Bulunduğu konum itibarı ile sağanak yağış alan bir bölgede olduğundan etrafını çevreleyen dereler ile Haliç' e zaman zaman büyük oranda tatlı su girişleri olmaktadır. Yaklaşık 7.5-8.0 km. olan kıyı uzunluğu Haliç'in her iki yakasını oluşturmaktadır. İstanbul Boğazına açılan açıklık yaklaşık olarak 1010 m.' yi bulmaktadır (Dorak, 2010).

1.3.2 Hidrodinamik Özellikleri

Haliç' teki su kalitesinin iyileştirilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için bu bölgenin hidrodinamik özelliklerinin iyi anlaşılması gerekmektedir (Dorak, 2010). Haliçte yüzey tuzluluk değerlerinin Alibeyköy-Perşembe Pazarı arasında % 6-10, Hasköyden sonra ise % 10 oranında sabit kaldığı görülmüştür. Alibeyköy yönündeki seyrelmenin bölgeyi besleyen derelerden ve yağmur suyu girdilerinden olduğu ifade edilmiştir (Dorak, 2010). Galata köprüsü tarafında Haliç yüzey sıcaklığı 14.52°C ölçülürken, iç kesimlerde sıcaklığın arttığı Hasköy tarafında 21.89°C olarak saptanmıştır (Dorak, 2010).

1.3.3 Hidrografik Özellikleri

Haliç' in alt tabaka suyu ile yüzey suları arasında bazı farklılıkların olduğu, yüzey sularının yaz mevsimlerinde alt tabaka suyu arasında sıcaklık farkının olduğu bildirilmiştir. Mevsimsel özelliklere bağlı olarak yüzey sularındaki tuzluluğun bahar ve kış aylarında azaldığı bildirilmiştir (Saydam ve ark., 1990). Haliç' in yüzey tabakasındaki çözülmüş oksijen değerinin çok düşük olduğu, bu değerlerin 3-25 metre arasında doygunluk değerlerine ulaştığı bildirilmiştir (Saydam ve ark., 1990).

1.4 Haliçte Kirlilik

Haliç ve Haliç kıyıları uzun yıllar gerek sanayi gerek kullanım amaçlı mekan edinilmiştir. Çevresinde bulunan sanayi ve iş yerleri atıklarını Haliç' e bırakmışlardır. Aynı zamanda çevresinde bulunan derelerin taşıdıkları katı madde ile kıyı kesimleri bir tortu şeklinde dolmuştur. Neticede Haliç yüzeyinde ve zemininde kirliliğe bağlı farklı dinamik yapılar oluşmuştur. Bazı sondaj çalışmalarında Bizans dönemine ait kalıntı ve yapılar Haliç zemininden çıkarılmıştır (Anonim, 2005). Haliç çevresinde konuşlanan bir çok sanayi, fabrika, mezbaha gibi yapıların varlığı çok uzun bir tarihe dayanmaktadır. Ayrıca bu yapılar buldukları dönem boyunca bir arıtma sistemine sahip olmamışlardır. Ayrıca Haliç çevresinde oluşan çarpık yapılaşma evlerin atık sistemlerinin Haliç' e ulaşmasıyla birlikte yaklaşık 500 yıldır İstanbul' un kıyı yüzünü belirleyen bu yapının çehresinin değişiminde oldukça etkili olmuştur. Son yıllarda gerçekleştirilen gayretli çalışmalar bu süreci kısmen engellemiştir (Baştürk ve ark., 1990).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü' nde 1997 yılında İSKİ tarafından yapılan çalışmada Haliç'in su kalitesi ortaya konmuştur. Yapılan mikrobiyolojik analizler Çizelge 2.1' de belirtilmiştir (Eroğlu ve ark., 2001).

Çizelge 2.1 Haliç'te mikrobiyolojik analiz sonuçları (Eroğlu ve ark., 2001).

İstasyon	Fekal Koliform cfu/100 mL / 30/04/2009	Fekal Koliform cfu /100 mL / 22/05/2009	Fekal Koliform cfu /100 mL / 30/06/2009	Fekal Koliform cfu /100 mL / 0/07/2009	Fekal <i>Streptokok</i> cfu /100 mL / 30/04/2009	Fekal <i>Streptokok</i> cfu /100 mL / 22/05/2009	Fekal <i>Streptokok</i> cfu/100 mL / 30/06/2009	Fekal <i>Streptokok</i> cfu/100 mL / 10/07/2009
Galata Köprüsü	400	90	21	120	270	250	28	80
Unkapamı	30	22	<1	450	72	7	10	140
Kasımpaşa	20	45	7	70	120	38	30	150
Camialtı Tersanesi	24	8	14	60	300	8	12	40
Valide Sultan	200	6	20	300	30	14	3	60
Haliç Köprüsü	110	<1	15	200	30	10	100	500
Eyüp-Sütlüce	20	<1	60	500	80	100	<1	500
Adalar Arası	70	160	100	20000	200	30	<1	2000
Adalar Sonrası	400	80	<1	17500	1200	150	<1	2000

Aslan ve ark., (2004) Haliç bölgesinde 1998-2002 yılları arasında su kalite değişimini mikrobiyolojik indikatör kullanarak değerlendirmişlerdir. Buna göre fekal *streptokok* <100 – 2.4×10^6 kob/100ml., fekal koliform <100 - 1.1×10^7 kob/100ml aralığında tespit edilmiştir.

Altuğ ve ark., (2005) Kasım 2002 ve Aralık 2003 tarih aralığında; toplam koliform $50-24 \times 10^3$ kob/100ml ve *E. coli* varlığını raporlamışlardır. Ayrıca Alibeyköy Deresi'nde *Salmonella* kontaminasyonu olduğunu belirtmişlerdir. Haliç dip sedimentinde ise filogenetik yöntemler ile anaerobik mikroorganizma varlığı tespit edilmiştir.

Karakaş (2015), bir yıllık pH değişim düzeylerini, pH 8.0 – 9.7 arasında tespit etmiştir. Yüzey sularının zayıf bazik özellik taşıdığını bildirmiştir. Yıl içinde tespit edilen toplam koliform sonuçlarını 1.6×10^2 – 9.4×10^5 olarak bildirmiştir. En düşük değer Mart ayında en yüksek değerin ise Eylül ayında olduğu saptanmıştır. Sıcaklık değerleri ise Ocak ayında 5.7°C , Haziran ayında ise 27.2°C tespit edildiği bildirilmiştir.

Altuğ ve ark., (2005) Haliç pH değerlerinin 7.31 – 8.54 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca pH değerlerinin iç kesimlere doğru düşme eğiliminde olduğu ve hatta tatlı su değerlerine yakın bir değer gösterdiğini tespit etmiştir. Yıllık *E.coli* sayım değerlerine bakıldığında en düşük değerin Eylül 2011 ayında saptandığı 1.9×10^4 kob/100ml, en yüksek değerlerin ise Ekim 2011 3.68×10^6 kob/100 ml., Aralık 2011 ise 2.88×10^6 kob/100 ml. olduğu bildirilmiştir. Yaz aylarında ise ortalama sayının 10^5 kob/100 ml. olduğu saptanmıştır. *Enterokok* sayısının ortalama değeri ise 4.62×10^3 kob/100ml olarak bildirilmiştir. Toplam 108 adet numunenin 28'i belirtilen limitlerinin dışında tespit edilmiştir.

Erkan ve Vural (2006), Dicle Nehri'nin hijyenik kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada; su numunelerini toplam mezofilik aerob bakteri, *Enterobacteriaceae*, koliform, *E. coli*, *Staphylococcus-Micrococcus*, *S. aureus*, küf, maya, *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *Y. enterocolitica* ve anaerob bakteri sayısı yönünden incelemişler. Sonuç olarak, örneklerdeki koliform ve *E. Coli* kontaminasyonunu sırasıyla, %100 ve %90 olarak rapor etmişlerdir.

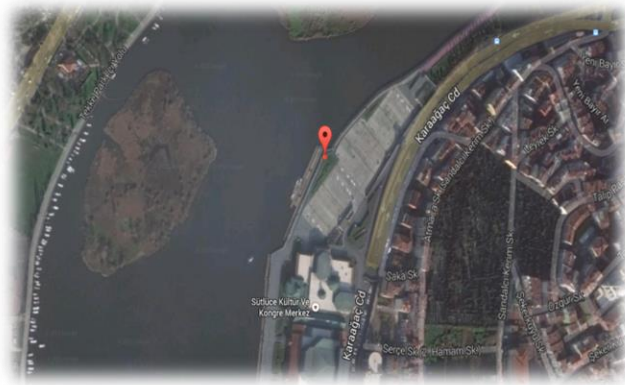
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Örnek Toplama Alanı

Bu çalışma için Haliç bölgesinde 4 farklı istasyon noktası belirlenerek belirli periyotlarla örnek alma çalışmaları gerçekleştirilmiş ve çalışma yürütülmüştür. 1 numaralı istasyon Haliç' in akarsular ile beslendiği en dar noktalarından biri olan Silahtarağa bölgesi olarak seçilmiştir. 2 numaralı istasyon Haliç' in karşı kıyısında Sütlüce bölgesi olarak seçilmiştir. 3 numaralı istasyon Ayvansaray, 4 numaralı istasyon ise Unkapanı girişindeki Kadir Has bölgesi olarak seçilmiştir. Numuneleme noktaları aşağıda belirtilmiştir.



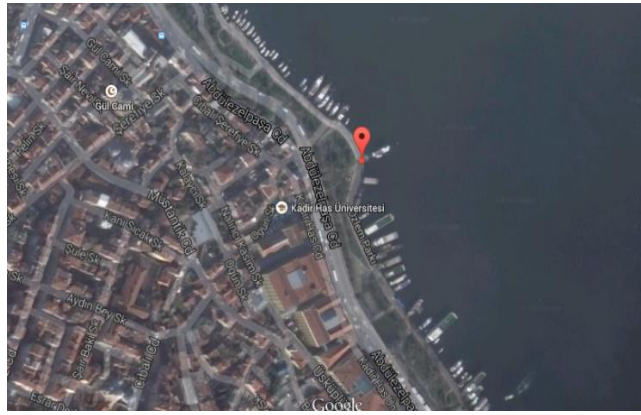
Şekil 3.1 1. İstasyon $41^{\circ}03'51.6''N$ $28^{\circ}56'38.0''E$ (Anonim, 2014)



Şekil 3.2 2. İstasyon $41^{\circ}03'08.8''N$ $28^{\circ}56'25.0''E$ (Anonim, 2014)



Şekil 3.3 3. İstasyon 41°02'26.4"N 28°56'41.0"E (Anonim, 2014)



Şekil 3.4 4. İstasyon 41°01'34.3"N 28°57'34.6"E (Anonim, 2014)

3.2 Yöntem

Bu tez çalışmasında İstanbul Haliç bölgesindeki belirlenmiş 4 istasyon noktasından 01.10.2013-01.10.2014 tarihleri arasında, toplam 12 örnekleme yapılmıştır. Çalışmada toplanan su numuneleri aynı gün laboratuvarda analize alınmıştır ve Çizelge 3.1’ de belirtilen testler yapılmıştır.

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan fiziksel ve mikrobiyolojik analizler

Fiziksel Testler	Mikrobiyolojik Testler
Sıcaklık	<i>E.coli</i> Sayımı
PH	Enterekok Sayımı
Bulanıklık	Toplam Koliform Sayımı
Koku	<i>P.aeruginosa</i> Sayımı
Renk	Toplam Fekal Koliform Sayımı
	22 ⁰ C’ de Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma Sayımı
	37 ⁰ C’ de Toplam Aerobik Mezofilik Mikroorganizma Sayımı

3.2.1 Su Örneklerinin Toplanması ve Örneklerin Analize Hazırlanması

Bu çalışmada su numunesi alınırken otoklavlanarak steril edilmiş cam şişeler kullanılmıştır. Numune alma esnasında olası kontaminasyonları engellemek için hızlı bir şekilde hareket edilmiş ve tüplerin ağızları her defasında alevden geçirilmiştir. Alınan su örnekleri 1 saat içinde laboratuvara ulaştırılmış ve aynı gün içinde çalışılmıştır.

3.2.2 Mikrobiyolojik Metod Geliştirme ve Validasyon Çalışmaları

Bu çalışmada öncelikle elde edilecek mikrobiyolojik sonuçlara çevresel bir faktörün (kontaminantın) etkileyip etkilemediği dolayısıyla hatalı sonuçlara neden olup, olmadığı test edilmiştir. Bu işlem için uygulanan basamaklar Özcanlar (2019)'a göre yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesi için Vitek 2 Compact otomatik tanımlama cihazı kullanılmıştır.

3.2.2.1 Su Analizinde Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 µm filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar Özcanlar (2019)'a göre aşağıdaki gibi hazırlanmıştır: **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 100 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *B.subtilis* (ATCC 6633) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre R2A (Merck) ortamına alınarak 22°C' de 5 gün inkübe edilmiştir.

- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *B.subtilis* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 µm filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre R2A (Merck) ortamına alınarak 22°C' de 5 gün inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *B.subtilis* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Filtre R2A (Merck) ortamına alınarak 22°C' de 5 gün inkübe edilmiştir.

- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *B.subtilis* solüsyonundan 1 ml R2A (Merck) üzerine alınarak 22⁰C' de 5 gün inkübasyona kaldırılmıştır.
- Bu işlemler *S.aureus* ve *P.aeruginosa* mikroorganizmaları için de ayrı ayrı yapılmıştır. 5 günlük inkübasyon neticesinde besiyeri üzerindeki koloniler koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.
- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70 .
- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70.
- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 ≥ 70.

3.2.2.1.1 Su Analizinde *E.coli* Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 µm filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar Özcanlar (2019)'a göre aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

- **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 250 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *E. coli* (ATCC 8739) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre Mac Conkey Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 µm filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre Mac Conkey Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *E. coli* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Filtre Mac Conkey Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml Mac Conkey Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübasyona kaldırılmıştır.

24 saatlik inkübasyon neticesine besiyeri üzerindeki tipik koloniler (kırmızı mukuslu olmayan) koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 \geq 70 .
- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 \geq 70.
- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 \geq 70.

3.2.2.1.2 Su Analizinde Enterokok Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 μ m filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar Özcanlar (2019)'a göre aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

- **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 250 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *E. faecalis* (ATCC 29212) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 μ m membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre Azide agar (Merck) ortamına alınarak 37⁰C' de 48 saat inkübe edilmiştir.
- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. faecalis* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 μ m filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre Azide agar (Merck) ortamına alınarak 37⁰C' de 48 saat inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *E. faecalis* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 μ m membran sisteminden süzülmüştür. Filtre Azide agar (Merck) ortamına alınarak 37⁰C' de 48 saat inkübe edilmiştir.
- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. faecalis* solüsyonundan 1 ml, Azide agar (Merck) ortamına alınarak 37⁰C' de 48 saat inkübasyona kaldırılmıştır.

48 saatlik inkübasyon neticesine besiyeri üzerindeki tipik koloniler (pembe, kırmızimsı kahve renkli ve düzgün kenarlı koloniler) koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70 .
- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70.
- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 ≥ 70.

3.2.2.1.3 Su Analizinde Toplam Koliform Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 µm filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar Özcanlar (2019)'a göre aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

- **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 250 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *E. coli* (ATCC 8739) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre Endo besiyeri (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 µm filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre Endo besiyeri (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *E. coli* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Filtre Endo (Merck) besiyeri ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübe edilmiştir.
- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml, Endo besiyeri (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 24 saat inkübasyona kaldırılmıştır.

24 saatlik inkübasyon neticesine besiyeri üzerindeki tipik koloniler (koyu kırmızı, metalik parlak) koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70 .

- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70.
- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 ≥ 70.

3.2.2.1.4 Su Analizinde Toplam Fekal Koliform Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 µm filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

- **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 250 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *E. coli* (ATCC 8739) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre m-FC besiyerine (Merck) alınarak 44.5°C' de 22-24 saat inkübe edilmiştir.
- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 µm filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre m-FC besiyerine (Merck) alınarak 44.5°C' de 22-24 saat inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *E. coli* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Filtre m-FC (Merck) besiyerine alınarak 44.5°C' de 22-24 saat inkübe edilmiştir.
- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *E. coli* solüsyonundan 1 ml, m-FC besiyerine (Merck) alınarak 44.5°C' de 22-24 saat inkübasyona kaldırılmıştır.

22-24 saatlik inkübasyon neticesine besiyeri üzerindeki tipik koloniler (koyu kırmızı, metalik parlak) koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70 .
- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70.

- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 ≥ 70

3.2.2.1.5 Su Analizinde *Pseudomonas aeruginosa* Sayımı İçin Mikrobiyolojik Metod Validasyonu

Analiz edilecek su numunesi 0.22 µm filtreden süzülerek steril erlen içine alınmıştır. Gruplar Özcanlar (2019)'a göre aşağıdaki gibi hazırlanmıştır:

- **Test Grubu'nun oluşturulması:** Erlen içindeki steril su 250 ml' lik steril cam şişelere porsiyonlanmıştır ve içerisine bilinen miktarda (10-100 cfu) *P. aeruginosa* (ATCC 9027) kültüründe 1 ml inoküle edilerek 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Bu filtre, Cetrimide Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C'de 72 saat inkübe edilmiştir.
- **Filtrasyon Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 100 ml pepton solüsyonu içine hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *P. aeruginosa* solüsyonundan 1 ml ilave edilmiş ve 0.22 µm filtreden süzdürülmüştür. Bu filtre, Cetrimide Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 72 saat inkübe edilmiştir.
- **Pepton Kontrol Grubu'nun oluşturulması:** 10-100 cfu konsantrasyonundaki *P. aeruginosa* kültüründen 1 ml, 100 ml pepton solüsyonu içine ilave edilmiş ve 0.22 µm membran sisteminden süzülmüştür. Filtre, Cetrimide Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 72 saat inkübe edilmiştir.
- **İnokulum Grubu'nun oluşturulması:** Hücre sayısı bilinen (10-100 cfu) *P. aeruginosa* solüsyonundan 1 ml, Cetrimide Agar (Merck) ortamına alınarak 35⁰C' de 72 saat inkübasyona kaldırılmıştır.

72 saatlik inkübasyon neticesinde besiyeri üzerindeki tipik koloniler (sarı-yeşil renkli) koloni sayacı kullanılarak sayılmış ve geri kazanım oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

- Test Grubu Geri Kazanım = Test Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70 .
- Filtrasyon Kontrol Grubu Geri Kazanım = Filtrasyon Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x100 ≥ 70.
- Pepton Kontrol Grubu Geri Kazanım = Pepton Kontrol Grubu/İnokulum Grubu x 100 ≥ 70.

3.2.3 Su Analizi ve Suyun Mikrobiyolojik Metod Validasyonunda Kullanılan Besiyerleri

- MacConkey Agar
- Endo Agar
- R2Agar
- Cetrimide Agar
- Azide Agar
- m-FC besiyeri

3.2.4 Su Analizi Mikrobiyolojik Metod Validasyonu İdentifikasyon Çalışması

Çalışmada kullanılan mikroorganizmaların doğrulanması için, sayımları yapılan tüm mikroorganizmalar TSA besiyerine aktarılmış ve 35⁰C'de 72 saat inkübe edilmişlerdir. Bu organizmaların teşhis edilmesi için Vitek 2 Compact cihazı kullanılmıştır. İşlemler üretici firmanın direktifleri doğrultusunda yapılmıştır. Kullanılan mikroorganizmalardan, *E.coli*, *S.aureus* ve *P.aeruginosa* için GN gram (-) kart kullanılırken, *E. faecalis* için GP gram (+), *B.subtilis* için ise BCL (bacil) kartları kullanılmıştır.



Şekil 3.5 Vitek 2 compact cihazı (solda) ve Vitek 2 kartları (sağda)

3.2.5 Su Örneklerinden Mikrobiyolojik Parametrelerin Belirlenmesi

3.2.5.1 Toplam Aerobik Mesofilik Mikroorganizma Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 100 ml su numunesi bu düzenekten süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde R2A

besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 22⁰C ve 37⁰C de ayrı ayrı inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.5.2 *P. aeruginosa* Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 250ml su numunesi bu düzenekten süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde Cetrimide Agar besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 35⁰C'de 72 saat inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.5.3 *Enterokok* Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 250 ml su numunesi bu düzenekten süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde Azide Agar besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 37⁰C'de 48 saat inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.5.4 *E. coli* Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 250 ml su numunesi bu düzenekten süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde Mac Conkey Agar besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 37⁰C'de 24 saat inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.5.5 Toplam koliform Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 250ml su numunesi bu düzenekten süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde Endo Agar besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 35⁰C'de 24 saat inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.5.6 Toplam Fekal Koliform Sayısı Tayini

0.22 µm filitrekağıdı içeren funnel membran filtre üzerine konulmuş ve 250 ml su numunesi bu düzenden süzdürülmüştür. Daha sonra Funnel, içerisinde m-FC besiyeri bulunan kasetlere yerleştirilmiş ve funellerin ayakları kırılmıştır. Bu şekilde filtre kaset petriye tam olarak birleştirilmiştir. Düzenek 44.50C’de 22-24 saat inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

3.2.6 Fiziksel Parametrelerin Tayin Yöntemleri

3.2.6.1 pH

pH ölçümleri, Mettler Toledo MP 220 pH metre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.2 Sıcaklık

Sıcaklık ölçümleri su örneklerinin alınması esnasında manuel termometre ile yapılmıştır.

3.2.6.3 Bulanıklık

Bulanıklık tayinleri Spektrofotometre ile 450 nm dalga boyunda yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Çevre Kontrolleri

Yapılan mikrobiyolojik çalışmalarda olası kontaminasyonları engellemek için aktif hava kontrolü, pasif hava kontrolü ve Laminer Akım Kabini yüzeyinden yüzey kontrolü yapılmıştır. Sonuçta analizi etkileyebilecek mikrobiyolojik bir etkiye rastlanmamıştır (Çizelge 4.1).

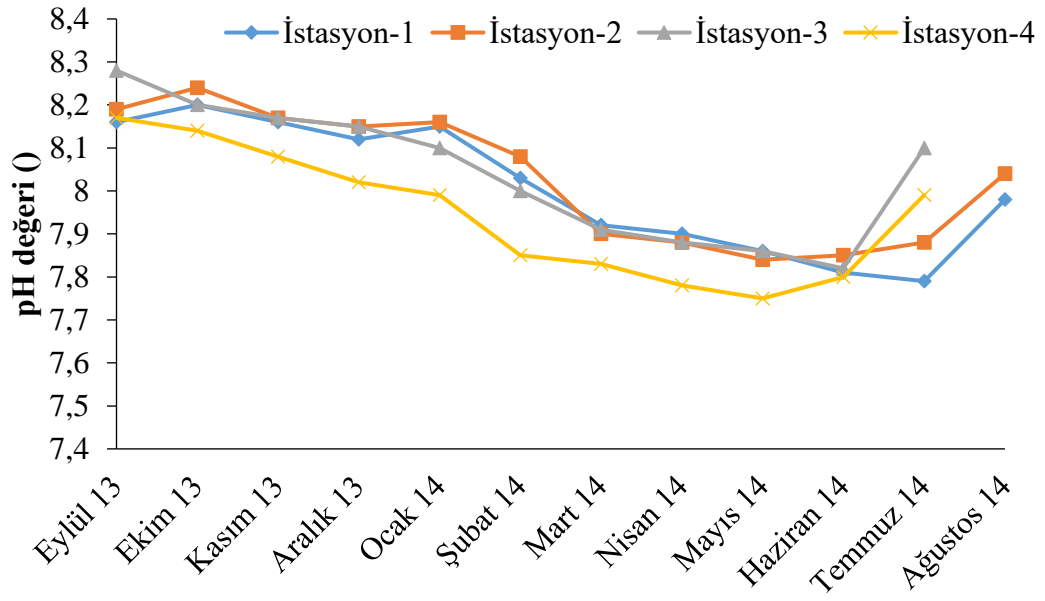
Çizelge 4.1 Analiz öncesi ve esnasında LAF kabininde yapılan çevre kontrolleri

	Aktif Hava	Pasif Hava	Yüzey Kontrol
02/09/2013	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
08/10/2013	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
01/11/2013	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
02/12/2013	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
16/01/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
03/02/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
03/03/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
01/04/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
01/05/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
02/06/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
01/07/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²
01/08/2014	0 cfu / m ³	0 cfu / 4 saat	0 cfu / 25 cm ²

4.2 Fiziksel Analizler

4.2.1 pH Değerleri

Bu çalışma kapsamında yapılan örneklemlerden elde edilen pH değerleri çizelge 4.2' de verilmiştir. Ayrıca şekil 4.1 de aylara bağlı pH değişimleri grafik olarak gösterilmektedir. Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre en düşük pH değeri, İstasyon-1; 7.79 Temmuz, İstasyon-2; 7.84 Mayıs, İstasyon-3; 7.82 Temmuz ve İstasyon-4; 7.78 Mayıs ayında saptanmıştır; en yüksek pH değeri İstasyon-1; 8,20 Ekim, İstasyon-2; 8,24 Ekim, İstasyon-3; 8,28 Ekim ve İstasyon-4; 8,17 Ekim ayında saptanmıştır. Mevsimsel ortalama pH değerleri ise; ilkbahar, İstasyon-1; 7,89, İstasyon-2; 7,87, İstasyon-3; 7,93 ve İstasyon-4; 7,82, yaz, İstasyon-1; 7,86, İstasyon-2; 7,85, İstasyon-3; 7,92 ve İstasyon-4; 7,78, sonbahar, İstasyon-1; 8,17, İstasyon-2; 8,20, İstasyon-3; 8,23 ve İstasyon-4; 8,14, kış, İstasyon-1; 8,10, İstasyon-2; 8,13, İstasyon-3; 8,14 ve İstasyon-4; 8,03 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1 Aylık pH Değerleri

Yıllık ortalama pH değeri ise İstasyon-1; 8.00, İstasyon-2; 8.03, İstasyon-3; 8.05 ve İstasyon-4; 7.95 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Araştırmada elde edilen pH değerleri

	İstasyon-1 pH	İstasyon-2 PH	İstasyon-3 pH	İstasyon-4 pH
02/09/2013	8.16	8.19	8.21	8.11
08/10/2013	8.20	8.24	8.28	8.17
01/11/2013	8.16	8.17	8.20	8.14
02/12/2013	8.12	8.15	8.17	8.08
16/01/2014	8.15	8.16	8.15	8.02
03/02/2014	8.03	8.08	8.10	7.99
03/03/2014	7.92	7.90	8.00	7.85
01/04/2014	7.90	7.88	7.91	7.83
01/05/2014	7.86	7.84	7.88	7.78
02/06/2014	7.81	7.85	7.86	7.75
01/07/2014	7.79	7.88	7.82	7.80
01/08/2014	7.98	8.04	8.10	7.99

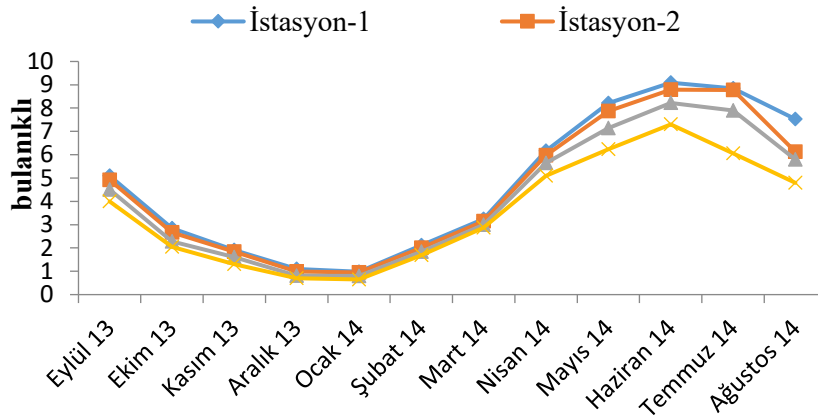
4.2.2. Bulanıklık

Bu çalışma kapsamında ölçülen bulanıklık değerleri çizelge 4.3' te verilmiş ve bu değerler Şekil 4.2 de grafik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Araştırmada elde edilen bulanıklık değerleri

	İstasyon-1 Bulanıklık NTU	İstasyon-2 Bulanıklık NTU	İstasyon-3 Bulanıklık NTU	İstasyon-4 Bulanıklık NTU
02/09/2013	5.10	4.91	4.51	4.00
08/10/2013	2.84	2.66	2.28	2.05
01/11/2013	1.91	1.84	1.61	1.30
02/12/2013	1.10	0.99	0.81	0.70
16/01/2014	0.98	0.95	0.80	0.65
03/02/2014	2.12	2.00	1.84	1.69
03/03/2014	3.24	3.14	3.00	2.87
01/04/2014	6.16	5.97	5.64	5.09
01/05/2014	8.21	7.87	7.14	6.23
02/06/2014	9.09	8.79	8.22	7.30
01/07/2014	8.85	8.77	7.89	6.05
01/08/2014	7.53	6.12	5.80	4.80

Çalışmada elde edilen en düşük bulanıklık değerleri; istasyon-1; 0.98 NTU, istasyon-2; 0.95 NTU, istasyon-3; 0.80 NTU, istasyon-4; 0.65 NTU olarak belirlenmiştir. Buna karşın en yüksek değerler ise; istasyon-1; 9.09 NTU, istasyon-2; 8.79 NTU, istasyon-3; 8.22 NTU, istasyon-4; 7.30 NTU olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2 Aylık bulanıklık değerleri

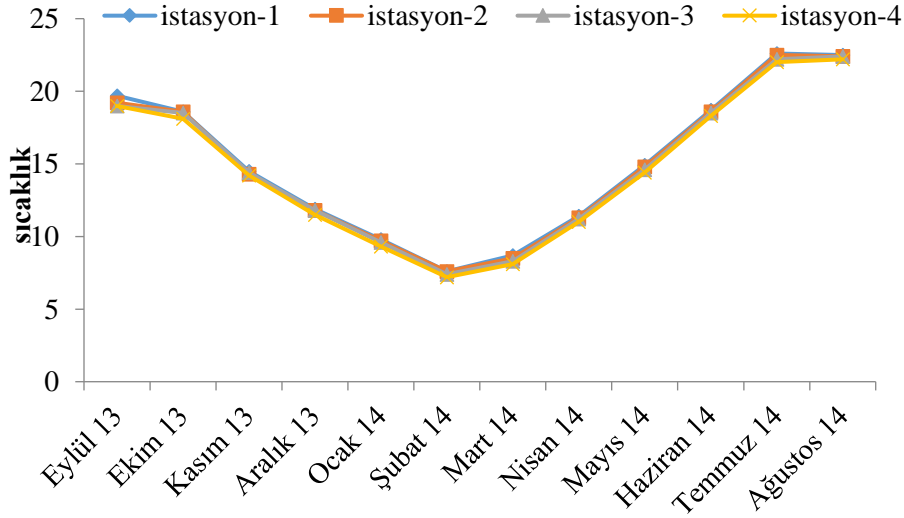
Mevsimsel olarak ortalama değerler alındığında; sonbahar, istasyon-1; 3.28 NTU, istasyon-2; 3.13 NTU, istasyon-3; 2.8 NTU, istasyon-4; 2.4 NTU, kış, istasyon-1; 1.4 NTU, istasyon-2; 1.31 NTU, istasyon-3; 1.15 NTU, istasyon-4; 1.01 NTU, ilkbahar, istasyon-1; 5.87 NTU, istasyon-2; 5.66 NTU, istasyon-3; 5.26 NTU, istasyon-4; 4.73 NTU, yaz; istasyon-1; 8.49 NTU, istasyon-2; 7.89 NTU, istasyon-3; 7.30 NTU, istasyon-4; 6.06 NTU olarak bulunmuştur.

4.2.3 Sıcaklık

Farklı istasyonlardan aylık olarak alınan su örneklerinden yapılan sıcaklık ölçümlerine ait veriler Çizelge 4.5 de verilmiştir. Aylar bazında sıcaklık değişimi Şekil 4.3 de grafikte gösterilmektedir.

Çizelge 4.4 Aylık sıcaklık değerleri

	Sıcaklık / 0C İstasyon-1	Sıcaklık / 0C İstasyon-2	Sıcaklık / 0C İstasyon-3	Sıcaklık / 0C İstasyon-4
02/09/2013	19.7	19.2	19.0	19.0
08/10/2013	18.6	18.6	18.5	18.1
01/11/2013	14.5	14.3	14.4	14.2
02/12/2013	11.9	11.8	11.8	11.5
16/01/2014	9.8	9.7	9.6	9.3
03/02/2014	7.6	7.6	7.4	7.2
03/03/2014	8.7	8.5	8.3	8.1
01/04/2014	11.4	11.3	11.2	11.0
01/05/2014	14.9	14.8	14.6	14.4
02/06/2014	18.7	18.6	18.5	18.3
01/07/2014	22.6	22.5	22.2	22.0
01/08/2014	22.5	22.4	22.4	22.2



Şekil 4.3 Aylık sıcaklık değerleri

4.2.4 Koku ve Renk

Bu çalışmada toplanan su örneklerinde herhangi bir renk bozukluğu veya kokuya rastlanmamıştır.

Çizelge 4.5 Araştırmada elde edilen renk ve koku değerleri

	Renk	Koku
	İstasyon-1/2/3/4	İstasyon-1/2/3/4
02/09/2013	Renksiz/Berrak	Kokusuz
08/10/2013	Renksiz/Berrak	Kokusuz
01/11/2013	Renksiz/Berrak	Kokusuz
02/12/2013	Renksiz/Berrak	Kokusuz
16/01/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
03/02/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
03/03/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
01/04/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
01/05/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
02/06/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
01/07/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz
01/08/2014	Renksiz/Berrak	Kokusuz

4.3 Mikrobiyolojik Metod Validasyon Sonuçları

Çalışmada mikroorganizma sayımı ve mikroorganizma izolasyonu için kullanılacak metod doğrulaması sonuçları tablolarda belirtilmiştir.

Çizelge 4.6 22°C test/pepton kontrol/inokulum grubu mikroorganizma sayıları

22°C-5 Gün İnkübasyon (R2A)	Test 1/cfu	Test 2/cfu	Test 3/cfu
B.subtilis	20	23	28
S. aureus	65	58	60
P.aeruginosa	70	80	77
C. albicans	24	25	25
A.brasiliensis	20	16	14
	Pepton Kontrol 1 cfu	Pepton Kontrol 2 cfu	Pepton Kontrol 3 Cfu
B.subtilis	25	28	33
S. aureus	66	62	64
P.aeruginosa	72	79	78
C. albicans	24	26	25
A.brasiliensis	19	15	14
	Filtrasyon Kontrol 2 cfu	Filtrasyon Kontrol 2 cfu	Filtrasyon Kontrol 3 cfu
B.subtilis	25	29	34
S. aureus	67	62	66
P.aeruginosa	72	79	77
C. albicans	25	26	26
A.brasiliensis	20	14	15
	İnokulum/cfu	İnokulum/cfu	İnokulum/cfu
B.subtilis	27	30	35
S. aureus	68	64	68
P.aeruginosa	72	80	78
C. albicans	26	28	27
A.brasiliensis	21	16	16

Çizelge 4.7 22°C Test grubu/pepton kontrol grubu/filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma geri kazanım oranları

22°C-5 Gün İnkübasyon	Test 1 % Geri Kazanım	Test 2 % Geri Kazanım	Test 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	74.07	76.66	80.00	3.865
S. aureus	95.58	90.62	88.23	4.098
P.aeruginosa	97.22	100.0	98.71	1.410
C. albicans	92.30	89.28	92.59	1.870
A.brasiliensis	95.23	100.0	87.50	6.693
	Pepton Kontrol 1 % Geri Kazanım	Pepton Kontrol 2 % Geri Kazanım	Pepton Kontrol 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	92.59	93.33	94.28	0,907
S. aureus	97.05	96.87	94.11	1,716
P.aeruginosa	100.0	98.75	100.0	0,724
C. albicans	92.30	92.85	92.59	0,297
A.brasiliensis	90,47	93.75	87,50	3,451
	Filtrasyon Kontrol 1 % Geri Kazanım	Filtrasyon Kontrol 2 % Geri Kazanım	Filtrasyon Kontrol 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	92.59	96.66	97.14	2,618
S. aureus	98.52	96.87	97.05	0,928
P.aeruginosa	100.0	98.75	98.71	0,739
C. albicans	96.15	92.85	96.29	2,047
A.brasiliensis	95.23	87.50	93.75	4,452

Çizelge 4.8 37°C Test/pepton kontrol/inolulum grubu mikroorganizma sayıları

37°C-5 Gün İnkübasyon (R2A)	Test 1/cfu	Test 2/cfu	Test 3/cfu
B.subtilis	30	30	35
S. aureus	68	68	68
P.aeruginosa	74	82	80
C. albicans	24	26	25
A.brasiliensis	20	15	13

	Pepton Kontrol 1 cfu	Pepton Kontrol 2 cfu	Pepton Kontrol 3 Cf
B.subtilis	30	29	35
S. aureus	69	66	65
P.aeruginosa	76	84	80
C. albicans	24	26	25
A.brasiliensis	19	15	14

	Filtrasyon Kontrol 1 cfu	Filtrasyon Kontrol 2 cfu	Filtrasyon Kontrol 3 Cfu
B.subtilis	30	29	34
S. aureus	68	65	66
P.aeruginosa	75	82	81
C. albicans	25	26	26
A.brasiliensis	20	14	15

	İnokulum 1 /cfu	İnokulum 2 /cfu	İnokulum 3 /cfu
B.subtilis	32	33	38
S. aureus	71	69	70
P.aeruginosa	77	84	83
C. albicans	26	28	27
A.brasiliensis	21	16	16

Çizelge 4.9 37°C Test grubu/pepton kontrol grubu/filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma geri kazanım oranları

37°C-5 Gün İnkübasyon	Test 1 % Geri Kazanım	Test 2 % Geri Kazanım	Test 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	93.75	90.9	96.38	2.925
S. aureus	95.77	98.55	97.14	1.430
P.aeruginosa	96.1	97.61	92.1	2.988
C. albicans	92.3	92.85	92.59	0.280
A.brasiliensis	95.23	93.75	81.25	8.525
	Pepton Kontrol 1 % Geri Kazanım	Pepton Kontrol 2 % Geri Kazanım	Pepton Kontrol 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	93.75	87.87	92.10	3.32
S. aureus	97.18	95.65	92.85	2.30
P.aeruginosa	98.70	100.0	96.38	1.86
C. albicans	92.30	92.85	92.59	0.29
A.brasiliensis	90.47	93.75	87,50	3.45
	Filtrasyon Kontrol 1 % Geri Kazanım	Filtrasyon Kontrol 2 % Geri Kazanım	Filtrasyon Kontrol 3 % Geri Kazanım	% RSD
B.subtilis	93.75	87.87	89.47	3.36
S. aureus	95.77	94.20	94.28	0.93
P.aeruginosa	97.40	97.61	97.59	0.11
C. albicans	96.15	92.85	96.29	2.04
A.brasiliensis	95.23	87.50	93.75	4.45

Çizelge 4.10 *E.coli*, *Enterokok*, *P.aeruginosa*, patojen *Stafilokok*, koliform sayımı test grubu - pepton kontrol grubu - filtrasyon kontrol grubu mikroorganizma sayıları ve geri kazanım oranları

	Test Grubu/cfu			Pepton Kontrol Grubu/cfu			Filtrasyon Kontrol Grubu/cfu			İnokulum Grubu/cfu		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
E.coli (MCA)	55	53	56	58	55	58	56	53	54	60	56	59
E.faecalis (Azide Agar)	42	50	53	46	51	55	45	50	55	48	53	55
E.coli (Endo Agar)	52	55	68	52	56	70	51	54	69	55	57	72
P.aeruginosa (Cetrimide Agar)	82	82	80	80	81	80	80	81	78	84	86	85
E.coli (m-FC Agar)	50	54	68	52	56	70	51	54	69	55	57	72

Geri Kazanım %

	Test Grubu			Pepton Kontrol Grubu			Filtrasyon Kontrol Grubu		
E.coli (MCA)	91.66	94.64	94.91	96.66	98.21	98.30	93.33	94.64	91.52
	% RSD			%RSD			%RSD		
		1.92			0.94			1.68	
E.faecalis (Azide Agar)	87.50	94.33	96.36	95.83	96.22	100.0	93.75	94.33	100.0
	% RSD			%RSD			%RSD		
		5.00			2.36			3.59	
E.coli (Endo Agar)	94.54	96.49	94.44	94.54	98.24	97.22	92.72	94.73	95.83
	% RSD			%RSD			%RSD		
		1.21			1.97			1.67	
P.aeruginosa (Cetrimide Agar)	97.61	95.34	94.11	95.23	94.18	94.11	95.23	94.18	91.76
	% RSD			%RSD			%RSD		
		1.81			0.66			1.89	
S.aureus (DNase Agar)	90.90	94.73	94.44	94.54	98.24	97.22	92.72	94.73	95.83
	% RSD			%RSD			%RSD		
		2.28			1.97			1.67	

Validasyon çalışmalarında sayısı belirli mikroorganizma kullanılmış olup tüm inokulum değerleri 10-100 cfu arasında saptanmıştır. Çalışmada birbirinden bağımsız 3 tekrarlı yapılmıştır. Sonuçta tüm RSD değerleri <10 bulunmuştur ayrıca yine tüm geri kazanım değerleri > 70 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar analizlerde herhangi bir çevresel kontaminasyonun etkili olmadığını dolayısıyla elde edilecek sonuçların doğrudan suda var olan mikrobiyal yükü göstereceğini işaret etmektedir.

4.4 Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Bir numaralı istasyonda, 37°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Ağustos ayında 1850 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 600 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 1400 cfu/ml, Kış 666.66 cfu/ml, İlkbahar 1033.33 cfu/ml, Yaz 1716.66 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 1204.16 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11 37°C’ de Mikroorganizma sayım sonuçları (cfu/ml.)

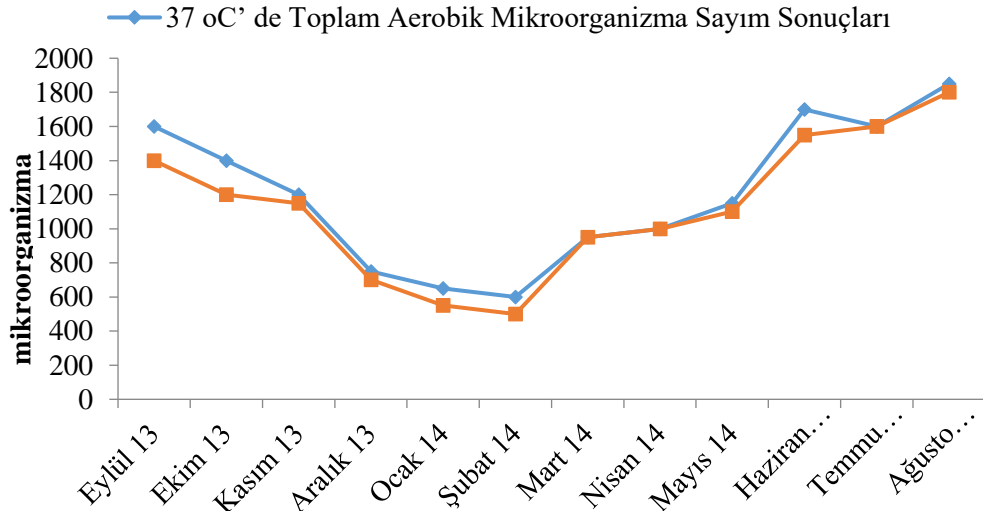
Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 37°C cfu/ml			
İstasyon-1			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	14x10 ²	18x10 ²	16x10 ²
08/10/2013	13x10 ²	15x10 ²	14x10 ²
01/11/2013	10x10 ²	14x10 ²	12x10 ²
02/12/2013	7x10 ²	8x10 ²	7.5x10 ²
16/01/2014	6x10 ²	7x10 ²	6.5x10 ²
03/02/2014	6x10 ²	6x10 ²	6x10 ²
03/03/2014	8x10 ²	11x10 ²	9.5x10 ²
01/04/2014	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
01/05/2014	10x10 ²	13x10 ²	11.5x10 ²
02/06/2014	16x10 ²	18x10 ²	17x10 ²
01/07/2014	15x10 ²	17x10 ²	16x10 ²
01/08/2014	19x10 ²	18x10 ²	18.5x10 ²

Yine bir numaralı istasyonda, 22°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Ağustos ayında 1800 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 500 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 1250 cfu/ml, Kış 583.33

cfu/ml, İlkbahar 1016.66 cfu/ml, Yaz 1650 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 1125 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.12 22°C’ de Mikroorganizma sayım sonuçları (cfu/ml.)

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 22°C cfu/ml			
İstasyon-1			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	12x10 ²	16x10 ²	14x10 ²
08/10/2013	12x10 ²	12x10 ²	12x10 ²
01/11/2013	9x10 ²	14x10 ²	11.5x10 ²
02/12/2013	7x10 ²	7x10 ²	7x10 ²
16/01/2014	5x10 ²	6x10 ²	5.5x10 ²
03/02/2014	5x10 ²	5x10 ²	5x10 ²
03/03/2014	8x10 ²	11x10 ²	9.5x10 ²
01/04/2014	9x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
01/05/2014	10x10 ²	12x10 ²	11x10 ²
02/06/2014	15x10 ²	16x10 ²	15.5x10 ²
01/07/2014	1500	1700	1600
01/08/2014	1800	1800	1800



Şekil 4.4 İstasyon-1 22-37°C’ de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

İki numaralı istasyonda, 37°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Haziran ayında 2700 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Ocak ayında ise 1000 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 1500 cfu/ml, Kış 1050

cfu/ml, İlkbahar 1600 cfu/ml, Yaz 2166.66 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 1579.16 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

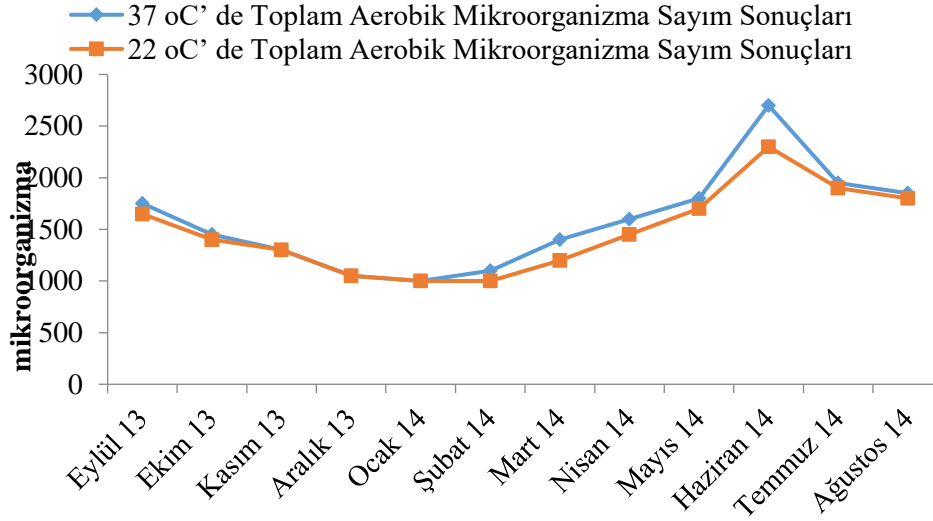
Çizelge 4.13 İstasyon-2 37°C’ de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 37°C cfu/ml			
İstasyon-2			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	15x10 ²	20x10 ²	17.5x10 ²
08/10/2013	14x10 ²	15x10 ²	14.5x10 ²
01/11/2013	14x10 ²	12x10 ²	13x10 ²
02/12/2013	11x10 ²	10x10 ²	10.5x10 ²
16/01/2014	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
03/02/2014	10x10 ²	12x10 ²	11x10 ²
03/03/2014	14x10 ²	14x10 ²	14x10 ²
01/04/2014	18x10 ²	14x10 ²	16x10 ²
01/05/2014	15x10 ²	21x10 ²	18x10 ²
02/06/2014	25x10 ²	29x10 ²	27x10 ²
01/07/2014	20x10 ²	19x10 ²	19.5x10 ²
01/08/2014	18x10 ²	19x10 ²	18.5x10 ²

Yine iki numaralı istasyonda, 22°C cıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Haziran ayında 2300 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Ocak ayında ise 1000 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 1450 cfu/ml, Kış 1016.66 cfu/ml, İlkbahar 1450 cfu/ml, Yaz 2000 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 1479.16 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14. İstasyon-2 22 °C’ de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 22 °C cfu/ml			
İstasyon-2			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	14x10 ²	19x10 ²	16.5x10 ²
08/10/2013	12x10 ²	16x10 ²	14x10 ²
01/11/2013	14x10 ²	12x10 ²	13x10 ²
02/12/2013	10x10 ²	10x10 ²	10.5x10 ²
16/01/2014	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
03/02/2014	9x10 ²	11x10 ²	10x10 ²
03/03/2014	12x10 ²	12x10 ²	12x10 ²
01/04/2014	14x10 ²	15x10 ²	14.5x10 ²
01/05/2014	15x10 ²	19x10 ²	17x10 ²
02/06/2014	21x10 ²	25x10 ²	23x10 ²
01/07/2014	19x10 ²	19x10 ²	19x10 ²
01/08/2014	18x10 ²	18x10 ²	18x10 ²



Şekil 4.5 İstasyon-2 22-37 °C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Üç numaralı istasyonda, 37 °C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Temmuz ayında 1550 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 550 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 1033.33 cfu/ml, Kış 766.66 cfu/ml, İlkbahar 983.33 cfu/ml, Yaz 1433.33 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 1054.16 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

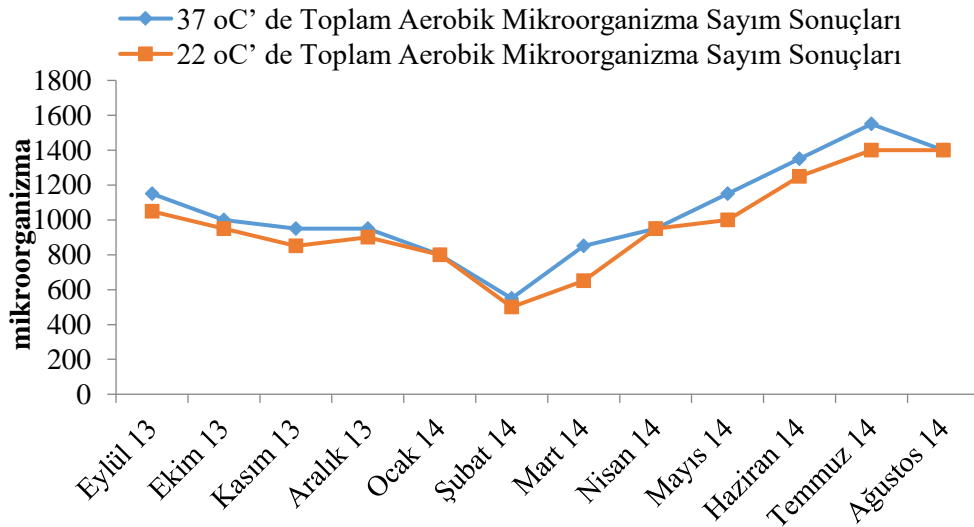
Çizelge 4.15 İstasyon-3 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 37°C cfu/ml			
İstasyon-3			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	11x10 ²	12x10 ²	11.5x10 ²
08/10/2013	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
01/11/2013	9x10 ²	10x10 ²	9.5x10 ²
02/12/2013	10x10 ²	9x10 ²	9.5x10 ²
16/01/2014	8x10 ²	8x10 ²	8x10 ²
03/02/2014	6x10 ²	5x10 ²	5.5x10 ²
03/03/2014	8x10 ²	9x10 ²	8.5x10 ²
01/04/2014	9x10 ²	10x10 ²	9.5x10 ²
01/05/2014	11x10 ²	12x10 ²	11.5x10 ²
02/06/2014	13x10 ²	14x10 ²	13.5x10 ²
01/07/2014	15x10 ²	16x10 ²	15.5x10 ²
01/08/2014	14x10 ²	14x10 ²	14x10 ²

Yine üç numaralı istasyonda, 22°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Temmuz ve Ağustos aylarında 1400 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 500 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 950 cfu/ml, Kış 733.33 cfu/ml, İlkbahar 866.66 cfu/ml, Yaz 1350 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 975 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.16 İstasyon-3 22°C’ de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 22°C cfu/ml			
İstasyon-3			
Çalışma	2. Çalışma		Ortalama
02/09/2013	9x10 ²	12x10 ²	10.5x10 ²
08/10/2013	10x10 ²	9x10 ²	9.5x10 ²
01/11/2013	8x10 ²	9x10 ²	8.5x10 ²
02/12/2013	9x10 ²	9x10 ²	9x10 ²
16/01/2014	8x10 ²	8x10 ²	8x10 ²
03/02/2014	5x10 ²	5x10 ²	5x10 ²
03/03/2014	7x10 ²	6x10 ²	6.5x10 ²
01/04/2014	9x10 ²	10x10 ²	9.5x10 ²
01/05/2014	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
02/06/2014	12x10 ²	13x10 ²	12.5x10 ²
01/07/2014	14x10 ²	14x10 ²	14x10 ²
01/08/2014	14x10 ²	14x10 ²	14x10 ²



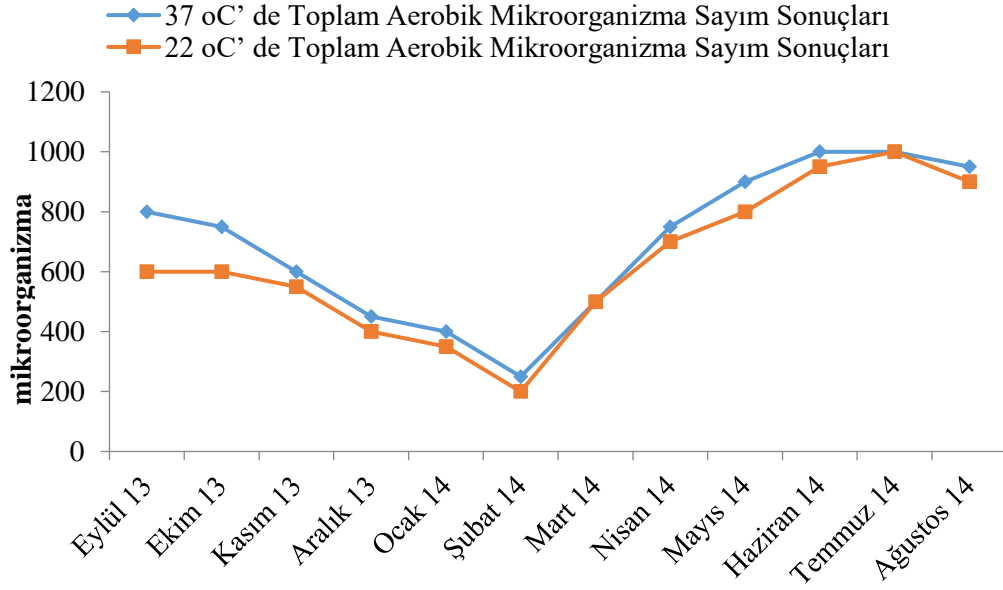
Şekil 4.6 İstasyon-3 22-37°C’ de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Son istasyon olan dört numaralı istasyonda, 37°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Haziran ve Temmuz aylarında 1000 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 250 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 716.66 cfu/ml, Kış 366.66 cfu/ml, İlkbahar 716.66 cfu/ml, Yaz 983.33 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 695.83 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17 İstasyon-4 22°C’ de Toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 22°C cfu/ml			
İstasyon-4			
	1. Çalışma	2. Çalışma	Ortalama
02/09/2013	6x10 ²	6x10 ²	6x10 ²
08/10/2013	6x10 ²	6x10 ²	6x10 ²
01/11/2013	5x10 ²	6x10 ²	550
02/12/2013	4x10 ²	4x10 ²	4x10 ²
16/01/2014	3x10 ²	4x10 ²	350
03/02/2014	2x10 ²	2x10 ²	2x10 ²
03/03/2014	5x10 ²	5x10 ²	5x10 ²
01/04/2014	7x10 ²	7x10 ²	7x10 ²
01/05/2014	8x10 ²	8x10 ²	8x10 ²
02/06/2014	9x10 ²	10x10 ²	9.5x10 ²
01/07/2014	10x10 ²	10x10 ²	10x10 ²
01/08/2014	9x10 ²	9x10 ²	9x10 ²

Yine dört numaralı istasyonda, 22°C sıcaklıkta yapılan inkübasyon sonucunda; mikroorganizma sayısı Temmuz ayında 1000 cfu/ml olarak en yüksek değere ulaşmış Şubat ayında ise 200 cfu/ml olarak en düşük değerde sayılmıştır. Mevsimsel ortalama alındığında toplam aerobik mikroorganizma sayısı; Sonbahar 583.33 cfu/ml, Kış 316.66 cfu/ml, İlkbahar 666.66 cfu/ml, Yaz 950 cfu/ml olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama toplam aerobik mikroorganizma sayısı ise 629.16 cfu/ml olarak hesaplanmıştır.

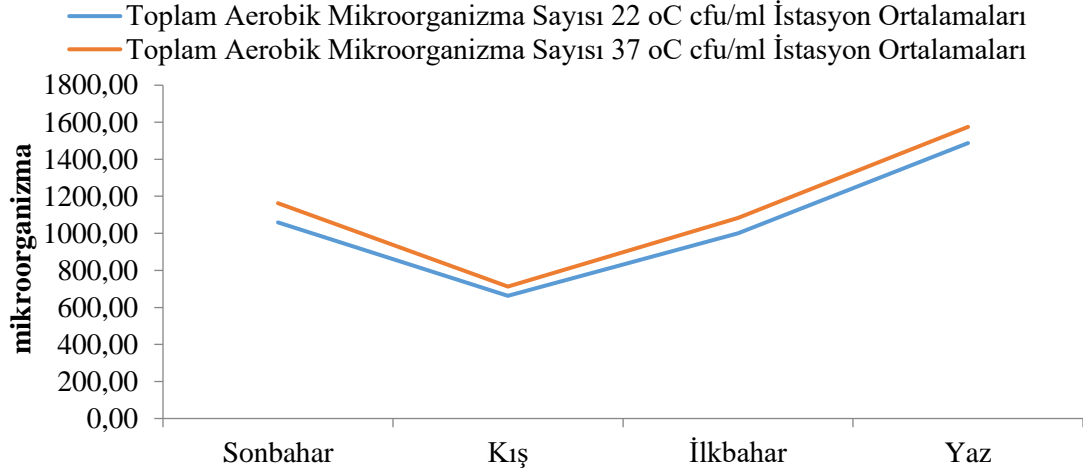


Şekil 4.7 İstasyon-4 22-37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

22°C ve 37°C'de toplam aerobik mikroorganizma sayısına bakıldığında. Yaz aylarında aerobik mikrobiyal yükün maksimum olduğu buna karşın kış aylarında minimuma düştüğü görülmektedir.

Çizelge 4.18 22°C ve 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

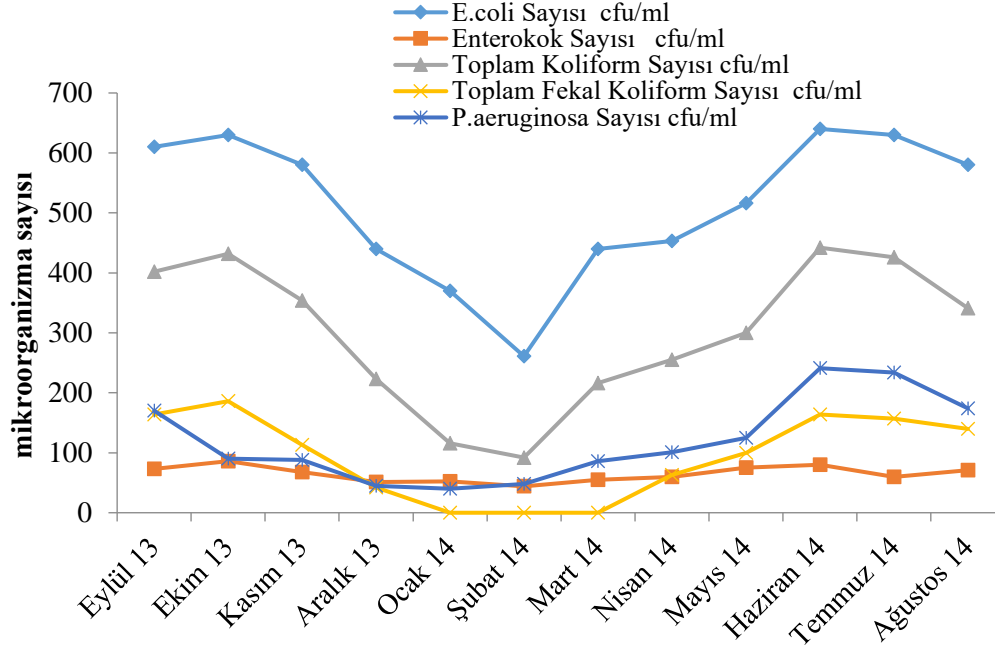
	Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 22°C cfu/ml İstasyon Ortalamaları	Toplam Aerobik Mikroorganizma Sayısı 37°C cfu/ml İstasyon Ortalamaları
Sonbahar	10.6x10 ²	11.7x10 ²
Kış	6.6x10 ²	7.1x10 ²
İlkbahar	10x10 ²	10.8x10 ²
Yaz	14.9x10 ²	15.8x10 ²



Şekil 4.8 22°C ve 37°C' de toplam aerobik mikroorganizma sayım sonuçları

Çizelge 4.19 İstasyon-1 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

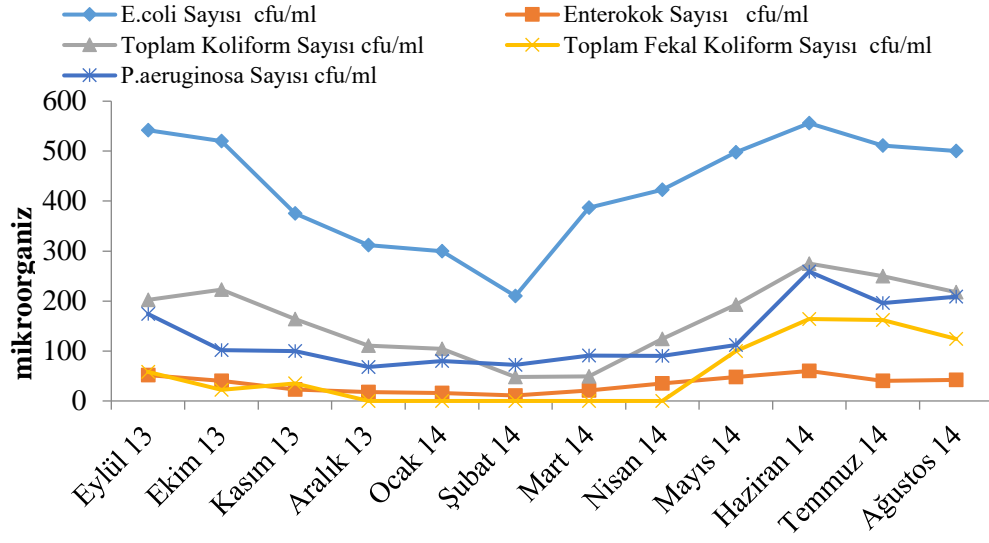
İstasyon-1	<i>E.coli</i> Sayısı cfu/100ml	Enterokok Sayısı cfu/100ml	Toplam Koliform Sayısı cfu/100ml	Toplam Fekal Koliform Sayısı cfu/100ml	<i>P.aeruginosa</i> Sayısı cfu/100ml
02/09/2013	610	73	402	164	170
08/10/2013	630	86	432	186	90
01/11/2013	580	68	354	113	88
02/12/2013	440	51	223	42	45
16/01/2014	370	52	116	<1	40
03/02/2014	261	44	92	<1	48
03/03/2014	440	55	216	<1	86
01/04/2014	453	60	255	63	101
01/05/2014	516	75	300	100	125
02/06/2014	640	80	442	164	241
01/07/2014	630	60	426	157	234
01/08/2014	580	71	341	140	174



Şekil 4.9 İstasyon-1 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

Çizelge 4.21 İstasyon-2 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

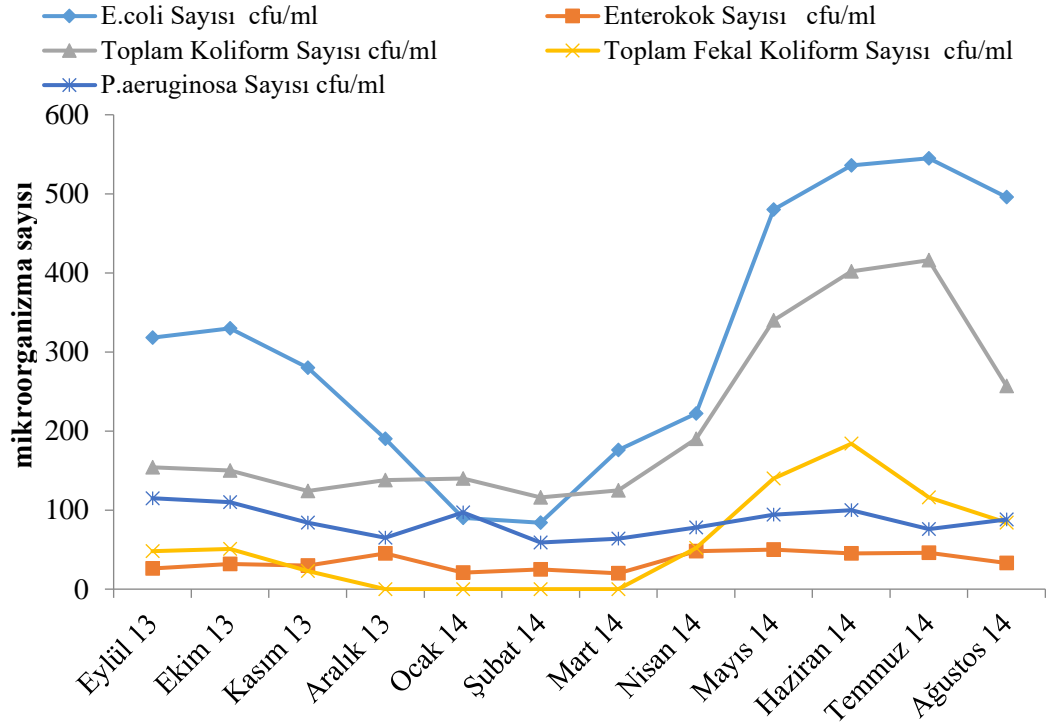
İstasyon-2	<i>E.coli</i> Sayısı cfu/ml	Enterokok Sayısı cfu/ml	Toplam Koliform Sayısı cfu/ml	Toplam Fekal Koliform Sayısı cfu/ml	<i>P.aeruginosa</i> Sayısı cfu/ml
02/09/2013	542	52	202	58	174
08/10/2013	520	40	223	22	102
01/11/2013	375	23	164	35	100
02/12/2013	312	18	111	<1	68
16/01/2014	300	16	104	<1	80
03/02/2014	210	11	48	<1	72
03/03/2014	387	21	49	<1	91
01/04/2014	423	35	124	<1	90
01/05/2014	498	48	193	100	112
02/06/2014	556	60	275	164	259
01/07/2014	511	40	250	162	196
01/08/2014	500	42	218	124	209



Şekil 4.10 İstasyon-2 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

Çizelge 4.22 İstasyon-3 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

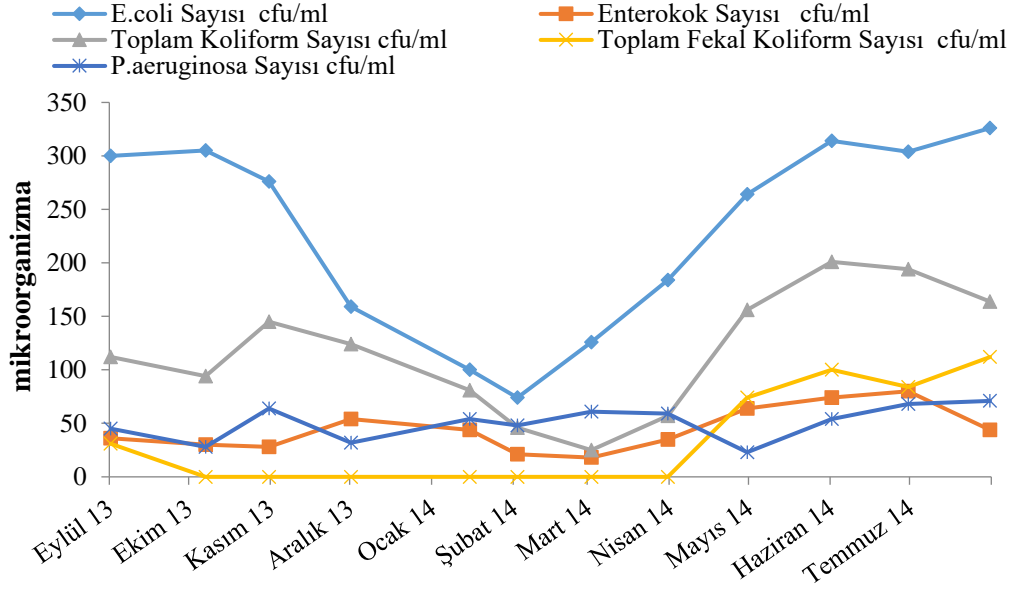
İstasyon-3	<i>E.coli</i> Sayısı cfu/ml	Enterokok Sayısı cfu/ml	Toplam Koliform Sayısı cfu/ml	Toplam Fekal Koliform Sayısı cfu/ml	<i>P.aeruginosa</i> Sayısı cfu/ml
02/09/2013	318	26	154	48	115
08/10/2013	330	32	150	51	110
01/11/2013	280	30	124	23	84
02/12/2013	190	45	138	<1	65
16/01/2014	90	21	140	<1	97
03/02/2014	84	25	116	<1	59
03/03/2014	176	20	125	<1	64
01/04/2014	222	48	190	52	78
01/05/2014	480	50	340	140	94
02/06/2014	536	45	402	184	100
01/07/2014	545	46	416	116	76
01/08/2014	496	33	257	84	88



Şekil 4.11 İstasyon-3 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

Çizelge 4.23 İstasyon-4 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

İstasyon-4	<i>E.coli</i> Sayısı cfu/ml	Enterokok Sayısı cfu/ml	Toplam Koliform Sayısı cfu/ml	Toplam Fekal Koliform Sayısı cfu/ml	<i>P.aeruginosa</i> Sayısı cfu/ml
02/09/2013	300	36	112	31	45
08/10/2013	305	30	94	<1	28
01/11/2013	276	28	145	<1	64
02/12/2013	159	54	124	<1	32
16/01/2014	100	44	81	<1	54
03/02/2014	74	21	46	<1	48
03/03/2014	126	18	25	<1	61
01/04/2014	184	35	57	<1	59
01/05/2014	264	64	156	74	23
02/06/2014	314	74	201	100	54
01/07/2014	304	80	194	84	68
01/08/2014	326	44	164	112	71



Şekil 4.12 İstasyon-4 patojen mikroorganizma sayım sonuçları

Bu güne kadar çeşitli sucul ekosistemlerim mikrobiyal yüklerini belirlemeye yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Buna karşın bu çalışmalarda çevreden kaynaklanabilecek kontaminasyonları belirlemeye ve elimine etmeye yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada çevresel kökenli kontaminasyon olasılığını belirlemek için mikrobiyolojik validasyon çalışması yapılmış ve tüm RSD değerleri <10 bulunmuştur, ayrıca tüm geri kazanım değerleri >70 olarak hesaplanmıştır. Bu surette çalışmada kullanılan mikrobiyal analiz metodlarına; çevresel hiçbir faktörün (herhangi bir ekipman, çevresel faktör, filtre ve filtrasyon malzemeleri vb.) etkilediği ispatlanmıştır.

Toplam aerobik mikroorganizma sayısına bakıldığında tüm istasyonlardaki grafikler benzer özellik göstermiştir. Kış aylarında toplam aerobik mikroorganizma sayısı tüm istasyonlarda en alt seviyede seyrederken, ilkbaharın gelmesiyle birlikte sıcaklıklar ve bunun paralelinde biyolojik aktivite artmıştır bu durum mikroorganizma sayılarını olumlu yönde etkilemiştir. Yaz aylarında bu sayı en üst seviyeye ulaşmış ve sonbahar ile birlikte yağmurların başlaması ve sıcaklık düşüşleri ile birlikte mikroorganizma sayıları da düşmeye başlamıştır. Bununla birlikte sıcaklık ve bulanıklık grafikleri toplam aerobik mikroorganizma sayıları ile birlikte yorumlandığında benzer özellikler gösterdiği dikkat çekmiştir. Sıcaklık artışı ile birlikte mikroorganizma sayıları

ve bulanıklık değerleri artmış, sıcaklık azalmasıyla birlikte grafikteki eğime paralel olarak mikroorganizma sayılarında ve bulanıklık değerlerinde de düşüş görülmüştür.

İstasyonlar tek tek ele alınarak bir değerlendirme yapılacak olursa, daha yüksek mikrobiyal yük istasyon-1 ve istasyon-2 noktalarında görülmüştür. İstasyon-1 ve istasyon-2 noktaları Haliç' in daha iç kısımlarında kalmakta ve daha durgun bölgede bulunmaktadır. Ayrıca dere yataklarının haliçle buluştuğu yerde olan noktalardır. Burada akıntı ve seyrelme oranı daha az miktarlarda olduğu için biyolojik aktivite daha yoğunluk göstermiştir. İstasyon-3 noktası ile başlayan Marmara denizi bağlantı noktasına yakınlık ile birlikte akıntı seviyelerindeki artış mikroorganizma sayısında düşüğe sebebiyet vermekte ve artık neredeyse iç denizin son noktası olan istasyon-4 bölgesinde yağın yağmurlar ve akıntılarla birlikte suyun her zaman aynı noktada bulunabileceği bir bölge olmaktan çıkmaktadır. Bu sebeple toplam aerobik mikroorganizma sayısı burada en düşük seviyede görülmüştür. Sonuç olarak her ne kadar istasyon-4 bölgesi mikroorganizma sayısı bakımından en düşük yer gibi gözüksede istasyon-4 bölgesinde bulunan mikroorganizma sayısı tehlike sınırları içindedir. İstasyon ortalamaları göz önüne alındığında yapılan 22°C ve 37°C sıcaklıklar arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Sonbahar ve İlkbahar aylarında bulunan mikroorganizma sayıları birbiri ile benzer özellik göstermiştir. Yaz aylarında artan sıcaklıklar ve biyolojik aktivitenin artmasıyla birlikte mikroorganizma sayısı en üst seviyeye ulaşmış, kış aylarında ise düşen sıcaklıklar ve artan yağış miktarları ile birlikte mikroorganizma sayısının en alt seviyede kaldığı görülmüştür. Altuğ ve ark., (2005) yıllık *E.coli* sayım değerlerine bakıldığında en düşük değer Eylül 2011 ayında saptandığı 1.9×10^4 kob/100ml, en yüksek değerlerin ise Ekim 2011 3.68×10^6 kob/100 ml., Aralık 2011 ise 2.88×10^6 kob/100 ml. olduğu bildirilmiştir. Yaz aylarında ise ortalama sayının 10^5 kob/100 ml. olduğu saptanmıştır. *Enterokok* sayısının ortalama değeri ise 4.62×10^3 kob/100ml olarak bildirilmiştir. Toplam 108 adet numunenin 28'i belirtilen limitlerinin dışında tespit edilmiştir. Altuğ ve ark., (2005) Kasım 2002 ve Aralık 2003 tarih aralığında; toplam koliform $50 - 24 \times 10^3$ kob/100ml ve *E. coli* varlığını raporlamışlardır. Ayrıca Alibeyköy Deresi'nde *Salmonella* kontaminasyonu olduğunu belirtmişleridir. Haliç dip sedimentinde ise filogenetik yöntemler ile anaerobik mikroorganizma varlığı tespit edilmiştir. Aslan ve ark., (2004) Haliç bölgesinde 1998-2002 yılları arasında su kalite değişimini mikrobiyolojik indikatör kullanarak

değerlendirmişlerdir. Buna göre fekal streptokok $<100 - 2.4 \times 10^6$ kob/100ml., fekal koliform $<100 - 1.1 \times 10^7$ kob/100ml aralığında tespit edilmiştir. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü' nde 1997 yılında İSKİ tarafından yapılan çalışmada Haliç'in su kalitesi şu şekilde özetlenmektedir. Galata Köprüsün' de fekal koliform 21-400 cfu/100 ml., Unkapanı $<1-450$ cfu/100 ml., Kasımpaşa bölgesinde 7-70 cfu/100 ml., Camialtı Tersane bölgesinde 8-60 cfu/100 ml., Valide Sultan bölgesinde 20-300 cfu/100 ml., Haliç Köprüsü bölgesinde $< 1-200$ cfu/100 ml., Eyüp Sütlice Bölgesinde $< 1-500$ cfu/100 ml., Adalar arası bölgede 70-2000 cfu/100 ml., Adalar sonrası bölgede $<1-1750$ cfu/100 ml. olarak bulunmuştur. Fekal *Streptokok* ise; Galata Köprüsü bölgesinde 28-270 cfu/100 ml., Unkapanı bölgesinde 7-140 cfu/100ml., Kasımpaşa bölgesinde 30-150 cfu/100 ml., Camialtı Tersanesi bölgesinde 8-300 cfu/100 ml., Valide Sultan bölgesinde 3-60 cfu/100 ml., Haliç Köprüsü bölgesinde 30-500 cfu/100 ml., Adalar arası bölgede $<1-2000$ cfu/100 ml., Adalar sonrası bölgede $<1-2000$ cfu/100 ml. olarak ortaya konmuştur (Eroğlu ve ark., 2001). 30 Kasım 2012 yılında Resmi Gazete' de yayınlanan Yüzeysel Su kalitesi Yönetmeliğine göre; kıta içi su kaynaklarında 1. sınıf sulara fekal koliform limiti ≤ 10 cfu/100 ml. – toplam koliform limitleri ≤ 100 cfu/100 ml., 2. sınıf sulara fekal koliform limiti 10-200 cfu/100 ml. - toplam koliform limitleri 100-20000 cfu/100 ml., 3. sınıf sulara fekal koliform limiti 200-2000 cfu/100 ml. - toplam koliform limitleri 20000-100000 cfu/100 ml., 4. sınıf sulara fekal koliform limiti > 2000 cfu/100 ml. - toplam koliform limitleri > 100000 cfu/100 ml. olarak bildirilmiştir (Anonim, 2012).

Patojen mikroorganizma sayıları ele alınacak olduğunda; aynı durum ve gözlem patojen mikroorganizma sayıları içinde geçerlidir. Patojen mikroorganizma sayıları sonbahar ve kış aylarında yağış miktarlarının da artması ile beraber düşme eylemi içinde bulunmuş, sıcaklıkların artmasıyla beraber yükselme durumuna geçmiş ve artık sıcaklıkların en üst noktada olduğu biyolojik atıvitenin en üst düzeyde olduğu yaz aylarında en üst seviyede olduğu görülmüştür. *E.coli* sayısında bulunan yüksek değerler muhtemel koliform ve fekal koliform varlığını her ne kadar işaret etse de, yapılan spesifik çalışmalarla koliform bakteri ve fekal koliform bakteri çalışmaları ile bu düşünce doğrulanmıştır. Dere yatağının beslediği ve daha durgun bulunan istasyon-1 ve istasyon-2 noktalarında fekal koliform ve enterokok mikroorganizma aktivitesi artış göstermiştir. İstasyonların bulunduğu bölgelerin sahil kenarlarında bulunan kongre

merkezi, üniversite, çay bahçeleri ve cafe alanlarının kanalizasyon giderleri ile kontamine edildiği düşünülmektedir. Daha önceki konularda da bahsedildiği gibi Çizelge 2.1 ele alındığında, 2009 yılında yapılan mikrobiyolojik analizlerle bu çalışmada elde edilen veriler ve benim yaptığım analizlerde bulduğum sonuçlar karşılaştırıldığında mikroorganizma sayılarının benzerlik gösterdiği dikkat çekmektedir. Yapılan ıslah çalışmaları her ne kadar koku konusunda başarılı olsada mikroorganizmaların sayıları konusunda bir değişiklik olmamıştır. Yıl içinde değişen patojen mikroorganizma sayıları ve oranları kirleticilerin sürekli olduğu ancak deniz suyu seyrelme oranının yağışlarla doğru orantılı olduğunu düşündürmektedir. Özellikle istasyon-4 noktasında akıntı ve benzer özellikler çok fazla olduğu için yıl içinde fekal koliform bakteri sayılarında önemli oranda düşüşler görülmüştür. Ancak her ne kadar düşüş gösteren yıl içi bölgeleri olsa da yılın bazı kesimlerinde fekal koliform sayısındaki artış gözlerden kaçmamaktadır. İstasyon-4 bölgesinde ıslah çalışmaları sonrasında balıkçılık faaliyetleri artış göstermiştir. Ancak çalışmada bulunan mikroorganizma sayıları dikkate alındığında yapılan balıkçılık faaliyetlerinin insan sağlığı açısından risk oluşturduğu düşünülmektedir. Alibeyköy ve Kağıthane derelerinden taşınan organik ya da inorganik maddelerin kirletme oranını yükselttiği bu sebeple istasyon-4 ün aksine istasyon-1 ve istasyon-2 noktalarında patojen sayısının en üst derecede seyretmesine sebebiyet vermiştir.

Bu çalışma kapsamında yaptığımız pH ölçümlerinde Haliç suyu pH'sının 8.24-7.78 arasında değiştiği görülmüştür. Karakaş (2015), bir yıllık pH değişim düzeylerini, pH 8.0 – 9.70 arasında tespit etmiştir. Yüzey sularının zayıf bazik özellik taşıdığını bildirmiştir. Altuğ ve ark., (2005) Haliç suyunun pH değerlerinin 7.31 – 8.54 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Ayrıca pH değerlerinin iç kesimlere doğru düşme eğiliminde olduğu ve hatta tatlı su değerlerine yakın bir değer gösterdiğini tespit etmiştir. 30 Kasım 2012 yılında Resmi Gazete' de yayınlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre; kıta içi su kaynaklarında 1. Sınıf sularda pH 6.5-8.5, 2. Sınıf sularda pH 6.5-8.5, 3. Sınıf sularda pH limitleri 6.0-9.0 aralığında verilmiştir (Anonim, 2012). Benim elde ettiğim analizlerin sonuçları ile yapılan diğer araştırmalar karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ayrıca resmi gazetede yayınlanan yüzey su kalitesi yönetmeliğine göre pH değerlerinde herhangi bir limit dışı durum gözükmemektedir.

Bu çalışma kapsamında bir yıl süresince yaptığımız su bulanıklığı ölçümlerinde Haliç suyu bulanıklık değerlerinin 0.65-9.09 NTU arasında değiştiği belirlenmiştir. Ölçüm değerlerine bakıldığında istasyon-1' de sonuçlar diğer istasyonlara göre daha yüksek iken istasyon-4' te bulanıklık değerleri diğer istasyonlara göre daha düşüktür. İstasyon-1 noktası diğer kısımlara göre akıntının en az olduğu kısım ve burası dere ile beslenen noktadır. Diğer istasyonlar sırasıyla Marmara Denizi'nin açık kısımlarına doğru yönelmektedir. Bu sebeple bulanıklık iç kısımlarda daha yüksek diğer istasyonlarda ise daha düşük bulunmuştur. İstasyon-1 noktası daha durgun bir su tabakası olduğu için mikrobiyolojik aktivitenin diğer istasyonlara oranla daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Buna paralel olarak bulanıklık en yüksek değer olarak istasyon-1 noktası tayin edilmiştir. İlkbahar ayları ile birlikte bulanık değerlerinde bir artışın başladığı yaz boyunca devam ettiği Haziran ayında en üst noktaya ulaştığı ve sonbahar kış aylarında düşme eylemine geçtiği görülmektedir. İlkbahar ve yaz aylarında yağışların azalması fazla miktarda gün ışığına maruz kalan suda biyolojik aktivitenin arttığı düşünülmektedir. Yağışların artmasıyla birlikte kaynağında su miktarının artması ve buna bağlı olarak bulanıklık değerlerinde düşüş olduğu gözlemlenmektedir. Altuğ ve ark., (2005) ve Karakaş (2015)'in yaptığı analizlerde pH değişim değerleri ile benim yaptığım analizlerdeki pH değişim değerleri arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada renk ve koku parametrelerine ait herhangi bir anormal kabul edilebilecek bir değişime rastlanmamıştır.

Sıcaklık değerleri mevsimsel olarak ilkbahar başlarında yükselmeye başlamış, yaz aylarında en üst noktaya ulaşmış, sonbahar ile birlikte düşmeye başlamıştır ve en alt sınıra kış aylarında inmiştir. Sene boyunca en düşük sıcaklık 7.2⁰C (Şubat ayı) buna karşın en yüksek sıcaklık ise 22.6⁰C (Temmuz ayı) olarak belirlenmiştir. Karakaş (2015), sıcaklık değerleri ise Ocak ayında 5.7⁰C, Haziran ayında ise 27.2⁰C tespit edildiği bildirilmiştir. 2015'de Karakaş 'ın yaptığı ve benim yaptığım ölçümler karşılaştırıldığında sıcaklık ölçümlerinde de 2-4⁰C bir fark olduğu gözlemlenmiş bu farkın mikroorganizmaların sayılarında bir değişiklik yaratmadığı belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Haliç bölgesinde gerçekleştirilen bir yıllık çalışmam neticesinde, bölgenin düşük kalite su sınıfına dahil olduğu, bunun da sıklıkla insan kökenli kirliliğe maruz kaldığı tespit edilmiştir.

Haliç bölgesinde gerçekleştirilen çalışmamda belirlenen mikrobiyal kirliliğin; özellikle son yıllarda artan balıkçılık faaliyetleri ile halk sağlığının yanı sıra gerek çevre gerekse de ekosistem üzerinde bir risk oluşturduğu tespit edilmiştir.

Haliç'e mevcut konumu itibarı ile çevresinde bulunan dere ve akarsular yolu ile girdi çok fazla olmaktadır. Bu durum bölgenin en önemli problemlerinden birini oluşturmaktadır. Çalışmam neticesinde akarsu bağlantı bölgelerinde yüksek rakamlara ulaşan mikroorganizma sayıları bu problemi fazlasıyla göz önüne sermektedir. Bu girdi bölgelerinde taşınan mikrobiyal yükün denizel ortama ulaşmadan kaynağında bertaraf edilmesi Haliç ve benzer deniz yapılarında risk faktörünü azaltacaktır.

Unutulmamalı ki Haliç'e ulaşan kirletici faktörler sadece Haliç'i değil; Haliç'in İstanbul Boğazı ile bağlantısından dolayı çok daha büyük bir alanı etkilemektedir. Bu nedenle konuya sadece Haliç'i ıslah çalışmaları olarak değil tüm İstanbul denizel ortamı olarak yaklaşmak ve risk faktörlerini buna göre değerlendirmek yapılan ve yapılacak çalışmalar açısından daha fazla fayda sağlayacaktır.

Tüm çalışmalar ele alınacak olursa;

Haliç'in temizlenmesi için yapılan çalışmaların yeterli olmadığı, erken bitirildiği ve temizlik çalışmalarından çok kirleticilerin engellenmesine karşılık bir faaliyet gösterilmediği bu çalışma ile ortaya konmaktadır.

İlerleyen teknoloji ile birlikte İstanbul'un en güzel sahillerinden ve denizlerinden biri olan Haliç için tekrar bir proje oluşturulması ve ıslah faaliyetlerinin tekrardan başlaması hem çevrede yaşamlarını sürdüren insan nüfusunun sağlığı açısından hem de denizde yaşam faaliyetlerini sürdüren canlılar açısından önem taşımaktadır.

Haliç'e bu yollar ile taşınan organik ve inorganik maddelerin tutulabilmesi için yağmur sularının derelerin giriş yerlerinde geciktirme ve ayrıştırma haznelarının kullanılması gerekmektedir. Derelere karışan kanalizasyon kolları önemli miktarda organik madde girişine sebebiyet vermektedir. Bunların kollektörlerle ya da çağımıza uygun teknolojik cihazlarla uzaklaştırılmaları bu girdiyi büyük ölçüde engelleyecektir.

Ayrıca Haliç'e çevresel yağmur suyu ile taşınan atık girdileri önemli bir paya sahiptir. Haliç çevresinde ağaçlandırılmış bölgelerin yok edilmesi ile bölgeyi erozyona açık hale getirmiştir. Sahil bölgesinin tekrar ağaçlandırılması taşınan girdilerin azalmasında etkili olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Elmir, S., & Palmer, C. J. (2010). Presence of pathogens and indicator microbes at a non-point source subtropical recreational marine beach. *Appl. Abdelzaher, A. M., Wright, M. E., Ortega, C., Solo-Gabriele, H. M., Miller, G., Environ. Microbiol.*, 76(3), 724-732.
- Altuğ, G., Yardımcı, C. H., & Onaç-İçöz, I. (2005). Haliç yüzey sularında enterobacteriaceae üyelerinin bazı beta-laktam antibiyotiklerine dirençlilik frekansı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3(4), 258-264.
- Altun, Z. (2011). Büyükçekmece Gölü'nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Anonim, (2005). "Haliçte Temizlik Çalışmaları", İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. [http:// www.iski.gov.tr](http://www.iski.gov.tr), (Erişim Tarihi: 03.09.2005)
- Anonim, (2012). Yüzeysel Su kalitesi Yönetmeliği, Orman ve Su İşleri Bakanlığında 30 Kasım 2012, Sayı28483, Ek:5.
- Anonim, (2014). Google Earth, 2014. Google Earth. <https://maps.google.com/maps>. (Erişim tarihi: 04.01.2017).
- Aslan-Yılmaz, 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(11-12), 951-958.
- Avşar, C. (2013). Sinop ili deniz suyu ve Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)'nin mikrobiyolojik analizi ve izole edilen *Escherichia coli* suşlarının moleküler karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sinop.
- Baştürk, A., Öztürk, M., Erden, Ş., Dinçer, İ. (2001). Haliç'te rehabilitasyon projesi. Haliç 2001 Sempozyumu, 3-4 Mayıs 2001, İSKİ Yayınları, İstanbul.
- Besler, A. (2002). Torba limanında kirlilik indikatörü olan bakterilerin tespiti ve izole edilen *E.coli* suşlarının bazı direnç özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- Demir, H. (2009). Sarısu Deresi ve Karadeniz'e birleşme noktasında mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik seviyesinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dorak, Z. (2010). İstanbul, Haliç'de abiyotik faktörlerin zooplanktonun mevsimsel değişimi üzerine etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temel Bilimler Anabilim Dalı, İstanbul.
- Erkan, M. E., & Vural, A. (2006). Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Tıp Dergisi*, 33(4), 205-209.

- Eroğlu, V., Eldemir, M., Sarıkaya, H. (2001). Güney ve Kuzey Haliç çevre koruma projeleri. Haliç 2001 Sempozyumu, İSKİ Yayınları, İstanbul.
- Gibbard, J., Campbell, A. G., Needler, A. W. H., & Medcof, J. C. (1942). Effect of Hibernation on Content of Coliform Bacteria in Oysters. *American Journal of Public Health and the Nations Health*, 32(9), 979-986.
- Hamzah, A. I. N. O. N., Kipli, S. H., Ismail, S. R., Una, R., & Sarmani, S. (2011). Microbiological study in coastal water of Port Dickson, Malaysia. *Sains Malaysiana*, 40(2), 93-99.
- Hill, D., Owens, W., & Tchounwou, P. (2006). The impact of rainfall on fecal coliform bacteria in Bayou Dorcheat (North Louisiana). *International journal of environmental research and public health*, 3(1), 114-117.
- Kamanlı Can, N. (2011). Çeşitli su örneklerinde membran filtrasyon ve konvansiyonel yöntemlerle mikrobiyolojik kalite analizi ve antibiyotik dirençliliğinin saptanması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Karakaş, K. (2015). "Haliç İslah Projesi" çalışmalarının istatistiksel değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Koçak, Ö. (2007). Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.
- Leandro, S. M., Morgado, F., Pereira, F., & Queiroga, H. (2007). Temporal changes of abundance, biomass and production of copepod community in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(1-2), 215-222.
- Madigan, M. T., & Martinko, J. M. (2010). Mikroorganizmaların biyolojisi (Çeviri editörü: Cumhur Çökmüş). Palme yayınları, 532, 647-655.
- Özaslan, A. (2009). Adana içme suyunda fekal koliform düzeyinin belirlenmesi ve antibiyotik dirençlilik frekansı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana.
- Rozen, Y. ve Belkin, S. (2001). Deniz suyunda enterik bakterilerin hayatta kalması. *FEMS mikrobiyoloji incelemeleri*, 25 (5), 513-529.
- Saydam, A.C., Yılmaz, A. ve Ünlüata, Ü., (1990). İstanbul Haliç' inin kirlilik durumu dolaşım ve yenileme özellikleri, İstanbul' un çevre sorunları ve çözümleri sempozyumu tutanakları, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sivri, N. (1993). Deniz suyu kalitesinin belirlenmesinde nitrifikasyon bakterilerinin önemi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Şen, A., & Halkman, A. K. (2006). Çiğ sütte *Pseudomonas aeruginosa* sayılması için yöntem modifikasyonları üzerine çalışmalar". *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 4(2), 2-13.

- Şimşek, H. (2011). Sazlıdere Baraj Gölü'nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tunç, M. E., & Ünlü, A. (2005). Elazığ Kenti Atıksu Arıtma Tesisinin Koliform Bakteri Giderme Veriminin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 20(4), 17-26.
- Viau, E. J., Goodwin, K. D., Yamahara, K. M., Layton, B. A., Sassoubre, L. M., Burns, S. L., & Boehm, A. B. (2011). Bacterial pathogens in Hawaiian coastal streams associations with fecal indicators, land cover, and water quality. Water research, 45(11), 3279-3290.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine Çetin ÖZCANLAR
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 27.04.1981
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : cetineminecrin81@gmail.com
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Biyoloji	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	1999-2003
Y. Lisans	Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği	Ordu Üniversitesi	2013 -

Yayımlar:

1- Çetin, E. ve Özcanlar, E. 2003. Çanakkale’de Pazarlarda Satılan Koyun-Keçi Peynirlerinin Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi Lisans Bitirme Tezi