

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BOĞACIK DERESİ (GİRESUN)'NİN BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN  
İNCELENMESİ

AYNUR AYDIN

2017

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı.

Prof. Dr. Başak TAŞELİ

-----

Müdür

.../.../.....

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak Biyoloji Anabilim dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

-----

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve Yüksek Lisans tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

-----

Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

-----

Yrd. Doç. Dr. Okan YAZICIOĞLU

-----

Yrd. Doç. Dr. Tamer AKKAN

-----

## ÖZET

### BOĞACIK DERESİ (GİRESUN)'NİN BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

AYDIN, Aynur

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cengiz MUTLU

MAYIS 2017, 37 sayfa

Bu çalışmada, Boğacık Deresi (Giresun) yüzey sularının mikrobiyolojik kalitesi araştırılmıştır. Aylık olarak, toplam 60 su örnek materyal olarak kullanılmıştır. Su numuneleri mikrobiyal olarak; toplam aerobik bakteri, mezofilik aerobik bakteri, toplam koliform bakteri, fekal koliform bakteri, fekal streptokok ve *E. coli* sayısı yönünden analiz edilmiştir.

Sonuç olarak; yüzey sularından toplanan örneklerin önemli düzeyde fekal kökenli atıklar ile kirletildiği, eğer gerekli önlemler alınmaz ise mevcut durumun halk sağlığı açısından potansiyel risk taşıyabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kirlilik, Koliform Bakteri, Boğacık Deresi, Giresun

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF THE BOĞACIK CREEK (GIRESUN) FROM THE BACTERIOLOGICAL ASPECT

AYDIN, Aynur

Giresun University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz MUTLU

MAY 2017, 37 pages

In the present study, microbiological qualities of surface water obtained in the Boğacık Creek (Giresun) were studied. 60 water samples, collected from surface waters in monthly, were used as material. Microbiologically; 22 and 37 °C total viable, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, fecal streptococci and *E. coli* count analysis were done.

The results of this study have indicated that an important proportion of bacteria isolated from waters contaminated with fecal waste discharges and this situation carries a potential risk for public health.

**Keywords:** Pollution, Coliform Bacteria, Boğacık Creek, Giresun

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Cengiz MUTLU ve Yrd. Doç. Dr. Tamer AKKAN'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve hayatımın her noktasında maddi manevi desteğini esirgemedi beni destekleyen canım ailem ve kıymetli eőime teőekkürü bir borç bilirim.



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 2.1.</b> Çalışma Alanı .....	17
<b>Şekil 3.1.</b> Yaz mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı .....	21
<b>Şekil 3.2.</b> Yaz mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı .....	21
<b>Şekil 3.3.</b> Sonbahar mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı .....	23
<b>Şekil 3.4.</b> Sonbahar mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı .....	23
<b>Şekil 3.5.</b> Kış mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı .....	25
<b>Şekil 3.6.</b> Kış mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı .....	25
<b>Şekil 3.7.</b> İlkbahar mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı .....	27
<b>Şekil 3.8.</b> İlkbahar mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı .....	27

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.1.</b> Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Yüzey Sularında Kirliliğe Neden Olabilecek Unsurlar .....	4
<b>Tablo 2.1.</b> Kullanılan Besiyerleri .....	18
<b>Tablo 3.1.</b> Aylara Göre Yaz Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları .....	20
<b>Tablo 3.2.</b> Aylara Göre Sonbahar Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları .....	21
<b>Tablo 3.3.</b> Aylara Göre Kış Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları .....	22
<b>Tablo 3.4.</b> Aylara Göre İlkbahar Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları .....	23



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IV
TABLolar LİSTESİ.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. SULARIN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	2
1.2. SU KİRLİLİĞİ.....	3
1.2.1. Fiziksel Kirlenme.....	5
1.2.2. Kimyasal Kirlenme.....	5
1.2.2.1. Evsel Atıklar.....	6
1.2.2.2. Endüstriyel ve Sanayi Atıkları.....	6
1.2.2.3. Tarımsal Atıklar ve Pestisitler.....	7
1.2.3. Biyolojik Kirlenme.....	7
1.2.4. Bakteriyel Kirlenme.....	8
1.3. KOLİFORM BAKTERİLER.....	9
1.4. SULARIN TEMİZLENMESİ VE KİRLİLİĞİN ÖNLENMESİ.....	12
1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
2. MATERYAL VE METOT.....	17
2.1. ÇALIŞMA ALANI VE TANIMI.....	17
2.2. KULLANILAN BESİYERLERİ.....	18
2.3. BAKTERİ SAYIMLARI.....	19
2.3.1. 37 ve 22 °C'deki Bakteri Sayısının Tespiti.....	19
2.3.2. Toplam Koliform Bakterilerin Tespiti.....	19
2.3.3. Fekal Koliform Bakterilerin Tespiti.....	19
2.3.4. <i>E. coli</i> Sayısı Tespiti.....	19
2.3.5. Fekal Streptokok Bakteri Sayısı Tespiti.....	19
3. BULGULAR.....	20
4. TARTIŞME VE SONUÇ.....	28
5. KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	37



## 1.GİRİŞ

Su, yaşamın içinde başladığı, birçok canlı organizmanın yarıdan fazlasını oluşturan, canlının iç ve dış dengesini ayarlayarak canlılığını idame ettirmesini sağlayan en önemli maddedir (1). Yeryüzünün %75'i, insan vücudunun %70'i, kanın ise %78'i sudan oluşur (2). Canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri ancak su ile mümkündür. Tüm hücreler metabolik işlevlerini su içerisinde gerçekleştirmektedir. Suyun vücutta pH dengesinin ayarlanmasından, besin maddelerinin taşınması ve artık maddelerin uzaklaştırılmasına kadar pek çok önemli görevi vardır (3). Hücre, doku, organ ve sistem düzeyinde bütün hayatsal olaylar suya bağımlıdır. Yaşamın kaynağı olan su, tüm canlı organizmalardaki en temel unsurdur, susuz hayat düşünülemez.

Canlı hayatının varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir ön koşul olan su mikroorganizmalardan yüksek organizasyonlu hayvanlara kadar dünyamızdaki biyoçeşitliliğin en önemli doğal kaynağını oluşturur. Canlılar için hayati öneme sahip olmasının yanında, canlıları barından ve yaşadığımız yerküreyi çevreleyen atmosfer için de suyun önemi çok büyüktür. Suyun kendisi de canlılara yaşam ortamı oluşturur.

Suya günümüzde olduğu gibi tarih boyunca da çok büyük önem verilmiştir. Su savaşları yapılmış, medeniyetler hep akarsuların kenarlarına kurulmuştur. Mısır'ın Nil Nehri etrafında, medeniyetler beşiği olarak adlandırılan Mezopotamya uygarlığının ise Dicle ve Fırat nehirleri arasında kurulmuş olması suyun önemini gözler önüne sermektedir. Yine Türkler, Orta Asya bozkırlarında büyük bir gölün kurumasıyla beraber su kaynaklarınca zengin topraklara sahip Anadolu'ya göç ederek yerleşmişlerdir. Urartular, su kaynaklarına uzak şehir merkezlerine su kanallarıyla suyu ulaştırmışlardır.

Canlılar su gereksinimlerini yüzeysel ve yeraltında bulunan su kaynaklarından sağlamaktadırlar. Bu su kaynaklarının yeryüzündeki dağılımı da eşit değildir. Yerkürenin  $\frac{3}{4}$ 'ü su ile kaplı bulunmaktadır. Bu suların yaklaşık %97'si tuzlu, %3'ü ise tatlı sudur. Tatlı suların da tamamına yakını buzullarda ya da yeraltında bulunmaktadır. Buzullardaki suyu kullanmak doğal denge açısından imkânsız olduğundan, bu suların dışında kalan %0.01-0.03'lük kısım ancak insanların

kullanabileceği sudur (4). Hâlihazırda, dünya nüfusunun 1/3'ü su sıkıntısı çekmekte, özellikle kalkınmakta olan ülkelerde 2025 yılına kadar bu oranın daha da artması beklenmektedir (5). Öyle ki Birleşmiş Milletler yayımladığı raporda, gelişmekte olan ülkelerde 1,2 milyar insanın içecek suyunun olmadığı belirtilmiş, bulunduğumuz yüzyılda dünya nüfusunun 2 katına çıktığı, su tüketiminin ise 6 kat oranında arttığı vurgulanmıştır. Aynı raporda, yaklaşık 2 milyon ton atığın nehir, dere, göl gibi su kaynaklarına atıldığı düşünüldüğünde, su kaynaklarının mutlak suretle mevcut kalite durumunun bilinmesi, geleceğe yönelik önlemlerin zaman kaybedilmeden alınması büyük önem arz eder hale gelmiştir.

### **1.1 SULARIN GENEL ÖZELLİKLERİ**

Suyun önemli fiziksel özellikleri; sıcaklığı, yoğunluğu, tuzluluğu, basıncı, akışkanlığı, hareketliliği, ışıklanma durumu gibi özellikleridir. Kimyasal özellikleri ise; pH, sertlik, çözünmüş oksijen, alkalinite, nitrat, metaller vb. özelliklerdir. Su içinde yaşayan mikroskobik canlılar da suyun biyolojik kısmını oluştururlar. Bunlar patojen bakteriler ve saprofit (çürükçül) mikroorganizmalardır. Bazı bulaşıcı bağırsak hastalıkları dışkı ile kirlenmiş sular ile taşınmaktadır. Enfeksiyon taşıyan kişilerin dışkılarında patojen bakteriler, virüsler, protozoalar ve parazitik kurtlar bulunmaktadır. Her patojen etkenin suda araştırılması mümkün olmadığından, suların bakteriyolojik olarak değerlendirilmesinde indikatör mikroorganizmalar olan koliform bakteriler araştırılmaktadır (6).

Suların miktarı olduğu kadar kalitesi de çok önemlidir. Su kalitesi kavramı, suyun yararlı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerinin toplamı olarak tanımlanabilmektedir (7). Başlıca kullanım yerleri; evsel gereksinimler, tarım ve endüstri alanları olan suyun, potansiyel kullanımını kalitesi belirlemektedir (8). Sular kalitelerine göre yüksek kaliteli sular, az kirlenmiş sular, kirlenmiş sular ve çok kirlenmiş sular olmak üzere 4 sınıfta incelenmektedir (9).

Sular kullanım amaçlarına göre; içme suları, rekreasyon suları, şifalı özellikleri bulunan sular, sulama suları şeklinde sınıflandırılır iken, kaynaklarına göre ise; yüzeysel (dere, çay, nehir, göl, baraj vb.) ve yeraltı suları olarak sınıflandırılmaktadır.

Atmosferde bulunan su buharı kütlesi, belirli atmosferik koşullarda yoğunlaşır ve sıvı halde yağış (yağmur), katı halde yağış (kar ve dolu) olarak yeryüzüne iner. Yağmur olarak inen suyun bir kısmı ile kar ve buzulların erimesiyle oluşan su, karalar üzerindeki çukur yerlerde göllenir ya da yer yüzeyinin eğimi boyunca akarak yerüstü sularını oluşturur. Bu suların geri kalan kısmı ise, uygun koşullar altında yeraltına sızarak yeraltı sularını oluşturur (10).

## 1.2. SU KİRLİLİĞİ

Yeryüzünde katı, sıvı, gaz halinde bulunan ve dünyamızın önemli bir kısmını oluşturan su, güneş enerjisi ile sürekli bir döngü halindedir. Canlılar ihtiyaçları ve yaşamsal aktiviteleri için suyu bu hidrolojik çevrimden alır, kullanır ve tekrar bu çevrime geri verirler. Bu sırada suya karışan maddeler, suyun yapısını olumsuz yönde değiştirerek su kirliliğine sebep olmaktadır (10).

Su, kaynağından kullanımına kadar kolay kirlenen maddedir. İnsanoğlunun doğaya müdahalesi, hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, sanayi ve endüstrideki muazzam gelişmeler doğal su kaynaklarına zarar vermiş, su ve suya olan ihtiyacı artırmış, başta su kirliliği olmak üzere çeşitli çevre sorunlarına yol açmıştır.

Bir ortamın çeşitli kirletici unsurlara maruz kalması, o ortamın doğal yapısının doğrudan veya dolaylı olarak bozulmasına yani kirlenmesine sebep olur. Su kaynaklarının (akarsu, göl, deniz gibi) da bir takım kirletici etkenler sebebiyle doğal yapısı bozulmakta ve bu durum sularda kirliliğe neden olmaktadır. Su kirliliği sonucu ise, canlı yaşamı olumsuz olarak etkilenmekte ve tehlikeye girmektedir (11).

Su kirliliği; insanoğlunun doğaya etkileri neticesinde suların kullanılmasını kısıtlayan ya da engelleyen, ayrıca ekolojik dengeleri de bozan sudaki kalite değişimleri olarak tanımlanmaktadır (12).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) su kirliliğini; “Canlı kaynaklara zarar veren, insanların sağlığı için tehlikeli olan, balıkçılık gibi faaliyetlerin yapılmasını engelleyen ve su kalitesinde olumsuz etkiler yapabilen maddelerin sulara atılması” olarak tanımlamıştır.

Uluslararası Oşinografi Komisyonu (IOC) ise su kirliliğini; “İnsanoğlu tarafından sucul ortamlara ve çevresine, doğrudan ya da dolaylı olarak madde ve enerji verilmesi sonucunda, su canlıları için zararlı olan, insan sağlığını önemli

ölçüde tehdit eden, balıkçılık çalışmaları dahil olmak üzere su ortamlarındaki aktivitede değişiklik yapan, suyun içme suyu kalitesini bozan ve tatlılığını azaltan faktörlerin tümü'' olarak tanımlamıştır.

Suların kirlenmesi su ekosistemlerini etkileyerek, dengelerin değişmesine, bozulmasına ve doğada bulunan tüm suların özümleme kapasitelerini kaybetmelerine neden olabilmektedir (13).

Gelişen dünyada, tüm hastalıkların yaklaşık %80'i güvenilir su ve temizlik koşullarının yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Su kirliliği sebebiyle, büyük bir kısmını çocukların oluşturduğu 5 milyondan fazla kişi, hayatını kaybetmektedir (14). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yüzey sularında kirliliğe neden olabilecek unsurları şu şekilde sınıflandırmıştır:

**Tablo 1.1.** Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Yüzey Sularında Kirliliğe Neden Olabilecek Unsurlar

<b>Kirlilik etkeni</b>	<b>Kaynağı</b>
<b>Bakteri, Virüs ve Diğer Hastalık Yapıcı Organizmalar</b>	Hastalıklı veya hastalık taşıyan organizmalar
<b>Organik Maddelerden Kaynaklanan Kirlenme</b>	Ölmüş bitkilerin ve hayvanların artıkları
<b>Endüstri Atıkları</b>	Fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum vb.
<b>Yağlar ve Benzeri Maddeler</b>	Her türlü yağ, petrol vb.
<b>Sentetik Deterjanlar</b>	Fosfat bazlı kimyasal maddeler
<b>Radyoaktivite</b>	Radyoaktif maddeler (plütonyum, uranyum, toryum vb.)
<b>Pestisitler</b>	Zararlılara karşı kullanılan organik maddeler
<b>Yapay Organik Kimyasal Maddeler</b>	Petrol ve petrol ürünleri
<b>Anorganik Tuzlar</b>	Toksik değildirler fakat yüksek dozda olmaları tehlike yaratır
<b>Yapay ve Doğal Tarımsal Gübreler</b>	Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor elementleri
<b>Atık Isı</b>	Termik santraller

Su kirliliğinin çevre ve insanlar haricinde zarar verdiği en büyük sınıf, içerisinde barındırdığı canlılardır. Su ürünleri ve özellikle balıklar çok büyük zarar görmektedir. Yağlar ve benzeri maddeler, balıkların solungaçlarını tıkayıp balık ölümlerine, lağımlar da tüm su ürünlerinde mikrobik hastalıklara neden olabilmektedir.

Nehir, göl ve diğer su kaynaklarının kirletilmesinden sonra bu durum ancak çok büyük mali harcamalar ile düzeltilebilir. Bu nedenle çevreye en az zarar verecek şekilde kirliliği minimuma indirecek teknolojiler ile üretim yapılması, atık sular hem

teknik hem de ekonomik açıdan uygun arıtma yöntemleri kullanılarak arıtılmalıdır (15).

Su kirliliğini tetikleyici birçok unsur ve kriter vardır. Su kirliliğini; fiziksel, kimyasal, biyolojik ve bakteriyolojik kirlenme olarak 4 grup altında incelemek mümkündür.

### **1.2.1. Fiziksel Kirlenme**

Dışardan herhangi bir maddenin su bünyesine alınması ve bu bünyede olumsuz değişiklik yapması suların fiziksel olarak kirlenmesine neden olmaktadır. Fiziksel kirlenmenin en önemli nedenlerinden biri erozyondur. Erozyon, toprakların çeşitli nedenlere aşınıp taşınması olayıdır. Aşınan topraklar suya karışıp direk kirlenme yapabileceği gibi, taşınan toprak parçaları beraberinde kirlenme yapan iyonları da absorbe ederek içinde taşındığı, geçtiği, depolandığı ortamları da kirletir (16). Erozyonun bu fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkileri sonucu su kaynakları yaşlanır, bozulur, sedimentlerle kaplanır ve jeomorfolojik olarak ortadan kaybolur (17). Suların niteliğinde bozulmalar meydana gelir, su miktarı azalır, balıklar ve diğer su canlıları yok olur.

### **1.2.2. Kimyasal Kirlenme**

Su kirliliğinin büyük bir çoğunluğunu bu tip kirlenme meydana getirmektedir. Son yıllarda endüstrinin ve sanayinin muazzam bir şekilde gelişmesi, tarım alanında pestisit ve kimyasal ilaç kullanım yaygınlığının ve oranın artması, su kirliliği ve dolayısıyla çevre kirliliğine neden olmuştur. Her türlü kimyasal atık, suların yapısında önemli değişiklikler meydana getirmekte, balıklar ve su canlılarına zarar vermekte ve ciddi boyutlarda su kirliliğine neden olmaktadır. Bu tip kirlenmeye kaynaklık eden pek çok unsur bulunmaktadır (10). Bunlar evsel atıklar, endüstriyel ve sanayi atıkları, tarımsal atıklar ve pestisitler olarak sınıflandırılabilir.

### **1.2.2.1. Evsel Atıklar**

Yerleşim bölgelerinden ve çoğunlukla evsel faaliyetler sonucu oluşan evsel atık suların arıtılmadan akarsu, göl, deniz vb. su ortamlarına deşarj edilmesiyle bu tip kirlilik oluşmakta ve doğal kaynaklar zarar görmektedir.

Evsel kirlenmeye neden olan etkenlerinin başında, lağımlar ve çöpler gelmektedir. İnsan dışkı ve idrarını içeren lağımlarla beraber su kaynaklarına giren organik atıklar bakteri miktarını artırır. Bakterilerin ortamda bulunan oksijeni kullanarak organik maddeleri parçalaması, oksijen miktarının azalmasına ve böylece sularda yaşayan canlıların ölümüne neden olmaktadır. Kolera, tifo gibi birçok bulaşıcı hastalık lağım sularının karıştığı suların kullanılması sonucu görülebilmektedir. Çöplerin denizlere ve akarsulara atılması da sularda kirlenmeye neden olmaktadır.

Evsel kirlenmeye neden olan bir diğer etken deterjanlardır. Deterjanların içinde bulunan nitrat ve fosfat miktarının artması, alglerin artmasına neden olmakta ve bu durum suların biyolojik yapısında değışmelere yol açmaktadır (18).

Evsel atık suların, arıtılmadan direk olarak doğaya verilmesi sonucu atık sular yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarına karışarak sularda fiziksel ve organik kirlilik oluşturmakta, ortamda bulunan canlı hayatına ve doğal kaynaklara zarar vermektedir (19).

### **1.2.2.2. Endüstriyel ve Sanayi Atıkları**

Sulardaki kimyasal kirlenmenin en büyük kirleticisi kaynağını bu atıklar oluşturmaktadır. Son yıllarda endüstriyel üretimin hızla artmasıyla birlikte çevre kirliliğı ve dolayısıyla su kirliliğı her geçen gün artmaktadır. Enerji santralleri, demir-çelik, kâğıt, boya, deri, tekstil fabrikaları, rafineri ve otomobil fabrikaları gibi endüstriyel kuruluşların atıklarının arıtılmadan su kaynaklarına direk verilmesi veya dolaylı olarak bu atıkların sulara karışması ile sularda önemli derecede bir kirlilik meydana gelmektedir. Çevreye toksik madde katılımına yol açan kimyasal atıklar bitki ve hayvanların yok olmasına neden olabilmektedir. Endüstriyel kirlenmeye neden olan bir diğer etken de petrol ve yağ atıklarıdır. Körfez Savaşı sırasında Basra Körfezi'ndeki kirlenmenin nedeni petroldür (18).

Endüstriyel ve sanayi atıklarının oluşturduğu kirlilik, sularda oksijen miktarını azaltarak su canlılarının ölümüne neden olmaktadır. Azot ve fosfor miktarı artar ve ötrifikasyon meydana gelir. Sulara karışan deterjan, yağ gibi maddeler suların yüzeyinde tabaka oluşturarak suların havalanmasına ve güneş ışığının girişine engel olmaktadır. Bu durum sularda, fotosentez hızının azalmasına ve kokuşmanın oluşmasına neden olabilmektedir (10).

Bu tip kirlenmenin önüne geçebilmek için gerekli tedbirlerin alınması ve bu kirlenmeye neden olan atık suların alıcı ortamına deşarjından önce uygun bir teknoloji ile arıtılması gerekmektedir (20).

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde evsel atık suların %95, sanayi atık sularının da %70'lik kısmı hiçbir arıtma işlemine tabii tutulmadan alıcı ortamlara verilmekte ve dolayısıyla temiz su kaynaklarında kirlenmeye neden olmaktadır. Dünyadaki 1,4 milyar insan, temiz su kullanma imkânlarından yoksundur. Nehirlerin çoğu kirliliği bir haldedir.

### **1.2.2.3. Tarımsal Atıklar ve Pestisitler**

Tarımda ürün kalitesini ve miktarını artırmak için kimyasal içerikli maddeler, hastalık ve zararlılarla mücadele etmek içinse pestisitler kullanılmaktadır. Gübreler ve zirai ilaçların bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucunda sadece uygulandıkları bitkilerle kalmayıp, toprağa ve yağışlarla beraber yüzeysel ve yeraltı sularına karışarak onları kirletmektedirler.

### **1.2.3. Biyolojik Kirlenme**

Sucul ekosistemdeki bireylerin aktiviteleri sonucu meydana gelen kirlenmedir. Genellikle su ortamına dışardan bir şey alınmaksızın su içinde mevcut bulunan ve ekonomik değeri olmayan canlılar grubunun diğerlerinin aleyhine aşırı çoğalarak dengeyi bozması şeklinde gerçekleşmektedir. Örneğin; 1946'da Florida ile Tarpon adaları arasında meydana gelen ve 500 milyondan fazla balığın ölümüne sebep olan *Gymnodinium berrivir* organizmasının ölçüsüz çoğalması biyolojik kirliliğe örnek olarak verilebilir (10).

#### 1.2.4. Bakteriyel Kirlenme

Bakteriyel kirlenme; ya mikroorganizmaları içeren maddelerin doğrudan sular tarafından taşınmaları (lağım vs.) ya da suda bulunan bazı organik maddelerin yavaş yanmaları sonucunda oluşmaktadır. Bakteri, virüs ve diğer hastalık yapıcı canlılar suların hijyenik olarak kirlenmesine sebep olabilmektedir. Bu mikroorganizmalar hastalıklı ya da hastalık taşıyan insan ve hayvanların dışkı ve idrarından kaynaklanmaktadır. Bulaşma, bu atıklarla doğrudan temas edilmesiyle olabileceği gibi atıkların karıştığı sulardan dolayı olarak da gerçekleşebilmektedir. İçme suyu temini açısından hijyenik kirlenme önemli bir sorun teşkil etmektedir.

Sularda bulunan mikroorganizmalar; suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar, toprak kökenli mikroorganizmalar, insan ve hayvan bağırsak kökenli mikroorganizmalar olarak sıralanabilmektedir.

- Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar: Spirillum, Vibrio, Pseudomonas, Achromobacter, Chromobacter türleri ile Micrococcus ve Sarcinia'nın bazı türleridir.
- Toprak kökenli mikroorganizmalar: Bacillus, Streptomyces ve Enterobacteriaceae'nin saprofit üyeleridir.
- İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: *E. coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir (Salmonella, *Vibrio comma*). Bu mikroorganizmalar fekal kirlenme sonucu suda bulunurlar ve içme suları için çok büyük tehlike arz ederler (21).

Sularda bakteriyolojik kirlilik, suların yetersiz arıtılması veya organik maddelerin suya karışması sonucunda meydana gelebilmektedir. Bu organik materyaller, bakteri ve mantarlar tarafından parçalanmaktadır. Normalde temiz sular, bakterilerin uzun süre yaşayabileceği bir ortam değildir, kirlenme sonucunda bakteriler için uygun üreme ortamları oluşmaktadır (22,23).

Kirli sularla beraber birçok hastalık etkeni (*Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophyla*, *Shigella* spp. gibi) insanlara bulaşabilmekte ve önemli sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir (24,25). Su ile bulaşan hastalıklar arasında en sık görülenler kolera (*Vibrio cholera*), tifo ve paratifo (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*), dizanteri (*Shigella dizanteriae*), turist ishali (*E. coli*), poliomyelit, hepatit A, viral gastroenteritis (Enteroviruslar),



amebiasis (*Entamoeba histolytica*), giardiasis (*Giardia intestinalis*) ve criptosporidiosis (*Cryptosporidium parvum*)’dir (23).

İçme sularının çeşitli nedenlerle kirliliğe maruz kalması hem içilebilme kalitesini hem de halk sağlığını önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle, kaynak sularının belli standartlara uyması gerekmektedir. Bu amaçla, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de kaynak sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri tüzük ve standartlarla belirlenmiştir. Sularda toplam koliform veya fekal koliform analizi yapıldığında, sonuçlar genellikle 100 ml’de koloni oluşturan birim (cfu/100 mL su) şeklinde verilmektedir.

Suların bakteriyolojik kirlilik indikatörü olarak total koliformlar, fekal koliformlar, fekal streptokoklar ve sporlu sülfat indirgeyen anaerob bakteriler kullanılmaktadır (26).

### 1.3. Koliform Bakteriler

*Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde yer alan koliformlar, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella* ve *Serratia* gibi önemli cinsleri içermektedirler (27-29).

Koliform grup bakteriler; 35°C’de, 48 saat içinde laktozu fermente ederek gaz ve asit oluşturan, fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmeyen, çomak şeklindeki bakterilerdir. Dışkıda bulunmaları sebebiyle “enterikler, enterik basiller, koliform basiller” olarak da isimlendirilebilmektedirler (27). İnsan ve homoiterm hayvanların bağırsak sistemlerinde yaşarlar ve bu hayvanların dışkılarında ve fiziksel atıklarında bulunabilecekleri gibi doğal olarak da toprakta bulunabilmektedirler. İnsan ve hayvanların bağırsaklarında doğal olarak bulunan bu bakterilerin bir kısmı besinlerin sindiriminde, bir kısmı da B ve K vitaminlerinin sentezinde rol alırlar. Bir kısmı patojen, bir kısmı ise zararsız mikroorganizmalardır.

Koliform grup mikroorganizmalara taze sebzeler, taze yumurta, çiğ süt, kanatlı etleri ve koliform bakımından sayıca zengin sulardan alınan kabuklu ve diğer su ürünleri gibi pek çok gıda hammaddesinde rastlanabilmektedir. Kötü sanitasyon koşulları, yanlış ve yetersiz pastörizasyon uygulamaları sonucunda gıda maddelerinde koliform grup bakteriler bulunabilmektedirler ve bu bakteriler, pişirme ve pastörizasyon işlemleri sonrasında tekrar bir bulaşma olduğunun bir göstergesi

olarak kabul edilmektedirler. *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae* bu grupta bulunan ve gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan türlerdir.

Koliform bakteriler insan sağlığı açısından tehlike arz eden hastalıklar oluşturabilmektedirler. Bazı türleri hafif enfeksiyonlara, bazı türleri de özellikle su kaynaklı enfeksiyonlara neden olabilmektedirler. İçme ve kullanma sularında bulunmaları, mikrobiyolojik açıdan önemli bir su kirliliği parametresi olarak kabul edilmektedir.

Koliform bakteriler, genel karakteristik özelliklerine göre, total koliform veya fekal koliform bakteriler olarak 2 grupta sınıflandırılabilirler.

Total koliformlar, patojen değildir ancak ortamda bulunuyor olmaları dış kaynaklı bir kontaminasyonun olduğunu ve patojen bakterilerin de potansiyel olarak ortamda bulunabileceğini göstermektedir. Diğer koliformlar gibi toprakta yaşayabilirler. Toplam koliformlar, suyun dışkı yoluyla kirlendiğini göstermezler. Özellikle işlenmiş sularda koliform grubu bakterilerin varlığı veya yokluğu, su dezenfeksiyonunun doğru yapıp yapılmadığını göstermektedir.

Total koliformların alt grubu olan fekal koliformlar;  $44\pm 2$  °C'de, 48 saatlik inkübasyon sonucu laktozu fermente ederek asit ve gaz, triptofandan da indol oluştururlar. Bu özellikleriyle toplam koliformlardan ayrılırlar. Fekal koliform terimi, 44 °C'de gaz oluşturan koliform basilleri tanımlamak için kullanılmaktadır (28). Normal floraları insanların ve sıcakkanlı hayvanların alt sindirim sistemleridir ve bunlar dışkı kaynaklı kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilmektedirler. Homoiterm hayvanların fiziksel atıklarında bulunan fekal koliformların birçok türü, hayvan vücudu dışındaki ortamlarda uzun süre canlılığını sürdürememektedir.

Sularda fekal koliform bakterilerin tespit edilmesi, suların direkt ya da indirekt olarak insan ve hayvan dışkısıyla kirlenmiş olduğunu göstermektedir. Bu sularda fekal koliformların yanı sıra bakteri, virüs ve diğer patojen organizmalar da bulunabilmektedir.

Fekal koliformların kaynak sularında oluşturduğu kirliliği dışardan fark etmek mümkün değildir. Çünkü, suyun tadında veya görünüşünde herhangi bir değişikliğe neden olmazlar. Eğer ki içme sularında koliformlar tespit edilmişse bir an önce kaynağının araştırılması gerekmektedir.

*Enterobacteriaceae* familyası içerisinde koliform olarak bilinen ve fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin büyük çoğunluğunun *Escherichia coli* olduğu bilinmektedir. *E. coli* normal bağırsak florasına ait bir bakteri olup biyolojik sınıflandırmada enterik bakteriler ailesinde yer almaktadır. İlk kez 1885 yılında Dr. Theodore Escherich tarafından tanımlanmıştır. Gram negatif, çubuk şeklinde, boyutları 1-2 mikrometre uzunluğunda ve çapı 0,1- 0,5 mikrometre arasında değişmektedir. Memeli hayvanların bağırsak florasında üremeye adapte olan bu bakteri, en iyi vücut sıcaklığında çoğalmaktadır (30). Herhangi bir örnekte *E. coli* 'nin ya da fekal koliformların varlığı oraya doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaştığının göstergesi olabilmektedir ve bu durum Salmonella ve Shigella gibi primer patojenlerin de o ortamda ya da örnekte bulunabileceğine işaret edebilmektedir.

*E. coli* hem fekal kontaminasyonun bir göstergesidir hem de genetiği en iyi bilinen canlı olma özelliğine sahiptir. Dünya üzerinde en çok çalışılan, hemen hemen tüm gelişme parametreleri bilinen, çabuk gelişme gösteren bir bakteridir. Hem patojen hem de patojen olmayan suşları mevcuttur. *E. coli* 'nin patojen olan tipleri insan ve hayvanlarda sonu ölüme kadar gidebilen ishallere, yara enfeksiyonlarına, menenjit, septisemi, arteriosklerosis, hemolitik üremik sendrom ve çeşitli immünolojik hastalıklara neden olabilmektedirler (31).

*Escherichia coli* spesifik fekal koliform bakteridir ve su kalitesi tayininde çok önemlidir. Eğer sularda fekal koliform bakteriler tespit edilmişse *E. coli* de mutlaka araştırılmalıdır (32). Genellikle lağımlarda ve kontamine sularda bulunmaktadır.

Bağırsak patojeni *E. coli* suşları kapsamında 6 farklı *E. coli* patojen grubu tanımlanmıştır. Bunlar; Enteroinvazif *E. coli* (EIEC), Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), Enteropatojenik *E. coli* (EPEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), Enteroaggregatif *E. coli* (EAEC) ve diffüz adheran *E. coli* (DAEC)'dir (33-37).

Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) grubunda bulunan *E. coli* O157:H7 kökenleri, hemorajik kolit ve hemolitik üremi hastalıklarının en çok rastlanılan serotipidir (38,39).

*E. coli* O157:H7 gelişmekte olan ülkelerde yılda bir milyar ishal vakasına özellikle küçük çocuklar başta olmak üzere yılda 300.000-400.000 civarında cana mal olmaktadır. Ayrıca Afrika, Asya ve Latin Amerika turist ishallerinin yarısından sorumludur (40).

Bir diğerk fekal koliform olan Klebsiella da *E. coli* gibi bağırsaklarda kolonize olmuştur. Klebsiella fırsatçı enfeksiyonların en başta gelen etmenlerindedir (41).

Fekal koliformlardan sonra ikinci kirlilik indikatörü olarak fekal streptokoklar değerlendirilmektedir. *E. coli*'nin bulunmadığı örnekte fekal streptokok tayin edilmesi en azından koliformların bir kısmının fekal kaynaklı olduğunu göstermektedir (42,43). Fekal streptokoklar, fekal koliformlara göre daha dirençlidirler. Fekal koliform/fekal streptokok oranı (FK/FS), kirlilik kökeninin insan ya da hayvan kaynaklı olup olmadığının araştırılmasında kullanılmaktadır.

#### **1.4. Suların Temizlenmesi ve Kirliliğın Önlenmesi**

Tabiatta çok önemli bir yer işgal eden ve birçok kirlenici unsur tarafından direk veya dolaylı olarak kirlenilen su, hem insanlar hem de su canlıları bakımından, direk olarak da sağlık açısından önem arz etmektedir. Doğal döngüsünden alınıp kullanılan ve bu sırada kirlenmeye maruz kalan suların döngüye iadesinde, temizlenmesi veya arıtılması, hem kirlenmeden önce hem de kirlenmeden sonra gerekli tedbirlerin alınması tüm insanlığın ortak sorun ve sorumluluğudur.

Su kaynaklarının gelecek nesillere sağlıklı ve temiz bir şekilde bırakılabilmesi için suların korunması gerekmektedir. Su kirliliğinin engellenmesine yönelik bazı çözüm önerileri ve stratejileri şu şekildedir (10):

1. Yapılacak olan tüm tesis ve yapıların çevreye en az zarar verecek ve çevrenin ekolojik dengesini geliştirecek şekilde yapılmasını sağlamak, bu konuda gerekli bilinçlenmeyi sağlamak ve bu hususta gerekli yasal düzenlemeleri yapmak,
2. Atık suların arıtılmadan akarsulara ve diğerk su kaynaklarına verilmesini engellemek,
3. Koruma altındaki bölgelerin bozulmaması ve çevre sorunlarının daha da artırılmaması için duyarlı yörelere atık su ve kanalizasyon gibi altyapı şebekelerinin uzatılmasını ve deşarjların bu yörelere yapılmasını engellemek,
4. Su kalitesi standartlarının geliştirilmesini ve en iyi şekilde uygulanmasını sağlamak,
5. Su kalitesi ile ilgili yürürlükte bulunan kanun, tüzük ve yönetmeliklerin en iyi şekilde uygulanmasını sağlamak,

6. İçme suyu temini ve atık su deşarjı ile ilgili çalışmalar yapan birimlerin, çalışmalarını birbirleriyle koordineli bir şekilde yapmasını sağlamak ve çevre imar planlarına aykırı düşen bireysel çalışmaları engellemek,
7. Tarım ilaçlarının rastgele değil, yetkili kuruluşların önerdiği şekilde, bilinçli ve kontrollü bir şekilde kullanılmasını sağlamak,
8. Endüstri kuruluşları, mandıra ve çiftliklerin kaynak sularının beslenme bölgesine kurulmasını engellemek,
9. Kent planlaması yapılırken, kentin büyüme yönünün su kaynaklarını kirletmeyecek şekilde yapılmasını sağlamaktır.

Her ne kadar su kaynaklarında kirliliğin önlenmesine yönelik çalışmalar mevcut olsa da hızlı nüfus artışına paralel olarak sanayileşmenin de artması kirlilik probleminin güncelliğini sürdürmektedir. Özellikle, su kaynaklarının etrafına lokalize olmuş alanlarda bir çok evsel ve sanayi kuruluşları atıklarını doğrudan ve/veya dolaylı yollar ile sucul ortamlara deşarj ederek suların kullanımını sınırlandırmakta veya engellemektedirler. Bu nedenle, bu çalışmada Giresun ilinin önemli tatlı su kaynaklarından biri olan ve Giresun Organize Sanayi Bölgesi ile Giresun Sanayi Sitesi'ni geçerek Karadeniz'e deşarj olan Boğacık Deresi'nin mevcut bakteriyolojik kirlilik yükünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 1.5. Önceki Çalışmalar

Toroğlu ve arkadaşları, Kahramanmaraş şehri yakınlarında bulunan Aksu Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada bakteriyolojik kirlilik düzeyini de araştırmışlar ve elde edilen bakteriyolojik veriler Aksu Çayı'ndaki suların fekal koliform bakteriler tarafından yüksek oranda kirlenmiş durumda olduğunu ortaya koymuşlardır (8).

Elmacı ve arkadaşları, Uluabat Gölü'nün mikrobiyal kalitesinin mevsimsel olarak değişimini izledikleri çalışmalarında; Uluabat Gölü'nde göle giren kirlilik yükünün ve sıcaklığın, toplam koliform bakteri sayısını önemli ölçüde artırmış olduğunu ve oluşan kirliliğin gölün mikrobiyal kalitesinin değişmesine neden olduğunu ortaya koymuşlardır (44).

Erkan ve Vural, Dicle Nehri'nin Diyarbakır bölgesinden geçen bölümündeki hijyenik kalitesini belirlemek amacıyla yapmış oldukları araştırmada; incelenen tüm su örneklerinin önemli sayılabilecek düzeyde mikrobiyal kontaminasyona maruz kaldığını ortaya koymuşlar ve bu suların halk sağlığı açısından potansiyel olarak tehlike arzettiği kanaatine varmışlardır (45).

Yıldız ve Değirmenci, yapmış oldukları çalışmada; Sivas 4 Eylül Barajı ve barajı besleyen derelerin su kalitelerini değerlendirmiş olup, bakteriyolojik açıdan bir kirliliğin olduğunu tespit etmişlerdir (46).

Özgür, Edirne ili kent merkezi ve yakınlarındaki bazı süs havuzları, nehirler, dere ve Ergene Nehri kıyısında bulunan bir çeltik tarlası olmak üzere toplamda on istasyondan su örneği almışlardır, mikrobiyal kirlilik indikatörü bakteriler ile bazı yeni/yeniden ortaya çıkan, son yıllarda önem kazanan patojenlerin varlığını araştırmıştır. Araştırma sonucunda; nehirler, dere ve çeltik tarlasındaki mikrobiyal kirlilik düzeylerinin, süs havuzlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Su numunelerinde *Leptospira interrogans* ve *Escherichia coli* 'nin patojenik tiplerinden EIEC tespit edilmemiş ancak bazı numunelerde bu bakterinin diğer patojenik tipleri ve ayrıca *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens*, *Legionella pneumophila* patojenleri saptanmıştır. Klasik kirlilik indikatörü olan koliform bakteriler kadar, *Clostridium perfringens* bakterisinin de su numunelerinde fekal kirliliği etkin olarak gösterdiği tespit edilmiştir (47).

Balcı, yapmış olduğu çalışmada; Seyhan Baraj Gölü'nden izole edilen izolatlarda *E. coli*, *Enterobacter* sp., *Citrobacter* sp., *Klebsiella* sp. gibi bakteriler tespit etmiştir. Balcı, gölün kirlilik düzeyinin yüksek olduğunu ve ileriki zamanlarda halk sağlığı açısından ciddi problemler oluşturabileceğini vurgulamıştır (48).

Altınoluk, yapmış olduğu araştırmada, Edirne il sınırları içinde yer alan Tunca Nehri'nde toplam koliform ve fekal koliform bakterileri saptamış olup; toplam mezofilik aerobik bakterilerin yanı sıra, dışkı kökenli olan *E. coli*'ye de rastlamış bulunmaktadır (49).

Gürün, Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne deşarj noktasındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyini araştırmış olup; total koliform, fekal koliform, fekal streptokok ve total mezofilik bakterilere rastlamıştır. Elde edilen veriler ışığında Ayamama Deresi'nin, Marmara Denizi için çok ciddi bir tehlike olduğunu; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe sahip Ayamama Deresi'nin hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Marmara Denizi'ne deşarj edilmesinin, hem ekolojik hayat, hem denizlerin kullanılabilirliği, hem de halk sağlığı açısından büyük bir risk oluşturduğunu vurgulamıştır (50).

Şahinöz, Atatürk Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada koliform bakterileri tespit etmiş olup, elde edilen veriler ışığında baraj sularının insan sağlığı bakımından riskli patojen mikroorganizmaların bulunabilmesi nedeniyle gerek içme suyu, gerek sulama ve balıkçılık, gerekse rekreasyonel amaçlı kullanma suyu olarak değerlendirilemeyeceğini belirtmiştir (51).

Yakıcı, Kahramanmaraş ilindeki yüzey sularının lağım, evsel atıklar ve endüstriyel atıklarla ne oranda kirletildiğini ve insanların mikrobiyal açıdan nasıl bir tehlike altında olduğunu göstermek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, alınan su örneklerinde toplam aerob bakteri, toplam koliform bakteri ve fekal koliform bakteriler açısından bakteriyel kirliliğin yoğun olduğunu tespit etmiştir (52).

Demir, Sarısu deresi ve dereyi besleyen kollarla, Karadeniz'e birleşme noktasındaki kirletici etmenleri araştırmış olup, sonuç olarak Sarısu deresinde ciddi bir organik madde ve toplam koliforma göre mikrobiyolojik kirlilik saptamıştır (53).

Uzun, yaptığı çalışma sonucunda, Riva Deresi'nin toplam koliform, fekal koliform ve streptokok miktarlarının özellikle kurak mevsimde çok yüksek olduğu;

yağışlı mevsim ve ilkbahar yağışlarının nihayete erdiği haziran ayında birbirine yakın sonuçların alındığı görülmüştür (54).

Dülger, Nilüfer Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada total koliform ve fekal koliform bakterilerin varlığını tespit etmiş olup, bakteriyolojik kirliliğin standartların çok üstünde olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, saptanan sonuçlara göre de; Nilüfer Çayı'nın fekal koliform ve toplam koliform limitleri yönünden çok kirli su durumunda olduğunu belirtmiştir (55).

Yardımcı, Sapanca Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada; bakteriyolojik kirlilik düzeyini biyoindikatör total koliform ve fekal koliform bakterilerle belirlemiş ve bu bakterilerin varlığını tespit etmiştir (56).

Gümüş, Karaman il merkezindeki tatlı su çeşme sularının içilebilirliği ve kalitesini bakteriyolojik ve kimyasal yönden belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; seçilen 18 adet çeşmeden su örnekleri alınmış ve bu örnekler çeşitli tekniklerle incelenmiştir. Alınan su numunelerin %31,94'ünde koliform bakteri, %18'inde *Escherichia coli* tespit edilmiş iken, %12,5'inde ise hem koliform hem de *Escherichia coli* tespit edilmiştir (57).

Şimşek, Sazlıdere Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada fekal koliform, toplam koliform ve fekal streptokok bakterilerinin varlığını tespit etmiştir. Araştırmada sonbahar ve kış mevsimlerinde fekal koliform bakterilere rastlanmış, yaz mevsiminde ise fekal koliformlara hiç rastlanmamıştır. Toplam koliform bakteri açısından Sazlıdere Baraj Gölü'nün, III ve IV. sınıf su kalitesi özelliği gösterdiği ve toplam koliform bakterilerine bağlı bir kirliliğin söz konusu olduğu görülmüştür (58).

Taşpınar, Salarha havzası akarsularında, evsel atık sularından dolayı oluşabilecek bakteriyolojik ve deterjan kaynaklı kirliliğin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada; Salarha havzası akarsularının toplam ve fekal koliform bakteri bakımından II. sınıf yani az kirli, fekal streptokok açısından yüzme suyu kalitesine uygun olmadığı, *E. coli* bakımından ise rekreatif amaçlarla kullanılmayacak su kalitesinde olduğu belirlenmiştir (59).

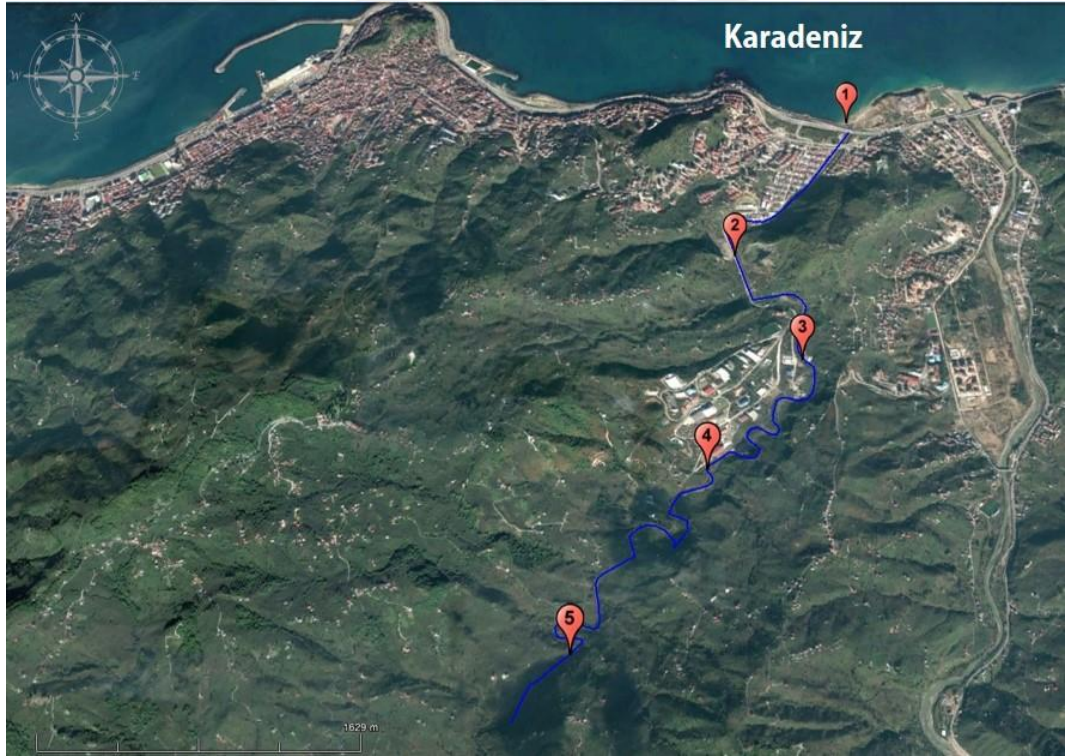


## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Çalışma Alanı ve Tanımı

Boğacık deresi, mevcut vadinin deşarj kanalının teşkili durumunda olan, çok fazla su hacmi bulunmayan bir akarsudur. Düzensiz rejimli olup, Giresun Organize Sanayi Bölgesi ve Sanayi Sitesi atıklarına maruz kalmaktadır. Dere boyunca farklı zamanlarda sel olayları yaşanmakla birlikte, toplu balık ölümleri de rapor edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı, su kaynağının kullanımını sınırlandıracağı, yöre halkı için sağlık riski oluşturabileceği, hem akarsu ekosistemindeki canlılar hem de deşarj olduğu Karadeniz ekosistemindeki canlılar için zararlara neden olabileceği riskini taşımaktadır.

Çalışma süresince Boğacık Deresi hattı üzerindeki 5 farklı noktadan aylık su örneklemeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1. Çalışma Alanı (Google Earth)

## 2.2. Kullanılan Besiyerleri

Çalışma süresince bakterilerin sayım, izolasyon ve stok kültürlerin hazırlanmasına kadar kullanılan besiyerleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Kullanılan Besiyerleri

Besiyeri	Kullanım Amacı	Kaynak
Plate Count Agar (PCA)	Su numunelerinde toplam aerobik mikroorganizma sayısını tespit etmek için	60
Laktozlu Buyyon	Koliform grubu bakterilerin tespiti için	61
Çift Laktozlu Buyyon	Koliform grubu bakterilerin tespiti için	62
EMB Agar	<i>E. coli</i> 'nin tespit edilmesi ve izolasyonu için	61
Nutrient Agar	İzole edilen bakterilerin stok kültür şeklinde saklanması için	63
Azid Dekstroz Broth	Su numunelerinde <i>Streptococcus feacalis</i> tespiti için	64
LB (Luria-Bertoni) Buyyon	İzole edilen bakterilerin zenginleştirilmesi için	64
İMVİC Testi ve Uygun Besiyerleri	Bu testler koliform grup bakterilerin ayrımı için	65

## **2.3. Bakteri Sayımları**

### **2.3.1. 37 ve 22 °C'deki Bakteri Sayısının Tespiti**

Toplam aerob bakteri sayısını tespit etmek için, örneklerden 1 mL Plate Count Agara (PCA) yayma metodu ile ekim yapıp, 37 °C'de 24 saat inkübasyon süresini takiben iki petri kutusundaki kolonilerin sayılması ile belirlenmiştir (60).

### **2.3.2. Toplam Koliform Bakterilerin Tespiti**

Toplam koliform bakterilerini tespit etmek için, laktozlu besiyerinde çoklu tüp metodu kullanılmıştır. 10 mL'lik laktozlu buyyon besiyerinden 3 tane 10, 3 tane 1 ve 3 tane 0,1 mL hazırlanmıştır. 0,1 ve 1 mL numuneler için tek güçlü laktoz buyyonu, 10 mL'lik numuneler için ise çift güçlü laktoz buyyonu kullanılmıştır. İnoküle edilen örnekler 37 °C'de 24–48 saat inkübasyondan sonra asit ve gaz oluşmuş tüplerden EMS (En Muhtemel Sayı) tablolarına göre 100 mL'deki toplam koliform sayısı tespit edilmiştir (67).

### **2.3.3. Fekal Koliform Bakterilerin Tespiti**

Toplam koliform bakteri sayısının belirlenmesi için yapılan EMS yöntemindeki pozitif netice alınan tüplerden EC Broth besiyerine ekim yapılarak, 45.5 °C'de, 24 saat inkübe edildikten sonra durham tüplerinde gaz oluşturan tüpler, fekal koliform pozitif olarak değerlendirilmiş ve EMS (En Muhtemel Sayı) tablolarına göre 100 mL'deki toplam fekal koliform sayıları tespit edilmiştir.

### **2.3.4. *E. coli* Sayısı Tespiti**

*E. coli* sayısının tespiti, Fluorocult ECD-Agar ile 18 saatlik inkübasyon sonucunda floresan ışığa veren kolonilerin sayımı ile gerçekleştirilmiştir.

### **2.3.5. Fekal Streptokok Bakteri Sayısı Tespiti**

5 mL sodyum azidli besiyerine 1 mL su örneği eklenip 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda, bulanıklık gösteren tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR

Haziran ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 460->1100, fekal koliform bakteri sayısı 240->240, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda >240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 94-175 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir.

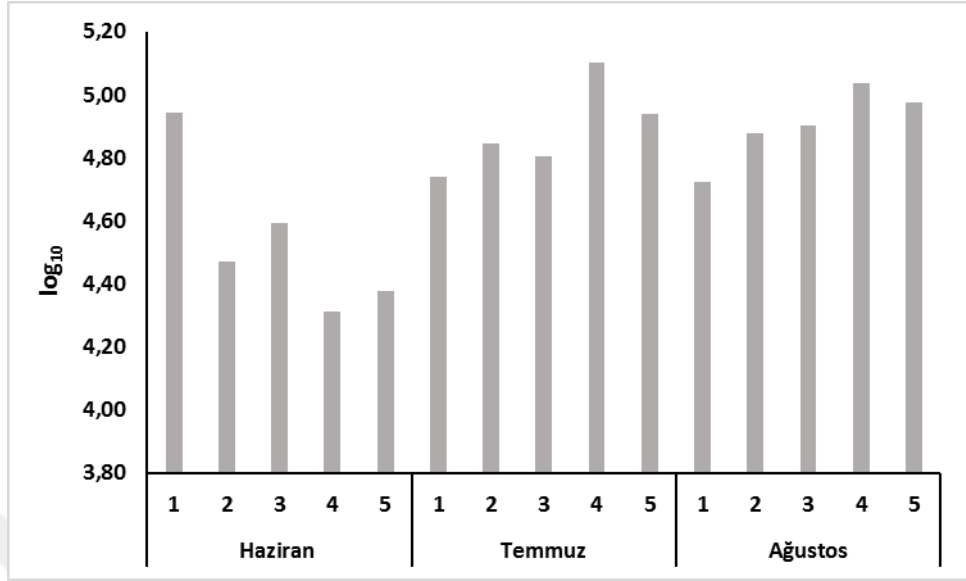
Temmuz ayında alınan su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 460->1100, fekal koliform bakteri sayısı tüm istasyonlarda >240, fekal streptokok bakteri sayısı 9->240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısında 94-203 EMS/100 mL arasında bir değişim tespit edilmiştir.

Ağustos ayında istasyonlardan alınan su numunelerinde; toplam koliform bakteri sayısı 1100->1100, fekal koliform bakteri sayısı tüm istasyonlarda >240, fekal streptokok bakteri sayısı ise 9->240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 127-307 EMS/100 mL arasındadır.

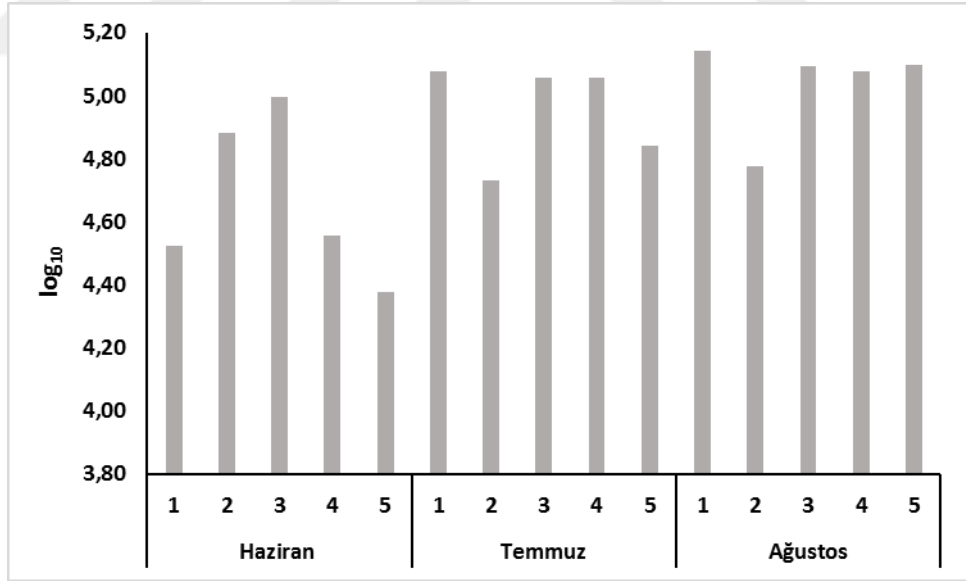
**Tablo 3.1.** Aylara Göre Yaz Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)			
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	Fekal Streptokok
Haziran	1	>1100	>240	175	>240
	2	>1100	>240	105	>240
	3	>1100	>240	134	>240
	4	1100	>240	142	>240
	5	460	240	94	>240
Temmuz	1	>1100	>240	203	>240
	2	>1100	>240	123	>240
	3	>1100	>240	147	>240
	4	1100	>240	103	>240
	5	460	>240	94	9
Ağustos	1	>1100	>240	307	>240
	2	>1100	>240	210	>240
	3	>1100	>240	174	>240
	4	1100	>240	129	>240
	5	1100	>240	127	9

Yaz mevsiminde aylara göre 37 ve 22 °C'deki bakteri sayısı Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'deki gibi tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Yaz mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı



Şekil 3.2. Yaz mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı

Eylül ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 1100->1100, fekal koliform bakteri sayısı 19->240, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda >240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim ise 104-124 EMS/100 mL'dir.

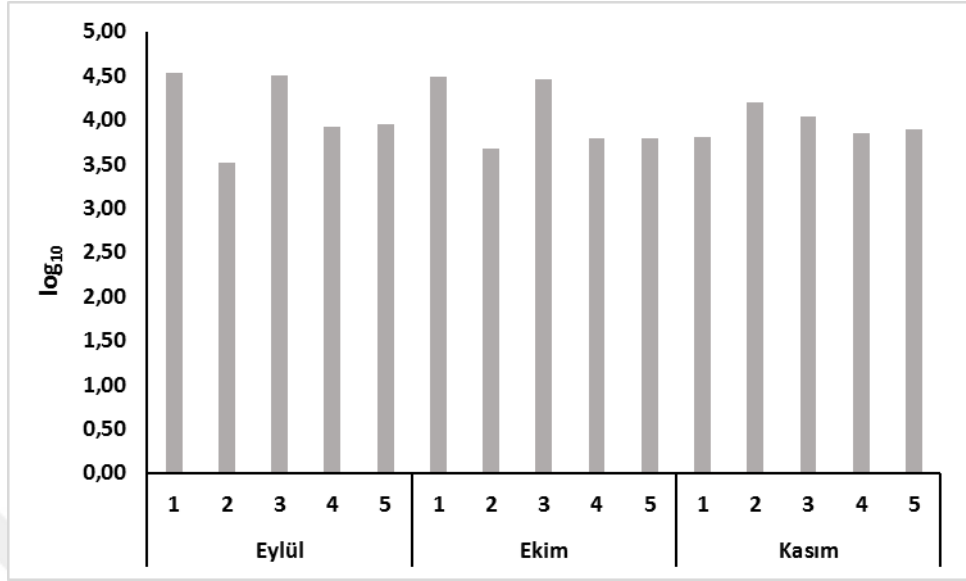
Ekim ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 240->1100, fekal koliform bakteri sayısı 95->240, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda >240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim ise 51-105 EMS/100 mL'dir.

Kasım ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 460->1100, fekal koliform bakteri sayısı 95->240, fekal streptokok bakteri sayısı 95-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 43-113 EMS/100 mL'dir

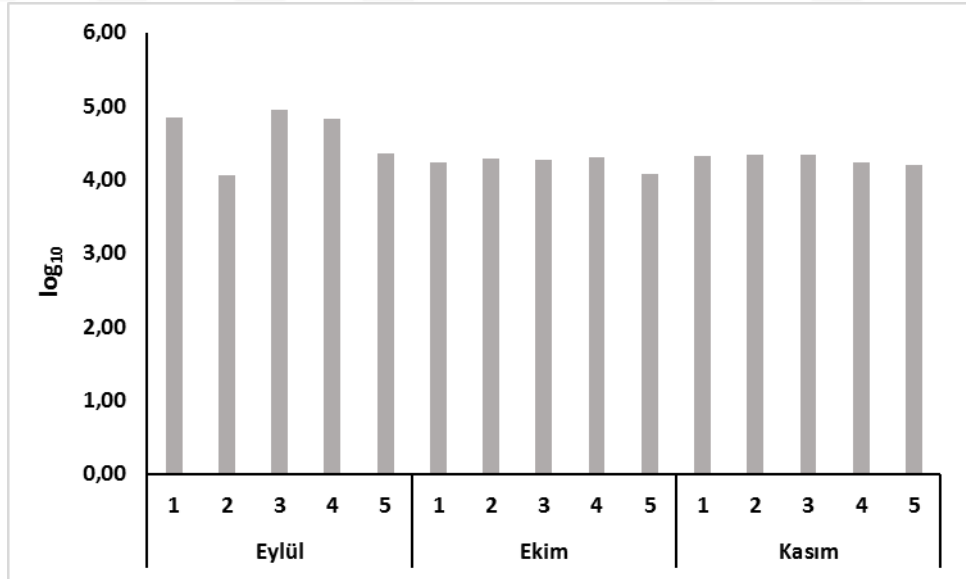
**Tablo 3.2.** Aylara Göre Sonbahar Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)			
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	Fekal Streptokok
Eylül	1	>1100	19	118	>240
	2	>1100	>240	124	>240
	3	>1100	>240	104	>240
	4	>1100	>240	123	>240
	5	1100	240	113	>240
Ekim	1	>1100	>240	93	>240
	2	>1100	>240	97	>240
	3	>1100	>240	105	>240
	4	>1100	240	72	>240
	5	240	95	51	>240
Kasım	1	>1100	>240	103	240
	2	>1100	>240	104	240
	3	>1100	>240	113	95
	4	1100	240	61	95
	5	460	95	43	95

Sonbahar mevsiminde aylara göre 37 ve 22 °C'deki bakteri sayısı Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'deki gibi kayıt edilmiştir.



Şekil 3.3. Sonbahar mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı



Şekil 3.4. Sonbahar mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı

Aralık ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 21-460, fekal koliform bakteri sayısı 0-240, fekal streptokok bakteri sayısı 19->240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 3-70 EMS/100 mL'dir.

Ocak ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 21-460, fekal koliform bakteri sayısı 0-240, fekal streptokok bakteri sayısı 9-95 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 0-76 EMS/100 mL'dir.

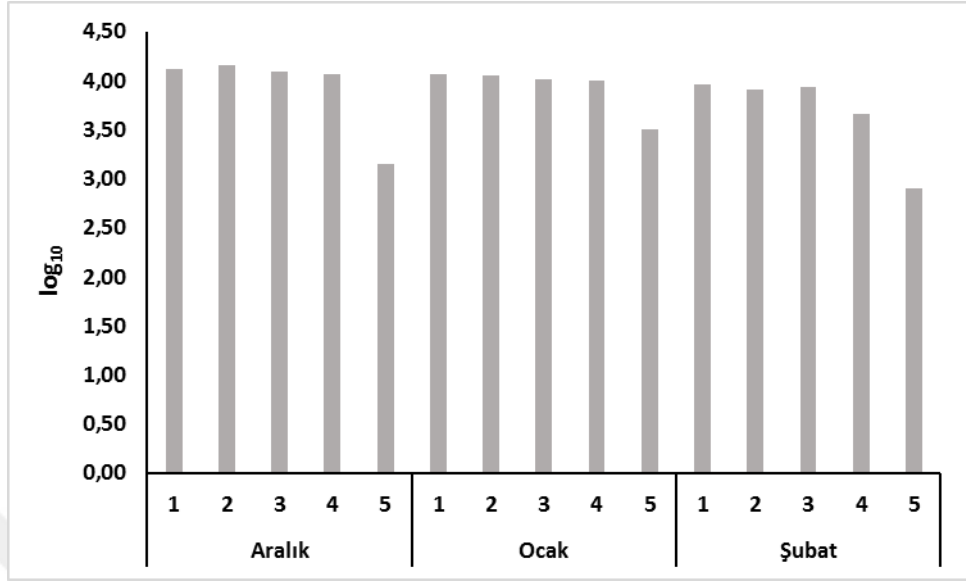
Şubat ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 0-150, fekal koliform bakteri sayısı 0-19, fekal streptokok bakteri sayısı 0-23 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli*'ye rastlanılmamıştır.

**Tablo 3.3.** Aylara Göre Kış Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları

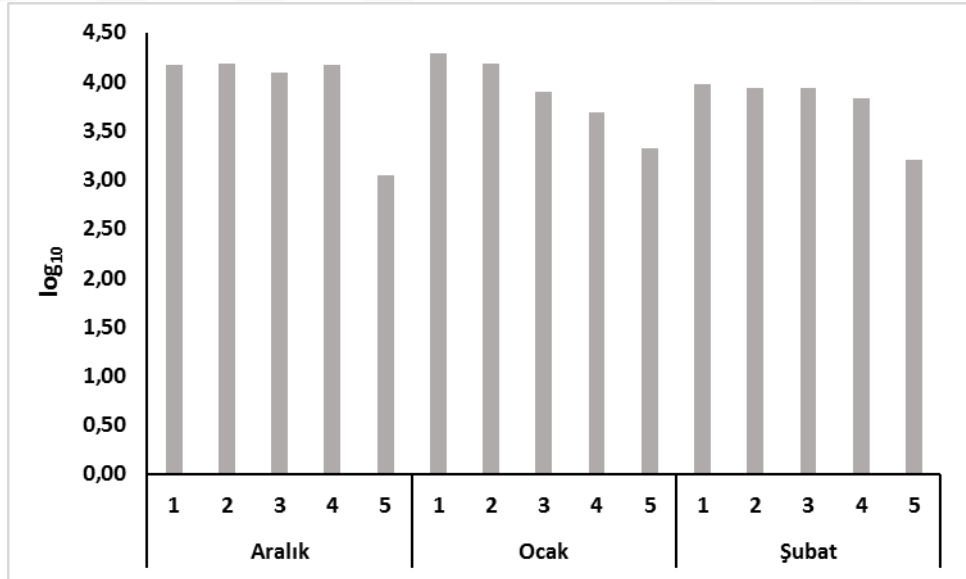
Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)			
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	Fekal Streptokok
Aralık	1	460	240	67	19
	2	460	240	41	19
	3	210	95	70	19
	4	38	9	7	>240
	5	21	0	3	>240
Ocak	1	460	240	73	19
	2	240	19	24	19
	3	240	240	76	19
	4	21	9	0	95
	5	21	0	0	9
Şubat	1	150	19	0	9
	2	150	9	0	9
	3	93	0	0	23
	4	3,6	0	0	0
	5	0	0	0	0



Kış mevsiminde aylara göre 37 ve 22 °C'deki bakteri sayısı Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'daki gibi tespit edilmiştir.



Şekil 3.5. Kış mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı



Şekil 3.6. Kış mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı

Mart ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 210-1100, fekal koliform bakteri sayısı 23-95, fekal streptokok bakteri sayısı 9->240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 5-75 EMS/100 mL'dir.

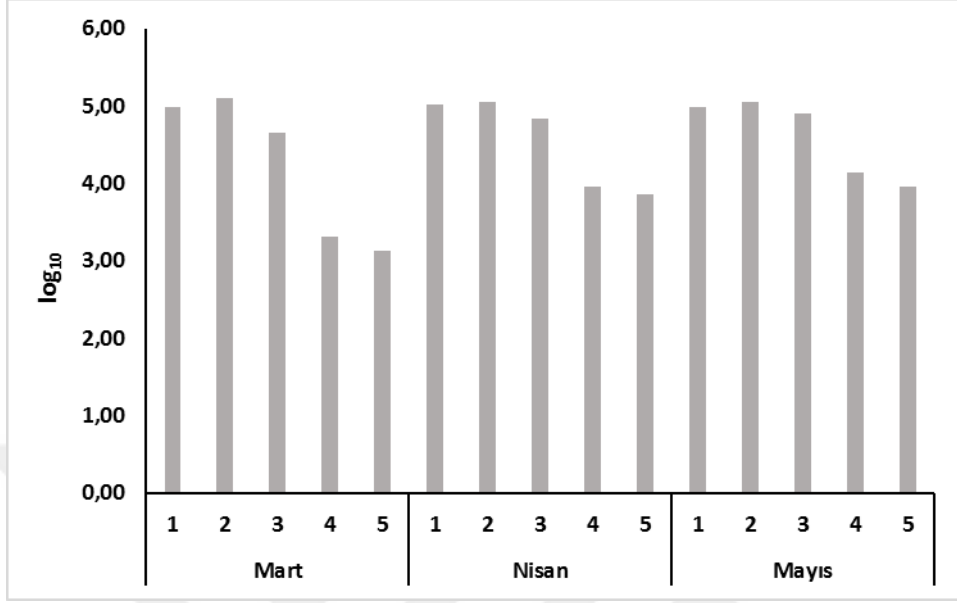
Nisan ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 460->1100, fekal koliform bakteri sayısı 95->240, fekal streptokok bakteri sayısı 95-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 63-204 EMS/100 mL'dir.

Mayıs ayı su örneklerinde; toplam koliform bakteri sayısı 1100->1100, fekal koliform bakteri sayısı 240->240, fekal streptokok bakteri sayısı 95->240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim, 107-274 EMS/100 mL'dir.

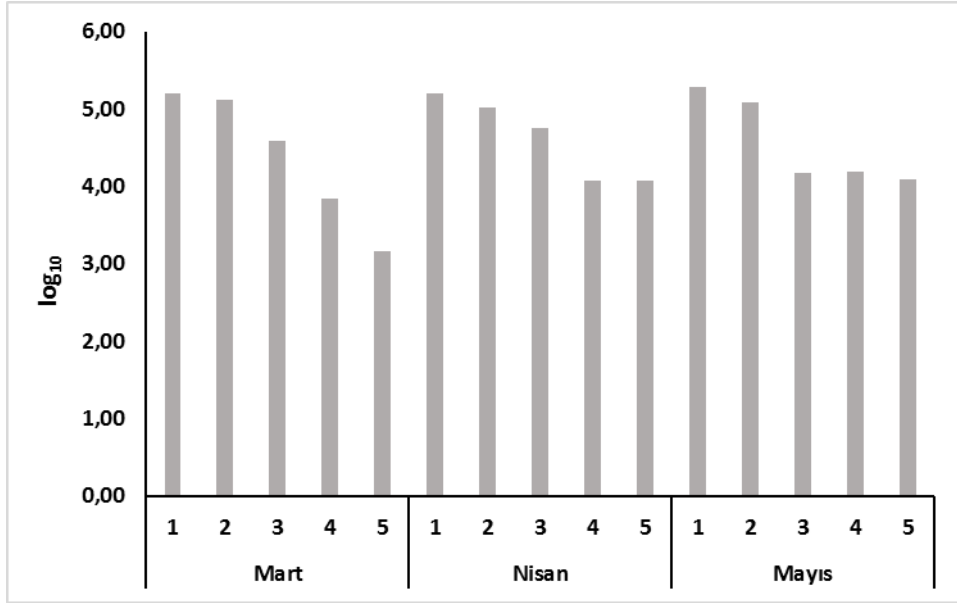
**Tablo 3.4.** Aylara Göre İlkbahar Mevsimi Bakteriyolojik Kalite Sonuçları

Aylar	İstasyon	Bakteri Sayımları (EMS/100 mL)			
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	<i>E. coli</i>	Fekal Streptokok
Mart	1	1100	95	5	>240
	2	460	95	49	>240
	3	1100	95	75	>240
	4	240	23	14	>240
	5	210	23	27	9
Nisan	1	>1100	>240	141	240
	2	>1100	240	83	95
	3	1100	>240	204	95
	4	1100	95	63	95
	5	460	95	103	95
Mayıs	1	>1100	>240	274	>240
	2	>1100	>240	148	>240
	3	>1100	>240	267	>240
	4	>1100	240	107	>240
	5	1100	240	123	95

İlkbahar mevsiminde aylara göre 37 ve 22 °C'deki bakteri sayısı Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'deki gibi kayıt edilmiştir.



Şekil 3.7. İlkbahar mevsimi aylarında 37°C'deki bakteri sayısı



Şekil 3.8. İlkbahar mevsimi aylarında 22°C'deki bakteri sayısı

#### 4. TARTIŞME VE SONUÇ

Karabulut (1999), Ayamama Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada; sıcak mevsim aylarında total koliform bakteri sayısının sayılamayacak kadar çok olduğunu tespit etmiştir (68). Kimiran (2002), yine aynı bölgede yapmış olduğu çalışmada yaz mevsiminde yoğun indikatör bakteri varlığını belirleyerek; yıllık ortalamalara göre bakteri sayılarını 33,667 KOB/100 mL total koliform, 9720 KOB/100 mL fekal koliform ve 143,600 KOB/100 mL fekal streptokok olarak rapor etmiştir (69). Dicle Nehri'nde yapılan bir çalışmada, su numunelerindeki koliform ve *E. coli* kontaminasyon oranı sırasıyla, %100 ve %90 olarak tespit edilmiş ve incelenilen örneklerin halk sağlığı açısından potansiyel risk taşıdığı belirlenmiştir (45). Sapaca Deresi balık üretim çiftliği ve yerleşim yeri civarındaki su numunelerinde 10<sup>5</sup>/100 mL *E. coli* tespit edilmekle birlikte, çalışma alanında bakteriyolojik kirliliğin var olduğu kayıt edilmiştir (70).

4 Eylül Barajı (Sivas) ve bu barajı besleyen kollarda yer alan Kolluca deresi, Dörtınar deresi, Eskiköy deresi, Soğuk Çermik deresi ve diğer derelerin koliform bakteri sayısının >23 ile >240 aralığında olduğu tespit edilmiştir (46). Aksu Çayı ve kollarındaki kanalizasyon kökenli kirliliğin tespiti amacıyla yapılan çalışmada; toplam koliform bakteri ve fekal koliform bakteri sayısı 460->1100 aralığında rapor edilmiştir. Yine aynı çalışmada toplam aerob bakteri sayısının 1x10<sup>3</sup>-1x10<sup>7</sup> aralığında değiştiği de belirtilmiştir (8).

Su kaynaklarımızdaki bakteriyolojik kalite değişiminin zamana göre farklılığının incelendiği diğer bir çalışma da Hazar Gölü'nde yapılmıştır. Bu çalışmada; 1996-2009 yıllarına ait toplam koli sayısının, 1996 yılında 100-2180 sayı/100 mL iken, 2009 yılında 100-38000 sayı/100 mL olduğu ve geçen süre zarfında kirlenmenin daha da arttığını gözler önüne sermişlerdir. Yine aynı çalışmada *E. coli* sayısında da önceki yıllara oranla ciddi artışın olduğu tespit edilmiştir (71).

Van ve Yöresindeki içme suyu kaynaklarından toplanan örneklerin %17,5'inde koliform, %10'unda ise *E. coli* tespit edilmiştir (72). Yine, Erzurum ili içme sularında yapılan bir başka çalışmada, 75 su örneğinin 15'inde (% 20) *E. coli*, 32'sinde (% 42,6) koliform bakteri varlığı tespit edilmiştir (73).

Tatlı su kaynaklarındaki bakteriyolojik kalite üzerine yapılmış olan bir başka çalışmada 1995-2002 yılları arasında Fransa, Seine nehri deşarj noktasından alınan

su örneklerindeki fekal koliform, Enterokok, *E. coli* ve *Salmonella* spp. sayılarında mevsimsel olarak değişimin olmadığı ve kirlilik seviyesinin sürekli yakın değerlerde kaldığı belirtilmiştir (74). Bir başka deşarj noktasındaki bakteriyolojik kalite belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada; Senegal Nehri'nde fekal kontaminasyonun özellikle yerleşim yeri noktalarında olduğu tespit edilmiştir (75).

Giresun ili merkez ilçe sınırları içerisinde, Organize Sanayi Bölgesi ve Sanayi Sitesi'ni geçerek denize deşarj olan Boğacık Deresi suyu bakteriyolojik kalitesi üzerine ilk defa yapılan bu çalışmada; 12 ay boyunca toplanan toplam 60 yüzey suyu numunesinin TK, FK, *E. coli* ve FS bulunma oranları sırasıyla; %98,33, %91,67, %83,33 ve %96,67 olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince, kış mevsimi hariç hemen hemen her mevsimde yüksek değerlerde bakteriyel bulaşın olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle yaz mevsiminde; yüzey suyu numunelerinin bakteriyolojik kalite düzeyleri incelendiğinde 1, 2 ve 3 numaralı istasyonların mevsim boyunca toplam koliform bakteri sayısı değerlerinin >1100 olduğu tespit edilmiştir. Yine mevsim boyunca hemen hemen her ay her istasyonda fekal koliform bakteri sayısının >240 olduğu belirlenmiştir. Fekal streptokok bakteri sayısı değerleri incelendiğinde ise çalışma alanı boyunca 9->240 aralığındaki değişim göze çarpmıştır. Yine istasyonlara göre değerlendirme yapıldığında deniz deşarj noktasına karşılık gelen ve yoğun olarak evsel ve sanayi atıklara maruz kalan 1 numaralı istasyonun, diğer istasyonlara göre daha kirli olduğu da gözlemler arasında yer almıştır.

Literatür bulguları ile mukayese edildiğinde Boğacık Deresi'ndeki bakteriyolojik kirlilik yükünün standartların üzerinde olduğu, mevcut duruma yönelik önlemlerin alınmaması durumunda ise sucul yaşam ve yöre halkı için potansiyel bir risk unsuru oluşturabileceği düşünülmektedir. Özellikle, sıcak mevsim aylarında iyice azalan su kütlelerine ilaveten sıkça gözlemlenen ötrofikasyon olayı da mevcut durumun sucul ekosistem için büyük bir tehdit unsuru oluşturduğunu ortaya açıkça koymaktadır.

Sonuç olarak mevcut çalışmamızda da ortaya çıkartıldığı gibi; son yıllarda kullanılabilir nitelikteki tatlı su kaynaklarımızdaki farklı nitelikteki kirletici unsurların kontrolsüz bir şekilde giderek artması, denetimsiz deşarj noktaları ile kirleticilerin sucul ortamlara dâhil edilmesi ve özellikle antropojenik baskıların bir türlü kontrol altına alınmaması su kaynaklarımızda geri dönüşü olmayan hasarlar

meydana getirmektedir. Gerek yerel gerekse de ulusal yönetim düzeyinde su kaynaklarımızın korunmasına yönelik yapılan yasal düzenlemelerin daha da geliştirilerek düzenli kontrol mekanizmaları ile desteklenmesi, su kaynaklarımızın mevcut durum bilgilerini barındıran veri tabanları oluşturarak anlık müdahalelerin yerinde ve zamanında yapılması hem ülke ekonomimiz hem sucul ekosistem sağlığımız hem de insan sağlığı açısından çok büyük önem taşımaktadır.



## 5. KAYNAKLAR

- [1]Buğdaycı, R. 1992. Doğankent Sağlık Eğitim Araştırma Bölgesinde Kuyu Sularının Fiziksel Kimyasal ve Bakteriyolojik İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, pp.138, Adana.
- [2]Mutluay H. ve Demirak, A. 1996. Su Kimyası. İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul.
- [3]Şimşek, Ç. 1999. Silivri bölgesi içme ve kullanma sularının fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, SBE, İstanbul.
- [4]Çevre Notları. TC Çevre Bakanlığı Çevre Eğitimi ve Yayın Dairesi Başkanlığı, 1998.
- [5]Anonymous, 2003. Water for People Water for Life. The United Nations World Water Development Report. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>.
- [6]Muslu, Y. 1985. Su Temini ve Çevre Sağlığı, Cilt 3. İTÜ Matbaası, s. 792.
- [7]Boyd, C.E. 1990. *Water Ouality in Ponds for Aquaculture*. Auburn Universty. Pp. 482, Alabama Agricultural Experiment Station.
- [8]Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1) :93-103.
- [9]Güler, Ç. 1997. *Su Kalitesi*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43, Ankara.
- [10]Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S. 2008. *Sular Bilgisi*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [11]Alkan, A., Serdar, S., Fidan, D. 2008. *Kirlilik ve Karadeniz*, SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni, 8:1.
- [12]Munsuz, N. ve Ünver, İ. 1995. *Su Kalitesi*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 1389, Ders kitabı: 403, Ankara.
- [13]TÇS, 1998. *Türkiye'nin Çevre Sorunları '99*, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Yayın No: 131, Ankara.
- [14]Anonymous, 2007. Water qualty outlook. UNEP Global Environment Monitoring System. (GEMS)/Water Programme Office.
- [15]SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 31 Aralık 2004, Sayı:25687.

- [16] Yanık, T., Atamanalp, M. 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:226, Erzurum.
- [17] Çetinkaya, O. 1995. Erozyonun Su Ürünlerine Etkisi. Ders Notları, Yayınlanmamıştır.
- [18] Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 1994. *Su Kirliliği*, Aydoğdu Ofset, Ankara.
- [19] Duman, S. 1998. Adapazarı Grup İçme Suyu Sisteminin Geleceğe Dönük Kalite ve Yeterlilik Yönünden İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Endüstrisi, Yüksek Lisans Tezi pp.37, Sakarya.
- [20] Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi Su Kalitesi Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- [21] Altun, Z. 2011. Büyükçekmece Gölünde Mikrobiyolojik Kirlilik. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 258s., 96-114, İstanbul.
- [22] Karafistan, A. ve Çolakoğlu, F.A. 2005. Physical chemical and microbiological water quality of the Manyas Lake, Turkey. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 10: 127- 143.
- [23] Uğur, M., Nazlı, B., Bostan K. 2001. Gıda Hijyeni. İstanbul, Teknik Yayınları, 2001.
- [24] Cartwright, R.Y. 2003. Food and waterborne infections associated with package holidays. *J. Appl. Microbiol.*,94 Suppl: 12S-24S.
- [25] Hunter, P.R. 2003. Climate change and waterborne and vector-borne Disease. *J. Appl. Microbiol.*, 94 Suppl: 37S-46S.
- [26] Altuğ, G. 2005. *Temel Kirleticiler ve Analiz Yöntemleri: Bakteriyolojik Deniz Kirliliği*, TÜDAV Yayınları, No.21: 225-275s.
- [27] Kılıçturgay, K., Gökırmak, F., Töre, O., Gedikoğlu, S., Göral, G., Helvacı, S., 1994. *Klinik Mikrobiyoloji*, Bursa Güneş ve Nobel Tıp Kitabevleri, (2) 402s, İstanbul.
- [28] Collins, C.H., Lyne, P.M., Grange, J.M. 1998. Collins and Lyne's microbiological methods. Great Britain, 7, 493.
- [29] Ünlütürk, A., Turantaş, F. 1998. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Mengi Tan basım evi, 605s, İzmir.
- [30] Nataro, J.P., Kaper, J.B. 1998. *Clinical Microbiology Reviews*, american society for Microbiology 11 : 142-201.



- [31] Chaslus, E., Lafont, J.P., Guillot, J.F. 1980. Inc Groups Among Plasmids Harbored by *Escherichia coli* of Avian Origin. *Ann Microbiol Paris*; s 203-6.
- [32] Anonymous, 1993. Gıda sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları. Tubitak. Gebze. Kocaeli. Yayın No:124.
- [33] Kaper, J.B., Mellies, J.L., Nataro, J.P. 1999. Pathogenicity island and other mobile genetic elements of Diarrheagenic *Escherichia coli*. In: Kaper, J.B., Hacker, J., (eds), *Pathogenicity island and other mobile virulence elements*, Washington DC, ASM Press, pp 33-58.
- [34] Rozenberg-Arska, M. ve Visser, M.R. 1999. Enterobacteriaceae. In: *Infectious Diseases*, Mosby, London, 17, 1-12.
- [35] Puente, J.L. ve Brentfinlay, B. 2001. Pathogenic *E.coli*. In: Groisman EA, (ed.), *Principles of bacterial pathogenesis*, Academic Pres, California. Pp 388-428.
- [36] Baylis, C.L., Penn, C.W., Theilman, N.M., Guerrant, R.L., Jenkins, C. Ve Gillespie, S.H. 2006. *Principles and practice of clinical bacteriology*, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley West Sussex, England, 13:978-0-470-84976-7.
- [37] Sertel, D. 2008. *Epinefrin ve norepinefrinin Escherichia coli ve Staphylococcus aerous suşlarının antibiyotiklere duyarlılıkları üzerine olası etkileri*, İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [38] March, S.B. ve Ratnam, S. 1986. Sorbitol Mac Conkey medium for detection of *Escherichia coli* O157:H7 associated with hemorrhagic colitis, *Journal of clinical microbiology*, 23(5), 869-872.
- [39] March, S.B. ve Ratnam, S. 1989. Latex Agglutination test for detection of *Escherichia coli* serotype O157:H7, *Journal at clinical microbiology*, 27(7), 1675-1677.
- [40] Sanchez, J. ve Holmgren, J. 2005. Virulence factors, pathogenesis and vaccine protection in cholera an ETEC diarrhea, *Current opinion in immunology*, 17, 388-398.
- [41] Bilgehan, H. 2004. *Klinik mikrobiyolojik tanı*, Fakülteler Kitapevi, Barış Yayınları, İzmir.
- [42] EPA, 1998. *Improved enumeration methods for the recreational water quality indicators: Enterococci and Escherichia coli*.
- [43] Bitton, G. 2005. *Wastewater microbiology*, 3<sup>th</sup>ed, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 10-471-65071-4.

- [44]Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F.O., Özengin, N. ve Başkaya, H.S. 2008. Uluabat Gölü'nün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*. Cilt:13, Sayı:1.
- [45]Erkan, M.E. ve Vural. A. 2006. Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Tıp Dergisi*. Cilt:33, Sayı:4.
- [46]Yıldız, S. ve Değirmenci, M. 2012. Sivas 4 Eylül Barajı ve Kollarındaki Su Kalitesinin İncelenmesi. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. Cilt:13, Sayı:2.
- [47]Özgür, M. 2013. Edirne İlindeki Çevresel Sularda Kirlilik İndikatörü Mikroorganizmaların ve Yeni Çıkan Bakteriyel Patojenlerin Moleküler Yöntemlerle Saptanması. *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.106, Edirne.
- [48]Balcı, R.S. 2007. Seyhan Baraj Gölü'nün Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Enterobacteriaceae Üyelerinde Antibiyotik Dirençliliği. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.89, Adana.
- [49]Altınoluk, P. 2011. Tunca Nehri'nin Bakteriyolojik Özellikleri ve Fizikokimyasal Faktörlerle İlişkisinin Belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.128, Edirne.
- [50]Gürün, S. 2008. Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi. *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.146, İstanbul.
- [51]Şahinöz, E. 2001. Atatürk Baraj Gölünde Su Kalitesinin Tesbiti ve Su Ürünleri Açısından Değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, pp.90, Şanlıurfa.
- [52]Yakıcı, Y. 2010. Kahramanmaraş Yöresi Su Kaynaklarının Mikrobiyolojik Kirliliğinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.63, Kahramanmaraş.
- [53]Demir, H. 2009. Sarısu Deresi ve Karadeniz'e Birleşme Noktasında Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Seviyesinin Saptanması. *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, pp.128, İstanbul.

- [54] Uzun, H.İ. 2012. Riva Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi ve İstatistiksel Analizi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp.94, Sakarya.
- [55] Dülger, B. 1997. Nilüfer Çayında Bazı Bakteriyolojik Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp.86, Bursa.
- [56] Yardımcı, C.H. 2009. Sapanca Gölü Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi ile Enterobacteriaceae Üyelerinde Beta-Laktam Antibiyotik Dirençlilik Frekansının Araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, pp.107, İstanbul.
- [57] Gümüş, N.E. 2012. Karaman İli Tatlı Su Çeşme Sularının Kimyasal ve Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp.60, Karaman.
- [58] Şimşek, H. 2011. Sazlıdere Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp.215, İstanbul.
- [59] Taşpınar, B. 2016. Salarha Havzası Akarsularında Evsel Atık Sulardan Dolayı Oluşabilecek Bakteriyolojik ve Deterjan Kökenli Kirliliğin Araştırılması. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp.89, Rize.
- [60] Messer, J.W., H.M., Behneyand L.O., Leudecke. 1985. Microbiological Count Methods. *In* Standard Methods for the Examination of Dairy Products (APHA), 15th edition (Ed. G.H. Richardson), Washington D.C., 133 – 149.T
- [61] Tekinşen, O.C. 1976. *Suyun Bakteriyolojik Muayenesi*. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları, s. 10- 11.T
- [62] Özçelik, S. 1998. *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu*. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Isparta.
- [63] Çetin, Ç.B., Yalçın, A.N, Turgut H., Kaleli, İ., Orhan, N. 1999. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde Hastane İnfeksiyonları. *Hast. İnfek. Dergisi*3:161.Toplam koliform bakteri sayısı
- [64] Karabulut, E. 1999. *İstanbul metropolü kıyılarında mikrobiyolojik kirlilik yükü dağılımı üzerine araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- [65] Kimiran, A. 1999. *İstanbul deniz suyu örneklerinin kirlilik indikatörü bakteriler yönünden incelenmesi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- [66] Ayık, Ö. Atamanalp, M., Kocaman, M. ve Kocaman, B. 2006. Sapaca Deresi(Erzurum, Uzundere) Üzerinde Kurulan Alabalık Üretim Çiftliklerinin Dere Suyu Ve Çevreye Etkileri Üzerine Bir Araştırma. I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 07-09 Şubat 2006, Antalya-TURKEY.
- [67] Topal, M. 2011. Hazar Gölü Su Kalitesinin Dünü ve Bugünü. Fırat Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi. Cilt:1, Sayı:3, s.120-134,2011.
- [68] Ekici, K., Körkoca, H., Sancak, Y. C. ve Atalan, E. 2010. Van ve Yöresi İçme Sularında Koliform ve *E.coli* Araştırılması. Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med. 29(2010),2: 21-25.
- [69] Akman, M. 1966. Erzurum İli İçme Sularının Bakteriyolojik Kontrolü. Mikrobiyoloji Bülteni, 1, 17-30.
- [70] Touron, A., Berthe, T., Gargala, G., Fournier, M., Ratajczak, M., Servais, P. ve Petit, F. 2007. Assessment of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators in an estuarine environment (Seine, France), *Marine pollution bulletin*, 54, 1441–1450.
- [71] Troussellier, M., Got, P., Bouvy, M., Boup, M.M., Arfi, R., Lebihan, F., Monfort, P., Corbin, D. ve Bernard, C. 2004. Water Quality and Healthy Status of Senegal River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*. 2004; 48: 852–862.

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu Çarşıbaşı Kovanlı Köyü İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu Çarşıbaşı Ortaokulu'nda, liseyi Trabzon Atatürk Sağlık Meslek Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında KTÜ Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Tıbbi Laboratuvar Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. 2014 yılı Eylül ayında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Programı'nda öğrenim görmeye devam etmektedir.

