



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GELEVERA DERESİ (GİRESUN) BAKTERİYOLOJİK
KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Fatmagül ÇOLAKER
162102026**

2019

GİRESUN

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

**GELEVERA DERESİ (GİRESUN)
BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK DÜZEYİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatmagül ÇOLAKER

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Tamer AKKAN

Temmuz 2019

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GELEVERA DERESİ (GİRESUN)
BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK DÜZEYİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

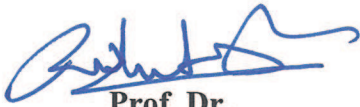
Fatmagül ÇOLAKER

Enstitü Anabilim Dalı

:

Biyoloji

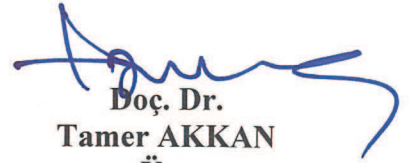
Bu tez 04/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



**Prof. Dr.
Bülent VEREP
Jüri Başkanı**



**Doç. Dr.
Cengiz MUTLU
Üye**



**Doç. Dr.
Tamer AKKAN
Üye**

**Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Fatmagül ÇOLAKER
04/07/2019

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında her türlü desteği sağlayan, hoşgörüsünü esirgemeyen değerli Danışmanım Sayın Doç. Dr. Tamer AKKAN'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında tecrübeleri ile bana destek olan, hiçbir yardımı esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Cengiz MUTLU'ya teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım ve laboratuvar analizlerimde yardımlarını esirgemeyen, her türlü fedakârlığı gösteren değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen ve bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su, Kalite Kavramı ve Yasal Mevzuatlar.....	2
1.2. Su Kirliliği ve Su Kirliliğini Etkileyen Unsurlar	4
1.3. Bakteriyolojik Kirlenme.....	7
BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	13
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Çalışma Alanı.....	17
3.2. Yüzey Suyu Numunelerinin Toplanması	19
3.3. Sediment Numunelerinin Toplanması.....	19
3.4. Su Numunelerinin Analizi.....	20
3.4.1.Toplam koliform bakteri sayısı tespiti	20
3.4.2. Fekal koliform bakteri sayısı tespiti.....	20
3.4.3. <i>E. coli</i> sayısı tespiti	20
3.4.4. Fekal streptokok bakteri sayısı tespiti	20
3.4.5. Su örneklerinde 37 °C bakteri sayısı tespiti	21
3.5. Sediment Örneklerinde 37 °C Bakteri Sayısı Tespiti	21
3.6. Kullanılan Besiyerleri	22
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	23
4.1. Yaz Mevsimi Analizleri	23

4.2. Sonbahar Mevsimi Analizleri	26
4.3. Kış Mevsimi Analizleri	29
4.4. İlkbahar Mevsimi Analizleri	32
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	35
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	50



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

kob	: Koloni Oluşturan Birim
DSÖ/WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
EMS	: En Muhtemel Sayı
EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FK	: Fekal Koliform
IOC	: Uluslararası Oşinografi Komisyonu
KS	: Fekal Streptokok
TK	: Total Koliform
TS	: Türk Standartları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Çalışma alanı haritası (Url-1’den düzenlenmiştir).....	18
Şekil 3.2. Örnek toplama noktalarına ait görüntüler	19
Şekil 3.3. Bakteriyolojik sayımlar.....	21
Şekil 4.1. Yaz mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı	24
Şekil 4.2. Yaz mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı	25
Şekil 4.3. Sonbahar mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı	27
Şekil 4.4. Sonbahar mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı	28
Şekil 4.5. Kış mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı.....	30
Şekil 4.6. Kış mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı.....	31
Şekil 4.7. İlkbahar mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı	33
Şekil 4.8. İlkbahar mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı ..	34

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Kullanılan besiyerleri.....	22
Tablo 4.1. Yaz mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları.....	23
Tablo 4.2. Sonbahar mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları	26
Tablo 4.3. Kış mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları.....	29
Tablo 4.4. İlkbahar mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları	32

GELEVERA DERESİ (GİRESUN) BAKTERİYOLOJİK KİRLİLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada Gelevera Deresi (Giresun)'nin bakteriyolojik su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için 4 farklı istasyondan toplam 48 su numunesi örneği Nisan 2017-Mart 2018 tarihleri arasında toplanmış, bakteriyolojik değişkenler standart metotlara göre izlenmiştir. Bakteriyolojik olarak su ve sediment örneklerinden: 37°C'deki toplam bakteri sayısı, yüzey suyu örneklerinden: toplam koliform bakteri sayısı (TK), fekal koliform bakteri sayısı (FK), fekal streptokok bakteri sayısı (FS) ve *E. coli* sayısı tespit edilmiştir.

Yüzey suyu numunelerinde TK, FK ve FS bulunma oranları sırasıyla %100, %100 ve %93,75 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma süresince hemen hemen her mevsimde *E. coli* tespit edilmiştir. Toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok bakteri seviyeleri, DSÖ tarafından önerilen değerleri ve Türk standartlarını aşmaktadır. Bu durumun akarsu hattında ciddi ve onarılamaz hasara neden olması muhtemeldir.

Sonuç olarak Gelevera Deresi yüzey suyu örneklerinin bakteriyolojik açıdan kirli olduğu söylenebilmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada Gelevera Deresi havzasındaki bakteriyel yükü azaltmak için düzenli bir izleme ve değerlendirme programının uygulanması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gelevera Deresi, Bakteriyolojik Kirlilik, Su Kalitesi

DETERMINATION OF BACTERIOLOGICAL POLLUTION LEVEL OF GELEVERA CREEK (GİRESUN)

SUMMARY

The aim of present study is to investigate the bacteriological water quality and pollution level in Gelevera Creek, Giresun. For this purpose, a total of 48 water samples were analyzed between April 2017 and March 2018 from 4 different stations for bacteriological parameters using the standard methods. Bacteriological: water and sediment samples: 37°C total viable bacteria count, surface water samples: total coliform bacteria (TC), fecal coliform bacteria (FK), fecal streptococci (FK), and *E. coli* analysis were done.

The presence of TC, FC and FS of surface water samples were 100%, 100% and 93,75%, respectively. Also, *E. coli* has been identified throughout the study of all seasons. The total coliform, fecal coliform and fecal streptococci levels are exceeding exceed the values specified the WHO guidelines and the Turkish standards. This situation is likely to cause serious and irreparable damage to the streamline.

As a result, it has been determined that surface water samples from Gelevera Creek are bacteriological polluted. Therefore, the present study suggests regular monitoring and assessment for reducing the bacterial load into the Gelevera Creek Basin through appropriate measures.

Keywords: Gelevera Creek, Bacteriological Pollution, Water Quality

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Su yaşamın kendisidir ve bütün yaşamsal olaylar için tüm canlıların olmazsa olmazıdır. Canlı hayatının sürdürülebilmesi için çok önemlidir. Yaşamın devamlılığının suya bağlı olmasının sebeplerinden biri de hücrelerin bütün fonksiyonlarını su içerisinde yapmasıdır (Duman, 2008). İnsan vücudunun doku ve organlarının büyük bir çoğunluğu sudur. Su, içilen bir kaynak olmasının yanı sıra içerisindeki önemli bileşenleriyle insan vücudundaki biyokimyasal olayların gerçekleşmesinde de çok önemli yere sahiptir (Benjamin ve ark., 1997).

Suyun önemli işlevlerinden bazıları: vücutta ısı dengesini sağlanması, pH dengesinin korunması, metabolizma atıklarının dışarı atılması, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamının oluşturulması, kan dolaşımına yardımcı olması, hormonların ve salgıların çoğunun yapısında bulunmasıdır. Ayrıca insanlarda, beyinde %85, kanda %80, kaslarda ise %70 oranında su bulunmaktadır. Görevlerinin yanı sıra birçok faydası da vardır. Bunlardan bazıları cildi güzelleştirmesi, açlık hissini azaltması, kabızlığı engellemesi, saçın beslenmesi ve uzaması ve kemik gelişimini düzenlemesidir (Mutluhan ve Galip, 2017).

Su, dünya üzerinde %71'lik alanı oluşturmaktadır (Tatar, 1994). Yeryüzündeki su tükenmez bir kaynakmış gibi düşünülür. Oysaki toplam su miktarının %97,6'sı denizlerdeki tuzlu sulardır. Bu da insanların ihtiyaçları için uygun niteliklere sahip değildir. %2,4'ü ise yeryüzündeki suların karalardaki toplam su miktarıdır. Karalardaki suyun yaklaşık %10'u tatlısu potansiyelini oluşturmaktadır (Barr ve ark., 2012). Geçmişten bugüne kadar su hayatımızda en önemli unsur olarak yer almıştır. Birleşmiş Milletler açıkladığı raporda; 1,2 milyar insanın kullanabilecek nitelikte suyunun olmadığını bildirmiştir. Dünyamızın yaklaşık dörtte üçü sularla çevrili olsa da, azımsanamayacak derecede su sorunu yaşanmaktadır. İnsanların ihtiyaçlarını karşılamak için kullandıkları suyun temiz ve kullanılabilir bir durumda olması gerekir

(Pektaş, 1996). Su kullanımı giderek artmaktadır, bu da sucul ortamın daha fazla kullanılmasına neden olur. Kirlenen sucul ortamın temizlenememesinden dolayı su kalitesi düşmekte ve canlıların yaşamlarını büyük oranda etkileyecek sorunlar ortaya çıkmaktadır. Kirlenmiş sular hiçbir arıtma işleminden geçmeden doğal kaynaklarımıza bırakılmaktadır. Bu da kirliliğin artmasına neden olmaktadır.

Bir ülkede sayı olarak su kaynaklarının fazlalığı, o kaynakların kullanılabilir ve kaliteli olduğunu göstermez. İçilebilen su miktarı oldukça azdır. Temiz su kaynaklarının oldukça az olması insanlarda birçok olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Hastalıklar artmış, açlıklar meydana gelmiş ve susuzluğa bağlı birçok kişinin öldüğüne tanık olmuşlardır (Anonim, 1999a).

1.1. Su, Kalite Kavramı ve Yasal Mevzuatlar

Su, iki hidrojen ile bir oksijen elementinin birleşmesiyle doğada katı, sıvı ve gaz halinde bulunur. Suyun rengi ve kokusu yoktur ayrıca duru olmalıdır (Tebbut, 1997). Suyun bulanık olması içerisindeki kil, parçalanmış maddeler, silt, plankton ve bakterilerin olmasından dolayıdır (Emoto, 2005). Genel olarak sularda tat ve koku organik maddelerden, canlı ve cansız bitkisel organizmalardan, metallere, klorlu ve fenollü bileşiklerden meydana gelir (Karpuzcu, 1985). Suyun başlıca fiziksel özellikleri sıcaklık, renk, koku ve tat, bulanık, elektriksel iletkenlik, radyoaktivite, yoğunluk iken kimyasal özellikleri ise; pH, sertlik, oksijen ihtiyacı, oksidasyon değeri ve çözünmüş oksijen miktarıdır (Boyd ve Daniels, 1987).

Sular; kaynaklarına (yüzeysel sular; iç sular, kıyı ve geçiş sularını ayrıca bölgesel suları içeren sulardır, yeraltı suları) ve kullanım alanlarına göre (içme suları, rekreasyon suları, şifalı özellikleri olan sular ve sulama suları) farklı şekilde sınıflandırılabilir. Su ve su kaynaklarının sınıflandırılmasının önemi kalitesi ile de ilişkili olup, yasal mevzuat hükümleri doğrultusunda koruma altına alınması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması temel alınmaktadır. Su kaynakları yeraltı ve yerüstü su kaynakları olarak da sınıflandırılabilir.

Yerüstü suları; yeryüzü üzerinde bulunan okyanuslar, denizler, göller ve akarsulardır. Yeraltı suları ise; yeryüzüne yağış olarak düşen veya yeryüzünde olan suların, yerçekimine bağlı olarak yerin alt kısmına sızarak orada birikmesiyle meydana gelen sulardır. Yeraltı ve yerüstü su kaynakları kullanımının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için, su kirliliğini en aza indirmek ve kalkınma planlarıyla belli bir uygunlukta, gereken hukuki ve teknik yöntemleri belirleyerek suyun kalitesine göre uygulama yapılmalıdır.

Su kalitesi suyun yararlı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özelliklerinin birleşimidir. Suyun belirli bir amaç için kullanımı söz konusu olduğunda su kalite özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler için suyun kalite sınıflandırması, kaynakların korunmasına yönelik uygulamalar ve yasaklar, atıksuların boşaltılmasının prensipleri ve gerekçeleri, atıksuyun altyapı kuruluşlarıyla ilgili konuları, ayrıca su kirliliğinin engellenmesi gerekçesiyle yapılan denetleme ve gözlemler büyük önem taşımaktadır (Sönmez ve ark., 2008).

Türkiye'nin su müktesebatının temelini 28.04.1926 yılında kabul edilen 10.05.1926 yılında 368 sayılı resmi gazetede yayımlanan 831 sayılı Sular Hakkında Kanun oluşturmaktadır. Aradan geçen uzun süre ve kaynaklar üzerindeki talep ve baskının artması kanunu büyük ölçüde yetersiz hale getirmiştir. Bu yetersizliğin giderilmesi ve mevcut hiyerarşik yapı sebebiyle kurumların kaynak üzerinde kendi konuları ile ilgili yönetime dâhil olması 30'a yakın yasa ve ikincil yasa ile kaynakların yönetilmesini sağlamıştır. Su ile ilgili mevcut yasa ve ikincil düzenlemeler aşağıdaki gibidir (Diloğlu, 2017).

- Sular Hakkında Kanun
- Yer Altı Suları Hakkında Kanun
- Maden Suları Üretimi ve Kaplıca Kurulması Hakkında Kanun
- Köy İçme Suları Hakkında Kanun
- Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Koruma Kanunu

- Bataklıkların Kurutulması ve Bundan Elde Edilecek Topraklar Hakkında Kanun
- Kura Arazisiyle Bahçelerin İskânına Mahsus Kanal ve Çayların Sureti Tathir ve Tamiri Hakkında Kanun
- Su Ürünleri Kanunu
- Sulama Alanlarında Arazi ve Düzenlenmesine Dair Tarım Reformu Kanunu
- Karasuları Kanunu
- Kıyı Kanunu
- Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu
- Çevre Kanunu
- Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği
- İçme ve Kullanma Suyu Temin Edilen ve Edilecek Olan Yüzeysel Su Kaynaklarının Kirlenmeye Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
- Akarsuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik
- Gayrisihhi Müesseseler Yönetmeliği
- Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği

1.2. Su Kirliliği ve Su Kirliliğini Etkileyen Unsurlar

Kirlilik; farklı kirleticilerin ortamın doğal yapısını doğrudan ya da dolaylı olarak kirletmesi şeklinde ifade edilir. Doğal çevrenin önemli bir kısmını oluşturan su genel alıcı ortamlardan birisidir. İnsanlar ve diğer canlılar sulara sürekli kirletici vermektedir. Suyu atılan kirleticilerin ölçüsü suyun kendisini temizleme kapasitesini aştığında canlı hayatı olumsuz yönde etkilenir. Bu durum su kirliliği olarak nitelendirilir (Akdur, 2005; Alkan ve ark., 2008).

Su kirliliği Uluslararası Oşinografi Komisyonu (IOC)'na göre insanlar tarafından doğrudan ya da dolaylı olarak sucul habitatların çevresine madde ve enerji bırakılan, sudaki canlılar için tehlike oluşturan, insan sağlığını kötü yönde etkileyen, sucul yaşamdaki etkinliği değiştiren, içme suyu olarak kullanılan suyun tatlılığını azaltan faktörlerin tümü olarak tanımlanır. Yine su kirliliğinin diğer bir tanımı Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre; “Canlıya zararı olan, insan sağlığını tehlikeye atan, balıkçılık faaliyetine zarar veren, suyun kalitesini düşüren maddelerin suya atılması” şeklindedir (FAO, 2002).

Su kirliliği deniz, göl, akarsu gibi yerüstü su kaynakları ile yeraltı su kaynaklarında insanların bilinçsiz kullanmaları sebebiyle meydana gelmektedir. Mikrobiyal açıdan güvenli olsa da fekal atıklardan veya bazı tesislerin hijyen yetersizliklerinden dolayı bakteriyel kirlilik oluşabilmektedir (Aksu ve Vural, 2004). Ülkemizde su kirliliğinin başlıca sebepleri; sanayileşme, nüfus artışı, kontrolsüz şehirleşme, kimyasal gübreler ve zirai mücadele ilaçlarıdır (Duman, 1998).

Ülkemizde sanayi kuruluşlarının, özellikle sıvı atıkları yüzünden toprağın ve bitki örtüsünün üst yüzeyinin çok fazla kirlenmesine neden olduğu ve bu durumda beraberinde su kirliliğine sebep olduğu bilinmektedir. Sanayi etkinliklerinin sebep olduğu kirlilik, kirleticinin özelliğine göre fiziksel, kimyasal, biyolojik ve radyoaktif kirlilik olarak da sınıflandırılabilir (Keleş ve Harmancı, 2005). Sanayileşmenin yoğun ve plansız gerçekleşmesi sonucunda doğal kaynaklarda tahribatın arttığı, ekosistemin dengesinin bozulduğu ve ciddi kirliliklerin de beraberinde meydana geldiği görülmektedir. (Anonim, 1999b). Bu yüzden sanayinin sebep olduğu su kirlenmesinin önlenmesi için, endüstriyel kirlenme en aza indirgenmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Bu tedbirler; çevreye daha az zararlı olan hammaddelerin kullanılmasıyla, uygun bir yer seçimi yapılmasıyla, uygun teknolojinin seçilmesiyle, kirlenmeyi azaltıcı düzenlemelerin yapılmasıyla, işletmenin süreçten kaynaklanan kirleticili oluşumunu en az seviyede kalacak biçimde ayarlanmasıyla ve atıksulardaki kimyasal bileşenli maddelerin geri dönüşümünü sağlayıp, değerlendirilmesiyle gerçekleşir (Duman, 1998).

Hızla artan çarpık kentleşmenin sonucunda çöp depolama alanı sorunlarından ve kanalizasyon sistemlerinden kaynaklanan kirli su sızıntılarıyla da su kirliliği oluşmaktadır (Yüksel ve ark., 1997; Mansuroğlu, 2004). Bunun için çöplerin atıldığı ve toplandığı yerlerin dikkatle seçilmesi gerekir. Aksi takdirde denizlere, akarsulara atılması ya da onlara yakın yerlere dökülmesi ciddi derecede su kaynaklarımızın kirliliğine sebebiyet verir (Eraslan-Akkan, 2017). İlaveten bu durum insan sağlığı ve sudaki canlılarda hayati tehlike oluşturacaktır. Çöplerin şehirden uzak, çevre kirliliğine yol açmayacak biçimde yok edilmesi için çalışılmalıdır ve yasal düzenlemeler ile bu durum zorunlu tutulmalıdır.

Üretimi artırmak için tarımda kullanılan kimyasal gübreler ve böcekleri yok etmek için kullanılan bazı kimyasal zehirler yağmur sularıyla beraber toprağa sızarak yeraltındaki su kaynaklarının kirlenmesine sebep olur. Bu kimyasallar aynı zamanda herhangi bir şekilde akarsulara ulaşır canlı hayatının yok olmasına sebebiyet verebilir. Bazı organizmaların yok olması için kullanılan sentetik ya da organik bileşikler pestisitlerdir. Bu kimyasal maddeler alıcı ortamlarda çok düşük yoğunlukta bile toksik etki gösterebilirler. Tarım uygulamalarında pestisitlerin fazla miktarda kullanılmasıyla toprak ve su ortamlarında oldukça tehlike arz eden durum oluşabilmektedir (Şabanoğlu ve ark., 1992).

İlk kez 1948 yılında insan vücudunda pestisit kalıntılarının bulunmasıyla önemi anlaşılmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) pestisit tanımını şu şekilde yapmıştır: “Hastalık yapıcı unsurlar taşıyan insan ve hayvanlarda; tarımsal maddelerin, gıda ürünlerinin, ahşap ürünlerinin ve hayvan yemlerinin üretilmesi, işlenmesi gibi uygulamalarda zarar verecek durumların engellenmesi, ortadan kaldırılması ya da önlem altına alınması gerekçesiyle kullanılan maddelerdir”. Yapılan bu tanım, ayrıca bitkilerin büyümesinde düzenleyici olarak görev yapan, yaprakların dökülmesinde, meyvelerin seyretilmesinde ya da kurutulmasında veya olmamış meyvelerin dökülmesini önlemek amacıyla ve malların ticari olarak depolanmasında, gönderiminde bozulmaması amacıyla hasat öncesinde ve sonrasında ürünlere uyguladığımız maddeleri de içermektedir. Bitkilere ve toprağa gerekli işlemler yapıldıktan sonra toprağın üst yüzeyinde kalan pestisitler, toprağın içine yağmur

vasıtasıyla akarak taban suyuna ve başka su kaynaklarına karışabilirler. Pestisitlerin yeraltı sularına geçmesinde toprağın tipi, bitki örtüsü, yağışın miktarı ve eğim gibi birçok neden etkili olabilir (Yücel, 2007). Yeraltı suyu kirlenirse, kirli suyun bulaşı nedeniyle nehirlerde ve göllerde de kirlilik görülebilir. Kullanılabilir nitelikteki su kaynaklarına yakın bölgelerde istenmeyen bitki ve böceklerin ortadan kaldırılmasında kullanılan ilaçlar; bitki ve toprağın ilaçlanması sonrasında yağmur suları aracılığıyla, doğrudan sulara ilaç endüstrisi atıklarının ve kimyasal maddelerin boşaltılmasıyla ve ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanmasıyla karışarak kirliliğe neden olabilir (Turgut, 2003).

Su kirliliğini etkileyen unsurlar genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirlenme olarak üç başlık altında ele alınabilir. Sanayinin gelişmesi, tarımda kullanılan ilaçların artması, kimyasal atıkların su yapısını büyük oranda bozması ve su canlılarının yaşamlarına zarar verilmesine kimyasal kirlenme denir (Tebbut, 1997). Suyun içerisine yabancı maddelerin girmesiyle oluşan olumsuz değişim fiziksel kirlenmedir (Yanık ve Atamanalp, 2001). Biyolojik kirlenme ise; su içerisinde bulunan bazı canlıların dışarıdan bir etki olmadan diğer canlılardan dengesiz bir şekilde artışı ile meydana gelir.

1.3. Bakteriyolojik Kirlenme

Mikrobiyal kirlenme; toprak, hava ve suyun mikroorganizmalarla kirlenmesidir. Örneğin; kanalizasyon sularının akarsu, göl ve denizlere karışması sonucunda içerisinde var olan patojen mikroorganizmaların suya ve toprağa bulaşması mikrobiyolojik kirlenmeye sebebiyet verir. Suyun içerisinde insan sağlığına zararlı olan bakteri, virüs ve parazitler olan mini canlı yapılar vardır. Bu mikroorganizmalar doğrudan ya da dolaylı yollarla suya karışırlar. Bu sebeple insanların sağlığı açısından suların bakteriyolojik kalitesine de bakılmalıdır (Muslu, 1994).

Bir suyun kullanma suyu olabilmesi, onun mikroorganizma içermediğinin saptanması gerekir. Fakat içme sularının değerlendirilmesinde en iyi yöntem patojen bakterilerin bizzat suda bulunmadığının gösterilmesidir (Payment ve Franco, 1993). Patojen

mikroorganizmalar suya insan ve hayvan dışkılarından geçer. İnsan sağlığını tehdit eden patojen mikroorganizmaların en önemlileri koliform bakteriler, fekal bakteriler ve *E. coli*'dir (Rıfaat ve ark., 2014). Suda bulunan mikroorganizmalar; suyun içerisinde doğal olarak bulunan mikroorganizmalar, toprakta yaşayan mikroorganizmalar ve insanların ya da hayvanların bulaştırdığı bağırsak kaynaklı mikroorganizmalar diye ayrılabiliriz. Suda bulunanlar; *Spirillum*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Chromobacterium* türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcin*in bazı türleridir. Toprağın yıkanması sonucu suya karışan toprak kökenli mikroorganizmalar ise; *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Enterobacteriaceae* 'nin saprofit üyeleridir. Bağırsak kökenli insan ve hayvan dışkılarından bulaşan mikroorganizmaların başlıca olanları ise; *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* gibi bağırsak patojenleridir. Bu mikroorganizmalar suda fekal kontaminasyon sonucu oluşur ve içme suları için büyük tehlike arz eder. İnsan ve hayvanların atıklarıyla tifo, dizanteri gibi bulaşıcı hastalıklara neden olurlar. Sular lağım sularıyla kontamine olarak infeksiyöz hepatitis, enterovirüs grubu poliomyelitis virüslerini de kapsayabilir. İnsanların sindirim kanalı patojenlerinin taşıyıcı olabileceklerinden hayvanlar, özellikle de martılar suyun kontaminasyonunda önemli rol oynarlar (Tekinşen, 1976).

İçme suyu, fekal-oral enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Bu yüzden suyun güvenilirliği için fekal kirlenmeye uğrayıp uğramadığının belirlenmesi gerekir (Akman, 1961). *Enterobacteriaceae* grubu içinde yer alan, oksijensiz yaşam gösteren, gram negatif olan ve spor oluşturmeyen, 48 saat içinde 35 °C 'de laktozdan gaz ve asit oluşturan, çubuk şeklindeki grup koliform bakterilerdir. En çok atıksu ve su mamullerinde görülür, toprakta ve homoiterm canlıların kalın bağırsağında çürükçül olarak yaşamlarını devam ettirirler. Koliform grubu *Aeromonas*, *Arizona*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Providencia* cinslerine ait türler ile *Hafnia alvei*, *Pantoea agglomerans*, *Rahnella aquatilis* olarak kabul edilmektedir (Halkman, 1999). Koliform bakterilerden *E. coli* bağırsak kökenlidir. Diğer türlerini bitki ve toprak kökenli olarak gruplandırabiliriz. Fekal koliform ve *E. coli* insan sağlığı için tehlike arz edecek hastalıklara sebep olurken, bazıları hafif hastalıklara, bazıları da sadece su kaynaklı hastalıklara sebep olur. Bazı gıda maddelerinde ise belirli sayıda koliform bakterilerinin olmasına izin verilmektedir.

Çünkü bu bakteriler sindirimde ve B ile K vitaminlerinin sentezinde görev alırlar (Collins ve ark., 1998).

Yaşamlarını patojenlerle sürdüren, kolay bir şekilde kültürlenebilen özellikte olan dayanıklı mikroorganizmalar “indikatör” olarak adlandırılmıştır. Koliform bakteriler, kökenlerinin farklı olmasından dolayı indikatör olarak yeterli görülmemektedir. Bu yüzden şüpheli ortamlarda fekal koliform bakterilerin tespiti de yapılmalıdır (Anonim, 2005).

Koliform bakteri grubunun bir alt grubu ve aynı zamanda dışkı kökenli olan Fekal Koliformlar; 37-44 °C ‘de triptofandan indol ve laktozdan fermante yaparak 48 saatlik inkübasyon sonucu asit ve gaz meydana getirirler. Doğal adresleri insanların ve hayvanların sindirim sistemleridir. Türlerinin birçoğu yaşamlarını hayvan vücudu dışında sürdüremezler. Suların insan ve hayvan dışkısı ile kirlenmesi ortamda fekal koliform grubu bakterilerin olduğunu gösterir. Bu durum sularda aynı zamanda virüslerin, diğer bakterilerin ve patojen organizmaların da olabileceğini gösterir (Arda, 2000). Fekal koliform bakteriler uzun süre hayatta kalabilmektedirler. Bazı durumlarda özellikle akarsu sedimentlerinde çok fazla üreyip çoğalabilirler (Davies ve ark., 1995; Crabill ve ark., 1999; Byappanahalli ve ark., 2003). Fekal koliform bakterilerin varlığının gösterdiği dışkı materyalleri suyun içerisinde aşırı organik madde ilavesi olarak da yorumlanabilir. Bu durumda organik maddeler suyun içerisindeki oksijenin tüketilmesine neden olarak sucul yaşamı kötü etkilemektedir. Bakteri seviyeleri ortamdaki besin maddelerine, yağışa ve sıcaklığa bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik gösterir (Saldutti, 2009; Schnabel ve ark., 2010).

Escherichia coli, fekal koliform grup bakteriler içinde yalnız bağırsak hastalıkları ile fekal kirlilik arasındaki ilişkiyi gösterendir (Geissler ve ark., 2000). *Escherichia* cinsi; 37 °C ‘de üreyen, düz çomak şekilli, fakültatif anaerobik, gram (-) bazıları kapsüllü, bazıları hareketli türleri olan bir cinstir. *Escherichia* cinsinin en çok tanınan türü *E. coli*’dir (Brenner ve ark., 2005). *Escherichia coli*; koli basili olarak da isimlendirilir. Doğal yaşam ortamı memeli hayvanların kalın bağırsağındadır. Kolay kültürlenebilirler. Bundan dolayı da en yaygın ve kesin fekal kirlilik indikatörüdür. İlk defa 1885 yılında Theodor Escherich bebek dışkısından izole etmiştir. Çubuk şeklinde,

boyutları 1-2 mm uzunluğunda ve çapı 0,1-0,5 mm arasında yer alan, en uygun yaşam sıcaklığı 37 °C ile 40 °C aralığında olup, pH'sı ise 5-9 olan, su kaybına dayanıklı bakterilerdir. *E. coli* genetik yapısı en iyi bilinen canlılardan (Nataro, 1998). Memeli hayvanların bağırsaklarında büyüdüğünden en iyi vücut sıcaklığında çoğalırlar. İnsanlarda bağırsak patojenleri arasında yer aldığından tespiti önemlidir (Brenner ve ark., 2005). *E. coli*, üç taneye kadar dairesel genom taşıyabilir. Salmonella ve Shigella türleriyle *E. coli*'nin konjugasyon yapmış olması, türlerin arasında benzerlik olup olmadığını düşündürmektedir. Yani *E. coli*'nin var olması, Salmonella ve Shigella gibi patojenlerin de olabileceğini gösterebilir (Akar, 2009).

E. coli'nin somatik, flagel ve kapsül antijenleri bulunur. Çok miktarda farklı antijenik özellikleri sayesinde farklı suşları vardır. Bunlar patojen ve patojen olmayan suşlardır. Patojen suşları menenjit, ishal, sepsis, gastroenteritis, yetişkin insanlarda safra ve idrar hastalıkları, karaciğer absesi, hemolitik üremik sendrom gibi hastalıklara sebep olabilmektedir. Hatta bu patojenlerin yaptığı hastalıklar bazen ölümle sonuçlanabilir (Chaslus ve ark., 1980). Patojen olanlar 6 ayrı gruba ayrılır. Bunlar; Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), Enteroinvazif *E. coli* (EIEC), Enteroaggregatif *E. coli* (EAEC), Enteropatojenik *E. coli* (EPEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) ve Diffüz Aderan *E. coli* (DAEC)'dir (Kaper ve ark., 1999). Patojen serotiplerinin keşfedilmesiyle, yalnız fekal kirlilik indikatörü olmayıp *E. coli*'nin O157:H7 serotipi olan çok tehlikeli gıda kaynaklı patojende olmuştur (Sertel, 2008). *E. coli*, bağırsakların haricinde antibiyotik direnci gösterdiği için de insan sağlığı açısından tehlike arz eder (Arda, 2000). Kontamine olmuş *E. coli* (DAEC), Ura patojenik *E. coli* (UPEC) insanlarda ishalle sonuçlanacak etkiye sahiptir. Bu yüzden *E. coli* dünyada en çok araştırılan bakteri türlerinden biridir. Sularda fekal koliform bakteriye rastlanmış ise *E. coli* araştırılması yapılmalıdır. Sularda yapılan *E. coli* testleri, tarihte Bakteriyolojihan-e-i Osmani'den - İstanbul, 1893- itibaren uygulanmaktadır. Fekal streptokoklar sularda kalite indikatörü olarak kullanılan mikroorganizmalardandır. Ayrıca incelenen örnekte *E. coli* ya da fekal streptokok varsa bu örnekte az sayıda da olsa fekal koliformların olduğu söylenebilir. Kirlilik sebebi ise insan ve hayvan kaynaklı mı? bunu tespit edip belirlemek için de fekal koliform/fekal streptokok oranına (FK/FS) bakılmalıdır (EPA, 1998; Bitton ve ark., 2005).

Salmonella cinsi bakteriler gram negatif, endospor oluşturmeyen ve genel olarak peritrik kamçılı, aerop ya da fakültatif anaeroblardır. İnsanlarda patojen etkilidir ve öldürücü hastalıklara sebep olabilirler. Bunlardan en tehlikeli olanı tifodur. Genellikle aktif bir harekete sahiptir. Bazı tipleri sürekli veya geçici olarak kamçılarını yitirebilirler ve buna bağlı olarak da hareket yeteneklerini kaybederler. Hücre çapı 0,5-0,8 µm, boyu ise 1-3 µm kadardır. Jelatini hidrolize etme ve indol oluşturma özellikleri yoktur. Glikozu asit ve gazla fermente ederler. Laktoz ve sakkorozu fermente edemezler. Sitrati özümleme yeteneğindedirler. Nitratı nitrite indirgeyebilirler. Oksidaz negatif, katalaz pozitifler. Asetil metil karbinol oluşumu pozitif, ama üreyi hidrolize etme yetenekleri negatiftir. 7 °C ile 48 °C gibi geniş bir sıcaklık aralığında, en uygun pH 6,5-7,5 arasında olup, 9'un üzerinde ve 4'ün altında gelişemezler. Salmonella cinsi doğada çok yaygın olarak bulunan bir bakteridir. Aslında bağırsak kaynaklıdır. Tehlike arz eden hastalıktan sayılan gıda rahatsızlıklarına sebebiyet verirler. Rahatsızlık etmeni oluşturdıkları endotoksinlerdir. Bulaş yolları et, süt, yumurta ve balık gibi hayvansal gıdalar, bitkisel ürünler ve su ile olmaktadır. Gıda maddelerinde bu cinse ait hiç bir bakterinin bulunmasına asla müsaade edilmez (Şahin ve Başoğlu, 2011).

Salmonella ile yakın akraba olan Shigella cinsi bakteriler, tümüyle memeli hayvanların bağırsak kanalında yaşayan türleri oluşturur. Bir bölümü patojen etkilidir. İnsanlarda dizanteriye sebep oldukları için dizanteri bakterileri de denmektedir. Gram negatif bakteriler içerisinde hareket özelliği olmayan, orta uzunlukta, aerop ve fakültatif anaerob gelişen bakterilerdir. Jelatini sıvılaştıramazlar. Laktoz, mannit ve ramnoz fermentasyonu ve indol oluşumuna göre A, B, C ve D olarak 4 gruba ya da 5 türe ayrılmışlardır. İndol oluşumu ve belirtilen karbon kaynaklarından asit fermentasyonu türlere göre değişiklik gösterir. Sadece *Shigella flexneri* türünün bir tipi karbonhidratlardan asit yanında gaz da oluşturur. Shigella uygun ortamlarda ve kuru yüzeylerde uzun süre canlı kalabilirler. Shigella kirli sularda bulunur ve asıl kaynağı bağırsaktır. Gıda maddelerine kirli sulardan veya insanlardan bulaşır. Bulaşık gıdalarla diğer insanlara taşınır. Gıdalarda bulunmasına asla müsaade edilmez (Şahin ve Başoğlu, 2011).

Su kaynaklarındaki bakteriyolojik kirlenme hem sucul ekosistemdeki yaşam hem de insanoğluna varan canlı grubu için çok ciddi tehlikelere neden olabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle bu çalışmada Doğu Karadeniz Havzası'ndaki Giresun ili için son derecede önem arz eden, yöre halkı tarafından içme, kullanma ve sulama suyu gibi amaçlarla kullanılan ve Karadeniz'e deşarj olan Gelevera Deresi'nin bakteriyolojik su kalitesinin mevcut durumunun tespit edilmesi hedeflenmiştir.



BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yalçın ve ark. (1989), Konya il Merkezindeki içme sularının %25’inde koliform bakteri ürediğini tespit etmişlerdir.

Guillemin ve ark. (1991), Batı Afrika’da farklı kuyulardan su örnekleri alarak ısıya toleranslı koliformları tespit edip, %85 oranında *E. coli* bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Alim (1995), Sivas il merkezinde içme sularının bakteriyolojik açıdan değerlendirmesini yapmış ve il merkezinin ilçe merkezine oranla daha az koliform bakteri grubu barındırdığını tespit etmiştir.

Kuşçuoğlu (1997), Tokat il merkezindeki şebeke sularını incelemiş ve %19,45’ünde koliform bakteri bulmuştur. Aynı zamanda araştırmalarında il merkezindeki suların ilçelere göre kirlilik oranının daha az olduğunu tespit etmiştir.

Alkan ve ark. (1999), Bursa Ulubat Gölü’nde yaptıkları çalışmada fekal kirliliğin yüksek ve su kalitesinin 2. ve 3. sınıf kalitede olduğunu, hatta bazı bölgelerde 4. sınıf su kalitesinin tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Albert ve ark. (1999), Bangladeş’de içme sularının yüzünden çocukların hastalandığını, bu sularda rota virüsü ve *E. coli* olduğunu rapor etmişlerdir.

Düzel (1999), Ege Bölgesinin göl sularında enterokok ve koliform grubu bakterileri tespit etmiştir.

Ünlü ve Uslu (1999), Elâzığ Hazar Gölü’nün bakteriyolojik kirlilik açısından araştırıp 1. ve 2. Sınıf Kalite sulara sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Can (2000), Balıkesir’de kuyu sularından örnekler alıp içme suyu olarak kullanılabilirliğini araştırmış ve sonuç olarak Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği’ne uygun olduğunu rapor etmiştir.

Brick ve ark. (2004), Hindistan’ın güneyinde bir kasabada içme suyunun kirliliğini araştırıp kanalların mikrobiyal yönden kirlendiğini tespit etmişlerdir.

Schets ve ark. (2005), Hollanda’da farklı bölgelerden su örnekleri alarak *E. coli* ve fekal indikatör bakterilerle ilgili çalışmalar yapmışlardır. Sonuç olarak tarım arazilerinde ve otlaklardan alınan su örneklerinde mikrobiyal kirlilik rapor edilmiştir.

Acehan (2007), Adana’da toplamış olduğu su numunelerinin bir kısmında bakteriyolojik yönden kirliliğe rastladığını bildirmiştir.

Balcı (2007), Seyhan Baraj Gölü’nde yaptığı çalışma sonucunda ciddi derecede total koliform, fekal koliform ve fekal streptokok sayısının tespit edildiğini ifade etmiştir.

Alemdar ve ark. (2009), Bitlis’teki içme sularını bakteriyolojik kirlilik yönünden inceleyip sularda enterokok, koliform ve *E. coli* olduğunu rapor etmişlerdir.

Hacioglu ve Dulger (2009), Çanakkale Biga Nehri’nden topladıkları su örneklerinin bakteriyolojik açıdan kirli olduğunu ifade etmişlerdir.

Bulut ve ark. (2010), Denizli Karanfillicay Deresi’nde bakteriyolojik kirlilik üzere yaptıkları araştırmada; *E. coli*, toplam aerobik bakteri ve koliform grubu bakterilerin sucul canlıları olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

Altınoluk (2011), Edirne Tunca Nehri’nde yaptığı araştırma sonucunda dışkı kökenli *E. coli* ve fekal koliform bakteri kayıt etmiştir.

Uzun (2012), Riva Deresi'nde mevsimsel olarak bakteriyolojik kirlilik üzerine yapılan çalışmada kurak mevsimde fekal koliform ve streptokok oranlarının çok yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Üçok ve Gürkanlı (2012), Ordu ili sahil sularını inceleyerek koliform grubu bakteri sayısı tayini yapmışlardır. Araştırmacılar 7 istasyon belirleyerek yaptıkları çalışmanın 3 istasyonunda düşük miktarda kolonilere rastladıklarını kayıt etmişlerdir.

Tunçsiper (2017), Kızılca (Karasu) Deresi'nde mikrobiyolojik ve bakteriyolojik yönden araştırma yapmış ve derenin su kalite düzeyinin fekal koliform bakteri yönünden 3. sınıf kalitede olduğunu rapor etmiştir.

Martin ve ark. (2017), Filipinlerin Güney kısmındaki bir koruma alanı içerisinde yer alan akarsuyun dört kolunda fizyolojik ve bakteriyolojik su kalitesi değişkenlerini incelemişler ve sonuç olarak; total koliform ve *E. coli* oranlarının değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Mehel (2017), Giresun Yağlıdere Çayı'nın bakteriyolojik kirlilik düzeyi üzerine yapmış olduğu çalışmada akarsu hattının bakteriyolojik açıdan kirli olduğunu rapor etmiştir.

Eraslan-Akkan (2017), Giresun'da bulunan Harşit Çayı'nın özellikle nehir ağzı ve çöp depolama alanlarına karşılık gelen örnekleme noktalarının bakteriyolojik olarak kirli olduğunu ve Harşit Çayı suyu bakteriyolojik su kalitesinin; yüzme suyu kalitesi ve insan sağlığı kalitesi açısından uygun olmadığını beyan etmiştir.

Aydın (2017), Giresun Boğacık Deresi'nin bakteriyolojik su kalitesi üzerine yapmış olduğu çalışmada akarsu hattının total koliform, fekal koliform ve fekal streptokok ve *E.coli* ile kontamine olduğunu ve sonuç olarak bakteriyolojik açıdan kirliliğin olduğunu rapor etmiştir.

Berihun ve Solomon (2018), Güney Batı Etiyopya Welkite kasabasında su kaynaklı hastalıkların tespiti için total koliform ve fekal koliform bakteri sayısını membran filtrasyon metodu kullanarak incelemişlerdir. Sularda toplam koliform ve sıcaklığa toleranslı koliformların pozitif olduğunu, ayrıca kaynak suyunda bakteriyolojik yönden kirliliğin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Dhawde ve ark. (2018), Hindistan'ın kuraklığa meyilli Satara ve Maharashtra bölgelerindeki suların fekal koliform ve bağırsak enterokoklarını barındırdıklarını özellikle muson yağmurları ile sayılarının maksimum boyutlara ulaştıklarını kayıt etmişlerdir.

Bedada ve ark. (2018), Etiyopya'da yapmış oldukları çalışmada, şişelenmiş içme sularında koliform grubu bakterilere ve hatta fekal indikatör olan *E. coli*'ye rastladıklarını rapor etmişlerdir.

Legesse ve ark. (2018), Etiyopya'da içme suyunun heterotrofik bakteri, total ve sıcaklığa dayalı koliformlar ve *E. coli* sayısının tespitine yönelik yaptıkları araştırmada sonuç olarak; suyun kirlilik oranının standart limitlerin üzerinde olduğunu, ayrıca dışkı kirletici maddelerle kirlendiğini, insan ve hayvan sağlığı için de tehlikeli olduğunu rapor etmişlerdir.

Jeyamaruthy ve ark. (2018), Thenmaradchi Eğitim Bölgesinde yer alan okullardaki öğrencilerin içme suyu kalitesi ve su kalitesi ile ilgili faktörler üzerinde çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak bakteriyolojik parametreler incelendiğinde okulların %15'inde mevcut suların içme amaçlı olarak kullanılabileceğini önermişlerdir.

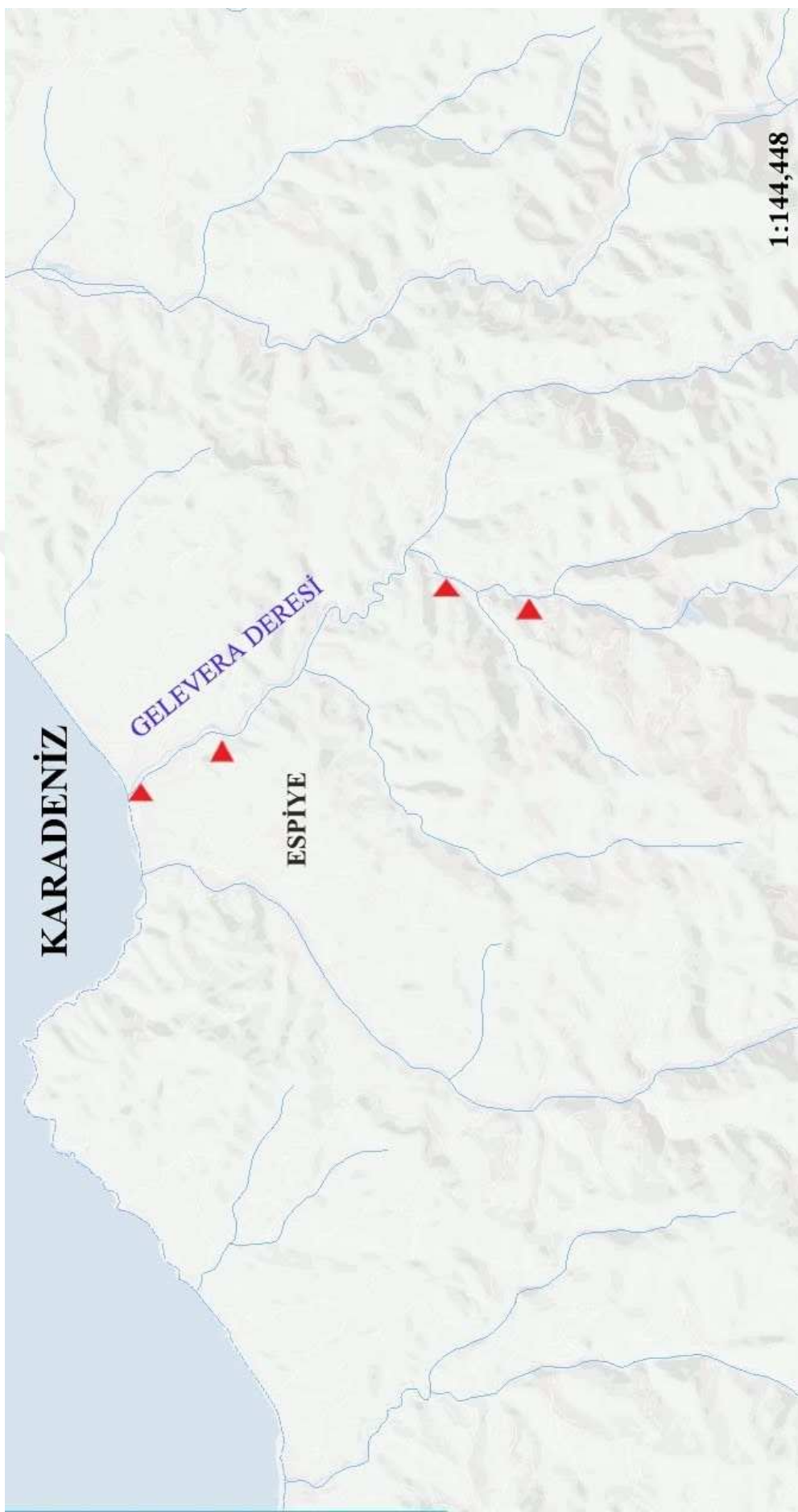
Duressa ve ark. (2019), Etiyopya'da Oromia, Nekemte kentinde yer alan ev musluk sularının %37'sinde fekal koliform grubu bakterilerin tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Karadeniz Bölgesi, Giresun ili sınırları içerisinde yer alan Gelevera Deresi'ndeki bakteriyolojik kirliliğin tespitinin amaçlandığı bu çalışma; Nisan 2017 tarihinde başlamış, aylık örneklemelerle bir yıl sürmüş ve Mart 2018 tarihinde sonlandırılmıştır. Gelevera Deresi havzası doğuda Tirebolu, Güce ve Doğankent ilçeleri, batıda Yağlıdere Çayı havzası, kuzeyde Karadeniz ve güneyde ise Kürtün ile çevrilidir. Gelevera Deresi'nin diğer adı Özlüce Deresi olup Gümüşhane il sınırındaki Balaban Dağları'ndan doğan; Karadona Deresi, Karaovacık Deresi ve Çukur Deresi başta olmak üzere irili ufaklı birçok dere ile beslenmektedir. 80 km'lik uzunluğuna sahip olan Gelevera Deresi eğimin fazla, akışın da hızlı olduğu bir akarsudur. Sapmaz, Ericek ve Direkbükü köylerinden geçerek Giresun ili Espiye ilçesinin doğusundan Karadeniz'e dökülmektedir (Yıldız, 2013).

Bu çalışmada örnekleme noktası olarak; Gelevera Deresi havzasından Karadeniz'e deşarj olan Gelevera Deresi ve bu dereyi besleyen yan kollar seçilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı haritası (Url-1'den düzenlenmiştir)



Şekil 3.2. Örnek toplama noktalarına ait görüntüler

3.2. Yüzey Suyu Numunelerinin Toplanması

Çalışmamızda kullandığımız su numunesi şişeleri cam özellikte ve koyu renkli olup, arazi çalışmalarından önce temizlenip, otoklav ile steril edilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Su örnekleri, akarsu yüzeyinin 20 cm aşağısından steril bir şekilde toplanmış (250 mL) ve yine soğuk zincir muhafaza edilerek 4 saat içerisinde laboratuvara getirilmiştir.

3.3. Sediment Numunelerinin Toplanması

Yüzey sedimenti numuneleri belirlenen istasyonlardan sediment kepçesi ile alınmış ve steril poşetlerde muhafaza edilmiştir. Bu işlem yapılmadan önce sediment kepçesinin tüm yüzeyi %70'lik alkol ile temizlenmiş ve steril saf suyla en az üç defa yıkanmıştır. Laboratuvara soğuk zincir içerisinde getirilerek analiz edilmiştir.

3.4. Su Numunelerinin Analizi

3.4.1. Toplam koliform bakteri sayısı tespiti

Toplam koliform bakteri sayısı laktozlu besiyeri kullanılarak En Muhtemel Sayı (EMS) yöntemi ile tespit edilmiştir. Asit ve gaz oluşmuş tüpler gözlemlenerek EMS tablolarına göre 100 mL’deki toplam koliform bakteri sayısı tespit edilmiştir (APHA, 1992).

3.4.2. Fekal koliform bakteri sayısı tespiti

Toplam koliform bakteri sayısının tespiti için yapılan EMS yönteminde pozitif sonuç gösteren tüplerden EC Broth besiyerine ekim yapılmıştır. Yapılan ekim 45,5°C’de 24 saat bekletildikten sonra durham tüplerinde gaz oluşturan tüpler fekal koliform pozitif olarak değerlendirilmiş ve EMS yöntemine göre 100 mL’deki fekal koliform bakteri sayısı tespit edilmiştir (APHA, 1992).

3.4.3. *E. coli* sayısı tespiti

Yüzey suyu numunelerinde *E. coli* sayısının tespiti için Fluorocult ECD Agar ile 44°C’de 18 saatlik inkübasyon sonucunda floresan ışığa veren kolonilerin sayımı yöntemi kullanılmıştır.

3.4.4. Fekal streptokok bakteri sayısı tespiti

5 mL sodyum azidli besiyerine 1 mL su örneği eklenip 24-48 saat 37 °C’de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda bulanıklık gösteren tüpler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

3.4.5. Su örneklerinde 37 °C bakteri sayısı tespiti

Alınan yüzey suyu numuneleri belli bir oranda steril su ile seyreltilip daha sonra baget yardımıyla Plate Count Agar (PCA)'a yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. 37 °C 24 saat inkübasyon sonrası belirli sayıda koloni bulunduran 2 petrinin sayılarak ortalaması alınmış ve toplam bakteri sayısı tespit edilmiştir.

3.5. Sediment Örneklerinde 37 °C Bakteri Sayısı Tespiti

Steril bir şekilde ve soğuk zincir altında 4 saat içerisinde laboratuvara getirilen sediment örneklerinden 1 gr alınarak 9 mL steril saf suyla homojenizasyon sağlanmıştır. Daha sonra seri sulandırma ile PCA besiyerine paralel ekim yapılmış ve belirlenen süre ve sıcaklıkta inkübasyonu takiben ekim yapılan 2 petrinin sayılarak ortalaması alınmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Bakteriyolojik sayımlar

3.6. Kullanılan Besiyerleri

Araştırma boyunca bakterilerin sayımı için kullanılan besiyerleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanılan besiyerleri

Besiyeri Adı	Kullanım Amacı
Plate Count Agar (PCA, Merck)	Su ve sediment numunelerinde toplam aerobik mikroorganizma sayısını tespit etmek için
Lauryl Sulfate Tryptose (LST, Merck)	Koliform grubu bakterilerin sayımı için
EC Broth (Merck)	Fekal Koliform grubu bakterilerin sayımı için
Fluorocult ECD Agar (Merck)	<i>E. coli</i> sayımı için
Eosin Methylene-Blue Agar (EMB, Merck)	<i>E. coli</i> sayımının doğrulanması için
Nutrient Agar (Merck)	Su ve sediment numunelerinde toplam aerobik mikroorganizma sayısını tespit etmek için
Azide Dextrose Broth (Merck)	Fekal streptokok bakteri sayımı için

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

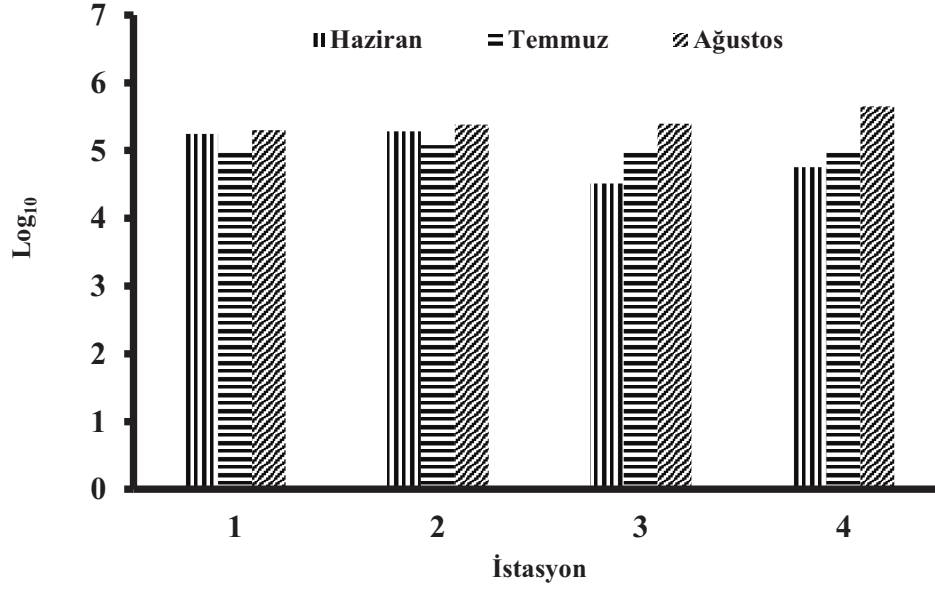
4.1. Yaz Mevsimi Analizleri

Haziran ayı su numunelerinde total koliform bakteri sayısı 240->1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 240->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 240-240> EMS/100 mL olarak saptanmıştır. *E. coli* sayısındaki değişim 15-37 kob/mL olarak tespit edilmiştir. Temmuz ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 1100->1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 240->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 4 istasyonda da 23 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısı 23-135 kob/mL arasında bir değişim göstermiştir. Ağustos ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 4 istasyonda da >1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı >240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 240-240> EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 97-203 kob/mL arasındadır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Yaz mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları

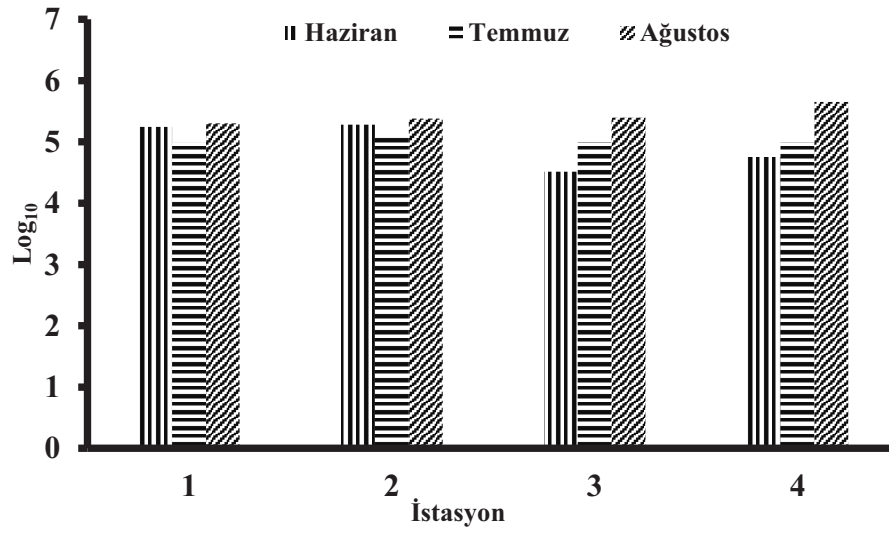
Aylar	İstasyon	Toplam Koliform	EMS/100 mL Fekal Koliform	Fekal Streptokok	kob/mL <i>E. coli</i>
Haziran	1	240	240	240	15
	2	460	>240	240	17
	3	460	>240	>240	37
	4	>1100	>240	240	37
Temmuz	1	1100	240	23	103
	2	>1100	>240	23	23
	3	1100	>240	23	37
	4	>1100	>240	23	135
Ağustos	1	>1100	>240	>240	97
	2	>1100	>240	>240	173
	3	>1100	>240	240	153
	4	>1100	>240	240	203

37 °C’de suda bulunan bakteri sayısı Haziran ayında 3×10^3 ile $1,6 \times 10^5$ kob/mL arasında değişiklik gösterirken, Temmuz ayında $2,9 \times 10^3$ ile 3×10^5 kob/mL arasında, Ağustos ayında ise $9,7 \times 10^3$ ile $5,5 \times 10^5$ kob/mL değerleri arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Yaz mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

Sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı ise Haziran ayında $32,5 \times 10^3$ ile $19,2 \times 10^4$ kob/mL arasında değişkenlik gösterirken, Temmuz ayında $9,6 \times 10^4$ ile $1,2 \times 10^5$ kob/mL arasında, Ağustos ayında ise 2×10^5 ile $4,5 \times 10^5$ kob/mL değerleri arasındadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Yaz mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

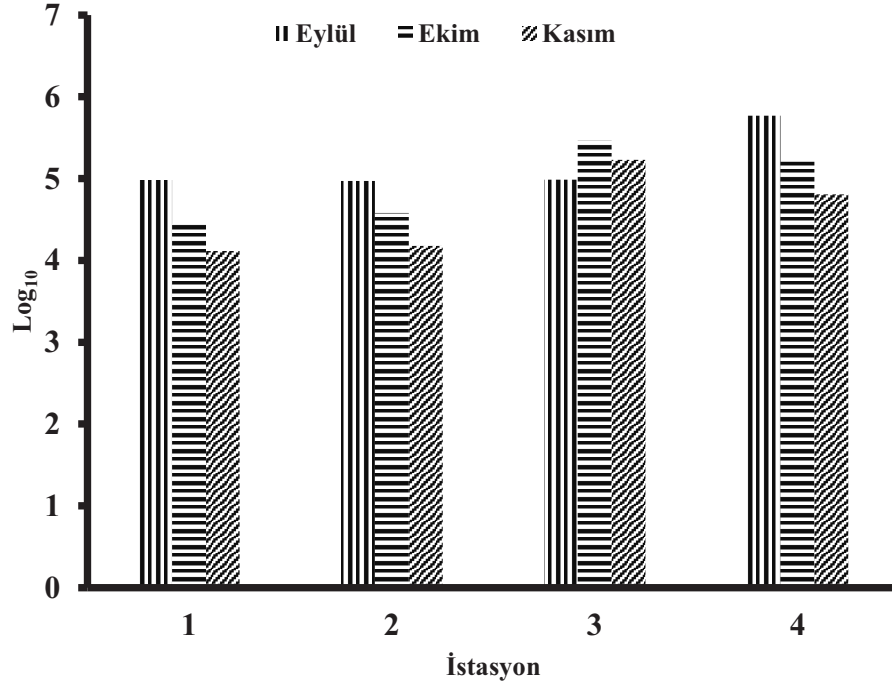
4.2. Sonbahar Mevsimi Analizleri

Eylül ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 460->1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 240->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 0-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim ise 7-125 kob/mL'dir. Ekim ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 240-1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 19->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 23-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 3-125 kob/mL'dir. Kasım ayı su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı 240-460 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı da 23->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda 23 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim ise 0-120 kob/mL'dir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Sonbahar mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları

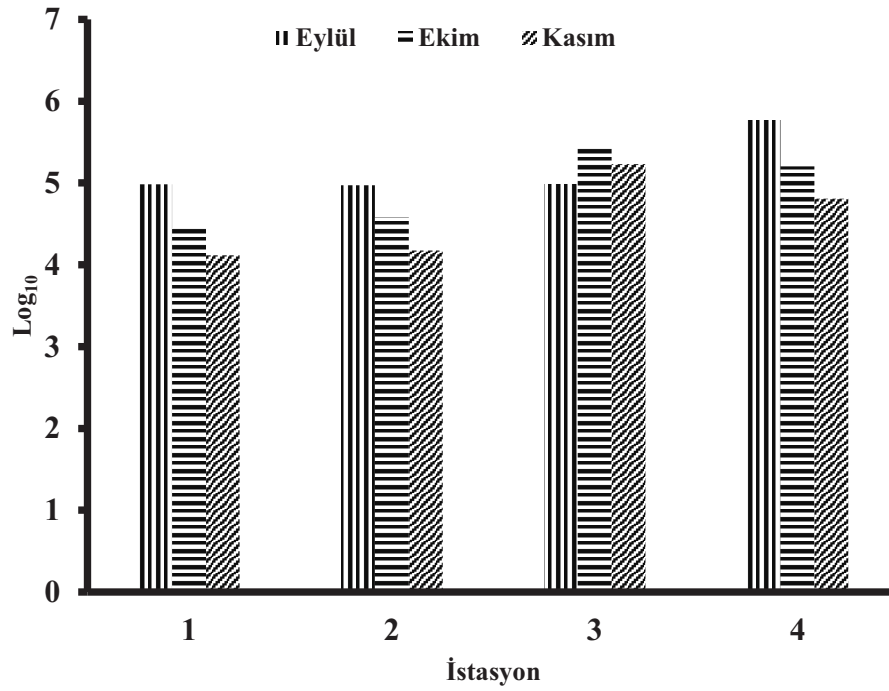
Aylar	İstasyon	Toplam Koliform	EMS/100 mL Fekal Koliform	Fekal Streptokok	kob/mL <i>E. coli</i>
Eylül	1	460	240	0	7
	2	460	>240	23	58
	3	460	>240	240	70
	4	>1100	>240	240	125
Ekim	1	240	19	240	3
	2	1100	95	23	51
	3	460	240	>240	20
	4	1100	>240	23	125
Kasım	1	240	23	23	0
	2	460	95	23	75
	3	460	240	23	10
	4	460	>240	23	120

37 °C’de suda bulunan bakteri sayısı Eylül ayında $5,6 \times 10^3$ ile $1,5 \times 10^4$ kob/mL arasında değişiklik gösterirken, Ekim ayında 1×10^3 ile $5,4 \times 10^3$ kob/mL arasında, Kasım ayında ise 8×10^2 ile 9×10^2 kob/mL değerleri arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Sonbahar mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

Sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı ise Eylül ayında $9,4 \times 10^4$ ile 59×10^4 kob/mL arasında değişkenlik gösterirken, Ekim ayında $2,8 \times 10^4$ ile 29×10^4 kob/mL arasında, Kasım ayında ise $1,3 \times 10^4$ ile 17×10^4 kob/mL değerleri arasındadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sonbahar mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

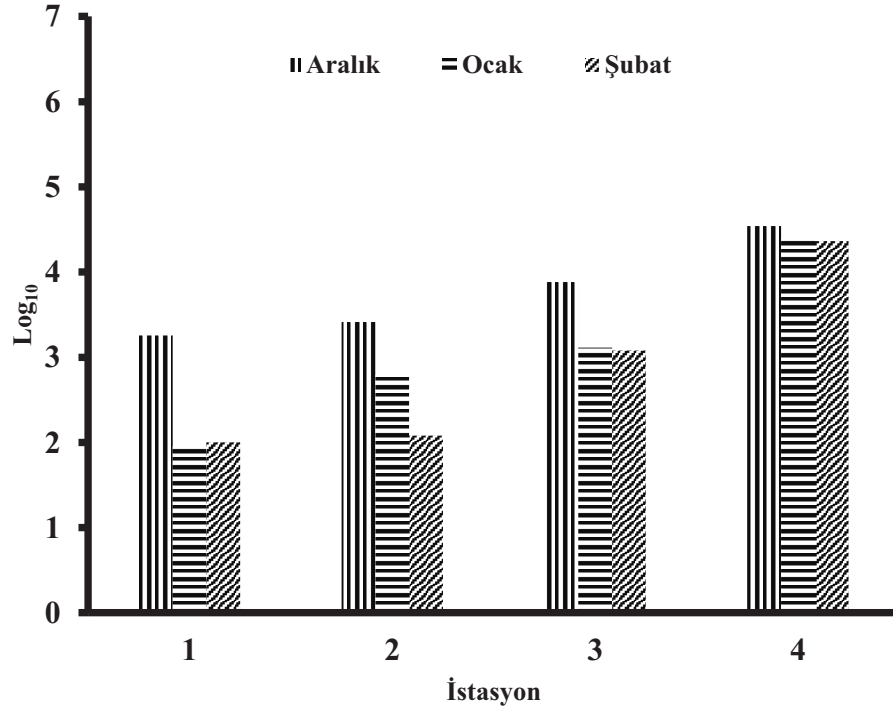
4.3. Kış Mevsimi Analizleri

Aralık ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 93-240 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 9-240> EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda 23 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 0-20 kob/mL'dir. Ocak ayı su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı 23->1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 9-240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 23-240> EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 0-20 kob/mL'dir. Şubat ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 23-240 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 9-95 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 23-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* ise hiçbir istasyonda tespit edilememiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kış mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları

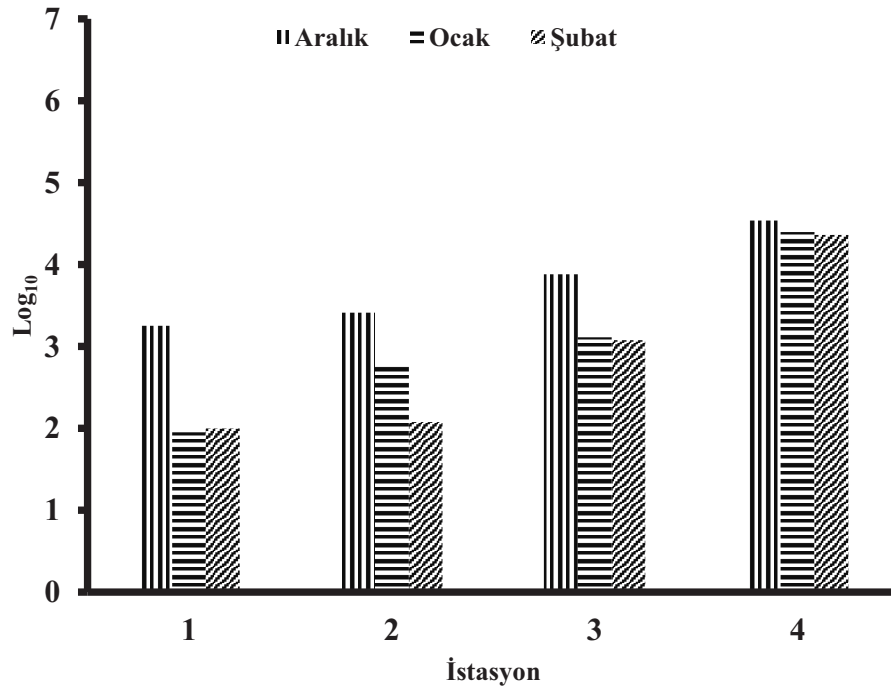
Aylar	İstasyon	EMS/100 mL			kob/mL <i>E. coli</i>
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	Fekal Streptokok	
Aralık	1	93	9	23	0
	2	240	19	23	6
	3	240	23	23	3
	4	240	240	23	20
Ocak	1	23	9	240	0
	2	240	23	>240	0
	3	240	23	23	0
	4	>1100	240	240	20
Şubat	1	23	9	23	0
	2	23	23	240	0
	3	23	95	23	0
	4	240	95	23	0

37 °C’de suda bulunan bakteri sayısı Aralık ayında $6,5 \times 10^2$ ile $1,3 \times 10^3$ kob/mL arasında değişiklik gösterirken, Ocak ayında $1,5 \times 10^2$ ile $2,9 \times 10^2$ kob/mL arasında, Şubat ayında ise 1×10^2 ile 2×10^2 kob/mL değerleri arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Kış mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

Sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı ise Aralık ayında $1,8 \times 10^3$ ile $34,5 \times 10^3$ kob/mL arasında değişkenlik gösterirken, Ocak ayında 9×10^1 ile 25×10^3 kob/mL arasında, Şubat ayında ise 1×10^2 ile $2,3 \times 10^4$ kob/mL değerleri arasındadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kış mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

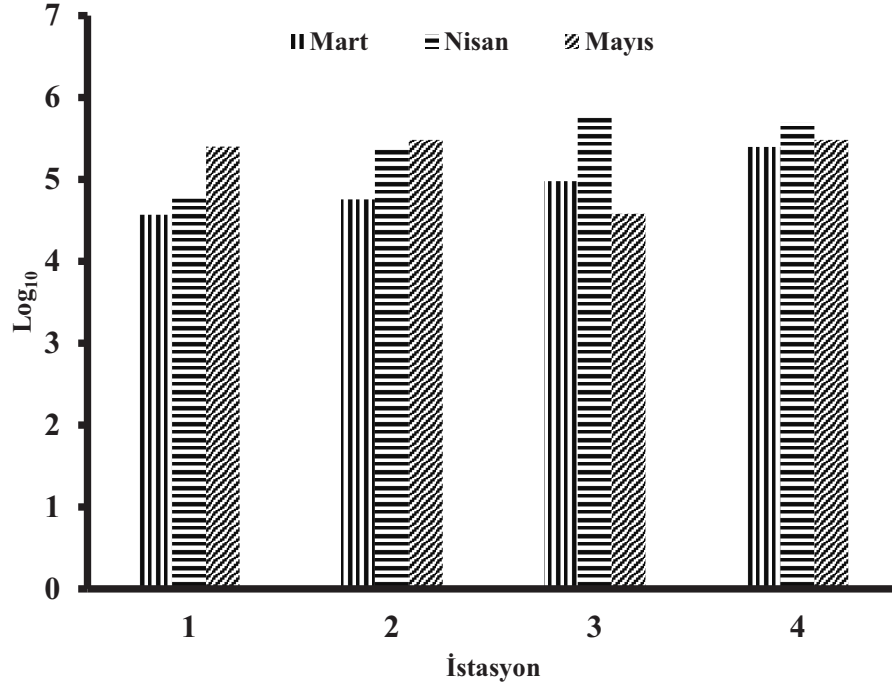
4.4. İlkbahar Mevsimi Analizleri

Mart ayı su numunelerinde toplam koliform bakteri sayısı 90-1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 95- >240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı tüm istasyonlarda da 23 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 10-25 kob/mL'dir. Nisan ayı su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı 240-1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 95->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 0-95 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 15-30 kob/mL'dir. Mayıs ayı su örneklerinde toplam koliform bakteri sayısı 240-1100 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 240->240 EMS/100 mL, fekal streptokok bakteri sayısı 23-240 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. *E. coli* sayısındaki değişim 20-50 kob/mL olarak kayıt edilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. İlkbahar mevsiminde aylara göre bakteriyolojik sayım sonuçları

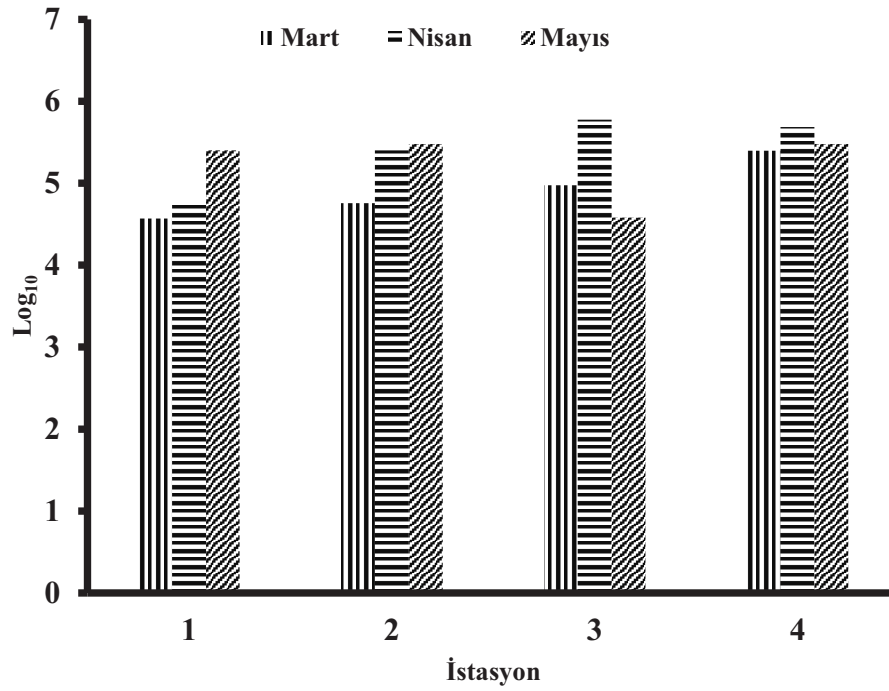
Aylar	İstasyon	Toplam Koliform	EMS/100 mL Fekal Koliform	Fekal Streptokok	kob/mL <i>E. coli</i>
Mart	1	90	95	23	10
	2	460	240	23	10
	3	1100	>240	23	20
	4	1100	>240	23	25
Nisan	1	240	95	23	15
	2	460	240	0	15
	3	240	>240	95	25
	4	1100	>240	0	30
Mayıs	1	240	240	240	20
	2	460	>240	240	30
	3	460	>240	23	35
	4	1100	>240	23	50

37 °C’de suda bulunan bakteri sayısı Mart ayında $2,4 \times 10^2$ ile $5,5 \times 10^3$ kob/mL arasında değişiklik gösterirken, Nisan ayında 2×10^3 ile $6,5 \times 10^3$ kob/mL arasında, Mayıs ayında ise $2,6 \times 10^3$ ile $6,6 \times 10^3$ kob/mL değerleri arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. İlkbahar mevsimi aylarında suda 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

Sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı ise Mart ayında $3,7 \times 10^4$ ile $24,9 \times 10^4$ kob/mL arasında değişkenlik gösterirken, Nisan ayında $5,8 \times 10^4$ ile $59,8 \times 10^4$ kob/mL arasında, Mayıs ayında ise $3,8 \times 10^4$ ile $30,2 \times 10^4$ kob/mL değerleri arasındadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. İlkbahar mevsimi aylarında sedimentte 37 °C’de bulunan bakteri sayısı

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Giresun ilinin Espiye ilçesinden Karadeniz’e deşarj olan Gelevera Deresi’ndeki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin tespitine yönelik yapılan bu ilk çalışma ile 12 ay boyunca toplanan toplam 48 yüzey suyu numunesinin TK, FK ve FS bulunma oranları sırasıyla %100, %100 ve %93,75 olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince hemen hemen her mevsimde *E. coli* ile birlikte floradaki diğer bakterilerin de yüksek oranda ürediğı gözlemlenmiştir. Bütün mevsimlere bakıldığında kış dahi olmak üzere toplam koliform bakteri sayısı 1100 EMS/100 mL ulaşmış hatta bazı aylarda bu oran >1100 EMS/100 mL olarak tespit edilmiştir. Nisan ve Şubat aylarında yapmış olduğumuz analizlerde bu değerlerde düşüş görülmüştür. Ayrıca Şubat ve Mayıs ayları dışında her ayda istasyonların tamamında fekal koliform bakteri sayısının 240 EMS/100 mL olduğu tespit edilmiştir. Fekal streptokok bakteri sayısının ise 0->240 EMS/100 mL aralığındaki değişimi kayıt edilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) ve insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğe göre değerlendirilen çalışmamızda mevsimsel olarak araştırma yaptığımız bulguların verilen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Bakteriyolojik kalite göstergeleri

	İTASHY, 2013	WHO, 2017
<i>E. coli</i>	0/250 mL	0
Enterokok	0/250 mL	
Koliform bakteri	0/250 mL	0
Fekal Koliform bakteri		0
37 °C’de koloni sayımı	5/mL*	

* Kaynaktan alınan numunede maksimum

Alkan ve ark. (1999), Uluabat Gölü (Bolu)'nde yapmış olduğu çalışmada fekal koliform sayısının ortalama değerini 3800 kob/100 mL (400 kob/100 mL-14700 kob/100 mL) olarak ifade etmişlerdir. Uluabat Gölü'nün doğu kısmının (Gölyazı, Akçalar) 7 farklı noktasından alınan örneklerde, toplam koliform sayısı ortalama 16700/100 mL (700/100 mL-71000/100 mL) olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak Uluabat Gölü'nün toplam koliform bakteri yönünden değerlendirmesini IV. Sınıf Kalite su olarak tespit edip, gölün balıklar için yaşam standartlarına uygun olmadığını, sulama ve içme suyu olarak kullanılamayacağını ve kullanımının tehlike arz ettiğini rapor etmişlerdir.

Kayembe ve ark. (2018), Kongo Demokratik Cumhuriyet'inin Kinshasa Bölgesi'nde içme suyu olarak kullanılan iki kuyuda *E. coli* değerlerini $18,6 \times 10^5$ ve $4,9 \times 10^5$ kob/100 mL arasında, enterokok değerlerini ise $7,4 \times 10^4$ ile $2,7 \times 10^4$ kob/100 mL arasında bulmuşlardır. Sonuç olarak bu çalışmada yetersiz temizlik nedeniyle yeraltı ve rekreasyon suyunda yüksek miktarda dışkı tespit edildiği için kuyuların içme suyu olarak kullanılamayacağı ifade edilmiştir.

Kimiran (2002), İstanbul'un Avrupa yakasında yer alan Ayamama Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama bakteri sayılarını TK: 34×10^3 kob/100 mL, FK: 97×10^2 kob/100 mL ve FS: 14×10^4 kob/100 mL olarak belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı yaz aylarında yoğun bir şekilde fekal indikatör bakteri tespit etmiş olup, Ayamama Deresi'nin sucul canlıların yaşamları için uygun bir ortam olmadığını tespit etmiştir.

Kireççi ve ark. (2006), Kars ve Sarıkamış askeri birliklerinin içme ve kullanma suları üzerine yapmış oldukları çalışmada topladıkları 1469 adet su numunesinin % 30'undan *E. coli* izole etmişler ve içme sularındaki *E. coli* varlığının su kaynaklı enfeksiyonlara yol açabileceğini ifade etmişlerdir.

Ugbaja ve Ephraim (2019), Nijerya'nın Oban Massif Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada yağışlı dönemde fekal koliform bakteri sayısını 14-23/100 mL, kurak dönemde 31-250/100 mL olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar toplam koliform bakteri sayısının ise yağışlı periyotta 25 ile 56/100 mL ve kuru periyotta 53 ile 250/100 mL aralığında

değiştiğini tespit edip, sonuç olarak yörede bakteriyolojik kirlilik oranının yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Toroğlu ve ark. (2006), Aksu Çayı (Kahramanmaraş) ve kollarında toplam koliform bakteri ve fekal koliform bakteri sayısını 460 ve >1100 EMS/100 mL olarak tespit etmişler, aynı çalışmada toplam aerob bakteri sayısının 1×10^3 - 1×10^7 kob/mL aralığında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak, insan kaynaklı bakteriyel kirliliğin yoğun olduğunu tespit etmişlerdir.

Yıldız ve Değirmenci (2012), Sivas 4 Eylül Barajı ve bu baraja bağlı olan; Kolluca Deresi, Dörtpınar Deresi, Eskiköy Deresi, Soğuk Çermik Deresi ve diğer derelerin koliform bakteri sayısını >23 ile >240 EMS/100 mL arasında tespit etmiştir.

Ekici ve ark. (2010), Van ve çevresinde birçok kaynaktan aldıkları su numunelerinin 2'sinde koliform grubu bakterilerle *E. coli* ve 176 şehir şebeke suyunun 24'ünde koliform grubu bakteriler ve 18'inde ise koliform grubu bakteriler ile *E. coli* olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar toplanan su örneklerinin %13,6'sının koliform ve %18,5'inin *E. coli* içerdiğini belirtmişlerdir.

Koloren ve ark. (2011), Gaga Gölü (Ordu)'nde yaptıkları çalışmada, toplam koliform bakteri sayısını yüzey sularında >1000 kob/100 mL, 5 m derinlikte >1000 kob/100 mL olarak, fekal koliform bakteri sayısını ise yüzey sularında >11 ve <26 kob/100 mL, 5 m derinlikte >8 ve <24 kob/100 mL olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada fekal streptokok bakteri sayılarının yüzey sularında >2 ve <20 kob/100 mL, 5m derinlikte ise >1 ve <13 kob/100 mL arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Stanley ve Alali (2018), Ogoloma-Okrika Nehri (Nijerya)'nde yaptıkları çalışmada, toplam heterotrofik bakteri sayısı $7,0 \times 10^4$ - $9,95 \times 10^5$ kob/mL arasında, total koliform bakteri sayısı 20-210 EMS/100 mL, fekal koliform bakteri sayısı 6-53 EMS/100 mL ve toplam *Vibrio* sayısı 4×10^3 - $1,78 \times 10^5$ kob/mL aralığında tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, sonuç olarak bu nehirde yüksek düzeyde dışkı kirliliği işaretinin

bulunduğunu tespit ettiklerini ve izlenen parametrelerin çoğunun güvenli su için gereken standartlardan önemli ölçüde yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Bulut ve ark. (2016), Eğirdir Gölü (Isparta)'nda yapmış oldukları çalışmada toplam koliform sayısının 0 ile 34 aralığında farklılık gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca toplam koliform bakteri sayısının en yüksek 7. istasyon, en düşük ise 2. İstasyonda tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Mevsimsel olarak toplam koliform bakteri sayısının kış ve ilkbahar mevsiminde daha düşük, yaz ve sonbahar mevsiminde daha yüksek olduğu, fekal koliform bakterinin yaz mevsiminde 4. istasyonda, sonbahar mevsiminde 7. ve 9. istasyonda görüldüğü ve bu istasyonlar dışında kalan istasyonlarda ise fekal koliform grubu bakterilerin gözlemlenmediği araştırmacılar tarafından kayıt edilmiştir.

Eğirdir Gölü (Isparta)'nda gerçekleştirilen diğer bir çalışmada Diler ve ark. (1997), toplam heterotrofik bakteri sayısının $2-18,5 \times 10^2$ kob/mL arasında değişiklik gösterdiğini ve bakteri sayısındaki değişimin mevsimlere bağlı olduğunu beyan etmişlerdir. Araştırmacılar toplam koliform bakteri sayısının $2-18 \times 10^2$ kob/mL aralığında değiştiğini ve yağışın görülmediği sıcak aylarda ise bu sayının arttığını ifade etmişlerdir.

Gemci ve ark. (2016), Ayvalı yüzey suyu, Karasu ve Pınarbaşı kaynak sularının klor bulunma miktarı 0,5 ppm olduğu için koliform bakteri gözlemleyemediklerini belirtmişlerdir. Yine, Kireççi ve ark. (2017), önceki çalışmanın aksine Kahramanmaraş ilinde yaptıkları araştırmada, farklı su kaynaklarından alınan numunelerde, üreyen bakterilerin %79'unun *E. coli* olduğunu tespit etmişlerdir.

Pineda-Mora ve ark. (2018), Meksika'da Tres Palos kıyı gölünün en büyük kolu olan Rio De La Sabana havzasındaki akarsuyun total koliform bakteri sayısı aralığını kuru periyotta 6,456-354,813 EMS/mL ve yağmurlu periyotta 1,7-81,3 EMS/mL olarak, fekal koliform bakteri sayısı aralığını ise kuru periyotta 6,456-588,843 EMS/mL ve yağmurlu periyotta 0,9-51,3 EMS/mL olarak rapor etmişlerdir.

Giresun il sınırları içerisinde, önemli tatlısu kaynaklarından biri olan Yağlıdere Çayı'nın bakteriyolojik su kalitesi üzerine yapılmış olan çalışma sonuçları irdelendiğinde; literatürdeki birçok çalışmada olduğu gibi özellikle sıcak mevsim aylarında Yağlıdere Çayı'nın da bakteriyolojik kirlilik seviyesinin arttığı belirlenmiştir. Fekal koliform ve fekal streptokok grubu bakteri üyeleri ile *E. coli*'yi yılın neredeyse her ayında çalışma istasyonlarında saptayan araştırmacı bunun nedeni olarak akarsu hattının yoğun bir şekilde kanalizasyon türevi atıklara maruz kaldığını belirtmektedir. Ayrıca Yağlıdere Çayı'nın Yağlıdere ilçesi merkezine karşılık gelen alanlarında; çok fazla evsel atığa, kanalizasyon atığına ve mezbaha atığına rastlanıldığını rapor etmiştir. Araştırmacı akarsu hattının su ve sediment florasındaki bakteri sayısını dikkate alıp; akarsuyun organik yükünün fazla olduğunu ve bu durumun Karadeniz ekosistemi için risk oluşturduğunu beyanları arasında ifade etmiştir (Mehel, 2017).

Giresun ilinin merkez ilçe sınırları içerisinde bulunan Boğacık Deresi'nin ilk defa bakteriyolojik su kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada; 12 ay boyunca toplanan 60 su örneğinin TK, FK, *E. coli* ve FS bulunma oranları sırasıyla %98,33, %91,67, %83,33 ve %96,67 olarak saptanmıştır. Çalışma boyunca, kış mevsimi haricinde diğer mevsimlerde bakteriyolojik kirliliğin yüksek oranda olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacı özellikle yaz mevsiminde 1, 2 ve 3 numaralı istasyonlarda toplam koliform bakteri sayısının >1100 EMS/100 mL olduğunu, fekal streptokok bakteri sayısının tüm çalışma boyunca 9->240 EMS/100 mL değerleri arasında değiştiğini ve fekal koliform bakteri sayısının ise tüm mevsim boyunca her istasyonda >240 EMS/100 mL olarak tespit etmiştir. Araştırmacı sonuç olarak Boğacık Deresi'nin yoğun bir şekilde evsel ve sanayi atıklarına maruz kaldığını rapor etmiştir (Aydın, 2017).

Eraslan-Akkan (2017) tarafından Harşit Çayı (Giresun)'nda yapılan çalışmada bakteriyolojik su numunelerinin analizinde; yıl boyunca örnekler alınan istasyonlarda kirlenmenin olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacı, özellikle Doğankent ilçe yerleşkesinin çıkışında yer alan 2 nolu istasyonda, 1 nolu istasyona göre daha yüksek bakteriyolojik kirliliğin olduğunu tespit etmiştir. İlaveten, Giresun il sınırlarına denk

gelen akarsu yükünün de bakteriyolojik yönden kirlilik unsuru taşıdığını çalışma sonuçlarında beyan etmiştir. Araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde; bakteriyolojik kirliliğin yaz ve sonbaharda ilkbahar mevsimine göre daha yüksek olduğu, kış aylarında sıcaklığın azalmasıyla birlikte azalış gösterdiği ifade edilmiştir. Yine çalışma bulgularında Tirebolu ilçe merkezine karşılık gelen 6 ve 7 nolu örnekleme istasyonlarındaki bakteriyolojik kirlilik yükünün diğer istasyonlara oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada bakteriyolojik sayım sonuçları irdelendiğinde; yaz mevsimi aylarında TK değerlerinin 75->1100 kob/100 mL, FK değerlerinin 23->240 kob/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0->240 kob/100 mL ve FS değerlerinin 23->240 kob/100 mL aralığında seyrettiği, sonbahar mevsimi aylarında TK değerlerinin 7,4->1100 kob/100 mL, FK değerlerinin 9->240 kob/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0->120 kob/100 mL ve FS değerlerinin 0->240 kob/100 mL aralığında değişiklik gösterdiği, kış mevsimi aylarında TK değerlerinin 0-460 kob/100 mL, FK değerlerinin 0-240 kob/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0-120 kob/100 mL ve FS değerlerinin 0-23 kob/100 mL aralığında değiştiği ve ilkbahar mevsimi aylarında ise TK değerlerinin 20->1100 kob/100 mL, FK değerlerinin 9->240 kob/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0->240 kob/100 mL ve FS değerlerinin 0->240 kob/100 mL aralığında seyrettiği rapor edilmiştir. 37 °C'deki bakteri sayısı incelendiğinde mevsimsel sıralamanın sonbahar>yaz>ilkbahar>kış olduğu, ilçe merkezine karşılık gelen 6 ve 7 nolu istasyonlarda diğer istasyonlara göre bakteri sayısının çok daha fazla olduğu da ifade edilmiştir.

Mevcut araştırma bulgularımıza göre Gelevera Deresi yüzey suyu örneklerinden gerçekleştirilen çalışma sonuçlarımıza göre bakteriyolojik kirliliğin var olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ilçe merkezi ve Karadeniz'e deşarj noktasına denk gelen 4 nolu istasyonda kirliliğin çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Espiye ilçe sınırlarına denk gelen akarsu yükünün ilave kirletici unsurları da taşıdığı gözlemlenmiştir. Sonuçları incelediğimizde bakteriyolojik kirliliğin yaz ve ilkbahar mevsiminde daha yüksek olduğu, kış ve sonbahar mevsiminde ise daha az miktarda olduğu tespit edilmiştir. Bakteri sayılarındaki değişim; yaz mevsimi aylarında TK bakteri sayısı değerlerinin 240->1100 EMS/100 mL, FK bakteri sayısı değerlerinin 240->240 EMS/100 mL, *E. coli* değerlerinin 15-203 kob/100 mL ve FS bakteri sayısı

değerlerinin 23-240> EMS/100 mL olduğu, sonbahar mevsimi aylarında TK bakteri sayısı değerlerinin 240->1100 EMS/100 mL, FK bakteri sayısı değerlerinin 19->240 EMS/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0-125 kob/mL ve FS bakteri sayısı değerlerinin 0-240> EMS/100 mL aralıklarında, kış mevsimi aylarında TK bakteri sayısı değerlerinin 23->1100 EMS/100 mL, FK bakteri sayısı değerlerinin 9-240 EMS/100 mL, *E. coli* değerlerinin 0-20 kob/mL ve FS bakteri sayısı değerlerinin 23-240> EMS/100 mL son olarak da ilkbahar mevsimi aylarında TK bakteri sayısı değerlerinin 90-1100 EMS/100 mL, FK bakteri sayısı değerlerinin 95->240 EMS/100 mL, *E. coli* değerlerinin 10-50 kob/mL ve FS bakteri sayısı değerlerinin 0-240 EMS/100 mL aralığında değiştiği tespit edilmiştir. 37 °C’de su numunelerindeki bakteri sayılarında mevsimsel olarak değişim sırasıyla; yaz mevsiminde $2,9 \times 10^3$ ile $5,5 \times 10^5$ kob/mL aralığında, sonbahar mevsiminde 8×10^2 ile $1,5 \times 10^4$ kob/mL aralığında, kış mevsiminde 1×10^2 ile $1,3 \times 10^3$ kob/mL aralığında ve ilkbahar mevsiminde $2,4 \times 10^2$ ile $6,6 \times 10^3$ kob/mL aralığında bulunmuştur. Sediment örneklerindeki mevsimsel olarak bakteri sayıları ise sırasıyla; yaz mevsiminde $32,5 \times 10^3$ ile $4,5 \times 10^5$ kob/mL aralığında, sonbahar mevsiminde $1,3 \times 10^4$ ile 59×10^4 kob/mL, kış mevsiminde 9×10^1 ile $2,3 \times 10^4$ kob/mL aralığında ve ilkbahar mevsiminde $3,7 \times 10^4$ ile $59,8 \times 10^4$ kob/mL değerleri aralığında değişim gösterdiği kayıt edilmiştir. İstasyonların tümünü incelediğimizde 37 °C’deki bakteri sayısının mevsimsel olarak sıralamasının yaz>ilkbahar>sonbahar>kış olduğu rapor edilmiştir. Literatür ile mevcut araştırma sonuçlarımız mukayese edildiği zaman; gerek ülke genelinde gerekse de küresel alanda gerçekleştirilen çalışmalarda olduğu gibi sıcak mevsim aylarında akarsu hatlarında bakteriyolojik kirlenmenin arttığı, özellikle kanalizasyon ve evsel katı atıkların bu kirlenmede büyük rol oynadığı bizim çalışma sonuçlarımızla da pekiştirilmiştir. Benzer şekilde, Giresun ilinde gerçekleştirilen çalışmalarda ortak nokta olarak Karadeniz ekosistemine fazladan organik yükün deşarj edildiği ve bu durumun da ciddi risk taşıdığı çıkarımı, Gelevera Deresi’nde yapmış olduğumuz araştırma bulgularıyla da teyit edilmiştir. Yine tüm çalışmaların ortak noktası olarak yerleşim yeri merkezlerinin akarsu hatlarındaki bakteriyolojik kirlenmeye doğrudan katkı yaptığı bulgusu mevcut çalışmamızda da tespit edilmiştir.

Sonuç olarak Doğu Karadeniz Havzası'nın en önemli tatlısu kaynaklarından biri olan Gelevera Deresi'nin akarsu ana hattı ve bazı yan kollarında gerçekleştirilen bu çalışma bulgularına göre, Gelevera Deresi'nin bakteriyolojik açıdan hijyen sorunu taşıdığını söyleyebilmekteyiz. Ayrıca, Doğu Karadeniz Havzası'nda yer alan Gelevera Deresi'ni besleyen birçok yan kol ve akarsu ana hattının yoğun antropojenik faaliyet kaynaklı (HES, çöp depolama ve dere yatağına kanalizasyon deşarjı) tahribata maruz kaldığı da gözlemlenmiştir. Yine çalışma boyunca akarsu hattında yoğun kıyısal erozyon gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, Karadeniz'e deşarj olan Gelevera Deresi'ndeki tahribatın önlenmesi için gerekli yasal tedbirlerin ivedilikle alınması, aksi halde mevcut durumun ciddi tehdit oluşturabileceği ön görülmektedir. Özellikle sucul kütledeki bakteriyolojik yükün fazla olması ve *E. coli* gibi fekal kontaminantın tespiti hem Gelevera Deresi hem de deşarj olduğu Karadeniz ekosistemi için ciddi bir tehdit unsuru olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acehan, G. 2007. İçme suların mikrobiyolojik kirlenme potansiyelinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akar, S. 2009. İzmir İç Körfezi'nde, kıyı sularında ve kara midyelerde (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) fekal koliform bakterilerin izlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akdur, R. 2005. Avrupa Birliği ve Türkiye'de Çevre Koruma Politikaları Türkiye'nin Avrupa Birliğine Uyumu. ATAUM Araştırma dizisi No:23, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Akman, M. 1961. Su, Süt ve Türevlerinin Rutin Bakteriyolojik Muayenesi, SSYB. Refik Saydam Hıfzısıhha Enst. Yayın No: 24. Ege Matbaası, Ankara.
- Aksu, H., Vural, A. 2004. İçme Suyu Kaynaklı Mikrobiyolojik Risklerin Değerlendirilmesi. Sempozyum, İstanbul ve Su. İstanbul, 33-44.
- Albert, M.J., Faruque, A.S.G., Faruque, S.M., Sack, R.B., Mahalanabis, D., 1999. Case Control Study of Enteropathogens Associated with Childhood Diarrhoea in Dhaka. Bangladesh. Journal of Clinical Microbiology, 37(11):3458-346.
- Alemdar S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alişarlı, M. 2009. Bitlis İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji Dergisi, 19(73):29-38.
- Alim, A. 1995. Sivas il ve ilçe merkezlerinde içme sularının bakteriyolojik analizi. Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Alkan U., Çalışkan, S., Mescioğlu, Ü. 1999. Ulubat Gölünün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi, Ekoloji Çevre Dergisi, 9(33):3-5.
- Alkan, A., Serdar, S., Fidan, D. 2008. Kirlilik ve Karadeniz, SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni, 8-1.
- Altınoluk, P. 2011. Tunca Nehri'nin Bakteriyolojik özellikleri ve fizikokimyasal faktörlerle ilişkisinin belirlenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim, 1999a. Türkiye'de İçme Suyu Sektörü, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası Yayın No:56.
- Anonim, 1999b. İçme suyu Kaynağı Olarak Eğirdir Gölü'nün Korunması projesi Final Raporu, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Alıcı Ortamları Koruma Dairesi Başkanlığı, Çevre Bakanlığı, Ankara.

- Anonim, 2005. İnsanî tüketim için istenilen su (water intended for human consumption). TS 266.
- APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. APHA, Washington, DC.
- Arda, M. 2000. Temel mikrobiyoloji. 2. Baskı, Ankara, Medisan Yayınevi.
- Aydın, A. 2017. Boğacık deresi (Giresun)'nin bakteriyolojik yönden incelenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- 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.
- Barr, J., Grego, S., Hassan, E., Niasse, M., Rast, W., Talafre, J. 2012. Regional challenges, global impacts, in Managing Water under Uncertainty and Risk, UN World Water Development Report 4, Bölüm 7.
- Bedada, T.L., Dera, F.A., Edicho, R.M., Gebre, S.G., Asefa, Y.B., Sima, W.G., Maheder, R.F., Negassi, T.Y., Biegna, A.G. 2018. Mycological and Bacteriological Quality and Safety of Bottled Water in Ethiopia. The Open Microbiology Journal, 12,200-208.
- Benjamin, C.L., Garman, G.R., Funston, J.H. 1997. Human Biology. WCB/Mc Graw-Hill Companies. New York.
- Berihun, D., Solomon, Y. 2018. Evaluation of bacteriological and physicochemical quality of water supply systems in Welkite Town, Southwest-Ethiopia. International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, 10(2):17-23.
- Bitton, G. 2005. Waste Water Microbiology, 3th ed, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 10-471-65071-4.
- Boyd, C.E., Daniels, H.V. 1987. Performance of Surface Aerators in Saline Pond Water. Prog. Fish-Cult. 49: 306-308.
- Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.R. 2005. Bergey's of manual of systematic bacteriology, Springer, New York.
- Brick, T., Primrose, P., Chandrasekhar, R., Roy, S., Muliyl, J., Kang, G. 2004. Water Contamination in Urban South India: Household Storage Practices and their Implications for Water Safety and Enteric Infections, International Journal of Hygiene and Environmental Health, 207(5), 473-480.
- Bulut C., Kubilay, A., Akçimen, U., Yener, O. 2016. Eğirdir Gölü Mikrobiyoloji Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi. Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(1), 50-53.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R., Savaşer, S. 2010. Karanfilliçay Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akua kültür açısından değerlendirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21, 1-7.

- Byappanahalli, M., Fowler, M., Shively, D., Whitman, R. 2003. Ubiquity and persistence of *E. coli* in a midwestern coastal stream, *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 4549–4555.
- Can, M. 2000. Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu suları ve çeşme sularının fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik olarak incelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Chaslus, D.E., Lafont, J.P., Guillot, J.F. 1980. Inc Groups Among Plasmids Harbored by *Escherichia coli* of Avian Origin. *Annals of Microbiology*, 203-206.
- Collins, C.H., Lyne, P.M., Grange, J.M. 1998. Collins and Lyne's Microbiological Methods. Great Britain, 7, 493.
- Crabill, C., Donald, J., Snelling, J., Foust, R., Southam, G. 1999. The impacts of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek, Arizona, *Water Research*, 33: 2163–2171.
- Davies, C., Long, J., Donald, M., Ashbolt, N. 1995. Survival of fecal microorganisms in marine and freshwater sediments, *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 1888-1896.
- Dhawde, R., Surve, N., Macaden, R., Wennberg, C.A., Seifert-Dähnn, I., Ghadge, A., Birdi, T. 2018. Physicochemical and Bacteriological Analysis of Water Quality in Drought Prone Areas of Pune and Satara Districts of Maharashtra, India. MDPI, *Environments*.
- Diler Ö., Altun, S., Atay, R. 1997. Eğirdir Gölü Su Kalitesi, Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik Parametreleri. Eğirdir, Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5, 1-34.
- Diloğlu, O. 2017. Kaynak sularının içme ve kullanma suyu olarak kullanımının Avrupa Birliği (AB) uyum süreci perspektifinde yasal mevzuat açısından değerlendirilmesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Rize.
- Duman, E. 2008. Tavsiye Ediyorum.com, Makale Kütüphanesi; Suyun İnsan Yaşamındaki Önemi. Erişim Tarihi: 11.12.2017.
- Duman, S. 1998. Adapazarı grup içme suyu sisteminin geleceğe dönük kalite ve yeterlilik yönünden incelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Duressa, G., Assefa, F., Jida, M. 2019. Assessment of Bacteriological and Physicochemical Quality of Drinking Water from Source to Household Tap Connection in Nekemte, Oromia, Ethiopia. *Journal of Environmental and Public Health*, Article ID 2129792, 7.
- Düzel, S. 1999. Ege bölgesi göl sularının bakteriyolojik yönden araştırılması, *Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(38):41-47.
- Ekici, K., Körkoca, H., Sancak, Y.C., Atalan, E. 2010. Van ve yöresi içme sularında koliform ve *E. coli* araştırılması, *Uludag University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 29(2):21-25
- Emoto, M. 2005. Suyun Gizli Mesajı. Kuraldışı Yayıncılık, ISBN 975-275-056-7. *Environment International*, 4:29-32.

- EPA, 1998. Improve Denumeration Methods for the Recreational Water Quality Indicators: Enterococci and *Escherichia coli*.
- Eraslan-Akkan, B. 2017. Harşit Çayı (Giresun)'nın su ve sediment kalitesinin belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Retrieved on 2007-10-25.
- Geissler, K., Manafi, M., Amoros, I., Alonso, J.L. 2000. Quantitative determination of total coliforms and *Escherichia coli* in marine waters with chromogenic and fluorogenic media. Journal of Applied Microbiology, 88, 280-285.
- Gemci E., Akarsu, S., Zıba, C.A., Dolaz, M. 2016. Kahramanmaraş'taki Ayvalı Yüzey Suyu, Pınarbaşı ve Karasu Kaynaklarının İçme Suyu Kalitesinin Araştırılması. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(1):21-24.
- Guillemain F., Henry, P., Uwechue, N., Monjour, L. 1991. Fecal contamination of rural water supply in sahelian area. Water Research, 25: 923-927.
- Hacıoğlu, N., Dulger, B. 2009. Monthly variation of some physicochemical and microbiological parameters in Biga Stream (Biga, Canakkale, Turkey), African Journal of Biotechnology, 8(9):1929-1937.
- Halkman, A.K. 1999. Genel bilgiler, koliform grup bakteriler, fekal koliformlar, *E. coli*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- İTASHY, 2013. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Sayı 28580, 07.03.2013, Ankara, Türkiye.
- Jeyamaruthy, J., Tharjiga, M., Murali, V., Prabagar, J. 2018. Quality of drinking water available to students of schools in the Thenmaradchi Education Zone and factors associated with quality of water. Proceeding of the Undergraduate Research Symposium, Faculty of Medicine University of Jaffna, Abstract No:PP 31.
- 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, 33-58.
- Karpuzcu, M. 1985. Su temini ve çevre sağlığı, Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, 30-32-34.
- Kayembe J.M., Thevenonb, F., Laffitec, A., Sivalingamc, P., Ngelinkotoa P., Mulajid, C.K., Otamongaa, J.P., Mubedia, J.I., Potea, J. 2018. High levels of faecal contamination in drinking groundwater and recreational water due to poor sanitation, in the sub-rural neighbourhoods of Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. International Journal of Hygiene and Environmental Health 221:400–408.
- Keleş, R., Hamamcı, C. 2005. Çevre Politikası, İmge Kitabevi, 5.Baskı. Ankara, 120-123.

- Kimiran, A. 2002. Assesment of Bacteriological Quality of the Coastal Waters of Istanbul. University of Istanbul Journal of Biology, 65, 61-76.
- Kireççi E., Savaşçı, M., Uslu, H. 2006. Kars ve Sarıkamış Çevresindeki İçme Suyu Kaynaklarından Membran Filtrasyon Yöntemi ile Escherichia coli İzolasyonu. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Bilimleri Dergisi, 1(1-2):29-32.
- Koloren Z., Taş, B., Kaya, D. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3):74-85.
- Kuşçuoğlu, S. 1997. Tokat il-ilçe ve bağlı yerleşim bölgelerindeki içme-kullanma sularının mikrobiyolojik analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Legesse T., Dessie, W., Abera, F., Gobena, W., Girma, S., Muzeyın, R., Gonfa, A., Desta, K. 2018. Virological and bacteriological quality of drinking water in Ethiopia. International Journal of Infectious Diseases 73: 3-398.
- Mansuroğlu, S. 2004. Kentleşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının yeraltı sularına etkileri. 1. Yeraltısuları Ulusal Sempozyumu, Konya, 323-331.
- Martin T.T.B., Lobredo, G.G., Leaño, P.E., Aljibe, C.M., Oconer, E.P. 2017. Physico-chemical and Bacteriological Water Quality Evaluation of the Four Tributaries in Mt. Matutum Protected Landscape (MMPL), South Cotabato, Philippines, Journal of Engineering, Environment and Agriculture Research (JEEAR), 1:24-33.
- Mehel, S. 2017. Yağlıdere Çayı (Giresun)'nın bakteriyolojik kirlilik düzeyinin belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Muslu, Y. 1994. Atık Suların Arıtılması. 2. Baskı, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Mutluhan, A., Galip, A. 2017. Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2):105-118.
- Nataro, J.P., Kaper, J.B. 1998. Clinical Microbiology Reviews, American Society for Microbiology, 11:142-201.
- Payment, P., Franco, E.L. 1993. *Clostridium perfringens* and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. Applied and Environmental Microbiology, 59:2418-2424.
- Pektaş, A.G. 1996. Kütahya ili su temini ve şebeke hidroliği. Dumlupınar Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Pineda-Mora, D., Toribio-Jiménez, J., Leal-Ascencio, T., Juárez-López, A.L., González-González, J., Ruvalcaba-Ledezma, C., Batista-García, R.A., Alexander, P. 2018. Emerging Water Quality Issues along Rio de la Sabana, Mexico, Journal of Water Resource and Protection, 10,621-636.
- Rıfaat E.A., Tekiner, İ.H., Özpınar, H. 2014. Halk sağlığı açısından içme ve kullanma sularında koliform ve fekal koliform bakterilerin varlıklarının klasik ve mass spektrometresi yöntemleriyle incelenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9 (2):20-32.

- Saldutti, S. 2009. The Assessment of Fecal Coliform Bacteria in Cumberland Valley Springs, Pennsylvania, USA.
- Schets, F.M., During, M., Italiaander, R., Heijnen, L., Rutjes, S.A., Van der Zwaluw, W.K., Husman, A.M. 2005. *Escherichia coli* O157:H7 in Drinking Water from Private Water Supplies in the Netherlands. Water Research, 39:4485-4493.
- Schnabel, W.E., Asce, A.M., Wilson, T., Edwrds, R., Stahnke, G., Maselko, M., Maddux, D.C., Duddleston, K.N. 2010. Variability, Seasonality, and Persistence of Fecal Coliform Bacteria in a Cold Region, Urban Stream, Journal of Cold Regions Engineering, 24:54-75.
- Sertel, D. 2008. Epinefrin ve norepinefrinin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* suşlarının antibiyotiklere duyarlılıkları üzerine olası etkileri. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S. 2008. Sular Bilgisi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Stanley H.O., Alali, V. 2018. Quality Assessment of River Water in Ogoloma-Okrika. Journal of Advances in Microbiology, 11(3):1-7.
- Şabanoğlu, M., Kovancı, I., Saatçi, N. 1992. Toprakların Pestisitlerle Kirlenmesi ve Onların Etkinliklerinin Mikroorganizmalarla Giderilmesi. 2.Cilt. Çevre Kirliliği ve Kontrolü, İzmir, 608-613.
- Şahin, İ., Başoğlu, B. 2011. Gıda Mikrobiyolojisi, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Tatar, Y. 1994. Su kaynaklarını koruma bilinci, Elazığ Bölgesi ve Yakın Çevresinin Su Sorunları Paneli. Fırat Üniversitesi Yayınları, 39, 5-12.
- Tebbut, T.H.Y. 1997. Principles of Water Quality Control, University of Birmingham, England.
- Tekinşen, C.O. 1976. Suyun Bakteriyolojik Muayenesi. Ankara Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Yayınları, 10-11.
- Toroğlu E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1), 93-103.
- Tunçsiper, B. 2017. Akkaya barajını besleyen Kızılca (Karasu) deresindeki bakteriyolojik kirlenmenin incelenmesi ve kirliliğin azaltılması için çözüm önerileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1): 28-37.
- Turgut, C. 2003. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey, 2000-2002. Environment International, 29(1), 29-32.
- Ugbaja, A.N., Ephraim, B. E. 2019. Physicochemical and bacteriological parameters of surface water quality in part of Oban massif, Nigeria. Global Journal of Geological Sciences, 17: 13-24.
- Uzun, H.İ. 2012. Riva Deresi su kalitesinin belirlenmesi ve istatistiksel analizi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Üçok, M. C., Gürkanlı, Ç. T. 2012. Ordu sahil bölgesinde koliform ve *E. coli* tayini. Mavi Yaşam Dergisi, 3(2): 11-12.

- Ünlü, A., Uslu, G. 1999. Hazar gölünde su kalitesinin değerlendirilmesi, Ekoloji, 8(32): 7-13.
- WHO, 2017. Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. World Health Organization, NLM classification: WA 675, ISBN 978-92-4-154995-0, Available from:
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf?sequence=1.
- Yalçın S, Tekinşen, O.C., Nizamlıoğlu, M. 1989. Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. Selçuk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 4(1): 83-89.
- Yanık, T., Atamanalp, M. 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kirliliğine Giriş, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, No: 226.
- Yıldız, İ. 2013. Gelevera Deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Yıldız, S., Değirmenci, M. 2012. Sivas 4 Eylül Barajı ve kollarındaki su kalitesinin incelenmesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(2):37-46.
- Yücel, Ü. 2007. Pestisitlerin İnsan ve Çevre Üzerine Etkileri. Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Nükleer Kimya Bölümü, Ankara.
- Yüksel, S., Nalbantçılar, M.T., Balkaya, N., Onar, A.N. 1997. Samsun ili içme suyu kuyularındaki çevresel kirliliğin araştırılması. 50. Jeoloji Kurultayı Etkinlikleri, Yeraltı suyu Sempozyumu Bildiri Özleri, Ankara.
- Url-1: <http://geodata.ormansu.gov.tr>, Son Erişim Tarihi: 04.07.2019

ÖZGEÇMİŞ

Fatmagül ÇOLAKER 1991 yılında Giresun’da doğdu. İlk ve ortaokulu Cumhuriyet İlköğretim Okulu’nda, liseyi Atatürk Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2010 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nü 2015 yılında bitirdi. 2017 yılında başladığı Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı yüksek lisans programına halen devam etmektedir.