



GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN İÇME SULARI BAKTERİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

NAZİFE EBRU YILDIZ

OCAK 2016

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN İÇME SULARI BAKTERİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

NAZİFE EBRU YILDIZ

Danışman: Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bülent VEREP
Doç. Dr. Cengiz MUTLU
Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU

OCAK 2016

GİRESUN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün Onayı.

Doç. Dr. Mustafa Serkan SOYLU

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

Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak Biyoloji Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İhsan AKYURT

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bülent VEREP

Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU

ÖZET

GİRESUN İÇME SULARI BAKTERİYOLOJİK KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

YILDIZ, Nazife Ebru

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cengiz MUTLU

OCAK 2016, 63 sayfa

Bu çalışmada, Giresun Merkez ilçe içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal niteliği araştırılmıştır. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında bölgedeki depo ve musluk sularından alınan toplam 151 örnek materyal olarak kullanılmıştır.

Su numuneleri mikrobiyal olarak: toplam aerobik bakteri, mezofilik aerobik bakteri, toplam koliform bakteri, fekal koliform bakteri, fekal streptokok, *E. coli* yönünden, fiziko-kimyasal olarak: pH değeri, toplam sertlik, alkalinite, çözünmüş oksijen, tat, koku, bulanıklık, sodyum, potasyum ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı açısından analizlere tabi tutuldu. Sonuçlar Türk Standardı (TS 266) (İnsani Tüketim Amaçlı Sular)' na göre değerlendirilmiştir. Dahası, bu çalışmada, su örneklerinden izole edilen gram negatif bakterilerin antibiyotik dirençlilik düzeyleri araştırılmıştır.

Şehir merkezinin farklı yerlerinden toplanan örneklerden toplam 250 bakteri izole edilmiştir. Bakterilerin 9 farklı antibiyotiğe (6 sınıfı temsil eden) karşı dirençlilikleri disk difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Antibiyotik dirençlilikleri sırasıyla E (%50,8), CZ (%37,2), CTX (%38,8), CXA (%33,2), NA (%32,4), AM (%27,6), AK (%12,4), TE (%30) ve C (%29,6) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, tüm izolatların %64,8'inin ÇAD değerinin 0,2'den yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak depo ve musluk sularından toplanan örneklerden izole edilen gram negatif bakterilerin önemli düzeyde antibiyotik dirençliliği taşıdığı ve ortamın fekal kökenli atıklar ile kirletildiği eğer gerekli önlemler alınmaz ise mevcut durumun halk sağlığı açısından potansiyel risk taşıdığını belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Giresun, İçme Suyu, Bakteri, Antibiyotik, Dirençlilik

ABSTRACT

DETERMINATION OF BACTERIOLOGICAL QUALITY OF DRINKING WATER IN GİRESUN

YILDIZ, Nazife Ebru

Giresun University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz MUTLU

JANUARY 2016, 63 pages

In the present study, microbiological and physico-chemical qualities of drinking water obtained from the city of Giresun were studied. A total of 151 water samples, collected from tank and tap waters in June, July, August and September, were used as material.

Microbiologically: total aerobic bacteria, mesophilic aerobic bacteria, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, fecal streptococci, *E. coli*, physico-chemically: pH value, total hardness, alkalinity, dissolved oxygen, taste, odour, turbidity, sodium, potassium and biochemical oxygen demand analysis were done. The results were evaluated according to the standardization of Turkey (TS 266) (Regulation Concerning Water Intended for Human Consumption). Moreover, in this study, were investigated that resistance levels of antibiotic in gram negative bacteria isolated from water samples.

A total of 250 bacteria were isolated from samples collected from different in central town. Antibiotic resistance of bacterial strains was determined by the agar diffusion test and 9 different antibiotic discs (representing 6 classes of antibiotics). Antibiotic resistance levels of isolates were determined respectively as, E (50,8%), CZ (37,2%), CTX (38,8%), CXA (33,2%), NA (32,4%), AM (27,6%), AK (12,4%), TE (30%) and C (29,6%). Moreover, 64,8% of all isolates' MAR index values were higher than 0,2.

The result of this study have indicated that an important proportion of gram-negative bacteria isolated from tank and tap waters contaminated with fecal waste discharges was resistant to antibiotics and this situation carries a potential risk for public health.

Key Words: Giresun, Drinking Water, Bacteria, Antibiotic, Resistance

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Cengiz MUTLU'ya teşekkür ederim.

İlgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Giresun Üniversitesi Biyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. İhsan AKYURT'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Biyoloji bölümündeki tüm hocalarıma, çalışmalarım esnasında bilgilerinden yararlandığım ve her zaman destek olan Sayın Dr. Tamer AKKAN'a teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili babam Engin YILDIZ başta olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm üniversite eğitimim boyunca yanımda olan sevgili Natik DURA'ya ve birbirinden değerli tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Bu tez FEN-BAP-C-220413-02 nolu “Giresun İçme Suları Bakteriyolojik Kalitesinin Belirlenmesi” başlıklı proje kapsamında Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından maddi olarak desteklenmiştir, teşekkürü bir borç biliriz.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLOLAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Suların Özellikleri	2
1.1.1. Suyun Fiziksel Özellikleri	2
1.1.1.1. Sıcaklık	2
1.1.1.2. Tat ve Koku	3
1.1.1.3. Renk	3
1.1.1.4. Bulanıklık	3
1.1.1.5. Elektriksel İletkenlik	3
1.1.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇMM)	3
1.1.2. Suyun Kimyasal Özellikleri	4
1.1.2.1. pH Değeri	4
1.1.2.2. Çözünmüş Oksijen	4
1.1.2.3. Toplam Sertlik	4
1.1.2.4. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	5
1.1.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri	6
1.2. Su Kirliliği	6
1.2.1. Fiziksel Kirlenme	7
1.2.2. Evsel Kirlenme	7
1.2.3. Kimyasal Kirlenme	7
1.2.4. Radyoaktif Kirlenme	8
1.2.5. Mikrobiyal Kirlenme	8
1.3. İçme Sularında Mikrobiyal Kirlenme Ve Mikrobiyolojik Kalite Standartları	9
1.3.1. Sulardaki Mikrobiyolojik Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	12
1.3.1.1. Koliform Bakteriler	15
1.3.1.1.1. Termotolerant (Fekal) Koliform Bakteriler	15
1.3.1.1.2. Enterokoklar	16
1.3.1.1.3. <i>Clostridium perfringens</i>	17
1.3.1.1.4. <i>Salmonella sp.</i>	17
1.3.1.1.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
1.3.1.1.6. Enterovirüsler	18
1.3.1.1.7. Protozoonlar	18
1.3.2. Antibiyotikler ve Direnç Mekanizmaları	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	22
3. MATERYAL VE METOD	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Kullanılan Antibiyotikler	27
3.1.2. Kullanılan Besiyerleri	28
3.2. Metod	29
3.2.1. Numunelerin Alınması	29
3.2.2. Toplam Aerob Bakterilerin Tespiti	31
3.2.3. Toplam Koliform Bakterilerin Tespiti	31
3.2.4. Fekal Koliform Bakterilerin Tespiti	31
3.2.5. <i>E. coli</i> Sayısı Tespiti	31
3.2.6. <i>Streptococcus faecalis</i> Tespiti	31
3.2.7. Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi	32
3.2.8. Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi	32

4. BULGULAR	33
4.1. Fiziko-kimyasal Parametreler	33
4.2. Mikrobiyolojik Analizler	43
4.2.1. Toplam Aerob ve Mezofilik Aerob Bakteri Sayımı.....	43
4.2.2. Total Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok Bakteri Sayımları	44
4.2.3. Mikroorganizmaların Antibiyotik Dirençlilik Düzeyleri	44
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
5.1. Sonuç ve Öneriler	52
6.KAYNAKLAR.....	54

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1.1 Suların Sertlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması	5
Tablo 1.2 “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” Esaslarına Göre İçme ve İçme-Kullanma Sularında Aranan Mikrobiyolojik Parametreler	10
Tablo 1.3 TS-266’ya Göre Mikrobiyolojik Parametreler	10
Tablo 1.4 “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” Esaslarına Göre İmlahane İçme Sularında Aranan Mikrobiyolojik Parametreler	11
Tablo 1.5 Suyun İçilmesiyle Bulaşan Bakteriler	13
Tablo 1.6 Suyun İçilmesiyle Bulaşan Parazitler ve Virüsler	14
Tablo 1.7 Antibiyotiklerin Etki Mekanizmaları	19
Tablo 3.1 Antibiyogram Testlerinde Kullanılan Antibiyotikler	27
Tablo 3.2 Kullanılan Besiyerleri	28
Tablo 4.1 Giresun İli İçme Suyunun Mayıs Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	33
Tablo 4.2 Giresun İli İçme Suyunun Haziran Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	34
Tablo 4.3 Giresun İli İçme Suyunun Temmuz Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	35
Tablo 4.4 Giresun İli İçme Suyunun Ağustos Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	36
Tablo 4.5 Giresun İli İçme Suyunun Eylül Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri	37
Tablo 4.6 İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençlilik Yüzdesi	45
Tablo 4.7 İzole Edilen Bakterilerin Direnç Gösterdikleri Antibiyotik Sayısı	45
Tablo 5.1 Uluslararası Örgütlere Göre Su Kalitesi Değerleri	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma Alanı	29
Şekil 3.2 Sulardan Bakteriyolojik Numune Alma Tekniği	30
Şekil 4.1 Sıcaklığın Aylara Göre Değişimi	38
Şekil 4.2 TÇMM'nin Aylara Göre Değişimi	38
Şekil 4.3 Çözünmüş Oksijenin Aylara Göre Değişimi	39
Şekil 4.4 pH'nın Aylara Göre Değişimi	39
Şekil 4.5 Bulanıklığın Aylara Göre Değişimi	40
Şekil 4.6 Alkalinitenin Aylara Göre Değişimi	40
Şekil 4.7 Sertliğin Aylara Göre Değişimi	41
Şekil 4.8 Sodyumun Aylara Göre Değişimi	41
Şekil 4.9 Potasyumun Aylara Göre Değişimi	42
Şekil 4.10 Biyolojik Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi	42
Şekil 4.11 Toplam Aerob ve Mezofilik Aerob Mikroorganizmaların Aylara Göre Değişimi	43

1.GİRİŞ

Su canlı hayatın devamlılığı için vazgeçilmez maddelerdendir. İnsan vücudunun çeşitli organ ve dokularının büyük bir oranı sudur. Çok katı ve sert gibi gözüken kemiklerin %25, kasların %75-80, kanın %91'inin su olması, besin maddelerinin su vasıtasıyla doku ve hücrelere nakledilmesi, hücreler içindeki metabolizma olaylarının su ortamında yapılması, metabolizma artıklarının su ile dışarı atılması, hormonların, salgıların çok büyük bir kısmının su olması, vücutta ısı düzenlenmesinin su ile sağlanması, suyun insan hayatındaki rolü ve önemini gösteren örneklerdir [1].

Dünyanın dörtte üçü sularla çevrili olmasına rağmen, içilebilir ve kullanılabilir su miktarı oldukça azdır. Bir su kaynağının varlığı onun kullanılabilirliğini garanti etmemektedir. Yararlanılabilir bir su kaynağı tanımlanabilir bir isteğe bağlı olarak belli bir yerde ve belli bir zaman periyodunda yeterli kalite ve miktarda bulunması durumuna veya bulunma ihtimaline bağlıdır. Dünya nüfusunun 2/3'üne ortalama 50 litre/kişi/gün su düşmekte, geri kalan kısım temiz su kaynakları olmaması nedeniyle çeşitli salgın hastalıklar, açlık ve ölümlerle karşı karşıya bulunmaktadır. Yapılan hesaplara göre susuzluğa bağlı olarak her gün 40.000 çocuk ishal, kolera gibi hastalıklardan ölmektedir [2].

Bir suyun içme ve kullanmaya uygun olup olmadığına karar vermek zordur. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanında suyun mikrobiyolojik özelliklerinin bilinmesi de önemlidir. Özellikle büyük şehirlerde yerleşim ve altyapı yetersizliği nedeniyle suyla bulaşan hastalıklar toplum sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle su hijyeni halk sağlığı açısından en çok dikkat edilmesi gereken konulardan birisi olarak değerlendirilmektedir [3].

Su kirliliği, su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin suyun herhangi bir durum sonucunda kullanılmasına engel olacak bir değişim göstermesi olarak da tanımlanabilir. Kirlenme bir eylem değildir; kirlenme bir su kaynağında herhangi bir kirleticinin fazla miktarda bulunması sonucunda gerçekleşen bir olaydır [4].

İçme ve kullanma suyu başlıca, doğal veya yapay göl ve barajlardan elde edilir. Bu su kaynakları her ne kadar çeşitli işlemlerden geçirilerek içme suyu şebekelerine verilse de tüketime kadar çeşitli şekillerde kontaminasyon mümkün olabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda kaynak sularına ve şişelenmiş içme sularına rağbet artmıştır.

Kaynak suları, toprağın derin katmanlarından süzülerek yeryüzüne ulaştığı için genelde mikrobiyal açıdan güvenilirdir. Ancak, kaynak sularının fekal atıklarla kontamine bölgelerden elde edilmesi durumunda ya da depo ve dolum tesislerindeki hijyen yetersizlikleri, personelin hijyen hataları vb. faktörlerin etkisiyle bakteriyel kontaminasyon söz konusu olabilmektedir [3,5,6].

Sağlık açısından güvenilir bir içme suyunun temin edilip tüketiciye ulaştırılması son derece önem teşkil eder. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre, gelişmekte olan ülkelerde meydana gelen hastalıkların %80'ini içme suyundan ileri gelmektedir [7].

Arıtma tesisinden mikrobiyolojik standartlara uygun olarak çıkan içme suyunun dağıtım sistemi içerisinde tüketiciye ulaşana kadar mikrobiyal stabilitesinin sağlanması oldukça zor olmaktadır. Dağıtım sırasında su tüketiciye ulaşana kadar bazı değişikliklere uğrayabilmekte ve heterotrofik bakteri miktarı önemli ölçüde artabilmektedir [8].

İçme suyu arıtma tesisinde dezenfeksiyon ile etkin bir mikroorganizma giderimi sağlanmış olsa bile dezenfektan bileşiklerinin dağıtım sırasında yok olması, dezenfektanların boru çeperlerine tutunmuş bakteriler üzerinde pek etkili olamaması ve dezenfeksiyona dirençli türlerin yaşamlarını devam ettirmesi tüketiciye ulaşan içme suyunda bakteriyel çoğalmanın kontrol altında tutulmasında dezenfeksiyon işlemini yetersiz kılmaktadır [9].

1.1. Suların Özellikleri

Bir suyun içilebilir veya kullanılabilir olması için, bazı özellikleri taşıması, başka bir ifadeyle her açıdan sağlık için uygun olması gerekir [1].

Yeryüzünde bulunan suların insan sağlığına uygun olup olmadığı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesiyle belirlenir.

1.1.1. Suyun Fiziksel Özellikleri

1.1.1.1. Sıcaklık

Sıcaklık su kaynağındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel olayları etkilemektedir. Böylece pek çok parametrenin konsantrasyonu değişir. Suyun sıcaklığı arttığında buna paralel olarak kimyasal reaksiyonların hızı ve suda bulunan maddelerin buharlaşması da artar. Sıcak sularda organizmaların solunum hızının artması oksijen

tüketimini artırır ve organik maddelerin bozulmasına neden olur. Gerekli koşullar optimum olduğu zaman çok kısa sürede hızla artan bakteri ve fitoplankton suyun bulanıklığının artmasına neden olur [10].

1.1.1.2. Tat ve Koku

Suda bulunan canlı veya ölmüş haldeki mikroorganizmalar, çözünmüş halde bulunan bazı gazlar, organik maddeler, bazı elementler ve fenollü bileşikler suya tat ve koku verirler. Tat ve koku genel kalite parametreleri arasında önemli bir yere sahiptir [11].

1.1.1.3. Renk

Suda çözünmüş bir şekilde bulunan organik ve inorganik maddeler, bazı bakteriler ve sanayi atıkları suların renk değişimine sebep olmaktadır. Renk giderilmesi için kullanılan yöntemler ozonlama, sedimentasyon ve filtrasyondur [12].

1.1.1.4. Bulanıklık

Suyun bulanıklığı, içinde bulunan kolloidal haldeki organik ve inorganik maddelerden ileri gelir. Organik maddeler, arasında patojen mikroorganizmaları da bulunduracağından dolayı bulanık sular daima şüpheli olarak kabul edilmelidir. Sulardaki bulanıklık kalite kriterleri arasında önemli bir yer sahip olmakla birlikte endüstriyel amaçlı kullanılan sularda da dikkat edilmesi gereken bir parametredir [1].

1.1.1.5. Elektriksel İletkenlik

Suyun özelliği, içinde bulunan iyonların tipine ve yoğunluğuna bağlıdır. Sudaki iyon konsantrasyonu arttıkça, iletkenlikte paralel olarak o oranda artar. İletkenlik, suyun içinde bulunan eriyik haldeki toplam katı maddelerin (kuru katı maddeler) konsantrasyonu açısından önem arz etmektedir [13].

1.1.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇMM)

Organik maddeler ve anorganik tuzlar suda çözünebilmektedir. Doğal kaynaklar, lağım atıkları, endüstriyel atıklar ve şehir drenaj suları, çözünmüş maddelerin başlıca kaynakları arasında yer almaktadır. Litrede 1000 mg'dan az çözünmüş madde bulunan sular, tüketenler için tehlike arz etmeyebilir. Ancak su

içerisindeki çözünmüş maddeler, suyun sertliğine etki edebilir, korozyona sebep olabilir [14].

1.1.2. Suyun Kimyasal Özellikleri

1.1.2.1. pH Değeri

Suyun pH'sı, suda kalsiyum bikarbonat ve alkali tuzlar bulunursa alkali, fazla karbondioksit bulunursa asit reaksiyon gösterir. Suyun fazla alkali olması kokuşma olduğunu gösterir. Asiditesi karbondioksitten hariç diğer asitlerden oluşan suların da korrozif özellikleri mevcuttur. Suyun pH'sı nötr yada hafif alkali olması gerekir. Kaynak sularının pH'sı 7,0-8,5, içme ve kullanma sularının pH'sı 6,5-9,2 aralığında olmalıdır [1].

1.1.2.2. Çözünmüş Oksijen

Kalite çalışmalarında en önemli parametrelerin başında gelen çözünmüş oksijen sucul canlılar için de büyük önem arz etmektedir. Atık deşarj yoğunluğu yüksek miktarda organik madde ve besleyicilerin bakteriyolojik aktiviteleri sonucu indirgenmesi çözünmüş oksijen konsantrasyonunun düşmesine sebep olur [10].

Oksijen derişiminin doğal ya da antropojenik yollarla aşırı miktarda düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin sonucunda sediment-su ara yüzünde anaerobik şartlar oluşabilir [15].

1.1.2.3. Toplam Sertlik

Sudaki kalsiyum seviyesi genel olarak suyun sertliği olarak kabul edilmektedir. Ancak içerdikleri çözünmüş kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri gelmektedir. Suyu geçen magnezyumun ve kalsiyumun kaynağı topraktır. Suyun sertliğinde kalsiyum sülfat ve kalsiyum bikarbonat öncelikli olarak etkilidir. Sularda çözünmüş bir şekilde bulunan kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları su kaynatıldığında çözünmeyen karbonatlar şeklinde çöktüğü için bunların neden olduğu sertliğe 'geçici sertlik' denmektedir. Magnezyum ve kalsiyumun sülfat, nitrat ve klorürler ile yaptığı bileşikleri içeren su kaynatılınca çökme olayı gerçekleşmez ve bu tuzların oluşturduğu sertliğe 'kalıcı sertlik' denir [16].

Tablo 1.1 Suların Sertlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması

Suyun Sertliği	Alman	Fransız	İngiliz
Çok yumuşak	0-4	0-7,2	0-5
Yumuşak	5-8	7,3-14,2	6-10
Orta sert	9-12	14,3-21,5	11-15
Oldukça sert	13-18	21,6-32,5	16-22,5
Sert	19-30	32,6-54,0	22,5-37,5
Çok sert	30'dan fazla	54'den fazla	37,5'ten fazla

Ülkemizde kullanılan sular Fransız Sertlik derecesine göre değerlendirilmektedir. Bu ölçüme göre; bir sertlik derecesi litrede 10 mg kalsiyum karbonata eşit olmaktadır. Çok yumuşak sular 0-7,2 sertlik derecesinde, çok sert sular ise 54 ve üzeri sertlik derecesindedir [17].

Suyun sertlik derecesi sağlık bakımından daha çok estetik ve ekonomik açıdan önemlidir. Yumuşak sulara oranla sert sularda, banyo ya da çamaşır yıkama amacıyla yapılan uygulamalarda daha fazla sabun tüketilebilmektedir [18].

1.1.2.4. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) aerobik şartlar altında mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri parçalamaları için gerekli olan oksijen miktarı olarak tanımlanır. BOİ₅ sularda organik madde yükünün bir göstergesidir. Suyun biyolojik oksijen ihtiyacı ne kadar fazla ise o kadar organik madde yüküne sahip olduğu kabul edilmektedir [17].

Sınıf I Kalite sularda bu değer en fazla 4 mg/L olmalıdır. Düşük BOİ₅ değerleri suyun temiz olup ve mikroorganizmaların suda organik maddeyi kullanmadığını göstermektedir. Yüksek BOİ₅ değerleri suda bulunan doymuş oksijen miktarlarının anaerobik koşullar oluşuncaya kadar düşmesi durumunda tehlikelidir. BOİ₅ değerleri genellikle KOİ değerlerinden düşük olmaktadır. Kirli olmayan suların BOİ₅ değerleri genellikle 2 mg/L ve daha altındadır [19].

1.1.3. Suyun Mikrobiyolojik Özellikleri

Sularda bulunabilen ve insan sağlığı bakımından zararlı mikroorganizmalar arasında patojen bakteriler, virüsler ve parazitler gelmektedir. İçme suyu, fekal-oral enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Suda bulunan mikroorganizmaları üç grupta sınıflandırabiliriz [1].

a- Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar: *Spirillum*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Chromobacter*, *Achromobacter*, türleri ile *Micrococcus* ve *Sarcina*'nın bazı türleri. Bunların optimum üreme sıcaklıkları 25 °C'nin altındadır.

b- Toprak kökenli mikroorganizmalar: Suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında ya da yağmurla toprağın yıkanması durumunda suya karışırlar. Bunlar; *Streptomyces*, *Bacillus*, ve *Enterobacteriaceae*'nin saprofit üyeleridir. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları 25 °C veya daha düşüktür.

c- İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: Başlıcaları; *Esherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Streptococcus faecalis*, ve diğer bağırsak patojenleridir [1].

1.2. Su Kirliliği

Su kirliliği, herhangi bir sebeple su ortamının ve su kalitesinin bozulması ve kullanımının sınırlanması olarak tanımlanır. Aynı zamanda suyun normal halinden ne kadar uzak olduğunu, halk sağlığı ve çevre kirliliği üzerindeki etkilerini belirtir. Suyu kirleten sebepler arasında bazı patojen bakteriler ve virüsler, koli basilleri, ağır metaller, bazı radyoaktif izotoplar, deterjanlar, azot, fosfor, ve sodyum gibi eksojen mineral maddeleri de içermektedir [20].

Su havada buhar halinde iken doğal olarak temizdir. Temiz olan bu su yağmur, kar vs. olarak yeryüzüne inerken hava tabakalarında bulunan tozları, gazları, radyoaktif serpintileri ve mikroorganizmaları alarak atmosferin kirlilik durumuna bağlı olarak az veya çok kirlenir. Toprak yüzeyi ile temas ettiği andan itibaren bu yerlerin niteliklerine göre organik ve anorganik maddeler açısından yükü artmaya başlar. Yeryüzünden akarken veya derinliklerden geçerken insan, hayvan ve bitki organik artıklarını, tarım, endüstri, kanalizasyon ve nükleer kirlilikleri de bünyesine katar. Suyun kirlenmesine sebep olan bu maddelerin kaynağı, insan ve hayvanlar ile onların farklı kullanma alanlarından gelen artık maddelerdir [21-23].

Dünya sağlık örgütü yüzeysel suları kirletecek sebeplerin sınıflandırılmasını şu şekilde bildirmiştir [24].

- a) Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar
- b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme
- c) Endüstri atıkları
- d) Yağlar ve benzeri maddeler
- e) Sentetik deterjanlar
- f) Radyoaktif bulaşmalar
- g) Pestisitler
- h) Yapay organik kimyasal maddeler
- i) İnorganik tuzlar
- j) Yapay ve doğal tarımsal gübreler
- k) Atık ısı (tek geçitli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller).

1.2.1. Fiziksel Kirlenme

Suyun fiziksel özelliklerinde değişikliklere yol açan bu tür kirlenme sonucunda dolaylı yollarla sudaki kimyasal yapıda da değişiklik meydana gelmektedir. Termik kirlilik fiziksel kirlenmeler içinde oldukça önemlidir. Özellikle endüstrisi gelişmiş ülkelerde nehir ve göl kıyılarına yapılan fabrikalarda, kondansatörleri soğutmak amacıyla çevreden alınan ve kullanıldıktan sonra hem ısınmış hem de kirlenmiş bir şekilde doğrudan ortama verilen kirli ve sıcak olan bu sular çevreyi tehdit etmektedir [25].

1.2.2. Evsel Kirlenme

Evsel kirlenmeye sebep olan atık maddeler lagım suları ile denize, iç suya veya toprağa karışmaktadır. Evsel atıklar içinde bulunmakta olan sentetik deterjanların içerdikleri fosfatlar yüzeysel sularda ötrofikasyona ve dolayısıyla ikincil kirlenmeye neden olmaktadır. Sentetik deterjanların evlerde kullanılmaya başlanması evsel atık suların özelliğinin değişmesine neden olmuş ve bu sulara endüstriyel sularda rastlanılan benzer özellikler kazandırmıştır [25].

1.2.3. Kimyasal Kirlenme

Günümüzde suların kimyasal olarak kirlenmesi önemli sağlık sorunlarını doğurmaya başlamıştır. Gelecekte su kirliliği sorunlarından en önemlilerinden birinin kimyasallarla olan kirlenme olacağı düşünülmektedir. Sanayileşmenin ve tarımda

yapay gübre ve pestisitlerin kullanımının artması ve sanayide kullanılan binlerce kimyasal maddeler, suların kirlenme tehlikesinin ortaya çıkmasına neden olmuştur [26].

1.2.4. Radyoaktif Kirlenme

Radyoaktif kirlenmeye hastaneler, araştırma kuruluşları ve bazı endüstri dalları neden olabilmektedir. Nükleer silah denemeleri sonucunda artan radyoaktivite, yağmur sularını kirletmekte ve dolayısıyla yüzeysel sular, radyoaktif kirlenmenin etkisi altında kalmaktadır [27].

1.2.5. Mikrobiyal Kirlenme

Suların hijyenik açıdan kirlenmesine sebep olan mikroorganizmalar, genellikle hastalıkla veya portör (hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkı veya idrarlarından kaynaklanmaktadır. Bulaşıcı etki ya bu atıklarla doğrudan temasla ya da atıkların karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. İçme suyunu hijyenik olarak temin etmek için hijyenik kirlenme önemli bir sorun teşkil etmektedir [25].

Su kaynaklarının hijyenik açıdan güvenilir olabilmesi için suyun fekal kirliliğe maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gerekir. Fekal kontaminasyonun varlığının belirteci olarak en çok koliform grubu özellikle de *E. coli* aranır [28].

Bunların suda var olması suya hammaddeden başlayıp suyun taşınmasına kadar bir ya da daha fazla aşamada doğrudan ya da dolaylı olarak lağım ile dışkı bulaştığının kanıtıdır [29].

1.3. İçme Sularında Mikrobiyal Kirlenme Ve Mikrobiyolojik Kalite Standartları

Çevre kirlenmesi unsurlarından biri olan su kirliliği “Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan veya tamamen engelleyen dolayısıyla ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri” şeklinde tanımlanmaktadır [30].

İnsan sağlığı açısından içme ve kullanma amaçlı suların dünyanın her yerinde belli kriterlerde olması gerekmektedir. İçme suyu içilebilir özellikte olmalı, kokusuz, renksiz ve berrak olmalı, toksik madde ve insan sağlığı için zararlı bakteriler içermemelidir [31].

Sularda bulunabilen ve insan sağlığı açısından zararlı biyolojik etkenler patojen bakteriler, virüsler ve parazitlerdir [32]. Suların sebep olduğu enfeksiyöz etkenler, hastalar ve portörler tarafından yaşadığı ortama yayılmaktadır. İnsan sağlığı açısından oral-fekal enfeksiyon zincirinin en önemli halkasını içme suyu oluşturmaktadır. Suyla bulaşan enfeksiyonların önlenmesi için büyük ölçüde suyun bakteriyojik kirliliğinin önlenmesi, suyun dezenfekte edilmesi gerekir.

Su kalitesi, onu belirleyen kirleticiler; insan sağlığı ve canlı hayatı üzerindeki tanımlanabilir etkilerini, kirlilik parametrelerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yoğunluklarını ve bunların ne şekilde zararlar verebileceğini, kirliliğe sebep olan etkenlerin biyolojik yaşam ile birlikte çevreye ve doğaya verebileceği zararları belirleyen bilgilerdir [33].

Su kalite kontrolünün yapılabilmesi ve gerekli standartların ortaya çıkarılabilmesi için her şeyden önce su kaynaklarının ne amaçla kullanılacağına bilinmesi gereklidir. Daha sonra bu maksatları sağlayacak olan kalite kriterleri tespit edilip standartlar konulur. Bundan sonra bu standartlar yasal yaptırımlarla desteklenmeli ve su kaynaklarında kirlenmenin önlenmesi için konuyla ilgili olarak idare ve teşkilatın oluşturulması gerekir [34,35].

Dünyadaki içme suları ile ilgili olarak çalışmalar yapan ve bu çalışmalar sonucunda belirli standartlar geliştiren başlıca kuruluşlar;

- 1- U.S. Public Health Service (USPHS)
- 2- American Water Works Association (AWWA)
- 3- Water Pollution Control Federation (WPCF)
- 4- World Health Organization, Avrupa

5- World Health Organization, Uluslararası(WHO-I)

6- Official Journal of the European Communities (EEC) şeklinde sıralanabilir.

Sağlık Bakanlığı'nın 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete de yayınlanıp yürürlüğe giren İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre (Tablo 1.2) ve TS 266'ya göre (Tablo 1.3) içme ve içme-kullanma sularında aranan mikrobiyolojik parametreler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1.2“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” Esaslarına Göre İçme ve İçme-Kullanma Sularında Aranan Mikrobiyolojik Parametreler

Parametre	Referans değer/100mL
<i>E. coli</i>	0/100mL
Enterokok	0/100mL
Koliform bakteri	0/100mL

Tablo 1.3 TS-266'ya Göre Mikrobiyolojik Parametreler

Özellik	Sınıf 1			Sınıf 2	
	Tavsiye Edilen Değer(GL)	Müsaade edilebilecek Maksimum Değer		Müsaade edilebilecek Maksimum değer	
		Membran Süzme Metodu	Çoklu Tüp Metodu (Ç. T. M)	Membran Süzme Metodu	Çoklu Tüp Metodu
-Toplam koliformlar 100 mL numunede (37 °C)	-	0	Ç. T. M<1	0	Ç. T. M<1
-Fekal Koliformlar	-	0	Ç. T. M<1	0	Ç. T. M<1
-100 mL numunede (44 °C'de)	-	0	Ç. T. M<1	0	Ç. T. M<1
-Fekal streptokok, 100 mL numunede Klostridia, 20 mL numunede	-	-	Ç. T. M≤1	-	Ç. T. M≤1

Sularda, patojenik organizmalar bulunmamalıdır. Suların mikrobiyolojik analizinin tam olarak yapılması gerekirse, yukarıdaki tabloya ilave olarak patojenler içinde deneyler yapılmalıdır. Bu patojenler; Fekal bakteriofaglar, Patojenik stafilkok, Entero-virüsler ve *Salmonella*. Sular; Parazitler, algler dâhil mikroskopla görülebilecek diğer organizmaları da içermemelidir [36].

Tablo 1.4“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” Esaslarına Göre İmlahane de İçme Sularında Aranacak Mikrobiyolojik Parametreler

Parametre	Parametre değeri sayı/mL
<i>E. coli</i>	0/250 mL
Enterokok	0/250 mL
Koliform bakteri	0/250 mL
<i>P. aeruginosa</i>	0/250 mL
Fekal koliform bakteri	0/250 mL
<i>Salmonella</i>	0/100 mL
<i>C. perfringens</i>	0/50 mL
Patojen Staphylococlar	0/100 mL
22 °C koloni sayısı	100/ mL
37 °C koloni sayısı	20/ mL
Parazitler	0/100 mL
Patojen mikroorganizmalar	0/100 mL
Anaerob sporlu sülfat redükte eden bakteriler	0/50 mL
Kaynaktan alınan numune de maksimum	
22 °C 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımındaki koloni sayısı,	100/ mL
37 °C’ de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	20/ mL
Diğer mikroskopik canlılar	0/100 mL

Avrupa İçme Suyu Standartlarına Göre;

- İçme suyu şebeke girişlerinden alınan 100 mL örneklerde koliform grubundan herhangi bir bakteri olmamalıdır.
- İçme suyu şebekesinden alınan 100 mL’lik örneklerin %95’inde koliform grubundan herhangi bir bakteri bulunmamalıdır. Bu 100 örnek tahlil edildiği zaman en fazla 5 numune de koliform grubu bakterilerin bulunmasına müsaade edilebileceği anlamına gelir. Buna göre “En muhtemel sayı” EMS=0,5/L’dir. Avrupa içme suyu standardı koliform bakterileri için EMS<0,5/L’dir [36].

1.3.1. Sulardaki Mikrobiyolojik Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Çeşitli kontaminasyonlar sonucunda, çözünmüş veya çözünmemiş inorganik tuzları, patojen bakterileri, virüsleri ve parazitleri ihtiva eden içme ve kullanım suları insan ve hayvanlarda birçok tehlikeli hastalığa sebep olabilir [37].

İçme ve kullanma sularının kirlenmesine sebep olan maddeler kaynağa sızan kirli sulardan ve özellikle iyi inşa edilmemiş kanalizasyon sistemlerinden karışabilir [38]. Ayrıca iyi bir şekilde muhafaza edilmemiş memba ve kuyular, çevredeki ziraat alanlarından ve foseptik çukurlarından sızan pis sularla da kirlenebilir [39].

Suyla bulaşan enfeksiyon hastalıklarında, etken ya içme yoluyla sindirim sistemine bulaşmakta ya da bulaşık su ile temas sonrası deri enfeksiyonları meydana gelmektedir [40].

Enfeksiyona neden olabilecek enfektif doz patojenler arasında farklılık gösterebilir. Yaş, cinsiyet, yaşam şartları, sağlık durumu ve kazanılmış bağışıklık gibi faktörlere bağlı olarak hastalığın meydana gelişi kişiden kişiye değişiklik göstermektedir [21].

Suyun içilmesiyle bulaşan bakteriler Tablo 1.5'te verilmiştir.

Tablo 1.5 Suyun İçilmesiyle Bulaşan Bakteriler [41]

Bakteriler	Kaynak	İnkübasyon Süresi	Klinik Belirtiler	Süre
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Tatlı ve tuzlu su		Sektetüvar diyare	42 gün
<i>Camplobacter Jejuni</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	8 – 48 saat	Akut gastroenterit, kanlı ve müküslü dışkı	1 – 4 gün
Enterehemorajik <i>Escherichia coli</i> (O157: H7)	İnsan ve hayvan dışkısı	3 – 5 gün	Sekretüvar, kanlı diyare, kusma, hemolitik üremik sendrom	1 -12 gün
Enteroinvasiv <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	3 – 8 gün	Ateşli dizanteri	1 -2 hafta
Enteropatojenik <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	1 – 3 gün	Sekratüvar diyare	1 -3 hafta
Enterotoksijenik <i>Escherichia coli</i>	İnsan dışkısı	12 – 72 saat	Sekratüvar diyare	3 – 5 gün
<i>Plesiomonas Shigelloides</i>	Tatlı su, balık, yabani ve evcil hayvan	1 – 2 gün	Kanlı ve müküslü diyare, karın ağrısı, bulantı, kusma	11 gün
<i>Salmonella sp.</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	8 – 48 saat	Gevşek sekretüvar bazen kanlı diyare	3 -5 gün
<i>Salmonella typhi</i>	İnsan dışkısı ve idrarı	7- 28 gün	Ateş, baş ağrısı, öksürük, bulantı, kusma, karın ağrısı	Haftalar, Aylar
<i>Shigella sp.</i>	İnsan dışkısı	1 – 7 gün	Ateşli dizanteri	4 – 7 gün
<i>Vibrio cholerae O1</i>	İnsan dışkısı	9 – 72 saat	Sekterüvar diyare, kusma, dehidratasyon	3 -4 gün
Non-O1- <i>Vibrio cholerae</i>	İnsan dışkısı	1 – 5 gün	Sekratüvar diyare	3 -4 gün
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Hayvan dışkısı ve idrarı	2 – 7 gün	Karın ağrısı, bazen Kanlı diyare, ateş	1 -21 gün

Suyun içilmesiyle bulaşan parazitler ve virüsler Tablo 1.6’da verilmiştir.

Tablo 1.6 Suyun İçilmesiyle Bulaşan Parazitler ve Virüsler [41]

PARAZİTLER	KAYNAK	İNKÜBASYON SÜRESİ	KLİNİK BELİRTİLER	SÜRE
<i>Balantidium coli</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	?	Karın ağrısı veya kanlı diyare	?
<i>Cryptosporidium sp.</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	1-2 hafta	Sekretuar diyare	4-21 gün
<i>Entamoeba histolytica</i>	İnsan dışkısı	2-4 hafta	Karın ağrısı veya kanlı diyare	Hafta, ay
<i>Giardia lamblia</i>	İnsan ve hayvan dışkısı	5-25 gün	Karın ağrısı, gaz, gevşek, yağlı dışkı	1-2 hafta ay, yıl
<i>Dracunculus medinensis</i>	İnfekte kişilerin derilerinden dışarı çıkan kurtçuklar	8-14 ay	Kabarcık, infeksiyon bölgesine komşu Eklemlerde lokalize artrit	Aylar
VİRÜSLER	KAYNAK	İNKÜBASYON SÜRESİ	KLİNİK BELİRTİLER	SÜRE
Astrovirus	İnsan dışkısı	1-4 gün	Akut gastroenterit	2-3 gün
Calicivirus	İnsan dışkısı	1-3 gün	Akut gastroenterit	1-3 gün
Enteroviruslar (Poliovirus, Coxsackie ve Echovirus)	İnsan dışkısı	3-4 gün (5-10 gün)	Menenjit, ensefalit, herpenjina, plorodini, konjunktivit, diyare, myokardiopati, solunum hastalıkları	Değişken
Hepatit A Virusu	İnsan dışkısı	15-50 gün	Ateş, sarılık, bulantı, karın ağrısı	2 hafta, 2 ay
Hepatit E Virusu	İnsan dışkısı	15-65 gün	Ateş, kırıklık, sarılık, bulantı, karın ağrısı	2 hafta, 2 ay
Norwalk ve benzeri Viruslar	İnsan dışkısı	1-2 gün	Akut gastroenterit, bulantı, kusma	12-48 saat
Grup A Rotavirus	İnsan dışkısı	1-3 gün	Akut gastroenterit, bulantı, kusma	5-7 gün
Grup B Rotavirus	İnsan dışkısı	2-3 gün	Akut gastroenterit	6-7 gün

Tüm dünyada içme sularının mikrobiyolojik standardını belirleyen kuruluşlarda (International Organization for Standardization [ISO], American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA], World Health Organization 25 European [WHO-E], World Health Organization International [WHO-I]) indikatör mikroorganizma olarak koliform bakterileri kullanmıştır [21].

1.3.1.1. Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakteriler *Enterobacteriaceae* familyasına ait, Gram negatif, fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen, çubuk şeklinde, β galaktosidaz aktivitesi gösteren, oksidaz negatif ve ayrıca laktozu 35-37 °C'de 24- 48 saatte asit ve gaz oluşturarak fermente eden bakterilerdir. Bu bakteri grubunda, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* ve *Serratia* cinslerine ait türler bulunmaktadır [42,43].

Koliform grubu bakterilerin tamamı dışkı kökenli değildir. Sadece *E.coli* doğrudan bağırsak kökenli, grubun diğer üyeleri ise toprak ve bitki kökenli olabilmektedir. *E. coli*'ye ve/veya fekal koliform bakterilere rastlanması, doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaşmış olduğunun ve bağırsak kökenli *Salmonella* ve *Shigella* gibi primer patojenlerin varlığının bir göstergesi olabilir. Bu sebeple içme ve kullanma sularında, göllerde ve denizlerde *E. coli* ve fekal koliform bakteri bulunmasına izin verilmezken, bazı gıda maddelerinde belirli sayıda koliform bakteri olmasına müsaade edilmektedir [42, 31, 21].

İçme sularında koliform bakterinin olması yetersiz arıtmayı, depolama ve dağıtım sırasında bir kontaminasyon olduğunu düşündürür [42].

Dünyada hızlı nüfus artışına paralel olarak kirletilmemiş alanlar gün geçtikçe azalmakta olup bundan en fazla sucul ortamlar etkilenmektedir. Kirleticilerin hiçbir arıtma işleminden geçirilmeden deşarjları kirliliğin boyutlarının artmasına sebep olmaktadır [44].

1.3.1.1.1. Termotolerant (Fekal) Koliform Bakteriler

Koliform grubu bakterilerden olan laktozu 44- 45 °C'de fermente ederek asit ve gaz oluşturabilen bu bakteriler fekal koliform olarak adlandırılır. *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* cinslerine ait bazı nadir suşlar bu gruba girerler [45].

Termotolerant koliform bakteriler endüstriyel atıklar veya çürümüş bitki artıkları ve diğer kirlerle birlikte sularda bulunabilmektedir. Bu sebeple hepsi fekal orijinli olmayabilir [31].

E. coli fekal kontaminasyonun varlığının bir göstergesi olması yanında genetik yapısı iyi bilinen bakteri olma özelliğine de sahiptir. Suşlarının birçoğu zararsız olan bu bakterinin bazı patojenik tipleri, insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden ishaller, yara enfeksiyonlarına, sepsis, menenjit, arteriosklerosis, hemolitik

üremik sendrom ve çeşitli immünolojik hastalıklar gibi hastalıklara neden olabilmektedir [46].

1.3.1.1.1.1. *Escherichia coli*

İlk kez 1885 yılında Theodor Escherich tarafından, ishalleri süt çocuklarından izole edilmiştir. *Enterobacteriaceae* ailesi içinde yer alan *E. coli*, Gram negatif, fakültatif anaerob, hareketli çubuklardır. Gelişme sıcaklıkları 3-50 °C (optimum 37-41 °C) arasında ve çoğaldıkları pH ise 4 ve 10 değerleri aralığındadır [37].

E.coli nadir mutantlar haricinde çok aktif bir β -galaktosidaz'a sahiptir. Mannitol, indol, ve metil red testleri pozitif; adonitol, inositol, voges proskauer, üreaz, sitrat, jelatin, KCN testleri negatif; sakaroz, dulsitol ve salisin testleri değişkendir. Lisin dekarboksilaz genellikle negatiftir [47].

E.coli nutrient agar ve kanlı agar, enterobakteriler için bazı selektif ve diferensiyel besiyerlerinde (Eosine Methylene Blue Agar, MacConkey Agar, vs.) 37 °C'de 24 saatte gözle görülebilir ve S tipli koloniler oluşturur. *E.coli*'nin bazı suşları kanlı agarda hemoliz oluşturur. *E. coli* laktozu ayrıştırdığı için MacConkey Agar'da pembe renkli koloniler, Eosine Methylene Blue Agar'da ise metalik refle görünümünde koloniler meydana getirir. Nutrient Buyyon'da 24 saatte 37 °C'de bulanıklık meydana getirerek çoğalırlar [48].

Genelde lağımlarda ve kontamine olmuş sularda bulunur. Suyun dışkı ile kirlendiğini saptamak için *E. coli* varlığını tespit etmek gerekir. Bu sebeple suda tespit edildiği zaman, bu suya dışkı bulaştığı söylenebilir [21].

1.3.1.2. Enterokoklar

Enterokoklar ve fekal streptokoklar farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Bazı araştırmacılar bu iki grubu birbirinin aynı olarak kabul ederken, bazıları enterokokların Lancefield sınıflandırmasında D grup olarak yer alan *Streptococcus fecalis* ve *Streptococcus faecium* (bazen de *Streptococcus casseliflavus* ve *Streptococcus avium*) bakterilerini ifade ederken fekal streptokoklar, sadece dışkıda değil, aynı zamanda bitki ve çevresel örneklerde de bulunan tüm streptokokları tanımlamaktadır [31].

Gıdaların enterokokların ihtiva etmesi gıdanın dışkı ile doğrudan kontamine olduğunu anlamına gelmez. *E. fecalis* ve *E. faecium* insan ve hayvan sindirim

sisteminde ve doğada yaygın olarak bulunmaktadır. Bu bakterilerin gıdalarda bulunması, *Salmonella* gibi diğer enterik patojenlerin de olabileceğini göstermez. Fakat su numunelerinin analizinde tespit edilen enterokoklar fekal kontaminasyon göstergesidir. Deniz ve tatlı sularda bulunabilen enterokoklar en önemli bakteriyel indikatör olarak kabul edilmektedir [21].

Enterokoklar fakültatif anaerob, Gram pozitif, ovoid kok formunda bakterilerdir. 1,3,5-trimetiltetrazolyum klorürü (TTC) indirgeyip, eskulini hidrolize ederler, safra tuzlarına direnç gösterirler ve katalaz negatiftirler [47].

1.3.1.3. *Clostridium perfringens*

Clostridium cinsinde yer alan anaerob, sporlu, Gram pozitif, çubuk şeklinde bir bakteridir. Gelişme sıcaklığı optimum 43-45 °C ve üremesi için en uygun pH 5,5 ve 8 aralığındadır [37].

C. perfringens hem dışkıdan hem de diğer çevresel kaynaklardan suya bulaşabilir. Doğada çok yaygın bulunurlar. Denizlerin dibinde, çürümüş bitki ve hayvan kalıntılarında, hayvan artıklarında ve lağım sularında bulunmaktadır [48, 21].

Clostridium sporları dayanıklı olup suda çok uzun süre kalabilir ve dezenfeksiyona karşı dirençlidir. Bu sebeple eski bir kontaminasyonu göstermesi yönünden önemlidir. Dezenfekte edilmiş sularda bulunmaları ise arıtma işlemlerinin yetersizliğini göstermektedir [21].

1.3.1.4. *Salmonella sp.*

Enterobacteriaceae ailesi içinde yer alan Gram negatif, fakültatif anaerob ve çubuk şeklinde bakterilerdir. Gelişmesi için sıcaklık optimum 37 °C’de ve optimum pH 6,5-7,5 değerleri arasındadır. Dondurulmuş ve kurutulmuş gıdalarda uzun süre yaşayabilirler. Atık sularda 11 gün, toprakta 20 gün ve 1,5 yıl kadar yaşayabilmektedir [37].

Kontamine olmuş su, atıklar ve gıdalar bu etkenin yayıcısı olmaktadır. *Salmonella* ’ların sebep olduğu gastroenterit ölümle sonuçlanabilir. Bu nedenle içme ve kullanma sularında ve gıda maddelerinde *Salmonella* bulunmasına müsaade edilmemektedir [37].

1.3.1.5. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonadaceae ailesi içinde yer alan Gram negatif, sporsuz hareketli, genellikle kapsülsüz bakterilerdir. Kültürlerde ikiyeşerli veya tek tek görülen ince, düz çomaklardır [48].

%5 koyun kanlı agarda hemoliz oluşturur. 37 °C’de 24 saat sonra iki tip koloni meydana getirirler. Birinci tip koloniler büyük, düzgün, parlak, nemli ve yaygındır. İkinci tip koloniler daha çok doğal kaynaklardan izole edilen suşlardan meydana gelir. Bunlar küçük, konveks ve düzensiz şekildedir. *Pseudomonas aeruginosa* karbonhidratları fermente etmez. Oksidaz ve katalaz pozitifdir. Jelatin, üreaz ve sitrat pozitif, lizin dekarboksilaz, indol, metil red ve voges proskauer negatiftir [48].

Pseudomonas aeruginosa’nın ozonlama işlemlerine daha dirençli olduğu gözlenmiştir. Bu bakteriler kimyasal dezenfektanlara karşı da dirençlidir [21]. Etken kistik fibrozisli ve ciddi yanıklı hastalarda ölümcül infeksiyonlar oluşturmaktadır [48].

1.3.1.6. Enterovirüsler

İnfekte kişilerin dışkıları ile atılan ve gastrointestinal sistemi infekte edebilen virüsler halk sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Genellikle beş yaştan altındaki çocuklarda ishalleri hastalıkların çoğu Enterovirüs kaynaklıdır [21].

Ilık mevsimlerde lağım sularında enterovirüslerin seviyesi oldukça yüksektir. Poliovirus, Cocksackievirus, Echovirus ve diğer Enteroviruslar, Adenovirus, Rotavirus, Hepatit A virusu ve Norwalk tipi virusların dışkı ile atıldığı bilinmektedir. Bu virüslerin antijenlerini teşhis etmek için “İmmunnochemical Assay” metodları geliştirilmiştir [21].

1.3.1.7. Protozoonlar

İçme sularında ve atık sularda, patojenik protozoonlar *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* ve *Cryptosporidium parvum*’dur. Bu organizmalar ishal ve gastroenteritlere sebep olurlar [21].

1.3.2. Antibiyotikler ve Direnç Mekanizmaları

Mantar veya benzeri mikroorganizmalar tarafından oluşturulan, mikroorganizmaların ve başka canlıların gelişmesini engelleme veya öldürme gücü bulunan doğal ya da kimyevi maddelere antibiyotik denmektedir [49].

Günümüzde en yaygın bir şekilde kullanılan ve beta-laktam halkası olarak isimlendirilen Beta-laktam grubu antibiyotikler ortak kimyasal molekülleri sayesinde diğer antibiyotiklerden ayırt edilebilmektedir. İlk olarak 1928 yılında besiyerine tesadüfen düşen *Penicillium notatum* türü mantarın çevresinde stafilokok türü bakterilerin üreyememesi nedeniyle dikkat çekmiştir. Bunun sonucunda yapılan çalışmalarla penisilin G geliştirilerek klinik kullanıma sunulmuştur. İlerleyen yıllarda geliştirilen yeni beta-laktam grubu antibiyotiklerin tümü, ortak molekül olan beta laktam halkasına sahip aminoasitler üzerinde yapılan çeşitli modifikasyonlar neticesinde şekillendirilmiştir [50].

Antibiyotikler, mikroorganizmalara çeşitli şekillerde etki etmektedirler. Örneğin; yaygın olarak kullanılan penicillinler bakteri hücre duvarı sentezini inhibe ederek etki göstermektedirler. Antibiyotiklerin etki mekanizmaları genel olarak 5 grupta toplanmaktadır (Tablo 1.7).

Tablo 1.7 Antibiyotiklerin Etki Mekanizmaları

Bakteri hücre duvarı sentezini inhibe ederek	Stoplazma membran permeabilitesini bozarak	Bakteri ribozomlarında protein sentezini inhibe ederek	DNA ve RNA sentezini bozarak	İntermedier metabolizmayı bozarak
Penisilinler	Polimiksinler	Aminoglikozidler(30S)	Kinolonlar	Sülfonamidler
Basitrasin	Nistatin	Klindamisin (50S)	Aktinomisin	PAS
Sefolosporinler	Ketokonazol ve diğer imidazoller	Kloramfenikol (50S)	Rifampisin	Sulfonlar
Vankomisin		Eritromisin (50S)	Daunorubisin	Etambutol
Monobaktamlar	Amfoterisin B	Tetrasiklinler (30S)	Mitomisin	İzoniazid
Sikloresin	Flukonazol ve diğer triazoller		Doksorubisin	Trimetoprim
Karbapenemler				
Ristosetin	Gramisidin			

Mikroorganizmaların yeryüzünün en eski canlıları olmalarının temel nedeni, değişen şartlara hızlı bir şekilde uyum sağlayabilme yetenekleridir. Bakteriler çevresel değişikliklere çok çabuk cevap verebildiklerinden, bu yetenekleri akuatik

ekosistemde kalıcı değişiklere neden olabilir. Bakterilerin bu özellikleri geliştirilmekte olan her yeni antibiyotiğe direnç geliştirebilmelerine de yol açabilmektedir. “Mucize ilaç” olarak adlandırılan antibiyotikler, kullanıma girmelerinden bu yana çok uzun bir süre geçmemesine rağmen bu ilaçlarla ilgili gelişmeler hızlı bir şekilde artmış, aynı zamanda kullanımları sırasında ve sonrasında meydana çıkan önemli sorunlar da gündeme gelmiştir. Antibiyotiklere karşı gelişen bakteriyel direnç ise bu sorunların başında yer almaktadır [51].

Sudaki çözünürlükleri yüksek olan antibiyotikler, insan faaliyetleri sonucu kanalizasyon sistemleriyle, çiftlik, mezbaha ve arazi yükseltme çalışmaları sonucunda sucul ortamlara karışabilmektedir. Antibiyotiğe dirençli suşlar, sucul ortamlara veterinerlikte, hayvan gübrelerinde antimikrobiyal madde kullanımı ve arıtılmamış kanalizasyon suları ile bulaşmaktadır [52-54].

Antibiyotik dirençliliğinin kökeni son yarım yüzyıl boyunca antibiyotiklerin insanlarda enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde ve çok sayıda insan kaynaklı olmayan tarım, hayvan yetiştiriciliği ve balık çiftlikleri gibi uygulamalarda kullanılmasına dayanmaktadır. Enfeksiyon hastalıklarında yaygın olarak kullanılması tedavide başarı sağlarken enfeksiyona sebep olan bakterilerde, kullanılan antibiyotiklere karşı yüksek düzeyde ve hızlı bir biçimde dirençliliğin gelişmesine neden olmaktadır. Geniş spektrumlu antibiyotiklerin kullanılması dirençlilik gelişiminde etkili olup nehirlerin denizlere döküldüğü yerlerde, derin deniz suyuyla sedimentinden dirençli bakterilerin su ve su ürünleri ile deniz araçları ile geniş alanlara yayılması dirençliliğin daha da gelişmesine ve bakteriler arasında yayılmasına sebep olmuştur. Akuatik ekosistemde bakterilerin başlangıçta hassas oldukları bir antibiyotiğe karşı sonradan direnç göstermeleri evsel atıkların doğal ortamlara ulaşmasının bir sonucudur [55].

Atık sularda ve bunların dip sedimentlerinde yaşayan bakteriler çok sayıda antibiyotiğe dirençli olabilirler. Toprak, lağım suyu ve yüzey suları gibi farklı çevrelerde antibiyotik dirençliliği olan bakterilerin son yıllardaki artışı insan sağlığını tehdit etmekte ve aynı zamanda bakteriyel dirençliliğin gelişmesinin çevresel bir problem olduğu unutulmamalıdır. Günümüzde penisilin dirençli *E. coli*, *Serratia Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Pseudomonas* gibi Gram negatif, vankomisin dirençli pnömokoklar, metisilin dirençli *Staphylococcus aureus*, makrolid dirençli streptokoklar gibi Gram pozitif bakteriler ve asite dirençli *Mycobacterium*

tuberculosis gibi bakterilerin oluşması enfeksiyonların tedavisinde büyük zorluklara sebep olabilmektedir [51].

Bakterilerde meydana gelen hücre zarı geçirgenliğinin değişimi, metabolik yol ve enzimlerin değişim göstermesi veya antibiyotiklerin etki edecekleri molekülün kaybolması bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç geliştirme yöntemlerindendir. Deniz veya göl ortamındaki bakterilerin antibiyotiklere direnç geliştirmeleri o ortamın insan kaynaklı kirlenmesinin sonucudur [56].

Bakterilerin birçoğunda dirençlilik gelişimi, plazmid olarak adlandırılan ekstra kromozomal DNA yapıları ile tespit edilmektedir. Plazmidin yapısı bakteri kromozomuna göre farklıdır ve konjugasyon yöntemiyle dirençliliğin aktarılmasında görev yaptığı için R-plazmidi olarak isimlendirilir [57]. Özellikle evsel atıklarda R-plazmidi taşıyan ve çoğunluğu insan bağırsak florasından kaynaklanan bakteriler bulunmaktadır.

Domestik ve endüstriyel atık sularının yüzeysel sulara bulaşması içme sularının plazmid taşıyan bakterilerle kontamine olmasıyla bu tip antibiyotiğe dirençli mikroorganizmaların giderek artmasına neden olacak ve bu patojen organizmaların insanlarda ve hayvanlarda enfeksiyona sebep olmaları durumunda ise tedavide imkânsızlığa neden olacaktır [56].

TR90 Bölgesi illeri arasında yüzey suyu miktarı en yüksek olan ikinci il konumunda olan Giresun'un yüzey suyu miktarının %80'ini oluşturan havza ilin kuzey kesiminin %60'ını kapsamaktadır. Geriye kalan yüzölçümünün %40'ı ise Kelkit Havzası'na bağlı olup yüzey suyu miktarının %20'sini karşılamaktadır. İl toprakları Karadeniz alanında sık vadiler ağıyla yarılmış olup, bu vadilerden akan başlıca akarsular ve uzunlukları: Aksu Deresi 60 km, Harşit Çayı 50 km, Gelevera Deresi 80 km, Çavuşlu Deresi 25 km, Görele Deresi 30 km, Çömlekçi Deresi 23 km, Pazarsuyu 80 km, Yağıldere Irmağı 70 km ve Batlama Deresi 40 km'dir.

İçme suyu kaynağının büyük bir bölümünü oluşturan il akarsularında meydana gelebilecek farklı nitelikteki fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişikliklerin doğrudan veya dolaylı olarak içme sularından da hasarlara sebebiyet vereceği bilinmektedir. Bu nedenle Giresun ilinin farklı bölgelerindeki içme sularının fiziko-kimyasal özellikleri ile bakteriyolojik kirlilik durumu ve izole edilen bakterilerin mevcut antibiyotik dirençlilik frekansları belirlenerek halk sağlığını tehdit eden unsurların ortaya çıkartılması bu çalışmada amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Cooke (1976) yaptığı çalışmada, kanalizasyon suları ile kontamine olmuş deniz suyundan elde ettiği koliform bakterilerde yüksek frekansta çoklu antibiyotik dirençliliğinin geliştiğini tespit etmişlerdir [58].

Parent (1996) yaptığı çalışmada, içme suyu dağıtım sistemlerinde *E.coli* gelişimini incelemiştir. *E. coli*'nin yetersiz su arıtımı, arıtma sonrası kontaminasyon ve dağıtım sisteminde içinde kendiliğinden oluşabileceği düşünülmüştür. Bu üç hipotezi doğrulamak için pilot bir sistem kullanarak deneyler yapılmıştır. Deney sonucunda dağıtım sistemlerinde *E. coli* miktarında artış görülmüş ve biofilm tabakasına rastlanmıştır. Klor ve biofilm tabakası arasındaki sınırlı reaksiyon ve klorun boru malzemesi tarafından tüketilmesinin neticesinde, boru materyalinin içerisinde bulunan biofilm tabakasının klorla dezenfeksiyon işlemi ile yok edilmesinin süspansiyon haldeki bakterilerden yok edilmesinden çok daha zor olduğunu tespit etmişlerdir [59].

Özkoç ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, Samsun ili içme ve kullanma suyunun arıtma tesisi ve şebeke boyunca kalite değişiminin incelenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla arıtma tesisinden ve yerleşimin yoğun olduğu merkez yerleşim bölgesinden 1998 yılında toplam 15 örnekleme noktası seçilmiştir. Belirlenen bu noktalarda pH, azot türevleri, fosfat, toplam fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir analizlerinin yanında mikrobiyolojik olarak toplam fekal koliform, fekal streptokok analizleri de yapılmıştır. Elde edilen bulgular, ham su için Kıta içi Su Kaynakları Kalite Parametreleri, içme ve kullanma suyu için TS 266 ile karşılaştırılmıştır. Çalışma neticesinde arıtma tesisine giren ham suyun arıtım sürecinde ve sonrasında şebekede kalite değişimine uğradığını gözlemlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kjenaz azotu ve demir parametreleri standartların üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. İçme suyundaki bu değişimin sebebi boru bağlantılarının doğru bir şekilde yapılmamış olması ve bu noktalarda borulardan içeriye kirleticilerin sızması ve şebekenin halen bazı caddelerde yenilenmiş olmaması sonucunda meydana gelebileceğini söylemişlerdir. Bu sebeple, daha geniş ölçekte çalışmaların başlatılması gerektiğini ve Samsun kentinin mevcut alt yapısının gözden geçirilmesinin gerektiğini belirtmişlerdir [60].

Graham ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, musluktan alınan örneklerde bakiye klor bulunmasına rağmen canlı bakterilerinde bulunmasının yeterli temas

süresinin olmadığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca şebeke borularında meydana gelen biofilm tabakasının şebekedeki bakiye klorla temas etmediği borudan kopan biofilm parçacıklarının ve bakterilerin içme suyu dağıtım sistemlerinde bakiye klorla birlikte bulunduğunu belirtmişlerdir. Resuspanse biofilm tabakalarının kaldırılması için 3 farklı yöntem kullanıp bunları kıyaslamış ve en iyi yöntemin stomaching yöntemi olduğunu bulmuşlardır. Metodun basit olmasından dolayı dairesel reaktör kullanmışlardır [61].

Aydın ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada, Konya kentinin içme suyu şebekesinden 23 ayrı noktadan alınan örneklerin ve pınar suyu şebekesinden 52 ayrı noktadan alınan numunelerin bakteriyolojik analizlerini yapmışlardır. Alınan örneklerde bakiye klor, toplam bakteri sayısı, koliform, *E. coli*, *Salmonella* ve *Staphylococcus* ölçümleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda içme suyu ve pınar suyu şebekelerinde araştırılan bakterilerin bazı dönemlerde izin verilen miktarların üzerinde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu sorunun kaynağının şebeke sisteminde yeterli basıncın sağlanamamış olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir [62].

Ağaoğlu ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, Van kentinin (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak suları mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel parametreleri incelenerek, Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) ve İçme Suları Standardına (TS 266) uygunlukları araştırılmıştır. Yapılan çalışmada 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneği materyal olarak kullanılmıştır. İncelenen kaynak sularının % 33,3'ünde koliform grubu mikroorganizma tespit edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda örneklerde ortalama toplam alkalinite 134,67, pH değeri 7.45, toplam sertlik derecesi (Fs) 17,66, , kalsiyum 58,40 mg/l, magnezyum 6,66 mg/l, klorür 34,10 mg/l, toplam organik madde 1,31 mg/l ve bikarbonat 134,67 mg/l olarak bildirmişlerdir. Kaynak sularının hiçbirinde amonyak, demir ve karbonat bulunmamasına karşın, % 20'nin nitrit (kalitatif) içerdiğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, analizleri yapılan kaynak sularının mikrobiyolojik açıdan %40'ı GMT'ye kimyasal yönden ise tamamının GMT ve TS 266' ya uygunluk göstermediğini belirtmişlerdir [63].

Brick ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, Hindistan'ın güneyinde bulunan bir kasabanın içme sularının kaynaktan ev halkı kullanıncaya kadar geçen çeşitli periyotlar içerisindeki mikrobiyal kontaminasyon oranı incelenmiş, suların kaynakta temiz olsa dahi %67'sinin tüketime sunulana kadar depolarda kirlendiğini tespit

etmişlerdir. Laboratuvarda yapılan analizler ile içme suyu depolarının yapımında kullanılan malzemelerin mikrobiyal kontaminasyon için ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Gelişmekte olan ülkelerin temiz su elde edilemeyen bölgelerinde suların dezenfeksiyonunun önemini belirtmişlerdir [64].

Franciska ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada, Hollanda’da 2002-2003 yılları içerisinde 144 tane noktadan özellikle hastaneler, devlet daireleri ve kamp yerlerinden mikrobiyolojik su numuneleri almışlardır. Fekal indikatörler ve *E. coli* araştırması yapmışlardır. Fekal indikatörleri standart membran filtrasyon metoduyla, *E. coli* sayımını ise özel bir zenginleştirilmiş metotla yapmışlardır. Sonucu pozitif çıkan sulardan tekrar su örnekleri alınarak 24 saat içinde laboratuvar şartlarında inceleyip değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak mikrobiyolojik kirlenmeye daha çok geniş tarım arazileri ve otlakların üzerine kurulmuş kamp yerlerinde rastlandığını tespit etmişlerdir. Bu duruma bölgede bulunan büyükbaş hayvanların dışkılarının yağışlarla su kaynaklarına karışmış olabileceğini belirtmişlerdir [65].

Erkan ve Vural (2006), Dicle nehrinin hijyenik kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, toplanan su örneklerinde *Enterobacteriaceae*, koliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus Micrococcus*, *Staphylococcus aureus*, , *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, küf-maya, toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) ve anaerob bakteri sayısı yönünden araştırılmıştır. Toplanan örneklerdeki koliform ve *E. coli* kontaminasyonu sırasıyla, %100, %90, %85, %80, %90 olarak tespit etmişlerdir [66].

Gündüz ve ark. (2006) yaptıkları bir çalışmada, içme ve kullanma suyu, ambalajlı su, havuz suyu ve kuyu suyu olarak incelenen toplam 4716 örneğin 3699’u (%78,4) Gıda Maddeleri Tüzüğü’ne uygun bulunmuş, 1017 (%21,6) su örneğinin kontamine olduğunu belirlemişlerdir. İncelenen su örneklerinin 308 (%6,6)’inde 500 ve üzeri koloni sayılırken, 764 (%16,4)’ünde koliform bakteri tespit edilmemiştir [67].

Acehan (2007) yaptığı çalışmada, Adana ilinde köylerde 514, il merkezi ve beldelerde 142 nokta belirlenmiştir. Bu noktalardan belli tarihlerde köylerden 899, il merkezi ve beldelerden 2058 bakteriyolojik su numuneleri alınmıştır. İl genelinin bakteriyolojik kirlilik durumu ortaya çıkarılmış ve bakteriyolojik olarak kirli çıkan bölgelerin su temin sistemleri, odak dışı olarak kaynaktan iç şebeke sistemine kadar incelenmiş, numunelerin 407 adedinde bakteriyolojik kirlilik tespit edilmiştir [36].

Akhan (2007) yaptığı çalışmada, Ağustos-Aralık 2006 tarihleri arasında, bir kaynak suyu dolum tesisinde, kaynaktan başlayarak tüketime sunulan son ürüne kadar, çeşitli noktalardan numuneler alınarak hangi aşamaların mikrobiyal risk taşıdığı incelenmiştir. Alınan su örnekleri, 2005 tarihli yönetmelikte bulunan mikrobiyolojik parametrelerden toplam bakteri, Koliform bakteri ve *Escherichia coli* (*E. coli*) parametrik değerleri yönünden incelenmiştir. Toplam bakteri sayısı bakımından kaynağa ait su örneklerinin %65'i, diskli membran filtreden alınan su örneklerinin %60'ı, ters osmoz cihazından alınan su örneklerinin %90'ı, temiz su toplama havuzundan alınan su örneklerinin %10'u, dolum musluklarından alınan su örneklerinin %60'ı, dolum yapılmış damacanalardan alınan su örneklerinin % 50'si yönetmeliğe uygun bulunmuştur. Kaynaktan, diskli membran filtreden, ters osmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan alınan örneklerde koliform bakteri tespit edilmemiştir. Dolum musluklarından alınan örneklerin %15'i, dolum yapılmış damacanalardan alınan örneklerin ise %10'u koliform bakteri yönünden yönetmeliğe uygun olmadığı tespit edilmiştir. Alınan örneklerin hiçbirinde *E. coli* tespit edilmemiştir [68].

Aktürk (2009) yaptığı çalışmada, Adana - Tufanbeyli yol hattındaki 15 çeşme suyundan mevsimsel olarak alınan örneklerde toplam koliform, toplam aerob, fekal koliform sayıları belirlenmiş, izolatların günümüzde sıklıkla kullanılan antibiyotiklere dirençlilikleri araştırılmış ve çoklu antibiyotik dirençliliği (MAR) yüksek çıkan izolatların plazmid profilleri incelenmiştir. İzolatların biyokimyasal analizleri sonucunda 51'inin *Pseudomonas aeruginosa*, 121'inin *Proteus vulgaris*, 69'unun *E. coli*, ve 28'inin *Citrobacter spp.*, olduğu tespit edilmiştir. 91 izolat ise bu testle belirlenememiştir. Yaptıkları çalışmada *Clostridium perfringens*, *Streptococcus faecalis*, ve *Vibrio spp.* varlığı da araştırılmış olup 2 ve 10 nolu istasyonlarda *Vibrio parahaemolyticus*, 11 ve 15 nolu istasyonlarda *Streptococcus faecalis* varlığı tespit edilmiştir. İzolatlar antibiyotik hassasiyet testine tabi tutulmuş olup, antibiyotiklerden Basitrasine, Vankomisine, Sefalotine ve Amfisiline dirençlilik gösterdikleri tespit edilmiştir [12].

Özaslan (2009) yaptığı çalışmada, Adana içme suyundan alınan numunelerde toplam koliform, toplam aerob bakteri ve fekal koliform bakterilerin araştırılması ve izolatların yaygın kullanılan antibiyotiklere karşı dirençlilik frekansının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Adana içme suyunda *E. coli*'ye

rastlanmamıştır. Halkın ortak olarak kullandığı çeşmelerde *Pseudomonas sp.*, *Klebsiella pneumonia* ve *Shigella sp.* gibi bakteriler tespit edilmiştir. Sonuçlar yerleşim yerlerine göre incelendiğinde Seyhan ilçesi örneklerinin Yüreğir ilçesi örneklerine oranla hijyenik kalitesinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Antibiyogram bulgularına göre; Cefazoline, Cefuroxime, Ampiciline, Streptomisine direnç gözlenirken Ceftriakson, Gentamicin ve Imipeneme dirençlilik gözlenmemiştir. Yapılan araştırma sonucunda Adana bölgesinde analiz edilen suların mikrobiyolojik açıdan temiz olduğu tespit edilmiştir [25].

3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan Antibiyotikler

Antibiyotik dirençlilik düzeylerinin tespit edilmesinde kullanılan antibiyotik disklerinin hepsi BD (BectonDickson, USA) marka olup adları ve içerdikleri antimikrobiyal madde miktarı Tablo3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Antibiyogram Testlerinde Kullanılan Antibiyotikler

Kısaltma İsmi	İsmi	Grubu	Etki Mekanizması
AK, 30 µg	Amikasin	Aminoglikozit	Protein sentezini inibe eder.
AM, 10 µg	Amfisilin	Aminopenisilin	Bakteri hücre duvar sentezini inhibe eder.
CZ, 30 µg	Sefazolin	Sefalosporin 1	Bakteri hücre duvar sentezini inhibe eder.
CXM, 30 µg	Seforoksim	Sefalosporin 2	
CTX, 30 µg	Sefotaxim	Sefalosporin 3	
NA, 30 µg	Nalidiksik Asit	Kinolin	DNA giraz (topoizomeraz II) enzimi inhibitörüdür.
TE, 30 µg	Tetrasiklin	Tetrasiklin	30S alt birimine bağlanarak tRNA’nın bağlanmasını ve peptid zincirinin uzamasını önlerler.
E, 15 µg	Eritromisin	Makrolid	Bakteri ribozomlarının 50S alt birimindeki 23S tRNA bağlanarak, aynı yere tRNA’nın bağlanmasını ve dolayısıyla peptid yan zincirin uzamasını önlerler.

3.1.2. Kullanılan Besiyerleri

Çalışma süresince bakterilerin sayım, izolasyon, stok kültürlerin hazırlanması ve antibiyogram testlerinin gerçekleştirilmesine kadar kullanılan besiyerleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Kullanılan Besiyerleri

Besiyeri	Kullanım Amacı	Kaynak
Plate Count Agar (PCA)	Su numunelerinde toplam aerobik mikroorganizma sayısını tespit etmek için	69
Laktozlu Buyyon	Koliform grubu bakterilerin tespiti için	28
Çift Laktozlu Buyyon	Koliform grubu bakterilerin tespiti için	70
EMB Agar	Gram negatif <i>Enterobacteriaceae</i> ailesi içinde yer alan enterik bakterilerin tespit edilmesi ve izolasyonu için	28
Nutrient Agar	İzole edilen bakterilerin stok kültür şeklinde saklanması için	71
Azid Dekstroz Broth	Su numunelerinde <i>Streptococcus fecalis</i> tespiti için	72
LB (Luria-Bertoni) Buyyon	İzole edilen bakterilerin zenginleştirilmesi için	72
İMVİC Testi ve Uygun Besiyerleri	Bu testler koliform grup bakterilerin ayrımı için	73

3.2. Metod

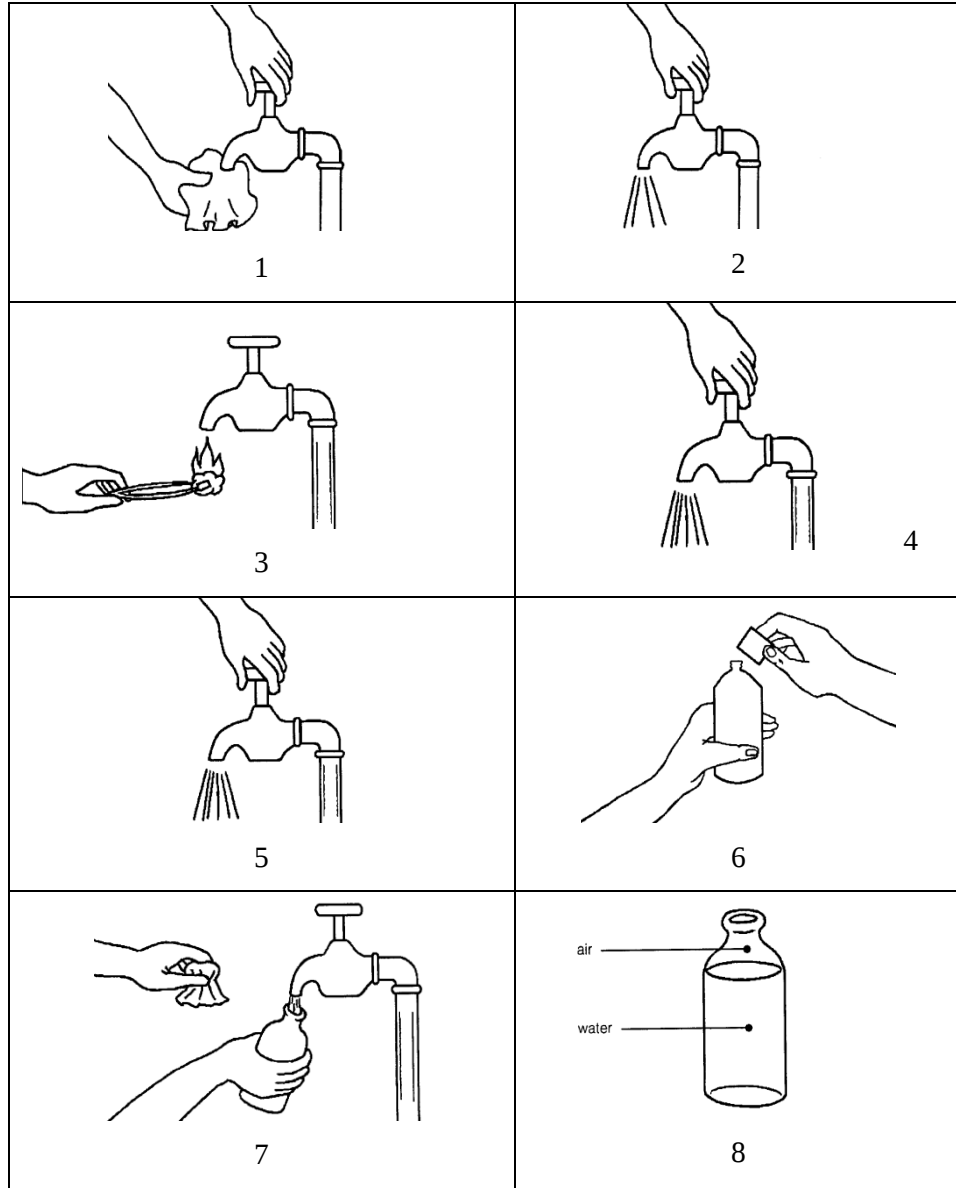
Yapılan çalışmada Giresun ili içme sularında toplam koliform, toplam aerob, ve fekal koliform bakteri sayıları araştırılmış, izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençlilikleri tespit edilmiştir. 32 farklı istasyon belirlenerek özellikle kontaminasyonun yoğun olduğu düşünülen Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 5 kez numune alınarak araştırmamız gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışma Alanı

3.2.1. Numunelerin Alınması

Su numuneleri belirlenen istasyonlardan 1000 mL’lik steril şişelere alınarak, soğuk zincir halkası içinde korunarak laboratuvara getirilmiştir. Örnekler, Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği esas alınarak alınmıştır.



Şekil 3.2 Sulardan Bakteriyolojik Numune Alma Tekniği

3.2.2. Toplam Aerob Bakterilerin 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 koloniler sayılması ile belirlenmiştir [69].

3.2.3. 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 tüpler EMS (En Muhtemel Sayı) tablolarına göre 100 mL’deki toplam koliform sayısı tespit edilmiştir [74].

3.2.4. 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.

3.2.5. *E. coli* Sayısı Tespiti

EMS yöntemindeki asit ve gaz meydana getiren pozitif tüpler azaltma yöntemiyle EMB agara ekilip 37 °C’de 18-24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Inkübasyon süresi sonunda metalik yeşil zon oluşturan kolonilere İMVİC testi uygulanmış yine şüpheli olan koloniler yeniden laktozlu buyyona inoküle edilerek 44.5 °C’de 24-48 saat inkübe edildikten sonra doğrulanarak *E. coli* sayısı belirlenmiştir.

3.2.6. *Streptococcus faecalis* Tespiti

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

3.2.7. Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Elde edilen izolatların antibiyotik dirençlilik düzeyleri disk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir [75]. 6 farklı sınıfı temsil eden 9 farklı ticari antibiyotik diski denenmiştir. Bu antibiyotikler; nalidiksik asit (NA, 30µg), tetrasiklin (TE, 30µg), sefazolin (CZ, 30µg), sefuroksim (CXA, 30µg), amikasin (AK, 30µg), sefotaksim (CTX, 30µg), eritromisin (E, 15µg), amfisilin (AM,10µg), streptomisin (S, 10µg), olmuştur.

Antibakteriyal etkinin doğrulanması için referans suş olarak *E. coli* ATCC 25922 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 kullanılmıştır [76]. Ayrıca, İzolatların ÇAD indeks değerleri Krumperman (1985)'a göre hesaplanmıştır [77].

3.2.8. Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi

Çoklu Antibiyotik Dirençlilik (ÇAD) indeks değerleri her izolat için hesaplanmıştır. Eğer izolat insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kalmış ise, o zaman 0,2 den daha yüksek bir ÇAD indeks değeri ortaya çıkmaktadır. Eğer antibiyotik çok nadir kullanılmışsa ya da hiç kullanılmamışsa ÇAD indeks değeri 0,2 den küçük ya da 0,2 ye eşit olarak kabul edilmektedir [77].

4. BULGULAR

4.1. Fiziko-kimyasal Parametreler

Giresun ili su şebekesinden alınan suların mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarındaki sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde (TÇMM), çözünmüş oksijen, pH, bulanıklık, alkalinite, sertlik, sodyum, potasyum ve BOI_5 değerleri Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’de verilmektedir.

Tablo 4.1 Giresun İli İçme Suyunun Mayıs Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

	MAYIS (n=28)			
	Ortalama	Std Hata	Min Değer	Mak Değer
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	17,029	1,338	14,26	19,68
TÇMM (gL^{-1})	0,219	0,027	0,199	0,337
ÇO (mgL^{-1})	9,026	0,913	7,14	10,7
pH	7,700	0,176	7,48	8,39
Bulanıklık (NTU)	0,152	0,315	0	1,01
Alkalinite (mgL^{-1})	12,727	1,06	11	14,1
Sertlik (Fs)	15,754	1,613	13,3	18,2
Sodyum (mgL^{-1})	9,892	3,775	2,2	13,4
Potasyum (mgL^{-1})	1,275	0,347	0,5	1,7
BOI_5 (mgL^{-1})	4,102	1,007	1,32	5,59

Mayıs ayında alınan su numunelerinin sıcaklık değerinin 14,26-19,68 $^{\circ}\text{C}$ ($17,029 \pm 1,338$) arasında, toplam çözünmüş katı madde (TÇMM) değerinin 0,199-0,337 gL^{-1} ($0,219 \pm 0,027$) arasında, çözünmüş oksijen değerinin 7,14-10,7 mgL^{-1} ($9,026 \pm 0,913$) arasında, pH değerinin 7,48-8,39 ($7,7 \pm 0,176$) arasında, bulanıklık değerinin 0-1,01 NTU ($0,152 \pm 0,315$) arasında, alkalinite değerinin 11-14,1 mgL^{-1} ($12,727 \pm 1,07$) arasında, sertlik değerinin 13,3-18,2 Fs ($15,754 \pm 1,613$) arasında, sodyum değerinin 2,2-13,4 mgL^{-1} ($9,892 \pm 3,775$) arasında, potasyum değerinin 0,5-1,7 mgL^{-1} ($1,275 \pm 0,347$) arasında ve BOI_5 değerinin 1,32-5,59 mgL^{-1} ($4,102 \pm 1,007$) arasında değiştiği tespit edildi.

Tablo 4.2 Giresun İli İçme Suyunun Haziran Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

	HAZİRAN (n=32)			
	Ortalama	Std Hata	Min Değer	Mak Değer
Sıcaklık (°C)	18,748	2,901	12,14	26,19
TÇMM (g ^L ⁻¹)	0,263	0,026	0,218	0,296
ÇO (mg ^L ⁻¹)	7,655	1,408	3,97	11,3
pH	7,652	0,083	7,43	7,88
Bulanıklık (NTU)	0,192	0,415	0	1,6
Alkalinite (mg ^L ⁻¹)	12,119	1,284	9,5	13,5
Sertlik (Fs)	21,187	2,980	15,4	27,3
Sodyum (mg ^L ⁻¹)	6,453	2,095	3,2	12,4
Potasyum (mg ^L ⁻¹)	1,263	0,360	0,6	1,9
BOİ ₅ (mg ^L ⁻¹)	5,289	1,709	1,34	9,64

Haziran ayında alınan su numunelerinin sıcaklık değerinin 12,14-26,19 °C (18,748±2,901) arasında, toplam çözünmüş katı madde (TÇMM) değerinin 0,218-0,296 g^L⁻¹ (0,263±0,026) arasında, çözünmüş oksijen değerinin 3,97-11,3 mg^L⁻¹ (7,655±1,408) arasında, pH değerinin 7,43-7,88 (7,652±0,083) arasında, bulanıklık 0-1,6 NTU (0,192±0,415) arasında, alkalinite 9,5-13,5 mg^L⁻¹ (12,119±1,284) arasında, sertlik değerinin 15,4-27,3 Fs (21,187±2,980) arasında, sodyum değerinin 3,2-12,4 mg^L⁻¹ (6,453±2,095) arasında, potasyum değerinin 0,6-1,9 mg^L⁻¹ (1,263±0,36) arasında ve BOİ₅ değerinin 1,34-9,64 mg^L⁻¹ (5,29±1,71) arasında değiştiği tespit edildi.

Tablo 4.3 Giresun İli İçme Suyunun Temmuz Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

	TEMMUZ (n=32)			
	Ortalama	Std Hata	Min Değer	Mak Değer
Sıcaklık (°C)	21,026	3,727	13,27	28,95
TÇMM (g ^L ⁻¹)	0,296	0,043	0,228	0,349
ÇO (mg ^L ⁻¹)	8,079	1,392	5,54	10,59
pH	7,682	0,077	7,53	7,83
Bulanıklık (NTU)	0,060	0,158	0	0,73
Alkalinite (mg ^L ⁻¹)	14,387	2,649	10,2	19
Sertlik (Fs)	24,272	3,857	17,4	29,4
Sodyum (mg ^L ⁻¹)	7,053	1,836	4,4	12,5
Potasyum (mg ^L ⁻¹)	1,403	0,733	0,6	2,9
BOİ ₅ (mg ^L ⁻¹)	4,748	1,555	1,49	7,74

Temmuz ayında alınan su numunelerinin sıcaklık değerinin 13,27-28,95 °C (21,026±3,727) arasında, toplam çözünmüş katı madde (TÇMM) değerinin 0,228-0,349 g^L⁻¹ (0,296±0,043) arasında, çözünmüş oksijen 5,54-10,59 mg^L⁻¹ (8,08±1,392) arasında, pH değerinin 7,53-7,83 (7,682±0,077) arasında, bulanıklık değerinin 0-0,73 NTU (0,06±0,158) arasında, alkalinite değerinin 10,2-19 mg^L⁻¹ (14,387±2,649) arasında, sertlik değerinin 17,4-29,4 Fs (24,272±3,857) arasında, sodyum değerinin 4,4-12,5 mg^L⁻¹ (7,053±1,836) arasında, potasyum değerinin 0,6-2,9 mg^L⁻¹ (1,403±0,733) arasında ve BOİ₅ değerinin 1,49-7,74 mg^L⁻¹ (4,75±1,55) arasında değiştiği tespit edildi.

Tablo 4.4 Giresun İli İçme Suyunun Ağustos Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

	AĞUSTOS (n=31)			
	Ortalama	Std Hata	Min Değer	Mak Değer
Sıcaklık (°C)	21,308	2,705	14,44	25,54
TÇMM (gL ⁻¹)	0,321	0,042	0,25	0,383
ÇO (mgL ⁻¹)	7,344	1,493	3,43	10,01
pH	7,694	0,078	7,57	7,93
Bulanıklık (NTU)	0,086	0,258	0	1,21
Alkalinite (mgL ⁻¹)	16,892	2,107	12,9	23
Sertlik (Fs)	26,076	4,161	19,4	31,9
Sodyum (mgL ⁻¹)	10,959	3,879	6,7	17,6
Potasyum (mgL ⁻¹)	1,741	0,923	0,7	3,9
BOİ ₅ (mgL ⁻¹)	5,280	1,675	1,69	9,07

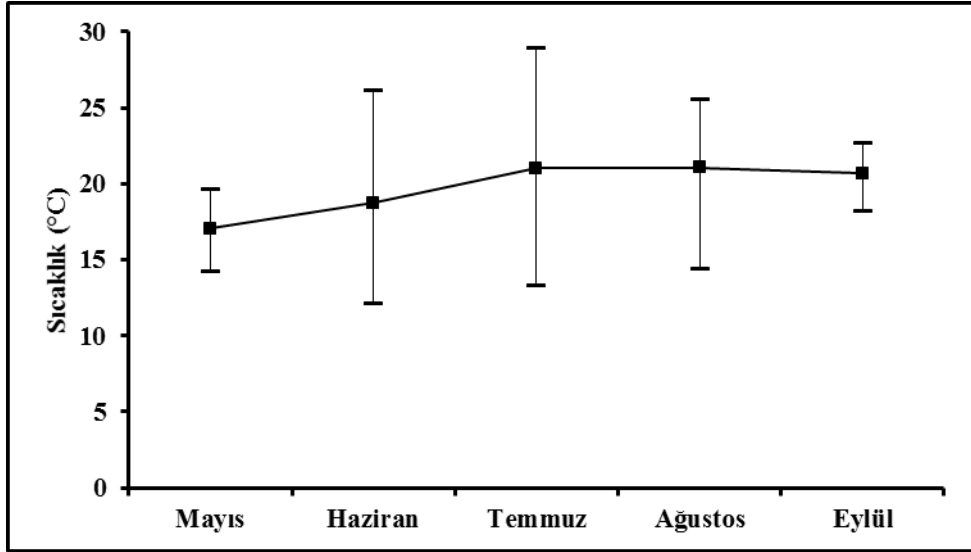
Ağustos ayında alınan su numunelerinin sıcaklık değerinin 14,44-25,54 °C (21,31±2,705) arasında, toplam çözünmüş katı madde (TÇMM) değerinin 0,25-0,383 gL⁻¹ (0,321±0,042) arasında, çözünmüş oksijen değerinin 3,43-10,01 mgL⁻¹ (7,344±1,493) arasında, pH değerinin 7,57-7,93 (7,694±0,078) arasında, bulanıklık değerinin 0-1,21 NTU (0,086±0,258) arasında, alkalinite değerinin 12,9-23 mgL⁻¹ (1,892±2,107) arasında, sertlik değerinin 19,4-31,9 Fs (2,076±4,161) arasında, sodyum değerinin 6,7-17,6 mgL⁻¹ (10,959±3,879) arasında, potasyum değerinin 0,7-3,9 mgL⁻¹ (1,741±0,923) arasında ve BOİ₅ değerinin 1,69-9,07 mgL⁻¹ (5,28±1,675) arasında değiştiği tespit edildi.

Tablo 4.5 Giresun İli İçme Suyunun Eylül Ayı Fiziko-Kimyasal Parametreleri

	EYLÜL (n=28)			
	Ortalama	Std Hata	Min Değer	Mak Değer
Sıcaklık (°C)	20,662	1,469	18,2	22,7
TÇMM (g ^L ⁻¹)	0,338	0,046	0,267	0,397
ÇO (mg ^L ⁻¹)	7,655	1,528	5,59	11,04
pH	7,745	0,084	7,66	7,99
Bulanıklık (NTU)	0,043	0,169	0	0,76
Alkalinite (mg ^L ⁻¹)	16,29	1,961	12,9	18,4
Sertlik (Fs)	26,785	4,285	20,4	31,7
Sodyum (mg ^L ⁻¹)	6,050	2,609	1,9	10,6
Potasyum (mg ^L ⁻¹)	1,035	0,357	0,5	2
BOİ ₅ (mg ^L ⁻¹)	4,963	1,534	2,53	8,51

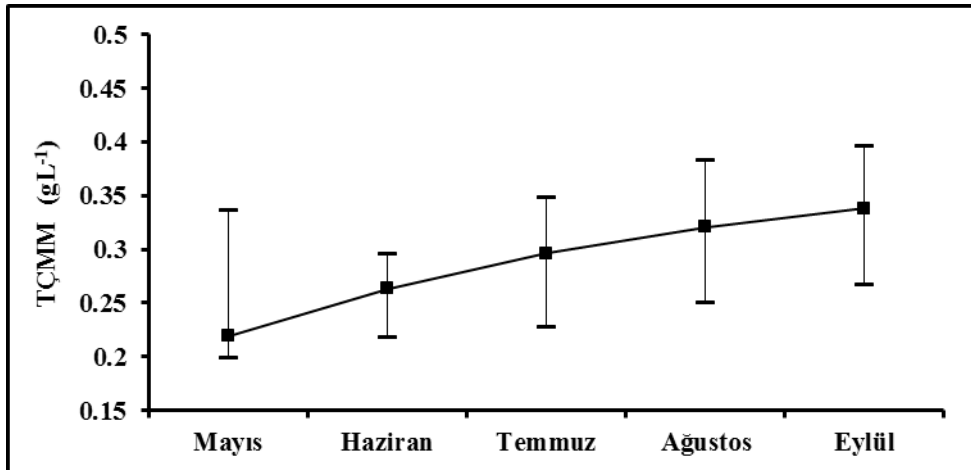
Eylül ayında alınan su numunelerinin sıcaklık değerinin 18,2-22,7 °C (20,662±1,47) arasında, , toplam çözünmüş katı madde (TÇMM) değerinin 0,267-0,397 g^L⁻¹ (0,338±0,046) arasında, çözünmüş oksijen değerinin 5,59-11,04 mg^L⁻¹ (7,655±1,528) arasında, pH değerinin 7,66-7,99 (7,745±0,084) arasında, bulanıklık değerinin 0-0,76 NTU (0,043±0,169) arasında, alkalinite değerinin 12,9-18,4 mg^L⁻¹ (16,29±1,961) arasında, sertlik değerinin 20,4-31,7 Fs (26,785±4,285) arasında, sodyum değerinin 1,9-10,6 mg^L⁻¹ (6,05±2,61) arasında, potasyum değerinin 0,5-2 mg^L⁻¹ (1,035±0,357) arasında ve BOİ₅ değerinin 2,53-8,51 mg^L⁻¹ (4,963±1,534) arasında değiştiği tespit edildi.

Yapılan çalışmada Şekil 4.1’de gösterildiği gibi en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 28,95 °C, en düşük sıcaklık ise Haziran ayında 12,14 °C tespit edilmiştir.



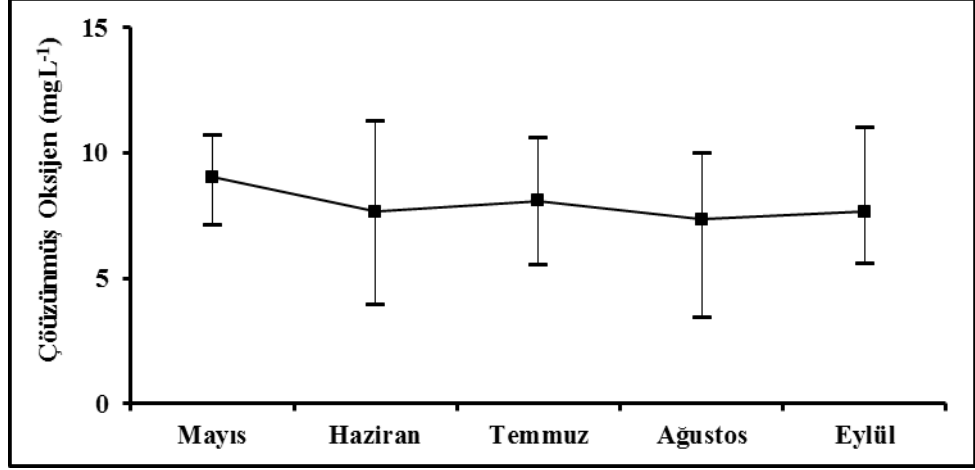
Şekil 4.1 Sıcaklığın Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.2’de gösterildiği gibi en yüksek TÇMM Eylül ayında 0,397 gL⁻¹, en düşük TÇMM ise Mayıs ayında 0,199 gL⁻¹ tespit edilmiştir.



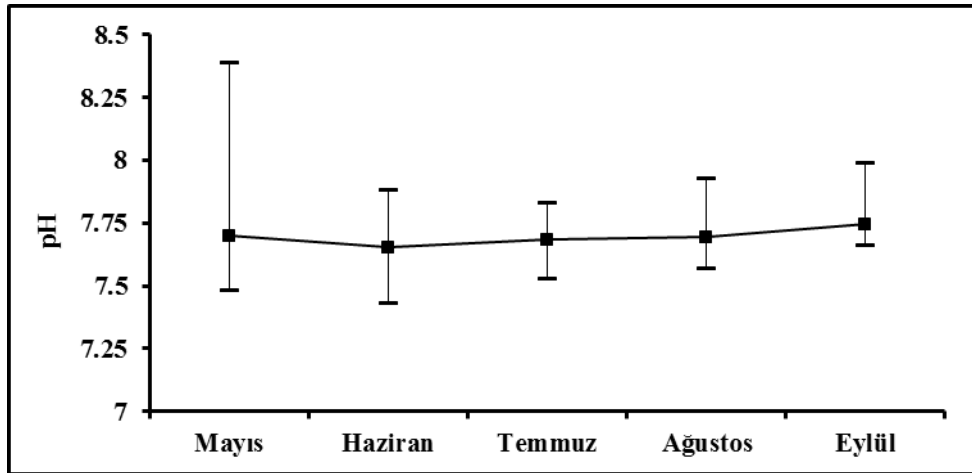
Şekil 4.2 TÇMM’nin Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.3’de gösterildiği gibi en yüksek çözünmüş oksijen Haziran ayında $11,30 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük çözünmüş oksijen ise Ağustos ayında $3,43 \text{ mgL}^{-1}$ tespit edilmiştir.



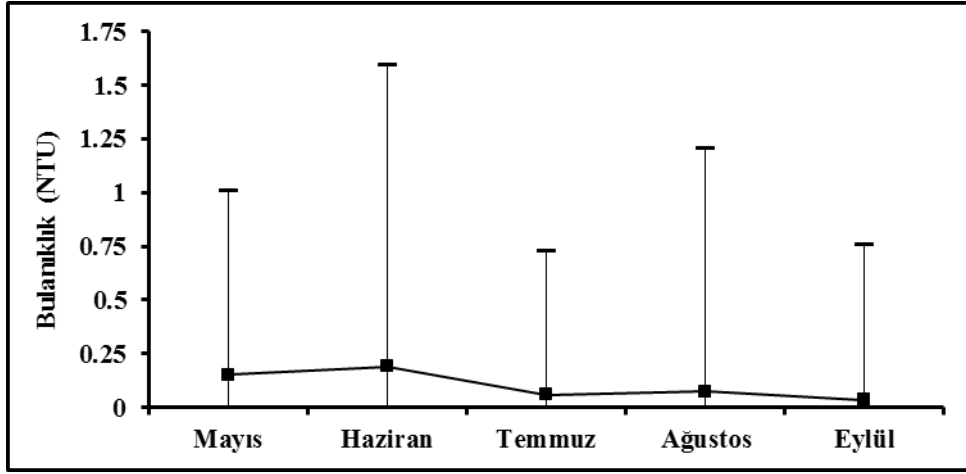
Şekil 4.3 Çözünmüş Oksijenin Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.4’de gösterildiği gibi en yüksek pH Mayıs ayında 8,39, en düşük pH ise Haziran ayında 7,43 olarak tespit edilmiştir.



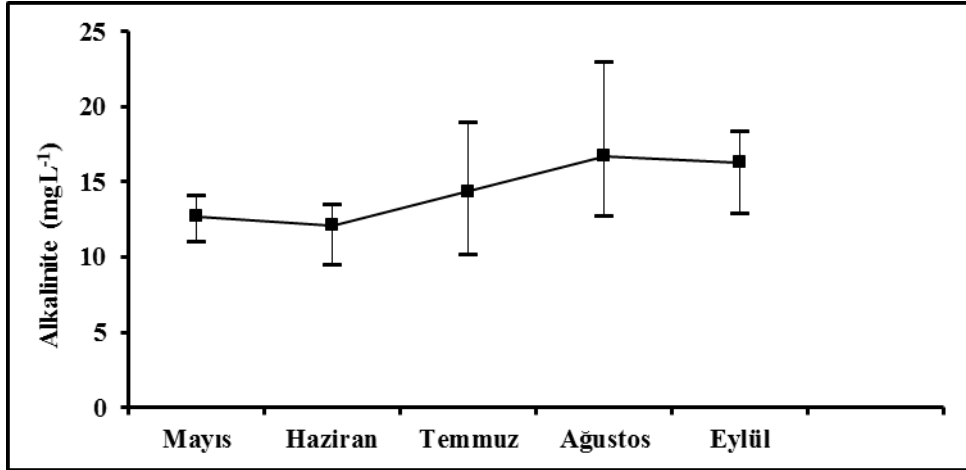
Şekil 4.4 pH’nın Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.5’de gösterildiği gibi en yüksek bulanıklık Haziran ayında 1,60 NTU olarak tespit edilmiştir.



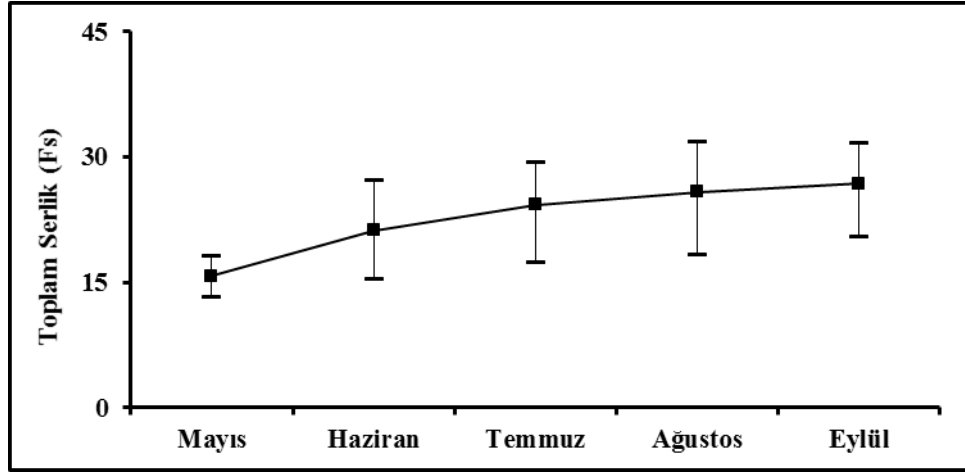
Şekil 4.5 Bulanıklığın Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.6’da gösterildiği gibi en yüksek alkalinite Ağustos ayında 23 mgL⁻¹, en düşük ise Haziran ayında 9,5 mgL⁻¹ tespit edilmiştir.



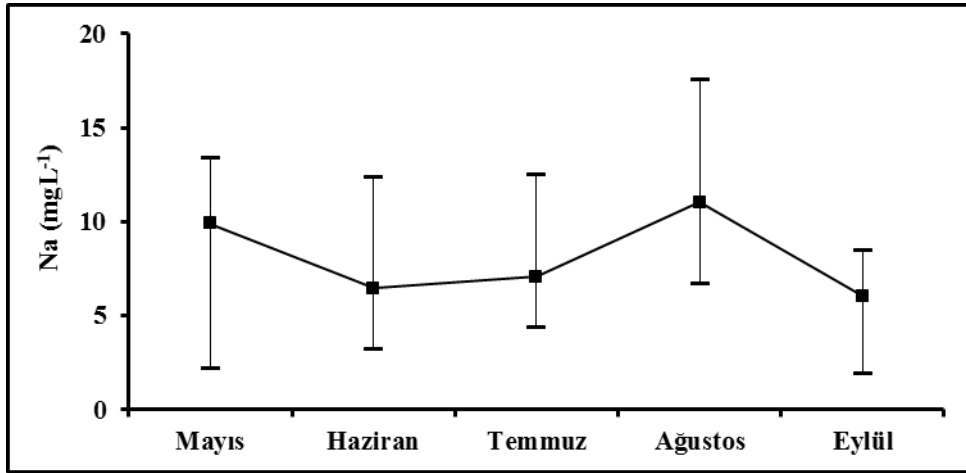
Şekil 4.6 Alkalinitenin Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.7’de gösterildiği gibi en yüksek sertlik Ağustos ayında 31,9 Fs, en düşük ise Mayıs ayında 13,3 Fs tespit edilmiştir.



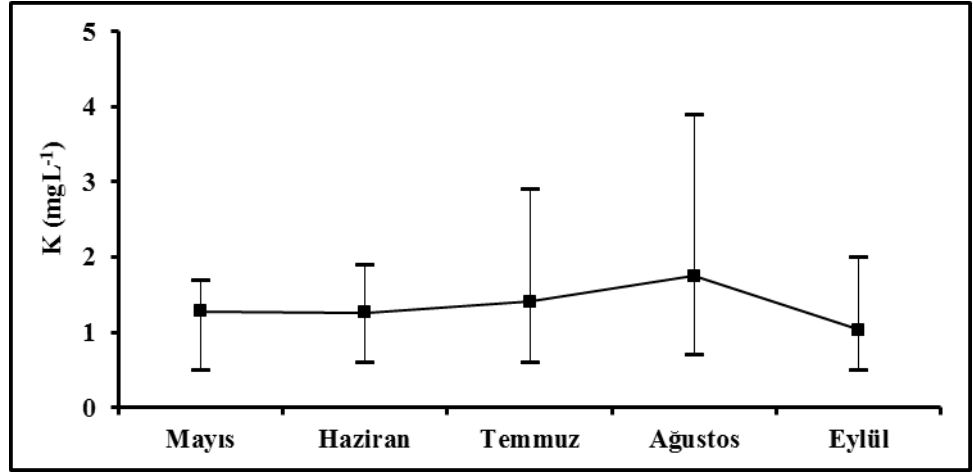
Şekil 4.7 Sertliğin Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.8’de gösterildiği gibi en yüksek sodyum Ağustos ayında 17,6 mgL⁻¹, en düşük ise Eylül ayında 1,9 mgL⁻¹ tespit edilmiştir.



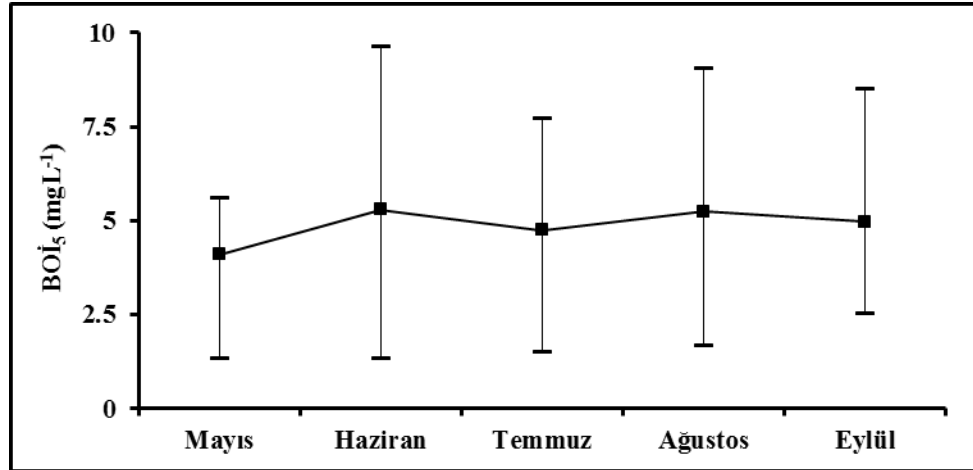
Şekil 4.8 Sodyumun Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.9’da gösterildiği gibi en yüksek potasyum Ağustos ayında $3,90 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük ise Eylül ve Mayıs ayında $0,5 \text{ mgL}^{-1}$ tespit edilmiştir.



Şekil 4.9 Potasyumun Aylara Göre Değişimi

Yapılan çalışmada Şekil 4.10’da gösterildiği gibi en yüksek BOI_5 Haziran ayında $9,64 \text{ mgL}^{-1}$, en düşük ise Mayıs ayında $1,32 \text{ mgL}^{-1}$ tespit edilmiştir.

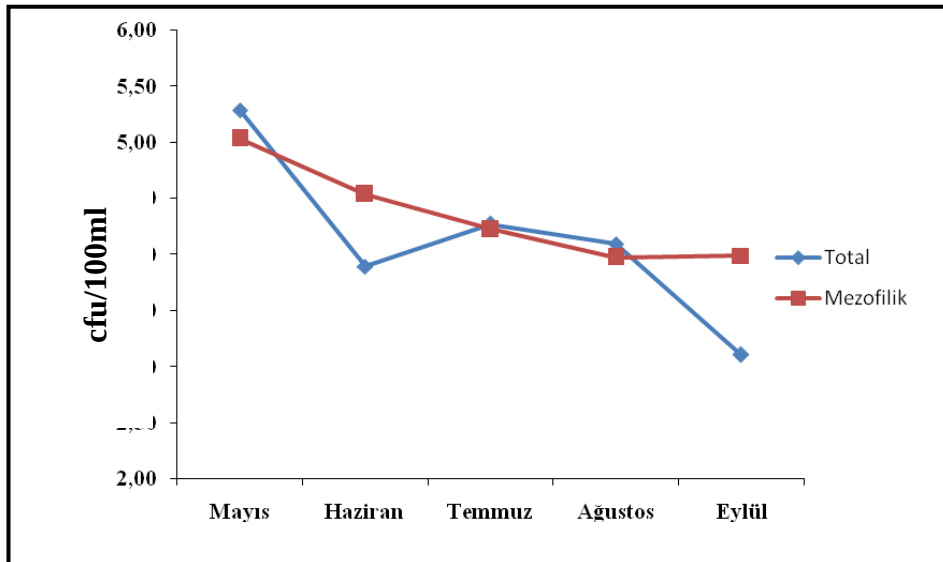


Şekil 4.10 Biyolojik Oksijen İhtiyacının Aylara Göre Değişimi

4.2. Mikrobiyolojik Analizler

4.2.1. Toplam Aerob ve Mezofilik Aerob Bakteri Sayımı

Yapılan 5 aylık çalışmada alınan su numunelerinde analiz edilen toplam aerob ve mezofilik aerob mikroorganizmaların aylara göre değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekil 4.11’e göre Mayıs ayında alınan su numunelerinde yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 5,29 cfu/100mL bulunmuşken mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 5,04 cfu/100mL tespit edilmiştir. Haziran ayında alınan su numunelerinde yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 3,89 cfu/100mL, mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 4,54 cfu/100mL tespit edilmiştir. Temmuz ayında alınan su numunelerinde yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 4,27 cfu/100mL, mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 4,23 cfu/100mL bulunmuştur. Ağustos ayında alınan su numunelerinde yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 4,10 cfu/100mL bulunmuş iken mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 3,98 cfu/100mL tespit edilmiştir. Eylül ayında alınan su numunelerinde yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 3,11 cfu/100mL, mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 3,99 cfu/100mL tespit edilmiştir.



Şekil 4.11 Toplam Aerob ve Mezofilik Aerob Mikroorganizmaların Aylara Göre Değişimi

Şekil 4.11'e göre aylar arasında sabit bir değişim gözlenmezken toplam aerob bakteri sayısına en yüksek Mayıs ayında, en düşük Eylül ayında ve mezofilik aerob bakteri sayısına en yüksek Mayıs ayında, en düşük Ağustos ayında rastlanmıştır.

4.2.2. Total Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok Bakteri Sayımları

Mayıs ayında numunelerin %31'inde toplam koliform bakteri sayısının, %20'sinde ise fekal koliform bakteri sayısının referans aralığı aştığı saptanmıştır. Ayrıca, numunelerin %20'sinde *E. coli* tespit edilmiştir. Su örneklerinde fekal streptokok belirlenememiştir.

Haziran ayı örneklemelerinde %25 oranında total koliform bakteri sayısı, %3 oranında ise fekal koliform bakteri sayısının referans değeri geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca numunelerin %2'sinde *E. coli* tespit edilmiştir. Su numunelerinde fekal streptokok belirlenememiştir.

Temmuz ayında gerçekleştirilen operasyonda toplanan numunelerin %6'sında total koliform bakteri sayısının referans değerinin üzerinde olduğu saptanmışken, fekal koliform bakteri ve *E. coli* tespit edilmemiştir. Su örneklerinde fekal streptokok belirlenememiştir.

Ağustos ayı örneklemelerinde %6 oranında total koliform bakteri sayısı, %3 oranında ise fekal koliform bakteri sayısının referans değeri geçtiği tespit edilmiştir fakat *E. coli* ve fekal streptokok'a rastlanmamıştır.

Eylül ayında gerçekleştirilen operasyonda toplanan numunelerde total koliform, fekal koliform, *E. coli* ve fekal streptokok saptanamamıştır.

4.2.3. Mikroorganizmaların Antibiyotik Dirençlilik Düzeyleri

Giresun ili içme ve kullanma sularından izole edilen bakterilerin antibiyotiklere karşı dirençliliklerinin yüzde olarak oranları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 İzole Edilen Bakterilerin Antibiyotik Dirençlilik Yüzdesi

Antibiyotikler	Dirençli İzolat Sayısı	% Direnç Oranı
Amikacin (AK)	31	12,4
Erythromicin (E)	127	50,8
Ampicilin (AM)	69	27,6
Cefazolin (CZ)	93	37,2
Cefotaxime (CTX)	97	38,8
Cefuroxime (CXA)	83	33,2
Chloramphenicol(S)	74	29,6
Nalidixic Acid (NA)	81	32,4
Tetracycline (TE)	75	30

İzole edilen 250 izolatın en fazla Erythromicin antibiyotiğine karşı dirençlilik gösterdiği ve bunu Cefotaxime ve Cefazolin antibiyotiklerinin izlediği tespit edilmiştir. İzolatların en az ise Amikacin antibiyotiğine karşı dirençlilik gösterdiği tespit edilmiştir.

İzole edilen bakterilerin direnç gösterdikleri antibiyotik sayısı ile bu antibiyotiklere direnç gösteren izolat sayısı Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 İzole Edilen Bakterilerin Direnç Gösterdikleri Antibiyotik Sayısı

Antibiyotik Sayısı	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dirençli Bakteri Sayısı	73	15	25	31	27	33	31	8	6	1

Yapılan çalışmada tüm izolatların %64,8’inin çoklu antibiyotik dirençlilik (ÇAD) değeri referans değere eşit ya da yüksek olarak tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik esaslarına göre sulardaki pH'nın $\geq 6,5$ ve $\leq 9,5$ pH değerleri arasında olması ve suyun aşındırıcı özelliğinin olmaması gerektiği bildirilmektedir. Yapılan çalışmada alınan numunelerde ortalama pH değerinin (7,69) İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte bildirilen değerler arasında olduğu gözlemlendi. Kahraman (2007), Konya şehir şebekesi sularının pH değerini 7,20 ve içme-kullanma amaçlı kuyu sularında ise pH değerini 7,24 olarak saptamıştır [78]. Bilgin (2003), Niğde ili içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su örneklerinde pH değerlerini Nisan ayında 7,83, Temmuz ayında 6,53 olarak tespit etmiştir [79]. Can (2000), Balıkesir ve çevresinde içme amaçlı kullanılan çeşme ve kuyu sularının pH değerini 7,51–8,39 aralıklarında tayin etmiştir [80]. Ağaoğlu ve ark. (1999), Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçelerinde bulunan kaynaklardan 30 içme suyu örneğinin ortalama pH değerini 7,45 olarak tayin etmişlerdir [63]. Esen (1990), Samsun ili şehir şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinde pH değerini 7,10–8,55 arasında tespit etmiştir [81]. Yalçın ve ark. (1989), Konya il merkezi şehir şebeke suyunun farklı noktalarından aldığı numunelerde pH değerini 6,95–8,48 aralıklarında tespit etmişlerdir [82].

Su numunelerinde bulanıklık değerleri ortalama 0,11 NTU olarak tespit edilmiştir. Kahraman (2007), Konya şehir şebekesi sularının bulanıklık değerini ortalama 0,20 NTU bulmuştur [78]. Bilgin (2003), Niğde il merkezi şehir şebekesinin değişik noktalarından aldığı su örneklerinde bulanıklık değerini 0,02–0,21 NTU aralığında tespit etmiştir [79]. Can (2000), Balıkesir ve çevresinde içme amaçlı kullanılan çeşme ve kuyu sularının bulanıklık değerini 0,28–1,62 NTU aralığında tespit etmiştir [80]. Kanca (1995), Trabzon içme sularında bulanıklık değerini 2–800 NTU arasında tespit etmiştir [83].

Uluslararası çevre ve sağlık örgütlerine göre doğal sularda bulunan bazı su kalitesi parametrelerinin maksimum değerleri ve bu çalışmada bulunan sonuçlar Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Uluslararası Örgütlere Göre Su Kalitesi Değerleri

PARAMETRE	Bu Çalışma	TÜRK STD (TS 266) 2005	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO) 2008	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA) 2009	AVRUPA BİRLİĞİ (EC) 1998
Bulanıklık (NTU)	0,11	1	5	1	1
Sıcaklık (°C)	19,71	25	-	-	-
pH	7,69	6,5-9,5	6,5 - 8,0	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
Sertlik (CaCO ₃)	22,61 (Fs)	-	500	-	-
Sodyum (mg/L)	7,74	200	200	-	200
Potasyum (mg/L)	1,35	12	-	-	-

Alemdar ve arkadaşları (2009), Bitlis içme sularında ortalama sıcaklık değerini 11,35 °C bulmuşlardır [84]. Ağaoğlu ve ark. (2007), Van ili depo ve musluk sularında sıcaklık değerlerini sırasıyla 12,93 °C ve 16,87 °C olarak tespit etmişlerdir [85]. Giresun ili içme sularında tespit edilen ortalama sıcaklık (19,71 °C) düzeyi bu araştırma bulgularıyla benzerlik göstermemiştir.

Ülkemizde suların sertliği Fransız sertlik derecesine göre sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada yapılan analizler sonucu bulunan ortalama sertlik (22,61 Fs) Fransız sertlik derecesine göre oldukça sert sular sınıfına girmektedir. Kahraman (2007), Konya şehir şebekesi sularının ortalama sertlik değerini 30,5 Fs, içme ve kullanma amaçlı kuyu sularında ise ortalama sertlik değerini 32,4 Fs olarak tespit etmiştir [78]. Bilgin (2003), Niğde il merkezi şehir şebekesinin değişik noktalarından aldığı su numunelerinde sertlik değerini 12,3–16,8 Fs aralıklarında tespit etmiştir [79]. Can (2000), Balıkesir ve çevresinde içme amaçlı kullanılan çeşme ve kuyu sularının sertlik değerini 8,21–12,0 Fs aralıklarında tayin etmiştir [80]. Ağaoğlu ve ark. (1999), Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçelerinde bulunan kaynaklardan 30 içme amaçlı su numunesinin ortalama sertlik değerini 17,7 Fs olarak tayin ettiler [63]. Kanca (1995), Trabzon içme sularında sertlik değerini 9,0–16,6 Fs aralıklarında bulmuştur [83]. Esen (1990), Samsun ili şehir şebekesinin değişik noktalarından aldığı su örneklerinde sertlik değerlerini 17–72,5 Fs arasında tespit etmiştir [81].

Alemdar ve ark. (2009), Bitlis ili içme amaçlı kullanılan sularda ortalama Na değerini 6,60 mg/L olarak saptamışlardır [84]. Ağaoğlu ve ark. (2007), Van il merkezindeki depo ve musluk sularında ortalama Na değerini 1,32 mg/L olarak

bulmuşlardır [85]. Yapılan çalışmada bulunan ortalama sodyum değeri (7,74 mg/L) bu çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermemiş TS 266, WHO, EPA, EC gibi kuruluşların içme amaçlı sular için müsaade edilen üst limit değerlerinin altında tayin edilmiştir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği esaslarına göre suda çözünmüş oksijen miktarı 8 mgL⁻¹ ise 1. sınıf yüksek kaliteli su, 6 mgL⁻¹ ise 2. sınıf az kirlenmiş su, 3 mgL⁻¹ ise 3. sınıf kirli su ve <3 mgL⁻¹ ise 4. sınıf çok kirlenmiş su sınıfına girmektedir [86]. Aktürk (2009), Adana - Tufanbeyli yol hattındaki çeşme sularında çözünmüş oksijen değerini ortalama 6,15 mgL⁻¹ ile 8,16 mgL⁻¹ değerleri arasında tespit etmiştir [12]. Yapılan çalışmada bulunan ortalama çözünmüş oksijen değeri (7,96) bu çalışmayla benzerlik göstermiş olup Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre 1. sınıf yüksek kaliteli su sınıfında yer almaktadır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete 2005) şebeke suyu için toplam mezofilik aerob mikroorganizma hakkında herhangi bir sayı belirtilmezken, şebekeye verilmeden önce imalathanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için 22 °C'de koloni sayısı 100/ml, 37 °C'de koloni sayısı 20/ml olarak bildirilmiştir [87]. Bu çalışmada yapılan analizler sonucu toplam aerob bakteri sayısı ortalama 4,132 cfu/100ml, mezofilik aerob bakteri sayısı ortalama 4,356 cfu/100ml olarak tespit edilmiştir. Aktürk (2009), yaptığı çalışmada, Adana-Tufanbeyli yol hattındaki çeşme sularından alınan örneklerde toplamda 15 istasyondan 13'ünde toplam mezofilik mikroorganizma saptamıştır. Alınan numunelerin %26'sı yönetmelikte belirtilen değerlere uygun bulunmuştur [12]. Koçak (2007), Erzurum ili içme ve kullanma sularında yaptığı çalışmada kuyu sularında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı ortalama 6,999 kob/ml, su depolarında ise ortalama 12,651 kob/ml olarak saptamıştır [88]. Alişarlı ve ark. (2007), Van merkez ve ilçelerinde yaptıkları çalışmada, depo sularının tamamının aerob mezofil (merkez) ve psikrofil (merkez ve ilçe) genel canlı sayısı açısından, ilçe depo sularının ise %85'inin aerob mezofil genel canlı sayısı yönünden standartlara uygun bulunduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, aerob psikrofil genel canlı sayısı hem merkez hem de ilçe musluk sularında yaklaşık %94, mezofil genel canlı sayısı ise merkez musluk sularında %86 ve ilçe musluk sularında %68 oranında standartlara uygun bulunmuştur [89]. Ağaoğlu ve ark. (1999), Van bölgesi kaynak sularında yaptıkları araştırmada, 15 kaynaktan alınan su örneğinin %40'ında (6

örnek) toplam aerob bakteri sayısını $1,8 \times 10^2$ - $9,4 \times 10^4$ kob/mL arasında tespit edilmiştir. Örneklerin %60'ında (9 örnek) toplam mikroorganizma saptanamamışlardır [63].

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme ve içme-kullanma sularında 100 mL'sinde koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok bulunmamalıdır. Mayıs ayında numunelerin %31'inde toplam koliform bakteri sayısının, %20'sinde ise fekal koliform bakteri sayısının referans aralığı aştığı saptanmıştır. Ayrıca, numunelerin %20'sinde *E. coli* tespit edilmiştir. Haziran ayı örneklemelerinde %25 oranında total koliform bakteri sayısı, %3 oranında ise fekal koliform bakteri sayısının referans değeri geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin %2'sinde *E. coli* tespit edilmiştir. Temmuz ayında gerçekleştirilen operasyonda toplanan numunelerin %6'sında total koliform bakteri sayısının referans değerinin üzerinde olduğu saptanmışken, fekal koliform bakteri ve *E. coli* tespit edilmemiştir. Ağustos ayı örneklemelerinde %6 oranında total koliform bakteri sayısı, %3 oranında ise fekal koliform bakteri sayısının referans değeri geçtiği tespit edilmiştir fakat *E. coli* tespit edilmemiştir. Eylül ayında gerçekleştirilen operasyonda toplanan numunelerde total koliform, fekal koliform, *E. coli* saptanamamıştır.

Yelekçi ve ark. (2012), Kilis ili şebeke sularında yaptıkları çalışmada 90 su örneğinden sadece 2 tanesinde koliform bakteri tespit etmişlerdir. Su örneklerinin Ağustos 2009 *Escherichia coli* bakteri değeri 0–6 adet (Ort. 0,2) aralığında iken, Şubat 2010 örneklerinde *Escherichia coli* bakterisine rastlanmadığını bildirmişlerdir [90]. Ekici ve ark. (2010), Van ve yöresinde yaptıkları çalışmada 24 doğal kaynaktan alınan su numunesinden sadece 2'sinde koliform ile birlikte *E. coli* ve 176 şehir şebeke suyunun 24'ünde koliform ve 18'inde ise koliform ile birlikte *E. coli* tespit etmişlerdir. Toplanan su örneklerinden %13,6'sı koliform ve %18,5'i *E. coli* içerdiğini bildirmişlerdir [91]. Alemdar ve ark. (2009), Bitlis ili içme sularında yaptıkları mikrobiyolojik analizler sonucunda, %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaeroblar ve %8'i *E. coli* yönünden ulusal ve uluslararası standart değerlere uygun bulunmamıştır [84]. Özasan (2009), Adana şehir şebekesi içme suyunda *E. coli* tespit edilemezken, halkın ortak kullandığı çeşmelerde *Shigella* sp., *Klebsiella pneumonia* ve *Pseudomonas* ssp. gibi bakteriler tespit etmiştir [25]. Koçak, (2007), Erzurum ili içme ve kullanma sularında yaptığı çalışmada su örneklerinin 9 tanesinde (%12,85) koliform bakteri üremesi tespit etmiştir [88].

Avacı ve ark. (2006), Tokat ilindeki içme sularında yaptıkları incelemeler sonucunda; toplam örneklerin %12,7'si koliform bakteriler yönünden pozitif olarak değerlendirmişlerdir. Bunlardan %34,7'sini ısıya tolerant *E. coli*'nin oluşturduğunu tespit etmişlerdir [92]. Bilgin (2003), Niğde ili içme suyu şebekesinin farklı noktalarından aldığı su numunelerinin hiçbirisinde koliform bakterisi tespit edilmediğini bildirmiştir [79]. Can (2000), Balıkesir yöresinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularından alınan 45 adet çeşme suyu numunesinin yalnızca üç tanesinde koliform bakterisi tespit ettiklerini, koliform bakteri sayısı bakımından incelenen su numunelerinin TSE ve Sağlık Bakanlığı tarafından çıkartılan Doğal Kaynak ve İçme Suları Yönetmeliği'ne uygun olduğunu bildirmiştir [80]. Kemiksiz (1999), Bursa ili içme suyu şebekesinden topladıkları numunelerin %15,7'sinin koliform sayısı bakımından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygunluk göstermediğini bildirmiştir [93]. Ağaoğlu ve ark. (1999), Van merkez ve bazı ilçelerinde bulunan 15 kaynaktan topladıkları 30 su örneğinde yaptıkları incelemelerde genel mikroorganizma sayısını 0–9,4x10⁴ mL cinsinden (ort. 2.7x10³±0,02) aralığında belirleyip, bu kaynak sularının %33,3'ünde koliform grubu mikroorganizma tespit etmişlerdir [63]. Öz ve ark. (1996), yaptıkları araştırmada inceledikleri 669 kaynak suyu örneğinden, 352'sinde (%52,6) bir üreme saptamazken, 317'sinde (%47,4) total koliform bakteri ve 99'unda (%14,8) fekal koliform bakteri ürediğini tespit etmişlerdir [40].

Guilemin ve ark. (1991), Burkina Faso Sahelian bölgesinde 982 kırsal su noktasından aldıkları numuneleri membran filtre yöntemi ile inceleyerek %7,7 kirlilik tespit etmişlerdir [94]. Mohammadian ve ark. (2007), İran' da yaptıkları veri çalışması kapsamında köylerin su kaynaklarının %30,2 kontamine olduğunu belirlemişlerdir [95]. Lee ve ark. (2010), Kore'de 180 klorsuz içme suyu örneğini inceleyerek, %15,6 uygunsuzluk bulmuş ve yüksek düzeyde antibiyotik direnci tespit etmişlerdir [96]. Abu- Zeid ve ark. (1995), Suudi Arabistan'da yaptıkları çalışmada rastgele seçtikleri 201 musluk suyu örneğinde %26,4 uygunsuzluk olduğunu görmüşlerdir [97].

Yapılan bu çalışmada izole edilen 250 izolatin en fazla Erythromicin (%50,8) antibiyotiğine karşı dirençlilik gösterdiği ve bunu Cefotaxime (%38,8) ve Cefazolin (%37,2) antibiyotiklerinin izlediği tespit edilmiştir. İzolatların en az ise Amikacin (%12,4) antibiyotiğine karşı dirençlilik gösterdiği tespit edilmiştir. İzolatlardan bir

tanesi 9 antibiyotik türüne birden direnç göstermiştir. Yapılan çalışmada tüm izolatların %64,8'inin ÇAD değeri referans değere eşit ya da yüksek olarak belirlenmiştir. Özaslan (2009), Adana ili içme suyundan izole edilen bakterilerin antibiyotik hassasiyetlerin araştırıldığı bir çalışmada cefazolin, ampicilline ve streptomisine karşı direnç görüldüğünü belirtmiştir [25]. Aktürk (2009), yaptığı çalışmada, Adana-Tufanbeyli yol hattındaki çeşme sularından alınan numunelerden izole edilen toplam 360 izolat kullanılan antibiyotiklerden Basitrasine %88,14, Vankomisine %85,57, Sefalotine %68,62, Amfisiline %52,10 ve Eritromisine %46,32 oranında direnç göstermiştir. Ayrıca izolatlar Meropenem ve Sefepime hiç direnç göstermemiştir. İzolatların 78 tanesi 4 antibiyotiğe dirençli, 57 tanesi 5 antibiyotik türüne birden dirençli ayrıca izolatların 17 tanesi 10 antibiyotik türüne birden direnç gösterdiği tespit edilmiştir [12].

Yinka Titilawo ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada Osun State, Nijerya'da seçilen nehirlerden izole edilen *Escherichia coli* (n = 300) izolatlarının antibiyogram profilini değerlendirmişlerdir. Tüm izolatlar imipenem, meropenem, amikasin ve gatilofloxacin duyarlı bulmuşlardır. İzolatlar diğer antibiyotiklere ciprofloxacın (%96), kanamycin (%95), neomycin (%92), streptomycin (%84), chloramphenicol (%73), nalidixic acid (%66), nitrofurantoin (%64), gentamycin (%63), doxycycline (%58), cefepime (%57), tetracycline (%49) ve cephalothin (%42) duyarlı olarak tespit etmişlerdir [98].

5.1. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Giresun ili içme ve kullanma sularında toplam koliform, fekal koliform, toplam aerob ve fekal streptokok bakteri düzeyleri tespit edilmiş, izole edilen bakterilerin antibiyotik dirençliliği belirlenmiştir. Ayrıca bu suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri analiz edilerek TS 266'ya uygunluğu yönünden değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda en fazla kontaminasyon Mayıs ayında belirlenmiş olup alınan su örneklerinin %31'inde toplam koliform bakteri sayısının, %20'sinde ise fekal koliform bakteri sayısının referans aralığı aştığı saptanmıştır ve ayrıca numunelerin %20'sinde *E. coli* tespit edilmiştir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kontaminasyon yoğunluğu Mayıs ayına göre azalmış olup Eylül ayında herhangi bir kontaminasyona rastlanmamıştır.

Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının gün geçtikçe artan bir hızla evsel, tarımsal ve özellikle sanayi atıkları yüzünden kirlendiği ve bunun sonucu olarak toplum sağlığı ve çevrenin ciddi bir şekilde tehdit edildiği ve suların ekonomik değerini kaybettiği bilinen bir gerçektir. Su kaynaklarının sürdürülebilir master planları ile desteklenerek yönetilmesi büyük önem arz etmektedir. Su kaynaklarının sürekli olarak izlenmesi bununla birlikte yönetim planlarının yapılması, tespit edilen problemlerin çözümü veya en aza indirilmesi konusunda ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından ortak çalışmaların yürütülmesi, kalite kontrol ve klorlama işlemlerinin rutin olarak yapılması halk sağlığı açısından büyük öneme sahiptir.

İçme ve kullanma sularında kontaminasyonunun engellenmesi için arıtma ve dezenfeksiyon işlemlerinin en uygun biçimde yapılması gerekmektedir. Suların kaynağında kirlenmenin önüne geçilmesi için, kanalizasyon sularının nehirlerle ve göllere akıtılmaması gerekmektedir. Fekal kirliliği önlemenin en iyi yolu, lağım arıtma tesislerinin kurulmasıdır. Kuyular, su depoları ve kaynak sularının insan ve hayvanlar tarafından kirlenmeye maruz bırakılmaması için çevrelerini çitle çevirmek, üzerlerini kapatmak gibi önlemler olarak iyi bir şekilde muhafaza edilmelidir.

Şebeke suları kaynağı dışında dağıtım sırasında da kontamine olabilmektedir. Eğer su boruları eskiyse çevreden boru içine sızma olabilmektedir. Özellikle su basıncı düşük ise veya su kesintileri sırasında oluşan vakum etkisiyle su boruları içine kirli atık sular sızabilir. Dışarıdan şebekeye olabilecek bulaşmaların önlenmesi için boru bağlantılarının sızdırmaz özellikte olması, su kesintilerinin mümkün olduğunca en aza indirilmesi, suyun şehrin her yerine eşit ve aynı basınçta

verilmesi gerekmektedir. Su ve kanalizasyon borularının sağlam olması, rutin olarak bakımlarının yapılması eskimiş boruların yenilenmesi gerekmektedir.

Evsel atık sular, antibiyotik dirençliliği gösteren organizmaların en önemli kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bakteriler, yeni antibiyotiklere dirençli hale geldikçe, değişik ortam koşullarına kolayca uyum sağlayabilmektedirler. Akılcı antibiyotik kullanım politikaları saptanıp, antibiyotiklerin aşırı ve yanlış kullanımından kaçınarak toplam antibiyotik tüketimini azaltmak dirençli kökenlerin gelişmesini önleyen en etkili yoldur. Ayrıca yetiştiricilik faaliyetlerinde özellikle hayvan yemlerine antibiyotik katılmasını önlemek ilk planda alınması gereken önlemler arasında olmalıdır. Bunun yanında sanayinin antibiyotik tanıtımında etik ilkelere uyumunun sürekli denetlenmesi, halkın kitle iletişim araçlarıyla bilinçlendirilmesi, reçetesiz antibiyotik verilmesinin önüne geçilmesi ve gerekmedikçe antibiyotik kullanımının en aza indirilmesi etkili olabilecek diğer önlemlerdir.

Son olarak yapılan bu çalışmada bakteriyolojik kirlilik potansiyeli tespit edilmiş ve içme sularının kuyularda ya da dağıtım sırasında kontaminasyona açık olduğu görülmüştür. Bu durum bize halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlikenin varlığını işaret etmektedir. İlgili kamu kurumu ve kuruluşlarının ortak çalışmaları ile şehrin ihtiyacını karşılayacak büyüklükte modern bir içme suyu arıtma tesisi kurulması ivedilikle önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Demirer, A. 1995. *Su Hijyeni*. Teksir, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.
- [2] Anon, 1999. *Türkiye’de İçme Suyu Sektörü, Sorunları ve Çözüm Önerileri*. İstanbul Ticaret Odası. Yayın No:56.
- [3] Aksu, H., ve Vural, A. 2004. İçme Suyu Kaynaklı Mikrobiyolojik Risklerin Değerlendirilmesi. *Sempozyum/İstanbul ve Su*. İstanbul. Çizgi Basım Yayın Ltd. Şti. 33-44.
- [4] Karpuzcu, M. 1996. *Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü*. Gebze Yüksek Teknolojisi Çevre Mühendisliği Bölümü. Kubbealtı Neşriyatı Yayınları. s. 9- 92.
- [5] Bostan, K., ve Aksu, H. 1995. Bir Kaynak Suyu Şişeleme Tesisinde Mikrobiyel Kontaminasyon Kaynakları Üzerine Bir Araştırma. *Gıda Dergisi* 20(6): 347-351.
- [6] Nazlı, B., ve Çetin, Ö. 1999. Gıda İşletmelerinde Tehlike Analizleri Çalışmaları. *İ.Ü.Veteriner Fakültesi Dergisi*. 25(1):23-32.
- [7] Balkaya, N., Açıkgöz, A. 2004. İçme Suyu Kalitesi ve Türk İçme Suyu Standartları. *Standard Dergi* 29-37.
- [8] Lechevallier, M.W., Babcock, R.M., ve Lee, R.G. 1987. Examination and Characterization of Distribution System Biofilms, *Appl. Environ. Microbiology* 53, 12, 2714-2724.
- [9] Van Der Kooij, D.V.D. 1992. Assimilable Organic Carbon as an Indicator of Bacterial Regrowth. *Journal AWWA*, February, 57-65.
- [10] Devlet Su İşleri Müdürlüğü (DSİ), Enerji ve Tabi Kaynakları Bakanlığı, Eğrekkaya Baraj Gölü ve Havzasında Kirlilik Araştırması Raporu, Şubat 2001, Ankara.
- [11] Yalçın, H. ve Gürü, M. 2002. *Su Teknolojisi*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- [12] Aktürk, S. 2009. Adana – Tufanbeyli Yol Hattındaki Çeşme Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [13] Yaramaz, Ö. 1997. *Su Kalitesi*. E.Ü. Basımevi, Yayın No: 4, İstanbul.
- [14] Güler, Ç., ve Çobanoğlu, Z. 1997. *Su Kalitesi*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43 Ankara.
- [15] Chapman, D., Kimstach, V. 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. *Water Quality and Assesments- A Guide to Use of Biota, Sediments*

- and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition, Chapman, D. (ed), pp 1- 56, UNESCO/WHO/UNEP.
- [16] Altun, Z. 2011. Büyükçekmece Gölü'nün Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [17] Yılmaz, B. 2013. Terkos Gölü'ne Dökülen Derelerde Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeylerinin Saptanması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [18] Şimşek, H. 2011. Sazlıdere Baraj Gölü'nün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi., Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye.
- [19] Demir, H. 2009. Sarısu Deresi ve Karadeniz'e Birleşme Noktasında Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Seviyesinin Saptanması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.
- [20] Akman, Y., Ketenoğlu, O., Evren, H., Kurt, L., Düzenli, S. 2000. *Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi*. Palme Yayıncılık, Ankara s. 268.
- [21] Öztürk, M. 2003. İstanbul'da Dolum Sonrası Kaynak Sularının Mikrobiyolojik İncelenmesi. İ.Ü., Adli Tıp Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- [22] Tayar, M. 2006. Su Hijyeni. Erişim: 13.12.2006. <http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayar /suhijyeni.html>.
- [23] Yüzer, E., ve Karagüzel, R. 1991. Yeraltı Sularının ve Çevrenin Zararlı Atıklardan Korunmasında Hidrojeolojik ve Jeoteknik Çalışmalar. Göller Bölgesi Tatlısu Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, s. 62-65.
- [24] Uslu, O.,ve Türkman, A. 1987. *Su Kirliliği ve Kontrolü (Water Pollution and Control)*. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Yayınları Dizisi 1.
- [25] Özasan, A. 2009. Adana İçme Suyunda Fekal Koliform Düzeyinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençlilik Frekans. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [26] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1994. *Su Kirliliği*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 12, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-60-8, Ankara.

- [27] Tanyolaç, J. 1993. *Limnoloji ve Araştırmalar* 3. Baskı. İstanbul Üniversitesi Tıp Fak. Yayını. s. 43.
- [28] Tekinşen, O.C. 1976. *Suyun Bakteriyolojik Muayenesi*. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları, s. 10- 11.
- [29] Dinçer, S., Matyar, F., ve Sönmez, N. 2001. Seyhan Nehrinin Fekal Kirlilik Düzeyi ve Fekal Koliformların Antibiyotik Hassasiyetleri. 12.Biyoteknoloji Kongresi, Ayvalık.
- [30] Kocataş, A. 1992. *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir,s. 564.
- [31] Köksal, F. 1999. İstanbul'un Su Kaynaklarının Patojen Barsak Bakterileri Bakımından Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- [32] Lawa (La"nderarbeitsgemeinschaft Wasser, Ed.) 1998. Bewertung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland echemische Gewässergutklassifikation. Berlin: Kulturbuchverlag Berlin GmbH, pp. 51-54.
- [33] EPA 1986. Quality Criteria for Water, 440/5-86/001.
- [34] Twort, A.C. 1974. *Water Supply*. Edward Arnold Ltd.,London, pp. 112.
- [35] Karpuzcu, M. 2005. *Su Temini ve Çevre Sağlığı*. İTÜ İnş. Fak. Çev Müh. Böl. Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, s. 427.
- [36] Acehan, G. 2007. İçme Suların Mikrobiyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. Ç.Ü, Fen Bil. Enst, Çevre Müh. ABD., Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [37] Uğur, M., Nazlı, B., Bostan, K. 1999. *Besin Hijyeni*. İstanbul. İ.Ü., Veteriner Fakültesi Masaüstü Yayıncılık Ünitesi. s. 61,62,63,65, 82, 311.
- [38] Tıckner, J.A., Geiser K. 2004. The Precautionary Principle Stimulus for Solution and Alternative Based Environmental Policy. *Environmental Impact Assessment Review* 2004, pp. 24.
- [39] Hooda, P.S., Edward, A.C., Anderson, H.A., Miller, A. 2000. Areview of Water Quality Concerns in live stock Farming Areas. *Sci. Total Environ.* 250 (1–3),143–167.
- [40] Öz, V., Köksal, S., Çelik, S., Toprak, N., Erginöz, E., Cengiz, S., Erginöz, H. 1996. İstanbul'da Su İstasyonlarında Satışa Sunulan İçme Sularının

Mikrobiyolojik Yönden Değerlendirilmesi. 5.Ulusal Halk Sağlığı Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Bildiri Kitabı.;447-458.

- [41] Hurst, C.J., Toranzus, G.A. 1997. Water Microbiology in Public Health. In: Hurst CJ (ed) Manual of Environmental Microbiology. ASM Press, Washington, D.C., pp 133–242.
- [42] Altinkum, S.M. 1996. İstanbul’da Satılan İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [43] Ergün, F. 1999. İstanbul’daki Su Satış İstasyonlarında Satışa Sunulan İçme Sularının Genel Hijyenik Kriterleri ve Bazı Patojenler Yönünden İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- [44] Halkman, K., A. 2005. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları* (Editör, Halkman). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. s. 261-281.
- [45] Anonymous. 1993. *Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji ve Uygulamaları*. Tübitak. Gebze. Kocaeli. Yayın No: 124.
- [46] 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.
- [47] Gibbons, N.E.,Cowan, S.T., Holt, J.G., Liston, J., Murray, R.G.E., Niven, C.F., ve ark. 1975. *Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology*. (8th ed). Baltimore, Md.,USA:Waverly Press, Inc.
- [48] Arda, B., Yamazhan, T., Ulusoy, T., Özinel, M.A. 1999. Yoğun Bakım Ünitelerinden İzole Edilen *P.aeruginosa* ve *Acinetobacter* Türlerinin Antibiyotik Duyarlılığındaki Değişim. *Hastane Enfeksiyon Dergisi* 2001; 5(1):49- 53.
- [49] Öner, M. 1992. *Genel Mikrobiyoloji*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 94, İzmir, s.231- 245.
- [50] Öncül, O. 2002. Antibiyotikler I. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Erişkinde Toplumdan Edinilmiş Enfeksiyonlar Sempozyumu, 31: 23-28.
- [51] Altuğ, G., Yardımcı, H. C., İçöz, I. O. 2005. Haliç Yüzey Sularında *Enterobacteriaceae* Üyelerinin Bazı Beta-Laktam Antibiyotiklerine Dirençlilik Frekansı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi* 3: 4, 258-264.

- [52] Teuber, M. 2001. Veterinary Use and Antibiotic Resistance. *Current Opinion in Microbiology* 14:493-499.
- [53] Messi, P., Guerrieri, E., Bondi, M. 2005. Antibiotic Resistance and Antibacterial Activity in Heterotrophic Bacteria of Mineral Water Origin. *Science of the Total Environment* 346: 213–219.
- [54] Reinthaler, F.F., Posch, J., Feierl, G., Wüst, G., Haas, D., Ruckebauer, G., Mascher, F., Marth, E. 2003. Antibiotic Resistance of *E.coli* in Sewage and Sludge. *Water Research* 37 1685–1690.
- [55] Karayakar, F., Ay, Ö. 2006. Mersin Balıkçı Barınaklarından Yakalanan *Sparus aurata* (Linnaeus 1758)'dan İzole Edilen *Enterobacteriaceae* Grubu Bakterilerin Bazı III.Kuşak Sefalosporinlere Karşı Plazmid Kökenli Dirençliliğin Saptanması. *Çev-Kor Ekoloji Dergisi* 15, 59, 32-36.
- [56] Sipahi, N. 2012. Giresun İli'nde Tüketime Sunulan Balıklardan İzole Edilen *Enterobacteriaceae* Üyelerinin Antibiyotik ve Ağır Metal Dirençlilik Düzeyleri. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Giresun.
- [57] Karayakar, F., Ay, Ö., Cıkcık B. 2004. Mersin Kıyı Şeridinden Alınan Su Örneklerinden İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarının Bazı Antibiyotiklere Karşı Plazmid Kökenli Dirençliliğin Saptanması. *Çev-Kor Ekoloji Dergisi* 13, 52, 28-32.
- [58] Cooke, M.D. 1976. Antibiotic Resistance Among Coliform and Fecal Coliform Bacteria Isolated from Sewage, Seawater and Marina Shell Fish, Antimicrob. Agent and Chemother. 9:879–944.
- [59] Parent, A. 1996. Control of Coliform Growth in Drinking Water Distribution Systems. Science Direct, Water Research, pp . 442- 445.
- [60] Özkoç, H.B., Anman, S., Bakan, G. 1998. Sediman Kalite İzleme Ve Belirleme Çalışmalarında Uygulanan Metotlar., V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi,, s 126.
- [61] Graham A. Gagnon , Robin M. Slawson. An efficient biofilm removal method for bacterial cells exposed to drinking water. *Journal of Microbiological Methods* 34 (1999) 203 –214.
- [62] Aydın, M., Özcan, S., Sarı, S. 2001. Konya İçme sularında Dezenfeksiyon Etkinliğinin Araştırılması *Çevre ve İnsan Dergisi* s. 11-15.

- [63] Ağaoğlu, S., Ekinci, K., Alemdar, S., Dede, S. 1999. Van ve Yöresi Kaynak Sularının Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. *Van Tıp Dergisi* 6 (2): 30-33.
- [64] Brick, T., Primrose, P. 2004. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Volum 207. Number:5 pp. 473-480.
- [65] Franciska M. Schets, Marcel During, Ronald Italiaander, Leo Heijnen, Saskia A. Rutjes, Willem K. van der Zwaluw, Ana Maria de Roda Husman *Escherichia coli* O157:H7 in drinking water from private water supplies in the Netherlands. *Water Research* 2005, 39, 4485–4493.
- [66] Erkan, M.E., Vural, A. 2006. Dicle Nehrinin Hijyenik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Dicle Tıp Dergisi*. 33(4): 205–209.
- [67] Gündüz, T., Çimen, S., Arı, A., Etiz, S., Tay, Z. 2006. Manisa Kent Merkezi İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Analizi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*. 36(2): 99- 102.
- [68] Akhan, M. 2007. Bir Kaynak Suyu Tesisindeki Mikrobiyal Kontaminasyon Kaynaklarının İncelenmesi. İ.Ü., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [69] 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.
- [70] Özçelik, S. 1998. *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Klavuzu*. SDÜ. Ziraat Fakültesi Yayın No: 2, Isparta.
- [71] Çetin,Ç.B., Yalçın, A.N, Turgut H., Kaleli, İ., Orhan, N. 1999. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde Hastane Enfeksiyonları. *Hast. İnfek. Dergisi*3:161.
- [72] Maniatis, T., Fritsch, E.F., Sambrook, J. 1982. *Molecular Cloning A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor, New York 545.
- [73] Akın, L. 2004. Gıda ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Hastalıklarının Epidemiyolojisi. Gıda ve Su Kaynaklı Enfeksiyon Etkenlerinin Laboratuvar Tanısı ve Standardizasyon Workshop Eğitim Programı, Ankara.
- [74] Madden, R.H., Gilmour, A.A. 1995. Impedance as an Alternative to MPN Enumeration of Coliforms in Pasteurized Milks. *Lett. Appl. Microbio.*,21: 387-388.

- [75] Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C., Turck, M. 1966. Antibiotic Susceptibility Testing By a Standardized Single Disk Method. *Am J Clin Path* 45: 493–496.
- [76] NCCLS 1997. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Approved Standards M2-A6. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, 6th edn., NCCLS., Wayne, Pennsylvania.
- [77] Krumperman, P.H. 1985. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify High-Risk Sources of Fecal Contamination of Foods. *App Environ Microbiol* 46: 165–170.
- [78] Kahraman, Ü.C. 2007. Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Sulan ile Şehir Şebeke Sularının Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- [79] Bilgin, M. 2003. Niğde İli İçme Sularının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde.
- [80] Can, M. 2000. Balıkesir Yöresinde İçme Suyu Olarak Kullanılan Kuyu Suları ve Çeşme Sularının Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Olarak İncelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- [81] Esen, D. 1990. Samsun Şehir İçme Suyu Fiziksel ve Kimyasal Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- [82] Yalçın, S., Tekinşen, O.C., Nizamlioğlu, M. 1989. Konya İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi. *Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 4(1): 83-89. Konya.
- [83] Kanca, M.A. 1995. Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- [84] Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alişarlı, M. 2009. Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. *Ekoloji Dergisi* 2009; 19, 73, 29-38.
- [85] Ağaoğlu, S., Alemdar, S., Alişarlı, M., Dede, S. 2007. Van bölgesi su kaynaklarının fiziko-kimyasal kalitesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi* 21, 2, 25-39.

- [86] Anonim 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 19919 Sayılı Resmi Gazete, 04.09.1988, 965- 1026.
- [87] Resmi Gazete 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete 54 17 Şubat 2005-Sayı : 25730.
- [88] Koçak, Ö. 2007. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- [89] Alişarlı, M., Ağaoğlu S., Alemdar, S. 2007. Van bölgesi sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 18, 1, 66-77.
- [90] Yelekçi, S., Acemioğlu, B., Avcı, H. 2012. Kilis İl Merkezi İçme Sularının Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5(2): 77-81.
- [91] Ekici, K., Korkoca, H., Sancak, Y.C., Atalan, E. 2010. Van ve Yöresi İçme Sularında Koliform ve *E. coli* Araştırılması. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.* 29 (2010), 2: 21-25.
- [92] Avcı, S., Bakıcı, MZ., Erandaç, M. 2006. Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler Yönünden Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 28, 4, 107-112.
- [93] Kemiksiz, A. 1999. Bursa İli İçme Suyu Şebekesinde Mikrobiyolojik Kalite ve *Yersinia enterocolitica*'nın Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- [94] Guillemin, F., Henry, P., Uwechue, N., Monjour, L., Faecal Contamination of Rural Water Supply in the Sahelian area. *Water Research* 1991;25:923-7.
- [95] Sadeghi, G.H., Mohammadian, M., Nourani, M., Peyda, M., Eslami, A., Microbiological Quality assessment of Rural Drinking Water Supplies in Iran. *JASR* 2007;3:31-3.
- [96] Lee, S.W., Lee, D.K., An H.M., Cha M.K., Kim, K.J., Ha, N.J., Enteropathogenic Bacteria Contamination of Unchlorinated Drinking Water in Korea 2010. *Environ Health Toxicol* 2011;26:1-5.
- [97] Abu-Zeid, H.A., Aziz, M.A., Abolfotouh, M., Moneim, M.A. 1995. Bacteriologic Potability of the Drinking Water in a Diarrhea Hyperendemic

Area in Southwestern Saudi Arabia. *J Egypt Public Health Assoc* 1995;70:279-91.

- [98] Titilawo, Y., Sibanda, T., Obi, L., Okoh, A. 2014. Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify High-Risk Sources of Faecal Contamination of water. *Environ Sci. Pollut. Res.* Doi 10.1007/s 11356-014-3887-3.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul’da doğdu. İlköğrenimini Nilüfer Hatun İlköğretim Okulu’nda tamamladı. Lise öğrenimini 2004 yılında Nişantaşı Nuri Akın Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nden Temmuz 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Programında öğrenim görmeye devam etmektedir.