



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAZI MAHALLE ÇEŞME SULARININ
KOLİFORM BAKTERİ DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

ÖZGE GÜNDOĞDU GÜNGÖR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Meral Birbir

İSTANBUL, 2018



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAZI MAHALLE ÇEŞME SULARININ
KOLİFORM BAKTERİ DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

ÖZGE GÜNDOĞDU GÜNGÖR

(520112003)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Biyoloji Programı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Meral Birbir

İSTANBUL, 2018

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi, birikim ve tecrübelerinden yararlandığım, tezimin planlanması ve gerçekleşmesinde bana öncülük eden ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Meral Birbir'e,

Laboratuvar aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen doktora öğrencisi Eda Yazıcı'ya,

Tezimin gerçekleşmesi için gerekli imkânları sağlayan İstanbul 3 Nolu Halk Sağlığı Laboratuvarı'na,

Beni bu günlere getiren hayatımın her döneminde sevgilerini ve desteklerini esirgemeyen sevgili ailem Zehra Gündoğdu ile Nejdet Gündoğdu'ya,

Üniversiteyi kazanmamı çok isteyen ve beni teşvik eden rahmetle andığım sevgili babaannem Lalezar Gündoğdu'ya

Benimle birlikte emek sarf edip destek olan, çalışmalarım boyunca beni yalnız bırakmayan, tanıdığım günden bu yana sevgi, saygı ve anlayışını eksik etmeyen sevgili eşim Arif Güngör'e, sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2017

Özge GÜNDOĞDU GÜNGÖR

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
SEMBOLLER	viii
KISALTMALAR.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
TABLO LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş	1
Amaç.....	ve 1
1.2. Suyun	1
Özellikleri.....	
1.3. Suyun Önemi.....	2
1.4. Su Kirliliği.....	4
1.4.1. Fiziksel kirlenme.....	4
1.4.2. Kimyasal kirlenme.....	5
1.4.3. Eysel kirlenme.....	5
1.4.4. Radyoaktif kirlenme.....	5
1.4.5. Bakteriyel (mikrobiyal) kirlenme.....	6

1.5. Sular Hakkında Kalite Kriterleri ve İndikatör Mikroorganizmalar.....	7
1.6. Koliform Bakteriler.....	8
1.6.1. <i>Escherichia coli</i>.....	9
1.6.2. <i>Shigella</i> cinsi.....	10
1.6.3. <i>Salmonella</i> cinsi.....	10
1.6.4. <i>Klebsiella</i> cinsi.....	10
1.6.5. <i>Proteus</i> cinsi.....	11
1.6.6. <i>Enterobacter</i> cinsi.....	11
1.6.7. <i>Yersinia</i> cinsi.....	12
1.6.8. <i>Citrobacter</i> cinsi.....	12
1.6.9. <i>Edwardsiella</i> cinsi.....	12
1.6.10. <i>Hafnia</i> cinsi.....	13
1.6.11. <i>Serratia</i> cinsi.....	13
1.6.12. <i>Providencia</i> cinsi.....	13
1.6.13. <i>Morganella</i> cinsi.....	13
1.6.14. <i>Erwinia</i> cinsi.....	13
1.6.15. Diğer <i>Enterobacteriaceae</i> üyeleri.....	14
1.7. Mikrobiyolojik Kirlenme Açısından İçme Suları İçin Normlar.....	14
1.7.1. Uluslar arası normlar.....	14
1.7.2. Türkiye için gerekli normlar.....	15

1.8. Membran Filtrasyon Yöntemi.....	15
1.9. Önceki Çalışmalar.....	15
BÖLÜM 2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
2.1. Araştırma Olanakları.....	19
2.2. Kullanılan Besiyerleri, Kimyasallar, Test Kitleri.....	19
2.2.1. 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su.....	19
2.2.2. Ringer çözeltisi.....	19
2.2.3. Gram boyama seti.....	20
2.2.4. Kromojenik koliform agar (CCA).....	20
2.2.5. Triptik soy agar (TSA).....	21
2.2.6. Mikroorganizmaların stok kültürleri.....	21
2.2.7. Oksidaz test kiti.....	21
2.2.8. 0.5 No'lu McFarland standardı.....	21
2.2.9. API 20E test kitleri.....	22
2.3. Materyal.....	22
2.4. Metod.....	22
2.4.1. Farklı mahalle çeşmelerinden su örneklerinin toplanması.....	22
2.4.2. Su örneklerinin membran filtrasyon tekniği ile analizi.....	24
2.4.3. Su örneklerinde bulunan koliform bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi.....	25

2.4.3.1. Gram boyama.....	25
2.4.3.2. Oksidaz testi.....	25
2.4.4. Su örneklerinde bulunan koliform bakterilerin tanımlanması.....	26
BÖLÜM 3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
BÖLÜM 4. SONUÇLAR.....	33
KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	

ÖZET

BAZI MAHALLE ÇEŞME SULARININ KOLİFORM BAKTERİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Vazgeçilmez bir madde olan su insanlar için çok önemli bir maddedir. Kirli suların önemli bir hastalık kaynağı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı Aralık ve Temmuz tarihlerinde İstanbul Anadolu yakasındaki 23 adet mahalle çeşmesinden toplanan suların koliform bakteriler yönünden incelemektir. Su örneklerindeki toplam koliform bakteri sayıları membran filtrasyon tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada test besiyeri olarak kromojenik koliform agar kullanılmıştır. Su örnekleri TS 266 ve ISO 9308-1'e göre değerlendirilmiştir. Su örneklerinde bulunan koliform bakterilerin sayıları belirlenerek API 20E test kitleri kullanılarak tanımlanmışlardır. Aralık ayında toplanan su örneklerinin % 65.22'sinin koliform bakteri düzeyi yüksek bulunurken, Temmuz ayında toplanan su örneklerinin % 69.57'sinin koliform bakteriler ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Su numunelerinden *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter amnigenus-2*, *Citrobacter brakii*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Hafnia alvei* bakterileri izole edilmiştir. Bu durum mahalle çeşme sularının halk sağlığı bakımından potansiyel tehdit oluşturduğunu göstermektedir.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF COLIFORM BACTERIA LEVELS IN SOME NEIGHBORHOOD FOUNTAIN WATERS

Water, which is indispensable, is a very important material for people. It has been known that polluted waters are an important source of disease. Hence, the goal of this study was to examine water samples collected from 23 neighborhood fountains of Istanbul Anatolian side in December and July for coliform bacteria. The numbers of total coliform bacteria in the water samples were determined using membrane filtration technique. Chromogenic coliform agar was used as a test medium in this study. The water samples were evaluated in accordance with the TS 266, and ISO 9308-1. The numbers of colonies belonging to coliform bacteria found in water samples were determined and identified by using API 20E test kits. While 65.22% of the water samples collected in December were contaminated with coliform bacteria, 69.57% of the water samples collected in July were contaminated with coliform bacteria. *Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter amnigenus-2*, *Citrobacter brakii*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae* and *Hafnia alvei* bacteria were isolated from the water samples. These results suggest that neighborhood fountain waters are a potential threat to public health.

SEMBOLLER

α	: Alfa
β	: Beta
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
cm^3	:Santimetre küp
m^3	:Metreküp
mmHg	:Milimetre civa
MJ/Kmol	:MegaJul/Kilomol
L	:Litre
ml	:Mililitre
mm	:Milimetre
μm	:Mikrometre
mg/L	:Miligram/Litre
g	:Gram
g/L	:Gram/Litre
μmol	:Mikromol
kob	:Koloni Oluşturan Birim
kob/ml	:Koloni Oluşturan Birim/Mililitre
ppm	:Milyonda 1 birim

X²	:Ki-kare
p	:Bir olayın olasılığı
NH₃	:Amonyak
H₂S	:Hidrojen sülfür
NaCl	:Sodyum klorür
H₂O	:Su
NaHCO₃	:Sodyum bikarbonat
Na₂S₂O₃	:Sodyum tiyosülfat

KISALTMALAR

T.C	:Türkiye Cumhuriyeti
spp.	: Tür (Species)
subsp.	:Alt tür (Subspecies)
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
ISO	:Uluslararası Standart Organizasyonu
TS	:Türk Standardı
ONPG	: β -galaktosidase testi
CCA	:Kromojenik koliform agar
TSA	:Triptik soy agar
EC	:Avrupa Topluluğu (European Community)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Yeryüzünde su kaynaklarının dağılımı	3
Şekil 1.2.	Su kaynaklarının nüfus ve kıtalara göre dağılımı	4
Şekil 2.1.	Sularda bakteriyolojik numune alma	24
Şekil 2.2.	Membran filtrasyon yöntemiyle sularda koliform bakteri aranması	26
Şekil 3.1.	Ekim yapılmış kromojenik koliform agar görüntüsü	29
Şekil 3.2.	API 20E test stribi görüntüsü	29
Şekil 4.1.	Hacı Mustafa Efendi Türbesi Çeşmesi (Yakacık/Kartal)	35
Şekil 4.2.	Ali Paşa Çeşmesi (Kadıköy)	35

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Su örneklerinin alındığı mahalle çeşmelerinin adları ve buldukları ilçeler	23
Tablo 3.1.	Yaz ve Kış mevsimlerinde mahalle çeşme sularından elde edilen Koliform ve <i>E.coli</i> sayıları	30
Tablo 3.2.	Yaz mevsiminde izolasyonu yapılan koliform izolatlarının API test sonuçları	31
Tablo 3.3.	Kış mevsiminde izolasyonu yapılan koliform izolatlarının API test sonuçları	32

1. GİRİŞ

1.1. Giriş ve Amaç

Ülkemiz bilindiği gibi su açısından zengin bir ülke olmadığı gibi, gerekli tedbirler alınmadığı takdirde yakın gelecekte su problemleri yaşamaya aday bir ülke konumundadır. Bunun başlıca nedenleri; kaynakların ve yağışların bölgelere göre dengesiz dağılım göstermesi, kaynakların kontrol edilememesi, nüfusun artması ile su tüketiminin fazlaşması ve iklim değişiklikleridir [1, 2].

Gelişen medeniyet ile birlikte su ihtiyacının artması, atık suların sorun olarak ortaya çıkmasına ve su kaynaklarının sınırsız kullanımına sebep olmuştur. Kirli sular içerdikleri patojen mikroorganizmalar ve toksik maddeler nedeniyle önemli bir hastalık kaynağıdır. Nüfusun şehirlerde yoğunlaşması, içme sularına kanalizasyon sularının karışması ve yeterince temiz suyun temin edilememesi, bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de çözümlenmeyi bekleyen en önemli çevre ve halk sağlığı problemlerinden biridir [3].

Yapılan çalışmalar; Türkiye’de toplumun tamamının şebeke suyuna ulaşımında sorunlar olduğunu göstermektedir. Örneğin 2000 yılında Ulusal hastalık yükü çalışması sonuçlarına göre Türkiye’deki insanların içme suyu kaynaklarının % 72.6’sının şebeke, % 16.1’inin ambalajlanmış, % 4.9’unun mahalle çeşmesi, % 2.4’ünün kuyu veya tulumba suyu, % 3.2’sinin korunmasız kaynak olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ülkemizde şebeke suyunun herkes için ulaşılabilir bir sağlık hakkı olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum; kirli su nedeniyle ulaşılacak hastalıklar için zemin oluşturmaktadır [4].

Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada, İstanbul Anadolu Yakası’ndaki mahalle çeşmelerinde mikrobiyal kirliliğin belirlenmesi ve toplanan su numunelerinden koliform bakterilerin izolasyonu amaçlanmıştır.

1.2. Suyun Özellikleri

Su molekülü, iki hidrojen (H) atomu ve bir oksijen (O) atomundan meydana gelir. Kimyasal formülü katı, sıvı ve gaz halinde hep aynıdır. Bir su molekülü meydana

gelirken oksijen atomu ile hidrojen atomlarının yörüngeleri üst üste gelerek kovalent bağ oluşturur [5].

Su molekülündeki hidrojen atomları oksijen atomları ile 105°C'lik açı ile birleştiklerinden hidrojen atomlarının ağırlık merkezi oksijen atomunun dışına rastlar ve bu şekilde oksijen tarafı negatif, hidrojenlerin ağırlık merkezi de pozitif olur. Su, fiziksel ve kimyasal bakımdan çok yönlülüğünü, atomların bu şekilde düzenlenmelerine ve elektriksel yük durumuna borçludur [5].

Su molekülü (+) yük bir tarafta, (-) yük bir tarafta olmak üzere elektriksel olarak kutuplaşır. Böylece bir su molekülü elektriksel bir ortamda dipol olur. Bir çift eşit ve zıt elektrik yüküne sahip olduğu için moleküle dipolar denir. Zıt yük merkezleri arasındaki mesafe, kutuplaşmanın kuvvet kaynağını meydana getirir. Buna dipol moment veya hareket meydana getirme yeteneği denir. Suyun dipol momentinin çok yüksek olması iyonik bileşiklerde çok iyi bir çözücü olmasını sağlar [5].

Suyun özgül ısısı bir (1) olarak kabul edilir. Maksimum yoğunluğa +3.98 °C (=4 °C) 'de ulaşır [5]. 4 °C'deki saf suyun 1 cm³ 'ü 1 gr ağırlıktadır. 0 °C'de 760 mmHg basınç altında donarak katı hale geçer ve buz oluşturur. Buzun yoğunluğu 0.916 iken, 100 °C'deki su buharının yoğunluğu 0.625'dir [6].

Suyu meydana getiren hidrojen ve oksijen atomlarının birbirleri ile olan reaksiyonları ekzotermiktir. Reaksiyon sonucunda 242 MJ/Kmol ısı açığa çıkar. Bir kg su 33,6x10²⁴ molekül içerir ve bir su molekülünün hacmi 29,7x10⁻³⁰ m³ 'tür [6].

Su, asit ya da baz reaksiyon vermez. Renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Bir suyun içindeki çözülmüş madde miktarı arttıkça donma derecesi o kadar düşer, kaynama derecesi de yükselir [6].

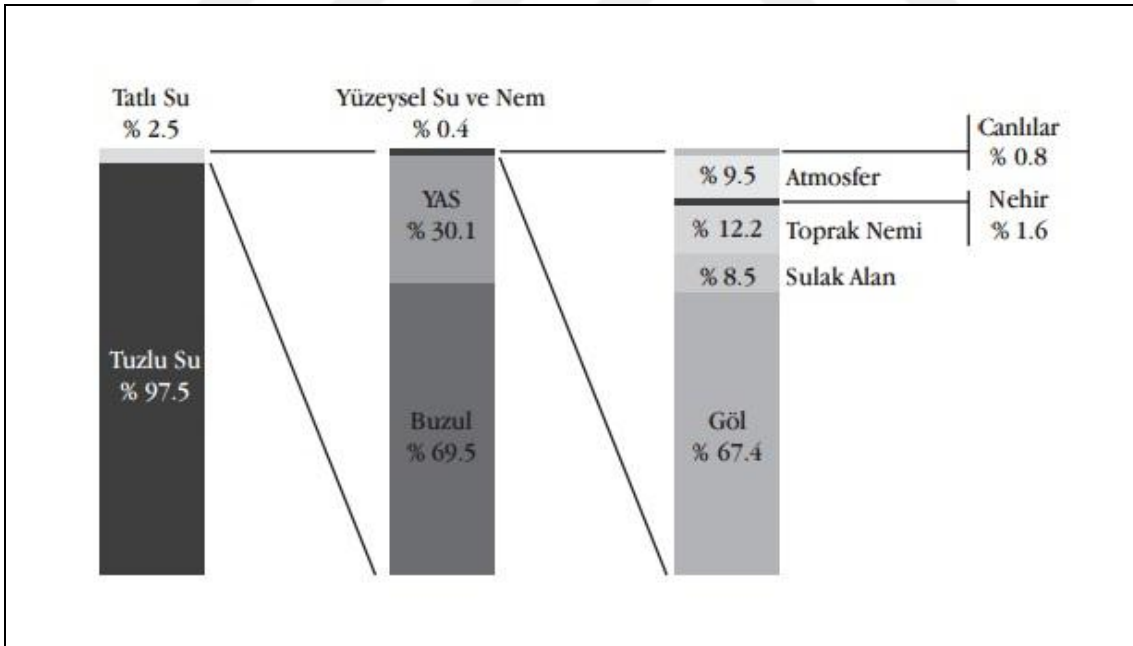
1.3. Suyun Önemi

Su, insanlar ve diğer canlıların yaşamı için gerekli olan vazgeçilmez bir maddedir [7-10]. İnsan vücudunun yaklaşık % 70'i sudan oluşur. Yetişkin bir insanın günlük fizyolojik su ihtiyacı 2-2,5 L'dir. Bunun % 28'i ter ile deriden, % 20'si solunum ile akciğerden, % 50'si idrar yolu ile böbreklerden, % 2'si dışkı ile ve başka salgılarla dışarı atılır [11].

Hücrelerde meydana gelen reaksiyon ve enzimatik faaliyetler gibi metabolik olaylarda, metabolizma için gerekli maddelerin emilmesinde, hücrelere ve dokulara taşınmasında, metabolizma artıklarının vücuttan atılmasında önemli rol oynar [6,7]. Termoregülasyonu sağlar ve hücrelerin esas elemanıdır [6].

Su, yaşamsal öneminin yanı sıra temizlik amacıyla da kullanılmaktadır. Vücut temizliği, kullanılan eşyaların ve çevrenin temizliği için suya ihtiyaç vardır [6].

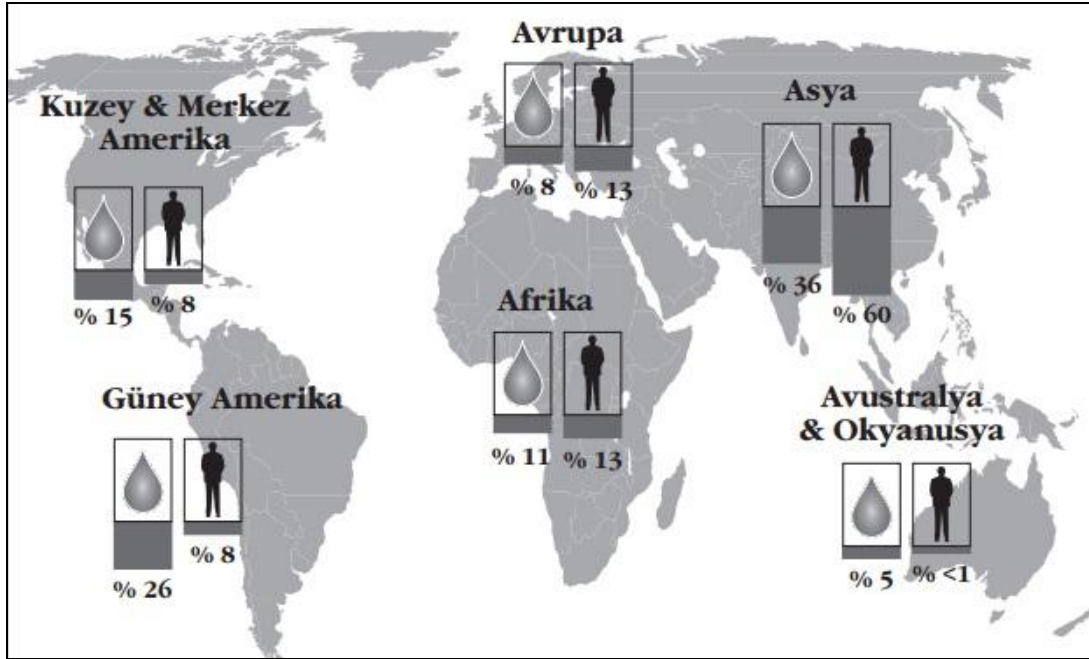
İnsanların hayatında çok önemli bir yeri olan su vazgeçilmez bir maddedir. Tarih boyunca insanlar doğal su kaynaklarının çevresinde yerleşmeyi tercih etmişler ve bu durum günümüze kadar süregelmiştir [8,12]. Dünyanın dörtte üçü sularla örtülü olmasına rağmen kullanılabilir tatlı su miktarı yeryüzündeki toplam su miktarının ancak % 3'ü kadardır [8,12,13]. Dünya üzerindeki kullanılabilir su kısıtlı olmasına rağmen çağımızda artan nüfus, kentleşme ve sanayileşme gibi yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri karşılamak adına su kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir [8,12]. Gelecek yıllarda dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de su sıkıntısı çekileceği belirtilmektedir [9].



Şekil 1.1. Yeryüzünde su kaynaklarının dağılımı [14].

Yeryüzündeki su kaynaklarının çok az bir kısmının kullanılabilmesinin yanı sıra, yeryüzündeki konumsal dağılımı da eşit değildir. Su kaynağı varlığı bakımından

Asya'nın kuzeyi, Orta Afrika, Avustralya ve Amerika kıtası ön plana çıkarken Ortadoğu ve Güneydoğu Asya ile Kuzey Afrika'da ciddi su sorunları yaşanmaktadır [14].



Şekil 1.2. Su kaynaklarının nüfus ve kıtalara göre dağılımı [14].

Buna göre Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve adalarındaki su kaynaklarının mevcut nüfusa göre fazla olduğu görülmektedir [14].

1.4. Su Kirliliği

Kullanımını engelleyecek şekilde su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesine su kirliliği denir. İnsanlar yaşamsal ve ekonomik ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla suyu kullanır ve daha sonra kullandıkları suyu çevreye geri verir. İnsanların bu sırada suya karıştırdıkları zararlı maddeler su kalitesinin niteliklerini değiştirerek su kirliliğine neden olur. Su kirliliğinin sebepleri arasında sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, gübreler ve tarımsal mücadele ilaçları vardır [9,15-17].

1.4.1. Fiziksel kirlenme

Enerji santralleri ve fabrikalar gibi büyük sanayi kuruluşları doğayı tahrip eden siyanür, kadmiyum, fenol, krom, arsenik gibi toksik kimyasalları çevreye vermektedir [15]. Özellikle sanayide ilerlemiş ülkelerde nehir ve göl kenarına kurulan fabrikaların,

kondansatörlerini soğutmak maksadı ile çevreden aldıkları ve kullandıktan sonra kirlenmiş ve ısınmış olarak doğrudan çevreye geri verdikleri kirli ve sıcak suyun neden olduğu termik kirlenme, fiziksel kirlenmenin en önemlilerinden biridir [5].

1.4.2. Kimyasal kirlenme

Doğaya bilerek ya da bilmeyerek atılan kimyasal maddeler, endüstriyel atıkların neden olduğu çok çeşitli kirlenme olayı, çok fazla kullanılan deterjanlar ve pestisitler, suların kirlenme riskinin ortaya çıkmasına neden olmuştur [5].

1.4.3. Evsel kirlenme

Evlerde kullanılan organik madde artıkları, deterjanlar, tarımda kullanılan fosfat ve nitratlar, insan metabolizması sonucu oluşan kirli sular ile toprağa, denize ve iç sulara verilir. Bu maddeler karışıkları ekosistemin komuniteleri üzerinde olumsuz etkiler gösterir. İyi bir kanalizasyon sistemi bulunmayan bölgelerde evsel kirlenme kaçınılmazdır [5].

Organik atıklar su yatağına girdiklerinde bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik maddelerin ayrışmaları sırasında oksijen kullanıldığından ortamın çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır ve bunun sonucu ekosistemin ekolojik dengesi bozulur. Ortamda oksijen kalmadığında ortam koşulları anaerob hale dönüşür ve aerobik canlıların yerini anaerobik canlılar alır. Oksijensiz ortam koşullarında organik maddelerin parçalanması anaerobik bakteriler tarafından gerçekleşir ve anaerobik parçalanma sonucunda yarı kararlı olan NH_3 ve H_2S gibi son ürünler meydana gelmektedir. Bu sularda canlılar yaşayamazlar ve bu tip sular içme ve kullanma için uygun değildir [18].

Tarımsal faaliyetler sonucu, tarım ilaçlarının sulara sızması su organizmalarını ve insanları olumsuz yönde etkilerken, gübre sızıntıları suların besin bakımından zenginleşmesini sağlayarak ötrofikasyona sebep olur. Bu da su organizmalarının sayılarının artmasını ve bunun sonucu olarak kirlilik yaratmasını sağlar [18].

1.4.4. Radyoaktif kirlenme

Bu kirlenme ağır metal ve radyoaktif madde kirlenmesi olarak değerlendirilebilir. Doğada doğal olarak bulunan ağır metaller belli bir doza kadar ekosistem için gerekli

olduğu halde yüksek dozlarda zararlıdırlar [5]. Doğal bulunma dışında, başlıca radyasyon kaynakları radyo izotop kullanılan tıbbi tesisler, radyoaktif maden ocakları, nükleer santraller, nükleer yakıtla çalışan sanayiler, silah denemeleri ve nükleer kazalardır [18].

Suyun radyoaktif kirlenmesi genellikle radyoaktif yağışlardan kaynaklanır. Sudaki radyoaktif elemanlar suda erimiş olarak ve suya bulanıklık veren zerrecikler üzerinde olmak üzere iki şekilde bulunur [18].

Radyoaktif elemanların sulardan arıtılması fiziksel, depolama ve sınıflandırma gibi metotlarla sağlanır [18].

1.4.5. Bakteriyel (mikrobiyal) kirlenme

Atık sularda ve yüzeysel sularda bulunan organizmalar genellikle bakteriler, protozoalar, mantarlar ve alglerden oluşur. Bunların bir kısmı hastalık yapıcı mikroorganizmalardır. Tabiatı meydana getiren hava, toprak ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve mikrobiyolojik yapının bozulmasına bakteriyel kirlenme denir [19].

İçme sularının mikrobiyolojik olarak kirlenmesi, salgın hastalıkların en önemli sebeplerinden biridir [20, 21]. İçme ve kullanma sularında bulunan patojen bakteriler, küfler, mayalar ve virüsler önemli bir sağlık sorunu riski meydana getirir. Suların mikrobiyolojik olarak kirlenmesine sebep olan mikroorganizmalar, genellikle hastalık taşıyıcı veya hasta olan hayvan ve insan dışkılarında kaynaklanır. Bulaşıcı etki bu atıklarla doğrudan temas yoluyla ya da bu atıkların karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir [16]. Gelişmemiş ülkelerde her yıl ortalama 25 milyon insan su yetersizliğinin veya kirli suların sebep olduğu hastalıklar nedeniyle hayatlarını kaybetmektedir [20]. Her yıl 5 milyon civarında bebeğin sağlıksız içme suları sebebiyle hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir [21]. Bu nedenle önemli bir sağlık riski oluşturan atıkların gl, akarsu veya diğer su ortamlarına aktarılmasından önce uygun bir dezenfeksiyon işlemine tabi tutulması gerekir [16].

Patojen bakteriler, parazit ve virüsler sularda bulunabilen ve insan sağlığı açısından zararlı mikroorganizmalardır. İçme suyu enfeksiyon zincirinin en önemli halkasıdır. Suda bulunabilen mikroorganizmaları üç başlık altında toplayabiliriz:

- a) Suda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar: *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Achromobacter*, *Chromobacter*, *Micrococcus* ve *Sarcinia* cinslerine ait bazı türlerdir.
- b) Toprak kökenli mikroorganizmalar: Toprağın yağmurlarla yıkanması sırasında ya da suyun toprak tabakalarından geçmesi sırasında suya karışırlar. *Streptomyces* ve *Bacillus* cinslerine ait türler ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait saprofit türler bu gruba dahil mikroorganizmalardır.
- c) İnsan ve hayvan kökenli mikroorganizmalar: *E.coli*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleri başlıcalarıdır [22].

1.5. Sular Hakkında Kalite Kriterleri ve İndikatör Mikroorganizmalar

İnsan ve diğer canlıların yaşamı için gerekli olan su, insan sağlığı ile yakından ilgilidir [23,24]. Bu nedenle temel bir ihtiyaç olan su içilebilir ve kullanılabilir nitelikte olmalıdır [6].

Halk sağlığı açısından, ideal özellikteki içme ve kullanma sularının patojen mikroorganizmaları içermemesi gerekmektedir [6, 23]. Sularda bulunması istenmeyen maddelerin sınırlandırılmasını sağlamak amacı ile Dünya Sağlık Örgütü tarafından oluşturulan içme suyu standartları yaygın olarak kullanılmaktadır [25]. Bunun yanı sıra ülkemizde kabul edilen ve kullanımda olan içme ve kullanma suları standardı TS 266'dır [26].

İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte içme ve kullanma amacıyla kullanılacak sular; (a) kaynak suları, (b) içme suları, (c) içme-kullanma suları olarak sınıflandırılmıştır. İşlenmemiş ya da işlendikten sonra tanker, dağıtım ağı, kap veya şişelerle tüketime sunulan suların yanında; içme, gıda hazırlama ya da diğer evsel amaçlar için, gıda maddelerinin üretimi, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması sırasında kullanılan bütün sular "insani tüketim amaçlı" sulardır [27].

Bir suyun içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilebilmesi için onun enterik bakteriler ile kontamine olduğunun göstergesi olan bir mikroorganizma içermediğinin belirlenmesi gerekir. İçme ve kullanma sularının değerlendirilmesinde patojen mikroorganizmaları saptamak en ideal yoldur [28]. Patojen mikroorganizmaların suya bulaşması, insan ve hayvan dışkılarıyla olur. *Shigella*, *Salmonella* türleri, diğer patojenler

ve virüslerin incelenmesi su hakkında karar verebilmek için ideal yaklaşımlar olsa da uzun zaman gerektirmesi, pahalı ve zor olması nedeniyle tercih edilmemektedir. Suyun sağlık açısından kalitesini denetlemek amacıyla suya enterik bakterilerin karıştığına belirtisi olan mikroorganizmaların araştırılması yoluna gidilmektedir [29, 30]. Buna göre suların içme ve kullanma suyu olarak güvenilirliğinin araştırılması, dışkıda bulunan mikroorganizmaların indikatör olarak kullanılması ile yapılabilir. İndikatör mikroorganizmaların izolasyon ve identifikasyonu, patojen mikroorganizmalara göre daha basit ve hızlı testlerle yapılabilmektedir [6].

1.6. Koliform Bakteriler

Koliform bakteriler olarak tanımlanan bakteriler; Gram negatif, spor oluşturmeyen, 35-37°C'de laktozdan gaz oluşturan, fakültatif anaerob basillerdir [31]. *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Hafnia* bakterileri bu gruba örnek olarak verilebilir [32].

Enterobacteriaceae familyasındaki bakteriler 0.5-1.5 µm eninde ve 2-4 µm uzunluğundadırlar. Çoğu peritrik kirpikleriyle hareketlerini sağlar ve bazıları kapsüllüdür [33].

En önemli antijenleri:

- O-antijenleri: Dış membranın lipopolisakkarit kompleksinin spesifik polisakkarit zincirleridir.
- H-antijenleri: Protein yapısında kirpik antijenleridir.
- K-antijenleri: Dış membranın, tekrarlayan karbonhidrat ya da protein birimlerinden oluşan lineer polimerlerdir.
- F-antijenleri: Protein yapısında fimbriya antijenleridir [33].

Koliform bakterilerin doğal yaşam alanları sıcakkanlı hayvanların bağırsakları olabileceği gibi, toprak ve/veya bitki kaynaklı da olabilirler. Koliform bakteriler arasında yalnızca *E.coli* bağırsak kaynaklı bakteridir. *E.coli* içeren bir örneğin doğrudan veya dolaylı olarak dışkı ile kontamine olduğu kabul edilir. Dışkı kaynaklı olan koliform bakteriler *E.coli* gibi fekal kontaminasyon göstergesi iken, toprak ve/veya bitki kaynaklı olan koliformlar saprofit mikroorganizmalar olarak kabul edilir. *Enterobacter aerogenes* genellikle toprak kökenlidir [32].

Bu grubu oluşturan bakteriler, gıda maddelerinin pek çoğunda mikrobiyolojik kalite göstergesi olarak aranır. Toprak ve bitki kaynaklı olan koliform grubu bakterilere, gıdalarda düşük sayılarda izin verilebilir ya da verilmez [34].

Bazı gıdalarda bulunmasına müsaade edilen koliform grup bakterilerin içme suları, içme-kullanma ve kaynak sularında bulunmasına izin verilmez. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e göre içme suları ve kaynak sularının 250 ml'sinde, içme-kullanma sularının 100 ml'sinde koliform grup bakteri sayısının 0 (sıfır) olması gerektiği belirtilmiştir [27].

1.6.1. *Escherichia coli*

Enterobacteriaceae familyasında yer alan, 0,1-0,5 µm çapında ve 1-2 µm uzunluğunda olan basil şeklindeki bakterilerdir [10]. Peritrik kirpikleriyle hareket eder ve laktozu tümüyle parçalar [33].

Gram negatif bakterilerdir. Bu sebeple endospor oluşturmaz, kaynatma veya pastörizasyon ile inaktif olmaktadır. Memeli hayvanların bağırsaklarında kolayca gelişebilen *E.coli* optimum olarak vücut sıcaklığında çoğalmaktadır [10].

Koliform grubuna dahil olan bakteriler arasında fekal koliform olarak tanımlanan bakterilerin çoğunluğunun *E.coli* olduğu bilinmektedir [15]. *E.coli* insan ve hayvan dışkısında, lağım suları ve fekal bulaşma ile kirlenen sularda görülür [6]. Bir numunede *E.coli* veya fekal koliform bakteriler tespit edilmesi o numunenin doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı ile kontamine olduğunun ve bağırsak kaynaklı olan *Salmonella* ve *Shigella* cinsine ait türler gibi primer patojenleri de içerebileceğinin göstergesidir. Bu sebeple içme ve kullanma sularında *E.coli* ve fekal koliform bulunmasına izin verilmez.

E.coli neden olduğu hastalıklar bakımından farklı patotiplere ayrılmaktadır. Başlıca patotipleri;

- Enteropatojenik *E.coli* (EPEC)
- Enterotoksijen *E.coli* (ETEC)
- Enteroinvazif *E.coli* (EIEC)
- Enteroaggregatif *E.coli* (EAEC)
- Enterohemorajik *E.coli* (EHEC)

- Üropatojenik *E.coli* (UPEC)
- Difüz aderan *E.coli* (DAEC)

Her patotipin farklı virulans faktörleri farklı hastalıkların gelişmesine neden olmaktadır [10].

1.6.2. *Shigella* cinsi

Enterobacteriaceae familya üyesi olup Gram negatif, kapsülsüz, hareketsiz, sporsuz, oksidatif ve fermentatif metabolizmaları bulunan, fakültatif anaerob, insanlar için patojen özellik gösteren basil şeklinde bir bakteridir [35].

Shigella sonnei, *Shigella boydii*, *Shigella flexneri* ve *Shigella dysenteria* olmak üzere dört tür tarafından meydana getirilir. Somatik O antijenlerine göre gruplandırılırlar. Buna göre O antijen grubu A olanlar *Shigella dysenteria*, B olanlar *Shigella flexneri*, C olanlar *Shigella boydii* ve D olanlar *Shigella sonnei* türü olarak sınıflandırılırlar [33].

1.6.3. *Salmonella* cinsi

Enterobacteriaceae familyası üyesidir. Gram negatif, basil şeklinde, peritrik flagellalar ile hareketli, kapsülsüz, sporsuz, aerob veya fakültatif anaerob, katalaz pozitif ve sitratı karbon kaynağı olarak kullanan bakterilerdir [36].

Somatik (O), Flagella (H) ve Yüzeysel (Vi, M, Fimbria) antijenlere sahiptir. O ve H antijenlerine göre serovarlara ayrılırlar [33].

Enterik *Salmonella* enfeksiyonları, Septisemik *Salmonella* enfeksiyonları, Tifoid *Salmonella* enfeksiyonları, ve Lokal enfeksiyonlar gibi gruplar altında incelenen enfeksiyonlara yol açarlar [33].

1.6.4. *Klebsiella* cinsi

Yapılan çalışmalar sonucunda *Klebsiella* cinsi içinde yer alan türler *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella granulomatis*, *Klebsiella variicola*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella alba*, *Klebsiella singaporensis* olarak adlandırılmışlardır. *Klebsiella pneumoniae* türü, *Klebsiella pneumoniae subsp. pneumoniae* (*Kl. pneumoniae*), *Klebsiella pneumoniae subsp. rhinoscleroma* (*Kl. rhinoscleroma*), *Klebsiella pneumoniae subsp. ozaenae* (*Kl. ozaenae*) olmak üzere üç alt türe ayrılmıştır [37]. Bu

türler *Enterobacteriaceae* familya üyelerinin genel özelliklerine sahip, Gram negatif, sporsuz, hareketsiz ve genellikle kapsüllü basil şeklindeki bakterilerdir [33].

Klebsiella pneumoniae subsp. pneumoniae sporsuz, hareketsiz, 0.5-2 µm boyunda, kısa ve uçları yuvarlak basillerdir. Gram negatif, aerob ve fakültatif anaerob özellikte, polisakkarit yapısında kapsüllü, 37 °C ve pH 7’de iyi üreyen bakterilerdir [38].

Klebsiella’nın en dış tabakasının geniş bir polisakkarit kapsülden oluşması onu *Enterobacteriaceae*’nin diğer üyelerinden ayırır [25].

Dışkı ve klinik örneklerden izole edilen *Klebsiella spp.*’nin yaklaşık % 60-80’i *Klebsiella pneumoniae* cinsidir. *Klebsiella oxytoca* türü de patojen olarak tanımlanmıştır [25].

Fırsatçı patojen olduklarından hastane enfeksiyonlarına neden olurlar. Ayrıca; piyelonefrit ve sistit gibi idrar yolu enfeksiyonları, menenjit gibi çeşitli hastalıklarından sorumlu olabilir [39].

1.6.5. *Proteus* cinsi

Gram negatif, peritrik kirpikleri ile hareketli, kapsülsüz, sporsuz, kokobasil veya daha büyük basil görünümlü, laktoza etki etmeyen, nitrattan nitrit oluşturan, ONPG negatif, üre pozitif, jelatinaz pozitif ve lizin dekarboksilaz negatif bakterilerdir. *Proteus* cinsi içinde *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Proteus penneri*, *Proteus myxofaciens* türleri bulunur. İnsan dışkısında normal flora elemanı olarak bulunduğundan lağım sularında sıklıkla bulunur. İnsanda uygun koşulları bulduğunda özellikle hastane enfeksiyonları olan idrar yolları ve yara enfeksiyonlarına neden olur [40].

1.6.6. *Enterobacter* cinsi

Doğada, toprak, su, insan ve hayvan dışkısında doğal olarak bulunur. Fırsatçı patojen olarak bulunabilmesi ile insanlarda enfeksiyonlar meydana getirirler. Peritrik flagellaları ile hareketli, sporsuz, genelde kapsülsüz, Gram negatif, katalaz pozitif, oksidaz negatif, fakültatif anaerob, 0.6-1.0 µm eninde ve 1.2-3.0 µm boyunda basillerdir [41]. *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter intermedium*, *Enterobacter taylorae*, *Enterobacter gergoviae* gibi türleri bulunur [25].

Enterobacter türleri biyokimyasal açıdan *Klebsiella*'ya benzerlik göstermekle birlikte ornitin pozitif olmaları sebebiyle *Klebsiella*'dan ayrılırlar [25].

1.6.7. *Yersinia* cinsi

Yersinia enterocolitica, *Yersinia intermedia*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Yersinia pestis* ve *Yersinia kristensenii* gibi türleri bulunur [42].

Yersinia enterocolitica Gram negatif, yaklaşık olarak 1-4 µm boyunda, 0.5-1.5 µm genişliğinde, gaz oluşturmada glikozu fermente eden, sukroz pozitif, üre pozitif, metil kırmızısı pozitif, ornitin dekarboksilaz pozitif, laktoz negatif, H₂S negatif, sitrat negatif, oksidaz negatif, 22 °C'de hareketli fakat 37 °C'de hareketsiz kokobasillerdir. İnsanlarda gastroenteritler ve enterokolitler, gıda zehirlenmelerine bağlı enteritler, deri döküntüleri, artritler, konjonktivit, miyokardit gibi hastalıkların sorumlusu olabilir [42].

1.6.8. *Citrobacter* cinsi

Citrobacter freundii bu cinsin en önemli temsilcisidir. Görünüm olarak ve biyokimyasal özellikleri bakımından *E.coli*'ye benzerlik gösterirken sitrat pozitif, indol negatif olması ve H₂S meydana getirmesi ile ayrılır [43].

Gram negatif, oksidaz negatif, üreaz negatif, lizin dekarboksilaz negatif, ONPG hidrolizi negatif, katalaz pozitif, hareketli bakterilerdir [43].

İnsanlarda idrar yolu ve yara enfeksiyonları, neonatal menenjit ve septisemi gibi hastalıklara sebep olur [44].

1.6.9. *Edwardsiella* cinsi

Bu cins içinde *Edwardsiella tarda*, *Edwardsiella hoshinae*, *Edwardsiella ictaluri* gibi türler bulunur. Genellikle yılan ve tatlı su balıklarının bağırsakları ile nadiren insan bağırsağında bulunur. Hareketli, H₂S üreten, Gram negatif, üreaz negatif olan bakterilerdir [45].

İnsanlarda fırsatçı patojen olarak menenjit, endokardit, sistit, sepsis, yara enfeksiyonlarına ve ateşli ishallere sebep olabilir [45].

1.6.10. *Hafnia* cinsi

Hafnia alvei bu cinsin en önemli türüdür. Gram negatif, peritrik flagellaları ile hareketli, sporsuz, kapsülsüz, oksidaz negatif, katalaz pozitifdir [46].

Pnömoni, endokardit, menenjit, sepsis, endoftalmit, üriner sistem enfeksiyonu, diyare, enterokolit, nekrotizan, postoperatif yara enfeksiyonlarına sebep olabilir [46].

1.6.11. *Serratia* cinsi

Doğada yaygın olarak toprak, bitki ve suda, nadiren insan ve hayvanda flora elemanı olarak bulunur. *Serratia marcescens* bu cinsin temsilcisidir. Peritrik kirpikleri ile hareketli, kapsülsüz, Gram negatifdir. Genellikle hastane enfeksiyonlarına sebep olurlar [47].

1.6.12. *Providencia* cinsi

Providencia rustigianii, *Providencia stuartii*, *Providencia alcalifaciens*, *Providencia rettgeri* türlerini kapsar. Hareketli, Gram negatif, kapsülsüz, sporsuz ve fakültatif anaerob bakterilerdir [48].

1.6.13. *Morganella* cinsi

Morganella morganii bu cinsin tek türüdür. Bu bakteri daha önce *Proteus* içinde incelenirken H₂S negatif, jelatinaz negatif ve mannoz fermantasyonunun pozitif olması ile ayrılmıştır. Üreaz pozitif, ornitin dekarboksilaz pozitif, laktöz fermantasyonu negatif olan bakterilerdir [40]. Özellikle immunsupresif, uzun dönem idrar yolu kateteri kullanan hastalarda ölümcül hastalıklara yol açabilen fırsatçı bir patojendir. Kas-iskelet sistemi, santral sinir sistemi ve cilt enfeksiyonlarına da sebep olabilmektedir [49].

1.6.14. *Erwinia* cinsi

Doğada özellikle bitkilerde bulunan bu bakteri bitki hastalıklarına neden olur. Bakteri 35-37 °C'de ürememesi sebebi ile *Enterobacteriaceae* familya üyelerinden ayrılır. Bu nedenle bu bakteri üzerindeki çalışmalar devam etmektedir [50].

1.6.15. Diğer *Enterobacteriaceae* üyeleri

Ewingella; *Ewingella americana* türü bulunur. Lisin ve ornitin dekarboksilaz negatif, Voges Proskauer pozitif ve fırsatçı patojendir [51].

Kluyvera; *Kluyvera ascorbata*, *Kluyvera cryocrescens* türleri bulunur. *E.coli*'ye benzerlikleriyle bilinen bu bakteriler insanlarda fırsatçı patojen olarak çeşitli enfeksiyonlardan tespit edilebilir [52].

Moellerella; *Moellerella wisconsensis* türü temsilcisidir. *E.coli*'ye benzemekle birlikte, indol negatif bakterilerdir [53].

Tatumella; *Tatumella ptyseos* türü temsilcisidir. Solunum yolları enfeksiyonlarından izole edilmiştir [54].

Ayrıca; *Buttiauxella*, *Obesumbacterium*, *Rahnella*, *Xenorhabdus*, *Cedecea*, *Budvicia*, *Leclercia*, *Yokenella* gibi cinsleri bulunur [50, 55].

1.7. Mikrobiyolojik Kirlenme Açısından İçme Suları İçin Normlar

1.7.1. Uluslar arası normlar

İçme suyunun mikrobiyal kalitesinin doğrulanması tipik olarak fekal kontaminasyon göstergesi olarak *E.coli*'nin test edilmesi ile yapılır [25].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün yayınlamış olduğu İçme Suyu Kalitesi Rehberi'nin 4. Baskısında *Escherichia coli* ve koliform bakterilerin sayımı ve doğrulanması amacıyla "ISO 9308-1:2000 *Escherichia coli* ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı - Bölüm 1: membran filtrasyon yöntemi" önerilmektedir. Söz konusu standart 2014 yılında revize edilerek yerine "ISO 9308-1:2014 Su kalitesi - *Escherichia coli* ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı - Bölüm 1: Düşük bakterili zemin floralı sular için membranla süzme yöntemi" kabul edilmiştir [25].

Su Kalitesi Rehberi'nin 4. Baskısına göre doğrudan içme amaçlı tüm sular, dağıtım sistemine giren muamele edilmiş sular ve dağıtım sisteminde arıtılmış suların 100 ml'lik numunesinde *E.coli* veya koliform bakteri bulunmamalıdır [25].

İçme suyu direktifi 98/83/EC'ye göre suların 100 ml'sinde koliform bakteri bulunmamalıdır [56].

1.7.2. Türkiye için gerekli normlar

Ülkemiz için kabul edilen ve kullanımda olan içme ve kullanma suları standardı TS 266'dır. "TS 266:2005 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular" ve T.C Sağlık Bakanlığı'na bağlı olarak faaliyet gösteren Halk Sağlığı Laboratuvarları'nın esas aldığı "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" e göre içme-kullanma sularınının 100 ml'sinde koliform bakteri ve *E.coli* bulunmamalıdır [26, 27].

1.8. Membran Filtrasyon Yöntemi

İnceleme yapılacak su numunelerinin, içerdiği mikroorganizmalardan daha küçük por genişliğine sahip membran filtre üzerinden vakum yardımı ile süzülerek su içerisindeki mevcut bakterilerin filtre üzerinde tutulması sağlanır. Daha sonra membran filtre, analizi istenen mikroorganizma türüne özgü seçici besiyerine taşınarak uygun sıcaklık ve sürede inkübasyona bırakılır. Bu şekilde inkübasyon sonrası besiyeri üzerindeki membran filtre yüzeyinde gelişen kolonilerin sayımı ve değerlendirilmesi esasına dayanır. Bakteriler için 47 mm çap ve 0.22 µm ile 0.45 µm por genişliğinde membran filtreler kullanılır. Çok miktarda örneğin işleme alınması, az sayıda sarf malzeme kullanılması, hızlı olması ve sonuçların doğrudan sayılarak yorumlanabilmesi ile diğer yöntemlere göre daha avantajlı bir yöntemdir [6, 13, 23].

1.9. Önceki Çalışmalar

İçme ve kullanma suyu olarak kullanılan kaynakların mikrobiyolojik kirlilik tespiti halk sağlığı açısından çok önemlidir. Bu konuyla alakalı olarak yapılan araştırmalardan aşağıda kısaca söz edilmektedir.

Rifaat ve ark. (2014), İstanbul ili ve çevresinden topladıkları su numunelerinden damacana sebil ile cam/plastik şişe sularında üreme gözlememişken, çeşme sularının %12,2'sine Toplam koliform, fekal koliform ve *E.coli* bulaştığını tespit etmişlerdir [10].

Avcı ve ark. (2014), 2012 yılında Malatya'da toplam 1502 kontrol izleme numunelerini koliform, *E.coli* ve enterokok parametreleri yönünden incelemişler ve 1502 örneğin 1048 (% 69.8)'ini içilmeye uygun bulurken, 454 (% 30.2)'ünü içilmeye uygun bulmamışlardır [57].

Avcı ve ark. (2006), 01.01.2005-31.12.2005 tarihleri arasında Tokat Halk Sağlığı Laboratuvarları'na dönemsel aralıklarla gönderilen 2495 adet su numunesinin analizini yapmışlar ve numunelerin % 12.7'sinin koliform bakterilerle kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimsel olarak inceleme yapıldığında farklılık önemli bulunmuştur (X^2 : 391.07, $p<0.05$). şubat ayında çalışılan numunelerin % 15.3'ünde, Haziran ayında çalışılan numunelerin ise % 33.5'inde kontaminasyon görülmüştür [29].

Alışarlı ve ark. (2007), Van bölgesinde topladıkları su numunelerini (kaynak/eşme, içme-kullanma, akarsu, kuyu) incelediklerinde merkezden aldıkları 32 kaynak/eşme suyunun 18 (% 56)'inde koliform, 4 (% 13)'ünde *E.coli*, ilçelerden aldıkları 37 kaynak/eşme suyunun 28 (% 76)'inde koliform, 4 (% 11)'ünde *E.coli* tespit etmişlerdir [23].

Anar ve ark. (2000), Bursa il merkezindeki içme ve kullanma sularını incelediklerinde bunların % 7'sinde koliform grubu bakteri saptamışlardır [24].

Koçak ve ark. (2009), Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularını incelediklerinde 25 halk eşmesi numunesinin 9'unda koliform bakteri, bir tanesinde fekal koliform üremesi tespit etmişlerdir [58].

Aktürk ve ark. (2010), Adana-Tufanbeyli yol hattındaki 15 farklı eşme suyundan Nisan 2008-Ocak 2009 tarihleri arasında aldıkları 269 numunenin 69 (% 25.6)'unda *E.coli*, 28 (% 10.4)'inde *Citrobacter spp.*, 121 (% 45)'inde *Proteus vulgaris* saptanmıştır [17].

Ağaoğlu ve ark. (1999), Van ve çevresi kaynak sularını incelediklerinde 30 adet su numunesinin % 33.3'unun (5 örnek) koliform bakteriler içerdiğini tespit etmişlerdir [59].

Kıvanç ve ark. (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularını bakteriyolojik yönden incelediklerinde 1 yıl boyunca alınan 102 örnekten 40 (% 39.22)'ında koliform bakteri saptamışlardır. Koliform tespit edilen tüm numunelerde *E.coli* ve fekal koliform saptanırken, yaz aylarında koliform sayısının arttığını tespit etmişlerdir [30].

Kenar ve ark. (2001), Afyon il merkezindeki içme ve kullanma sularında yaptıkları araştırmada içme ve kullanma suyu sağlayan sokak eşmesi, kuyu, özel işletme sondaj suyu, dağıtım yeri, su deposu, ev ve işyeri eşmeleri gibi farklı 30 kaynaktan aldıkları numuneleri incelemişlerdir. Bunların % 23.3'ünde koliform saptamışlardır [9].

Ekici ve ark. (2010), Van ve çevresindeki içme ve kullanma sularını analiz ederek 176 adet şebeke su örneğinin 24'ünde koliform ve 18'inde koliform ile *E.coli*; 24 adet doğal kaynak suyu örneğinin 2'sinde koliform ve *E.coli* belirlemişlerdir [21].

Köksal ve ark. (2007), İstanbul içme sularını bakteriyolojik yönden incelemişler ve 134 ham su numunesinin tamamında koliform, % 46'sında *E.coli*; 446 arıtma tesisi çıkış suyu numunesinin % 4'ünde koliform, % 1'inde *E.coli*; 1657 şebeke suyu numunesinin % 5'inde koliform, % 2'sinde *E.coli* bakterisine rastlamışlardır. Ham su örneklerinin mevsimsel bir fark göstermeksizin kirli olduklarını belirlerken, arıtma tesisi genel çıkış ve şebeke sularında koliform bakteri yönünden kirlilik oranının yaz ve sonbahar dönemlerinde belirgin artış gösterdiklerini tespit etmişlerdir [20].

Khan ve Adesiyun (2005), West Indies Üniversitesi'nin St. Augustine kampüsü ve Eric Williams Medikal Sciences kompleksinden aldıkları 73 su numunesinin % 16.4'ünün koliform, % 6.8'inin *E.coli* bakterileriyle kontamine olduklarını tespit etmişlerdir [60].

Gümüş ve ark. (2013), Karaman ilindeki çeşme sularında yaptıkları çalışmada 18 çeşmeden su numunesi toplamış ve örneklerin % 31.94'ünde koliform, % 18'inde *E.coli*, % 12.5'inde hem *E.coli* hem koliform bakterilere rastlamışlardır [61].

Şekerci ve ark. (2014), Erzurum şehir merkezindeki halk çeşmelerinden aldıkları 45 su numunesinin % 22.7'sinde toplam ve fekal koliform bakterilere rastlamışlardır [62].

Peker ve ark. (1998), İstanbul Kadıköy yakasında yaptıkları bir çalışmada su istasyonları, şişe suları, kuyu ve musluk sularından topladıkları su numunelerini çalışmışlar ve 492 su istasyonu örneğinin 41'i ile 27 kuyu suyu örneğinin 19'unda koliform bakteri kontaminasyonu olduğunu tespit etmişlerdir [63].

Guillemin ve ark. (1991), Burkina Faso Sahelian bölgesinde kırsal su noktasından aldıkları 982 adet örneği membran filtrasyon metodu ile inceleyerek örneklerin %7,7'sinin kontamine olduğunu belirlemişlerdir [64].

Mc Donald ve ark. (2008), İskoçya'da 480 adet su numunesi ile yaptıkları araştırmalarında; numunelerin % 85'inde toplam koliform, % 75'inden fazlasında ise *E.coli* belirlemiş ve kirliliğin en yüksek olduğu periyodun yaz ayları olduğunu tespit etmişlerdir [65].

Taura ve ark. (2013), Kano (Nijerya)'da yaptıkları çalışmada toplam 212 su numunesini incelemişler ve bunların yaklaşık % 83'ünün içme için uygun olmadığını belirtmişlerdir [66].

Zamberlan da Silva ve ark. (2008), Brezilya'da yaptıkları çalışmada şebeke suyu örneklerinin % 36,4'ünün ve su sebillerindeki 20 L'lik mineral su şişelerinin %76,6'sının en az bir koliform veya en az bir patojenik bakteri ile kontamine olduğunu belirtmişlerdir [67].

Bharath ve ark. (2003), Trinidad'da 82'si ithal olmak üzere toplam 344 adet şişelenmiş su örneğini incelemişlerdir. Buna göre yerli markalı olan suların 5'inde (% 1.9) *E.coli*, 18'inde (% 6.9) toplam koliform bulmuşlardır. 82 adet ithal markalı şişelenmiş suda ise bu bakterilere rastlamamışlardır [68].

Sadeghi ve ark. (2007), İran'da yaptıkları bir çalışmada köylerdeki su kaynaklarının %30.2'sinin kirli olduğunu belirlemişlerdir [69].

Lee ve ark. (2011), 2010 yılında Kore'de yaptıkları bir çalışmada 180 adet klor içermeyen içme suyunu incelemiş ve bunların % 15.6'sında toplam koliform tespit etmişlerdir [70].

Abdelrehman ve ark. (2011), Sudan'da inceledikleri 240 adet içme suyunun %46.4'ünün toplam koliform bakımından izin verilen sınırların üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Kirliliği mevsimsel olarak değerlendirdiklerinde en yüksek sonbaharda, daha sonra ise kış ve yaz döneminde olduğunu bildirmişlerdir [71].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Olanakları

Bu çalışmada, Fen Edebiyat Fakültesi Bitki Hastalıkları ve Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarı ve 3 Nolu Halk Sağlığı Laboratuvarı'nda bulunan Distile Su Cihazı (Sartorius Arium Comfort), Terazisi (Sartorius Analytic), Etüv (Nüve EN500), Otoklav (Nüve OT 90L), Membran Filtrasyon Cihazı (Sartorius, 6'lı manifold), McFarland Densitometre (Liofilchem), Vorteks Tüp Karıştırıcısı (Nüve), Mikroskop (Olympus), Buzdolabı (Haier), Biyogüvenlik Kabini (Heal Force) ve Çeker Ocak (Metisafe)'tan faydalanılmıştır.

2.2. Kullanılan Besiyerleri, Kimyasallar, Test Kitleri

Çalışmamızda % 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su, Ringer çözeltisi, Gram boyama seti, Kromojenik koliform agar (CCA), Tryptic soy agar (TSA), Mikroorganizma saklama tüpü, Oksidaz test kiti, 0.5 No'lu McFarland Standartı, API® 20E Test Kiti (bioMérieux, Inc, France) kullanılmıştır.

2.2.1. 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su

NaCl	0.85 g
Distile su	100 ml
pH	7.0

121 °C'de 20 dakika otoklavda steril edilmiştir.

2.2.2. Ringer çözeltisi

Su numunelerinin seyreltilmeleri amacıyla Ringer çözeltisi hazırlanmıştır. ¼ kuvvetindeki Ringer çözeltisi bakteriler için izotonik bir ortam oluşturarak ozmotik hasarları önlemesi nedeni ile tercih edilmiştir.

Ringer Çözeltisi	
NaCl	1.125 g/tablet
KCl	0.0525 g/tablet

CaCl ₂ .6H ₂ O	0.03 g/tablet
NaHCO ₃	0.025 g/tablet
Distile Su	500 ml

Bir adet Ringer tableti distile suya ilave edilip karıştırılmıştır. Otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edilip kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2.2.3. Gram boyama seti

Kristal viyole, Gram iyot eriyiği, % 96'lık etil alkol ve sulu fuksin eriyiğinden oluşan hazır Gram boyama seti (GBL[®], İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

2.2.4. Kromojenik koliform agar (CCA)

Su örneklerinde koliform bakteriler ve *E.coli* sayısının belirlenmesi amacı ile hazır Kromojenik koliform agar (CCA) (Biolife Italiana, İtalya) kullanılmıştır [72].

Kromojenik Koliform Agar

Enzimatik olarak parçalanmış kazein	1.00 g
Maya özütü	2.00 g
NaCl	5.00 g
Sodyum dihidrojen fosfat x 2H ₂ O	2.20 g
Di-sodyum hidrojen fosfat	2.70 g
Sodyum piruvat	1.00 g
Sorbitol	1.00 g
Triptofan	1.00 g
Tergitol [®] 7	0.15 g
Salmon-β-D-galaktosit	0.20 g
X-β-glukuronid CHX tuzu	0.10 g
İzopropil-β-D-tiyogalaktopiranosit (IPTG)	0.10 g
Agar	10.60 g

Distile su

1000 ml [72]

2.2.5. Triptik soy agar (TSA)

Bakterilerin izole edilmesi ve stok kültür olarak muhafaza edilmesi amacı ile hazır steril Triptik soy agar besiyeri (Biolife Italiana, İtalya) kullanılmıştır [72].

Triptik Soy Agar

Pankreatik olarak parçalanmış kazein	15 g
Soy pepton	5 g
NaCl	5 g
Agar	15 g
Distile su	1000 ml [72]

2.2.6. Mikroorganizmaların saklama kültürleri

İzole edilen bakteriler % 16'lık gliserol içeren boncuklu mikroorganizma saklama tüplerinde (GBL[®], İstanbul, Türkiye) -20°C'de tanımlama testlerinin uygulanacağı zamana kadar muhafaza edilmiştir.

2.2.7. Oksidaz hızlı test kiti

Çalışmamızda N,N-Dimetil-1,4-fenilendiamonyum klorid (0.1 µmol) ve α-naftol (1.0 µmol) içeren reaktif bölgeye sahip hazır (Liofilchem, İtalya) test şeritleri kullanılmıştır. Testin uygulanışında doğrudan tek koloniden elde edilmiş yoğun bakteri kültürü alınıp test bölgesine konulmuştur. 20-60 saniye içinde mavi-menekşe renk oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir [72].

2.2.8. 0.5 No'lu McFarland standardı

API[®] 20E test kitleri (bioMérieux, Inc, France) içerisindeki kuyucuklara konulacak bakteri süspansiyonlarının yoğunluklarını ayarlamak amacıyla ticari 0.5 No'lu McFarland standardı kullanılmıştır.

2.2.9. API 20E test kitleri

Tez çalışmasında izole edilen suşların tanımlanması amacıyla API® 20E Test (bioMérieux, Inc, France) kitleri kullanılmıştır.

2.3. Materyal

Su örnekleri sudaki klorun etkisini ortadan kaldırmak amacı ile içerisinde 20 mg/L Na₂S₂O₃ (Sodyum tiyosülfat) bulunan tek kullanımlık, steril, kahverengi su numune alma şişeleri ile steril koşullar altında toplanarak soğuk zincirde en kısa sürede laboratuvara getirilerek deneylere başlanmıştır [73].

2.4. Metot

Çalışmamızın aşamaları aşağıdaki basamaklardan oluşmuştur:

1. Farklı Mahalle Çeşmelerinden Su Örneklerinin Toplanması,
2. Su Örneklerinin Membran Filtrasyon Tekniği ile Analizi,
3. Su Örneklerinde Bulunan *Enterobacteriaceae* Familyasına Ait Bakterilerin Toplam Sayılarının Belirlenmesi,
4. Su Örneklerinde Bulunan *Enterobacteriaceae* Familyasına Ait Bakterilerin Tanımlanması.

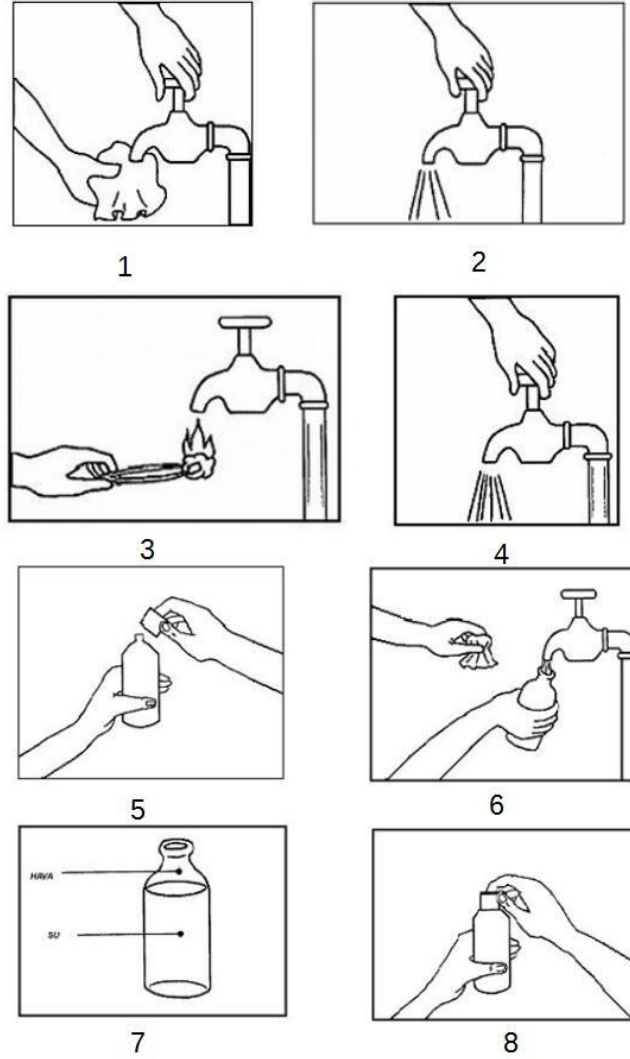
2.4.1. Farklı mahalle çeşmelerinden su örneklerinin toplanması

İstanbul ili Anadolu yakasındaki mahalle çeşmelerinden alınan su örneklerinde toplam koliform bakterilerin saptanması için 23 farklı nokta belirlenerek Aralık ve Temmuz aylarında, 2 kez su örnekleri alınmıştır.

Örnekler “TS EN ISO 19458 Su Kalitesi-Mikrobiyolojik Analizler İçin Numune Alma” standardı esaslarına göre toplanmıştır [73]. Buna göre çeşme steril alkollü bezle silinerek 3-5 dakika kuvvetlice su akıtılmıştır. Çeşme kapatılıp alkollü pamuk alevi yardımı ile çeşmenin ağzı 10-15 saniye yakılmıştır. Daha sonra çeşme kuvvetlice akacak şekilde açılıp bir müddet akması sağlandıktan sonra hafif akacak şekilde ayarlanmıştır. Numune şişesi hafif açı yapacak şekilde tutularak su numunesi alınmıştır ve steril kapağı kapatılmıştır. Numuneler tiyosülfatlı steril şişelerde toplanarak Laboratuvar’a soğuk zincirde getirilmiş ve 4 saat içinde analizleri yapılmıştır.

Tablo 2.1. Su örneklerinin alındığı mahalle çeşmelerinin adları ve buldukları ilçeler

NUMUNE KODU	ADI	BAĞLI OLDUĞU İLÇE
1	Eldiğınli Haydar Çavuş Hayratı	Yakacık/Kartal
2	Teke Bayırı Çeşmesi	Yakacık/Kartal
3	Hacı Mustafa Efendi Türbesi Çeşmesi	Yakacık/Kartal
4	Vezir Çeşmesi	Yakacık/Kartal
5	Aşağı Hacı Kahya Çeşmesi	Yakacık/Kartal
6	Derya Çeşmesi	Yakacık/Kartal
7	Ebu Bekir Sıddık Çeşmesi	Yakacık/Kartal
8	Ulu Cami Çeşmesi	Yakacık/Kartal
9	Ali Paşa Çeşmesi	Kadıköy
10	Arif Hikmet Efendi Çeşmesi ve Sebili	Üsküdar
11	Doğancılar Parkı Çeşmesi	Üsküdar
12	Azîz Mahmûd Hüdâyî Türbesi Çeşmesi	Üsküdar
13	Üsküdar Meydan Çeşmesi	Üsküdar
14	Güzeltepe Caddesi Mahalle Çeşmesi	Üsküdar
15	Şehit Fethi Caddesi Çeşmesi	Pendik
16	Sancak Köprüsü Çeşmesi	Pendik
17	Pendik Çarşı Çeşmesi	Pendik
18	Çubuklu Viyadük Altı Mahalle Çeşmesi	Beykoz
19	Çiğdem Mahalle Çeşmesi	Beykoz
20	Riva Mahalle Çeşmesi	Şile
21	Teke Köyü Mahalle Çeşmesi	Şile
22	Ovacık Köyü Mahalle Çeşmesi	Şile
23	Yürek Kayalar Cami Karşısı Mahalle Çeşmesi	Şile



Şekil 2.1. Sularda bakteriyolojik numune alma [74].

2.4.2. Su örneklerinin membran filtrasyon tekniği ile analizi

Toplam koliform ve *Escherichia coli* bakterilerinin tespiti için Laboratuvar'a getirilen su örneklerinden hem 100'er ml hem de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} 'lük seyreltiler hazırlanarak membran filtrasyon cihazında (Sartorius, 6'lı manifold) por büyüklüğü 0.45 µm olan selüloz ester filtrelerden (Merck Millipore, Almanya) vakum yoluyla süzölmüştür. Membran filtreler hava boşluğu kalmasını engelleyecek şekilde steril pens ile Kromojenik koliform agar (CCA) besiyerine (Biolife Italiana, İtalya) yerleştirilmiş ve 36 °C'de 24 saat inkübe edilerek koloni sayımları yapılmıştır [72].

2.4.3. Su örneklerinde bulunan koliform bakterilerin toplam sayılarının belirlenmesi

Bütün koliform bakterilerde bulunan ve laktozun kullanılmasını sağlayan β -D-galaktosidaz enzimi, CCA bileşimindeki Salmon-GAL kromojenik substratını parçalayarak koliform bakterilerin pembemsi kırmızı renkli koloni oluşturmasını sağlar. *E.coli*, diğer koliformlardan farklı olarak β -D-glukoronidaz enzimine sahiptir. CCA besiyeri bileşimindeki X-Glukoronit substratı bu enzim ile parçalanır ve bu şekilde *E.coli* mavi/mor renkte koloni oluşturur [72].

Bu şekildeki şüpheli koloniler sayılarak besiyerinde gelişen farklı kolonilerin Gram boyamaları ve oksidaz testleri yapılmıştır [72].

2.4.3.1. Gram boyama

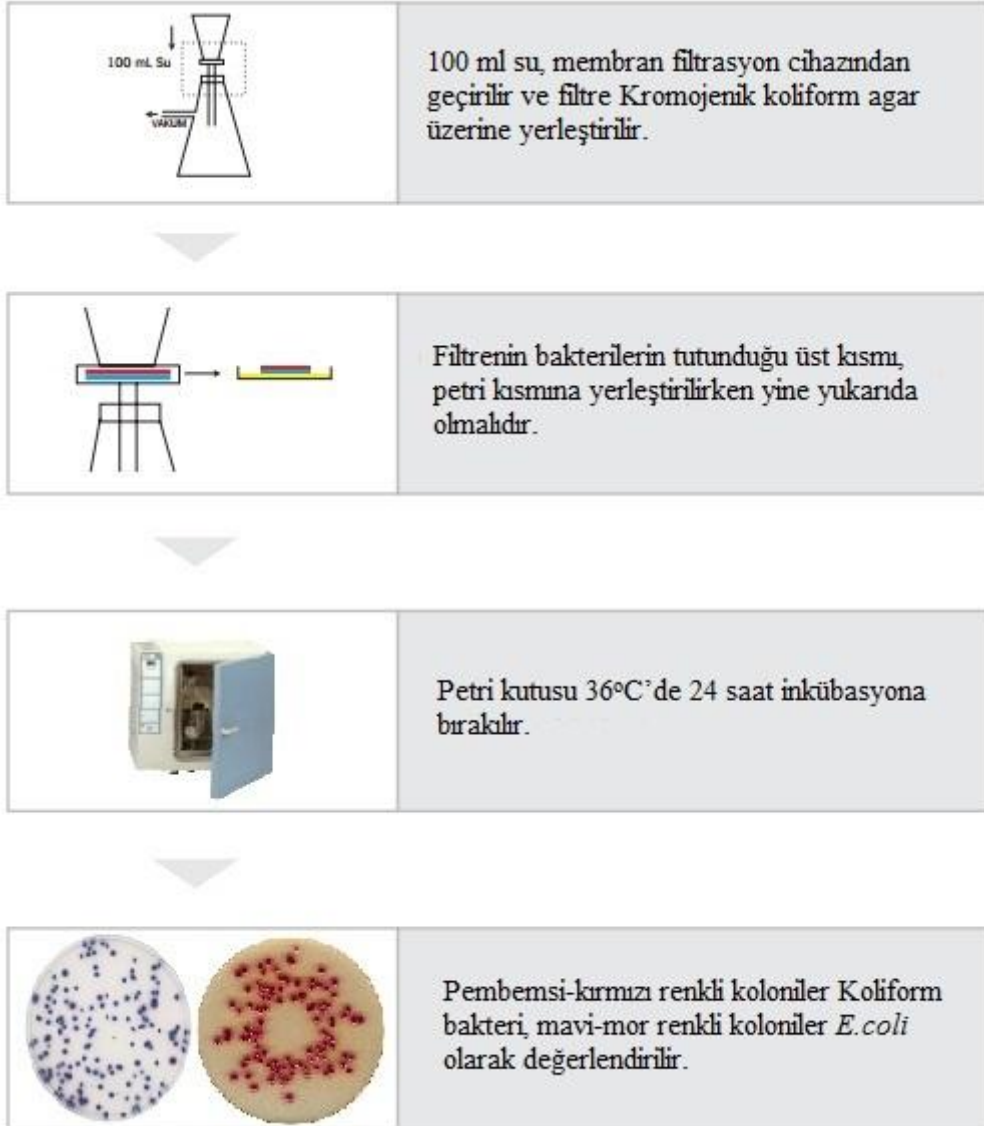
Temiz bir lamın üzerine steril uçlu otomatik pipet ile bir damla steril distile su damlatılmıştır. 24 saatlik bakteri kolonisi steril öze yardımı ile lam yüzeyine ince bir tabaka halinde yayılıp havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan lamın alt yüzü bek alevinden bir kaç kez geçirilerek bakteriler lam üzerine fikse edilmiştir. Daha sonra lamın üzerine kristal viyole dökülüp 1 dakika bekletilmiş ve distile su ile lamın tüm yüzeyi yıkanarak kristal viyole uzaklaştırılmıştır. Preparatın üzerine iyot çözeltisi dökülerek 1 dakika bekletilmiş ve distile su ile tekrar yıkanmıştır. Sonra preparat %96'lık etil alkol ile 15-30 saniye muamele edilerek ardından distile su ile yıkanmıştır. Lamın üzerine karşıt boya olarak sulu fuksin dökülerek 1 dakika bekletilip tekrar distile su ile yıkanıp havada kurumaya bırakılmıştır. Boyama sonrası preparat mikroskopta incelenmiştir. İnceleme sonrası kırmızı-pembe renkli bakteriler Gram-negatif olarak tanımlanmıştır [75].

2.4.3.2. Oksidaz testi

Besiyerinde gelişen saf koloniler tek kullanımlık steril öze yardımıyla Triptik soy agar (TSA) besiyerine (Biolife Italiana, İtalya) ekimi yapılmış ve 36°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra şüpheli koloniler alınarak Oksidaz test kiti (Liofilchem, İtalya) üzerine yayılmıştır. Mavi-menekşe renk oluşumu pozitif sonuç olarak, herhangi bir renk gelişmemesi ise negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir [72].

2.4.4. Su örneklerinde bulunan koliform bakterilerin tanımlanması

Oksidaz negatif sonuç veren koloniler API 20E (BioMérieux, Fransa) test stripleri ile incelenmişlerdir. Buna göre TSA besiyeri üzerindeki kültürler öze yardımı ile %0,85'lik fizyolojik tuzlu su içeren tüplerde homojenize edilerek yoğunluğu, 0.5 No'lu McFarland Standartı yoğunluğuna (10^8 kob/ml) göre ayarlanmıştır. Daha sonra yoğunluğu ayarlanmış bakteri süspansiyonları test kuyucuklarına konulmuştur. Test kitleri 36 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra kuyucuklardaki reaksiyon sonuçları <https://apiweb.biomerieux.com/jsp/ident/index.jsp> sitesinde yer alan yazılıma göre değerlendirilmiştir [76].



Şekil 2.2. Membran filtrasyon yöntemiyle sularda koliform bakteri aranması [77, 78].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İstanbul Anadolu Yakası'nda belirlenen 23 mahalle çeşmesinden Aralık ve Temmuz aylarında 2 kez alınan su numunelerinde toplam koliform ve *E.coli* bakterileri yönünden membran filtrasyon yöntemi ile Uluslararası standartlara göre incelenmiştir [72].

Analiz örneklerinde incelenen numunelere ait veriler (Tablo 3.1)'de verilmiştir.

23 adet mahalle çeşmesinden alınan su numunelerinin kış mevsiminde % 65,22'sinin, yaz mevsiminde % 69,57'sinin koliform içerdiği belirlenmiştir. Kış mevsiminde alınan numunelerin % 39,13 (9 adet)'ünün hem koliform hem de *E.coli*, % 21,74 (5 adet)'ünün yalnızca koliform, % 4,35 (1 adet)'inin yalnızca *E.coli* içerdiği saptanmıştır. Yaz mevsiminde alınan numunelerin % 47,83 (11 adet)'ünün hem koliform hem de *E.coli*, % 17,39 (4 adet)'unun yalnızca koliform, % 4,35 (1 adet)'inin yalnızca *E.coli* içerdiği belirlenmiştir.

API 20E hızlı test kitleri ile yapılan tanımlama sonuçlarına göre kış mevsiminde çalışılan numunelerde *Enterobacter cloacae* (2 adet), *Enterobacter amnigenus-2* (3 adet), *Enterobacter sakazakii* (1 adet), *Citrobacter freundii* (3 adet), *Citrobacter brakii* (2 adet), *Klebsiella pneumoniae* (2 adet) ve *Hafnia alvei* (1 adet); yaz mevsiminde çalışılan numunelerde *Enterobacter cloacae* (2 adet), *Enterobacter amnigenus-2* (3 adet), *Enterobacter sakazakii* (1 adet), *Citrobacter freundii* (4 adet), *Citrobacter brakii* (2 adet), *Klebsiella pneumoniae* (2 adet) ve *Hafnia alvei* (1 adet) izole edilmiştir (Tablo 3.2-3.3).

Bu durum mahalle çeşmelerinde koliform bakterilerinin bulunduğunu ve bu çeşmelerde kontaminasyonun olduğunu göstermektedir. Ülkemizde içme suları ile ilgili standartlar yeniden düzenlenerek "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" 17 Şubat 2005'de resmi gazetede yayınlanmıştır. Buna göre kaynak sularının 250 ml'sinde, içme ve kullanma sularının 100 ml'sinde toplam koliform ile *E.coli* bulunmamalıdır [26, 27].

Kış mevsiminde incelenen suların % 65,22'sinin, yaz mevsiminde incelenen suların % 69,57'sinin bu yönetmeliğe uygun olmadığı saptanmıştır. Bu durum daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacıların, bakteriyel su kalitesinin iyi olmadığını bildiren görüşlerini doğrulamaktadır. Örneğin, Rifaat ve ark. (2014) İstanbul ili ve çevresinde

yaptıkları bir çalışmada çeşme sularının % 12,2'sinde toplam koliform ve *E.coli* bulunduğunu tespit etmişlerdir [10].

Avcı ve ark. (2014) Malatya'da yaptıkları çalışmada 1502 numune incelemiş ve bu numunelerin % 30,2'sini içilemez bulmuşlardır [57]. Köksal ve ark. (2007) İstanbul'un şebeke sularını ve içme suyu kaynaklarını bakteriyolojik yönden inceledikleri bir araştırmada, şebeke sularında % 5 koliform ve % 2 *E.coli* saptadıklarını bildirmişlerdir [20]. Anar ve ark. (2000) Bursa'da tetkik ettikleri içme ve kullanma sularının % 7'sinin koliform bakteri içerdiğini saptamışlardır [24].

Bizim çalışmamızda bulunan kontamine numune değerleri Rifaat ve ark. (2014), Avcı ve ark., (2014) Köksal ve ark. (2007) ile Anar ve ark. (2000)'nın belirlediği değerlerden daha yüksektir.

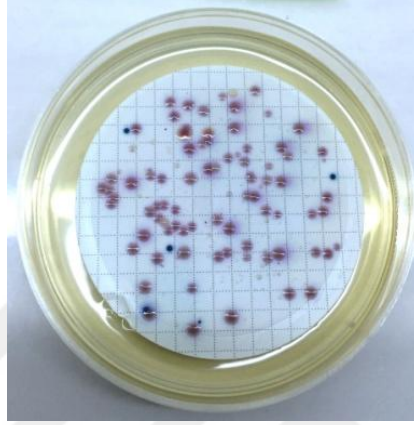
Koçak ve ark. (2009) Erzurum'da yaptıkları çalışmada 25 halk çeşmesi numunesinin %36 (9 adet)'sında koliform bakteri tespit etmişlerdir [58]. Avcı ve ark. (2006) Tokat'ta 2495 adet su numunesini mevsimsel olarak incelediklerinde Şubat ayında analizi yapılan su numunelerinin % 15,3'ünde, Haziran ayında analizi yapılan su numunelerinin % 33,5'inde kirlilik tespit etmişlerdir [29]. Ağaoğlu ve ark. (1999) Van'da inceledikleri 30 adet kaynak suyunun % 33,3'ünde koliform tespit etmişlerdir [59]. Kıvanç ve ark. (1996) Eskişehir'de inceledikleri içme ve kullanma sularının %39,22'sinde koliform bakteri saptamışlardır [30]. Şekerci ve ark. (2014) Erzurum'da halk çeşmelerinden aldıkları 45 su numunesinin % 22,7'sinde toplam koliform bulunduğunu belirlemişlerdir [62].

Çalışmamızda bulunan toplam koliform değerleri diğer araştırmacıların değerlerinden daha yüksek olarak bulunmuştur.

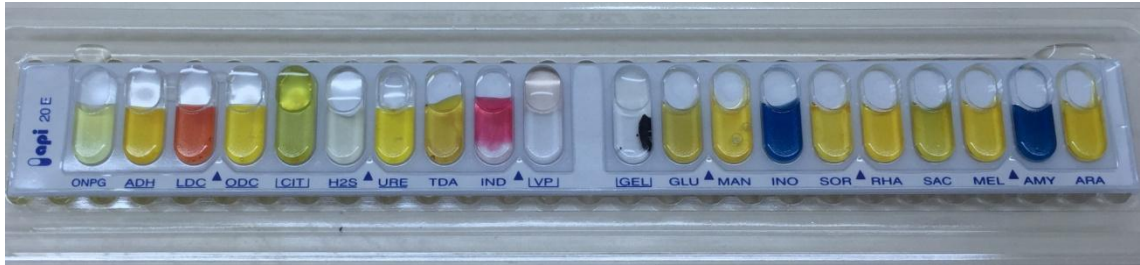
Buna göre içme ve kullanma suları ile yapılan incelemelerde tespit edilen koliform ve *E.coli* düzeylerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar incelemelerin gerçekleştirildiği şehirlerin şebeke hatlarının kalitesi ile dezenfeksiyon işlemlerinin tam olarak yapılıp yapılmadığı ile ilgili olabilir.

Kontaminasyona rastlanan örneklerin alındığı çeşmelerin çoğunun şebeke hattından değil, kaynak sularından beslendiği göz önünde bulundurulursa kaynak sularına fekal bir bulaşmanın olduğu düşünülmektedir.

İzole edilen *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter brakii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter amnigenus-2* ve *Hafnia alvei* bakterileri fırsatçı patojen bakterilerdir. *Klebsiella pneumoniae* idrar yolu enfeksiyonları, sinüzit, menenjit ve çeşitli organ hastalıklarına sebep olurken, *Hafnia alvei* idrar yolu, üst ve alt solunum yolu ve yara enfeksiyonlarından sorumludur. Diğer türler de fırsatçı patojen olduklarından çeşitli enfeksiyonlara sebep olabilmektedirler.



Şekil 3.1. Ekim yapılmış kromojenik koliform agar görüntüsü



Şekil 3.2. API 20E test stribi görüntüsü

ONPG: Ortonitrofenil- β -D-galaktopiranozid, ADH: Arjinin dihidrolaz, LDC: Lisin dekarboksilaz, ODC: Ornitin dekarboksilaz, CIT: Sitrat, H₂S: Hidrojen sülfür, URE: Üreaz, TDA: Triptofan deaminaz, IND: İndol, VP: Voges-Proskauer, GEL: Jelatin hidrolizi, GLU: Glukoz, MAN: Mannitol, INO: İnositol, SOR: Sorbitol, RHA: Ramnoz, SAC: Sükroz, MEL: Melibioz, AMY: Amigdalın, ARA: Arabinoz

Tablo 3.1. Yaz ve Kış mevsimlerinde mahalle çeşme sularından elde edilen Koliform ve *E.coli* sayıları

NUMUNE KODU	YAZ MEVSİMİ		KIŞ MEVSİMİ	
	KOLİFORM BAKTERİ (kob/100ml)	<i>E.coli</i> (kob/100ml)	KOLİFORM BAKTERİ (kob/100ml)	<i>E.coli</i> (kob/100ml)
1	87x10 ²	8x10 ²	55x10 ²	3x10 ²
2	61x10 ²	2x10 ²	59x10 ²	3x10 ²
3	77x10 ³	5x10 ³	51x10 ³	2x10 ³
4	25x10 ²	5x10 ²	2x10 ³	4x10 ²
5	5x10 ²	-	38x10 ¹	-
6	2x10 ²	-	18x10 ¹	-
7	2.4x10 ¹	-	22	-
8	12x10 ¹	1x10 ¹	49	9
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	56x10 ²	44x10 ²	43x10 ²	32x10 ²
13	-	-	-	-
14	22x10 ²	22x10 ²	91x10 ¹	91x10 ¹
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	1x10 ¹	-	-	-
19	12x10 ¹	8x10 ¹	36	12
20	5x10 ¹	5	39	-
21	8.6x10 ¹	4	73	7
22	24x10 ¹	4x10 ¹	2x10 ²	2x10 ¹
23	6.6x10 ¹	2	14	-

Tablo 3.2. Yaz mevsiminde izolasyonu yapılan koliform izolatlarının API test sonuçları

	ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H ₂ S	URE	TDA	IND	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX	
1	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 97.5 <i>Enterobacter cloacae</i>
1	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> 1
2	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 98.0 <i>Klebsiella pneumoniae</i>
2	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 96.3 <i>Escherichia coli</i> 1
3	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 99.8 <i>Citrobacter freundii</i>
3	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 96.3 <i>Escherichia coli</i> 1
4	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	% 91.8 <i>Citrobacter brakii</i>
4	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	% 89.7 <i>Escherichia coli</i> 1
5	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
6	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	% 99.3 <i>Hafnia alvei</i>
7	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
8	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 99.8 <i>Citrobacter brakii</i>
8	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.9 <i>Escherichia coli</i> 1
12	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 99.7 <i>Citrobacter freundii</i>
12	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> 1
14	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.9 <i>Escherichia coli</i> 1
18	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 99.8 <i>Citrobacter freundii</i>
19	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	% 98.4 <i>Enterobacter sakazakii</i>
19	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.5 <i>Escherichia coli</i> 1
20	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 95.1 <i>Enterobacter cloacae</i>
20	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 96.3 <i>Escherichia coli</i> 1
21	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 98.0 <i>Klebsiella pneumoniae</i>
21	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.9 <i>Escherichia coli</i> 1
22	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
22	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> 1
23	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 99.7 <i>Citrobacter freundii</i>
23	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> 1

ONPG: Ortonitrofenil-β-D-galaktopiranozid, ADH: Arjinin dihidrolaz, LDC: Lisin dekarboksilaz, ODC: Ornitin dekarboksilaz, CIT: Sitrat, H₂S: Hidrojen sülfür, URE: Üreaz, TDA: Triptofan deaminaz, IND: İndol, VP: Voges-Proskauer, GEL:Jelatin hidrolizi, GLU: Glukoz, MAN: Mannitol, INO: İnositol, SOR: Sorbitol, RHA: Ramnoz, SAC: Sükroz, MEL: Melibioz, AMY: Amigdalın, ARA: Arabinoz

Tablo 3.3. Kış mevsiminde izolasyonu yapılan koliform izolatlarının API test sonuçları

	ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H ₂ S	URE	TDA	IND	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX	
1	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	% 98.7 <i>Enterobacter cloacae</i>
1	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> I
2	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 98.0 <i>Klebsiella pneumoniae</i>
2	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 96.3 <i>Escherichia coli</i> I
3	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 99.8 <i>Citrobacter freundii</i>
3	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 86.2 <i>Escherichia coli</i> I
4	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 99.9 <i>Citrobacter brakii</i>
4	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	% 89.7 <i>Escherichia coli</i> I
5	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
6	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	% 99.9 <i>Hafnia alvei</i>
7	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
8	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 99.8 <i>Citrobacter brakii</i>
8	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.5 <i>Escherichia coli</i> I
12	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	% 91.3 <i>Citrobacter freundii</i>
12	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> I
14	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.9 <i>Escherichia coli</i> I
19	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	% 98.4 <i>Enterobacter sakazakii</i>
19	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 96.3 <i>Escherichia coli</i> I
20	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	% 95.1 <i>Enterobacter cloacae</i>
21	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 97.6 <i>Klebsiella pneumoniae</i>
21	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	% 99.9 <i>Escherichia coli</i> I
22	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	% 96.4 <i>Enterobacter amnigenus</i> -2
22	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	% 99.8 <i>Escherichia coli</i> I
23	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	% 99.7 <i>Citrobacter freundii</i>

ONPG: Ortonitrofenil-β-D-galaktopiranozid, ADH: Arjinin dihidrolaz, LDC: Lisin dekarboksilaz, ODC: Ornitin dekarboksilaz, CIT: Sitrat, H₂S: Hidrojen sülfür, URE: Üreaz, TDA: Triptofan deaminaz, IND: İndol, VP: Voges-Proskauer, GEL: Jelatin hidrolizi, GLU: Glukoz, MAN: Mannitol, INO: İnositol, SOR: Sorbitol, RHA: Ramnoz, SAC: Sükroz, MEL: Melibioz, AMY: Amigdalın, ARA: Arabinoz

4. SONUÇLAR

Çalışmalar sonucunda toplam örneklerin % 67.39'u koliform bakteriler yönünden pozitif olarak değerlendirilmiştir. Aralık ayında incelenen suların % 65.22'sinde, Temmuz ayında incelenen suların % 69.57'sinde koliform üyeleri ile kontaminasyon görülmüştür. Çalışma sonuçlarımız, mahalle çeşme sularının koliform bakteriler ile kontamine olduğunu göstermektedir.

Yaşamın devamı ile her türlü metabolik aktivite için gerekli olan su vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Her gün besinlerle ve doğrudan ortalama 2-3 litre suyun insanlar tarafından vücuda alındığı göz önünde bulundurulursa, içme sularının kalitesinin insan sağlığı açısından taşıdığı değer ortadadır. Su sadece insanlar için değil, bitki ve hayvanlar için de yaşamsal öneme sahiptir. Su, bu denli vazgeçilmez olmasının yanı sıra kontamine olması sonucu, içerisindeki patojen bakteriler sebebiyle meydana getirdiği bulaşıcı veya bulaşıcı olmayan hastalıklar bakımından da çok önemlidir.

Mahalle çeşmeleri toplumun su ihtiyacının karşılanmasına önemli katkı sağlamaktadır. Mahalle çeşme suları genellikle okul, cami, mescit, çarşı, pazar, han, meydan gibi toplumun faydalanması için en uygun yerlerde bulunmaktadır. Çeşmeler isimlerini bulunduğu mahalle, çarşı, pazar, sokak gibi mekanlardan alabileceği gibi yaptıranın ismi ve mevkiinin özelliğiyle de ilgili olabilir.

İstanbul'da bulunan mahalle çeşmeleri genellikle tarihi çeşmelerdir. Osmanlı sultanları ve devlet adamları tarafından yaptırılanları yaygın olmakla birlikte hayrat amaçlı halk tarafından yaptırılanları da vardır. Bir veya daha fazla musluğu bulunabilen, genellikle kaynak sularından beslenen çeşmelerdir. Birçoğu günümüzde kurumuş ve tahrip edilmiştir ve çok az bir kısmı faal durumdadır.

Örneklerin toplandığı Kartal (Yakacık), Beykoz ve Şile ilçelerindeki tüm çeşmeler, Üsküdar ilçesindeki Azîz Mahmûd Hüdâyî Türbesi Çeşmesi ve Güzeltepe Caddesi Mahalle Çeşmesi kaynak sularından beslenen çeşmelerdir. Kadıköy ilçesindeki Ali Paşa Sürmeli Ağa Çeşmesi, Üsküdar ilçesindeki Arif Hikmet Efendi Çeşmesi ve Sebili, Doğancılar Parkı Çeşmesi ve Üsküdar Meydan Çeşmesi ile Pendik ilçesindeki çeşmeler şebeke hattına bağlı çeşmelerdir.

Çeşme sularının kaynakları göz önünde bulundurulduğunda şebeke hattına bağlı 7 adet çeşme sularında yaz ve kış aylarında üreme gözlenmezken, kaynak sularından beslenen 16 adet çeşme sularının yaz aylarında tamamında, kış aylarında 15 adetinde bakteri üremesi gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre, kaynak sularından beslenen çeşmelerin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre içme ve kullanma suyu olarak kullanılması uygun bulunmamıştır. Bu çeşmelerden elde edilen suların halkın kullanımına açık olduğu ve içme-kullanma suyu olarak evlerde kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda meydana gelebilecek olan hastalıklar halk sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu konu hakkındaki çalışmalara önem verilmeli, su şebekesinin ve şebeke ile bağımsız olan çeşmelerin kanalizasyon tesisatı ile ilişki dereceleri araştırılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Halk sağlığı açısından tehlike oluşturabilecek enfeksiyonların engellenebilmesi için suların patojen mikroorganizmalarla kontamine olmasının önüne geçilmesi, arıtma ve dezenfeksiyon yöntemlerinin doğru bir şekilde uygulanması gerekir. Diğer pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de kimyasal dezenfeksiyon işlemleri klor ile yapılmaktadır. Bakiye klor düzeyi, çeşitli noktalardan alınan su örneklerinde 0.5 mg/L (0.5 ppm)'nin altında olmamalıdır [27]. Bakiye klor seviyesinin belli bir düzeyde olmaması şebeke sularında herhangi bir sebeple oluşabilecek kontaminasyon sonucunda bakteri çoğalmasına neden olur. Eğer bakiye klor seviyesi olması gerekenden daha düşük düzeyde olursa kirli su tarafından hızla yıkılır.

Bu çalışma ile İstanbul Anadolu Yakası'nda bulunan mahalle çeşme sularının yaz aylarında 16, kış aylarında 15 adetinde indikatör bakteri tespit edilmiştir. Bu durum halk sağlığı açısından potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarının ve halkın kullanımına açık olan çeşmelerin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre sürekli denetlenmesi gerekmektedir. Aksi durumda halkın sağlığını tehdit edebilecek enfeksiyonların ortaya çıkabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 4.1. Hacı Mustafa Efendi Türbesi Çeşmesi (Yakacık/Kartal)



Şekil 4.2. Ali Paşa Çeşmesi (Kadıköy)

KAYNAKLAR

- [1] Varol, F., Bellitürk, K., Sağlam, M.T. (2005) Tekirdağ İli Sulama Sularının Özellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(4).
- [2] Atasoylu, G., Okyay, P., Güney, N., Deniz, Y., Çobanoğlu, M., Beşer, E. (2006) Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı 2004 Yılı İçme ve Kullanma Suyu Analizleri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 5(3), 187-195.
- [3] Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. (2006) Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1), 93-103.
- [4] Aslan, D. (2009) Bir Sağlık Hakkı: Temiz Su. Haber Bülteni, 2008/4, 67-69.
- [5] Tanyolaç, J. (2009) Limnoloji, 5. Baskı, Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
- [6] Oymak, O.F. (2011) Aydın İlinde Tüketilen Şişelenmiş Suların Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye, 3-14.
- [7] Akhan, M., Çetin, Ö. (2007) Bir Kaynak Suyu Tesisinde Olası Mikrobiyal Kontaminasyonun İncelenmesi. Türk Mikrobiyal Cemiyeti Dergisi, 37(4), 213-220.
- [8] Yelekçi, S., Acemioğlu, B., Avcı, H. (2012) Kilis İl Merkezi İçme Sularının Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(2), 77-81.
- [9] Kenar, B., Altındış, M. (2001) Afyon İl Merkezi İçme ve Kullanma Sularında Hijyenik Kalite Araştırması. Kocatepe Tıp Dergisi, 2, 269-274.
- [10] Rifaat, E.A., Tekiner, İ.H., Özpınar, H. (2014) Halk Sağlığı Açısından İçme ve Kullanma Sularında Koliform ve Fekal Koliform Bakterilerin Varlıklarının Klasik ve MASS Spektrometresi Yöntemleriyle İncelenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(2), 20-32.
- [11] Çalık, E., Menteş, Y., Karadağ, F., Dayıoğlu, H. (2004) İçme Suyunun Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 17-26.

- [12] Alaş, A., Çil, O.H.Ş. (2002) Aksaray İline İçme Suyu Sağlayan Bazı Kaynaklarda Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 11(42), 40-44.
- [13] Acehan, G., Yüceer, A. (2008) Adana İl Genelinde İçme Suyu Dağıtım Şebekesinde Bakteriyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17(1), 141-150.
- [14] TÜSİAD, (2008) Türkiye’de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler. Yayın No: T/2008-09/469, İstanbul.
- [15] Özaslan, A. (2009) Adana İçme Suyunda Fekal Koliform Düzeyinin Belirlenmesi ve Antibiyotik Dirençlilik Frekansları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 1-8.
- [16] Koloren, Z., Taş, B., Kaya, D. (2011) Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)’nün Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(3), 74-85.
- [17] Aktürk, S., Matyar, F., Dinçer, S. (2010) Adana-Tufanbeyli Yol Hattındaki Çeşme Sularından İzole Edilen Gram Negatif Bakterilerin Antibiyotik Dirençlerinin İncelenmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 40(1), 54-59.
- [18] İzmirlioğlu, P. (2004) Ömerli Baraj Gölü’nde Mikrobiyolojik (*E.coli*) ve Kimyasal (Aluminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 39-40.
- [19] Balcı, R.S., Dinçer, S. (2008) Seyhan Baraj Gölünün Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve *Enterobacteriaceae* Üyelerinde Antibiyotik Dirençliliği. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17(2), 122-131.
- [20] Köksal, F., Oğuzkurt, N., Samastı, M. (2007) İstanbul İçme Sularının Bakteriyolojik Yönünden İncelenmesi: *Aeromonas* Sorunu. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37(3), 164-168.
- [21] Ekici, K., Körkoca, H., Sancak, Y.C., Atalan, E. (2010) Van ve Yöresi İçme Sularında Koliform ve *E.coli* Araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(2), 21-25.

- [22] Altun, Z. (2011) Büyükçekmece Gölü'nün Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 65-68.
- [23] Alisharlı, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S. (2007) Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(1), 67-77.
- [24] Anar, Ş., Günşen, U. (2000) Bursa İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Hijyenik Kalitesi. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 7(1), 31-33.
- [25] WHO Guideliness (2011) Guidelines for Drinking-Water Quality. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- [26] TS 266 (2005) Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [27] İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. R.G. Sayısı: 25730. R.G. Tarihi: 17.02.2005 (Değişik Ek: RG-20/10/2016-29863), Ankara, Türkiye.
- [28] Payment, P., Franco, E. (1993) *Clostridium perfringens* and Somatic Coliphages as Indicators of the Efficiency of Drinking Water Treatment for Viruses and Protozoan Cysts. Applied and Environmental Microbiology, 59(8), 2418-2424.
- [29] Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M. (2006) Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler Yönünden Araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 28(4), 107-112.
- [30] Kıvanç, M., Kunduhoğlu, B., Atik, S., Malkoçoğlu, B. (1996) Eskişehir İçme ve Kullanma Sularının Bakteriyolojik Kirliliği. Ekoloji Çevre Dergisi, 19, 19-21.
- [31] Clark, D.L., Milner, B.B., Stewart, M.H., Wolfe, R.L., Olson, B.H. (1991) Comparative Study of Commercial 4-Methylumbelliferyl-3-DGlucuronide Preparations with the Standard Methods Membrane Filtration Fecal Coliform Test for the Detection of *Escherichia coli* in Water Samples. Applied And Environmental Microbiology, 57(5), 1528-1534.

- [32] Halkman, A.K. (1999) Genel Bilgiler Koliform Grup Bakteriler, Fekal Koliformlar, *E.coli*. Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 97 11 12 01 nolu proje, Ankara.
- [33] Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J., Lindenmann, J., (1997). Tıbbi Mikrobiyoloji, 8. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- [34] Taştemür, S., Halkman, A.K. (2014) Membran Filtrasyon Tekniği ile Koliform Analizinde Kullanılan Besiyerlerinin Kıyaslanması. *Gıda*, 39(5), 267-273.
- [35] Ewing, W.H. (1949) *Shigella* Nomenclature. 57, 633-638.
- [36] Cabral, J.P.S. (2010) Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(10), 3657-3703.
- [37] Xu, J., Li, W., Chen, X., Zhou, Y. (2010) *Klebsiella alba* sp. nov., a Novel Pesticide-Tolerant Bacterium From a Heavily Polluted Environment. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 56, 241-247.
- [38] Singh, V., Thakur, K., Chauhan, P.K. (2012) Effect of Poly Herbal Formulation Against *Klebsiella pneumonia* Causing Pneumonia in Children's. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(1), 69-75.
- [39] Podschun, R., Ullmann, U. (1998) *Klebsiella* spp. as Nosocomial Pathogens: Epidemiology, Taxonomy, Typing Methods, and Pathogenicity Factors. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(4), 589-603.
- [40] O'Hara, C.M., Brenner, F.W., Miller, J.M. (2000) Classification, Identification, and Clinical Significance of *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. *Clinical Microbiology Reviews*, 13(4), 534-546.
- [41] UK Standards for Microbiology Investigations. (2015) Identification of *Enterobacteriaceae*. Standards Unit, National Health Service, Public Health England. *Bacteriology – Identification*, ID: 16, 4, 1-34.
- [42] Baylan, O., Abaslı, H.E. (2005) *Yersinia enterocolitica* İnfeksiyonları. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 35, 232-247.

- [43] Werkman, C.H., Gillen, G.F. (1931) Bacteria Producing Trimethylene Glycol. 167-182.
- [44] Janda, J.M., Abbott, S.L., Cheung, W.K.W., Hanson, D.F. (1994) Biochemical Identification of *Citrobacteria* in the Clinical Laboratory. *Journal of Clinical Microbiology*, 32(8), 1850-1854.
- [45] Reger, P.J., Mockler, D.F., Miller, M.A. (1993) Comparison of Antimicrobial Susceptibility, β -Lactamase Production, Plasmid Analysis and Serum Bactericidal Activity in *Edwardsiella tarda*, *E. ictaluri* and *E. hoshinae*. *Journal of Medical Microbiology*, 39, 273-281.
- [46] Karabulut, N.A., Özgür, M., Karabulut, M. (2010) *Hafnia alvei*'nin Neden Olduğu Akut Gastroenterit Olgusu. *ANKEM Dergisi*, 24(4), 231-233.
- [47] Guentzel, M.N. (1996) *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, and *Proteus*. *Medical Microbiology*, 4th Edition. Editor: Baron, S., Galveston, Texas, Amerika Birleşik Devletleri.
- [48] Choi, H.K., Kim, Y.K., Kim, H.Y., Park, J.E., Uh, Y. (2015) Clinical and Microbiological Features of *Providencia* Bacteremia: Experience at a Tertiary Care Hospital. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 30, 219-225.
- [49] Yazıcı, H., Doğan, S., Can, İ.H., Baygit, Y., Tekin, A. (2013) Sinonazal Bölgede *Morganella morganii*: Nadir Bir Olgu Sunumu. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 4(3), 383-386.
- [50] Farmer, J.J.III., Davis, B.R., Hickman-Brenner F.W., Mc-Whorther, A., Huntley-Carter, G.P., Asbury, M. A., Riddle, C., Wathern-Grady, H. J., Elias, C., Fanning, G. R., Steigerwalt, A. G., O'Hara, C. M., Morris, G. K., Smith, P. B, and Brenner D. J. (1985) Biochemical Identification of New Species and Biogroups of *Enterobacteriaceae* Isolated from Clinical Specimens, *Journal of Clinical Microbiology*, 21(1), 46-76.
- [51] Grimont, P.A., Farmer, J.J.III., Grimont, F., Asbury, M.A., Brenner, D.J., Deval, C. (1983) *Ewingella americana* gen.nov., sp.nov., a new *Enterobacteriaceae* Isolated from Clinical Specimens. *Annals of Microbiology*, 134A(1), 39-52.

- [52] Farmer, J.J.III., Fanning, G.R., Huntley-Carter, G.P., Holmes, B., Hickman, F.W., Richard, C., Brenner, D.J. (1981) *Kluyvera*, a New (Redefined) Genus in the Family *Enterobacteriaceae*: Identification of *Kluyvera ascorbata* sp. nov. and *Kluyvera cryocrescens* sp. nov. in Clinical Specimens. *Journal of Clinical Microbiology*, 13(5), 919-933.
- [53] Hickman-Brenner F.W., Huntley-Carter, G.P., Saitoh, Y., Steigerwalt, A.G., Farmer, J.J.III., Brenner, D.J. (1984) *Moellerella wisconsensis*, a new Genus and Species of *Enterobacteriaceae* Found in Human Stool Specimens. *Journal of Clinical Microbiology*, 19(4), 460-463.
- [54] Hollis, D.G., Hickman, F.W., Fanning, G.R., Farmer, J.J.III., Weaver, R.E., Brenner, D.J. (1981) *Tatumella ptyseos* gen. nov., sp. nov., A Member of the Family *Enterobacteriaceae* Found in Clinical Specimens. *Journal of Clinical Microbiology*, 14(1), 79-88.
- [55] Kosako, Y., Sakazaki, R., Yoshizaki, E. (1984) *Yokenella regensburgei* gen. nov., sp. nov.: A New Genus and Species in the Family *Enterobacteriaceae*. *Japanese Journal of Medical Science and Biology*, 37(3), 117-124.
- [56] Council Directive 98/83/EC (1998) On the quality of water intended for human consumption, The Council of the European Union, Official Journal of the European Communities.
- [57] Avcı, H.H., Pehlivan, E., Avcı, S., Selçuk, E.B. (2014) Malatya İli İçme Suyu Kontrol İzlemesi Sonuçlarının Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi. *Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi*, 21(1), 21-26.
- [58] Koçak, Ö., Güner, A. (2009) Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 4(1), 9-22.
- [59] Ağaoğlu, S., Ekici, 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.

- [60] Khan, A., Adesiyun, A.A. (2005) Bacteriological Quality of Drinking Water from Refrigerated Coolers in a University Community. *Journal of Food, Agriculture&Environment*, 3(2), 32-34.
- [61] Gümüş, N.E., Karataş, M., Akköz, C. (2013) Chemical and Bacteriological Properties of Fresh Water Fountains of Karaman Province. *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(1), 72-76.
- [62] Şekerci, P., Gürses, M., Çetin, B. (2014) Some Physical and Chemical Characteristics, Molecular Typing of Isolated *E.coli* Strains of Fountain Waters, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 26(9), 2518-2522.
- [63] Peker, İ., Çiloğlu, F., Öz, V., Birbir, M. (1998) Drinking Water Analyses of Kadıköy District in Istanbul. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 55(2), 113-120.
- [64] Guillemin, F., Henry, P., Uwechue, N., Monjour L. (1991) Faecal Contamination of Rural Water Supply in the Sahelian Area. *Water Research*, 25, 923-927.
- [65] Mc Donald, A.T., Chapman, P.J., Fukasawa, K. (2008) The Microbial Status of Natural Waters in a Protected Wilderness Area. *Journal of Environmental Management*, 87, 600-608.
- [66] Taura, D.W., Hassan, A. (2013) Bacteriological Examination of Households Drinking Water in Some Local Government Areas of Kano State, Nigeria. *International Research Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(6), 91-96.
- [67] Zamberlan da Silva, M.E., Santana, R.G., Guilhermetti, M., Filho, I.C., Endo, E.H., Ueda-Nakamura, T., Nakamura, C.V., Filho, B.P.D. (2008) *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211, 504-509.
- [68] Bharath, J., Mosodeen, M., Motilal, S., Sandy, S., Sharma, S., Tessaro, T., Thomas, K., Umamahewaran, M., Simeon, D., Adesiyun, A.A. (2003) Microbial Quality of Domestic and Imported Brands of Bottled Water in Trinidad. *International Journal of Food Microbiology*, 81, 53-62.
- [69] Sadeghi, G.H., Mohammadian, M., Nourani, M., Peyda, M., Eslami, A. (2007) Microbiological Quality Assessment of Rural Drinking Water Supplies in Iran. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 3, 31-33.

- [70] Lee, S.W., Lee, D.K., An, H.M., Cha, M.K., Kim, K.J., Ha, N.J. (2011) Enteropathogenic Bacteria Contamination of Unchlorinated Drinking Water in Korea. *Environmental Health and Toxicology*, 26, 1-5.
- [71] Abdelrahman, A.A., Eltahir, Y.M. (2011) Bacteriological Quality of Drinking Water in Nyala, South Darfur, Sudan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 175, 37-43.
- [72] ISO 9308-1 (2014) Water Quality — Enumeration of *Escherichia coli* and Coliform Bacteria — Part 1: Membrane Filtration Method for Waters with Low Bacterial Background Flora. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [73] TS EN ISO 19458 (2006) Su Kalitesi - Mikrobiyolojik Analizler İçin Numune Alma. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- [74] http://istanbulsaglik.gov.tr/w/sb/gcs/halk_sag_lab/resim.asp (Erişim tarihi: 14 Mart 2017).
- [75] Harley, J.P., Prescott, L.M. (2002) *Laboratory Exercises in Microbiology*, Fifth Edition, The McGraw–Hill Companies.
- [76] API 20E Kullanım Kılavuzu
- [77] <http://blog.yalova.edu.tr/oyairmaksahin/wp-content/uploads/sites/27/2013/11/mikrobiyolojik-analizler.pdf> (Erişim tarihi: 20 Mart 2017)
- [78] <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF55FAF7992F795E14> (Erişim tarihi: 20 Mart 2017)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özge GÜNDOĞDU GÜNGÖR
Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar, 21.03.1989
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ozgegundogdu@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	Fen Bilimleri	İstek Özel Uluğbey Lisesi	2007
Üniversite	Biyoloji	Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi	2011

Makaleler

[1] Gündoğdu Güngör, Ö., Sarım, B., Aslaner, B., Kazdal, F.S., Kına, A., Erdi, N., Turan, G., Orhan, G. (2017). Comparison of sterilization times in membrane filter devices with microbial suspensions at different concentrations. The Turkish Journal of Occupational / Environmental Medicine and Safety, 2 [1(3)], 328-334.

İş Durumu ve Yetkinlikleri

- İstanbul 3 Nolu Halk Sağlığı Laboratuvarı (2014-)