

**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SANAYİ TESİSLERİNDE KULLANILAN YER ALTI KAYNAKLI SULARIN
ÇALIŞANLARIN SAĞLIKLARI ÜZERİNDE YARATABİLECEĞİ OLASI
MARUZİYETLERİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Mine PEHLİVAN

**İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı**

OCAK 2023

**T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**SANAYİ TESİSLERİNDE KULLANILAN YER ALTI KAYNAKLI SULARIN
ÇALIŞANLARIN SAĞLIKLARI ÜZERİNDE YARATABİLECEĞİ OLASI
MARUZİYETLERİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

**Mine PEHLİVAN
(171215010)**

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hasan Uğur ÖNCEL

OCAK 2023



T.C.
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Doktora Tez Onay Belgesi

Enstitümüz, İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı (171215010) numaralı öğrencisi Mine PEHLİVAN'ın "Sanayi Tesislerinde Kullanılan Yer Altı Kaynaklı Suların Çalışanların Sağlıkları Üzerinde Yaratabileceği Olası Maruziyetlerin Araştırılması" adlı tez çalışması 24/01/2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aşağıdaki jüri tarafından *Oy Birliği/Oy Çokluğu* ile *Doktora Tezi* olarak *Kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

Tez Savunma Tarihi: 24/01/2022

- 1) Tez Danışmanı:** Dr. Öğr. Üyesi Hasan Uğur ÖNCEL
- 2) Jüri Üyesi:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAĞIMLI
- 3) Jüri Üyesi:** Dr. Öğr. Üyesi Osman YILMAZCAN
- 4) Jüri Üyesi:** Dr. Öğr. Üyesi Serap TEPE
- 5) Jüri Üyesi:** Prof. Dr. Bülent MERTOĞLU

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Sanayi Tesislerinde Kullanılan Yer Altı Kaynaklı Suların alışanların Sağlıkları Üzerinde Yaratabileceği Olası Maruziyetlerin Araştırılması’’ adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim (24/01/2023).

Mine PEHLİVAN



ÖNSÖZ

Bu çalışmam lisans eğitimimden hemen sonra İş Sağlığı ve Güvenliği'ne gönül vererek ülkemiz için fayda sağlama isteğim ile hazırlanmıştır.

Çalışmalarımın her aşamasında destek ve bilgisine ihtiyaç duyduğum Bölüm Başkanı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAĞIMLI'ya,

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarında değerli bilgileriyle yolumu aydınlatan hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan Uğur ÖNCEL'e,

Deneysel çalışmalarımda bana destek veren Barem Çevre Laboratuvarı yetkililerine ve bütün çalışanlarına,

Ayrıca, tüm Doktora sürecim boyunca kendilerine ait zamanlarda bana anlayış gösteren kıymetli çocuklarım Tuna PEHLİVAN ve Ufuk PEHLİVAN'a,

Her zaman yanımda olan eşim Gökhan PEHLİVAN'a sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2023

Mine PEHLİVAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR VE SİMGELER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. SUYUN TANIMI.....	6
2.1 Kaynak (Membra) Suyu	6
2.1.1 İçme Suyu	7
2.1.2 İçme ve kullanma suyu	7
İçme-Kullanma Suları için;	7
2.1.3 Yeraltı suyu	8
2.2 Suların Özellikleri	8
2.2.1 Fiziksel özellikler	8
2.2.2 Kimyasal özellikler.....	9
2.2.3 Biyolojik özellikler	9
3. KİRLİLİK.....	10
3.1 Çevre Kirliliğinin Nedenleri.....	10
3.2 Mikrobiyolojik Kirlenme	10
3.2.1 Suların mikrobiyolojik açıdan kirlenmesi	10
3.2.2 Sulardaki mikrobiyolojik kirlenmenin insan sağlığına etkisi	14
4. DEZENFEKSİYON	15
4.1 Kimyasal Dezenfeksiyon.....	16
4.1.1 Klor.....	16
4.1.2 İyot.....	17
4.1.2.1 İyotun sağlık açısından önemi	17
4.1.2.2 İyot toksisitesi	18
4.1.2.2.1 İyot kaynaklı hipotiroidizm ve guatr.....	19
4.1.3 Ozon	20
4.2 Fiziksel Dezenfeksiyon	21
4.2.1 Ultraviyole radyasyonu.....	21
4.2.2 Membran filtrasyon	21
4.3 Suyun Arıtılması	22
4.3.1 Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma	22
4.3.2 Çökeltme.....	23
4.3.3 Filtrasyon	23
4.3.4 İyon değişimi	24
4.3.5 Ters ozmoz	24
4.4 İyodür Solüsyonu ile Dezenfeksiyon Yöntemleri	24

5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER.....	26
5.1 Suların Mikrobiyolojik Açıdan Denetlenmesi	26
5.2 Mikrobiyolojik Su Numunesi Alım Yöntemleri	26
5.3 İçme Sularındaki Bakteri Gruplarının Tayin Metodları	28
5.4 Membran Filtrasyon Teknikleri	31
5.5 Analizlerde Kullanılan Standartlara Genel Bakış	32
5.5.1 TS EN ISO 9308-1 membran filtre yöntemi	32
5.5.2 SM 9222 B membran filtre yöntemi.....	35
5.5.3 TS EN ISO 6222 su kalitesi – kültürü yapılabilen organizmaların sayımı	37
6. MATERYAL VE METOD.....	40
6.1 Materyal	40
6.2 Metod	43
6.2.1 Örneklerin toplanması	43
6.3 Potasyum İyodür ve İyottan, İyodür Solüsyonu Hazırlanması	44
6.4 Bakteriyojik Analizlerin Yapılması	48
6.5 Kimyasal Analizler.....	52
6.5.1 Islak analizler.....	52
6.5.1.1 pH analizi.....	52
6.5.1.2 İletkenlik analizi	53
6.5.1.3 Sertlik analizi	53
6.5.1.4 Bulanıklık analizi.....	54
6.5.1.5 Sülfat analizi	55
6.5.1.6 Renk analizi	55
6.5.2 Enstrümental analizler	56
6.5.2.1 Ağır metal analizi (EPA 6020 B (ICP MS ile analiz))	56
6.6 Bulgular	58
7. TASARIM.....	67
8. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	68
KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ.....	77

KISALTMALAR VE SİMGELER

Kısaltmalar

APHA	: American Public Health Association
AWWA	: American Water Works Association
WPCF	: Water Pollution Control Federation
CFU	: Colony Forming Unit(Koloni Oluşturan Birim)
WHO	: World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)
EPA	: US. Environmental Protection Agency (Çevre koruma ajansı)
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
MCL	: Maximum Contaminant Level
MCLG	: Maximum Contaminant Level Goal
Ppm	: Parts per million (milyonda bir birim)
RDA	: Recommended Daily Allowance (Önerilen günlük alım miktarı)
RSD	: Relative Standart Deviation (Bağıl standart sapma)
SDWA	: Safe Drinking Water Act (Güvenli İçme Suyu Kanunu-GİSK)
T3	: Triiyodotironin
T4	: Tiroksin
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TSH	: Tiroid stimüle edici hormon
USPHS	: U.S Public Health Service (Halk Sağlığı Hizmetleri)
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WHO-E	: World Health Organisation European
WHO-I	: World Health Organization International

Simgeler

-	: Negatif
+	: Pozitif
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
Cfu	: Colony Forming Unit
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit
gr	: Gram
l	: Litre
ml	: Mililitre
°C	: Santigrat derece
pH	: Hidrojen konsantrasyonu eksi logaritması(Asidite)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe Göre, “Kaynak Suları”nda Aranan Mikrobiyolojik Parametreler	6
Çizelge 2.2: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’e Göre (İmlahane), “İçme Suları”nda Aranan Mikrobiyolojik Parametreler	7
Çizelge 2.3: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve TS 266’ya Göre, “İçme ve Kullanma Sularında” Aranan Mikrobiyolojik Parametreler.	7
Çizelge 6.1: Nokta Kaynaklarından Alınan Dönemsel Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	52
Çizelge 6.2: İçme Suyu Standartlarına Göre, Numunenin İyodür Solüsyonu ile Dezenfekte Edilmeden Önce ve Edildikten Sonraki Analiz Sonuçları ...	66

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1: Ultraviyole Sisteminin Çalışma Prensibini Gösteren Görsel	21
Şekil 4.2: Membran Filtrasyon Sisteminin Görsel Olarak Betimlemesi	22
Şekil 4.3: İyot elementi.....	25
Şekil 5.1: Sodyum Tiyosülfat İçeren Mikrobiyolojik Steril Numune Toplama Kabı	27
Şekil 5.2: Sulardan Bakteriyojik Numune Alma	27
Şekil 5.3: <i>Escherichia Coli</i> Bakterisinin İnkübasyon Sonucunda Besiyerinde Görünümü.....	30
Şekil 5.4: Koliform Gruplarının Sistemik Üreme Görüntüsü.....	30
Şekil 5.5: Koliform Bakteri Grubunun Besiyeri Üremesinde Görünümü	31
Şekil 5.6: 0,45 µm 47 mm'lik steril membran filtre.....	37
Şekil 5.7: 60 mm'lik Rodak Katı Petri Besiyeri Örneği.....	37
Şekil 6.1: Su Yolu Haritası	40
Şekil 6.2: İstanbul Haritası Üzerinde Kurnaköy'ün Konumu	41
Şekil 6.3: Kurnaköy'de Bulunan Çeşmeden Bir Görüntü	41
Şekil 6.4: Kurnaköy'de Bulunan Çeşmeden Suyun Pet Şişelere Transfer Edilişinden Bir Görüntü	42
Şekil 6.5: Kurnaköy'de İşyerlerine Ait Araçlarla, Pet Şişelerle Su Temin Edilişinden Bir Görüntü	42
Şekil 6.6: Kurnaköy'de Bulunan Su Deposunun İçinden Bir Görüntü	43
Şekil 6.7: Dikey Biyogüvenlikli Laminar Flow Kabin.....	44
Şekil 6.8: Katı Haldeki Stok İyotun Hassas Terazide Tartımı.....	45
Şekil 6.9: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları.....	45
Şekil 6.10: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları. Distile Su İçerisinde Katı Madde Çözdürülmüş %2'lik Potasyum İyodür Çözeltisi	46
Şekil 6.11: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları.....	46
Şekil 6.12: İyodür Solüsyonu İçeren Seyreltmeler	47
Şekil 6.13: Ardışık Seyreltmelerle Elde Edilmiş Çözelti Örnekleri	48
Şekil 6.14: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri.....	49
Şekil 6.15: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri.....	49
Şekil 6.16: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri.....	49
Şekil 6.17: İnkübatör Genel Görüntüsü	50
Şekil 6.18: Koliform Bakterinin Besiyerinde Görünümü (Aralık 2019).....	51
Şekil 6.19: Koliform Bakterinin ve <i>Escherichia Coli</i> 'nin Besiyerinde Görünümü (Kasım 2020).....	51
Şekil 6.20: Koliform Bakterinin ve <i>Escherichia Coli</i> 'nin Besiyerinde Görünümü (Aralık 2021)	51
Şekil 6.21: 1:1 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	59
Şekil 6.22: 1:5 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	59
Şekil 6.23: 1:10 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	59
Şekil 6.24: 1:25 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	60
Şekil 6.25: 1:50 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	60

Şekil 6.26: 1:100 Seyreltme Yapılan Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	60
Şekil 6.27: 1:1 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	61
Şekil 6.28: 1:5 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	61
Şekil 6.29: 1:10 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	61
Şekil 6.30: 1:25 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	62
Şekil 6.31: 1:50 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	62
Şekil 6.32: 1:100 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	62
Şekil 6.33: 1:1 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	63
Şekil 6.34: 1:5 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	63
Şekil 6.35: 1:10 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	64
Şekil 6.36: 1:25 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	64
Şekil 6.37: 1:50 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	65
Şekil 6.38: 1:100 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü.....	65
Şekil 7.1: Dezenfeksiyon İşlemlerini İçeren Prosesin Cad Çizim Görüntüsü.....	67

SANAYİ TESİSLERİNDE KULLANILAN YER ALTI KAYNAKLI SULARIN ÇALIŞANLARIN SAĞLIKLARI ÜZERİNDE YARATABİLECEĞİ OLASI MARUZİYETLERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Doğadan gelenin daha sağlıklı olduğu düşüncesi ile kaynak suyu tüketimi halk arasında özellikle tercih edilen bir uygulama olmaktadır. Bu alışkanlık, maliyeti düşük olması nedeniyle de işverenler tarafından tercih nedeni olabilmektedir. Ancak, tüketilen su insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin yanında, birçok olumsuz etkiye de neden olabilmektedir. Suyun içeriğinde insan sağlığını olumsuz etkileyecek unsurlar olması bir çok hastalığı beraberinde getirmektedir. Eski bir İSKİ yeraltı su yolları haritası üzerinde yaptığımız çalışmalar sonucunda, Ömerli barajının güney kanadından çıkan ve Gebze Sanayi bölgesinde kadar uzanan yeraltı su yolu bu çalışmamızda esas alınmıştır. Suyun halka ulaştığı, Kurnaköyde yüzyıllardır kullanılan 200 metre derinlikte açılmış bir kuyudan çıkarılan su kaynağını incelemeye alınmıştır. Kaynaktan köyün içine bir su borusu yardımıyla ulaşan suyun, köyün muhtarlığının kontrolündeki bir çeşmeden çevreden gelenlere ücret karşılığında servis edildiği saptanmıştır. Gözlemler sırasında birçok işyeri aracının bu çeşmeden 20 litrelik pet şişelere su doldurduklarına şahit olunmuştur. Çeşme ve kaynak çıkış noktasından alınmış olan su örneklerinde, insan sağlığını tehdit edecek düzeyde fekal *Escherichia Coli* basilinin olduğunun belirlenmesi üzerine çalışmalar, işyerleri için de bir model olması amacı ile, bu köyün su kaynağının dezenfeksiyonu ve *Coli* basilinden arındırılması yönüne çevrilmiştir. Araştırma yapılan kaynağın suyunu izlemek amacıyla, 27 aylık bir süre içerisinde, üç farklı zaman periyotlarında numune alarak, akredite bir çevre laboratuvarında kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda suyun, yüksek miktarda Koliform Basil içerdiğini ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğin 36. Madde ve Ek -1'e göre uygun olmadığı belirlenmiştir. Yapılan araştırma ve örnek tasarımlar sonucunda, iş yerleri için maliyetleri de göz önünde bulundurarak, kuyu suyunun, içme suyu amacıyla kullanılabilmesi için kolaylıkla uygulanabilecek bir yöntem olan İyodür Solüsyonu ile dezenfeksiyon yöntemi üzerine yoğunlaşmıştır. Geliştirilen ve insan sağlığı için uygun dozlarda İyodür Solüsyonu içeren dezenfeksiyon tasarımı ile arıtılmış suda , fekal *Escherichia Coli* basilinin varlığını ortadan kaldırılması başarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Kaynak suları, Fecal Escherichia Coli basili, İyot, Dezenfeksiyon, İş Sağlığı ve Güvenliği*

INVESTIGATION OF POSSIBLE EXPOSURE TO THE HEALTH OF EMPLOYEES BY UNDERGROUND WATER USED IN INDUSTRIAL FACILITIES

ABSTRACT

With the idea that what comes from nature is healthier, consumption of spring water is a particularly preferred practice among the people. This habit may be preferred by employers due to its low cost. However, besides the positive effects of consumed water on human health, it can also cause many negative effects. The fact that there are elements in the content of water that will adversely affect human health brings along many diseases. As a result of our studies on an old İSKİ underground waterway map, we have taken the underground waterway from the south wing of Ömerli dam and extended it to the Gebze Industrial area as a basis for this study. We examined the water source, which is extracted from a well dug at a depth of 200 meters in Kurnaköy, where the water reaches the public and has been used for centuries. We have determined that the water that reaches the village from the source with the help of a water pipe is served from a fountain under the control of the village headman for a fee. During our observations, we witnessed that many workplace vehicles pour water from this fountain into 20-liter plastic bottles on their trucks. After we determined that there is Fecal *Escherichia Coli* bacillus at a level that threatens human health in the water samples we took from the fountain and spring outlet, we turned our work to disinfection and purification of the water source of this village from Coli bacillus in order to serve as a model for workplaces. We conducted chemical and microbiological analyzes in an accredited environmental laboratory by taking samples at three different times over a 27-month period in order to monitor the water of the source we are researching. As a result of the analysis, we determined that the water contains a high amount of Coliform Bacillus and is not suitable according to Article 36 and Annex-1 of the Regulation on Water Intended for Human Consumption. As a result of our research and sample designs, we focused on the disinfection method with Iodide Solution, which is an easily applicable method for the use of well water for drinking water purposes, taking into account the costs for workplaces. We succeeded in eliminating the presence of Fecal *Escherichia Coli* bacillus in the water we purified with the disinfection design we developed and containing Iodide Solution at appropriate doses for human health.

Keywords: *Spring waters, Fecal Escherichia Coli bacillus, Iodine, Disinfection, Occupational Health, and Safety*

1. GİRİŞ

Su, tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için en önemli ihtiyaçtır. Dünyamızın %70'i, bedenimizin erkeklerde vücut ağırlığının %60'ı, kadınlarda vücut ağırlığının %50'si ve çocuklarda vücut ağırlığının %65-75'i sudur.

Dünyadaki toplam su miktarı 1.4 milyar km³ olup, bunun % 97.5'i okyanuslarda ve iç denizlerde tuzlu su olarak bulunduğu için içme suyu olarak kullanımı, sulamaya ve endüstriyel kullanıma uygun değildir. Dünyadaki suların ancak % 2.5'u ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Ancak yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık % 0.3'ü kullanılabilir ve içilebilir özelliktedir. Tatlı su kaynaklarının % 87'si kutuplarda ve yeraltında hapsedilmiş olup akarsularda bulunan su ise toplam su miktarının ancak % 1'dir. Bu nedenle, insanoğlu su ihtiyacını yüzeysel suların yanı sıra yeraltı su kaynaklarından da temin etmektedir. (<https://www.jmo.org.tr>)

Trigonometrik bir hızla artan dünya nüfusunu düşündüğümüzde, aynı oranda artan kirliliğin devam etmesi halinde, belirli su kaynaklarına sahip olan yerküremizin hızla artan içme suyu ihtiyacına hizmet etmesi mümkün görülmemektedir.

Yeryüzünde ilk canlıların oluşumundan bugüne kadar canlıların kesinlikle vazgeçilemez yaşam kaynaklarından en önemlisini şüphesiz su oluşturmaktadır. Dünya'nın üçte ikisi su olduğu gibi, erişkin insan vücudunun da % 60-70 i sıvıdan oluşmaktadır. Henüz hayatın başlangıcında olan üç aylık bir fetusun ise yapısının % 95'i sudan oluşmaktadır. İnsanlar katı gıda almadan, yalnız su içerek yaklaşık 5-10 hafta kadar hayatlarını sürdürebildikleri halde, susuzluğa ancak 4-10 gün dayanabilmektedirler. İnsan vücudundaki suyun 2/3'ü hücre içerisinde, geriye kalan kısmı ise dokular arası sıvıda ve kan sıvısı olarak bulunur. İnsan metabolizmasında, organların, dokuların ve hücrelerin normal işlevlerini yerine getirebilmeleri için günde ortalama 1,5-2 litre su içmeye gereksinimleri vardır. İçilecek su hijyenik olmalıdır. Hijyenik demek, suyun sağlığa uygun olması anlamına gelmektedir. Su hijyeni, yalnız içme suyu için değil aynı zamanda diğer ihtiyaçlarda kullanılacak su için de (yemek yapma, temizlik ve benzeri) gereklidir (Dedeakayoğulları ve Önal, 2009).

İnsanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için, oksijenden sonra gelen en önemli yaşam maddeleri sudur. İnsani tüketim ve kullanım amaçlı niteliklerde olan suyun temini ve bu suyun güvenilirliği ise her yerde mümkün olmamaktadır (Bayhan ve Hançer, 1987).

İçilebilir suların temin edilerek kullanıcıya ulaştırdığı prosesler ile, tüketicinin teminini sağladığı suyun içeriğinde sağladığı kalite kriterleri oldukça önemlidir. Temin işleminden tasfiye işlemine kadar tüm basamaklarda ilgili kurumların ve kamu kuruluşlarının sorumlulukları oldukça fazladır. Tüketicinin kullandığı suyun kalitesi, temin edilen kaynağın kalitesine, temin noktasından şişelenme basamağına kadar her aşamada gerekli hassasiyetin gösterilmesine ve ilgili içilebilir su standartlarının karşılanıp karşılanmadığı durumlarına bağlıdır (Balkaya, 2004).

Su kirlenmesi veya su kirliliği, su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik niteliklerinin suyun herhangi bir kullanımını sınırlayacak şekilde değişim göstermesi olarak tanımlanabilir. Kirlenme bir fiil veya aksiyon değildir; kirlenme bir su yatağına herhangi bir kirleticinin fazla miktarda girmesi sonucu oluşan bir durumdur (Karpuzcu, 1996).

Kaynak sularında doğal ortamların taşıdığı yük neticesinde barınan patojenik mikro/makro organizmalar, temelinde biyolojik olarak kirlenmiş yapıda kabul edildiğinden biyolojik nedenli su kirliliğini oluşturmaktadır. İçilebilir kaynaklarda en büyük etken Fekal kaynaklı kirlenme potansiyelinin göstergesidir. *E. Coli* kökenli belirteçler, su yapısına dışkı yoluyla bulaşan bakterilerin varlığına en büyük kanıttır (Murcia, 2017).

Biyolojik artıklar (dışkı) ile kirlenmiş sularda veba, tifo, kolera vb. enfeksiyona ve tedavi edilmezse ölümlere ve kitlesel pandemiye yola açabilecek bağırsak parazitleri ve asalaklar bulunabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, ABD'de bile suların kirlenmesinden kaynaklı bireysel anlamda yaklaşık 70.000'i aşkın olası hastalık vakaları bildirilmektedir. Enfeksiyon kaynaklı bu hastalıklara neden olan su kirliliğinin nedeni, fosseptik ve kanalizasyonların su kaynaklarına bulaşarak suların kirlenmesine sebep olduğu öngörülmektedir (Sönmez ve Çizmecioğlu, 2007).

Su kirliliği; Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı

yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılmasıdır (SKKY, 2004).

İçme ve kullanma suyunda bulunan kirletici maddeler zemine sızan kirli sulardan ve bilhassa iyi inşa edilmemiş kanalizasyon sistemlerinden karışabilir (Tickner JA, 2004). Ayrıca iyi bir şekilde korunmamış memba ve kuyular, çevredeki ziraat sahalarından ve foseptik çukurlarından sızan pis sularla kirlenebilir (Hooda et al., 2000).

İçilebilir ve sağlık açısından sorun teşkil etmeyen suların, temin ve kullanıcılara ulaştırılması basamakları toplum sağlığı açısından oldukça önemli bir faktördür. Dünya Sağlık Örgütü'nün verileri ışığında, gelişmekte olan ülkelerdeki bütüncül hastalıkların ortalama %80'ini kullanma ve içme suyu kriterlerinin olumsuz koşulları oluşturmaktadır (Balkaya, 2004).

Suların kalitesinde, içilebilir suyun kullanımına bağlı olarak gerçekleşen hastalıkların yaşanmaması adına, kullanılan suyun sağlık açısından kaliteli olması gerekliliğinin zorunluluğu aşikardır. Sterillik barındırmayan suların kaynağında birçok hastalık etmeni (*Salonella sp.*, *E. Coli*, *Pseudomonas sp.*, *Shigella sp.* gibi) insandan insana dahi bulaşabilen ve oldukça tehlikeli yayılıma sebep olabilen sorunlara yol açabilmektedir (Cartwright, 2003; Hunter, 2003).

İçme ve kullanma suyu nitelik olarak birbirinin aynısıdır. Toplumda içme ve kullanma sularının birbirinden farklı olabileceği biçiminde bir kanı vardır. Oysa, kullanma suyunun yani temizlikte, bulaşıkta, çamaşırda kullanılan suyun da sağlığı tehlikeye düşürmeyecek özellikte olması sağlanmalıdır (Sünter, 2009).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarında, maliyeti düşürmek amaçlı dışarıdan alınan hizmetlerin arttırılması ve buna bağlı olarak su kullanımında şehir suyu dışında alternatiflere yönelmesi ile ortaya çıkan çalışanların sağlık risklerinin gündeme getirilmesi çabası olmuştur. İş yerlerinde dışarıdan kaynak suyu kullanımı belirli önlemler alınmadığı takdirde, çalışanların sağlıkları üzerinde yaratacağı olumsuz etkileri göz önünde bulundurarak, su ile ilgili bu çalışmayı başlattık. Biyolojik çevre etkilerinden henüz etkilenmediğini düşündüğümüz yer altı kaynağının çıkış noktası ilk çalışma hedefimizi oluşturdu. Mikrobiyolojik kirlenme potansiyelini test ederek, kaynak suyunu, içme suyu ya da

kullanma suyu olarak temin eden işyerlerinde, çalışanların maruz kalabilecekleri sağlık sorunlarını değerlendirmek, iş sağlığı ve güvenliği açısından alınabilecek önlemleri belirlemek bu çalışmadaki ana hedefimiz olmuştur.

İş Sağlığı ve Güvenliği açısından sanayi kuruluşlarının özellikle gece vardiyalarında lavabo musluklarından çalışanların içme suyu ihtiyaçlarını karşılamaları ülkemizde çok sık rastlanan bir uygulamadır. 90'lı yılların başında rahmetli Cumhurbaşkanı Turgut Özal'ın Milenyum binası olarak açılışını bizzat kendisinin yaptığı, İkitelli'deki Star Gazete ve Televizyonu binasında 150'ye yakın gece vardiyası çalışanınin zehirlenmesi olayı bunun bilinen en önemli kanıtlarından biridir. İşçilerin gece vardiyasında içmeye mecbur bırakıldıkları musluk suyunun geldiği su deposuna, İkitelli deresinin dibinde daha önceden açılmış bir kuyu suyunun karışması sonucunda tüm çalışanlar hastanelik olmuş, 8 tanesi tifo tanısıyla yoğun bakımda bir hafta tedavi görmüşlerdi. İşletme idarecilerinin zehirlenmenin akşam vardiyasında yenilen tavuktan olduğunu öne sürmelerine rağmen, o dönem Bahçelievler Ömür Hastanesi Laboratuvar şefi Dr.H.Uğur Öncel ve Hastane İdari Müdürü Halk Sağlığı Doktoru Vural Şenalp'in özverili çalışması ile hastalardan alınan numuneler Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Ana Bilim Dalında gizlice test ettirilmiş ve Tifo nedeni olan *Salmonella typhimurium* (*S. typhi*) bakterisi izole edilmiştir. Bu iki uzmanın daha sonra bina içinde yaptığı çalışma ile ultraviyole ile dezenfekte edilip depoda biriktirilen kullanma suyuna aynı deponun içine kontrolsüz bir şekilde akan kuyu suyunun karıştığı bulunmuş ve sorun çözülmüştür. Bu olay arkasında güçlü bir devlet desteği olan grubun baskısı ile örtbas edilmiş ve kamuoyundan gizlenmiştir. İki uzman bu sorunu iş sağlığı ve güvenliği önlemi olarak değerlendirmese, neden olarak tavuk eti sağlayan firma suçlu gösterilecek ve bu sorun aynen devam edecekti. Eğer o dönem Bahçelievler Ömür Hastanesinin Dahiliye uzmanı büyük bir başarı ile mikroorganizma testi yapılmadan doğru antibiyotik tedavisini yaparak, yoğun bakımda yatan 8 hastayı tedavi etmese, bu insanlar yaşamlarını yitirebilirlerdi. Bu örnekte dramatik bir şekilde görüldüğü gibi, en gelişmiş sistemlerle donatılmış bir işletmenin su deposunda bile, kuyudan gelen suyun ilavesi ile maliyeti düşürme çabası beraberinde tüm çalışanların hastanelik olması ile sonuçlanan bir sağlık sorununa dönüşmüştür. Adeta bir gres yağı kıvamında akan İkitelli deresinin 10 metre yanında 30 metre derinlikte kuyu açıp su elde etmek ve bu surette su maliyetini azaltmaya çalışmak akli selim insanların düşünebileceği bir olgu değildir.

O zaman, çalışanların sağlıklarını koruyabilmek için önlemleri suyun son çıkış noktasında almamızın gerekli olduğunu bu örnekte açık olarak görmekteyiz.

Su, insan sağlığı açısından önemli bir değer olduğu için, analizlerle suyun hijyenik ve sağlığa uygun olup olmadığı kontrol edebilmemiz gerekir. Doğadaki sularda bulunan kimyasal, fiziksel veya biyolojik kirliliklerin bir kısmını mikroskopik ve bakteriyolojik analizler ile, bir kısmı kimyasal deneylerle, bir kısmı gözle, bir kısmı da tat ve kokularıyla teşhis edilebilir.

Sağlıklı bir suyun sahip olması gereken özellikler şunlardır;

- Bakteriyel bir kirliliği olmamalı,
- İçeriğinde zararlı kimyasallar bulunmamalı,
- Eksik ya da fazla miktarda mineral ve organik madde içermemeli,
- Rengi bulanık olmamalı,
- Tat ve koku olarak uygun olmalı,
- pH'sı 6.5-8.5 aralığında olmalıdır.

2. SUYUN TANIMI

Su, dünyanın %70 ini kaplayan, canlılar için vazgeçilmez olan, genelde renksiz, tatsız ve kokusuz kimyasal bir bileşiktir.

2.1 Kaynak (Memba) Suyu

Jeolojik koşulları uygun, jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan, ilgili yönetmelikteki (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği) özellikleri orijinal hali ile sağlayan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişiklik gösteren, yağışlar, yüzey suları ve taban suyundan büyük ölçüde etkilenmeyen, göze, pınar, kuyu, galeri vb. yeraltı kaynaklı sulardır.

Çizelge 2.1: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe Göre, “Kaynak Suları”nda Aranan Mikrobiyolojik Parametreler

Parametre	Parametrik değer sayı/ ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform bakteri	0/250 ml
P. aeruginosa	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250ml
Patojen Mikroorganizmalar	0/100ml
Anaerob sporlu sülfat redükte eden bakteriler	0/50ml
Patojen Staphylococlar	0/100ml
Kaynaktan alınan numunede maksimum : 22 °C’de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	20/ml
37 °C’de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	5/ml
Ambalajlanmış sularda ambalajlandıktan sonra maksimum: (Numune, Ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve bu süre içerisinde 4°C ± 1°C ’de saklanmış olmak kaydıyla) : 22 °C’de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	100/ml
37 °C’de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100ml
Diğer Mikroskopik Canlılar	0/100ml

2.1.1 İçme Suyu

Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından sürekli akan veya teknik usullerle çıkarılan ve uygun görülen dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulanabilen ve parametre değerlerinin eksiltilmesi veya artırılması suretiyle İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'teki parametre değerleri elde edilen, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı sularıdır.

Çizelge 2.2: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e Göre (İmlahane), "İçme Suları"nda Aranılan Mikrobiyolojik Parametreler

Parametre	Parametrik değer sayı/ ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform bakteri	0/250 ml
P. aeruginosa	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250ml
Salmonella	0/100ml
Clostridium Perfiringens	0/50ml
Patojen Staphylococlar	0/100ml
22 °C'de koloni sayısı	100/ml
37 °C'de koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100ml
Diğer mikroskobik canlılar	0/100ml

2.1.2 İçme ve kullanma suyu

Genel olarak içmek, yemek yapmak, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile, gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, orjinine bakılmaksızın, orijinal haliyle ya da arıtılmış olarak ister kaynağından, isterse dağıtım ağından temin edilen ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'teki parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen sulardır.

Çizelge 2.3: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve TS 266'ya Göre, "İçme ve Kullanma Sularında" Aranılan Mikrobiyolojik Parametreler.

İçme-Kullanma Suları için;	
Parametre	Parametrik değer sayı/100 ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/100 ml
Enterokok	0/100 ml
Koliform bakteri	0/100 ml

2.1.3 Yeraltı suyu

Yüzey tabakasıyla henüz kavuşmamış, toprak tabakası altında durgun halde veya hareketli yapıdaki tüm su kütleleridir (Yeraltı Suları Hakkında Kanun Madde; 2).

Yerküredeki tatlı suyun büyük bir kısmı yeraltında bulunur. Yeraltındaki su, yeryüzünde akarsularda bulunan suyun 7500 katı kadardır (Bayazıt, Hidroloji 1974).

Yer altı suyu, yer kabuğundaki geçirimli jeolojik ortamın doygun bölgesinde bulunan ve kıyıları, kaynakları, akarsu, göl ve deniz gibi su kütlelerini besleyen sudur (Naharcı, 2007).

Kuyu, kaynak ve artezyen suları yeraltı suları olarak adlandırılır. Bu sular genellikle temizdir. Ancak bulunduğu yerin özelliğine göre kimi kez mineral içeriği fazla olabilir ya da atıklar, çöp vb. maddelerle kirlenebilir. Eğer mineral içeriği fazla değilse ve insanlar tarafından kirletilmemişse yeraltı suları herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan kullanılabilir. Atmosferdeki su buharı da yağış şeklinde yeryüzüne inerken atmosfer çok kirli değilse doğrudan kullanılacak kadar temizdir (Sünter, 2009).

Kuyularla yeraltındaki hazineden çıkarılan su, insanlar tarafından geniş ölçüde kullanılmaktadır. Yeraltından elde edilen suyun iyi bir özelliği de doğal bir şekilde filtrelenmiş olduğundan genellikle bakterilerden, organik maddelerden, koku ve tatlardan arınmış, kimyasal bileşimi ve sıcaklık derecesi fazla değişmeyen, iyi kalitede bir su olmasıdır. Bugün yeryüzünde kullanılan suyun %40 kadarı yeraltından sağlanmaktadır. Yeraltındaki suyun kaynağını hemen tümüyle yağışlardan sonra zemin yüzeyinden sızan su oluşturur.

2.2 Suların Özellikleri

Doğada bulunan suları Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik olmak üzere üç özellik altında inceleyebiliriz;

2.2.1 Fiziksel özellikler

Suyun renk, lezzet ve koku, ısı, bulanıklık, askıda katı madde, elektriksel iletkenlik, radyoaktivite, yoğunluk ve akışkanlık değerleridir.

2.2.2 Kimyasal özellikler

Suda sertlik, pH, oksidasyon, alkalinite veya asidite, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı değerleridir.

2.2.3 Biyolojik özellikler

Suda bulunabilecek virüsler, bakteriler, protozoalar ve parazitler gibi patojenlerin sudan arındırılmış olması gerekir. Maalesef ki, hastalık yapıcı bu organizmalar kapsamlı bir inceleme yapılmadan tanımlanamaz.

Suların bakteriyolojik özellikleri çevre sağlığı bakımından son derece önemlidir (Karpuzcu, 1985).

İçme sularında mikrobiyolojik kirlenme önemli bir faktördür. Lağım sularında ve insan dışkısında koliform bakterilere ve özellikle *Esherichia Coli* 'ye rastlamak mümkündür. Bu nedenle suyun bakteriyolojik incelemesinde kirlenme kriteri olarak koliform bakteriler ve özellikle kirlilik kaynağının dışkı atıkları olup olmadığını anlamak için *E. Coli* araştırılır. İnsanlarda görülen önemli hastalıkların temel nedeni patojen mikroorganizmalarla suyun kontamine olmasıdır. Patojen mikroorganizmaların insan veya diğer hayvanların boşaltım sistemine su yolu ile girdiği bilinmektedir (Peker, 2000).

3. KİRLİLİK

Çevre; insanların ve diğer canlıların hayatları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. Bir başka ifade ile yeryüzünde ilk canlı ile birlikte var olan çevre, bir organizmanın var olduğu ortam ya da şartlardır (webdosya.csb.gov.tr).

Çevre kirliliği ise, çevrenin doğal olmayan bir şekilde bozulmasıdır ve bu bozulmanın nedeni kirleticilerdir.

3.1 Çevre Kirliliğinin Nedenleri

Çevre kirliliğinin sebebi dolaylı olarak insandır. İlk akla gelen nedenler, hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, plansız sanayileşme, yoğun kimyasal kullanımı ve doğal kaynakların bilinçsizce kullanılmasıdır.

Çevre kirlilikleri doğaya zarar vererek doğrudan veya dolaylı olarak doğada yaşamını sürdüren tüm canlıların zarar görmesine neden olmaktadır.

İnsanların her türlü aktiviteleri sonucu havada, suda ve toprakta oluşan olumsuz gelişmeleriyle ekolojik dengenin bozulmasına neden olan ve aynı aktiviteler sonucunda ortaya çıkan koku, gürültü ve atıkların çevrede oluşturduğu arzu edilmeyen sonuçlar "Çevre Kirlenmesi" olarak tanımlanır (Türkman, 1993).

3.2 Mikrobiyolojik Kirlenme

3.2.1 Suların mikrobiyolojik açıdan kirlenmesi

Su, gastrointestinal hastalıkların bulaşmasında başlıca araçlardan biridir. Bu nedenle, insan tüketimine yönelik suyun, insanda hastalığa neden olabilecek kimyasal maddelerden ve mikroorganizmalardan arınmış olması gerekmektedir. Ayrıca içme suyunun berrak, renksiz ve nahoş tat veya koku bulundurmaması önemli kriterlerdendir. Suyun, bulaşıcı mikroorganizmaları, zehirli kimyasal maddeleri, endüstriyel atıkları veya kullanım amacına uygun olmayan atık maddeleri içermesi kirli su olarak adlandırılmasına sebep olmaktadır (Arora ve Arora, 2008).

Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan mikroorganizmalar, genellikle hastalıkla veya portör (Hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki ya da bu atıklarla doğrudan temasla veya atıklarının karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. İçme suyu temini açısından hijyenik kirlenme önemli bir sorun oluşturmaktadır. Deniz ve iç suların lağım sularından başka çeşitli kirleticilerin karışması veya suda biriken organik maddelerin çürümesi sonucu gelişen bakteri popülasyonları bakteriyel kirlenmeye neden olur (Tanyolaç, 1993).

Dünyadaki nüfus artışı, şehirleşme, sanayileşme ve su temin edilen havzalardaki kontrolsüz yapılaşma ve tarımsal faaliyetler su kaynaklarının gerek nicelik gerekse nitelik açısından olumsuz etkilemektedir. Yasa ve yönetmelikler, su kaynaklarının düzenli ve kontrollü kullanılmasını sağlamakla birlikte sağlıklı suyun da belirlenmesine yönelik maddeler içermektedir.

Yeraltı suyu kirlenmesinin en büyük sebebi, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan alıcı ortamlara verilmesidir. Katı, sıvı ve gaz atıklar alıcı ortama verildikten sonra; iklim durumuna, toprağın yapısına, yeryüzü şekline, atığın cinsine ve zamana bağlı olarak yeraltı sularına karışır. Ayrıca zirai mücadele ilaçlarının aşırı ve bilinçsiz kullanımı önemli bir kirlilik sebebidir. Kanalizasyon sisteminin bulunmadığı yerlerde, tuvalet çukurlarından ve gübrelerden sızan kirli sular yeraltı suyuna karışarak, özellikle yaz aylarında ölümlere yol açan bulaşıcı hastalıklara sebep olmaktadır (webdosya.csb.gov.tr).

İçme suyu, fekal oral enfeksiyonların yayılmasında en önemli parametredir. Suyun dezenfekte edilmiş olması ve bakteriyel kirliliğin önlenmesi su ile bulaşan hastalıkların yayılımını engelleyebilir. Su ile ilgili standartlarda suların içilebilirliğine koliform grubu bakterilerin varlığı/yokluğu esasına göre karar verilmektedir.

Ülkemizde uygulanmakta olan, 17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren ilgili yönetmelikteki (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği) hususlar, içilebilir ve kullanıma uygun sular hakkındaki parametreler ve kriterler açık olarak belirtilmektedir.

Su temin edilecek kaynaktaki suyun kalitesinin kabul edilir değerlere sahip olması gerekir. Suyun kaliteli sayılabilmesi için ise kirlilik parametrelerinin araştırılması

gereklidir. İnsanlar tarafından genelde kaynak sularının sağlıklı olduğu farzedilir ancak su kalitesi doğrudan kullanılabilir durumda olmayabilir.

Su, bazı işlemler uygulanarak içme ya da kullanma suyu olarak adlandırılan, sahip olması gereken kimyasal ya da biyolojik değerlere getirilebilen bir kaynaktır. Son yıllarda su dezenfeksiyonu ve su arıtımının değeri gittikçe artmıştır.

İçme suyu temini çok farklı kaynaklar kullanılarak sağlanabilmektedir. Ülkemizde belediyelerimizin % 60' ı kuyu, % 35' i kaynak olmak üzere % 95'i içme suyu ihtiyacını yeraltı sularından, % 5'i yüzey sularından arıtarak karşılamaktadır. Köylerimizin %98'i içme suyu ihtiyacını yeraltı sularından karşılamaktadır. Bunun % 85'i kaynak % 13'ü kuyu, % 2'si akarsu, baraj, göl ve göletlerdir (Çep, 2002).

İçme ve kullanma suları doğrudan vücuda temaslı olduğundan, çeşitli kazalarla bulaşabilecek zararlı maddeler ve hastalık yapıcı mikroorganizmaların bulunmaması büyük önem taşımaktadır (Çep, 2002).

Doğadaki, sağlıklı olduğunu düşünülen sularda erimiş tuzlar, gazlar, kimyasallar, hastalık yapıcı organizmalar bulunur. Bu organizmalar bakteriyolojik muayenelerle ve kimyasal deneylerle teşhis edilebilir. Bu işlemlere 'su analizi' denilir.

İçme ya da kullanma amacıyla kullanılacak suyun virüslerden, bakterilerden, protozoa ve parazitlerden arındırılmış olması gerekmektedir. İnsanları hasta yapan bu organizmalar insan ve hayvan dışkılarından sulara karışabilmektedir. Bu organizmaların suda saptanabilmesi için bakteriyolojik inceleme yapılması gerekmektedir. En yaygın olarak incelenenler; insanda bağırsak bölgesinde yaşaması ile suya karışarak idrar yolları enfeksiyonlarına sebep olan *Escherichia Coli* ve toprakta, yaprakta ve tahılda bulunduğu halde, bazen idrar yolları enfeksiyonlarına sebep olabilen, *Aerobacter aerogenes*'dir. Bu mikroorganizmaların sudaki varlığı 'Toplam Koliform Testi' ile belirlenir.

Suda koliform grubu bakterilerin bulunması suyun dışkı ile kirlendiğinin göstergesidir ve enfekte olmuş su tüketildiğinde, sıcakkanlı canlıların bağırsaklarında yaşarlar. Hasta kişilerce, dışkıyla atılan organizmalar, hastalığın hızla çoğalmasını sağlar.

Analizlerde öncelikle *Escherichia Coli* sayımı yapmak, biyolojik kirlenme belirlenmesinde önemli bir göstergedir. Bunun sebebi; koliform grubu bakteriler sularda diğer organizmalardan daha uzun süre hayatta kalabilirler, bu sebeple suda

koliform grubu bakteri bulunmaması başka patojenlerin de bulunmadığına dair bir işaret olarak düşünülebilir.

Koliform grubu bakteriler; *Enterobacteriaceae* familyası içinde yer alan, fakültatif anaerob, Gram negatif, spor oluşturmeyen, 35-37°C'de 48 saat içinde laktozdan gaz ve asit oluşturan, çubuk şeklindeki bakterilerdir. Bu grupta yer alan ve suyun yapısında mikrobiyolojik kriterler açısından oldukça önem arz eden mikroorganizmalar, *Escherichia coli*, *Citrobacteria*, *Proteus sp.*, *Klebsilla sp.*, *Enterebacteria*, *Hafnia sp.*, *Providencia sp.*, *Serratia sp.*, *Edwardsiella sp.*, *Arizona sp.*, *Erwinia* cinsleridir. Koliformlar insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde doğal olarak bulunduğundan başlangıçta fekal kontaminasyonun en iyi indikatörleri olarak değerlendirilmişlerdir. Ancak bazı koliform bakteriler fekal orijinli değildir. *E. Coli* tipik fekal orijinli bir koliform bakteridir ve birincil doğal habitatı insan ve sıcakkanlı hayvanların sindirim sistemidir. Fekal koliform olarak adlandırılan tipik bakteri *E. Coli*'dir. *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* ise doğada hem bitkilerde bulunmakta hem de toprakta üreyebilmeleri ve sulara buradan karışabilmeleri nedeniyle tam anlamda fekal kirliliğin indikatörü olarak kullanılmamaktadır. Bu bakterilerde toplam koliform olarak adlandırılmaktadırlar (WHO, 1977; Veissman ve Hammer, 1993).

Fekal koliformlar; 44-46°C arasında (genellikle 44,5 veya 45,5°C) *E. Coli* broth besiyerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturabilen koliformlar olarak da tanımlanabilirler. Fekal koliform terimi, Eijkman'ın 1904 yılında fekal orijinli koliformların 46°C'ye yükseltilmiş inkübasyon sıcaklığında glukozdan gaz oluşturmalarını, fekal orijinli olmayanların ise bu ortam koşullarında gelişemediğini keşfetmesiyle ortaya çıkmıştır. Fekal koliformların sayısı, ortam koşulları ile yakından ilgilidir. Bu bakteri grubunu teşkil eden mikroorganizmalar farklı yerlerde farklı sayılarda bulunurlar. Örneğin, insan dışkıсында sayıları yaklaşık olarak 10⁹ /g; arıtılmış kanalizasyon çamurunda 10⁶ -10⁸ / 100 ml ve ikincil arıtmadan geçmiş kanalizasyon sularında 10⁴ -10⁶ / 100 ml'yi bulmaktadır (Veissman ve Hammer, 1993; Spencer, 1984).

E. Coli; *E. Coli* bakterisinin sıcakkanlı hayvanların mide-barsak sisteminde bulunduğu, *Enterobacteriaceae* familyasının bir üyesi olan bu türün toksin salgılayan ve kapsüllü olan tiplerini bulunduğu, ayrıca *Enterotoksijenik Escherichia Coli* (ETEC), *Enteropatojenik Escherichia Coli* (EPEC), *Enteroinvaziv Escherichia Coli*

(EİEC), *Enterohemorajik Escherichia Coli* (EHEC) şeklinde sınıflandırıldığı belirtilmiştir (Falkow ve Mekalanos, 1990).

Genellikle lağımlarda ve kontamine sularda bulunur. Suyun dışkı ile kirlenmesini saptamak için araştırılan özelliklere *E. Coli* sahiptir. Bu nedenle suda saptandığı zaman bu suyun dışkı ile kontamine olduğu söylenilebilir (Öztürk, 2003).

3.2.2 Sulardaki mikrobiyolojik kirlenmenin insan sağlığına etkisi

Sudaki mikrobiyolojik kirlilik, insan sağlığı üzerinde büyük tehdit oluşturur. Tekniğine uygun olarak projelendirilip inşa edilmeyen su temini tesislerinden tedarik edilen sular hastalık yapan bakteriler içerebilmekte ve kişiler bu suyun tadında, kokusunda ya da berraklığında bir belirleyici etken olmadığı için tüketebilmektedirler.

İçme ve kullanma suyunda bulunan kirletici maddeler zemine sızan kirli sulardan ve bilhassa iyi inşa edilmemiş kanalizasyon sistemlerinden karışabilir (Tickner, 2004).

Genel olarak, en büyük mikrobiyal riskler, insan veya hayvan dışkısı ile kirlenmiş suların kullanımı ile ilişkilidir. Tatlı sularda ve kıyılarda deniz sularındaki atık su deşarjları, patojenler dâhil olmak üzere başlıca fekal mikroorganizma kaynaklarıdır (George, 2001).

Özellikle akut mikrobiyal ishal hastalıkları gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunudur. İshal yapan hastalıklardan etkilenen insanlar en düşük mali kaynağa ve en düşük hijyenik tesislere sahip olanlardır. Beş yaşın altındaki çocuklar, özellikle Asya ve Afrika ülkelerinde, su yoluyla bulaşan mikrobiyal hastalıklardan en çok etkilenenlerdir (Seas, 2000).

4. DEZENFEKSİYON

İyi bir arıtma ile sudaki bakteri sayısı %99.5 azaltılabilir ama bu yeterli değildir. Arıtma işleminin sonunda sular mutlaka dezenfekte edilmelidir. Dezenfeksiyonun amacı içme ve kullanma sularındaki hastalık yapıcı mikroorganizmaların istenen seviyeye getirilmesidir.

Dezenfeksiyon, cansız nesnelere üzerinde bulunan potansiyel patojenleri elimine eden fakat genellikle endosporları yok etmeyen bir işlemdir. İngiliz Standartları Enstitüsü dezenfeksiyonu; bütün mikroorganizmaları öldüremeyen fakat belirlenen amaç doğrultusunda kabul edilebilir (sağlığa ve kolay bozulabilen eşyaların kalitesine zarar vermeyecek) düzeye indiren işlem olarak tanımlamaktadır (Gorman ve Güleç, 2004).

Sağlıklı bir içme suyu elde etmek için kullanılacak kaynağın düzenli olarak takip edilmesi, ülkemizde ve dünyada geçerli olan standartlara ve sınır değerlere uygunluğu analizlerle değerlendirilmelidir. İçme suyu standart ve uygun sınır değerlere uygun olmayan sular mutlaka dezenfekte edilmelidir. Dezenfeksiyonla mikroorganizmaları ve bakterileri ortadan kaldırılır. Suyun dezenfeksiyonu için kullanılan maddelere dezenfektan denir.

Suyun dezenfeksiyonunda kullanılacak yöntemlerin bazı özellikler taşıması gerekmektedir. İdeal bir dezenfeksiyon yöntemi suda yan ürün oluşturmamalı, insan sağlığı için risk oluşturabilecek bakteri ve virüsler üzerinde tam etki sağlayabilmelidir. Kullanımı ve depolanması kolay olmalıdır. Mevcut olan dezenfeksiyon yöntemlerinin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. En uygun dezenfeksiyon yöntemi belirlenirken artıları ve eksileriyle değerlendirilmelidir.

İçme suyunda insan sağlığı için kritik olan bakteri, virüs ve amip kistleridir. İyi bir dezenfeksiyon bu üç patojen grubunda etki etmelidir.

Dezenfeksiyon iki şekilde yapılır

- Kimyasal Dezenfeksiyon
- Fiziksel Dezenfeksiyon

Her iki dezenfeksiyonda da kullanılan maddelere dezenfektan denir. İçme ve kullanma suları sürekli olarak dezenfekte edilmelidir.

4.1 Kimyasal Dezenfeksiyon

İçme sularında yaygın olarak kullanılan kimyasal dezenfeksiyonlar;

- Klor
- İyot
- Ozon dezenfeksiyonlarıdır.

4.1.1 Klor

Klor uygulaması , dünyada dezenfeksiyonla aynı anlamda anılacak kadar, en yaygın olarak kullanılan dezenfeksiyon şeklidir. Klorla dezenfeksiyonda klorun üç formu olan klor gazı, sodyum hipoklorit veya klorit kullanılmaktadır. Klor suya eklendiğinde hipokloröz asit ve hidroklorik asit karışımlarından oluşan bir çözelti meydana getirir. Klor suda bulunan patojenlerin büyük bir kısmını etkin bir şekilde inaktive eder, kolay ölçülüp kontrol edilebilen kalıntı bırakır. Ucuz ve uygulama kolaylığı ile sonuçların denetlenebilmesi yönünden en uygun olanıdır.

Klor doğal organik maddeler ile reaksiyona girerek bir miktar kanserojen yan ürün oluşturur. Bu yan ürünler, trihalometanlar (THM), haloasetik asitler (HAA), haloasetonitriller, haloketonlar, haloaldehitler, kloropikrin, siyanojen klorür ve klorofenollerden ibarettir. THM ve HAA bileşikleri en fazla meydana gelen yan ürün gruplarıdır ve genellikle organik kirleticilerin en yüksek konsantrasyonlarını temsil ederler. THM'lar kanserojen etkiye sahip bileşikler olmasından dolayı insan ve çevre sağlığı açısından son derece sakıncalıdır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, bu klorlu yan ürünlerin insanlarda kanser, böbrek yetmezliği, bilinç kaybı ve kardiyolojik hastalıklara neden olduğu ortaya koymuştur. Dezenfeksiyon yan ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı birçok ülkede içme suyu kalite standartları gözden geçirilerek oluşan yan ürünler için yeni kısıtlamalar getirilmiştir (Özdoğan, 2019).

Kloraminler doğal organik maddeler ile reaksiyona girerek yan ürünler meydana getirirler. Söz konusu kloraminler ile üretilen yan ürünler klorlu yan ürünlerle benzerlik gösterirler, fakat bunların konsantrasyonları klorlu yan ürünlerinkinden daha düşüktür. Klordioksit ve ozon, THM ve HAA bileşiklerin, üretmeksizin çeşitli

organik yapıları oksitleyebilirler. Öte yandan, klor dioksitin hem kendisi hem de yan ürün olarak meydana gelen klorit zehirli bileşiklerdir. Tipik su arıtma koşulları altında oksidasyon reaksiyonlarında tüketilen klor dioksitin yaklaşık %70'i klorite dönüşür (U.S.EPA, 1994; Singer, 1992., Mackenzie, L. 2010).

Klor bakteri hücresinin içine girerek bakteriyi etkisiz hale getirmelidir. Bakteride, solunum, taşınım ve nükleik asit aktivitesinin tümü klorlamadan olumsuz yönde etkilenir (Haas, 1980).

Klorlama sırasında bakterinin, viral nükleik asit sisteminin parçalanması en önemli unsurdur. Polivirüslerde ise klorlama işlemi sırasında protein tabakası olumsuz yönde etkilenir (Dennis et al., 1979; Fujioka et al., 1985).

4.1.2 İyot

İyot, organik maddelerle klor kadar kolay reaksiyon vermemesi ve yüksek dezenfeksiyon gücü nedeniyle, avantajlı bir dezenfektandır. İyot amonyakla iyotaminler oluşturmaz; ancak, amonyağı oksitler. Dezenfeksiyon sonrası artık iyotun kararlı olması ve tat ve koku oluşturmaması da bir avantajdır. Su arıtımında etkilerinin iyi bilinmemesi, klora göre 10-15 kat pahalı olması ve tiroid bezi üzerindeki muhtemel etkileri nedenleriyle kullanılmamaktadır (Şengül ve Küçükgül 1997).

4.1.2.1 İyotun sağlık açısından önemi

İyot, tiroid hormonu üretimi için gerekli bir elementtir ve insan vücudunda bulunmadığı, depolanmadığı için mutlaka dışarıdan gıda ile alınması gerekir.

Dışarıdan alınan az miktardaki iyodun vücutta yaşamsal fonksiyonları vardır. İnsan bedeninin hiçbir fiziksel eylemde bulunmadığı halde normal vücut ısısı 36,5 derecede sabit tutulmaktadır. Bazal metabolizma denilen bu ısının korunması hali, dinlenme sırasında kan dolaşımı, solunum, bağırsakların çalışması gibi yaşamsal işlevlerin sürdürülmesi için gereken enerjinin oluşmasına yardımcı olur (Rendl J, 1998).

Gerekli iyotun büyük bir bölümü gıda ve gıda ürünleri yoluyla insan vücuduna girer. Ancak iyotun eksik ya da fazla alımı iyot bozukluklarına yol açar. İyot eksikliği kretenizm gibi ciddi psikolojik bozukluklara neden olabilir ve aşırı alımında tiroidite neden olur (Hetzl, 1983).

İyot yetersizliği, tüm Dünya ülkelerinde genetik kökenli olmayan, doğumsal kaynaklı sinir liflerinin beslenme, kretenizmi ve ağır metal toksisitesine bağlı olarak mental retardasyon kaynaklı nedenlere bağlıdır (Pharoah Po, 1971).

Hipotiroidizm tiroid bezinden tiroid hormonu salınmasının azalmasıyla ortaya çıkan bir sendromdur. İyot önemli bir mikrobesein elementidir ve tiroid sentezi için gerekli olan hormonlar tiroksin (T4) ve triiyodotironin (T3)'dür. Bu hormonların sentezi için ise amino asit tirozin ve iyota ihtiyaç vardır. Tiroid hormonları hücrel oksidasyon gibi önemli fizyolojik süreçleri düzenler. Ergenler ve yetişkinler günde 150 mg miktarında iyot ihtiyacı vardır (WHO,1996).

4.1.2.2 İyot toksisitesi

Vücuda fazla iyot alımı, tiroidleri fizyolojik olarak olumsuz etkiler. Aşırı iyot alımını genellikle otheregülatör mekanizmalar etkili bir şekilde ele alır.

İnsanlarda günlük 2 mg'dan fazla iyot alımı, tiroidal iyodürün organifikasyonunda orantılı bir azalmaya neden olur, ancak toplam organik iyot miktarının azaldığına dair bir kanıt yoktur (Nagataki, 1967).

İyot kaynaklı hipertiroidizm, altta yatan tiroid hastalığından veya önceden iyot eksikliği olan kişiler tarafından iyot tüketiminden kaynaklanabilir (Braverman, 1994; Roti, 1996; Koutras, 1996).

Endemik guatr ve ilişkili kretenizm'i ortadan kaldırmak için Dünya çapında yürütülen bir kampanya sırasında Stanbury ve ark. bazı kişilerde sadece az miktarda iyot takviyesi aldıktan sonra hipertiroidizm geliştireceğini bildirmişlerdir. İsviçre'de ortalama hipertiroidizm insidansı % 1.7 'den % 7'ye kadar değişmiştir. İyot alımındaki herhangi bir artış, daha önce iyot eksikliği olan bir popülasyonda hipertiroidizm insidansında bir miktar artışa neden olacaktır (Corvilain, 1998; Boyages , 1989).

Artan iyot alımı ile baskılanmayan otonom nodülleri aşırı tiroid hormonu ürettiğinde, altta yatan multinodüler tiroid hastalığı ile sonuçlanır (Corvilain, 1998; Boyages , 1989). Bu vakaların çoğu ve hipertiroidizm insidansı birkaç yıl içinde kendiliğinden düzelir ve öngörü seviyelerine düşer. Daha yüksek multinodüler guatr insidansına sahip olmalarından dolayı yaşlılar daha fazla risk altındadır.

İyotun otoimmün tiroid hastalığına ve hem papiller hem de foliküler tiroid kanserine neden olabileceği endişesi vardır (Dunn, 1998; Koutras, 1996).

İsviçreli gezgin bir kadında, su dezenfeksiyonu için iyot kullandıktan sonra hafif hipertiroidizm geliştiği görülmüştür. Gezginin toksik olmayan bir nodülüne hemitiroidektomi yapılmış ve otoimmün hastalık kanıtı olan, tiroid peroksidaz antikor testi pozitif çıkmıştır. Gezginde ortaya çıkan hipertiroidizm görüntüsü, kısaca subklinik hipotiroidizm olarak izlenmiş ve birkaç ay sonra iyot alımı azaldığında ötiroid durumuna geri dönmüşüğü görülmüştür (Mueller, 1998).

4.1.2.2.1 İyot kaynaklı hipotiroidizm ve guatr

Aşırı iyot alımından kaynaklanan hipotiroidizm, hipertiroidizmden çok daha yaygındır. Hipotiroidizm, tiroid hormon üretiminin uzun süreli baskılanmasına dayandırılır ve aşırı iyot seviyelerinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülür (Harrison, 1963; , Wolff, 1969).

Aşırı iyot alımı, nedensel olarak otoimmün tiroid hastalığına bağlı olabilir (Dunn1998; Braverman,1994). Bununla birlikte, idrarlarında ortalama 1.5 mg / gün iyot salgılayan Japon deneklerle yapılan bir çalışmada, antitiroglobulin antikorları veya hipotiroidizm ile idrar iyot seviyeleri arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir (Nagata,1998).

Japonya'nın bazı kıyı bölgelerinde, deniz ürünleri ve deniz yosunu bakımından zengin beslenen kişilerin ortalama günde 1-5 mg iyot alımı vardır ve aşırı tüketenlerde bu oran günde 20-40 mg'a kadar yükselmektedir. Birkaç kişide bu alım seviyesinde guatr geliştiği saptanmıştır (Tajiri , 1986; Konno, 1993). Günde 3-16 mg iyot alanların % 10 oranında guatr insidansı vardı, ancak bu popülasyonda klinik hipotiroidizm nadirdi (Konno, 1993; Suzuki, 1965).

Başka bir çalışmada, 1 yıl kadar bir süre boyunca (su dezenfeksiyonu için iyot reçinelerinin kullanımında) günde ortalama en az 50 mg iyodür alan 44 Barış Gücü gönüllüsü (% 46) genişlemiş tiroidlere sahipti, ancak bunların % 68'inde normal tiroid fonksiyon testleri vardı (Kettel-Khan, 1998).

İnsan üzerinde yapılan deneysel çalışmalar en iyi doz-yanıt verilerini sağlar, ancak çoğu sınırlı sürededir. Son zamanlarda yapılan birkaç çalışmada, araştırmacılar sağlıklı gönüllülerine 1-12 hafta boyunca günde yaklaşık 30 mg iyot uyguladılar.

Tüm çalışmaların sonuçları, hastaların TSH düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar olduğunu, ancak hastaların sadece bir kısmının T3 ve T4 düzeylerinde anlamlı düşüşler gösterdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, bu değişikliklere rağmen, TSH, T3 ve T4 seviyeleri normal aralıkta kalmıştır ve hastalar iyot takviyelerini almayı bıraktıklarında hızla normale dönmüştür (Robison, 1998; Namba, 1993; Morgan, 1953; LeMar, 1995).

İyotun azami güvenli seviyesini belirlemek için Freund ve ark. (Freund, 1966) ve Thomas ve ark. (Thomas, 1978), Florida'daki üç hapisanede suları iyotladı. Mahkumlar 3 yıla kadar 1 mg / L iyotlu su tükettiklerinde minimal değişiklikler ve klinik problemler bulamadılar. Bununla birlikte, 2 ay boyunca 5 mg / L iyot içeren su verilen mahkumlara iyot alımında ve serum proteinine bağlı iyotta önemli bir azalma oldu. Araştırmacılar, 15 yıl boyunca hapisane suyuna 1 mg / L iyot eklendikten sonra, iyotlu su kullanımının serum tiroksin konsantrasyonlarında normal değerlerin altında bir azalmaya neden olduğu herhangi bir kanıt ve bir alerjik reaksiyon örneği bulamadılar. Ayrıca, hamileyken hapisaneye giren ve bebeklerini hapisteyken doğuran kadınlardan doğan 181 bebekte yenidoğan guatr vakası görülmemiştir (Freund, 1966).

4.1.3 Ozon

Ölçümü çok komplike olmasına rağmen, DNA sisteminin fizikokimyasal tahribi, bakteriyel hücrelerin ve polivirüslerin inaktivasyonunun mekanizması olarak görülmektedir (Hammelin and Chung, 1978).

Ozonla dezenfeksiyon yöntemiyle gerçekleştirilen bakteriyel membrana saldırı, enzimatik aktiviteler ve nükleik asitlerin tahrip edilmesinyle gerçekleşir. Virüs inaktivasyonu için ilk temas notası virüsün protein kılıfıdır.

Ozon da suların arıtımında dezenfeksiyon ve oksidasyon amacıyla kullanılan bir kimyasaldır. Diğer zayıf dezenfektanlara göre daha az temas süresi ve konsantrasyonlarda bile etkili olabilen güçlü bir oksidanttır. Fakat dağıtım sistemlerinde dezenfeksiyon sürekliliği sağlayamadığı için yalnızca primer dezenfektana olarak tercih edilmektedir (U.S.EPA,1999).

Ozonla dezenfeksiyonun maliyeti oldukça yüksektir. Ozon, sporlu bakterilere ve virüslere karşı klor gazına göre daha etkilidir ancak, kalıcı etkisi olmadığından

ozonla dezenfeksiyondan sonra bakteriyostatik bir dezenfektanın kullanılması uygundur.

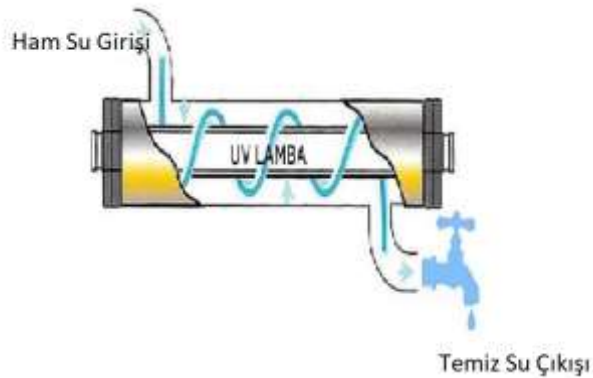
4.2 Fiziksel Dezenfeksiyon

4.2.1 Ultraviyole radyasyonu

Ultraviyole (UV) sistemi, cihaz gövdesi içinde bulunan bir tüpte anot ve katot uçlarına uygulanan bir gerilim ile meydana gelen ateşleme sonucunda, tüp içindeki buharlaşan cıvanın iyonize olup, UV ışını oluşturması esasına dayanır (Arı,2009).

200-300 nm dalga boyundaki UV ışınlarının dezenfektan etkisi yüksektir. Suyun derinliği fazla değilse, içinde demir ve bulanıklık yoksa canlı ve spor yapan tüm mikroorganizmaların inaktivasyonunda oldukça etkilidir ve kanserojenik yan ürün oluşturmaz. Avantajları olan bir dezenfeksiyon yöntemi olarak görünse de dağıtım sistemlerinde kalıcı bir dezenfeksiyon etkisinin olmaması ve oluşabilecek mikrobiyolojik bulaşmalara karşı sistem korunmasıdır.

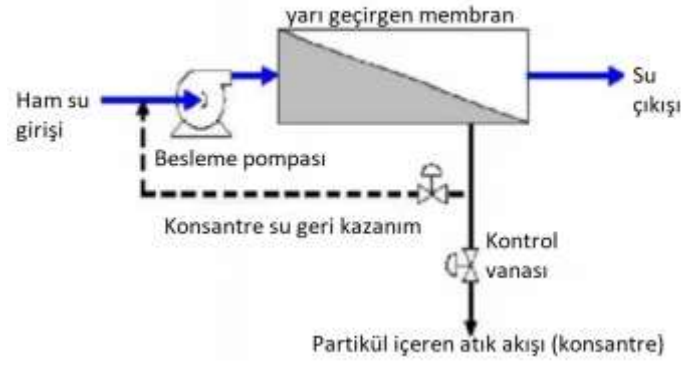
UV radyasyonu sonucu olduğu bilinen herhangi bir dezenfeksiyon yan ürünü mevcut değildir (Haas, 1999.)



Şekil 4.1: Ultraviyole Sisteminin Çalışma Prensibini Gösteren Görsel

4.2.2 Membran filtrasyon

Membran filtrasyonu için kullanılan membran, yarı geçirgen olup bazı bileşenler için yüksek geçirgenli bazıları için ise az geçirgenli olan sentetik bir malzemedir. Membran filtrasyon işleminde bileşenlerin ayrılması için, su membran yüzeyine doğru pompalanır. Bunu sonucunda süzüntü ve konsantrenin ayrılması gerçekleşir.



Şekil 4.2: Membran Filtrasyon Sisteminin Görsel Olarak Betimlemesi

Kaynak suyunda, insan sağlığını olumsuz etkileyecek biyolojik etkileri yok etmek için yapılan çalışmamızdaki amaç; İşletmesi kolay, suyun tadını ve kokusunu bozmayacak bir yöntem geliştirilmesini hedeflemektir. Alternatif yöntemlerin, suyun tadının bozulması, kalıcı etki bırakmaması ve yüksek maliyet gibi dezavantajlarını göz önünde bulundurarak, mikroorganizmaları dezenfekte etmek ve suyun kimyasal değerlerini içilebilir sağlıklı su seviyesine getirebilmekte daha çok avantaj sağlamaktadır.

4.3 Suyun Arıtılması

Suyun, insan sağlığına uygun olması ve suyun kalitesini artırmak için yapılan fiziksel ya da kimyasal işlemlere ‘arıtma’ adı verilir. Suların arıtılarak son tüketiciye ulaşması halk sağlığı açısından vazgeçilmez bir kriterdir. İyi arıtılmamış bir su, toplumlarda salgın hastalıklara ve yüksek derecede enfeksiyon risklerine sebep olabilmektedir.

4.3.1 Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma

Pıhtılaştırma ve Yumaklaştırma işlemi su arıtma sistemlerinin esas bileşenlerinden olup, başlıca kullanım amaçları;

- Kirleticileri gidermek,
- Tanecik yüzeyinde adsorplanan toksik bileşikler gidermek,
- Dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna neden olan bileşenleri gidermek,
- Suyu içilebilir seviyeye getirmek,

şeklinde sıralanabilir.

Pıhtılaştırma ve ardından yumaklaştırma yapmanın amacı, hem çökebilir hem de askıda küçük tanecikleri yumak olarak adlandırılan büyük tanecikler haline çevirmektir. Yumaklar çöktürme ve filtrasyon gibi ilave işlemlerle kolayca giderilebilir (Mackenzie, L. 2010).

4.3.2 Çökeltme

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırmanın amaçlarından birisi de, su içerisindeki parçacıkların makul bir süre içerisinde çökebilecekleri bir büyüklüğe ulaştırmasıdır. Oluşan bu daha büyük parçacıkları ve çökeltileri sudan gidermenin en yaygın yolu, bunları çökeltme tanklarında yer çekimi etkisiyle çöktürmektir. Parçacık ve çökeltileri sudan ayırmak için, doğrudan filtrasyon ya da yüzdürme gibi yöntemler uygulanır (Mackenzie, L. 2010).

4.3.3 Filtrasyon

Çöktürme tanklarının çıkış sularında bulanıklık genellikle 1 ila 10 NTU arasında olup, tipik olarak 2 NTU mertebesindedir. Bu seviyede bulanıklık, dezenfeksiyon proseslerini olumsuz etkilediğinden, dezenfeksiyon proseslerinden önce bulanıklığın daha da azaltılması gerekmektedir. Amerikan Çevre Koruma Ajansı (ABD, EPA) tarafından yayımlanan Geçici Geliştirilmiş Yüzeysel Su Arıtma Kuralı (IESWTR)'da arıtılmış sularda bulanıklık seviyesinin, aylık ölçümler bazında zamanın %95'inde 0,3 NTU değerini aşmaması ve daima 1 NTU'nun altında olması öngörülmektedir. Bulanıklık seviyesini bu mertebelere indirmek için genellikle filtrasyon prosesleri kullanılmaktadır. Bu maksatla en fazla kullanılan filtrasyon prosesi granüler filtrasyon prosesi olup, bu proses suda bulunan aslıda ya da koloidal maddelerin gözenekli bir ortamdan geçirilerek sudan ayrılması prensibine dayanmaktadır. Filtrasyon prosesinde gözenekli ortam olarak genellikle bir kum yatağı kullanılmaktadır. Bununla birlikte yatak malzemesi olarak kömür, aktif karbon ya da lal taşı (garnet) da kullanılabilir (Mackenzie, L. 2010).

Su tasfiyesinde en önemli işlemlerden biri filtrasyondur. Su, daneli malzemedan müteşekkil bir filtre yatağından geçirilir. Yatak malzemesi olarak ekseriyetle kum veya antrasit kömürü kullanılır. Filtrasyon çöktürmeden sonra tatbik edilir. Çöktürme havuzunda tutulamayan küçük/hafif parçacıklar ile bir miktar mikroorganizma filtrelerde tutulur (Baumann, 1978).

4.3.4 İyon değişimi

İyon değişimi; su bir reğine yatağından geğirilirken bir iyonun diğer bir iyonla yer değiştirmesidir. İstenmeyen iyonlar reğinede tutulur, bunların yerine suya başka iyonlar verilir. En yaygın kullanım şekli, kalsiyum ve magnezyum iyonları ile sodyum iyonlarının yer değiştirmesidir. Reğine kapasitesi bittiği zaman yeniden rejenerasyon yapılmalıdır.

4.3.5 Ters ozmoz

Ters Osmoz ayırma mekanizması olarak, su içindeki bileşenlerin geğirimsizliklerindeki farklılıkları kullanan membran prosesidir. Membran, su içindeki bazı bileşenleri yüksek bazılarını ise daha düşük oranda geğiren yarı geçirgen sentetik bir malzemedir. Su membran yüzeye pompalanır, ürün ve atık olarak iki ayrı akıma ayrılır (Mackenzie, 2010).

4.4 İyodür Solüsyonu ile Dezenfeksiyon Yöntemleri

İyot doğada bulunan elementlerden biridir. İyotun insan vücudundaki eksikliği veya fazlalığı insan sağlığı açısından önemlidir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yetişkin bir insan için iyot alınımı 200 µg/gün olmalıdır.

İyot, Fransız kimyacı Bernard Courtois tarafından 1811'de bulunan periyodik tabloda halojenler grubuna dahil olan bir elementtir. İsmi, iyodun gaz halindeki rengi olan menekşe-mor manasına gelen Yunanca "iodes"den almıştır (Swain, 2005; Newsome, 2010).

İyot doğada yaygın olarak bulunur ve doğada bir iyot döngüsü vardır. Yeryüzünün oluşumunun ilk döneminde var olan iyotun büyük kısmı, kar ve yağmur ile toprak yüzeyinden yıkanarak ve rüzgarlar, nehirler, seller ve buzullarla deniz yüzeyine taşınmıştır. Özellikle son buzul çağında iyotça zengin topraklar tamamen uzaklaştırıldığından okyanuslar primer iyot kaynağı haline gelmiş, iyotça zengin topraklar yerini kristalen toprağa bırakmıştır. Dolayısıyla, toplam iyot miktarı en fazla deniz suyundadır (yaklaşık 50 µg/L).

İyodür iyonları güneş ışınlarıyla uçucu elementel iyota okside olur ve her yıl 400.000 ton iyot okyanus suyundan havaya geğer. Atmosferik iyot daha sonra yağmur ve karla, toprağa ve bitkilere verilir. Topraktaki iyotun ana kaynakları organik atık

materyal, maden suları, sedimentel fosfat kayaları ve bazı mineral kaynaklarıdır. Dik dağların yamaçlarında, yoğun yağmurların etkisiyle ve karsuyu ve yağmurların oluşturduğu sellerle, Hindistan'da Ganj düzlüklerinde ve de ülkemizde Doğu Karadeniz bölgesinde olduğu gibi, ağır iyot eksikliği görülen bölgeler oluşmaktadır. Bu topraklarda yetişen tüm ürünlerde iyot eksikliği söz konusudur. Böyle alanlarda eğer tamamen bu ürünlere bağlı beslenme varsa, gerek insan, gerekse hayvan popülasyonlarında iyot eksikliği gözlenir (Erkekoğlu, 2004).

İyot insanlar için kesinlikle gereklidir. İnsan vücudunda 25 mg kadar iyodür bulunur (Haldiman M 1998). Bunun % 20'si tiroid bezindedir. Geri kalanın büyük bölümü kaslarda, daha az olarak deri ve kemiklerde dir. Vücutta bulunan iyodun % 1 kadarı kanda bulunur (AR Gomo, 1999).

İyot, mideden kolay emilir. Emilen iyotun % 30'u tiroid bezine giderken % 70'i böbreklerden idrar ile atılır. Vücutta depo edilme ve günlük olarak besinlerle alınmalıdır (Anderson, 2001).



Şekil 4.3: İyot elementi

Kaynak: (<https://www.britannica.com/science/iodine>)

5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER

Mikrobiyolojik Analizler, mikro boyuttaki canlı organizmaların varlığının tespiti için yapılan çalışmalar bütünüdür.

5.1 Suların Mikrobiyolojik Açıdan Denetlenmesi

Sularda mikroorganizmaların olması, bu suyun insandan ya da başka bir sıcakkanlı hayvandan kaynaklanan bir kirlenmenin olduğunun ispatıdır ve bu kirlilik hayvanların bağırsak sisteminden kaynaklanan bir mikroorganizma olduğunu göstermektedir. İnsanlardan ya da sıcakkanlı hayvanlardan kaynaklanan mikroorganizmalar, koliform bakterilerdir.

Bu tür mikroorganizmalar insan sağlığına, gastrointestinal hastalıkların bulaşması açısından önemli bir role sahiptir.

İçme sularında toplam koliform ve fekal koliformların toplam hacimdeki değeri sıfır olmalıdır. Suda toplam koliform ve fekal koliformun varlığı da analizler sonucu belirlenmektedir.

5.2 Mikrobiyolojik Su Numunesi Alım Yöntemleri

Numune alma işlemi, analizlerin sonucunu değiştirebileceği için kritik bir aşamadır. Yetersiz numune alımı, steril ya da uygun olmayan numune kaplarının kullanılması analizlerin sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Numune alım hatalarına maruz kalmamak için numuneyi alan kişilerin numune alımı konusunda detaylı teknik bilgiye ve deneyime sahip olması gerekir.

Mikrobiyolojik Analiz Parametreleri Amacıyla Numune Alımı (TS ISO EN 19458:2006)' metoduna uygun olarak, 2-8°C'lik ortam sıcaklığında, Sodyum Tiyosülfat içeren 1000 ml'lik koyu renkli kaplarda alınır ve ivedilikle akredite çevre laboratuvarına teslim edilir. Analizler için uygun olan standartlar koşulunda, mikrobiyolojik analizlere uygun olarak çevre laboratuvarı yetkili personel birlikteliğinde çalışılır.

Numune alma işleminden önce, numune alınacak ortamın tespiti ve ortamdaki alınacak numunenin koşulları, yukarıda da belirtildiği üzere 'TS ISO EN 19458' standardına uygun olarak toplanır. Alınacak numune şayet çeşme, metal akar vb. ortam ise, cebri akışın sağlanmasından önce, numune alma noktasının ağzı, yaşam koşullarının elimine edileceği sıcaklıkta ($>80^{\circ}\text{C}$) sıcaklık yaratabilecek bir çakmak alevi ile musluk ve çevresi steril edilir. Sıcaklık düştükten sonra, 5 dk boyunca su serbest halde akıtılarak numune kabı doldurulur. Doldurma esnasında musluk, numune kabı ağzı ve iç yüzeyine hiçbir şeyin temas etmemesine dikkat edilir. Analizden önce yeterli çalkalamaya izin vermek için şişede biraz boşluk bırakılır (%10). Numune alma işleminden hemen sonra numunenin kapağı kapatılır.



Şekil 5.1: Sodyum Tiyosülfat İçeren Mikrobiyolojik Steril Numune Toplama Kabı

Kaynak: (<https://www.labsarf.com>)



Şekil 5.2: Sulardan Bakteriyolojik Numune Alma

Kaynak: (<http://www.hssgm.gov.tr>)

5.3 İçme Sularındaki Bakteri Gruplarının Tayin Metodları

Bakterisidal üremenin tanımlanmasında, patojen gruplarının teşhis aşamaları zor olduğundan, belirteç görevi gören ve indikatör olarak adlandırılan seçili suşların, uygun besiyerlerine ekilip karşılaştırılmasıyla tayin yöntemleri sağlanmaktadır.

Yaygın ve tanınmış olan bakteri grubu olan Koliform grupları (16 grup) içerisinde alt türler olarak adlandırılan 256 mevcut tür tanımlanmaktadır. Suşların mevcut koşullar altında kullanılmasının en etkin ve önemli sebebi, standart analizlerin tayin ve teşhisinin betimlemesini destekler nitelikte olmasıdır.

Koliform grupları dışında, *Fekal streptokokların (Faecal Streptococcus)* da tanımlayıcı unsur olduğu kabul görmektedir. Fakat Dünya genelinde indikatör olarak tanımlanan gruplar olarak Koliform grupları kabul görmekte olduğundan bu bakteriler ikinci planda değerlendirmeye tabii tutulmaktadır. Bu konuda çalışma ve metot belirleyen kuruluşlar U.S Public Health Service (USPHS), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), World Health Organisation European (WHO-E), World Health Organization International (WHO-I)'dir.

İçme sularının mikrobiyolojik kontrolünde esas alınan toplam koliformlar, aerobik ve fakültatif anaerobik, Gram (-), spor oluşturmeyen, laktozu 35°C'de 48 saatte asit ve gaz oluşumu ile fermente eden çomakçılardır. Toplam koliformlar içerisinde yer alan *Eschericia*, fekal kirlilik göstergesi olup sıcak kanlı hayvanların ve insanların dışkılarının suya bulaşması yolu ile ortaya çıkar. *Klebsiella*, *Enterobacter* ve *Citrobacter* genellikle toprak ve bitki kaynaklıdır (Gaudy , 1980).

Koliform gruplarını içeren bakteri kümeleri, zorunlu aneorobik, gram negatif, spor içermeyen, çubuksu yapıda ve 48 saatlik periyotta laktozu fermentasyona maruz bırakarak gaz açığa çıkartan bakteri gruplarıdır (APHA,2012).

Koliform grupları, *Enterobacteriaceae* familyası içerisinde yer alan bakteri türlerini içerirler. Bu grup içerisinde tanımlanmış ve ağırlıklı bilinen türler olarak *Esherichia coli*, *Citrobacteria*, *Proteus sp.*, *Klebsilla sp.*, *Enterobacteria*, *Hafnia sp.*, *Providencia sp.*, *Serratia sp.*, *Edwardsiella sp.*, *Arizona sp.*, *Erwinia* cinslerini içermektedir. Sıcakkanlı hayvan vücudunda ise bağırsak sisteminde bulunmaktadırlar. Bu sebeple, Fekal orijinli bakteri grubu olarak en çok bilinen ve hastalık yapıcı gruplar olarak isimlendirilirler. Bu da su kaynaklarının kirliliğinde

Fekal kökenli olmalarından dolayı kesin delil niteliğini taşımaktadır (Hyland ve ark, 2003).

Escherichia Coli, sulara görülen fekal kontaminasyonun en iyi indikatörüdür. İçme sularının bakteriyel hijyeni denildiği zaman, varlığı araştırılan en önemli mikroorganizmadır (Garcia-Armisen ve ark., 2007; Leclerc ve ark., 2001).

İçme suyunda koliform grubu bakterilerin bulunması ise, suyun başka bir kaynaktan kirlendiğini gösterir. Bu bakterilerin suda bulunması ve de patojen etkiye sahip olması açısından tehlikelidir. Fekal kirlenmenin değerlendirilmesinde *Escherichia Coli*, *Streptococcus feacalis*, *Clostridium perfringens* ve fekal koliform fajları gibi organizmalar gösterge olarak kullanılmasına rağmen genelde indikatör organizma olarak *Escherichia Coli*'dir. Mikrobiyolojik kirleticiler suda bulunabilecek diğer kirleticilerle kıyaslanmayacak derecede büyük ve yaygın tehdit oluşturabilmektedirler. Bunların varlığı suya hammaddeden başlayıp suyun taşınmasına kadar bir yada daha fazla aşamada doğrudan yada dolaylı olarak lağım suları ile dışkı bulaştığının göstergesidir (Dinçer ve ark., 2001).

Suyun sağlık açısından kalitesini denetlemek için en hassas ve en özgün yol, suya enterik bakterilerin karıştığına belirtisi olan mikroorganizmaların araştırılmasıdır. Bu amaçla basit yöntemlerle saptanabilecek etkenlerin araştırılması yoluna gidilir. Koliform bakteriler suda kolayca saptanabildiği ve sayılabildiği için suyun kalitesinin belirlenmesinde uygun bir mikrobiyal indikatör olarak kabul edilmiştir (Töreci 1992).

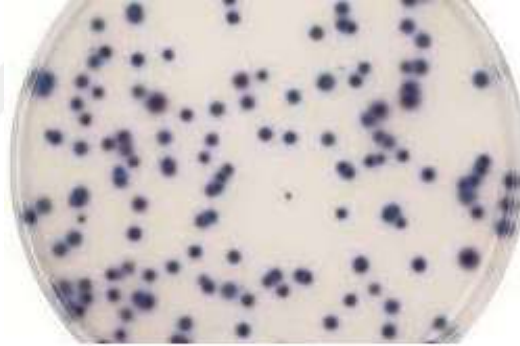
Suyun dışkı ile kirlendiğinin belirtisi olan bakteriler; *Enterobacteriaceae* ailesinin üyesi olan, 44.5°C`de üreyebilen, laktozu asit ve gaz oluşturarak fermente edebilen, indol (+), ısıya toleranslı *Escherichia Coli* ve laktozu 37°C`de fermente edebilen indol (-) *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* gibi toplam koliformlardır (WHO, 1996).

Bağırsak bakterilerinin karıştığı suların içilmesi, bu bakterilerin bireyler arasında aktarımına neden olmaktadır. Antibiyotiklere direnç genlerinin bu bakteriler içerisinde yer alan *Escherichia Coli* ile taşınması toplumda dirençli suş oranını artırmaktadır. Su ile bulaşan enfeksiyonların çoğunluğu, nedeni saptanamayan gastroenterit şeklinde seyretmektedir (Demirtaş, 1997).

Dünya’da da ölüm sebepleri arasında %26 ile infeksiyöz hastalıklar gelmektedir. İnfekte olan kişilerin ise % 31’inin iş göremez hale geldiği bilinmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

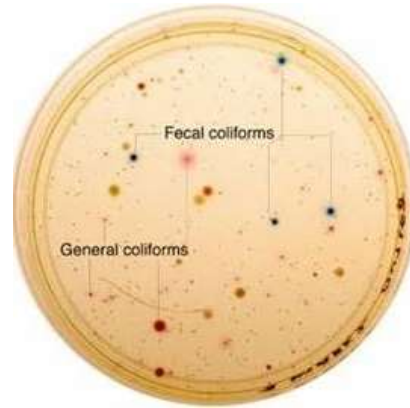
Escherichia Coli, fekal kontaminasyonun bir göstergesi olması yanında, genetik yapısı iyi bilinen canlı olma özelliğine de sahiptir. Suşlarının birçoğu zararsız olan bu bakterinin bazı patojenik tipleri, insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden ishallere, yara enfeksiyonlarına, menenjit, sepsisemi, aterosklerozis, hemolitik üremik sendrom, çeşitli immünolojik hastalıklara neden olabilmektedir (Çakır, 2000).

Enterobacteriaceae familyası içerisinde bulunan *Esherichia coli*, karakteristik olarak yapısında beta-glukorinidaz/galaktosidaz enzimleri bulundurmasıyla bilinmektedir. Nominal boyu 2-6 mikrometre ve 1-1,5 miktormetre olmakla birlikte S tipi koloniler oluşturmakla bilinirler. Fermantasyon bakımından glikoz’u, laktoz ve maltoz’u manitol ve ksiloz’u fermente ederek gaz açığa çıkartırlar (Rıfaat ve ark, 2014).



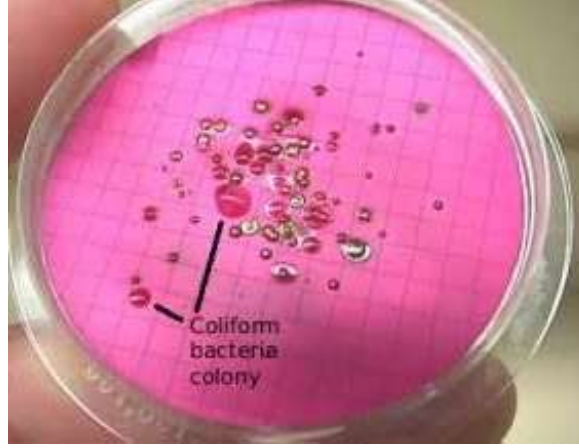
Şekil 5.3: *Escherichia Coli* Bakterisinin İnkübasyon Sonucunda Besiyerinde Görünümü

Kaynak: (<https://www.diatek.com.tr>)



Şekil 5.4: Koliform Gruplarının Sistemik Üreme Görüntüsü

Kaynak: (<https://www.bioscience.com.sg>)



Şekil 5.5: Koliform Bakteri Grubunun Besiyeri Üremesinde Görünümü

Kaynak: (<https://water.mecc.edu>)

5.4 Membran Filtrasyon Teknikleri

Dışkı kirliliğinin varlığı ve kapsamı, suyun kalitesinin ve enfeksiyondan kaynaklanan insan sağlığı riskinin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür. Normalde insan ve diğer sıcak kanlı hayvanların bağırsaklarında yaşayan *Escherichia Coli* (*E. Coli*) varlığı için su numunelerinin incelenmesi, bu tür kirliliğin bir göstergesidir.

Bu analiz *Escherichia Coli* (*E. Coli*) ve koliform bakterilerinin tayini için yapılan bir sayım yöntemidir. Membran filtrasyonuna, ardından kromojenik koliform agar besiyerinde kültüre ve numunedeki hedef organizma sayısının hesaplanmasına dayanır. Örneğin, 100 ml suyu, membran filtreden geçirdikten ve inkübasyona bırakılmasından sonra 40 koloni sayıldı ise, sayım sonucu 40 cfu /100 ml olarak belirlenir.

Membran filtrasyon yöntemi; genel olarak içme sularında ve diğer sıvı örneklerde mikrobiyolojik yükün belirlenmesi için kullanılır. Yüksek hacimli örneklerle çalışmaya ve sayım yapmaya elverişli olmasının yanı sıra klasik analizlere göre daha hızlı ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu yöntemde örnek; mikroorganizmaları tutabilecek por çapına sahip bir membran filtreden vakum kullanılarak süzülür. Steril bir emici ped üzerine emdirilmiş aranan mikroorganizma türüne göre seçici veya genel bir besiyeri üzerine yerleştirilir. İnkübasyon sonrası membran filtre üzerindeki kareler yardımı ile sayım yapılır. Fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analiz için su örneklerini almada; cam veya pet şişe, temiz kap (HCl ve numune alınacak su ile çalkalanmış) kullanılır. Bakteriyolojik analiz için; koyu renkli steril cam şişe, kapak

veya plastik tıpa kullanılır. Bu teknik analizi yapılacak örneklerin içerdiği mikroorganizmadan daha küçük por genişliğine sahip membran filtre üzerinden örneğin vakumla filtre edilmesi, filtrasyon işlemi tamamlandıktan sonra filtre üzerinde tutulmuş olan mikroorganizmaların türüne özgü besiyeri üzerinde ve uygun ısı derecesinde inkübe edilmesi ile inkübasyon sonunda oluşan kolonilerin sayılması esasına dayanır (Ünlütürk ve Turantaş, 1988).

5.5 Analizlerde Kullanılan Standartlara Genel Bakış

5.5.1 TS EN ISO 9308-1 membran filtre yöntemi

Bu standardın amacı analiz laboratuvarında su, atık su, havuz suyu, toprak, çamur, arıtma çamurunda *Escherichia Coli* analizinin yapılmasıdır.

Fekal kirliliğin varlığı ve derecesi, bir su kütlesinin kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür ve enfeksiyon nedeniyle insan sağlığı için tehlike oluşturur. Su numunelerinin, normalde insan ve diğer sıcak kanlı hayvanların bağırsaklarında yaşayan *Escherichia Coli* mevcudiyeti bakımından analiz edilmesi, böyle bir kirliliğin varlığını gösterir. Metot, membran süzme işleminden sonra ayırt edici bir agar besiyerinde kültür yapılmasına ve numunedeki hedef organizmaların sayısının hesaplanmasına dayanır. Metot, hasarlı bakterilerin tayinine izin veren düşük bir seçiciliğe sahiptir. Düşük seçiciliği nedeniyle, dezenfekte edilmemiş ve yüksek bir istenmeyen gelişme verimine sahip sığ kuyu suları gibi bazı içme sularında, istenmeyen gelişme, *E. Coli* bakterilerin gerçek sayısı üzerinde bozucu etkiye sebep olabilir. Bu standart özellikle, dezenfekte edilmiş sular ve bakteri sayısı düşük diğer sular için uygundur. Bu bilgiler sonuca süratle ihtiyaç duyulan özel durumlarda faydalı olabilecek, insan tüketimine verilen suda, yalnızca 24 saat içerisinde *E. Coli* tayini için hızlı bir yöntemi de (hızlı deney) ihtiva eder. Hızlı deney, membran süzme işleminden sonra seçici şartlar altında kültür yapılmasına ve numunedeki *E. Coli* sayısının hesaplanmasına dayanır. Bu deneyler, askıda katı madde veya istenmeyen floranın süzme, kültür ve sayım üzerinde bozucu etki yapmamasının sağlanması kaydıyla diğer çeşit sulara da uygulanabilir. Yöntem, aşağıda belirtildiği gibi paralel olarak çalışılabilen referans standart deney ve isteğe bağlı hızlı deney olmak üzere iki kısımdan oluşur ve membran süzme tekniğine dayanır. Standart deney, 2 - 3 gün içerisinde *E. Coli* bakterilerin tayin edilmesi ve sayılmasına imkan sağlayan membranın seçici besiyeri üzerinde inkübasyonu ile ardından ileri biyokimyasal

özelliik olarak tipik laktoz pozitif kolonilerin gelişmesini ihtiva eder. Hızlı deney (21±3) saatte *E. Coli* nin tayinine ve sayımına izin veren iki inkübasyon basamağından oluşur. Standart deney ve hızlı deneyin her ikisi de paralel şekilde yürütülürse, *E. Coli* için nihai sonuç olarak bu iki deneyin sonuçlarından değeri yüksek olanı alınır.

Kullanılan Cihazlar/Aparatlar;

1. Buhar yoluyla sterilizasyon için alet (otoklav): Steril olmayan cam malzeme ve aletleri, ISO 8199'da verilen talimatlara uygun olarak steril edebilen.
2. Su banyosu ve/veya inkübatör: (36±2) ve/veya (44,0±0,5) °C'da termostatla kontrol edilen. pH metre: (± 0,1) doğrulukla ölçen.
3. Membran süzme donanımı: ISO 8199 ile uyumlu olan.
4. Membran süzgeçler: Selüloz esterlerinden oluşan, genellikle 47 mm veya 50 mm çapında, tercihan kare şeklinde bölünmüş ve göz açıklığı en az 0,45 µm oranına eşdeğer bir süzme özelliğı olan.

Süzgeçler, bakteri gelişmesini engelleyen veya bakteri gelişmesini teşvik eden özelliklerden arî olmalı ve kare şeklinde bölmeler için kullanılan mürekkep bakterilerin gelişmesine tesir etmemelidir. Süzgeçler steril değilse, imalatçının talimatlarına uygun olarak steril edilmelidir. Özellikle farklı süzgeç markaları kullanıldığında farklı renkler gelişebileceğinden, membranların her partisi ISO 7704'e uygun olarak, deneye uygunluk açısından denenmelidir.

1. Uçları yuvarlak pensler: Süzgeçlerin tutulması taşınması ve yerleştirilmesi için.
2. Ultraviyole lambası: 254 nm dalga boyunda (düşük basınçlı cıva lambası) olan.
3. Süzgeç pedleri: Çapı en az 47 mm olan.
4. Steril filtre kâğıdı
5. Hazır katı besiyerleri
6. Vakum pompası
7. Distile su
8. Bek Pens
9. Steril pipetler
10. Erlen

Numuneler, ISO 5667-1, ISO 5667-2 ve ISO 5667-3'e uygun olarak alınır ve laboratuvara teslim edilir.

Numunenin hazırlanması için, süzme ve izole besiyerine aşılama, ISO 8199 ve ISO 6887-1'de verilen talimatlar takip edilerek yapılır. Deneye, tercihen numune alınmasından hemen sonra başlanmalıdır. Numuneler besiyeri sıcaklığında (karanlıkta, 25°C'yi aşmayan sıcaklıkta) korunursa numune alındıktan sonra 6 saat içerisinde deneye başlanmalıdır. Olağanüstü şartlar altında numuneler, deneyden 24 saat öncesine kadar (5±3) °C'da korunabilir.

Analizin yapılması birim olarak cfu/100ml veya cfu/250ml (Koloni Oluşturan Birim/Mililitre Hacmi) olarak raporlanmalıdır.

Kullanılan agar ;

m-FC agar ise : 44,5 ± 0.5 °C'de 24 ± 2 saat

m-ENDO agar ise : 35 ± 2 °C'de 24 saat

Membran filtreler gözenek çapları kullanım amacına uygun olarak seçilir.

Örnek;

- Bakteriler için 0,45 µm
- Küfler ve mayalar için 0,65 µm
- Mikrokoklar için 0,20 µm çapında gözenekli filtreler kullanılır.
- Suda, Atık Suda, Deniz Suyunda, Havuz Sularında *E.Coli* Sayısı Analizi
- Hazır alınan m-FC veya m-ENDO agar hazırlanır.
- 0,45 mikronluk filtre filtrasyon düzeneğine yerleştirilir.
- Tüm ekipmanlar otoklavda steril edilir ve bek alevinden geçirilir.
- 100 ml örnek alınır ve filtrasyon sisteminden geçirilir. Gelen numunede seyreltme yapılacak ise aşağıda verilen tabloya göre seyreltme yapılmalıdır. Örneğin 0,1 ml numune kullanılacak ise 0,1 ml numune 100 ml peptonlu su içerisine konulur ve karıştırılır ve filtrasyon sisteminden geçirilir.
- Pens ile filtrasyon düzeneğindeki filtre alınır ve hazır besiyeri kabına konulur.
- m-FC agar ise; 44,5 ± 0.5 °C'de 24 ± 2 saat, m-ENDO agar ise; 35 ± 2 °C'de 24 saat inkübe edilir. (İnkübasyon parametreleri besiyeri üreticisi tarafından önerilmektedir. Bu parametreler, örnek çeşidine, farklı referans standartlara ya da kullanıcı gereksinmelerine göre değişebilir.)

- m-FC agar kullanıldıysa baskın olarak *E.Coli* metalik mavi renkte gözlemlenir, m-ENDO agar kullanıldıysa baskın olarak metalik kırmızı renkte gözlemlenir.

5.5.2 SM 9222 B membran filtre yöntemi

Analizi yapılacak numune, 100 ml koyu renkli steril cam şişede steril koşullarda alınır ve soğuk taşıma yapılarak laboratuara getirilir.

Gelen numunenin beklemeden analizi yapılır. Analizin Yapılması Birim olarak cfu/100ml veya cfu/250ml (Koloni Oluşturan Birim/Mililitre Hacmi) olarak raporlanmalıdır.

Kullanılan agar;

LES Endo agar ise : 35 ± 0.5 °C 24 saat

M Endo Medium : 35 ± 0.5 °C 24 saat

Membran filtreler gözenek çapları kullanım amacına uygun olarak seçilir.

Örnek;

- Bakteriler için 0,45 µm
- Küfler ve mayalar için 0,65 µm
- Mikrokoklar için 0,20 µm çapında gözenekli filtreler kullanılır.

Suda, Atık Suda, İçme Suyunda, Deniz Suyunda, Yüzme Sularında Toplam Koliform Analizi

- Hazır alınan m-FC hazırlanır.
- 0,45 mikronluk filtre filtrasyon düzeneğine yerleştirilir.
- Tüm ekipmanlar otoklavda steril edilir ya da bek alevinden geçirilir.
- 100 ml örnek alınır ve filtrasyon sisteminden geçirilir. Gelen numunede seyreltme yapılacak ise aşağıda verilen tabloya göre seyreltme yapılmalıdır.

Örneğin 0,1 ml numune kullanılacak ise 0,1 ml numune 100 ml destile su içerisine konulur ve karıştırılır ve filtrasyon sisteminden geçirilir.

- Pens ile filtrasyon düzeneğindeki filtre alınır ve hazır besiyer kabına konulur.
- LES Endo agar, M Endo Medium agar ise : 35 ± 0.5 °C 24 saat (İnkübasyon parametreleri besiyer üreticisi tarafından önerilmektedir. Bu parametreler,

örnek çeşidine, farklı referans standartlara ya da kullanıcı gereksinmelerine göre değişebilir.)

- Baskın olarak bulunan bakteriler mavi renkte besiyerinde görülmektedirler.

Uygun besiyeri seçiminde dikkat edilmesi gereken nokta, bakterilerin seçiminde ele alınacak grupların uygun optimum koşullar ve inkübasyon sürecinden geçmektedir. Genel tabirle; Koliform gruplarının varlığının tayini betimlenecekse m-Endo Agar, *E. Coli* amacıyla Coliform Chromogenic Agar, tüm kolonilerin varlığının tanımlanmasında ise Plate Count Agar seçimi yapılmaktadır.

Her şarta uygun besiyerleri ayrı ayrı seçilerek standart prosedürlere uygun içerikleri içerse de, piyasa muadillerinde satış isimleri farklılık gösterebilmektedir. Bunun önüne geçilebilmesi için standart prosedürler kaynak seçiminde açıklayıcı ve tanımlayıcı öğeler içermektedir.

- Hazır alınan m-FC (media-Faecal Coliform) hazırlanır.
- 0,45 mikronluk filtre, filtrasyon düzeneğine yerleştirilir.
- Tüm ekipmanlar otoklavda steril edilir ya da bek alevinden geçirilir.
- 100 ml örnek alınır ve filtrasyon sisteminden geçirilir.
- (Gelen numuneye seyreltme uygulanacak ise bu aşamada yapılmalıdır. Örneğin 0,1 ml numune kullanılacak ise; 0,1 ml numune, 99,9 ml numuneye tamamlanarak son hacim 100 ml olarak elde edilir.)
- 0,1 ml numune 100 ml destile su içerisine konular ve karıştırılır ve filtrasyon sisteminden geçirilir.
- Pens ile filtrasyon düzeneğindeki filtre alınır ve hazır besiyeri kabına konular.
- LES Endo agar, M Endo Medium agar ise 35 ± 0.5 °C , 24 saat inkübe edilir.
- Baskın olarak bulunan Koliform grupları pembe-kiremit rengi veya altın sarısı (besiyerine göre), *E. Coli* ise mavi renkte besiyerinde görülmektedir.



Şekil 5.6: 0,45 µm 47 mm'lik steril membran filtre



Şekil 5.7: 60 mm'lik Rodak Katı Petri Besiyeri Örneği

5.5.3 TS EN ISO 6222 su kalitesi – kültürü yapılabilen organizmaların sayısı

Birçok mikroorganizma türünü barındıran, toprak bitki gibi çeşitli kaynaklardan suya geçen mikroorganizmaların sayılarının tahmini, su kalitesinin tayininde ve denetiminde yararlı bilgi sağlar. Sayımlar, genellikle 36°C ve 22°C'da agar besiyerinde gelişebilen mikroorganizmalarla yapılır.

Koloni sayımları, yeraltı suyu kaynaklarının durumunu ve koagülasyon, filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi su arıtım işlemlerinin etkinliğini tayin etmek için yararlıdır ve su dağıtım sistemlerinin durum ve temizliğinin de göstergesidirler. Koloni sayımlarından bozucu organizmalarla bulaşmış ürünlerden kaçınmak için az sayıda mikroorganizma içermesi gereken suların, gıda hazırlamada ve içme suyu olarak kullanımı durumunda, bu tip suların uygunluğunu tespit etmek içinde yararlanılabilir.

Koloni sayımlarının ana değeri, sık ve uzun dönemli izlemeyi temel alarak beklenen değışimlerin tespit edilmesi esasına dayanır. Sayımdaki ani artış ciddi kirlenmeler için erken bir uyarıcı olabilir ve derhal yeni araştırmaları mecburi kılar.

Bu standart, suda yaşayan ve kùltürü yapılabilen mikroorganizmaların, 36°C ve 22°C’da aerobik inkübasyondan sonra agar besiyerinde oluşan kolonilerinin sayılmasına dair bir metodu kapsar.

Bu metot, şehir içme suyu arıtım işlemlerinin etkinliğini ölçmeye yöneliktir ve bütün su tiplerine uygulanabilir. Metot özellikle kapalı muhafaza kaplarında tutulan ve doğal mineral sular gibi insanların tüketeceği tüketimine yönelik suyun incelenmesi için uygundur.

Metodun prensibi, numunenin ölçülmüş hacimleri veya seyreltilmiş numunenin, petri kaplarındaki özel besiyeriyle karıştırılarak aşılanmasıdır. Bir petri grubunda inkübasyon süresi 36°C’da 44 saat diğerinde 22°C’da 68 saattir.

Koloni oluşturun birimlerin (cfu) sayısı , numunenin bir mililitresi başına besiyeri ortamında oluşan kolonilerin sayısından hesaplanır.

- Buharla sterilizasyon için cihaz (otoklav)
- İnkübatör Sıcaklığı (36 ± 2)°C’da muhafaza edilebilen,
- İnkübatör Sıcaklığı (22 ±2)°C’da muhafaza edilebilen,
- Cam veya plâstik petri kapları Çapı 90 mm veya 100 mm olan,
- Su banyosu veya benzer bir cihaz, sıcaklığı (45 ± 1)°C’da tutulabilen.
- Koloni sayma ekipmanı Karanlık zemine karşı aydınlatmalı, luplu ve tercihen mekanik

veya elektronik dijital sayıcısı olan.

Numunenin hazırlanması, seyreltmelerin yapılması ve besiyerine aşılama ISO 8199, EN ISO 5667-3 ve ISO 6887’ye göre yapılır.

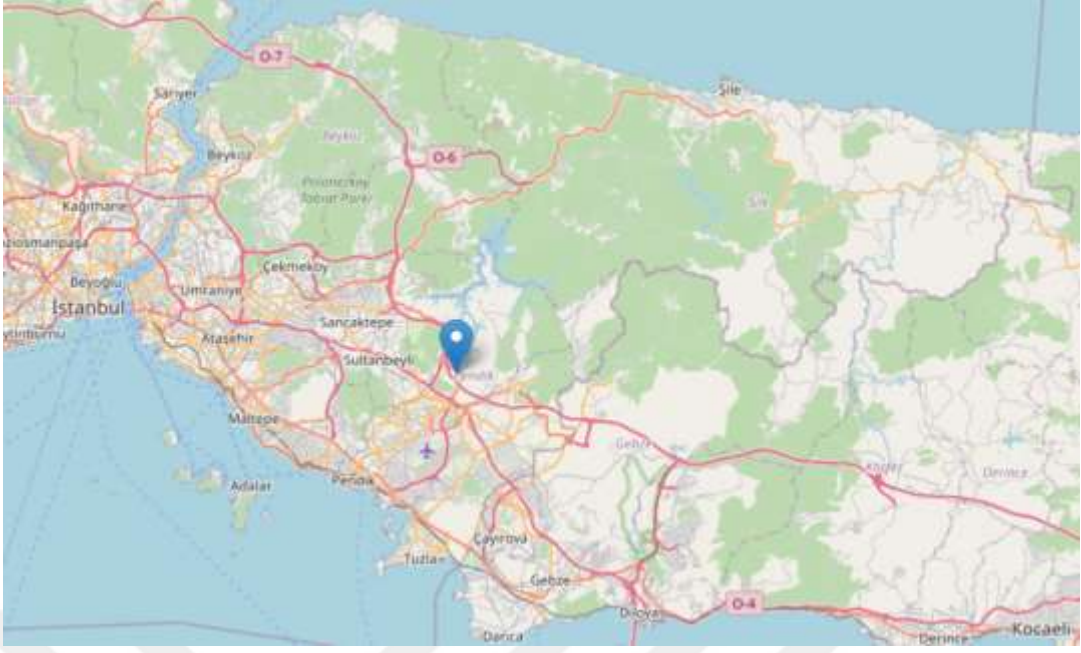
Dökme plâk metodu kullanılır (ISO 8199). Petri kaplarındaki deney numunesinin hacmi (veya seyreltilmiş hacmi) 2 mL’yi aşmayacak şekilde eritilmiş maya özütü agar besiyerinin 15 mL-20 mL’sine ilâve edilir ve yavaşca döndürerek dikkatlice karıştırılır, besiyeri bekletilir. Deney numunesinin (veya seyreltilmişinin) ilâvesi ve eritilmiş besiyerinin ilâve edilmesi arasındaki zaman 15 dakikayı geçmemelidir. Her bir sıcaklıkta inkübasyon için en az bir petri plâğına aşılama yapılır.

Petri plâkları ters çevrilerek bir grup $(36 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 'da (44 ± 4) saat süreyle; diğer bir grup ise $(22 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'da (68 ± 4) saat süreyle inkübasyona bırakılır. Petri plâkları inkübatörden alınır alınmaz incelenir. Bu mümkün değilse $(5\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 'da muhafaza edilir ve 48 saat içerisinde incelenir. Düzensiz büyüme görülen kaplar iptal edilir. İnkübasyonun her bir sıcaklığı için ISO 8199'da belirtilen işlemleri takiben her bir petri plâğında büyüyen koloniler sayılır ve numunenin 1 mL'sinde mevcut koloni oluşturan birimlerin tahmini sayısı hesaplanır.

Sonuçlar, her bir inkübasyon sıcaklığı için numunenin her bir mililitresi için koloni oluşturan birimlerin sayısı cinsinden (cfu/mL) ifade edilir.

Seyreltilmemiş numunenin deneyde kullanılan kısmının aşılandığı kaplarda koloniler oluşmamışsa, sonuçlar bir mililitrede 1 koloni oluşturan birimden daha az olarak ifade edilir. Çok yüksek seyreltmeler kullanılarak aşılana kaplarda 300'den fazla koloni varsa, sonuçlar 300 şeklinde yaklaşık olarak ifade edilir.





Şekil 6.2: İstanbul Haritası Üzerinde Kurnaköy'ün Konumu

Kaynak: (<https://www.google.com/maps>)



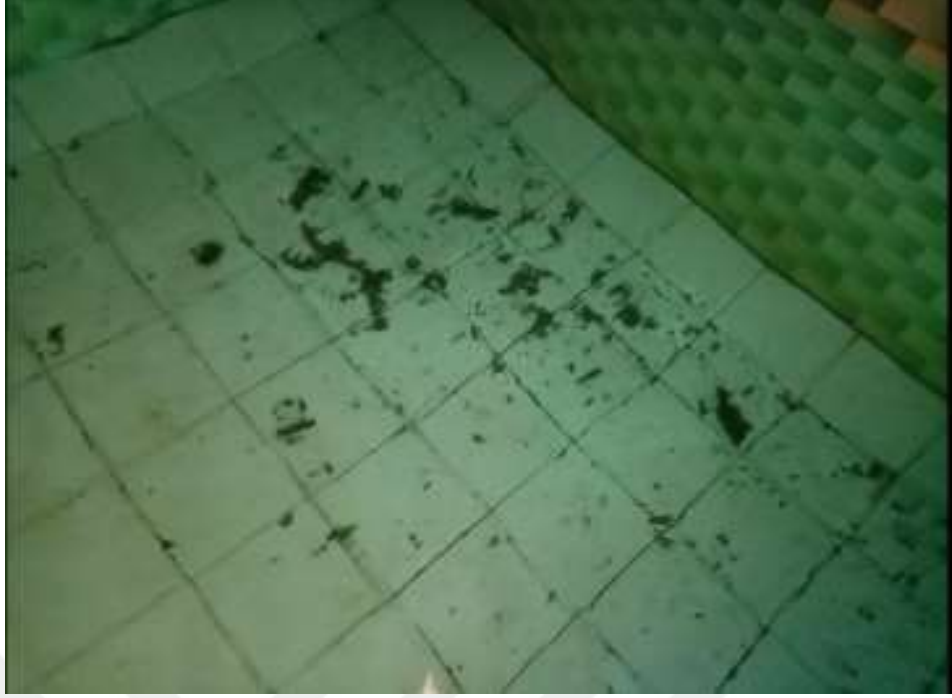
Şekil 6.3: Kurnaköy'de Bulunan Çeşmeden Bir Görüntü



Şekil 6.4: Kurnaköy’de Bulunan Çeşmeden Suyun Pet Şişelere Transfer Edilişinden Bir Görüntü



Şekil 6.5: Kurnaköy’de İşyerlerine Ait Araçlarla, Pet Şişelerle Su Temin Edilişinden Bir Görüntü



Şekil 6. 6: Kurnaköy’de Bulunan Su Deposunun İçinden Bir Görüntü

6.2 Metod

Bakteriyelolojik analizler yapılmak üzere alınan numunelerden biri hem kaynaktan hem de eş zamanlı olarak çeşmeden alındı, sonraki numunelere halka satışa sunulan çeşmeden alınmak suretiyle devam edildi.

Alınan numunelerin analizi TS EN ISO 9308-1 Standardına uygun olarak ‘Membran Filtre Yöntemi’ ile yapıldı. Bir besiyerine yerleştirilen membran ile içme suyundaki mikrobiyolojik kirlenmenin tespiti yapıldı.

6.2.1 Örneklerin toplanması

Bu çalışmada İstanbul İli Pendik İlçesi Kurnaköyü’nde bulunan kuyudan pompa vasıtasıyla köy içerisinde bulunan çeşmeye alarak, halka sunulan suyun bakteriyolojik olarak kirlilik durumunu ortaya çıkarmak amacı ile, 26.07.2019, 19.12.2019, 01.12.2020 ve 15.12.2021 tarihlerinde toplam dört kez, bir adet kuyudan ve dört adet çeşmeden olmak suretiyle numuneler alındı.

Su örnekleri alınırken TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik hükümleri dahilinde hareket edildi. Numuneler, 1000 ml’lik sodyum tiyosülfat içeren steril kaplarda muhafaza edildi. Analizler AB-0315-T akreditasyon numaralı Barem Çevre Laboratuvarı’nda yapıldı.



Şekil 6.7: Dikey Biyogünvelikli Laminar Flow Kabin

6.3 Potasyum İyodür ve İyottan, İyodür Solüsyonu Hazırlanması

%2'lik stok İyodür solüsyon hazırlamak için;

- Potasyum İyodür (KI) 100 gram
- İyot (I) 50 gram

İyot dolüsyonunun hazırlanmasında, saf (konsantrasyonu bilinen, pür-katıksız) haldeki kiyasal içeren katı iyot hassas terazide tartılır. Toplamda 150 gr katı madde plastik küvet içeirisnde tartıldıktan sonra, bir miktar distile su içeren balon jøjeye konulur ve distile su içerisinde çözülür.

Distile su ile 1000 ml'ye kadar seyreltilir. Çözelti koyu renkli bir şişede saklanır.



Şekil 6.8: Katı Haldeki Stok İyotun Hassas Terazide Tartımı



Şekil 6.9: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları

Potasyum İyodür Ve İyot, Jojeye Konulur Ve Bir Miktar Distile Su İçerisinde Çözülür.



Şekil 6.10: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları. Distile Su İçerisinde Katı Madde Çözdürülmüş %2'lik Potasyum İyodür Çözeltisi



Şekil 6.11: İyottan İyodür Solüsyonu Hazırlanması Basamakları

%2 Lik potasyum iyodür çözeltisinin distile su ile 100 kat ve 10000 kat seyreltilmiş halleri



Şekil 6.12: İyodür Solüsyonu İçeren Seyreltmeler

%2 lik Potasyum İyodür çözeltisinin distile su ile 100 kat ve 10000 kat seyreltilmiş halleri ve dezenfeksiyon için hazırlanan son stok hacimleri

İyot miktarının günlük tüketilebilir sınır değerleri olan 100–300 µg içerisinde kalması için %2'lik stok çözeltiden iyot miktarının sınır değerlerinin altına indirilmesi hedeflenir. %2'lik Potasyum İyodür ardışık seyreltmeler yapılarak limit değerler, tavsiye edilen tüketim miktarının altına düşürülmüştür.

Kuyudan aldığımız ve ham su olarak adlandırdığımız su ile içeriğinde %0,00002 iyot ve potasyum iyodür içeren, 1000 ml hacmindeki İyodür Solüsyonunun hazırlanışı aşağıdaki gibidir;

% 2 lik hazırlanana stoktan, 1 ml alındı, 1000 ml'ye distile su ile tamamlanarak ikinci ara stok çözelti hazırlanmıştır.

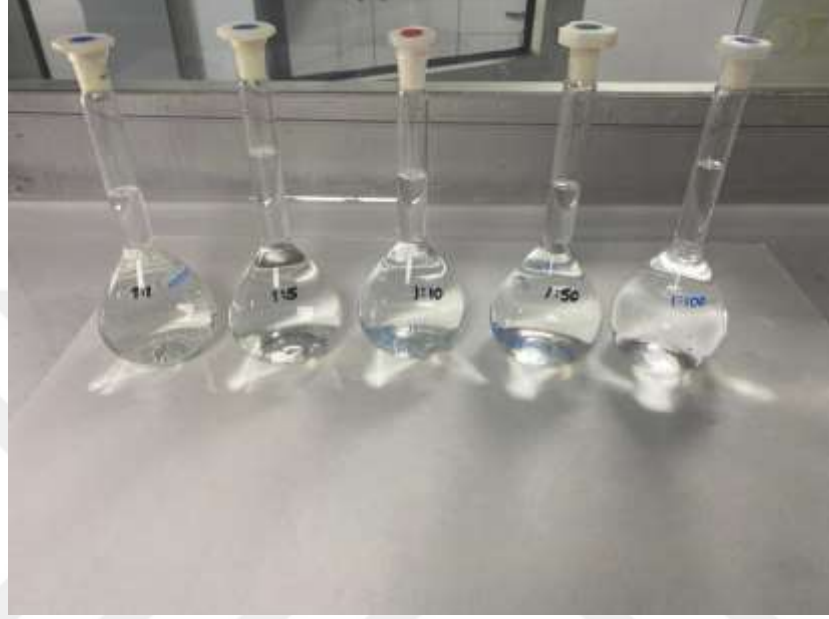
% 0,02 lik ikinci ara çözelti hazırlanmıştır.

Hazırlanan stok çözeltiden, bakteriyolojik açıdan verimliliği takip edebilmek amacıyla ardışık çözeltiler hazırlanarak teste tabii tutulmuştur.

- 1:1 (125ml ham su + 125 ml % 0,01 lik iyodür solüsyonu),
- 1:5 (50 ml ham su + 200 ml % 0,004 lük iyodür solüsyonu),
- 1:10 (25 ml ham su + 225 ml % 0,002 lik iyodür solüsyonu),

- 1:25 (10ml ham su + 122,5ml % 0,0008 lik iyodür solüsyonu),
- 1:50 (5 ml ham su + 245 ml % 0,0004 lük iyodür solüsyonu)
- 1:100 (2,5 ml ham su + 247,5 ml % 0,0002 lik iyodür solüsyonu)

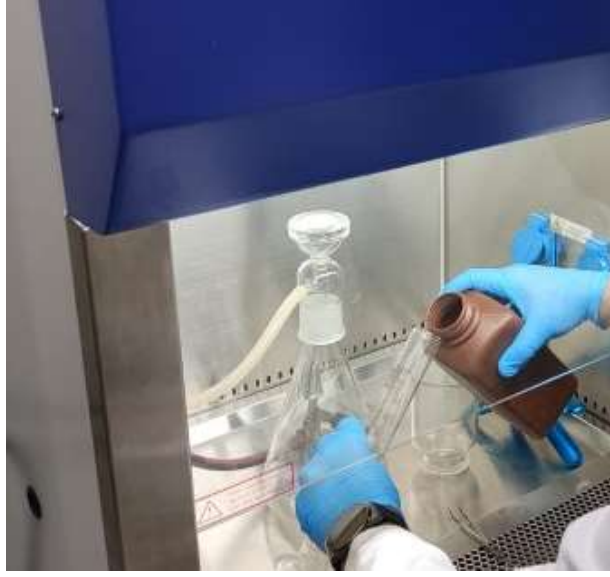
oranında seyreltilerek Membran Filtre Metodu (TS EN ISO 9308-1) ile analize hazırlandı. 37 derecelik etüvde 24 saat bakteri üremesi için beklendi.



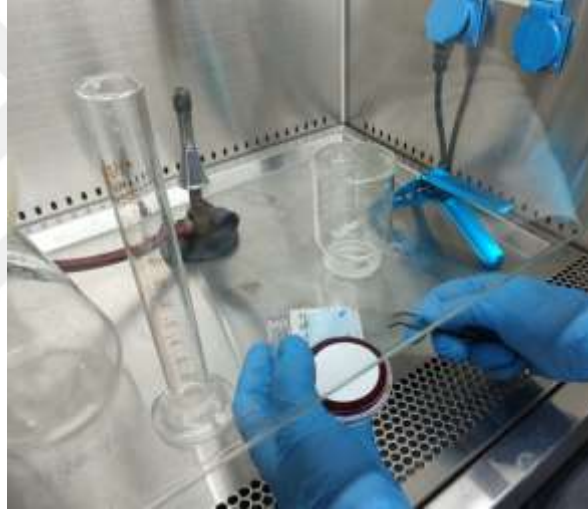
Şekil 6.13: Ardışık Seyreltmelerle Elde Edilmiş Çözelti Örnekleri

6.4 Bakteriyolojik Analizlerin Yapılması

Mikrobiyolojik Analiz Parametreleri Amacıyla Numune Alımı (TS ISO EN 19458:2006)' Metoduna uygun olarak alınmış olan numuneler TS EN ISO 9308-1 Standardına uygun olarak analiz edilmek üzere laboratuvara kabul edildi. Analizlere, CCA Chromogenic Coliform Agar ve bakteriler için uygun olarak 0,45 µm'lik, 47 mm membran filtre kullanılarak başlandı. Numune seyreltme işlemi yüksek bakteri muhtevası olduğu düşünülen numunelerde besiyeri tamponunu geçmemek için peptonlu su ile oransal olarak yapıldı.



Şekil 6.14: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri



Şekil 6.15: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri



Şekil 6.16: Laminar Flow Biyogüvenlik Kabininde Ekim İşlemleri

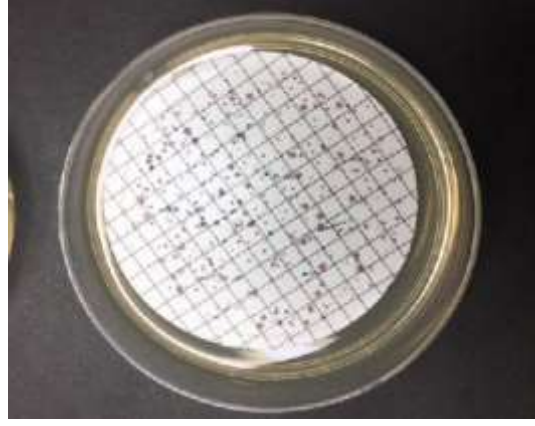
100ml su örneği, süzme aparatının üzerine konulan steril membran filtre yardımıyla süzöldü. Bu işlem sayesinde, çapları 0,45 mikrondan büyük olan bakteriler filtreden geçemeyerek filtrede tutundu. Daha sonra süzölerek bakterilerin tutunmasına yardımcı olan filtre, tanılama amacıyla kullanılacak olan besiyerine konularak standardın belirlediği uygun optimum koşullarda inkübasyona işlemine bırakıldı.



Şekil 6.17: İnkübatör Genel Görüntüsü

35±2 °C’de 24 saat inkübasyon sonunda *E. Coli* mavi bir alanla çevrili mavi koloniler, Enterobacter cinsi bakteriler dar, sarı bir alanla çevrili portakal rengi koloniler şeklinde gelişti. Koliformların kolonileri kırmızı renklidir ve membran filtre altında sarı noktalara sahiptirler. ISO 9308-1’e göre membran filtre altında sarı renk gösteren tüm koloniler pozitif olarak sayılırlar. İnkübasyonda geçen süre zarfının sonunda, besiyerindeki besinleri yapısında kullanan bakteri grubu, membran filtre üzerinde gelişerek renklenme gösterdi. Ayrım ve gelişim işleminin sonunda renklenen ve standarda uygun tanımlanan koloniler değerlendirmeye alındı.

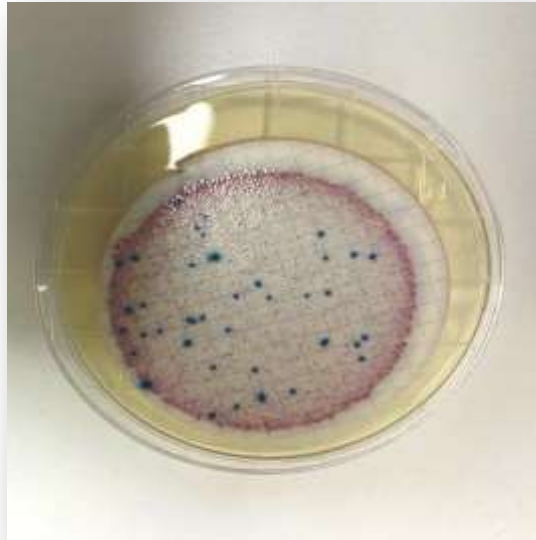
0,45 µm; beyaz zemin üzerine yeşil çizgi ile karelendirilmiş membran filtre ile kullanıldı. *E. Coli* sarı bir alanla çevrili mavi koloniler, Enterobacter cinsi bakteriler dar, sarı bir alanla çevrili portakal rengi koloniler şeklinde gelişti. Koliformların kolonileri, besiyeri çeşidine göre kırmızı-pembe-altın sarısı renklidir ve membran filtre altında sarı noktalara sahiptir.



Şekil 6.18: Koliform Bakterinin Besiyerinde Görünümü (Aralık 2019)



Şekil 6.19: Koliform Bakterinin ve *Escherichia Coli*'nin Besiyerinde Görünümü (Kasım 2020)



Şekil 6.20: Koliform Bakterinin ve *Escherichia Coli*'nin Besiyerinde Görünümü (Aralık 2021)

Çizelge 6.1: Nokta Kaynaklarından Alınan Dönemsel Örneklerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Alma Noktaları	Numune Alma Tarihleri			
	Ağu.19	Ara.19	Kas.20	Kas.21
	E.coli	E.coli	E.coli	E.coli
Kaynak	815	-	-	-
Çeşme	332	625	252	680

6.5 Kimyasal Analizler

6.5.1 Islak analizler

6.5.1.1 pH analizi

Suyun pH değeri, içeriğinin asidik veya bazik durumunu ifade eden ölçü birimidir. Suyun pH değeri 0-14 arası değişmektedir. 0 - 7 arası asidik, 7- 14 arası ise bazik su anlamına gelmekte olup, 7 nötr bir derecedir. Suyun pH derecesi, sudaki Hidrojen H⁺ iyonları konsantrasyonunun negatif logaritmasıyla 10-pH orantılıdır ve 0-14 aralığında bir skalayla ölçülür. Saf suyun hidrojen iyonları H⁺ konsantrasyonu, hidroksit OH⁻ iyonları konsantrasyonuna eşit ise pH derecesi de nötr, yani 7'dir. Asidik özellikli sularda pH 0-7 aralığı H⁺ iyonları OH⁻ iyonlarından daha fazla, bazik özellikli sularda ise pH 7-14 aralığı OH⁻ iyonları H⁺ iyonlarından daha fazla bulunur.

Standart Methods Waste Water for Examination 4500 – H⁺

Sularda pH numune alınırken herhangi bir soğutma işlemine sokulmadan ölçülür. pH sıcaklığa bağlıdır ve sulara kolaylıkla değişebilir. Bunun için ağzı açılan bir su numunesinde derhal pH ölçümü yapılmalıdır. Ölçülen pH'ın numunenin gerçek pH'ını karakterize etmesi için numunelerin usulüne uygun olarak alınması gerekmektedir. Numunenin alındığı şişenin üzerinde hava kabarcığı kalmamalı; suda çözülmüş gazlar kaybedilmeden deney yapılmalı, numunede ani sıcaklık değişimleri olmamalıdır.

- Elektrot, ölçüme başlamadan önce saf su ile yıkanır.
- Elektrotlar kurularak manyetik karıştırıcı üzerine konan tercihen polietilen veya teflon bir beherdeki numunenin içine batırılır ve pH değeri ölçülür.

pH 7 ve 4 ve 10 standard çözeltilerine karşı kalibrasyonu yapılmış pH metre ile çalışma yapılır.

6.5.1.2 İletkenlik analizi

İletkenlik sulu çözeltilerin elektrik akımı taşıma kabiliyetlerini ölçmeye yarayan bir parametredir.

Bu kabiliyet iyonların varlığına; toplam konsantrasyonları, hareketlilikleri ve değerlilikleri ve ölçüm sıcaklığına bağlıdır. En fazla inorganik bileşiklerin çözeltileri nispeten iyi iletkenlerdir. Aksine organik bileşiklerin molekülleri sulu çözeltilerde ayrılmayanlar akımı çok zayıf iletirler. Bu metot, tanımlanmış numunenin elektrik akımını iletme kapasitesinin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. İletkenlik, numune içindeki iyon konsantrasyonuna, toplam konsantrasyona, hareketliliğine ve sıcaklığına bağlıdır. İletkenlik birimi olarak mS/m kullanılmaktadır. $1\text{mS/m}=10\mu\text{hos/cm}$ ve $1\mu\text{S/cm}=1\mu\text{mho/cm}$ kullanılır.

İletkenlik hücresi en az üç kez 0,01 M KCl ile yıkandı, Sıcaklık $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ olarak ayarlandıktan sonra iletkenlik Ohms olarak ölçüldü. Bu şekilde hücre sabiti değeri aşağıdaki formüle uygun olarak hesaplandı ve sıcaklık değeri not edildi.

Hücre direnci sabiti hesabı:

$$C, \text{cm}^{-1} = (0,001412 * R_{\text{KCL}}) * (1+0,0191*(t-25))$$

R_{KCl} : Ölçülen direnç, ohm

t : Gözlemlenen sıcaklık, °C

İletkenlik ölçerler genellikle iletkenliği doğrudan gösterir. Ticari proplar genellikle bir sıcaklık sensörü içerir. Bu tür aletlerle, probu yukarıdaki gibi 0,0100 M KCl ile üç kez durulanır. Sıcaklık kadranı $0,0191 \text{ C}^{-1}$ e ayarlanır. Standart KCl solüsyonunda prop ile, sayaç 1412 $\mu\text{mho/cm}$ okuyacak şekilde ayarlanır. Bu prosedür, sayacın içindeki hücre sabitini otomatik olarak ayarlar.

6.5.1.3 Sertlik analizi

Sertlik; sudaki çözülmüş kalsiyum ve magnezyum miktarıdır. Sert su çözülmüş kalsiyum ve magnezyum mineralleri açısından zengindir.

Belirli metal katyonlarının bir çözeltisine Etilendiamintetraasetik asit veya bu maddenin sodyum tuzları (EDTA) ilave edildiği zaman çözünebilir bir kompleks oluşur. pH'ı 10 ± 0.1 olan ve kalsiyum ve magnezyum iyonları içeren sulu bir çözeltiye az miktarda Eriochrome Blank T ya da Calgamite gibi boyalar katıldığında

çözelti şarap kırmızısı rengini alır. Eğer EDTA titrant olarak katılırsa kalsiyum ve magnezyum kompleks bir yapı oluşturur ve çözelti şarap kırmızısından maviye dönüşür ve bu renk dönüşümü titrasyonun dönüm noktasını belirler.

Method; SM 2340 C EDTA Titrimetrik Yöntemi

Analizi yapılacak olan sudan 25 ml alınır ve titrasyona uygun olan cam behere konur. Burada numune, 50 ml'ye seyreltilerek pH 10'a ayarlamak üzere, 1-2 damla tampon çözelti ilave edilir. Bu aşamada renk değişimi su renginde kırmızısı renk gözlemlenmelidir. Kesin bir renk değişiminin olmaması, inhibitöre gereksinim olduğunu veya indikatörün bozulduğunu işaret eder. Bu durumda tampon çözelti tekrar taze olarak hazırlanır. 1-2 damla indikatör çözelti ilave edilerek EDTA standardı ile titre edilir. EDTA standardı kırmızı renk kaybolana kadar sürekli dairesel karıştırma ile yavaşça eklenir. Son birkaç damla 3-5 saniye aralıklarla eklenir. Mavi renk son dönüm noktasıdır.

Sertlik (EDTA) mg/L CaCO₃ = (AxBx1000)/Örnek (ml)

A= Numunenin titrasyonu için harcanan ml EDTA

B= 1 ml EDTA çözeltisinin mg CaCO₃ eşdeğeridir.

6.5.1.4 Bulanıklık analizi

Bulanıklık, suların ışık geçirgenliğinin bir ölçüsüdür. Bulanıklığın nedeni, suyun içindeki askıda maddeler ve çözünmüş organik maddeler olabileceği gibi, gözle görünecek kadar büyük tortulara kadar her şey olabilir.

Ölçüm Metodu: Nispi nefelometrik sinyal (90°) saçılan ışığın iletilen ışığa oranı

Bulanıklığın ölçülmesinde Hach Lange 2100P analiz cihazı kullanılarak tayin yapılır.

Temiz bir kaptanumune toplanır. Numune küveti üst kısmından tutmaya dikkat edilerek, bir numune hücresi çizgiye kadar (yaklaşık 15 mL) doldurulur. Küvet üzerinde su damlacıklarını ve parmak izlerini yok etmek için hücre yumuşak, tiftiksiz bir bezle silinir. I/O (Açma-Kapama) tuşuna basılır ve cihaz açılır. Küvetin üzerinde bulunan siyah baklava şekli veya oryantasyon işareti, kabartılı oryantasyon işareti ile aynı hizaya gelecek şekilde numune hücresini cihazın hücre kompartımanına konulur. "RANGE" tuşuna basarak elle veya otomatik aralık seçimini yapılır. Otomatik aralık seçildiğinde gösterge; "AUTO RNG" gösterecektir. "SIGNAL

AVERAGE” tuşuna basarak, sinyal ortalama modu seçilir. Cihaz sinyal ortalama modunu kullandığı zaman, göstergede SIG AVG görünecektir. Daha sonra “READ” tuşuna basılır. Okuma işlemi başladığında gösterge ---- NTU gösterir, ardından NTU olarak turbidite değeri gösterilir. Lamba sembolü sönünce turbidite kaydedilir.

6.5.1.5 Sülfat analizi

Kullanılan metod, “21. Baskı, Su ve Atıksu Muayenesi İçin Standart Yöntemler (2005)” standart kaynağında, Metod 4500 SO₄⁻² türbidimetrik yöntemdir.

Metot optik analize dayanmaktadır. Sülfat iyonları (SO₄⁻²) asidik ortamda baryum klorür (BaSO₄) süspansiyonun ışık absorpsiyonu bir fotometre ile ölçülür ve SO₄ standart eğrideki değerle karşılaştırılarak belirlenir. Bu yöntem SO₄⁻² konsantrasyonu 40 mg /L kadar olan sular için uygundur. Bu metot için tayin alt limit sınırı 1 mg / L ‘dir.

Baryum Klorür bulanıklık oluşumu 100 ml örnek ölçülür, veya uygun bir kısım alınıp 100 ml ‘ye tamamlanıp 250 ml’lik erlene konulur. Üzerine 20 ml tampon çözelti ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırılır. 1 çay kaşığı BaCl₂ karıştırılırken eklenir ve hemen zaman tutulmaya başlanır.

Baryum Sülfat bulanıklığının ölçümü: Karıştırma işlemi bittikten sonra, çözelti spektrofotometrenin absorpsiyon hücreğine alınır. 5±0,5 dakika aralığında bulanıklığı ölçülür.

6.5.1.6 Renk analizi

Su esas olarak renksizdir. Suyun farklı renklere girmesi, içinde katkı maddeleri, suyu kirletici maddeler ve buna benzer sebeplere bağlıdır.

Renk, standart olarak platin-kobalt çözeltileri ile 450 ile 465 nm arasındaki bir dalga boyunda spektrofotometrik olarak belirlenir. Spektrofotometrik platin-kobalt yöntemi, doğal sulara, içme sularına ve evsel / endüstriyel atık sulara uygulanabilir.

Numunenin Hazırlanması:

Renk analizinde sıcaklık ve pH dengesi önemli olduğunda numune pH’ı kontrol edilir. 4 ila 10 aralığının dışındaysa, tercihen numune pH 7’ye ayarlanır. Gerçek renk ölçülecekse, 0,45mikron, 47 mm membran filtreden numune süzülerek partiküllerden

ve askıdaki maddelerden arındırılır. Yaklaşık 25 mL numune süzülür ve süzüntü renk analizi için erlen kabına aktarılır.

Spektrofotometrik Ölçümlerde, standart eğriyi geliştirmek için kullanılan aynı ayarda dalga boyu ayarlanır; hücre yolu uzunluğunun standart eğri için kullanılanla test için uygulanacak numunenin aynı olduğundan emin olunur. Bir spektrofotometre küveti (50mm Kuvars Cam) distile suyla doldurulur ve cihaz sıfırlanır. Küvet spektrofotometreye yerleştirilir ve 456 nm dalga boyunda absorbans değeri okunur. Absorbans okumaları, belirli dalga boyunda standart eğri kullanılarak numune rengi belirlenir. Renk için önceden programlanmış kalibrasyon eğrilerine sahip spektrofotometreler için sıfır alet ve üreticinin talimatlarına göre numune ölçümleri alınır.

Renk Ölçüm Metotlarında ise, Lab-ölçek MBR sistemi ile arıtılabilirlik çalışmaları kapsamında renk parametresi 4 farklı ölçüm metodu kullanılarak ölçülmüştür. Bunlar ADMI (American Dye Manufacturers Institute), Pt-Co, Alan ve RES'dir

Biz renk ölçümünü Pt-Co ölçümü olarak aldık. Cihaz kalibrasyonunun okuma aralığı 5-100 pt-co cinsindedir. Örnek olarak 5 pt-co'nun Abs (Absorbans) spektrumu 0,005'dir. Bu değer altındaki sonuçlar <5 pt-co olarak raporlanır.

6.5.2 Enstrümental analizler

6.5.2.1 Ağır metal analizi (EPA 6020 B (ICP MS ile analiz))

a. Kalibrasyon Eğrisinin Çizilmesi

Kalibrasyon eğrisi, tercihen beş noktalı olarak çizilir. Karışıma sebep olabilecek elementler birbirinden ayrılarak kalibrasyon eğrisi hazırlanarak çizilir. Kalibrasyon eğrisi dışında kalan numune konsantrasyonları için seyreltme uygulanır.

b. ICP MS ile Analiz

ICP-MS cihazı açılır ve gerekli kontrolleri yapılır ve gaz akışları açılarak cihazın analiz için stabil hale gelmesi beklenir. Bu süre yaklaşık 30 dakikadır.

Çalışma Prensipleri;

ICP-MS Inductively coupled plasma- Mass spectrometry, induktif eşleşmiş plazma- Kütle Spektrometresi iki ölçüm ünitesinin birleşiminden oluşmuş bir analiz cihazıdır.

Numunedeki elementler ICP bölümünde iyonları haline getirilirler ve daha sonra kütle spektrometresinde kütle/yük oranlarına göre ayrıştırılmaya tabii tutulurlar.

- 1) Cihazda önce Tune-B çözeltisi ile performans kontrol yapılarak rapor halinde kaydedilir
- 2) İlgili metod ve Labbook sayfaları oluşturulur
- 3) Tüm çalışılacak çözeltiler ve numuneler, tanımlandığı gibi autosampler'a yerleştirilir
- 4) Performans kontrolde, cihaz tanımlı olan tüm kriterler için 'PASSED '(geçti) ya da 'FAILED'(kaldı) şeklinde uyarı verir
- 5) 'PASSED' olduğunda cihaz performansı, çalışmalara uygundur ve metot 'RUN' edilir. 'FAILED' olduğunda tune çözeltisi kullanılarak, cihaz tune edilir ve 'PASSED' ifadesi görüldüğünde cihaz çalışmalara uygun hale gelmiş demektir. Metot 'RUN' edilir
- 6) Önce kalibrasyon çözeltileri okutulur, ardından doğrulama çözeltisi analiz edilir. Uygun değerler elde edildiğinde analiz edilecek numuneler çalışılır
- 7) Sonuçlar, Analiz Laboratuvarı'nda mg/L cinsinden rapor edilir
- 8) Numune derişimleri anlamsız değerler şeklinde ise (cihaz anlamlı sinyal alamadığı elementlerin derişimini negatif sayılar ile ifade etmektedir) 'sıfır' olarak algılanmalıdır
- 9) Cihaz tarafından anlamlı bir değer olarak belirlenmiş olan numune derişimleri ise virgülden sonra anlamlı 3 rakam şeklinde rapor edilir. Sonuç, ilgili element için belirlenen LOQ değerinden küçük ise '< LOQ ' şeklinde belirtilerek rapor edilir. Analizler boyunca elde edilen doğrulama verileri örnek verilerinin niteliğini belirtir ve örnek sonuçları ile birlikte verilmelidir. Numune seyreltilmişse, bulunan sonuç aşağıdaki seyreltme faktörü (SF) ile çarpılır
- 10) Raporlama Birimi, Analiz Laboratuvarı'ndan gelen verileri kullanarak sonuç verir.

6.6 Bulgular

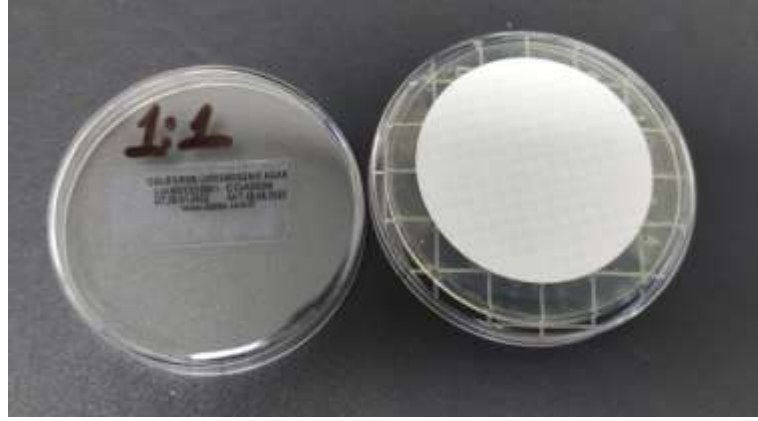
Kurnaköy'de kaynaktan gelen su 50 m³ 'lük depoda ara depolama yapılarak çeşmeden boşaltımı sağlanmaktadır. Farklı tarihlerde kaynaktan 1 adet numune, çeşmeden 4 adet numune bakteriyolojik kirlilik araştırması için alındı. Bakteriyolojik analiz sonuçlarına göre; tüm numunelerde kirlilik tespit edildi. İçme suyu olarak sunulan suyun dezenfeksiyonu uygun şekilde yapılmadığı belirlendi. TS 266'ya göre Kurnaköy'ün kaynak sularının genel olarak kirli yük barındırdığı tespit edilmiştir. Kaynağından gelmesi sebebiyle toplum arasında temiz olduğu kabul görülen su, vatandaşlar ve işletmeler tarafından şişelere doldurularak evlere ve işyerlerine tüketim amaçlı taşınmaları uzun yıllardır devam etmektedir.

Aralık 2019 tarihinde yapılan mikrobiyolojik çalışmada, suyun sıcaklığı, ortam yüklerinin ve canlılık faaliyetlerinin doğada azalacağı varsayılarak yalnızca Fekal orijin kökenli kaynak belirteci olan *Esheria Coli* bakterisinin varlığı araştırıldı. Netice olarak, Kaynağın kendisine, dış kaynaklardan atık bulaştığı varsayımından yola çıkılarak analiz sonuçlarıyla desteklendi.

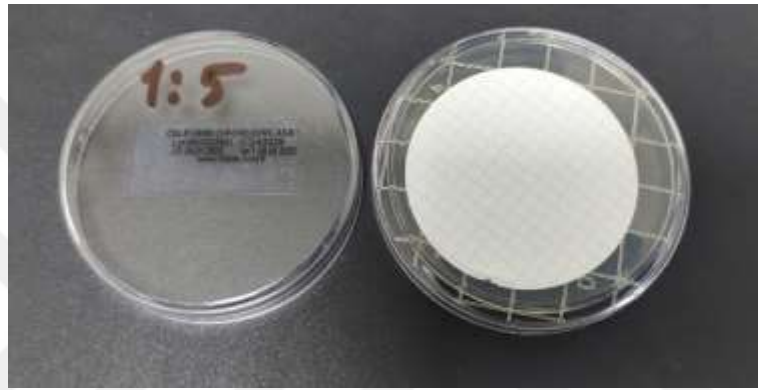
Kaynak suyundaki *E. Coli* varlığı, 22°C ve 37°C'de üreyebilecek diğer koloni gruplarının da varlığına ışık tutmaktadır.

Fekal kirliticilerin mevsimler ve dönemsel olarak takip edilmesiyle elde edilen bulgularda, Kasım 2020-21 yıllarında aynı kaynaktan alınan örneklerde, yine taşıyıcı Fekal kirliliğin izlerine rastlandı. Bu da, suyun dönemsel olarak değil, kaynağın kendisine doğrudan bir kirlilik yükünün sürekli akışına işaret etmektedir.

Suda bulunan Koliform Bakterilerin giderilmesi çalışmasında sadece Kurnaköy değil, kendi kuyusunu açmış ve kaynak suyu kullanan başka işyerlerine de, suya tablet klor atma ya da sıklıkla kullanılan diğer dezenfeksiyon yöntemleri haricinde bir yöntem belirlemek, suyun tadını ya da kokusunu değiştirmeden, yan ürün üretmeden, kurulumu ve kullanımı kolay bir dezenfeksiyon yöntemi tasarlamak ve önermek çalışmalarımıza öncülük etmektedir.



Şekil 6.21: 1:1 Seyreltme Yapılan Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



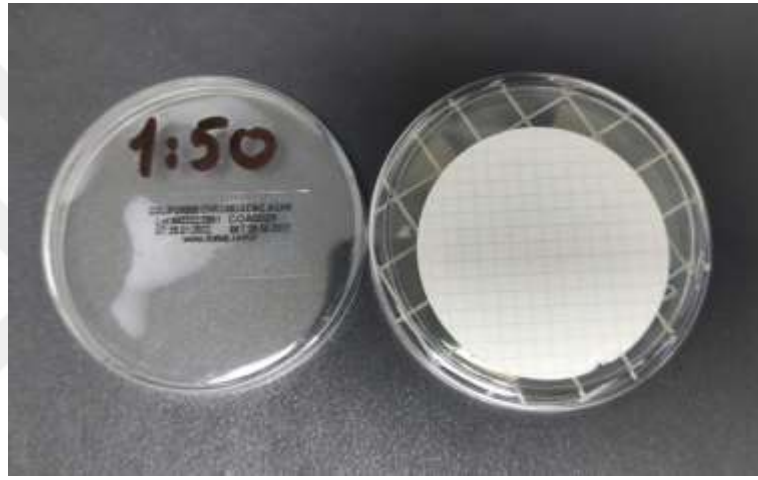
Şekil 6.22: 1:5 Seyreltme Yapılan Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



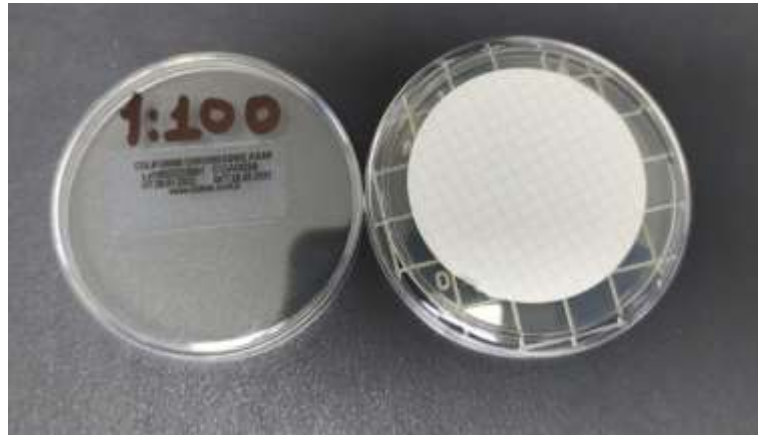
Şekil 6.23: 1:10 Seyreltme Yapılan Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.24: 1:25 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.25: 1:50 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.26: 1:100 Seyreltme Yapılan Örneğin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.27: 1:1 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.28: 1:5 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.29: 1:10 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.30: 1:25 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.31: 1:50 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.32: 1:100 Seyreltme Yapılan Yayma Plak (Koloni Sayımı) Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.33: 1:1 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.34: 1:5 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.35: 1:10 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.36: 1:25 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.37: 1:50 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü



Şekil 6.38: 1:100 Seyreltme Yapılan Endo Agar Örneğinin İnkübasyon Sonrası Görünümü

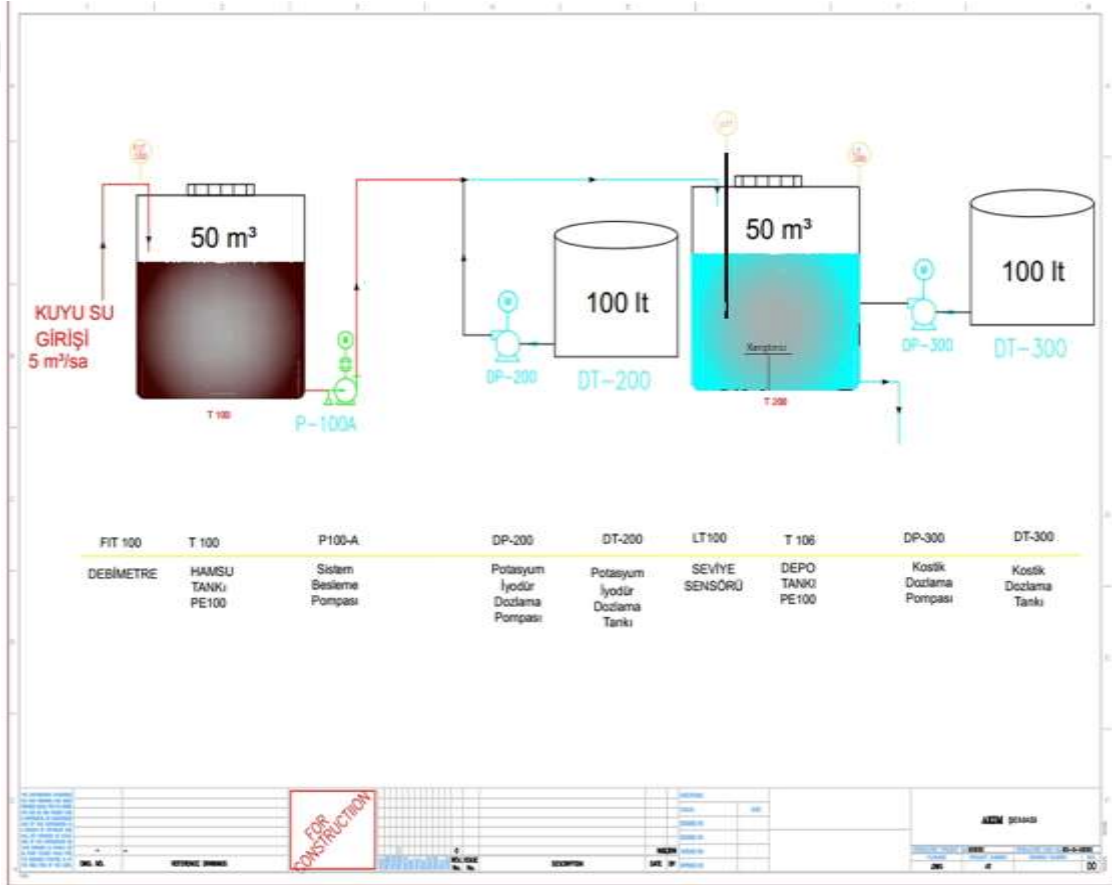
Çizelge 6.2: İçme Suyu Standartlarına Göre, Numunenin İyodür Solüsyonu ile Dezenfekte Edilmeden Önce ve Edildikten Sonraki Analiz Sonuçları

	Birim	Analiz	Ham Su	1:1 seyreltme ile	1:5 seyreltme ile	1:10 seyreltme ile	1:25 seyreltme ile	1:50 seyreltme ile	1:100 seyreltme ile	İzmit Tüneli Aramaç Suu Hükümleri	EPA	
				dezenfeksiyon	dezenfeksiyon	dezenfeksiyon	dezenfeksiyon	dezenfeksiyon	dezenfeksiyon			
Mikrobiyoloji	cfu/250ml	Toplam Koloni	2500	0	0	0	0	0	1,2	0	0	
	cfu/250ml	Toplam Koliform	1650	0	0	0	0	0	0	0	0	
	cfu/250ml	E.Coli	680	0	0	0	0	0	0	0	0	
	cfu/250ml	C.Pefringens	25	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ağır Metaller	mg/L	NA	2,96	2,89	2,91	2,9	2,92	2,93	2,95	200	60	
		Alüminyum	0,0023	0,0119	0,0107	0,0083	0,0052	0,006	0,0062	0,2	0,05	
		Fe	0,0035	0,0023	0,0022	0,0017	0,0014	0,0016	0,0023	0,2	0,3	
		Mn	0,0152	0,0061	0,0057	0,0027	0,0012	0,0018	0,002	0,05	0,05	
İslak Analizler	mg/L	Sertlik	21,73	17,68	15,23	12,58	9,86	6,27	3,35	200	200	
		Sülfat	32,45	12,5	10,67	7,54	6,28	5,38	4,23	250	250	
		pH	5,53	7,51	7,52	7,53	7,52	7,52	7,51	6,5$e\text{pH}$9,5	6,5$e\text{pH}$8,5	
		iletkenlik	113,1	64,47	44,57	28,36	12,04	8,72	6,38	2500	2700	
		NTU	Bulanıklık	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	n/a
		pt-co	Renk	<5	5,32	<5	5,26	<5	<5	<5	Uygun	<15

Yaptığımız araştırma ve laboratuvar çalışmasında, yüksek oranda toplam koliforma rastladığımız, içme ve kullanma suyu olarak kullanılan kuyu suyundaki bakterileri, %2'lik iyodür solüsyonu ile içilebilir su standartlarını rahatlıkla karşılayacağımız gibi, günlük iyot alım değeri olan 100-150 μg (WHO) sınırına yaklaşılmamıştır.

7. TASARIM

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Ek-2 ve U.S. Environmental Protection Agency – (EPA, 2003) (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı)'nin bildirdiği içme suyu kriterlerini karşılayan, çalışmalarda hazırlanarak kullanılan %2 lik İyodür solüsyonun, suyun kullanılabilir kriterlere uygun hale getirilmesini sağlayan proses tasarım şeması aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.1: Dezenfeksiyon İşlemlerini İçeren Prosesin Cad Çizim Görüntüsü

8. TARTIŞMA VE SONUÇ

İçme suyu açısından en yaygın tehlike, doğrudan ya da dolaylı yol ile kontaminasyondur. Bu, lağım, çeşitli atıklar, insan ve hayvan dışkıları ile oluşur. Böyle kirlenmiş bir suyun içilmesi ya da bazı gıda maddelerinin hazırlanmasında kullanılması, ileride o etkenin oluşturduğu hastalıkların ortaya çıkmasına yol açacaktır (Coşkun ve ark., 1990; WHO, 1977; Yumuturuğ ve Sungur, 1980).

Araştırmamızda çalıştığımız su örneklerinde, yüksek düzeyde Koliform Bakteri, *Escherichia Coli* varlığının tespit edilmesi suların önemli sayılabilecek düzeyde mikrobiyal kontaminasyona maruz kaldığı insan sağlığı açısından ciddi problemler oluşturabileceği görülmektedir. Tespit edilen mikrobiyal kontaminasyondan kurtulmak için tüketime sunulmadan önce uygun bir dezenfeksiyon işlemi yapılması gerekir.

Seyreltme uygulanarak elde edilen bulgularda, katsayıların aralıkları, yükün doğrudan etki edeceği ve debinin artıp/azalacağı durumlar göz önünde bulundurularak, yükün suyun kapasitesindeki artış ve azalışının temsil edildiği durumlarda dahi üreme faaliyetlerinin devam ettiğinin göstergesidir. Ağır metal ve diğer ıslak analizlerin de aynı durumlar altında analiz edildiği öngörülerek yapılan çalışmalarda, numune hacminin oransal olarak dağılımları ve iyodür solüsyonunun dezenfekte edici özelliğinin yanı sıra, suyun yapısındaki değişikliklerin takip edilmesi açısından kademeli olarak seyreltme ile izlenmesi sağlanmıştır.

Kapalı sistemde kurulacak bir tasarım ile kontaminasyon önlenebilir.

İyot, tiroit hormonlarının üretimi için esansiyel bir elementtir. İyot, bazı besin kaynaklarında doğal olarak bulunan ancak vücudun kendi kendine üretmediği bir elementtir. İyot içeren ya da iyot ilave edilen besinlerin tamamına yakını, >%90, mide ve duodenumdan absorbe edilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen 100-300 µg /gün (yetişkin >12 yaş) olarak belirlemiştir. İyot, insan vücudunda yaklaşık %70-80'i tiroit bezinde depolanmış vaziyette, toplam 15-20 mg olarak bulunur. Vücuda alınan iyotun %90'ından fazlası idrar yoluyla, bir kısmı dışkı

ile atılır. Fazla miktarda iyot alınması tiroit bezinin hormon üretimini bozarak iyot eksikliğinde görülen durumların oluşmasına neden olur.

Yapılan çalışmaların ışığında önerilen yöntem olan İyodür solüsyonu ile dezenfeksiyon sistemi tasarımında, araştırmaları yürütülen kuyu suyunun 1:50 (5 ml ham su+245 ml % 0,0004 lük iyodür solüsyonu) oranında dezenfekte edildiğinde, kullanıma tabii olacak suyun, içme ve kullanma suyu kalitesi açısından kullanıma elverişli olduğu olduğu ve <30 µg İyot ihtiva ettiği çalışmalar neticesinde sonuçlandırılmıştır.

Sonuçların da listelendiği gibi, yükün iyodürlü su ile muamele edilmesiyle sonuçlandırılan analiz çalışmalarında, potasyum iyodürden ve iyottan hazırlanan çözeltinin ham su yapısındaki değişikliklere etki etmediğini kademeli olarak yapılan seyreltmeler ile destekler nitelikte bulgulara ulaşılmıştır.

Kapalı sistemde kurulacak tasarım, su dezenfekte edildikten sonra bekletilecek olan temiz su tankında kontaminasyona maruz kalmayacaktır.

Böylece temiz su tankından çıkacak olan su hem kullanma suyu hem de içme suyu olarak tüketilebilecek değerlerde olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anderson S, Pedersen K.M, Laurberg P.** (2001). Variations in urinary iodine excretion and thyroid function. A 1-year study in healthy men. *Eur J Endocrinol*; 144: 461-465.
- APHA** (American Public Health Association) (2012). 9222-D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Edition, Washington, United States
- AR Gomo Z, J Allain T, Matenga J, Ndemere B, Wilson A, et al.** (1999). Urinary iodine concentration and thyroid function in adult Zimbabweans during a period of transition in iodine status. *Am J Clin Nutr*; 70(5):888-891.
- Arı P., H.,** (2009). "Türkiye'de İçme Suyu Amaçlı Büyük Kapasiteli Membran Sistemlerinin Maliyet Analizi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Arora, R., Arora B.,** (2008). Bacteriology of water, milk and air, Text book of microbiology (3rd edition). CBS Publishers and Distributors, Delhi India. Pp 13, and 738-739.
- Ateşli, A.** (2006). Humik Maddelerin İçme Suyu Dezenfeksiyonu Prosesine Etkileri. Yüksek lisans tezi (yayınlanmamış), Bursa, 103 s.
- Balkaya N, Açıkgöz A** (2004): İçme suyu kalitesi ve Türk içme suyu standartları. *Standard Derg.*, Ocak 2004, 29-37
- Baumann, E.R.,** (1978). Precoat Filtration in R.L. Sonks (ed.) *Water Treatment Plant Design for the Practicing Engineer*, pp. 74-75.
- Bayazıt, M** (1974): Hidroloji, İstanbul, : Birsen Yayınevi (ISBN: 975-511-364-9),61
- Bayhan, M., Hançer N,** (1987). *Biyokimya ve Besin Kimyası*. Devlet Kitapları. İstanbul.
- Boyages S, Bloot A, Maberly G, Eastman C, Mu L, Qidong A, Derun L, VanderGaag R, Drexhage H.** (1989). Thyroid autoimmunity in endemic goitre caused by excessive iodine intake. *Clin Endocrinol* 31:453-465.
- Braverman L.** (1994). Iodine and the thyroid: 33 years of study. *Thyroid* 4:351-355
- Cartwright RY** (2003): Food and waterborne infections associated with package holidays. *J. Appl. Microbiol.*, 94 Suppl: 12S-24S.
- Corvilain B, Sande J, Dumont J, Bourdoux P, Ermans A.** (1998). Autonomy in endemic goiter. *Thyroid* 8:107-113
- Coşkun ve arkadaşları,** (1990). İzmir İli metropol alanında karışık su örneklerini çoklu tüp yöntemi ile incelemiş ve 600 örnekte %80.2 toplam, %47.2'sinde fekal koliformlar elde etmişlerdir

- Çakır, İ.** (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. *Escherichia Coli* O157:H7. Ankara: Sim Matbaacılık, Genişletilmiş 2. Baskı, s. 403- 411.
- Çep, Ç.,** 2002. Türkiye Yerel Yönetimler Su Sorunları Kongresi, Su Havzalarının Korunması, s. 3-13.
- Dedeakayoğulları, H., Önal, A. E.,** (2009). “Çevre-İnsan Sağlığı İlişkisi Açısından Su ve Su Analizinin Önemi”, İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi, 72 (2): 65-70
- Demirtaş S.** (1997). Sivas Yöresindeki Bazı Kuyu Sularında Koliform Bakteri Araştırılması ve Soyutlanan *Escherichia Coli* Kökenlerinin Antibiyotik Direnci. Cumhuriyet Üniv. Tıp Fak. Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Bitirme Tezi. Sivas.
- Dennis, W.H. et al.** (1979) ‘Mechanism of Disinfection: Incorporation of 36 CI into f2 Virus,’ Water Research, vol.13, p.363.
- Dinçer, S., Matyar, F. ve Sönmez, N.,** (2001). Seyhan nehrinin fekal kirlilik düzeyi ve fekal koliformların antibiyotik hassasiyetleri. 12. Biyoteknoloji Kongresi, Ayvalık.
- Dunn J.** (1998). What's happening to our iodine (Editorial). J Clin Endocrinol Metab 83:3398-3400.
- Erkekoğlu P.,** (2004). İyot ve/veya Selenyum Eksikliği Olan sığırcılarda Hepatik Ksenobiyotik Metabolize Edici Enzim Aktivitelerinin İncelenmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara,115.
- Falkow, S., Mekalanos, J. J.,** (1990). “The enteric bacilli and vibrios 4th ed.”, B. D. Davis, Microbiology, J. B. Lippincott Co., Philadelphia, 561-587.
- Freund G, Thomas W, Bird E, Kinman R, Black A.** (1966). Effect of iodinated water supplies on thyroid function. J Clin Endocrinol 26:619-624
- Fujioka, R., K. Tenno, and P. Loh** (1985) ‘Mechanism of Chloramine Inactivation of Poliovirus: A Concern for Regulators, in R. Jolley (ed.) Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan.
- Garcia-Armisen, T., Prats, J., Servais, P.,** (2007). “Comparison of culturable fecal coliforms and *Escherichia Coli* enumeration in freshwaters”, C. J. Microbio, 53 (6): 798-801.
- Gaudy, A.F. ve Gaudy, E.T.** (1980). Mikrobiyoloji for Environmental Scientists and Engineers. Mc-Graw-Hill, Inc, pp.86-88.
- George, I., Crop, P., Servais, P.,** (2001). Use of β -D-Galactosidase and β -D-Glucuronidase Activities for Quantitative Detection of Total and Faecal Coliforms in Wastewater. Can. J. Microbiol., 47, 670–675.
- Gorman, S., Scott, E.,** 2004). “Chemical disinfectants, antiseptics and preservatives” Denyer, SP., Hodges, NA., Gorman, SP., (Eds.) Hugo and Russell’s Pharmaceutical Microbiology, Wiley-Blackwell, Oxford, p.285–305 (
- Güleç, F., Günaydın, G., Şahin, İ., Öztürk, M., Selçukbiricik, S.,** (2004). Mikrobiyoloji, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, p.59-60

- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z.,** (1997), Su Kalitesi, T. C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 1. Baskı No: 43, Ankara, Türkiye.
- Haas, C.N.** (1999) 'Disinfection' in R.D.Letterman (ed.) Water Quality and Treatment, 5th ed., American Water Works Association, McGraw-Hill, Newyork, pp. 14.1-14.60
- Haas, C.N. and R.S Engelbrecht** (1980) 'Clorine Dynamics During Inactivation of Coliforms, Acid-Fast Bacteria and Yeasts,'Water Research, vol. 14, pp. 1,749-1,757.
- Haldiman M, Zimmerli B, Als C, Gerber H.** (1998). Direct determination of urinary iodine by inductively coupled plasma mass spectrometry using isotop edilution with iodine-129.ClinChem 1; 44(4):817-827.
- Hammelin, C. And Y.Chung** (1978) 'Role of the POL, REC, and DNA Gene Products in the Repair of Lesions Produced in *E. Coli* by Ozone , Studia (Berlin), vol.68, p.229.
- Harrison M, Alexander W, Harden R.** (1963). Thyroid function and iodine metabolism in iodine-induced hypothyroidism. Lancet i:238-241
- Hetzel, B. S.** (1983). Iodine deficiency disorders (IDD) and theirer adication. Lancet, 2, 1126–1127.
- Hooda, P.S., Edward, A.C., Anderson, H.A., Miller, A.,** (2000). Areview of Water Quality Concerns in livestock Farming Areas. Sci. Total Environ. 250 (1–3), 143–167.
- Hunter PR** (2003): Climate change and waterborne and vector-borne disease. J. Appl. Microbiol., 94 Suppl: 37S-46S.
- Hyland, R., Byrne, J. Selinger, B., Graham, T ., Thomas, J., Townshend I. & Gannon, V.** (2003). Spatial And Temporal Distribution of Fecal Indicator Bacteria within the Oldman River Basin
- International Standard Organization,** (1988). "Water quality-General guide to the enumeration of microorganisms by culture", TS ISO 8199.
- International Standard Organization,** (1990). "Water quality-Detection and enumeration of Coliform organisms, thermotolerant Coliform organisms and presumptive *Escherichia Coli* -Part 1: Membrane filtration method", TS ISO 9308-1.
- Karpuzcu, M.,** (1985), Su temini ve Çevre Sağlığı, Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, 30, 32, 34 s.
- Karpuzcu, M.,** (1996). Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü. Gebze Yüksek Teknolojisi Çevre Mühendisliği Bölümü. Kubbealtı Neşriyatı Yayınları. s. 9–92
- Kettel-Khan L, Li R, Gootnick D,** (1998).Peace Corps Thyroid Investigation Group. Thyroid abnormalities related to iodine excess from water purification units (Research Letter). Lancet 352:1519
- Konno N, Makita H, Yuri K, Iizuka N, Kawasaki K.** (1993). Association between dietary iodine intake and prevalence of subclinical hypothyroidism in the coastal regions of Japan. J Clin Endocrinol Metab 78:393-397

- Koutras D.** (1996). Control of efficiency and results, and adverse effects of excess iodine administration on thyroid function. *Ann Endocrinol* 57:463-469
- Leclerc, H., Mossel, D. A. A., Edberg, S. C., Struijk, C. B.,** (2001). "Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety", *Annual Review of Microbiology*, 55: 201–234
- LeMar H, Georgitis W, McDermott M.** (1995). Thyroid adaptation to chronic tetraglycine hydroperiodide water purification tablet use. *J Clin Endocrinol Metab* 80:220-223
- Mackenzie L. D.** (2010) *Water and Wastewater Engineering, Design Principles and Practice*; ISBN: 978-605-320-058-1
- Morgan D, Karpen R.** (1953). Test of chronic toxicity of iodine as related to the purification of water. *US Armed Forces Med J* 4:725-728
- Morgans M, Trotter W.** (1953). Two cases of myxoedema attributed to iodide administration. *Lancet* ii:1355-1357
- Mueller B, Diem P, Burgi U.** (1998). Travelers' thyrotoxicosis revisited (Letter). *Arch Int Med* 158:1723
- Murcia, J.J. & Avila-Martinez, E.G. Rojas, H. Navio J.A. ve Hidalgo, M.C.** (2017). Study of the *E. Coli* elimination from urban wastewater over photocatalysts based on metallized TiO₂. *Applied Catalysis B: Environmental*. 200:469-476.
- Nagata K, Takasu N, Akamine H, Ohshiro C, Komiya I, Murakami K, Suzawa A, Nomura T.** (1998). Urinary iodine and thyroid antibodies in Okinawa, Yamagata, Hyogo, and Nagano, Japan: the differences in iodine intake do not affect thyroid antibody positivity. *Endocr J* 45:797-803
- Nagataki S., Shizume K., Nakao K.,** (1967) Thyroid function in chronic excess iodide ingestion: comparison of thyroidal absolute iodine uptake and degradation of thyroxine in euthyroid Japanese subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 27:638-647
- Naharcı B.,** (2007). "Ters Osmoz Yöntemi İle İçmesuyu Elde Edilmesinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi.
- Namba H, Yamashita S, Kimura H, Yokoyama N, Usa T, Otsura A, Izumi M, Nagataki S.** (1993). Evidence of thyroid volume increase in normal subjects receiving excess iodide. *Endocrinol Metab* 76:605-608.
- National Academy of Science Safe Drinking** (1980). Water Committee. The disinfection of drinking water. In: *Drinking Water and Health*, Vol 2. Washington, DC:National Academy Press;5-139.
- Newsome, S., Hickmen, P.E.,** (2010). Chapter 49: Thyroid. *Clinical Chemistry*. Kaplan, A.L., Pesce, J.A. Fifth eds. Elsevier, pp: 948-960
- Nizamettin Özdoğan, Kadir Özdemir.** (Aralık 2019). İçme Suyu Kaynaklarındaki Trihalometan Oluşumunun İncelenmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* Sayı 17, S. 776-785.
- Öztürk, M.** (2003). "İstanbul'da dolmuş sonrası kaynak sularının mikrobiyolojik incelenmesi", Doktora Tezi, İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.

- Peker, L., Dingilyan, B., Özen, M., Çiloglu, F., Özses, O. ve Izmiirogullan, P.,** (2000). İstanbul ilinde satılmakta olan polikarbonat suların ile geçmişte hizmet veren istasyon sularının kirlilik parametreleri yönünden karşılaştırılması, *Aritim Dünyası Dergisi*, 22, 49-60
- Pharoah Po, Buttfeld IH, Hetzel BS.** (1971). Neurological damage to the fetus resulting from severe iodine deficiency during pregnancy. *Lancet*; 1: 308-310.
- Rendl J, Bier D, Groh T, Reiners C.** (1998). Rapid urinary iodide test. *J Clin Endocrinol Metab*; 83(3):1007-1012.
- Resmî Gazete, SKKY- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği;** Tarihi: 31.12.2004 Resmî Gazete Sayısı: 25687
- Resmi Gazete, Yeraltı Suları Hakkında Kanun,** Tarih: 23 Aralık 1960, Sayı: 10688 Madde; 2.
- Rıfaat, E.A., Tekiner İ.H., & Özpınar, H.** (2014). Halk sağlığı açısından içme ve kullanma sularında Koliform ve Fekal Koliform bakterilerin varlıklarının klasik ve MASS spektrometresi yöntemleriyle incelenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 9(2):20-32.
- Robison L.** (1998). Comparison of the effects of iodine and iodide on thyroid function in humans. *J Toxicol Environ Health* 55:93-106.
- Roti E, Vagenakis A.** (1996). Effect of excess iodide: clinical aspects. In: Werner and Ingbar's *The Thyroid* (Braverman L, Utiger R, eds). Philadelphia: Lippincott-Raven; 316-327.
- Sağlık Bakanlığı,** (2005). “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”, T. C. Sağlık Bakanlığı, Yayımlandığı Resmi Gazete: 17 Şubat 2005, Sayı: 25730
- Seas, C., Alarcon, M., Aragon, C., Beneit, S., Quiñonez, M., Guerra, H., Gotuzzo, E.,** (2000). Surveillance of Bacterial Pathogens Associated with Acute Diarrhea in Lima, Peru. *Int. J. Infect. Dis.* 4, 96–99.
- Singer, P.C.** (1992) ‘Formation and Characterization of Disinfection Byproducts’ Presented at the First International Conference on the Safety Water Disinfection : Balancing Chemical and Microbial Risks.
- Sönmez, G. & B. Çizmecioglu.** (2007). Su ile Bulaşan Hastalıklar. *Türk Eczacıları Birliği Haberler Dergisi, İnsan Sağlığı ve Hastalıklar.* 4:29-32.
- Spencer, R.,** (1984). “Microbiological Quality Control”, Elsevier Applied Science Publ., 135-153.
- Stanbury J, Ermans A, Bourdoux P, Todd C, Oken E, Tonglet R, Vidor G, Braverman LE, Medeiros-Neto G.** (1998). Iodine-induced hyperthyroidism: occurrence and epidemiology. *Thyroid* 8:83-100.
- Suzuki H, Higuchi T, Sawa K, Ohtaki S, Horiuchi Y.** (1965). Endemic coast goitre in Hokkaido, Japan. *Acta Endocrinol* 50:161-176
- Sünter, A.T.** (2009). ‘İçme ve Kullanma Sularının Arıtılması ve Dezenfeksiyonu’, 6. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi.

- Swain, P.A.**, 2005. Bernard Courtois (1777-1838) famed for discovering iodine (1811), and his life in Paris from 1798. Bull. Hist. Chem. 30, 103-111.
- Şengül, F., Küçükgül E.Y.** 1997. Çevre Mühendisliğinde Fiziksel-Kimyasal Temel İşlemler ve Süreçler, 4.Baskı, DEÜ Basım Ünitesi, İzmir,177 s.
- Tajiri J, Higashi K, Mority M, Umeda T, Sato T.** (1986). Studies of hypothyroidism in patients with high iodide intake. J Clin Endocrinol Metab 63:412-417
- Tanyolaç, J.**, (1993). Limnoloji ve araştırmalar 3. Baskı. İstanbul Üniversitesi Tıp Fak. Yayını. s. 43.
- Thomas W, Malagodi M, Oates T, McCourt J.** (1978). Effects of an iodinated water supply. Trans Am Clin Climatol Assoc 90:153-162.
- Tickner, JA, Geiser K.**, (2004). The Precautionary Principle Stimulus for Solutionand Alternative Based Environmental Policy. Environmental Impact Assessment Review, pp. 24.
- Töreci K.** (1992). Su ile Bulaşan Enfeksiyonlar, Suyun Dezenfeksiyonu ve Bakteriyolojik İncelemesi, Klinik Mikrobiyoloji. İstanbul; 10-13.
- Türkman, A.**, (1993). Çevremiz ve Biz. DEÜ, Çevre Müh. Böl., İzmir, s. 151.
- U.S.EPA** (1994) ‘National Primary Drinking Water Regulations; Disinfectants and Disinfection Byproducts : Proposed, ‘Federal Register, vol. 59, pp. 38,668-38,829.
- U.S.EPA** (1999) Alternative Disinfection and Oxidants Guidance Manual, U.S. Environmental Protection Agency Publication EPA 815-R-99-014, Washington. D.C.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F.**, (1988). “Sularda toplam koliform sayımında kullanılan membran filtrasyon ve kuvvetle muhtemel sayı yöntemlerinin karşılaştırılması”, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Müh. Dergisi, 6 (2): 137-145
- Veissman, W., Hammer, M. J.**, (1993). “Water Supply and Pollution Control, Fifth Edition”, Harper.
- Water and Sanitation for Health Project.** (1980). Triocide Questions and Answers. Arlington, VA:U.S. Agency for International Development.
- WHO**, (1977). “Guidelines for Drinking Water Quality”, Vol. 2, World Health Organization Health Criteria and Other Supporting Information, Geneva.
- WHO**, (1977). “Guidelines for Health Related Monitoring of Coastal Water Quality”, World Health Organization Regional for Europe, Copenhagen.
- WHO**, (1994). Iodine And Health, Eliminating Iodine Deficiency Disorders Safely Through Salt Iodisation.
- WHO**, (1996). Guidelines for drinking water quality, 2nd ed. Austria; 10-92
- WHO**, (1996). UNICEF, ICCIDD; Recommended Iodine Intake In Salt And Guidelines For Monitoring Their Adequacy and Effectiveness
- Wolff, J.** (1969). Iodide goiter and the pharmacologic effects of excess iodide. Am J Med 47:101-124.

Yumuturuğ, S., Sungur, T., (1980). “Su Hijyeni”, Hijyen Koruyucu Hekimlik, Ankara Ünv. Tıp Fak., Ankara, 393: 89-150.

İnternet

www.hssgm.gov.tr, Alındığı Tarih:13.07.2022, adres:

<http://www.hssgm.gov.tr/?sf=mev_icmekullanmasu&nerden=mev
18.05.2022 00:59>,

webdosya.csb.gov.tr/, Alındığı Tarih:19.07.2022, adres:

<https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/cevre-20180222082618.pdf>

webdosya.csb.gov.tr, Alındığı Tarih:19.07.2022, adres:

<https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/03_su_brosur-20191128080503.pdf (10.05.2022, 23:25)>

www.jmo.org.tr, Alındığı Tarih:16.05.2022, adres:

<https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=9656&tipi=2&sube=8>

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2004, Fatih Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği (İngilizce)
- **Yüksek lisans** : 2011, Yeditepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı

