

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HASTANE İÇME VE KULLANMA SULARININ
MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ; SAKARYA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan ÇAVDAR

Enstitü Anabilim Dalı : Tıbbi Mikrobiyoloji

Enstitü Bilim Dalı : Tıbbi Mikrobiyoloji

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet KÖROĞLU

TEMMUZ – 2018

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HASTANE İÇME VE KULLANMA SULARININ
MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ; SAKARYA

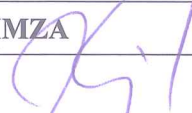


YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan ÇAVDAR

Enstitü Anabilim Dalı : Tıbbi Mikrobiyoloji

Enstitü Bilim Dalı : Tıbbi Mikrobiyoloji

“Bu tez ...06/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Prof. Dr. Mehmet KÖROĞLU	Başarılı	
Prof. Dr. Mustafa ALTINDIŞ	Kararlı	
Prof. Dr. Rıza DURMAZ	Başarılı	

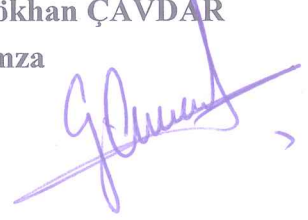
BEYAN

Bu çalışma T.C. Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü Tıp Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu'ndan 28/04/2017 tarihinde onay olarak hazırlanmıştır. Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih: 06./08./2018..

Gökhan ÇAVDAR

İmza



TEŞEKKÜR

Tez konumu belirlememde ve devamını sağlamamda bilgi ve fikirleriyle her daim yanımda olan ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet KÖROĞLU'na çok teşekkür ederim.

Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Mustafa ALTINDIŞ'e, SEAH Mikrobiyoloji Laboratuvarında tez çalışmam süresince bilgilerinden yararlandığım Uzm. Dr. Tayfur DEMİRAY'a, Dr. Mehmet ÖLMEZ'e, Dr. Kerem YILMAZ'a ve Dr. Elif ÖZÖZEN ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Laboratuvar olanaklarında yardımlarını esirgemeyen ve gerek yüksek lisans eğitimim gerekse tez çalışmam boyunca sahip olduğu bilgi ve deneyimi ile desteğini esirgemeyip yanımda olan Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarı Mikrobiyoloji Birim Sorumlusu Uzm. Bio. İsa ŞEN'e ve tezin şekil olarak hazırlanmasında yardımını esirgemeyen mesai arkadaşım Bio. Naşide DÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

Her koşulda yanımda olan, desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem İsmigül ÇAVDAR'a, babam Halil ÇAVDAR'a ve kardeşim Giray ÇAVDAR'a gönülden minnetlerimi sunmayı borç bilirim.

Gökhan ÇAVDAR

İÇİNDEKİLER

BEYAN	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMA VE SİMGELER	vi
ŞEKİLLER	viii
TABLolar	ix
RESİMLER.....	x
ÖZET	xi
SUMMARY.....	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. AMAÇ	2
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. TÜRKİYE'DE İÇME VE KULLANMA SULARI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK	3
2.2. İÇME VE KULLANMA SULARININ KİRLENME NEDENLERİ.....	5
2.3. SAKARYA İLİNİN İÇME VE KULLANMA SUYU DURUMU	6
2.4. HASTANELERİN İÇME VE KULLANMA SUYU GEREKSİNİMİ ..	8
2.5. İÇME VE KULLANMA SULARINDAN KAYNAKLI HASTALIKLAR.....	9
2.5.1. Suda Bulunan Bazı Bakterilerin Neden Olduğu Hastalıklar	11
2.5.2. Suda Bulunan Bazı Virüslerin Neden Olduğu Hastalıklar	11
2.5.3. Suda Bulunan Bazı Parazitlerin Neden Olduğu Hastalıklar	11
2.5.3.1. Suda bulunan bazı protozoonların neden olduğu hastalıklar	11
2.5.3.2. Su da bulunan trematodların sebep olduğu hastalıklar ...	12
2.5.3.3. Suda bulunan sestodların neden olduğu hastalıklar.....	12
2.5.3.4. Suda bulunan nematodların neden olduğu hastalıklar	12
2.5.4. Sudaki Bulunan Bazı Alglerin Neden Olduğu Hastalıklar	12
2.6. İÇME VE KULLANMA SUYU ANALİZLERİNDE İNDİKATÖR MİKROORGANİZMALAR.....	12

2.6.1. <i>Escherichia coli</i>	13
2.6.2. Koliform Grubu Bakteriler	14
2.6.3. Enterokoklar (Fekal Stereptokok).....	15
2.7. HASTANE SU SİSTEMLERİNDE İZOLE EDİLEN DİĞER BAKTERİLER.....	15
2.8. İÇME VE KULLANMA SUYU MİKROBİYOLOJİK ANALİZ METOTLARI.....	19
2.8.1. Membran Filtrasyon Sistemi	19
2.8.2. Çoklu Tüp Metodu.....	19
2.9. LEJYONER HASTALIĞI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK	20
2.9.1. Dekontaminasyon Yöntemleri	23
2.9.1.1. Termal eradikasyon yöntemleri	24
2.9.1.2. Kimyasal eradikasyon yöntemleri	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. SU VE SÜRÜNTÜ ÖRNEKLERİNİN ALINMASI	26
3.2. SU VE SÜRÜNTÜ ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ	30
3.2.1. Su Örneklerinde Seyreltme İşlemi Yapılması.....	31
3.2.2. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi İle Koliform ve <i>E.coli</i> İzolasyonu	32
3.2.3. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi ile Enterokok İzolasyonu.....	37
3.2.4. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi ile <i>Legionella spp.</i> İzolasyonu.....	40
3.2.5. Sürüntü Örneklerinde <i>Legionella spp.</i> İzolasyonu.....	44
3.2.6. Su ve Sürüntü Örneklerinde MALDI-TOF MS Cihazı İle Bakteri, Maya ve Küf İdentifikasyonu.....	46
4. BULGULAR	50
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	53
KAYNAKLAR.....	61
EKLER	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68

KISALTMA VE SİMGELER

AB	: Avrupa Birliği
ACES	: N-2- Acetamido-2-amino-ethanesulfonic Asid
BCYE	: Buffered Charcoal Yeast Extract
CCA	: Cromocoult Coliform Agar
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention
cm	: Santimetre
CTP	: Camelyaf Takviyeli Plastik
CYE	: Charcoal Yeast Extract
DSİ	: Devlet Su İşleri
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
dk	: Dakika
EN	: Europeane Norm
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
HCL	: Hidroklorik asit
ISO	: International Organization for Standardization
KCL	: Potasyum klorür
km ²	: Kilometre kare
kob	: Koloni oluşturan birim
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
L	: Litre
M	: Mortalite
m ³	: Metre küp
MALDİTOF MS	: Matriks assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Normalite
nm	: Nanometre

NTM	: Nontuberküloz mikobakteriler
PCR	: Polimeraze Chain Reaction
PFGE	: Pulsed Field gel electrophoresis
pH	: Asitlik – bazlık derecesi
ppm	: Parts per million (milyonda bir birim)
PVC	: Polyvinylchloride
RT-PCR	: Real Time Polimeraze Chain Reaction
SB	: Slanetz Bartley Agar
SDA	: Sabouraud Dextrose Agar
SEA	: Safra Eskulin Agar
sn	: Saniye
THM	: Trihalometan
THSK	: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu
TPS	: Tuzlu Peptonlu Su
TSM	: Toplum Sağlığı Merkezi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TTC	: 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchloride
UV	: Ultraviyole
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER

Şekil 1. Seyreltme serisinin hazırlanması	31
Şekil 2. Membran filtrasyon serisinde seyreltme serisinin ekimi	32

TABLÖLAR

Tablo 1. İçme ve kullanma suyu kontrol izleme parametreleri	4
Tablo 2. Hastanemiz içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik analiz sıklığı	8
Tablo 3. Ekilen Su Miktarları ve Kuvvetle Muhtemel Sayı Tablosu	20
Tablo 4. SEAH kampüslerinin ilgili servislerinden alınan örnek sayıları.....	27
Tablo 5. Su ve sürüntü örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme miktarları.....	50
Tablo 6. Sürüntü örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme oranları	51
Tablo 7. Su örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme oranları.....	52

RESİMLER

Resim 1. Duş başlıklarından eküvyon sürüntü örneklerinin alınması	28
Resim 2. Musluk başlıklarından su örneklerinin alınması.....	30
Resim 3. Membran filtrasyon sisteminden su örneğinin süzülmesi	34
Resim 4. CCA besiyeri üzerine yerleştirilen membran filtre.....	34
Resim 5. CCA besiyerinde üreyen şüpheli koliformlar ve <i>E.coli</i> kolonileri.....	35
Resim 6. Oksidaz testi	36
Resim 7. SB besiyerinde üzerinde üreyen şüpheli enterokok kolonileri	38
Resim 8. SEA besiyerinde şüpheli enterokokların doğrulanması.....	39
Resim 9. Sürüntü örneği BCYE besiyerinde üreyen şüpheli Legionella kolonisi.....	45
Resim 10. Şüpheli Legionella kolonisinin BCYE besiyerinde doğrulanması.....	45
Resim 11. Şüpheli Legionella kolonisinin Kanlı agar besiyerinde doğrulanması.....	46
Resim12. MALDI-TOF MS cihazına verilmeden önce bakteri kolonilerinin cihazın özel okuma lamına konulması	47
Resim 13. MALDI-TOF MS cihazında özel okuma lamının verildiği bölüm.....	48
Resim 14. Gram boyama mikroskopisinde görülen küf ve mayalar	49

ÖZET

GİRİŞ VE AMAÇ: Bu çalışmada hastane içme ve kullanma su ve sürüntü örnekleri mikrobiyolojik yönden incelenerek, hastane içme ve kullanma sularının hastalar ve hastane personeli sağlığı açısından risk oluşturup oluşturmadığı araştırıldı.

GEREÇ VE YÖNTEM: Araştırmamızda 40 farklı içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan su ve sürüntü örnekleri materyal olarak kullanıldı. Su örneklerinin mikrobiyolojik analizleri için membran filtrasyon yöntemi ve sürüntü örnekleri için tek koloni düşürme ekim yöntemi kullanıldı. Ayrıca çalışmada kullanılan besiyerlerinde üreyen mikroorganizmaların identifikasyonu MALDI-TOF MS (BioMerieux, Fransa) cihazı ile yapıldı.

BULGULAR: Alınan su ve sürüntü örneklerinin kültürü neticesinde; koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok ve *Legionella spp.* üremesi saptanmadı. İncelenen sürüntü örneklerinde MALDI-TOF MS ile identifiye edilen mikroorganizmaların üreme oranları sırası ile; % 22,5 *Staphylococcus spp.*, % 5 *Bacillus spp.*, % 10 *Micrococcus luteus*, % 10 Küf ve maya ve % 2,5 *Pseudomonas oryzihabitans*'tr.

İncelenen su örneklerinde MALDI-TOF MS ile identifiye edilen mikroorganizmaların üreme oranları sırasıyla; %15 *Staphylococcus spp.*, % 15 *Bacillus spp.*, % 5 *Acinetobacter spp.*, % 5 *Delftia acidovorans*, % 2,5 *Ralstonia insidiosa*, % 2,5 *Pseudomonas aeruginosa*, % 2,5 *Corynebacterium durum*, % 2,5 *Shingonomas yonoikuyae* ve % 2,5 *Elizabethkingia meningoseptica* şeklindedir.

SONUÇ: Araştırmamızda hastanemiz içme ve kullanma sularının bakteriyolojik analizinde; patojen bakteri üremesi saptanmadığı ve ilgili yönetmeliklere uygun olduğu görüldü. Fakat hastanemiz içme ve kullanma suyu ve sürüntü örneklerinde fırsatçı patojen bakterilerin izole edilmesi önem arz etmektedir. Hastane içme ve kullanma sularında da periyodik olarak patojen veya fırsatçı patojenlerle ilgili mikrobiyolojik analizler yapılmalıdır. İmmün düşkün hastaların risk altında olabileceği akılda tutulmalı ve kısa süreli sonuç veren dezenfeksiyon işlemleri yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: *E. coli*, Enterokok, Hastane içme ve kullanma suyu, Koliform grubu bakteriler, *Legionella spp.*

SUMMARY

INTRODUCTION & AIM: In this study, microbiological aspects of hospital drinking and potable water and swab samples were examined and it was investigated whether hospital drinking and potable water posed a risk for patients and hospital staff health.

MATERIAL & METHOD: Water and swab samples from 40 different drinking and potable water heads were used as materials in our research. Membrane filtration method for microbiological analysis of water samples and single colony dropping method for swab samples were used. In addition, identification of microorganisms growing in the medium used in the study was done with MALDI-TOF MS (BioMerieux, France) device.

FINDINGS: As a result of the culture of water and swab samples; production of coliform group bacteria, *E. coli*, *Enterococcus spp.* and *Legionella spp.* were not detected. Producing rates of microorganisms identified with MALDI-TOF MS in swab specimens were; 22,5% *Staphylococcus spp.*, 5% *Bacillus spp.*, 10% *Micrococcus luteus*, 10% mold&yeast and 2,5% *Pseudomonas oryzihabitans*.

Producing rates of microorganisms identified with MALDI-TOF MS in potable water specimens were; 15% *Staphylococcus spp.*, 15% *Bacillus spp.*, 5% *Acinetobacter spp.*, 5% *Delftia acidovorans*, 2,5% *Ralstonia insidiosa*, 2,5% *Pseudomonas aeruginosa*, 2,5% *Corynebacterium durum*, 2,5% *Shingonomas yonoikuyae* and 2,5% *Elizabethkingia meningoseptica*.

CONCLUSION: In our bacteriological analysis of drinking and potable water of hospital, no pathogenic bacteria presence was observed and it was found to be in accordance with the relevant regulations. However, it is important to isolate opportunistic pathogenic bacteria in hospital drinking and potable water and swab specimens. Periodic microbiological analyzes of pathogenic or opportunistic pathogens should also be performed periodically in hospital drinking and potable water. It should be kept in mind that immunocompetent patients may be at risk and short-term disinfection procedures should be performed.

Key words: *E. coli*, *Enterococcus*, Hospital drinking and potable water, Coliform group bacteria, *Legionella spp.*

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. GİRİŞ

Sağlıklı ve güvenli suya ulaşabilme toplumda yaşayan her birey için temel bir sağlık hakkıdır (Bora 2016). DSÖ, dünya nüfusunun yarısının güvenli suya erişemediğini belirtmiş olup, gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan tüm hastalıkların % 80'inin içme amacıyla tüketilen sulardan kaynaklandığını açıklamıştır (Alışarlı, Ağaoğlu ve Alemdar 2007, DSÖ 2017). Dünyada her yıl yaklaşık 5 milyonunu çocuklar oluşturmak üzere 25 milyon kadar insanın kirli sular ve buna bağlı yetersiz hijyenik koşullar nedeniyle hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir (Selçuk 2011). Sağlıklı olmayan sularla pek çok hastalık etkeni insanlara geçebilmekte ve tifo, paratifo, dizanteri, kolera, hepatit, gastroenterit gibi morbidite ve mortalitesi yüksek önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Bora 2016).

Hastanelerimizde içme ve kullanma amaçlı olarak kullanılan suların kaynaklarının çeşitli nedenlerle; fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe maruz kalması suyun içilebilme ve kullanılabilme kalitesi yanında hastalar ve hastane çalışanlarının sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir (Ağaoğlu, Ekici, Alemdar ve Dede 1999). Birçok araştırmada hastane içme ve kullanma sularından izole edilen patojen ve fırsatçı patojen mikroorganizmaların neden olduğu nozokomiyal enfeksiyonların, çoğunluğunu yaşlı ve çocukların oluşturduğu bağışıklık sistemi zayıf veya baskılanmış hastalarda morbidite ve mortalitesi yüksek önemli sağlık sorunlarına neden olduğu belirtilmiştir (Hapçioğlu, Yeğenoğlu, Erturan ve Nakipoğlu 2004).

İçme ve kullanma sularında patojen mikroorganizmaların her birinin mikrobiyolojik analizi pahalı, yorucu ve zaman alıcıdır. Bu sebeple suda bulunan patojen mikroorganizmaların her birinin izolasyonu yerine bu mikroorganizmaların varlığını temsil eden indikatör mikroorganizmalar (Koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok, v.b) aranmalıdır (Avcı, Bakıcı ve Erendaç 2006, Alemdar, Kahraman, Ağaoğlu ve Alışarlı 2009). Aynı zamanda indikatör bakterilerin içme ve kullanma

suyunda bulunması, bu suya direkt ya da indirekt yolla fekal bir bulaşmanın gerçekleştiğini göstermektedir. Çünkü *E. coli* insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında bulunan termotoleran bir koliformdur (Avcı ve ark 2006, Alemdar ve ark 2009).

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de içme ve kullanma sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri yönetmelik ve standartlarla belirlenmiştir (Anar ve Günşen 2000). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre içme ve kullanma sularında mikrobiyolojik yönden hiçbir zaman koliform grubu bakteri, *E. coli* ve Enterokok bulunmamalıdır (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkındaki yönetmeliğe göre hastane havalandırma sistemi, hastane suları ve içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarından alınan su örnekleri ve sürüntü örneklerinde *Legionella spp.* bulunmamalıdır (T.C. Resmi Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

Türkiye’de içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda örneklerin birçoğunun mikrobiyolojik yönden standartlara uygun bulunmamıştır (Anar ve Günşen 2000, Aışarlı, Ağaoğlu ve Alemdar 2007, Aydın 2007, Alemdar, Kahraman, Aışarlı ve Ağaoğlu 2009, Öztürk 2014, Bora 2016, Tanas 2016). Ayrıca ülkemizde hastane içme ve kullanma suyu örnekleri ve içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarından alınan sürüntü örneklerinin, *Legionella spp.* yönünden standartlara uymadığı yapılan birçok araştırmada ortaya konulmuştur (Erendaç ve Elaldı 2001, Akkaya ve Özbal 2011, Pnarbaşı 2011, İğnak ve Gürler 2012, Akbaş 2013).

1.2. AMAÇ

Bu araştırmanın amacı; Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi içme ve kullanma suları ve musluk/duş başlıklarından alınan sürüntü örnekleri mikrobiyolojik yönden incelenerek, hastane içme ve kullanma sularının hastalar ve hastane personeli sağlığı açısından risk oluşturup oluşturmadığını araştırmaktır. Ayrıca mikrobiyolojik yönden uygun bulunmayan durumlar için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TÜRKİYE'DE İÇME VE KULLANMA SULARI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK

İnsanların tüketimine sunulan suların çeşitli nedenlerle fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe maruz kalması, suyun içilebilir kalitesini olduğu kadar halk sağlığını da önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de tüketime sunulan suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri yönetmelik ve standartlarla belirlenmiştir (Ağaoğlu ve ark 1999). Ülkemizde su kapsamında çıkarılan tüm yönetmelikler WHO (Dünya Sağlık Örgütü), EPA (Çevre Koruma Ajansı) ve AB (Avrupa Birliği) gibi uluslararası kuruluşlarla uyumludur (Alemdar ve ark 2009).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte içme ve kullanma suyunun tanımı şu şekilde yapılmaktadır;

“İçme ve kullanma suları: Genel olarak içme, yemek yapma, 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 aşından temin edilen ve ilgili yönetmelikte belirtilen parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen sulardır.” (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Sağlıklı bir içme ve kullanma suyu patojen mikroorganizma, zararlı kimyasal madde içermemeli ve istenmeyen bazı mikroorganizma ve kimyasal maddeleri ise belirli seviyenin altında bulundurmalıdır. Ayrıca içme ve kullanma suyunun içerisindeki CO₂ miktarı 300 mg'dan az olmalı, renksiz, kokusuz, saydam, içilebilir lezzette ve sıcaklığı 8°C-16°C arasında olmalıdır (Bora 2016).

İçme ve kullanma suları, Sağlık Bakanlığı'nın çıkardığı "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik" kapsamında Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Halk Sağlığı Laboratuvarlarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Ülkemizde içme ve kullanma sularında farklı periyotlarda kontrol ve denetleme izlemi testleri yapılmaktadır. İçme ve kullanma sularında kontrol izlemesinin amacı; İçme ve kullanma suyunun ilgili yönetmelikteki parametrik değerlere uyup uymadığını belirlemek amacıyla, tüketime verilen suyun organoleptik ve mikrobiyolojik kalitesi ve aynı zamanda içme ve kullanma suyunda arıtım yapılması durumunda, bu arıtımın (özellikle dezenfeksiyon) etkili olup olmadığı hakkında düzenli bilgi sağlamaktır (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Tablo 1. İçme ve kullanma suyu kontrol izleme parametreleri

	İçme ve kullanma suları	Parametrik değer
Ek-2A Kontrol İzleme (Mikrobiyolojik parametreler)	<i>E. coli</i>	0/100 ml
	Koliform bakteri	0/100 ml
	<i>C. perfringens</i> *	0/100 ml
Ek-2A Kontrol İzleme (Fiziksel parametreler)	Ph	9,5-6,5
	İletkenlik	2500 µS/ cm ²
	Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilmiş anormal değişim yok
	Koku, renk, tat	Tüketicilerce kabul edilmiş anormal değişim yok
Ek-2A Kontrol İzleme (Kimyasal parametreler)	Amonyum	0,5 mg/L
	Demir	200 µg/L
	Alminyum	200 µg/L
	Nitrit	0,5 mg/L
	Serbest klor-aktif klor-bağlı klor	0,5 mg/L serbest klor

**C.perfringens*, suyun sadece yüzey suyundan alınması ya da yüzey suyundan etkilenmesi halinde bakılmaktadır.

(T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

İçme ve kullanma sularında denetleme izlemesinin amacı; ilgili yönetmelikteki bütün parametrik değerlere uyulup uyulmadığını belirlemek için gerekli bilginin temin edilmesidir. İçme ve kullanma suyu denetleme parametresinde mikrobiyolojik analizlerde koliform grubu bakteri (0 kob/100 ml), *E. coli* (0 kob/100 ml), *C. perfringens* (0 kob/100 ml, suyun sadece yüzey suyundan alınması ya da yüzey

suyundan etkilenmesi halinde bakılır) ve Enterokok (0/100 ml) bakılmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Sağlık Bakanlığı verilerine göre; ülke genelinde il merkezlerinden alınan içme ve kullanma sularının % 17'si, ilçelerden alınan içme ve kullanma sularının % 36,6'sı ilgili yönetmeliğe uygun bulunmamıştır (Öztürk 2014). Bu tip olumsuzlukların önüne geçebilmek için; içme ve kullanma suyunun elde edilen kaynağından (Göl, baraj, akarsu, dere, v.b) hijyenik şartlarda elde edilmesi, içme ve kullanma suyunun etkili artırımının yapılması amacıyla artırım tesislerinin rehabilite edilmesi, suyun dağıtımında kullanılan dış şebeke sistemi ve iç şebeke sistemindeki aksaklıkların giderilmesi (sağlam, kırılmaz ve sızdırmaz plastik borular) gerekmektedir (Alişarlı ve ark 2007, Aydın 2007).

2.2. İÇME VE KULLANMA SULARININ KİRLENME NEDENLERİ

Doğada buharlaşarak havaya karışan su yoğunlaşarak yeryüzüne düştüğünde, havada bulunan gazları, tozları, radyoaktif maddeleri ve mikroorganizmaları bünyesine alarak kirlenmektedir. Ayrıca yeryüzüne düşen suyun toprakta bulunan organik maddeler, inorganik maddeler ve mikroorganizmalar nedeniyle içeriği de değişmektedir (Selçuk 2011). Günümüzde su kaynaklarının hızlı bir şekilde kirlenmesi, hızla artan dünya nüfusunun gelecekte büyük bir su sıkıntısı yaşamasına neden olacaktır. Su sıkıntısını engellemeye yönelik yapılan çalışmalar ise su kalitesini artırma yönünde değil sadece su miktarını arttırmaya yönelik olduğu gözlemlenmiştir (Tanas 2016).

Yüzeysel suların ve yeraltı sularının kirlenmesinde en büyük pay, insan topluluklarının her türlü aktiviteleridir. Suyun kirlenmesi nüfus artışına bağlı olarak kanalizasyon sistemlerinin rehabilite edilmemesi sonucu oluşan mikrobiyolojik kirlenmeler, evsel, tarımsal, endüstriyel ve radyoaktif atıkların oluşturduğu kimyasal kirlenmeler şeklinde olabilir. Ayrıca mikrobiyolojik ve kimyasal kirlenmeler sonucu suyun renk, koku, tat, pH, v.b fiziksel özellikleri de değişmektedir (Aydın 2007, Selçuk 2011, Tanas 2016).

İçme ve kullanma sularını mikrobiyolojik yönden en fazla kirleten faktör ise; kanalizasyon sisteminin, içme ve kullanma suyu dış şebeke sistemini çeşitli şekillerde (yağış, su kesintisi sırasında oluşan negatif basınç, dış şebeke sistemi

borularının kırılması ve kanalizasyon sistemi borularının kırılması) kirletmesidir (Avcı ve ark 2006, Alemdar ve ark 2009, Selçuk 2011). Sularda mikrobiyolojik kirlenme, genellikle hayvan ve insanların dışkılarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca hayvan ve bitki atıkları ile tarım atıkları suyun organik madde miktarını artırarak su içinde mikroorganizmaların üremeleri için daha uygun ortam oluşturmaktadır (Selçuk 2011).

Sularda kimyasal kirlenme ise çok çeşitlidir. Bunların en başında sanayi atıklarının suya karışması gelmektedir. Böylece fenol, arsenik, siyanür, krom gibi canlılara zarar veren toksik bileşikler sularda birikir. Ayrıca petrol atıklarının yüzey sularına karışması, endüstri ve evsel atıklardan çıkan sentetik deterjanlar, radyoaktif sızmaların suya karışması, nükleer silah denemeleri, tarımda kullanılan pestisitler, sularda çeşitli sebeplerle inorganik minerallerin (sodyum, potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, sülfat) fazla miktarda birikmesi; suyun kimyasal olarak kirlenmesine neden olmaktadır (Aydın 2007, Selçuk 2011, Tanas 2016). Suda çözünmeyen birçok madde (Tebeşir, jibs, v.b), mikrobiyolojik kirlenme ve kimyasal kirlenme suyun renk, koku, tat, pH, v.b fiziksel özelliklerini değiştirmesine neden olmaktadır (Aydın 2007, Tanas 2016).

2.3. SAKARYA İLİNİN İÇME VE KULLANMA SUYU DURUMU

Sakarya il merkezinin içme ve kullanma suyu kaynağı Sapanca gölüdür. Sakarya il merkezinin tamamı sağlıklı içme ve kullanma suyuna ve fenni kanalizasyon sistemine sahiptir. Sapanca gölü konum olarak; Doğu Marmara bölgesi içerisinde, doğusunda Sakarya ili ve batı ucunda Kocaeli sınırları içerisinde kalan ve Adapazarı Ovasını İzmit Körfezi oluşuna birleştiren uzun bir çukurun doğu yarısında yer alan tektonik yapılı tatlı su gölüdür (Tanas 2016, <https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=49> Erişim tarihi: 01/12/2017). Sapanca gölünün havzası 252 km², yüzölçümü 47 km² ve doğu-batı uzunluğu 17 km'dir. Kuzey-Güney genişliği 5 km, en derin yeri 61 m'dir. (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi: 01/12/2017). Sapanca gölünün suyu kış ve ilkbahar aylarında yükselir, sonbahar aylarında ise alçalır. Bu durumda iki seviye arasında yaklaşık 70-90 cm fark görülür (<https://www.sakaryasaski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=49> Erişim tarihi: 01/12/2017).

Sapanca gölü, güneyinde bulunan dağlardan inen sellerle iyi beslenir ve fazla suyunu da doğu ucunda bulunan çark suyu aracılığı ile Sakarya nehrine aktarır. Sapanca gölü daha ziyade gölün dibinde bulunan kaynaklardan beslenmektedir. Ayrıca sapanca gölünün kuzey ve güney dağlarından inen, debileri çok düşük olan ve bir kısmı yaz aylarında kuruyan küçük dereciklerden beslenmektedir. Sapanca gölünün içme ve kullanma suyu maksimum verimi 136 milyon m³/yıl, minimum (emniyetli) verim ise 128 milyon m³/yıl'dır. Gelecekte Sakarya ilinin nüfusunun 1 500 000 olması durumunda ise gölün tamamı kullanılsa dahi şehrin içme ve kullanma suyu ihtiyacı için yetersiz kalacaktır. Bu olumsuz durumun yaşanmaması için alternatif su kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır (Tanas 2016).

Sapanca gölünden elde edilen içme ve kullanma suyunun artırılmasında kullanılan en büyük arıtma tesisi Hızır İlyas İçme Suyu Arıtma Tesisi'dir. Sapanca gölünden 1800'lük CTP isale hattı ile beslenen Hızır İlyas İçme Suyu Arıtma Tesisinin arıtım gücü 277 000 m³/gün'dür. Bu arıtma tesisi Merkez, Erenler, Serdivan, Söğütü, Ferizli, Kaynarca, Arifiye ilçelerinin içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamaktadır (Tanas 2016). Geleneksel içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinden farklı olan Hızır İlyas İçme Suyu Arıtma Tesisi, farklı bir teknoloji ile dizayn edilmiş olup, özellikle enerji ve kimyasal giderlerde ciddi derecede tasarruf sağlamaktadır (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi: 01/12/2017).

Hızır İlyas İçme Suyu Arıtma Tesisi; 33 adet, 350 m³/saat kapasiteli ve adsorbsiyon ile filtrasyon bölümlerine sahip modüler arıtma tanklarından oluşmuştur. Bu arıtma tankları otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir. Tanklarda bulunan suyun yumuşatılması amacı ile Al₂(SO₄)₃ (Alüminyum sülfat) ve polimer kullanılmaktadır. Tüm tankların arıtma verimleri anlık olarak izlenmekte ve tank çıkış suyu kalitesi korunmaktadır. Tank filtre malzemeleri kimyasal açıdan kaliteli malzemelerden yapılmış ve 10-20 mikronluk kimyasal maddeleri tutacak küçüklikte porlardan yapılmıştır (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi: 01/12/2017).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe uygun olarak tesisi besleyen suyun dezenfeksiyonunda gaz klor (Cl₂) kullanılmaktadır. Tesisin verimliliğinden ötürü dezenfeksiyon yan ürünleri (THM) çok az oluşmaktadır. Ayrıca tesis suyunun;

ağır metal içeriği, dezenfeksiyon yan ürünleri ve suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametreleri günlük olarak Halk Sağlığı Laboratuvarı'nda kontrol edilmektedir (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi: 01/12/2017). Sapanca gölünde bahar aylarında çok yoğun miktarda alg üremesi gerçekleşmesi buradan elde edilen içme ve kullanma suyunun kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması amacı ile aktif karbon kullanılmaktadır. Ayrıca aktif karbon koku ve tat problemi oluşturan kimyasal maddeleri de bünyesinde tutmaktadır. Son olarak aktif karbonun da içme ve kullanma suyundan uzaklaştırılması tanklarda bulunan 10-20 mikronluk filtreler ile sağlanmakta ve suya karışması engellenmektedir (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi: 01/12/2017).

2.4. HASTANELERİN İÇME VE KULLANMA SUYU GEREKSİNİMİ

Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi dört ayrı yerleşkede hizmet vermektedir. Hastane kampüslerimizin 2017 yılı ortalama günlük içme ve kullanma suyu tüketim miktarları şu şekildedir; 450 hasta yatak kapasiteli merkez kampüsünün 362 m³/gün, 250 hasta yatak kapasiteli korucuk kampüsünün 232 m³/gün, 250 hasta yatak kapasiteli doğumevi kampüsünün 248 m³/gün ve 46 hasta yatak kapasiteli serdivan kampüsünün 34 m³/gün' dür. (Hastane teknik servis bölümü, sözlü görüşme 2017). Tüm hastane kampüslerinin içme ve kullanma suyu şehir şebeke suyundan sağlanmaktadır (Hastane teknik servis bölümü, sözlü görüşme 2017).

Hastanemiz, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe uygun olarak Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarına her yıl tüketilen içme ve kullanma suyu miktarına bağlı olarak; Merkez kampüsü, Korucuk kampüsü ve Doğumevi kampüsü için 4 kontrol izleme ve 1 denetim izlemesi ve Serdivan kampüsü için 2 kontrol izleme ve 1 denetim izlemesi için su örneği göndermektedir (Hastane enfeksiyon birimi, sözlü görüşme 2017).

Tablo 2. Hastanemiz içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik analiz sıklığı

Bir su şebekesi bölgesi içinde her gün dağıtılan suyun miktarı (m ³)	Her yıl için kontrol izlemesi sayısı	Her yıl için denetleme izlemesi sayısı
≤100	2	1
(>100)-(≤1000)	4	1

(T.C. Resmî Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

Her hastane kampüsünün su kesintisi olması durumunda içme ve kullanma suyu amacı ile kullanılabileceği su depoları bulunmaktadır. Bu su depolarının hijyenik bakımları düzenli olarak yapılmaktadır (Hastane teknik servis bölümü, sözlü görüşme 2017). Hastanelerde içme ve kullanma suyu ihtiyacı genellikle hasta yatağı başına 500 litre/gündür (Aydın 2007). Hastanelerde içme ve kullanma suyu genellikle hastaların içme, yemek yapma ve kişisel temizliğinde (el-yüz yıkama, diş fırçalama, duşalma, v.b) kullanılmaktadır. Ayrıca hastane içme ve kullanma suları sağlık personeli ve ziyaretçiler tarafından farklı amaçlarda (Diyaliz üniteleri, laboratuvarlar, sterilizasyon, hastane temizliği, çamaşır ve bulaşık yıkama v.b) kullanılabilir (http://www.klinik.org.tr/wp-content/uploads/2014/03/ALİ-SÜNGÜ.pdf Erişim tarihi: 13.12.2017).

Hastane içme ve kullanma sularında bulunabilen fırsatçı patojenler, heterotrof bakteriler ve filamentöz mantarlar; transplantasyon, yoğun bakımlar, hematoloji ve onkoloji servislerinde yatan immün düşkün hastalara içme ve kullanma suyu ile bulaştığı ve bu hastalarda önemli sağlık sorunlarına neden olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Hapçioğlu ve ark 2004). Özellikle immün düşkün hastaların yoğunlukta olduğu onkoloji, yoğun bakımlar, genel cerrahi servisleri, organ transplantasyonu ve çocuk sağlığı ve hastalıkları servisi gibi hastane servislerinde içme ve kullanma sularının temiz olması nözokomiyal enfeksiyonların su ile bulaşımın engellenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Hapçioğlu ve ark 2004).

2.5. İÇME VE KULLANMA SULARINDAN KAYNAKLI HASTALIKLAR

Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde hijyenik kalitesi düşük sular nedeniyle bulaşıcı diyarden dolayı gerçekleşen 1,7 milyon ölüm vakasının % 90'ı çocuklarda görülmektedir (Tanas 2016). Su kaynaklı hastalıklardan en sık rastlanılanlar mikrobiyolojik kökenli olanlardır. Bu hastalıkların dünyada en sık gözlenenleri; kolera (*Vibrio cholera*), tifo (*Salmonella typhi*), paratifo (*Salmonella paratyphi*), dizanteri (*Shigella dizanteriae*), turist ishali (*E. coli*), polimiyelit, hepatit A, viral gastroenterit (Enterovirüsler), Ameobiasis (*Entamoeba histolytica*), Giardiasis (*Giardia intestinalis*) ve Cryptosporidiosis'dir (*Cryptosporidium parvum*). Özellikle son yıllarda *Cryptosporidium parvum* tarafından oluşturulan gastroenterit

vakalarında önemli bir artış görülmektedir. Bu parazit, kimyasal dezenfektanlara özellikle de geleneksel su arıtma yönteminde kullanılan klorlamaya karşı çok dayanıklıdır. Ayrıca içme ve kullanma sularında mikrobiyolojik kaliteyi olumsuz etkileyen alg ve sporlar da çeşitli zehirlenme ve ishallere yol açabilmektedir (Selçuk 2011).

Kirli sularda kimyasal kaliteyi olumsuz etkileyebilen çözünebilir inorganik maddelerden olan sülfat; fazla miktarda bulunması durumunda sindirim sistemi bozuklukları ve ishallere, flor; fazla miktarda bulunması durumunda florozise, nitrat; fazla miktarda bulunması durumunda siyonoza neden olur. Ayrıca içme ve kullanma sularında bulunabilecek suda çözünen veya çözünmeyen yapay gübre, pestisitler, herbisitler, deterjanlar ve radyoaktif maddeler ise çeşitli zehirlenme ve hastalıklara neden olmaktadır. İçme ve kullanma sularının içerisinde az miktarda bulunduğu zararlı olmayan fakat sürekli vücuda alındığında çeşitli doku ve organlarda birikerek bu doku ve organların fizyolojik yapı ve işlevini olumsuz etkileyen kurşun, arsenik civa, kadmiyum gibi ağır metaller de sağlığı tehdit etmeyecek düzeyde olmalıdır (Aydın 2007, Selçuk 2011). Ayrıca içme ve kullanma suyuna karışan süspansiyon halindeki ince kum taneleri, asbest elyafları, v.b bağırsak mukozasını tahriş ederek ishallere neden olmaktadır (Aydın 2007).

Hastanelerde bağışıklık sistemi zayıf veya baskılanmış risk grubu hastaların bulunması, hastane içme ve kullanma sularında patojen mikroorganizmaların yanında fırsatçı patojen mikroorganizmalarında bulunmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalarda, hastane içme ve kullanma sularından izole edilen heterotrof bakteriler (*B. cereus*, *S. aureus*, *Pseudomonas spp.* ve *Acinetobacter spp.* ve *S. maltophilia*) ile filamentöz mantarların (*Aspergillus spp.*, *Acremonium spp.*, *Fusarium spp.*, *Exophiala spp.*); kanser tedavisi gören, organ transplantasyonu yapılan, hematoloji ve onkoloji servislerinde yatan, yoğun bakım ünitelerinde tedavi edilen, böbrek yetmezliği, tüberküloz ve KOAH gibi yüksek risk grubu hastalarda ciddi enfeksiyonlara yol açarak % 5-10 oranında mortaliteye neden olmaktadır (Hapçioğlu ve ark 2004). Özellikle hastane su sistemlerinde kloro karşı dirençli ve biyofilm oluşturan *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *S. maltophilia* gibi bakterilerin eller ile bulaştığı ve antibiyotiklere çoğul direnç gösterdikleri ve bu

bakterilerin enfeksiyonlarının tedavisinde risk grubu hastalarda çok büyük zorluklar yaşandığı bilinmektedir (Hapçioğlu ve ark 2004).

2.5.1. Suda Bulunan Bazı Bakterilerin Neden Olduğu Hastalıklar

Etkenler ve yaptığı hastalıklar; *E.coli*; farklı gastroenterit tabloları, *Enterococcus spp.*; gastroenterit, *Legionella pneumophila*; Legionellozis, *Salmonella typhi /paratyphi*; Tifo/Paratifo, *Salmonella enteridis*; gastroenterit, *Shigella dysenteriae*; Shigellozis (basilli dizanteri), *Vibrio cholerae*; Kolera, *Pseudomonas aeruginosa*; follikülit, akut otitis media, *Yersinia enterocolitica*; Yersiniosis, *Bacillus anthracis*; Şarbon, *Brusella spp.*; Brusellozis, *Francisella tularensis* ve *Pasteurella tularensis*: Tularemi, *Leptospira spp.*; leptospirozis (Weill hastalığı), *Clostridia* ve sporları; zehirlenme ve gastroenterit, *Clostridium perfringens*; zehirlenme ve gastroenterit, *Campylobacter jejuni*: gastroenterit şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.2. Suda Bulunan Bazı Virüslerin Neden Olduğu Hastalıklar

Hepatit A ve *Hepatit E* virüsü; epidemik hepatit, Enterovirüsler (*Poliovirus*, *Cocksackievirus*, *Echovirus*): gastroenterit, kalp anomalileri, menenjit, poliomyelit, Rotavirüsler; gastroenterit, Adenovirüsler; gastroenterit, akut üst solunum yolu enfeksiyonu, faranjit, faringokonjonktival ateş, bronşit, atipik pnömoni, hemorojik sistit, Astrovirüsler; akut gastroenterit, Orthoreovirüsler; akut üst solunum yolu hastalığı, gastroenterit ve safra atrezisi, Calicivirüsler; gastroenterit, *Norwalk virüsü/Norovirus*; gastroenterit, Reovirüsler; gastroenterit şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.3. Suda Bulunan Bazı Parazitlerin Neden Olduğu Hastalıklar

2.5.3.1. Suda bulunan bazı protozoonların neden olduğu hastalıklar

Cryptosporidium spp.; Cryptosporidiosis, gastroenterit, *Entamoeba histolytica*; Ameobiasis (amipli dizanteri), *Giardia intestinalis/lambli*a; Giardiasis, *Toxoplasma gondii*; Toxoplasmozis, *Balantidium coli*; dizanteri, *Iso*spora spp.; Coccidiosis, *Naegleria spp.*; meningoensefalit, *Acanthamoeba castellani*: amöbik meningoensefalit şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.3.2. Suda bulunan trematodların sebep olduğu hastalıklar

Fasciola hepatica; Distomatosis, *Schistosoma spp.*; Schistosomiasis şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.3.3. Suda bulunan sestodların neden olduğu hastalıklar

Echinococcus spp.; Echinococcosis, *Taenia spp.*; Taeniasis şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.3.4. Suda bulunan nematodların neden olduğu hastalıklar

Ascaris lumbricoides; Askariasis, *Enterobius vermicularis*; Enterobiosis, *Ancylostoma spp.*; Ankylositomiasis, *Necator americanus*; Necatoriasis, *Dracunculus medinensis*; Dracunculiasis, *Trichuris trichiura*; Trichuriasis şeklinde sıralanabilir (MEB 2011, Halkman 2012).

2.5.4. Sudaki Bulunan Bazı Alglerin Neden Olduğu Hastalıklar

Sudaki bulunan bazı algler de (mavi-yeşil algler/Siyanobakteriler) gastroenterit, gastrointestinal rahatsızlıklar, deride, gözde, boğazda ve kulakta kızarıklıklar, Tümör oluşturma, karaciğer yetmezliği ve nörolojik bozukluklara yol açabilirler (Bora 2016).

2.6. İÇME VE KULLANMA SUYU ANALİZLERİNDE İNDİKATÖR MİKROORGANİZMALAR

İçme ve kullanma sularında patojen mikroorganizmaların her birinin mikrobiyolojik analizi pahalı, yorucu ve zaman alıcıdır. Bu sebeple suda bulunan tüm patojen mikroorganizmaların her birinin izolasyonu yerine bu mikroorganizmaların varlığını temsil eden, ilgili besiyerlerinde kolayca üretilip sayılabilen ve sağlık çalışanlarının güvenliği açısından risk oluşturmayan mikroorganizmalar diğer bir deyişle indikatör mikroorganizmalar aranmalıdır (Alışarlı ve ark 2007, Bora 2016). Başta *E. coli* olmak üzere diğer fekal koliform grubu bakteriler, Enteroklar ve sülfid indirgeyen anaerob'lar indikatör mikroorganizmalara örnek olarak verilebilir (Alemdar ve ark 2009). İçme ve kullanma sularında aranan bu indikatör enterik bakteriler, insan ve

hayvan dışkıında bolca bulunan normal bağırsak florasına ait bakterilerdir. İndikatör bakterilerin içme ve kullanma sularında bulunması; bu suda aynı zamanda dışkı yolu ile bulaşabilen Enterovirüsler (*Polio*, *Cocksackie* ve *Echo virus*), *Vibrio cholera*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Shigella dysanteriae*, *Klebsiella spp.*, *Clostridium spp.*, *Aeromonas spp.* gibi mikrobiyolojik analizi pahalı, zor ve zaman alıcı diğer patojenlerin bulunabileceğini de gösterir (Alişarlı ve ark 2007, Selçuk 2011). Ayrıca bu indikatör mikroorganizmalar patojenlere göre dış ortam şartlarına ve dezenfeksiyon işlemlerine karşı daha dayanıklıdır (Alişarlı ve ark 2007). Ülkemizde uygulanan mevzuata göre de içme ve kullanma sularında bulunmaması gereken indikatör bakteriler; *E. coli*, Koliform grubu bakteriler ve Enterokoklardır (T.C. Resmî Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730).

2.6.1. *Escherichia coli*

Suyun fekal kirlenmeye maruz kaldığının en açık belirtisi olan indikatör bakteridir. Çünkü *E. coli* sadece insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında bulunan termotoleran koliform grubu bir bakteridir (Selçuk 2011, Bora 2016). Koliform grubu bakterilerin tüm özelliklerini taşıyan bu termotoleran koliform grubu bakteri türü; *Enterobacteriaceae* ailesine ait, gram negatif basıldır. *E. coli* fakültatif anaerobtur ve spor oluşturmaz. Bazı suşlar kısa peritrik flagellalara sahip iken, bazıları hareketsizdir. *E. coli*, pH nötr ve asidik ortamlarda yaşayabilir. Ayrıca oksidaz negatif, katalaz pozitif özellik gösterir (Selçuk 2011). *E. coli* suşlarının % 95'inden fazlasında; indol (+), metil red (+), voges proskeuer (-) ve sitrat (-) tir (Özkuyumcu 2009). Somatik (O), kapsüler (K) ve flagellar (H) antijenlerinden serolojik tiplendirme de yararlanılır (Selçuk 2011).

İnsanlarda çoğu *E. coli* suşu non-patojen veya fırsatçı patojen olmakla birlikte, en az 5 farklı patojenik grup (Enteropatojenik *E. coli* (EPEC), Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) ve Enteroagregatif *E. coli*) gastroenterite neden olmaktadır (Murray 2007, Selçuk 2011). Özellikle Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) grup içerisinde yer alan *E. coli* O157:H7 (en fazla hemorajik kolit ve hemolitik üremik sendrom yapan etken) serotipi insanda ölüme kadar gidebilecek ciddi enfeksiyonlara neden olmaktadır (Murray 2007, Bora 2016).

Patojen *E. coli* türleri insanda intestinal sistem, gastroenterit, abse, pneumoni, meningitis, septisemi, üriner sistem ve yara enfeksiyonlarına neden olmaktadır (Selçuk 2011). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre 100 ml içme ve kullanma suyunda hiçbir zaman *E. coli* bulunmamalıdır (T.C. Resmî Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730). İçme ve kullanma suyu kontrol parametrelerinde *E. coli*'ye rastlanması arıtma işlemi ve klorlamanın yetersiz olduğunu ve su dağıtım şebeke sisteminine fekal bir bulaşma olduğu hakkında bilgi verir (Tanas 2016).

2.6.2. Koliform Grubu Bakteriler

Koliform grubu bakteriler çevre şartlarında ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında bulunabilen *Enterobacteriaceae* ailesine ait çok geniş bir gruptur. Çevre şartlarında da bulunmalarından ötürü içme ve kullanma sularında direkt olarak fekal kirliliğin bir göstergesi olarak kabul edilmezler (Selçuk 2011). Koliform grubu bakterilerin suda mevcudiyeti suyun genel bir kontaminasyona maruz kalıp hijyenik yapısının kirlendiğinin göstergesidir (Alemdar ve ark 2009).

Bu bakteri grubu gram negatif, basil formda, aerob veya fakültatif anaerob, spor oluşturmeyen, 36°C'de 24-48 saatte laktozdan gaz ve asit oluşturan, oksidaz negatif bakterilerdir (*Escherichia spp.*, *Citrobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* ve *Klebsiella pneumoniae*, v.b) (Selçuk 2011, Öztürk 2014). Koliform grubu bakterilerin bir alt grubu olan termotoleran koliformlar (fekal koliformlar) ise (*Klebsiella spp.*, *E. aerogenes*, *E. coli* v.b) sıcak kanlı hayvanların bağırsağında bulunan bakterilerdir (Selçuk 2011). Fekal koliformlar da toplam koliformların tüm özelliklerini barındırır ve en önemli özellikleri 44°C'de laktozdan gaz ve asit oluşturmalarıdır (Selçuk 2011).

Koliform grubu bakteriler ile hastane su sistemlerinden izole edilen heterotrof bakteriler, maya ve küflerin bir arada bulunması arasında korelasyon olduğunu yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Hapçioğlu ve ark 2004). Koliform grubu bakteriler sağlam şebeke sisteminde etkili bir klorlama yapılmasına rağmen, şebekenin herhangi bir yerinde oluşan biyofilm tabakalarında da çok iyi üreme gösterirler (Bora 2016).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe göre 100 ml içme ve kullanma suyunda hiçbir zaman koliform grubu bakteri bulunmamalıdır (T.C. Resmî Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730). İçme ve kullanma suyu kontrol parametrelerinde Koliform grubu bakterilere rastlanması arıtma işlemi ve klorlamanın yetersiz olduğunu ve su dağıtım şebeke sisteminine çevreden (toprak, su, kanalizasyon, v.b) kaynaklanan bir bulaşma olduğunu göstermektedir. Ayrıca içme ve kullanma suyunda koliform grubu bakterilere rastlanması fekal kirliliğin kesin bir göstergesi olmasa dahi olası bir fekal kirlenmeyi işaret eder (Selçuk 2011, Tanas 2016).

2.6.3. Enterokoklar (Fekal Stereptokok)

İnsan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında bulunur. Suda üreme özelliği göstermeyen fakat suda diğer indikatör mikroorganizmalara göre daha uzun süre yaşayan ve klor indikatör mikroorganizmalara oranla daha dirençli olan bakterilerdir. Bundan dolayı suda uzun süre önce oluşan fekal kirliliğin göstergesidir (Özgür 2013). Bağırsak enterokokları (Fekal Stereptokok) Slanetz-Bartley agarda 2.3.5- trifeniltetrazolyum klorürü formazona indirgeyerek üreyen ve Safra-Eskülin Azid agarda, 44±1 °C'de eskülini hidroliz edebilen bakterilerdir (TS EN ISO 899-2 2005).

Bu bakteriler 10°C-45°C sıcaklıkta, pH 9,6 ve % 6,5 NACI de ürerler. Isıya da dayanıklı bakteriler olup, 60°C'de 30 dakika canlılığını korurlar. İnsan sağlığını olumsuz etkileyebilen ve kirli sularda en çok izole edilen türler; *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* ve *E. durans*'tır (Özgür 2013).

Antibiyotiklere çoklu direnç gösteren ve nözokomiyal enfeksiyonlara neden olan enterokoklar bakteriyemiye, endokardite, batın içi enfeksiyonlara, pelvik ve üriner sistem enfeksiyonlarına neden olurlar (Öztürk 2014).

2.7. HASTANE SU SİSTEMLERİNDE İZOLE EDİLEN DİĞER BAKTERİLER

Stafilokoklar doğada çok yaygın olarak buldukları gibi deri ve mukozalarda normal floranın bir parçası olarak bulunan üzüm salkımı koklar şeklinde dizilim

gösteren Gr (+) bakterilerdir. Fırsatçı patojen karaktere sahip olan Stafilocok türleri birçok enfeksiyona neden olmaktadır. *Staphylococcus aureus*; oluşturduğu enterotoksin ile toksik şok sendromu, gıda zehirlenmesi ve enteritlere neden olmaktadır. Ayrıca sepsis, endokardit, pnömoni, impetigo, folikülit, selülit ve yara enfeksiyonlarına neden olmaktadır. *Staphylococcus epidermidis*; yumuşak doku enfeksiyonu, pnömoni, artrit, menenjit, apiyem, sepsis, endokardit, konjonktivit, sistit enfeksiyonlarına neden olmaktadır. *Staphylococcus capitis*; yara ve idrar yolları enfeksiyonlarına neden olmaktadır (www.mikrobiyoloji.org /genelpdf/ 210010302.pdf Erişim tarihi: 22.01.2018).

Bacillus spp.'nin topraktan suya geçtiği ve sporlarının içme ve kullanma suyu arıtımında kullanılan filtrasyon ve dezenfeksiyon (klorlama) işlemlerine dayanıklı olduğu bilinmektedir. Bu yüzden içme ve kullanma sularında *Bacillus spp.* bulunması beklenen bir durumdur. Ayrıca toksijenik *Bacillus spp.* (*B. cereus*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, v.b) sporları ile kontamine içme ve kullanma suları ile gıda zehirlenmeleri arasında bağlantı tespit edilememiştir (Østensvik, From, Heidenreich, O'Sullivan and Granum 2004).

Micrococcus luteus insan derisi, su, toz ve toprak gibi birçok yerde bulunan zorunlu aerobik, koklar şeklinde Gr (+) bakterilerdir. Son zamanlarda bu organizma fırsatçı bir patojen olarak tanınmış ve bağışıklık baskılamış hastalarda tekrarlayan bakteriyemi, septik şok, septik artrit, endokardit, menenjit, intrakranyal süpürasyon ve kavitasyon pnömonisi ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca *Micrococcus* nedeniyle pulmoner kanamalardan immün düşkün çocuklarda (lösemiden kaynaklanan) birkaç ölüm gerçekleşmiştir (https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Micrococcus Erişim tarihi: 21.01.2018).

Pseudomonas oryzae hastane ortamında çeşitli yerlerde sıklıkla bulunur ve lavabonun drene ve solunum terapi cihazından izole edilmiştir. *P. oryzae*, immün düşkün hastalarda enfeksiyonlara neden olmaktadır. *P. oryzae* enfeksiyonları genellikle kateteri ilgilendiren vakalarda ortaya çıkmaktadır ve santral venöz kateterle ilişkili enfeksiyonlar sıklıkla bildirilmektedir (Woo, Choi, Kim, Kim, Kim, Kim and Han 2014).

Pseudomonas aeruginosa, çevrede her yerde (toprak, göl, nehir, v.b) bulunan ve serbest yaşayan bir bakteridir. Musluklar ve duş başlıklarında biyofilm tabakası oluştururlar. Ayrıca damıtılmış suda hayatta kalabilir ve düşük besleyici ortamlar ile insan vücudu gibi besleyici ortamlarda rahatlıkla bulunurlar. *P. aeruginosa* çok çeşitli enfeksiyonlara neden olmakla birlikte immün düşkün hastalarda ciddi enfeksiyonlara yol açmaktadır. Endokardit, osteomyelit, pnömoni, üriner sistem enfeksiyonları, gastrointestinal enfeksiyonlar ve menenjitlere neden olabilir ve sepsiseminin önde gelen nedenidir. Havuz sularında folikülitin ve kulak enfeksiyonlarının önemli bir nedenidir (Walker and Moore 2014).

Delftia acidovorans toprak, su ve hastane ortamında bulunabilen aerobik, non-fermentatif, Gram (-) basillerdir. Genellikle patojenik olmayan bir organizmadır ve nadiren klinik olarak önemlidir. Özellikle hastanede yatan immün düşkün hastalarda nozokomiyal pnömoni, damar içi kateterler ve endokardit ile ilişkili bakteriyemi, peritonit, oküler enfeksiyonlar ve idrar yolu enfeksiyonları ve immünosupresif ilaçlar alan hastalarda kronik böbrek hastalığına neden olmaktadır (Bilgin, Sarmis, Tigen, Söyletir ve Mülazimoğlu 2015).

Acinetobacter cinsine ait türler, toprak, su ve kuru ortamlarda sıklıkla bulunmaları nedeniyle doğada yaygın olarak bulunurlar. Cansız yüzeylerde uzun süre canlı kalabildiklerinden hastane ortamlarında genellikle izole edilirler. Bu nedenle hastanede yatan hastaların ve hastane personelinin kolonizasyonu ile ilişkilidirler. Düşük patojen potansiyeline rağmen, Acinetobacter türleri, çoğunlukla bağışıklık sistemi baskılanmış hastalar ve yoğun bakım ünitelerinde yatan hastalarda fırsatçı patojenler olarak giderek daha fazla tanınmaktadır. Hastane enfeksiyonlarına katkısı son otuz yıldır artmış ve bu mikroorganizmaları ilgilendiren birçok salgın dünya çapında bildirilmiştir. Örneğin, *Acinetobacter baumannii*, hastane salgınlarına neden olma ve antibiyotik direnci oluşturma kabiliyeti açısından küresel bir nozokomiyal patojen olarak bilinir. Acinetobacter türleri özellikle ventilatörle ilişkili pnömoni ve katetere bağlı bakteriyeminin önemli bir nedenini temsil etmektedirler. İdrar yolu ve yara enfeksiyonlarından ve bazı sporadik periton diyalizi peritonit, endokardit, menenjit, osteomyelit, artrit, pankreas ve karaciğer apseleri ve göz enfeksiyonlarına neden olduğu bildirilmiştir. *A. johnsonii* ise genellikle hastane ortamlarında bulunsa

da patojenik olmayan bir bakteri türü olarak bilinir. Çok nadir olarak katetere bağlı kan dolaşımı enfeksiyonları ve peritoneal diyaliz ile ilişkili peritonit gibi klinik enfeksiyonlara neden olduğu saptanmıştır. İmmün düşkün bir hastada *A. schindleri* nedeniyle ilk kez bir bakteriyemi vakası ise 2018 yılında yayınlanmış bir makalede yer almaktadır (Dortet, Legrand, Soussy, Cattoir 2006, Montana et al 2016, Tian, Ali, Xie, Li 2016, Montana et al 2018).

Ralstonia insidiosa; göletler, nehirler, toprak, aktif çamur, laboratuvarında kullanılan damıtılmış sularda, endüstriyel ultra saf sularda ve su dağıtım sistemlerinde izole edilmiştir. Bu bakterinin damıtılmış suda hayatta kalma yeteneği, besin ortamı sınırlı ortamlarda hayatta kalma ve klorheksidin gibi ortak klinik antimikrobiyal ajanlara dirençli olmasından ötürü özellikle immün düşkün hastalarda nozokomiyal enfeksiyonlar açısından kritiktir. Bu bakteri, Çek Cumhuriyeti'ndeki sekiz hemodiyaliz hastasında sepsisin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kistik fibroz hastalarının akciğerlerinde bulunmuştur (Ryan and Adley 2013).

Sphingomonas spp. doğada yaygın olarak bulunan, çok çeşitli organik bileşiklerden yararlanan ve düşük besin koşullarında hayatta kalan, tipik olarak sarı veya beyaz dışı pigmentli koloniler üreten, Gram (-), aerobik bir bakteridir. *Sphingomonas*'ın bazı türleri hastanelerde; su, hava, nemlendiriciler, lavabolar, solunum terapi ürünlerinde ve çeşitli klinik örneklerde bulunmuştur. Özellikle immün düşkün hastalarda bakteriyemi, bacak ülseri, peritonit, beyin apsesi, solunum yolu enfeksiyonları, üriner sistem enfeksiyonları ve menenjitte neden olduğu tespit edilmiştir (<https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Sphingomonas> Erişim tarihi: 22.01.2018).

Elizabethkingia meningoseptica, doğada her yerde bulunan, özellikle hastane su kaynakları, lavabolar, musluklar, yıkama prosedürleri için kullanılan salin solüsyonu, dezenfektanlar, besleme tüpleri, arteriyel kateterler ve solunum cihazları da dahil olmak üzere tıbbi cihazlardan izole edilen aerobik, non-fermantatif, Gram (-) basillerdir. Yenidoğanlarda menenjit, bu organizmanın neden olduğu en yaygın hastalıktır. Bakteriyemi ve pnömoni, yenidoğanlarda diğer yaygın belirtilerdir. Enfeksiyonlar genellikle prematüre bebekleri etkiler ve genellikle salgınlar şeklinde ortaya çıkar. Prematürite, *E. meningoseptica* enfeksiyonu için birincil bir risk

faktörüdür. Son aşama hepatik ve böbrek hastalığı, şiddetli yanıklar ve immün düşkün hastalarda nekrotizan fasiit, pnömoni, bakteriyemi, menenjit, endokardit, selülit, karın enfeksiyonu, yara enfeksiyonu, sinüzit, epididimit, diyaliz ilişkili peritonit, septik artrit ve göz enfeksiyonlarına neden olur (Ratnamani and Rao 2013).

2.8. İÇME VE KULLANMA SUYU MİKROBİYOLOJİK ANALİZ METOTLARI

2.8.1. Membran Filtrasyon Sistemi

Belirli hacimdeki su örneği membran filtrasyon cihazı üzerindeki membran filtreden (Bakterinin boyutuna göre por büyüklükleri 0,45 veya 0,20 µm membran filtre) süzülür. Böylece su içerisinde mevcut olan bakteri membran filtrede kalır. Daha sonra membran filtre analizi istenen besiyerine uygun sıcaklık ve sürede inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda membran filtre yüzeyinde gelişen koloniler değerlendirilir (Alişarlı ve ark 2007).

2.8.2. Çoklu Tüp Metodu

Bu metot art arda gerçekleşen tahmin deneyi, doğrulama deneyi ve tamamlama deneyinden oluşmaktadır. Tahmin deneyinde, içerisinde durham tüpü ve 10 ml Laktoz broth bulunan deney tüpüne sırası ile su örneğinden 0,1 ml, 1ml ve 10 ml ekim yapılır. 37°C de 24-48 saat inkübasyon sonunda ekim yapılan deney tüpleri içerisinde bulunan durham tüplerinde gaz oluşumu (Laktozdan gaz oluşturma) olası koliform grubu bakterileri gösterir ve pozitif sonuç olarak değerlendirilir. İkinci deney olan doğrulama deneyinde ise tahmin deneyinde gaz oluşturan örneklerden 0,1 ml alınarak içerisinde durham tüpü ve 10 ml Brilliant Green Bile Broth besiyeri bulunan deney tüpüne ekim yapılır. 37°C de 24-48 saat inkübasyon sonunda Brilliant Green Bile besiyerine ekim yapılan deney tüpleri içerisinde bulunan durham tüplerinde gaz oluşumu gözlenenler (Brilliant Green Bile besiyeri içerisinde laktozdan gaz oluşturma ve koliform grubu bakteriler için brillant yeşili boyasının renk değişimi ve bulanıklık oluşturma) kesin total koliform olarak kabul edilirler. Tamamlama deneyinde ise doğrulama deneyinde gaz oluşan Brilliant Green Bile Broth besiyerinden 0,1 ml alınarak, 10 ml lik triptofan ve durham tüpü

içeren laktozlu buyyon besiyerine ekim yapılır. 44°C de 24-48 saat inkübasyon sonunda 10 ml lik triptofan ve durham tüpü içeren laktozlu buyyon besiyerinde gaz oluşumu ve indol pozitif reaksiyon vermesi (*E. coli*'nin 44°C de 24-48 saat inkübasyon sonunda laktozdan gaz oluşturması ve besiyeri içeriğinde bulunan triptofanın *E. coli*'de bulunan triptofonaz enzimi ile parçalanması sonucu oluşan indolün, ayırıcı olan Kovaks reaktifi ile kırmızı-pembe renk oluşturması) *E. coli*'nin varlığı doğrulanmış olur. Tamamlama deneyi ile % 95'lik bir doğruluk derecesi elde edilmiş olur. Yapılan deneyler sonrası Kuvvetle Muhtemel Sayı tablosuna bakılarak 100 ml'deki bakteri sayısı hesaplanır.

Tablo 3. Ekilen Su Miktarları ve Kuvvetle Muhtemel Sayı Tablosu

Ekilen Su Miktarı(ml)			KBS*/100 ml
10	1	0.1	
+	+	+	240'dan fazla
+	+	-	240
+	-	+	95
+	-	-	23
-	+	+	19
-	-	+	9
-	-	+	9'dan az

* Koliform Grubu Bakteri Sayısı

(Avcı ve ark 2006, Özgür 2013).

2.9. LEJYONER HASTALIĞI İLE İLGİLİ YÖNETMELİK

Legionellaceae ailesinin üyeleri; 0,3-0,9 µm eninde ve 2-20 µm uzunluğunda, aerop, sporsuz, kapsülsüz, polar veya lateral flajellere sahip intrasellüler gram negatif basillerdir (Pınarbaşı 2011). *Legionella spp.* dünyanın her yerinde; nemli topraklar, bataklıklar, göller, akarsular, sıcak su kaynakları, yer altı suları ve termal havuzlarda yaygın olarak bulunurlar (Erendaç ve Elaldı 2001, Pınarbaşı 2011). *Legionella spp.* nemli ortamlarda, 0-68°C sıcaklıkta ve pH 5-8.5 aralığında yaşayabilmektedirler (Pınarbaşı 2011). *Legionella spp.* su ve nemli toprak çevrelerinde serbest yaşayabildiği gibi bu çevrelerde yaşayan *Acanthamoeba*, *Naegleria* gibi protozoaların hücre içinde parazit olarak yaşayabilirler (Pınarbaşı 2011). *Legionella spp.* neden olduğu enfeksiyonlar Lejyonelloz (Lejyoner hastalığı (pnömonili ateşli hastalık), Pontiac ateşi (pnömonisiz ateşli hastalık) ve asemptomatik enfeksiyonlar)

olarak isimlendirilir (Pınarbaşı 2011). *Legionellaceae* ailesi çoğu Lejyoner hastalığından sorumlu; 50 kadar tür ve 70'den fazla serogrup içerir (Akkaya ve Özbal 2011). *L. pneumophila* serogrup 1,4 ve 6 Legionella ile ilişkili enfeksiyonların % 90'ından fazlasından sorumludur (Pınarbaşı 2011).

Eski ve kompleks su sistemlerine ve su tesisatına geçtiğinde burada uygun ortam bularak hızla çoğalmaktadırlar. *Legionella spp.* kloru yüksek direnç gösterir. Bu bakteriler büyük binalar, işyerleri, oteller ve hastanelerin su depolarında kolonize olarak dipte oluşan sediment tabakasında birikirler. Duş başlıkları, banyoların sıcak su sistemleri, soğutma kuleleri, klimalar, hava nemlendiricileri ve musluklar etkeninin ana kaynağıdır (Erendaç ve Elaldı 2001, Akkaya ve Özbal 2011, Pınarbaşı 2011). Ayrıca *Legionella spp.* özellikle su deposunda oluşan sediment tabakasında, musluk ve duş başlıklarının yüzeyinde; klor ve biyositlerin etkilerinden uzakta bulunan biyofilm tabakasında izole edilme şansı daha yüksektir. Binaların su sistemlerindeki biyofilm tabakasında canlılığını sürdürebilmesi nedeniyle *Legionella spp.* izolasyonunda sürüntü örnekleme yönteminin su örnekleme yöntemine göre daha başarılı olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Erendaç ve Elaldı 2001, Pınarbaşı 2011, Akbaş 2013).

Hastanelerde, özellikle immün düşkün bireylerin bulunduğu ortamlarda klima, duş ve musluk suyu aerosollerinin solunum yoluyla alınması ciddi enfeksiyonlar oluşturur.

Bu nedenle birçok ülkede Legionella kaynaklı nozokomiyal salgınlar bildirilmiştir (İğnak ve Gürler 2012). Bu bakteriler damlacıklar içinde 2 saatten fazla kalabilmekte ve hava akımıyla 1,5-3 km uzağa taşınabilmektedirler. Legionellalar insanlara aerosol, aspirasyon, entübasyon ve orofaringeal kolonizasyon sırasında direkt pulmoner sisteme girerek bulaşmaktadır. Legionellalarda insandan insana bulaş görülmez (Akkaya ve Özbal 2011).

Lejyoner hastalığı epidemiyolojisi; sporadik, epidemik, seyahat ilişkili ve nozokomiyal olabilir (Akkaya ve Özbal 2011). Lejyoner hastalığı insidansı su rezervuarlarının bakteri ile kontaminasyon derecesine, kontamine su ile temas eden kişinin duyarlılığına ve etkenin organizmaya giriş konsantrasyonuna bağlıdır. Bununla birlikte nozokomiyal insidans hastanenin immüdüşkün konak sayısına ve

hastanedeki *Legionella spp.* tanı yöntemlerinin kullanılabilirliği ile de doğrudan ilişkilidir (Akkaya ve Özbal 2011, Pınarbaşı 2011).

Lejyoner hastalığı risk faktörleri; İmmündefektlik, yaşlılık, kronik akciğer hastalığı, kronik kalp hastalığı, böbrek yetmezliği, hematolojik malignansiler, aşırı sigara ve alkol bağımlılığı, diyabet ve erkek cinsiyettir (Pınarbaşı 2011). Lejyoner hastalığı, risk faktörü taşıyan hastalarda yüksek mortaliteye sahip olan nözokomiyal pnömonilerin önemli bir nedenidir (Pınarbaşı 2011). Toplumda en sık görülen pnömoni etkenleri sırası ile; *Streptococcus pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae* ve *Legionella pneumophila*'dır (Pınarbaşı 2011). Lejyoner hastalığına bağlı toplum kaynaklı pnömoni % 2-% 15 arasında seyrederken, nozokomiyal pnömonili hastalarda % 1-% 40 arasında izole edilebilmekte ve mortalite oranı % 15-% 50 arasındadır (Pınarbaşı 2011).

Bakteri üst solunum yolu epitel hücreleri siliyer engelini, pilleri ile adherens yoluyla aşar. Bakteri üst solunum yolunu aşmış akciğer alveollerine girdiğinde burada alveolar makrofajlarla karşılaşır. Alveolar makrofajlar, bakteriyi hücre duvar antijenine karşı oluşmuş özgül opsonizan antikorları nedeniyle kolaylıkla fagosite eder Alveolar makrofajlar içinde fagolizozom oluşumunu engelleyen bakteri alveolar makrofajı rüptüre edene kadar çoğalır. Oluşan yeni bakteriler diğer alveolar makrofajlarda enfekte ederek döngüyü tekrar başlatırlar. *Legionella*'ya karşı konağın savunmasının başlıca mekanizması hücresel bağışıklıktır (Pınarbaşı 2011).

Legionella spp. izolasyonu için su ve sürüntü örneklerinin toplanmasında "Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkındaki Yönetmelik" te belirtilen kurallar uygulanır (T.C. Resmi Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016). Klinik örneklerden bakterinin tanısında, solunum sekresyonlarının kültürü altın standarttır (THSK 2016). Kullanılan besiyeri pH 6,9 ayarlı BCYE (L-sistein ve demir (III) içeren tamponlanmış aktif kömürlü maya ekstrakt agar) agardır (TS EN ISO 17131-2 2009). Klinik önemi olan *Legionella spp.* bakteriyolojik etüde 36°C'de 2-5 gün içinde inkübe edilirken, diğer *Legionella spp.* 10 güne kadar inkübasyonu sürebilir (Pınarbaşı 2011).

Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkındaki Yönetmelik kapsamında hastanelerde; 100 yatağa kadar 5 numune ve ilave 50 yatak için 1 numune, her kattaki hasta odalarını temsil edecek şekilde; onkoloji, hematoloji ve doku-organ transplantasyon ünitesi de dahil olmak üzere sıcak su muslukları ve duş başlıklarından eşit aralıklarda yılda 2 defa su veya sürüntü örneği alınmalıdır. Ayrıca; sıcak su tankı ve soğuk su tankı ile binaya giren şebeke suyu deposundan en az iki numune, merkezi havalandırma sistemi soğutma kulesi ve kondansatöründen en az bir su veya sürüntü örneği alınmalıdır (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016).

Hastanelerin fiziki şartlarının rehberde belirtildiği şekilde legionella bakterinin yaşaması ve çoğalmasını engelleyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016). Olası Lejyoner hastalığı salgınından korunmak amacı ile gerçekleştirilen dekontaminasyon yöntemleri ve uygulama sıklıkları yönetmelik kapsamında çıkarılan lejyoner hastalığı ile ilgili rehberde açıklanmıştır.

2.9.1. Dekontaminasyon Yöntemleri

Hastanelerde *Legionella* bakterinin yaşaması ve çoğalmasını engellenmesi amacıyla rehberde belirtildiği şekilde ilk olarak yapılması gereken fiziksel yöntemler sırası ile su tanklarda biriken tortu ve sedimentin süpürülüp temizlenmesi, tesisatın tümü ile boşaltılıp doldurulması, soğutma kulelerinin ve depo iç yüzeylerinin fırçalanarak biyofilm tabakasının kazınması ve filtrasyon işlemlerinin uygulanmalıdır (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016).

Uygulanan fiziksel yöntemlerin ardından legionella bakterisinin yaşamasının ve çoğalmasının önlenmesi amacıyla rehberde belirtildiği şekilde termal, kimyasal veya radyasyon ile eradikasyon yöntemlerinden en az biri etkili olmak şartıyla uygulanır. Sağlık çalışanları termal, kimyasal veya radyasyon ile eradikasyon işlemleri esnasında hastaların suyu içme ve kullanma amaçlı kullanmamaları için tedbir ve önlemler alınmalıdır (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016).

2.9.1.1. Termal eradikasyon yöntemleri

2.9.1.1.1. Yüksek ısıtma (superheating)

Hastane sıcak su tanklarındaki suyun sıcaklığı en az 24 saat süresince 70°C'nin üzerine çıkarılır ve son kullanma noktalarında da 60°C'nin üzerinde olması sağlanır (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016). Hastanelerin biyofilm, sediment ve su sisteminin eskiliği gibi risk durumuna göre superheating süresi 72 saate kadar uzatılabilir (Pınarbaşı 2011). Bu teknikte düzenlilik esastır. Eğer düzenli bir şekilde termal yöntemin uygulanması yapılmazsa bakteriler uygun ortamda tekrar üreyecektir. Dezavantajı yanık riskinin olmasıdır (Pınarbaşı 2011). Yanık riski ile karşılaşmamak için hasta, sağlık personeli ve ziyaretçilerin en az olduğu gece vakitlerinde gerekli uyarılar yapılarak su sıcaklığı 65°C'nin üstüne çıkarılarak birkaç dakika akıtılarak işlem gerçekleştirilmelidir (Pınarbaşı 2011).

2.9.1.1.2. Flushing

Hastane su tanklarında biriken tortu ve sedimentin süpürülüp temizlenmesi ve tesisatın tümü ile boşaltılıp doldurulmasından sonra suyun uç noktalarda 60°C'ye ulaşması ve tüm musluklar ile duş başlıklarından en az 5-10 dakika süreyle akıtılması işlemidir (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016).

2.9.1.1.3. Şok ısıtma

Hastane su sistemlerinin belirli bir yerinde bulunan suyun aniden yüksek ısılara (>88°C) çıkarılması ve hemen ardından uygun miktarda soğuk su ile karıştırılarak kullanıma verilmesi işlemidir (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

2.9.1.2. Kimyasal eradikasyon yöntemleri

2.9.1.2.1. Klorlama

Klorun son kullanma noktalarında 24 saat süreyle en az 3 ppm olacak şekilde uygulanmasıdır (hiperklorasyon) (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

2.9.1.2.2. Radyasyon ile eradikasyon yöntemleri

Hastane su sistemlerindeki suyun sıcaklığı 40°C çıkarılarak Ultraviyole (U.V) cihazı ile %100 transmisyon esası ile 254 nm U.V dalga boyunda işleme tabi tutulmasıdır.

Legionella spp. DNA sına hasar vererek bakteriyi öldürür. U.V ışınlar kalıntı bırakmadığı için distal bölgeler süper ısıtma ve akıtma yöntemiyle dezenfekte edilmelidir (Pınarbaşı 2011, T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

2.9.1.2.3. Bakır (Cu)-Gümüş (Ag) İyonizasyon uygulamaları

Metalik iyon elektrotları kullanılarak eradikasyon işlemi yapılır. Bakterinin hücre duvarına hasar vererek bakteri ölümü gerçekleştirir. *Legionella spp.* rekolonizasyonu minimumdur. Su sistemlerinde kalıntı bırakan ve çok fazla emek isteyen pahalı bir tekniktir (Pınarbaşı 2011, T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

Hastanelerde vaka çıkması veya rutin çalışmalar kapsamında alınan numunelerde üreme tespit edilmesi durumlarında vaka sürveyansı kapsamında aktif sürveyans çalışmaları başlatılır. Aktif sürveyans çalışmalarında *Legionella* sorumlusu tarafından ilgili hekimlerden pnömoni tanısı düşünülen hastaların lejyoner hastalığı yönünden incelenmesi ve geriye dönük olarak vaka arama çalışmaları yapılır. Ayrıca TSM tarafından, rehberde belirtilen algoritmaya göre hemen çevresel sürveyans ve su sistemlerinin dekontaminasyonu çalışmalarına başlanır. Vaka çıkan hastanelerde rutin kontrol önlemlerinin uygulanması TSM tarafından iki aylık periyotlarla iki yıl süreyle denetlenir. Yapılan denetimler rehberde düzenlenen formlar doldurularak Sağlık Müdürlüğe gönderilir (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

Bildirimi zorunlu ve Risk Grubu-2 patojenler arasında yer alan *Legionella spp.* izolasyonu; Biyogüvenlik Düzeyi-2 standartlarına uygun dizayn edilmiş, geçerli tanı kapasitesine sahip, klinik örnekler için, gelişmiş hastane laboratuvarlarında yapılırken, su ve sürüntü örnekleri için, L1 tipi Halk Sağlığı Laboratuvarlarında yapılır. Bu laboratuvarlar çalışmalarını rehberde uygun olarak gerçekleştirir (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, THSK 2016).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. SU VE SÜRÜNTÜ ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

2017 yılı Eylül-Ekim ayında Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesinin (Merkez Kampüsü, Korucuk Kampüsü, Serdivan Kampüsü, Doğumevi Kampüsü) 40 ayrı içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarından, aseptik şartlarda alınan su örnekleri ve aynı başlıklardan alınan sürüntü örnekleri araştırmamızın materyalini oluşturmuştur.

Legionella spp. izolasyonunun verimliliğini arttırmak amacıyla Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkındaki Yönetmelik'te bildirilen örnekleme sayısına uygun şekilde Lejyoner hastalığı açısından riskli hastaların bulunduğu hastane servislerinden su ve sürüntü örnekleri alınmıştır (Tablo 3). Bu bağlamda 450 hasta yataklı Merkez kampüsünden 15 adet su ve sürüntü örneği, 250 hasta yataklı Korucuk kampüsünden 10 adet su ve sürüntü örneği, 250 hasta yataklı Doğumevi kampüsünden 10 adet su ve sürüntü örneği ve 46 hasta yataklı Serdivan kampüsünden 5 adet su ve sürüntü örneği alınmıştır. Su örneği alınan içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarının tamamından ayrıca sürüntü örnekleri de alınmıştır (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

Tablo 4. SEAH kampüslerinin ilgili servislerinden alınan örnek sayıları

Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi			
Örnek no	Örneğin alındığı servisler	Duş su ve sürüntü örnek sayısı	Musluk su ve sürüntü örnek sayısı
Merkez Kampüsü			
1.örnek	Anestezi Yoğun bakım	-	1
2.örnek	Genel cerrahi servisi (Hasta oda no:1)	1	-
3.örnek	Göğüs yoğun bakım	-	1
4.örnek	Kalp-damar servisi (Ameliyathane)	-	1
5.örnek	Dahiliye yoğun bakım	-	1
6.örnek	Göğüs servisi (Hasta oda no:1)	1	-
7.örnek	Göğüs servisi (Hasta oda no:2)	1	-
8.örnek	Doku -organ transplantasyonu	1	-
9.örnek	İntaniye	1	-
10.örnek	Çocuk servisi (Hasta oda no:1)	1	-
11.örnek	Çocuk servisi (Hasta oda no:2)	1	-
12.örnek	Nefroloji servisi (Hasta oda no:1)	1	-
13.örnek	Su deposu	-	1
14.örnek	Su deposu	-	1
15.örnek	Mutfak	-	1
Korucuk Kampüsü			
16.örnek	Onkoloji servisi(Hasta oda no:1)	1	-
17.örnek	Onkoloji servisi(Hasta oda no:2)	1	-
18.örnek	Onkoloji servisi(Hasta oda no:3)	1	-
19.örnek	Onkoloji servisi(Hasta oda no:4)	1	-
20.örnek	Onkoloji servisi(Hasta oda no:5)	-	1
21.örnek	Hematoloji servisi	1	-
22.örnek	Hematoloji servisi	-	1
23.örnek	Su deposu	-	1
24.örnek	Su deposu	-	1
25.örnek	Mutfak	-	1
Doğumevi Kampüsü			
26.örnek	Çocuk klinik servisi (Yoğun bakım)	-	1
27.örnek	Çocuk klinik servisi (İç hastalıkları no:1)	1	-
28.örnek	Çocuk klinik servisi (İç hastalıkları no:2)	1	-
29.örnek	Çocuk klinik servisi (Süt çocuğu)	1	-
30.örnek	Doğum hane	1	-
31.örnek	Kadın doğum servisi	1	-
32.örnek	Çocuk cerrahi	1	-
33.örnek	Su deposu	-	1
34.örnek	Su deposu	-	1
35.örnek	Mutfak	-	1
Serdivan Kampüsü			
36.örnek	Kardiyoloji servisi (Hasta oda no:1)	1	-
37.örnek	Kardiyoloji servisi (Hasta oda no:2)	-	1
38.örnek	Su deposu	-	1
39.örnek	Su deposu	-	1
40.örnek	Mutfak	-	1

Legionella spp. analizi için ilk aşamada sürüntü örnekleri alımı daha sonraki aşamada su örnekleri alımı şu şekilde yapıldı;

Eküvyon sürüntü örnekleri alınmadan önce örneğin alındığı tarih-saat-adres, eküvyon sürüntü örneğinin alındığı yer, eküvyon sürüntü örneğinin cinsi yazıldı. Eller iyice yıkandı ve steril eldiven giyildi. İçme kullanma suyu musluk/duş başlıkları hafifçe açılarak içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarının ıslanması sağlandı. Eküvyon çubuğunun pamuklu ucu musluk ağzından içeriye sokularak dört defa çepeçevre ve hafif bir kuvvet uygulanarak çevrildi. Duş başlıklarında ise eküvyon çubuğunun pamuklu ucu duş başlığının tüm yüzeyine hafif bir kuvvetle ve çevrilerek sürüldü. Musluklar ve duş başlıkları tekrardan hafifçe açılarak 2 ml su eküvyon çubuğunun korunduğu steril burgu kapaklı tüp içine akıtıldı ve eküvyon çubuğu bu steril burgu kapaklı tüp içerisine daldırılarak tüpün ağzı kapatıldı (THSK 2016).



Resim 1. Duş başlıklarından eküvyon sürüntü örneklerinin alınması

Legionella spp., Koliform grubu bakteri, *E. coli* ve Enterokok izolasyonu için alınan musluk/duş su örnekleri aynı potasyum tiyosülfatlı 500 ml'lik kahverengi plastik steril şişelere alındı. Duş başlıklarından alınan su örneklerinde sıcaklıklar 35°C-45°C arasında ölçülürken, musluk başlıklarından alınan su örneklerinde sıcaklıklar 10°C-20°C arasında ölçüldü.

Depo musluğu başlıklarında alınan su örneklerinde sıcaklıklar 7°C-15°C arasında ölçüldü. Klor miktarı ise duş ve musluk başlıklarından alınan su örneklerinde 0,3-0,5

ppm (mg/L) arasında ölçülürken, su depo musluklarında ise 0,5 ppm olarak ölçüldü (T.C. Resmî Gazete, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354).

Legionella spp. analizi için su örnekleri alınırken potasyum tiyosülfatlı 500 ml'lik kahverengi plastik steril şişeler üzerindeki etikete örneğin alındığı tarih-saat-adres, su örneğinin alındığı yer, su örneğinin cinsi, su örneğinin ısı yazıldı. Eller iyice yıkandı ve steril eldiven giyildi. Su örneğinin alınacağı su şişesi dipten tutularak şişe kapağı açıldı. Su deposu musluğunda ise su örneği almadan önce su deposu dibinde turbülans meydana getirerek sedimentteki bakterilerinin suya geçmesini sağlamak amacıyla 1 dakika boyunca musluktan tazyikli olarak su akıtıldı. İçme ve kullanma suyu musluk/duş başlığı hafifçe açılarak 100 ml su şişelere dolduruldu. Şişe ağzı ve kapağı kontamine edilmeden dikkatlice kapatıldı (THSK 2016).

Koliform grubu bakteriler, *E. coli* ve Enterokok analizi için su örneği alınırken potasyum tiyosülfatlı 500 ml'lik kahverengi plastik steril şişeler üzerindeki etikete örneğin alındığı tarih-saat-adres, su örneğinin alındığı yer, su örneğinin cinsi, su örneğinin ısı yazıldı. Eller iyice yıkandı ve steril eldiven giyildi. İçme ve kullanma suyu musluk başlıkları alkol ile iyice silinip yakıldı. İçme ve kullanma suyu başlıklarından 30 saniye boyunca kuvvetlice su akıtıldı. Şişe ağzı ve kapağı kontamine edilmeden şişe doldurularak ağzı dikkatlice kapatıldı ([http://www.ahsl.gov.tr /index. php/ numune-alma-rehber.html](http://www.ahsl.gov.tr/index.php/numune-alma-rehber.html) Erişim tarihi: 23 Mart 2017).

Araştırmamızda Koliform grubu bakteri, *E. coli* ve Enterokok için pozitif kontrol suşları Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilirken, *Legionella pneumophila* serogrup-1 pozitif kontrol suşu ise Bursa Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilmiştir.



Resim 2. Musluk başlıklarından su örneklerinin alınması

3.2. SU VE SÜRÜNTÜ ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ

Legionella spp. izolasyonu için usulüne uygun olarak alınan sürüntü ve su örnekleri soğuk zincir altında en kısa sürede Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi merkez kampüsü laboratuvarına getirilerek Eylül 2017-Ekim 2017 tarihleri arasında periyodik olarak mikrobiyolojik analizleri yapıldı. Ayrıca Koliform grubu bakteriler, *E. coli* ve Enterokok izolasyonu için usulüne uygun olarak alınan su örnekleri soğuk zincir altında en kısa sürede Sakarya Halk Sağlığı laboratuvarına getirilerek Eylül 2017-Ekim 2017 tarihleri arasında periyodik olarak mikrobiyolojik analizleri yapıldı.

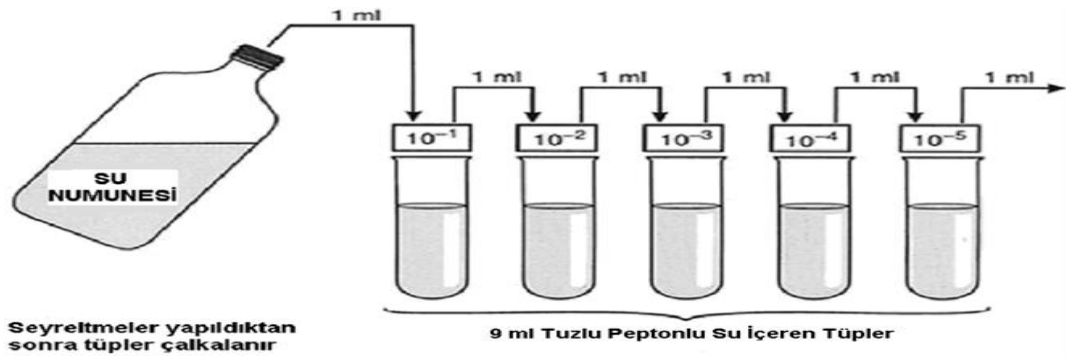
Potasyum tiosülfatlı 500 ml'lik kahverengi plastik steril şişelere alınan su örnekleri; Yönetmelik gereği Koliform grubu bakteriler, *E. coli* ve Enterokok yönünden, *Legionella spp.* ise ilgili standarda göre incelendi (T.C. Resmi Gazete, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730, TS EN ISO 17131-2 2009).

Koliform grubu bakteriler ve *E. coli* izolasyonu için Cromocoult Coliform Agar (CCA), doğrulama için ise Oksidaz test çubukları kullanıldı. Enterokok için Slanetz-Bartley Agar (SB), doğrulama testi için Safra Eskülün Agar (SEA) kullanıldı. *Legionella spp.* izolasyonu için BCYE agar, doğrulama için Kanlı Agar kullanıldı (TS EN ISO 9308-1 2005, TS EN ISO 899-2 2005, TS EN ISO 17131-2 2009).

3.2.1. Su Örneklerinde Seyreltme İşlemi Yapılması

İçme ve kullanma sularında mikrobiyolojik analizi yapılacak su örneğinde, sayılabilir bir üremenin elde edilebilmesi için gerekli sayıda seyreltme yapılmalıdır. Seyreltme yapılmasının amacı; doğru analiz sonuçlarının elde edilerek standartlara uygun sonuçlar elde edilmesidir (TS EN ISO 8199: 2008).

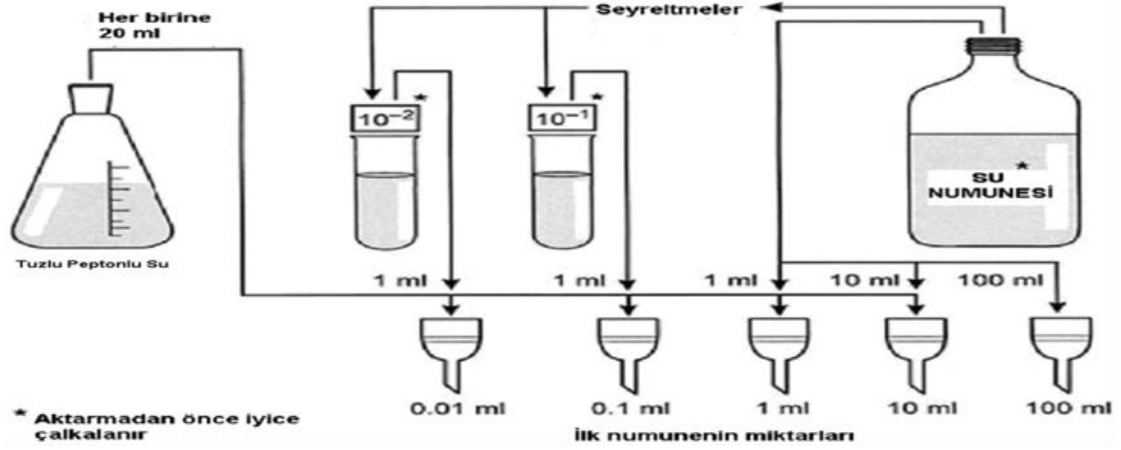
Kirlilik düzeyi yüksek olma ihtimali bulunan içme ve kullanma sularında seyreltme işlemi, sayılabilir bir üremenin gerçekleşebileceği orana kadar yapılmalıdır. Bu oran genellikle; 60 mm'lik petride en fazla 100, 90 mm'lik petride 300 şüpheli koloni düşecek şekilde kabul edilmektedir. Seyreltme aşamasında steril 9 ml TPS içeren tüplere 1 ml su örneği ilave edilerek 1/10 seyreltmeler şeklinde yapılır (TS EN ISO 8199: 2008).



Şekil 1. Seyreltme serisinin hazırlanması

(TS EN ISO 8199: 2008)

Membran filtrasyon sisteminde seyreltme serisinin hazırlanması ise kirlilik oranı yüksek olduğu düşünülen 100 ml içme ve kullanma suyu; süzmeye ilave olarak seçilen daha az miktarlarda (50 ml, 25 ml, 10 ml, 1 ml, v.b) ve hazırlanmış seyreltmelerden 1 ml süzülür. Daha sonra 20 ml den az miktarda yapılacak süzme işlemleri, membran filtrasyon hunilerine en az 20 şer ml steril TPS konulduktan sonra üzerlerine numune eklenerek gerçekleştirilir (TS EN ISO 8199: 2008).



Şekil 2. Membran filtrasyon serisinde seyreltme serisinin ekimi

(TS EN ISO 8199: 2008)

3.2.2. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi İle Koliform ve *E. coli* İzolasyonu

Çalışmamızda CCA besiyeri kullanıldı (Chromocult Coliform Agar, Merck 110426, Almanya). CCA Agar besiyeri içeriği; Pepton 3gr/L, Sodyum klorür 5 gr/L, Sodyumdihidrojenfosfat 2,2 gr/L, disodyumhidrojenfosfat 2,7 gr/L, Sodyum piruvat 1 gr/L, Triptofan 1 gr/L, Sorbitol 1 gr/L, Tertigol-7 0,15 gr/L, Kromojenik karışım 0,4 gr/L, Agar-agar 10 gr/L (Halkman ve Sağdaş 2014).

CCA agar besiyerinin etki şekli; Besiyeri içeriğinde bulunan peptonlar, pirivat ve fosfat tampon, ağır hasar görmüş koliform grubu bakterilerin kendini onarmasını sağlar. Tertigol-7 Gr (+) ve bazı Gr (-)'lerin üremesini baskılar. Koliform grubu bakteriler için spesifik olan β -D galaktosidaz enzimi, Salman-GAL kromojenik substratını parçalayarak koliform grubu bakterilerin pembemsi-kırmızı koloni

oluşturmasını sağlar. İçerikteki X-Glucuronide substratı ise *E. coli* için spesifik olan β -D glukuronidaz enzimi tarafından parçalanır. Böylece *E. coli*, koliform grubu bakteri olarak Salmon-GAL'i parçalaması yanında X-glukoronide substratını da parçalayarak diğer koliform grubu bakterilerden koyu mavi-menekşe renkli koloni oluşturması ile ayırt edilir. Besiyeri içeriğindeki triptofan varlığı, doğrudan koloni üzerinde indol testi yapılmasına olanak sağlar (Halkman ve Sağdaş 2014).

CCA agar besiyeri kontrolü; Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilen doğrulanmış koliform grubu bakteri suşundan steril öze yardımıyla alınarak tek koloni ekim yöntemi ile çalışmamızda kullanılacak CCA agarlardan bir tanesine ekim yapıldı. Etüvde 36°C ve 24 saat inkübasyon sonunda CCA agarda pembe-kırmızı kolonilerin görülmesi besiyerimizin doğru çalıştığını gösterdi. Aynı zamanda Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilen doğrulanmış *E. coli* suşundan steril öze yardımıyla alınarak tek koloni ekim yöntemi ile çalışmamızda kullanılacak CCA agarlardan bir tanesine ekim yapıldı. Etüvde 36°C ve 24 saat inkübasyon sonunda CCA agarda mor-menekşe kolonilerin görülmesi besiyerimizin doğru çalıştığını gösterdi. Ayrıca çalışmamızda kullanılacak CCA agar besiyerlerinden bir tanesi hiçbir ekim yapılmadan 36°C ve 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda hiçbir üreme görülmemesi, besiyerlerimizin sterilite kontrolü açısından güvenli olduğunu gösterdi.

İçme ve kullanma suyu örneklerinde membran filtrasyon sistemi ile Koliform grubu bakteri ve *E. coli* izolasyonun uygulama aşamaları sırası ile şu şekilde gerçekleşmektedir;

Su örneklerinin alındığı 500 ml kahverengi potasyum tiyosülfat içeren plastik şişelerden yönetmelik gereği 100 ml içme ve kullanma suyu iyice çalkalandıktan sonra membran filtrasyon sistemi kullanılarak 0,45 µm por çaplı steril membran filtreden geçirilir. Daha sonra membran filtre, bek alevinden geçirilen steril pens yardımıyla hiç hava boşluğu kalmayacak şekilde CCA besiyeri üzerine yerleştirilir. Bu işlemin ardından CCA besiyeri 21±3 saat boyunca 36±2°C sıcaklıkta inkübe edilir (TS EN ISO 9308-1 2005).



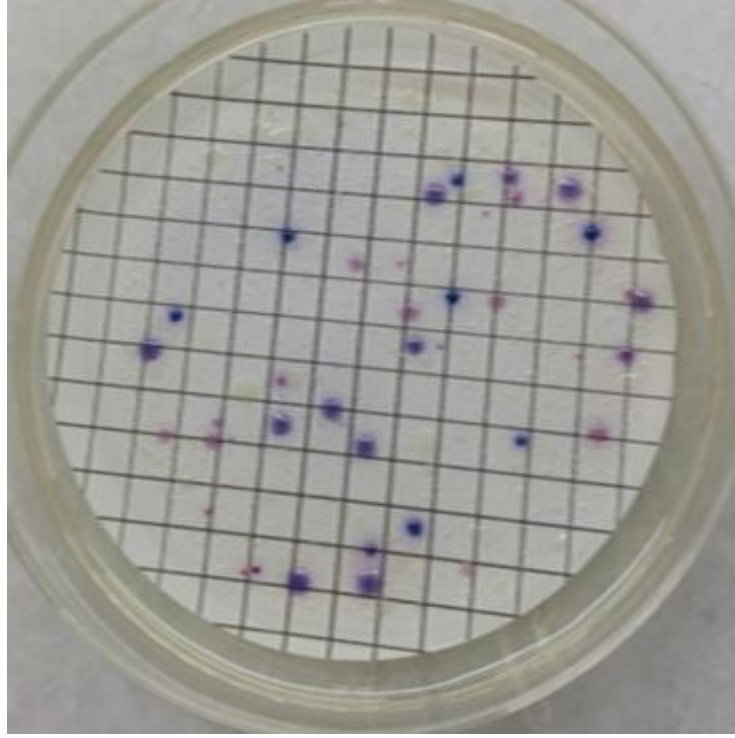
Resim 3. Membran filtrasyon sisteminden su örneğinin süzülmesi



Resim 4. CCA besiyeri üzerine yerleştirilen membran filtre

İnkübasyon sonunda CCA üzerinde yoğun bir koloni üremesi gerçekleşmediği için seyreltme işlemi yapılmamıştır.

İnkübasyon sonunda CCA besiyeri üzerine yerleştirilen 0,45 µm por çaplı steril membran filtre üzerinde; pembe-kırmızı koloniler şüpheli koliform grubu bakteriler olarak değerlendirilirken, koyu mavi-mor koloniler kesin *E. coli* olarak değerlendirilir (TS EN ISO 9308-1 2005).



Resim 5. CCA besiyerinde üreyen şüpheli koliformlar ve *E. coli* kolonileri

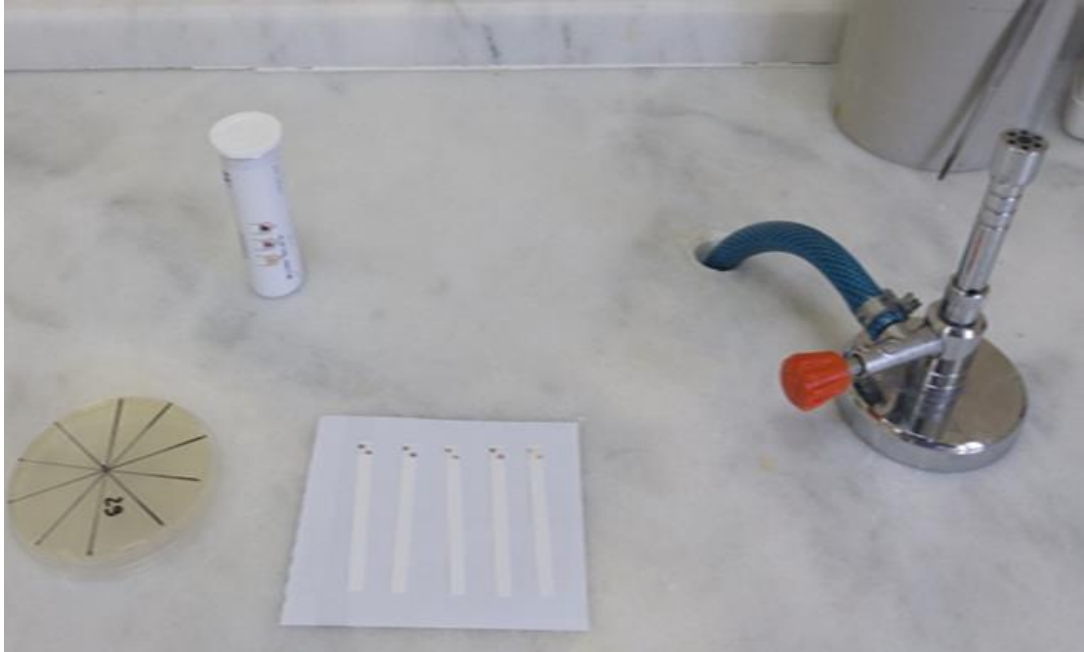
Şüpheli kabul edilen koliform grubu bakteri kolonilerinin sayısı 10'un üzerinde ise 10, şüpheli kolonilerin sayısı 10'un altında ise tüm şüpheli koloniler doğrulama testlerine alınır.

Doğrulama testi deneyinde ise şüpheli koliform grubu bakteri kolonileri Yeast Ekstratlı Agar besiyerine pasajlanır ve 21 ± 3 saat boyunca $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilir. İnkübasyon sonunda Yeast Ekstratlı Agarda üretilen şüpheli koloniler oksidaz testine alınır. Koliform grubu bakteriler oksidaz (-) oldukları için, oksidaz (-) koloniler koliform grubu bakteri olarak kabul edilir (TS EN ISO 9308-1 2005).

Oksidaz testi yapılış aşamaları (Bactident Oxidase, Merck 1.13300, CE); Yeast Extract Agarda üretilen şüpheli koliform grubu bakteri kolonilerinden, steril plastik öze ile alınarak oksidaz test çubuğuna sürülür. 20-60 saniye içinde koyu mavi-mor renk görülmesi testin pozitif, renk değişimi olmaması testin negatif olduğunu gösterir. Belirlenen süre aşıldığında oluşan renk değişikliği dikkate alınmaz (TS EN ISO 9308-1 2005).

Oksidaz testi etki şekli; Bakterilerde sitokrom oksidaz enziminin gösterilmesini sağlayan testtir. Sitokrom oksidaz enzimi, oksijenli solunumda en son elektron tutucu olan oksijene elektron aktarır.

Oksidaz testinde bir ucunda reaktif bölgesi olan test şeritler kullanılır. Bu test şeridin reaktif bölgesinde N,N-Dimethyl-1,4-phenylenediammonium chloride bileşiği bulunur. Bu bileşik, sitokrom oksidaz enzimi varlığında yapay bir elektron alıcısı olarak görev alarak okside olur. Bu oksidasyon sonunda N,N-Dimethyl-1,4-phenylenediammonium chloride, koyu mor bir bileşik olan indofenol mavisine dönüşür. Koliform grubu bakteri ve *E. coli*'ninde içinde bulunduğu *Enterobacteriaceae* üyeleri oksidaz negatiftir (*Plesiomonas shigelloides* hariç) (Özkuyumcu 2009, Ulusal Mikrobiyoloji Standartı, U.M.S 2015).



Resim 6. Oksidaz testi

Doğrulama deneyi de bitirdikten sonra *E. coli*, Koliform grubu Bakteri ve Toplam Koliform grubu bakteri sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$\text{Koliform Grubu Bakteri Sayısı} = (a \times b) / (c)$$

a= Toplam Şüpheli Koloni Sayısı

b= Doğrulanmış Koloni Sayısı

c= Test Edilen Koloni Sayısı

E. coli sayısı: Besiyerindeki koyu mavi-mor koloniler.

Toplam Koliform Grubu Bakteri Sayısı: Doğrulanın Koliform Grubu Bakteri Sayısı + *E. coli* Sayısı

Sonuçlar ise aşağıda gösterildiği şekilde ifade edilir;

Toplam koliform grubu bakteri sayısı için: (Doğrulanın Koliform grubu bakteri Sayısı + *E. coli* Sayısı) kob/100 ml şeklinde, *E. coli* sayısı için: (*E. coli* Sayısı) kob/100 ml şeklinde ifade edilir (TS EN ISO 9308-1 2005).

3.2.3. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi ile Enterokok İzolasyonu

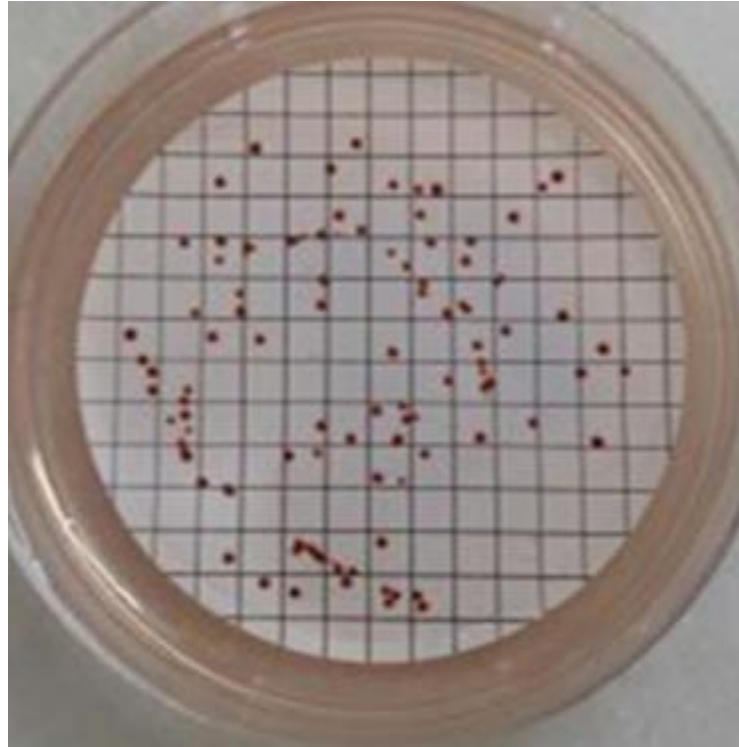
Çalışmamızda SB besiyeri kullanıldı (Membrane-filter Enterococcus Selective Agar acc. to SLANETZ and BARTLEY, Merck 1.05262, Almanya).

SB agar besiyeri içeriği; Triptoz 20 gr/L, Yeast extract 5 gr /L, D (+) Glikoz 2 gr/L, K₂HPO₄ 4 gr/L, Sodyum Azid 0,4 gr/L; 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride 0,1 gr/L, Agar-agar 10gr/L ([http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx? Erişim tarihi: 13.12.2017](http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?Erişim tarihi: 13.12.2017)). SB agar etki şekli: Diğer enterit Gram (-) mikrobiyal flora besiyeri içeriğindeki sodyum Azid ile baskılanır. Besiyeri spesifikliği, karbonat ve Tween 80 ilavesi ile artırılabilir. Enterokoklar TTC'yi formazan'a indirgeyerek kahverengi renkli koloniler oluşturur (<http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx? Erişim tarihi: 13.12.2017>).

SB agar besiyerinin kontrolü; Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilen doğrulanmış enterokok suşundan steril öze yardımıyla alınarak tek koloni ekim yöntemi ile çalışmamızda kullanılacak SB agarlardan bir tanesine ekim yapıldı. Etüvde 36°C ve 48 saat inkübasyon sonunda SB agarda kahverengi kolonilerin görülmesi besiyerimizin doğru çalıştığını gösterdi. Ayrıca çalışmamızda kullanılacak SB agar besiyerlerinden bir tanesi hiçbir ekim yapılmadan 36°C ve 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda hiçbir üreme görülmemesi, besiyerlerimizin sterilite kontrolü açısından güvenli olduğunu gösterdi. Aynı işlemler SEA besiyerinin kontrolü içinde yapıldı.

İçme ve kullanma suyu örneklerinde membran filtrasyon sistemi ile Enterokok izolasyonunun uygulama aşamaları sırası ile şu şekilde gerçekleşmektedir;

Su örneklerinin alındığı 500 ml kahverengi potasyum tiosülfat içeren plastik şişelerden yönetmelik gereği 100 ml içme ve kullanma suyu iyice çalkalandıktan sonra membran filtrasyon sistemi kullanılarak 0,45 µm por çaplı steril membran filtreden geçirilir. Daha sonra membran filtre, bek alevinden geçirilen steril pens yardımıyla hiç hava boşluğu kalmayacak şekilde SB besiyeri üzerine yerleştirilir. Bu işlemin ardından SB besiyeri 48 saat boyunca 36 °C sıcaklıkta inkübe edilir. İnkübasyon sonunda SB besiyeri üzerinde yoğun bir koloni üremesi gerçekleşmediği için seyreltme işlemi yapılmamıştır. İnkübasyon sonunda SB besiyeri üzerine yerleştirilen 0,45 µm por çaplı steril membran filtre üzerinde merkezi ve etrafı kırmızı, mor veya pembe renkte olan bütün bombeli koloniler şüpheli Enterokok olarak değerlendirilir. (TS EN ISO 899-2 2005).



Resim 7. SB besiyerinde üzerinde üreyen şüpheli enterokok kolonileri

Üzerinde şüpheli Enterokok kolonileri bulunan 0,45 µm por çaplı membran filtre steril pens yardımı ile ters çevrilmeden 1 saat boyunca 44°C sıcaklıkla önceden ısıtılmış Safra Eskülin Azid Agar besiyeri üzerine yerleştirilir. Daha sonra bu SEA besiyeri 2 saat 44 °C sıcaklıkta inkübe edilir (TS EN ISO 899-2 2005).

SEA etki şekli; Enterokoklar besiyeri bileşimindeki glikozit eskülini hidrolize ederek glikoz ve eskuletine dönüştürürler. Eskuletin, besiyeri içeriğinde yer alan demir (III) iyonları ile zeytin yeşili-siyah renkli kompleks oluşturur. Enterokoklar, besiyeri bileşimindeki safra tuzlarına direnç gösterirken, diğer Gr (-) ve refekatçi floranın gelişimi safra tuzları nedeniyle baskılanır. Besiyeri içeriğindeki Sodyum azidde Gr (-) bakterilerin üremesini baskılar (Halkman ve Sağdaş 2014, <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?>).

İnkübasyon sonunda eskülin hidrolizi gerçekleştirmiş olan şüpheli enterokok kolonileri ten rengi veya siyah renk oluştururlar. Renk değiştiren bu koloniler doğrulanmış bağırsak Enterokokları olarak değerlendirilir. (TS EN ISO 899-2 2005).



Resim 8. SEA besiyerinde şüpheli enterokokların doğrulanması

Doğrulama deneyi de bitirildikten sonra Enterokok bakteri sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

Enterokok sayısı = (a x b) / (c)

a= Toplam Şüpheli Koloni Sayısı

b= Doğrulanmış Koloni Sayısı

c= Test Edilen Koloni Sayısı

Sonuçlar ise aşağıda gösterildiği şekilde ifade edilir;

Enterokok sayısı=(a x b)/(c) kob/100 ml (TS EN ISO 899-2 2005).

3.2.4. İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinde Membran Filtrasyon Sistemi ile *Legionella spp.* İzolasyonu

BCYE agar besiyerinin kontrolü; Bursa Halk Sağlığı Laboratuvarından temin edilen *L. pneumophila-1* standart suşundan steril öze yardımıyla alınarak tek koloni ekim yöntemi ile çalışmamızda kullanılacak BCYE agar ve Kanlı agarlardan birer tanesine ekim yapıldı. Etüvde 36°C ve 48 saat inkübasyon sonunda kanlı agarda üreme olmaması ve BCYE agarda gri-beyaz kolonilerin oluşması besiyerlerimizin doğru çalıştığını gösterdi. Ayrıca çalışmamızda kullanılacak BCYE ve kanlı agar besiyerleri hiçbir ekim yapılmadan etüvde 36°C ve 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda hiçbir üreme görülmemesi, besiyerlerimizin sterilite kontrolü açısından güvenli olduğunu gösterdi.

Su ve sürüntü örneklerinde *Legionella spp.* mikrobiyolojik analizi esnasında, analiz sonuçlarının olumsuz etkilenmemesi için hava akımının olmaması ve ortam sıcaklığının 18°C-27°C arasında olması sağlandı (TS EN ISO 17131-2 2009). Su örneklerinde *Legionella spp.* izolasyonunda BCYE besiyeri kullanıldı (Condalab, İspanya). BCYE besiyeri içeriği; bu besiyeri CYE agar ve üreme katkı maddelerinin birleşiminden üretilmiştir. CYE agarın (Condalab, CAT No: 1311, İspanya) içeriği; Aktif kömür (2.0 g/ L), Bacteriological Agar (13.0 g/ L), Yeast Extract Agar (10.0 g/ L) ve Legionella BCYE üreme katkı maddeleri; Alfa-ketoglutarik asit (1.0 g/L), ACES tamponu (10.0 g/L), L-sistein HCl (0.40 g/L), Ferrik pirofosfat (0.25 g/L), KOH (2.4 g/L, 55ml 1N KOH). (<https://www.condalab.com/pdf/1311.pdf> Erişim tarihi:19.12.2017).

BCYE agarın etki şekli; *Legionella spp.*, BCYE agarda (L-sistein ve demir (III) içeren tamponlanmış aktif kömürlü maya ekstrakt agar) 2 günden daha az sürede üremeyen ve bu ortamda gri-beyaz ortası hafif bombeli yapışkan koloni oluşturan gram negatif basiller olarak gözlemlenir. BCYE agar içerisinde bulunan L-sistein kültür için mutlaka gerekli ve yağ asitleri ve oksijen radikallerinin oksidasyonunu inhibe eder. İçerikte yer alan Ketoasit ve demir iyonları üremeyi uyarır iken maya özütünde bulunan guaninler deriveleri aktif madde olarak rol oynar. BCYE besiyeri içerisinde yer alan aktif kömür, yağ asitlerini ve oksijen radikallerini tutarak, bunların toksik etkisini ortadan kaldırır. Ayrıca BCYE besiyeri içerisinde bulunan α -ketoglutarik asit oksijen tutucu enzimlerin üretimini artırarak, *Legionella spp.* üremesini uyarmaktadır. BCYE besiyerinin pH'ı N-2-asetamino-2-aminoetansülfonik asit (ACES, N-2-acetamido-2-amino-ethanesulfonic asid) ilave edilerek bakteri üremesi için en ideal olan pH 6,9'a ayarır (<https://www.condalab.com/pdf/1311.pdf> Erişim tarihi: 19.12.2017, Pınarbaşı 2011).

Su örneklerinde membran filtrasyon yöntemi ile *Legionella spp.* izolasyonunda kullanılan Asit Tampon Çözeltilisinin ve Pages solüsyonunun hazırlanma aşamaları ise şu şekilde gerçekleşir;

Asit tampon çözeltisinin hazırlanması: *Legionella spp.* aside dirençlilik özelliğinden yararlanılarak, aside duyarlı diğer bakteri, mantar ve küflerin üremesini inhibe etmek amacıyla kullanılır.

Stok 0,2 N HCL hazırlamak için; 20 ml'lik 1N HCL (% 37 'lik) üzerine 80 ml distile su dökülerek karıştırılır.

Stok 0,2 N KCL hazırlamak için; 1,5 gr KCL üzerine 100 ml distile su dökülerek eriyinceye dek karıştırılır. Bu işlemlerin ardından *Legionella spp.* izolasyonunda kullanılan asit tampon çözeltisi ise aşağıdaki gibi hazırlanır;

pH 2,2 HCL-KCL çözeltisi hazırlamak için; 0,2 N stok HCL'den 5,3 ml ve 0,2 N KCL'den 25 ml alınır ve üzerine 100 ml distile su eklenerek karıştırılır. pH'ı istenilen duruma ayarlamak için (pH 2,2), NaOH çözeltisi kullanılır. Çalışmada kullanacağımız miktarda hazırlanan (40 x 25 ml=1000 ml asit tampon çözeltisi) asit

tampon çözeltisinin bulunduğu şişenin üzeri etiketlenerek, etiket üzerine çözeltinin adı, hazırlanma tarihi ve son kullanma tarihi (hazırlanmasından 1 yıl sonrası) yazılır. 121°C ve 15 dakika otoklavlanarak, oda ısısında saklanır (TS EN ISO 17131-2 2009).

Pages solüsyonunun hazırlanması: Su örneklerinde *Legionella spp.* izolasyonunda kullanılan asit tampon çözeltisi uygulamasından sonra asidik etkinin membran filtrasyon başlıklarına zarar vermemesi amacıyla kullanılan solüsyon pages solüsyonudur.

Pages solüsyonunu hazırlamak için;

Sodyum klorür (NaCl) 0,120 gr,

Magnezyum sülfat (MgSO₄.7H₂O) 0,004 gr,

Kalsiyum Klorür (CaCl₂.2H₂O) 0,004 gr,

Disodyumhidrojenfosfat (Na₂HPO₄) 0,142 gr,

Potasyumdihidrojenfosfat (KH₂PO₄) 0,136 gr tartılarak az miktarda distile suda eritilir ve 1000 ml distile suya tamamlanır. 121°C ve 15 dakika otoklavlanarak, oda ısısında saklanır (TS EN ISO 17131-2 2009).

Legionella spp. analizi için 100 ml su örneği membran filtrasyon sisteminde 0,45 µm por çaplı filtreden geçirildi. Aynı 0,45 µm por çaplı filtreden *Legionella spp.* dışındaki bakterilerin üremesini inhibe etmek amacıyla 25 mL asit çözeltisi 5 dakika bekletilmek koşuluyla geçirildi. Daha sonra 15 mL Page's solüsyonu filtre başlıklarında oluşan asidik ortamı nötrleştirmesi amacıyla 0,45 µm por çaplı filtreden geçirildi. Steril pens yardımıyla 0,45µm por çaplı filtre kağıdı BCYE besiyerine hava boşluğu kalmayacak şekilde konuldu. Filtre kağıdı yerleştirilen BCYE besiyeri 36°C'lik etüvde iki günde bir kontrol edilerek 10 gün boyunca inkübe edildi. Etüvde nemli ortam oluşturmak amacıyla plastik kap içine steril distile su konularak etüve yerleştirildi. İnkübasyon sonunda yüzeyleri düzgün, hafif bombeli, gri-beyaz, 1-3 mm çaplı koloniler şüpheli *Legionella spp.* olarak kabul edildi. Bu şüpheli kolonilerden 5 adet alınarak Kanlı agar ve BCYE agara pasaj yapıldı. 36 °C etüvde iki günlük inkübasyon sonunda Kanlı Agarda üremeyip BCYE

agarda üreyen yüzeyleri düzgün, hafif bombeli, gri-beyaz 1-3 mm çaplı koloniler *Legionella spp.* olarak kabul edilip kaydedildi (TS EN ISO 17131-2 2009).

Legionella Lateks Aglütinasyon Testi (Microgen, M45CE, İngiltere) çevresel kaynaklardan (su ve sürüntü örnekleri) ve Lejyonellozis şüpheli hastalardan alınan örneklerin kültüründen elde edilmiş *Legionella spp.* identifikasyonunda kullanılan bir testtir. Bu test *Legionella pneumophila* serogrup 1, *Legionella pneumophila* serogrup 2-14 ve Lejyoner hastalığından sorumlu tutulan diğer 7 *Legionella spp.* de identifikasyonunu sağlamaktadır (TS EN ISO 17131-2 2009). *Legionella* Lateks Aglütinasyon Testi; spesifik *Legionella* hücre duvar antijenleri ile bu antijenlere karşı oluşan antikorların birleşmesi sonucu oluşan görülebilir aglütinasyon sayesinde *Legionella* tür ve serotiplerinin basit ve hızlı bir şekilde identifikasyonu sağlar (TS EN ISO 17131-2 2009).

Legionella spp. olarak doğrulanmış kolonilerden tür ve serogrup düzeyinde tanımlanma yapılmak amacıyla aglütinasyon testi yapılır. Hangi *Legionella* türünün antiserumda aglütinasyon saptanıyorsa o *Legionella* türü (*Legionella pneumophila* serogrup 1, *Legionella pneumophila* serogrup 2-14, diğer *Legionella spp.*) yazılıp kaydedilir (TS EN ISO 17131-2 2009).

Legionella Lateks Aglütinasyon Testi (Microgen, M45CE, İngiltere) yapılışı: Reaksiyon kartı üzerindeki 3 bölmenin herbirine *Legionella pneumophila* serogrup 1, *Legionella pneumophila* serogrup 2-14 ve *Legionella spp.* test reagentlerinden (Her *legionella* serogrubuna özgü antikorlar) birer damla damlatılır. Herbir bölmede bulunan test reagentleri ile karışmayacak şekilde herbirinin yanına birer damla fosfat tampon solüsyonu damlatılır. Doğrulanmış *Legionella spp.* ait koloniden alınarak herbir bölmedeki fosfat tampon solüsyonu ile homojen olarak karıştırılır. Daha sonra bu homojen karışımda test reagentleri ile karıştırılır. *Legionella spp.* hangi tür ve serogrubtan ise o tür ve serogrubun reagenti ile aglütinasyon verir (TS EN ISO 17131-2 2009).

Doğrulama deneyi de bitirildikten sonra *Legionella* bakteri sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

Legionella bakteri sayısı = (a x b) / (c)

a= Toplam Şüpheli Koloni Sayısı

b= Doğrulanmış Koloni Sayısı

c= Test Edilen Koloni Sayısı

Sonuçlar ise aşağıda gösterildiği şekilde ifade edilir;

Legionella sayısı =(a x b) / (c) kob/100 ml (TS EN ISO 17131-2 2009).

3.2.5. Sürüntü Örneklerinde *Legionella spp.* İzolasyonu

Legionella spp. izolasyonu için sürüntü örneklerinde de aynı BCYE Besiyeri (90 mm) kullanıldı (Condalab, İspanya).

Su numunesi alınan içme ve kullanma suyu başlıklarından, *Legionella spp.* izolasyonunun etkin bir şekilde sağlanması amacıyla eküvyon sürüntü örnekleri usulüne uygun şekilde alındı. Bu eküvyon sürüntü örnekleri 2 ml HCL-KCL asit tampon çözeltisi (pH: 2,2±0,2) içeren falkon tüpüne daldırılarak pamuklu ucu kuvvetlice tüp içindeki asitle karıştırıldı. Evüvyonlar tüpün kenarından süzdürülerek çıkarıldı ve tüp vortekslenerek 3 dakika asit çözeltisiyle muamele edildi. Daha sonra tüp tekrar vortekslendi ve içinden 0,1 ml örnek alınarak tek koloni düşürme ekim yöntemi ile BCYE besiyerine ekildi. Ekim yapılan BCYE besiyeri 36°C lik etüvde iki günde bir kontrol edilerek 10 gün boyunca inkübe edildi. Etüvde nemli ortam oluşturmak amacıyla plastik kap içine steril distile su konularak etüve yerleştirildi. İnkübasyon sonunda yüzeyleri düzgün, hafif bombeli, gri-beyaz, 1-3 mm çaplı koloniler şüpheli *Legionella spp.* olarak kabul edildi. Bu şüpheli kolonilerden 5 adet alınarak Kanlı agar ve BCYE ağara pasaj yapıldı. 36°C etüvde iki günlük inkübasyon sonunda Kanlı Agarda üremeyip BCYE agarda üreyen yüzeyleri düzgün, hafif bombeli, gri-beyaz 1-3 mm çaplı koloniler *Legionella spp.* olarak kabul edilip kaydedildi. *Legionella spp.* olarak doğrulanmış kolonilerden tür ve serogrup düzeyinde tanımlanma yapılmak amacıyla aglütinasyon testi yapılır. Hangi *Legionella spp.*'nin antiserumda aglütinasyon saptanıyorsa o *Legionella spp.* (*Legionella pneumophila* serogrup 1, *Legionella pneumophila* serogrup 2-14, diğer *Legionella spp.*) yazılıp kaydedilir (Pınarbaşı 2011, TS EN ISO 17131-2 2009).



Resim 9. Sürüntü örneği BCYE besiyerinde üreyen şüpheli Legionella kolonisi



Resim 10. Şüpheli Legionella kolonisinin BCYE besiyerinde doğrulanması



Resim 11. Şüpheli *Legionella* kolonisinin Kanlı agar besiyerinde doğrulanması

Sürüntü örneklerinde doğrulama deneyleri yapıldıktan sonra *Legionella* sayısı ise;

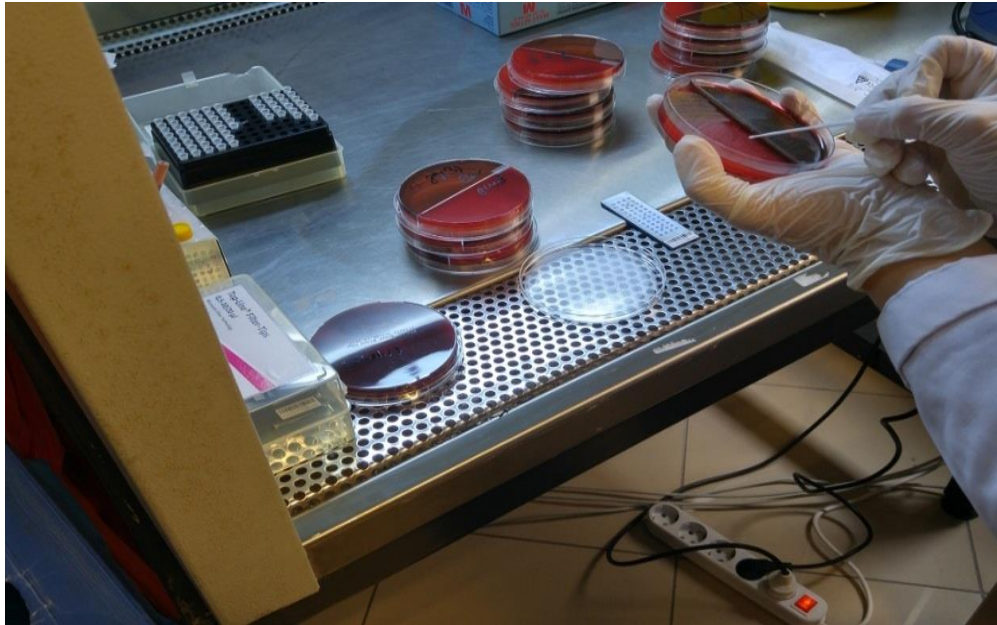
Legionella sayısı =Doğrulanmış *Legionella* sayısı kob/0,1 ml (100 µl) şeklinde ifade edilir.

3.2.6. Su ve Sürüntü Örneklerinde MALDI-TOF MS Cihazı İle Bakteri, Maya ve Küf İdentifikasyonu

Ayrıca su ve sürüntü örneklerinin mikrobiyolojik analizinde de kullanılan besiyerlerinde üreyen tüm şüpheli koloniler (koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok ve *Legionella spp.*) ile diğer morfolojik yapısı farklı kolonilerin identifikasyonu, Matriks assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry; Matriks ile desteklenmiş lazer desorpsiyon/ionizasyon uçuş zamanı kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS) cihazı ile yapıldı (VITEK MS, BioMerieux, Fransa).

MALDI-TOF MS cihazı çalışma şekli; Taze kültürden alınan aynı suş bakteri, maya ve küf kolonilerinin, cihaza verilecek özel okuma lamında bulunan gözeneklere steril öze ile çok az miktardaki mikrobiyal biyokütle (10^4 ile 10^6 cfu) ekilir. Daha sonra özel okuma lamındaki gözeneklere ekilen bakteri, maya ve küflerin lizisi için gerekli

olan her mikroorganizmaya spesifik matriks solüsyonu, özel okuma lamında ekim yapılan gözeneklerde bulunan çok az miktardaki mikrobiyal biyokütle ile karıştırılarak kurumaya bırakılır. Hazırlanan özel okuma lamları cihaza verildiği esnada, cihaz hava alarak cihaz içi vakum değişir. Cihaz içi vakum otomatik olarak tekrar sağlandıktan sonra, özel okuma lamının her bir gözenğinde bulunan mikrobiyal biyokütelerin çevresel şartlardan en az etkilenen ribozomal protein yapıları, MALDI ve ESI soft iyonizasyon kaynakları ile lazer bombardımanına tutulur. Bu bombardıman esnasında mikrobiyal biyokütle lazerden enerji alır. Bu enerji ile mikrobiyal biyokütle iyonları serbestleşir. Sistemde elektromanyetik alanda hızlandırılan serbest iyonlar, uçuş tüpüne geçirilerek burada kütle spektrofotometrisi olan TOF (uçuş süresi) ile zamana göre kütle ağırlıkları belirlenir. Cihazın algılama bölümünde; iyonların kütesinin yüküne (m/z) oranının kareköküne bağlı olarak bir analiz yapılır. Herbir mikrobiyal biyokütle, biyomoleküller yoğunluklarına ve bu orana göre tasniflenmektedir. Daha sonra iyonize edilen protein yapıları elektrik alandan geçirilerek her mikroorganizmaya özgü protein profilleri açığa çıkarılır. Bu protein profilleri sistemin kütüphanesinde yer alan protein profilleri ile karşılaştırılarak identifikasyon yapılır (Yılmaz, Duyan, Artuk ve Diktaş 2014).



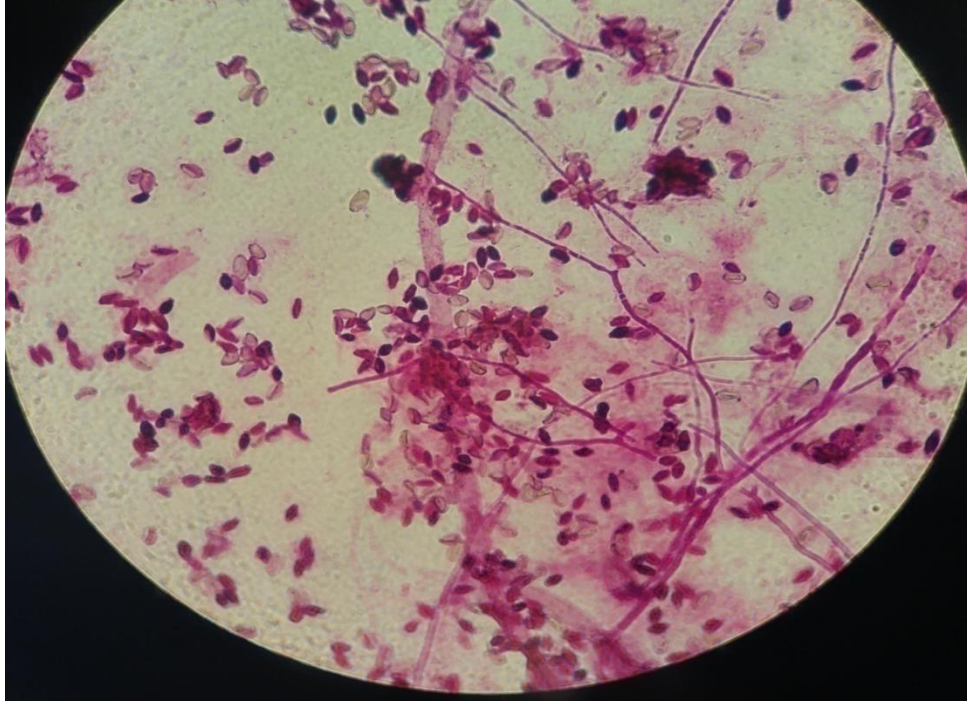
Resim12. MALDI-TOF MS cihazına verilmeden önce bakteri kolonilerinin cihazın özel okuma lamına konulması.



Resim 13. MALDI-TOF MS cihazında özel okuma laminının verildiği bölüm

Araştırmamızda mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerlerinin tamamında üreyen tüm koloniler sıra ile numaralandırılarak, toplamda 52 adet koloni boncuklu saklama besiyerine alınmıştır. Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Merkez Kampüsü Mikrobiyoloji Laboratuvarına getirilen boncuklu saklama besiyerlerinde bulunan bakteriler Kanlı agarda canlandırılmıştır. Kanlı agarda üreyen bakteri kolonileri tekrar Kanlı Agar ve EMB agara alınmıştır. Kanlı agar ve EMB agarda üreyen koloniler, gram boyama ile boyanarak bakteri ve küf olarak değerlendirilip ayrı ayrı MALDI-TOF MS cihazına verildi. MALDI-TOF MS cihazında 52 örnek için yaklaşık bir saat sonra sonuçlar elde edildi. Elde edilen sonuçlara göre 48 tane bakteri kolonisinin identifikasyonu gerçekleşirken, 4 tane küf kolonisinin identifikasyonu gerçekleşmemiştir. Identifikasyonu gerçekleşmemiş küf kolonileri, 5 kez kanlı agarda üretilerek MALDI-TOF MS cihazına verilmesine rağmen identifikasyonları yapılamamıştır. Kanlı agarda tekrar tekrar üretilerek identifikasyonu yapılamayan tüm küflerin gram boyama mikroskopik incelemeleri

tekrar yapıldığında; küf ve mayaların aynı tip koloniler içerisinde birarada ürediği görülmüştür. MALDI-TOF MS cihazı, bu küflerin ve mayaların aynı tip koloni içerisinde birarada üremesinden ötürü, bu mikroorganizmaların kendine has mikrobiyal biyokütlelerini hesaplayamamıştır.



Resim 14. Gram boyama mikroskopisinde görülen küf ve mayalar

4. BULGULAR

Sakarya il merkezinde bulunan hastanemiz kampüslerinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı Sapanca gölünden sağlanmaktadır. Sapanca gölünden içme ve kullanma suyu kaynağı olarak alınan su, Sakarya Büyük Şehir Belediyesi SASKİ su arıtma tesislerinde bulunan su arıtma sisteminden geçirilip son olarak dezenfeksiyon işlemi de yapılarak şehir şebeke sistemine verilmektedir. Hastane kampüsleri de içme ve kullanma suyunu bu sistemden temin etmektedir (<https://www.sakarya-saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=89> Erişim tarihi:29 Kasım 2017).

İncelenen içme ve kullanma sularının hiçbirinde koliform grubu bakteriler, *E. coli*, enterokok ve *Legionella spp.* tespit edilmedi.

Su örneği alınan aynı içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan sürüntü örneklerinin hiçbirinde *Legionella spp.* tespit edilmedi.

Tablo 5. Su ve sürüntü örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme miktarları

Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi					
Örnek no	Örneğin alındığı servisler	Sürüntü örneklerinde (BCYE) izole edilen mikroorganizmalar	Üreme miktarı	Su örneklerinde (BCYE ve CCA) izole edilen mikroorganizmalar	Üreme miktarı
Merkez Kampüsü					
1.	Anestezi Yoğun bakım	Küf ve Maya	1 kob/100 µl		
2.	Genel cerrahi servisi (Hasta oda no:1)				
3.	Göğüs yoğun bakım				
4.	Kalp-damar servisi (Ameliyathane)				
5.	Dahiliye yoğun bakım				
6.	Göğüs servisi (Hasta oda no:1)			<i>S. epidermidis</i>	1 kob/100 ml
7.	Göğüs servisi (Hasta oda no:2)				
8.	Doku-organ transplantasyonu			<i>S. epidermidis</i>	1 kob/100 ml
9.	Enfeksiyon hastalıkları			<i>S. yonoikuyae*</i>	1 kob/100 ml
10.	Çocuk servisi (Hasta oda no:1)				
11.	Çocuk servisi (Hasta oda no:2)			<i>S. capitis</i>	1 kob/100 ml
12.	Nefroloji servisi (Hasta oda no:1)				
13.	Su deposu	<i>S. epidermidis</i> <i>B. megaterium</i>	2 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>S. warneri</i> <i>B. cereus</i>	1 kob/100 ml 1 kob/100 ml
14.	Su deposu	<i>S. capitis</i> Küf ve maya	4 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>S. capitis</i>	2 kob/100 ml
15.	Mutfak				

Tablo 5. Su ve sürüntü örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme miktarları (devam)

Örnek no	Örneğin alındığı servisler	Sürüntü örneklerinde (BCYE) izole edilen mikroorganizmalar	Üreme miktarı	Su örneklerinde (BCYE ve CCA) izole edilen mikroorganizmalar	Üreme miktarı
Korucuk Kampüsü					
16.	Onkoloji servisi(Hasta oda no:1)				
17.	Onkoloji servisi(Hasta oda no:2)	<i>S. epidermidis</i>	1 kob/100 µl	<i>B. cereus</i> *	1 kob/100 ml
18.	Onkoloji servisi(Hasta oda no:3)				
19.	Onkoloji servisi(Hasta oda no:4)	<i>S. hominis</i>	1 kob/100 µl		
20.	Onkoloji servisi(Hasta oda no:5)				
21.	Hematoloji servisi				
22.	Hematoloji servisi	<i>S. warneri</i>	1 kob/100 µl		
23.	Su deposu				
24.	Su deposu	<i>M. luteus</i>	1 kob/100 µl		
25.	Mutfak				
Doğumevi Kampüsü					
26.	Çocuk klinik servisi (Yoğun bakım)				
27.	Çocuk klinik servisi (İç hast.no:1)	<i>M. luteus</i>	1 kob/100 µl		
28.	Çocuk klinik servisi (İç hast.no:2)				
29.	Çocuk klinik servisi (Süt çocuğu)			<i>C. durum</i> *	1 kob/100 ml
30.	Doğumhane	<i>S. warneri</i> <i>B. cereus</i>	1 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>E. meningoseptica</i> * <i>A. Johnsoni</i> *	1 kob/100 ml 1 kob/100 ml
31.	Kadın doğum servisi	<i>S. aureus</i> <i>S. haemolyticus</i>	1 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>B. cereus</i>	1 kob/100 ml
32.	Çocuk cerrahi servisi				
33.	Su deposu			<i>B. pumilus</i> <i>D. acidovorans</i> <i>P. aeruginosa</i> *	1 kob/100 ml 1 kob/100 ml 1 kob/100 ml
34.	Su deposu	<i>S. capitis</i>	1 kob/100 µl	<i>S. pasteurii</i> * <i>B. cereus</i> <i>A. schindleri</i> *	1 kob/100 ml 2 kob/100 ml 1 kob/100 ml
35.	Mutfak				
36.	Kardiyoloji servisi (Hasta oda no:1)				
37.	Kardiyoloji servisi (Hasta oda no:2)	<i>S. warneri</i> <i>M. luteus</i>	1 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>B. cereus</i> *	1 kob/100 ml
38.	Su deposu	<i>Küf ve maya</i> <i>Küf ve maya</i>	1 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>R. insidiosa</i>	3 kob/100 ml
39.	Su deposu	<i>S. arlettae</i> <i>P. oryzihabitans</i>	1 kob/100 µl 1 kob/100 µl	<i>D. acidovorans</i>	2 kob/100 ml
40.	Mutfak	<i>M. luteus</i>	1 kob/100 µl		

* İşaretli olan bakteriler CCA besiyerinden identifiye edilmiştir.

Tablo 6. Sürüntü örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme oranları

Bakteri adı	İzole Edildiği birim	Örnek no	Üreme oranı
<i>Staphylococcus capitis</i>	Merkez kampüsü su deposu	14.	%5 (2/40)
	Doğumevi kampüsü su deposu	34.	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Merkez kampüsü su deposu	13.	%5 (2/40)
	Korucuk kampüsü onkoloji (Duş)	17.	
<i>Staphylococcus warneri</i>	Korucuk kampüsü hematoloji (Musluk)	22.	%7,5 (3/40)
	Doğumevi kampüsü doğumhane (Duş)	30.	
	Serdivan kampüsü kardiyoloji (Musluk)	37.	
<i>Staphylococcus hominis</i>	Korucuk kampüsü onkoloji (Duş)	19.	%2,5 (1/40)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Doğumevi kampüsü kadın doğum s. (Duş)	31.	%2,5 (1/40)
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	Doğumevi kampüsü kadın doğum s. (Duş)	31.	%2,5 (1/40)
<i>Staphylococcus arlettae</i>	Serdivan kampüsü su deposu	39.	%2,5 (1/40)
<i>Bacillus megaterium</i>	Merkez kampüsü su deposu	13.	%2,5 (1/40)
<i>Bacillus cereus</i>	Doğumevi kampüsü doğumhane (Duş)	30.	%2,5 (1/40)
<i>Pseudomonas oryzihabitans</i>	Serdivan kampüsü su deposu	39.	%2,5 (1/40)
<i>Micrococcus luteus</i>	Korucuk kampüsü su deposu	24.	%10 (4/40)
	Doğumevi kampüsü çocuk dahiliye (Duş)	27.	
	Serdivan kampüsü kardiyoloji (Musluk)	37.	
	Serdivan kampüsü Mutfak (Musluk)	40.	
Küf ve maya (Aynı kolonide birlikte üreme)	Anestezi yoğun bakım	1.	%10 (4/40)
	Merkez kampüsü su deposu	14.	
	Serdivan kampüsü su deposu	38.	
	Serdivan kampüsü su deposu	38.	

Tablo 7. Su örneklerinde identifiye edilen bakteriler ve üreme oranları

Bakteri adı	İzole Edildiği birim	Örnek no	Üreme oranı
<i>Staphylococcus capitis</i>	Merkez kampüsü çocuk servisi (Duş)	11.	%5 (2/40)
	Merkez kampüsü su deposu	14.	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Merkez kampüsü göğüs s.(Duş)	6.	%5 (2/40)
	Merkez kampüsü Doku-organ trans.(Duş)	8.	
<i>Staphylococcus warneri</i>	Merkez kampüsü su deposu	13.	%2,5 (1/40)
<i>Staphylococcus pasteurii</i>	Doğum evi kampüsü su deposu	34.	%2,5 (1/40)
<i>Bacillus cereus</i>	Merkez kampüsü su deposu	13.	%12,5 (5/40)
	Doğumevi kampüsü Kadın doğum s.(Duş)	31.	
	Doğumevi kampüsü su deposu	34.	
	Korucuk kampüsü onkoloji (Duş)	17.	
	Serdivan kampüsü Kardiyoloji s.	37.	
<i>Bacillus pumilus</i>	Doğumevi kampüsü su deposu	33.	%2,5 (1/40)
<i>Ralstonia insidiosa</i>	Serdivan kampüsü su deposu	38.	%2,5 (1/40)
<i>Delftia acidovorans</i>	Doğumevi kampüsü su deposu	33.	%5 (2/40)
	Serdivan kampüsü su deposu	39.	
<i>Sphingonomas yanoikuyae</i>	Merkez kampüsü İntaniye (Duş)	9.	%2,5 (1/40)
<i>Corynebacterium durum</i>	Çocuk klinik servisi (Süt çocuğu)	29.	%2,5 (1/40)
<i>Elizabethkingia meningoseptica</i>	Doğumevi kampüsü Doğumhane (Duş)	30.	%2,5 (1/40)
<i>Acinetobacter Johnsoni</i>	Doğumevi kampüsü Doğumhane (Duş)	30.	%2,5(1/40)
<i>Acinetobacter schindleri</i>	Doğumevi kampüsü su deposu	34.	%2,5(1/40)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Doğumevi kampüsü su deposu	33.	%2,5(1/40)

İncelenen sürüntü örneklerinde üreyen ve MALDI-TOF MS ile identifiye edilen mikroorganizmaların üreme oranları sırası ile; % 22,5 *Staphylococcus spp.* (% 2,5 *S. aureus*), % 5 *Bacillus spp.* (% 2,5 *B. cereus*), % 10 *Micrococcus luteus*, % 10 Küf ve maya ve % 2,5 *Pseudomonas oryzihabitans'*tır.

İncelenen su örneklerinde üreyen ve MALDI-TOF MS ile identifiye edilen mikroorganizmaların üreme oranları sırası ile; % 15 *Staphylococcus spp.*, % 15 *Bacillus spp.* (% 12,5 *B. cereus*), % 5 *Acinetobacter spp.*, % 5 *Delftia acidovorans*, % 2,5 *Ralstonia insidiosa*, % 2,5 *Pseudomonas aeruginosa*, % 2,5 *Corynebacterium durum*, % 2,5 *Shingonomas yonoikuyae* ve % 2,5 *Elizabethkingia meningoseptica'*dır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hastane içme ve kullanma sularında patojen mikroorganizmaların her birinin mikrobiyolojik analizi pahalı, yorucu ve zaman alıcıdır. Bu sebeple suda bulunan patojen mikroorganizmaların her birinin izolasyonu yerine bu mikroorganizmaların varlığını temsil eden indikatör mikroorganizmalar (Koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok, v.b) aranmalıdır (Avcı, Bakıcı ve Erendaç 2006, Alemdar, Kahraman, Ağaoğlu ve Aışarlı 2009). Çünkü, indikatör bakterilerin içme ve kullanma suyunda bulunması, bu suya direkt ya da indirekt yolla fekal bir bulaşmanın gerçekleştiğini göstermektedir.

Ülkemizde bulunan hastanelerde özellikle immün sistemi zayıf veya baskılanmış hastaların buldukları servislerin içme ve kullanma sularında patojen ve fırsatçı patojen mikroorganizmaların izolasyonu ve bu mikroorganizmaların bulunması halinde alınması gereken önlemler hakkında literatürde çok az sayıda araştırma olduğu saptanmıştır. Bunlardan; Hapçioğlu ve ark (2004) hastanelerde bakteriyolojik ve mikolojik yöntemlerle incelenen 100 su örneğinin 84'ünden başta *Bacillus spp.* (% 77), *Bacillus cereus* (% 11), *Pseudomonas spp.* (% 5) ve stafilokoklar (%4) olmak üzere çeşitli bakteriler izole etmiş ve 16 örnekte (% 16) birden fazla bakteri üremiştir. Aynı araştırmacılar örneklerin 51'inden ise en sık *Penicillium spp.* (% 24), *Aspergillus spp.* (% 8) ve *Acremonium spp.* (% 5) olmak üzere 16 cins küf mantarı izole edilmiş ve 13 örnekte (% 13) birden fazla mantar cinsinin ürediği belirlenmiştir. Önal ve ark (2013) ise hastane mutfaklarında hava, su ve çalışanların dışkılarının mikrobiyolojik olarak incelediği araştırmada, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi hastane mutfağından ve kliniklerdeki yemek ofislerinden aldıkları 90 adet su örneğini membran filtrasyon yöntemi ile çalışmışlar ve su örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakterilere rastlamamışlardır. Bu tez çalışmasında, mikrobiyolojik analizi yapılan Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin içme ve kullanma sularında Koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok tespit edilmemiş ve

örneklerin tamamı mikrobiyolojik yönden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliği'ne uygun bulunmuştur.

Genç (2011) hastane sularında non-tüberküloz mikobakterilerin izolasyon oranını araştırdıkları çalışmada, İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi ve Cerrahpaşa Tıp Fakültesi hastanesinin çeşitli birimlerinden aldıkları 160 su örneğini membran filtrasyon yöntemi ile çalışmışlar ve su örneklerinin 20'sinde *Micobacterium lentiflavum*, 10'unda *M. gordonae*, 3'ünde ise *M. peregrinum* izole etmişlerdir. Araştırma bulgularında İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi ve Cerrahpaşa Tıp Fakültesi hastanesi arasında non-tüberküloz mikobakteri izolasyon oranı ve türleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Khosravi et al (2016) İran'ın güneybatısındaki Khuzestan'ın hastane su sistemlerinde 258 su örneğinden membran filtrasyon yöntemi ile 77 su örneğinde non-tüberküloz mikobakteri izole etmişlerdir. Genel sonuçlara göre sırası ile en fazla izole edilen mikobakteriyel türler sırası ile *M. fortuitum* (% 44,1), *M. gordonae* (% 16,8) ve *M. senegalense* (% 7,7) olmuştur. Çalışmamızda hastane suyu ve sürüntü örneklerinde mikobakteri varlığı araştırılmamış olup, ülkemizde bu yönde kısıtlı sayıda yayın bulunmaktadır.

Kocalar (2013) hastane su ve hava sisteminde *Aspergillus spp.* tayini ve aynı dönemde invaziv pulmoner Aspergilloz olgularını araştırdıkları çalışmada 102 su örneğinde üç *A. fumigatus* üç *A. flavus*, bir tane *A. terreus* tespit etmiştir. Araştırmacı çalışma yönteminde, her bir su örneğini Millipore cihazıyla 500 ml topladığını ve Sabouraud Dextrose Agar (SDA) besiyeri içeren petriye 50 ml/dk su akım hızıyla otomatik olarak ektiğini belirtmiştir. Araştırmacı aynı zamanda üretici firmanın önerileri doğrultusunda suyun yeri ve akım hızı ile örnekleme süresi ve kontaminasyon düzeyini ilişkilendirdiğini belirtmiştir.

Yurt dışında yapılan çalışmalarda ise Anaissie, Penzak and Dignani (2002) ABD'de 1 Ocak 1966 ve 31 Aralık 2001 tarihleri arasında su kaynaklı nozokomiyal enfeksiyonları araştırmışlar ve 43 salgın rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonunda her yıl *Pseudomonas aeruginosa*'nın neden olduğu su kaynaklı nozokomiyal pnömoni nedeniyle ABD'de yaklaşık 1 400 ölümün meydana geldiği tespit etmişlerdir. Tahran hastanelerindeki yoğun bakım ünitelerindeki içme suyunun *L. pneumophila*, *P. aeruginosa* ve *Acinetobacter spp.* ile kontamine olup olmadığını araştırdığı bir

çalışmada, 52 su örneği membran filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırmada besiyeri olarak BCYE ve Triptik Soy Agar kullanmış, şüpheli *L. pneumophila* kolonilerini doğrulamak için gerçek zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR), *Pseudomonas aeruginosa* ve *Acinetobacter spp.* İzolatlarını doğrulamak için ise bir dizi biyokimyasal test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda *Legionella pneumophila* 5 (% 9,6), *Pseudomonas aeruginosa* 6 (% 11,4) ve *Acinetobacter spp.* 1 (% 1,8) su örneğinde izole edilmiştir (Yaslianifard, Mobarez, Fatolahzadeh and Feizabadi 2012). *P. aeruginosa*'nın hastane musluk suyunda kolonizasyon sıklığının Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemiyle değerlendirildiği bir çalışmada; 44 örneğin % 32 (14/44)'sinde *P. aeruginosa* izole edilmiştir. Hastanelerin ise % 82 (9/11)'si *P. aeruginosa* için pozitif bulunmuştur (Baghal, Nikaeen ve Mirhendi 2013).

Ferranti et al (2014) hastaneye yatırılan çocuklarda görülen su kaynaklı nözokomiyal enfeksiyonlar ile ilgili 1990-2012 yılları arasında çoğu Avrupa ve Amerikada yayınlanan 125 bilimsel raporu incelemiştir. Araştırmacı en fazla izole edilen fırsatçı patojenlerin *Lejyonellaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Burkholderiaceae*, *Mycobacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Moraxellaceae*, *Sphingomonadaceae*, *Xanthomonadaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Aeromonadaceae* ve *Campylobacteriaceae* ailelerine ait olduğunu belirlemiştir. Aynı zamanda araştırmacı toplamda % 38,4 oranla en fazla pnömoni etkeni olarak *Lejyonellaceae* ve *Pseudomonadaceae* ailelerini, % 19,2 oranla solunum yolu ve % 12,8 oranla kan dolaşımı enfeksiyonu etkeni olarak *Burkholderiaceae* ailesi üyelerini saptamıştır.

Ülkemizde içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar daha çok il merkezleri, ilçe merkezleri ve ilçe merkezlerine bağlı mahallelerden alınan su örnekleri ile gerçekleştirilmiştir (Anar ve Günşen 2000, Alisharli ve ark 2007, Aydın 2007, Alemdar ve ark 2009, Öztürk 2014, Bora 2016, Tanas 2016). Bu araştırmalarda incelenen içme ve kullanma suları; bölgelerin farklı coğrafik ve iklimsel özellikler göstermesi, bölgelerin içme ve kullanma suyunu temin ettiği kaynağın mikrobiyal florasının farklı olması, şehirlerin su ve kanalizasyon alt yapılarının farklılık göstermesi, alınan örnek sayılarının farklı olması, analizde farklı metotların kullanılması, şehirlerin arıtma sistemi ve arıtmada kullanılan metotların

farklı olması gibi nedenlerden dolayı elde edilen sonuçların farklılık gösterdiği saptanmıştır (Anar ve Günşen 2000, Alışarlı ve ark 2007, Aydın 2007, Alemdar ve ark 2009, Öztürk 2014, Bora 2016, Tanas 2016).

Ülkemizde İl merkezleri, ilçe merkezleri ve ilçe merkezlerine bağlı mahallelerden alınan su örnekleri ile gerçekleştirilen araştırmalarda;

Alışarlı ve ark (2007) Van bölgesinden aldıkları 366 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 8,4, Alemdaroğlu ve ark (2009) Bitlis ili merkez ve ilçelerinden aldıkları 164 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 8, Bora (2016) Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerden aldığı 161 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 46, Tanas (2016) Sakarya ili merkez ve ilçelerinde aldığı 102 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 5 oranında *E. coli* tespit etmişlerdir. Fakat Tanas'ın yaptığı çalışmada Sakarya il merkezin içme ve kullanma suyu örneklerinin hiçbirinde *E. coli* tespit edilmemiştir. Aydın (2007) İstanbul ili Samandıra, Sarıgazi ve Taşdelen beldelerinden aldığı 384 adet içme ve kullanma suyu numunesinde çoklu tüp metodu ile *E. coli*'e rastlanmamıştır.

Anar ve Günşen (2000) Bursa il merkezinden aldıkları 100 adet içme ve kullanma suyu örneğinde çoklu tüp metodu ile % 7, Alışarlı ve ark (2007) Van bölgesinden aldıkları 366 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 62,8, Alemdaroğlu ve ark (2009) Bitlis ili merkez ve ilçelerinden aldıkları 164 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 12, Bora (2016) Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerden aldığı 161 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 80,1, Tanas (2016) Sakarya ili merkez ve ilçelerinde aldığı 102 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 15 oranında koliform grubu bakteriler tespit etmişlerdir. Fakat Tanas'ın yaptığı çalışmada Sakarya il merkezinin içme ve kullanma suyu örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakteriler tespit edilmemiştir. Aydın (2007) İstanbul ili Samandıra, Sarıgazi ve Taşdelen beldelerinden aldığı 384 adet içme ve kullanma suyu numunesinde çoklu tüp metodu ile koliform grubu bakterilere rastlanmamıştır. Araştırmamızda incelenen musluk/duş suyu örneklerinde indikatör mikroorganizmaların tespit edilmemesi, çevresel veya fekal kaynaklı bir

kontaminasyon durumunun oluşmadığını göstermektedir. Ayrıca şehir içme ve kullanma sularının arıtma tesislerinin ve su dağıtım sistemi ile kanalizasyon sisteminin iyi durumda olduğu ve klorlama işlemlerinin rutin ve usulüne uygun yapıldığını göstermektedir.

Alışarlı ve ark (2007) Van bölgesinden aldıkları 366 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 42,3, Alemdar ve ark (2009) Bitlis ili merkez ve ilçelerinden aldıkları 164 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon metodu ile % 30, Öztürk (2014) Sivas ili ve çevrelerinden topladığı 657 adet içme ve kullanma suyu örneğinde membran filtrasyon yöntemi ile % 14,92 Enterokok tespit etmişlerdir.

içme ve kullanma suyu musluk/duş başlıklarından alınan su örnekleri ve sürüntü örneklerinin hiçbirinde *Legionella spp.* tespit edilmemiş olup, örneklerin tamamı Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkındaki yönetmeliğe uygun bulunmuştur. Hastanemiz içme ve kullanma su ve sürüntü örneklerinde *Legionella spp.* tespit edilmemesi; Sakarya ilinin içme ve kullanma suyu dış su şebekesi ve iç su şebekesinin sağlam olması, su arıtma sisteminin yeterli olması ve klorlama işleminin etkili ve düzenli yapıldığını göstermektedir.

Ülkemizde *Legionella spp.* izolasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok hastane ve otellerden alınan su örnekleri ile sürüntü örneklerinin mikrobiyolojik analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalarda su ile sürüntü örneklerinde *Legionella spp.* izolasyonu; bölgelerin farklı coğrafik ve iklimsel özellikler göstermesi, temin edilen su kaynağının mikrobiyal florasının farklı olması, alınan örnek sayılarının farklı olması, analizde farklı metotların kullanılması, şehirlerin arıtma sistemi ve arıtmada kullanılan metotların farklı olması, hastane sularının dezenfeksiyonunun yetersiz olma durumu ve hastane su sistemlerinin eski olabilmesi gibi nedenlerden dolayı elde edilen sonuçlar farklılık göstermiştir (Pınarbaşı 2011, Erendaç ve Elaldı 2001, İğnak ve Gürler 2012, Akkaya ve Özbal 2011).

Pınarbaşı (2011) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi su sistemlerinde 100 adet içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan su örneklerinde santrifugasyon yöntemi ile % 12 ve aynı içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan

100 adet sürüntü örneğinde tek koloni ekim yöntemi ile % 17, İğnak ve Gürler (2012) İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan 100 adet su örneğinde membran filtrasyon yöntemi ile % 7 ve aynı içme ve kullanma suyu başlıklarından alınan sürüntü örneklerinde tek koloni ekim yöntemi ile % 6, Akkaya ve Özbal (2011) hastane, otel, okul ve mesken su sistemlerinden aldığı 80 adet su örneğinde santrifigasyon yöntemi ile % 6,25 ve aynı yerleşim yerlerinden alınan 40 adet sürüntü örneğinde tek koloni ekim yöntemi ile % 7,5 oranında *Legionella spp.* izole etmişlerdir. Erendaç ve Elaldı (2001) Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesinin musluk ve duş sularından toplam 93 adet su örneğini membran filtreden süzme ve santrifigasyon metodu ile *Legionella spp.* rastlanmamıştır.

Eski ve demir boruların oluşturduğu su sistemlerinden diğer su sistemlerine göre *Legionella* kolonizasyon oranının yüksek olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. (İğnak ve Gürler 2012). Hastane su sistemlerinde mikroorganizmaların kolonizasyonunu önlemek amacı ile su sisteminin rutin bakımı yapılmalıdır. Ayrıca çevre kültür sonuçlarına göre uygulanacak dezenfeksiyon uygulamaları ile su sisteminin sürekli takibi yapılmalıdır (İğnak ve Gürler 2012). Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesinin Merkez kampüsü, Serdivan kampüsü, Korucuk kampüsü ve Doğumevi kampüsünün su sisteminin yeni Poli Vinil Klorür (PVC) borulardan oluştuğu ve ilgili mevzuata göre hastanemiz su sistemlerinden alınan su örneklerinin mikrobiyolojik analizi ve hastane su sistemimizin dezenfeksiyon işlemleri düzenli olarak yapıldığı ve Hastanemizin kuruluşundan günümüze kadar herhangi bir olumsuz sonuç alınmadığı saptanmıştır.

Yurt dışında yapılan çalışmalarda ise Palmore et al. (2009) 2 haftadan uzun süre hastaneye yatırılan ve zatürre vakası görülen 2 lösemi hastasının bronkoalveolar lavaj örneklerini; kültür, PCR ve idrarda *Legionella* antijeninin aranması yöntemi ile *Legionella pneumophila* serogrup 1 tespit etmişlerdir. Olası maruziyet kaynağı olarak düşünülen musluk ve duş başlıklarından alınan su ve sürüntü örnekleri ile bu bölümlere yakın olası aerosol kaynaklı enfeksiyonların tespiti için hava örnekleri alınmıştır. Etkenin kaynağı olarak sadece radyasyon onkolojisinde yer alan dekoratif bir çeşme suyu bulunmuştur. Hem hasta hem çeşmeden izole edilen ve pulsed-field

jel elektroforezi (PFGE) ile karşılaştırılan bakteri izolatları birbirinin aynısı çıkmıştır. Chien et al. (2010) Tayvan'da bir nozokomiyal Lejyoner hastalığı vakasının çevresel kaynağını araştırdıkları çalışmada, bir ay içinde üç hastanede yatan ve şiddetli pnömoni görülen bir hastanın balgam kültüründen *L. pneumophila* serogrup 3'ü izole etmişlerdir. Araştırma sonunda Moleküler alt tiplendirme, A hastanesinin çevresel kaynak olduğunu ortaya koymuştur.

Chaudhry et al. (2017) Kuzey Hindistan'daki organ nakli ve kanser tedavi tesislerine sahip bir üçüncü basamak sağlık merkezinin su sistemlerinde *Legionella pneumophila* serogrup 1 varlığının araştırıldığı çalışmada, 79 su örneği CDC'nin önerileri doğrultusunda konsantrasyon ve dekontaminasyon işlemleri yapılmıştır. Çalışma sonunda 79 su örneğinin 12'sinde (% 15,2) bu patojenik serogrup tespit edilmiştir. ABD'de CDC'ye rapor edilen Lejyoner hastalığı sayısı 2000 yılından itibaren sürekli artmaktadır. Sağlık departmanları, 2016 yılında ABD'de yaklaşık 10.000 Lejyoner hastalığı vakası bildirmişlerdir. Ancak Lejyoner hastalığı muhtemelen tanısı yetersiz olduğundan, bu sayının gerçek insidansı yansıtmadığı belirtilmektedir(<https://www.cdc.gov/legionella/about/history.html> Erişim tarihi: 28.06.2018).

Araştırmamızda incelenen sürüntü örneklerinde saptanan mikroorganizmaların üreme oranları sırası ile; % 22,5 *Staphylococcus spp.* (% 2,5 *S. aureus*), % 5 *Bacillus spp.* (% 2,5 *B. cereus*), % 10 *Micrococcus luteus*, % 10 Küf ve maya ve % 2,5 *Pseudomonas oryzae*'dir. İncelenen su örneklerinde saptanan mikroorganizmaların üreme oranları sırası ile; % 15 *Staphylococcus spp.*, % 15 *Bacillus spp.* (% 12,5 *B. cereus*), % 5 *Acinetobacter spp.*, % 5 *Delftia acidovorans*, % 2,5 *Ralstonia insidiosa*, % 2,5 *Pseudomonas aeruginosa*, % 2,5 *Corynebacterium durum*, % 2,5 *Shingonomas yonoikuyae* ve % 2,5 *Elizabethkingia meningoseptica*'dir.

Araştırmamızın su ve sürüntü örneklerinde izole edilen *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter spp.* gibi bakterilerin özellikle immündefekt hastalarda çeşitli enfeksiyonlara neden olabileceği bilinmektedir. Özellikle duş/musluk başlıklarında biyofilm oluşturan ve klora karşı direnç gösteren *Pseudomonas spp.* ve son yıllarda nozokomiyal enfeksiyon etkeni olarak izole edilen *Acinetobacter*

spp.'nin antibiyotiklere karşı çoğul direnç gösterdiği ve bu bakterilere ait enfeksiyonların tedavisinde birçok zorlukla karşılaştığı bilinmektedir. (Hapçioğlu ve ark 2004).

C. durum dışında araştırmamızda izole edilen fırsatçı patojenlerin hastane içme ve kullanma su ve sürüntü örneklerinde izole edilmesi beklenen bir durumdur. Çünkü bu patojenlerin hastane su örneklerinden elde edildiğine dair birçok çalışma gösterilmiştir. *C. durum* dışında izole edilen bu fırsatçı patojenlerin, sapanca gölünden alınan suyun, içme ve kullanma amacıyla şehir şebeke suyuna aktarımı sırasında arıtımında kullanılan filtrasyon ve dezenfeksiyon (klorlama) işlemlerine dayanıklı olduğu ve buradan hastane iç şebeke sistemine geçtiği düşünülmektedir. İlk defa pnömoni olgusu görülen immüdüşkün bir hastanın balgam örneğinden keşfedilen Gr (+), pleomorfik uzun basil şeklinde bakteri olan *Corynebacterium durum* ise hastane su sistemlerinde izole edildiği ile ilgili hiçbir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır (Riegel, Heller, Prevost, Jehl, Monteil 1997). Bu nedenle çocuk klinik servisi (Süt çocuğu) su örneğinden izole edilen *C. durum*'un, su örneği alımı esnasında hastane havasındaki aerosollerden veya pnömoni gözlenen hastaların musluk başını kontamine etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak hastanemizin içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik yönden ilgili yönetmelik ve standartlara uygun olduğu, hastanemiz içme ve kullanma sularının Koliform grubu bakteriler, *E. coli*, Enterokok ve *Legionella spp.* bakımından sağlık çalışanları ile hastalar açısından risk oluşturmadığı söylenebilir. Fakat hastanemiz içme ve kullanma suyu ve sürüntü örneklerinde fırsatçı patojen bakterilerin izole edilmesi önem arz etmektedir. Bu fırsatçı patojenlerin özellikle immüdüşkün hastalarda önemli sağlık sorunlarına neden olabileceği göz ardı edilmemelidir. Yetkili kurumlarca hastane içme ve kullanma sularının analizi periyodik olarak aksatılmadan yapılmalıdır. Ayrıca yönetmelikteki mikroorganizmalar dışında diğer fırsatçı patojen mikroorganizmaların da mikrobiyolojik analizleri yapılmalıdır. Klorlama ve termal eradikasyon dezenfeksiyon yöntemleri yanında kısa sürede çabuk etkili olan Bakır (Cu)-Gümüş (Ag) iyonizasyonu ve Ultraviyole uygulamaları gibi pahalı dezenfeksiyon işlemlerinin de ülkemizdeki hastane su sistemlerinde uygulanabilirliği değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu S, Ekici K ve Alemdar S. (1999). Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. *Van Tıp Dergisi*, 6(2):30-33.
- Akbaş E. (2013). Hastane su sistemlerinde Legionella araştırılmasında temel prensipler. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 43(1):1-11.
- Akkaya Z, Özbal Y. (2011). Kayserideki farklı binaların su depolarında Legionella araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20(1):9-17.
- Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alışarlı M. (2009). Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji*, 19(73): 29-38
- Alışarlı M, Ağaoğlu S, Alemdar S. (2007). Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 18(1):67-77.
- Anaissie EJ, Penzak SR, Dignani MC. (2002). The hospital water supply as a source of nosocomial infections: a plea for action. *Arch Intern Med*, 162:1483-1492.
- Anar ř, Günşen U. (2000). Bursa il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 77(1):31-33.
- Avcı S, Bakıcı ZM, Erendaç M. (2006). Tokat ilindeki içme sularının koliform grubu bakteriler yönünden araştırılması. *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 28 (4):107-112.
- Aydın ÖF. (2007). İstanbul İlinde Samandıra, Sarıgazi ve Taşdelen Beldelerinde İçme ve Kullanma Suyu Durumu. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Atilla Senih MAYDA).
- Baghal AF, Nikaeen M, Mirhendi H. (2013). Rapid monitoring of *Pseudomonas aeruginosa* in hospital water systems: a key priority in prevention of nosocomial infection. *FEMS Microbiol Lett.*, 343(1):77-81.

- Bilgin H, Sarmis A, Tigen E, Soyletir G ve Mulazimolu L. (2015). *Delftia acidovorans*: A rare pathogen in immunocompetent and immunocompromised patients. *Can J Infect Dis Med Microbiol.*, 26(5): 277–279.
- Bora D. (2016). M.Ü. Zonguldak Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Suların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizi. Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, Zonguldak, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ).
- Chaudhry R, Sreenath K, Arvind V, Vinayaraj EV, Tanu S. (2017). *Legionella pneumophila* serogroup 1 in the water facilities of a tertiary healthcare center, India. *Emerg Infect Dis.*, 23(11):1924-1925.
- Chien ST, Hsueh JC, Lin HH, Shih HY, Lee TM, Ben RJ, Chou ST, Fong CM, Lin YE, Tseng LR, Chiang CS. (2010). Epidemiological investigation of a case of nosocomial Legionnaires' disease in Taiwan: Implications for routine environmental surveillance. *Clin Microbiol Infect.*, 16(6):761-763.
- Dortet L, Legrand P, Soussy CJ, Cattoir V. (2006). Bacterial identification, clinical significance, and antimicrobial susceptibilities of *Acinetobacter ursingii* and *Acinetobacter schindleri*, two frequently misidentified opportunistic pathogens. *J. Clin. Microbiol.*, 44(12): 4471-4478.
- Erendaç M, Elaldı N. (2001). Hastane musluk ve duş sularında Legionella cinsi bakterilerin araştırılması. *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 23(2):81 – 83.
- Ferranti, Marchesi I, Favale M, Borella P, Bargellini A. (2014). Aetiology, source and prevention of waterborne healthcare-associated infections: A review. *J Med Microbiol.*, 63(10):1247-1259.
- Genç EG. (2011). Hastane Sularında Nontüberküloz Mikobakterilerin İzolasyon Oranının Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul, (Danışman: Prof. Dr. Zayre Erturan).

- Halkman AK. (2012). Gıda, içecek ve ilaçlarda Mikrobiyolojik Analizlerin Kolay ve Güvenilir Yolu; Membran Filtrasyon (Sartorius Atölye). www.mikrobiyooji.org, Ankara.
- Halkman AK, Sağdaş ÖE. (2014). Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. 3.baskı, www.mikrobiyooji.org, Ankara.
- Hapçioğlu B, Yeğenoğlu Y, Erturan Z, Nakipoğlu Y. (2004). Bir hastanenin çeşitli birimlerine ait su dağıtım sistemlerinden izole edilen mikroorganizmalar. *Türk Mikrobiyol. Cem. Derg.*, 34(1):56-61
- İğnak S, Gürler B. (2012). Bir üniversite hastanesi su sistemlerinde Legionella türlerinin araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 42(3):110-114.
- Khosravi AD, Shahraki AH, Hashemzadeh M, Mehrabzadeh RS, Teimoori A. (2016). Prevalence of non-tuberculous mycobacteria in hospital waters of major cities of Khuzestan province, Iran. *Front Cell Infect Microbiol.*, 6(42):1-8.
- Klinik Bakteriyoloji Tanı Standartları Çalışma Grubu. (2015). Oksidaz Testi, Ulusal mikrobiyoloji standartları. 01.01.2015/Sürüm:1.1/B-TP-16/Test Prosedürleri/bakteriyoloji. THSK. s:3.
- Kocalar E. (2013). Hastane Su ve Hava Sisteminde *Aspergillus spp.* Tayini ve Aynı Dönemde İnvaziv Pulmoner Aspergilloz Olguları. Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi. Tıpta Uzmanlık Tezi, Antalya, (Danışman: Prof. Dr. Dilara İNAN).
- Lejyoner Hastalığı Kontrol Programı Rehberi Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Sağlık Bakanlığı Yayını, Ankara, 2016.
- Mikroorganizmaların Kültür Yoluyla Sayımı-Genel Kurallar standardı. (2008). Türk standardı, TS EN ISO 8199, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). Çevre Sağlığı Suların Analiz Parametreleri 850ck0011, Ankara.

- Montana S, Schramm STJ, Traglia GM, Chiem K, Noto GPD, Almuzara M, Barberis C, Vay C, Quiroga C, Tolmasky ME, Iriarte A, Ramírez MS. (2016). The genetic analysis of an *Acinetobacter johnsonii* clinical strain evidenced the presence of horizontal genetic transfer. *PLoS One.*, 11(8): e0161528.
- Montana S, Palombarani S, Carulla M, Kunst A, Rodriguez CH, Nastro M, Vay C, Ramirez MS, Almuzara M. (2018). First case of bacteraemia due to *Acinetobacter schindleri* harbouring blaNDM-1 in an immunocompromised patient. *New Microbes New Infect.*, 21:28–30.
- Murray PR, Rosenthal KS, Michael AP. (2007). *Clinical Microbiology* 6 th ed. Başustaoğlu A. (Çeviri Ed), Klinik mikrobiyoloji, 2010, Atlas kitapçılık, Ankara.
- Østensvik O, From C, Heidenreich B, O'Sullivan K, Granum PE. (2004). Cytotoxic *Bacillus spp.* belonging to the *B. cereus* and *B. subtilis* groups in Norwegian surface waters. *J Appl Microbiol.*, 96(5):987-993.
- Özgür M. (2013). Edirne İlindeki Çevresel Sularda Kirlilik İndikatörü Mikroorganizmaların ve Yeni Çıkan Bakteriyel Patojenlerin Moleküler Yöntemlerle Saptanması. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, (Danışman: Doç. Dr. Ece Şen).
- Önal EA, Gürtekin B, Ayvaz Ö, Sönmez N, Özel S, Erbil S, Boral Ö, Güngör G. (2013). Hastane mutfaklarında hava, su ve çalışanların dışkılarının mikrobiyolojik incelenmesi. *İst Tıp Fak Derg.*, 76(4):61-71.
- Özkuyumcu C. (Ed). (2009). *Klinik Bakteriyoloji El Kitabı*. 1.baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Öztürk N. (2014). Sivas ili ve çevresindeki içme ve kullanma sularında enterokokların varlığının araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, (Danışman: Prof. Dr. A. Yasemin ÖZTOP).

- Palmore TN, Stock F, White M, Bordner M, Michelin A, Bennett JE, Murray PR, Henderson DK. (2009). A cluster of cases of nosocomial legionnaires disease linked to a contaminated hospital decorative water fountain. *Infect Control Hosp Epidemiol.*, 30(8):764-768.
- Pınarbaşı M. (2011). Eskişehir’de Klinik Örneklerde ve Sularda *Legionella spp.* Araştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, (Danışman: Prof. Dr. Yurdanur AKGÜN).
- Ratnamani MS, Rao R. (2013). *Elizabethkingia meningoseptica*: Emerging nosocomial pathogen in bedside hemodialysis patients. *Indian J Crit Care Med.*, 17(5):304–307.
- Riegel P, Heller R, Prevost G, Jehl F, Monteil H. (1997). *Corynebacterium durum* from human clinical specimens. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 47(4):1107-1111.
- Ryan MP, Adley CC. (2013). The antibiotic susceptibility of water-based bacteria *Ralstonia pickettii* and *Ralstonia insidiosa*. *J Med Microbiol.*, 62(7):1025-1031.
- Selçuk TZ. (2011). Van ve Yöresi İçme Sularında *Aeromonas spp.*, Koliform grubu bakteriler, *Escherichia coli* Varlığının Araştırılması ve İzole Edilen *Aeromonas* Türlerinin Antimikrobiyal Maddelere Dirençliliklerinin Belirlenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Van, (Danışman: Doç. Dr. Kamil EKİCİ).
- Su kalitesi-Bağırsak enterokokların tespiti ve sayımı-Bölüm2: Membran Süzme yöntemi. (2005). Türk Standardı, TSE EN ISO 7899-2, Ankara.
- Su kalitesi-E.coli ve Koliform bakterilerin tespiti ve sayımı-Bölüm1: Membranla süzme yöntemi. (2005). Türk Standardı, TS EN ISO 9308-1, Ankara.
- Su kalitesi-Legionella’nın Tayini ve Sayımı-Bölüm 2: Membranla süzme yöntemi. (2009). Türk Standardı, TS EN ISO 17131-2, Ankara.


- Tanas NE. (2016). Sakarya İli İçme Suyu Şebekesinin Su kalitesinin Araştırılması. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, (Danışman: Doç.Dr. Nurtaç ÖZ).
- Tian S, Ali M, Xie L, Li L. (2016). Genome-sequence analysis of *Acinetobacter johnsonii* MB44 reveals potential nematode-virulent factors. *Springerplus*, 5(1):986.
- T.C. Resmi Gazete, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 17 Şubat 2005, Sayı: 25730, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- T.C. Resmi Gazete, Lejyoner hastalığı kontrol usul ve esasları hakkındaki yönetmelik, 13 Mayıs 2015, Sayı: 29354, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Walker J, Moore G. (2014). *Pseudomonas aeruginosa* in hospital water systems: Biofilms, guidelines, and practicalities. *J Hosp Infect.*, 89(4):324-327.
- WHO. (2017). Guidelines for Drinking-water Quality. fourth edition incorporating the first addendum. ISBN 978-92-4-154995-0.
- Woo KS, Choi JL, Kim BR, Kim JE, Kim KH, Kim JM, Han JY. (2014). Outbreak of *Pseudomonas oryzihabitans* pseudobacteremia related to contaminated equipment in an emergency room of a tertiary hospital in Korea. *Infect Chemother.*, 46(1):42-44.
- Yaslianifard S, Mobarez AM, Fatolahzadeh B, Feizabadi MM. (2012). Colonization of hospital water systems by *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Acinetobacter spp.* in ICU wards of Tehran hospitals. *Indian J Pathol Microbiol.*, 55(3):352-356.
- Yılmaz S, Duyan S, Artuk C, Diktaş H. (2014). Mikrobiyolojik tanımlamada MALDI-TOF MS uygulamaları. *TAF Prev Med Bull.*, 13(5):421-426.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı

28/04/2017-E.6322

BENÜSUD27

**T.C.**
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 71522473/050.01.04/89
Konu : Girişimsel Olmayan Etik Kurul
Başvuru Dosyası Hk.

Sayın Doç. Dr. Mehmet KÖROĞLU
Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

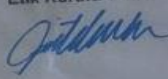
İlgi : 30.03.2017 tarihli 73 sayılı başvurunuz.

Destekleyicisi olduğunuz "Hastane içme ve kullanma sularının Mikrobiyolojik analizi: Sakarya" isimli çalışmanın ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup; çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen şekilde etik ve bilimsel açıdan sakınca bulunmadığına etik kurul üyelerince karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.






Prof.Dr. Hasan Çetin EKERBİÇER
Etik Kurulu Başkanı

Güvenli Elektronik
İmzalı Aslı İle Aynıdır.
28.04.2017

Yücel DEMİR
Etik Kurulu Sekr.


Evrakı Doğrulamak İçin : <http://193.140.253.232/enfison/Sorgula/BelgeDogrulama.aspx?V=BENU3UD27>

Fakülte Girişimsel Olmayan Etik Kurulu / Sakarya Üniversitesi / Tıp Fakültesi
Dekanlık, Korucak Kampüsü, Karacık, Adapazarı/Sakarya
Tel:264 295 6630 / Faks:264 295 6629
E-Posta: tıp@sakarya.edu.tr / elektronik.aj / www.tip.sakarya.edu.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: Gökhan ÇAVDAR

Doğum yeri ve tarihi: İznik/20.08.1986

Uyruğu: T.C

Medeni durumu: Bekar

Askerlik durumu: Muaf

İletişim adresi ve telefonu: Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı, Serdivan, Sakarya 05375138893

Yabancı dili: İngilizce

II- Eğitimi

Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezsiz Yüksek Lisans
Biyoloji Öğretmenliği 2009

Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 2008

İznik Şehit Sedat Pelit Lisesi 2003

III- Ünvanları

Biyoloji Öğretmenliği 2009

Biyolog 2013

IV- Mesleki Deneyimi

İznik Endüstri Meslek Lisesi, Biyoloji Öğretmenliği, 2009.

İznik Endüstri Meslek Lisesi, Biyoloji Öğretmenliği, 2011.

Sakarya Halk Sağlığı Laboratuvarı, Biyolog, 2013.

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Deneysel, Biyoteknolojik, Klinik ve Stratejik Sağlık Araştırmaları Derneği

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Yayımları:

Aydemir Ö, Terzi HA, Karakeçe E, Köroğlu M, Aydemir Y, Çavdar G, Altındış M. *Burkholderia Cepacia* İzolatlarının Antibiyotik Duyarlılıkları ve Klinik Özelliklerinin Değerlendirilmesi, J Biotechnol and Strategic Health Res. 2018;2(1):35-40.

Çavdar G.(2009).*Clytocybe sp.*(Tohum mantarı) protein içeriğinin belirlenmesi ve tüketilen bazı meyve, sebze, hayvansal gıda ve makromantar protein içerikleri ilekarşılaştırılması, I. Ulusal Ekoloji ve Çevre Öğrenci Kongresi(Poster), 28-31 Temmuz 2009, Hacettepe Üniversitesi.

Çavdar G.(2009).Fen bilgisi öğretmeni adaylarının biyoloji dersine yönelik tutumlarının irdelenmesi, II. Öğrenci Bilim Şenliği(Poster), 22 Mayıs 2009, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi.

VII- Bilimsel Etkinlikleri

Verdiği konferans ya da seminerler:

Hastane su sistemlerinde *Legionella spp.* araştırılmasında temel prensipler, SEAH Klinik Mikrobiyoloji Seminer Salonu, 01.11.2017-saat:12:30-14:00, Sakarya.

Su Mikrobiyolojisi, SEAH Klinik Mikrobiyoloji Seminer Salonu, 27.12.2017-saat12:30-14:00, Sakarya.

VIII- Diğer Bilgiler