

Bursa'da İçme ve Kullanma Sularında İndikatör ve Bazı Patojen Bakterilerin Varlığının Araştırılması

Tülay ELAL MUŞ^{1*}

Figen ÇETİNKAYA²

¹Uludağ Üniversitesi, Keles Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Bursa
²Uludağ Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Bursa

*Sorumlu yazar e-mail (corresponding author e-mail) tulayelalmus@uludag.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 18.11.2016

Kabul tarihi (Accepted): 24.01.2017

Öz

Bu çalışma, Bursa ili ve ilçelerinde çeşitli kaynaklardan temin edilen tüketim ve kullanım sularının mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirildi. Bu amaçla 119 şebeke ve 81 artezyen kuyu suyu olmak üzere, toplam 200 adet su örneği toplandı. Örneklerde membran filtrasyon yöntemiyle koliform, *E. coli*, enterokok, *S. aureus* ve *Salmonella* bakterilerinin varlığı araştırıldı. Artezyen kuyu suyu örneklerinde koliform, *E. coli* ve enterokok kontaminasyon oranları sırasıyla %72.8 (59/81), %48.1 (39/81) ve %40.7 (33/81) olarak saptandı. Şebeke sularında *E. coli* ve enterokok kontaminasyonu %2.5 (3/119), koliform ise %12.6 (15/119) olarak belirlendi. Sadece 1 adet artezyen kuyu suyu örneğinde patojen stafilokok (koagülaz pozitif *S. aureus*) bulunurken, örneklerin hiç birinde *Salmonella* tespit edilmedi. Analiz edilen örneklerin %37.5'inin (75 örnek) ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan su yönetmeliği kriterlerini karşılamadığı belirlendi. Ayrıca artezyen kaynak suyu örneklerinde, şebeke sularına oranla daha fazla kontaminasyon gözlemlendi. Mevcut çalışmanın sonuçları, su örneklerinde fekal indikatör bakterilerin varlığını ve bu suların tüketiminin immun sistemi baskılanmış, hasta ve yaşlılar ile çocuklarda potansiyel sağlık riski oluşturabileceğini ortaya koydu.

Anahtar Kelimeler: Su, mikrobiyoloji, koliform, *E. coli*, enterokok

Investigation of the Presence of Indicator and Some Pathogenic Bacteria in Drinking and Usage Waters in Bursa

Abstract

This study was conducted to determine of microbiological quality of drinking and usage waters obtained from different sources in Bursa province and its districts. For this purpose, a total of 200 samples including 119 tap and 81 artesian well waters were collected. The samples were investigated for the presence of coliform, *E. coli*, enterococci, *S. aureus* and *Salmonella* bacteria by membrane filtration method. Coliform, *E. coli*, enterococci contamination rates were found as 72.8% (59/81), 48.1% (39/81) and 40.7% (33/81) respectively, in the artesian well water samples. In the tap water samples, *E. coli* and enterococci contamination were determined as 2.5% (3/119) and coliform as 12.6% (15/119). Pathogen staphylococci (coagulase-positive *S. aureus*) were detected only in one artesian well water sample. On the other hand, *Salmonella* was not isolated from any water samples. It was determined that 37.5% (75 samples) of the analyzed samples did not comply with water guidelines criteria which were published by the Turkey Ministry of Health. Also the higher contamination rates were observed in artesian well water samples compared with the tap water. The results of the current study showed the presence of fecal indicator bacteria in water samples, and that these waters if consumed may constitute potential health risks in immune-compromised, ill, old people and children.

Key Words: Water, microbiology, coliform, *E. coli*, enterococci

GİRİŞ

Su canlının yaşamını sürdürebilmesi için vazgeçilmez bir gereksinimdir (Osei vd., 2013). Canlılar gerekli suyu yeryüzünde akarsu, göl ve deniz gibi kaynaklardan veya kütlelerin boşluk ya da çatlaklarında toplanan sulardan sağlamaktadır. Son yıllarda hızlı nüfus artışı, endüstrileşmenin hızla gelişimi ve çarpık kentleşme nedeniyle su ve su kaynaklarına olan ihtiyaç giderek artmış, bunun sonucunda ise su kirlenmesi problemi ortaya çıkmıştır (Şimşek, 1999).

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından 2005 yılında Avrupa Birliği'ne üyelik müzakereleri kapsamında çıkartılan "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" kaynak suları, içme suları ve içme-kullanma suları ile ilgili hükümleri kapsamaktadır. Bu yönetmelikte insani tüketim amaçlı sular; orijinal haliyle ya da işlendikten sonra dağıtım ağı, tanker, şişe veya kaplar ile tüketime sunulan içme, pişirme, gıda hazırlama ya da diğer evsel amaçlar için kullanılan bütün sular olarak tanımlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2013).

Güvenli içme suyuna erişim ve atık su arıtımı, uluslararası düzeyde insan yaşamının sürdürülmesinde halk sağlığı için başlıca kriter ve gereklilik olarak bilinir (Daley vd., 2015). Bununla birlikte pek çok düşük-orta gelirli ülkede, güvenli içme suyuna evrensel erişim ve temel arıtım, büyük bir sorun olmaya devam etmektedir (Gine-Garriga vd., 2013). Öyle ki 2015 yılında tüm dünyada, çoğunluğu kırsal alandan olmak üzere, 663 milyon kişinin henüz içme, pişirme ve hijyenik amaçlar için göller veya barajlardan sağlanan yüzey suları gibi iyileştirilmemiş su kaynaklarını kullandığı rapor edilmiştir (Rieger vd., 2016).

İçme suyu kalitesi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde insan sağlığı için önemli bir sorundur (Uwimpuhwe, 2012). Suların direkt ya da indirekt olarak insan veya hayvanların dışkılarıyla ya da dışkıda bulunan mikroorganizmalarla kontaminasyonu, tüketicilerin su kaynaklı hastalıklara yakalanmasında önemli rol oynamaktadır (Olaoye ve Onilude, 2009). Su kaynaklı hastalıklar, patojen mikroorganizmalarla kontamine suyun farklı amaçlarla kullanılması veya içilmesi ile iletilen hastalıklar olarak tanımlanmakta ve bu hastalıklardan protozoalar, virüsler, bakteriler ve intestinal parazitler sorumlu tutulmaktadır

(Forstinus vd., 2016). Yetersiz kalitede içme suyu kolera (*Vibrio cholerae*), tifo/paratifo (*Salmonella Typhi* ve *S. Paratyphi*), sulu ishal (*Escherichia coli*), basiller dizanteri (*Shigella dysenteriae*), kriptosporidiozis (*Cryptosporidium*), giardiazis (*Giardia lamblia*), poliomyelit (poliovirüs), hepatit A ve E gibi çeşitli hastalık etkeni mikrobiyal patojenlerin insanlara nakledilmesinde ve su kaynaklı hastalıkların yayılmasında önemli rol oynamaktadır (Olaoye ve Onilude, 2009; Forstinus vd., 2016). İçme suyunun mikrobiyal patojenleri geniş insan kitlelerine transfer etme ve sonrasında hastalıklara neden olma potansiyeli, ekonomik gelişimin tüm seviyelerindeki ülkelerde iyi dökümanite edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tüm dünyada her yıl su ile ilişkili 4 milyar hastalık vakası görüldüğünü ve bunlardan 1.8 milyonunun hayatını kaybettiğini rapor etmiştir. Bu ölümlerden yaklaşık %99.8'i gelişmekte olan ülkelerde ve %90'ı 5 yaşın altındaki çocuklarda görülmüştür. Ayrıca bu hastalıklardan %88'i uygun olmayan su kaynakları, zayıf sanitasyon ve hijyen nedeniyle ortaya çıkmıştır (Uwimpuhwe, 2012; Forstinus vd., 2016).

Mevcut çalışma, Bursa ili ve ilçelerindeki çeşitli su kaynaklarından temin edilen içme ve kullanma sularında "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"te belirtilen *E. coli*, koliform bakteri ve enterokokların varlığını ve/veya sayısını belirlemek ve ayrıca halk sağlığı için potansiyel risk oluşturan *S. aureus* ve *Salmonella* gibi patojenlerin yaygınlığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kasım 2013-Haziran 2015 tarihleri arasında Bursa ili ve çeşitli ilçelerinden 119 şebeke ve 81 artezyen kuyu suyu olmak üzere toplam 200 adet içme ve kullanma suyu örneği sonbahar (31 örnek), kış (30 örnek), ilkbahar (39 örnek) ve yaz (70 örnek) aylarında toplanmış ve materyal olarak kullanılmıştır. Örnekleme noktaları ve buralardan alınan örnek sayıları Şekil 1'de özetlenmiştir. Çalışma süresince her bir örnekleme noktasından sadece bir defa örnek alınmıştır. Örnekler aseptik koşullarda steril koyu renkli cam şişeler (1000 ml) içerisinde, soğuk zincir altında laboratuara nakledilmiş ve aynı gün içerisinde tüm analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Su örneklerinin alındığı lokasyonlar ve örnek sayıları
Figure 1. Locations of water samples and the number of samples

Su örneklerindeki koliform bakteri, *E. coli*, enterokok, *S. aureus* ve *Salmonella*'nın izolasyonunda membran filtrasyon yönteminden yararlanılmıştır.

Koliform bakteri ve *Escherichia coli*'nin izolasyonu ve sayımı (TSE, 2014) amacıyla, 100 ml su örneği membran filtre cihazında bulunan membran filtrelerden süzölmüş ve filtre kağıdı Lactose TTC Tergitol 7 Agar üzerine yerleştirilmiştir. Plakların koliform bakteriler için $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 21 ± 3 saat, *E. coli* için ise $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 44 ± 4 saat süreyle inkübasyonu sonrası sarı veya turuncu renkli koloniler koliform olarak tanımlanmıştır. *E. coli* identifikasyonu için $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de üreyen sarı turuncu koloniler bir öze yardımı ile Tryptic Soy Agar'da üretilmiş ve oksidaz negatif ve indol pozitif olanlar *E. coli* olarak tanımlanmıştır.

Enterokokların izolasyonu ve sayımı (TSE, 2002) için 100 ml su örneği membran filtrelerden süzölmüş ve filtre kağıdı Slanetz and Bartley Agar üzerine yerleştirilmiştir. $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 44 ± 4 saatlik inkübasyonu takiben, kırmızı-kahverengi koloniler muhtemel enterokok kolonileri olarak kabul edilmiş ve pens yardımı ile membran filtre ters çevrilmeden Safra Eskülin Azid Agar (1 saat boyunca $44\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta önceden ısıtılmış) üzerine transfer edilmiştir. $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 2 saatlik inkübasyon sonrası siyah haleye sahip koloniler, enterokok pozitif olarak değerlendirilmiştir.

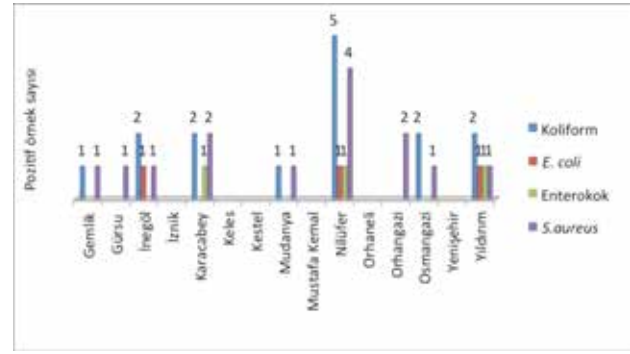
S. aureus sayıları ise 100 ml su örneğinin filtre edilmesi ve filtre kağıdının Baird Parker Agar yüzeyine yerleştirilmesini takiben, plakların 37°C 'de 48 saatlik inkübasyonu ile belirlenmiştir (Fransız Standardı, 2006). İzole edilen tüm *S. aureus* suşlarında koagülaz aktivitesi test edilmiştir.

Salmonella izolasyonu ISO 19250'de önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir (ISO, 2010). Bu

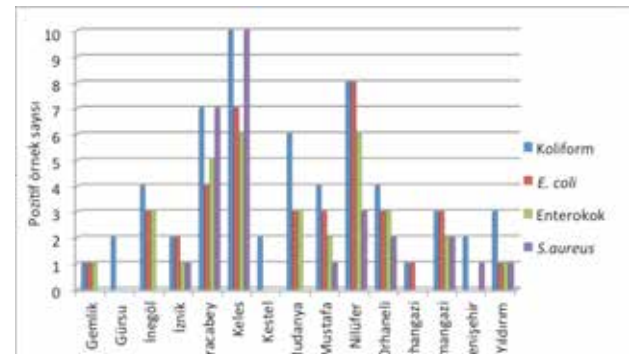
amaçla 600 ml su örneği membran filtreden geçirilmiş ve filtre kağıdı tamponlanmış peptonlu suda 16-20 saat süre ile $36\pm 2^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Ön zenginleştirme kültürünün 0.1 ml'si 10 ml Rappaport Vasiliadis Broth'a transfer edilmiş ve $44\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 18 ± 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrasında bir öze dolusu kültürün Xylose Lysine Tergitol 4 Agar plaklarına çizme plak tekniği ile ekimi yapılmış ve plakların 37°C 'de 24 saat süreyle inkübasyonu sağlanmıştır. Siyah merkezli renksiz veya pembe koloniler doğrulama amacıyla üre broth, lysine iron agar ve triple sugar iron agara inokule edilmiştir.

BULGULAR

Şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinde koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* pozitif örnek sayıları ve bu örneklerin ilçelere göre dağılımı Şekil 2 ve Şekil 3'de sunulmuştur.



Şekil 2. Şebeke sularında koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* tespit edilen örnek sayıları ve ilçelere göre dağılımı
Figure 2. The number and distribution by districts of samples determined coliform bacteria, *E. coli*, enterococci and *S. aureus* in the tap waters



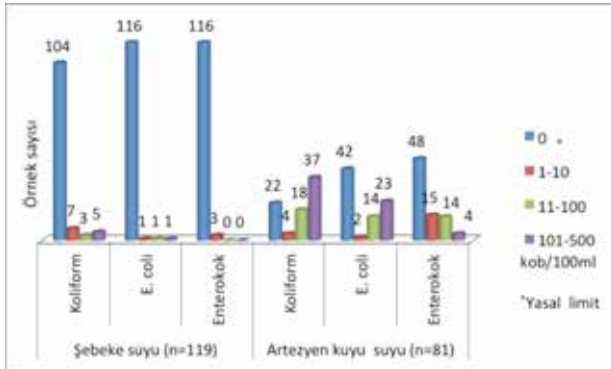
Şekil 3. Artezyen kuyu sularında koliform bakteri, *E. coli*, enterokok ve *S. aureus* tespit edilen örnek sayıları ve ilçelere göre dağılımı

Figure 3. The number and distribution by districts of samples detected coliform bacteria, *E. coli*, enterococci and *S. aureus* in artesian well waters

119 şebeke suyu örneğinin 15'inde (%12.6) koliform bakteri, 3'ünde (%2.5) *E. coli* ve 3'ünde (%2.5) enterokok kontaminasyonu gözlenmiştir (Şekil 2). Örneklerdeki koliform bakteri sayıları 1-500 kob 100 ml düzeyleri arasında değişirken, *E. coli* sayıları 1-300 kob 100 ml ve enterokok sayıları 1-2 kob 100 ml arasında değişmiştir. 3 örnekte koliform bakteri sayısı 500 kob 100 ml ve 1 örnekte *E. coli* sayısı 300 kob 100 ml olarak saptanmıştır.

81 artezyen kuyu suyu örneğinin 39'u (%48.1) *E. coli* ve 33'ünün (%40.7) enterokokları içermekte olduğu gözlenmiştir (Şekil 3). Koliform bakterilerin sayıları 1-500 kob 100 ml arasında değişkenlik göstermiştir. Diğer taraftan *E. coli* ve enterokokların sayıları sırasıyla 3-500 kob 100 ml ve 1-500 kob 100 ml olarak tespit edilmiştir. 25 örnekte koliform bakteri ve 10 örnekte *E. coli* sayıları 500 kob 100 ml olarak saptanmıştır.

Şebeke ve artezyen kuyu sularında örnek tipine göre koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok sayılarının dağılımı Şekil 4'de özetlenmiştir.



Şekil 4. Örnek tipine göre mikroorganizma sayılarının (kob.100 ml) dağılımı

Figure 4. Distribution of microorganism numbers (cfu/100 ml) by sample type

Çizelge 1'de analiz edilen su örneklerindeki *E. coli*, *S. aureus* ve *Salmonella* spp. için belirlenen yaygınlık oranlarını gösterilmiştir. Analizler sonucunda şebeke suyu örneklerinin 14'ünden (%11.8) *S. aureus* izole edilmiş ve 172 No'lu şebeke suyu örneği dışında (500 kob 100 ml), etken sayılarının 1-13 kob 100 ml arasında değiştiği

belirlenmiştir. Diğer taraftan artezyen kuyu suyu örneklerinin 28'inde (%34.6) *S. aureus* varlığı tespit edilmiştir. Artezyen kuyu sularından 3 örnekte 300 kob 100 ml ve diğer 3 örnekte 500 kob 100 ml olduğu saptanan *S. aureus* sayılarının, kalan su örneklerinde ise 1-50 kob 100 ml arasında değiştiği ortaya konmuştur. Ayrıca 14 No'lu artezyen kuyu suyu örneğinden izole edilen *S. aureus* suşu koagülaz pozitif özellik göstermiştir.

Diğer taraftan şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinin hiçbirinde *Salmonella* varlığına rastlanmamıştır (Çizelge 1).

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

"İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik"e göre; içme-kullanma sularının 100 ml'sinde, içme suları ve kaynak sularının ise 250 ml'sinde koliform bakteri, *E. coli* ve enterokok bulunmamalıdır. Yine aynı yönetmelik EK-1'de, içme sularının 100 ml'sinin ve kaynak sularının 50 ml'sinin patojen stafilkokları içermemesi gerektiği bildirilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2013). Mevcut çalışma sonuçlarına göre analiz edilen su örneklerinin %37.5'inde koliform, *E. coli* ve patojen stafilkok bakterilerinden en az bir veya daha fazlasının varlığı tespit edilmiş ve böylece yasal limitlere uygun olmadığı ortaya konmuştur. Örneklerin 42'sinde *S. aureus* varlığı tespit edilmesine karşın, sadece bir izolat koagülaz pozitif olarak tanımlanmıştır. Bu durum yalnızca bir artezyen kuyu suyu örneğinin patojen stafilkok bakımından yönetmelik şartları dışında olduğunu göstermiştir. Çeşitli su örneklerine ait benzer kontaminasyon sonuçları farklı illerde birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiş ve bunlar aşağıda özetlenmiştir.

Adana ili ve çeşitli ilçelerinden toplanan içme suyu örneklerinin membran filtrasyon yöntemiyle analizleri sonucunda koliform bakteri ve *E. coli* izolasyonu gözlenmediği buna karşılık örneklerde *Shigella* spp. kontaminasyonu belirlendiği rapor edilmiştir (Özaslan, 2009). Alemdar vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Kasım 2006-Mayıs 2007 tarihlerinde Bitlis ili ve ilçelerindeki

Çizelge 1. Şebeke ve artezyen kuyu suyu örneklerinde patojen bakterilerin yaygınlığı

Table 1. Prevalance of pathogenic bacteria in the tap and artesian well water samples

Örnek tipi	Örnek sayısı	Pozitif örnek sayısı (%)		
		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.
Şebeke suyu	119	3 (2.5)	14 (11.8)	-
Artezyen kuyu suyu	81	39 (48.1)	28 (34.6)	-
Toplam	200	42 (21)	42 (21)	-

51 depo ve 113 musluk suyu olmak üzere toplam 164 su örneği toplanmış ve membran filtrasyon yöntemiyle örneklerin analizleri merkezdeki musluk sularının %14'ünün enterokok, %7'sinin koliform bakteri ve %7'sinin *E. coli* içerdiği ortaya konmuştur. Araştırmacılar örneklerdeki bakteri sayılarının 501-5000/100 ml arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kars ve Sarıkamış garnizonundaki askeri birliklerde içme suyu olarak kullanılan kaynaklarından Temmuz-Aralık 2005 periyodu süresince toplanan 1469 adet su örneğinin %30'unun *E. coli* içerdiği rapor edilmiştir (Kireççi vd., 2006). Kurt vd. (2009) Mersin ili Halk Sağlığı Laboratuvarı'ndaki 6641'i şebeke suyu ve 491'i diğer su kaynaklarına ait olmak üzere toplam 7132 adet içme-kullanma suyu örneğinin 2004 yılı bakteriyolojik analiz sonuçlarına ilişkin kayıtlara dayalı olarak, bu örneklerden 844'ünün (%11,8) koliform bakteri içerdiğini bildirmiştir. Ocak 2005-Aralık 2005 tarihleri arasında Tokat ili Halk Sağlığı Laboratuvarı'na periyodik olarak getirilen 2295'i şebeke ve 200 kaynak suyu olmak üzere toplam 2495 içme ve kullanma suyu örneğinin analiz sonuçları 223'ünde (%65.3) koliform bakteri ve 119'unda (%34.7) ısıya toleranslı *E. coli* (fokal koliform) kontaminasyonunu göstermiştir (Avcı vd., 2006). Alışarlı vd. (2007) Van ili ve ilçelerinden sağladıkları kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından oluşan 366 örneğin mikrobiyolojik kalitesini incelemek üzere yaptıkları çalışmalarında; kaynak/çeşme sularında enterokok, koliform bakteri ve *E. coli* kontaminasyon oranlarını sırasıyla %40.6, %66.7 ve %11.6 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar inceledikleri 140 musluk suyu örneğinin %39.3'ünün enterokoklar, %69.3'ünün koliform bakteriler ve %5'inin *E. coli* içerdiğini bildirmiştir. Aydın Halk Sağlığı Laboratuvarı tarafından 2004 yılında analiz edilen su örneklerinin %16.6'sının tüketime uygun olmadığı rapor edilmiştir (Atasoylu vd., 2006).

Bursa'da gerçekleştirilen bazı çalışmalarda Anar ve Günşen (2000) inceledikleri içme ve kullanma sularının %7'sinin koliform bakteri içerdiğini, diğer taraftan Çetinkaya vd. (2007) artezyen kuyu suyu örneklerinde *Salmonella* izolasyonuna rastlanmadığını bildirmiş olup, mevcut çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Ülkemiz yanı sıra dünyada sulara indikatör bakteri varlığını tespit eden yayınlar bulunmaktadır. Hindistan'da yapılan bir çalışmada Kanyakumari bölgesine içme ve kullanma suyu

taşıyan kanaldan alınan su örneklerinde koliform, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shewanella putrefaciens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* ve *Proteus mirabilis* kontaminasyonu saptandığı rapor edilmiştir (Antony ve Renuga, 2012). Portekiz'de doğal kaynaklardan, sokak çeşmelerinden ve su kuyularından toplanan içme suyu örneklerinde enterokok varlığı belirlendiği bildirilmiştir (Macedo vd., 2011).

Şebeke suyu örneklerinde gözlenen mikrobiyolojik bulaşmanın, içme suyu şebekesinde gözlenen bakteriyel üreme, arıtmayı takiben suda canlılığını sürdüren bakteri sayısı, suyun dağıtım kanallarında bekleme süresi, boru ve bağlantı materyalleri, yağmur, sıcaklık ve sediment birikimi gibi sebeplerden biri kaynaklı olabileceği rapor edilmiştir (Alkan vd. 2005). Diğer taraftan özellikle insanların ve endüstrinin yoğun olduğu bölgelerde konutlar, sanayi kuruluşları ve benzer diğer kuruluşlardan kaynaklanan kanalizasyon ve atık suların çevreye verilmesi, bunların yer altı sularına karışmasına ve artezyen kuyu suları gibi su kaynaklarının mikrobiyal kirliliğine yol açmış olabilir.

Mevcut çalışma sonucunda, Bursa ili ve ilçelerinden toplanan su örneklerinde hijyen indikatörü bakterilerin (koliform, *E.coli*, enterokok) varlığı ortaya konmuş ve ayrıca musluk sularının aksine, artezyen kuyu sularının söz konusu bakterilerle kontaminasyon oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontamine artezyen kuyu sularının tarımsal amaçlı kullanımı, fokal bakterilerin doğada yayılmasına ve yine bu sular kullanılarak yetiştirilen gıdaların immun sistemi zayıf bireyler, yaşlılar ve çocuklar tarafından tüketilmesi gıda kaynaklı enfeksiyonların şekillenmesine neden olabilir. Dolayısıyla bu durumun halk sağlığı açısından potansiyel bir risk olarak değerlendirilmesi ve bu riskleri önlemek için ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından patojen ya da sayıları yasal limitlerin üzerinde belirlenen bakterilerle kontamine artezyen kuyu sularının, gerek içme ve gerekse diğer amaçlarla (yemek yapma, temizlik, gıdaların hazırlanması, vb.) kullanımının uygun olmadığına yönelik bilgilendirme çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından HDP(V) 2013-19 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- 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 Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 67-77.
- Alkan U, Teksoy A, Acar Ö (2005). İçme suyu şebekesinde bakteriyel yeniden çoğalmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *İTÜ Dergisi*, 15: 43-55.
- Anar Ş, Günşen U (2000). Bursa il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 31-33.
- Antony RM, Renuga FB (2012). Microbiological analysis of drinking water quality of Ananthanar channel of Kanyakumari district, Tamil Nadu, India. *Ambi-Agua, Taubate*, 7 (2): 42-48.
- Atasoylu G, Okyay P, Güney N, Deniz Y, Çobanoğlu M, Beşer E (2006). Aydın ili halk sağlığı laboratuvarı 2004 yılı içme ve kullanma suyu analizleri. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 5 (3): 187-195.
- Avcı S, Bakıcı MZ, Erandaç M (2006). Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28 (4): 107-112.
- Çetinkaya F, Çıbık R, Soyutemiz E (2005). Bursalda içme maksatlı kullanılan artezyen kuyu sularında Salmonella ve Shigella varlığının araştırılması. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 23 (1): 79-82.
- Daley K, Castleden H, Jamieson R, Furgal C, Ell L (2015). Water systems, sanitation, and public health risks in remote communities: Inuit resident perspectives from the Canadian Arctic. *Social Science and Medicine*, 135: 124-132.
- Forstinus NO, Ikechukwu NE, Emenike MP, Christiana AO (2016). Water and waterborne diseases: A review. *International Journal of Tropical Diseases and Health*, 12 (4): 1-14.
- Fransız Standardı (2006). XP T90-412, Water quality - Detection and enumeration of pathogenic staphylococci - Method by membrane filtration.
- Gine-Garriga R, De Palencia AJF, Perez-Foguet A (2013). Water sanitation hygiene mapping: An improved approach for data collection at local level. *Science of the Total Environment*, 463-464: 700-711.
- ISO (International Standards Organization) (2010). ISO 19250:2010, Water quality-Detection of Salmonella spp.
- Kireççi E, Savaşçı M, Uslu H (2006). Kars ve Sarıkamış çevresindeki içme suyu kaynaklarından membran filtrasyon yöntemi ile Escherichia coli izolasyonu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1 (1-2): 29-32.
- Kurt AÖ, Şaşmaz T, Buğdaycı R, Öner S, Kızılok A (2009). Mersin ili içme kullanma suyu numunelerinin bakteriyolojik yönden değerlendirilmesi. *Türkiye Halk Sağlığı Dergisi*, 7 (1): 23-31.
- Macedo AS, Freitas AR, Abreu C, Machado E, Peixe L, Sousa JC, Novais C (2011). Characterization of antibiotic resistant enterococci isolated from untreated waters for human consumption in Portugal. *International Journal of Food Microbiology*, 145: 315-319.
- Olaoye OA, Onilude AA (2009). Assessment of microbiological quality of sachet-packaged drinking water in Western Nigeria and its public health significance. *Public Health*, 123: 729-734.
- Osei AS, Newman MJ, Mingle JAA, Ayeh-Kumi PF, Kwasi MO (2013). Microbiological quality of packaged water sold in Accra, Ghana. *Food Control*, 31: 172-175.
- Özaslan A (2009). Adana içme suyunda fekal koliform düzeyinin belirlenmesi ve antibiyotik dirençlilik frekansı. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rieger K, Holm RH, Sheridan H (2016). Access to groundwater and link to the impact on quality of life: A look at the past, present and future public health needs in Mzimba District, Malawi. *Groundwater for Sustainable Development*, 2-3: 117-129.
- Sağlık Bakanlığı (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu) (2013). İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik. *Resmi Gazete*, 7 Mart 2013, Sayı: 28580.
- Şimşek C (1999). Silivri bölgesi içme ve kullanma sularının fiziksel ve kimyasal yönden değerlendirilmesi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (2014). TS EN ISO 9308-1, Su kalitesi – Escherichia coli ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı- Bölüm 1: Düşük bakterili zemin floral sular için membranla süzme yöntemi.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (2002). TS EN ISO 7899-2, Su kalitesi – Bağırsak enterokoklarının tespiti ve sayımı – Bölüm 2: Membran süzme yöntemi.
- Uwimpuhwe M (2012). Microbiological drinking water quality and prevalence of waterborne diseases in Masaka, Rwanda. Master tezi, Durban University of Technology, Environmental Health in the Faculty of Health Sciences, South Africa.