



Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Journal of Cumhuriyet University Health Sciences Institute

İçme ve Kullanma Suyu Örneklerinin Mikrobiyolojik Kalitesinin *Escherichia coli* O157:H7 Serotipi Yönünden Araştırılması: Sivas İli Örneği

Rukiye ASLAN^{1,2*}, Zeynep SÜMER²

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Sivas, Türkiye

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

Geliş Tarihi
19.04.2021

Kabul Tarihi
07.12.2021

Yayın Tarihi
31.12.2021

Özet: Bu çalışma Sivas ili içme ve kullanma sularının koliform grubu *Escherichia coli* bakterisi O157:H7 serotipi yönünden incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Sivas ili ve ilçelerindeki farklı kaynaklardan 200 adet içme ve kullanma suyu örneği "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği" ve "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY)" standartları referans alınarak toplanmış ve su örneklerinin analizi "TS EN ISO 9308-1 *E. coli* ve Koliform Bakterilerin Tespiti ve Sayımı: Membran Filtrasyon Yöntemi" referans alınarak çalışılmıştır. Analiz sonrası üreme gösteren koliform ve fekal koliform bakterilerle *E. coli* bakterisinin doğrulanması amacıyla biyokimyasal testler uygulanmıştır. *E. coli* O157:H7 serotipinin tespiti için Sorbitol MacConkey Agar (SMAC) ve *Escherichia coli* O157:H7 lateks aglütinasyon kiti kullanılmıştır. İçme ve kullanma suyu örneklerinde %40 koliform bakteri ve %33 *E. coli* tespit edilmiştir. *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmamıştır. Örneklerde *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmasa da, *E. coli* ve diğer koliform bakterilerin tespit edilmesi fekal kontaminasyon varlığına işaret etmektedir. İçme ve kullanma suları her zaman mikrobiyolojik kontaminasyon riski taşımaktadır. Bu durum halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. İçme ve kullanma suyu amacıyla tüketilecek suların, tüketim öncesinde yeterli düzeyde dezenfekte edilmesi ve dezenfeksiyonun etkinliğinin düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiği görüşlerine ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Membran filtrasyon yöntemi, içme ve kullanma suyu, koliform bakteriler, fekal koliform bakteriler

Investigation of Microbiological Quality Drinking and Using Water Samples in Terms of *Escherichia coli* O157:H7 Serotype: Example of Sivas Province

Abstract: This study aimed to examine the coliform group of *Escherichia coli* bacteria O157:H7 serotype of drinking and using water in Sivas. For this purpose, 200 drinking and using water samples were collected from different sources in Sivas province and its districts, referenced to "Water Pollution Control Regulation (SKKY) Sampling and Analysis Methods Declaration" and "Regulation Concerning Water Intended for Human Consumption (ITASHY)". The analysis of water samples was studied with the reference "TS EN ISO 9308-1 Detection and Counting of *Escherichia coli* and Coliform Bacteria: Membrane Filtration Method". Biochemical tests were applied to verify coliform and fecal coliform bacteria, and *E. coli* bacteria that were grown after analysis. Sorbitol MacConkey Agar (SMAC) and *E. coli* O157:H7 latex agglutination kit were used for the detection of *E. coli* O157:H7 serotype. 40% coliform bacteria and 33% *E. coli* were detected in drinking and using water samples. *E. coli* O157:H7 serotype was not found. Although the O157:H7 serotype of *E. coli* was not found in drinking and using water samples, the presence of *E. coli* and other coliform bacteria indicates fecal contamination. The drinking and using water always have a risk of microbiological contamination. This poses a public health risk. It was concluded that the water to be consumed for drinking and using water should be adequately disinfected before consumption, and the effectiveness of disinfection should be checked regularly.

Keywords: Membrane filtration method, drinking and using water, coliform bacteria, fecal coliform bacteria

* Sorumlu yazar
Rukiye ASLAN
raslan@cumhuriyet.edu.tr



GİRİŞ

Su, yaşamın devamı için gerekli aynı zamanda çevresel etmenlerden dolayı kirlenme potansiyeli en yüksek, tüketildiğinde bulaşıcı hastalıkların kolaylıkla yayılmasına neden olan canlılığın en temel bileşenidir (Selçuk, 2011). Dünyada nüfus artışı ile birlikte suya duyulan ihtiyaç artmakta, buna paralel olarak insani tüketime uygun nitelik taşıyan içme ve kullanma suyu kaynakları azalmaktadır (Güler, 2012). İçme ve kullanma suları başta olmak üzere, insan ve hayvan dışkıları ile kontamine olmuş suların tüketimiyle insanlara enfekte olan patojen bakteri ve virüsler halk sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır (Kolören ve ark., 2011). Kontamine suların tüketimi, patojen mikroorganizmaların kişiden kişiye bulaşını hızlandırmanın yanı sıra antibiyotik direncinin de toplumda yayılımının kaynağı olacaktır (Demirtaş, 1997).

Suların içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilebilmesi, enterik bakterilerle kontamine olmadığı belirlenmesi ile mümkündür (Payment ve ark., 1993). İçme ve kullanma sularının standardı T.C. Sağlık Bakanlığı'na ait "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY)"te tanımlanmıştır. Buna göre içme ve kullanma sularının 100 mL'inde koliform bakteri bulunmamalıdır (İTASHY, 2005).

Sulardaki mikrobiyal kontaminasyon varlığını tespit etmek amacıyla indikatör parametre olarak kullanılan mikroorganizmaların başında koliform bakteriler arasında yer alan *Escherichia coli* gelmektedir (Öztelli, 2004). Bu bakterinin suda canlı kalabilmesi için gerekli tüm üreme faktörlerinin bilinmesi ve bakterinin üreme hızının yüksek olmasından dolayı fekal kirlilik göstergesi olarak sularda ve gıdalarda indikatör mikroorganizma olarak varlığı saptanmaya çalışılmaktadır (Noveir, 1993). *E. coli*'nin O157:H7 serotipi insanlarda hayatı tehdit eden sulu diyare, hemorajik kolit, hemolitik üremik sendrom (HUS) ve özellikle küçük çocuklarda ve yaşlılarda trombotik trombositopenik purpura (TTP) gibi oldukça ağır klinik tablolardaki hastalıklara neden olmaktadır. *E. coli* O157:H7 dışkı ile kontamine olmuş az pişmiş ya da çiğ

tüketilmiş etler, kontamine süt, su ve kontamine olmuş ve yeterince temizlenmemiş meyve ve sebzeler aracılığıyla taşınan gıda ve su kaynaklı patojen bakteri olarak önemli halk sağlığı sorunlarına neden olmaktadır. İnfeksiyöz dozu 100 bakteriden düşüktür (Kolören ve ark., 1993; Soheili ve ark., 2020; Sing ve ark., 2017). Özellikle ilkbahar mevsiminde görülen aşırı yağışlar sonrası yağmur suları ile birlikte toprak üzerinde bulunan hayvan dışkılarının içme ve kullanma suyu şebekelerine ve zirai sulama sularına karışması ve kontamine suların yetersiz klorlanması ile bu suların tüketimi sonucu oluşan salgınlar kaçınılmaz olmaktadır (Öztelli, 2004).

E. coli O157:H7 serotipi, biyokimyasal özellikleri bakımından diğer *E. coli* serotiplerine benzemektedir. 37°C sıcaklıkta ve pH 7,0 civarında gelişir. 44,5°C üzerindeki sıcaklık derecelerinde gelişmemesi ve sorbitolu fermente edememe özelliği ile diğer *E. coli* türlerinden ayrılır (Doyle ve ark., 1997; Raghubeer ve ark. 1997).

Ülkemizde *E. coli* O157:H7 serotipi kaynaklı herhangi bir salgın görülmemiştir fakat bu durum içme ve kullanma sularının kontaminasyon riskini ortadan kaldırmamaktadır. Sularda patojen bakteri bulunma riski güncelliğini korumaktadır. Bu çalışmada, özellikle yağışların yoğun olduğu bahar mevsiminde, Sivas ili genelinde içme ve kullanma suyu şebekelerinde *E. coli* bakterisi O157:H7 serotipinin varlığı araştırılarak, içme ve kullanma suyu kalitesinin mikrobiyolojik tespiti amaçlanmaktadır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Su örnekleri

Araştırma kapsamında Sivas ili Gemerek ilçesi 30 adet, Şarkışla ilçesi 49 adet, Ulaş ilçesi 20 adet, Yıldızeli ilçesi 62 adet ve Zara ilçesi 39 adet olmak üzere toplam 200 adet içme ve kullanma suyu örneği, içme ve kullanma suyu şebekelerinden Mart- Haziran (2014) tarihleri arasında temin edilmiştir. Örneklerin alınması ve taşınması amacıyla; "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği" ve "İnsani Tüketim Amaçlı

Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY)” standartları referans kabul edilmiştir (İTASHY, 2005; SKKY, 2004; Anonim, 2010). Örnekler aseptik şartlarda, ilgili standartlar referans alınarak 500 ml’lik steril tiyosülfatlı şişeler kullanılarak toplanmış ve T.C. Sağlık Bakanlığı Sivas Halk Sağlığı Laboratuvarı ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarları’nda analizleri yapılmıştır. Araştırma için gerekli izinler T.C. Sivas Valiliği ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 07.01.2014 tarihli 2014-01/01 numaralı kararı ile alınmıştır.

Membran filtrasyon işlemi

Su örneklerinin analizi “*TS EN ISO 9308-1 Escherichia coli ve Koliform Bakterilerin Tespiti ve Sayımı: Membran Filtrasyon Yöntemi*” referans alınarak çalışılmıştır (TSE, 2014). Membran filtrasyon cihazı (16612, Sartorius, Göttingen, Germany) steril edilmiş ve filtre başlarına por çapı 0,45 µm olan steril selüloz nitrat membran filtreler yerleştirilerek huni kapakları kapatılmıştır. Dehidre halde hazır bulunan TTC – NKS/NPS besiyerleri steril distile su ile ıslatılarak membran filtrasyon cihazında her bir su örneği 100’er mL olacak şekilde vakumlanarak süzölmüş ve olası bakterilerin membran filtrelere tutunması sağlanmıştır. Membran filtreler TTC – NKS/NPS besiyerine yerleştirilmiştir. Filtrasyon işlemi 36°C ve 44°C inkübasyon sıcaklık dereceleri için iki kez yapılmış ve besiyerleri bu sıcaklık derecelerinde 24 ve 48 saat için inkübasyona bırakılmıştır.

Bakterilerin izolasyonu ve identifikasyonu

Koliform ve fekal koliform bakterilerin doğrulanması

Koliform ve fekal koliform bakterilerin doğrulanması amacıyla TTC – NKS/NPS besiyerindeki şüpheli kolonilerden alınarak Tryptic Soy Agar (TSA) besiyerine ekim yapılmış ve koliform bakteriler için 37°C sıcaklıkta; fekal koliform bakteriler için 44°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 44°C sıcaklıkta inkübe edilen besiyerlerinde üreme görülmesi ile bakteriler koliform olarak doğrulanmış ve 37°C sıcak-

lıktaki besiyerlerinde üreme gözlenen kolonilere oksidaz testi yapılmıştır.

E. coli bakterisinin doğrulanması

TSA besiyerinde üremiş olan oksidaz testi negatif kolonilerden 4-methylumbelliferyl- β -D-glucuronide (MUG) içeren Lauryl Sulphate Tryptose (LST); Fluorocult Lauryl Sulfate Tryptose Broth + MUG (Merck 1.12588) besiyerine ekim yapılmış ve ekimler 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır.

Biyokimyasal testler

β - glukuronidaz testi: LST+MUG besiyerinde bulanıklık saptanan tüpler 366 nm dalga boyundaki UV lamba (Merck UV Lamp) ile floresan oluşumu yönünden incelenmiştir.

İndol testi: LST+MUG besiyerindeki bakterilere Kovacs’ indol ayırıcı ile indol testi yapılmıştır.

***E. coli* O157:H7 serotipinin katı besiyerinde izolasyonu**

Oksidaz testi negatif, indol testi pozitif olan örneklerdeki bakterilerin *E. coli* olduklarını doğrulamak etmek amacıyla Eosin Methylen Blue (EMB) besiyerine ekim yapılarak 37°C sıcaklıkta 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. *E. coli* oldukları doğrulanmış kolonilerden *E. coli* O157:H7 serotipini araştırmak amacıyla Sorbitol MacConkey Agar’ a (SMAC) ekim yapılarak 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası renksiz koloni oluşumu gözlenen örnekler kontrol amaçlı olarak iki kez daha SMAC agara ekim yapılarak, 37°C’de inkübasyona bırakılmıştır.

Serolojik testler (*E. coli* O157:H7 serotipinin doğrulanması)

Kültürdeki oksidaz testi negatif, indol testi pozitif olan ve sorbitölü fermente etmeyen şüpheli kolonilere *E. coli* O157:H7 lateks aglütinasyon testi (Remel™ Wellcolex™ *E. coli* O157:H7) her bir örnek için üçer kez uygulanmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada 200 adet içme ve kullanma suyu örneğinin mikrobiyolojik kalitesi incelenmiş, incelenen 200 adet örnek içerisinde 80 adeti

(%40) koliform bakteri; bu bakterilerden 66 adeti (%33) *E. coli* bakterisi olarak tespit edilmiştir. EMB agara ekilen 66 adet bakteri besiyerinde gözlenen mavi yeşil metalik röfle ile doğrulanmış ve SMAC agara ekim sonrası 3 adet bakteri kültürünün sorbitol negatif özellik

taşıyarak renksiz koloni oluşturduğu gözlenmiştir. Bu koloniler *E. coli* bakterisi O157:H7 serotipi açısından şüpheli olarak değerlendirilmiş ve lateks aglütinasyon testine tabi tutulmuştur. Tablo 1'de *E. coli* ve koliform bakteri izolasyon sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. *E. coli* ve Koliform bakteri izolasyon sonuçları

	Gemerek	Şarkışla	Ulaş	Yıldızeli	Zara	Toplam
Örnek Sayısı (n)	30	49	20	62	39	200
<i>E. coli</i> (n)	11	16	5	21	13	66
<i>E. coli</i> (%)	36,67	32,70	25	33,90	33,30	33
Koliform Bakteri (n)	12	20	8	24	16	80
Koliform Bakteri (%)	40	40,82	40	38,71	41,02	40

TTC - NKS/NPS besiyerindeki üreme sonuçları

Toplam koliform ve *E. coli* tayini amacıyla kullanılan besiyerinde inkübasyon sonucunda besiyerinde sarı renkli zon oluşturan koloniler koliform şüpheli bakteriler olarak değerlendirilmiştir. Buna göre membran filtre altında sarı renkli zon oluşturmuş kırmızı renkli koloniler pozitif olarak değerlendirilmiştir. 200 adet içme ve kullanma suyu örneği arasında 80 adet örnekten koliform bakteri izole edilmiştir.

LST+MUG broth besiyerindeki üreme sonuçları

Bakterilerin glukuronidaz oluşturmaları ile açığa çıkan floresan aktivitenin incelenmesiyle birlikte indol besiyerine Kovacs' ayracının eklenmesi sonucu besiyerinin üzerinde kırmızı hale oluşumu pozitif reaksiyon olarak değerlendirilmiştir. Bu testler Enterobacteriaceae de olumlu sonuç vermektedir (Bilgehan, 2009). Besiyerindeki 80 adet koliform bakteriden 66 adet bakteri MUG ve indol pozitif sonuç vermiştir. Bu bakteriler *E. coli* olarak değerlendirilmiş; diğer bakterilerin koliform grubu diğer bakteriler olduğu düşünülmüştür (Rice ve ark., 1991).

SMAC agardaki üreme sonuçları

Değerlendirilen bakterilerin sorbitolü fermente etme durumlarını tespit etmek için kullanılan besiyerinde, 66 adet örnek kültür içerisinde 63 adet kültürde pembe renkli koloniler (sorbitol pozitif), 3 adet kültürde ise renksiz koloniler (sorbitol negatif) elde edilmiştir. *E. coli* O157:H7

sorbitolü fermente edemediğinden sorbitol pozitif olan kültürler değerlendirmeye alınmamıştır.

***E. coli* O157:H7 lateks aglütinasyon testi sonucu**

Oksidaz testi negatif, indol testi pozitif ve SMAC agarda renksiz koloni oluşturan 3 kültürdeki şüpheli örnekler lateks aglütinasyon testi üçer kez tekrar ile uygulanmış ve incelenen içme ve kullanma suyu örneklerinde *E. coli* bakterisi O157:H7 serotipi tespit edilmemiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen su örneklerinden %40 koliform bakteri ve %33 *E. coli* 'nin izole edilmesi, içme ve kullanma sularında fekal kontaminasyonla karşılaşıldığını göstermektedir. Su örneklerinin tamamının insani tüketim amaçlı kullanıma uygun olması beklenirken ancak %60'ının insani tüketime uygun olduğu görülmüştür. Bu verinin ilk planda nicel olarak sayısal çoğunluğu ifade ettiği düşünülse de mikrobiyolojik analizi yapılan suların "*İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik* (İTASHY)"e göre "*İçme ve Kullanma Suyu*" olarak nitelendirildiği ve içme kullanma sularının 100 mL' sinde; doğal kaynak suları ve içme sularının 250 mL' sinde koliform bakteri bulunmaması gerektiği dikkate alındığında insani tüketim amaçlı sulardaki mikrobiyolojik hassasiyet ön plana çıkmaktadır (İTASHY, 2005).

İçme ve kullanma suları her zaman insan ve hayvan kaynaklı kontaminasyon riski ile karşı karşıyadır. Yeterli klorlama çalışmalarının

yapılmadığı durumlarda patojen mikroorganizmaların kontamine olduğu suların tüketilmesiyle birlikte kısa ve uzun dönemde salgın hastalıklar, yaygın antibiyotik direnci gibi olası tehditler tüm dünyada halk sağlığı açısından büyük risk taşımaktadır (Demirtaş, 1997). Güney Afrika'da su kaynaklı gerçekleşen *E. coli* O157:H7 salgınında 243 diyare vakasından 4'ünün ölümle sonuçlandığı rapor edilmiştir (Isaacson ve ark., 1993). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 1991 yılı yazında fekal kontaminasyona uğramış yüzme havuzu suyunda yüzen 21 çocuğun *E. coli* O157:H7 ile enfekte olduğu bildirilmiştir (Keene ve ark., 1994). Kanada ve Amerika'da 2008 yılından 2018 yılına kadar tüketilen dışkı ile kontamine sularla sulaması yapılarak yetiştirilen yeşil yapraklı sebzelerle bağlantılı toplam 57 adet *E. coli* salgını bildirilmiştir. Bu 57 salgından 48'i *E. coli* O157:H7 ile ilişkili olarak rapor edilmiştir (Coulombe ve ark., 2020). 2020 yılında Amerika'nın Washington, California, New York eyaletlerinin de yer aldığı toplam 9 eyalette bulaş kaynağının net belirlenemediği *E. coli* salgınları gerçekleşmiştir. Salgının kaynağı olan etkenin *E. coli*'nin O157:H7 suşuyla bağlantılı olan bir suş olduğu ifade edilmiştir (FDA, 2020). 2011 yılında Almanya'da 100 kişinin etkilendiği salgına, etkenle kontamine olan salatalıklar neden olmuş ve 10 kişinin hayatını kaybettiği raporlanmıştır. 2018 yılında ABD'nin Arizona eyaletinde *E. coli* O157:H7 kaynaklı salgın gerçekleşmiş ve vakada 195 kişinin durumdan etkilendiği 5 kişinin ise yaşamını yitirdiği bildirilmiştir (Turgut, 2021).

İçme ve kullanma sularının fekal olarak kirlenmesi ile oluşan salgınlar halk sağlığı açısından suların mikrobiyolojik olarak değerlendirmeye alınmasının en önemli nedenleri arasında yer almaktadır. Bu suların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesindeki etkin yol fekal koliform bakteri kontaminasyon varlığının tespit edilmesidir (Rose ve ark., 1975). Bu bakteriler içerisinde özellikle *E. coli* O157:H7 serotipi su ve gıda kaynaklı patojenler arasında ilk sıralarda bulunan tehlikeli patojenler arasında yer almaktadır (Doyle ve ark., 1997). Dolayısıyla bu patojenin varlığı,

uluslararası ve ulusal birçok çalışmada su ve gıda kaynaklı patojen sıfatıyla birçok araştırmanın konusu olmuştur.

E. coli'nin içme sularındaki varlığı küresel çapta endişe kaynağı olduğu için bakterinin sulardaki varlığını tespit etmek ve sulardan uzaklaştırılabilmesi için yeni yöntemler araştırılmaktadır. Bu kapsamda Chaukura ve arkadaşları, *E. coli*'nin sulardan uzaklaştırılması için seramik filtre geliştirme çalışmaları yapmış ve sonuç olarak filtrenin rutin olarak kullanım potansiyelinde olduğunu ifade etmişlerdir (Chaukura N, 2020). Ajiboye ve arkadaşları, fotokatalitik inaktivasyon yöntemi ile güneş enerjisini kullanarak içme sularından *E. coli*'nin elimine edilmesi konusunda araştırma yapmıştır (Ajiboye TO, 2021). Hadi Al-Atafy' ve arkadaşları, nanosensörleri kullanarak suların ve gıdalardan *E. coli* O157 tespiti konusunda araştırma yapmış ve yöntemin sulardaki bakterileri tespit etmek için hassas ve güvenilir yöntem olduğunu ifade etmiştir (Hadi Al-Atafy', 2021). Rani ve arkadaşları, 2021 yılında hazırlamış oldukları çalışmalarında *E. coli* O157:H7 serotipinin sular ve gıdalarda yapılan tüm analiz yöntemlerini derlemişlerdir (Rani A, 2021). Kerr ve arkadaşları, şişelenmiş doğal maden sularında *E. coli* O157:H7'yi membran filtrasyon yöntemiyle izole etmiş ve bu bakterinin maden sularında 70 gün boyunca canlı kalabildiğini bildirmiştir (Kerr ve ark., 1999). Bangladeş'te bulaşıcı çocuk diyarelerinin nedeni olarak içme suları bildirilmiş ve bu sulara patojen olarak; Rotavirüs, enterotoksijenik *E. coli*, enteropatojenik *E. coli* bakterileri ve *Campylobacter jejuni* bakterisi bildirilmiştir (Albert ve ark., 1999). Licence ve arkadaşları, İskoçya'da su kaynaklı salgınlar hakkında yapmış oldukları çalışmalarında bir vakada *E. coli* O157:H7 serotipini tespit etmiştir (Licence ve ark., 2001). Bopp ve arkadaşları, su örneklerini membran filtrasyon yöntemiyle incelemiş ve *E. coli* O157:H7 serotipi için PCR ve IMS yöntemleri ile çalışmış ve bu serotipi izole etmiştir. Bu sonucun, su kaynağına yakın bölgede yer alan foseptik çukuru kaynaklı olabileceğini bildirmiştir (Bopp ve ark., 2003).

Demirtaş, Sivas ilindeki kuyu sularından elde ettiği 130 su örneğini çoklu tüp yöntemi ile incelemiş ve çalışmamızdan daha yüksek sonuçlar elde etmiştir; %64,6 oranında koliform ve %46,2 oranında ısıya toleran koliform bakteri tespit etmiştir (Demirtaş, 1997). Ağaoğlu ve arkadaşları, Van ve yöresindeki kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine yaptıkları araştırmalarında, koliform bakteri oranını çalışmamıza benzer şekilde %33 olarak bildirmiştir (Ağaoğlu ve ark., 1999). Kireççi ve arkadaşları, Kars ve Sarıkamış çevresindeki içme suyu kaynaklarından membran filtrasyon yöntemiyle *E. coli* izolasyonu yaptıkları çalışmalarında, çalışmamızla paralellik gösterecek şekilde %30 oranında *E. coli* izole etmiştir (Kireççi ve ark., 2006). Avcı ve arkadaşları, Tokat ilindeki içme sularındaki koliform bakteri varlığını çoklu tüp yöntemi ile araştırmış ve çalışmamıza göre yüksek değerlerde; %65,3 oranında koliform ve çalışmamıza paralel değerlerde; %34,7 oranında *E. coli* tespit etmiştir. Avcı ve arkadaşları, ayrıca sularındaki kontaminasyon görülme durumlarını mevsim değişikliğine göre analiz etmiş ve Şubat ayında incelenen su örneklerinin %15,3'ünde, Haziran ayında incelenen örneklerin %33,5'inde kontaminasyon olduğunu, Şubat ve Haziran aylarındaki kontaminasyon yoğunluk farkının, diğer aylara göre anlamlı olduğunu rapor bildirmiştir. İçme suyunun tüketime uygunluğu açısından en olumsuz ayın Haziran olduğunu rapor etmiştir (Avcı ve ark., 2006). Ceylan ve arkadaşları, Diyarbakır ilindeki 200 adet şehir şebeke suyu örneğini incelemiş ve çalışmamıza benzer şekilde %35 koliform bakteri tespit etmiştir (Ceylan ve ark.,2008). Alemdar ve arkadaşları, Bitlis ili içme sularının mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini araştırmış, inceledikleri 164 su örneğinin %7'sinde koliform bakteri ve %7'sinde *E. coli* izole etmiştir (Alemdar ve ark., 2009). Elde edilen değerler çalışmamız sonuçlarına göre oldukça düşüktür. Kankur, İstanbul'daki içme ve kullanma sularında *E. coli* O157 varlığını membran filtrasyon yöntemi ile araştırmış ve sonuçta çalışmamıza paralel şekilde sularında *E. coli* varlığını tespit etmiş ve *E. coli* O157 serotipini

tespit etmemiştir (Kankur, 2016). Ekici ve arkadaşları, Van ve yöresindeki içme sularında koliform ve *E. coli* varlığını membran filtrasyon tekniği ile araştırmış, çalışmamızdan farklı olarak koliform bakteri oranını %17,5 ve *E. coli* oranını %10 olarak rapor etmiştir (Ekici ve ark., 2010). Kireççi ve arkadaşları, Kahramanmaraş ili içme, kullanma ve çevresel sularının mikrobiyolojik kalitesini araştırmış ve çalışmamızın sonucuna göre oldukça yüksek seviyelerde; %79 oranında *E. coli* izole etmiş; bu durumu fekal kontaminasyon varlığı ile açıklamıştır (Kireççi, 2017). Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde farklı oranlarda koliform ve *E. coli* bakterileri izole edildiği, *E. coli* O157:H7 serotipine ise dünya genelinde nadir de olsa rastlandığı fakat bu serotipe ülkemizde rastlanılmadığı görülmüştür (Öztelli, 2004; Rangel ve ark., 2005; Kankur, 2016). Araştırma sonuçları birbirlerinden farklılık gösterse de, ortalama sonuçlar çalışmamızın sonucuyla paralellik göstermektedir. Araştırmalardaki farklı sonuçların nedenlerinin içme ve kullanma sularındaki lokal klorlanma oranlarının değişiklik gösterebileceği, çevresel kullanma sularının klorlanma işleminin uygulanmamış olabileceği, incelenen su örneklerinin farklı mevsimlerde ve farklı yıllarda toplanmış olabileceği ve zaman içerisinde su hijyenine verilen önemin mikrobiyolojik açıdan ve artmış olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

İçme ve kullanma suları her zaman mikrobiyolojik kontaminasyon riski taşımaktadır. Bu çalışmada içme ve kullanma suyu örneklerinde %40 koliform bakteri ve %33 *E. coli* tespit edilmiş, *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmamıştır. Her ne kadar dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalara benzer şekilde *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmamış olsa da, içme ve kullanma sularında *E. coli* ve diğer koliform bakterilere rastlanmış olması, bu suların yeterli oranda dezenfekte edilmediğine ve sularında fekal kontaminasyon varlığına işaret etmektedir. Kanalizasyon sistemleri ve su şebeke sistemlerinde zaman içerisinde oluşabilen sorunlar, mevsim değişiklikleri

nedeniyle özellikle karların erimeye başladığı ve yağışların arttığı bahar aylarında, toprak yüzeyindeki fekal içeriğin sızıntı şeklinde şebeke sularına karışması sonucu fekal kontaminasyon riski artmakta, bu dönemde yetersiz klorlama ve dezenfeksiyon işlemleri sonucu kısa dönemde patojen bakterilerin kontaminasyonu ile salgın hastalıklar görülebilmekte, uzun dönemde ise bu patojenlerin, suları tüketen kişi sayısının artmasıyla patojenlere karşı gelişebilecek antibiyotik direncinin yayılmasına da neden olabilmektedir. Bu durumun halk sağlığı açısından olası risk oluşturabileceği, bu amaçla kullanılacak suların tüketilmeden önce yeterli düzeyde dezenfekte edilmesi gerektiği ve dezenfeksiyonun etkinliğinin kontrol edilmesi gerektiği düşünülmektedir. İçme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin devamı adına toplumun her kesiminin bilinçlendirilmesi ve suların mikrobiyolojik hijyeninin sağlanması için her bireyin etkin rol alması gerekmektedir.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Koordinasyon Birimi tarafından T-590 proje numarası desteklenmiştir.

Bu çalışma 11-13 Ekim 2017 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen 2. International Gazi Pharma Symposium Series (GPSS-2017) Kongresi'nde P-330 koduyla poster bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu S, Ekici K, Alemdar S, Dede S (1999) Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. Van Tıp Dergisi 6(2):30-33.

Albert MJ, Faruque SM, Sack RB, Mahalanabis D (1999) Case-control study of enteropathogens associated with childhood diarrhoea in Dhaka, Bangladesh. Journal of Clinical Microbiology 37(11):3458-3464.

Ajiboye TO, Babalola SO, Onwudiwe DC (2021) Photocatalytic inactivation as a method of elimination

of E. coli from drinking water. Applied Sciences 11(3):1313.

Alemdar S, Kahraman, T Ağaoğlu S, Alisharlı M (2009) Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. Ekoloji 73:29-38.

Anonim (2004) T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma ve analiz metotları tebliği. T.C. Resmî Gazete Sayı:25697.

Anonim (2005) T.C. Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (İTASHY). T.C. Resmî Gazete:2005/02.

Anonim (2010) T.C. Sağlık Bakanlığı insani tüketim amaçlı sulardan numune alımı, taşınması ve analizine ilişkin el kitabı.

Anonim (2014) Türk Standartları Enstitüsü TS EN ISO 9308-1. Su kalitesi-Escherichia coli ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı - Bölüm 1: Düşük bakterili zemin floralı sular için membranla süzme yöntemi (ISO 9308-1:2014).

Avcı S, Bakıcı MZ, Erandaç M (2006) Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. Cumhuriyet Tıp Dergisi 28(4):107-112.

Bilgehan H (2009) Klinik mikrobiyolojik tanı. Barış Yayınları 443.

Bopp D, Sauders BD, Waring AL, Ackelsberg J, Dumas N, Howland EB ve ark. (2003) Detection, isolation and molecular subtyping of Escherichia coli O157:H7 and Campylobacter jejuni with a large waterborne outbreak. Journal of Clinical Microbiology 41(1):174-180.

Ceylan A, Çalık O, İçlin E, Özekinci T (2008) Diyarbakır'daki konutlardaki su depoları. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 1:15-24.

Chaukura N, Katengeza G, Gwenzi W, Mbiriri CI, Nkambule TT, Moyo M, Kuvarega AT (2020) Development and evaluation of a low-cost ceramic filter for the removal of methyl orange, hexavalent chromium, and Escherichia coli from water. Materials Chemistry and Physics 249:122965.

Coulombe G, Catford A, Martinez-Perez A, Buenaventura E (2020) Outbreaks of Escherichia coli O157:H7 infections linked to Romaine lettuce in Canada from 2008 to 2018: an analysis of food safety context. J Food Prot 83(8):1444-1462.

Demirtaş S (1997) Sivas yöresindeki bazı kuyu sularında koliform bakteri araştırılması ve soyutlanan Escherichia coli kökenlerinin antibiyotik direnci. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ABD Uzmanlık Bitirme Tezi, Sivas.

Doyle MP, Zhao T, Meng J, Zhao S (1997) Escherichia coli O157:H7. In: Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ, Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. ASM Press Washington DC, 171-191.

Ekici K, K rkoca H, Sancak YC, Atalan E (2010) Van ve y6resi içme sularında koliform ve Escherichia coli araştırılması. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med 29(2):21-25.

FDA (Food & Drug Administration) (2020) Outbreak investigation of E. coli O157:H7 unknown food (Fall 2020). <https://www.fda.gov/food/outbreaks-foodborne-illness/outbreak-investigation-e-coli-o157h7-unknown-food-fall-2020> Eriřim Tarihi: 27.03.2021.

Güler  (2012) Bireysel Su Savurganlığını Azaltmaya Y6nelik Uygulamalar. Ankara: Palme Yayınevi, Cilt 6zg r Doruk Güler evre Dizisi.

Hadi Al-Atafy', QK, Mahal Al-Janabi', JD, Abd Al-Hassan Al-Mayahi', B (2021) Detection of E.coli O157 in water and food using nanosensor. J. Phys.: Conf. Ser. 1999:012025.

Isaacson M, Canter PH, Effler P, Aentzen L, Bomans P, Heenon R (1993) Haemorrhagic colitis epidemic in Africa. Lancet 341(8850):961.

Kankur, F (2016) İstanbul Anadolu Yakasında İçme-Kullanma Sularından Membran Filtrasyon Y6ntemi İle İzole Edilen Escherichia coli Suşlarında O157 Varlığının Araştırılması. TC. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y6ksek Lisans Tezi.

Keene WE, McAnulty JM, Hoesly FC, Williams Jr, LP, Hedberg K, Oxman GL, Barret TJ, Pfaller MA, Fleming DW (1994) A swimming-associated outbreak of hemorrhagic colitis caused by Escherichia coli O157:H7 and Shigella sonnei. N Engl J Med 331(9):579-84.

Kerr M, Fitzgerald M, Sheridan JJ, McDowell, JA, Blair, IS (1999) Survival of Escherichia coli O157:H7 in bottled natural mineral water. Kournal of Applied Microbiology 87:833-841.

Kireci E, Savaşcı M, Uslu H (2006) Kars ve Sarıkamış çevresindeki içme suyu kaynaklarından membran filtrasyon y6ntemi ile Escherichia coli izolasyonu. Ankara Üniversitesi Vet. Bil. Derg 1(1-2):29-32.

Kireci E, Uğuz MT, Aral M (2017) Kahramanmaraş ilindeki içme, kullanma ve çevresel suların mikrobiyolojik niteliğinin membran filtrasyon sistemi ile belirlenmesi. KS  Doęa Bil. Derg 20(1):20-24.

Kol6ren Z, Demirel, E, Tař, B (2011) Ulug6l (Ordu, Türkiye)'de fekal kirlilik indikat6ru bakterilerin tespiti. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4(2):151-156.

Licence KR, Qates BA, Reid TM (2001) An outbreak of E. coli O157 infection with evidence of spread from animals to man through contamination of a private water supply. Epidemiol Infect 126(1):135-138.

Noveir MR (1993) Gıda maddelerinde koliform grup bakteri aranması 6zerine karşılaştırılmalı bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

6ztelli Y (2004) Bayburt ili merkez içme sularında enterohemorajik Escherichia coli (O157:H7)'nin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Payment P, Franco E (1993) Clostridium perfringens and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. Applied and Environmental Microbiology 59(8):2418-2424.

Raghubeer EV, Matches JR (1990) Temperature range for growth of Escherichia coli serotype O157:H7 and selected coliforms in E. coli medium. Journal of Clinical Microbiology 28(4):803-805.

Rangel JM, Sparling PH, Crowe C, Griffin PM, Swerdlow DL (2005) Epidemiology of Escherichia coli O157:H7 outbreaks, United States, 1982-2002. Emerg Infect Dis 11(4):603-9.

Rani A, Ravindran RB, Surapaneni A, Mantri N, Ball AS (2021) Review: Trends in point-of-care diagnosis for Escherichia coli O157:H7 in food and water. International Journal of Food Microbiology 349:109233.

Rice EW, Allen MJ, Brenner DJ, Edberg SC (1991) Assay for  -glucuronidase in species of the genus escherichia and its applications for drinking-water analysis. Applied and Environmental Microbiology 57(2):592-593.

Rose RE, Gelderich EE, Litsky W (1975) Improved membrane filter method for fecal coliform analysis. Applied Microbiology 29(4):532-536.

Selçuk Z (2011) Van ve y6resi ime sularında Aeromonas spp., koliform, Escherichia coli varlığının araştırılması ve izole edilen Aeromonas t rlerinin antimikrobiyal maddelere direnliliklerinin belirlenmesi. Y6ksek Lisans Tezi. Van Y6z6nc  Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.

Sing G, Manohar M, Agegoke AA, Stenstr6m TA, Shanker R (2017) Novel aptamer-linked

nanoconjugate approach for detection of waterborne bacterial pathogens: an update. *Journal of Nanoparticle Research* 19(4):1-11.

Soheili, V, Taghdisi, MS, Abnous, K, Ebrahimi, M (2020) Point-of-care detection of *Escherichia coli* O157:H7 in water using AuNPs-based aptasensor. *Iran J Basic Med Sci* 23(7):901-908.

Turgut N (2021) Gıdalarda *Escherichia coli* O157:H7 yaygınlığının riskleri ve kontrolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi* 5(1):101-104.