

Mardin İlindeki Su Örneklerinde *Legionella* ve Bazı Kimyasalların Analizi

Abdurrahman DÜNDAR¹, İdris YILDIRIM², Nagihan Demir DÜNDAR³

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Mardin, ²Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğü, Halk Sağlığı Laboratuvarı, Diyarbakır, ³Diyarbakır İl Milli Eğitim Müdürlüğü, Adnan Menderes Anadolu Lisesi, Diyarbakır.

¹<https://orcid.org/0000-0002-7930-1054>, ²<https://orcid.org/0000-0002-0730-1282>, ³<https://orcid.org/0000-0003-0291-5645>

✉: anzdundar@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Mardin İlinde bir kamu kurumuna ait iki su kuyusu, bir su deposu ve binaların musluklarından alınan su ve sürüntü numunelerinde mikrobiyolojik ve kimyasal analiz yapılmıştır. Bu örneklerde *Legionella* ve serogruplarının varlığı ile klor, nitrat, nitrit, pH ve elektriksel iletkenlik gibi parametreler analiz edilmiştir. Alınan 25 su örneğinden *Legionella* üremesi gözlenmezken, aynı yerlerden alınan 25 sürüntü kültür örneğinin 4 tanesinde *L. pneumophila* serogrup 1 saptanmıştır. Su örneklerinin pH değerlik aralıkları 7.53-8.02 olarak tespit edilirken en düşük pH değeri 7.53 ile bir nolu kuyuda gözlenirken en yükseği ise 8.02 ile iki nolu kuyuda gözlenmiştir. En düşük elektrik iletkenlik değeri 376.44 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile iki nolu kuyuda, en yükseği ise 446.57 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ ile bir nolu kuyuda ölçülmüştür. Araştırmada yapılan analizler neticesinde hiçbir su numunesinde nitrit tespit edilmezken, nitrat miktarı en düşük bir nolu kuyuda 4.30 ppm ile en yüksek ise 10.85 ppm ile iki nolu kuyuda tespit edilmiştir. Su numunesi alınan bir nolu ve iki nolu kuyu ile ana depodaki klor değerleri sırasıyla 2.21, 2.05 ve 2.43 ppm olarak ölçülürken, bina musluklarından alınan örneklerde ise bu değerler 1.68-1.73 ppm aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Mikrobiyoloji

Araştırma makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.02.2022

Kabul Tarihi : 01.04.2022

Anahtar Kelimeler

Mardin

Legionella

Su analizi

Mikrobiyolojik

Kimyasal

Analysis of *Legionella* and Some Chemicals in Water Samples in Mardin Province

ABSTRACT

In this study microbiological and chemical analyzes were carried out on water and swab samples taken from two water wells, a water tank and taps of buildings belonging to a public institution in Mardin Province. In these specimens the presence of *Legionella* and its serogroups as well as the parameters such as chlorine, nitrate, nitrite concentration, pH level and electrical conductivity were analyzed. While *Legionella* growth was not observed in 25 water samples, *L. pneumophila* serogroup 1 was detected in 4 of 25 swab culture samples taken from the same places. The pH values of water samples ranged from 7.53 to 8.02 the lowest pH value was observed in well no 1 as 7.53 while the highest was observed in well no 2 as 8.02. The lowest electrical conductivity value was measured at well 2 as 376.44 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ and the highest was measured as 446.57 $\mu\text{S}/\text{cm}$ from well 1. As a result of the analyzes made in our research nitrite was not detected in any of the water samples. Whilst the nitrate amount was found to be the lowest with 4.30 ppm in the well, the highest with 10.85 ppm in the well 2. The chlorine values in the well 1 and 2 from which water samples were taken and the main tank were measured as 2.21, 2.05 and 2.43 ppm respectively. These values were found to be in the range of 1.68-1.73 ppm in the samples taken from the building taps.

Microbiology

Research Article

Article History

Received : 01.02.2022

Accepted : 01.04.2022

Keywords

Mardin

Legionella

Water analysis

Microbiological

Chemical

Atıf Şekli: Dündar A, Yıldırım İ, Dündar DN, 2022. Mardin İlindeki Su Örneklerinde *Legionella* ve Bazı Kimyasalların Analizi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 2): 382-390. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1066856>

To Cite : Dündar A, Yıldırım İ, Dündar DN, 2022. Analysis of *Legionella* and Some Chemicals in Water Samples in Mardin Province. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Suppl 2): 382-390. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1066856>

GİRİŞ

Amerika Birleşik Devletleri'nin, Philadelphia şehrindeki bir otelde 1975 yılı Haziran ayında 58. yıllık Amerikan Lejyonu Kongresine katılan yaklaşık 4400 emekli Amerikalı asker arasında daha önce benzeri görülmemiş bir zatürre salgını meydana gelmiş ve *Legionella pneumophila* salgını ilk defa bu askeri toplantıda tespit edilmiştir. Toplantıya katılanların 189'unda pnömoni salgını tanımlanmış ve bunların 29'u bu salgından ötürü hayatını kaybetmiştir (Alary ve Joly, 1992; Yu, 1995). ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) ve Pensilvanya'daki sağlık çalışanları tarafından yürütülen epidemiyolojik araştırmalar netice vermemiş ve salgının nedeni ve etkeni teşhis edilememiştir. Salgının üzerinden altı ay geçtikten sonra, CDC'deki bilim insanları salgının etkeninin zor üreyen Gram negatif basil olduğunu duyurmuşlardır (McDade ve ark., 1977; Newton ve ark., 2018). Keşfedilen bu yeni hastalık etkeni sınıflandırmada Legionellaceae familyasının, *Legionella* cinsinin *pneumophila* türüne dâhil edilmiştir (Qiu ve Luo, 2017; Mondino ve ark., 2020).

Legionellaceae familyası tek cins *Legionella*' dan oluşur. *Legionella* 60'dan fazla tür 70 serogrup içermektedir. Hastalardan yaklaşık 30 tür izole edilmiş ve insanlar için patojen olduğu ispatlanmıştır. Lejyoner hastalığının oluşmasındaki en önemli etken *L. pneumophila*'dır. *L. pneumophila* ise 16 farklı serogruptan meydana gelen bir bakteri türüdür (Fields ve ark., 2002). İnsanlarda ortaya çıkan enfeksiyonun çoğunlukla *L. pneumophila* serogrup 1, serogrup 4 ve serogrup 6 tarafından meydana getirildiği tespit edilmiştir. (Mahon, 2007).

L. pneumophila'nın akışkan su kaynaklarında, koloni oluşturma olasılığı oldukça düşüktür. Fakat bu patojenler, evsel su sistemlerine bulaştıklarında koşullar daha uygun olduğundan üreyip gelişebilmekte ve insanlar için önemli bir sağlık riski oluşturmaktadır (Cramer, 2003; Brady ve Sundareshan, 2019). *Legionella* spp. türlerinin en çok tespit edildiği ve onlar için elverişli yaşam koşullarını içeren alanlar; "örn., merkezi klima ve havalandırma sistemleri, sıcak su tankları, soğutma kuleleri, su sertliğini kırma tankları, duş başlıkları ve sıcak su muslukları, termal banyolar, çamurlar ve kaplıcalar, hastanelerde bulunan solunum cihazları, süs havuzu ve bahçe fiskiyeleri, yangın söndürme işleminde kullanılan springler, evaporatörler ve nebulizatörler" olarak sıralanabilir. Soğutma kuleleri ve merkezi klima sistemlerinden salınan *Legionella* spp. içeren aerosoller özellikle bağışıklık sistemi zayıf kişiler ve risk grupları için tehlike oluşturmaktadır (Hornei ve ark., 2007; Garrison ve ark., 2016). Lejyoner hastalığının benzeri olan Pontiac ateşi sendromunda da kontaminasyon kaynağının merkezi klima

sistemleri, soğutma kuleleri, klimalar ve jakuziler olduğu tahmin edilmektedir (Yu, 1995). Moleküler parmak izi (fingerprinting) çalışmalarında *L. pneumophila*'nın alt türlerinin genotipleri belirlenerek, musluk suyu kaynaklarının da bu patojenin yaşam alanı olduğu belirtilmiştir (Yu, 1995; Hamilton ve ark., 2019). Yukarıda sayılan muhtemel rezervuarlarının yanısıra belkide en çok risk oluşturan hastanelerdeki su şebeke sistemlerinin *Legionella* spp. ile kontamine olmasıdır. *Legionella* spp.'lerin nozokomiyal enfeksiyon etkenleri arasında önemli bir yerinin olduğu belirtilmiştir (Hornei ve ark., 2007; Garrison ve ark., 2016). Bu bakterilerinin insanlara bulaşması genellikle; kontamine aerosoller, aspirasyon veya entübasyon esnasında kontamine olmuş ortamın solunmasıyla oluşmakta ve direkt olarak pulmoner sistemi etkilemektedir (Gürler ve İğnak, 2012). Bilimsel raporlarda, soğutma kuleleri ve klimalar tarafından ortama yayılan aerosollerin hava akımıyla 1.6 km'den daha uzak mesafeye taşındığı vurgulanmıştır. *Legionella*

kontaminasyonunda aerosolizasyon partikülleri ortalama 1-5 µm boyutlarında olup bu partiküllerdeki enfeksiyon etkeni iki saat kadar canlılığını koruyabilmektedirler (Baskerville ve ark., 1983; Memish ve ark., 1992; Hlady ve ark., 1993).

Özellikle hastanelerdeki solunum sistemi araç gereçleri *L. pneumophila* ile kontamine olmuş musluk suları ile temizlenip daha sonra bu ekipmanların hastalarda tekrar kullanılması direkt aspirasyon aracılığıyla nozokomiyal hastalığa yakalanma olasılığını arttırmakta, bu da risk grupları için büyük bir tehlike arz etmektedir (Park ve ark., 2020). *L. pneumophila* ile kontamine suyun deriye temas etmesi deri lezyonlarına ve dolayısıyla da enfeksiyon oluşmasına sebebiyet vermektedir (Baskerville ve ark., 1983; Memish ve ark., 1992). Nazogastrik tüplerin de kontamine suyla mikroaspirasyonu sonucu nozokomiyal Lejyoner hastalığına neden olduğu bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Brabender ve ark., 1983). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda toprağın kazılması sebebiyle oluşabilecek aerosolizasyondan dahi bulaşma riski olasılığının olabileceği iddia edilmiştir (Yu, 1995; Khodr ve ark., 2016).

Legionella spp. su sistemlerinin her tarafında bulunabilir ve bazı protozalar ve biyofilm tabakalarıyla yakın ilişki içindedir. En az 20 amip ve iki siliyalı protozoonların *Legionella* spp. için konak olduğu gösterilmiştir (Erdoğan, 2018). Sudaki biyofilm tabakaları, amip ve siliyalı protozalar hem besin kaynağı hem de olumsuz şartlarda korunak görevi görürler ve *Legionella* spp. için yaşam alanlarıdır (McBurnett ve ark., 2018). Özellikle otel, hastane, okul, yurt gibi kalabalık yaşam alanlarındaki su tesisat sistemlerinin eski olması ve su sıcaklığının yüksek olması bakterinin üreme ve çoğalmasını arttırarak salgınlara neden

olabilmektedirler (Garrison ve ark., 2016). Lejyoner hastalığı tanısı konmuş kişinin veya kişilerin konakladığı binadaki su deposundan, su tanklarından, klima sistemi içinde dolaşan sudan, binanın tüm katlarının en az birer odasının duş başlıklarından, musluklardan ve termal havuzlardan su örnekleri alınmalıdır. Şüphelenilen alan hastane binası ise örnekler yalnızca katları temsilen alınmaz. Yoğun bakım ve ameliyathanelerden, kliniklerde yatan hastaların solunum ekipmanlarının su haznelerinden de örnek alınmalıdır (Huang ve ark., 2011).

Bu hastalık, Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Bulaşıcı Hastalıklar Daire Başkanlığı'nın kontrolünde takip edilmekte ve bununla ilgili Lejyoner Hastalığı Kontrol Programı Rehberi bulunmaktadır (Anonim, 2018). Ayrıca 13 Mayıs 2015 tarihli resmi gazetede Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu tarafından "Lejyoner Hastalığı Kontrol Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" yayımlanmıştır (Anonim, 2015). Bu yönetmeliğe göre; insanların topluluk halinde bir arada bulunabildiği hastane, okul, otel, fabrika, yurt ve restoran gibi yerlerde *Legionella* ya da vaka tespitinin bildirimini zorunlu ve derhal yapılması gerekmektedir. Bunu takiben ilgili konaklama biriminde etkenin belirlenmesi için çevre sürveyansının yapılması elzem bir husustur.

Yapılan bu çalışmada, Mardin ilinde bir kamu kurumuna ait iki su kuyusu, bir su deposu ve binaların musluklarından toplamda 25 su ve 25 sürüntü numunesinin mikrobiyolojik olarak *Legionella* cinsi bakteri ve serogruplarının varlığı ile klor, nitrat, nitrit, pH ve elektriksel iletkenlik gibi kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Ayrıca bu çalışma *Legionella* analizi açısından Mardin ili için ilk bilimsel rapor olma özelliğini de taşımaktadır.

MATERYAL ve METOD

Su numuneleri

Mardin ilindeki bir kamu kurumuna ait iki su kuyusu, bir su deposu ve binaların musluklarından 25'er adet su ve sürüntü numuneleri alınmıştır.

Araç ve Gereçler

Sınıf II biyogüvenlik kabini (Biosafety, BILF2000), kabinli UV (C-MAG), buffered charcoal yeast extract (BCYE), GVPC ve kanlı agar besiyerleri (Liofilchem, İtalya), vorteks (VelpScientifica), bunzen beki, -20°C buzdolabı (Arçelik), vakum pompası (Sartorius), kronometre, etüv (Sanyo, MR262), +4 °C buzdolabı (Arçelik), binoküler koloni mikroskobu (Hund Wetzlar), membran filtrasyon cihazı (Sartorius), *Legionella* spesifik lateks aglütinasyon kiti (Migrogen M45, İngiltere), membran filtre (0.45 µm), hidroklorik asit (HCl, Merck) potasyum klorür (KCl, Merck), cam

L bage, N95 maske (3M), tek kullanımlık plastik pastör pipetler (1mL, 10 mL), 500 ml steril burgu kapaklı plastik kap, 15x120 mm vidalı steril plastik tüp, 15x160 mm kapaklı vidalı steril plastik tüp, 25x160 mm vidalı kapaklı pyrex tüp, tek kullanımlık steril plastik öze, tek kullanımlık drigalski spatülü ve sarf malzemeler kullanılmıştır. Su örneklerinde klor, nitrat ve nitrit anyonları analizi içinde iyon kromatografisi cihazı (ICS 5000+ DIONEX), pH ve elektriksel iletkenlik ölçümleri Multi Mettler Toledo marka cihazı ile ölçülmüştür.

Mikrobiyolojik analizler

Alınan su ve sürüntü örneklerinin *Legionella* spp. analizleri Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğü, Halk Sağlığı Laboratuvarlarında yapılmıştır. Su örnekleri toplandıkları yerlere göre membran filtrasyon, direkt ekim ve filtre asit gibi farklı metodlarla deriştirilir. Su örneklerinde *Legionella* cinsi dışında farklı bakterilerin de olduğu ve bu bakterilerin üreme hızlarının *Legionella* bakterisine göre daha yüksek olduğundan *Legionella* bakterilerini baskıladığı bilinmektedir. Bunu önlemek amacıyla toplanan su numunelerine asit ile muamele işlemi uygulanmıştır. İşlem görmüş ve görmemiş su numuneleri, daha sonra *Legionella* için seçici agar ortamı içeren plaklara ekilir ve inkübe edilir. İnkübasyon işleminden sonra seçici ortamda gelişen morfolojik olarak karakteristik koloniler, olası *Legionella* türleri olarak kabul edilir ve doğrulama için kanlı agar ve BCYE agara paralel ekimler yapılır (Erdoğan ve Arslan, 2007).

Eküvyon ile depo ve musluklardan alınan sürüntü örnekleri filtre edilmeden HCl-KCl (pH 2.2) asit çözeltisi içeren tüpe daldırılıp, pamuklu uç kuvvetlice tüp içindeki asitle karıştırıldı. Eküvyon çubukları tüp kenarından süzdürülerek çıkartılıp atık kutusuna atıldı. Tüp 3 dakika arayla iki defa vortekslenildikten sonra tüpten 0.1'ler ml örnek BCYE ve GVPC besiyerlerine paralel ekim yapılmış ve L öze ile yayma işlemi gerçekleştirilmiştir (Erdoğan ve Arslan, 2007).

Depo ve musluklardan şişeye doldurularak alınan örnekler filtre edildikten sonra asit ile muameleyle tabi tutulmuştur. Öncelikle filtrasyon işlemi için su örneğinin 50 ml'si filtrasyon cihazında filtre edilmiş, filtre ucu alevden geçirilen penset ile dikkatlice tutulduktan sonra 5 ml steril su içeren tüpe (25 x 160 mm) konmuş ve tüp 30 saniye boyunca vortekslenmiştir (Erdoğan ve Arslan, 2007).

Asitle muamele işlemi için ise vortekslenmiş filtre içeren tüpten 2 ml örnek, 2 ml HCl-KCl (pH 2.2) asit çözeltisi içeren tüpe aktarılmıştır. Tüp vortekslenip 3 dakikaya ayarlanmış saate basıp 3 dakika dolduğunda tüp tekrar vortekslenmiştir. Tüpten 0.1'er ml örnek BCYE ve GVPC besiyerlerine konulmuş ve L öze ile yayma ekim yapılmıştır

(Erdoğan ve Arslan, 2007).

Legionella ekimi yapılan besiyeri plakları, kapakları alta gelecek şekilde etüv tepsisine dizilmiştir. Plaklar oda ısısında, yüzeyleri kuruyuncaya kadar bekletildikten sonra plaklar ters çevrilerek tepsi 36.5 ± 0.5 °C etüvde aerob koşullarda 5-10 gün süresince inkübe edilmiştir. Plaklar 3. günden itibaren okunmaya ve değerlendirilmeye başlanmıştır. Ayrıca bazı su sistemlerinde *Legionella* türü bakterilerin bulunacağından kuvvetle kuşulanıyorsa; özellikle mavi-beyaz floresan veren koloniler en erken bir haftada üreyebildikleri göz önüne alınarak üreme süreleri 10. güne kadar uzatılabilir. Bazı *Legionella* türleri (*L. bozemanii*, *L. gormanii*, *L. dumoffii* ve *L. anisa*) 362 nm dalga boyunda UV lamba ışığı altında mavi-beyaz floresan verirler. Bu özellik bu türlerin tanısında bir ön basamak olarak kullanılır (Erdoğan ve Arslan, 2007).

İnkübasyon sonunda plaklar koloni mikroskopu altında incelenir; *Legionella* spp. ile uyumlu, yüzeyleri düzgün, hafif bombeli, gri-beyaz, 1-3 mm çaplı, mikroskop altında kenarları pembe, mor, yeşil veya mavi buzlu cam görünümü veren koloniler muhtemel *Legionella* kolonileri olarak ayırt edilir (Erdoğan ve Arslan, 2007).

Sonraki tanımlama basamağında *Legionella* kuşku kolonilerin görüldüğü her plaktan bir veya daha fazla koloni seçilir. Bir plaktaki tüm koloniler aynı görünümde ise bir koloni seçilir, farklı iseler her birini temsilen birer koloni seçilir. Seçilen her koloni 1'den başlayarak sırasıyla numaralandırılır. Tanımlama çalışmasının ilk basamağı, *Legionella*'ların %5 kanlı agarda üreyemediğinin gösterilmesi prensibine dayanır. Bu nedenle kanlı agara ve BCYE besiyerinden seçilen her koloniden paralel pasaj yapılır. Seçilen bütün kolonilere bu işlem uygulanır. Bu şekilde pasajlanan paralel ekim plakları etüve kaldırılıp, 24-48 saat sonra değerlendirilir. Genellikle üremeler için 24 saat yeterlidir. Kanlı plaklarda üreme olmamış iken, BCYE'de üremiş olan kolonilerin yüksek olasılıkla *Legionella* olduğu kabul edilir. Kültür sonunda tespit edilen *Legionella* cinsi bakterilerin tür ve serogrup düzeyinde tanımlanması için lateks aglütinasyon testi yapılmıştır (Fields, 1996).

Su numunelerinin kimyasal analizleri

Alınan su ve sürüntü örneklerinin kimyasal analizleri Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğü, Halk Sağlığı Laboratuvarlarında yapılmıştır. Su numunelerinin pH ölçümü Türk Standardları Enstitüsü'nün (TSE), TS 9748 EN 27888 nolu (Anonim, 2010), su kalitesi elektrik iletkenliği ölçümü TS 3263 ISO 10523 nolu (Anonim, 2010) ve sudaki klor nitrat ve nitrit analizleri ise TS EN ISO 10304-1 nolu (Anonim, 2010), metodlarına göre yapılmıştır. Her bir analiz üçer tekrarlı olarak yapılp, ortalamaları ve standart

sapmaları hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Alınan su örneklerinin hiçbirinde *Legionella* spp. üremesi gerçekleşmezken, sürüntü örneklerinin dördünde ise *L. pneumophila* serogrup 1'e rastlanılmıştır (Şekil 1.1., 1.2. ve 1.3.). 6 nolu muslukta 20 (ml/koloni), 4 nolu da 40, 8 nolu da 60 ve 9 nolu da ise 100 adet koloniye rastlanılmıştır. Hedef (2019), yaptığı çalışmada, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Ulusal Solunum Yolu Patojenleri Referansları Laboratuvarına, konut, fabrika ve hastanelerden gelen 64 adet su numunesinin 23 tanesinde *Legionella* varlığına rastlandığını belirtmiştir. Lateks aglütinasyon kiti ile yapılan tanımlamada 3 numunede *L. pneumophila* serogrup 1, 8 numunede *L. pneumophila* serogrup 2, 12 numunede *Legionella* spp. tespit edilmiştir. *Legionella* tespit edilen numunelerin ml'de 2 koloniden 2176 koloniye kadar geniş bir aralıkta olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada 131'i su ve 84'ü sürüntü örneği olmak üzere toplam 215 örnekte (cami, okul, bina su depoları, doğal kaynak suyu) *Legionella* spp. analizi yapılmış, bunların 18'inde *Legionella* spp. üremesi tespit edilmiştir (Ayhan, 2020). Akkaya ve Özbal'ın (2011) yapmış olduğu *Legionella* spp. analizinde Kayseri'de 16 binanın depo sularından alınan örneklerin analizi neticesinde 3 örneğin *L. pneumophila* serogrup 1, 64 musluk ve duş başlığı suyundan üretilen 2 *Legionella* türünün 1'i *L. pneumophila* serogrup 1 ve 40 musluk ve duş başlığı sürüntüsünden üretilen 3 *Legionella* türünün 2'sinin *L. pneumophila* serogrup 1 olduğu belirtilmiştir. İspanya'nın Huesca bölgesinde boyunca şehire su taşıyan boru hatlarından 6 ay boyunca değişik aralıklarla alınan 21 su örneğinin *Legionella* analizinde, örneklerin 11 tanesinde serogrup 2, gözlenirken 10 tanesinde ise *Legionella* tespit edilmediği raporlanmıştır (Gruas ve ark., 2013).

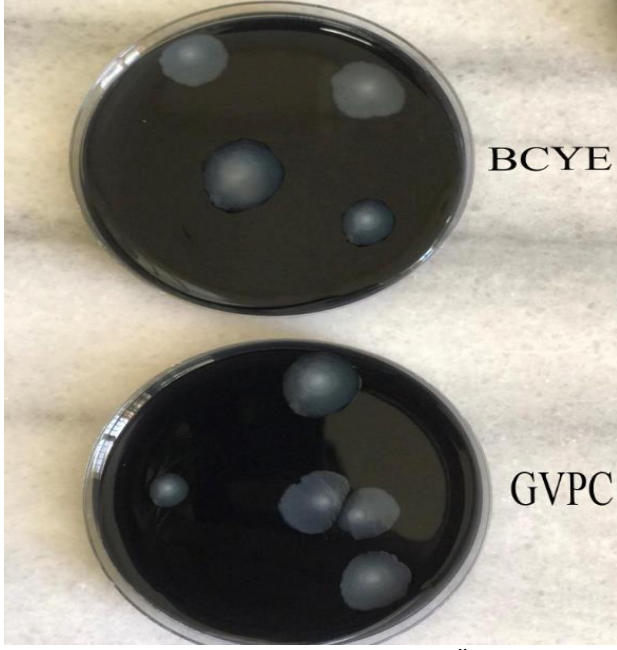
Suların pH yani asitlik ve alkalilik derecesi suda bulunan tuzlara bağlı olarak değişmektedir. Kalsiyum bikarbonat ve alkali karakterde tuzlar mevcutsa alkali. aşırı miktarda karbondioksit bulunduğu durumlarda ise asidik karakter sergiler. Suyun aşırı miktarda alkali olması suyun kirlilik nedeniyle kokuştuğunun göstergesidir. Suyun asiditesinin kaynağı karbondioksit dışındaki etkenler ise suyu korozif karaktere dönüştürür. İdeal su pH'nın ise nötre yakın yada hafif alkali olması gerekmektedir (Demirer, 1995).

Yapılan çalışmada su numunelerinin pH değerlik aralığı 7.53 ± 0.76 - 8.02 ± 0.87 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1.). En düşük pH değeri 7.53 ± 0.76 ile bir nolu kuyuda gözlenirken, en yüksek ise 8.02 ± 0.87 ile iki nolu kuyuda gözlenmiştir.

Zonguldak'ta yapılan bir çalışmada (Bora, 2016), merkez ilçeye bağlı köylerden alınan su numunelerinin

hepsinde pH değerleri içilebilir seviyede çıkmıştır. pH değerlerinden en yükseği Kaleoğlu köyünden alınan numunede 8.79 olarak ölçülürken en düşük pH değeri ise Köroğlu köyünden alınan numunede 6.50 olarak ölçülmüştür. Köylerden alınan tüm numunelerin pH değeri ortalama 7.80 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın en düşük ve en yüksek değerleri bu çalışmadaki değerlerden sırasıyla daha düşük ve daha yüksek çıkmıştır. Van'ın Erciş İlçesinde su

depolarından alınan örneklerin pH değerlerinin 7.60, musluk sularında ise 7.27 olduğu (Ağaoğlu ve ark., 2007a), içme sularında ise bu değer 6.95 olduğu belirtilmiştir (Atıcı ve ark., 2016). Muğla'nın Kavaklıdere ile Aydın'ın Bozdoğan ilçelerinin yer altı ve kaynak sularının pH analizlerinin yapıldığı bir çalışmada değer aralığının 6.34-7.33 olduğu tespit edilmiştir (Karaoğlu, 2001).



Şekil 1. Besiyerinde *Legionella* spp. Üremesi
Figure 1. Growth of *Legionella* spp. in the medium



Şekil 2. Besiyerinde doğrulama ekimi
Figure 2. Conformation cultivation in the medium



Şekil 1. *Legionella* serotiplendirme aglutinasyon testi
Figure 3. Agglutination test for *Legionella* serotyping

Değişik çalışmalardan elde edilen bulguların farklı olması biyotik ve abiyotik faktörler nedeniyle gerçekleşebilmektedir. Biyotik faktörler için üreticilerin, ayrıştırıcıların ve tüketicilerin faaliyetleri sayılırken abiyotik faktörlerin ise fiziksel faktörler (sıcaklık, nem, ışık ve atmosfer basıncı), inorganik maddeler ve organik maddeler olduğunu söyleyebiliriz. Farklı çalışmalarda elde edilen ölçüm değerlerinin farklı olması, su kaynaklarının bulunduğu yerin kayaç ve toprak yapısı, su kaynağına yakın bölgelerde yapılan tarım ve hayvan çiftliği faaliyetlerinin atık ve artıklarının su

kaynaklarına karışması ile diğer çevre kirleticilerinin su kaynağına bulaşması gibi nedenlerden kaynaklandığını düşünülmektedir.

TSE standartlarına göre içilebilecek suyun pH değeri 6.5-9.5 aralığında olması istenirken (Anonim, 2010), bu değer aralığı Dünya Sağlık Örgütüne göre ise 6.5-8.5 'tur (WHO, 1996). Bu değerler ışığında alınan ölçümler neticesinde analiz edilen suyun pH açısından içilebilir olduğu görülmektedir.

Araştırmada su numunelerinin elektrik iletkenlik değerlerinin en düşüğü $376.44 \pm 10.87 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile iki nolu kuyudan, en yükseği ise $446.57 \pm 15.76 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile

bir nolu kuyudan alınan numunede ölçülmüştür. Binaların musluklarından alınan örneklerde ise bu

aralığın $382.40 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile $418.06 \mu\text{S cm}^{-1}$ olduğu görülmüştür (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Su numunelerinin kimyasal analiz sonuçları
Table 1. Chemical analysis results of water samples

Parametreler					
Su numuneleri	Klor (ppm)	Nitrat(ppm)	Nitrit (ppm)	İletkenlik($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH
Bir nolu kuyu	2.21±0.15	4.30±0.45	*	446.57±15.76	7.53±0.76
İki nolu kuyu	2.05±0.08	10.85±1.12	*	376.44±10.87	8.02±0.87
Ana depo	2.43±0.07	7.00±1.06	*	390.98±10.85	7.90±0.64
1 nolu musluk	1.70±0.09	7.00±0.87	*	382.40±12.78	7.84±0.45
2 nolu musluk	1.70±0.11	7.00±0.98	*	394.57±13.43	7.82±0.82
3 nolu musluk	1.69±0.10	6.98±0.97	*	402.63±12.36	7.79±0.76
4 nolu musluk	1.71±0.05	7.02±1.08	*	401.17±10.53	7.80±0.61
5 nolu musluk	1.70±0.05	7.02±1.10	*	406.41±12.90	7.81±0.92
6 nolu musluk	1.70±0.05	7.03±1.15	*	407.55±14.63	7.77±0.37
7 nolu musluk	1.73±0.12	7.01±0.87	*	415.67±12.92	7.76±0.74
8 nolu musluk	1.68±0.02	6.97±0.85	*	406.58±11.24	7.76±0.75
9 nolu musluk	1.69±0.10	6.97±0.76	*	401.02±12.73	7.76±0.73
10 nolu musluk	1.68±0.05	6.95±0.68	*	404.22±12.97	7.78±0.21
11 nolu musluk	1.68±0.04	6.97±0.87	*	407.36±13.64	7.78±0.56
12 nolu musluk	1.69±0.07	7.03±0.98	*	415.77±12.79	7.73±0.65
13 nolu musluk	1.69±0.06	7.04±0.85	*	409.89±12.35	7.81±0.52
14 nolu musluk	1.69±0.07	7.03±0.65	*	411.33±11.09	7.75±0.74
15 nolu musluk	1.69±0.09	7.02±0.87	*	410.12±10.32	7.75±0.45
16 nolu musluk	1.70±0.04	7.03±0.64	*	408.49±10.43	7.88±0.44
17 nolu musluk	1.70±0.07	7.04±1.52	*	418.06±12.62	7.75±0.27
18 nolu musluk	1.69±0.08	6.97±0.97	*	412.25±11.23	7.74±0.62
19 nolu musluk	1.69±0.06	6.96±0.76	*	404.59±12.48	7.74±0.67
20 nolu musluk	1.72±0.08	6.97±0.95	*	404.34±14.23	7.76±0.73
21 nolu musluk	1.69±0.09	7.01±0.75	*	415.40±11.87	7.76±0.76
22 nolu musluk	1.69±0.06	6.92±0.63	*	409.90±10.65	7.81±0.52

*: Tespit edilmedi, Her bir analiz üçer tekrarlı olarak yapılmıştır.

Farklı bir araştırmada (Bora, 2016), Zonguldak'a bağlı merkez köylerden alınan numunelere ait en yüksek elektriksel iletkenlik değeri Çukurören köyünden alınan numunede $1020 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak en düşük iletkenlik değeri ise Olukyanı köyünden alınan numunede $21 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Çalışmadaki en yüksek veri Bora'nın (2016) bulgularından oldukça düşük, en düşük veri ise oldukça yüksektir. Tunceli'de sekiz farklı istasyondaki su kaynaklarının iletkenlik değerleri. 165.8 ile $760 \mu\text{S cm}^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmektedir (Çetin, 2017). Karaoğlu ve ark., (2008) yaptıkları çalışmada suların iletkenlik değerlerini en yüksek ve en düşük sırasıyla 42 ve $1000 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir. Erciş'te ölçülen değerler musluk sularında $301.9 \mu\text{S cm}^{-1}$, depo sularında $294.5 \mu\text{S/cm}$ şeklindedir (Ağaoğlu ve ark., 2007b). Erciş içme sularında ise bu değer $313.0 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Atıcı ve ark., 2016) olduğu tespit edilmiştir.

Suda çözünen organik ya da inorganik madde miktarı arttıkça suyun elektrik iletkenliği de artmaktadır. Yani iletkenlik derecesi yüksek olan sularda çözülmüş madde miktarının da yüksek olduğu kabul edilmektedir.

İçme sularındaki elektrik iletkenliğinin farklı standartlara göre maksimum $2500 \mu\text{S cm}^{-1}$ seviyesinde olması istenmektedir (WHO, 1996; Anonim, 2010). Saha çalışmasındaki kuyu, depo ve musluk su numunelerinin hepsinin bu değer altında olduğu görülmüş ve dolayısıyla iletkenlik açısından da içilebilir bir su olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada yapılan ölçümler neticesinde hiçbir su numunesinde nitrit tespit edilmezken, nitrat miktarı en düşük bir nolu kuyuda 4.30 ± 0.45 ppm (mg L^{-1}) ile en yüksek ise 10.85 ± 1.12 ppm ile iki nolu kuyuda ölçülmüştür (Çizelge 1.).

Çetin'in (2017), Tunceli'de yaptığı çalışmada sekiz farklı su kaynağından alınan örneklerin nitrit değerleri. <0.001 ile 0.6734 mg L^{-1} arasında. nitrat değerleri ise 0.0162 ile 10.010 mg L^{-1} arasında ölçülmüştür. Karaoğlu ve ark., (2008) tarafından belirlenen nitrit miktarının 0.0003 mg L^{-1} nitrat miktarının ise 0.0035 ile 1.88 mg L^{-1} dir. Koçak ve Güner (2010), Erzurum'un içme ve kullanma sularında yaptıkları nitrit miktar tayininde sonucun 0.03 mg L^{-1} olduğu belirtilmiştir. Ağaoğlu ve ark. (2007a) yaptığı bir çalışmada göre nitrit düzeyi ortalamasının 0.1 mg/L 'in altında olduğu

bildirilmiştir. Çavuş ve ark., (2017) Van şehir merkezi ve ilçelerinde bulunan dere sularının tamamında bulunan nitrit miktarını 0.060-0.691 mg L⁻¹ aralığında tespit etmiş, Erciş'teki içme sularında ise nitrit miktarı 0.012 mg L⁻¹ olarak ölçülmüştür (Atıcı ve ark., 2016). Karaoğlu, (2001) yılında yaptığı çalışmada Kavaklıdere (Muğla). Bozdoğan (Aydın) yerleşim yerlerindeki kaynak ve yer altı sularının nitrit değerlerini 0.003-0.073 mg L⁻¹ aralığında ölçmüştür. Erzurum İl merkezindeki içme ve kullanma sularının nitrat değerleri üzerine yapılan bir çalışmada en düşük değer 4.08 mg L⁻¹, en yüksek değer ise 128.39 mg L⁻¹ olarak bildirilmiştir (Koçak, 2007).

Doğada ayrıştırıcıların faaliyetleri sonucu oluşan amonyak (NH₃) nitrit bakterileri tarafından nitrite (NO₂⁻), nitritten de nitrat bakterileri tarafından nitrata (NO₃⁻) dönüşür (Sipahi ve ark., 2016). İçme ve kullanma sularında nitrit bulunması istenen bir madde olmadığından kalitatif analiz yapılır.

İçme sularındaki nitrit seviyesinin TSE standartlarına göre en fazla 0.5 mg L⁻¹, Dünya Sağlık Örgütüne ise 3 mg L⁻¹ olması istenirken, nitrat için üst sınır değeri ise 50 mg L⁻¹'dir (WHO, 1996; Anonim, 2010). Su numunelerinin nitrit ve nitrat değerleri açısından standartlara uygun ve dolayısıyla içilebilir olduğunu belirtebiliriz.

Yapılan çalışmada su numunesi alınan iki nolu kuyu. bir nolu kuyu ve ana depodaki klor değerleri 2.05±0.08-2.21±0.15 ve 2.43±0.07 ppm olarak ölçülmüştür. Bina musluklarından alınan örneklerde ise 1.68±0.02-1.73±0.12 ppm aralığında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Tunceli'nin doğal su kaynaklarının klor değerleri 0.9997 ile 10.996 mg L⁻¹ arasında olduğu belirtilmiştir (Çetin, 2017). Çavuş ve ark. (2017) Van şehir sularının ortalama serbest klor değerinin 0.05 mg L⁻¹ olarak ölçmüştür. Erciş'te yapılan analiz çalışmasında musluk suyunun klor değeri 8.99 mg L⁻¹ iken, depo suyunun klor değeri ise 9.07 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Ağaoğlu ve ark., 2007b). Çalışma bulguları Ağaoğlu ve ark. (2007a) bulgularından daha düşük seviyededir. Bitlis ve ilçelerindeki içme suyu klor ölçümleri neticesinde ortalama değerin 7.69 mg L⁻¹, en yüksek değerin Ahlat ilçesinde 12.21 mg L⁻¹, en düşük değer ise 2.14 mg L⁻¹ olarak Hizan ilçesinde belirlenmiştir (Alemdar ve ark., 2009). Erciş içme sularında yapılan ölçümlerde serbest klor miktarının 0.02 mg L⁻¹ olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Atıcı ve ark., 2016).

Klorün, TSE standartlarına (Anonim, 2010) göre içme sularındaki üst değerinin 0.5 mg L⁻¹ olduğu bunun üzerindeki klor değerindeki suların içilemez olduğu belirtilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Su örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz neticesinde 25 su örneğinde *Legionella* spp. bakterileri tespit edilememişken, 25 sürüntü örneğinin dördünde *L. pneumophila* serogrup-1 patojen bakterisi tespit edilmiştir. Su örneklerinin kimyasal açıdan değerlendirilmesi pH, iletkenlik, klor, nitrit ve nitrat değerleri üzerinden yapılmıştır. Analiz edilen su numuneleri klor haricindeki parametreler göz önüne alındığında TSE ve Dünya Sağlık Örgütü standartlarını karşılar niteliktedir.

L. pneumophila'nın tespiti ve vaka bildirimleri Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Bulaşıcı Hastalıklar Daire Başkanlığı'nın kontrolünde takip edilmektedir. Başkanlığın bununla ilgili Lejyoner Hastalığı Kontrol Programı Rehberi bulunmaktadır. İnsanların topluluk halinde bir arada bulunabildiği hastane, okul, otel, fabrika, yurt ve restoran gibi yerlerle ilişkili vakaların bildirimini zorunlu ve derhal yapılması gerekmektedir. Bunu takiben ilgili konaklama biriminde etkenin belirlenmesi için çevre surveyansının yapılması elzem bir husustur. İlgili yönetmelik uyarınca elde edilen veriler ve bunun gereği olarak alınması gereken önlemler ilgili kuruma iletilmiştir.

Yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında önerileri şu şekilde sıralayabiliriz.

□ Birçok hastane, okul, yurt, otel, restoran ve konutlar gibi insan sirkülasyonunun yoğun olduğu yerleşkelere ilgili ve yetkili birimlerce hem su hemde sürüntü örnekleri alınıp *Legionella* spp. varlığı açısından incelenmelidir.

□ Özellikle hastane, kreş, yaşlı evi, huzur evi ve okul gibi bağışıklık sistemi nispeten zayıf bireylerin bulunabildiği alanlarda su sistemlerinin periyodik olarak incelenmesi önem arz etmektedir.

□ Lejyoner hastalığı insandan insana solunum yoluyla bulaşabilen bir hastalıktır. Üniversiteler mobilite açısından daha aktif bireylerin bir araya geldiği mekanlar olduğundan, buradan kaynaklanan bir hastalığın yayılım hızının diğer yerleşkelere nazaran daha hızlı olabileceği unutulmamalı gereken önlemler alınmalıdır.

□ Yukarıda belirtilen yapıların depo, kuyu ve musluk gibi su sistemlerinde yapılan analiz neticesinde *Legioenella* spp. tespit edildiğinde bir an önce su sistemlerinin ilgili protokoller rehberliğinde dezenfeksiyon ve dekontamasyonu sağlanmalıdır.

□ Ayrıca yapılan analiz neticesinde *Legionella* spp. varlığı tespit edilen su sistemlerine bağlı iklimlendirme cihazları *Legionella* spp'nin hızlı bir şekilde yayılmasına yol açacağından cihazların bakımı ve dezenfeksiyonu bir an evvel yapılmalıdır.

□ Bakır-gümüş iyonizasyon dezenfeksiyon yönteminin hem en etkili yöntem ve hem de insan

sağlığına olumsuz etkilerinin diğer yöntemlere nazaran daha düşük olduğundan dezenfeksiyon yöntemi olarak tercih edilmelidir.

□ *Legionella* spp.'nin sebep olduğu hastalıklardan *Legionella*'dan şüphelenilmemesi bu hastalığın insidansını düşük göstermektedir. Bundan dolayı bu hastalığın belirtileri daha iyi bilinmelidir.

□ Su numuneleri içerisinde yaşamını sürdüren *Legionella* spp. bakterilerini daha yoğun bir şekilde kültürde üretmek için filtrasyonla konsantrasyon işlemi uygulanmalıdır. Kültür yönteminde *Legionella* spp. üremesini artırmanın diğer bir yolu ise çevre biyotayı baskılayan asitle muamele işleminin uygulanması olduğu sonucuna varılmıştır.

□ Lejyoner hastalığının da diğer hastalıklar gibi sigara, alkol, stres, dengesiz beslenme, hareketsiz yaşam vb. nedenlerle immün sistemi baskılanmış ya da zayıflamış bireylerde daha yıkıcı olduğu düşünüldüğünde bu tür olumsuz etkenlerden uzak durmak önem arz etmektedir. Bu riski taşıyan bireylerin etkenin kaynağından mümkün oldukça uzak durmaları ve bu etkene karşı dikkatli davranmaları önerilmektedir.

□ Hızlı ve doğru tanı sonucunda hastalığın teşhisi ile doğru antibiyotik kullanımı hastalığın seyrini olumlu yönde etkileyen bir unsur olmaktadır. Bu amaçla hastalığın tedavi süreci doğru yönetilmelidir.

□ *Legionella* bakterilerinin sürüntü örneğinde bulunma olasılığı normal su örneğinden daha yüksektir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma makalesi, Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yapılan yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Çalışmadaki mikrobiyolojik ve kimyasal analizler, Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğüne bağlı Halk Sağlığı Laboratuvarında yapılmıştır. Destekleri için laboratuvar sorumlusu Biyolog Nil ERTEKİN'e, Biyolog M. Veysi BELEN'e ve Biyolog Sedat BAKIR'a teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu S, Alemdar S, Alişarlı M, Dede S 2007a. Van Bölgesi Su Kaynaklarının Fizikokimyasal Kalitesi. Yüzüncü Yıl Üniv Vet Bil Derg 21(2):25-39.
Ağaoğlu S, Alişarlı M, Alemdar S, Dede S 2007b. Van

Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniv Vet Bil Derg 18(2): 17-24.

Akkaya Z, Özbal Y. 2011. Kayseri'deki Farklı Binaların Su Depolarında *Legionella* araştırılması. Sağlık Bil Derg 20(1): 9-17

Alary M, Joly JR 1992. Factors Contributing to the Contamination of Hospital Water Distribution Systems by *Legionellae*. J Infect Dis 165(3): 565-569.

Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alişarlı M 2009. Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji 19(73): 29-38.

Anonim 2010. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?> (Alınma Tarihi: 04.03.2022).

Anonim 2015. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150513-4.htm> (Alınma Tarihi: 10.01.2022).

Anonim 2018. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/Bulasici-hastaliklar_db/hastaliklar/Lejyoer/Lejyoner_Hastalik_Rehberi/Lejyoner_Hastaligi_Kontrol_Programi_Rehberi24072018.pdf (Alınma Tarihi: 10.01.2022).

Atıcı AA, Gültekin A, Şen F, Elp M 2016. Erciş (Van) İlçesi İçme Sularının Su Kalitesi Özel likleri. Yüzüncü Yıl Üniv Tar Bil Derg 26(4): 517-528.

Ayhan U 2020. Trabzon İli Binalarının Su Sistemlerinde *Legionella* Araştırılması. Giresun Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70 sy.

Baskerville A, Fitzgeorge R, Broster M, Hambleton P 1983. Histopathology of Experimental Legionnaires Disease in Guinea Pigs. Rhesus Monkeys and Marmosets. J Pathol 139(3): 349-362.

Bora D 2016. Zonguldak Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Suların Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizi. Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, 109 sy.

Brabender W, Hinthorn DR, Asher M, Lindsey NJ, Liu C 1983. *Legionella pneumophila* Wound Infection Jama 250(22): 3091-3092.

Brady MF, Sundareshan V 2019. Legionnaires Disease (*Legionella* Infection). Stat Pearls Publishing.

Cramer M 2003. 'Legionnaires disease: a case study'. Am J Crit Care 12(3): 234-238.

Çetin Ç 2017. Tunceli Bölgesindeki Bazı Doğal Su Kaynaklarından Alınan Su Örneklerinin Fiziksel Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler Açısından Değerlendirilmesi. Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 87 sy.

Demirer A 1995. Su hijyeni Teksir Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi.

Erdoğan H. 2018 "Lejyoner Hastalığı/Legionnaires'

- disease.” *Mediterr J Infect. Microbes Antimicrob* 7, 1J+.
- Erdogan H, Arslan H 2007. Colonization of *Legionella* Species in Hotel Water Systems in Turkey. *J Travel Med* 14(6):369-73.
- Fields BS 1996. The Molecular Ecology of *Legionella*. *Trends Microbiol* 4(7): 286-290.
- Fields BS, Benson RF, Besser RE 2002. *Legionella* and Legionnaire Disease 25 Years of Investigation *Clin Microbiol Rev* 15(3): 506-526.
- Garrison LE, Kunz JM, Cooley LA, Moore MR, Lucas C, Schrag S, Sarisky J, Whitney CG 2016. Vital Signs: Deficiencies in Environmental Control Identified in Outbreaks of Legionnaires’ Disease - North America, 2000-2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 65(22):576-84.
- Gruas C, Alvarez I, Lara C, Garcia CB, Savva D, Arruga MV 2013. Identification of *Legionella* spp. in Environmental Water Samples by ScanVIT-*Legionella* TM Method in Spain. *Indian J Microbiol* 53: 142-148
- Gürler DB, İğnak S 2012. İstanbul Tıp Fakültesi Hastanesi Su Sistemlerinde *Legionella* Cinsi Bakterilerin Araştırılması. *J Infect* 6(2): 1-12.
- Hamilton KA, Hamilton MT, Johnson W, Jjemba P, Bukhari Z, Le Chevallier M, Gurian P 2019. Risk-Based Critical Concentrations of *Legionella pneumophila* for Indoor Residential Water Uses. *Environ Sci Technol* 53 (8): 4528-4541.
- Hedef H 2019. Bina Su Sistemlerinde *Legionella* Bakteri Kolonizasyonunun Kültür ve Realtime PCR Yöntemleriyle Araştırılması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 85 sy.
- Hlady WG, Mullen RC, Mintz CS, Shelton BG, Hopkins RS, Daikos GL 1993. Outbreak of Legionnaire’s Disease Linked to a Decorative Fountain by Molecular Epidemiology. *Am J Epidemiol* 138(8): 555-562.
- Hornei B, Ewig S, Exner M, Tartakovsky I, Lajoie L, Dangendorf F, Surman-Lee S, Fields B 2007. Legionellosis. (*Legionella* and the Prevention of Legionellosis. India: World Health Organization) 1-162.
- Huang SW, Hsu BM, Chen NH, Huang CC, Huang KH, Chen JS, Kao PM 2011. Isolation and Identification of *Legionella* and Their Host Amoebae from Weak Alkaline Carbonate Spring Water Using a Culture Method Combined with PCR. *Parasitol Res* 109(5):1233-1241.
- Karaoğlu MH 2001. Kavaklıdere-Bozdoğan Bölgesindeki Kaynak Sularının Kimyasal İncelenmesi. Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 65 sy.
- Karaoğlu MH, Balcı A, Uğurlu M 2008. Kavaklıdere-Bozdoğan Bölgesindeki Kaynak Sularının Fizikokimyasal Açından İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Derg 32(24): 53-61.
- Khodr A, Kay E, Gomez-Valero L, Ginevra C, Doublet P, Buchrieser C, Jarraud S 2016. Molecular Epidemiology Phylogeny and Evolution of *Legionella*. *Infect Genet Evol* 43(21): 108-122.
- Koçak Ö 2007. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 59 sy.
- Koçak Ö, Güner A 2010. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Atatürk Üniv Vet Bil Derg 4 (1): 9-22.
- Mahon C, Lehman DC, Manuselis G 2007. Textbook of Diagnostic Microbiology. In: Elsevier Inc. St. Louis. Mo. USA.
- McBurnett LR, Holt NT, Alum A, Abbaszadegan M 2018. *Legionella* - A Threat to Groundwater: Pathogen Transport in Recharge Basin. *Sci Total Environ* 621:1485-90
- McDade JE, Shepard CC, Fraser DW, Tsai TR, Redus MA, Dowdle WR, Team LI 1977. Legionnaires Disease: Isolation of a Bacterium and Demonstration of its Role in Other Respiratory Disease. *N Engl J Med* 297 (22): 1197-1203.
- Memish ZA, Oxley C, Contant J, Garber GE 1992. Plumbing System Shock Absorbers as a Source of *Legionella pneumophila*. *Am J Infect Cont* 20(6): 305-309.
- Mondino S, Schmidt S, Rolando M, Escoll P, Gomez-Valero L, Buchrieser C 2020. Legionnaires’ Disease: State of the Art Knowledge of Pathogenesis Mechanisms of *Legionella*. *J Infect* 3 (12): 79-82.
- Newton HJ, Hartland EL, Machner MP 2018. Biology and Pathogenesis of *Legionella*. *Front Cell Infect Microbiol* 8(5): 328-330.
- Park JM, Ghosh S, O’Connor TJ 2020. Combinatorial Selection in Amoebal Hosts Drives the Evolution of the Human Pathogen *Legionella pneumophila*. *Nat Microbiol* 5(4): 599-609.
- Sipahi H, Charehsaz M, Ölçek RC, Atakçı S, Aydın A 2016. Total Nitrite and Nitrate Levels In Public Water Supplies of Istanbul City. *Turk J Pharm Sci* 13(2):41-50
- Qiu J, Luo ZQ 2017. Hijacking of the Host Ubiquitin Network by *Legionella pneumophila*. *Front Cell Infect Microbiol* 5(7): 487-499.
- WHO 1996. Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. Vol. 2. Health Criteria and Other Supporting Information. World Health Organization, Geneva, 1996.
- Yu VL 1995. *Legionella pneumophila* (Legionnaires’ disease). *Princ Practice Infect Dis* 1(2): 2087-2097.