

Bir kaynak suyu tesisinde olası mikrobiyal kontaminasyonun incelenmesi (*)

Investigation of a possible microbiologic contamination in an drinking water enterprise

Meryem Akhan¹, Ömer Çetin²

¹Akademik Hijyen Ltd. Şti. Beylikdüzü, İstanbul, ²İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

İletişim / Correspondence: Ömer Çetin Adres / Address: : İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Avcılar, İstanbul E-mail: omce@istanbul.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmada, bir kaynak suyu tesisinde, kaynaktan son ürüne kadar, çeşitli noktalardan numuneler alınarak hangi aşamaların mikrobiyal risk taşıdığı incelenmiştir. Ayrıca geri dönüşümlü damacanalara ile bunların dezenfeksiyon ve durulamalarında kullanılan sular da kontrole tabi tutulmuştur. Alınan su örnekleri, 2005 tarihli yönetmelikte bildirilen toplam bakteri sayısı, koliform bakteri sayısı ve *Escherichia coli* yönünden incelenmiştir. Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı bakımından kaynağa ait su örneklerinin % 65'i, diskli membran filtreden alınan örneklerinin % 60'ı, ters osmoz cihazından alınan su örneklerinin % 90'ı, temiz su toplama havuzundan alınan su örneklerinin % 10'u, dolum musluklarından alınan su örneklerinin % 60'ı, dolum yapılmış damacanalardan alınan su örneklerinin % 50'sinin ilgili yönetmeliğe uygun olduğu bulunmuştur. Kaynaktan, diskli membran filtreden, ters osmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan alınan örneklerde koliform bakteri ve *Escherichia coli* tespit edilmiştir. Dolum musluklarından alınan örneklerin % 15'i, dolum yapılmış damacanalardan alınan örneklerin ise % 10'unun koliform bakteri yönünden yönetmeliğe uygun olmadığı belirlenmiştir. Geri dönüşümlü polikarbon damacanalara ile bunların dezenfeksiyon ve durulama sularında toplam bakteri ve koliform bakteri içerdiği saptanmıştır. Örneklerin hiç birinde *Escherichia coli* tespit edilmiştir. İşletmedeki en önemli kontaminasyon kaynağının kirli gelen ve iyi temizlenip dezenfekte edilemeyen dönüşümlü polikarbon damacanalara olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su dolum tesisi, mikrobiyal kontaminasyon, toplam mezofilik aerob bakteri, koliform bakteri, *Escherichia coli*.

SUMMARY

In this study, microbiological hazard points of water were investigated from the start point of spring to the drinkable final product, was performed in a spring water filling plant. On the other hand, demijohns and the washing water of the demijohns were also analyzed. The total bacteria counts, coliform and *E. coli* analyses were applied to the water samples according to 2005 dated regulation. The total bacteria counts in 65 % of the samples collected from spring, 60% of the samples collected from disc membrane filter, 90 % of the samples collected from reverse osmosis system, 10 % of the samples collected from clean water keeping pools, 60 % of the samples collected from filling taps and 50 % of the samples collected from filled demijohns found to be acceptable according to the values given in the regulation. No coliform and *Escherichia coli* were detected in the samples collected from spring, disc membrane filter, reverse osmosis system, clean water keeping pools. Coliform counts were over the limit values given in the regulation in 15 % and 10 % of the samples collected from filling taps and filled demijohns, respectively. *Escherichia coli* was detected from none of the collected samples. It was concluded that the most important contamination source in the plant was insufficient cleaned and disinfected dirty polycarbon demijohns.

Keywords: Water filling plant, microbiological contamination, total mesophilic aerobic bacteria, coliform, *Escherichia coli*

(*) Birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Su yaşam için gereksinim duyulan vazgeçilmez maddelerden biridir. İnsan vücudunun yaklaşık %70'i sudan oluşmaktadır. Hücrelerde meydana gelen pek çok reaksiyonda, pek çok enzimatik faaliyette vb. metabolizma faaliyetlerinde su önemli işlevler üstlenmektedir (1).

Dünyanın dörtte üçünün sularla kaplı olmasına rağmen, içme ve kullanma suyu olarak yararlanılabilecek su miktarı oldukça azdır.. Yapılan hesaplara göre susuzluğa bağlı olarak her gün 40.000 çocuk ishal, kolera gibi hastalıklardan ölmektedir (Anon. 1999). Gelişen ülkelerde hastalıkların % 80'inin su ile ilişkili olduğu Dünya Sağlık Örgütü tarafından tahmin edilmektedir (2).

İçme ve kullanma suyu başlıca, doğal veya yapay göl ve barajlardan elde edilir. Bu kaynakları her ne kadar çeşitli işlemlerden geçirilerek içme suyu şebekelerine verilse de tüketime kadar çeşitli şekillerde kontaminasyon mümkün olabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda kaynak sularına ve şişelenmiş içme sularına rağbet artmıştır. Kaynak suları, toprağın derin katmanlarından süzülerek yeryüzüne ulaştığı için genelde mikrobiyal açıdan güvenilirdir. Ancak, kaynak sularının fekal atıklarla kontamine bölgelerden elde edilmesi durumunda ya da depo ve dolum tesislerindeki hijyen yetersizlikleri, personelin hijyen hataları vb. faktörlerin etkisiyle bakteriyel kontaminasyon söz konusu olabilmektedir (3-5).

Bu çalışmada, bir kaynak suyu dolum işletmesinde, kaynaktan başlayarak tüketime sunulan son ürüne kadar, çeşitli noktalardan numuneler alınarak hangi aşamaların mikrobiyal risk taşıdığını belirlemek ve koruyucu tedbirlerin neler olabileceğini araştırmak amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırmamızda, Ağustos-Aralık 2006 tarihleri arasında, bir kaynak suyu tesisinde, farklı zamanlarda kaynaktan, diskli membran filtreden, ters ozmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan, dolum musluklarından 20'şer su örneği, dolum yapılmış 19 litrelik polikarbon damacanalardan 20, damacana yıkama sularından 40, damacana durulama sularından 40, dezenfeksiyon öncesi ve sonrası damacanalardan 120 örnek alınarak analiz edilmiştir.

Örneklerin toplanması. Örnekler, kaynak suyu pompasından, diskli membran filtreden, ters ozmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan, damacana yıkama ve durulama ünitelerinden, dolum musluklarından ve dolum yapılmış damacanalardan ve dolum için ayrılan damacanalardan 500 ml'lik steril Schott cam şişelere alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler zaman geçirilmeden tesisin laboratuvarında yapılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler. Kaynak suyu pompası, diskli membran filtre, ters ozmoz cihazı, temiz su toplama havuzu, dolum muslukları ve dolum yapılmış damacanalardan alınan örneklerin toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, koliform grubu bakteri sayısı (100 ml) ve *Escherichia coli* (250 ml) aranmasında membran filtrasyon tekniği (Sartorius, 3'lü manifold) kullanılmıştır (6,7)

Dezenfeksiyon öncesi ve sonrası damacana ile damacana dezenfeksiyon suyu ve damacana durulama suyu numunelerinde toplam mezofilik aerob bakteri sayımı Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM 0463, UK), koliform grubu bakterilerin sayımı EMS tekniği kullanılarak Lauryl Sulphate Broth-Lauryl Tryptose Broth (LTB, Oxoid CM 451, UK) ve Brilliant Green Bile Broth (BGBB,

Oxoid, CM 0031, UK) ve *E. coli* analizleri için de Lauryl Sulphate Broth-Lauryl Tryptose Broth (LTB, Oxoid CM 451, UK), E.C Medium (Oxoid CM 990,

UK) ve peptonlu su (Oxoid CM 009) kullanılarak sırasıyla ISO 4833:2003, ISO 4831:2006 ve ISO 7251:2005'e göre yapılmıştır (8-10).

Tablo 1. İşletmeden alınan su örneklerindeki toplam bakteri, koliform grubu bakteri ve *Escherichia coli* sayıları.

Örnek alınan yerler	Örnek sayısı	Toplam mezofilik aerob bakteri (kob/ml)		Koliform grubu bakteri (EMS/250 ml)		<i>Escherichia coli</i>	
		en az-en yüksek	Ortalama	en az-en yüksek	ortalama	en az-en yüksek	ortalama
Kaynak suyu	20	1-8	4,3	-	-	Üremedi	Üremedi
Diskli membran filtre	20	3-32	18,65	-	-	Üremedi	Üremedi
Ters osmoz cihazı	20	5-25	12,35	-	-	Üremedi	Üremedi
Havuz suyu	20	11-340	146	-	-	Üremedi	Üremedi
Dolum muslukları	20	9-70	28,35	0-40 (% 15)	5	Üremedi	Üremedi
Son damacana	20	11-82	28,95	0-30 (% 10)	3	Üremedi	Üremedi

BULGULAR

Kaynak suyu, diskli membran filtre, ters osmoz cihazı, havuz suyu, dolum muslukları ve son damacana'dan alınan örneklerdeki ortalama toplam mezofilik aerob bakteri sayıları sırasıyla 4,30 kob/ml, 18,65 kob/ml, 12,35 kob/ml, 146,00 kob/ml, 28,35 ve 28,95 kob/ml'dir. Koliform bakteri sayıları ortalama olarak, dolum musluklarından alınan örneklerin 3'ünde 5 EMS/250 ml ve son damacana'dan alınan örneklerde ise 2 numune 3 EMS/250 ml'dir (Tablo 1).

Dezenfeksiyon öncesi ve sonrası damacanalarda toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ve koliform bakterisi sayısı ortalama olarak sırasıyla $3,40 \times 10^5$ kob/damacana, $1,13 \times 10^3$ kob/damacana ile $2,93 \times 10^4$ kob/damacana, 1 kob/damacana'dır. Damacana yıkama ve durulama suyu'daki toplam mezofilik aerob bakteri sayısı ortalaması ile koliform bakteri sayısı ortalama değerleri de sırasıyla 4 kob /ml ve 1 kob/ml 'dir (Tablo 2).

Tablo 2. Damacana ve damacana dezenfeksiyon-durulama sularından alınan örneklerdeki toplam mezofilik aerob bakteri, koliform grubu bakteri ve *Escherichia coli* sayıları.

Örnek alınan yerler	Örnek sayısı	Toplam mezofilik aerob bakteri		Koliform grubu bakteri		<i>Escherichia coli</i>	
		en az-en yüksek	Ortalama	en az-en yüksek	ortalama	en az-en yüksek	ortalama
Dezenfeksiyon öncesi damacana	120	3.0×10^3 - 3.5×10^6 kob/damacana	3.4×10^5 kob/damacana	$0-2 \times 10^4$ kob/damacana (%22,5)	1.0×10^3 kob/damacana	Üremedi	Üremedi
Dezenfeksiyon sonrası damacana	120	$0-9.9 \times 10^4$ kob/damacana (%84)	2.9×10^4 kob/damacana	$0-7.0 \times 10^3$ kob/damacana (%)	1kob/ damacana	Üremedi	Üremedi
Damacana Dezenfeksiyon suyu	40	$0-1.8 \times 10^3$ kob/ml (% 95)	2.0×10^2 kob/ml	$0-41$ kob/ml (%32,5)	4 kob/ml	Üremedi	Üremedi
Damacana durulama suyu	40	$0.9-6.0 \times 10^2$ kob/ml (% 100)	10^6 kob/ml	$0-13$ kob/ml(%20)	1 kob/ml	Üremedi	Üremedi

TARTIŞMA

İçme ve kullanma sularının temizliğinin, arıtma işlemlerinin güvenilirliğinin, daha önemlisi halka sunulan ambalaj ve tüketim şeklinin mikrobiyolojik açıdan sağlığa uygunluğunun araştırılması büyük önem taşımaktadır. Suda muhtemel bir kirlenmeyi ortaya koymak ve bunun sebep olabileceği salgınları önlemek için suların düzenli mikrobiyolojik kontrollerinin yapılması gereklidir. Bir kirlenme tespit edildiğinde kaynağı araştırılmalı ve ortadan kaldırılıncaya kadar su kullanılmamalıdır (11).

Sularla bulaşarak salgınlar yapabilen tifo, paratifo, dizanteri, kolera, bulaşıcı hepatit, gastroenterite sebep olan mikroorganizmalar ve bunun yanında protozoon ve helmint infeksiyonlarının etkenleri dışkı ile yayılmaktadır. Bu etkenler sulara dışkı ile bulaştığından, böyle bir kirlenme derecesini ortaya çıkaran bakterilerin araştırılması uygun sonuçlar vermektedir. Dışkı kaynaklı indikatör bakterilerin bulunuşu, bu sularda dışkı ile atılan patojen mikroorganizmaların bulunabileceğinin kanıtı sayılır. Koliform bakteriler, *E. coli*, *E. fecalis* ve *C. perfringens* suya dışkı karıştığının göstergesi olarak kabul edilmektedir (11, 12).

Sularda normalin üzerinde organik madde, amonyak ve nitrit bulunuşu genellikle dışkı karıştığını belirtmekle beraber bitkilerin parçalanmasıyla da bu gibi maddeler oluşabilmektedir. Bu sebeple sulara dışkı karışıp karışmadığı en iyi bakteriyo-lojik yöntemlerle anlaşılmaktadır (13).

İncelenen 20 adet kaynağa ait su örneklerinin tümünün mililitresinde (% 100) toplam mezofilik aerob mikroorganizma saptanmıştır (Tablo 1). Alınan örneklerin % 65'i yönetmelikte belirtilen değere uygundur (14).

Ağaoğlu ve ark(15) yaptıkları bir çalışmada, 15 kaynaktan alınan su örneğinin % 40'ında (6 örnek) toplam mezofilik aerob bakteri sayısını $1,8 \times 10^2$ - $9,4 \times 10^4$ kob/ml arasında saptamışlardır. Örneklerin % 60'ında (9 örnek) toplam mikroorganizma tespit edilmemiştir.

Öztürk (12) tarafından yapılan bir araştırmada, kaynaklardan alınan 25 su örneği, toplam bakteri sayısı bakımından değerlendirildiğinde, Çatalca'dan 4 (% 80) su örneği, Beykoz'dan 4 (% 80) su örneği, Şile'den 2 (% 50) su örneği, Eyüp'ten 6 (% 55) su örneği (TSE ve Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne göre) normal sınırlar içinde bulunmuştur.

Diskli membran filtreden alınan 20 su örneğinin, 12'sinin (% 60) toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (Tablo 1), Yönetmelikte belirtilen değere (İçme suları için imalathanede: 37°C'de koloni sayısı 20/ml) uygundur. Sekiz (% 40) su örneği ise uygun değildir (14). Kaynak suyunda yönetmeliğe uygun olmayan örnek oranı % 35, diskli membran filtreden sonra alınan örneklerde ise bu oran % 40'tır. Filtrasyon işleminden sonra bakteri sayısındaki artış, filtrelerin periyodik olarak kontrolden geçirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ters osmoz cihazından alınan 20 su örneğinin, 18'inde (% 90) toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (Tablo 1), yönetmelikte belirtilen değere uygundur. 2 (% 10) su örneği ise uygun değildir (14). Yönetmeliğe uygun örnek sayısı oranındaki artış ters osmoz cihazındaki membran filtrelerin por genişliğinin 0,2 μ olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Temiz su toplama havuzundan alınan 20 su örneğinin, 2'sinde (% 10) toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (Tablo 1), yönetmelikte belirtilen değere (İçme suları için imlathanede: 37°C'de koloni sayısı 20/ml) uygundur. 18 (% 90) su örneğinin ise uygun değildir (14). Uygun olmayan örneklerdeki artışın personelin havuzun şamandrasına teması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Bostan ve Aksu (16) yaptıkları bir çalışmada, kaynak suyu şişeleme tesisinin, depo suyundaki toplam bakteri sayısını ortalama 84/ml olarak bulmuşlardır. Filtrasyondan sonra ise toplam bakteri sayısında kısmi bir artış görülmüştür. Ancak, UV ile muameleden sonra, suda hiçbir mikroorganizmaya rastlanmamıştır.

Dolum musluklarından alınan 20 adet su örneğinin, 12'sinde (% 60) toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (Tablo 1), yönetmelikte belirtilen değere (İçme suları için imlhanede: 37°C'de koloni sayısı 20/ml) uygundur. Sekiz (% 40) su örneğinin ise uygun değildir (14). Uygun olmayan sonuçların, yetersiz dezenfekte edilen damacanalardan dolum musluklarını kontamine etmesi nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Dolum yapılmış damacanalardan alınan 20 su örneğinin % 50'sinin toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (Tablo 1), yönetmelikte belirtilen değere (İçme suları için imlhanede: 37°C'de koloni sayısı 20/ml) uygundur (14).

Yalçın ve ark. (17) Konya'da yaptıkları bir çalışmada, kuyu sularından ve şehir şebeke sularından alınan 100 örneğin % 28'inin 0-50, % 9'unun 50-100, % 37'sinin 100-500 ve % 26'sının 500'den fazla toplam mikroorganizma içerdiği saptanmıştır.

Altunkum (11)'ün yaptığı araştırma sonuçlarına göre, incelenen örnekler toplam bakteri yönünden, 90 pet şişe suyunun 87'si (% 96,7), 40 adet galon suyunun 34'ü (% 85), 50 cam şişe suyunun 30'u (% 60), TSE ve Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun bulunmuştur.

Öztürk'ün (12) yaptığı bir çalışmada, piyasada satılan 80 galon suyu toplam bakteri sayısı bakımından değerlendirildiğinde, Çatalca'dan 13 adet galon (% 62) su örneği, Beykoz'dan 7 galon (% 47), Şile'den 6 galon (% 75) , Eyüp'ten ise 19 galon (% 55) su örneği normal sınırlar içinde bulunmuştur.

Gündüz ve ark. (18) yaptıkları bir çalışmada, içme ve kullanma suyu, ambalajlı su, kuyu suyu ve havuz suyu olarak incelenen toplam 4716 örneğin 3699'unu (% 78,4) Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun bulmuşlar, 1017 (% 21,6) su örneğinin kontamine olduğunu belirlemişlerdir. İncelenen su örneklerinin 308 (% 6,6)'inde 500 ve üzeri koloni sayılırken, 764 (% 16,4)'ünde koliform bakteri saptanmıştır.

Şeker ve ark. (19) inceledikleri toplam 100 su örneğinin, 16 pet şişe su örneğinde toplam bakteri üremezken, 22 damacana su örneğinin, 19'unda (% 86,36) ve 62 şebeke suyu örneğinin, 30'unda (% 48,39) toplam bakteri ürediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda doluma hazır, işaretlenmiş damacanalardan dezenfeksiyon öncesi alınan 120 örneğin tamamında (% 100) toplam mezofilik aerob bakteri tespit edilmiştir. Minimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 3.0×10^3 kob/damacana, aritmetik ortalama toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 3.4×10^5 kob/damacana, maksimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 3.5×10^6 kob/damacana olarak saptanmıştır. Dezenfeksiyon sonrası, işaretlenmiş damacanalardan alınan 120 örnekte, % 84,2 oranında toplam mezofilik aerob bakteri saptanmıştır. Minimum toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı 0 kob/damacana, aritmetik ortalama toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 2.9×10^4 kob/damacana, maksimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 9.9×10^4 kob/damacana olarak tespit edilmiştir.

Bostan ve Aksu (16) yaptıkları çalışmada, yıkanmış, durulanmış 8 doluma hazır galondan yapılan analizlerde minimum ve maksimum toplam mezofil aerob bakteri sayılarını 120-11000/şişe, ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısını ise 3015/şişe olarak tespit etmişlerdir. İşletmede yıkama suyunun sıcaklığı ve pH'sı kontrol altında tutulduktan sonra, 14 galondan alınan örneklerin minimum ve maksimum toplam mezofil aerob bakteri sayıları 0-440/şişe, ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısı ise 69/şişe olarak saptanmıştır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te, Madde 31'de geri dönüşümlü kapların en az 55-70°C sıcaklıktaki su ve uygun temizlik maddesi ile tam otomatik olarak el değmeden yıkanabilecek, ayrıca kullanım ve yıkama sonucu herhangi bir deformasyona uğramayacak nitelikte olması gerektiği belirtilmektedir. Bu kapların dekontör ve benzeri sistemle niteliğinin değişip değişmediği kontrol edilmelidir (14). Böylece sağ-

lık için riskli kaplara su dolumu yapılması sağlanmış olur.

Çalışmamızda damacana dezenfeksiyon sularından alınan 40 adet örnekte % 95 oranında (38 örnek) toplam mezofilik aerob bakteri tespit edilmiştir. Minimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 0 kob/ml, aritmetik ortalama toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 197 kob/ml, maksimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 1.750 kob/ml'dir. Damacana durulama sularından alınan 40 adet örneğin tamamında (% 100) toplam mezofilik aerob bakteri üremiştir. Minimum toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayısı 9 kob/ml, aritmetik ortalama toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 106 kob/ml, maksimum toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 585 kob/ml'dir. Yıkama sularının toplam mezofilik aerob bakteri değerlerinin yüksek olması, 4 tane yıkama ünitesinin eş zamanlı olarak boşaltılıp dezenfekte edilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolum esnasında da yıkama sularının değiştirildiği gözlenmiştir. Böylece farklı ünitelerde farklı mikroorganizma yükü bulunan yıkama suları, damacanaların kontaminasyon riskini arttırmaktadır. Bu bulgular, galonların kirlilik düzeylerinin birbirinden oldukça farklı olduğunu, mikroorganizma yükü fazla damacanaların yıkama sularını kirlettiğini düşündürmektedir.

Bostan ve Aksu'nun (16) yaptıkları bir çalışmada, su dolum tesisinde şişelerin yıkandığı sıcak ve kostik madde içeren suda ortalama toplam bakteri sayısı 243/ml, şişelerin durulanmasında kullanılan suda ise ortalama 64/ml toplam bakteri tespit edilmiştir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te, Ek-1'de bulunan mikrobiyolojik parametrelerde, içme ve kullanma suları için koliform bakteri değeri 0/100 ml, içme suları için imlahanedeki değer ise 0/250 ml olarak belirtilmiştir (14).

Çalışmamızda, su dolum tesisindeki kaynaktan, diskli membran filtreden, ters osmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan alınan toplam 80 adet örnekte koliform bakteri tespit edilmemiştir. Dolum musluklarından alınan 20 örneğin 3 tane-

sinde (% 15) koliform grubu bakteri tespit edilmiştir. Dolum yapılmış damacanalardan alınan 20 adet örneğin 2 tanesinde (% 10) koliform bakteri saptanmıştır.

Dolum tesisindeki kaynaktan, diskli membran filtreden, ters osmoz cihazından, temiz su toplama havuzundan, dolum musluklarından, dolum yapılmış damacanalardan alınan toplam 120 adet su örneğinde *E. coli* tespit edilmemiştir.

Yalçın ve ark. (17) Konya'da yaptıkları bir çalışmada, değişik semtlerde bulunan kuyu sularından ve şebeke sularından alınan 100 numunede % 25 oranında koliform grubu bakteri tespit etmişlerdir. Koliform grubu mikroorganizmaların 2-225 EMS/100 ml arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Gönül ve Karapınar (3) İzmir'de şehir şebeke suyundan, kuyu sularından, kaynak sularından ve şişelenmiş ticari içme sularından alınan 100 içme suyu örneğinden 85'inin koliform bakteriler açısından standarda uygun olduğunu belirlemişlerdir. Su örneklerinin 5'inde *E. coli* tespit etmişlerdir.

Ramteke ve ark. (20)'nin Hindistan'da su kalitesinin indikatörü olarak koliformları inceledikleri çalışmalarında, farklı kaynaklardan toplam 606 su örneği incelenmiş, koliform açısından pozitif bulunan 206 izolatin 24'ü termotolerant *E. coli*, 13'ü ise *E. coli* olarak tanımlanmıştır.

Öz ve ark. (21) yaptıkları bir çalışmada inceledikleri 669 kaynak suyu örneğinden, 352'sinde (% 52,6) üreme saptamazken, 317'sinde (% 47,4) total koliform bakteri ve 99'unda (% 14,8) fekal koliform bakteri bulunduğunu bildirmişlerdir.

Peker ve ark. (22) yaptıkları bir çalışmada, su istasyonlarından 550, şişe sularından 30, kuyu sularından 15 ve musluk sularından alınan 25 örneğin, uluslararası su kalitesi standartlarına göre sağlıklı olup olmadığı incelemiştir. Su istasyonlarından alınan örneklerde % 8,3 oranında bakteriyel kontaminasyon tespit edilmiş, kuyu sularının % 70,3'ünde koliform bakteri saptanmıştır. Musluk sularında ve şişe sularında ise koliform bakteri tespit edilememiştir.

Ağaoğlu ve ark. (15) yaptıkları çalışmada, incelenen 15 kaynak suyu örneğinin % 33,3'ünde (5 örnek) koliform grubu mikroorganizma tespit etmişlerdir. Koliform sayısı/100 ml, örneklerin % 20'sinde (3 örnek) 240'tan çok, % 13,3'ünde (2 örnek) 10-23 ve % 66,6'sında 9'dan az olarak belirlenmiştir.

Köksal (13) araştırmasında, 11 farklı firmaya ait pet şişe suyunda hiç üreme saptamazken, 5 farklı firmaya ait damacana suyu örneğinde % 40,5, 5 farklı firmaya ait restoran şişe suyu örneğinde % 20 koliform bakteri tespit etmiştir.

Bharath ve ark. (23)'ün Trinidad'da yaptıkları bir çalışmada, 262'si yerli, 82'si ithal toplam 344 şişelenmiş su örneği incelenmiş, yerli markalı suların 18'inde (% 6,9) toplam koliform, 5'inde (% 1,9) *E. coli*, 26'sında (% 9,9) *Pseudomonas spp.* bulunmuştur. İthal markalardan oluşan toplam 82 adet şişelenmiş suda ise bu bakterilere rastlanmamıştır.

Şeker ve ark. (19) yaptığı bir çalışmada, Ankara'da alınan 100 adet içme suyu örneğinde % 12,24 oranında *Escherichia* cinsine ait bakteriler olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda doluma hazır, işaretlenmiş damacanalardan dezenfeksiyon öncesi alınan 120 örnekte, % 22,5 oranında koliform bakteri tespit edilmiştir. Dezenfeksiyon sonrası, işaretlenmiş damacanalardan alınan 120 örnekte ise % 6,6 oranında koliform grubu bakteri saptanmıştır (Tablo 2). Bu sonucun damacanalara yetersiz dezenfeksiyon işleminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bostan ve Aksu (16) yaptıkları bir çalışmada, yıkanmış, durulanmış 8 doluma hazır galondan yapılan analizlerde minimum ve maksimum koliform bakteri sayısını 0-1240/şişe, 20 adet boş standart şişedeki minimum ve maksimum koliform bakteri sayısını ise 0-4800/şişe olarak tespit etmişlerdir. İşletmede yıkama suyunun sıcaklığı ve pH'sı kontrol altında tutulduktan sonra, 14 galondan ve 12 standart şişeden alınan örneklerde koliform bakteri saptanmamıştır.

Çalışmamızda, damacana yıkama sularından alınan 40 örnekte % 32,5 oranında (13 örnek) koliform grubu bakteri üremiştir. Minimum koliform grubu bakteri sayısı 1 kob/ml, aritmetik ortalama koliform grubu bakteri sayısı 4 kob/ml, maksimum koliform grubu bakteri sayısı 4,1 x 10¹ kob/ml'dir. Damacana durulama sularından alınan 40 örnekte % 20 oranında (8 örnek) koliform grubu bakteri üremiştir. Minimum koliform grubu bakteri sayısı 1 kob/ml, aritmetik ortalama koliform grubu bakteri sayısı 1 kob/ml'dir.

Sonuç olarak, kaynak suyu tesisindeki değişik noktalardan alınan örneklerin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, en önemli kontaminasyon kaynağının geri dönüşümlü polikarbon damacaneler olduğu anlaşılmıştır. Kirlilik düzeyi yüksek damacaneler yıkama, dezenfeksiyon ve durulama işleminde kullanılan suyu kirleterek daha sonraki dolumlarda kullanılan damacaneleri kontamine etmişlerdir. Bu nedenle, dolumdan sonra yapılan analizlerde ilgili yönetmeliğe uygun olmayan sonuçlar da bulunmuştur. İşletmede HACCP sistemi kurularak kontaminasyon kaynakları kontrol edilip önlenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Vehid S, Demircan Ç, Erginöz H, Kaymaz A. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Su kimyası Laboratuvarında yapılan su analizlerinin değerlendirilmesi. Su Kongresi ve Sergisi. İstanbul Sergi Sarayı, Tepebaşı, 1997; s. 245-249.
2. Tebbut THY. Basic Water and Wastewater Treatment. Butterworth and Co.Ltd. London., 1990;p. 10-17.
3. Gönül ŞA ve Karapınar M. The microbiological quality of drinking water supplies of İzmir City: The incidence of *Yersinia enterocolitica*. Inter Food Microbiol 1991; 13(1):69-73
4. Nazlı B ve Çetin Ö. Gıda işletmelerinde tehlike analizleri çalışmaları. İ.Ü. Veteriner Fak Derg 1999; 25(1):23-32.
5. Aksu H ve Vural A. İçme suyu kaynaklı mikrobiyolojik risklerin değerlendirilmesi. Sempozyum/İstanbul ve Su. İstanbul. Çizgi Basım Yayın Ltd. Şti. 2000; 33-44.
6. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and waste water. 20th ed. Washington DC: AWWA. 1998.
7. United States Pharmacopeia (USP) "microbial limit Tests" XXIII, chapter. 1995.

8. ISO 4833. General guidance for the Enumeration of Micro-organisms, 2003.
9. ISO 4831. General guidance for the Enumeration of Coliforms (MPN technique), 2006.
10. ISO 7251. General guidance for Enumeration of Presumptive *Escherichia coli*, 2005.
11. Altunkum SM. İstanbul'da Satılan İçme Sularının Bakteriyolojik Yönden İncelenmesi. İ. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1996; İstanbul.
12. Öztürk, M. İstanbul'da dolum sonrası kaynak sularının mikrobiyolojik incelenmesi .Doktora Tezi. İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü, 2003; İstanbul.
13. Köksal F. İstanbul'un su kaynaklarının patojen barsak bakterileri bakımından değerlendirilmesi. Doktora Tezi. İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü,1999; İstanbul.
14. Anon. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. T.C. Sağlık Bakanlığı. Sayı: 25730, 2005
15. Ağaoğlu S, Ekici K, Alemdar S, Dede S. Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. Van Tıp Fak Derg 1999; 6: 30-33.
16. Bostan K ve Aksu H. Bir kaynak suyu şişeleme tesisinde mikrobiyel kontaminasyon kaynakları üzerine bir araştırma. Gıda 1995; 20: 347-351.
17. Yalçın S, Tekinşen O.C, Nizamhoğlu M. Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. Selçuk Üniv, Vet Fak Derg 1988; 4:83-89.
18. Gündüz T, Çimen S, ARI A, Etiz S, Tay Z. Manisa kent merkezi içme ve kullanma sularının bakteriyolojik analizi. Türk Mikrobiyol Cem Derg 2006; 36: 99-102.
19. Şeker S, Er B, Yentür G, Uraz G, Yılmaz E. Ankara bölgesinden sağlanan içme sularında *E. coli* ve koliform bakterilerin araştırılması. 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı. İstanbul, 2006; s. 436-441.
20. Ramteke PW, Bhattacharjee JW, Pathak SP, Kalra N. Evaluation of coliforms as indicators of water quality in India. J Appl Bacteriol 1992; 72:352-356.
21. Öz V, Köksal S, Çelik Ş, Toprak N, Erginöz E, Cengiz S, Erginöz H. İstanbul'da su istasyonlarında satışa sunulan içme sularının mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi. 5.Ulusal Halk Sağlığı Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Bildiri Kitabı 1996; 447-458.
22. Peker İ, Çiloğlu F, Öz V, Birbir M. Drinking water analyses of Kadıköy district in İstanbul. Türk Hij Den Biyol Derg 1988; 55:113-120.
23. Bharath J, Mosodeen M, Motilal S, Sandy S, Sharma S, Tessaro T ve ark. Microbial quality of domestic and imported brands of bottled water in Trinidad. Intern J Food Microbiol 2002; 81: 53-62.