

Bir İçme Suyu Dolum Tesisinde Kullanılan Geri Dönüşümlü Damacanalarda Fiziksel Kirlilikler ve Mikrobiyolojik Kalitenin İncelenmesi

Ömer ÇETİN¹, Hilal ÇOLAK¹, Enver Barış BİNGÖL^{1*}, Meryem AKHAN²,
Hamparsun HAMPİKYAN³, Sümeyre İpek TURGAY²

¹Istanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda/Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul

²Akademik Hijyen Ltd. Şti. Tomurcuk Sk. İzmen Sitesi, Şişli, İstanbul

³Beykent Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, 34500 Büyükdere, İstanbul

*Sorumlu Yazar: Enver Barış BİNGÖL İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda/Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü,
34320 Avcılar, İstanbul
e-posta: bingolb@istanbul.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 18.11.2011

ÖZET

Bu araştırma, bir içme suyu dolum tesisinde kullanılan, o işletmeye ait geri dönüşümlü damacanalarda içerdiği fiziksel kirliliklerin ve mikrobiyolojik kalitenin belirlenmesi için planlanmıştır. Bu amaçla, düzenli olarak ilkbahar ve yaz ayları (Mart-Ağustos 2009) boyunca haftada bir kere işletmeye gidilerek alınan toplam 388 adet geri dönüşümlü 19 litrelik polikarbon damacana örneği incelenmiştir. Tüm damacana örnekleri fiziksel olarak muayene edildikten sonra, kir olan damacanalardan alınan örnekler toplam aerob mezofil bakteri sayısı yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca tüm damacana örnekleri toplam aerob mezofil bakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve koliform grubu bakteri sayısı yönünden incelenmiştir. Buna göre, damacanalarda 77 (%19,84) tanesinde fiziksel kirlilik tespit edilmiş olup, 91 (%23,45) tanesinde koliform grubu bakteri, 8 (%2,06) tanesinde *E. coli* ve 37 (%9,53) tanesinde *S. aureus* tespit edilmiştir. Sonuç olarak, içme suyu doldurularak piyasaya tekrardan verilecek damacanalarda içerdiği fiziksel kirliliklerin belirli oranda damacanalarda mikroorganizma seviyelerini yükselttiği ve temizlik-dezenfeksiyon işleminin etkinliğini negatif yönde etkilediği; tüketime sunulan içme sularının hijyenik kalitesinin damacana temizliği ile yakından ilgili olduğu ve suların en önemli kontaminasyon kaynaklarından birinin geri dönüşümlü polikarbon damacana olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu dolum tesisi, damacana, mikrobiyolojik kalite, fiziksel kirlilik

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PHYSICAL DIRTINESS AND MICROBIOLOGIC QUALITY OF RECYCLED DEMIJOHNS USED IN A DRINKING WATER FILLING FACILITY

This study was planned to determine the microbiological quality and the physical dirtiness in recycled demijohns used in a drinking water filling facility. For this purpose, a total of 388 polycarbonate, recyclable demijohn samples (19 L) were obtained from the facility during the spring and summer seasons (March-August 2009) periodically. All demijohns were examined physically for the presence of dirt, and if present, the dirt samples were analyzed for total mesophilic aerobic bacteria. Additionally, all demijohns were analyzed for the presence of total mesophilic aerobic bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and coliform bacteria. As a result, 91 (23.45%), 8 (2.06%), and 37 (9.53%) out of 388 demijohn samples were found to be contaminated with coliform bacteria, *E. coli* and, *S. aureus*,

respectively. Also, physical dirtiness was detected in 77 (19.84%) samples examined. In conclusion, the physical dirtiness increases the microbiological levels at certain rates in recycled demijohns and also negatively influences the effectiveness of cleaning and disinfection processes. Results of this study indicate that, the recycled polycarbonate demijohns are the main contamination source of water and the hygienic quality of drinking water is closely related with the cleanliness of demijohns.

Key Words: Drinking water filling facility, demijohn, microbiological quality, physical dirtiness

Giriş

İnsan hayatında çok önemli bir yere sahip olan içme suyunun, yerleşim alanlarında şebeke dağıtımı ile yeterli düzeyde ve güvenilir olarak dağıtılması gerekmektedir. Bundan dolayı son zamanlarda, özellikle büyük kentlerde markalı ve damacanalı su tüketimi giderek artmaktadır. Bu amaçla kullanılan geri dönüşümlü polikarbon damacanalarda özellikle ev kullanımında sağlıklı, hafif, kırılmaz ve tekrar kullanılması ile maliyet avantajı olan bir ürün olarak pazarda yerini almıştır (Anonim, 1999).

Tüketim için piyasaya verilen değişik markalardaki damacana içme sularının mikrobiyolojik kalitesi, dolunda kullanılan suyun mikrobiyolojik yükü ve dolum kabının hijyenik kalitesiyle yakından ilgilidir. İçme suları, saklandıkları kaplar, suların pompa ile teması, kullanım süresi ve kullanım koşullarına bağlı olarak kirlenebilir ve halk sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturabilir (Akhan, 2007; Demirci ve ark., 2007).

Demirci ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada tüketime sunulan içme sularının hijyenik kalitesinin, damacana ve pompa temizliği ile yakından ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Konuyla ilgili yapılan başka çalışmalarda da (Akhan ve Çetin, 2007; Köksal ve Samastı, 2007; Öztürk, 2003) piyasaya verilen damacana suların en önemli kontaminasyon kaynağının geri dönüşümlü polikarbon damacanalarda olduğu belirtilmiştir.

İçme sularının hastalık yapan bakteriler, virüsler ve bazı parazitler ile bulaşık olmaları tüketicilerde ciddi hastalıklar oluşmasına sebep olmaktadır (Bostan ve Aksu, 1995). İçme sularının sağlık açısından en önemli riski, bazı patojen mikroorganizmalarla kontaminasyonu sonucu önemli salgın hastalıklara yol açmasıdır (Akhan, 2007; Karakuş, 1993).

Bu çalışma, bir içme suyu dolum tesisinde kullanılan geri dönüşümlü damacanalardaki fiziksel kirliliklerin çeşidi ve miktarı ile olası bazı mikroorganizmaların sayılarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem

İstanbul-Çatalca yöresinde bulunan bir içme suyu dolum tesisinden düzenli olarak ilkbahar ve yaz ayları (Mart-Ağustos 2009) boyunca haftada bir kere işletmeye gidilerek alınan toplam 388 adet geri dönüşümlü 19 litrelik polikarbon damacana numunesi (haftada bir alınan 15±2 adet damacana) fiziksel ve mikrobiyolojik (toplam aerob mezofil bakteri, koliform grubu bakteri, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) olarak analize tabi tutulmuştur.

Numune alımı için dolum tesisine gidilen her gün, dolum için işletmeye gelen ve aynı işletmeye ait ortalama 1000 adet polikarbon damacana, fiziksel kirlilik kaydedilenler öncelikli olmak üzere, toplam 15±2 adet örnek analiz edilmiştir. Damacanalarda yabancı maddeler yönünden fiziksel muayeneye tabi tutulduktan sonra fiziksel kirlilikler ayrı, damacanalarda ayrı olarak incelenmiştir.

Fiziksel muayene

Numune alımı için dolum tesisine gidilen her gün, dolum için işletmeye gelen ve aynı işletmeye ait ortalama 1000 adet polikarbon damacana vizüel olarak fiziksel kirlilikler yönünden incelenmiş ve tespit edilen yabancı maddeler kaydedilmiştir. Yabancı madde içeren damacanalarda analize tabi tutulmak için ayrılmış ve saptanan yabancı maddeler steril numune poşetleri içerisine aktarıldıktan sonra toplam aerob mezofil bakteri sayıları yönünden incelenmiştir.

Damacanalardan Numune Alımı

Fiziksel muayenesi yapılan her bir damacana içerisine yabancı maddeler ayrıldıktan sonra 1000 ml steril fizyolojik tuzlu su ilave edilerek 10 dakika süreyle çalkalama işlemine tabi tutulmuş ve akabinde 1-2 dakikalık dinlenme sürecine alınmıştır. Bu süre sonunda, laboratuvar muayeneleri için her bir damacana içerisindeki çalkalama sıvısı steril koşullarda steril numune kaplarına (1000 ml'lik steril cam şişe) aktarılmış ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur (Collins ve Lyne, 1985).

Mikrobiyolojik Analizler

Geri dönüşümlü damacanalardan alınan çalkalama suyu örnekleri ISO 6887-1 (09/1999)'e göre mikrobiyolojik analizler için hazırlanmıştır.

Toplam Aerob Mezofilik Bakteri (TAMB) sayımı için Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM 0463, UK), koliform grubu bakterilerin sayımı için Violet Red Bile Agar (VRB, Oxoid CM0107, UK), *E. coli* sayımı için Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX, Oxoid CM0945, UK) Agar ve *S. aureus* sayımı için Baird Parker Agar (Oxoid CM 275) kullanılarak sırasıyla ISO 4833:2003, ISO 4832:2006, ISO 16649-

2:2001 ve ISO 6888-1:2003'e göre analiz edilmiştir.

Damacanalardan ayrılan yabancı maddeler ise 1:9 oranında steril fizyolojik tuzlu su ile seyreltildikten sonra TAMB sayıları yönünden ISO 4833:2003'e göre Plate Count Agarda değerlendirilmiştir.

Bulgular

Periyodik olarak alınan numunelerden yapılan analizler sonucunda toplam 388 damacana numunesinin hepsinde TAMB izole edilmiş ve ortalama bakteri sayısı $5,7 \times 10^3$ kob/damacana olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Analiz edilen damacanalardan 91 (%23,45) adedinde koliform grubu bakteriye, 8 (%2,06) adedinde *E. coli*'ye ve 37 (%9,53) adedinde *S. aureus*'a rastlanmıştır. Bu numunelerden elde edilen ortalama mikroorganizma seviyeleri sırasıyla, koliform grubunda $6,8 \times 10^2$ kob/damacana, *E. coli*'de $1,9 \times 10^1$ kob/damacana ve *S. aureus*'da $2,6 \times 10^1$ kob/damacana olarak bulunmuştur (Tablo 1). Toplam 388 damacana numunesinden elde edilen mikroorganizma sayılarının dağılımı ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Damacanalardan mikrobiyolojik analiz sonuçları (n=388).

Table 1. The microbiological results of demijohn samples (n=388).

Mikroorganizma	En az (kob/damacana)	En çok (kob/damacana)	Ortalama (kob/damacana)	n ^p	Pozitif numune oranı (%)
TAMB	$1,0 \times 10^1$	$3,2 \times 10^5$	$5,7 \times 10^3$	388	100,00
Koliform grubu bakteriler	$2,0 \times 10^0$	$4,8 \times 10^4$	$6,8 \times 10^2$	91	23,45
<i>E. coli</i>	$1,0 \times 10^0$	$5,3 \times 10^1$	$1,9 \times 10^1$	8	2,06
<i>S. aureus</i>	$3,0 \times 10^0$	$2,9 \times 10^2$	$2,6 \times 10^1$	37	9,53

n^p : pozitif üreme saptanan numune sayısı

Fiziksel muayenesi yapılan damacanalara ait oluşturulmuş fiziksel kirlilik dağılımı Tablo 3'de izah edilmiş olup; bu muayene sonunda elde edilen veriler doğrultusunda yapılan mikrobiyolojik muayenede, fiziksel kirlenme unsurlarının TAMB sayıları belirlenmiştir. Buna göre TAMB sayısı yönünden damacanalarda kirlenme olasılığı en yüksek olan etkenler kağıt mendil, sigara izmariti, bez

parçası, çiklet, poşet/plastik parçası ve taş/toprak/kum olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Periyodik olarak haftada bir kere gidilen dolmuş tesisinde 6 aylık inceleme sonucunda taranan ortalama 23000-24000 adet damacana numunesinin 77'sinde yabancı madde tespit edilmiş olup, işletmeye tekrardan dolmuş amaçlı olarak gelen polikarbon damacanalardan ortalama fiziksel kirlilik seviyesinin %0,32-0,33 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Damacanalarda saptanan mikroorganizmaların dağılımı (n=388).

Table 2. The distribution of microbiological levels in demijohn samples (n=388).

Mikroorganizmaların dağılım düzeyi	TAMB	Koliform grubu bakteriler	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
<10	-	8	3	12
10 ¹ – 10 ²	138	22	5	23
10 ² – 10 ³	147	34	-	2
10 ³ – 10 ⁴	82	25	-	-
10 ⁴ – 10 ⁵	15	2	-	-
10 ⁵	6	-	-	-
Toplam (n ^p / n)	388 / 388	91 / 388	8 / 388	37 / 388
Pozitif numune oranı (%)	100	23,45	2,06	9,53

n : analiz edilen numune sayısı; n^p : pozitif üreme saptanan numune sayısı**Tablo 3.** Damacanalarda saptanan fiziksel kirliliklerin dağılımı ve TAMB sayıları (n=388).

Table 3. The distribution of physical dirtiness detected and total mesophilic aerobic bacteria counts in demijohn samples (n=388).

Fiziksel Kirlilik	En az (kob/g)	En çok (kob/g)	Ortalama (kob/g)	n ^p	Pozitif numune oranı (%)
Kağıt mendil	1 x 10 ²	5,4 x 10 ⁵	1,7 x 10 ⁴	10	2,57
Sigara izmariti	2 x 10 ¹	1 x 10 ⁵	2,5 x 10 ⁴	15	3,86
Bez parçası	1,7 x 10 ¹	5,3 x 10 ⁴	5,9 x 10 ³	5	1,28
Gazoz / Şişe kapağı	3 x 10 ¹	3,2 x 10 ³	1,2 x 10 ³	3	0,77
Çiklet	2 x 10 ¹	5,4 x 10 ⁴	3,9 x 10 ³	8	2,06
Poşet / Plastik parçası	2,1 x 10 ¹	3 x 10 ⁴	4 x 10 ³	6	1,54
Kibrit çöpü / Kürdan	3,3 x 10 ¹	3,7 x 10 ⁴	2,8 x 10 ³	7	1,80
Yaprak	1,1 x 10 ¹	2,5 x 10 ³	6,8 x 10 ²	4	1,03
Gazete / Kağıt parçası	4 x 10 ¹	4,3 x 10 ³	1,1 x 10 ³	8	2,06
Tahta / Odun parçası	2 x 10 ¹	1,3 x 10 ³	5,1 x 10 ²	3	0,77
Madeni para	1,2 x 10 ²	3,5 x 10 ²	2,4 x 10 ²	2	0,51
İdrar / Şüpheli sıvı*	2 x 10 ¹	5 x 10 ¹	3,5 x 10 ¹	2	0,51
Taş / Toprak / Kum	1 x 10 ²	2,1 x 10 ⁴	5,7 x 10 ³	4	1,03
TOPLAM				77	%19,84

n : analiz edilen numune sayısı; n^p : pozitif üreme saptanan numune sayısı; *kob/ml

Tartışma ve Sonuç

İçme suyu olarak kullanılan suların köken aldığı kaynaklar birçok hastalık yapıcı mikroorganizma ile kontamine olabilir.

Sularla bulaşarak salgınlar yapabilen tifo, paratifo, dizanteri, kolera, bulaşıcı hepatit, gastroenterite sebep olan patojen mikroorganizmalar ve bunun yanında protozoon ve helmint infeksiyonlarının etkenleri dışkı ile yayılmakta ve çeşitli düzeylerde içme ve kaynak sularını kontamine edebilmektedirler (Kireççi ve ark., 2006; Öztürk, 2003).

Dışkı kaynaklı indikatör bakterilerin bulunuşu, bu sularla dışkı ile atılan patojen mikroorganizmalar bulunabileceğinin kanıtı sayılır. Genel anlamda koliform grubu bakteriler, *E. coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* suya dışkı karıştığına göstergesi olarak kabul edilmektedir (Öztürk, 2003).

Birçok araştırmacı içme suyu olarak kullanılan suların köken aldığı kaynak, kuyu ve şebeke sularının mikroorganizma sayılarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmıştır

(Ağaoğlu ve ark., 1999; Bharath ve ark., 2002; Gönül ve Karapınar, 1991; Gündüz ve ark., 2006; Köksal, 1999; Öz ve ark., 1996; Peker ve ark., 1988; Şeker ve ark., 2006; Yalçın ve ark., 1988).

Ağaoğlu ve ark. (1999), 15 kaynaktan alınan su örneğinin %40'ında (6 örnek) toplam mikroorganizma sayısını $1,8 \times 10^2 - 9,4 \times 10^4$ kob/ml arasında saptamışlardır. Örneklerin %60'ında (9 örnek) toplam mikroorganizma tespit edilmemiştir. İncelenen 15 kaynak suyu örneğinin %33,3'ünde (5 örnek) koliform grubu mikroorganizma tespit edilmiş ve koliform sayısı örneklerin %20'sinde (3 örnek) 240 EMS/100 ml'den çok, %13,3'ünde (2 örnek) 10-23 EMS/100ml ve %66,6'sında 9 EMS/100 ml'den az olarak belirlenmiştir. Benzer olarak, Yalçın ve ark. (1988)'nin Konya'da yaptıkları bir çalışmada, kuyu sularından ve şehir şebeke sularından alınan 100 adet örneğin %28'inin 0-50, %9'unun 50-100, %37'sinin 100-500 ve %26'sının 500'den fazla toplam mikroorganizma içerdiği saptanmıştır. Kuyu ve şebeke sularında %25 oranında koliform grubu bakteri tespit edilmişken, koliformların 2-225 EMS/100ml arasında olduğu belirtilmiştir. Konuyla alakalı olarak Gündüz ve ark. (2006)'nın yaptıkları bir çalışmada, içme ve kullanma suyu, ambalajlı su, kuyu suyu ve havuz suyu olarak incelenen toplam 4716 örneğin 3699'u (%78,4) Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun bulunmuş, 1017 (%21,6) su örneğinin kontamine olduğu belirlenmiştir. İncelenen su örneklerinin 308 (%6,6)'inde 500 ve üzeri koloni sayılırken, 764 (%16,4)'ünde koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Gönül ve Karapınar (1991) İzmir'de şehir şebeke suyundan, kuyu sularından, kaynak sularından ve şişelenmiş ticari içme sularından alınan 100 adet içme suyu örneğinden 85'inin koliform bakteriler açısından standarda uygun olduğunu belirlemiş, su örneklerinin 5'inde ise *E. coli* tespit etmişlerdir. Öz ve ark. (1996) yaptıkları bir çalışmada ise, incelenen 669 kaynak suyu örneğinden, 352'sinde (%52,6) bir üreme saptamazken, 317'sinde (%47,4) koliform grubu bakteri ve 99'unda (%14,8) fekal koliform tespit edilmiştir. Kars ve Sarıkamış askeri birliklerinde kullanılan içme

sularının mikrobiyolojik kalitesi ve *E. coli*'nin varlığının araştırıldığı bir çalışmada, 1469 adet su numunesinin %30'unda *E. coli* izole edildiği bildirilmiştir (Kireççi ve ark., 2006). Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden incelendiği bir başka çalışmada ise, incelenen 2495 adet içme suyu örneğinin 342'sinde (%12,7) koliform grubu bakteri tespit edilmiştir (Avcı ve ark., 2006). Alemdar ve ark. (2009)'nın, Bitlis ili ve ilçelerindeki içme sularının mikrobiyolojik kalitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, incelenen içme sularının %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaeroblar ve %8'i *E. coli* yönünden ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmadığı bildirilmiştir.

Peker ve ark. (1988) 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 olmadığını incelemişler ve su istasyonlarından alınan örneklerde %8,3 oranında bakteriyel kontaminasyon tespit etmişken, kuyu sularının %70,3'ünde koliform grubu bakteri saptamışlardır. Şeker ve ark. (2006), Ankara'da topladıkları 100 adet içme suyu örneğinde %12,24 oranında *Escherichia* cinsine ait bakteriye rastladıklarını bildirmişlerdir. Buna karşın, Köksal (1999) yaptığı çalışmada, 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 ise %20 koliform grubu bakteri saptadığını belirtmiştir. Bharath ve ark. (2002)'nin Trinidad'da yaptıkları bir çalışmada da, 262'si yerli, 82'si ithal olmak üzere toplam 344 şişelenmiş su örneği incelenmiş ve yerli markalı suların 18'inde (%6,9) toplam koliform, 5'inde (%1,9) *E. coli*, 26'sında (%9,9) *Pseudomonas* spp. bulunduğu bildirilmiştir. İthal markalardan oluşan toplam 82 adet şişelenmiş suda ise bu bakterilerden hiçbirine rastlanmadığı kaydedilmiştir. Öztürk (2003) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, piyasada satılan 80 adet galon suyu toplam bakteri sayısı bakımından değerlendirdiğinde, Çatalca'dan 13 adet galon (%62), Beykoz'dan 7 adet galon (%47), Şile'den 6 adet galon (%75),

Eyüp'ten ise 19 adet galon (%55) su örneği normal sınırlar içinde bulunmuştur. Bir başka çalışmada ise, Armas ve Sutherland (1999) piyasadan satın aldıkları çeşitli markalardaki şişelenmiş içme sularındaki toplam aerob mezofil bakteri sayısını farklı inkübasyon süreleri ile tespit etmişler ve 25°C'deki inkübasyon sonucunda TMAB sayısını en fazla 10^4 kob/ml olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda (Akhan, 2007; Akhan ve Çetin, 2007; Bostan ve Aksu, 1995; Öztürk, 2003) tüketime sunulan içme sularının hijyenik kalitesinin elde edildiği kaynak kadar içerisine konulduğu şişe ya da damacananın temizliği ile de yakından ilgili olduğu ve suların en önemli kontaminasyon kaynağının geri dönüşümlü polikarbon damacanalarda olduğu belirlenmiştir. Bu konu ile ilgili olarak yapılmış araştırma sayısı sınırlı olsa da, genel olarak doluma sevk edilen galon ve damacanalarda fiziksel kirliliği içme sularının bakteriyel kirliliğini teşvik ettiği vurgulanmıştır.

İncelenen toplam 388 damacana numunesinin hepsinde toplam aerob mezofil bakteri izole edilmiş olup, ortalama bakteri yükü $5,7 \times 10^3$ kob/damacana'dır. Analiz edilen damacanalarda 91 (%23,45) tanesinde koliform grubu bakteriye, 8 (%2,06) tanesinde *E. coli*'ye ve 37 (%9,53) tanesinde *S. aureus*'a rastlanmıştır (Tablo 1). Benzer olarak, Bostan ve Aksu (1995) yaptıkları bir çalışmada, yıkanmış, durulanmış 8 adet doluma hazır galondan yapılan analizlerde minimum ve maksimum toplam mezofil aerob mikroorganizma sayılarını 120-11000/şişe, ortalama toplam mezofil aerob mikroorganizma sayısını ise 3015/şişe olarak bildirmişlerdir. İşletmede yıkama suyunun sıcaklığı ve pH'sı kontrol altında tutulduktan sonra, 14 galondan alınan örneklerin minimum ve maksimum toplam mezofil aerob mikroorganizma sayıları incelendiğinde 0-440/şişe, ortalama toplam mezofil aerob mikroorganizma sayısı ise 69/şişe olarak tespit edilmişlerdir. Aynı çalışmada, yıkanmış, durulanmış 8 adet doluma hazır galondan yapılan analizlerde minimum ve maksimum koliform bakteri sayıları 0-

1240/şişe, 20 adet boş standart şişedeki minimum ve maksimum koliform bakteri sayıları ise 0-4800/şişe olarak belirlenmiştir. İşletmede yıkama suyunun sıcaklığı ve pH'sı kontrol altında tutulduktan sonra, 14 galondan ve 12 standart şişeden alınan örneklerde ise koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır. Akhan (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada da doluma hazır damacanalardan dezenfeksiyon öncesi alınan 120 adet örneğin tamamında (%100) $2,9 \times 10^4$ kob/damacana toplam aerob mezofilik mikroorganizma tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik göstermekle birlikte, araştırılan numune sayılarının farklılığı elde edilen sonuçlarda yüzdesel değişimlere sebebiyet vermektedir. Fiziksel muayenesi yapılan damacanalara ait oluşturulmuş fiziksel kirlilik dağılımı, damacanalarda toplandığı andaki fiziki koşulu, su işletmelerinde çalışan personel ve çevresel faktörlere göre değişiklik göstermekle birlikte, doluma getirilen damacanalarda mikroorganizma yükü ortalama olarak 10^3 - 10^4 kob/g düzeyinde fiziksel kirlenmeden kaynaklandığı görülmektedir. Dolum için işletmeye getirilen damacanalarda %19,84 (77/388 damacana numunesi)'ünde değişik düzeylerde fiziksel kirliliğin saptanması bu konunun önemine işaret etmektedir (Tablo 3).

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğin Madde 31. maddesinde 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 (Anonim, 2005).

Akhan ve Çetin'in (2007) yaptıkları bir çalışmada damacana yıkama ve dezenfeksiyon sularının toplam aerob mezofil mikroorganizma değerlerinin yüksek olmasının dolum yapılacak damacanalarda kontaminasyon riskini arttırdığı bildirilmiştir. Araştırmacıların doluma hazır, işaretlenmiş damacanalardan dezenfeksiyon öncesi aldıkları 120 adet örnekte, %22,5 oranında koliform grubu bakteri tespit edilmişken, dezenfeksiyon sonrası, işaretlenmiş damacanalardan alınan 120 adet örnekte ise

%6,6 oranında koliform grubu bakteri saptanmıştır.

Damacanaya doldurulan suyun temizliği ve kalitesi kadar kullanılan kapların temizliği, başka maksatlar için kullanılmaması, tekrar kullanım için çok iyi dezenfekte edilmesi de kritik önem taşımaktadır. Aksi takdirde pek çok insanın daha sağlıklı ve kaliteli olduğunu sanarak kullandığı polikarbonat damacana içme suları kolaylıkla infeksiyonlara sebep olabilir (Köksal, 1999). Köksal ve Samastı (2007)'nin çalışmasında, damacana su örneklerinin %54'ünün TS 266'ya uymadığı görülmüştür. 47 farklı firmaya ait 92 polikarbonat damacana içme suyu örneğinin incelenmesi sonucunda bu sularda EPEC, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Campylobacter* spp., *Vibrio* ve *Plesiomonas* spp. gibi patojenlere rastlanmazken, %54 koliform, %3 dışkı kaynaklı *E. coli*, %23 *Aeromonas* spp, %38 *Pseudomonas* spp. tespit edilmiştir.

17 Şubat 2005'de Resmi Gazetede yayımlanmış olan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme ve kullanma sularının 100 ml'sinde, kaynak sularının 250 ml'sinde toplam ve fekal koliform, *E. coli*, *Enterococcus* spp., *P. aeruginosa* ve parazitler bulunmamalıdır. Aynı zamanda sular patojen mikroorganizmaları da ihtiva etmemelidir (TS, 2005).

Demirci ve ark. (2007) Tekirdağ ilinde tüketime sunulan 20 adet damacana içme suyundan tüketiciye ulaştığı anda, su pompası takıldıktan sonra ve suyun bitimine yakın 3 farklı zamanda numune alarak, mikrobiyolojik kalitesindeki değişiklikleri belirlemeye çalışmışlardır. Toplam mezofil aerob bakteri sayısı başlangıçta ortalama $8,36 \times 10^1$ kob/ml olarak tespit edilirken, damacanaya takılan pompa ile bu sayının ortalama $3,43 \times 10^3$ kob/ml seviyelerine çıktığı belirlenmiştir. Araştırmacılar koliform bakteriye başlangıçta hiçbir örnekte rastlanmazken, pompa takılması ile örneklerin %60'ında 15-46 EMS/ml arasında koliform grubu bakteri tespit etmişlerdir. Tüketime sunulan damacana suların mikrobiyolojik olarak temiz olduğu, fakat tüketim süresi, pompa hijyeni ve kullanım

koşullarına bağlı olarak mikrobiyolojik kontaminasyonun arttığı bildirmişlerdir. Karakaş ve ark. (2003) tarafından Eskişehir'de yapılan ve damacana içme sularının incelendiği benzer bir çalışmada, incelenen 63 örnekten 28'inde toplam bakteriye rastlanmadığı, TMAB sayısının ortalama 17 kob/ml olarak tespit edildiği bildirmişlerdir. Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı'nda 2004 yılı içinde yapılan içme-kullanma suyu incelemelerinin bakteriyolojik değerlendirilmesinde örneklerin %16,6'sının sağlığa uygun olmadığı belirtilmiştir (Atasoylu ve ark., 2006). Macaristan'da yapılan bir çalışmada (Varga, 2011), 492 adet mineralli içme suyunun mikrobiyolojik kaliteleri araştırılmış ve örneklerin %10,2'sinin hijyen indikatörü bakteri içerdiği saptanmıştır.

Tüketime verilen damacana sularının temiz olması tek başına bir anlam ifade etmemektedir. Ayrıca, dolunda kullanılan geri dönüşümlü damacanalarda temizliği, pompa hijyeni ve suyun bekleme süresi de suyun kalitesini etkileyen faktörlerdir. Özellikle geri dönüşümlü damacanalarda fiziksel kirliliği ve bu damacanalara uygulanan temizlik ve dezenfeksiyon yöntemleri içme sularının hijyenik kalitesini direkt olarak etkilemektedir.

Sonuç olarak, bu kirlenmenin kısmen geri dönüşümlü damacanalardan kaynaklandığı düşünülecek olursa, kirlenmenin önüne geçilebilmesi ve halk sağlığını tehdit etmeyecek içme sularının tüketime sunulabilmesi için geri dönüşümlü damacanalarda etkin bir şekilde temizlenip dezenfekte edilmesi ya da tek kullanımlık ambalajlarda tüketiciye sunulması en doğru seçim olacaktır.

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.
- Akhan, M., 2007.** Bir kaynak suyu tesisindeki mikrobiyal kontaminasyon kaynaklarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Akhan, M., Çetin, Ö., 2007.** Bir kaynak suyu tesisinde olası mikrobiyal kontaminasyonun incelenmesi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 37 (4), 213-220.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M., 2009.** Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. Ekoloji 19 (73), 29-38.
- Anonim, 1999.** Türkiye'de Su Pazarı. Gıda Teknolojisi Dergisi 4 (5), 14-22.
- Anonim, 2005.** İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. T.C. Sağlık Bakanlığı. Sayı: 25730.
- Armas, B.A., Sutherland, J.P., 1999.** A survey of the microbiological quality of bottled water sold in the UK and changes occurring during storage. International Journal of Food Microbiology 48, 59-65.
- Atasoylu, G., Okyay, P., Güney, N., Deniz, Y., Çobanoğlu, M., Beşer, E., 2006.** Aydın ili halk sağlığı laboratuvarı 2004 yılı içme ve kullanma suyu analizleri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 5 (3), 187-195.
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., 2006.** Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler önünden araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 28 (4), 107-112.
- Bharath, J., Mosodeen, M., Motilal, S., Sandy, S., Sharma, S., Tessaro, T., Thomas, K., Umamahewaran, M., Simeon, D., Adesiyun, A.A., 2002.** Microbial quality of domestic and imported brands of bottled water in Trinidad. International Journal of Food Microbiology 81, 53-62.
- Bostan, K., Aksu, H., 1995.** Bir kaynak suyu şişeleme tesisinde mikrobiyel kontaminasyon kaynakları üzerine bir araştırma. Gıda 20 (6), 347-351.
- Collins, C.H., Lyne, P.M., 1985.** Microbiological Methods. In: Butterworths, (5th ed.) London, pp 243.
- Demirci, A.Ş., Gümüş, T. Demirci, M., 2007.** Damacana suların mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4 (3), 271-275.
- Gönül, Ş.A., Karapınar, M., 1991.** The microbiological quality of drinking water supplies of Izmir City: The incidence of *Yersinia enterocolitica*. International Journal of Food Microbiology 13 (1), 69-73.
- Gündüz, T., Çimen, S., Arı, A., Etiz, S., Tay, Z., 2006.** Manisa kent merkezi içme ve kullanma sularının bakteriyolojik analizi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 36 (2), 99-102.
- ISO 16649-2 (04/2001).** Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive *E. coli* Part 2: Colony-count technique at 44°C using 5-bromo-4chloro-3-indolyl- β -D- Glucuronide, Geneva, Switzerland.
- ISO 4832 (2006).** Horizontal method for the enumeration of coliforms - colony-count technique, Geneva, Switzerland.
- ISO 4833 (2003).** General guidance for the enumeration of micro-organisms, colony-count technique at 30°C, Geneva, Switzerland.
- ISO 6887-1 (09/1999).** Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination Part 1: General rules for preparation of dilutions for microbiological examination, Geneva, Switzerland.
- ISO 6888-1 (07/2003).** Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species) Technique including confirmation of colonies, Geneva, Switzerland.
- Karakuş, M., 1993.** İçme suları ve içecek endüstrisinde mikrobiyolojik riskler. Gıda Sanayinde Mikrobiyoloji Uygulamaları. Tubitak Marmara Araştırma Merkezi Yayın No:124. Kocaeli.
- Karakaş, N., Kıvanç, M., Güven, K., Yılmaz, N., 2003.** Eskişehir damacana içme sularının koliformlar yönünden incelenmesi ve bu bakterilerin içme suyunda yaşam kabiliyetlerinin araştırılması. Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı 28 (1), 95-99.
- Kireççi, E., Savaşçı, M., Uslu, H., 2006.** Kars ve Sarıkamış çevresindeki içme suyu kaynaklarından membran filtrasyon yöntemi ile *Escherichia coli* izolasyonu. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 1 (1-2), 29-32.
- Köksal, F., 1999.** İstanbul'un su kaynaklarının patojen barsak bakterileri bakımından değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köksal, F., Samastı, M., 2007.** İstanbul'da polikarbonat damacanalarda satılan içme

- sularının bakteriyolojik incelenmesi. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 37 (4), 221-224.
- Öz, V., Köksal, S., Çelik, Ş., Toprak, N., Erginöz, E., Cengiz, S., Erginöz, H., 1996.** İstanbul'da su istasyonlarında satışı sunulan içme sularının mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi. In: 5. Ulusal Halk Sağlığı Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Bildiri Kitabı, 447-458.
- Öztürk, M., 2003.** İstanbul'da dolun sonrası kaynak sularının mikrobiyolojik incelenmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.
- Peker, İ., Çiloğlu, F., Öz, V., Birbir, M., 1988.** Drinking water analyses of Kadıköy district in İstanbul. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 55 (2), 113-120.
- Şeker, S., Er, B., Yentür, G., Uraz, G., Yılmaz, E., 2006.** Ankara bölgesinden sağlanan içme sularında *E. coli* ve koliform bakterilerin araştırılması. In: 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, Türkiye, pp. 436-441.
- Varga, L., 2011.** Bacteriological quality of bottled natural mineral waters commercialized in Hungary. Food Control 22, 591-595.
- Yalçın, S., Tekinşen, O.C., Nizamloğlu, M., 1988.** Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 4 (1), 83-89.