

DOSYA/DERLEME**SUSUZLUĞUN VE SU KESİNTİLERİNİN
YARATACAĞI HALK SAĞLIĞI SORUNLARI**

Çağatay GÜLER*

Susuzluk ve su kesintileri toplum bireylerini kirli su kaynaklarına yöneltir. Bunlar arasında en önemlileri denetimsiz kuyu suları, tankerle taşınan sulardır (Güler, 2008).

Susuzluğun temel hijyen uygulamalarıyla ilgili olarak yol açacağı sorunların ilköğretim düzeyinde dahi kolayca algılanabilecek temel sorunlar arasında olduğu açıktır.

Su kesintilerinin yarattığı bir diğer önemli en önemli tehlike şebeke kirliliğine yol açmasıdır. Su kesilmesine bağlı olarak oluşan geri emici kuvvet, kirli suların sistemdeki eklenti yerlerinden emilmesine yol açar. Bu suları kirletebilecek başlıca etkenler biyolojik ve kimyasal etkenlerdir (Güler, 2008; Güler, 2007).

Su kesintilerinde şebekedeki ve bina tesisatındaki basınç dengeleri de bozulduğundan, geri emilim ve çapraz bağlantı tehlikesi artar (Güler, 2008; Güler, 2007).

ABD’de 2003-2004 arasında çıkan su nedenli salgınların %38’inden içme suyu sistemleri sorumlu bulunmuştur (Liang, 2006).

Son otuz yılda ABD de ortaya çıkan şebeke içme suyu kimyasal salgınları arsenik, benzen, klordan, klor, kromat, bakır, kesme yağı, fotoğraf banyo sıvısı, etil akrilat, etilen glikol, flüorür, mazot, furadan, kurşun, kurşunlu benzin, kayganlaştırıcı yağ, gazyağı, nitrat, nitrit, fenol, çok klorlu bifeniller, selenyum, sodyum hidroksit, toluen, ksilen ve niteliği belirlenmeyen otkırıcılara bağlı durumlardır (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006).

Toplum su sistemlerinden bu salgınlara yol açan en önemli bölüm şebekedir ve şebeke suyunun kirliliğine bağlı halk sağlığı riskleri temel kaynaklarda şöyle sıralanmaktadır (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006):

1. Kirletici hastalık yapıcı etkenlerin ve kimyasalların çok fazla çeşitlilik ve farklılık göstermesi
2. Bu etmenlerle karşılaşan bireylerin davranış farklılıkları
3. Söz konusu etmenlere karşı güvenli su sağlamakla görevli kurum yöneticilerinin politik nedenlerle sergileyebildikleri farklı tutumlar olduğunu vurgulamaktadır (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006).

Kirlenmenin dışındaki birçok etmen etkilenim derecesini belirler. Ülkemizde su kesintilerine bağlı bir risk değerlendirmesinin yapılmamış olması, yöneticileri anlık ölçümlerde kirlilik faktörlerinin bulunmamasına bakılarak herhangi bir riskin olmadığı sonucuna götürebilmektedir. Bir toplumun belirli bir tehlikeli etkenle etkilenimi durumunda farklı istenmeyen sonuçlara uğrama olasılığı ve bunların şiddetini belirlemeye yönelik uygulamalara risk değerlendirmesi denir. Risk analizi ise risk değerlendirmesiyle birlikte, kabul edilebilir risk düzeyi ve bu riski azaltmak için alınması gereken önlemleri içermektedir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006; NRC, 1983; Güler, 1997).

Risk değerlendirmesi:

1. Tehlikenin tanımlanması
2. Etkilenim değerlendirmesi
3. Doz-cevap (etkilenim-cevap) değerlendirmesini kapsamak zorundadır.

*Prof. Dr.; Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD

Tehlikenin tanımlanması hangi istenmeyen etkenlerin olabileceğini ve bunların hangi istenmeyen etkilere yol açabileceğinin belirlenmesidir. Etkilenim değerlendirilmesi, çevresel etkenim durumunda belirli bir zaman süresinde bireylerin tüketebileceği, soluyabileceği, temas edebileceği kirlenmelerin seviyesinin miktar olarak belirlenmesidir.

Doz-cevap değerlendirmesi ise belirli bir etkenim durumunda bir bireyin belirli bir istenmeyen etkinin ortaya çıkması olasılığının niceliksel olarak belirlenmesidir. Bir başka deyişle, belirli bir etkenimle karşılaşmaları durumunda istenmeyen etkinin ortaya çıkabileceği kişilerin oranı olarak da hesaplanabilir (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006; Güler, 1997**).

Kanser yapıcı ve zehirleyici etkenler için risk değerlendirmesiyle ilgili yöntemler geliştirilmiştir. Bulaşıcı hastalıkla ilgili risk değerlendirme yöntemleri gelişme aşamasındadır (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006**).

İçme suyu bir çok tehlikeli etken için önemli bir taşıyıcıdır. İnsan ve hayvan dışısında bulunan hastalık yapıcı etkenleri¹, insanlarda tehlikeli hastalıklara yol açan sucul minicanlıları², sucul canlıların zehirli salgılarını³ ve bir çok kimyasal kirlenici grubunu⁴ taşır.

İçme suyundaki kirlenimler birden fazla etkenim yolu aracılığıyla insana zarar verirler. Ağızdan almanın yanı sıra solunum ve deriyle de insani etkilerler. Solunum yoluyla bulaşan hastalık etkenleri sözcüğü Lejyonella ve Mikobakteriler hastalığa yol açabilirler. İçinde bulunan buharlaşabilen organik kimyasallar solunumla tehlike yaratabilirken yine bazı organik maddeler yıkanırken deriden geçebilirler (**Jo, 1990**).

İçme suyu ile evde kullanılan diğer maddelerin teması sözcüğü çamaşır makinelerinden yayılan buharlaşabilen organik maddeler kapalı ortam kirliliğine neden olabilir (**Shepherd, 1996**). Kriptospor riskini azaltmak için suyun arıtımında klordan ozona dönüldüğünde, başlıcası bromat olan dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumu artmıştır (**Havelaar, 2000**).

Bir de dolaylı etkenim yolları vardır (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006**):

1. Su basıncının düşmesi, daha sonraki yangın söndürme etkinliklerinin olumsuz etkilenmesi
2. Hastanelerde, özellikle diyaliz merkezlerinde olmak üzere su eksikliği
3. Eysel sulardaki sızıntılara bağlı zehirli salgılar yapan küflerin üremesi.

Kimyasal yada mikropsal etkenimle ilgili risk değerlendirilirken toplumun bütün kesimlerinin aynı derecede risk altında olmadığı göz önüne alınmalıdır. Bu durum tüketime (**Gerba, 1996**) ya da çevredeki

heterojenlik nedeniyle ortaya çıkan derişimlere veya etkilenebilirlik içsel farklılıklarına bağlı olabilir (**Balbus, 2000**). İçsel etkilenebilirlikle ilgili niceliksel farklılıkları belirlemekle ilgili önemli güçlükler olduğundan bazı etkilenebilirliği yüksek toplum kesimleri için güvenlik çarpanlarına gerek bulunmaktadır (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006**). Bu oranlar güvenlik çarpanları sadece toksikolojik çalışmaların sonuçlarına dayanarak değil, epidemiolojik çalışmaların sonuçları da göz önüne alınarak hesaplanmalıdır.

Şebekede bulunan bazı hastalık yapıcı etkenler hem iç hem de dış ortamdan kaynaklanan şebeke kirlenmesinin göstergesi olarak kabul edilirler. Bunlar arasında biyofilm oluşturan minicanlılar da bulunur.

Biyofilm minicanlıların tutunarak yüzeyde üremelerini sağlayan fizyolojik bir durumdur (**Characklis, 1990**). Borunun kendi özellikleri de biyofilm oluşumunu etkiler. Demir borularda PVC borulara göre daha fazla oluşmakta, daha fazla üreme olmaktadır (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006; Norton, 2000**). PVC borular genellikle pis su tesisatında kullanılan borulardır. Boru yüzeyinin yapısı sadece biyofilm oluşumunu değil, biyofilmlerdeki mikrop türlerinin bileşimini de etkiler (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006**). Su kesintilerinde ve boru içindeki akış yavaşlamalarında biyofilm oluşumu kolaylaşır.

Biyofilmlerin içinde koliformlar ve bağırsak virüsleri de bulunmuştur (**Quignon, 1997; Piriou, 2000**). Bunlar artım engelinin aşılması dahil sistem bütünlüğünün bozulduğu durumların da göstergesi olabilirler.

Şebekenin mikrobiyolojisi bir çok etmene bağlıdır:

- Ham su kalitesinin kötü olması
- Yetersiz arıtım
- Geri emilim
- Çapraz bağlantılar
- Sızıntılar
- Boru patlaması

Bütün bu durumlar sadece mikropların değil tehlikeli kimyasalların da sisteme sızmasına neden olabilirler. Görüldüğü gibi su kesintilerinde şebekenin mikrobiyolojik özelliklerini belirleyen etmenlerin devreye girmesi kolaylaşmaktadır.

Şebekenin mikrobiyolojisini iki farklı ortam belirler (**Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006**):

1. Su kütlelerinde bulunan minicanlılar
 2. Boru yüzeylerine, çökeltilerine ve diğer materyale yapışmış olan biyofilmlerdeki minicanlılar
- Su kütlelerinde bulunan minicanlılar:

- Ham sudan
- Arıtım sürecindeki bakterisel üremeden (sözgelimi arıtım filtreleri)
- Şebekedeki biyofilmlerden
- Çapraz bağlantı, sızıntı, boru çatlak ve patlaklarından ve diğer dışsal kaynaklardan yeniden kirlenme
- İçeri sızan kirli sular
- Boru çatlak ve patlaklarından nedeniyle artabilir.

Su kesintilerine bağlı sızıntılar sudaki mikrobiyolojik kirlilik etkenlerinin artımına yol açabilir. Bunların bazıları doğrudan sağlık sorunu yaratabilirken, bazıları özgül etkenlerinin de sızma riskini gösterdiğinden ishali hastalık etkenlerinin çoğunun salgın yapabileceği anlamına gelir.

Organik karbon kullanan bütün bakterileri kapsayan geniş gruba heterotrofik bakteriler denmektedir. Bunlar kolayca biyofilm oluşturdularından şebeke içinde akan su kütlesinde kolayca ürer. Sayımları heterotrofik plak sayımıyla belirlenir. Hücre duvarı özelliklerine göre gram negatif ve gram pozitif olmak üzere iki gruba ayrılırlar. İçme suyunda dezenfektan kalıntısının bulunması gram negatiflere çok büyük oranda seçici etki yapar. Gram negatifler dezenfektanlara göreceli olarak duyarlıdır. Yağ asidi analiziyle yapılan bakteri belirlemeleri ham sudaki %97 gram negatif bakteriden, klorlamadan sonra %98 gram pozitif kayma olduğunu göstermektedir (Norton, 2000). Kirlenmiş suyla yemek pişirildiğinde bazı Bacillus ve Streptokokkus aureus türleri zehirli salgı (toksin) salgılayabilmektedir (LeChevallier, 1980). Şebekede klor etkinliğini ve bunun mikrobiyolojik yük üzerindeki etkilerini izleyen etkin bir teknik birim yoksa toplum sağlık güvenliğini tehlikeye düşürür.

Arıtılmış içme suyu Gram negatif ve Gram pozitif bakterilerin bir karışımını içerebilir. Dezenfektan kalıntısının olmaması durumunda, Gram negatifler Gram pozitifleri bastırarak baskın bakteri topluluğunu oluşturur. Bunlar arasında tipik olarak Pseudomonas, Acinetobacter, Flavobacterium ve Sphingomonas spp. bulunabilir. Pseudomonas aeruginosa dışındakiler genellikle halk sağlığı açısından önemsizdir. P. aeruginosa ise şebekedeki biyofilmden kolayca üreyebilen fırsatçı bir minicandır. Kullanım noktasında, yani evlerde kurulan karbon filtrelerde de ürediği belirlenmiştir (De Victoria, 2001; Chaidez, 2004). Bu etken özellikle yüzme havuzları ve kaplıcalarda sorun yaratır. Bulduğunda deri enfeksiyonlarına yol açar. İçme suyunda bulunuşuyla hastalık arasında ilişkiyi gösteren çalışmalar azdır. Bir hastanede Psödomonas enfeksiyonu olan 17 hastadaki etkenin genotipiyle musluk suyundaki aynı bulunmuştur (Trautman, 2001). Çocuk servisinde olan bir diğer P. aeruginosa idrar yolu enfeksiyonu salgınında, etken musluk suyundakiyle aynı bulunmuştur (Ferroni, 1998). Genel olarak heterotrofik plak sayımındaki bakteriler önemli sorun yaratmazlar, ancak hastane enfeksiyonları

açısından dikkatli olunmalıdır (Bartram, 2003; WHO, 2002). ABD de "Yüzeysel su arıtım yasası" şebekede belirlenebilir bir dezenfektan seviyesi olmayan noktalarda her ay alınan örneklerin %95 inde heterotrofik plak sayımının 500 ve altı koloni oluşturu birim (CFU)/ml olmasını zorunlu kılmaktadır (EPA, 1989).

Su kesintileri şebeke dezenjeksiyon etkinliğini de tehlikeye düşürür. Şebekede etkin dezenfektan seviyesi sağlansa bile yakın mesafe kirlilikleri, sözgelimi klorun etkileme süresi olan 15 dakikadan daha kısa mesafedeki kirliliklere karşı tüketici güvenliği ortadan kalkmaktadır. Bu durumda suda anlık klor ölçümlerinin güvenlik göstergesi olma özelliği zayıflamaktadır.

Gram negatiflerin bir alt grubu olan koliform bakterilerle ilgili, total koliform bakteri sayımı su arıtımının etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılır. Bunlar nadiren şebekede bulunabilmektedir. Total koliform bakterinin kaynağı arıtılmamış ham su ve yeraltı suyu karışması, yosun üretmesi, toprak, böcekler, insan ve hayvan dışkıdır. Şebekede bulunan tipik koliformlar Klebsiella pneumonia, Enterobacter aerogenes, Enterobacter cloacae ve Citrobacter freundii'dir. Koliformların çoğu hastalık yapıcı olmamakla birlikte, dışkıda bulunabilecek olası hastalık yapıcı etkenlerin göstergesidir. Bulunmaları etkenin arıtım engellerini aşması, boru çatlak ve patlaklarından etkenin girmesi, çapraz bağlantılar, iyi korunmayan su deposu ve kaplarında üremeye bağlı olabilir (Geldreich, 1992; Clark, 1996). Şebeke bütünlüğü korunsa hatta dezenfektan kalıntısı sağlansa bile şebekede oluşan biyofilmler koliformların üremesini destekler (Characklis, 1988; Haudidier, 1988; Smith, 1990). Bu durum kimi zaman koliformların sadece dışsal kirlenmeyi göstermediğini ortaya koyar. Özellikle sıcaklığın, bu bakterilerin büyüme sıcaklığına yakın olduğu yaz aylarında bu durum görülebilir.

Fekal koliformlar, yani 44,5 santigrat derecede üreyebilen "sıcağa dayanıklı" (termotoleran) koliformlar total koliformlara göre daha duyarlı bir dışkı kirliliği göstergesidir. E. coli sıklıkla sıcak kanlı hayvanların bağırsağında bulunduğu için kirliliğin en doğrudan göstergesi sayılır. Çoğu türleri hastalık yapıcı özellikte olmamasına rağmen, bazı türleri barsak hücrelerine girerek sıcağa dayanıklı ve dayanıksız bir takım zehirli salgılar salabilir (AWWA, 1999). E. coli ve sıcağa dayanıklı koliformların çoğu biyofilmlerde üremez, ancak biyofilmlerce tutulabilir ve burada varlığını sürdürebilir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006).

Total ve fekal koliform varlığı dışkı kirlenmesi anlamına geldiğinden, hastalıklı bir kişinin dışkısıyla kirlenme özellikle dezenfektanın etkisi için gerekli olan süre geçmememesi durumunda büyük salgın tehlikesi yaratır. Özellikle binaya yakın yada bina içindeki kirlenmeler önemli salgınlara yol açabilir.

Aeromonaslardan *Aeromonas* spp. tatlı ve tuzlu sularda bulunan Gram negatif bakterilerdir ve septisemi, yara enfeksiyonu, menenjit, pnömoni, solunum yolu enfeksiyonları, hemolitik üremik sendrom ve ishal dahil çok geniş bir hastalık grubunun etkenidir (Alavandi, 1999; Carnahan, 1996). Bunlar genellikle düşük sıcaklıkta ve düşük besin ortamlarında üreme yeteneğine sahiptirler. Bunların içme suyunda üremeleri çok önemlidir ve genellikle araştırılmazlar. Hollanda gibi bazı ülkelerde arıtım tesisinden ayrılan suda Aeromonasların 200 ml'de 20 CFU'nun altında, şebekede ise 100 ml'de 200 CFU altında olması istenir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006).

Mikobakterilerden özellikle *M. avium* dezenfektanlara özellikle serbest klorla dirençlidir (Taylor, 2000). Bu nedenle seçici olarak ürer (Collins, 1984; Schulze-Robbecke, 1989; Briganti, 1995). Mikobakterium avium kompleksi klor dioksit ve kloramine duyarlıdır (Vaerewijck, 2005).

Serbest yaşayan protozoalar: *Acanthamoeba*, *Hartmanella* and *Naegleria* şebekede bulunan, bakteri ve biyofilmlerle beslenen cinslerdendir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006). Protozoalar, patojen ve fırsatçı bakteriler ve koliformlarla beslenir. Alınan bakteriler sindirilmezse protozoalarda ürerler ve bakiye dezenfektandan da korunmuş olurlar. Lejyonella etkeninin de bu yolla dezenfektanlara direndiği belirtilmektedir (Levy, 1998). Bunlardan *Naegleria* spp. ve *Acanthamoeba* hastalığa yol açar (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006). Serbest yaşayan protozoalar normalde araştırılmaz, ancak salgın durumlarında ve araştırma amacıyla değerlendirilir. Bunların bakterilerin yaşamasını kolaylaştırıcı etkisi önemlerini artırmaktadır. Bu nedenle şebeke ve ev tesisatında aranmalıdır (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006).

Sularda mantar bulunabilir, genellikle oranları düşüktür ve hastalıkla doğrudan ilişkileri yoktur (Kelley, 2003).

Uygulanan kültür yöntemleri bulunan mikropların çok az bir bölümünü gösterir (Amann, 1995). Bunların çoğu hızlı üreyen heterotrofik bakterileri belirler. Tanısal kitler ise bir çok heterotrofik bakteri için yetersizdir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006). Önemli bir değerlendirme seçeneği yağ asidi profilidir. Moleküler yöntemler bu açıdan yararlı olabilir (Committee on Public Water Supply Distribution Systems, 2006). Ancak bunlar çok pahalıdır ve günlük uygulamada pratik değildir.

Lejyonella sucul ortamda ve içme suyunda yaygın olarak bulunur (Stout, 1985; Rogers, 1994). Biyofilmlerden üretilmiş olmakla birlikte, bunların içme suyu seviyeleri düşüktür, ancak soğutma kuleleri, sıcak su dolaşım sistemleri ve sıcak su borularında üreyerek çok artabilmektedir (EPA, 1999). Monokloramin gibi

dezenfektanlar serbest klorla göre lejyonellada daha etkilidir. Yapılan çalışmalarda serbest klorla kloramine dönüldüğünde lejyonellanın 20 kattan daha fazla azaldığı gösterilmiştir (Donlan, 2002; Flannery, 2006).

Bütün bunların yanısıra sudaki kimyasal kirleticilerin artma riski de göz önüne alınmalıdır. Başka kaynaklarda ayrıntılı biçimde bulunabilecek bu kirleticiler üzerinde tek tek durulmayacaktır (Güler, 2008; Güler, 2007).

Sonuç olarak su kesintileri suyun arıtımından tüketici musluğuna kadar önemli tehlikelere yol açar. Bu nedenle su kesintileri bireysel toksik etkilenim ve akut bağırsak enfeksiyonları salgını riskini artıran bir halk sağlığı acil durumu olarak ele alınmalıdır.

DİPNOTLAR

1 Norovirüsler, *E. coli* O157: H7, *Cryptosporidium* gibi .

2 Nontüberküoz mikobakteriler, lejyonella gibi .

3 Siyanobakterilerin toksinleri gibi .

4 Benzen, çok klorlu bifeniller, haşere kırıcılar gibi organik kimyasallar; arsenik ve nitratlar gibi inorganik kimyasallar, kurşun ve bakır gibi metaller; trihalometanlar gibi dezenfeksiyon yan ürünleri, radyoaktif bileşikler vb.

KAYNAKLAR

Alavandi, SV, Subashini, MS, Ananthan, S (1999) Occurrence of haemolytic and cytotoxic *Aeromonas* species in domestic water supplies in Chennai. Indian J. Med. Res. 110: 50- 55.

Amann, RI, Ludwig, W, Schleifer, KH (1995) Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. Microbiol. Rev. 59: 143-169.

American Water Works Association (AWWA) (1999) Waterborne pathogens: manual of water supply practices- M48, First Edition. Denver, CO: AWWA.

Balbus, J, Parkin, R, Embrey, M (2000) Susceptibility in microbial risk assessment: definitions and research needs. Environmental Health Perspectives 108 (9): 901-905.

Bartram, J, Cotruvo, J, Exner, M, Fricker, C, Glasmacher, A (eds). (2003) Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety. London: IWA Publishing.

Briganti, LA, Wacker, SC (1995) Fatty acid profiling and the identification of environmental bacteria for drinking water utilities. Denver, CO: AWWA.

- Carnahan, AM, Altwegg, M** (1996) Taxonomy. In: The genus *Aeromonas*. S. Joseph (ed.). New York: John Wiley&Sons.
- Chaidez, C, Gerba, C** (2004) Comparison of the microbiological quality of point-of use (POU) treated water and tap water. *Int. J. Environ. Health Res.* 14: 253-261.
- Characklis, WG** (1988) Bacterial Regrowth in Distribution Systems. Denver, CO: AWWA and AwwaRF.
- Characklis, WG, Marshal, KC** (1990) *Biofilms*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Clark, RM, Geldreich, EE, Fox, KR, Rice, EW, Johnson, CH, Goodrich, JA, Barnick, JA, Abdesaken, F** (1996) Tracking a *Salmonella* serovar typhimurium outbreak in Gideon, Missouri: role of contaminant propagation modeling. *Journal of Water Supply Research and Technology - Aqua.* 45 (4): 171- 183.
- Collins, CH, Grange, JM, Yates, MD** (1984) *Mycobacteria in water*. *J. Appl. Bacteriol.* 57: 193-211.
- Committee on Public Water Supply Distribution Systems: Assessing and Reducing Risks (Snoeyink, V L, Haas, CH, Boullos, PE; et al)** (2006) *Drinking Water Distribution Systems, assessing an Reducing risks*; National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, Washington, D. C.
- De Victoria, J, Galvan, M** (2001) *Pseudomonas aeruginosa* as an indicator of health risk in water for human consumption. *Water Sci. Technol.* 43: 49- 52.
- Donlan, R, Murga, R, Carpenter, J, Brown, E, Beser, R, Fields, B** (2002) Monochloramine disinfection of biofilm-associated *Legionella pneumophila* in a potable water model system. Pp. 406-410 In: *Legionella*. R. Marre, Y. Abu Kwaik, C. Bartlett, N. P. Cianciotto, B. S. Fields, M. Frosch, J. Hacker, and P. C. Luck (eds.). Washington, DC: American Society for Microbiology.
- Environmental Protection Agency (EPA).** (1989) *Drinking water; national primary drinking water regulations; total coliforms (including fecal coliforms and E. coli); final rule*. *Federal Register* 54: 27544-68.
- EPA** (1999) *Legionella: human health criteria document*. EPA-822R-99-001. Washington, DC: EPA Office of Science and Technology.
- Ferroni, A, Nguyen, L, Pron, B, Quesne, G, Brusset, MC, Berche, P** (1998) Outbreak of nosocomial urinary tract infection due to *Pseudomonas aeruginosa* in a pediatric surgical unit associated with tap-water contamination. *J. Hosp. Infect.* 39: 301-307.
- Flannery, B, Gelling, LB, Vugia, DJ, Weintraub, JM, Salerno, JJ, Conroy, MJ, Stevens, VA, Rose, CE, Moore, MR, Fields, BS, Beser, RE** (2006) Reducing *Legionella* colonization of water systems with monochloramine. *Emerg. Infect. Dis.* [serial on the Internet]. [http:// www. cdc. gov/ncidod/ EID/ vol12no04/ 051101. htm.](http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol12no04/051101.htm), Ocak 2007.
- Geldreich, EE, Fox, KR, Goodrich, JA, Rice, EW, Clark, RM, Swerdlow, DL** (1992) Searching for a water supply connection in the Cabool, Missouri disease outbreak of *Escherichia coli* O157: H7. *Water Research* 26 (8): 1127-1137.
- Gerba, CP, Rose, JB, Haas, CN** (1996) Sensitive populations: who is at the greatest risk? *International Journal of Food Microbiology* 30 (1-2): 113-123.
- Güler, Ç** (2007) İçme Suyundaki Kirlenici Etkenler ve Halk Sağlığı, *Çevre ve Mühendis*, 28, 89-98.
- Güler, Ç** (2008) İçme Suyundaki Kirleniciler ve Halk Sağlığı, *Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi* 11, Yazıt Yayıncılık, Ankara.
- Güler, Ç** (2008) Su Kesintisi Yapılan İllerde alınması Gereken Halk Sağlığı Önlemleri, *Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi* 6, Yazıt Yayıncılık, Ankara.
- Güler, Ç, Çobanoğlu, Z** (1997) Risk İletişimi ve Risk Yönetimi, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi* No 47, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Ankara.
- Haudidier, K, Paquin, JL, Francois, T, Hartemann, P, Grapin, G, Colin, F, Jourdain, MJ, Block, JC, Cheron, J, Pascal, O, Levi, Y, Miazga, J** (1988) Biofilm growth in drinking water networks: a preliminary industrial pilot plant experiment. *Water Sci. Technol.* 20: 109- 115.
- Havelaar, AH, Hollander, AE, Teunis, PF, Evers, EG, Van Kranen, HJ, Versteegh, JF, Van Koten, JE, Slob, W** (2000) Balancing the risks and benefits of drinking water disinfection: disability adjusted life-years on the scale. *Environmental Health Perspective* 108 (4): 315- 321.
- Jo, WK, Weisel, CP, Liroy, PJ** (1990) Routes of chloroform exposure and body burden from showering with chlorinated tap water. *Risk Analysis* 10 (4): 575-580.
- Kelley, J, Kinsey, G, Paterson, R, Brayford, D, Pitchers, R, Rossmoore, H** (2003) Identification and control of fungi in distribution systems. Denver CO: AWWA and AwwaRF.
- LeChevallier, MW, Seidler, RJ** (1980) *Staphylococcus aureus* in rural drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.* 39: 739- 742.
- Levy, DA, Bens, MS, Craun, GF, Calderon, RL, Herwaldt, BL** (1998) Surveillance for waterborne-disease

outbreaks? United States, 1995-1996. MMWR, 47 (SS-5): 1-34.

Liang, JL, Dziuban, EJ, Craun, GF, Hill, V, Moore, MR, Gelting RJ, Calderon, RL, Beach, MJ, Roy, SL (2006) Surveillance for Waterborne Disease and Outbreaks Associated with Drinking Water and Water not Intended for Drinking? United States, 2003- 2004. MMWR.

National Research Council (NRC). Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process (1983) Washington, DC: National Academy Press.

Norton, CD, LeChevallier MW (2000) A pilot study of bacteriological population changes through potable treatment and distribution. Appl. Environ. Microbiol. 66 (1): 268-276.

Piriou, P, Helmi, K, Jousset, M, Castel, N, Guillot, E, Kiene, L (2000) Impact of biofilm on *C. parvum* persistence in distribution systems. In: Proceedings of an International Distribution System Research Symposium, June 10-11. Denver, CO: AWWA.

Quignon, F, Sardin, M, Kiene, L, Schwartzbrod, L (1997) Poliovirus-1 inactivation and interaction with biofilm: a pilot-scale study. Appl. Environ. Microbiol. 63 (3): 978-982.

Rogers, J, Dowsett, AB, Dennis, PJ, Lee, JV, Keevil, CW (1994) Influence of materials on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in potable water systems. Appl. Environ. Microbiol. 60: 1842-1851.

Schulze-Robbeke, R, Fischeder, R (1989) Mycobacteria in biofilms. Zbl. Hyg. 88: 385-390.

Shepherd, JL, Corsi, RL, Kemp, J (1996) Chloroform in indoor air and wastewater: the role of residential washing machines. Journal of the Air & Waste Management Association 46 (7): 631-642.

Smith, DB, Hess, AF, Hubbs, SA (1990) Survey of distribution system coliform occurrences in the United States. In: Proceedings of the Water Quality Technology Conference. Denver, CO: AWWA.

Stout, JE, Yu, VL, Best, MG (1985) Ecology of *Legionella pneumophila* within water distribution systems. Appl. Environ. Microbiol. 49: 221-228.

Taylor, RH, Falkinham III, JO, Norton, CD, LeChevallier, MW (2000) Chlorine, chloramine, chlorine dioxide, and ozone susceptibility of *Mycobacterium avium*. Appl. Environ. Microbiol. 66 (4): 1702-1705.

Trautman, M, Michalsky, T, Wiedeck, H, Radlosavljevic, V, Ruhnke, M (2001) Tap water colonization with *Pseudomonas aeruginosa* in a surgical intensive care unit (ICU) and relation to *Pseudomonas* infections of ICU patients. Infect. Control. Hosp. Epidemiol. 22: 49-52.

Vaerewijck, MJM, Huys, G, Palomino, JP, Swings, J, Portaels, F (2005) Mycobacteria in drinking water distribution systems: ecology and significance for human health. FEMS Microbiology Review 29: 911-934.

World Health Organization (WHO). (2002) Heterotrophic Plate Count Measurements in Drinking Water Safety Management. WHO/ SDE/ WSH/ 02. 10