

# ŞİŞELENMİŞ İÇME SULARINDAKİ BAZI İNORGANİK PARAMETRELERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fusun BOYSAN , Bülent ŞENGÖRÜR

**Özet-** Bu çalışmada, Türkiye’de üretilen ve PET şişelerde satışı sunulan ve piyasanın yüzde 70’ine sahip 10 adet içme suyunun içeriğinde bulunan pH, sertlik, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, klorür, florür, sülfat ve nitrat parametrelerinin sağlık üzerine etkileri incelenmiş ve şişelenmiş suların diğer içme sularıyla karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca bu 10 adet suya ait incelenen parametre değerleri ile WHO, EPA, TSE içme suyu standart değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, değişik markalara ait incelenen standart su değerleri WHO, EPA ve TSE değerleri ile uyumlu bulundu. Ancak sadece bir örnekte sodyum değerinin TSE standardının üstünde olduğu görüldü. Her şeye rağmen, şişelenmiş içme suları tüketiciye mali yük getirirse de tüketicilerin tat, uygunluk, güvenlik ve olası sağlık yararları gibi nedenlerle tercih sebebi olmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Şişelenmiş içme suyu, su kalitesi, sağlık

**Abstract-**In this study, some of the inorganic parameters of bottled drinking water of 10 different labels were examined. These parameters were compared according to WHO, EPA, TSE water quality standarts. These values were also examined from the point of view of the effects on human health. Moreover, bottled drinking water and other kinds of drinking water were compared. As a result, all the parameters which are examined were within the predicted values of WHO, EPA, TSE water quality standarts. Only one sample exceeded sodium level according to TSE standards. Although bottled drinking water may represent a significant cost to the consumer, consumers may have many reasons for purchasing bottled drinking water such as taste, convinience, safety and potential health benefits.

**Keywords:** Bottled drinking water, water quality, health

F.Boysan , SAÜ SMYO Çevre Kir. ve Kont. Prog.  
B.Şengörür, SAÜ Müh.Fak. Çevre Müh. Böl.

## I.GİRİŞ

Şişelenmiş su, hijyenik koşullarda doldurulmuş ve ağzı kapatılarak satışı sunulmuş içmeye uygun sudur. Şişelenmiş su kaynağı membalar, kuyular, buzullar ve belediye veya diğer onaylı kaynaklar olabilir ve muhtemelen distile edilmiş, karbonatlandırılmış, ozonlanmış ve filtre edilmiştir. Şişelenmiş sular toplumun büyük bir kesimi tarafından daha iyi tadı olan, daha az kirlilik içeren, güvenli ve sağlıklı sular olarak algılanmakta ve tüketiciye çeşme suyundan daha yukarıda bir sosyal statü sunmaktadır[1, 2].

Hızlı nüfus artışı, kentleşmedeki sağlıksızlık, toplumun düşük sosyo-ekonomik düzeyi, yetersiz su kaynakları, insan sağlığına uygun su bulma sorunları devam ederken çeşitli nedenlerle ortaya çıkan kirliliği ve tehlikeli atıklarla mevcut suların da kirletilmesi, ülkemizde özellikle de büyük şehirlerimizde bulaşıcı hastalıklar ve bir çok toksik olaylar toplum sağlığını tehdit eden önemli sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Değişik jeolojik yapılar üzerinde oluşan toprağın morfolojik yapısında zemine bağlı farklılaşmalar olmakta, toprağın su tutma, nemlilik, buharlaştırma gibi bazı özellikleri ile hastalıklar arasında yakın ilişkiler olduğu ortaya çıkmaktadır. Toprak içindeki bazı minerallerin azlığı veya çokluğunun sulara da bu minerallerin bulunma düzeyini etkileyerek birçok sağlık sorununa neden olduğu bilinmektedir[3].

Birçok yeraltı suyu kaynaklarında mevsimsel veya yeniden doldurmayla ilişkili değişiklikler olabilir. Ülkemizde PET şişelerde satışı sunulan suların çoğu doğal kaynak sularıdır. Firmalar kaynaklarını seçerken yaz-kış sıcaklığı ve debisi değişmeyen, berrak ve damak tadı iyi olan, mineral yapısıyla doğal kaynak suları sınıflamasında önde olan kaynakları seçmeye özen göstermektedirler. Sağlık Bakanlığı’ndan ruhsat alarak doğallığını bozmadan tam otomatik makinelerde el değmeden doldurarak, kapak, şilink ve tarih basarak satış noktalarına ulaştırmaktadırlar.

Ülkemizde şişelenmiş su sektörü son yıllarda hızla büyümüşür ve önümüzdeki yıllarda da büyümeye devam edecektir.

Bu bağlamda içme sularında özellikle sağlık üzerine etkisi olan parametrelerin belirlenmesi ve tüketicilerin bilgisine sunulması önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye şişe suyu piyasasının yaklaşık yüzde 70'ine sahip firmaların ürettikleri suların içerdikleri inorganik parametrelerinin bazılarının WHO, EPA ve TSE standart değerleri ile karşılaştırılması ve insan sağlığına olumlu ya da olumsuz etkilerinin incelenmesidir

## II. MATERYAL VE METOD

Türkiye piyasasında satılan ve piyasanın yaklaşık olarak yüzde 70'ine sahip 10 adet farklı markalı sular tespit edildi. Sulara 1'den 10'a kadar numara verildi. Bu suların etiketlerinde ağırlıklı olan parametreler seçildi. Bu parametre değerleri firmaların Sağlık Bakanlığından aldıkları ruhsat değerleridir. Numuneler standart metotlarla analiz edilmiş olup, bu metotlar Sağlık Bakanlığı Ankara Hıfzıssıhha Enstitüsü'nden temin edilmiştir. pH değerleri cam elektrodlu pH-metre ile ölçülmektedir. Ca ve Mg ölçümleri EDTA titrasyon yöntemiyle, Na ve K ölçümleri atomik absorpsiyon cihazı ile, Cl<sup>-</sup> ölçümleri Arjantometrik yöntemle, F<sup>-</sup> ölçümleri iyon analizörü ile, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ölçümleri türbidimetrik yöntemle ve NO<sub>3</sub> ölçümleri ise sülfosalisilik asit uygulanan spektrofotometrik yöntemle yapılmaktadır.

## III. BULGULAR VE TARTIŞMA

10 adet numuneye ait değerler Tablo 1'de, WHO ve EPA'ya ait içme suyu ve TSE'ne ait kaynak suyu standartları Tablo 2'de gösterilmiştir.

### III.1. pH

pH değerleri 6,8 ile 8,0 arasında değişmektedir. WHO, EPA ve TSE standartları 6,5-8,5 değerlerini tavsiye etmektedir(Bkz. Tablo 2). Hepsinin bu sınırlara uyduğu görülmektedir.

pH'nin insan sağlığı ile ilgisini saptamak imkansız gibidir. Çünkü pH suyun kalitesini oluşturan diğer faktörlerle iç içedir. Taylor ve arkadaşları yaptıkları epidemiyolojik çalışmada viral Hepatit A ile suyun pH'ı arasında bir ilişki kuramamışlardır. Ancak bu çalışmada esas olarak dezenfeksiyon işlemine pH'nin etkisi araştırılmıştır. Her şeye rağmen pH'nin su arıtımında virüs, bakteri ve diğer zararlı organizmaların uzaklaştırılmasına katkıda bulunması nedeniyle sağlık üzerine dolaylı bir etkisi vardır[4].

İçme sularında pH için önerilen değer 6,5-8,5 arasında olmasına rağmen pH'nin 7 nin altında olması dağıtım sistemlerinde bazı sorunlara neden olmaktadır[4].

### III.2. Sertlik, Kalsiyum ve Magnezyum

Doğal sularda en sık rastlanan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının yarattığı sertlik çok az hata ile toplam sertlik olarak kabul edilebilir.

Kalsiyum miktarı en düşük 1,6 mg/L, en yüksek 51,5 mg/L dir. Kalsiyum için WHO bir limit belirlemezken, EPA 150 mg/L, TSE ise 100 mg/L değerini önermektedir. Suların hiç biri bu limitleri aşmamıştır(Bkz. Tablo 2).

Magnezyum miktarları 0,3 mg/L ile 17,4 mg/L değerleri arasında değişmektedir. Magnezyum için WHO ve EPA herhangi bir limit vermezken TSE 30 mg/L değerini müsaade edilecek maksimum değer olarak sunmaktadır(Bkz. Tablo 2). Bu limiti aşan su yoktur.

Yaygın bir kanı olarak çok sert sular böbrek taşı oluşumuna neden olmaktadır. Bu Rusya'da lokal bir bölgede az sayıda kişi ile yapılan bir araştırmaya dayanmakta olup sudaki Ca değeri 300-500 mg /L idi. Aynı şekilde 200-400 mg Ca/L su içen ve 30 °C ta tutulan hayvanlarda da benzer etkiler gözlemlenmiştir[5].

İstatistiki olarak suyun sertliği arttıkça kardiyovasküler(kalp-damar) hastalıklardan ölüm hem kadınlar hem de erkekler için azalmaktadır. Sudaki Mg arttıkça erkekler için iskemik kalp hastalıklarından (kalbin beslenmesini bozan hastalıklar) mortalite(ölüm ihtimali oranı) azalmaktadır. İngiltere'de 1950-1960 yıllarında 11 şehirde yapılan bir incelemede sertlik beş şehirde artmış, altı şehirde azalmıştı. Toplam olarak 11 şehirde kardiyovasküler hastalıklardan ölüm yüzde 10 artmıştı. Ancak su sertliğinin arttığı şehirlerde mortalite yüzde 8,5 artarken, sertliğin azaldığı şehirlerde yüzde 20 artmıştı. Bu araştırma sonucunda iki olasılık ortaya çıkmıştı. İlki suyun kalsiyum ve magnezyumdan kaynaklanan koruyucu etkisi diğeri kurşun veya kadmiyumdan kaynaklanan kontaminasyon sonucu toksik etkidir[6]. Finlandiya'da yapılan bir araştırmada iskemik kalp hastalığından mortalitenin magnezyum ve kroma bağlı olabileceği ancak ani ölümleri açıklayamayacağı düşünüldü[6].

30 ila 64 yaşlarında ilk defa akut miyokard enfarktüsü geçiren erkeklerde miyokard hastalığına yakalanma hızı içme suyundaki magnezyum ve florür seviyesinin düşmesiyle artmaktaydı[6]. Sonuç olarak Mg seviyesi ile iskemik kalp hastalığının ilintili olabileceği ancak serebrovasküler(beyin damarlarına ait ) hastalıkla ilintili olmadığı, Mg 'un koruyucu etkisinin olduğu, eksikliğinde hücre içinde potasyum ve kalsiyumun arttığı, bunun kardiyak aritmiye(kalp atışlarında düzensizlik) yol açtığı gibi bir çok bulgu vardır[6]. İçme sularının yumuşatılması için sodyum reçineleri kullanılır. Bunun sonucunda vücuda bol miktarda sodyum girer ve aşırı tuz alımına ait belirtiler örneğin su tutulması, kanama vb. ortaya çıkabilir.

Bunların dışında magnezyum ile sülfat iyonu laksatif (müshil) etki yapmaktadır.

### III.3. Sodyum

Sodyum seviyeleri 0,2 mg/L ile 21 mg/L sınırları arasında değişmektedir. Sodyum için WHO 200 mg/L , EPA 250 mg/L ve TSE de 20 mg/L limitini önermektedir. Hiç bir şişelenmiş su WHO ve EPA standart değerlerini aşmamıştır. TSE standartlarına göre karşılaştırma yapıldığında bir tanesinin 20 mg/L sınırını aştığı, diğerlerinin bu sınırın altında kaldığı görülmektedir(Bkz. Tablo 2).

Bir çok ülkede sudaki Na(sodyum) miktarı 20 mg/L'den daha azdır. Ancak sodyum miktarının 250 mg/L'yi geçtiği sular da vardır[4,5]. Günde 2 litre su içen bir kişide sodyum alımı 50 mg/gün'den azdır. Günlük NaCl gereksinimi 120 mg olup yaklaşık 50 mg Na karşılığıdır[5]. Sodyum tuzları suda çok iyi çözümlenir ve barsaklardan kolaylıkla absorbe edilirler. Gıdalardaki tuzun yüzde 90'ı emilmektedir. Vücutta tuz alımı fizyolojik olarak kontrol edilmemektedir. Buna karşılık denge karmaşık bir hormonal ve sinirsel sistemle sağlanmakta ve atım kontrol edilmektedir. Sodyum atılımı yetişkinlerde böbreklerden yapıldığı için genellikle akut toksik etkileri olmadığı kabul edilir. Fazla miktarda NaCl alınması kusma sebebi(mekanik etki) olarak sodyumun emilmeden atılımına neden olur. Çok miktarda sodyum alınması konvülsiyon(kasılma), kaslarda seyirmeler ve hassasiyet, serebral(beyne ait) ve pulmoner( solunum sistemine ait) ödeme yol açabilir[5]. Eğer kronik konjestif kalp hastalığı varsa artışına sebep olur.

Çocuklarda ise böbreklerin gelişmesi tamamlanmadığından aşırı NaCl alımı ani ölümlerin sorumlusu tutulmuştur. İshal olan çocuklarda aşırı su kaybı hipernatremi'ye(vücutta yüksek Na bulunması) yol açar ve kalıcı nörolojik arazların sebebi olabilir. Bunun dışında düşük miktarlarda tuz alanlarda yapılan çalışmalar, bu kişilerde kan basıncının daha düşük seyrettiğini göstermiştir. Buradan yüksek miktarlarda tuz alanlarda bunun hipertansiyona katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

### III.4. Potasyum

Potasyum seviyeleri 0,009 mg/L ile 3,13 mg/L sınırları arasındadır. Potasyum için WHO ve EPA sınır değer belirtmezken TSE 12 mg/L sınırını vermiştir(Bkz. Tablo 2). Suların hiç biri bu limiti aşmamıştır.

Potasyum esansiyel bir element olmasına rağmen vücut için potasyum fazlası böbrekte yüklenme veya yetmezliği nedeniyle zorluk yaratır. Potasyum toksik olarak değerlendirilmemekle birlikte uzun süre maruz kalınmasından kaçınmak gerekir. Düzenli su içimi için 12

mg/L'den fazla potasyum içeriği olan sulardan kaçınılmalıdır[7].

### III.5. Klorür

Minimum ve maksimum klorür konsantrasyonları 2,45 mg/L ve 14,0 mg/L arasında değişmektedir. Klorür için WHO ve EPA 250 mg/L sınırını verirken TSE sınır değer vermemiştir(Bkz. Tablo 2). Tüm suların klorür değerleri bu sınırın çok altındadır.

Klorürler doğada yaygın olarak Na tuzu(NaCl), K tuzu(KCl) ve Ca tuzu(CaCl<sub>2</sub>) olarak bulunur. Sıcak suda çözünürlükleri artar[5]. Tuzdan fakir bir diette günde yaklaşık 600 mg klorür alınmaktadır. Yemeğe tuz konduğunda günlük alım 6-12 gram arasında değişmektedir. 2-2,5 litre su içen bir kişinin aldığı miktar yaklaşık 100 mg/gün'dür[5].

Normal bir insan vücudunda yaklaşık 81,7 gram klorür vardır. Günlük klorür kaybı 530 mg olarak düşünülürse 9 mg/kg-vücut ağırlığı alınması(günlük 1 gr sofraya tuzu) önerilmektedir[5].

İnsanlarda klorür toksisitesi saptanmamıştır. Ancak NaCl'ün fazla alınması konjestif kalp yetmezliğinde sakıncalıdır. Sağlıklı erişkinler yüksek dozlarda klorür alımını tolere edebilirler. Deney hayvanlarında fazla miktarda NaCl alımı sonucu oluşan hipertansiyonun sodyumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. 250 mg/L'yi aşan konsantrasyonlarda suda klorür tadına varılabilir, ancak eşik değeri ilgili katyonlara bağlıdır. Klorür için suda sağlıkla ilgili herhangi bir değer belirtilmemiştir[8].

### III.6. Florür

Florür değerleri 0,068 mg/L ile 1,1 mg/L aralığında değişirken sulardan bir tanesinin florür değeri yoktu. Florür için izin verilecek maksimum değer ilgili coğrafi bölgedeki ortalama sıcaklığa göre değişir[5]. WHO florür sınır değerini 1,5 mg/L, EPA 4 mg/L (ikincil standart değer olarak 2 mg/L ), TSE ise 8-12 °C'de 1,0 mg/L, 25-30 °C'de 0,7 olarak vermiştir(Bkz. Tablo 2). Suların hiç biri bu sınır değerleri aşmamaktadır. Florür doğada yaygın olarak bulunan bir elementtir(0,3 mg/kg-toprak)[5]. Diş macunlarına, vitaminlere eklenerek yaygın bir kullanımı vardır.

Doğada bir çok su kaynağında 1 mg/L' den daha azdır. Ancak florür içeren minerallerin bulunduğu bölgelerdeki sularda biraz daha yüksektir (nadiren 10 mg/L' yi aşar). Ancak bazı yerlerde suya flor eklenerek sağlık açısından yararlanma yoluna gidilmektedir. Florür genel olarak uygun seviyelerde diş sağlığına olumlu katkılarda bulunurken, yüksek miktarlarda alınması halinde de "fluorosis" nedeni olmaktadır. Sudan alınan florürün tamamı emilirken gıda ile alınan florürün en iyi koşullarda ve uygun gıdalardan(balık ve bazı etler)

emilimi yüzde 25 kadardır. Genel olarak iskelette ve az miktarda dişlerde tutulur. Akut fluorosis entoksikasyonu daha çok kalsiyumla bağlanmasıyla ilişkilidir. Genellikle idrarla atılır[5].

Florürün akut, kısa ve uzun dönemli etkileri araştırılmıştır. İnsanda 1-10 mg/kg-vücut ağırlığı seviyelerinde akut toksik etki gösterirken, çözünebilir florürün 14-140 mg/kg-vücut ağırlığı seviyesi akut oral letal(öldürücü) dozu oluşturmaktadır[9]. Miktar olarak 5 gram sodyum florür 2 gram florür karşılığıdır. Günlük 1mg /L florür güvenli bir miktar olmakla birlikte[5], uzun süre 0,9-1,2 mg/L florür içeren içme suyu kullananlarda yüzde 12-33 oranlarında hafif dental(dişe ait) fluorosis meydana gelmektedir. Bu durumda dişte opak(mat) beyaz lekeler gözükmemektedir. Ancak bu yan etki olarak değerlendirilmeden sadece kozmetik bir problem olarak alınmaktadır. 5-7 mg F<sup>-</sup>/L seviyeleri diş minesinde kolay kırılabilme, kesici kenarlarda fraktür nedeni olmaktadır[9].

Kemiklerde ise yüksek seviyelerde florür kemiğin yapısını dağıtır ve kemikte oturmasına bağlı değişiklikler oluşur. Ancak bu seviye tam olarak bilinmemektedir. Çeşitli çalışmalarda 6-20 mg F<sup>-</sup>/gün alımı hafif, 20-80 mg F<sup>-</sup>/gün alımı ise ciddi fluorosis nedeni kabul edilmektedir ki bu da içme suyunda 10 mg/L'den fazla florür miktarına tekabül etmektedir[9].

Florürün ani yüksek doz alınması sonucu hemorajik gastroenterit(kanlı ishal), akut toksik nefrit ve kalp kası, karaciğer hasarı gibi olumsuzluklar ortaya çıkabilir. Genel olarak yüksek dozun kronik etkisi dişlerde lekelenme ve kemiklerde fluorosistir. Bazen sakatlanmalar bile görülebilir. Böbrek hastalıklarında zararlıdır. Yüksek dozda tiroid bezine etkilidir[5].

Ayrıca kesin açıklanamamakla birlikte karsinojen, mutojen etkisi, mongolizmle bağlantısı öne sürülmüş ancak yeterli kanıt bulunamamıştır[5].

### III.7. Sülfat

Sadece 3 numune sülfat içermekte, diğer 7 numune sülfat içermemektedir. Bu 3 değer de 8,2, 4,0, 8,0 dır. Bu değerler de WHO üst sınır değeri olan 400 mg/L 'i, EPA üst sınır değeri olan 250 mg/L 'i ve TSE üst sınır değeri olan 25 mg/L 'i aşmamaktadır(Bkz. Tablo 2). Sülfat içme suyunda doğal olarak bulunan bir maddedir. Kurşun, baryum ve stronsiyum sülfatlar dışında diğer sülfatlar suda çözünür ve suyun kalıcı çözüneni olarak değerlendirilirler[4].

Bir çok suda sülfat miktarının 20-50 mg/l olduğu kabul edilmekle birlikte[4] EPA'ya göre USA'da yüzde 3 olarak 250 mg/L veya daha fazla sülfat içeren sular vardır. Şişelenmiş sularda sülfat çok değişkenlik

göstermekle birlikte Avrupa'da ortalama 223 mg/L'dir(0-1182 mg/L arasında değişiyor)[10].

Magnezyum sülfatın memelilerdeki öldürücü dozu 200 mg/kg-vücut ağırlığıdır. 1-2 gramın üstü laksatif etki yapmaktadır. 1000 mg/L'nin altında etkisi zararsız olmakla birlikte çocuklarda ve hassas kişilerde 400 mg/L etkili olabilir[4]. Tat eşiği olarak sodyum sülfat için 200-500 mg/l, kalsiyum sülfat olarak 250-900 mg/L, magnezyum sülfat olarak 400-600 mg/L olarak verilmiştir[4].

### III.8. Nitrit ve Nitratlar

10 adet numuneden dördü nitrat içermekte ve bu değerler en düşük 0,4 mg/L ile en yüksek 4,84 mg/L arasında değişmektedir. Diğer 6 adet numune nitrat içermemektedir. Nitrat için WHO 45 mg/L, EPA 10 mg/L, TSE ise 25 mg/L üst sınır değerine izin vermektedir(Bkz. Tablo 2). Nitrat içeren 4 adet numunede bu sınır değerlerinin aşılmadığı görülmektedir. Nitrit ve nitrat birlikte değerlendirilmektedir. Çünkü doğada birbirine geçiş mümkündür. Sağlığa olan etki nitratın nitrite dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Nitratlar doğada çok yaygın bulunmaktadırlar. Toprakta, sularda, bitkilerde(sebzeler dahil) nitratlar bulunurken, nitritler nitratlara göre daha az saptanırlar. Nitritler organik azotun bakteriyel oksidasyonu ile oluşurlar. Gübrede, gıdalarda koruyucu olarak kullanılan maddelerde yaygın olarak bulunurlar. Ayrıca atmosferde elektrik deşarjları sırasında bazı nitrat ve nitritler oluşabilmekte ve yağmurla yıkanarak toprağa ulaşabilmektedir[5]. Sulardaki nitrat miktarı doğada çok değişkenlik gösterir. Kurak geçen dönemlerden sonraki yağışlarda miktarı çok artabilir. NO<sub>3</sub>-N'unun sudaki miktarı genellikle 5 mg NO<sub>3</sub>-N/L'nin altındadır. Ancak nadiren 10 mg NO<sub>3</sub>-N/L'nin üstüne çıkmaktadır. Klorlanmış sularda bu miktar çok düşerken klorlanmamış sularda miktarı artabilir[5]. Nitratlar ayrıca suların kirliliği açısından da bir gösterge olabilir. İçme suyunda bulunan NH<sub>3</sub> konsantrasyonları muhtemel taze bir fekal kirlenmeye işaret eder. NH<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub><sup>-</sup> → NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dönüşümü nedeniyle NH<sub>3</sub> bulunması taze kirlenmeye, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> bulunması eskimiş bir kirlenme ve daha az sayıda sakıncalı mikroorganizmayı düşündürür. Vücuda giren nitrat ince barsağın üst kısmından emilip böbreklerden atılır. Ayrıca tükürük bezlerinden de tükürüğe(veya salgılara) geçer. pH 4 veya üstünde olmadıkça nitrat-nitrit dönüşümü çok az olur. Çocuklarda mide asiditesi çok düşük olduğundan nitrit oluşumu artar. Nitrit oluşumunun artışı iki açıdan önemlidir. Birincisi methemoglobin oluşumu, ikincisi nitrosaminlerin oluşumudur(bazıları karsinojen). Vücutta hemoglobinin yüzde 1-2 si methemoglobin şeklindedir. Bu oran yüzde 10'u aştığında klinik etkiler görülebilir, yüzde 30-40'a ulaşması anoksi nedenidir. Suda ve gıdalardaki nitrat artışı bebeklerde methemoglobinemia ile sonuçlanabilir. Çünkü ince barsağın üst kısmında nitratları indirgeyen

bakteriler, pH yüksekliği, bazı mide-barsak rahatsızlıkları, çocuklarda methemoglobini hemoglobine geri döndüren iki enzim eksikliği vb. nedenlerle ciddi sonuçları olan methemoglobinemia'ya yol açabilir. Yüksek nitratlı (10-20 mg NO<sub>3</sub>-N/L) su içen çocukların da yüzde 2,3'ünde bu hastalığa rastlanmaktadır. Ancak yine de bazı bölgelerde düşük nitrat değerli sular ile beslenme önerilmektedir[5].

Tüm bu bilgilere rağmen bu etkilerin ortaya çıkması için eşik değerler konusunda kesin değerler yoktur. Ancak 10 mg NO<sub>3</sub>-N /L'den daha az nitrat içeren su tüketen bölgelerde methemoglobinemia az görülürken, 100-200 mg NO<sub>3</sub>-N /L arasında sadece yüzde 2-3 olarak tespit edilmiştir[5].

Vücutta ayrıca mesanede oluşan enfeksiyonlarda, aklorhidride(midede düşük asit veya asit yokluğu ile seyretme) nitrosamin yapımı ve dolaşıma geçişi artmaktadır. Hayvanlarda nitrosaminlerin karsinojenik olduğunu gösteren bazı çalışmalar olmasına rağmen insanlarda bu etkiyi gösteren çalışmalar yoktur[5].

Bütün bu değerlere toplu olarak bakıldığında 9 adet suyun incelenen parametrelerinin WHO, EPA ve TSE standartlarına uygun oldukları, ancak tek bir suyun sodyum değerinin TSE sınır değerini aşmış olduğu görülmektedir.

#### IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Su yaşamımızın en doğal ve en önemli gereksinimlerinden biridir. Çevre kirliliğinin tüm dünyayı tehdit ettiği günümüzde sular da bu tehditten ciddi şekilde etkilenmektedir. Tüm insanlar sosyal ve ekonomik durumlarına bakılmaksızın uygun miktarlarda güvenli su kullanma hakkına sahiptirler[11]. Dünyanın her tarafında yeni su kaynakları ile endüstrinin, ziraatın ve artan nüfusun gereksinimlerini karşılanmaya çalışılırken güvenli suların azlığı sıkıntı nedenidir. Bu nedenle sağlıklı ve güvenli suyun insanlara ulaştırmanın en iyi şekli şişelenmiş sulardır. Şişelenmiş sular hem endüstrileşmiş, hem de gelişmekte olan ülkeler için uygun olmakla birlikte tüketiciye mali bir yük getirmektedir[2]. Ancak bunun karşılığında güvenli, istenen tatta, içime uygun, sağlığa katkı sağlayan su gereksinimleri karşılanmaktadır.

Erişkin bir kişinin günlük su gereksinimi 2 L, yaklaşık 10 kg'lık bir çocuğun gereksinimi 1 L'dir. Bu miktarlar dikkate alındığında neden şişelenmiş su piyasasının dünyada tüm ülkelerde giderek artan miktarda büyüme gösterdiği anlaşılabilir. Kişi başı yıllık tüketim Fransa'da 75 L, Belçika'da, Almanya'da ve İtalya'da 60 L civarındadır[7].

WHO gibi uluslar arası, EPA, TSE gibi ulusal kuruluşlar güvenli su için "Su Kalitesi Standartları" belirlemişlerdir.

Bu standartlar ülkeler arasında değişiklik göstermekle birlikte bu farklar çok düşük olup değerler birbirine çok yakındır. Şişelenmiş sularda bu standartlara uymak daha kolaydır. Üstelik tüketici açısından bu standartlara uyan sular arasından içerikleri nedeniyle tercih şansı vardır. Şehir sularında herkes aynı nitelikte su içmeye mecbur iken şişelenmiş sularda ağız tadı olarak istediği suyu (örneğin sert su içmek isteyen sert suyu) tercih edebilir. Bir bebeğe mama hazırlamak istendiğinde sodyum ve sülfattan çok fakir, nitratlardan fakir, hiç nitrit içermeyen su kullanılması gerekir[7]. Bunu şişelerin üstündeki etiketten rahatlıkla görebilirsiniz. Ayrıca florür gibi az alınması da çok alınması da sorun yaratan parametrelerin şişe sularının etiketlerinden okunarak bilinçli alınması tüketiciyi rahatlatan, bu tür maddelerin tüketimiyle ilgili endişeleri hafifleten önemli bir faktördür.

Şişelenmiş sularda kurşun borulardan kaynaklanan sorunlar yoktur[2]. Ayrıca şişelenmiş sularda sorun olduğunda sadece o şişeyi ilgilendirebilir ama şehir sularında(isalede, haznede, şebekede) bir sorun olduğunda çok yaygın bir kitleyi ilgilendirir.

1999 Marmara depremi bu avantajlar için çok güzel bir örnektir. O dönemde deprem nedeniyle su dağıtım sistemi çöktüğünden gereksinim kısmen şişelenmiş(her boy ve evsafı) sularla karşılanmıştır. Prefabrik konutlarda ve normal yerleşim bölgelerinde bu hassas dönem hiç salgın hastalık olmadan atlatılmıştır. Ayrıca çevre sağlığının ve alt yapısının sağlanması için gerekli ve yeterli zaman sağlamıştır. Bu konu da şişelenmiş su pazarlayan şirketlerin uzun süre ücretsiz su sağlamaları takdire değerdir.

Şişelenmiş suların avantajlarının yanı sıra dikkate alınması gereken bazı noktalar vardır. Şişe suları borulardaki sulara oranla daha uzun süre ve daha yüksek sıcaklıklara maruz kalırlar. Bu nedenle sıcaklık konusunda hassas davranmak gerekir. Örneğin, şişeleri sıcakta, güneş altında bırakılması suyun tadında ve niteliğinde değişikliklere sebep olabilir. Ayrıca suların saklandığı kapların ve kapatılış sistemlerinin önemi büyüktür. Normal şartlarda halk sağlığı açısından önemli olmayan bazı mikroorganizmalar şişe sularında yüksek seviyelerde bulunabilir. Bu da bebekler, hamileler ve direnci düşük kişilerin olumsuz etkilenmesi açısından çok önemlidir. Bu açıdan cam şişeler hem bakteriyel, hem de fiziki açıdan daha uygun olabilir. Şişelenmiş sular steril olmadığından özellikle bebeklere verilmesinden önce mutlaka kaynatılmalıdır[2].

Bazı art niyetli kişiler tarafından şehir suları şişelere doldurulup satılabilir. Bunun için kapakları kontrol etmek ve özellikle lokantalarda su şişesinin açılmasını bizzat görmek gerekir[7].

Şişelenmiş sular hazır gıdalar gibi değerlendirilmelidir. Ağızları açıldıktan sonra mümkün olan en kısa zamanda

tüketilmelidir. Özellikle bebekler kesinlikle 36 saatten daha uzun süre önce açılmış sularla beslenmemelidir[7]. Tüm bu avantajlara karşın şişelenmiş sular tüketiciye şehir sularına veya evlerde kurulmuş arıtma sistemli sulara göre mali yük getirmektedir.

Sonuç olarak mali bir yük getirse de şişelenmiş sular tüketicinin su gereksinimini karşılamanın uygun şekillerinden biridir.

## KAYNAKLAR

- [1] ABDULRAHMAN I. A. and MUJAHID A. K., "Chemical Composition of Bottled Water in Saudi Arabia", Environmental Monitoring and Assessment 54: 173-189. 1999.
- [2] "Bottled Drinking – Water", Fact Sheet No. 256, October 2000,  
<http://www.who.int/inf-fs/en/fact256.html>
- [3] HAPÇIOĞLU B., GÜNGÖR G., DEMİR L., GÜRAY Ö., "İçme Sularında Saptanan Kimyasal ve Bakteriyolojik Kirliliklerin Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi", Su Kongresi ve Sergisi' 97, İstanbul, 19-22 Haziran 1997 İstanbul Sergi Sarayı, Tepebaşı.
- [4] "Guidelines for Drinking Water Quality" vol. 2, WHO, Geneva 1984, pp. 264-266, 281-292.
- [5] "Guidelines for Drinking Water Quality" vol. 2, WHO, pp.100-110, 145-151, 253-255.
- [6] RYLANDER, R., BONEVIK, H., RUBENOWITZ, E., "Magnesium and Calcium in Drinking Water and Cardiovascular Mortality", Original Articles, Scand J Work Environ Health 1991;17:91-4
- [7] ] GRAY, N.F., "Drinking Water Quality", John Wiley & Sons Ltd., pp.33-34, 41, 260-268, 265, England, 1994
- [8] Guidelines for Drinking Water Quality, 2<sup>nd</sup> edition, vol.2, Health criteria and other supporting information. Geneva, WHO, 1996, pp.201-206.
- [9] Floride, Health and Consumer Protection-Scientific Committee on Food,  
[http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/oldcomm7/out09\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/oldcomm7/out09_en.html) (27.03.2001)
- [10] Sulfate in Drinking Water,  
<http://www.epa.gov/safewater/sulfate.html> (17.03.2001)
- [11] "Drinking Water Quality Index", Publication date: 2001.03.29 [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/Water-quality/drinkwat.htm](http://www.who.int/water_sanitation_health/Water-quality/drinkwat.htm) (12.04.2001)

Tablo-1. Suların içerikleri

	pH	Konsantrasyonlar mg.L <sup>-1</sup>							
		Ca	Mg	Na	K	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
1	8,0	51,0	9,0	2,3	0,4	2,9	0,9	8,2	3,4
2	7,5	9,6	0,98	21,0	3,13	14,0	0,17	-	-
3	7,0	3,6	1,4	2,48	2,0	8,4	0,25	-	-
4	6,8	1,6	0,83	0,6	0,27	2,45	1,0	-	4,84
5	7,8	22,2	4,7	0,8	0,048	5,7	0,3	-	-
6	7,5	2,5	0,3	1,1	0,45	12,1	1,1	-	0,4
7	7,6	51,5	17,4	0,94	0,3	5,3	1,0	-	-
8	7,74	44,0	7,0	2,4	0,9	12,07	0,068	4,0	-
9	6,8	18,0	11,0	3,0	1,1	9,94	0,13	-	-
10	8,0	10,2	0,5	0,2	0,009	3,7	-	8,0	4,84

Tablo-2. WHO[1, 17], EPA [ 17, 26, 27] içme suyu ve TSE[5] kaynak suyu standartları

PARAMETRELER	WHO*	EPA*	TSE*
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5- 8,5
Kalsiyum (mg Ca/L)	-	150	100
Magnezyum (mg Mg/L)	-	-	30
Sodyum (mg Na/L)	200	250	20
Potasyum (mg K/L)	-	-	12
Klorür (mg Cl/L)	250	250	30
Florür (mg F/L)	1,5	4,0 (ikincil standart değeri: 2,0)	8-12 C° ta 1 25-30 C° ta 0,7
Sülfat (mg SO <sub>4</sub> /L)	400	250	25
Nitrat (mg NO <sub>3</sub> -N/L)	45	10.0	25

\* müsaade edilen maksimum konsantrasyonlar