

## Türkiyede'ki Şişe Sularının Kimyasal İçerikleri ve Sağlık Açısından Değerlendirilmesi *Chemical Contents of Bottled Waters in Turkey and Their Evaluation According to the Health*

Müfit Şefik DOĞDU

DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuyu Dairesi Başkanlığı, Etüt ve Değerlendirme Şubesi, 06100 Yücetepe Ankara (e-posta: mufitd@dsi.gov.tr)

### ÖZ

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de özellikle son yıllarda şişe suyu tüketiminde artış görülmektedir. Şişe suyu tüketimine paralel olarak çok sayıda firma ülkemizde, özellikle sanayinin geliştiği ve nüfusun fazla olduğu yerlerde, şişe suyu üretimine geçmişlerdir. Şu an Türkiye'de 180'nin üzerinde şişe suyu üreten firma yer almaktadır. Bu çalışmada şişe sularındaki fiziksel ve kimyasal parametreler istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Sularda yer alan ve kimi zaman limitleri aşan fiziksel ve kimyasal parametreler insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Şişe sularındaki kimyasal parametrelerin medyan değerleri Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenmiş olan limit değerleriyle karşılaştırılmış ve bu limit değerleri aşan parametrelerle ilgili yorumlar yapılmıştır. Diğer taraftan insan vücudu için gerekli olan ve suda majör miktarda bulunan kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) iyonlarının şişe sularındaki derişimleri de istatistiksel olarak değerlendirilerek sağlık açısından yorumlanmıştır. Ülkemizdeki şişe ve musluk sularının Ca, Mg ve Na içerikleri Avrupa ve Kuzey Amerika şişe ve musluk suları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, şişe sularımızın anılan üç element açısından nispeten fakir, musluk sularımızın ise zengin olduğunu göstermiştir. Türkiye'deki şişe, musluk ve maden sularının günde 2 l'lik tüketimi ile vücudun ihtiyacı olan Ca (800 mg/gün) ve Mg (350 mg/gün) miktarının bu sulardan sırasıyla %2.5 Ca, %8.8 Ca, %35 Ca ve %1.4 Mg, %7.5 Mg, %33 Mg oranında karşılanabileceği anlaşılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** maden suyu, musluk suyu, sağlık, şişe suyu, Türkiye.

### ABSTRACT

Increase in bottled water consumption in our country has been observed especially in last decade as in developed countries. A lot of firms have materialized the bottled water production particularly in the industrialized and overpopulated areas in Turkey with the high consumption of the bottled water. The number of bottled water production firm is over 180 in Turkey at present. In this study, physical and chemical parameters of the bottled waters have been evaluated according to the statistical characteristics. Physical and chemical parameters in the bottled water which are sometimes over the limits can negatively affect the human health. Median values of the bottled waters' chemical parameters have been compared with the limit values designated by The Ministry of Health and interpretations of the over limit parameters have been realized. On the other hand, concentrations of calcium (Ca), magnesium and sodium (Na) ions, which are present in the major amounts in the bottled water and necessary for the human body, evaluated statistically and interpreted from the point of health. Ca, Mg and Na contents of the bottled and

*tap waters in Turkey have been compared with Europe and North America's bottled and tap waters. This comparison has showed that these three minerals contents of our bottled waters are poorer but, tap waters are richer than Europe and North America's. It is understood that recommended daily intake amount of Ca (800 mg/day) and Mg (350 mg/day) for the body can be obtained by the consumption of 2 liters per day from the bottled, tap and mineral water in Turkey in the range of 2.5% Ca, 8.8% Ca, 35% Ca and 1.4 % Mg, 7.5% Mg, 33% Mg, respectively.*

## GİRİŞ

Ülkemizde özellikle son yıllarda ticari amaçlı üretilen şişe suyu tüketimi artış göstermektedir. 1975'den 1995'li yıllara kadar şişe suyu üreten firma sayısı 90 civarındayken son on yılda bu sayı % 100'den fazla artarak 180'nin üzerine çıkmıştır. Yurdumuzda, genellikle sanayinin geliştiği ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde şişe suyu üreticisi sayısında artış gözlenmektedir. Sunulan bu çalışmada şişe sularındaki fiziksel ve kimyasal parametreler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu istatistiksel değerler, Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan “İçilebilir Nitelikteki Suların İstihsalı, Ambalajlanması, Satışı ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik” de yer alan standartla karşılaştırılmıştır. Genellikle sularda major olarak bulunan üç ana katyon (kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na)) sağlık açısından değerlendirilmiştir.

## METOT

Ülkemizde bir şişe suyunun ticari olarak piyasa sürülebilmesi için “İçilebilir Nitelikteki Suların İstihsalı, Ambalajlanması, Satışı ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik (Sağlık Bakanlığı, 1997)” de belirtilen şartları yerine getirmesi ve daha sonra Sağlık Bakanlığı (SB)'ndan tesis ve işletme ruhsatı alması gerekmektedir. Bu çalışmaya konu olan şişe sularına ait

fiziksel ve kimyasal veriler SB'ndan sağlanan işletme ruhsatlarından elde edilmiştir. SB tarafından 1975-2002 yılları arasında ruhsat verilen toplam 178 adet şişe suyuna ait analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Şişe suyu, içme suyu standartları, içme suyu kalitesi gibi anahtar kelimeler ile internet'te arama yapılarak bu incelemeye yol gösterici olabilecek literatüre ulaşılmaya çalışılmıştır. Bulunan çalışmalarda şişe sularının başlıca: Ca, Mg, Na vb. gibi **majör iyon içerikleri** (Feru, 2004; Ikem vd., 2002; Versari vd., 2002; Saleh vd., 2001; Azoulay vd., 2001; Aly ve Khan, 1999; Misund vd., 1999; Garzon ve Eisenberg, 1998); koliform, fekal koliform, aerobik koloni vb. gibi **mikrobiyolojik ve bakteriyolojik özellikleri** (Armas ve Sutherland, 1999; Nsanze ve Babarinde, 1999; Robles vd., 1999; Warburton vd., 1998); kadmiyum, berilyum, krom, bakır, çinko, demir, nikel, selenyum, vanadyum vb. gibi **iz element miktarları** (Araya vd., 2003; Saleh ve Doush, 1998; Nkono ve Asubiojo, 1997); toplam alfa, toplam beta, 226Ra, 222Rn, 210Pb, 234U, 238U vb. gibi **radyoaktivite değerleri** (Kralik vd., 2003; Skwarzec vd., 2003; Rangel vd., 2002; Duenas vd., 1999; Sanchez vd., 1999; Bohus vd., 1997; Duenas vd., 1997) ile **polisiklik aromatik hidrokarbonlar** (Yongjian ve Mou, 2003; Nawrocki vd., 2002) incelenmiştir. Sunulan bu çalışmada ise ülkemizdeki şişe suyu

analizlerine ait 32 parametrenin ve üç ana katyonun (Ca, Mg ve Na) en az, en çok, ortalama, standart sapma ve medyan gibi istatistiksel parametreleri belirlenerek değerlendirilmiştir.

### ŞİŞE SUYU ÜRETİMİ ve BÖLGELERE GÖRE DAĞILIMI

Dünyada gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de şişe suya talep artmış ve son yıllarda üretici firma sayısı oldukça çoğalmıştır. İşletme ruhsatlarındaki tarihler dikkate alındığında özellikle son on yılda şişe suyu üreten firma sayısı iki kat artarak 2002 yılında 178'e ulaşmıştır (Şekil 1).

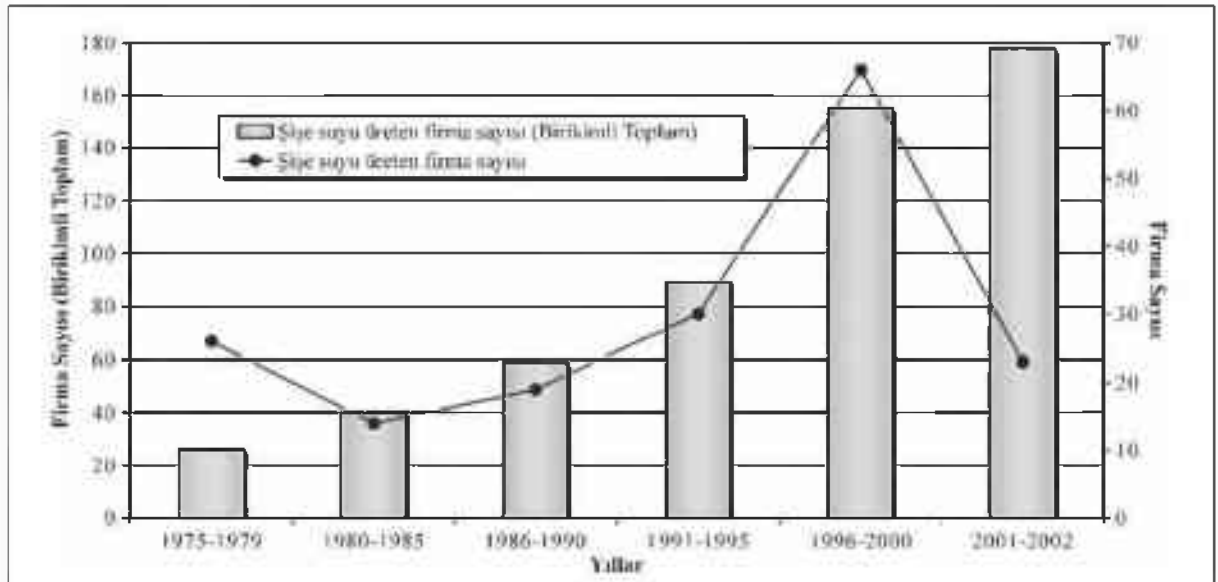
Yurdumuzda şişe suyu üretim yerleri genellikle sanayinin geliştiği ve nüfusun fazla olduğu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Üretici firmaların %82'si Marmara, Ege ve İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır.

Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinde bu oran %16'ya düşmektedir. Sanayinin az geliştiği ve nüfus yoğunluğunun nispeten daha az olduğu Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde ise üretici firmaların sadece %2'si bulunmaktadır (Şekil 2).

Coğrafi bölgeler içinde illere göre dağılım ise Marmara Bölgesi'nde İstanbul, Ege Bölgesi'nde İzmir ve İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara ili gibi nüfusun fazla olduğu yerlerde firmaların yoğunlaştığını göstermektedir (Çizelge 1).

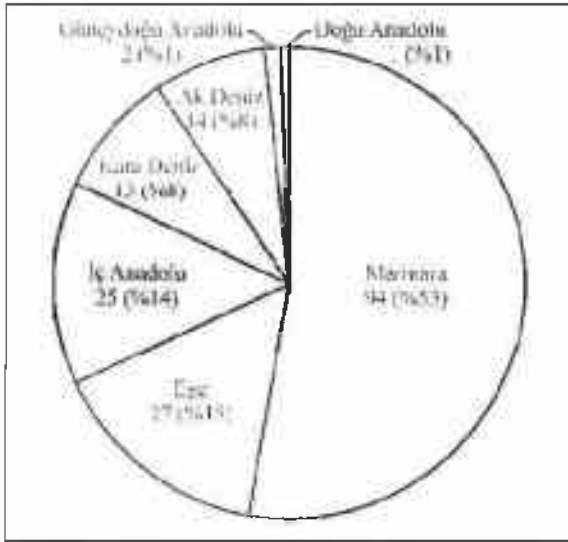
### ŞİŞE SUYU KİMYASAL İÇERİKLERİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ ve SAĞLIK AÇISINDAN YORUMLANMASI

Şişe sularının kimyasal içeriklerinin değerlendirmesinde Çizelge 2'de verilmiş olan parametreler kullanılmıştır.



Şekil 1. Şişe suyu üreten firma sayısının yıllara göre artışı.

Figure 1. Increasing of bottled water production firm's number according to years.



Şekil 2. Şişe suyu üreten firmaların coğrafi bölgelere göre dağılımı.

Figure 2. Distribution of the bottled water production firms according to geographical regions.

Parametrelerin sıralanışında Sağlık Bakanlığı standardı (SBS)'nda verilen sıralama dikkate alınmıştır. Bu sıralamada parametrelerin alabileceği en çok değerler:

- **Fiziksel özellikler** (renk, bulanıklık)

- **İstenmeyen maddeler** pH, klorür (Cl), sülfat ( $SO_4$ ), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), alüminyum (Al), nitrat ( $NO_3$ ), nitrit ( $NO_2$ ), amonyak ( $NH_4$ ), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn), florür (F), organik madde için sarf edilen oksijen miktarı, bor (B) ve fenolik maddeler)

- **Zehirli maddeler** arsenik (As), kadmiyum (Cd), siyanid (Cn), krom (Cr), civa (Hg), nikel (Ni), kurşun (Pb), antimon (Sb), selenyum (Se), pestisit ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH)

- **Radyoaktivite miktarı** alfa ve beta vericiler ve

- **Mikrobiyolojik özellikler** jerm sayısı, toplam koliform ve E.Coli

başlıkları altında sunulmuştur. SB'ndan sağlanan işletme ruhsatlarının bir çoğunda mikrobiyolojik değerler bulunmadığından dolayı bu çalışmada suların mikrobiyolojik özelliklerine değinilmemiştir.

Şişe suyu analizlerinde yer alan kimyasal parametrelerin en az, en çok, ortalama standart sapma ve medyan gibi istatistiksel değerleri belirlenmiştir. Şişe sularındaki kimyasal parametrelerin dağılımı normal bir dağılıma uymadığı için parametrenin ortalama değerinin yanı sıra medyan değeri de hesaplanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeye göre ilgili parametrenin en

Çizelge - 1

| Marmara                |                 | Karadeniz              |                |
|------------------------|-----------------|------------------------|----------------|
| İstanbul               | 51              | Zonguldak              | 3              |
| Bursa                  | 14              | Bozü                   | 2              |
| Sakarya                | 12              | Düzce                  | 2              |
| Kocaeli                | 7               | Ordu                   | 2              |
| Kırklareli             | 3               | Samsun                 | 2              |
| Tekirdağ               | 3               | Bartın                 | 1              |
| Balıkesir              | 2               | Giresun                | 1              |
| Çanakkale              | 1               | Kastamonu              | 1              |
| Edirne                 | 1               | Tokat                  | 1              |
| <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>94 (%53)</b> | <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>15 (%8)</b> |
| Ege                    |                 | Akdeniz                |                |
| İzmir                  | 11              | Osmaniye               | 4              |
| Aydın                  | 8               | Hatay                  | 3              |
| Afyon                  | 3               | Isparta                | 3              |
| Balıkesir              | 1               | Antalya                | 2              |
| Denizli                | 1               | Adana                  | 1              |
| Manisa                 | 1               | İçel                   | 1              |
| Muğla                  | 1               |                        |                |
| Uşak                   | 1               |                        |                |
| <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>27 (%15)</b> | <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>14 (%8)</b> |
| İç Anadolu             |                 | Güneydoğu Anadolu      |                |
| Ankara                 | 16              | Adıyaman               | 1              |
| Eskişehir              | 2               | Şanlıurfa              | 1              |
| Kayseri                | 2               | <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>2 (%1)</b>  |
| Konya                  | 2               |                        |                |
| Çorum                  | 1               |                        |                |
| Niğde                  | 1               |                        |                |
| Yozgat                 | 1               |                        |                |
| <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>25 (%14)</b> | <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>1 (%1)</b>  |
|                        |                 | Doğu Anadolu           |                |
|                        |                 | Elazığ                 | 1              |
|                        |                 | <b>Toplam ve yüzde</b> | <b>1 (%1)</b>  |

Çizelge - 2

| Parametre <sup>(1)</sup>  | n <sup>(2)</sup> | En az   | - | En çok  | Ortalama<br>±Standart<br>supma | ±        | Medyan | SBS <sup>(3)</sup> | SBS'ni aşan<br>şişe suyu<br>sayısı |
|---------------------------|------------------|---------|---|---------|--------------------------------|----------|--------|--------------------|------------------------------------|
| Debi (l/sn)               | 169              | 0.04    | - | 800.00  | Ağu.60                         | ± 62.27  | Oca.30 |                    |                                    |
| pH (pH birimi)            | 176              | May.60  | - | Ağu.90  | Tem.18                         | ± 0.67   | Tem.22 | 5.5-8.5            | 2                                  |
| Renk (Pt/Co)              | 73               | 0.10    | - | 3.00    | 0.96                           | ± 01.May | 0.30   | 10                 | -                                  |
| Bulanıklık<br>(Jackson)   | 71               | 0.02    | - | 2.00    | 0.50                           | ± 0.55   | 0.30   | 5                  | -                                  |
| Klorür (Cl)               | 176              | 0.150   | - | 73.080  | 13.519                         | ± 10.029 | Eki.40 | 250                | -                                  |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> ) | 104              | 0.200   | - | 82.560  | 10.450                         | ± 10.472 | 7.00   | 250                | -                                  |
| Kalsiyum (Ca)             | 134              | 0.480   | - | 97.100  | 16.197                         | ± 15.372 | 10.Eki | 100                | -                                  |
| Magnezyum<br>(Mg)         | 132              | 0.012   | - | 17.400  | 3.566                          | ± 3.366  | Şub.50 | 50                 | -                                  |
| Sodyum (Na)               | 130              | 0.040   | - | 50.000  | 8.214                          | ± 8.789  | Nis.99 | 175                |                                    |
| Potasyum (K)              | 119              | 0.005   | - | 11.200  | 2.075                          | ± 2.273  | Oca.38 | 12                 |                                    |
| Alüminyum<br>(Al)         | 84               | 0.002   | - | 0.380   | 0.024                          | ± 0.042  | 0.01   | 0.2                | 1                                  |
| Demir (Fe)                | 101              | 0.004   | - | 3.080   | 0.058                          | ± 0.305  | 0.02   | 0.3                | 1                                  |
| Mangan (Mn)               | 64               | 0.002   | - | 0.062   | 0.016                          | ± 0.009  | 0.02   | 0.05               | 1                                  |
| Bakır (Cu)                | 61               | 0.002   | - | 0.160   | 0.019                          | ± 0.021  | 0.02   | 01.May             | -                                  |
| Çinko (Zn)                | 84               | 0.003   | - | 0.170   | 0.037                          | ± 0.037  | 0.02   | 5                  | -                                  |
| Florür (F)                | 154              | 0.006   | - | 1.000   | 0.178                          | ± 0.181  | 0.11   | 01.May             | -                                  |
| Bor (B)                   | 73               | 0.007   | - | 1.000   | 0.119                          | ± 0.179  | 0.10   | 3                  | -                                  |
| Nitrat (NO <sub>3</sub> ) | 135              | 0.020   | - | 20.500  | 4.696                          | ± 4.602  | Mar.50 | 45 <sup>(6)</sup>  |                                    |
| Fenolik Madde             | 5                | 0.00001 | - | 0.8000  | 0.2670                         | ± 0.4616 | 0.001  | 0.02               |                                    |
| OM[SOM <sup>(7)</sup>     | 126              | 0.10    | - | Oca.80  | 0.68                           | ± 0.33   | 0.60   | 03.May             | -                                  |
| Arsenik (As)              | 57               | 0.0010  | - | 0.0100  | 0.0074                         | ± 0.0037 | 0.010  | 0.01               |                                    |
| Kadmiyum<br>(Cd)          | 48               | 0.0000  | - | 0.0050  | 0.0034                         | ± 0.0015 | 0.003  | 0.003              | 18                                 |
| Siyanid (Cn)              | 52               | 0.0001  | - | 0.0100  | 0.0035                         | ± 0.0034 | 0.002  | 0.01               | -                                  |
| Krom (Cr)                 | 56               | 0.0008  | - | 0.0500  | 0.0170                         | ± 0.0096 | 0.020  | 0.05               | -                                  |
| Civa (Hg)                 | 45               | 0.0001  | - | 0.0010  | 0.0008                         | ± 0.0003 | 0.001  | 0.001              | -                                  |
| Nikel (Ni)                | 65               | 0.0020  | - | 0.1000  | 0.0170                         | ± 0.0125 | 0.020  | 0.02               | 1                                  |
| Kurşun (Pb)               | 50               | 0.0010  | - | 0.0100  | 0.0086                         | ± 0.0028 | 0.010  | 0.01               |                                    |
| Antimon (Sb)              | 50               | 0.0005  | - | 0.0050  | 0.0036                         | ± 0.0019 | 0.005  | 0.005              | -                                  |
| Selenyum (Se)             | 46               | 0.0010  | - | 0.0100  | 0.0086                         | ± 0.0026 | 0.010  | 0.01               |                                    |
| PAH <sup>(4)</sup> ( g/l) | 37               | 0.0001  | - | 196.000 | 57.969                         | ± 70.346 | 02.Mar | 0.2                | 26                                 |
| Alfa vericiler<br>(pCi/l) | 121              | 0.01    | - | May.94  | 0.58                           | ± 0.58   | 0.54   | 02.Tem             | 1                                  |
| Beta vericiler<br>(pCi/l) | 121              | 0.05    | - | Eyl.99  | Oca.46                         | ± Oca.39 | 01.Kas | 27                 |                                    |

çok değerinin SBS'nı aşan değerleri ve kaç şişe suyu aşıldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu değerlere göre estetik açıdan suyun kalitesini bozan ve birçok içme suyu standardında (bk. Ek Çizelge 1) ikincil standart (*uyulması zorunlu olmayan fakat önerilen standart değer*) olarak verilen pH, Al, Fe, Mn ve Ni sadece bir-iki şişe suyu aşmıştır. Bunun yanı sıra, SBS'nda zehirli maddeler başlığı altında verilen kadmiyum (Cd) ve polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) parametreleri sırasıyla 18 ve 26 şişe suyu standardta belirtilen limit değerlerin ( $Cd < 3.0 \text{ } \mu\text{g/l}$  ve  $PAH < 0.2 \text{ } \mu\text{g/l}$ ) üzerine çıkmıştır.

İnorganik kirleticilerden olan Cd insan faaliyeti sonucu su, hava ve toprağa geçebilmektedir. Elektrolizle metal kaplama işlemleri, bakır ve nikel metalurjisi, fosil yakıtların yakılması, oksidasyona dayanıklı alaşımlar, Ni-Cd piller, elektronik malzemeler, motor yağları, fotoğraf malzemeleri, cam, seramik, tarım ilaçları, fosfat gübreleri ve plastiklerin üretimi doğal yollar dışında çevreye Cd katılımına neden olmaktadır (McNeely vd., 1979; Hem, 1985). İçme sularındaki Cd derişim genellikle  $1 \text{ } \mu\text{g/l}$ 'den azdır (WHO, 1996). İçme suyu standartlarında Cd için izin verilebilir en çok derişimi  $0.003\text{-}0.005 \text{ mg/l}$  arasında değişmektedir (bk. Ek Çizelge 1). Ağız yoluyla alınan ve insanlar için öldürücü doz  $350\text{-}3500 \text{ mg}$ 'dır (WHO, 1996). Cd ve Cd bileşikleri solunum yoluyla alınırsa kanserojen özellik de gösterebilmektedir (IARC, 1987; WHO, 1996). Kadmiyum, sindirim ve solunum yolları aracılığı ile kolayca emilebilen, vücutta birikim yapan ve zehirlilik etkisi yüksek olan bir metaldir (McNeely vd., 1979; WHO, 1996). Vücut tarafından emilen Cd, kana geçer ve vücudun

belli bölgelerinde depolanır. Böbrekler ve karaciğer Cd'un depolandığı başlıca bölgelerdir (WHO, 1996) ve özellikle böbreklere hasar verebilmektedir (USEPA, 2002).

İçme suyu standartlarında izin verilebilir en çok derişimi  $0.1\text{-}0.7 \text{ } \mu\text{g/l}$  arasında değişen ve organik kirleticilerden olan PAH oldukça geniş bir grubu temsil etmektedir. Bu grup içinde sulara en yaygın bulunan benzo[a]pyrene'dir ve IARC (1987)'e göre olası kanserojen madde sınıfına girmektedir (WHO, 1996). Polisiklik aromatik hidrokarbon bileşikleri petrol ürünlerinde (asfalt, katran vb.) ve tamamen yanmamış fosil yakıtlarda bulunmaktadır. Su depolama tanklarının ve dağıtım hatlarının iç kaplama malzemelerinden suya geçebilmektedir (USEPA, 2002). Polisiklik aromatik hidrokarbonlar üreme sorunlarına yol açabileceği gibi kanser riskini de arttırmaktadır (USEPA, 2002). Halojenli (Cl, Br, F) hidrokarbonlar özellikle merkezi sinir sistemini, böbrekleri ve bağırsak sistemini etkilemektedir (Bedient vd., 1994). Yukarıda verilmiş olan parametrelerin dışında daha birçok parametre için; parametrenin neden kaynaklanabileceği, en çok sınırı ve ne gibi rahatsızlıklara yol açabileceği gibi bilgiler ayrıntılı olarak WHO (1996)'da verilmektedir.

### **ŞİŞE SULARININ Ca, Mg ve Na İÇERİĞİNİN SAĞLIK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Şişe sularında bol miktarda (majör) bulunmalarından dolayı Ca, Mg ve Na kasyonlarının sağlık açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Şişe sularındaki bu majör kasyonların en az ve en çok derişimleri sırasıyla  $0.48\text{-}97.1 \text{ mg/l}$ -Ca,

Ek Çizelge - 1

|                                           | Sağlık<br>Bakanlığı<br>-1997 | TS 266<br>-1997       | USEPA<br>-2002          | FDA<br>-2003            | IBWA<br>-2003           | WHO<br>-1996           | GCDWQ<br>-2003          | EU<br>-1998               |
|-------------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>- Fiziksel Özellikler:</b>             |                              |                       |                         |                         |                         |                        |                         |                           |
| Renk (Pt/Co)                              | 10                           | 1                     | 15 <sup>(1)</sup>       | 15                      | 5                       | 15 <sup>(1)</sup>      | 15 <sup>(1)</sup>       | -2                        |
| Bulanıklık (NTU)                          | 5                            | 5                     | 5                       | 5                       | 0.5                     | 5 <sup>(1)</sup>       | 5 <sup>(1)</sup>        | -2                        |
| <b>- İstenmeyen Maddeler:</b>             |                              |                       |                         |                         |                         |                        |                         |                           |
| pH                                        | 5.5-8.5                      | 6.5-8.5               | 6.5-8.5 <sup>(1)</sup>  | -3                      | 6.5-8.5                 | 6.5-8.5 <sup>(1)</sup> | 6.5-8.5 <sup>(1)</sup>  | 6.5-9.5 <sup>(1)(4)</sup> |
| Klorür (Cl)                               | 250                          | 30 <sup>(5)</sup>     | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>     | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>        |
| Sülfat (SO <sub>4</sub> )                 | 250                          | 25 <sup>(5)</sup>     | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>     | 500 <sup>(1)</sup>      | 250 <sup>(1)</sup>        |
| Kalsiyum (Ca)                             | 100                          | 100                   | -3                      | -3                      | -3                      | -3                     | -6                      | -3                        |
| Magnezyum (Mg)                            | 50                           | 30                    | -3                      | -3                      | -3                      | -3                     | -6                      | -3                        |
| Sodyum (Na)                               | 175                          | 20                    | -3                      | -3                      | -3                      | 200 <sup>(1)</sup>     | 200 <sup>(1)</sup>      | 200 <sup>(1)</sup>        |
| Potasyum (K)                              | 12                           | 12                    | -3                      | -3                      | -3                      | -3                     | -3                      | -3                        |
| Alüminyum (Al)                            | 0.2                          | 0.2                   | 0.05-0.2 <sup>(1)</sup> | 0.2 <sup>(1)</sup>      | 0.2 <sup>(1)</sup>      | 0.2 <sup>(1)</sup>     | 0.1 <sup>(1)</sup>      | 0.2 <sup>(1)</sup>        |
| Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)               | 45 <sup>(7)</sup>            | 25                    | 10                      | 10                      | 10                      | 50 <sup>(7)(8)</sup>   | 45 <sup>(7)</sup>       | 50 <sup>(7)(8)</sup>      |
| Demir (Fe)                                | 0.3                          | 0.05                  | 0.3 <sup>(1)</sup>      | -3                      | 0.3 <sup>(1)</sup>      | 0.3 <sup>(1)</sup>     | 0.3 <sup>(1)</sup>      | 0.2 <sup>(1)</sup>        |
| Mangan (Mn)                               | 0.05                         | 0.02                  | 0.05 <sup>(1)</sup>     | 0.05 <sup>(1)</sup>     | 0.05 <sup>(1)</sup>     | 0.5 <sup>(1)</sup>     | 0.05 <sup>(1)</sup>     | 0.05 <sup>(1)</sup>       |
| Bakır (Cu)                                | 01.May                       | 0.1                   | 1 <sup>(1)</sup>        | 1                       | 1 <sup>(1)</sup>        | 2 <sup>(1)</sup>       | 1 <sup>(1)</sup>        | 2                         |
| Çinko (Zn)                                | 5                            | 0.1                   | 5 <sup>(1)</sup>        | 5 <sup>(1)</sup>        | 5 <sup>(1)</sup>        | 3 <sup>(1)</sup>       | 5 <sup>(1)</sup>        | -3                        |
| Florür (F)                                | 01.May                       | 0.7-1 <sup>(10)</sup> | 2 <sup>(1)</sup>        | 1.4-2.4 <sup>(11)</sup> | 1.4-2.4 <sup>(11)</sup> | 1.5 <sup>(10)</sup>    | 1.5 <sup>(11)(12)</sup> | 01.May                    |
| <b>Organik madde için sarf</b>            |                              |                       |                         |                         |                         |                        |                         |                           |
| edilen oksijen miktarı (BOİ)              |                              |                       |                         | -3                      | -3                      | -3                     |                         | -3                        |
| Amonyak (NH <sub>4</sub> )                | 0.05                         | -3                    | -3                      | -3                      | -3                      | -3                     | -3                      | -3                        |
| Bor (B)                                   | 3                            | 1                     | -3                      | -3                      | -3                      | 0.3                    | 5 <sup>(1)</sup>        | 1                         |
| Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)               | 0.05                         | 0.1                   | 1                       | 1                       | 1                       | 3 <sup>(8)</sup>       | 03.Şub                  | 0.5 <sup>(8)</sup>        |
| Fenolik Maddeler                          | 0.02                         | 0.0005                | -13                     | 0.001 <sup>(14)</sup>   | 0.001 <sup>(14)</sup>   | -13                    | -6                      | -3                        |
| <b>- Zehirli Maddeler:</b>                |                              |                       |                         |                         |                         |                        |                         |                           |
| Arsenik (As)                              | 0.01                         | 0.05                  | 0.01                    | 0.05                    | 0.01                    | 0.01                   | 0.025                   | 0.01                      |
| Kadmiyum (Cd)                             | 0.003                        | 0.005                 | 0.005                   | 0.005                   | 0.005                   | 0.003                  | 0.005                   | 0.005                     |
| Siyanid (Cn)                              | 0.01                         | 0.05                  | 0.2                     | 0.2                     | 0.1                     | 0.07                   | 0.2                     | 0.05                      |
| Krom (Cr)                                 | 0.05                         | 0.05                  | 0.1                     | 0.1                     | 0.05                    | 0.05                   | 0.05                    | 0.05                      |
| Civa (Hg)                                 | 0.001                        | 0.001                 | 0.002                   | 0.002                   | 0.001                   | 0.001                  | 0.001                   | 0.001                     |
| Nikel (Ni)                                | 0.02                         | 0.05                  | -6                      | 0.1                     | 0.1                     | 0.02                   | -3                      | 0.02                      |
| Kurşun (Pb)                               | 0.01                         | 0.05                  | 0.015 <sup>(9)</sup>    | 0.005                   | 0.005                   | 0.01                   | 0.01                    | 0.01                      |
| Antimon (Sb)                              | 0.005                        | 0.01                  | 0.006                   | 0.006                   | 0.006                   | 0.005                  | 0.006                   | 0.005                     |
| Selenyum (Se)                             | 0.01                         | 0.01                  | 0.05                    | 0.05                    | 0.01                    | 0.01                   | 0.01                    | 0.01                      |
| Pestisit ve benzeri maddeler (Xg/l)       | 0.1                          | 0.5 <sup>(15)</sup>   | -13                     | -13                     | -13                     | -13                    | -13                     | 0.5 <sup>(15)</sup>       |
| Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (Xg/l) | 0.2                          | 10                    | 0.2 <sup>(16)</sup>     | 0.2 <sup>(16)</sup>     | 0.2 <sup>(16)</sup>     | 0.7 <sup>(16)</sup>    | 0.1 <sup>(16)</sup>     | 0.1 <sup>(17)</sup>       |
| <b>- Radyoaktivite Miktarı:</b>           |                              |                       |                         |                         |                         |                        |                         |                           |
| Alfa vericiler (pCi/l)                    | 2.7                          | 1                     | 15                      | 15 <sup>(18)</sup>      | 15                      | 2.7                    | 2.7                     | 3 <sup>(20)</sup>         |
| Beta vericiler (pCi/l)                    | 27                           | 10                    | 50                      | 4 <sup>(19)</sup>       | 4 <sup>(19)</sup>       | 27                     | 27                      | 30 <sup>(20)</sup>        |

Ek Çizelge - 1

| PARAMETRE                                                           | Sağlık<br>Bakanlığı<br>-1997 | TS 266<br>-1997        | USEPA<br>-2002 | FDA<br>-2003           | IBWA<br>-2003 | WHO<br>-1996 | GCDWQ<br>-2003 | EU<br>-1990       |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|---------------|--------------|----------------|-------------------|
| <b>Mikrobiyolojik Özellikler:</b>                                   |                              |                        |                |                        |               |              |                |                   |
| <b>erm sayısı</b>                                                   |                              |                        |                |                        |               |              |                |                   |
| Kaynağından alınan suyun 1 ml'sinde 37°C ve 24 saat'de              | 20                           | 4                      | 3              | 3                      | 3             | 3            | 3              | 3                 |
| Kaynağından alınan suyun 1 ml'sinde 20-22°C ve 72 saat'de           | 50                           | 6                      | 3              | 3                      | 3             | 3            | 3              | 3                 |
| Piyasa kontrollerinde alınan suyun 1 ml'sinde 37°C ve 24 saat'de    | 100                          | 20 <sup>(21)</sup>     | 3              | 3                      | 3             | 3            | 3              | 20                |
| Piyasa kontrollerinde alınan suyun 1 ml'sinde 20-22°C ve 72 saat'de | 200                          | 100 <sup>(21)</sup>    | 3              | 3                      | 3             | 3            | 3              | 100               |
| Toplam Koliform (100 ml'de)                                         | 0                            | 0 - <1 <sup>(22)</sup> | 3              | 3                      | 0             | 0            | 0              | 0 <sup>(25)</sup> |
| E.Coli (100 ml'de)                                                  | 0                            | 0 - <1 <sup>(22)</sup> | 0              | <3.2-4 <sup>(24)</sup> | 0             | 0            | 0              | 0 <sup>(25)</sup> |

**AÇIKLAMALAR:**

Aksi belirtilmediği sürece derişimler mg/l'dir. Parametre sıralaması Sağlık Bakanlığı'nın "İçilebilir Nitelikteki Suların İstihali, Ambalajlanması, Satışı ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmeliği"nin Ek 3'ünde yer alan sıralamaya göre yapılmıştır. Yabancı kaynaklı standartlarda daha bir çok parametre yer almaktadır.

(1) İkincil standart (ikincil standartta uygulamaya yönelik herhangi bir zorlama yoktur), (2) Tüketicinin kabul edebileceği bir değer olmalı ve anormal değişim gözlenmemelidir, (3) Bu parametre ilgili standartta yer almamaktadır, (4) Şişelere veya kaplara konulan, doğal olarak kendiliğinden CO<sub>2</sub>'ce zengin veya suni olarak CO<sub>2</sub>'ce zenginleştirilmiş sulara minimum alt sınır, daha da indirilebilir, (5) Kaynak suları için verilen maksimum değerdir, (6) Herhangi bir sınır yoktur, (7) 10 mg/l NO<sub>3</sub>-N eşittir. NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> aynı belirleniyorsa NO<sub>3</sub> 3.2 mg/l'yi geçmemelidir, (8) NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> değerleridir ve [NO<sub>3</sub>]/50+[NO<sub>2</sub>]/3?1 olmalıdır, (9) Su örneklerinin %10'dan fazlasındaki değer limit değeri geçmemelidir. Limit değeri Cu için 1.3 mg/l, Pb için 0.015 mg/l'dir, (10) Limit değeri, ilgili coğrafik bölgedeki ortalama hava sıcaklığına göre değişmektedir. İlk değeri 8-12°C, ikinci değeri 25-30°C içindir, (11) Hava sıcaklığına göre değişmektedir, (12) Diş sağlığı açısından en uygun derişim 0.8-1.0 mg/l'dir, (13) İlgili standartta ayrı ayrı bir çok bileşik için limit vardır, (14) Toplam kazanılabilir fenoller (total recoverable phenolics) için limit değerdir, (15) Organik insektisit, herbisit ve fungusit vb. gibi maddeleri içeren toplam pestisit (total pesticides) değeridir. Ölçülen tek pestisit miktarı 0.1 µg/l'yi geçmemelidir, (16) PAH'lardan olan benzo(a)pyrene için verilen değerdir, (17) PAH'lardan olan benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(ghi)perylene ve indeno(1,2,3-cd)pyrene bileşiklerinin toplamı için verilen değerdir, (18) Bu değeri Radyum-226 aktivitesini de içermekte fakat Radon ve Uranyum aktivitesini içermemektedir, (19) millirem/yıl, (20) Bu standartta sadece trityum (2700 pCi/l) ve toplam belirtici doz (total indicative dose, 0.1 millirem/yıl=10 millirem/yıl) değerleri verilmiştir. ES (1970)'deki değerler alfa ve beta aktivitesi için sırasıyla 3 ve 30 pCi/l'dir, (21) Kapalı kap içerisinde sabit sıcaklıkta muhafaza edilen suda 12 saat içerisinde ölçülmelidir, (22) 37°C'de ve 100 ml sudaki değerdir. İlk değeri membran süzme metodu, ikinci değeri çoklu tüp metodu ile belirlenen değerdir, (23) Bir ayda analiz edilen örnek sayısının %5'inden fazlasında pozitif değerler olmamalıdır, (24) Birinci değeri çoklu tüp (multiple-tube) yöntemiyle belirlenmiştir ve birimi en olası sayıdır (MPN, most probable number). İkinci değeri membran süzme (membrane filter) yöntemiyle belirlenmiştir ve birimi koloni oluşturma birimidir (CFU, colony-forming units), (25) 250 ml'lik örnekte ölçülen değerdir.

0.01-17.4 mg/l-Mg ve 0.04-50.0 mg/l-Na'dur (Çizelge 3). Medyan değerleri ise 10.1 mg/l-Ca, 2.5 mg/l-Mg ve 4.9 mg/l-Na'dur. Majör katyonların frekans dağılımları, suların yaklaşık %50'sindeki bu katyonların derişimlerinin 0-10 mg/l-Ca, 0-2 mg/l-Mg ve 0-5 mg/l-Na arasında değiştiğini göstermiştir (Şekil 3) ki bu değerler ortalama çok medyan değerleri ile uyumludur.

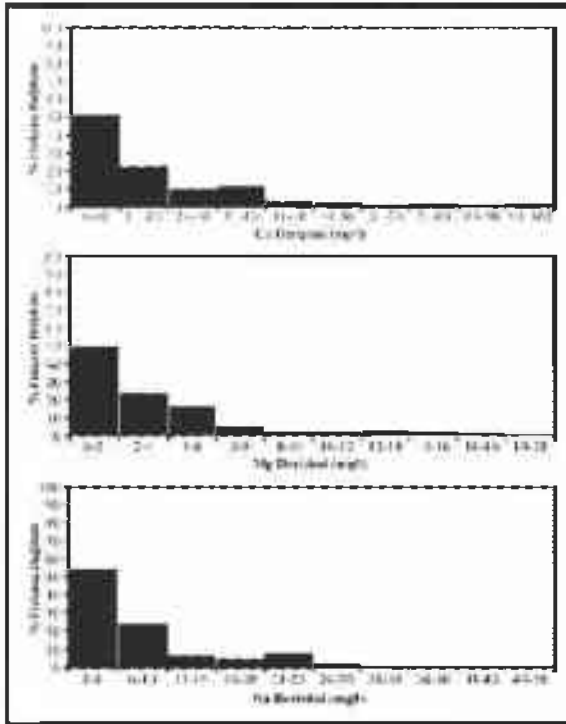
Suda bol miktarda bulunan iyonik formdaki bu üç katyon mide ve bağırsak sistemi tarafından kolaylıkla emilebilmektedir. Bu yüzden sular, vücuda gerekli minerallerin sağlanması açısından oldukça önemlidir (Azoulay vd., 2001). Diyet komisyonlarınca yapılan çalışmalar bir günde vücuda en az 800 mg-Ca ve 350 mg-Mg ve en çok 2400 mg-Na alınmasını önermektedir (Campese, 1994).

Çizelge - 3

| Şişe Suyu Adı | Ca   | Mg   | Na   | Şişe Suyu Adı   | Ca   | Mg   | Na   | Şişe Suyu Adı | Ca    | Mg    | Na    |
|---------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|---------------|-------|-------|-------|
| Akar          | 10.0 | 2.1  | 4.4  | Geyikoğlu       | 26.9 | 13.4 | 7.9  | Ovacık        | 4.0   | 2.4   | 14.0  |
| Akasya        | 14.0 | 2.7  | 25.0 | Gökpinar        | 42.0 | 1.1  | 0.6  | Öz Haznedar   | 9.6   | 1.4   | 50.0  |
| Akçat         | 1.6  | 0.3  | 17.5 | Gümüş           | 6.0  | 1.2  | 6.2  | Öz Kariyer    | 36.0  | 4.1   | 7.4   |
| Akdağ         | 15.6 | 4.6  | 2.3  | Güneş Su        | 9.8  | 0.8  | 28.4 | Özbirlik Şile | 20.0  | 2.4   | 5.9   |
| Akpınar       | 6.4  | 1.8  | 7.9  | Gürpınar        | 50.1 | 3.6  | 9.2  | Özçamlık      | 28.5  | 12.8  | 4.1   |
| Altınbaş      | 51.5 | 17.4 | 0.9  | Güvenpınar      | 16.8 | 5.1  | 27.4 | Özgümüş       | 3.3   | 0.8   | 11.0  |
| Altınçam      | 22.0 | 1.2  | 2.0  | Güzelpınar      | 10.0 | 2.4  | 21.0 | Özkayışdağı   | 6.0   | 2.1   | 10.6  |
| Aqua Pack     | 5.8  | 4.7  | -    | Hamidiye Burgaz | 14.0 | 6.1  | 21.8 | Özkaynak      | 6.4   | 2.2   | 4.0   |
| Aquafina      | 0.8  | 0.7  | -    | Hasuneş         | 16.8 | 1.7  | 2.0  | Özlem Pınar   | 4.8   | 2.8   | 12.0  |
| Aquanet       | 8.0  | 1.5  | 4.2  | Hayat           | 51.0 | 9.0  | 2.3  | Özpınar       | 13.2  | 2.4   | 30.0  |
| Asya Su       | 12.8 | 4.9  | 3.9  | Hazer Balaban   | 40.0 | 0.5  | 0.4  | Özsu          | 4.1   | 1.3   | 20.9  |
| Aysu          | 27.0 | 4.6  | 22.0 | Hisar           | 11.6 | 3.4  | 13.6 | Pan           | 19.2  | 11.9  | 18.5  |
| Aytaç         | 31.0 | -    | 4.5  | Hünkar          | 3.9  | 1.0  | 0.5  | Pınar Madran  | 3.1   | 1.1   | 2.0   |
| Ayvaz         | 1.2  | 0.4  | 3.4  | İnren           | 6.0  | 1.5  | 7.9  | Pınar Şaşal   | 9.6   | 1.0   | 21.0  |
| Bademli       | 3.7  | 0.8  | 0.0  | İpekpinar       | 8.0  | 1.9  | 3.2  | Revan         | 26.4  | 6.8   | 3.5   |
| Bahçe Ayransu | 6.0  | 2.5  | 8.0  | İremsu          | 7.2  | 3.8  | 42.0 | Şadırvan      | 14.3  | 5.1   | 23.0  |
| Bahçepınar    | 28.0 | 10.8 | 4.2  | Istranca        | 4.5  | 0.2  | 7.0  | Sağlık        | 9.9   | 4.5   | 4.6   |
| Başayran      | 12.8 | 13.9 | 3.1  | İvriz           | 37.7 | 6.1  | 0.5  | Sahra         | 39.0  | 16.0  | 4.0   |
| Baykal        | 15.5 | 4.4  | 9.8  | Kabalak         | 2.4  | 0.7  | 6.8  | Sansu         | 2.7   | 3.3   | 1.7   |
| Belgrad       | 6.4  | 1.9  | 15.8 | Kalabak         | 5.6  | 1.2  | 3.7  | Saray         | 9.8   | 1.2   | 5.8   |
| Berrak Yayla  | 37.6 | 5.9  | 22.5 | Karacadağ       | 21.2 | 6.5  | 6.3  | Sarp          | 10.0  | 6.8   | 8.8   |
| Beya Su       | 3.2  | 0.4  | 7.8  | Karakulak       | 6.4  | 1.2  | 9.9  | Şeker         | 12.0  | 5.1   | 10.5  |
| Beysu         | 16.0 | 5.6  | 5.5  | Kardan          | 15.9 | 4.2  | 8.8  | Şerefiye      | 17.7  | 4.2   | 4.0   |
| Billur Su     | 1.2  | 0.2  | 0.5  | Kardelen        | 10.2 | 0.5  | 0.2  | Sersu         | 40.1  | 4.1   | 1.6   |
| Çağlar        | 36.5 | 15.8 | 1.5  | Karluk          | 5.3  | 2.5  | 3.5  | Sırmakes      | 4.0   | 1.2   | 6.8   |
| Çamhbel Nural | 40.0 | 5.9  | 1.7  | Kartepe Derbent | 40.0 | 2.4  | 1.3  | Sırmasu       | 0.9   | 0.0   | 3.9   |
| Çamoluk       | 8.8  | 3.1  | 10.0 | Kemer           | 12.8 | 4.1  | 11.2 | Sultan        | 1.3   | 0.1   | 0.5   |
| Canpınar      | 36.1 | 1.9  | 2.4  | Kervansaray     | 7.2  | 2.8  | 2.0  | Süral         | 32.0  | 2.8   | 1.1   |
| Cansu Çoban   | 12.0 | 2.4  | 6.8  | Kevser          | 6.0  | 3.1  | 4.4  | Tatlıpınar    | 6.0   | 3.6   | 7.3   |
| Cataltepe     | 9.6  | 1.7  | 5.0  | Kirazlıyayla    | 12.6 | 3.1  | 6.0  | Tekir         | 43.0  | 8.3   | 1.9   |
| Çobanpınar    | 12.4 | 5.3  | 21.4 | Kırkpınar       | 7.4  | 1.9  | 6.6  | Topçam Madran | 5.0   | 1.2   | 5.0   |
| Çubuklu       | 7.4  | 1.6  | 9.7  | Kızılıçuk       | 3.9  | 1.3  | 5.0  | Turkuz        | 8.6   | 4.9   | -     |
| Dağdelen      | 0.8  | 0.9  | 2.6  | Koçbey Aqua     | 8.0  | 2.5  | 2.7  | Uludağ Damla  | 97.1  | 2.4   | 8.4   |
| Dumlupınar    | 25.0 | 5.5  | 17.2 | Komili          | 22.0 | 5.0  | 18.0 | Watershop Su  | 34.0  | 3.6   | 1.2   |
| Elmas         | 34.0 | 3.6  | 3.6  | Korusu          | 1.2  | 0.5  | 4.2  | Yalçınpınar   | 14.0  | 8.5   | 37.0  |
| Emirdağ       | 20.0 | 1.2  | 4.0  | Köyümsu         | 0.5  | 0.2  | 18.6 | Yalı Su       | 44.0  | 1.5   | 2.4   |
| Erikli        | 22.0 | 3.6  | 8.0  | Kum             | 20.0 | 2.7  | 23.6 | Yamanlar      | 8.9   | 3.1   | 5.6   |
| Erikli        | 4.0  | 1.2  | -    | Kuzey           | 6.0  | 2.6  | 10.9 | Yamanlar      | 14.3  | 3.6   | 2.5   |
| Erikli Oba    | 6.8  | 1.5  | 2.0  | Labranda        | 2.5  | 1.2  | 9.6  | Yaşamsu       | 71.0  | 1.6   | 2.1   |
| Er-su         | 39.5 | 5.6  | 1.3  | Lido            | 2.5  | 0.5  | 0.9  | Yeşilkaya     | 9.5   | 2.0   | 7.0   |
| Esensu        | 6.0  | 6.8  | 1.2  | Madran          | 2.8  | -    | 1.7  |               |       |       |       |
| Fatsu         | 14.0 | 1.4  | 2.9  | Mahmudiye       | 5.2  | 2.0  | 3.8  |               | Ca    | Mg    | Na    |
| Filiz         | 13.6 | 5.1  | 6.8  | Minella         | 14.0 | 3.6  | 13.8 | En az         | 0.48  | 0.01  | 0.04  |
| Flora         | 22.2 | 4.7  | 0.8  | Mis-Pak         | 6.8  | 1.7  | 10.0 | En çok        | 97.10 | 17.40 | 50.00 |
| Gecek         | 19.2 | 8.3  | 4.4  | Nil Su          | 3.6  | 1.1  | 2.4  | Ortalama      | 16.20 | 3.57  | 8.21  |
| Genç          | 8.0  | 0.1  | 0.5  | Nisa            | 28.1 | 3.9  | 4.4  | Std. Sapma    | 15.40 | 3.37  | 8.79  |
| Genç Su       | 28.9 | 6.3  | 0.6  | Oruçoğlu        | 19.8 | 4.1  | 4.5  | Medyan        | 10.10 | 2.50  | 4.99  |

Ca insan yaşamının tüm evrelerinde önemli olmasında karşın özellikle çocukluk döneminde, hamilelikte ceninin büyümesinde ve emzirmede önemli rol oynamaktadır. Ca vücutta en çok bulunan (Ca'un %99'u kemiklerde ve %1'i kanda) mineraldir. Ca kas kasılmasına yardımcı olmakla beraber, sinir tepkilerinin iletilmesinde ve hücre zarından iyon değişimi gibi süreçleri de düzenlemektedir

(Garzon ve Eisenberg, 1998). Klinik çalışmalar vücutta Ca alımı ile osteoporosis (bayanlarda menopoz döneminde Ca eksikliğine bağlı kemik incilmesi ve kırılması) arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Heany vd., 1982). Bu yararlarının yanısıra Ca'un aşırı miktarda tüketimi böbrek taşı oluşumuna neden olabilmektedir. Birçok yiyecek ve süt gibi içeceklerde yüksek miktarda Ca



Şekil 3. Şişe sularındaki Ca, Mg ve Na derişimlerinin frekans dağılımı.

Figure 3. Frequency distribution of Ca, Mg and Na concentrations in bottled waters.

olmasına karşın, yüksek Ca içerikli bir mineralli su da yetişkinin ihtiyacı olan Ca'un 1/3'ünün karşılayabilmektedir (Heany and Dowell, 1994).

Vücudun günlük 800 mg Ca'a ihtiyacı olduğu kabul edilerek ve günde 2 l suyun tüketildiği varsayımından hareketle, ülkemizdeki şişe sularının Ca derişimlerinin ortalama ve medyan değerleri (sırasıyla 16.2 ve 10.1 mg/l-Ca, bk. Çizelge 3), aşağıda verilen örnek hesaplamada anlaşılacağı üzere gibi, bu ihtiyacın %2.5-4'nün şişe suyundan sağlanabileceğini göstermektedir.

**Örnek Hesaplama:**

$Ca_{\text{günlük}} = 800 \text{ mg/gün}$ ,  $Ca_{\text{su}} = 16.2 \text{ mg/l}$ , Su tüketimi = 2 l/gün

Su tüketimi ile vücuda sağlanan Ca miktarı =  $16.2 \text{ mg/l} \times 2 \text{ l/gün} = 32.4 \text{ mg/gün}$

Su tüketimi ile günlük ihtiyacın karşılanma %'si =  $32.4 \text{ mg/gün} \times 100 / 800 \text{ mg/gün} = \%4$

Aynı miktarda musluk suyu tüketimi ile Ca derişim ortalaması ve medyan değeri sırasıyla 44.3 ve 34.9 mg/l-Ca olan İstanbul içme suyundan (Çizelge 4) %9-11 oranında Ca ihtiyacı karşılanabilmektedir. Yine ortalama ve medyan değeri 189 ve 140 mg/l-Ca (Çizelge 5) maden suyu tüketimi ile de vücut için gerekli Ca ihtiyacının %35-47'si sağlanabilmektedir. Şişe sularımızdaki Ca derişimleri yurt dışındakilerle karşılaştırıldığında ülkemizdeki şişe sularının Ca açısından nispeten fakir olduğu gözlenmekle beraber, bu durumun tersine musluk sularımızın Ca içerikleri nispeten daha zengindir (Çizelge 4).

Mg, K'dan sonra vücutta hücre içerisinde en çok bulunan katyondur. Yine klinik çalışmalar vücuda Mg alımı ile kalp hastalıkları arasında ters bir ilişki olduğunu göstermiştir (Marx ve Neutra, 1999). Kalp-damar hastalıklarından ölüm oranı, yumuşak suların (düşük Ca ve Mg içerikli sular) bulunduğu bölgelerde sert suların (yüksek Ca ve Mg içerikli sular) bulunduğu bölgelere kıyasla %10-30 daha fazla olmaktadır (Garzon ve Eisenberg, 1998). Mg vücuda başlıca kabuklu yemişler, yeşil yapraklı bitkiler, hububat, deniz canlıları gibi yiyecekler aracılığı ile alınmaktadır (Garzon ve Eisenberg, 1998). Bunların yanı sıra sudaki Mg bağırsak ve mide sistemi tarafından, yiyeceklerdekine oranla yaklaşık %30 daha hızlı vücuda emilebilmektedir (Durlach, 1989).

Vücudumuzun günlük Mg ihtiyacı 350 mg'dır. Bu ihtiyaç, yukarıda Ca için bahsedilen hesaplamaya benzer olarak, günde 2 l şişe suyu tüketimi ile %1-2

Çizelge - 4

| Günlük Önerilen Miktar (mg/gün) <sup>(1)</sup>                               | Kalsiyum (Ca) | Magnezyum (Mg) | Sodyum (Na)                                     |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------------------|
| 1-3 yaş                                                                      | 500           | 80             | Önerilen en çok miktar<br>2400-3000 mg/gün'dür. |
| 4-8 yaş                                                                      | 800           | 130            |                                                 |
| 9-18 yaş                                                                     | 1300          | 240-410        |                                                 |
| 19-50 yaş                                                                    | 1000          | 310-420        |                                                 |
| Yaş>50                                                                       | 1200          | 320-420        |                                                 |
| Ortalama                                                                     | 800           | 350            |                                                 |
| <b>Kuzey Amerika Şişe Suları <sup>(2)</sup></b>                              |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 1822          | 818            | 44                                              |
| Medyan (mg/l)                                                                | 6             | 3              | 4                                               |
| Aralık (mg/l)                                                                | 0-76          | 0-95           | 0-15                                            |
| <b>Avrupa Şişe Suları <sup>(3)</sup></b>                                     |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 6040          | 1619           | 1313                                            |
| Medyan (mg/l)                                                                | 54            | 14             | 9                                               |
| Aralık (mg/l)                                                                | 4-145         | 1-110          | 1-56                                            |
| <b>Türkiye Şişe Suları</b>                                                   |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 16.215.4      | 3.573.37       | 8.218.79                                        |
| Medyan (mg/l)                                                                | 10.1          | 2.5            | 4.9                                             |
| Aralık (mg/l)                                                                | 0.5-97.1      | 0-17.4         | 0-50                                            |
| <b>Kuzey Amerika Musluk Suyu <sup>(3)</sup></b><br>(yüzey suyundan üretilen) |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 3421          | 108            | 3541                                            |
| Medyan (mg/l)                                                                | 36            | 8              | 18                                              |
| Aralık (mg/l)                                                                | 2-83          | 0-29           | 0-169                                           |
| <b>İstanbul Musluk Suyu <sup>(3)</sup></b><br>(yüzey suyundan üretilen)      |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 44.316.1      | 13.271.8       | 20.79.3                                         |
| Medyan (mg/l)                                                                | 34.9          | 13.1           | 19.3                                            |
| Aralık (mg/l)                                                                | 28.6-65.6     | 12.0-15.2      | 7.9-38.5                                        |
| <b>Ankara Musluk Suyu <sup>(3)</sup></b><br>(yüzey suyundan üretilen)        |               |                |                                                 |
| Ort. Std. Sapma (mg/l)                                                       | 36.916.6      | 8.93.7         | 8.21.4                                          |
| Medyan (mg/l)                                                                | 36.9          | 8.9            | 8.2                                             |
| Aralık (mg/l)                                                                | 25.3-48.7     | 6.3-11.5       | 7.2-9.2                                         |

**Açıklamalar:** (1) Değerler Azoulay (2001)'dan alınmıştır, (2) Değerler İSKİ (2004) Büyük Çekmece, İkitelli, Kağıthane, Ömerli (Emirli), Ömerli (Mur.-Orhaniye), Elmalı, Ömerli (Osmaniye) tasfiye tesisleri genel çıkışları ortalama kalite değerlerini gösteren İstanbul su kalitesi Ocak-2004 raporundaki verilerden hesaplanmıştır, (3) Değerler ASKİ (2003) İvedik ve Pursaklar arıtma tesisleri çıkışı ortalama değerlerini gösteren Ankara içme suyu kalitesi verilerinden (Kasım-2003) hesaplanmıştır.

oranında karşılanabilmektedir. Musluk suyu tüketimi dikkate alındığında vücut için gerekli Mg miktarının %7-8'i, maden suyu dikkate alındığında ise %33-49'u bu sulardan elde edilebilmektedir. Mg açısından yurtdışı şişe sularının içerikleri ülkemizdeki şişe sularınınkinden yüksektir (Çizelge 4). Fakat

Ca benzer olarak, musluk sularımızdaki Mg miktarı yurtdışındakilere oranla yüksektir.

Na vücutta hücre dışında en bol bulunan katyondur ve hücre dışı akışkanının geçişini sağlamaktadır. Vücutta asit-baz dengesini sağlamanın yanı sıra sinir tepkilerinin iletilmesinde de önemli bir işlevi vardır. Bir

çok araştırma vücuda yüksek miktarda Na alımının hipertansiyona yol açtığını göstermiştir. Vücuda Na alımının 1500-1700 mg/gün'e düşürülmesiyle büyük tansiyonun 4-6 mmHg, küçük tansiyonun 2.3 mmHg gerilediği belirlenmiştir (Garzon ve Eisenberg, 1998). Peynir, ekmek, tahıl ve süreçten geçirilen korumalı yiyeceklerde bol miktarda Na bulunmaktadır (Heany vd., 1982; MacGregor, 1985). Bazı yüksek Na derişimli sular, özellikle Na diyeti yapması gereken hastalarda bireysel olarak olumsuz etkilere yol açabilmektedir.

Ca ve Mg için verilen günlük en az limitin aksine vücudumuz için günlük Na tüketim miktarının 2400 mg'ı geçmemesi önerilmektedir. Genelde şişe ve musluk sularımızdaki Na miktarı ile bu limiti aşmak zaten mümkün değildir. Günlük 2400 mg'lık limitin şişe suyu ile %0.5-1'i, musluk suyuyla ise %1.5-2'si doldurulabilmektedir. Maden sularındaki Na derişiminin ortalama ve medyan değerleri (Çizelge 5) ve 2 l'lik tüketimi dikkate alındığında, vücuda alınan Na miktarı limitin %19-46'sı kadar olmaktadır. Özellikle maden sularının kullanımı ile vücuda alınan Na miktarı azımsanamayacak kadar çoktur. Bu yüzden, Na diyeti yapan kişilerin maden suyundan çok miktarda alabilecekleri bu minerale sıhhatleri açısından dikkat etmeleri gerekmektedir. Avrupa şişe sularındaki Na

miktarı Türkiye'dekilerine oranla yüksektir (Çizelge 4). Benzer olarak, musluk suyundaki Na oranı da yüksektir. Bu durum ülkemizde Na diyeti yapan kişiler için olumludur.

#### Diğer Mineraller

Şişe suları vücut için oldukça önemli işlevleri olan eser miktarda diğer mineralleri de içerebilirler. Örnek olarak: Cr, kandaki kolesterol ve yağ asidi seviyesini düşürebilir; Cu, hemoglobin oluşumunda rol oynayabilir; Zn, bağışıklık sisteminin uygun çalışmasında ve vücut dokusunun iyileşmesinde yararlı olabilmektedir. Bununla birlikte, genelde iz elementlerin şişe sularında eser miktarda bulunmaları nedeniyle bu minerallerin vücuda alımı başka yollardan (diğer gıda-ıceceklerden ve vitaminlerden) daha yüksek oranlarda olmaktadır (Garzon ve Eisenberg, 1998).

#### SONUÇ

Son yıllarda ülkemizdeki şişe suyu tüketimi oldukça artmıştır ve bu gelişmeye paralel olarak şişe suyu üreten firma sayısı da hızlı bir yükselişle 2002'de 178'e ulaşmıştır. Bu firmalar genellikle sanayinin geliştiği ve nüfusun fazla olduğu bölgelerde yer almaktadır.

Suların İşletme ruhsatlarındaki kimyasal analiz bilgileri dikkate alındığında, SB'nın standardında zehirli maddeler başlığı altında verilmiş olan kadmiyum (Cd) ve polisiklik

Çizelge - 5

| Parametre*         | Kalsiyum (Ca) | Magnezyum (Mg) | Sodyum (Na) |
|--------------------|---------------|----------------|-------------|
| OrtalamaStd. Sapma | 189114        | 8691           | 555664      |
| Medyan             | 140           | 57             | 223         |
| En Az              | 88            | 9              | 2           |
| En Çok             | 421           | 372            | 1890        |

\*: Bu istatistiksel parametreler, Sağlık Bakanlığı'ndan elde edilen 14 adet maden suyunun işletme ruhsatlarındaki kimyasal analiz sonuçlarından hesaplanmıştır.

aromatik hidrokarbon (PAH) çok sayıdaki şişe suyunda (sırasıyla 18 ve 26 adet) standartta belirtilen limit değeri aşmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu tip suların uzun süreli kullanımları böbrek ve sindirim sorunlarına yol açabileceği gibi kansere yakalanma riskini de arttırmaktadır.

Şişe sularında bol miktarda bulunan ve şişe sularımızdaki medyan miktarları sırasıyla 10.1, 2.5 ve 4.9 mg/l olan Ca, Mg ve Na iyonları Avrupa şişe sularındakine oranla düşüktür. Bu durumun aksine bu iyonların musluk sularındaki derişimleri nispeten yüksek olup vücut için gerekli miktarın bir kısmının daha kolay olarak bu sulardan sağlanması mümkün görünmektedir. Araştırmalar Mg eksikliğinin kalp-damar, Ca eksikliğinin ise osteoporosis hastalığına ve Na fazlalığının ise yüksek tansiyona yol açtığını göstermiştir. Bu yüzden içme suyu seçiminde yüksek Ca ve Mg'lu, düşük Na'lu suların tercih edilmesi sağlık açısından yararlı olacaktır. Bir yetişkinin günde 2 l su tüketimi ile vücut için gerekli Ca ve Mg miktarının ülkemizdeki şişe sularından sırasıyla %3 Ca ve %1.5 Mg, musluk sularından ise %9 Ca ve %8 oranında Mg sağlaması mümkündür. Aynı miktarda maden suyu tüketimiyle de vücuda gerekli Ca ve Mg miktarının sırasıyla %35'i ve %32'si karşılanabilmektedir. Ülkemizdeki şişe ve musluk sularındaki Na içeriklerinin nispeten düşük olması yüksek tansiyon hastaları için bir avantajdır. Ancak, bu tür hastalığı bulunanların doğal sulara oranla daha fazla miktarda Na içeren maden sularının tüketiminde daha dikkatli ve seçici olması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmaya konu olan şişe sularının kimyasal analiz sonuçlarını içeren ve Sağlık Bakanlığı'nca verilen işletme ruhsatlarından yararlanılmasını sağlayan Sağlık Bakanlığı Sağlık Eğitimi Genel Müdürlüğü Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Gıda Güvenliği ve Araştırma Müdürlüğü'nden Gıda Mühendisi Serdar Alp SUBAŞI'na ve Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı Su Güvenliği Şube Müdürlüğü'nden Şenol YILMAZ'a ve ayrıca makaleye yapıcı ve değerli eleştirileriyle katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Hasan YAZICIGİL ve Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU'na teşekkür eder.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Aly, A.I.A. ve Khan, M.A., 1999. Chemical composition of bottledwater in Saudi Arabia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 54: 173-189.
- Araya, A., Chen, B., Klevay, L.M., Strain, J.J., Johnson, L.A., Robson, P., Shi, W., Nielsen, F., Zhu, H., Olivares, M., Pizarro, F. ve Haber, L.T., 2003. Confirmation of an acute no-observed-adverse-effect and low-observed-adverse-effect level for copper in bottled drinking water in a multi-site international study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38: 389-399.
- Armas, A.B. ve 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.
- ASKİ, 2003. Ankara Büyükşehir Belediyesi Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi (ASKİ), Ankara İçme Suyu Kalitesi Ortalama Değerleri (Kasım 2003), <http://www.aski.gov.tr>.

- Azoulay, A., Garzon, P. ve Eisenberg, M.J., 2001. Comparison of The Mineral Content of Tap Water and Bottled Waters. *Journal of General Internal Medicine*, 16: 168-175.
- Bedient, P.B., Rifai, H.S. ve Newell, C.J., 1994. *Ground Water Contamination: Transport and Remediation*. Prentice Hall Inc., New Jersey, 542 s.
- Bohus, L.S., Gomez, J., Capote, T., Greaves, E. D., Herrera, O., Salazar, V. ve Smith, A., 1997. Gross alpha radioactivity of drinking water in Venezuela. *Journal of Environmental Radioactivity*, 35: 305-312.
- Campese, V.M., 1994. Salt sensitivity in hypertension renal and cardiovascular implications. *Hypertension*, 23: 531-550.
- Duenas, C., Fernandez, M.C., Liger, E. ve Carretero, J., 1997. Natural radioactivity levels in bottled water in Spain. *Water Research*, 31: 1919-1924.
- Duenas, C., Fernandez, M.C., Carretero, J., Liger, E. ve Canaete, S., 1999. 226Ra and 222Rn concentrations and doses in bottled waters in Spain. *Journal of Environmental Radioactivity*, 45: 283-290.
- Durlach, J., 1989. Recommended dietary amounts of magnesium: Mg RDA. *Magnesium Res.*, 2: 195-203.
- ES (European Standards), 1970. *European Standards for Drinking-Water*. 2nd ed., Distributed by the Regional Office for Europe, World Health Organization, Geneva, 56 s.
- EU (European Union), 1998. Council Directive 98/83/EC on The Quality of Water Intended for Human Consumption. Consolidated Text produced by the Consleg System of the Office for Official Publications of the European Communities (Consleg: 1998 10083-25/12/1998), OJ1330, 25 s.
- FDA (Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services), 2003. *The Code of Federal Regulations (CFR), CFR21-Food and Drugs, Part 165-Beverages Sec. §165.110: Bottled Water*, Vol. 2, U.S. Government Printing Office, Revised as of April 2003. <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm>.
- Feru, A., 2004. Bottled natural mineral waters in Romania. *Environmental Geology*, Published online: 3 March 2004, DOI: 10.1007/s00254-004-1006-3.
- Garzon, P. ve Eisenberg, M.J., 1998. Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease. *The American Journal of Medicine*, 105: 125-130.
- GCDWQ (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality), 2003. *Summary of Guidelines for Canadian Drinking Water Quality*, Prepared by the Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Environmental and Occupational Health, 10 s. <http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/water>.
- Heany, R.P., Gallagher, J.C. ve Johnston, C.C., 1982. Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am. J. Clin. Nutr.*, 36: 986-1013.
- Heany, R.P. ve Dowell, M.S., 1994. Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. *Osteoporos Int.*, 4: 323-324.
- Hem, J.D., 1985. *Study and Interpretation of The Chemical Characteristics of Natural Water*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254, U.S. Geological Survey, Alexandria, VA 22304, USA, 263 s.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1987. *Overall Evaluation of Carcinogenicity: An Updateing of IARC Monographs Vol. 1-42*, Lyon.
- IBWA (International Bottled Water Association), 2003. *Model Bottled Water Regulation*, 23 s., <http://www.bottledwater.org>.
- Ikem, A., Oduyungbo, S., Egiebor, N.O. ve Kafui N., 2002. Chemical quality of bottled waters from three cities in eastern Alabama. *The Science of the Total Environment*, 285: 165-175.

- İSKİ, 2004. İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), Ocak-2004 Su Kalitesi Raporu. [http://www.iski.gov.tr/dosya/su\\_kalite/sukalite\\_ocak2004t.pdf](http://www.iski.gov.tr/dosya/su_kalite/sukalite_ocak2004t.pdf).
- Kralik, C., Friedrich, M. ve Vojir, F., 2003. Natural radionuclides in bottled water in Austria. *Journal of Environmental Radioactivity*, 65: 233-241.
- MacGregor, G.A., 1985. Sodium is more important than calcium in essential hypertension. *Hypertension*, 7: 628-637.
- Marx, A. ve Neutra, R.R., 1999. Magnesium in drinking water and ischemic heart disease. *Epidemiol Rev.*, 19: 258-272.
- McNeely, R.N., Neimanis, V.P. and Dwyer, L., 1979. Water Quality Sourcebook-A guide to Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 s.
- Misund, A., Frengstad, B., Siewers, U. ve Reimann, C., 1999. Variation of 66 elements in European bottled mineral waters. *The Science of the Total Environment*, 243/244: 21-41.
- Nawrocki, J., Dabrowska, A. ve Borcz, A., 2002. Investigation of carbonyl compounds in bottled waters from Poland. *Water Research*, 36: 4893-4901.
- Nkono, N.A. ve Asubiojo, O.I., 1997. Trace elements in bottled and soft drinks in Nigeria-preliminary study. *The Science of the Total Environment*, 208: 161-163.
- Nsanze, H. ve Babarinde, Z., 1999. Microbiological quality of bottled drinking water in the UAE and the effect of storage at different temperatures. *Environment International*, 25: 53-57.
- Rangel, D.J.I., Rio, H.L., Garcia, F.M., Torres, L.L.Q., Villalba, M.L., Sujo, L.J. ve Cabrera, M.E.M., 2002. Radioactivity in bottled waters sold in Mexico. *Applied Radiation and Isotopes*, 56: 931-936.
- Robles, E., Ramirez, P., Gonzalez, E., Sainz, M.A., Martinez, B., Duran, A. ve Martinez, M.A.E., 1999. Bottled-water quality in metropolitan Mexico City. *Water, Air, and Soil Pollution*, 113: 217-226.
- Sağlık Bakanlığı, 1997. İçilebilir Nitelikteki Suların İstihsalı, Ambalajlanması, Satışı Ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik. 22 s., 18.10.1997 tarihli ve 23144 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. [http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/mevzuat/yt\\_su\\_guv\\_degisik.pdf](http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/mevzuat/yt_su_guv_degisik.pdf).
- Saleh, I.A. ve Doush, I.A., 1998. Survey of trace elements in household and bottled drinking water samples collected in Riyadh, Saudi Arabia. *The Science of the Total Environment*, 216: 181-192.
- Saleh, M.A., Ewane, E., Jones, J. ve Wilson, B.L., 2001. Chemical evaluation of commercial bottled drinking water from Egypt. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 127-152.
- Sanchez, M.A., Montero, M.P.R., Escobar, V.G. ve Vargas, M.J., 1999. Radioactivity in bottled mineral waters. *Applied Radiation and Isotopes*, 50: 1049-1055.
- Skwarzec, B., Struminska, D.I. ve Borylo, A., 2003. Radionuclides of <sup>210</sup>Po, <sup>234</sup>U and <sup>238</sup>U in drinking bottled mineral water in Poland. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 256: 361-364.
- TS 266, 1997. Sular-İçme ve Kullanma Suları Standardı. Birinci Baskı, G.T.İ.P. 2201.90.00.00.11, ICS 13.060.20, 25 s., Türk Standardları Enstitüsü (TSE) - Necatibey Cad. No:112-Bakanlıklar, Ankara.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2002. 2002 Edition of The Drinking Water Standards and Health Advisories. EPA 822-R-02-038, Office of Water, Washington DC., 19 p. <http://www.epa.gov/waterscience/drinking/standards/dwstandards.pdf>.