

ARAŞTIRMA

Muammer Yılmaz¹
İsmail Hamdi Kara²
Bayram Poyraz³
Atilla Senih Mayda¹

¹Düzce Üniversitesi Tıp
Fakültesi Halk Sağlığı AD.
Düzce

²Düzce Üniversitesi Tıp
Fakültesi Aile Hekimliği AD.
Düzce

³Düzce Üniversitesi Bilimsel
ve Teknolojik Araştırmalar
Uygulama ve Araştırma
Merkezi. Düzce

Yazışma adresi:

Dr. Muammer Yılmaz
Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi
Halk Sağlığı AD. Düzce
E-mail:muammery76@mynet.com

Konuralp Tıp Dergisi
e-ISSN1309-3878
konuralptipdergi@duzce.edu.tr
konuralpgeneltip@gmail.com
www.konuralptipdergi.duzce.edu.tr

Konuralp Beldesinde İçme Sularının Elementer Analizi ve İçerdiği Ağır Metaller: Şebeke Suyu, Doğal Kaynak Suyu ve Zemzem Suyunun Karşılaştırılması

ÖZET

Amaç: Su ihtiyacımızı karşıladığımız içme suyu, doğal kaynak suyu, zemzem suyu gibi suların kimyasal iyon konsantrasyonu ve ağır metal içeriği açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Kaynağı farklı olan dört bölgeden şebeke suyu, zemzem suyu ve şişelenmiş bir kaynak suyu örneklerindeki iyon ve ağır metal değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'da belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Bulgular: Konuralp Beldesi'nden alınan musluk suyu örneğinde Al ve Fe değeri EPA-WHO sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Şişelenmiş doğal kaynak suyu örneğinde ağır metaller belirlenen sınırlar içindedir. Zemzem suyu örneğinde Ca^{+2} , Mg^{+2} değerleri sınırları aşmamakla birlikte diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Zemzem suyu örneğinde nitrat (NO_3^-) ve vanadyum (V) şebeke sularından alınan örneklerdeki değerlerden oldukça yüksektir.

Sonuç: Su, kaynağının ve çevrenin etkisi ile içeriği farklı olabilmektedir. Belediyeler tarafından içme sularının içerdiği iyonların ve ağır metallerin daha geniş analizleri yapılmalı ve yurttaşların içtikleri suyun ölçüm değerlerini bilmesi için yerel yönetimlerin web sitelerinden periyodik olarak bilgilendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Şebeke Suyu, Doğal Kaynak Suyu, Zemzem Suyu, Ağır Metaller, İyonlar

Elementary Analyses and Heavy Metal Contents of Tap Waters in Konuralp District: Comparison of Mains Water, Spring Water and Zamzam

ABSTRACT

Objective: We meet our water needs such as city water supply, natural spring water, Zamzam water was aimed to compare in terms of chemical ion concentration and heavy metal content.

Methods: City water from the four regions with different source, Zamzam water and bottled natural spring water in samples, ions and heavy metal values measured. Results have been assessed according to the criteria specified in the United States environmental protection agency (EPA) and the World Health Organization (WHO).

Results: In the sample of tap water taken from Konuralp, Al and Fe values were found over the EPA-WHO limit value. In the sample of bottled natural spring water, heavy metals are within the limits established. In the sample of Zamzam water Ca^{+2} , Mg^{+2} values were higher than other samples but not exceeding the limits. In the sample of Zamzam water nitrate (NO_3^-), and vanadium (V) values is very high from samples taken of the city water.

Conclusion: Water content may be different with the water supply and environmental effects. More extensive analysis should be done by municipalities to drinking water that contains ions and heavy metal and citizens to know the measurements of the water they drink should be informed periodically of local authority's websites.

Key Words: Mains Water, Spring Water, Zamzam Water, Heavy Metal, Ions

GİRİŞ

Su, insan organizmasının yaklaşık %60-70'ini oluşturur ve yaşam için en zorunlu maddelerden biridir. Bu yüzden insan, sağlığı için yeterli miktarda su içmelidir (1). Vücut elektrolit dengesinin sağlanması ve korunmasında suyun etkinliği fazladır (2). İçilen su miktarı kadar, suyun kalitesi de önem taşımaktadır. Dengeli mineral dağılımı olan, pestisid kalıntıları ve organik maddeler içermeyen, fiziksel ve kimyasal özellikleri belirli kalite parametrelerine uyan, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeyen sular, sağlıklı su olarak kabul edilir (1). Yeraltı sularının içerisinde yüzeysel sulara göre daha büyük oranda mineral bulunmaktadır. Bu minerallerin bir bölümünün bulunması istenir bir durumdur. Flor ve kalsiyum buna örnek verilebilir. Ancak toksik olan maddelerin hiçbirisinin suyun içerisinde bulunmaması gerekir (3). Suda bulunduğu sağlığa zararlı olan maddeler nitratlar, florid, toksik maddeler fenolik maddeler, arsenik, kadmiyum, krom, siyanür, kurşun ve selenyum gibi iyonlardır. Tıpta ağır metal kavramı, elementlerin atomik ağırlıklarına bakılmaksızın tüm toksik metalleri içerir. Yeraltı depolama tanklarından sızıntılar, tarımsal akıntılar elverişsiz endüstriyel uygulamalar, madencilik uygulamaları, atık kimyasalların toprak altına enjeksiyonu, korozif sular en önemli kirlenici uygulamalar olarak belirmektedir (2). Kentleşme ve endüstriyel proseslerin bir sonucu olarak ekosisteme büyük miktarda kirlenici yayılmaktadır. Özellikle metaller su ve gıdalarda saptanan ve hayatı tehdit eden kirlenicilerin başında gelmektedir (1). Ayrıca su kaynakları giderek azalmakta, yeraltı su tablasının seviyesi düşmekte, yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının kirlilik oranı artmaktadır (3). Hayatın en gerekli temel maddesi olan su, kimyasal ve fiziksel kirlenmelere son derece elverişli olması nedeniyle, yaşamı tehdit edebilen birçok hastalığın da kaynağı olabilmektedir (4). Toksik etkiye sahip iyon (ağır metal) içeren suların uzun süreli içme amaçlı olarak kullanılması insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (5). Sulardaki iyonlar (WHO, EC ve TS) sınır değerlerinde veya üzerinde ise bu suları içenlerin bir hastalığa yakalanma ihtimalleri, sağlıklı su içenlere göre daha yüksektir. Çünkü içme/mineralli sularda Pb bulunması beyin ve böbrek, Mn bulunması karaciğer ve sinir, As bulunması deri ve mide, Cd, Cu ve Hg bulunması böbrek, Cr bulunması deri, NO₃⁻ bulunması deri ve solunum hastalıkları gibi rahatsızlıklara yakalanma riski (ihtimali) olmaktadır (ABD Çevre Koruma Ajansı EPA, 2001) (5). Bu nedenle içme ve kullanma suları için kirlenici toksik madde miktarlarını belirlemek halk sağlığını korumak için bir zorunluluktur (1). Uluslararası bir sağlık sözleşmesi niteliğinde olan Alma-Ata bildirgesinde vazgeçilemez nitelikteki temel bakım kavramı getirilmiştir. Temiz su

sağlanması ve sanitasyon da bu sözleşmenin en önemli bölümlerinden birisidir (2). Sağlıklı ve yeterli suyu topluma ulaştırmak bir kamu hizmetidir. Yerel yönetimler suyun muslukta temiz, sağlıklı ve güvenilir olarak akmasını sağlamayı en önemli vazife olarak görmelidir (6).

Kayaç ve akiferler içerisinde toplanan, bir çıkış noktasından sürekli olarak kendiliğinden akan sular doğal kaynak suyu olarak tanımlanır. Söz konusu kaynak suları şişelenerek yerel, bölgesel ve uluslararası ölçekte içme amaçlı olarak tüketime sunulur (5). Toplum sağlıklı olduğuna güvenemediği için musluk suyu yerine şişelenerek tüketime sunulan doğal kaynak sularını kullanabilmektedir.

Toplumu oluşturan bireyler su ihtiyacını güvenli olduklarını düşündükleri musluk sularından veya şişelenmiş doğal kaynak sularından karşılamaktadır. Bu çalışmada Düzce Konuralp Beldesi şebeke suyu ile yakın yerleşim yerleri olan Düzce Üniversitesi yerleşkesi şebeke suyu, Düzce Kalıcı Konutlar şebeke suyu ve Hatipli köyü camii musluk (Kaynak) suyu ile şişelenmiş bir kaynak suyu ile dünyadaki en içilebilir ve sağlıklı sulardan birisi kabul edilen zezem suyunun kimyasal iyon konsantrasyonu ve ağır metal içeriği açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Düzce Hatipli köyü camii musluk (Kaynak) suyu, Düzce Üniversitesi yerleşkesi şebeke suyu (sondaj), Kalıcı Konutlar 12. Bölge şebeke suyu, Konuralp beldesinden alınan şebeke suyu, yanında Zezem suyu ve şişelenmiş bir kaynak suyu'ndan örnekler alınmıştır. Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (DÜBİT), F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, SO₄⁻², PO₄⁻³, Na⁺, K⁺, Mg⁺² ve Ca⁺² iyonları ile B, Al, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg ve Pb ağır metalleri EPA 6020 yöntemi kullanılarak çalışılmıştır. Su örneklerindeki ağır metal değerleri; Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS) cihazı ve iyon değerleri de İyon kromatografi cihazı ile ölçülmüştür. ICP-MS katı ve sıvı örneklerde çok sayıda elementin hızlı, hassas ve doğru biçimde, niteliksel, niceliksel ya da yarı-niceliksel olarak ölçülmesine olanak sağlayan ileri teknoloji ürünü bir analiz tekniğidir (7).

Sonuçlar ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'da belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiş olup, retrospektif olarak incelenmiştir (8,9).

BULGULAR

Zezem suyu örneğinde iyon konsantrasyonları; flor (F⁻) 0.4 mg/L, klor (Cl⁻) 71.2 mg/L, nitrat (NO₃⁻) 37.7 mg/L, sülfat (SO₄⁻²) 88 mg/L, sodyum (Na⁺) 90.9 mg/L, (K⁺) 41.2 mg/L, magnezyum (Mg⁺²) 10.4 mg/L, kalsiyum (Ca⁺²) 50.6 mg/L ölçüldü. Hatipli camisi musluk suyundan alınan

örnekte flor (F⁻) 0.1 mg/L, klor (Cl⁻) 2.1 mg/L, nitrat (NO₃⁻) 0.2 mg/L, sülfat (SO₄⁻²) 6.3 mg/L, sodyum (Na⁺) 4.4 mg/L, potasyum (K⁺) 0.4 mg/L, magnezyum (Mg⁺²) 2.6 mg/L, kalsiyum (Ca⁺²) 11.8 mg/L ölçüldü. Konuralp şebeke suyundan alınan örnekte flor (F⁻) 0.1 mg/L, klor (Cl⁻) 12.4 mg/L, nitrat (NO₃⁻) 0.1 mg/L, sülfat (SO₄⁻²) 19 mg/L, sodyum (Na⁺) 26.2 mg/L, Potasyum (K⁺) 1.3 mg/L, magnezyum (Mg⁺²) 8.4 mg/L, kalsiyum (Ca⁺²) 45.3

mg/L ölçüldü. Tablo 1’de alınan su örneklerinin kimyasal iyon konsantrasyonları ve EPA-WHO sınır değerleri gösterilmektedir. Tablo 2’de alınan su örneklerinde ağır metal konsantrasyonları ve EPA-WHO sınır değerleri görülmektedir. Zemzem suyu örneğinde vanadyum (V) 19 µg/L ölçüldü. Konuralp’ten alınan musluk suyu örneğinde alüminyum (Al) 441 µg/L, Fe 305.5 µg/L olarak ölçüldü (Tablo 2).

Tablo 1. Su örneklerinde iyon konsantrasyonları ve EPA-WHO sınır değerleri

	İyonlar (mg/L)										
	F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	SO ₄	PO ₄	Na	K	Mg	Ca
Zemzem	0,4	71,2	BDL ¹	0,2	37,7	88	0,1	90,9	41,2	10,4	50,6
Hatıplı köyü	0,1	2,1	BDL ¹	BDL ¹	0,2	6,3	0,1	4,4	0,4	2,6	11,8
DÜ²	0,1	12,4	BDL ¹	BDL ¹	0,1	19	BDL ¹	26,2	1,3	8,4	45,3
EPA-WHO	4	250	1	-	**10	250	***5	100	-	125	-

¹BDL: Below Detection Limit, ²DÜ: Düzce Üniversitesi

Tablo 2. Su örneklerinde ağır metal konsantrasyonları ve EPA-WHO sınır değerleri

	Ağır Metaller (µg/L)											
	B	Al	V	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Sr	Mo	Ba
Hatıplı Köyü	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	1,9	BDL ¹	27	BDL ¹	2
Zemzem suyu	185	BDL ¹	19	BDL ¹	0,1	BDL ¹	BDL ¹	BDL ¹	2	393	35	27
DÜ²	41,0	BDL ¹	BDL ¹	2,0	BDL ¹	20,4	1,3	126	BDL ¹	21	BDL ¹	7
Şişelenmiş Su	-	BDL ¹	1,17	9,19	0,02	0,08	BDL ¹	BDL ¹	0,22	44,47	1,23	12,97
KK 12³	-	BDL ¹	0,36	0,57	0,08	1,3	4,22	30,34	0,11	376	0,23	40,39
Konuralp ŞS⁴	-	441	0,92	305,5	0,14	1,39	6,0	28,99	0,17	418	0,20	65,57
EPA-WHO	2400	100	10	300	-	-	20,0	5000	40	4000	90	700

¹BDL: Below Detection Limit ²DÜ: Düzce Üniversitesi ³Kalıcı Konutlar 12. Bölge, ⁴ŞS: Şebeke suyu,

TARTIŞMA

Riyad’da yapılan bir çalışmada musluk suyuna kıyasla; Zemzem suyunda Na⁺, Ca⁺², Mg⁺², K⁺, HCO₃⁻, Cl⁻, F⁻, NO₃⁻, SO₄⁻² belirgin olarak yüksek ölçülmüştür (10). “Ne amaçla içilirse ona yarar sağlar” diye dini metinlerde geçen Zemzem suyunun özellikleri ve ihtiva ettiği mineraller açısından diğer sulardan farklı olduğu ve zemzem birçok mineral içerdiği bilinmektedir. Çalışmamızda şebeke suyu ve doğal kaynak suyu ile zemzem suyunun değerleri bu çalışma ile benzer bulunmuştur. Zemzemden alınan farklı su örneklerinin Türkiye’ye getirilmesi, bekleme süresi ve tahlilinin ayrı ayrı zamanlarda yapılmasından dolayı sonucu da farklı çıkabilmektedir (11). Sertlik suda çözünmüş haldeki kalsiyum, magnezyum ve demir miktarının bir fonksiyonudur. Bu elementlerin yüksek konsantrasyonlarda olması suyun sertliğini artırır (12). Zemzem suyu örneğinde Ca⁺², Mg⁺² değerleri sınırları aşmamakla birlikte diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Konuralp’ten alınan musluk suyu örneğinde ise Ca⁺², Mg⁺² değerleri zemzem suyundan daha düşüktür, Fe değeri ise EPA-WHO sınır değerinin de üzerindedir. Su sertliğinin sağlık üzerine etkileri değişik ülkelerde yapılan çalışmalarla incelenmiştir. Yumuşak su içen toplumların sert su içenlere göre daha yüksek oranda kalp hastalığına yakalandığı gösterilmiştir. Yumuşak su sert sudan daha asidiktir, borularda korozyona neden olarak iz elementlerin suya karışmasına ve kalp hastalıklarına

neden olabilir. Yumuşak suyun diğer başka özellikleri doğrudan kalp hastalıklarına neden olabilir veya sert suda çözünmüş halde bulunan bazı maddeler, örneğin kalp koruyucu etkisi olduğu bilinen magnezyum kalp hastalıklarını önleyebilir (12). İçme suyu bu önemli minerallerin günlük olarak alımı için çok büyük kaynak oluşturmaktadır. Sert su, özellikle kalsiyum ve magnezyum gibi günlük olarak alınması gereken minerallerin birçoğunu içermektedir. Tüketilmesi gereken suyun orta sertlikte olması önerilir. Suyun yumuşatılmaya çalışılması, yumuşak su kategorisindeki şişe ve damacana sularının içme suyu olarak tercih edilmesi toplum sağlığı açısından sert suyun yararlarından mahrum kalmak anlamına geleceği gibi su hijyeni açısından da riskler oluşturabilecektir (13). Kalp hastalıklarından koruyucu etkisi olmasının yanında suyun sertlik derecesi ile böbrek taşı oluşumu arasında bir ilişki saptanamamıştır. Kalsiyum ve magnezyum içeriği yüksek olan sert suların kolon, rektum, pankreas, karaciğer, meme, over kanseri gibi hastalıklardan ölümlere karşı koruyucu olduğuna yönelik birçok çalışma mevcuttur (13). Sert sular ile serebrovasküler hastalıklar arasında ters orantılı bir ilişki olduğu da bildirilmektedir (13). Zemzem suyu bu çalışmada da bulunduğu gibi zengin kalsiyum ve magnezyum kaynağıdır. Bu maddeler, insan sağlığı için önemli olan tuz ihtiyacını karşılar. Yine zemzem suyunun sodyum oranı da yüksektir.

Zemzemde tuz oranı yüksek olmasına rağmen kendine has özelliğinden dolayı tatlı bir sudur. İçildiğinde tuz tadı alınmaz (11).

Zemzem suyu örneğinde nitrat (NO_3^-) şebeke sularından alınan örneklerdeki değerlerden oldukça yüksektir. Nitratın fazlalığı organik maddeler ile kirlenme göstergesi olarak değerlendirilmektedir. EPA'nın 2003 yılında yayınlamış olduğu rapora göre nitratlar için sularındaki sınır değer 10 mg/L olup, WHO'nun 2004 yılında yayınlanmış raporuna göre de 50 mg/L'dir (14). Sonuç olarak içme sularındaki nitrat miktarı 50 mg/L'yi geçmemelidir. Özellikle 6 ayağa kadar olan bebekler nitratların potansiyel zararlı etkilerine karşı en duyarlı popülasyon olduğu düşünülmektedir (14,15).

Çalışmamızda Zemzem suyu örneğinde nitrat (NO_3^-) 37.7 mg/L'dir. Alınan diğer örneklerde nitrat ölçüm değeri zemzem suyundan düşük ölçülmüştür. Van merkez ve ilçelerinde bulunan su kuyularında ortalama nitrat düzeyleri şebeke suyu ve Hatipli'den alınan örneklerden oldukça yüksek, zemzem örneği değerlerine yakın bulunmuştur (16). İçme sularında 5-10 mg/l bulunması halinde kirlenmeden şüphe edilmelidir. Yapılan diğer çalışmalarda içme suyuna göre nitrat yüksek bulunmuştur (11) ancak zemzem suyunun uzun süre beklemesi nedeniyle nitrat düzeyi artmış olabilir.

Alınan nitratın %20'sinin daha zararlı olan nitrite dönüştüğü bildirilmektedir. Oluşan nitrit kandaki hemoglobini methemoglobine (hemoglobine) dönüştürerek O_2 transport fonksiyonunu bloke eder. Bunun neticesinde de methemoglobinemi meydana gelir (15). Yüksek nitrat konsantrasyonlarında akut olarak mikrobiyal kontaminasyon ve sonrasında beraberinde gelen gastrointestinal enfeksiyon varlığında methemoglobinemi riski artmaktadır. Kronik yan etkiler açısından ise yapılan çalışmaların en önemli kısmı kanser konusuna yoğunlaşmış ve birçok çalışmada içme sularındaki nitratlar ile kanser ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmaların çoğu mide ve özafagus kanseri ile ilgilidir. Nitrat-kanser ilişkisini değerlendirmede mide ve özafagus kanseri arasında ilişki bulunan çalışmalar olduğu gibi ilişki bulunamayan çalışmalarda vardır. Mide ve özofagus kanseri dışında beyin, üriner sistem, mesane, böbrek, kolorektal, lenfoma ve pankreas kanseri arasında ilişki incelenmiş ve aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Nitratlar kanserojen olduklarına dair yeterli kanıt bulunmaması nedeniyle de IARC tarafından 2010 yılında Grup 2 A yani "insanlar için muhtemel kanserojen" olarak sınıflandırılmışlardır. İçme amacıyla kullanılan sularda yüksek miktarda nitrat bulunması ciddi hastalıklara ve bazen ölümlere neden olabilmesi nedeniyle zemzem suyundaki nitrat düzeyinin sağlık üzerine etkileri araştırılmalıdır (14).

Çalışmamızda sadece Zemzem suyu örneğinde vanadyum (V) EPA-WHO sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Vanadyum diş ve kemik gelişimi için gerekli kabul edilmektedir. Eksikliğinde yüksek kolesterol ve trigliserit sorunu

ile karşı karşıya gelinir. Aynı zamanda kardiyovasküler hastalık ve böbrek hastalığı riski artar. Vanadyum eksikliği sık görülmez (17). Vanadyum ile kronik maruziyette plazma kolesterolü düşer. Kronik rinit, kronik atrofik farenjit, kronik bronşit, obstrüktif tipte solunum fonksiyon bozukluğu, pnömonitis tablolarına neden olur (18). İçme sularında vanadyum ile yapılmış benzer çalışmaya rastlanmadı.

Su, alüminyum en fazla taşıma potansiyeline sahip etkindir (19). Suda Al doğal ve yapay nedenlerle ortaya çıkabilir. Al'un sularda doğal olarak bulunması asidik suların mineralleri çözmesi ile olur. Su arıtımında koagülasyon işlemi için Al tuzlarının kullanımı ve beton su temasıdır. Al giderimi sadece suda doğal olarak bulunduğu söz konusudur. Diğer durumlarda Al'un suya karışması engellenmelidir. Fe'li ve organik koagülanlar Al tuzları yerine kullanılabilir (20).

Alüminyumun beyin hücrelerinde birikimi Alzheimer, Parkinson, amiotrofik lateral sklerozis (ALS) gibi nörolojik hastalıklara; uzun süreli Al^{+2} içeren antiasit kullanımı ise kemiklerde birikerek kemik yumuşamasına, adinamik kemik hastalığına; hemoglobin sentezini inhibe ederek anemiye neden olmaktadır. Ayrıca deneysel olarak sıçan testisinde germinatif hasar ve böbrekte özellikle tübül sistemde yaptığı dejeneratif hasar gibi belirgin histolojik sorunlar oluşturduğu da ortaya konmuştur. Bu tuzlardan alüminyum sülfat ve alüminyum klorür, yüzeysel sulardaki doğal organik maddelerin giderimini sağlamaktadır. Yüksek miktarda alüminyum içeren diyet, merkezi sinir sisteminde Al konsantrasyonunu artırmaktadır (19). Konuralp'ten alınan musluk suyu örneğinde Al gibi Fe değeri de EPA-WHO sınır değerinin üzerindedir. İtalya'da yapılan bir çalışmada Fe değerleri çalışmamızdan düşük değerlerde ve sınır değerler içinde bulunmuştur (21).

Sonuç olarak, Zemzem suyu örneğinde nitrat (NO_3^-) ve vanadyum (V) şebeke sularından alınan örneklerdeki değerlerden oldukça yüksektir. Suyun sertliğini belirleyen Ca^{+2} , Mg^{+2} değerleri Zemzem suyu örneğinde sınırları aşmamakla birlikte diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Konuralp'ten alınan musluk suyu örneğinde ise Ca^{+2} , Mg^{+2} değerleri zemzem suyundan daha düşük, Hatipli köyünden alınan örnekte daha yüksektir. Konuralp'ten alınan musluk suyu örneğinde Al, Fe değeri ise EPA-WHO sınır değerinin de üzerindedir. Şişelenmiş doğal kaynak suyu örneğinde ağır metaller belirlenen sınırlar içindedir. Karşı görüşler olmakla birlikte sert suların kalp ve damar sağlığı için daha iyi olduğunu gösteren çalışmalar daha fazladır. Toplumun suyu sağlığı etkileyen bir gıda maddesi olarak algılayıp bilinçli tüketmesi gereklidir. İnsanlar, içtikleri suyun ölçüm değerlerini bilmesi için yerel yönetimlerin web sitelerinden periyodik olarak bilgilendirilmelidir. Yeraltı sularının kirlenme oranının artması yerel yönetimlerin sağlıklı su sağlamanın önemini her geçen gün daha da artırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Begun A, Ramaiah M, Harikrishna S, Khan I, Veena K. Analysis of Heavy Metals Concentration in Soil and Lichens from Various Localities of Hosur Road, Bangalore, India. E-J Chem 2009, 6(1):13-22.
2. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su Kirliliği. 1. Baskı, Ankara: Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi-12, 1994.
3. Güler Ç. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı. 1. Baskı, Ankara: Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi-43, 1997.
4. Dönderici ZS, Dönderici A, Başarı F. Kaynak Sularının Fiziksel ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 2010; 67(4): 167-72.
5. Pehlivan R. Şişe Sularının Kalitesi ve Tüketicinin Korunması www.gidahareketi.org/su/sise_sularinin_kalitesi.pdf (Erişim tarihi: 03.07.2014).
6. Tekbaş ÖF, Oğur R. Evsel Su Arıtma Cihazlarına Dikkat TAF Preventive Medicine Bulletin, 2009;8(2):i-ii
7. Hacettepe Üniversitesi ICP-MS Laboratuvarı ICP-MS nedir? <http://www.icp.hacettepe.edu.tr/nedir.shtml> (Erişim tarihi:03.07.2014).
8. U.S. Environmental Protection Agency (EPA) 2012. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories EPA 822-S-12-001, Office of Water. Washington, DC.
9. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating first addendum Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed. Electronic version for the Web. WHO, 2006.
10. Al Zuhair N, Khounganian R. A comparative study between the chemical composition of portable water and Zamzam water in Saudi Arabia. Saudi Dental Journal 2006;18(SI):1-9.
11. Ata MM. Zemm Suyu ve Özellikleri. Ekev Akademi Dergisi 2013; 56:375-98.
12. Varol S, Davraz A, Varol E. Tıbbi jeoloji ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkisi Genel Tıp Derg 2009;19(1):45-9.
13. Koçak N, Güleç M, Tekbaş ÖF. Suyun Sertlik Derecesi ve Sağlık Etkileri. TAF Preventive Medicine Bulletin 2011; 10(2): 187-92.
14. Nitratlar ve Nitritler. http://www.kanser.gov.tr/Dosya/Bilgi-Dokumanlari/raporlar/Nitrat_ve_Kanser.pdf (Erişim tarihi: 03.07.2014).
15. Bayraktar N, Gökçe R, Ergün Ö. Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Çev-Kor 1998; 28 (Temmuz-Ağustos-Eylül):28-30.
16. Ağaoğlu S, Alişarlı M, Alemdar S, Dede S. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. YYÜ Vet Fak Derg 2007;18(2):17-24.
17. Vanadyum nedir ve ne işe yarar? <http://www.beslenmedestegi.com/mineraller/vanadyum-nedir> (Erişim tarihi: 03.07.2014).
18. Meslek Hastalıkları ve İş ile İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi http://www.csgeb.gov.tr/csgebPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/isgip_saglik_tani (Erişim tarihi:03.07.2014).
19. Akman Ö, Atasever S, Güçlü E, Gümüş G, Çandar T. Alüminyum ve İnsan. tip.baskent.edu.tr/egitim/mezuniyetoncesi/calismagrp/.../13.P1.pdf (Erişim tarihi: 03.07.2014).
20. Sulardaki Al konsantrasyonlarının sınırlandırılması. <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/898.pdf> (Erişim tarihi: 03.07.2014).
21. Sorlini S, Palazzini D, Sieliechi JM, Ngassoum MB. Assessment of Physical-Chemical Drinking Water Quality in the Logone Valley (Chad-Cameroon). Sustainability Journal 2013;5(7):3060-76.