

Suyun Sertlik Derecesi ve Sağlık Etkileri

[Water Hardness Level and Health Effects]

ÖZET

Suyun sertliği, su içerisinde bulunan iyonların sayısını ve özellikle kalsiyum ile magnezyumun sülfat ve karbonat tuzlarının miktarını belirtmek için kullanılan bir terimdir. Suyun bu özelliği içme, endüstri ve hizmet alanında kullanımı için önemli bir kalite özelliğidir. Suyun geçici sertliği kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları ile kalıcı sertlik ise kalsiyum ve magnezyumun klor, sülfat, nitrat, fosfat ve silikat tuzları ile oluşmaktadır. Suların sertliğinin ölçümü amacıyla Ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Sert suların içinde daha fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum tuzu bulunmaktadır. Bu minerallerin insan vücudunda çok önemli görevleri vardır. Bu çalışmada güncel bilgiler ışığında sert suyun insan sağlığı açısından önemi değerlendirilmiştir. Sert suyun kardiyovasküler hastalıklar, serebrovasküler hastalıklar, inme ve birçok kanser çeşidinde koruyucu bir rol oynadığına yönelik olan çalışmalar incelenmiştir. Sert su içerisindeki kalsiyum ve magnezyum içeriği ne kadar yüksek ise söz konusu hastalıkları o kadar azalttığı ifade edilmektedir. Günlük hayatta en az 2 lt tüketilmesi gereken su, insan hayatı için çok önemlidir. Sert su, özellikle kalsiyum ve magnezyum gibi günlük olarak alınması gereken minerallerin bir çoğunu içermektedir. Tüketilmesi gereken suyun orta sertlikte olması önerilir. Suyun sertliği estetik bir parametre olup, yumuşak suya alışkın damak tadı olan toplumlarda belediyeler tarafından temin edilen şebeke sularının bireyler tarafından evlerde değişik cihazlar kullanılarak 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.

SUMMARY

Water hardness is a term used to define the number of ions contained in the water, especially quantity sulphate, carbonate salts of calcium and magnesium. This characteristics of water is a important quality in it's use as drinking water, industrial water and service water. The temporary hardness level of water comes from bicarbonate salts of calcium and magnesium whereas chloride, sulphate, nitrate, phosphate, silicate salts of calcium and magnesium. In order to indicate the hardness level of water samples French Hardness Level is used in our country. There is a larger amount of calcium and magnesium salts in hard water samples. These minerals have very important functions in the human body. In this study, the importance of hard water in terms of human health has been assessed under light of current information. The studies about the preventive role of hard water in cardiovascular diseases, cerebrovascular diseases, stroke and many types of cancer are reviewed. These studies Express that higher levels of calcium and magnesium hard water provide a higher reduction in these disease. Water, which must be consumed as 2 liters per day is very important for human life. Hard water contains a lot of the minerals that must be taken daily, especially calcium and magnesium. It's advised that water for consumption to have medium hardness. The hardness level of water is an aesthetic quality. Thus, in populations having a taste for soft water, the effort of individuals to softer the network water provided by municipalities using different equipments, in addition to their preference of soft water in plastic or glass bottles for consumption could imply lack of benefit of hard water for population health and also bring out some risks in terms of water hygiene.

**Necmettin Koçak
Mahir Güleç
Ömer Faruk Tekbaş**

GATA Halk Sağlığı AD.
Ankara.

Anahtar Kelimeler:

Su, Suyun Sertlik
Derecesi, Sağlık.

Key Words:

Water, Water Hardness
Level, Health.

Sorumlu yazar/

Corresponding author:

Necmettin Koçak
GATA Halk Sağlığı AD.
Keçiören, Ankara,
Türkiye.
drnkocak@gmail.com

GİRİŞ

Suyun sertliği, su içerisinde bulunan iyonların sayısını ve özellikle kalsiyum ile magnezyumun sülfat ve karbonat tuzlarının miktarını belirtmek için kullanılan bir terimdir. Suyun bu özelliği içme, endüstri ve hizmet alanında kullanımı için önemli bir kalite özelliğidir (1).

Suyun geçici sertliği kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzları ile kalıcı sertlik ise kalsiyum ve magnezyumun klor, sülfat, nitrat, fosfat ve silikat tuzları ile oluşmaktadır. Geçici sertliği karbonat tuzları, kalıcı sertliği ise sülfat tuzları oluşturur. Kalıcı sertlik kaynatmadan etkilenmez ama geçici sertlik kaynatma ile ortadan kalkar. Çünkü karbonatın

içerisindeki karbondioksitin ayrılması sonucu geriye sadece su kalacağından karbonat sertliği ortadan kalkacaktır. Bu nedenle geçici sertliğe karbonat sertliği adı da verilir. Kalıcı ve geçici sertliğin toplanması ile elde edilen değere "toplam sertlik" denir (1,2).

Dünyada çeşitli ülkelerde farklı sertlik dereceleri kullanılmaktadır, bunlar arasında en sık kullanılanları ve karşılığı olan kalsiyum oksit veya bikarbonat miktarları şu şekildedir;

1 Alman sertlik derecesi= 100 ml suda 1 mg CaO

1 Fransız sertlik derecesi= 100 ml suda 1 mg CaCO₃

1 İngiliz sertlik derecesi= 700 ml suda 10 mg CaCO₃.

Tablo 1: Sertlik derecelerine göre içme sularının sınıflandırılması.

Suyun sertlik derecesi	Fransız sertlik derecesinin sınıflandırılması	Alman sertlik derecesinin sınıflandırılması	İngiliz sertlik derecesinin sınıflandırılması	Suların özellikleri
Çok yumuşak	0-7.2	0-4	0-5	Tam doymamış ve koroziv sular olduğundan şehir şebekesi için önerilmez. Ancak doğal kaynak ve ambalajlı sular bu düzeyde olabilir
Yumuşak	7.3-14.2	5-8	6-10	Şehir şebeke sularının sertliğinin bu düzeyde olması önerilir.
Orta sert	14.3-21.5	9-12	11-15	İçmek için ideal sertlikteki sulardır. Bir çok hastalıktan koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak şehir şebekesi için önerilmez.
Oldukça sert	21.6-32.5	13-18	16-22,5	Birçok maden suyu ve mineralli sular bu düzeylerde. İçmek için uygun olabilir.
Sert	32.6-54.0	19-30	22,6-37,5	
Çok sert	54'den fazla	30'dan fazla	37,5'den fazla	

1 ABD sertlik derecesi= 100 ml suda 0,1 mg CaCO₃ (2).

İçme suların sertliğinin ölçümü amacıyla Ülkemizde Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır. Bir litre suda bulunan 10 mg kalsiyum karbonatın oluşturduğu sertliğe bir Fransız sertlik derecesi adı verilir (1,2). Sertlik derecelerine göre içme sularının sınıflandırılması Tablo-1'de verilmiştir.

Su İçerisinde Bulunan Minerallerin İnsan Vücudundaki Görevleri

Sert suların içinde daha fazla miktarda kalsiyum ve magnezyum tuzu bulunmaktadır. Bu minerallerin insan vücudunda çok önemli görevleri vardır (3).

Kalsiyum kemik ve dişlerin bir parçasıdır. İnsan vücudunda; nöromusküler iletide, myokardiyal sistemin iletiminde, kalp ve kas kasılmasında, kanın pıhtılaşmasında ve intrasellüler bilgi iletiminde kalsiyumun görevleri vardır. Kalsiyum eksikliği osteoporoz ve osteomalazi gibi çok önemli hastalıkların gelişmesinde ve hipertansiyonun oluşmasında etkilidir. Günlük alınması gereken kalsiyum miktarı 700-1000 mg arasındadır (3).

Magnezyum ise vücutta 300'den fazla enzimin aktivatörü veya kofaktörü olarak görev yapmaktadır.

Magnezyum; glikoliz, ATP metabolizması, hücre membranı boyunca kalsiyum, potasyum, sodyum gibi elementlerin transportunda, protein ve nükleik asitlerin sentezinde, kas kasılmalarında ve nöromusküler iletide görev yapmaktadır. Magnezyum, kalsiyumun doğal antagonistidir. Magnezyum eksikliği vazokonstriksiyon, hipertansiyon, kardiyak aritmi, aterosklerotik vasküler hastalıklar, Akut miyokard infarktüsü, eklamsi, osteoporoz ve Tip 2 diyabet gibi patolojik durumların gelişmesine neden olabilir. Günlük alınması gereken Magnezyum miktarı 300-400 mg'dır. İçme suyu bu önemli minerallerin günlük olarak alımı için çok büyük kaynak oluşturmaktadır (3).

SERT SULARIN SAĞLIK ÜZERİNE OLAN OLUMLU ETKİLERİ

Sert Suların Kardiyovasküler Hastalıklar Üzerine Olan Olumlu Etkileri

İçme suyunun mineral içeriği ile kardiyovasküler mortalite arasındaki ilişkiyi dünyada ilk defa ABD'li Schroeder (1960) ve Japon Kobayashi (1957) tanımlamıştır. Suyun sertliği ile kardiyovasküler

hastalık arasında negatif bir ilişki olduğu birçok kaynakta belirtilmektedir. ABD ve İngiltere’de yapılan çalışmalar göstermektedir ki yumuşak su kullanan toplumlardaki kardiyovasküler sistem mortalitesi sert su kullananlara göre %15-20 daha yüksektir. Bu kapsamda sert suyun kalbi koruyucu etkisinin öncelikle suyun kalsiyum ve magnezyum içeriğinin yüksekliği ile yakından ilişkili olduğu, su içerisinde bu minerallerin içeriği ne kadar yüksek ise kalbi koruyucu etkisinin de o kadar fazla olduğu öne sürülmektedir. Ayrıca kalbi koruyucu etkisi olduğu bilinen lityum, vanadyum, manganez ve kromun sert su içerisinde bulunmasının da önemli rol oynadığı düşünülmektedir. (4-14).

Su içerisinde bulunan bu elementler genel olarak hücre membranının geçirgenliğini etkileyerek, protein ve diğer elementler ile yarışarak enzimatik reaksiyonlarda inhibitör veya aktivatör olarak rol oynarlar. Sonuç olarak direk veya indirek olarak kardiyak ve kan damarı duvarlarındaki hücrelerin aktivasyonunda, kan basıncı, karbonhidrat ve lipid metabolizması gibi kardiyovasküler fonksiyonlar ile ilişkili sistemleri etkileyerek etki ettikleri düşünülmektedir. Lityumun katekolamin metabolizması üzerine etki ederek koroner eğilimli davranış kalıpları üzerinde belirli etkisi olduğu, vanadyumun hepatik kolesterol sentezini inhibe ettiği ve serum kolesterolünü düşürerek etki ettiği ifade edilmektedir. Krom ve manganezin de glikoz ve kolesterol metabolizması üzerine etki ederek kardiyak koruyucu etkiye sahip oldukları değerlendirilmektedir. Kardiyovasküler hastalıklar için su içerisinde bulunan zararlı elementler kadmiyum, kurşun, bakır ve çinkodur. Yapılan hayvan deneyi çalışmalarında kadmiyumun böbreklerde renal hasarın oluşmasına yol açıp kan basıncına etki ederek hipertansiyona yol açtığı gösterilmiştir (11).

Lacey ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada suyun içerisindeki kalsiyum karbonat 100mg/l arttırıldığında erkeklerde kardiyovasküler hastalığa bağlı mortaliteyi %7,5 azalttığı bulunmuştur. Yang ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise 150 mg/l’den fazla kalsiyum karbonat içeren sert suları kullanan insanlar ile 75 mg/l’den az kalsiyum karbonat içeren suları kullananlar iskemik kalp hastalığı mortalitesi yönünden karşılaştırıldığında düşük dozda kalsiyum karbonatlı su kullananlarda mortalitede %10’luk bir artış tespit edilmiştir (15,16).

Rubenowitz ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada içme suyunda magnezyum düzeyi 6.8mg/l’den fazla ise erkeklerde akut miyokard infarktüsü nedeniyle ölümleri anlamlı düzeyde azalttığı gösterilmiştir (17). Rubenowitz ve

arkadaşlarının yapmış olduğu bir başka çalışmada sudaki kalsiyum düzeyi 70 mg/l’den fazla olan ve magnezyum düzeyi 9.8 mg/l den fazla olan alanlarda yaşayan kadınlarda akut miyokard infarktüsüne bağlı ölümlerin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını gösterilmiştir (18). Monarca ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise kalsiyum ve magnezyum düzeyleri ile akut miyokard infarktüsüne bağlı ölümler ve akut miyokard infarktüsü prevelansı arasında bir ilişkiyi tespit edilememiştir (7).

Morris ve arkadaşlarının 24 İngiliz kentindeki erkeklerde yapmış oldukları prospektif çalışmada suyun sertlik derecesi ile kardiyovasküler hastalık arasında zayıf bir ilişki olduğu bulunmuştur. Su içerisindeki magnezyum miktarı ile koroner kalp hastalığı arasında ters bir ilişki bulmuş olmalarına rağmen kalsiyum seviyesi ile kalp hastalığı arasında böyle ilişkiyi gösterememişlerdir (19).

Sert Suların Kansere Üzerine Olan Olumlu Etkileri

Kalsiyum ve magnezyum içeriği yüksek olan sert suların kolon, rektum, pankreas, karaciğer, meme, over kanseri gibi hastalıklardan ölümlere karşı koruyucu olduğuna yönelik bir çok çalışma mevcuttur (20-27). Sakamoto ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada kovaryans analizinde mide kanseri mortalite oranları ile magnezyum seviyesi arasında negatif bir korelasyon olduğunu ifade etmektedirler (28).

Özellikle sert sularda yüksek oranda bulunan magnezyumun bu etkinin oluşmasında önemli olduğu bildirilmektedir. Magnezyumun bu etkisinin, intrasellüler bölgedeki magnezyumun DNA replikasyonunu arttırmasına veya karsinojenik sürecin tetiklenmesine yol açan değişiklikleri engellemesine bağlı olduğu ifade edilmektedir (29).

Sert Suların Serebrovasküler Hastalıklar Üzerine Olan Olumlu Etkileri

Sert sular ile serebrovasküler hastalıklar arasında ters orantılı bir ilişki olduğu da bildirilmektedir (8). Yang ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada magnezyum düzeyinin 7.3mg/l’den yüksek olmasının inmeye bağlı ölümleri azalttığı ve magnezyum düzeyinin 3.8mg/l’den yüksek olmasının da hipertansiyona bağlı ölümleri azalttığı gösterilmiştir (30). Sakamoto ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ise serebrovasküler hastalık ile kalsiyum konsantrasyonu arasında negatif bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir (28). Marque ve

arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 4-11 mg/l arasında olan magnezyum seviyesinin 4 mg/l den daha düşük magnezyum seviyesine göre serebrovasküler hastalıklardan daha çok koruduğu belirtilmiştir (31).

Literatürde bazı çalışmalarda su içerisinde bulunan kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonu ile inme mortalitesi arasında bir ilişki olduğu gösterilememiştir (32-34). Miyake ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada serebrovasküler mortalite ile suyun sertlik derecesi arasında bir ilişkiyi saptanamamıştır (35).

SERT SULARIN DİĞER ETKİLERİ

Ramello ve arkadaşları yaptıkları çalışmada su içerisinde bulunan iyonlar ile nefrolitiasis arasında bir ilişki saptayamamışlardır (36). Böbrek taşı oluşumu ile suyun sertlik derecesinin ilişki olabileceği yönünde bazı varsayımlar olmasına rağmen kanıtlanmış herhangi bir bilgi elde edilememiştir. Daha ileri ve prospektif araştırmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Sert suyun yumuşak sudan daha az aşındırıcı olduğu kurşun, bakır ve kadmiyum gibi zararlı maddelerin sert sularda daha az olduğu düşünülmektedir. Sudaki kalsiyumun bu koruyucu etkide rol oynadığı iddia edilmektedir. Kalsiyum bu zararlı iyonların barsaklardan emilimini engeller (2).

Suyun sertlik derecesi estetik ve kullanım bakımından çok önemlidir. Sert sular yemek pişirmeye ve içmeye elverişli değildir. Ayrıca sert su çamaşır yıkamada ve sanayide kullanılması halinde çok sabun sarfına neden olacağı gibi kazan ve boruların içerisinde kireç tabakası oluşumuna da yol açabilir.

Suyun sertliğini giderme yöntemleri;

1 Havalandırma: Bu yöntemle suyun içerisinde bulunan bikarbonatların CO_2 'sinin uzaklaştırılması sağlanır. Böylece suda erimeyen bikarbonat tuzları çöktürülerek su yumuşatılmış olur.

2 Fosfat yöntemi ile sertlik giderme: Fosfat yönteminde, sert su içerisine Na_3PO_4 çözeltisi katılarak Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları tersiyer fosfat halinde çöktürülerek suyun sertliği giderilir. Fosfat yöntemi az miktardaki suyun sertliğini gidermek için kullanılır. Pahalı bir yöntemdir.

3 Kalsiyum oksit (CaO) ile muamele etme: bu yöntem ile suda erimiş bulunan Ca ve Mg tuzları erimeyen Ca ve Mg tuzları halinde çöktürülmüş olur.

4 Damıtma yöntemi ile sertlik giderme: Damıtma yönteminde, sert su önce ısıtılarak buharlaştırılır ve su buharları soğutularak yoğunlaştırılır ve saf su haline getirilir. Bu işlem damıtma cihazlarında yapılır. Çok yumuşak su veya saf su gerektiğinde bu yöntem uygulanır. Pahalı bir yöntemdir.

5 Ters osmoz yöntemi ile sertlik giderme: Temelde sertliği gidermek için kullanılmaz ama suyun sertliğini de giderir. Osmoz suyun az yoğun ortamdan çok yoğun ortama emilme sürecidir. Ters osmoz ise bu sürecin basınçla tersine döndürülerek çok yoğun ortamdan temiz su ayırtmak için kullanılır. Tamamiyle doğal, fiziksel bir yöntemdir. Isı, ışın veya kimyasal kullanılmaz.

6 Zeolit-Permutit Yöntemi ile Sertlik Giderme: Endüstride en çok uygulanan sertlik giderme yöntemlerinden biridir. Doğal veya yapay zeolit kullanılır. Doğada Na_2O , Al_2O_3 , 2SiO_2 , $3 \text{H}_2\text{O}$ şeklinde bulunan zeolitin yapay olarak hazırlanana permutit denir. Na_2Ze genel formülü ile gösterilir. Bu formüldeki Ze ile gösterilen zeolittir. Bu maddeler, su içerisindeki Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarını tutarak suda sertlik oluşturmeyen Na^+ iyonlarını verir ve suyun sertlik özelliğini giderir.

7 Kireç-Soda Yöntemi ile Sertlik Giderme: Bu yöntem ile suda erimiş olarak bulunan Ca ve Mg tuzları, suda erimeyen Ca ve Mg tuzları halinde çöktürülmüş olur.

8 Resinler kullanılarak suyun sertliğinin giderilmesi: Asidik resinler katyonları tutar, bazik resinler anyonları tutar. Değişik süzgeç çeşitleri suyun sertliğini azaltmada kullanılabilir. Süzgeç çeşitleri şunlardır;

- a. Plastik süzgeçler
- b. Ayaklı amyanlı süzgeç,
- c. Şeitz (şamdan) süzgeç,
- d. Berkefield (nehir ve göllerde kullanılan süzgeç)
- e. Chamberlein süzgeci (1,37,38)

SONUÇ ve ÖNERİLER:

Günlük hayatta en az 2 lt tüketilmesi gereken su, insan hayatı için çok önemlidir. Sert su, özellikle kalsiyum ve magnezyum gibi günlük olarak alınması gereken minerallerin birçoğunu içermektedir. Tüketilmesi gereken suyun orta sertlikte olması önerilir. Suyun sertliği estetik bir parametre olup, yumuşak suya alışkın damak tadı olan toplumlarda belediyeler tarafından temin edilen şebeke sularının bireyler tarafından evlerde değişik cihazlar kullanılarak 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.

KAYNAKLAR

- 1 Tekbaş ÖF, Güleç M. Suların sertlik dereceleri ve sağlık etkileri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni. 2004; 3(7): 156-160.
- 2 Tekbaş ÖF. Toplum sağlığı yönüyle içme kullanma suları. Eds.: Tekbaş ÖF: Çevre Sağlığı. Ankara, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basımevi, 2010, s. 49-126.
- 3 Kozisek F. Health significance of drinking water calcium_and_magnesium_http://www.midasspring.com/typed%20documents/HealthSignificance.pdf [Erişim Tarihi: 10.02.2010].
- 4 Sauvent MP, Pepin D. Drinking water and cardiovascular disease. Food Chemical Toxicology. 2002; 40: 1311-1325.
- 5 Marx A, Neutra RR. Magnesium in drinking water and ischemic heart disease. Epidemiologic Reviews. 1997; 19(2): 258-272.
- 6 Neri LC. Water hardness and cardiovascular mortality. New York Academy of Sciences. 1978: 203-219.
- 7 Monarca S. Drinking water hardness and cardiovascular diseases: a review of the epidemiological studies 1979-2004. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2006; 13(4): 495-506.
- 8 Juan F, Abellan JJ, Virgilio GR, Antonio LQ. Spatial analysis of the relationship between mortality from cardiovascular and cerebrovascular disease and drinking water hardness. Environmental health perspectives. 2004; 112: 1037-1044.
- 9 Mats R, Niklas B, Johan H, Tom B, Gösta B. Daily Intake of Magnesium and Calcium From Drinking Water in Relation to Myocardial Infarction. Epidemiology. 2005; 16(4): 570-576.
- 10 Tukiendorf A, Rybak Z. New data on ecological analysis of possible relationship between magnesium in drinking water and liver cancer. Magnesium Research. 2004; 17(1): 46-52.
- 11 Doull J, Morris JC, Borzelleca JF, et al. Drinking Water and Health. Washington D.C. National Academy of Sciences, 1977, p. 440-445.
- 12 Yang CY, Chang CC, Tsai SS, Chiu HF. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from acute myocardial infarction in Taiwan. Environmental Research. 2006; 101(3): 407-411.
- 13 Leoni V, Fabiani L, Ticchiarelli L. Water hardness and cardiovascular mortality rate in Abruzzo, Italy. Arch Environ Health. 1985; 40(5): 274-278.
- 14 Tubek S. Role of trace elements in primary arterial hypertension: is mineral water style or prophylaxis? Biol Trace Elem Res. 2006; 114(1-3): 1-5.
- 15 Lacey RF, Shaper AG. Changes in Water Hardness and Cardiovascular Death Rates International Journal of Epidemiology. 1984; 13: 18-24
- 16 Yang CY, Cheng MF, Tsai SS, Hsieh YL. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. Japn J Cancer Res. 1998; 89: 124-30.
- 17 Rubenowits E, Axelsson G, Rylander R. Magnesium in drinking water and death from acute myocardial infarction. Am. J. Epidemiol. 1996; 143(5), 456-462.
- 18 Rubenowits E, Axelsson G, Rylander R. Magnesium and calcium in drinking water and death from acute myocardial infarction in women. Epidemiology. 2010; 10(1): 31-36.
- 19 Morris RW, Walker M, Lennon LT, Shaper AG, Whincup PH. Hard drinking water does not protect against cardiovascular disease: new evidence from the British Regional Heart Study. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2008; 15(2): 185-189.
- 20 Yang CY, Chiu HF. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from rectal cancer. Intl J Cancer. 1998; 77: 528-532.
- 21 Yang CY, Chiu HF, Chiu JF, Tsai SS, Cheng MF. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from colon cancer. Japn J Cancer Res. 1997; 88: 928-933.
- 22 Yang CY, Cheng MF, Tsai SS, Hsieh YL. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality. Japn J Cancer Res. 1998; 89: 124-130.
- 23 Yang CY, Hung CF. Colon cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. Arch Environm Contam Toxicol. 1998; 35: 148-151.
- 24 Yang CY, Tsai SS, Lai TC, Hung CF, Chiu HF. Rectal cancer mortality and total hardness levels in Taiwan's drinking water. Environm Res. 1999; 80: 311-316.
- 25 Yang CY, Chiu HF, Tsai SS, Cheng MF, Lin MC, Sung FC. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from prostate cancer. J Toxicol Environm Health. 2000; 60: 17-26.
- 26 Yang CY, Chiu HF, Cheng BH, Hsu TY, Cheng MF, Wu TN. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from breast cancer. Journal of Toxicology and Environmental Health Part A. 2000; 60(4): 231-241.
- 27 Chiu HF, Chang CC, Yang CY. Magnesium and calcium in drinking water and risk of death from ovarian cancer. Magnesium Research. 2004; 17(1): 28-34.

TAF Preventive Medicine Bulletin, 2011: 10(2)

- 28 Sakamoto N, Shimizu M, Wakabayashi I, Sakamoto K. Relationship between mortality rate of stomach cancer and cerebrovascular disease and concentrations of magnesium and calcium in well water in Hyogo prefecture. *Magnes Res.* 1997; 10(3): 215-223.
- 29 Blondell JM. The anticarcinogenic effect of magnesium. *Med. Hypotheses.* 1980; 6(8): 863-871.
- 30- Yang CY. Calcium and Magnesium in Drinking Water and Risk of Death From Cerebrovascular Disease. *Stroke.* 1998; 29(2): 411-414.
- 31- Marque S, Jacqmin-Gadda H, Dartigues JF, Commenges D. Cardiovascular mortality and calcium and magnesium in drinking water: an ecological study in elderly people. *Eur J Epidemiol.* 2003; 18(4): 305-309.
- 32 Leurs LJ, Schouten LJ, Mons MN, Goldbohm RA, van den Brandt PA. Relationship between tap water hardness, magnesium, and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in The Netherlands. *Environ Health Perspect.* 2010; 118(3): 414-420.
- 33 Catling LA, Abubakar I, Lake IR, Swift L, Hunter PR. A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness. *J Water Health.* 2008; 6(4): 433-342.
- 34 Comstock GW, Cauthen GM, Helsing KJ, Goldberg EL. Stroke-associated deaths in Washington county, Maryland, with special reference to water hardness. *Stroke.* 1979; 10(2): 199-205.
- 35 Miyake Y, Iki M. Ecologic study of water hardness and cerebrovascular mortality in Japan. *Arch Environ Health.* 2003; 58(3): 163-166.
- 36 Ramello A, Vitale C, Marangella M. Epidemiology of nephrolithiasis. *J Nephrol.* 2000; 13(3): S45-50.
- 37 Kimya teknolojisi suda sertlik analizi_ http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/524KI0046.pdf [Erişim tarihi: 16.03.2010]
- 38 Ters Osmoz <http://www.vitechcizgigroup.com/ters-osmoz.html>. [Erişim Tarihi: 23.11.2010].