

Cennet RAĞBETLİ<sup>1</sup>

Yazışma yazarı:  
Cennet RAĞBETLİ  
cennetr@hotmail.com

<sup>1</sup> İki nisan caddesi Konuklar Sitesi A Blok No:10 Van

Referans:  
Rağbetli C., (2009), İçme sularındaki tehlike: Arsenik, İklim Değişikliği ve Çevre, 2, 6-12

Makale Gönderimi : 1 OCAK 2009  
Online Kabul : 1 ŞUBAT 2009  
Online Basım : 1 MART 2009

**Özet** İnsanın günlük su ihtiyacı 1.5-2 litre civarında olduğundan su kaynaklı sağlık problemleri oldukça önem kazanmaktadır. Endüstriyel atıklarda ve doğal element formunda bulunan arsenik; içme sularında tehlikeli düzeyde bulunduğu çevre ve besin zincirine katılarak ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Arseniğin deriden emilimi az olduğundan el yıkama, banyo yapma, çamaşır yıkama gibi temizlik amaçlı kullanımları zarar vermezken; içilmesi, inhale edilmesi ve yemeklerde kullanımı oldukça zararlı olabilmektedir. Arseniğin toksik etkileri, formuna, maruziyet dozuna ve süresine bağlı olarak tüm canlılarda değişmektedir. Kısa ve uzun vadede arsenik kalıntılı hayvansal ve bitkisel besinler ile içme sularının tüketimi halk sağlığı sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Arsenik sistein içeren proteinlerden zengin saç, tırnaklarda (beyaz çizgiler), ciltte ve iç organlarda birikmektedir. Uluslararası Kansere Araştırma Ajansı (ICRA) 1980 yılında arseniği, birinci derecede kanserojenler sınıfına almasından sonra, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) de içme sularında izin verilen arsenik üst limit değerini 50 ppb'den 10 ppb'ye indirmiştir. Bu çalışma ile dünyada ve ülkemizde arseniğin içme sularında hangi oranlarda bulunduğu, ne tip sorunlara yol açtığı ve tanı, tedavi, korunma metodlarının çok yönlü olarak ortaya konması amacıyla yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Arsenik, toksikolojik etki, içme suyu.

## Danger in Drinking Water: Arsenic

**Abstract** Water is the most important natural resource of life, and an adult male body is confirmed 60%, an adult female body is confirmed 50-55%, a newborn baby's body is confirmed 75% water. Industrial waste and natural element form of the arsenic can lead to serious health problems in the drinking water contaminants. Because of people's daily water requirement it can be cause spread of some diseases. Drinking water contamination factors are classified as radioactive, microbial and chemical. Arsenic, one of the chemical factors is being discussed globally.

The amount of arsenic in sea water and marine live is higher than in drinking waters and in soil. Arsenic is average 10 ppb. ocean, rivers and lakes. Arsenic is in the 5A group of Periodic Ruler, atomic number is 33, atomic weight is 74.9216 g / mol, colorless, odorless, water soluble and quickly oxidized. Arsenic forms are elemental (0), gas (-3), inorganic (+3, +5) and organic in nature. Arsenic is used in production of pestisid, herbisid, rodentisid, metal industry, cleaning of dust filters, timber industry, textile industry, leather industry, wine, painting, ceramic, and agriculture sector. In these sectors, waste treatment plants should be sure to check. Arsenic treatment by oxidation, ion adsorbsiyon change, coagulation / sedimentation and membrane filtration methods in drinking water.

Arsenic taken by orally is more effective than the skin absorbtion. Arsenic is not being absorbtion with hand washing and laundry cleaning, but oral arsenic usage can be very harmful. Arsenic binds sülfidril groups(-SH) of the serum proteins and inhibits a lot of enzymes. As a result, capillary permeabilite degradation, the movement disorders and other organ and system damage can be seen. Arsenic, easily through the placenta and accumulate fetus in pregnant women. First symptoms long-term exposure to arsenic are observed in the skin, color changes and skin thickening of the keratin in the tissue formed. Not only to humans, but also toxic effects of arsenic in all plants and animals, depending on exposure dose and time.

Arsenic was the first degree class of carcinogenics by International Cancer Research Agency in 1980 and allowable limit of arsenic in drinking waters has from 50 ppb to 10 ppb by World Health Organization (WHO) in 1993. In some regions of Bangladesh, Chile, China, Argentina, Taiwan, Vietnam, India, Canada, New Zealand, Poland, Mexico, Japan and The United States the allowable limit of arsenic levels are very high in drinking waters (100-5000 ppb). Some areas of Izmir, Ankara, Nigde, Emet, Salihli, Van Türkiye have been determined dangerous levels of arsenic in in drinking waters.



de 8 ppm'e kadar arsenik bulunmuştur (Serpen, 2008). Çünkü vücuda giren arseniğin serum proteinlerinin sülfidril (-SH) grupları ile birleşmesi sonucu hücre metabolizması inhibe edilmektedir. Buna bağlı olarak, kapiller permeabilite bozulmakta, dolaşım bozuklukları ve diğer organ ve sistem hasarları görülmektedir (Baş ve Demet, 1992; Chiou vd., 1995).

## Akut Zehirlenmeler

Akut arsenik zehirlenmesi vakaları; 1900 yılında İngiltere-Manchester'de, arsenik içeren şekerden, 1955 yılında Japonya-Monhaga'da süt, Nilgeta'da, kuyu suyundan, Hindistan'da; arsenikli su, yiyecek, ilaç ve afyondan gerçekleşmiştir (Denizli, 2008). Arseniğin lethal dozun birkaç kat üzerindeki (600 ppb) ağız ve solunum yolu alımlarında (inti-har-kriminal-ev ve iş kazaları) hemen ölüm gerçekleşmektedir. Arsinin 250 ppm dozunun kısa süreli solunması veya 25-30 ppm dozunun 30 dakika solunması öldürücü olmaktadır. Arseniğin lethal doz (100-200 ppb) oral alımlarında; ilk olarak ağız, boğaz ve midede şiddetli yanma, karın ağrısı, bulantı, ciltte grileşmesi, burun ve kulaklar gibi uç organlarda soğuma, nabız hızlanması ve nefeste yoğun sarımsak kokusu görülmektedir. Hayatta kalınırsa önce pirinç suyu gibi sonra kanlı ve mukuslu kusma, ishal ve dehidratasyon takip etmektedir. Gerekli müdahaleler acilen yapılmazsa bu tabloyu psöşik bozukluklar, paralizi, koma ve ölüm takip etmektedir. Zehirlenmeyi takiben 1-2 hafta sonra kan tablosu değişimleri (kemik iliği baskılanması nedeniyle), 2-3 hafta sonra saç dökülmesi, tırnaklarda çizgilenmeler görülmektedir (Baş ve Demet, 1992; Denizli, 2008; Ratnaïke, 2003).

## Kronik Zehirlenmeler

Genellikle içme suları kaynaklı arsenik toksikasyonları bu grupta olup, ufak dozlardaki kronik maruziyetlerde (5-20 yıl, ortalama 10 yıl) gerçekleşmektedir. Arsenik sistein içeren proteinlerden zengin saç, tırnaklarda (beyaz çizgiler), ciltte ve iç organlarda birikmektedir. Tırnaklar günde yaklaşık 0,12 mm büyüdüğünden tek doz arsenik maruziyetinden 100 gün sonra bile tırnakta arsenik bulunabilir (Das ve Sengupta, 2008; Yağmur ve Hancı, 2002). Cambodia'da arsenik içeriği yüksek suları tüketen 97 kişinin saç ve tırnak incelemelerinde arsenik düzeyi tırnak örneklerinde 1.06-69.48 mg/kg, saç örneklerinde ise 0.92-25.6 mg/kg olarak bulunmuştur (Mazumder ve ark, 2009). Organik arsenik ise daha çok beyin lipid yapılarında birikme eğilimindedir. Arsenik, hamilelerde plasentayı kolayca geçerek fetüste birikir ve emzirenlerde süte geçerek bebeği etkiler. Bangladeş'in Matlab bölgesinde yüksek arsenik değerli su tüketen 140 gebe kadının bebeğinde yapılan çalışmada çocukların interleukin-7 üretimi ve timus gelişiminin olumsuz etkilendiği ve bunun da immunsupresyon yapabileceği ortaya konmuştur (Ragib vd., 2009). Yine aynı bölgede utero-arsenik maruziyetli 18 aylık 2400 çocuk üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada; diğer bölgelerde yaşayan aynı yaştaki çocuklara oranla idrar arsenik düzeylerinin önemli ölçüde yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çocukların süttten kesilmelerini takiben idrar arsenik düzeylerinin de önemli düşüş gösterdiği tespit edilmiştir (Fangström vd., 2009).

İçilen sudaki arsenik konsantrasyonuna, alınma süresine ve kişilerin beslenme durumuna bağlı olarak 10 ppb üzerindeki içme sularını uzun süreli kullananlarda kişiye göre değişen toksikasyon bulgularına rastlanmaktadır. Uzun süreli olarak arseniğe maruz kalmada ilk belirtiler deride gözlenmekte, renk değişiklikleri ve derinin keratin dokusunda kalınlaşma oluşmaktadır. İştahsızlık, bitkinlik, bulantı, kusma, kabızlık ve gibi diyare sindirim sistemi bozuklukları eşlik etmektedir. Kronik arsenik maruziyetinde, gizli bir periyodu takiben kapillar permeabilite bozulmakta ve dolaşım bozuklukları görülmektedir. Çin ve Tayvan'da sık rastlanan bu durum kara ayak hastalığı olarak ifade edilmiştir. Kara ayak hastalığı görülen insanlarda kanser görülme insidansının arttığı da belirtilmiştir (Huang vd., 2009). Özellikle güneş almayan ciltte gövde üzerinde 1-10 mm çaplı ve birbiriyle birleşme eğilimli koyu pigmentasyonlar, dil, avuç ve ayak tabanında keratin tabakasında kalınlaşmalar (kara ayak hastalığı) tipiktir. Gövdede pigment irregülasyonu ve keratoz kronik arsenik maruziyetinin en önemli göstergesidir. Karaciğer büyümesi, safra yollarında tıkanma, sarılık ve siroz da görülmektedir. Dişetinde kanama ve siyah çizgilenmeler, zayıflık, kansızlık, alt göz kapağı ve ayak bileği ödemi, sarımsak kokulu ter boşanmaları, vücutta şişmeler, nöropati, hafif felçler ve hipertansiyon gelişmektedir. Böbrek harabiyeti ve diyabet tetiklenmesi de görülebilmektedir (Baş ve Demet, 1992; Chiou vd., 1995; Denizli, 2008; Sandoval vd., 2007; Sun, 2004; Yağmur ve Hancı, 2002). Baltimore John Hopkins Üniversitesi doktorlarından Dr. Ana Navas-Acien ve arkadaşları 2005 yılında Amerikalı yetişkinler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada idrar arsenik seviyesi ile tip-2 diyabet tetiklenmesi, arasında kuvvetli bir ilişki bulmuşlardır. Tip-2 diyabet hastalarının idrar arsenik düzeyleri hasta olmayanlardan % 26 yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar hücrelerde biriken arseniğin; insülinin hücre içine glukoz al-

minı sağlayan sinyal iletimini önleyerek, kan şekerinin enerjiye çevirimini engellediğini belirtmektedirler (Navas-Acien vd., 2008).

## Kanser

Arsenik nükleusta lokalize tümör supressör p53 geni fonksiyonunu bozarak supresyonu ortadan kaldırmakta ve kanser oluşumunu tetiklemektedir (Sandoval vd., 2007). Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme suyunda 50 ppb'den yüksek konsantrasyonda arseniğe uzun süre maruz kalan her yüz kişiden birinde arseniğe bağlı kanserlerden ölüm riski olduğu bildirilmektedir. İçme suyunda arsenik düzeylerinin 500-1000 ppb'lere çıktığı Bangladeş, Taiwan ve Şili gibi ülkelerde yapılan çalışmalarda kanser oluşum insidansında çok yüksek artışlar saptanmıştır. Bununla birlikte daha düşük konsantrasyonlarda (10-50 ppb ) toksisite riskini belirleyen araştırmalar henüz çok az sayıda ve yetersiz olduğu gibi bu riskin olmadığını vurgulayan araştırmalar da vardır. İçme suyunda 50 ppb altındaki arsenik düzeylerine maruz kalmanın kanser riskini artırdığı konusunda kesin bilimsel kanıtlar yoktur. Fakat 50-100 ppb arasında arsenik içeren içme sularını tüketenlerde arsenik konsantrasyonu azaldıkça, zararlı etkilerin azaldığı belirtilmektedir (ATSDR, 2009). Aşağıdaki tabloda Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi'ne göre, günde ortalama 2 L tüketilen içme suyundaki arsenik seviyesi ile kanser gelişme riski arasındaki ilişki ortaya konmuştur (Tablo 1), (NAS, 1999).

Tablo 1. Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi'ne göre, sudaki arsenic seviyesi( ppb) ile tahmini total kanser riski (tüketilen miktar 2 L/gün) arasındaki ilişki (National Academy of Sciences, 1999).

Sudaki Arsenic Seviyesi( ppb)	Tahmini Total Kanser Riski (Tüketilen Miktar 2 L/gün)
0.5 ppb	10,000 de 1
1 ppb	5,000 de 1
3 ppb	1,667 de 1
4 ppb	1,250 de 1
5 ppb	1,000 de 1
10 ppb	500 de 1
0 ppb	250 de 1
25 ppb	200 de 1
50 ppb	100 de 1

İçme suyunda arseniğe bağlı akciğer kanseri riskini belirlemek için 2006 yılına kadar yayımlanan 9 ekolojik, iki olgu kontrol ve 6 ileriye yönelik çalışmanın incelendiği sistematik araştırma değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmalarda güneybatı Taiwan, Japonya ve kuzey Şili gibi suda yüksek arsenik içeren bölgelerde yaşayanlarda akciğer kanseri görülme sıklığı ya da akciğer kanserine bağlı ölümlerin daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada içme suyunda düşük konsantrasyonlarda (10-50 ppb) arseniğe maruz kalmanın akciğer kanseri riskini artırıp artırmadığının belirsiz olduğu vurgulanmaktadır (Tunçok, 2009).

Bangladeş'in Arahazar bölgesi gibi 500-1000 ppb arsenik içeren içme sularını kullanan 10.402 kişide yürütülen çalışmada; metilasyon yolu ile metabolize edilip, idrarla atılan arseniğin içme suları ile yüksek konsantrasyonlarda arsenik alınana bölgelere göre kanser insidansını attırdığı belirtilmektedir (Heck vd., 2009). Arjantin'de farklı hidrojeolojik bölgelerin araştırılması ile DSÖ belirttiği üst sınır değerinin çok üstünde arsenik içeren içme suyu tüketenlerde ölümlerin böbrek, akciğer, karaciğer ve deri kanserleri nedeniyle olduğu belirtilmiştir (Francisko ve Carro Peres, 2009; Wolz vd., 2009).

2004 yılında Smith ve diğerlerinin gerçekleştirdiği çalışmada idrar arsenik düzeyi 1179 ppb olanlarda akciğer kanserinden ölüm oranı % 8 iken, idrar arsenik düzeyi 825 ppb olanlarda akciğer kanserinden ölüm oranının % 7,1'e düştüğünü göstermişlerdir (Smith vd., 2009). Ferreccio ve arkadaşlarının çalışmasında ise sigara içenlerin arsenikli su tüketimi halinde kanser riskinin daha fazla arttığı ortaya konmaktadır (Ferreccio vd., 2000).

Kronik arsenik maruziyeti ile cilt kanseri arasında bağlantı olduğu görülmüştür. Altı ile 26 yıl arası Fowler solüsyonu verilerek tedavi edilen 262 hastanın %40'ında keratoz ve %8'inde cilt kanseri olduğu saptanmıştır (Yağmur ve Hancı, 2002). Sınır değerinin çok üstünde arsenikli su tüketen toplumlarda yapılan kanser araştırmaları; beslenme şartları, arsenikli su kullanım süresine ve alınan doza bağlı cilt (bazal hücre-squamöz hücre), akciğer, karaciğer, mesane ve böbrek kanseri görülme sıklığının artış gösterdiğini belirtilmektedir (Sandoval vd., 2007; Ratnaik, 2003).

## Tedavi ve Korunma Yöntemleri

Tanıda önemli olan idrar arsenik düzeyi olup İdrarda arsenik üst sınırı tartışmalı olmakla beraber 200 ppb kabul edilmektedir. Arsenik maruziyetinde; monometile arsenik (MMA) ve dimetile arsenik (DMA) düzeyleri kan ve idrarda atmaktadır (Li vd., 2009). Özellikle akut maruziyetten 12-24 saat sonraki idrar ölçümlerinde en yüksek seviyede tespit edildiğinden semptomların ve anemnezin tanıdaki rolü büyüktür. Tanıda voltmetri, radikal kimyasal metodlar, X-ray spektrofotometresi ve atomik absorpsiyon spektrofotometresi vs. kullanılmaktadır. En hassas ve özgün olanı atomik absorpsiyon spektrofotometresi olarak belirtilmektedir. Organizmadan tam olarak atımı 3 ayı bulduğundan temastan 100 gün sonra bile teşhisi mümkündür. Arsenik saç, tırnak, kemik ve iç organlarda depolanma özelliğinde olduğundan saç ve tırnak analizleri kronik toksikasyonlarda önemli olup, gerekli hallerde dışkı ve kusmakta da arsenik analizi yapılmaktadır. Saç ve tırnakta normal arsenik değeri 0.02-0.5 mg/kg seviyelerinde bulunmalıdır. Genellikle düşük oranlarda arsenik alımı ile gerçekleşen zehirlenmelerde, bölgedeki içme sularının arsenik düzeyinin bilinmesi ve kişilerde gözlenen semptomlar tanı için önemlidir (Das ve Sengupta, 2008).

Akut toksikasyonlarda mide yıkanarak, bol sıvı alımı sağlanmakta, karbonhidrat ve proteinden zengin yağdan fakir diyet verilmekte, sistemik antidot olarak oral BAL (dimetaprol), DMSA (Dimercaptosuccinic acid), DMPS (Dimercaptopropane succinate) ve d-penicillamine gibi şelatörler verilmektedir; yalnız arsin zehirlenmelerinde BAL etkisiz kalabilmektedir. Kronik toksikasyonlarda ise semptomlara yönelik girişimlerde bulunmaktadır. Hiperkeratinizasyon, gastrointestinal hemorajiler, bronkokonstrüksiyon tedavisi yapılarak gangren ve gizli enfeksiyon riski mutlaka bertaraf edilmektedir. Ayrıca periferik nöropatiler ve psikiyatrik bozukluklar zaman geçirmeden tedavi edilmektedir (Das ve Sengupta, 2008; Yağmur ve Hancı, 2002).

Özellikle arsenik; pestisid, herbisid, rodentisid üretiminde, piroteknikte, metal sanayinde, toz filtrelerinin temizliği, kereste sanayi, tekstil sanayi, deri sanayi, şarapçılık, boyacılık, halıcılık, bakır ve kurşunun ayrıştırma tesislerinde, emaye, vernik, cila, seramik ve tarım sektöründe kullanıldığından; bu sektörlerin atık arıtma tesisleri muhakkak kontrol edilmelidir (Denizli, 2008). Arsenik içeren içme sularını arıtmada oksidasyon, adsorpsiyon ve iyon değiştirme, koagülasyon/çökeltme ve membran filtrasyon yöntemi kullanılmaktadır (İkizoğlu, 2008).

## Sonuç ve Öneriler

Dünya'da 60.000 ton arsenik işlendiği, Amerika'da 900.000 işçinin mesleki maruziyeti tahmin edilirken ülkemizde kayıt tutulmaması ve istatistiksel analizlerin yapılmasındaki zafiyetler nedeniyle tam olarak sayı tahmin edilememektedir. Çalıştığı dönemde yıllarca arseniğe maruz kalmış 16 endüstri işçisinde yapılan araştırmada 9 psodermal lökome-lanodermi, 7 cilt kanseri ya da intraepidermal karsinom, 8 akciğer kanseri olduğu görülmüştür (Yağmur ve Hancı, 2002). Bu sektörlerde çalışanlar Sağlık Bakanlığı'nın tehlikeli işler sınıflandırılmasına tabi olmaları nedeniyle 7,5 saatten fazla çalıştırılmayacakları konusunda eğitilerek bilinçlendirilmelidirler. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, madde 6317'e göre idrar, dışkı, kıl ve tırnaklarındaki arsenik miktarının periyodik analizleri mutlaka yapılmalıdır (Mesleki Hastalıklar, 2009).

Kronik toksikasyon olgularında semptomların ortaya çıkışı uzun süreç aldığından, semptomların görülmesi beklenmeden, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği arsenik sınır değeri olan 10 ppb üzerindeki seviyelerde olan içme suları belirlenerek içilmesi kesinlikle yasaklanmalıdır. Ülkemizin arsenik haritası en kısa sürede çıkarılarak, riskli bölgelerde içme sularının arıtılması için gerekli tesisler kurulmalı ve bu bölgede yaşayanların bilinçlendirilmesi için Sağlık Bakanlığı, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve üniversiteler eğitim çalışmalarına önem vermelidir. Halk sağlığının korunması için düşük dozda arseniğin insan sağlığı ve çevre üzerine etkilerinin anlaşılması için ileri çalışmalar gerekli olduğundan bu tip vaka-kontrol çalışmaları desteklenmelidir. Rutin aralıklarla içme suyu analizleri riskli bölgelerde kesinlikle yapılmalıdır.

## Semboller

ppb (parts per billion) = milyarda bir, mikrogram/litre.  
ppm (Parts per million) = milyonda bir birime verilen isimdir.  
MMA = Monometile arsenik.  
DMA = Dimetile arsenik.  
BAL = British anti-Lewisite (dimercaprol; 2,3-dimercaptopropanol)  
DMSA = Dimercaptosuccinic acid.

DMPS = Dimercaptopropane succinate.  
SH = sülfidril (-SH)

## Kaynaklar

- Baş, L., Demet, Ö., (1992). Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller, *Ekoloji*, 5, 42-45.
- Chiou, H.Y., Hsueh, Y.M., Liaw, K.F., Horng, S.F., Chiang, M.H., Pu, Y.S., Lin, J.S., Huang, C.H., Chen, C.J., (1995). Incidence of international cancers and ingested inorganic arsenic: a seven year follow up study in Taiwan, *Cancer Research*, 15, 55, 6, 1296-300.
- Das, N.K., Sengupta, S.R., (2008). Arsenicosis: Diagnosis and treatment. Seminar: Chronic arsenicosis in India, The Indian Association of Dermatologists, Venereologists & Leprologists (IADVL), 74, 6, 571-81.
- Denizli, A., (2008). Ağır metal toksikolojisi, Su ürünlerinde uygulamalı moleküler biyoloji teknikleri, lisansüstü yaz okulu, Atatürk Üniversitesi Ders Yayınları, 237, 1-12.
- Fangström, B., Hamadani, J., Nermell, B., Grandér, M., Palm, B., Vahter, M., (2009). Impaired arsenic metabolism in children during weaning, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 6.
- Ferreccio, C., Gonzaález, C., Milosavjevic, V., Marshall, G., Sancha, A.M., Smith, A.H., (2000). Lung Cancer and Arsenic Concentrations in Drinking Water in Chile, *Epidemiology* 11, 6.
- Francisca, F.M., Carro Perez, M.E., (2009). Assessment of natural arsenic in groundwater in Cordoba Province, Argentina, *Environmental Geochemical Health*, 23, 1-10.
- Heck, J.E., Nieves, J.W., Chen, Y., Parvez, F., Brandt-Rauf, P.W., Graziano, J.H., Slavkovich, V., Howe, G.R., Ahsan, H., (2009). Dietary intake of methionine, cysteine, and protein and urinary arsenic excretion in Bangladesh, *Environmental Health Perspectives*, 117, 1, 99-104.
- Huang, Y.L., Hsueh, Y.M., Huang, Y.K., Yip, P.K., Yang, M.H., Chen, C.J., (2009). Urinary arsenic methylation capability and carotid atherosclerosis risk in subjects living in arsenicosis-hyperendemic areas in southwestern Taiwan, *Science of the Total Environment*, 407, 8, 2608-14.
- İkizoğlu, E., (2008). Sularında arsenik, *Kimya Mühendisliği Dergisi*, 170, 28-30.
- Kıvanç, M., Kunduhoğlu, B., Atik, S., Malkoçoğlu, B., (1996). Eskişehir içme ve kulanma sularının bakteriyolojik kirliliği, *Ekoloji*, 19, 19-21.
- Li, X., Hou, P., Sun, G., (2008). Effects of arsenic exposure through drinking water on methylation in persons, *Wei Sheng Yan Jiu*, 37, 6, 657-9.
- Mazumder, D.N., Majumdar, K.K., Santra, S.C., Kol, H., Vicheth, C., (2009). Occurrence of arsenicosis in a rural village of Cambodia, *J Environ Sci Health A Tox Hazard Substance Environmental English*, 44, 5, 480-7.
- NAS: National Academy of Sciences (1999) Arsenic in Drinking Water, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Navas-Acien, A., Silbergeld, E.K., Pastor-Barriuso, R., Guallar, E., (2008). Arsenic exposure and prevalence of type 2 diabetes in US adults, *JAMA*, 300, 7, 814-22.
- Ohno, K., Matsuo, Y., Kimura, T., Yanase, T., Rahman, M.H., Magara, Y., Matsushita, T., Matsui, Y., (2009). Effect of rice-cooking water to the daily arsenic intake in Bangladesh: results of field surveys and rice-cooking experiments, *Water Science and Technology*, 59, 2, 195-201.
- Raqib, R., Ahmed, S., Sultana, R., Wagatsuma, Y., Mondal, D., Hoque, A.M., Nermell, B., Yunus, M., Roy, S., Persson, L.A., Arifen, S.E., Moore, S., Vahter, M., (2009). Effects of in utero arsenic exposure on child immunity and morbidity in rural Bangladesh, *Toxicol Letters*, 9.
- Ratnaike, R.N., (2003). Acute and chronic arsenic toxicity, *Postgrad Medical Journal*, 79, 391-396.
- Roy, P., Saha, A., (2002). Metabolism and toxicity of arsenic: A human carcinogen, *Current Science*, 82, 1, 38-45.
- Sandoval, M., Morales, M., Tapia, R., Alarcon, L.C., Sordo, M., Ostrosk-Wegman, P., Ortega, A. Lopez-Bayghen, E., (2007). p53 response to arsenic exposure in epithelial cells: protein kinase B/akt involvement, *Toxicological Sciences*, 99, 1, 126-140.
- Serpen, A., (2008). Sularında arsenik kirliliğinin, kentsel ekosistem sağlığının bozulmasına bağlı yarattığı halk sağlığı sorunu. *Çiftlik Dergisi*, 296, 1-7.
- Smith, A.H., Ercumen, A.Y., Yuan, Y.A., Steinmaus, C.M., (2009). Increased lung cancer risks are similar whether arsenic is ingested or inhaled, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 4.
- Sun, G., (2004). Arsenic contamination and arsenicosis in China, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 198, 3, 268-271.
- Tunçok, Y., (2009). İçme Suyunda Arsenik ve İnsan Sağlığına Etkileri, *Türk Farmakoloji Derneği Bülteni*, 99, 16-19.

Yağmur, F., ve Hancı, H., (2002). Arsenik, Sürekli Tıp Eğitimi Kursu 11, 7, 250-251.  
Wolz, U.S., Dieter, H.H., Klein, D., Schneider, K., (2009). Oral exposure to inorganic arsenic: evaluation of its carcinogenic and non-carcinogenic effects, Critical Reviews in Toxicology, 23, 1-28.

ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2009) Arsenic in private drinking-water wells. <http://www.atsdr.cdc.gov/arsenic/>.

MDE: The Maryland Department of the Environment (2004) Health Information about Arsenic, <http://www.mde.state.md.us>.

Mesleki hastalıklar (2009) web sitesi, Arsenik ve bileşikleri.

<http://www.isyerihemsireleri.com/download.php?id=270&sid=3c9f1bbabdd607619f-2d4e609c5ba47d>.

WHO: World Health Organization (2009) Arsenic in drinking water.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs210/en/>.

(Footnotes)

Cennet Rağbetli, 0 432 215 70 96, 0 505 917 46 54, [cennetr@hotmail.com](mailto:cennetr@hotmail.com).