

A. Ü. Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Kürsüsü  
Prof. Dr. M. Şahin Akman

## ANKARA VE YÖRESİNDEKİ BAZI İÇME VE KULLANMA SULARI ÖRNEKLERİNİN ARSENİK YÖNÜNDE ARAŞ- TIRILMASI

Şükrü Gürtunca\* Selâhattin Ceylan\*\* Yusuf Şanlı\*\*\*

### Determination of Arsenic Content of Drinking Water by Heteropoly - blue Colorimetric Method

**Summary** : Arsenic, the environmental substance, provides a classic case of the virtually permanent poisoning of the soil and water. The purpose of this study was to obtain a better evaluation of the arsenic content of drinking water used in the vicinity of Ankara. Arsenic, at a concentration of 0.120 ppm, 0.140 ppm and 0.200 ppm has been detected in various common drinking water samples taken from Etimesğut area. These concentrations of arsenic in drinking water were high enough to pose a pollution problem and the potential health hazard to people using them constantly.

Arsenic value of 0.014 ppm has been measured in tapwater in Ankara, which is close to the amount recommended by Turkish Food Regulations as a drinking water standard. Arsenic was not detected in Kavacık drinking water. Jacobs-Nagler heteropoly blue colorimetric method was used in the determination of arsenic content.

The USPHS gives tolerance of 0.01 ppm (recommended) and 0.05 ppm (mandatory) of arsenic in drinking water.

The medical literature reveals remarkably little about the long term effects of contact with the arsenic.

**Özet** : Arsenik, içme ve kullanma suyunda kirlilik yapan özdeklerden biridir. Bu araştırmada, Ankara ve yöresinde içilen ya da kullanılan çeşitli suların arsenik içerikleri üzerinde durulmuştur. Etimesğut'daki bir numaralı derekuyu suyunda 0.120 ppm, ana-depo suyunda 0.140 ppm ve Kazan köyünden anadepoya giriş suyunda da 0.200 ppm yoğunluğunda arsenik saptanmıştır. Dünya standartlarına göre, içme ve kullanma suyunda sakıncalı olabilecek en yüksek arsenik yoğunluğu 0.01 - 0.05 ppm'dir. Ankara kentinde içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilen baraj ya da musluk suyunda 0.014 ppm yoğunluğunda arsenik bulunmuştur. Kavacık içme suyunda arsenik saptanmamıştır. Arseniğin saptanmasında heteropoly-blue kolorimetrik metod kullanılmıştır.

\* A. Ü. Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Kürsüsü Doçenti

\*\* Aynı Kürsü'de Dr. Asistan

\*\*\* Aynı Kürsü'de Asistan

## Giriş

Arsenik, yüksek derecede toksik bir mineral olup geniş çapta çeşitli metalik cevherlerle birlikte bulunur. Deniz ve kaynak suyu ile volkan püskürüklerinde de az miktarda vardır. Arseniğin insanla ilişkisi tarihseldir. Bileşiklerinin tatsız oluşu homisidal ajanların en uygunu olarak sivrilmesini sağlamış, Borgia'lar zamanından önce başlayarak günümüze kadar kullanılagelmiştir. Geçmişte, başka ülkelerde, değişik koşullar altında, içme ve kullanma suyunun arsenikle pollüsyonu uzun süreli, bütün popülasyonu kapsayan süregelen arsenik zehirlenmesi epidemilerine yol açmıştır. Arsenikle kirlenmiş çevreler, evcil ve yabani hayvanlarla, balık ve arılarda hastalık ve ölüme sebep olmuştur.

Arsenik ayrıca baca islerinden yalıtılmış ilk elemental karsinojen özdek olmuştur. Pollüsyona açık su yolları kanser riski taşır. İçme suyunu akarsulardan sağlıyan kentler hakkında, kuyu gibi daha az pollüsyona açık kaynaklardan sağlıyan kentlerin halkına oranla kanserden ölüm daha yüksek düzeye çıkmaktadır. Burada iki tarihsel olayı anmadan geçmiyeceğiz. Bunlardan birinde -başlangıçta nedeni bilinmediğinden Reichenstein hastalığı olarak nitelenmiştir- arsenik, madencilik işlemi sırasında metal filizlerinin temizlenmesinden artakalan döküntü yığından kökenini almıştır. Öteki ise Cordoba olayı olup, arsenik doğal olarak yüksek oranda arsenik tutan bir kayalık bölgeden suya karışmıştır. Her iki olayda da hastalık arsenikal deri kanseri ile seyretmiştir<sup>10-11,32</sup>. Bu koşullar üzerine ayrıca arsenikal insektisidlerin uygulanması düplikasyon doğurmaktadır. Bu türlü bölgelerde toprak arsenikle kirlenmiş durumdadır. Yağmur sularıyla arsenik akarsu, göl, gölet ve sarnıç sularına kolayca bulaşmaktadır<sup>3,6,10,26</sup>.

İnorganik arsenik bileşikleri uzun süredir herbisid, insektisid, rodentisid, silvisid ve toprak sterilizanı olarak uygulanmaktadır. Arsenik, insektlerde dokuların dehidrogenaz etkinliğini deprese eder. Etki, protein denatürasyonu ve doku yıkılanması ile ilgili görülmektedir<sup>21</sup>.

Sodyum arsenit uygulanan alanlara kurak zamanda en az 3 ay geçtikten, ya da en az 4 yağmurdan sonra hayvanlar sokulabilir. Yunanistan'da 1938'de *Dazus oleae* Gmel., ile savaşta 64.658 Kg sodyum arsenit harcanmıştır. Sodyum arsenat toprakta birikme eğilimindedir, suda erimesi zararlılığını yükseltir. Kalsiyum arsenat da uzun süre toprakta kalabilir. Arı asid kurşun arsenat suyla bazik kurşun arsenat ve arsenik aside hidrolize olur. Gerçekte bu tep-

kide oluşan arsenik asidin yoğunluğu çok azdır, yalnız daha ileriki tepkimeyi durdurucu etkidedir. Sürekli su perkolasyonu yoluyla kurşun arsenat uzun sürede tümcek bazik kurşun arsenata dönüşür. Paris green'in toprakta kalışı kısa sürer, volatilizasyonla yittiği gibi, arsinlere dönüşmesi de olanaklıdır.

Arsenikallerin püskürtülmesiyle oluşan birikmeler sis ve çiğle değinimde hidrolize olaraktan zararlı oranda arsenik ortaya çıkar. Kıyı sisinde sodyum klorür bulunduğundan aşırı oranda eriyen arsenik oluşumu görülür. Yapraklardaki çiğ bitki solunumu ile beliren karbon dioksit yüzünden hafif asit tepkidedir. Çözeltideki karbon dioksit Paris green'i ayrıştırır, çinko ve kalsiyum arsenattan daha çok eriyen arsenik doğmasına yol açar. Pamuk yapraklarındaki çiğ, bitki dokusundan ozmozla geçen kalsiyum ve magnezyum bikarbonattan dolayı alkalidir. Sıcak suda % 0.08 kadar eriyen kalsiyum arsenat pamuk yapraklarındaki çiğde % 8.7 oranında erimektedir<sup>21,26</sup>.

Son yıllarda organik arsenik bileşikleri de herbisid amaçla uygulama alanına sokulmuştur. Bu bileşiklerde organik öbek dolaysız olarak arsenik atomuna bağlıdır. Herbisid değeri yüksek olanlar sodyum kakodilat ile methanarsonik asidin sodyumlu tuzlarıdır. Methanarsonik asidin sodyumlu tuzları özellikle mono ve disodyum tuzları biçiminde bulunur. Bu öbekteki bileşikler toprağa katıldıktan sonra ilk 10 hafta içinde bitkiler için zararlı olur. Organik arsenik bileşikleri çokluk perennial bir bitki olan *Sorghum halepense* L.'ye karşı etkilidir. Toprakta bu tuzların metabolizması sonunda inorganik arsenat oluşumu görülür. İnorganik arsenat özgün tuzdan 10-25 kez daha toksiktir. Arsenik ile fosforun kimyasal özellikçe yakınlığı dolayısıyla arseniğin bitkiye geçmeci toprağın fosfor içeriğiyle ilgilidir<sup>6,12,19</sup>.

Eriyen arsenik bileşikleri fitotoksik olduğundan arsenikal in-sektisidlerin ambalajında, standard koşullarda saptanmış, suda eriyen arsenik içeriğinin belirtilmesi yasa gereğidir. Kalsiyum arsenat söz konusu ise, serbest kireç karbon dioksit ile nütürlendikten sonra arsenikalin güvenilir sınırı olarak eriyen arsenik içeriği saptamı yapılır.

Toprağın sürekli kirlenmesi, drenaj yoluyla içme ve kullanma suyunun arsenik içeriğinin artmasında baş etkindir. İndüstri ürünleri sağlamak için yapılan işlemler de doğayı kirletir. Yüksek arsenik içeriğine sahip kömürün yakılmasıyla çalışan termik santraller işle çevreye arsenik yayar. Arsenik tutan deterjanlar da su dizgesine geçip suyun kirlenmesine katılabilir. Bu nedenle Kansas River'da arsenik yoğunluğunun 2-8 ppb'ye çıktığı bildirilmiştir<sup>11,17</sup>.

Arseniğin çözelti halinde alınmasının önemi büyüktür. Ratlarda arsenik trikosidin oral öldürücü dozu büyük partikül biçiminde alınmada 500 mg/Kg, küçük partiküllerde de 100 mg/Kg iken, çözelti halinde 75 mg/Kg'a düşmektedir<sup>10, 21</sup>.

Eriyen ve emilen inorganik arsenik bileşikleri protoplazmik bir zehirdir. Bu, bütün hücre tiplerinin içeriğini zehirler anlamındadır. Proteinin fonksiyonel öbekleriyle ve protein anzimleriyle tepkiyerek elemental düzeyde hücre görevini bozar. Üç değerli arsenik hücresel solunumun sülfhidril (-SH) öbeklerini inhibe eder. Toksikitesinin temel mekanizması budur. Özellikle arsenit iyonunun protein ve enzimlerin sülfhidril öbeklerine karşı eğilimi pek belirgindir. Arsenit, omurgalı dokularında piruvat oksidaz enzimini de inhibe eder, arsenattaysa bu etki yoktur<sup>3, 8, 10, 21</sup>.

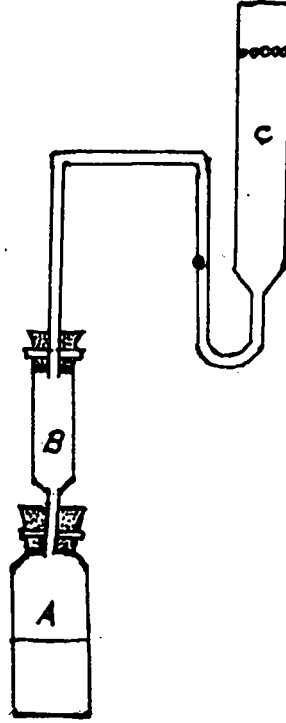
Arseniğin küçük miktarlarda alınması süregen zehirlenme yapar. İnsanda süregen arsenosis'in belirtileri, boyun bölgesi, koltukaltı ve gözkapagında pigment birikmeleri (melanodermi), palmar ve plantar hiperkeratosis (keratodermi), yüz ve eklemelerde ödem, süregen sürgün, apati olarak özetlenebilir. Arsenosis olaylarının yarısında keratosis ve deri lezyonları egemen durumdadır. Deri lezyonları doğaca kanseröz ve prekanseröz'e dönüşebilir. Olayların 1/4'ünde gastrik belirtiler, 1/5'inde de tremor, kramp, sinir yangısı, paralizisi ve epileptiform konvülsiyonlar gibi nörotoksik belirtiler ilgiyi çeker. Süregen terapötik arsenizm de epitheliomatoz, süregen obstrüktif akciğer hastalıkları, bronşial epidermoid kanser yapabilir. Uğraş gereği uzun süre arsenik trioksid ile karşı karşıya kalmış işçilerde ve özellikle de maden eriticilerinde mortalitenin yüksek olduğu, ölüm nedeninin solunum dizgesinin kötücül neoplasmıyla kardiopati olduğu bildirilmiştir. Nosprasen insektisidinin pankreas kanseri doğurduğu açıklanmıştır<sup>7, 16, 21, 29, 30</sup>.

### Materyal ve Metod

Bu araştırma Ankara ve çevresinden çeşitli kaynaklardan sağlanan ve içme-kullanma suyu olarak değerlendirilen su örnekleri üzerinde yapılmıştır. Arsenik tutup tutmadığı araştırılan sular; Etimesgut'daki bir numaralı derekuyu, anadepo, Kazan köyünden anadepoya giriş suları ile Ankara musluk ve Kavacık suyudur. Suda arsenik aranmasında heteropoly-mavi kolorimetrik yöntem uygulanmıştır<sup>18, 25, 27, 31</sup>. Arseniğin kolorimetrik ölçümünde arsenikli materyal önce sülfürik ve nitrik asitle dijeste edilir. Trivalan arseniğe indirgendikten sonra da distillenir. Yahtılmış arsenik molibden-

mavi renk tepkimesine dayanılarak saptanır. Nitrik asid renk gelişmesini önleyici nitelikte olduğundan ısıtma süresinin kısa tutulması gerektir. Bütün cam gereç seyreltik nitrik asitle temizlendikten sonra distile suyla çalkanır. Silisyum dioksid ve fosfat kontaminasyonundan korunur.

Metodun temeli yalıtılmış arseniğin pentavalan biçime sokulmasından sonra, amonyum molibdatla heteropoly molibdiarsenat oluşturulması ve indirgen bir ajanla belirgin molibden mavisinin yapılmasıdır. Metod, arsin evölüsyonuna dayanmaktadır. Bu amaçla kullanılan aygıt Şekil 1'de gösterilmiştir. Bütün prosedür Beer yasasına uymaktadır.



Şekil 1. Arsenik saptamında kullanılan aygıt

- A = Jeneratör
- B = Koruma sütunu
- C = Absorpsiyon tüpü

(Apparatus for Heteropoly Blue Colorimetric Method)

İndirgemede önemli olan kompleksteki molibdenin etkilenmesini sağlamak ve amonyum molibdatın fazlasının etki dışında kal-

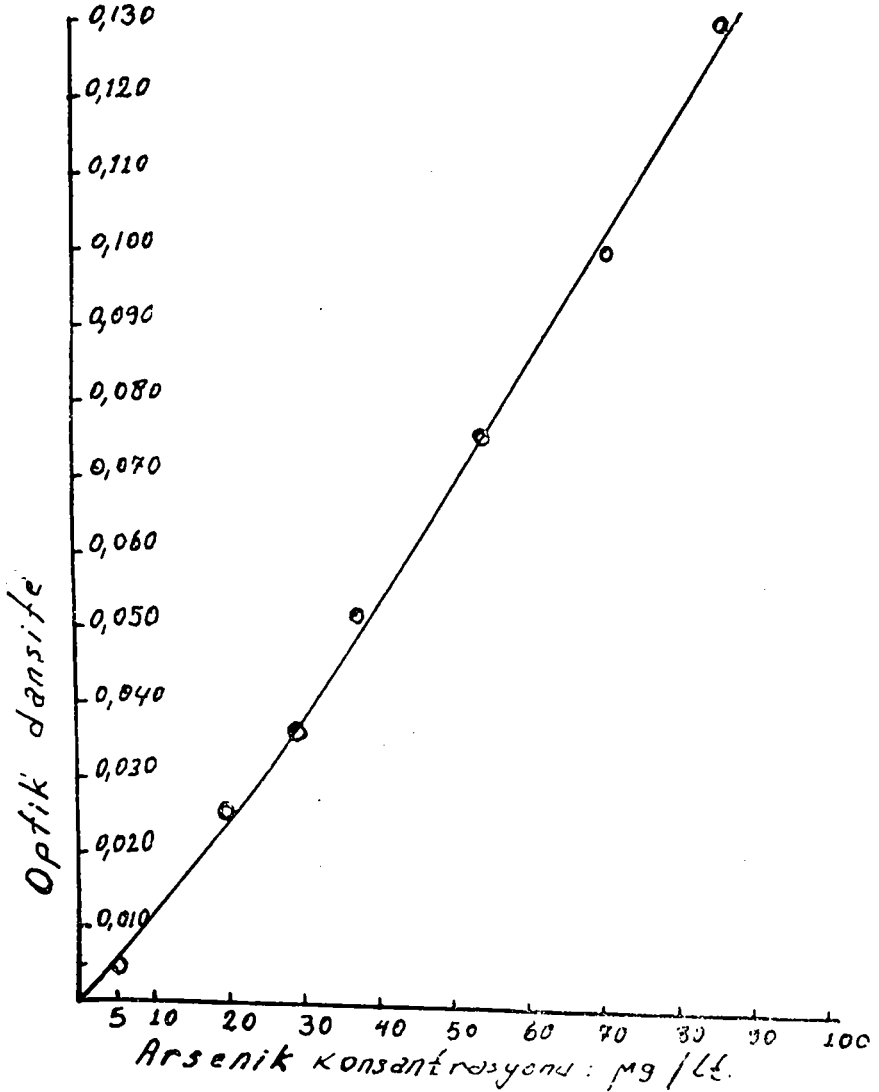
masını güven altına almaktır. Bu bakımdan hidrazin sülfat indirgen ajan olarak yeğ tutulmuştur. Hidrazin sülfat, durağan nitelikte mavi renk elde edilmesini sağlar. Ekstraksiyonda diethyl-di-thio-carbamate ve yalıtımda da thionalide kullanılabilir<sup>14,15</sup>.

*Kalibrasyon eğrisinin hazırlanması*: Su örneklerindeki arsenik yoğunluğunun hesaplanması için 25 ml bidistile suda 5-100 mikrogram miktarlarda arsenik tutan çözeltiler hazırlandı ve örnek sular için uygulanan aynı işlemlerden geçirilip renklendirildikten sonra kolorimetrede optik yoğunlukları okunarak bir kalibrasyon eğrisi yapıldı (Şekil 2). Örnek sularla yapılan analizler sonunda ayıraçların uygulanmasıyla elde edilen renklerin absorbanları kalibrasyon eğrisine uygulanarak arsenik yoğunlukları bulundu.

### Tartışma ve Sonuç

İçme ve kullanma sularında kirlilik yapan özdeklerin her birinin insan sağlığı yönünden sakıncalı olabilecek en yüksek yoğunluk düzeyleri saptanmış ve buna uymak zorunluğu duyulmuştur. Nitekim, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı'nca hazırlanan ve Danıştay'ca incelenmiş bulunan, Bakanlar Kurulu'nca 25.7.1970 tarihinde yürürlüğe konulması kararlaştırılıp 28.8.1970 tarih ve 13593 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan: "*Gıda maddelerinin ve umumî sağlığı ilgilendiren eşya ve levazımın hususî vasıflarını gösteren tüzüğüün bazı maddelerinin değiştirilmesi ve bu Tüzüğe bir madde eklenmesine dair Tüzük*" de Madde 425'de "Toplumun içme ve kullanma sularının aşağıdaki niteliklerde olması gereklidir" denildikten sonra, maddenin (b) fıkrasında "bu suların tabii olarak ihtiva edecekleri kimyasal maddelerin cins ve miktarları" verilmektedir. Burada, litredeki arsenik miktarı 0.05 mg'ı geçmeyecektir yazısı bulunmaktadır. Yine 425'inci maddenin (e) fıkrasında "bu suların lüzum görüldükçe ve her halde en geç 3 ayda bir resmî laboratuvarlarda analiz ve kontrolu zorunludur" denilmektedir<sup>9</sup>. Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi de içme ve kullanma suyunda en yüksek arsenik oranı olarak 0.01 - 0.05 ppm'i kabul etmektedir<sup>5</sup>. Biz, heteropoly mavi kolorimetrik metotla yaptığımız toplam 12 analiz sonucunda Etimesğut'daki 1 numaralı derekuyu suyunda 0.12 ppm, anadepo suyunda 0.14 ppm ve Kazan köyünden anadepoya giriş suyunda da 0.20 ppm yoğunluğunda arsenik saptadık. Ankara'da kullanılan baraj ya da musluk suyunda saptadığımız arsenik içeriği ise 0.014 ppm'dir. Buna karşılık Kavacık içme suyunda ve damıtık suda arsenik saptanmamıştır. Görülüyor ki Etimesğut'daki 1 numaralı derekuyu, anadepo

ve Kazan köyünden anadepoya giriş sularında arsenik standartların üstündedir.



Şekil 2. Arsenik'in standart kalibrasyon eğrisi (Standard calibration curve of Arsenic).

zgn metotta analiz sonucunda uygulanan ayıraçlarla arseniğin verdiği rengin absorbandsının özellikle 820 milimikron ya da

650 milimikronda bir spektrofotometrede, ya da 600-820 milimikron arasında bir filtreli fotometrede okunacağı belirtilmiştir<sup>31</sup>. Biz, laboratuvarımızda bulunan Model 8 Coleman Filter Kolorimetre'de, çeşitli filtrelerle çeşitli dalga boylarında ölçümler uygulayarak en yüksek absorbans gösteren ve 570-610 milimikron arasını ölçebilen 950 milimikronluk filtrenin kullanılmasıyla olumlu sonuçlara vardık.

Çeşitli kaynaklara göre, insanda arseniğin zararlı yoğunlukları değişiktir. İçme suyunda 0.05 ppm, 0.10 ppm, 0.15 ppm, 0.15-0.25 ppm ve 0.20 ppm arsenik yoğunluğunun toksik nitelikte olmadığı; buna karşılık yine içme suyunda 0.30-1.0 ppm ve 0.4-10.0 ppm arsenik yoğunluğunun uzun süre alınmada toksik olacağı ve süregen zehirlenme yapacağı öne sürülmüştür<sup>1, 5, 21, 26</sup>.

Kalsiyum arsenatın en yüksek güvenilir sınırı arsenik elementi olarak 0.15 ppm'dir. İnsanda ağız yoluyla arsenik trioksidin MLD dozu 130 mg/kişi'dir. Yine ağız yoluyla MLD dozu ağırlık üzerinden 2 mg/Kg olarak bildirilmektedir. Sulu çözelti halinde oral LD dozu ise 12 ppm'dir. İnsanda 0.3 mg arsenik trioksid bir ay süreyle her gün alınırsa süregen zehirlenmeye yeterli görülmektedir. İnsanda 100 mg inorganik trivalan arseniğin her zaman ciddi zehirlenme yapacağı belirtilmiştir. Tarımsal ürünlerde 1.4 mg/Kg, meyvalarda 3.6 ppm arsenik yoğunluğu sınır ölçüsü olarak tanınmıştır<sup>8, 21, 22, 28</sup>.

Roxarsone (4-hidroksi-3-nitrobenzenarsonik asid) tavuk ve domuzlarda yemden yararlanmayı çoğaltmak için % 0.005 oranında yeme katılmaktadır. Kesimden beş gün önce medikasyona son verilmezse, karaciğer ve böbrekteki kalıntisal arsenik yoğunluğunun insan için toksik olabileceği bildirilmiştir<sup>13, 20</sup>.

Arseniğin herbisid ya da larvisid amaçla püskürtüldüğü sulara insanların girip yüzmesi yasaklanmıştır. Bu türlü sular içme ve kullanma suyu biçiminde değerlendirilemez. Genellikle 1.0-10 ppm yoğunluğunda eriyen arsenik bulunan sularda balıklar on günden çok yaşayamamaktadır.

Toprak ve yeraltı sularının arsenik içeriği üzerinde, organoarsenikal yem katkılarıyla beslenen kümes hayvanlarının döküntü ve artıklarının fertilizan amaçla kullanılmasının hemen hemen etkisiz olduğu bildirilmiştir. Roxarsone hayvansal organizmadan çokluk değişmeden, arsanilik asid ise hiç değişmeden atılmaktadır. Arsenoksid ya da asetamido bileşikler türemektedir. Roxarsone'un ancak % 18'i 3-amino-4-hidroksifenilarsonik asid'e dönüşmektedir<sup>20, 23, 24</sup>. Bu türden fertilizanların uygulandığı topraklardan elde edilen



ürünlerde arsenik içeriğinin 0.20 ppm'den az olduğu saptanmıştır. Oysa; kurşun arsenat, arsenik trioksit, kalsiyum arsenat gibi inorganik arsenik bileşiklerinin, ya da bakır asetoarsenit, mono- ve disodyum methanarsonat, kakodil ve kakodilik asid gibi yalnız organik arsenikallerin pestisid, herbisid ve defoliant amaçla püskürtülmeleri sonunda toprağın arsenik içeriğinin 550 ppm ve bitki arsenik içeriğinin de 83 ppm'ye çıktığı saptanmıştır<sup>4,19,21</sup>.

Doğal sularda, yere bağlı olarak mineral içerik çok değişiktir. Bu durum arsenikal preparatların erirliğine etkir. Örneğin, kurşun arsenat distile suya oranla sert suda daha çok erimektedir. Yine erirliği % 0.2 oranında sodyum klorür ya da sodyum bikarbonat çözeltisinde artar. Aynı sertlikteki suların etkisi de çözeltideki tuzların niteliği ile değişir. Sülfatlardan ileri gelen sertlik arsenikallere hemen hemen etkisizdir ; oysa, klorür, sülfid, karbonat ve bikarbonatlar kurşun arsenattan daha çok eriyen arsenik liberasyonuna yol açar. Paris green sert sudan etkilenmez. İçme ve kullanma suyu olarak değerlendirilen şehir suyu gerçekte bir drenaj suyudur, çözelti durumunda çeşitli doğada tuzlu elementleri tutar.

Toprağın arsenikal içeriği, arseniğin çözelti biçimine dönüşmesi, drenaj ve akarsuların, yağmurun arseniğin yayılması üzerindeki etkisi uzun süredir tartışılmaktadır. Eriyen arseniğin toprakla değişimde çabucak emilerek erimiyen biçime gireceği, bu nedenle uzun süre ve hattâ yinelenen lavajlar uygulansa bile, lavaj suyunda arsenik saptanamaz, savında bulunanlar vardır. Gerçekte, arseniğin eriyen bileşikleri toprak ve toprağın kolloidal öğeleriyle değişimde insolübilize olmaktadır. Burada kimyasal-fiziksel karakterde bir fiksasyon söz konusudur. Ancak, fiksasyon hiç bir zaman total değildir, ortamın koşullarının varyasyonuna bağlı olarak geçici özelliكتedir. Toprak ve topraktaki kolloidal elementler az ya da çok bir enerjiyle arseniği tutma yeteneğine sahiptir. Yalnız yinelenen dekantasyonlarla bütün arseniği almak mümkündür. Bastisse, eriyen bir arsenik bileşiği olan potasyum arsenatı topraktan on dekantasyonla % 99.9 oranında ekstrakte ettiğini bildirmektedir<sup>2</sup> Çeşitli pH derecesine sahip; kil; kum, demir oksit ya da alüminyum bakımından zengin ya da yoksul olduğuna göre topraktan arseniğin ayrılmasında çeşitli sayıda dekantasyona gerekseme vardır.

İçme suyunda arsenik yoğunluğunun yüksekliğinin insan sağlığı üzerindeki gerçek etkisi süregen adını verdiğimiz tiptedir; yavaşdır, sinsidir, zararlı sonuçları uzun dönemlerde belirir. Bu süre kişinin duyarlığı ile ilgili götölmekle beraber ortalama 7-10 yıl olarak kabul edilir. Arseniğin yaptığı etkilerden biri de duyar kişilerde

deride geçici erüpsiyon, değinimsel deri yangısı tepkileridir. Örneğin 50 ppm arsenik yara onulmasını geciktirir ya da önler <sup>3,8,16,21</sup>.

Arseniğe karşı insanda çabuk bir toleransın gelişeceği ileri sürülmektedir. Bize göre mineral bir zehir için tolerans söz konusu değildir; tolerans salt organik zehirler için geçerlidir.

İvegen arsenik zehirlenmesinde tanı kolaydır; fakat arseniğin küçük tozlarda uzun dönemde alınması ile ortaya çıkan süregen zehirlenmede belirtilerin doğasının sinsiliği yüzünden neden -ajanla birleştirmek güçtür. Literatürde çokluk ivegen zehirlenmeye ilgili bulgular vardır. Şimdiyedek ne bir bireyde ve ne de bir tek hayvan türünde ne kadar küçük arsenik dozunun uzun dönemde alınmasıyla süregen zehirlenme yaptığı kesinlikle saptanmış değildir. Yalnız sorunun üzerine gerçekçi bir yaklaşımla eğilmek gerekir. Çünkü, sorun toplumun yaşama koşullarının düzeltilmesi sorunudur.

### Literatür

- 1- **Angino, E. E., Magnuson, L. M., Waugh, T. C., Galle, O. K. and Bredfeldt, J.** (1970): *Arsenic in detergents. Possible danger and pollution hazard.* Sci., 168, 389.
- 2- **Bastisse, E.M.** (1967) *Sur la migration de l'arsenic dans le milieu naturel.* Bull. Acad. Vet. Fr., 40, 261.
- 3- **Buchanan, W. D.** (1962): *Toxicity of arsenic compounds.* Elsevier, Amsterdam.
- 4- **Calesnick, B., Wase, A. and Overby, L. R.** (1966): *Availability during human consumption of the arsenic in tissues of chicks fed arsenic-74 As acid.* Toxicol. appl. Pharmacol., 9, 27.
- 5- **Camp, T. R.** (1963): *Water and its impurities.* Reinhold. New York.
- 6- **Dolique, R.** (1968): *L'Arsenic et ses composés.* Collection Que Sais-je? No: 1290 P.U.F.
- 7- **Frost, D. V.** (1969): *Arsenic and Cancer.* J. Allerg., 44, 320.
- 8- **Garner, R. J.** (1963): *Veterinary Toxicology.* Second Edition, Bailliere Tindall and Cox. London.
- 9- *Gıda maddelerinin ve umumî sağlığı ilgilendiren eşya ve levazımın hususî vasıflarını gösteren tüzüğün bazı maddelerinin değiştirilmesi ve bu tüzüğe bir madde eklenmesini dair Tüzük.* (1970): Başbakanlık Basımevi. Döner Sermaye İşletmesi. Ankara.

- 10- **Gürtunca, Ş.** (1967): *Beyaz fare, kobay ve tavşan'da deneysel akut arsenik zehirlenmesinde mide-barsak içeriği ve karaciğerde kimyasal seri yöntemle miktar tayini üzerinde araştırmalar.* A. Ü. Veteriner Fakültesi Dekanlığı, Ankara.
- 11- **Hueper, W. C.** (1956): *Potential role of non-nutritive food additives and contaminants as environmental carcinogens.* A. M. A. Archives Path., 62, 218.
- 12- **Hundley, H. K. and Underwood, J. C.** (1970): *Determination of total arsenic in total diet samples.* J. Ass. off. anal. Chemists, 53, 1176.
- 13- **Kerr, K. B., Narveson, J. R. and Lux, F. A.** (1969): *Toxicity of an organic arsenical, 3-nitro-4-hydroxyphenylarsonic acid.* J. Agr. Food Chem., 17, 1400.
- 14- **Larcebau, S., Bonini-Sylvestre, M. et Solar, S.** (1971): *Essai de dosage toxicologique de l'arsenic par colorimetrie molybdique après isolement par la thionalide.* Bull. Soc. Pharm., Bordeaux, 110, 133.
- 15- **Larcebau, S., Bonini-Sylvestre, M. et Solar, S.** (1971): *Dosage de l'arsenic dans les liquides biologiques par arsenomolybdie après extraction au diethyl-di-thio-carbamate.* Bull. Soc. Pharm., Bordeaux, 110, 123.
- 16- **Lee, A. M. and Fraumeni, J. F. Jr.** (1969): *Arsenic and respiratory cancer in man. An occupational study.* J. Nat. Cancer Inst., 42, 1045.
- 17- **Lenihan, J. M. A., Smith, H. and Chalmers, J. G.** (1958): *Arsenic in detergents.* Nature, 181, 1463.
- 18- **Lisk, D. J.** (1960): *Determination of small amounts of arsenic in potatoes. Extraction and reduction of molybdoarsenic acid.* J. Agr. Food Chem., 8, 121.
- 19- **Morrison, J. L.** (1969): *Distribution of arsenic from poultry litter in broiler chickens, soil, and crops.* J. Agr. Food Chem., 17, 1288.
- 20- **Morrison, J. L. and George, G. M.** (1969): *Dry ashing method for the determination of total arsenic in poultry tissues.* J. Ass. off. anal. Chemists, 52, 930.
- 21- **Negherbon, W. C.** (1959): *Handbook of Toxicology.* Vol. III. Insecticides. W. B. Saunders Company. Philadelphia, Pa.
- 22- **Nelson, H. A. and Tomson, K.** (1971): *Inorganic arsenic poisoning in pastured feeder lambs.* J. Amer. Vet. Med. Assoc., 158, 1943.

- 23- **Overby, L. R., Bocchieri, S. F. and Fredrickson, R. L.** (1965): *Chromatographic, electrophoretic and ion exchange identification of radioactive organic and inorganic arsenicals.* J. Amer. off. Assoc. Chemists., 48, 17.
- 24- **Overby, L. R. and Fredrickson, R. L.** (1965): *Metabolism of arsanilic acid. Localization and type of arsenic excreted and retained by chickens.* Toxicol. appl. Pharmacol. 7, 855.
- 25- **Sandell, E. B.** (1950): *Colorimetric determination of traces of metals.* Second Edition. Interscience Publishers, Inc., New York.
- 26- **Shepard, H. H.** (1951): *The chemistry and action of insecticides.* McGraw Hill Book Company. Inc., New York, Toronto, London.
- 27- *Standard methods for examination of water and wastewater.* (1965): American Public Health Association. Second Edition. New York.
- 28- **Tarrant, R. F. and Allard, J.** (1972): *Arsenic levels in urine of forest workers applying silvicides.* Arch. environment. Health. U.S.A., 24, 277.
- 29- **Thivolet, J., Bondet, P. et Perrot, H.** (1970): *Epitheliomatose sur arsenicisme chronique thérapeutique.* Lyon Med., 223, 457.
- 30- **Truhaut, R., Castagnou R. et Bonini-Sylvestre, M.** (1969): *Contribution à l'étude de dosage de petites quantites d'arsenic par le papier mercurique utilisé à surface constante.* Bull. Soc. Pharm., Bordeaux, 108, 148.
- 31- **Welcher, F. J. Ed.** (1963): *Standard methods of chemical analysis.* Sixth Edition. D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey.
- 32- **Whitnack, G. C. and Brophy, R. G.** (1969): *A rapid and highly sensitive single sweep polarographic method of analysis for arsenic in drinking water.* Anal. Chim. Acta., 48, 123.

Yazı "Dergi Yazı Kuruluna" 17.4.1973 günü gelmiştir.