

## Afyonkarahisar bölgesi kuyu sularında siyanür düzeylerinin belirlenmesi

Mehmet ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Belgin SIRIKEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar; <sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Samsun

**Özet:** Bu çalışma, Afyonkarahisar il merkezi ve bu ile bağlı 10 ilçeden temin edilen 330 adet kuyu suyu örneğinde siyanür düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapıldı. Örneklerdeki siyanür düzeyleri spektrofotometrede kolorimetrik yöntemle ölçüldü. Analiz bulguları çerçevesinde, 259 (%78.49) kuyu suyu örneğinde siyanür saptanamazken, 60 (%18.18) örnekte 0.005-0.010 ppm ve 11 (%3.33) örnekte ise 0.011-0.020 ppm düzeylerinde belirlendi. Çalışma sonucunda, Afyonkarahisar bölgesinde içme suyu amacıyla kullanılan kuyu sularında belirlenen siyanür düzeylerinin %3.33'ü Türk Gıda Kodeksi'nde izin verilen limitin biraz üzerinde bulundu. Bu nedenle, kuyu sularının siyanür düzeyleri belirli aralıklarla izlenmeli ve farklı bölgelerde içme sularının siyanür varlığı araştırılmalıdır.

Anahtar sözcükler: Siyanür, kuyu suyu, Afyonkarahisar.

### Determination of cyanide levels in well water in the Afyonkarahisar region

**Summary:** To determine the cyanide levels in well water, a total of 330 well water samples were collected from 10 counties and the city center in Afyonkarahisar. Cyanide levels were determined by colorimetric method using spectrofotometre. Two hundred and fifty nine samples (78.49%) were negative. However, 60 (18.18%) and 11 (3.33%) samples at levels of 0.005-0.010 ppm and 0.011-0.020 ppm, respectively, generated positive data. We found that 3.33% of drinking water samples from well water were above level the permitted by the Turkish Food Codex Agency. Therefore, cyanide level should be examined regularly in well water.

Key words: Cyanide, well water, Afyonkarahisar.

### Giriş

Siyanür, hidrosiyanik asit ya da prussik asit olarak bilinen son derece uçucu ve zehirli bir maddedir. Gaz şekli olan hidrojen siyanür renksiz, acı badem kokuludur. Sıvı siyanür de gaz hali gibi renksizdir; ancak, sodyum ve potasyum tuzları beyaz renklidir. Zehirlenmede görülen klasik acıbadem kokusunu herkes hissedemez. Toplumun %80'i genetik olarak bu kokuyu algılayamaz (21).

Siyanür çevrede bulunan zehirli bir madde olup (19,22); lastik, kauçuk, plastik ve bazı kimyasal maddelerin yapımında, deri işletmelerinde, gübre, fare ve böcek ilaçları üretiminde, altın ve gümüş üretim tesislerinde yaygın kullanılır. Bunun yanı sıra bir sigara tütününde, nitrojen içeren polimerik materyallerin yanması sonucu oluşan dumanda ve bazı bitkilerin yapısında da bulunmaktadır (5,13,21).

Endüstriyel ölçekte siyanür yıllık 2-3 milyon ton üretilmekte ve böylece farklı endüstri alanlarındaki atık sulara ortaya çıkabilmektedir (14). Siyanür bitkilerde de siyanogenetik glikozid olarak bulunmaktadır (10,19). Çeşitli meyvelerin (elma, şeftali, kayısı, kiraz, erik vb.) tohumlarında amigdalin halinde bulunur. Amigdalin hidrolize olarak hidrojen siyanüre dönüşmektedir (21).

Siyanür içeren maddelerin ağız yoluyla alınması ile zehirlenme meydana gelmekle birlikte solunum ve deriden emilim yoluyla da olabilir. Hidrojen siyanürün insanlarda öldürücü dozu 50 mg, sodyum ve potasyum tuzları için ise 200-300 mg'dır (21). Hayvanlarda ağızdan 4 mg/kg dozda siyanüre eşit miktarda glikozid içeren bitki alınması mutlak olarak ölüme sebep olur. Serbest hidrosiyanik asit ve alkali tuzlarının tüm hayvan türlerinde ağızdan en küçük öldürücü miktarları 2-2.3 mg/kg'dır (10).

Emilip dolaşıma geçen siyanür iyonu sitokrom oksidaz enziminin ferri demirine dönüşümlü olarak bağlanarak elektron transportunu inhibe eder ve moleküler oksijen bloke olur. Beyin hipoksisi sonucu ölüm oluşur (8,10,13).

Siyanür zehirlenmesinde en duyarlı organlar merkezi sinir sistemi ve kalptir (8,22). Zehirlenmelerde ağızda bol köpüklü salya, kusma, düzensiz nabız, deri ve mukozalarda kızarıklık, göz yaşı akıntısı, baş ağrısı, görme bozuklukları, mukozaların parlak kırmızı renk alması, hormonal denge bozuklukları, kas titremeleri, solunum güçlüğü, bilinç kaybı, ağız ve burundan kan gelmesi, koma ve ölüm görülür (3,10,13,21).

Memelilerin karaciğer ve böbreklerinde bulunan mitokondria içindeki rodanaz enzimi aracılığıyla siyanür detoksifiye edilerek, başlıca idrarla atılan daha az zehirleyici etkiye sahip olan tiyosiyanata dönüştürülür (4,10). Tiyosiyanat tiroit bezinde iyodun birikmesini inhibe ederek hipotiroidizm ve guatr meydana getirir (9,18). Sousa et al. (19), uzun süre siyanüre maruz kalan siçanlarda canlı ağırlık artışında bozulmanın yanı sıra tiroit bezinde, böbrek tubuluslarında ve karaciğer hücrelerinde patolojik değişiklikler olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışma, bölgedeki kuyu sularındaki siyanür varlığını ortaya koyan ilk araştırma özelliğini taşımaktadır. Çalışmanın amacı, Afyonkarahisar bölgesinde içme suyu olarak kullanılan kuyu sularındaki siyanür düzeylerini tespit etmek ve elde edilen sonuçların insan ve hayvan sağlığı üzerine olası etkilerini değerlendirmektir.

### Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Afyonkarahisar İl merkezi ve bu ile bağlı 10 ilçede bulunan, insanlar ile büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda içme suyu amacıyla kullanılan 330 farklı noktadan alınan kuyu suyu örnekleri materyal olarak kullanıldı. Bunların 60'ı Afyonkarahisar Merkez, 37'si Bayat, 32'si Bolvadin, 35'i Çay, 33'ü Çobanlar, 18'i Dinar, 24'ü Emirdağ, 20'si Evciler, 20'si İhsaniye, 28'i İscehisar ve 23'ü Sincanlı İlçeleri'nde bulunan kuyulardan ağız kapaklı cam şişelere alındı. Su örnekleri laboratuvara soğuk zincir altında getirilerek aynı gün analizleri yapıldı. Kuyu suyu örneklerindeki siyanür düzeyleri, Lambert ve ark. (11) tarafından önerilen metodun, Pirinççi ve Tanyıldızı (13) tarafından uyarlanan kolorimetrik yöntemle göre belirlendi.

Bu metoda göre, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 ppm düzeylerinde taze olarak hazırlanan çalışma solüsyonları kullanılarak kalibrasyon eğrisi hazırlandı. Geri kazanım %98 olarak belirlendi. 25 ml'lik ölçülü balonlara 1'er ml su örnekleri, 1'er ml N-klorosüksinimid-süksinimid solüsyonu (10 g süksinimid *Merck Cat No: 807971*, 200-300 ml distile suda çözdürüldü ve 1 g N-klorosüksinimid *Merck Cat No: 802811*, ilave edilerek hacim distile suyla 1 lt'ye tamamlandı) ile 1'er ml barbitürik asid-piridin solüsyonu (3 g barbitürik asit *Merck Cat No: 800133*, 10 ml distile suda çözdürüldü, 15 ml piridin *Merck Cat No: 109728*, ilave edilerek hacim 50 ml'ye tamamlandı) damlatılıp karıştırıldıktan sonra distile suyla hacim 25 ml'ye tamamlandı. Sıcaklıkları 25°C'ye ayarlanarak renk gelişimi için 15 dakika beklendi. Daha sonra hazırlanan örnekler spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1601) 575 nm'de absorbanları okunarak siyanür düzeyleri ppm olarak hesaplandı.

### Bulgular

Analiz edilen toplam 330 kuyu suyu örneklerine ait siyanür düzeyleri ve ilçelere göre dağılımı Tablo 1'de

gösterilmiştir. Analiz bulguları çerçevesinde, 259 (%78.49) kuyu suyu örneğinde siyanür saptanamazken, 60 (%18.18) örnekte 0.005-0.010 ppm ve 11 (%3.33) örnekte ise 0.011-0.020 ppm düzeylerinde belirlendi. Toplam 71 (%21.51) kuyu suyu örneğinde ölçülen siyanür düzeyleri 0.005-0.020 ppm değerleri arasında olduğu belirlendi.

Tablo 1. Afyonkarahisar bölgesi kuyu sularındaki siyanür düzeyleri.

Table 1. The cyanide levels of well water samples in the region of Afyonkarahisar.

	Siyanür CN, ppm		
	0	0.005-0.010	0.011-0.020
Afyonkarahisar	47	12	1
Bayat	27	9	1
Bolvadin	22	8	2
Çay	27	7	1
Çobanlar	29	4	-
Dinar	16	1	1
Emirdağ	18	5	1
Evciler	12	6	2
İhsaniye	17	3	-
İscehisar	24	2	2
Sincanlı	20	3	-
Örnek Sayısı (330)	259	60	11
Yüzdesi (%)	78.49	18.18	3.33

### Tartışma ve Sonuç

Siyanür, metal endüstrisi ve zararlılarla mücadelede kullanılan, suda çözünerek tehlike oluşturan zehirli bir bileşiktir. Çeşitli endüstriyel faaliyetler siyanürlerin oluşumuna yol açar; özellikle metallerin işlenmesi, madencilik aktiviteleri, petrol rafinerileri ve çöplerin yanması suretiyle çevrede siyanür yoğunluğu yükselebilmektedir (18). Siyanür endüstride, altın ve gümüş gibi bazı madenlerin aranmasında ve pestisid olarak kullanıldığında çevreye yayılmakta, bitki ve sularındaki düzeyi yükselmekte, insan ve hayvan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturabilmektedir (13). Genellikle endüstriyel atıklardaki siyanür yoğunluğu 0.01-10 000 mg/l olarak bildirilmektedir (6). Bu nedenle, atık sular çevreye akıtılmadan önce siyanürlerin yıkımlanması veya ortamdan uzaklaştırılması gerekir (2).

Yüzeysel su kaynaklarının sınırlı olması ve bu kaynakların değerlendirilmesinin daha pahalı yatırımlar gerektirmesi nedeni ile içme, kullanma, endüstri ve sulama gibi değişik amaçlı su temininde kullanılan yer altı suyu miktarı, dünyada ve ülkemizde günden güne artmaktadır (12).

Siyanürün yaygın kullanılması çevredeki su sağlayan kaynakların istenilmeyen kazalarla kirliliği ile sonuçlanır (5). Çevre Koruma Örgütü (EPA), içme sularında

siyanürün en yüksek kirlilik düzeyini 0.2 mg/l olarak sınırlandırmaktadır (20). Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi'ne göre içme sularında siyanürün 0.01 mg/l düzeyinde bulunmasına izin verilmektedir (16).

Saleh et al. (17) Mısır'da yaptıkları çalışmada, beş farklı firmaya ait şişe sularını, üç farklı bölgeden sağlanan çeşme sularını ve 1998 yılı şubat ayında Kahire ve Giza şehirlerinden temin ettikleri yağmur suları örneklerini siyanür varlığı yönünden analiz etmişlerdir. Analiz ettikleri su örneklerinin hiç birisinde siyanürü tespit edemediklerini bildirmişlerdir. Gomes et al. (7) ise, Portekiz'de kaplama fabrikalarından alınan atık su örneklerinde 0.931-853 mg/l düzeyinde siyanür tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Pirinççi ve Tanyıldızı (13) Elazığ ve yöresinden temin ettikleri 70 adet su örneğinin 23'ünde (%32.85) 0.005-0.05 ppm düzeylerinde siyanür saptarken, 47 örnekte (%67.15) ise tespit edememişlerdir. Siyanür belirlenen 23 örneğin 17'sinde (%24.28) içme sularında izin verilen 0.01 mg/l sınırının üzerinde bulunmuştur. Akal Solmaz ve ark. (1) Bursa Ulaştırma Okul Komutanlığı sınırları içerisinde bulunan kuyulardan aldıkları su örneklerinde siyanür bulunmadığını bildirmişlerdir.

Farklı bölgelerde içme sularındaki siyanür düzeyleri ile ilgili olarak yapılan araştırma sayısı son derece sınırlıdır. Bu nedenle bu araştırmadan elde edilen sonuçların yeterince karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

Yapılan bu çalışmada analiz edilen kuyu suyu örneklerinin %78.49'unda siyanür belirlenemezken, %18.18'i insan sağlığı için kabul edilen 0.01 ppm düzeyinin altında, %3.33'ü ise 0.011-0.02 ppm düzeylerinde belirlenmiştir. Bu düzeyde siyanür içeren su örnekleri, su kirliliği yönetmeliğine göre %96.67'si sınıf I (yüksek kaliteli su) ve %3.33'ü ise sınıf II (az kirlenmiş su) olarak nitelendirilmektedir (15).

Analizi gerçekleştirilen su numunelerindeki siyanür düzeylerinin sadece %3.33'ü ülkemizde belirtilen limiti aşmakla birlikte EPA tarafından bildirilen en yüksek yoğunluk düzeyinin altında kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla bölgemizde kuyu suları siyanür açısından güvenli olarak kabul edilebilir. Uzun süre ve devamlı olarak Afyonkarahisar ve yöresindeki kuyu sularının tüketilmesi durumunda insan ve hayvan sağlığı üzerine siyanür açısından herhangi bir risk oluşturmayacağı kanaatindeyiz. Ancak limiti aşan kuyu suları ile birlikte siyanogenetik glikozid içeren bitkilerin fazlaca tüketilmesinin yanı sıra pestisid kullanımının gün geçtikçe kontrolsüz bir şekilde artması sonucu her zaman risk oluşturabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu sebeple, içme sularının analizleri yapıldıktan sonra tüketime sunulması; kirlilik durumlarının belli aralıklarla izlenmesi ve farklı bölgelerde içme sularının siyanür varlığı açısından araştırılması gereklidir.

## Kaynaklar

1. Akal Solmaz SK, Yonar T, Üstün GE, Kestioğlu K, Ölmez R (2004): *Yer altı suyunun su temini amaçlı kullanımında sertlik giderimi için kimyasal arıtma ve iyon değiştirme yöntemlerinin karşılaştırılması: Bursa Ulaştırma Okulu*. Ekoloji Çev Derg, **13**, 17-22.
2. Barakat MA, Chen YT, Huang CP (2004): *Removal of toxic cyanide and Cu (II) ions from water by illuminated TiO<sub>2</sub> catalyst*. Appl Catal B: Environ, **53**, 13-20.
3. Borron SW, Baud FJ (1996): *Acute cyanide poisoning: clinical spectrum, diagnosis and treatment*. Arc Hig Rada Toksikol, **47**, 307-322.
4. Chinaka S, Takayama N, Michigami Y, Ueda K (1998): *Simultaneous determination of cyanide and thiocyanate in blood by ion chromatography with fluorescence and ultraviolet detection*. J Chromatogr B, **713**, 353-359.
5. Fernández-Argüelles MT, Costa-Fernández JM, Pereiro R, Sanz-Medel A (2003): *Room temperature phosphorimetric determination of cyanide based on triplet state energy transfer*. Anal Chim Acta, **491**, 27-35.
6. Gijzen HJ, Bernal E, Ferrer H (2000): *Cyanide toxicity and cyanide degradation in anaerobic wastewater treatment*. Wat Res, **34**, 2447-2454.
7. Gomes MTSR, Silva AAF, Duarte AC, Oliveira JABP (1998): *Determination of cyanide in waste waters using a quartz crystal microbalance*. Sens Actuators B Chem, **48**, 383-386.
8. Ikegaya H, Iwase H, Hatanaka K, Sakurada K, Yoshida K, Takatori T (2001): *Diagnosis of cyanide intoxication by measurement of cytochrome c oxidase activity*. Toxicol Lett, **119**, 117-123.
9. Kamalu BP, Agharanya JC (1991): *The effect of a nutritionally-balanced cassava (Manihot esculenta Crantz) diet on endocrine function using the dog as a model. 2-Thyroid*. Br J Nutr, **65**, 373-379.
10. Kaya S, Pirinççi İ (2002): *Siyanogenetik (nitril) Glikozidler*. 319-324. İçinde: S Kaya, İ Pirinççi, A Bilgili (Ed), Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. İkinci Baskı. Medisan Yayınevi, Ankara.
11. Lambert LJ, Ramasamy J, Paukstelis JV (1975): *Stable reagents for the colorimetric determination of cyanide by modified König Reaction*. Anal Chem, **47**, 916-918.
12. Ölmez R (2002): *Yer Altı Sularının Kirlenme Potansiyelinin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
13. Pirinççi İ, Tanyıldızı S (1993): *Elazığ ve yöresinde kullanılan suların siyanür düzeylerinin belirlenmesi*. YYÜ Vet Fak Derg, **4**, 65-72.
14. Raybuck SA (1992): *Microbes and microbial enzymes for cyanide degradation*. Biodegradation, **3**, 3-18.
15. Resmi Gazete (1998): *Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 4.9.1998 Tarih ve 19919 Sayılı Resmi Gazete.
16. Sağlam ÖM (2000): *Doğal Kaynak, Maden ve İçme Suları ile Tıbbi Suların İstihsalı, Ambalajlanması ve Satışı Hakkında Yönetmelik. EK-3 İçme Sularının Nitelikleri*. 173. İçinde: Türk Gıda Mevzuatı, Ankara.
17. Saleh MA, Ewane E, Jones J, Wilson BL (2001): *Chemical evaluation of commercial bottled drinking water from Egypt*. J Food Compos Anal. **14**, 124-152.

18. **Seçer S, Ölmez M** (2000): *Siyanürün balıklara toksik etkisi*. Türk-Koop Ekin, **4**, 40-45.
19. **Sousa AB, Soto-Blanco B, Guerra JL, Kimura ET, Górniak SL** (2002): *Dose prolonged oral exposure to cyanide promote hepatotoxicity and nephrotoxicity?* Toxicology, **174**, 87-95.
20. **United States Environmental Protection Agency (USEPA)** (2005): *Technical Factsheet on: Cyanide*. <http://www.epa.gov/safewater/dwh/t-ioc/cyanide.html> Erişim Tarihi: 12.04.2005.
21. **Vural N.** (1996): *Hidrosiyanik Asit*. 421-426. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 73. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
22. **Way JL** (1984): *Cyanide intoxication and its mechanism of antagonism*. Ann Rev Pharmacol Toxicol, **24**, 451-481.  
*Geliş tarihi: 05.05.2005 / Kabul tarihi: 04.07.2005*

**Yazışma adresi:**

*Yard. Doç. Dr. Mehmet Özdemir*  
*Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi*  
*Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı*  
*Ahmet Necdet Sezer Kampüsü,*  
*03200 Afyonkarahisar*  
*e-mail: mozdemir@aku.edu.tr*