

## ARAŞTIRMA MAKALESİ/RESEARCH ARTICLE

# SAPANCA GÖLÜNE AKAN DERELERDEKİ BAZI ESER ELEMENTLERİN 17 AĞUSTOS 1999 MARMARA DEPREMİ ÖNCESİ VE SONRASI KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Mustafa Ş.DÜNDAR<sup>1,2</sup>, Hüseyin ALTUNDAĞ<sup>1</sup>, Veysel BOZ<sup>1</sup>, Kemal AKKAYA<sup>1</sup>, Mücahit SAYIN<sup>1</sup>

### ÖZ

17 Ağustos 1999 Marmara depremi öncesi ve sonrası Sapanca gölüne akan dereler üzerine yapılan bu çalışmada, dört ayrı dereden alınan su numunelerinde kompleksleşme (APDC) ve ekstraksiyondan (MIBK) sonra Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe tayinleri yapıldı. Çalışmada İstanbul, Mahmudiye, Kuruçay ve Çark dereleri numune alma merkezleri olarak seçildi. Adapazarı ve çevresinin içme suyu kaynağı olan Sapanca gölüne akan derelerin kirlilik taşıyıp taşımadıklarını belirlemeye yönelik olarak yapılan bu çalışma sonucu İstanbul, Mahmudiye ve Kuruçay derelerindeki kurşun ve kadmiyum birikiminin deprem sonrasında arttığı, bakır bakımından standartlara uyduğu, çinko ve demir bakımından deprem öncesi göle kirlilik taşıdığı gözlenirken deprem sonrası bu değerlerin düştüğü görüldü. Gölün tek deşarj noktası olan Çark deresinde ise kadmiyum dışındaki metal kirliliğinin standartların altında kaldığı gözlemlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Sapanca Gölü, İçme suyu, A.A.S., Ağır metal, Deprem

## A COMPARATIVE ANALYSIS OF SAME TRACE ELEMENTS IN RIVERS FLOW THROUGH SAPANCA LAKE BEFORE AND AFTER 17 AUGUST 1999 MARMARA EARTHQUAKE

### ABSTRACT

The study carried out before and after 17 August 1999 Marmara earthquake for the determination of some trace elements in rivers flow through Sapanca Lake. Water samples were taken from four different rivers. After the application of complexation and extraction flame AAS technique was used for the analysis of Pb, Cd, Cu, Zn and Fe. In this study, İstanbul, Mahmudiye, Kuruçay and Çark rivers were chosen as sampling areas. The aim of this study is to assess the rivers whether they were polluted before or after earthquake or to discuss the possible effects of the earthquake on water pollution. The study illustrated that the concentrations of cadmium in İstanbul, Mahmudiye and Kuruçay rivers were increased after earthquake; for copper the levels were observed to comply the TSE, WHO, USA standards. For zinc and iron, the results showed that the concentrations were decreased compare to concentrations obtained before earthquake. In Çark river, which is the only way to discharge of the Sapanca Lake, results of the metals analysed were below the levels set by the national and international organisations except for cadmium.

**Key Word:** Sapanca Lake, Drinking water, A.A.S., Heavy metal, Earthquake

## 1. GİRİŞ

Çevre, deniz ve suların kirlenmesinde, ağır metallerin doğurduğu sorunlar günümüzde insan sağlığını tehdit eder bir seviyeye gelmiştir. Bu elementlerden bazılarının iz olarak canlıların yaşamlarını sürdürmelerinin

de temel olmasına karşın bazılarının da toksik etkileri bulunmaktadır. Beslenme zinciri yoluyla insanlara ulaşan ağır metallerin başlıca birikme ve bulaşma kaynağı su ve deniz çevreleri olmaktadır. Deniz, göl ve bunlara ulaşan akarsular boyunca kurulan fabrikaların atıkları içerisinde yer alan ağır metaller suda, dip çamurunda,

<sup>1</sup> Sakarya Üniv. Fen-Ed. Fak. Kimya Böl., 54100, SAKARYA.

<sup>2</sup> E-posta: dundar@sakarya.edu.tr

Geliş: 26 Ekim 2001; Düzeltme: 11 Nisan 2002; Kabul: 26 Ağustos 2003.

bu ortamda yaşayan canlılarda birikmekte ve miktarları giderek artmaktadır. Ağır metallerin suda yaşayan canlılar üzerindeki etkileri son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır.

Doğu Marmara Bölgesi'nin en önemli tatlı su havzasını oluşturan Sapanca Gölünün su kalitesi son birkaç yılda önemli ölçüde bozulmuştur. Yaz aylarında yağışın az olmasından dolayı kirlenme had safhalara ulaşmaktadır. Sanayi atıklarının yanında önemli bir kirlenici olarak evsel atık kaynakları da yer almaktadır. Bunların başında göl kıyısı ve yakında kurulmuş olan Arifiye, Uzunkum, Yüzevler, Sapanca, Mahmudiye, Kırkpınar, Kurtköy, Yanıkköy, Maşukiye, Eşme, Dereköy ve Esentepe gibi çeşitli büyüklükteki yerleşim birimleri gelmektedir. Ayrıca, özellikle yaz aylarında nüfus yoğunluğunu arttıran dinlenme kampları, plaj, otel, gazino ve lokanta gibi turistik tesisler de bulunmaktadır. Yüzeysel sularda kirlenici etki yapabilecek unsurlar; bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar, organik maddelerden kaynaklanan kirlenme, endüstri atıkları, yağ ve benzeri maddeler, inorganik tuzlar, yapay ve doğal tarımsal gübreler ve atık ısı şeklinde sıralanabilir (Yiğit ve Özbal vd.)

Sapanca Gölü havzasında tarımsal faaliyetler önemli boyutlara ulaştığından oluşabilecek kirlenmeler de önem kazanmaktadır. Kullanılan tarım ve zirai mücadele ilaçları ile gübrenin bir kısmı yağmur ve sel suları ile göle ulaşabilmektedir.

Kınalı – Sakarya Otoyolunun Sapanca Gölüne etkilerinin araştırılması üzerine yapılan bir çalışmada otoyoldan gelecek metal kirliliğinin sonuçları araştırılmıştır (Yalçın ve Sevinç, 1993). Zehir etkisine sahip ağır metaller kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebildiklerinden diğer kimyasal kirleniciler arasında ön plana çıkarlar (Harvey, Leckie, 1993; Alper vd 1976). İnsan, hayvan ve bitki dokularındaki hücrelerin ve birçok mineral kristalin yapısında bulunan ve yaklaşık olarak yeryüzünün dörtte üçünü kaplayan su, bütün canlılar için vazgeçilmez bir hayat ve temizlik kaynağıdır. İçme sularında bulunan ağır metaller (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn) birçok fiziksel ve toksik etkiye sahiptirler. Ağır metallerin fizyolojik ve toksik etkileri genellikle bu metallerin serbest iyonlar halinde bulunmalarından kaynaklanmaktadır. Ağır metallerin fizyolojik ve toksik etkileri, genellikle onların serbest iyonlar halinde bulunmalarından kaynaklanmaktadır (Ceylan, Şanlı, 1980; Klessen vd 1986).

Ağır metaller kirlenmiş olduğu suların kendiliğinden temizlenmesini önlediği gibi tarımsal açıdan da sulamada bazı sınırlamalar getirmektedir (Harvey ve Leckie, 1993; Teke vd 1999; Davis, 1978; Han Bin ve Werner, 1988; Williams, 1981).

Kurşun kirliliğinin başlıca kaynağı alkil kurşun katkı maddelerini içeren motor yakıtlarının yanmasıdır. Ayrıca, kurşun kullanan veya üreten işletmelerden kaynaklanan kirlilik ve içme sularının kurşun borularla nakledilmesi gibi etkenler içme sularına kurşunun karışmasına neden olmaktadır. Atmosferdeki kurşunun ıslak ve kuru çökeltme ile çevreye yayılması, kurşunun kimyasal bileşiklerinin türü, ortamın pH'ı, organik maddelerin ve diğer elementlerin varlığı, suyun sertliği gibi faktörler kurşunun zehirlenme derecesini etkiler.

Kadmiyum kirliliği başta kaplama olmak üzere atık suların alıcı ortamlara deşarj edilmesi sonucunda meydana gelmektedir (Alper vd, 1976). Bakırın sularda fazla bulunması özellikle bakteri, deniz yosunları, mantarlar ve balıklar için zehirleyici etki yapar.

Yol kenarında biriken çinkonun kaynağı motor alaşımlarda ve oto lastiği yapımında katkı maddesi olarak kullanılan çinko bileşikleridir (Mertz, 1986, Kök 1985). Doğada çok bulunan bir element olmasına rağmen demir, doğal suların kapsamında az bulunur.

## 2. MATERYAL VE METOT

Atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı tayini yapılacak elementlere uygun oyuk katot lambaları ile spesifik olmayan absorpsiyon için zemin düzeltme sistemi (döteryum) ve asetilen-hava karışımı püskürtme sisteminden oluşmaktadır. Tayin edilecek metaller (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe) ile amonyum 1-pirolidin ditiyokarbamat (APDC) arasında kompleks oluşturuldu ve pH 2,5'da metilizobütiketonla (MIBK) ekstraksiyon yapıldı. Ayrılan organik fazdaki metaller alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı ile tayin edilerek absorpsiyon değerlerine karşılık gelen konsantrasyon değerleri standart grafikten hesaplandı. 1000 mg L<sup>-1</sup> 'lik spektroskopik kalite standart metal çözeltilerinden alınıp gereken miktarlarda seyreltme yapılarak standart çözeltiler hazırlandı. Deneysel çalışmaların tüm aşamalarında UHQ (18,2 MW cm<sup>-1</sup>) kalitesinde destile deiyonize su kullanıldı.

### 2.1 Ekstraksiyon İşlemi

Asitlendirilmiş 100 ml deney numunesi ve 100 ml'lik kalibrasyon çözeltisi 250 ml'lik ayırma hunilerine kondu. Her huniye, kalıcı mavi renk elde edilinceye kadar indikatör olarak bromfenol mavisi çözeltisinden 2-3 damla ve 1 N'lik NaOH çözeltisinden 10 ml ilave edilir. Mavi renk kayboluncaya kadar damla damla hidroklorik asit (% 36,5'lük 1,19 g cm<sup>-3</sup> derişik HCl çözeltisinden hazırlanan) çözeltisi sürekli karıştırılarak ilave edildi. Daha sonra 2 ml hidroklorik asit fazlası ilave edilerek pH 2,3-2,5 yapıldıktan sonra 5 ml APDC ilave

edildi ve karıştırıldı. Daha sonra 10 ml MIBK ilave edildi ve 2 dakika süreyle kuvvetlice çalkalandı. Bu durumda pH yaklaşık 2,8 oldu. Fazların birbirinden ayrılması için ağzı kapatılmış huni ısı ve ışıktan etkilenmeyecek bir ortamda bir saat bekletildi. Dinlendirilen karışımdan organik faz dikkatli bir şekilde alındı. Analiz örneklerine uygulanan bu işlemler aynı şekilde de-iyonize su için de uygulanarak tanık deney yapıldı.

## 2.2 Kalibrasyon Çözeltilerinin Hazırlanması

Önce her bir element için litresinde 10 mg metal iyonu içeren standart çözeltiler hazırlandı. Daha sonra, 500 ml'lik ölçülü bir balona litresinde 10 mg kadmiyum ve çinko içeren çözeltiden 10 ml, kurşun, bakır, demir içeren çözeltilerden 20 ml alınarak, üzerine 1,5 M, 0,5 ml (% 65'lik derişik nitrik asit çözeltilisinden hazırlanan) nitrik asit ilave edildi. De-iyonize su ile işaret çizgisine kadar tamamlandı. Tayin edilecek her element için kalibrasyon çözeltilerinin organik ekstraktları Alevli AAS cihazına püskürtüldü ve her ölçümden sonra MIBK püskürtülerek püskürtme sistemi temizlendi. Elde edilen değerler yardımıyla çizilen kalibrasyon eğrileri Tablo 1'de verilmektedir. Her dört numunede bir kalibrasyon çözeltilisinin absorbansı ölçülerek kalibrasyon eğrisi kontrol edildi. Her metal için, analiz numunesinin ve tanığın absorbanslarına karşılık gelen konsantrasyon değerleri kalibrasyon eğrisinden okundu.

## 2.3 Numune Alma

İstanbul, Mahmudiye, Kuruçay ve Çark derelerinden Tablo 2'de belirtilen yerlerden bahar mevsiminde TSE 266'ya uygun olarak su numuneleri alındı[13]. Numuneler toplandıktan sonra asitlendirildi ve + 4 °C'de analiz işlemine kadar bekletildi. Numuneler toplandıktan sonra 24 saat içinde alevli AAS ile analiz edildi.

Tablo 1. Elementlere Ait Doğruluk ve Kalibrasyon Değerleri

| Element  | Denklemler                | Korelasyon Katsayısı(r) |
|----------|---------------------------|-------------------------|
| Kurşun   | $y = 0,0000589x + 0,0016$ | 0,9998                  |
| Kadmiyum | $y = 0,000632x + 0,00$    | 0,9997                  |
| Bakır    | $y = 0,000353x + 0,00$    | 0,9994                  |
| Çinko    | $y = 0,00150x + 0,00$     | 0,9998                  |
| Demir    | $y = 0,000311x + 0,00$    | 0,9991                  |

## 3. DENEYSEL BULGULAR

Deneysel bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

## 4. SONUÇLAR / TARTIŞMA

Bu çalışmada söz konusu Sapanca gölüne akan derelerde (İstanbul, Mahmudiye, Kuruçay) ve bu derelerin göle verdiği kirlilik ile gölün tek deşarj noktası olan Çark deresindeki kirliliğin deprem öncesi ve sonrası karşılaştırmalı olarak analizi yapıldı.

Kurşun elementi deprem öncesi TSE'nin belirlemiş olduğu standartların altında kalırken deprem sonrası standartların üzerinde çıkmıştır. Bu noktada karayolu köprüsünden meydana gelen bir kirlenme söz konusu olabilir. Mahmudiye deresinde bu sonuç deprem öncesi biraz daha olumlu bir şekilde karşımıza çıkmıştır. Deprem öncesi tüm örnek alma noktalarında kurşun standartların altında çıkmıştır. İncelenen tüm derelerde kurşun açısından deprem öncesi ve sonrası sonuçlar benzerlik göstermektedir. Kadmiyum elementi, tüm örnek noktalarında standart değerleri aşarak bir kirlenmeye neden olduğunu göstermektedir. Sapanca gölünün tek deşarj noktası olan Çark deresinde de durum hemen hemen aynıdır. Bu sonuç Çark suyuna, endüstriyel atıklarını veren sanayi kuruluşlarının deşarj sularını yeterli arıtmadan geçirmedikleri, bunda Çark deresinde kadmiyum kirliliğinde artışa yol açtığı sonucunu vermektedir. Bakır elementi tüm derelerde deprem öncesi ve sonrası sular bakır açısından kirlilik arz etmemektedir.

Kurşun miktarının fazla olmamakla beraber belli değerlerde dere suyu içinde bulunması, otomobillerden çıkan eksoz gazlarının bir şekilde yağmur suları ya da çevre sularıyla dereye karışması, ayrıca evsel ve tarımsal alanlarda kullanılan kurşun boruların zamanla korozyona uğrayarak çözünmesi yoluyla suya karışmasının bir sonucu olabilir. Kurşun elementi, yine otomobillerin sıkça geçtiği İzmit caddesi üzerindeki köprünün altından alınan numunede maksimum değerde çıkmıştır. Tarımsal alanların fazlalığı kurşun miktarının belli bir miktarda sulara ortaya çıkmasına sebep olmuş olabilir.

Kadmiyum değerlerinin ise standartlar üzerinde çıkması daha çok demiryolu ve karayolunun bu noktalardan geçmesine bağlanabilir. Bakır elementi ise tüm noktalarda kirlilik arz etmeyecek derecede ve Türk standartlarının belirlemiş olduğu sınırlar içerisinde. Kadmiyum elementi hem deprem öncesi hem deprem sonrası standart değerlerin üzerindedir. Kadmiyum değerlerinin yüksek olduğu noktalar demir yolu ve karayolu köprüsünün altından alınan numunelerden elde edilmiştir. Yerleşim alanları dışında ise kirlenme oranının düşük olduğu anlaşılmaktadır.

İstanbul deresinde deprem öncesi demir ve çinko miktarlarının tehlike sınırının çok altında olduğu gözlenirken deprem sonrası ölçülen değerlerde çinko ve demir birikimine rastlanmamıştır. İstanbul deresindeki deprem öncesi demir miktarını incelediğimizde, otoyal



lastik fabrikası, E-5 karayolu ve çark caddesi kirlilikte önemli pay sahibi olarak görülebilir. Goodyear ve 32 Evler mevkiinde bir miktar artış görülmekle birlikte Çark dersindeki bakır derişimi diğer bölgelere göre daha düşüktür.

Bu incelemeler sonucunda Sapanca gölüne akan derelerin yalnızca gölden 250m'ye kadar uzaklıktaki yerleşim alanlarında araştırmalar yapılmıştır. Dere boyunca bir çok tarımsal alan ve buralarda kullanılan tarımsal ilaçlar irili ufaklı sanayi kuruluşları, otoyollar, tatil ve dinlenme yerleri,vb. gibi önemli ölçüde kirlilik arz edecek birçok etkenler de olabilir. Halen sadece klorlama ve çöktürme, dinlendirme işlemleri ile içme suyu kaynağı olarak kullanılabilir nitelikte olan Sapanca gölünün ve göle dökülen derelerin kirlenmeye karşı korunması büyük önem taşımaktadır. Kirlilik yükünün azaltılması amacıyla arıtma sistemleri olmayan mevcut sanayi kuruluşlarının atık sularını zararsız hale getirmeleri standartlar düzeyinde atık su deşarjına müsaade edilmesi, yerleşim birimlerinden kaynaklanan evsel atıkların arıtılması amacıyla tesislerin kurulması gerekmektedir. Bu amaçla temizleme işlemine öncelikli derelerin ıslahı ile başlanması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Yiğit, V., Özbal, H., Ceritliođlu, A., Müftügil, N. ve Akşiray, F., *İzmit Körfezindeki Ağır Metal Kirliliğinin Su ve Dip çamuru Ortamındaki Dağılımı ile Bazı Canlılardaki Birikimi*, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Entitüsü, Gebze.
- Yalçın, N. ve Sevinç, V. (1993). Kınalı-Sakarya Otoyolunun Sapanca Gölüne Etkilerinin Araştırılması. *Dođa* 17, 151-156.
- Harvey, R.W. ve Leckie, J.O. (1993). Sorption of Lead onto two gram-negative Marine Bacteria in Seawater. *Mar. Chem.* 15.
- Alper, R., Hakdiyen, İ. ve Bigot T. (1976). *Sınai Kimya Analiz Metotları*. İstanbul.
- Ceylan, S. ve Şanlı Y. (1980). Çevre ve Besin Kirlenmesi. *Gıda Bil. Dergisi*. 3.
- Klessen C.D., Amdur, M.O. ve Dovill J. (1986). *Toxicology*. Macmillen Publishing, NewYork.
- Teker, M., İmamoğlu, M. ve Saltabaş, Ö. (1999). Adsorption of Copper and Cadmium Ions by Activated Carbon From Rice Hulls. *Turk. J. Chem.* 23(2), 185-191.
- Davis, A.G. (1978). Pollution Studies with Marine Plankton. Part II: Heavy Metals. *Adv. Mar. Biol.* 15.

Han Bin, X. ve Werner, S. (1988). The Binding of Heavy Metals to Algal Surfaces. *Water Res.* Vol. 22.

Williams, R.S.P. (1981). *Physico-Chemical Aspects of Inorganic Element Transfer through Membranes*. *Phill. Trans. Royal Soc. London. B.* 294 .

Mertz, W. (1986). *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. Vol.2, Academic press, New York.

Kök, T.R. (1985). Toksikoloji (I). *Ege Üni. Fen Bil. Dergisi* 1, 232-288.

TS 266. (1984). *İçme Suları*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.



**Dr. Mustafa Şahin Dündar**, 01.07.1966 yılında Manisa'nın Salihli ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa ve Bielefeld (Almanya)'de tamamladı. 1988 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Kimya bölümünden dereceyle mezun oldu. Araştırma görevlisi olarak bölümde kaldı ve yüksek lisansa başladı. 1990 yılında ise Milli Eğitim Bakanlığı adına yüksek lisans ve doktora öğrenimi yapmak üzere İngiltere'ye gitti. 1996 yılı sonunda yurtdışından döndü. 1997 yılından beri Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü Analitik kimya ana bilim dalı öğretim üyesi olarak çalışmakta olan ve İngilizce ile Almanca dillerini bilen Dr. M. Şahin Dündar, 1997-1998 yılları arasında aynı bölümde bölüm başkan yardımcılığı, 1999-2003 yılları arasında ise Dekan yardımcılığı görevlerinde bulundu.



**Hüseyin Altundağ**, 28.10.1975 yılında Ankara'da doğdu. İlk, Orta, Lise öğrenimini Sakarya'da tamamladı. Temmuz 1999'da Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden bölüm birincisi olarak mezun oldu. 24 Aralık 1999 yılına kadar Toprak İlaç Fabrika ve Kimyevi Maddeler Sanayii ve Ticaret AŞ.'de Üretim Analisti olarak görev yaptı. Temmuz 2002 'de Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans programından mezun oldu. Eylül 2003'de Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Doktora programın kaydoldu. 26 Aralık 1999 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde Araştırma Görevliliğine başladı. Halen bu görevine devam etmektedir



**Veysel Boz**, 02.06.1979 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2000 yılında Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden mezun oldu. 26 Ağustos 2002 tarihinde İstanbul / Okmeydanı'nda Çevre Endüstriyel Analiz Laboratuvarı'nda analist olarak işe başladı ve halen bu görevime devam etmektedir.

**Kemal Akkaya**

**Mücahit Sayın**