

## SANDIKLI (AFYONKARAHİSAR) HAVZASINDAKİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatma Aksever<sup>a</sup>, Ayşen Davraz<sup>a</sup>, Mustafa Afşin<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniv., Jeoloji Müh. Bölümü, 32260, İSPARTA

<sup>b</sup> Aksaray Üniv., Jeoloji Müh. Bölümü, 68100, AKSARAY  
(fatmaaksever@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Su bütün canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için önemli bir ihtiyaçtır. Günümüzde kentleşme ve sanayileşmedeki artış su kaynaklarında potansiyel ve kalite açısından olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu nedenle mevcut su kaynaklarının kalite araştırmaları sürdürülebilir kullanım açısından büyük önem taşımaktadır. İnceleme alanı olarak seçilen, Sandıklı (Afyonkarahisar) Havzası, Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu bölümünde bulunmaktadır. Havzada yeraltı suları içme ve sulama suyu amaçları için yoğun olarak kullanılmaktadır.

Su kaynaklarının kalitesinin araştırılması amacıyla 4 dönem (Ekim-2010, Kasım-2011, Mayıs-2011, Mayıs-2012) 15 kaynak, 23 sondaj kuyusu olmak üzere toplam 38 lokasyondan soğuk su örneği, 9 lokasyondan da termal su örneği alınmıştır. İnceleme alanında soğuk suların pH değeri 6.07-8.92, termal suların ise 6.23-7.47 arasında değişmektedir. EC soğuk sularda 122-844  $\mu\text{ho}/\text{cm}$ , termal sularda ise 1552-2387  $\mu\text{ho}/\text{cm}$  arasındadır. Soğuk suların sıcaklıkları 8.1- 23.16 °C, termal suların sıcaklığı ise 54-82 °C arasında ölçülmüştür. İnceleme alanında, Koçhisar, Reşadiye ve Kızılburun bölgelerinden alınan örneklerde termal su etkileşimi ile soğuk yeraltı sularının sıcaklıklarının arttığı görülmektedir. İnceleme alanında soğuk sular Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> karışım suları Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>; Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> ve derin dolaşım sıcak sular Na-Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> su kimyası fasiyesindedir. Suların anyon-katyon içerikleri ve fiziksel parametreleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO-2011), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA-2012) ve Türk İçme Suyu (TSE-266, 2005) standartlarına uygundur. Ağır metal içeriklerinde ise bölgesel bazda artışlar tespit edilmiştir.

İnceleme alanında soğuk su örneklerinin Al içeriği <1 – 1510  $\mu\text{g}/\text{l}$ , As içeriği <0.5 – 24.5  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Fe içeriği <10–2301  $\mu\text{g}/\text{l}$ , F konsantrasyonu <0.01–2.10  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Mn içeriği <0.05–433.4  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Ni içeriği <0.2-128.8  $\mu\text{g}/\text{l}$  ve B konsantrasyonu 5-341  $\mu\text{g}/\text{l}$  arasında değişmektedir. Termal su örneklerinde ise Al 1–<600  $\mu\text{g}/\text{l}$ , As 611 – <3000  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Fe <10 –<10000  $\mu\text{g}/\text{l}$ , F 3.39 -5.09  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Mn 14.13-220.13  $\mu\text{g}/\text{l}$ , Ni <0.2-<300  $\mu\text{g}/\text{l}$  ve B 717-2263  $\mu\text{g}/\text{l}$  arasındadır. Soğuk yeraltı sularında tespit edilen As, Mn, Fe, Ni, Al ve F içeriklerinin yersel olarak içme suyu standartlarını aştığı tespit edilmiştir. Bu sular bazı bölgelerde içme suyu olarak da kullanılmaktadır. Yeraltı sularındaki ağır metal artışı genel olarak inceleme alanında yoğun olarak gerçekleştirilen tarımsal faaliyetlerle ilişkilidir. Soğuk yeraltı suyu örneklerinde Hüdaî kaplıca çevresinde sıcak su etkileşimi ile ilişkili ağır metal artışlarında söz konusudur. Ayrıca, Karacaören mevkiinde Al artışının Sandıklı lavları ile kaya-su etkileşimine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ağır metal konsantrasyonlarındaki artış insan sağlığı açısından risk taşımaktadır. Bu nedenle havzada risk taşıyan suların içme suyu olarak kullanımı denetlenmelidir. Hüdaî kaplıca sularının ise As içeriği açısından özellikle çocuklarda içme kuru olarak kullanımına dikkat edilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Sandıklı havzası, yeraltı suyu, ağır metal, sağlık, kirlilik

**Teşekkür:** Araştırmacılar, bu çalışmada ÇAYDAG-110Y034 No'lu proje ile destek olan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na ve arazi çalışmalarında belediye imkanlarını sunan Sandıklı Belediyesine teşekkür ederler.

## HUMAN HEALTH ASSESSMENT OF HEAVY METAL POLLUTION IN THE SANDIKLI (AFYONKARAHİSAR) BASIN

Fatma Aksever<sup>a</sup>, Ayşen Davraz<sup>a</sup>, Mustafa Afşin<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Süleyman Demirel Univ., Department of Geological Engineering, 32260, ISPARTA

<sup>b</sup>Aksaray Univ., Department of Geological Engineering, 68100, AKSARAY  
(fatmaaksever@sdu.edu.tr)

### ABSTRACT

Water is important need to survival of all living creatures. Nowadays, potential and quality problems of water sources observed due to increasing urbanization and industrialization. Therefore, quality investigations of water sources are of great importance for sustainable usage. Sandıklı (Afyonkarahisar) basin which is selected investigation area is located in inner west Anatolia of Aegean Region. Groundwaters are densely used for drinking and irrigation purposes in the basin.

To determine quality of water sources in four periods (October-2010, November-2011, May-2011-2012), a total of 38 cold water samples were collected from 23 wells and 15 spring, and thermal water samples were also collected from 9 thermal wells. The pH values of cold and thermal groundwaters vary from 6.07-8.92, 6.23-7.47, respectively. The EC values of cold and thermal groundwaters vary within a range 122-844 µho/cm, 1552-2387 µho/cm, respectively. The temperature of cold and thermal groundwaters varies from 8.1-23.16 °C, 54-82 °C, respectively. The temperature of cold groundwater increased in Koçhisar, Reşadiye and Kızılburun regions due to mixing thermal water. Three hydrogeochemical water facies have been determined for cold waters Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, mixture waters Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>, Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> and thermal waters Na-Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>. Major anions -cations analyses and physical parameters in the analyzed groundwater samples, are found within the recommended limits of World Health Organization (WHO-2011, Ü.S. Environmental Protection Agency (EPA-2012) and Turkish Drinking Water Standards (TSE 266, 2005). The increases in heavy metal contents were determined on a regional scale.

Heavy metal contents of cold water were determined as Al <1 – 1510 µg/l, As <0.5 – 24.5 µg/l, Fe <10–2301 µg/l, F <0.01–2.10 µg/l, Mn <0.05–433.4 µg/l, Ni <0.2–128.8 µg/l and B 5-341 µg/l in the study area. These concentrations are Al 1–<600 µg/l, As 611 – <3000 µg/l, Fe <10 –<10000 µg/l, F 3.39 -5.09 µg/l, Mn 14.13-220.13 µg/l, Ni <0.2-<300 µg/l and B 717-2263 µg/l for thermal water. The concentrations of As, Mn, Fe, Ni, Al and F of cold groundwater exceed to drinking water standards as locally. These groundwaters are used as drinking water in some locations of the basin. The increase of heavy metal in groundwater is generally related to agricultural activities. Another increase of heavy metal of cold water which is located in Hüdai spa around is also related to interaction with thermal waters. In addition, the Al increase of cold groundwater originated from water-rock interaction with Sandıklı lavas in the Karacaören region. The increase in heavy metal concentrations is a risk to human health. Therefore, usage of these waters as drinking water should be controlled. Due to As contents of Hüdai thermal water should be pay attention to use as drinking water cure especially for children.

**Keywords:** Sandıklı basin, groundwater, heavy metal, health, pollution

**Acknowledgments:** The authors would like to thank The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) which supported this work with Project No: ÇAYDAG-110Y034, and also would like to thank Sandıklı municipality due to contribution to field studies.