

KUZEYDOĞU ANADOLU JEOTERMAL KAYNAKLARININ ASAL GAZ VE ÇEVRESEL İZOTOP JEOKİMYASI

Harun Aydın^a, Hüseyin Karakuş^b, Halim Mutlu^c, Nilgün Güleç^d,
David R. Hilton^e

^aYüzüncü Yıl Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 65080, Van,

^bDumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya,

^cAnkara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara,

^dOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara,

^eFluids and Volatiles Laboratory, Geosciences Research Division, Scripps Institution of
Oceanography, UCSD, La Jolla, 92093, CA, USA

(harun@yyu.edu.tr)

ÖZ

Kuzeydoğu Anadolu bölgesindeki (Ardahan, Artvin, Erzincan, Erzurum, Kars, Rize sahaları) jeotermal sistemler önceki çalışmalarda, su-kayaç etkileşim süreçlerinin ve suların kökeninin araştırılması amacı ile fiziko-kimyasal ve kısmen kararlı izotop teknikleri kullanılarak araştırılmıştır. Bununla birlikte, bölgedeki uçucuların kökeni ve ısı kaynağı halen çözülmemiştir. Bu çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde yer alan 17 farklı jeotermal sahadaki 36 jeotermal kaynaktan boşalan akışkanların kökenini belirlemek amacı ile asal gaz ve çevresel izotop oranları incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, su ve gaz örneklerinde R/R_A ($R=^3\text{He}/^4\text{He}$ örnek ve $R_A=^3\text{He}/^4\text{He}$ atmosfer) ve $\text{CO}_2/^3\text{He}$ oranları ile sulardaki çevresel izotop (oksijen, hidrojen, trityum, karbon ve kükürt) oranlarına ait yeni veriler sunulmuştur. Sıcak sulardaki düzeltilmiş R/R_A (0.21–7.23 R_A) oranları kabuksal değerden (0.02–0.05 R_A) daha yüksektir. Kayda değer yüksek R_A oranları Erzurum ve Erzincan'daki jeotermal akışkanlarda gözlenmiştir. Örneklerin $\text{CO}_2/^3\text{He}$ oranları geniş bir aralıkta ($1.3 \times 10^9 - 1.3 \times 10^{13}$) yer almakla birlikte genellikle üst manto değerinden (2×10^9) daha yüksektir. Rize (İkizdere, Ayder) jeotermal sahalarından elde edilen $\text{CO}_2/^3\text{He}$ oranları ($1.3 \times 10^9 - 2.1 \times 10^9$) üst manto değeri ile örtüşmektedir. Suların $d^{18}\text{O}-d$ izotop deerleri, Küresel Meteorik Su Dorusu ile tutarlı olup düşük trityum deerlerine (0.0–2.13 TU) sahip meteorik kökenli sular olduğunu göstermektedir. Termal sulardaki $d^{34}\text{S}$ izotop değerleri +4.0 ile +32.0 ‰ (CDT) aralığını kapsamakta ve $d^{18}\text{O}(\text{SO}_4)$ izotop değerleri ise +0.3 ile + 15.3 ‰ (VSMOW) arasındadır. Sularda çözülmüş inorganik karbonda (DIC) ölçülen $d^{13}\text{C}$ izotop değerleri -17.5 ile +8.8 ‰ (VPDB) aralığında değişmektedir. İncelenen sulardaki karbonun, mantosal ve kabuksal karbon karışımından kaynaklandığı, CO_2 'in ise çoğunlukla kabuksal litolojilerinden türediği düşünülmektedir. Karbonun (toplam karbon miktarı çoğunlukla > % 90) ana kaynağını kireçtaşı oluşturmaktadır. Toplam helyum içeriğinin % 90'ına ulaşan en yüksek manto kökenli helyum, Erzincan bölgesinde olasılıkla Kuzey Anadolu Fayı boyunca yüzeye taşınan akışkanlarda bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Helyum, karbon, çevresel izotop, jeotermal, Kuzeydoğu Anadolu

Katkı Belirtme: Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK-ÇAYDAG, Proje No: 114Y067) tarafından desteklenmiştir.

NOBLE GAS AND ENVIRONMENTAL ISOTOPE GEOCHEMISTRY OF GEOTHERMAL SPRINGS AT NORTHEASTERN ANATOLIA

Harun Aydın^a, Hüseyin Karakuş^b, Halim Mutlu^c, Nilgün Güleç^d, David R. Hilton^e

^aYüzüncü Yıl Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 65080, Van,

^bDumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, Kütahya,

^cAnkara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara,

^dOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara,

^eFluids and Volatiles Laboratory, Geosciences Research Division, Scripps Institution of Oceanography, UCSD, La Jolla, 92093, CA, USA

(harun@yyu.edu.tr)

ABSTRACT

The geothermal systems in northeastern Anatolian region (Ardahan, Artvin, Erzincan, Erzurum, Kars and Rize provinces) were investigated in previous studies using physicochemical and partly stable isotopic techniques, leading to an understanding of water-rock interaction and origin of fluids. However, the origin of volatiles and the heat source in the region still remain unsolved. In this study, the spatial variations of noble gas and environmental isotopes ratios of gas and water samples of 36 geothermal springs are explored to identify origin of fluids from 17 different geothermal fields in northeastern Anatolia region. For this purpose, we present information on the spatial variation of R/R_A ($R=^3\text{He}/^4\text{He}$ sample and $R_A=^3\text{He}/^4\text{He}$ atmosphere) and $\text{CO}_2/^\beta\text{He}$ ratios of gas and water samples, and environmental isotope (oxygen, hydrogen, tritium, carbon and sulfur) compositions of water samples. The air-corrected R/R_A ratios ($0.21-7.23 R_A$) of the hot waters are significantly higher than the crustal values ($0.02-0.05 R_A$). Notably the higher R/R_A values are found in geothermal fluids from Erzincan and Erzurum geothermal fields. $\text{CO}_2/^\beta\text{He}$ ratios of the samples vary over a wide range ($1.3 \times 10^9 - 1.3 \times 10^{13}$) and are generally higher than that of upper mantle array (2×10^9). $\text{CO}_2/^\beta\text{He}$ ratios of the gas samples from Rize (İkizdere, Ayder) geothermal field are found ($1.3 \times 10^9 - 2.1 \times 10^9$) around the upper mantle ratio. $\delta^{18}\text{O}-\delta\text{D}$ isotope values of the waters are consistent with the Global Meteoric Water Line, and indicate a meteoric origin with low tritium values ($0.0-2.13$ TU). $\delta^{34}\text{S}$ isotope values in thermal waters are between $+4.0$ and $+32.0\%$ (vs. VCDT), and $\delta^{18}\text{O}(\text{SO}_4)$ isotope values fall in the range of $+0.3$ to $+15.3\%$ (vs. VSMOW). The $\delta^{13}\text{C}$ isotopic values in dissolved inorganic carbon (DIC) in waters are within the range of -17.5 to $+8.8\%$ (vs. VPDB). The $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)$ values of gas samples vary from -11.9 to $+5.4\%$ (vs. VPDB). The carbon in the studied waters is thought to originate from mixing between mantle and various crustal sources, and CO_2 is mostly derived from the crustal lithologies. The main source of carbon (mostly $>90\%$ of the total carbon inventory) is limestone. The highest mantle-derived helium attaining up to 90% of the total helium content was found in the Erzincan area where fluids were probably transferred to the surface along the North Anatolian Fault.

Keywords: Helium, carbon, environmental isotope, geothermal, northeastern Anatolia

Acknowledgements: This study is funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK-ÇAYDAG, Project Number: 114Y067).