

# HİSARALAN (SINDIRGI, BALIKESİR) JEOTERMAL ALANINDAKİ TRAVERTENLERİN DEPOLANMA ÖZELLİKLERİ VE JEOKİMYASI

Mehmet Özkul<sup>a</sup>, Ali Gökğöz<sup>a</sup>, Ali Kamil Yüksel<sup>b</sup>, Atahan Atlı<sup>b</sup>,  
Gamzenur Çağdaş<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pamukkale Üniversitesi Müh.Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü, Kınıklı Kampüsü, Denizli

<sup>b</sup>Balıkesir Üniversitesi Müh.Fakültesi Jeoloji Müh.Bölümü, Çağış Kampüsü, Balıkesir  
(mozkul@pau.edu.tr)

## ÖZ

Hisaralan Jeotermal Sahası, Balıkesir İli Sındırgı İlçesi'nin 25 km KD'sunda, deniz seviyesinden göre 300-450 m yukarıda, GB'ya bakan bir yamaç üzerinde yer alır. İnceleme alanında en yaşlı birimler İzmir-Ankara Fliş Zonu içinde yer alan ofiyolitik kayalar ve kireçtaşı bloklarıdır. Bunlar üzerine uyumsuz olarak dasit-riyodasit gibi Miyosen yaşlı volkanik kayalar gelir. Travertenler doğrudan volkanik kayalar üzerinde çökelmiştir.

Traverten çökeltin sıcak kaynak suları Na-HCO<sub>3</sub> tipindedir. Suların sıcaklıkları 54-97°C, pH değerleri 6.55-8.13, elektriksel iletkenlikleri (EC) 1125-1429 µS/cm ve bikarbonat değerleri 470-640 mg/l arasında değişmektedir. Bu suların hemen hemen tamamı kalsit, aragonit ve dolomitçe doymun olup, kalsit doyma indisi 0.01-1.43, aragonit doyma indisi 0.04-1.33, dolomit doyma indisi 0.25-1.79 arasındadır. Bazı sular kuvarşça doymundur (kuvarş doyma indisi 0.07-0.44 arasındadır).

Başlıca traverten depolanma morfolojileri: kaynak-boşalım kanalı, traverten yamaçları ve şelaleleri, fisür sırtı, kaynak tümsekleri ve traverten kuleleridir. Bunlar arasında en dikkat çekenleri, Dünya'da da ender rastlanan traverten kuleleridir. Günümüzde az sayıdaki kule oluşumları sadece inceleme alanının batısındaki Serin Dere ile sınırlıdır. Kulelerin boyları en fazla 5 m, taban genişlikleri 4.6 m'dir. Kulelerin tepelerinde dairesel, oval veya merceksi şekilli, genişlikleri birkaç cm ile 70 cm arasında değişen delikler bulunur. Depolanma morfolojilerinin oluşumunda yer alan en yaygın traverten tipleri kristalin kabuk, pizolit, laminalı traverten, nilüfer yaprağı- rafı ve mikro boşluklu travertendir.

XRD ölçümlerine göre, travertenler çoğunlukla kalsitten oluşur, ancak değişik oranlarda (%64'e kadar) aragonite de rastlanmıştır. Traverten örneklerinde en fazla bulunan element, 260643-394857 ppm ile Ca'dur. Sr konsantrasyonları ise 11636-515.8 (ppm) arasındadır. En yüksek Sr değerleri kaynaklara yakın konumdaki güncel ve yarı güncel örneklerden elde edilmiştir. Ba 63 ppm'den 3434 ppm'e değişir. Travertenlerin duraylı izotop değerleri karbon (δ<sup>18</sup>C) için -0.5 ile -4.3‰ (V-PDB), oksijen (δ<sup>18</sup>O) için -23.6 ile -11‰ (V-PDB)'dir. Negatif carbon izotop değerleri, traverten oluşumunda magmatik kökenli CO<sub>2</sub> katılımını işaret etmektedir. Element ve duraylı izotop verilerine göre incelenen traverten oluşumları derin dolaşımı hidrotermal sulardan çökelmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hisaralan Jeotermal Sahası, sıcak su kaynağı, traverten, jeokimya

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu - TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (proje no: 115Y141).

## **DEPOSITIONAL FEATURES AND GEOCHEMISTRY OF TRAVERTINES AT HİSARALAN GEOTHERMAL FIELD (SINDIRGI, BALIKESİR)**

**Mehmet Özkul <sup>a</sup>, Ali Gökgöz <sup>a</sup>, Ali Kamil Yılmaz <sup>b</sup>, Atahan Atlı <sup>b</sup>,  
Gamzenur Çağdaş <sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Pamukkale University Eng. Faculty Dept. of Geol. Eng., Kınıklı Campus, Denizli

<sup>b</sup>Balıkesir University Eng. Faculty Dept. of Geol. Eng., Çağış Campus, Balıkesir  
(mozkul@pau.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*Hisaralan Geothermal Field, located to 25 km NE of the Sındırgı town, Balıkesir, is found at elevations between 300 and 450 m on a SW-facing slope. In the studied area, the oldest units are ophiolitic rocks and limestone blocks within the İzmir-Ankara Flysch Zone. The Miocene volcanic rocks such as dacite-riyodacite rest unconformably on these bedrocks. Travertines directly precipitated on the volcanic rocks.*

*The travertine-precipitating spring hot waters are those of Na-HCO<sub>3</sub> type. Temperature, pH, EC and HCO<sub>3</sub> values of the hot waters range between 54 to 97°C, 6.55 to 8.13, 1125-1429 µS/cm and 470-640 mg/l, respectively. Almost of these hot waters saturated in calcite, aragonite and dolomite. Saturation indices are 0.01-1.43 for calcite, 0.04-1.33 for aragonite and 0.25-1.79 for dolomite. Some of the waters saturated in quartz with a range of 0.07 to 0.44.*

*Mainly depositional morphologies are spring-overflow channel, travertine slope-waterfall, fissure ridge, spring mounds, and towers. The most leading one among these are the travertine towers. Presently, tower formations in less number are limited only to the Serin stream west of the studied area. The towers are up to 5 m in height and up to 4.6 m in width at the base. At top of the towers, there are circular, oval or lenticular vents that are a few to 70 cm in dimension. Crystalline crust, banded travertine, pisolith, laminated travertine, lilypad-ledge travertine and microporous travertine are the most common lithotypes that took place in formation of the depositional morphologies.*

*Travertines are mostly calcite, however, aragonite was detected in various amount up to 64% based on XRD measurements. The most common element in the travertine samples is Ca with 260643 to 394857 ppm. The Sr concentrations are between 11636 to 515.8 ppm. The highest Sr values were yielded from the recent and subrecent samples close to the springs. Ba change from 63 to 3434 ppm. The stable isotope values are -0.5 to -4.3‰ (V-PDB) for carbon (δ<sup>13</sup>C) and -23.6 to -11‰ (V-PDB) for oxygene (δ<sup>18</sup>O). The negative carbon isotope values most likely imply the CO<sub>2</sub> contribution of magmatic origin.*

*The travertine precipitation resulted from deeply circulated hydrothermal waters according to the element and stable isotope data.*

**Keywords:** Hisaralan Geothermal Field, hot spring, travertine tower

*This study was supported financially by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (project no: 115Y141).*