

# PAMUKKALE (DENİZLİ) VE YAKIN ÇEVRESİ JEOTERMAL SULARININ HİDROJEOLÖJİK, HİDROJEOKİMYASAL VE İZOTOP JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Duygu Sengül Kutlu<sup>a</sup>, Nevzat Özgür<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

<sup>b</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta

(nevzatozgur@sdu.edu.tr)

## ÖZ

Bu çalışma kapsamında Pamukkale (Denizli) ve yakın çevresi jeotermal sularının hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanında, jeolojik olarak Menderes Masifine ait metamorfik kayalar ile Mesozoyik, Pliosen ve Kuvaterner yaşlı kayalardan oluşmaktadır. Stratigrafik olarak Paleozoik yaşlı Menderes Masifi Metamorfikleri (İğdecik Formasyonu), Neojen yaşlı Kızılburun Formasyonu, Sazak Formasyonu, Kolonkaya Formasyonu ve Tosunlar Formasyonu bulunur. Çalışma alanı ve yakın çevresinde Paleozoyik yaşlı mermerler, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ve Pliosen yaşlı alüvyon ve travertenler geçirimli kayaç görevini üstlenirken hidrojeolojik olarak önemli rol oynamaktadır. Çalışma alanında Sazak Formasyonu ve Menderes Masifi Metamorfikleri (İğdecik Formasyonu) jeotermal suların rezervuar özelliğini gösterirken, Alüvyon soğuk suların haznesini oluşturur. Menderes Masifine ait şistler, Kolonkaya, Kızılburun ve Tosunlar Formasyonları geçirimsiz taban kayacı ve örtü kayacı rolü üstlenmektedir.

Çalışma alanında üç farklı sıcak su lokasyonundan su örnekleri alınmıştır ve alınan bu örneklerde katyon ve anyon analizleri yapılmıştır. İnceleme alanında esas kaynak suları yaklaşık 35°C sıcaklığa sahip olup genel olarak Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> tipi sular olarak adlandırılabilir. Pamukkale ve yakın çevresi jeotermal suları Ca>Na+K>Na baskın katyonlar ve HCO<sub>3</sub>>SO<sub>4</sub>>Cl baskın anyonlar olarak sınıflandırılabilir. İnceleme alanındaki jeotermal sular Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> üçgen diyagramına göre magmatik ısıtıcı tarafından ısıtılmış sular sınıfına girmektedir. Sülfat içeriğinin yüksek olduğu da gözlenmektedir. Çalışma alanındaki sıcak sulara jeokimyasal termometre analizleri uygulanmış ve ortaya çıkan diyagramlarda sıcak suların belli bir kısmının kısmi dengelenmiş sular sınıfına girdiği bir kısmının ise ham sular sınıfına girdikleri saptanmıştır. Tüm jeotermometre sonuçları ve mevcut kuyuların rezervuar sıcaklıkları birlikte değerlendirildiğinde jeotermal suların rezervuar sıcaklıkları 160- 250°C arasında olarak gözlenmektedir. Termal suların δ<sup>2</sup>H değerleri -61,9 ile -51,8 arasında değişirken, δ<sup>18</sup>O değerleri ise -9,23 ile -5,84 arasında değişim göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Batı Anadolu Bölgesi, Büyük Menderes rift zonu, Pamukkale, jeotermal sular, hidrojeolojik modelleme, travertenler

## **HYDROGEOLOGICAL, HYDROGEOCHEMICAL AND ISOTOPE GEOCHEMICAL FEATURES OF THE THERMAL WATERS IN PAMUKKALE (DENİZLİ) AND ENVIRONS**

**Duygu Sengül Kutlu<sup>a</sup>, Nevzat Özgür<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Süleyman Demirel University, Institute of Natural and Applied Sciences, Isparta

<sup>b</sup>Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Isparta

(nevezatozgur@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In this study, hydrogeological, hydrogeochemical and isotope geochemical features of geothermal waters in Pamukkale (Denizli) and environs were investigated. The study area is composed of the Paleozoic metamorphic rocks of Menderes Massif, Mesozoic limestones, Eocene, Pliocene and Quaternary sediments. Stratigraphically, the Paleozoic Menderes Massif metamorphics (İğdecik Formation), Pliocene Kızılburnu Formation, Sazak Formation, Kolonkaya Formation and Tosunlar Formation are found in the region. The Paleozoic marbles, Mesozoic limestones and Pliocene alluvium and travertine serve as the permeable rocks and play an important role from the view of hydrogeological points in the study area. The Sazak Formation and İğdecik Formation of Menderes Massif in the study area show the features of reservoir rock of the geothermal waters, whereas the alluvium forms the aquifer of cold groundwaters. The schists of the Menderes Massif, Kolonkaya Formation, Kızılburun Formation and Tosunlar Formation are the important impermeable basement and cap rocks in the investigation area.*

*Cation and anion analyses were performed on water samples collected from three different locations in the study area. The main source of water in the study area with temperature approximately 35°C can be considered as Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> type exchange waters in general. The thermal waters in Pamukkale and environs waters are of Ca>Na+K>Mg as dominant cations and HCO<sub>3</sub>>SO<sub>4</sub>>Cl as dominant anions. According to Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> triangular diagram, geothermal waters in the study area fall into the area of magmatic vapor and steam-heated waters. High sulphate contents are observed. Geochemical thermometer analyses were applied on the thermal waters, and the resulting diagram shows that some thermal waters fall in partial offset class waters, while some are classified as raw water class waters. When all geochemical thermometer results and reservoir rock temperatures of the geothermal waters are evaluated together, the existing well temperature is observed between 160-250°C. δ<sup>2</sup>H value of the thermal waters ranges from -61.9 to -51.8, while δ<sup>18</sup>O values vary from -9.23 to -5.84. Tritium contents of the thermal waters in the study area are between 0.7 and 3.3 TU. In this case, the mixing ratio of cold water in the hot waters of the investigation area is quite small or almost never.*

**Keywords:** Western Anatolia, the rift zone of the Büyük Menderes, Pamukkale, thermal waters, hydrogeological modeling, travertines