

## ALAŞEHİR (MANİSA) JEOTERMAL SULARININ HİDROJEOLOJİK MODELLEMESİ

**Nevzat Özgür<sup>a</sup>, İbrahim İbrahim Abubakar<sup>b</sup>, Yeşim Bostancı<sup>b</sup>,  
Ezgi Yürük Anılır<sup>b</sup>, Tuğba Arife Çalışkan<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

(nevzatozgur@sdu.edu.tr)

### ÖZ

Ülkemizde Batı Anadolu Bölgesi Menderes Masifinde Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz kıtasal rift zonları genel olarak D-B yönünde uzanım gösterirler, Orta Miyosende olan gerilme tektoniğine bağlı olarak oluşmuşlardır ve çok sayıda jeotermal sistemleri, epitermal maden yataklarını ve Orta Miyosenden zamanımıza kadar yaşa sahip olan volkanik kayalar ile temsil edilirler. Burada jeotermal sular daha çok Menderes Masifinin D-B yönlü ana faylarını çapraz kesen KD-GB ve KB-GD uzanımlı faylara bağlıdır. Bu KD-GB ve KB-GD uzanımlı faylar D-B yönlü fayların Orta Miyosende meydana getirdiği sıkışma tektoniği sonucu meydana gelmiş bulunmaktadır. Bu sıkışma tektoniğinde - genel olarak Menderes Masifinde – iki genleşme tektoniğine maruz kalan rift zonu arasında kalan horst alanı önce deformasyon ve sonra faylanmaya maruz kalarak KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayları meydana getirmektedir. Bu fayların oluşturduğu kıtasal rift zonlarından biri Gediz olup Alaşehir, Kurşunlu, Çamurlu, Pamukkale ve Urganlı gibi çok sayıda jeotermal su lokasyonları ihtiva etmektedir. Gediz kıtasal rift zonunda bulunan Alaşehir jeotermal suları 100-200 MWe enerji kapasitesi ile yörede önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Jeolojik olarak Paleozoyik yaşlı gnayslar çalışma alanında taban kayaları oluştururlar ve Paleozoyik ve Senozoyik yaşlı mikaşist, kuvarsit ve mermer ardalanması, Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve kiltası ardalanması ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı konglomera, kumtaşı ve kiltası ardalanması tarafından uyumsuz olarak örtülürler. Çalışma alanında Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kuvarsit ve mermerler hidrojeolojik olarak jeotermal sular için rezervuar kayaları oluştururlar. Jeotermal sular çalışma alanında Na>K>Ca>Mg baskın katyonları ve HCO<sub>3</sub>>Cl>SO<sub>4</sub> baskın anyonları ile Na-HCO<sub>3</sub> tipi sular olup kısmi dengede bulunan sular olarak adlandırılabilir. Jeotermal sular jeokimyasal termometre sonuçlarına göre 185 °C rezervuar sıcaklığına sahiptir ve bu sıcaklık ölçülen sıcaklıklarla oldukça uyuşmaktadır. δ<sup>18</sup>O ve δ<sup>2</sup>H duraylı izotopları Alaşehir ve yakın çevresi jeotermal sularının meteorik su çizgisinden sağa doğru saptığını göstermektedir ve bu durum yüksek sıcaklık koşulları altında meydana gelen jeotermal akışkan-kayaç etkileşimine işaret etmektedir. Bu veriler yoğun su-kayaç etkileşimi değerleri veren hidrojeokimyasal analiz sonuçları ile bire bir uyuşmaktadır.

Çalışma alanında, jeotermal sular meteorik kökenlidir. Burada tüm meteorik kökenli sular yüzeyden derine doğru ilerlerken bir nevi filitrelenmeden geçmekte ve aşağıya doğru süzülmemektedir. Diğer alanlarda olduğu gibi Gediz kıtasal rift zonunda bulunan derin faylar dolayısıyla bu suların derin sirkülasyonu söz konusu olmaktadır. Bu yüzden aşağıya süzülen sular insan ayak izleri ile tanınan Kula volkanikleri gibi soğumakta olan volkanik kayalar tarafından ısıtılmaktadır. Alaşehir jeotermal alanında, meteorik sular fay zonlarında ve geçirimli kırın-

tılı sedimanter kayaçlarda magma odası çatısı üzerinde bulunan yaklaşık 4-5 km derinlikte bulunan reaksiyon zonlarına doğru ilerlemekte, burada soğumakta olan magmatik eriyik tarafından ısıtılmakta ve daha sonra yoğunluk azalması ve konveksiyon hücreleri baskısıyla yukarıya doğru çıkmaktadır. Burada magma kaynaklı CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>S, HB, HF ve He gibi uçucu elemanlar jeotermal su rezervuarına ulaşmakta ve sonra altere olmuş kayaç, jeotermal su ve gazlar arasında bir denge durumuna geçiş söz konusu olmaktadır. Bu yüzden, jeotermal sular Gediz kıtasal rift zonunda tektonik zayıf zonlar boyunca sıcak su kaynakları, su buharı ve gazlar halinde yüzeye çıkmaktadır. Alaşehir jeotermal suları 100-200 MWe şeklinde jeotermal enerji potansiyeline sahip olup bu jeotermal enerji santrallerinde üretilen jeotermal suların % 2.0 CO<sub>2</sub> ihtiva etmesi oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Alaşehir, jeotermal sular, Gediz, hidrojeolojik modelleme, Menderes Masifi, Türkiye

## **HYDROGEOLOGICAL MODELLING OF THE GEOTHERMAL WATERS OF ALAŞEHİR (MANİSA)**

**Nevzat Özgür<sup>a</sup>, İbrahim İbrahim Abubakar<sup>b</sup>, Yeşim Bostancı<sup>b</sup>,  
Ezgi Yürük Anılır<sup>b</sup>, Tuğba Arife Çalışkan**

<sup>a</sup>Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Isparta

<sup>b</sup>Suleyman Demirel University, Graduate School of Applied and Natural Sciences, Isparta  
(nevzatozgur@sdu.edu.tr)

### **ABSTRACT**

*In western Anatolia, Turkey, the continental rift zones of the Büyük Menderes, Küçük Menderes and Gediz were formed by extensional tectonic features striking E-W generally and representing a great number of active geothermal systems, epithermal mineralizations and volcanic rocks from Middle Miocene to recent. The geothermal waters are associated with the faults which strike preferentially NW-SE and NE-SW and locate diagonal to general strike of the rift zones of the Menderes Massif. These NW-SE and NE-SW striking faults were probably generated by compressional tectonic regimes which leads to the deformation of uplift between two extensional rift zones in the Menderes Massif. The one of these rift zones is Gediz which is distinguished by a great number of geothermal waters such as Alaşehir, Kurşunlu, Çamurlu, Pamukkale and Urganlı. The geothermal waters of Alaşehir form the biggest potential in the rift zone of Gediz with a capacity of about 100 to 200 MWe.*

*Geologically, the gneisses from the basement rocks in the study area which are overlain by a Paleozoic to Mesozoic intercalation of mica schists, quartzites and marbles, a Miocene intercalation of conglomerates, sandstones and clay stones and a Plio-Quaternary intercalation of conglomerates, sandstones and clay stones discordantly. In the study area, Paleozoic to Mesozoic quartzites and marbles form the reservoir rocks hydrogeologically. The geothermal waters with Na+K>Ca>Mg dominant cations and HCO<sub>3</sub>>Cl>SO<sub>4</sub> dominant anions are of Na-HCO<sub>3</sub> type and can be considered as partial equilibrated waters. According to the results of geochemical thermometers, the reservoir temperatures area of about 185 °C in accordance with measured reservoir temperatures. Stable isotopes of δ<sup>18</sup>O versus δ<sup>2</sup>H of geothermal waters of Alaşehir deviate from the meteoric water line showing a intensive water-rock interaction under high temperature conditions. These data are well correlated with the results of the hydrogeochemical analyses which also indicate intensive water-rock interaction and reactions with silicates. In the study area, the geothermal waters of meteoric origin. The infiltration takes place along the Menderes Massif. Due to the deep circulation which is made possible by the deep reaching fault system of the rift zone of Gediz, the meteoric waters are heated by recent subvolcanic activity such as Kula volcano with human foot prints. In the area of Alaşehir, the meteoric waters percolate at fault zones and permeable clastic sediments into the reaction zone of the roof area of a magma chamber (of Kula volcano) situated at a probable depth of 2-4 km where meteoric waters are heated by the cooling magmatic melt and ascend to the surface due to their lower density caused by convection cells. The volatile components of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>S, HB, HF and He out of magma reach the geothermal water reservoir where an equilibrium between altered rocks, gas components and geothermal waters perfor-*

*ms. Thus, the geothermal waters ascend in tectonic zones of weakness at the rift zone of the Gediz in terms of hot springs, gases and steams. Finally, the geothermal waters of Alaşehir are distinguished by a 2,0 percent CO<sub>2</sub> of productions in geothermal power plants especially.*

**Keywords:** *Alaşehir; geothermal waters, Gediz, hydrogeological modeling, Menderes Massif, Turkey*