

BATI VE DOĞU ANADOLU'DA YER ALAN JEOTERMAL SİSTEMLERİN KARAKTERİSTİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Füsun Tut Haklıdır^a, Aynur Dikbaş-Akyüz^b, Raziye Şengün^c

^a İstanbul Bilgi Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Eyüp-İstanbul

^b TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze-Kocaeli

^c Zorlu Enerji Grubu, Sarayköy-Denizli

(fusun.tut@bilgi.edu.tr)

ÖZ

Alp-Himalaya Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan ülkemizde farklı tektonik rejimler gelişmiştir. Bir bölgede hakim olan tektonik rejimin jeotermal sistemlerin gelişmesinde önemli bir rolü vardır. Batı Anadolu'da, kabuk incelmeye de neden olan açılma tektoniği sonucunda yaklaşık D-B uzanımlı grabenler gelişmiştir. Bu ana grabenler içerisinde gelişmiş yüksek sıcaklıkta akışkanların varlığı bilinmektedir. Doğu Anadolu'da ise sıkışma tektoniğine bağlı olarak gelişen kabuk kalınlaşması ile yüzeye ulaşmakta zorlanan, sıcaklıkları daha düşük akışkanlar yer alır. Yer yer yüzeyde gözlenen sıcak akışkan çıkışları sıkışır ve akışkan sıcaklıklarında artış gözlenir. Bu bölgeler genellikle lokal kabuk incelmeye gözlemlendiği alanlardır.

Batı Anadolu'nun kuzeyinde, Bursa ve Balıkesir'de orta-düşük sıcaklıklı jeotermal sistemler gözlenmekteyken, bu bölgenin hemen batısında, Çanakkale'de gözlenen rezervuar sıcaklıkları yer yer orta-yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlere işaret edebilmektedir. Batı Anadolu'da en yüksek rezervuar sıcaklıkları (245 °C) Büyük Menderes Grabeni'nin (BMG) doğu ve batı kısımlarında ölçülmüştür. Batı Anadolu'da, elektrik üretimine yönelik yüksek sıcaklıkta akışkana ulaşma hedefiyle bir çok sondaj açılmıştır. Özellikle BMG içerisinde derinliği 2800 m'ye ulaşan sondajlar yer alır. Su baskın karakterdeki bu jeotermal sistemler içerisinde, 500-2800 m. derinlikleri arasında farklı sıcaklıkları temsil eden çoklu jeotermal rezervuarlar gözlenmektedir. Gediz Grabeni'nde ise su baskın jeotermal sistemlerin yanı sıra buhar baskın sistemler de gözlenmekte olup, su baskın sistemlerde 1000-1200 m civarında rezervuar sıcaklıkları 200 °C'ye ulaşmaktadır. Simav Grabeni'nde ise keşfedilmiş jeotermal akışkanlar orta-yüksek sıcaklığı temsil etmektedir. Batı Anadolu'da rezervuar akışkan sıcaklıkları 200 °C'yi aşarken, Doğu Anadolu'ya doğru ilerledikçe akışkan sıcaklıkları yaklaşık 100-130 °C arasında hesaplanmaktadır. Doğu Anadolu'da Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kesişim bölgesinde ve bu bölgenin kuzeyinde düşük sıcaklıklı doğal sıcak akışkan çıkışları gözlenmektedir. Daha doğuda ise Nemrut (Bitlis), Diyardin (Ağrı) gibi volkanizma etkilerinin gözlemlendiği daha yüksek sıcaklığa sahip birkaç su-baskın karakterde jeotermal saha yer alır.

Jeotermal rezervuarlarda su-kaya etkileşimlerine bağlı olarak akışkan kimyaları Batı ve Doğu Anadolu bölgelerinde birbirlerinden farklılık göstermektedir. Hem sıvı fazda yapılan kimyasal, duraylı izotop çalışmaları hem de gaz fazında yapılan He izotop çalışmaları bu bölgelerden elde edilen jeotermal akışkanların rezervuar sıcaklıklarıyla pozitif bir korelasyon göstermektedir. Su-kaya etkileşimlerinin yoğun olduğu bölgelerde özellikle $\delta^{18}\text{O}$ değerlerindeki değişimler, sıcak zonlarda daha pozitif sonuçlar vermekte, bu bölgelerden alınan örneklerden elde edilen kimyasal jeotermometre hesaplamaları da bu değerlere paralel olarak yüksek rezervuar sıcaklıklarına işaret etmektedir. Bununla birlikte her iki bölge için de meteorik kökenli soğuk su karışımlarının varlığı ve bu suların sıcak sularla etkileşimleri söz konusu olup, rezervuar kayalarının farklı olması nedeniyle akışkan fazda farklı mineral doygunlukları gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Doğu Anadolu, jeotermal sıcaklık, jeotermal rezervuar

COMPARISON OF THE CHARACTERISTICS OF GEOTHERMAL SYSTEMS ON THE WESTERN AND EASTERN ANATOLIA

Fusun Tut Haklıdır^a, Aynur Dikbaş-Akyüz^b, Raziye Şengün^c

^a İstanbul Bilgi Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Eyüp-İstanbul

^b TÜBİTAK MAM Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Gebze-Kocaeli

^c Zorlu Energy Group, Sarayköy-Denizli

(fusun.tut@bilgi.edu.tr)

ABSTRACT

Being placed in Alp-Himalaya Orogenic Belt, different tectonic regimes are developed in our country. The tectonic regime of a region has an important role on formation of geothermal systems. The E-W trending grabens on western Anatolia were developed as a result of extensional tectonics in the region which is also the cause of crustal thinning. The presence of high temperature fluids along these grabens are known. On the eastern Anatolia region, lower temperature fluids are observed which hardly reaches the surface due to the thickened crust as a result of compressional tectonics. But, there is an increase on the occurrence and the temperature of hot fluid springs along the areas where local crustal thinning takes place on the eastern Anatolia.

Middle-Low temperature geothermal systems are observed around Bursa and Balıkesir cities, on the north of western Anatolia region. Further west, around Çanakkale city, reservoir temperatures indicate middle-high temperature geothermal systems. The highest reservoir temperature (245 °C) on western Anatolia is measured on western and eastern flanks of the Büyük Menderes graben (BMG). Too many wells were drilled on western Anatolia, in order to reach a high temperature fluid for generation of electricity. The depths of the wells reaches 2800 m especially in the BMG region. Among these water dominated geothermal systems, between the depths of 500-2800 m, there are multi-geothermal reservoirs which have different temperatures. Along the Gediz graben, vapor dominated geothermal systems are observed accompanying the water dominated systems which reservoir temperature reaches up 200 °C in the depths of 100-1200 m. In the Simav graben, the geothermal fluids have middle-high temperature. The reservoir temperatures on the western Anatolia are exceeding 200 °C however it is between 100-130 °C in the eastern Anatolia. Low temperature springs are observed around and north of the junction between the North Anatolian and East Anatolian Fault Zones. Further east, there are some water dominated geothermal fields expressing higher temperatures by affects of volcanism such as Nemrut (Bitlis) and Diyardin (Ağrı).

Depending on the rock-water interactions in geothermal reservoirs, there is a difference between the chemical properties of the fluids on the Western and Eastern Anatolia. Both chemical, stable isotope results in brine phases and He isotope results in gas phases show positive correlation with reservoir temperatures for these regions. $\delta^{18}\text{O}$ values are given more positive value, where intensive water-rock interactions are shown in the regions. Chemical geothermometer calculations are also indicated high reservoir temperatures in these regions. Meanwhile, thermal waters are mixing with meteoric origin waters in both regions. Different reservoir rocks are caused different mineral saturations in liquid phase in these geothermal systems.

Keywords: Western Anatolia, Eastern Anatolia, geothermal temperature, geothermal reservoir.