

# JEOTERMAL ARAMA ÇALIŞMALARINI KAPSAMINDA ASTER UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE YÜZEY SICAKLIĞI HARİTALAMASI VE JEOTERMAL ANOMALİLERİN ARAŞTIRILMASI

S. Cambazoğlu<sup>a</sup>, G.P. Yal<sup>a</sup>, A.M. Eker<sup>a</sup>, M.K. Koçkar<sup>b</sup>, O.Şen<sup>a</sup>, H. Akgün<sup>c</sup>

<sup>a</sup> SDS Enerji A.Ş., Ankara

<sup>b</sup> Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

<sup>c</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

(selimcambaz@gmail.com)

## ÖZ

Havadan ve uydudan elde edilen görüntüler üzerinde yapılan uzaktan algılama uygulamaları ile yüzey sıcaklık haritalarının oluşturulması, jeotermal enerji saha araştırmalarına ön hazırlık çalışmaları kapsamında bilgi sağlayan önemli yöntemlerden biridir. Uzaktan algılama yöntemleri, özellikle geniş alanların kısa zamanda düşük maliyetli öncel değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Ege Bölgesi'nde, İzmir İli'nin yaklaşık 100 km kuzeyinde yer alan çalışma alanı, jeotermal enerji açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Çalışma sahası ve yakın civarında yer alan çok sayıda termal su ve buhar çıkışı gözlemlenmiştir, bunlardan bazıları: Kaynarca, Dikili, Kocaoba ve Menteşe ılıcaları olup sırasıyla, 89°C, 72°C, 62°C ve 63°C sıcaklıklarına sahiptirler. Bu çalışma kapsamında, jeotermal anomalilerin belirlenmesi için termal kızıl ötesi dalga boyu aralığında görüntü alabilme özelliğinden ötürü ASTER uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu çalışma, ASTER uydu görüntüsünün analizinden elde edilen jeotermal anomaliler ile sıcak su kaynaklarının, jeolojik birimlerin ve çizgiselliklerin denetleştirilmesini ve elde edilen bulgular neticesinde bölge için göreceli bir yüzey sıcaklığı haritasıyla birlikte bir jeotermal anomali haritası üretmeyi amaçlamaktadır. Uygulanan termal analizler, arazide sürekli yüzey sıcaklığı ölçümlerinin alınmasının yanı sıra gece ve gündüz görüntülerinin işlenmesini kapsamaktadır.

Uydu görüntülerinin işlenmesi aşamasında ilk olarak, termal uydu görüntülerinde karşılaşılan, güneşin farklı yüzey malzemelerini farklı hızlarda ısıtmasından (veya gece saatlerinde soğumalarından) kaynaklı albedo (beyazlık derecesi) etkisinin giderilmesi için gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu kapsamda, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritadan elde edilen Sayısal Yükseklik Modelinden faydalanılarak gölgeli rölyef haritası üretilmiştir. Ayrıca gündüz görüntüsünün görünür yakın kızıl ötesi dalga boyunda yer alan ilk üç banttan elde edilen yansıma görüntüleri ve gölgeli rölyef (eğim faktörü) görüntüsü kullanılarak albedo görüntüsü oluşturulmuş ve sadeleştirilmiş ısı enerjisi yaklaşımı kullanılarak gece ve gündüz yüzey sıcaklığı görüntüleri düzeltilmiştir. Dolayısıyla dağlık veya tepelik alanlardan kaynaklı görüntü parlaklığı veya yansıması üzerindeki etkiler ve malzeme özelliği dolayısı ile söz konusu olan albedo etkisinden kaynaklı jeotermal anomalilerin maskelenmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. İkinci olarak, ısı atalet etkisinin ortadan kaldırılması için görüntülerin alındığı tarihlerde arazide alınan 24 saatlik sürekli sıcaklık ölçümlerinden faydalanılmıştır.

Tüm düzeltmelerin ardından elde edilen göreceli yüzey sıcaklık haritası bölgede sıcaklık dağılımı bilinen jeotermal kaynaklar, fay ve çizgisellik dağılımı, jeolojik formlar ve birimler ile uyumu Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında denetlenmiş ve ayrıca sıcaklık dağılımı ile yükseklik ve topoğrafyadan kaynaklı sıcaklık değişimleri (temperature inversions) incelenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yüzey Sıcaklığı, Jeotermal Anomali, Termal Kızıl Ötesi, ASTER, İzmir, Dikili

## **SURFACE TEMPERATURE MAPPING AND INVESTIGATION OF GEOTHERMAL ANOMALIES BY USING ASTER IMAGES FOR GEOTHERMAL EXPLORATION**

**S. Cambazoğlu<sup>a</sup>, G.P. Yal<sup>a</sup>, A.M. Eker<sup>a</sup>, M.K. Koçkar<sup>b</sup>, O.Şen<sup>a</sup>, H. Akgün<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>SDS Enerji A.Ş., Ankara, Turkey

<sup>b</sup>Earthquake Engineering Implementation and Research Center, Gazi University, Ankara, Turkey

<sup>c</sup>Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey  
(selimcambaz@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The preparation of surface temperature maps by using remote sensing applications on images acquired by satellite and areal instruments is one of the most important methods, which provides valuable information for the assessment of geothermal fields. Remote sensing techniques allow time and cost effective preliminary assessment of regional scale areas. The study area, located approximately at 100 km north of İzmir city center in the Aegean Region, is known for its high geothermal energy potential. There are numerous thermal water and fumerole outlets within and in the vicinity of the study area. Important hot water sources within the study area are Kaynarca, Dikili, Kocaoba and Menteşe hot springs with temperatures of 89°C, 72°C, 62°C and 63°C, respectively. In this study, images acquired by ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) sensor, with the capacity to acquire images in thermal infra-red wavelength, were used in order to determine the geothermal anomalies. The purpose of this study is to correlate the geothermal anomalies with thermal springs, geological units and lineaments and to prepare a relative surface temperature map to determine the geothermal anomalies utilizing the ASTER image of the area.*

*The analysis performed in this study consists of the processing of the day-night image pair as well as the continuous temperature measurements collected from the field during image acquisition dates. Necessary corrections required to remove albedo effect which occurs due to differential heating of different materials (or cool-down during night-time) were performed. For this purpose, Digital Elevation Model produced from the 1/25.000 scaled topographical maps was used to generate a shaded-relief map. Furthermore, reflection images for the first three bands of the daytime image at visible near infra-red wave length along with shaded-relief (slope factor) image were used to create an albedo image and finally the day-night image pair was corrected by utilizing all these images according to simplified heat energy approach. Therefore, effects of image brightness or reflection due to hilly areas as well as the albedo effect due to the material properties were tried to be prevented that possibly mask the geothermal anomalies. Secondly, 24 hour in-situ continuous temperature measurements were utilized in order to remove thermal inertia effect by combining day-night image pair.*

*The relative surface temperature map developed after these corrections was correlated with the known geothermal manifestations, distributions of faults and lineaments and geological forms and units within a GIS environment. Furthermore, the relation between temperature distribution and elevation and temperature inversions will be investigated.*

**Keywords:** Surface Temperature, Geothermal Anomaly, Thermal Infra-red, ASTER, İzmir, Dikili