

UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE KAZ DAĞLARI VE ÇEVRESİNDE POTANSİYEL JEOTERMAL SU ALANLARININ ARAŞTIRILMASI

A.Y. Okur^a, *Ö. Alkan, H. G. Coşkun^a, H. Çelik^a, M. N. Alkan^b

^a İTÜ, İnşaat Fakültesi, 80626 Maslak, İstanbul - (alkanoyk, gonca, hakancelik, okurab)@itu.edu.tr

^b HİTÜ, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Çorum- nurullahalkan@hitit.edu.tr

Commission VI, WG VI/4

ANAHTAR KELİMELER : Jeotermal Uzaktan Algılama, Yüzeysel Sıcaklık Analizi, Sayısal Yükseklik Modeli

ÖZET

Bu çalışmada Kaz Dağları ve Çevresinin 16.07.2011 tarihli Landsat 5 TM uydusuna ait 30 m geometrik çözünürlüklü multispektral görüntüsü ile SPOT 4 uydusuna ait 19.07.2011 tarihli 20 m geometrik çözünürlüklü multispektral ve 10 m geometrik çözünürlüklü pankromatik görüntüleri kullanılarak Kaz Dağları ve Çevresinde potansiyel jeotermal kaynakların tahmini yapılmıştır. Çalışma alanına ait yüksek geometrik çözünürlüklü uydu verisi ile yüksek spektral çözünürlüklü uydu verisini birleştirerek, yüksek geometrik ve spektral çözünürlüklü yeni uydu verileri oluşturulmuştur. Bu amaçla görüntü füzyon yöntemlerinden Dalgacık Dönüşümü ve Multiplicative Dönüşümü yöntemleri kullanılmıştır. Görüntü füzyonu yöntemleri ile elde edilen sonuç görüntülerine sınıflandırma işlemi uygulanmış ve doğruluk analizleri ile yöntemler kıyaslanmıştır. Ayrıca tek pencere algoritması kullanılarak yapılan yüzeysel sıcaklık analizinden elde edilen sıcaklık verileri sayısal yükseklik modeli ile birlikte irdelenerek potansiyel jeotermal su alanları araştırılmıştır.

1. GİRİŞ

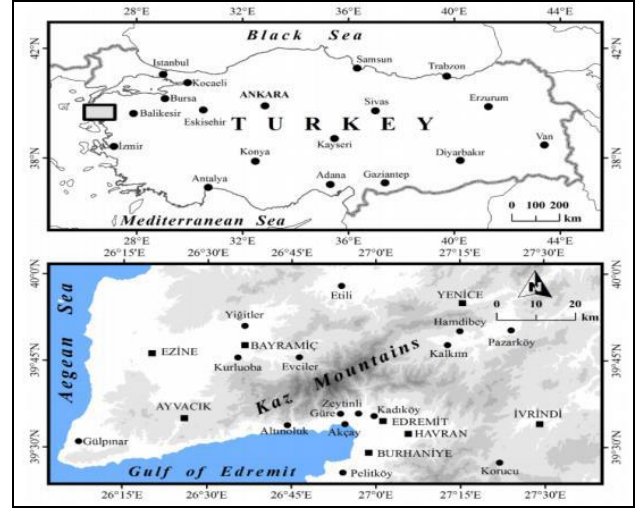
1.1 Jeotermal Uzaktan Algılama

Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten günümüze kadar uzanan süreçte dünyanın en önemli konularından birini oluşturmuştur. Dünyamızın devamlı artan enerji ihtiyacına çözüm bulmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak üzere, bilim insanları birçok çalışma gerçekleştirmiştir.

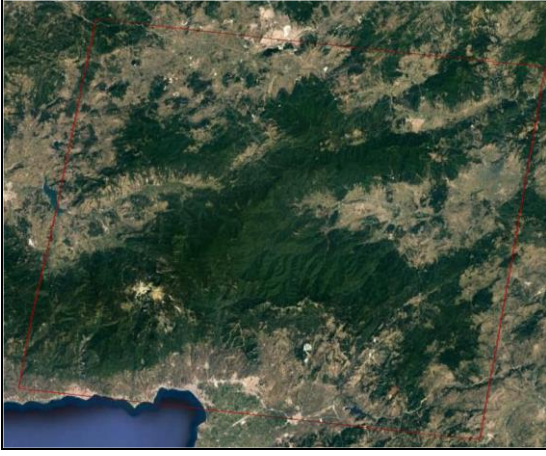
Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji ise elektrik üretiminden sağlık turizmi ve seracılık alanlarında kullanım imkanı olan bir kaynaktır. Jeotermal enerji, kaynaklarının kullanımı ile tükenmesi zor, maliyeti düşük ve çevre dostu olması nedeniyle özellikle tercih edilen kaynak türüdür. Türkiye’de açığa çıkarılabilecek oldukça çok miktarda potansiyel jeotermal enerji kaynağı olduğu öngörülmektedir. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, jeotermal kaynakların ön araştırmasında kullanılan önemli bilim dallarıdır. Son yıllarda bu konu üzerine bilimsel çalışmaların sayısı artmıştır (Alkan, 2017).

1.2 Çalışma Alanı

Araştırma bölgesi Kaz Dağları ve yakın çevresidir. Kaz Dağları; Biga Yarımadası’nda uzanmaktadır. Kaz dağları, batıda Dede dağı, doğuda Eyberk dağı, kuzey doğuda Gürgen dağı ve Kocakatan dağı’ndan oluşur. Çalışma bölgesinin çevresi 229 kilometre olup, alanı 3229 kilometrekaredir (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma Alanı



Şekil 2. Çalışma Alanının Google Earth üzerindeki görüntüsü

2. UYGULAMA

2.1 Metod

Çalışma alanı için iki farklı uyduya ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüler 16.07.2011 tarihli, 7 kanallı LANDSAT 5 TM uydusuna ait 30 m geometrik çözünürlüklü multispectral görüntü ile 4 kanallı SPOT 4 uydusuna ait 19.07.2011 tarihli 20m geometrik çözünürlüğe sahip multispectral ve 10 m geometrik çözünürlüğe sahip pankromatik görüntülerdir.

Uygulama adımları ve metodoloji şu şekilde özetlenebilir:

-Görüntü füzyonu (data fusion) yöntemleri kullanılarak çalışma alanı için hem spektral hem de geometrik çözünürlüğü daha yüksek olan görüntüler elde edilmiştir.

-Araştırma alanı için kullanılan uydu görüntülerindeki detayların daha belirgin olması için, uydu görüntüleri üzerine görüntü zenginleştirme teknikleri uygulanması,

- Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri,

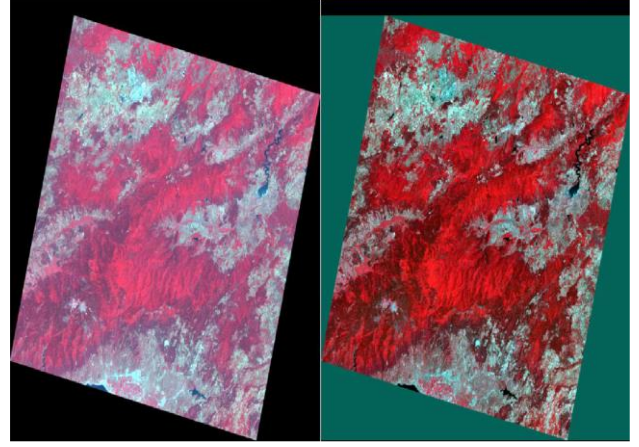
- Yüzeysel Sıcaklık Analizi (YSA) ile enerji alanlarının belirlenebilmesi,

- Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturularak yüzeysel sıcaklıkları ve fay hatları arazi yükseklikleri ile birlikte değerlendirilmesi,

- Sınıflandırılmış görüntüler, YSA ve SYM ve fay hatları birlikte irdelenerek potansiyel jeotermal alanların tahmini.

2.2 Görüntü Zenginleştirme

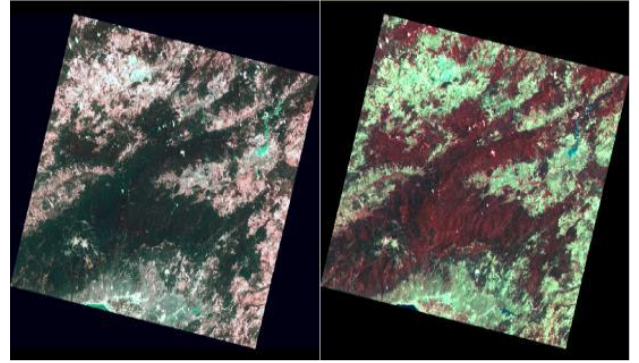
Araştırma bölgesi için kullanılan görüntülerdeki detayların belirginleştirilmesi için görüntü zenginleştirme işlemi yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Görüntü Zenginleştirme

2.3 Görüntü Füzyonu

Çeşitli görüntü füzyonu yöntemleri uygulanarak, hem spektral hem de geometrik çözünürlüğü daha yüksek görüntüler elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Brovey yöntemi ile elde edilen sonuç görüntüler (a-SPOT MS+SPOT PAN ve b-Landsat MS+SPOT PAN).

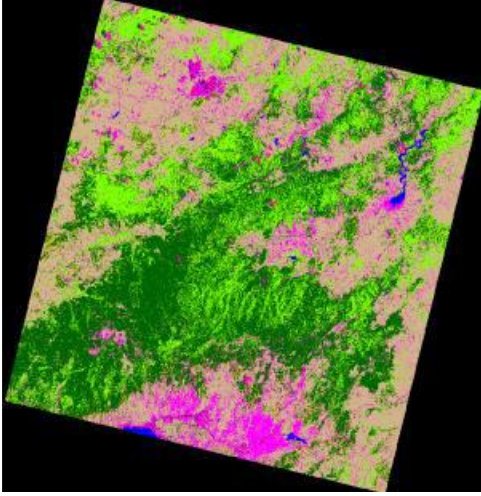
2.4 Sınıflandırma İşlemleri

Çalışma bölgesi için kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemleri iki füzyon yöntemi için ayrı ayrı yapılmıştır (Şekil 5). Elde edilen doğruluk analizleri doğrultusunda bölge için en uygun füzyon yöntemi araştırılmıştır.

SPOT 4 uydusuna ait multispectral ve pankromatik görüntülerinin füzyonu sonucunda oluşan görüntülerin maximum likelihood algoritmasıyla kontrollü sınıflandırılmaları ile ulaşılan sınıflara ait doğruluk analizlerinde kullanılan beş füzyon tekniğinin sınıflara göre doğruluk analizi sonuçları incelendiğinde, genel olarak iğne yapraklı ormanlar ile birlikte toprak alan sınıflarının daha yüksek doğruluk değerlerine ulaştığı görülmüştür. En yüksek doğruluğu sağlayan Dalgacık dönüşümünde % 92.09, Multiplicative dönüşümünde %90.43, IHS dönüşümünde %87.83, Brovey dönüşümünde %83.82 ve son olarak PCA dönüşümünde ise %83.75 doğruluk elde edilmiştir.

Landsat 5 TM uydusuna ait multispectral görüntü ile SPOT 4 uydusuna ait pankromatik görüntülerin füzyonu sonucunda oluşan görüntülerin maximum likelihood algoritmasıyla kontrollü sınıflandırılması ile ulaşılan sınıflara ait doğruluk analizlerinde ise bu füzyon sonuçlarının genel doğrulukları için;

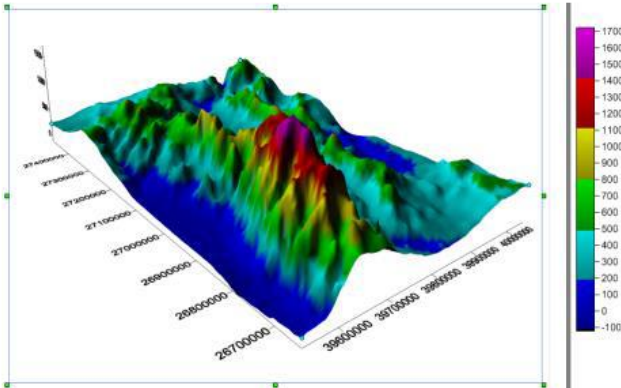
En yüksek doğruluğu sağlayan Dalgacık dönüşümü %90.09, Multiplicative dönüşümü %86.83, IHS dönüşümü %83.83, PCA dönüşümü %78.75 ve son olarak en düşük doğruluğu sağlayan Brovey dönüşümü %75.98 oranında doğruluk sağlamıştır.



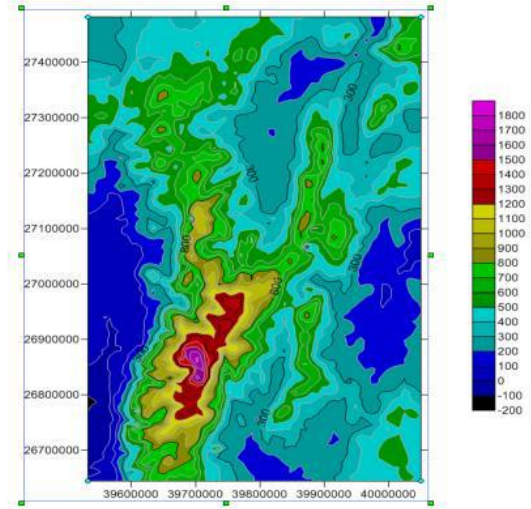
Şekil 5. IHS dönüşümü yöntemiyle oluşturulmuş veriler ile kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen sonuç görüntüsü.

2.5 Sayısal Yükseklik Modeli

Çalışma bölgesi için Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Bölgeye ait SYM'ler oluşturulurken Harita Genel Komutanlığından alınan Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve TCX counter yazılımı yardımı ile Google Earth üzerinden alınan veriler Surfer13 ve Global Mapper programları kullanılarak üretilmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7). Bu model üzerinden MTA bölgesel fay hatları, arazi yükseklikleri ile birlikte değerlendirilerek muhtemel termal alanlar belirlenmeye çalışılmıştır.



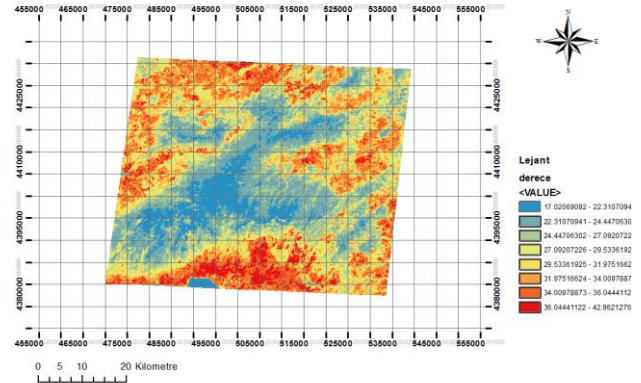
Şekil 6. Surfer 13 programı ile üretilen SYM.



Şekil 7. Global Mapper programı ile üretilen SYM.

2.6 Yüzeysel Sıcaklık Analizi

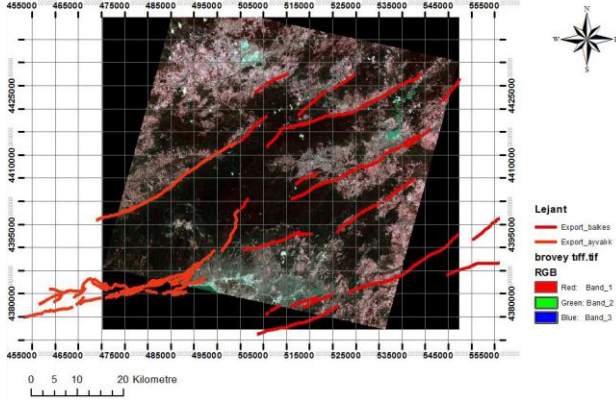
Bu çalışmada LANDSAT 5 TM görüntüsü üzerine tek pencere algoritması, Erdas Imagine 2013 ve Arc GIS 10.1 yazılımları ile uygulanmıştır. Tek pencere algoritması ile sıcaklık analizi yapabilmek için LANDSAT 5 TM uydusunun termal kanalı (6. Kanal) kullanılmıştır (Şekil 8). Termal bantlar (TIR) jeotermal aktivitenin yüzeysel tanımlaması için jeotermal uzaktan algılamada eşsiz araçlardır (Haselwimmer ve diğ., 2013)



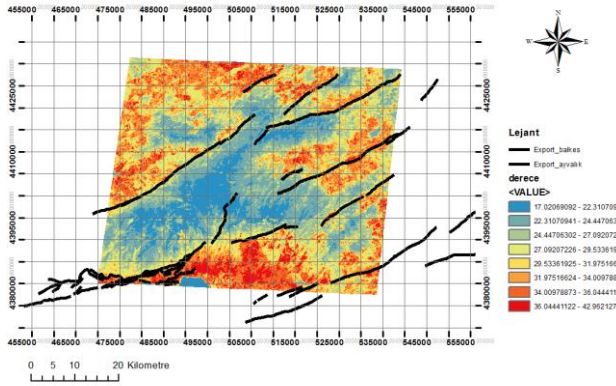
Şekil 8. Arc GIS 10.1 programı ile yapılmış YSA

2.7 Jeotermal Kaynaklar ve Fay Hatları İlişkisi

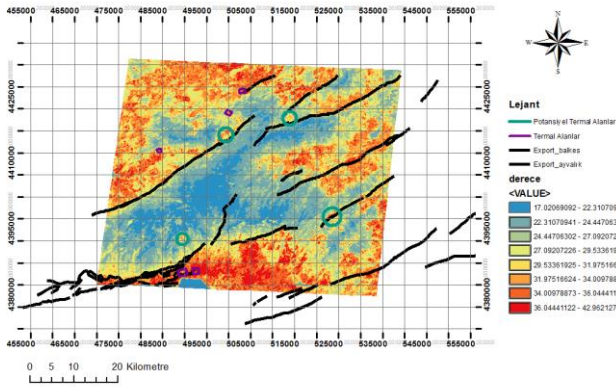
Magma tabakaları buldukları çatlaklardan yukarı çıkıp jeotermal kaynakları oluşturabilmeleri için daha önce o bölgenin deprem kuşağında bulunması ve meydana gelen depremler sonrasında ise fay hatları kırılarak magmanın yeryüzüne çıkabilecek çatlakları oluşturması gerekmektedir. Bu amaçla MTA'nın çalışma bölgesine ait güncel fay hatları haritaları kullanılmış vektör veriler uydu görüntüleri ile kullanılmıştır. (Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12).



Şekil 10. Çalışma bölgesi içerisinde bulunan koordinatlı güncel fay hatları.



Şekil 11. YSA ile fay hatları ilişkisi.



Şekil 12. Potansiyel Jeotermal Alanlar.

3. SONUÇLAR

-Çalışmada yüksek geometrik ve spektral doğruluklu sonuçlara ulaşabilmek için görüntü füzyonu teknikleri kullanılmıştır. Bölgeye ait SPOT 4 multispektral ve pankromatik görüntüleri ile Landsat 5 TM multispektral uydu verilerine görüntü füzyonu teknikleri uygulanarak yüksek geometrik ve spektral çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilmiştir.

-Jeotermal su alanlarının incelenmesinde Landsat 5 TM uydusunun termal bantı ve NDVI hesabı için uydu verisinin 4.

ve 3. kanalı kullanılarak bölgeye ait YSA'lar oluşturulmuş ve aynı bölgelerin sıcaklık değerleri karşılaştırılarak sıcaklık değerlerinin tutarlılık gösterdiği görülmüştür.

-Yapılan YSA'lar sonucunda bölgenin sıcaklığının 18°C ile 38°C arasında değiştiği gözlenmiş ve bazı bölgelerde oluşan ani sıcaklık değişimleri araştırılmış, ormanlık alanlardaki sıcaklığın genellikle 18° C ile 22° C arasında değiştiği görülürken yerleşim alanlarında bu değerler genellikle görüntünün algılama tarihinin temmuz ve saat 09.45 olması nedeni ile 30°C civarında olduğu saptanmıştır.

-Potansiyel jeotermal su alanlarını belirleyebilmek için kontrollü sınıflandırma sonuçları, sayısal yükseklik modelleri, yüzey sıcaklık analizleri ve fay hatlarının olduğu bölgeler hepsi bir arada irdelenerek olası jeotermal su alanlarının tahmini yapılmaya çalışılmıştır.

KATKI

İTÜ - Uydu Haberleşme ve Uzaktan Algılama Merkezi (UHUZAM) ve Prof.Dr. Elif SERTEL'e uydu görüntülerini sağladıkları için destek ve katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

REFERANSLAR

Abas, A. İ. (2011). *Çok spektralli görüntü füzyonu*. (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Alkan, Ö., (2018). Orta-Kuzey Anadolu Bölgesinde Maden Yatakları Ve Jeotermal Araştırmalar İçin Kullanılan Uzaktan Algılama Yöntemlerinin İstatistiksel Doğruluk Analizi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Alkan, Ö., Coşkun, H. G., Çelik, H., Alkan, M. N., Kandil, S., Okur, Y. ve Eraydın, E. (2018). Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Potansiyel Jeotermal Alanların Belirlenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (2017), 171-182.

Ayhan, E. & Atay, G. (2014). Uzaktan algılamada görüntü birleştirme için kalite analizleri, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. İstanbul, Türkiye : Ekim 14-17.

Bektaş Balçık, F., ve Göksel, Ç. (2009). Spot 5 ve farklı görüntü birleştirme algoritmaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara, 11-15 Mayıs.

Bhattacharya B K and Dadhwal V K (2003). Retrieval and validation of land surface temperature (LST) from NOAA AVHRR thermal images of Gujarat, India. *Int. J. Remote Sens.*, 24 (6): 1197-1206.

Çapar, N. (2009). *Landsat uydu görüntüleri kullanılarak jeotermal kaynakların araştırılması: Ankara örneği*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Coşkun, H.G.& Kandil, S. (2016). Uydu verileri ile veri entegrasyonu, havza gelişimi ve jeotermal enerji analizi, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği*

Sempozyumu, 9, (s.111-114). Afyonkarahisar, Türkiye : Nisan 27-29.

Cürebal, Ş. & Erginal, E. (2007). Mıhlı Çayı Havzası'nın jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfik indislerle analizi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (19), 126-135.

Dahiya, S., Garg, P. K., Jat, M. K. (2013). A comparative study of various pixel-based image fusion techniques as applied to an urban environment (Vol. 4, s.197-213). Alınan yer <http://www.tandfonline.com/loi/tidf20>.

Erkul, H., (2012). Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği, Yönetim Bilimleri Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 19, ss. 1-30

Gillespie A R, Rokugawa S, Matsunaga T, Cothorn J S, Hook S J and Kahle A B (1998). A temperature and emissivity separation algorithm for advanced space born thermal emission and reflection radiometer (ASTER) images. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 36: 1113-1126.

Jimenez-Munoz J C and Sobrino J A (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. J. Geophys. Res., 108: 4688-4694.

Kandemir, E. (2010). *Uzaktan algılama tekniğinde NDVI değerleri ile doğal bitki örtüsü tür dağılımı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine araştırmalar.* (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kandil, S. (2017). *Mıhlı Çayı Havzası'nda uydu verileri ile veri entegrasyonu kullanarak havza gelişimi ve jeotermal enerji analizi.* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kaplan, N. (2013). *Yeni çoklu çözünürlüklü görüntü ayrışmaları ile çoklu spektral ve pankromaik uydu görüntülerinin füzyonu.* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Noorollahi Y., Itoi R., Fujii H., Tanaka T., (2006). GIS model for geothermal resource exploration in Akita and Iwate prefectures, northern Japan, Computers & Geosciences 33 (2007) 1008 –1021.

Qin Z and Karnieli A (1999). Progress in the remote sensing of land surface temperature and ground emissivity using NOAAAVHRR data. Int. J. Remote Sens., 20: 2367-2393.

Qin Z, Zhang M, Amon K and Pedro B (2001). Mono-window Algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM 6 data. Acta Geogr. Sin., 56: 456-466.

Şekertekin A., Kutoğlu Ş. H., Kaya Ş., (2013). Uzaktan Algılama Verileri Yardımıyla Yer Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara.

Sobrino J A, Li Z L, Stoll M P and Becker F (1996). Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data. Int. J. Remote Sens., 17: 2089-2114.

Yousefi H., Noorollahi Y., Ehara S., Itoi R., Yousefi A., Fujimitsu Y., Nishijima Y., Sasaki K., (2009). Developing the geothermal resources map of Iran, Geothermics 39 (2010) 140–151

Erkul, H. (2012) Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli-Kızıldere Jeotermal Örneği, Yönetim Bilimleri Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 19, ss. 1-30

Okur, A Y. (2017) Uzaktan algılama ve Coğrafi bilgi sistemi kullanımı ile potansiyel termal su alanlarının araştırılması: Kaz Dağları ve çevresi örneği. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.