

Landsat 8 Uydu Verilerinin Jeotermal Saha Araştırmalarında Kullanılması: Gazlıgöl (Afyonkarahisar) Çalışması

Ahmet Yıldız¹, Metin Bağcı¹, Can Başaran², Feyzullah E. Çonkar¹, Can Ayday³

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Jeotermal-Mineralli Sular ve Maden Kaynakları Uyg. ve Arş. Merkezi, Afyonkarahisar.

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

³Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

e-posta: ayildiz@aku.edu.tr

Geliş Tarihi: 27.02.2017 ; Kabul Tarihi: 20.09.2017

Özet

Çok eski yıllardan beri ölçülen yer yüzeyinin sıcaklığı birçok alanda kullanılan bir parametredir. Tarım için gerekli olan toprak ısı, uzun yıllardır sahada termometre kullanılarak ölçülmüştür. Çalışılan alan sınırları genişledikçe termometre kullanarak bu ölçümleri yapmak zorlaşmaktadır. Son yıllarda hızla gelişen uydu teknolojisi sayesinde bir seferde tüm alana ait spektral verilerin ve bu verilere ait sıcaklık değerlerinin elde edilmesi mümkün duruma getirmiştir. Çalışılan alanın yüzey sıcaklığının belirlenebilmesi ve bu veriler kullanılarak sahanın yüzey sıcaklık haritasının yapılması, alanın jeotermal saha olma özelliğini ortaya çıkarmada etkili bir yöntem olacaktır. Afyonkarahisar ilinin yaklaşık 20 km kuzeyinde yer alan Gazlıgöl jeotermal sahası, Afyonkarahisar ilindeki en önemli jeotermal sahalardan birisidir. Bölgenin jeolojisi Paleozoyik ve Senozoyik yaşlı kayalar ile karakterize edilir. Bölgenin temel kayalarını Paleozoyik yaşlı Afyon Metamorfikleri oluşturur. Bu istif; farklı litolojilerdeki Senozoyik yaşlı kayalar tarafından üzerlenmiştir. Alüvyon ve traverten ise bölgedeki en genç birimlerdir. Gazlıgöl bölgesinde birçok termal ve mineralli su kaynağı bulunmaktadır. Genel olarak, suların sıcaklıkları 40 ile 85°C arasında değişmektedir. Landsat 8 uydusu, yüzey sıcaklık haritası oluşturulması ve potansiyel jeotermal saha belirlenmesinde kullanılabilecek olan serisinin en yeni uydusudur. Uyduya ait olan bantlar arasında 2 adet termal bant bulunmaktadır. Bu çalışmada, Landsat 8 uydusuna ait bantlar kullanılarak Gazlıgöl bölgesi ve etrafı jeotermal saha potansiyeli açısından incelenmiştir. Sahanın önceden bilinen jeotermal özelliği yüksek olan bölgeleri ile uydu verilerinden elde edilen çizgisellik ve yüzey sıcaklık haritaları karşılaştırılarak, potansiyel jeotermal sahaların aranması ve bulunmasında etkin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler

Landsat 8; Jeotermal;
Toprak Isısı; Gazlıgöl;
Afyonkarahisar.

Landsat 8 Satellite Data Usage In Geothermal Field Research: Gazlıgöl (Afyonkarahisar) Study

Abstract

The land surface temperature, used in many areas, is a parameter which is measured since many years ago. The soil heat has been measurement by using a field thermometer for agriculture. As the working field boundaries expand, it is difficult to make these measurements using a thermometer. Due to rapidly developing satellite technology in recent years, it is now possible to obtain the spectral data of the whole area and the surface temperature values of this data at a time. The determination of the land surface temperature and the preparation of the land surface temperature map of the field will be an effective method for revealing the geothermal field characteristic of the area. Gazlıgöl geothermal field, which is located about 20 km north of Afyonkarahisar, is one of the most important geothermal fields in Afyonkarahisar. The geology of the region is characterized by Paleozoic and Cenozoic aged rocks. The basement rocks of the region are composed of Palaeozoic aged Afyon Metamorphics. These rocks are overlain by Cenozoic rocks. Alluvium and travertine are the youngest units in the region. There are many thermal and mineral water sources in Gazlıgöl region. Generally, the temperatures of the thermal waters are between 40 and 85°C. Landsat 8 is the newest satellite that can be used to establish a land

Keywords

Landsat 8; Geothermal;
Soil heat; Gazlıgöl;
Afyonkarahisar.

surface temperature map and identify potential geothermal sites. The satellite has two thermal bands. In this study, Gazlıgöl region and surrounding area' geothermal potential were investigated by using the thermal bands belonging to Landsat 8. By comparing the land surface temperature maps and the lineament maps obtained from satellite data with well-known geothermal regions in Gazlıgöl, will be used effectively for searching and finding new potential geothermal areas.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

1.1. Çalışmanın Amacı

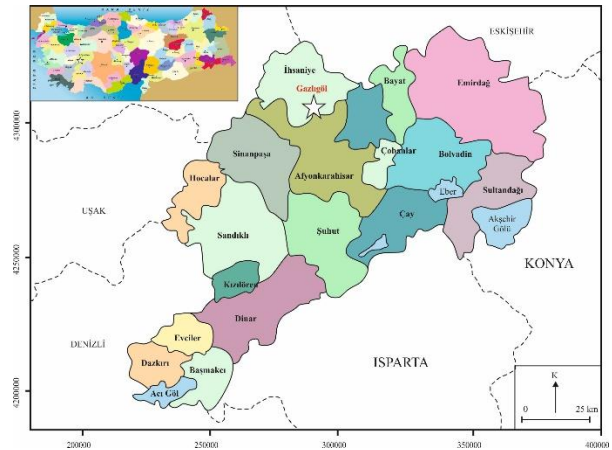
Gelişen uydu teknolojisi ile birlikte eskiden olabilirliği düşünülmemeyen birçok bulgu yeni uydular yardımı ile elde edilmeye başlamıştır. Elde edilen bu bulguların arasında yeryüzü sıcaklığının belirlenmesi oldukça önem kazanmıştır.

Bu çalışmada Landsat 8 uydu verisinin Termal Bandı kullanılarak yeryüzü sıcaklık haritası elde edilmeye çalışılmıştır. Landsat 8 uydusu Şubat 2013 de yörüngeye yerleştirilen bir uydudur (USGS, 2016). Aynı noktadan 16 günde bir geçer ve gönderdiği veriler ücretsiz olarak indirilebilir. Bu çalışmada Landsat 8 uydusu iki önemli algılayıcıya sahiptir. Bu algılayıcılar Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) olarak isimlendirilmiştir. Bu çalışmada TIRS olarak adlandırılan algılayıcıdan elde edilen görüntü kullanılmıştır. TIRS algılayıcısı 2 farklı band aralığında görüntü sağlayabilme özelliğine sahip olmasına karşın (Band 10 ve 11) Band 11'in bazı hatalı verileri bulunmaktadır. Bu çalışmada sadece Band 10 kullanılmıştır (USCG, 2017).

Çalışma alanı olarak Gazlıgöl (Afyonkarahisar) seçilmiştir. Gazlıgöl ve çevresi Afyonkarahisar ilindeki en önemli jeotermal alanlardan birisi olması nedeniyle çalışma sonucunda elde edilen termal harita ile sahada jeolojik birimler ve çizgisellikler karşılaştırılmıştır. Çalışma, jeotermal saha araştırmalarında uydu görüntülerinin termal bantları kullanılması ve Gazlıgöl bölgesindeki jeotermal sistemin yayılımı ve jeotermal sistemle tektonik unsurlar arasındaki ilişkiler ortaya konması amacıyla yapılmıştır.

1.2. Çalışma Alanı

Afyonkarahisar'ın 25km kuzeyinde, Afyonkarahisar-Eskişehir karayolu üzerinde yer almakta olup, kuzeyde İhsaniye ilçesi, doğuda Bozhüyük ve Kaplanlı, güneyde Yarımca ve batıda Anıtkaya gibi alanları içine almaktadır (Şekil 1). Çalışma K-G yönünde 15 km, D-B yönünde 22 km uzunluğunda ve yaklaşık 330 km²'lik bir alanda yürütülmüştür. Gazlıgöl son yıllarda Afyonkarahisar ilinde en çok yatırım yapılan bölge olup, Yaylabağı ile birlikte bölgedeki jeotermal tesislerin yatak kapasitesi 19500'e ulaşmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi

1.3.1. Stratigrafi

İnceleme alanının temelinde Paleozoyik yaşlı Afyon metamorfikleri yer almaktadır. Bu formasyon, Bayramgazi şistleri ve Oyuklutepe mermerlerinden meydana gelmektedir. Bayramgazi şistlerini albit-klorit-muskovit-biyotit-kuvarşist, kalkşist ve kuvarsit türündeki metamorfik kayalar oluşturmaktadır (Metin vd., 1987; Tolluoğlu vd., 1997). Bayramgazi şistlerinde

mercekler halinde bulunan Oyuklutepe mermerleri çoğunlukla menekşe, az oranda da şekerimsi ve gri renkli dokuların sunmakta olup, dokusal olarak İsehisar mermerlerine oldukça benzemektedir (Ulutürk, 2009). Orta-Üst Miyosen yaşlı Ömer-Gecek formasyonu temel kayaların üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır. Birim Başçakmaktepe konglomerası, Köprülü volkano-sedimanter istifi ve Erdemir konglomerasından oluşmaktadır. Başçakmaktepe konglomerası Neojen yaşlı birimlerin tabanını oluşturmakta, koyu sarı, kırmızımsı renkli, kalın tabakalanmalı olan birim çapraz tabakalanma, oygu – dolgu ve kanal yapıları, kuruma çatlakları, akıntı izleri gibi karasal oluşumları simgeleyen sedimanter yapılar içermektedir. İlk kez Harut (1995) tarafından adlandırılan Köprülü volkano-sedimanter istifi, Metin vd. (1987) tarafından yapılan çalışmada ise Gebeceler formasyonu olarak adlandırılmıştır. İstif lav ve piroklastik türündeki volkanik ara katkılar ve epiklastik sedimanlar içermektedir. Erdemir konglomerası inceleme alanında boz renkli, kalın tabakalanmalı, kum-mil destekli, iri, yuvarlak kireçtaşı ve diğer cins çakıllı karasal konglomeralarla temsil edilmektedir. Orta-Üst Miyosen yaşlı Seydiler tuf ve aglomerası Ömer-Gecek formasyonu ile yan ve düşey yönde geçişler göstermektedir. Genellikle süt beyaz ve krem renkli olup, çok kalın tabakalanmalar gösterir. Üst Miyosen yaşlı Kocatepe trakiti volkanizmanın son ürünü olarak bölgede yayılım sunmakta olup, trakit, trakiandezit bileşimli lavlardan oluşmaktadır. Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyon ise inceleme alanındaki en genç birimler olarak göze çarpmaktadır (Yıldız vd., 2011) (Şekil 2).

1.3.2. Jeotermal Sistemin Özellikleri

Bölgede, Paleozoyik birimler içinde yer alan kuvarsitler termal akışkanın rezervuar kayacını oluşturmaktadır. Fethibey ve Yarımca fayları sahadaki en önemli tektonik hattı oluşturmaktadır (Koçyiğit ve Deveci, 2007). Litolojik olarak sert ve masif yapıya sahip bir kayaç türü olan kuvarsitler, bölgedeki tektonizmanın

etkisiyle kırıklı bir yapıya dönüşerek jeotermal sular için gerekli olan yüksek porozite ve permeabiliteye bir ortam oluşturmuştur. Jeotermal gradyanın yüksek olduğu sahada meteorik kökenli sular çatlak ve kırıklardan süzülerek rezervuar kayaca ulaşmaktadır (Türker vd., 2008). Burada ısınan ve rezervuar-su arasındaki tepkimelerle kimyasal kompozisyonu değişen jeotermal akışkan fay ve çatlaklar boyunca yüzeye çıkmaktadır. Paleozoyik yaşlı Bayramgazi şistleri geçirimsiz tabanı oluştururken, Ömer-Gecek formasyonunun kiltası, marn ve tuf gibi kayaçlarıyla alüvyon geçirimsiz örtü kayaç özelliği göstermektedir. Fethibey ve Yarımca fayları tektonik açıdan aktif olup, jeotermal akışkanı taşıyabilecek özelliklere sahiptir. Özellikle Fethibey ve Yarımca faylarının birbirini kestiği bölgeler jeotermal suların birikimi ve hareketliliği açısından ideal ortamlardır (Yıldız vd., 2011; 2014). Önceki çalışmalarda bölgede sıcaklığı 40-50 °C olan sığ zonlar ile, 60-83°C olan geçiş zonundan bahsedilmektedir (Akan, 2008). Ayrıca Mutlu (1998), Gazlıgöl bölgesindeki termal ve maden sularının Na ve HCO₃ bakımından zengin olduğunu ve jeotermometre hesaplamaları sonucunda jeotermal suların rezervuar sıcaklıklarının yaklaşık 100°C olduğunu belirtmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Toprak Sıcaklığı

Yeryüzeyinin sıcaklığı çok eski yıllardan beri ölçülen ve birçok alanda kullanılan bir parametredir. Yüzey sıcaklığı, topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylara etki eden önemli bir faktördür. Yüzey sıcaklığının temel kaynağı güneştir. Güneşten gelen ışınlar yeryüzüne ulaştığında ışık enerjisi ısı enerjisine dönüşerek cisimleri ısıtır. Toprak ısınmasına diğer ısı kaynaklarının etkisi ise oldukça düşüktür.

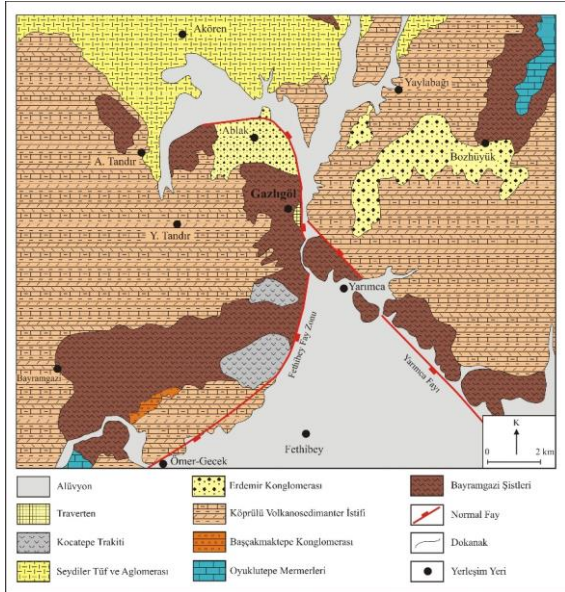
Tarım için gerekli olan toprak ve yüzey sıcaklığı, uzun yıllardır sahada termometre kullanılarak ölçülmüştür. Saha büyüdüğü, çalışılan alanın

sınırları genişlediği zaman bu ölçümleri yapmak zorlaşmaktadır. Toprak sıcaklığı yerbilimleri konularında bilinmesi gereken bir parametredir. Isı pompalarının uygun yerlere yapılmasından jeotermal saha olma potansiyeli yüksek yerlerin aranmasında toprak sıcaklığının bilinmesi gerekir.

2.2. Uydu Verileri ile Yeryüzü Sıcaklık Sıcaklık Haritaları

Uydu görüntüleri 1972 yılından beri kullanılmaktadır. Landsat serisinin ilk uyduları ile yer gözlenmeye başlanmıştır. Bu çalışmalar arasında jeolojik araştırmalar hep ön planda olmuştur. Yaklaşık 40 yılı aşkın sürede uydu teknolojisinde ve bu yolla elde edilen verilerin kalitesinde ulaşılan aşamada yer gözlemleri çok hassas şekilde yapılabilmeye başlanmıştır.

Hızla gelişen uydu teknolojisi ile bir seferde tüm alana ait spektral verilerin elde edilmesi ve bu verilerin ısı değerlerinin elde edilmesi olanaklı duruma getirmiştir.



Şekil 2. Çalışma yerinin jeoloji haritası (Öcal vd., 2011; Öcal ve Göktaş, 2011'den değiştirilerek alınmıştır).

Geçmiş yıllarda sadece 90x90 m bir cismi gören uydu algılayıcıları günümüzde 30x30 cm boyutunda bir cismi görebilen özelliklere ulaşmışlardır. Yine 40 yıl önce sadece 4 farklı bant olarak elde edilen uydu görüntüleri şu anda 10 farklı spektral bant üzerinde veri elde

edebilmektedir. Toprak sıcaklığının önemini bilen bilim adamları bu uyduların termal bantlarını da geliştirmişlerdir. Güncel uydularda termal bantların sayısında artışın olmasının başlıca nedeni budur (NASA, 2017). Geçmiş yıllarda bir bölgenin yüzey sıcaklık haritası için gereken süre uydu verileri ile çok kısalmıştır.

2.3. Landsat 8 ile Yeryüzü Sıcaklığının Belirlenmesi

Landsat 8 uydusu Landsat serisinin en güncel uydusudur. Şubat 2013 yılında yörüngeye oturtulmuştur. 16 günde aynı noktadan geçer. Landsat 8'in önceki Landsat uydularından ve algılayıcılarından oldukça farklı tarafları vardır. 2 adet termal bantta sahip olması önemli özelliklerinden biridir. Thermal Infrared Sensors (TIRS) olarak adlandırılan termal algılayıcı önceki uyduların 8 bitlik verileri yerine 12 bitlik veri kullanımını sağlar. Bu ise bundan önce 256 farklı renkle belirleyebildiği ısı farklılıklarını 4096 farklı renkle tanımlanması olanağını vermektedir (USGS, 2016).

Landsat 8 uydusunun termal bantlarının yanı sıra 7 çok renkli bant ve 1 adet pankromatik bant da bulunmaktadır. Landsat 8'in özelliği olan 2 adet termal bant kullanılarak birçok yeni yöntem geliştirilebilmektedir. Uydunun termal bantları Band 10 ve Band 11 olarak adlandırılmıştır.

USGS'in Web sitesinden ücretsiz olarak Landsat 8 verisi indirilmiştir. Uydu görüntüsü 19 Ekim 2016 tarihinde çekilmiştir. Bu 179/33 Path/Row numaralı görüntü GRASS 7.2 yazılımında açılmıştır. Bu çalışmada OLI Band 4, 5 ve TIRS Band 10, 11 kullanılmıştır. Tam görüntü sahanın sınır vektörü kullanılarak kesilmiştir. Öncelikle Band 4 ve 5 kullanılarak çalışılan sahanın NDVI görüntüsü oluşturulmuştur. Band 10 verisinin Band 11 verisine göre daha temiz olması nedeni ile çalışmada bu bant kullanılmıştır. Band 10 verisi elektromanyetik spektrumunun 10.60-11.19 µm aralığına karşılık gelmektedir (USGS, 2016). Band 10 DN değerleri kullanılarak sahanın radyans görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntünün

elde edilmesinde kullanılan parameter değerleri bu görüntüye ait olan meta verisine ait dosyadan sağlanmıştır.

Sahanın Parlaklık Sıcaklığı (Brightness Temperature-BT) dağılım haritasının elde edilmesinde radyans değeri görüntüsü kullanılmıştır. Bu dağılım haritası için gerekli parametreler (K1 ve K2) yine bu uydu görüntüsüne ait meta veriden sağlanmıştır. Elde edilen değer sıcaklık değeri Kelvin cinsinden olduğu için değerler Celsius sıcaklık değerine dönüştürülmüştür.

Çalışılan sahanın Yeryüzü sıcaklık (LST) değerlerinin elde edilmesi için gerekli yüzey emisivite değerlerinin elde edilmesinde önceden elde edilen NDVI değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışılan sahaya ait Yeryüzü yüzey Isı haritasının oluşturulmasında ise, önceden elde edilen Parlaklık Sıcaklık değerleri ve sahaya ait emissivite değerleri kullanılmıştır. Çalışmada birden fazla uzaktan algılama yazılımı kullanılmıştır. ENVI 5.2, GRASS ve QGIS kullanılan yazılımlardır. GRASS ve QGIS açık kaynak kodlu yazılımlardır.

Bu çalışmada çizgisellik haritasının hazırlanmasında ENVI 5.2, diğer tüm işlemler ve analizlerde GRASS ve QGIS açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılmıştır.

2.4. Çizgisellik Analizi

Çalışılan sahaya ait Landsat 8'in termal Band 10 kullanılarak oluşturulan toprak sıcaklık haritası sahaya ait çizgisellikler ile karşılaştırılması düşünölmüştür. Bu amaçla Landsat 8'in RGB/752 renkli band kombinasyonu ve siyah-beyaz Band 7 kullanılarak çalışılan sahaya ait çizgisellik haritası elde edilmiştir.

3. Bulgular

Gazlıköy-Afyon ve civarında belirlenen sahada Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak sahanın toprak sıcaklığını belirleme çalışması aşağıda verilmiştir. Bu sahadan elde edilen bulgular yine sahanın multispektral uydu görüntüleri üzerinden

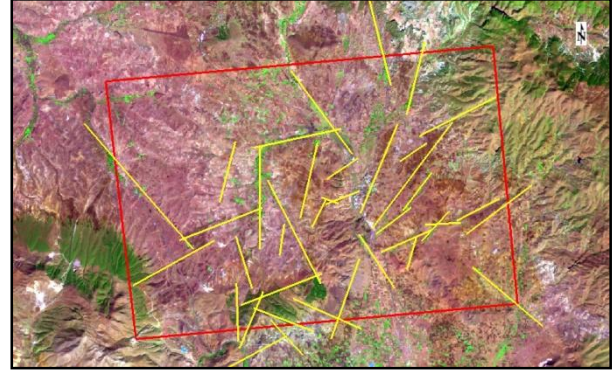
elde edilen çizgisellik haritası ve saha çalışması ile hazırlanan jeoloji haritası ile karşılaştırılmıştır.

3.1. Sahanın Çizgisellik Haritası

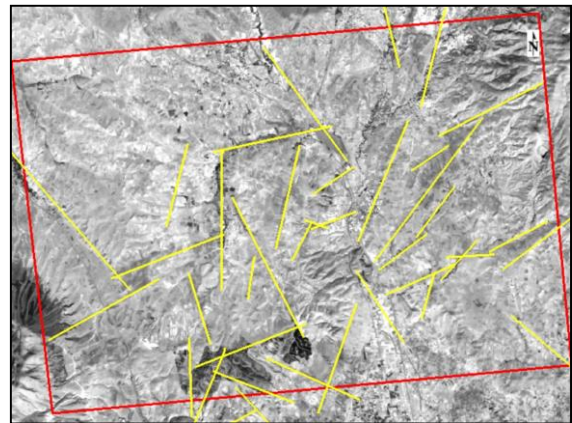
Path/Row 179/33 olan Landsat 8 görüntüsü üzerine çalışma sahası olarak belirlenen alan sınırları getirilmiştir. Belirlenen bu alan sınırları içinde gözle saptanan çizgisellikler RGB/752 (Şekil 3) ve Band 7 (Şekil 4) üzerinde çizilmiştir.

3.2. Çalışılan Sahanın Yeryüzü Yüzey Sıcaklık Haritası

Yüzey sıcaklık haritasının Landsat 8 uydu verisi kullanılarak elde edilmesi çalışmasında Landsat 8 Band 10 kullanılmıştır. Band 10 elektromanyetik spektrumun 10.60-11.19 µm aralığına duyarlı bir algılayıcıya sahiptir. Çalışılan sahanın radyans değerleri elde edilmiştir. Radyans belli bir dalga boyunda belli bir açıda ve alandan yansıyan, çıkan veya iletilen enerji miktarı olarak tanımlanır (Anon, 2017).



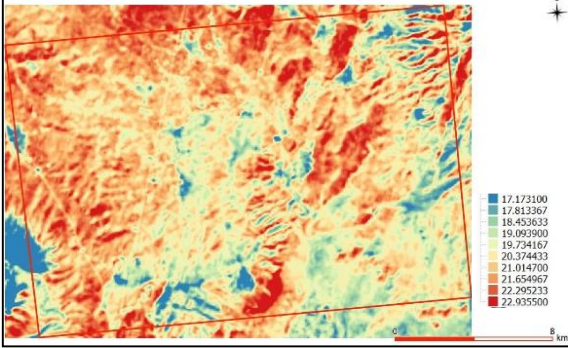
Şekil 3. Sahanın RGB/752 görüntüsü üzerinde belirlenen çizgisellikler.



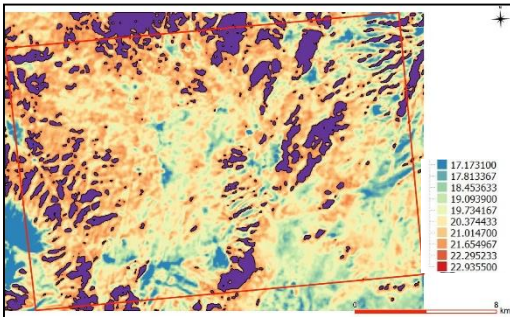
Şekil 4. Sahanın Band 7 görüntüsü üzerinde belirlenen çizgisellikler.

Radyans birimi ($W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1}$) olarak bilinir. Sahanın radyans değer haritası oluşturulmuştur. Radyans değerleri kullanılarak sahaya ait Parlaklık Sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Şekil 5). Sıcaklık değerlerinin elde edilmesinde uydu görüntüsü dosyası içinde bulunan Meta Veri Dosyası (MTL dosyası) içinde bulunan parametreler kullanılmıştır. Sonuçta elde edilen değerler Kelvin (K) cinsinden sıcaklık değeri olarak elde edilmiştir. Bu değerler Celsius (C) cinsine dönüştürülerek sahanın Parlaklık Sıcaklık değerleri haritası oluşturulmuştur. Sahanın Parlaklık Sıcaklık değerlerinin istatistiksel değerleri incelendiğinde en küçük değer $11.97^{\circ}C$ ve en yüksek değer $27.76^{\circ}C$ olduğu görülmüştür.

Sahada Parlaklık Sıcaklık değerlerinin $\geq 22^{\circ}C$ olduğu yerler incelendiğinde sahanın batı sınırına yakın yerleri ile sahanın güney sınırı boyunca büyük bir alanda bu özelliği gösteren toprakların olduğu anlaşılmıştır (Şekil 6).

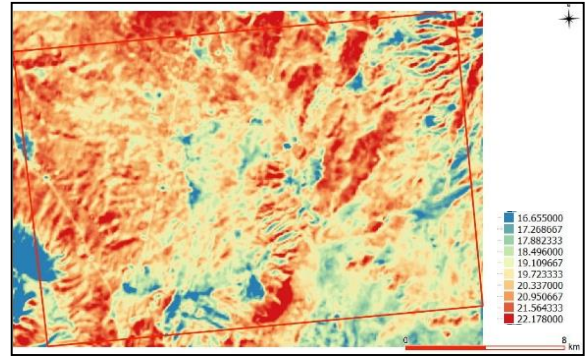


Şekil 5. Sahanın Parlaklık Sıcaklık değer haritası.

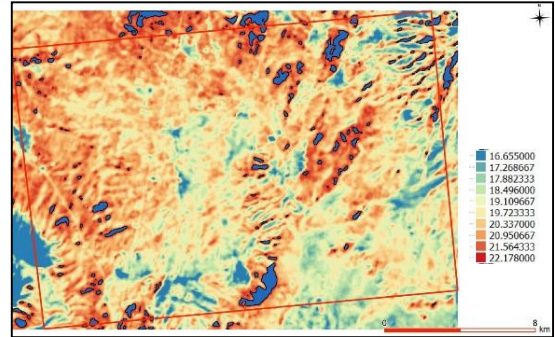


Şekil 6. Sahanın Parlaklık Sıcaklığının $22^{\circ}C$ 'den yüksek olduğu yerler.

Çalışılan sahanın Yüze Sıcaklık değeri haritası elde edilmiştir (Şekil 7). Sahanın Yüze Sıcaklık değerlerinin istatistiksel değerleri incelendiğinde en küçük değer $11.64^{\circ}C$ ve en yüksek değer $26.77^{\circ}C$ olduğu görülmüştür. Sahada Yüze Sıcaklık değerlerinin $\geq 22^{\circ}C$ olduğu yerler incelendiğinde bu yerlerin Parlaklık Sıcaklık değerlerinden daha küçük bir alanda olduğu anlaşılmıştır (Şekil 8). Sahanın orta taraflarında genelde KKD-GGB uzanımında bir hat boyunca olduğu belirlenmiştir. Sahanın güney sınırı boyunca bir yerde oldukça geniş bir alanı kapsadığı anlaşılmıştır.



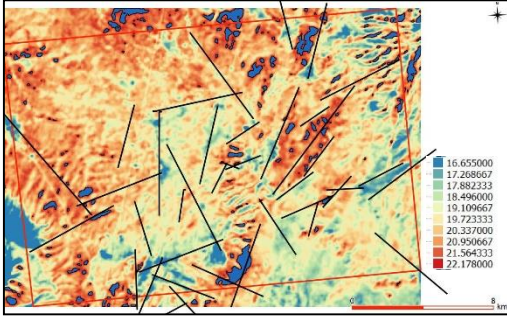
Şekil 7. Sahanın Yüze Sıcaklık değer haritası.



Şekil 8. Sahanın Yüze Sıcaklık değer haritası.

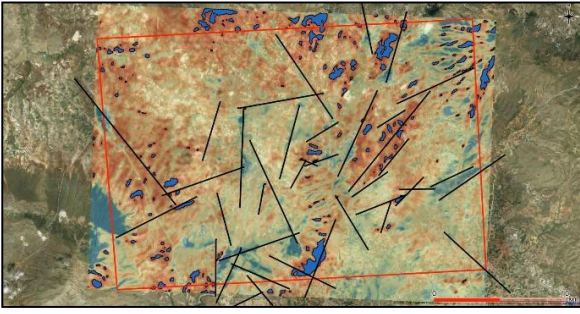
3.3. Sahanın Yüze Sıcaklık Haritası, Jeoloji Haritası ve Çizgiselliklerle Karşılaştırılması

Bu aşamada çalışılan sahada elde edilen çizgiselliklerle yüksek sıcaklık gösteren yerler karşılaştırılmaya çalışılmıştır (Şekil 9). Yüze Sıcaklık Haritasında sıcaklık değerlerinin $\geq 22^{\circ}C$ olduğu yerler ile çizgisellikler karşılaştırılmıştır. Sahanın ortasında KKD-GGB yönlü çizgisellikler ile yüksek sıcaklık gösteren yerlerin aynı uzanımda olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık yüksek yerler ile çizgiselliklerin ilişkisi olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 9. Yüksek toprak ısı gösteren yerler ile çizgiselliklerin ilişkisi.

Sonuç haritası Bing Map üzerine getirilmiştir (Şekil 10). Bu görüntüde yüksek sıcaklık gösteren yerler dha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır.

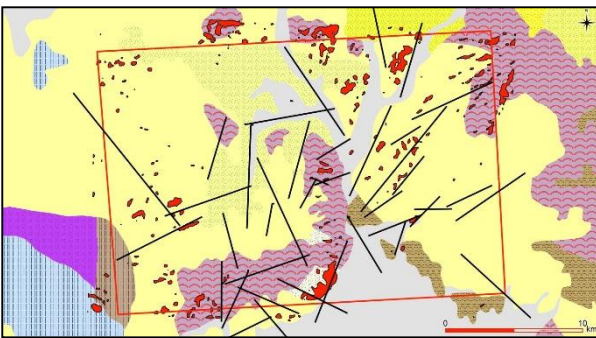


Şekil 10. Yüksek toprak ısı gösteren yerler ile çizgiselliklerin ilişkisi.

Yüksek sıcaklık gösteren yerler ile jeoloji haritası ile birleştirilmiştir (Şekil 11). Bu haritada genellikle yüksek sıcaklık gösteren yerler Paleozoik yaşlı gnays, granit ve şistler ile Pliyosen yaşlı bazaltlara karşılık geldiği belirlenmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;



Şekil 11. Yüksek toprak ısı gösteren yerler ile çizgiselliklerin ilişkisi.

- Landsat 8 uydu verisinin termal bandı (Band 10) ile yüzey sıcaklık değeri elde edilebilmektedir.
- Yüksek sıcaklık değerleri genellikle magmatik kayalara birimlere (Paleozoik yaşlı gnays, granit ve şistler ile Pliyosen yaşlı bazaltlara) karşılık gelmektedir.
- Çizgisellikler ile yüksek sıcaklık değerleri ilişkilendirildiğinde belirgin bir ilişki saptanabilmektedir.
- Çizgisellikler ile yüksek sıcaklık gösteren yerlerin ve jeolojik birimlerin ilişkilendirilmesi sonucu jeotermal saha olabilecek yerler bulunabilecektir.
- Yüksek Parlaklık sıcaklık değerleri ve Yüzey sıcaklık değerleri genellikle aynı yerlerde çıkmaktadır.
- Çalışılan alanda Yüzey Sıcaklık değerleri daha dar bir alanı kapsadığı anlaşılmıştır.

Yapılan çalışma sonrasında aşağıdaki öneriler yapılmıştır;

- Yerbilimlerinde yapılacak çalışmalarda uydu teknolojilerinden kesinlikle yararlanılmalıdır.
- Jeotermal saha aramalarında öncelikle uydu verilerini kullanılmalıdır. Bu verileri kullanmak yapılan çalışmanın doğruluğunu arttıracak ve yapılan işin süresini kısaltacaktır.
- Landsat 8 uydusunun TIRS 10 ve 11 bandları termal band olup bu bandlardan elde edilen sonuçların yer gerçekleri ile denetlenmesi gerekmektedir.
- Elde edilen sonucun doğruluğu kesinlikle sınanmalıdır.
- Bu tür çalışmalar yerden elde edilebilecek sıcaklık verileri ve meteorolojik veriler ile birlikte yorumlanmalıdır.
- Gazlıgöl-Afyon yöresinde bu yöntem kullanılarak yapılan bu çalışma başka yörelerde ve başka aylara ait verilerle tekrarlanmalıdır. Böylece yapılan işin doğruluğu ortaya çıkacaktır.

5. Kaynaklar

Akan, B. ve Süer, S., 2008. Afyonkarahisar ilinde yer alan jeotermal sahaların incelenmesi. Termal ve Maden Suları Konferansı Bildiriler Kitabı, 92-100, Afyonkarahisar.

Anonim, 2017, <https://en.wikipedia.org/wiki/Radiance>

Harut, B., 1995, Erkmen Volkanitlerinin (Afyon KB Kesimi) Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi F.B.E., 79 s. Ankara.

Metin, S, Genç, S ve Bulut, V, 1987. Afyon ve yakın dolayının jeolojisi. M.T.A. Raporu No: 2113, Ankara.

Mutlu, H., 1998, Gazlıgöl (Afyon) termal ve maden sularının jeokimyasal özellikleri ve jeotermometre uygulamaları, Jeoloji Müh. Dergisi, sayı 50, 1-7.

NASA, 2017, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/history/>

Öcal, H., Turhan, N. ve Göktaş, F. 2011. 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Afyon K-25 paftası ve raporu. Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Yayını, No: 159, 34s, Ankara.

Öcal, H. ve Göktaş, F. 2011. 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Afyon K-24 paftası ve raporu. Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Yayını, No: 158, 33s, Ankara.

Tolluoğlu, A.Ü., Erkan, Y., Sümer, E.Ö., Boyacı, M.N. ve Yavaş (Betaş), F., 1997. Afyon metasedimanter grubunun mesozoyik öncesi metamorfik evrimi. Türkiye Jeoloji Bülteni 40-1, 1-17.

Ulutürk, Y., 2009. Ömer-Gecek (Afyonkarahisar) dolayının jeolojisi ve suların kökensel yorumu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel University, 180s. Isparta.

USCS, 2016, <https://landsat.usgs.gov/landsat-8;>

USGS, 2017, <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>

Yıldız, A., Candansayar, M.E., Bağcı, M., Türker, E., Ulutürk, Y., Gökğöz, A., Erdoğan, E., Başaran, C., ve Çonkar, F.E., 2011a. Afyonkarahisar ilinin jeotermal potansiyelinin araştırılması. AKÜ BAPK Projesi, 146s, Afyonkarahisar.

Yıldız, A., Başaran, C., Bağcı, M., Ulutürk, Y. Afyonkarahisar ilinin Türkiye jeotermal enerji potansiyelindeki konumu üzerine güncel veriler. XIth Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 07-09 Mayıs 2014, 73-80, Afyonkarahisar, 2014.