

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAKACAK- HENDEK (SAKARYA) BÖLGESİ METALİK MADEN
YATAĞININ JEOFİZİK VE UZAKTAN ALGILAMA
YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fazlı Ahmet ZENGİN

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

HAZİRAN 2023

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAKACAK- HENDEK (SAKARYA) BÖLGESİ METALİK MADEN
YATAĞININ JEOFİZİK VE UZAKTAN ALGILAMA
YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fazlı Ahmet ZENGİN

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üy.Günay BEYHAN

HAZİRAN 2023

Fazlı Ahmet ZENGİN tarafından hazırlanan “Bakacak- Hendek (Sakarya) Bölgesi Metalik Maden Yatağının Jeofizik ve Uzaktan Algılama Yöntemleri İle İncelenmesi” adlı tez çalışması 20.02.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Dr. Öğr. Üyesi Günay BEYHAN**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Dr. Öğr. Üyesi Ayhan KESKİNSEZER**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Dr. Öğr. Üyesi Şerafeddin ÇAKIR**
Kocaeli Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “Bakacak- Hendek (Sakarya) Bölgesi Metalik Maden Yatağının Jeofizik ve Uzaktan Algılama Yöntemleri İle İncelenmesi ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(20/02/2024).

Fazlı Ahmet ZENGİN





Aileme, Kıymetli Eşime ve Ömer Asaf'a...



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Günay BEYHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, Hocam Dr. Arda ARCASOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, Hocam Prof. Dr. Uğur KAYNAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, maddi ve manevi desteğini bir an olsun üzerimden eksik etmeyen canım aileme ve kıymetli eşime, şükranlarımı sunarım.

Fazlı Ahmet ZENGİN



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SİMGELER	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Yöntem	2
2. ÇALIŞMA ALANI VE COĞRAFİ KONUMU	5
3. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN JEOLJİSİ.....	7
3.1. Stratigrafi.....	7
3.1.1. Abant formasyonu (Ktab)	7
3.1.2. Yığılca formasyonu (Ktab)	8
4. ARAZİYLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	11
4.1. Jeofizik Çalışmalar	11
4.1.1. Doğal uçlaşma (self potential) ölçümleri	11
4.1.2. Manyetik ölçümleri	11
4.1.3. Doğru akım öz direnç ölçümleri	11
4.1.4. İndüksiyon polarizasyon ölçümleri	12
4.2. Jeofizik Çalışmaların Sonucu.....	13
5. uzaktan algılama	19
5.1. Uzaktan Algılamada Çözünürlük	20
5.1.1. Mekansal çözünürlük	20
5.1.2. Spektral çözünürlük	21
5.1.3. Spektral çözünürlük	21
5.1.4. Zamansal çözünürlük	22
5.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük	23
5.3. Uydu Görüntüsü Oluşturma	23
5.4. Görüntü Yorumlama	24
5.5. Kantitatif Analiz	25
5.6. Elektromanyetik Enerjinin Özellikleri	25
5.7. Spektral İmza.....	26
6. UZAKTAN ALGILAMADA VERİ İŞLEM.....	29
6.1. Uydu Görüntülerinin ve Yardımcı Verilerin Düzeltilmesi	29
6.1.1. Koordinat düzeltmesi	29
6.1.2. Yeniden örnekleme işlemi	29
6.1.3. Radyometrik düzeltme işlemi	30
6.2. Uydu Görüntülerinin ve Yardımcı Verilerin Zenginleştirilmesi	31

6.2.1. Kontrast zenginleştirme.....	31
6.2.2. Bant oranlama ve görüntü birleştirme.....	31
6.3. Sınıflandırma Analizi	34
6.3.1. Kontrolsüz sınıflandırma.....	35
6.3.2. Kontrollü sınıflandırma	35
7. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER.....	37
7.1. Landsat Uydusu	37
7.2. TntMips Yazılımı	39
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	45



KISALTMALAR

DAÖ	: Doğru akım öz direnç
DES	: Düşey elektrik sonraj
GIS/CBS	: Coğrafi bilgi sistemi
GR	: Granit
IP	: İndüksiyon polarizasyon
IR	: Yansıyan kızılötesi dalgası
JK	: Jura-kretase yaşlı kireçtaşları
KK	: Geç kretase yaşlı kireçtaşları
KTAB	: Abant formasyonu
NASA	: ABD Ulusal Havacılık Dairesi
P	: Paleozoyik yaşlı kireçtaşı ve mermer blokları
PK	: Permian yaşlı kireçtaşı blokları
RGB	: Red/Green/Blue bantları
SP	: Doğal uçlaşma
SR	: Serpantinler
SWIR	: Yansıya kısa kızıl ötesi dalga
TEY	: Yığılca formasyonu
TNTMIPS	: Uzaktan algılama yazılımı
USGS	: ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu



SİMGELER

E : Sinüzoidal elektrik dalgası

M : Manyetik dalga





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. İnceleme alanının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası.....	9
Şekil 4.1. Mineral parçacığı içeren kılcal damarlar (a). Eşdeğer elektrik devresi (b). Frekans bölgesi ölçüsü (c). Zaman bölgesi ölçüsü (d) (Başokur, 2003)...	13
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki ölçü noktaları haritası (ölçeksiz).....	14
Şekil 4.3. 1., 2., 3. ve 4.Ölçü profillerinin blok diyagram şeklinde gösterimi.....	15
Şekil 4.4. 1., 2., 3. ve 4.Ölçü profillerinden yararlanılarak belirli derinlik seviyeleri için oluşturulmuş yerelektrik katları	16
Şekil 4.5. Araştırma alanında kil ve kumlu kilin 3B’lu görünümü.....	17
Şekil 4.6. Araştırma alanında grafitin 3B’lu görünümü	17
Şekil 4.7. Araştırma alanında hematitin 3B’lu görünümü	18
Şekil 5.1. Mekansal çözünürlük (Hoe, L. I., Umar, R., & Kamarudin, M. K. A ,2017).	20
Şekil 5.2. Mekansal çözünürlük karşılaştırma (2023b)	20
Şekil 5.3. Spektral çözünürlük (Ayundyahrini, M., Purwanto, E. H., Lukiawan, R., & Setyoko, A. T. 2020, April)	21
Şekil 5.4. Spektral çözünürlükler arası farklar.....	21
Şekil 5.5. Radyometrik çözünürlük	22
Şekil 5.6. Zamansal çözünürlükler arası farklar (NSDO,2013).....	23
Şekil 5.7. Elektromanyetik spektrum (Hoe, L. I., Umar, R., & Kamarudin, M. K. A ,2017)	26
Şekil 5.8. Doğal nesnelerin tipik spektral tepki eğrileri (Gupta, 1991)	27
Şekil 6.1. Kil mineralleri ve demir içeren mineralleri tespiti için 6/7 band oranı	33
Şekil 6.2. Demirli minerallerin tespitini sağlayan band oranları(4/5)	33
Şekil 6.3. Demirli minerallerin tespitini sağlayan band oranları(5/4)	34
Şekil 6.4. Renkli kompozit görüntü	34



UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİYLE JEOLojİK YAPILARIN TESPİTİ YAZILIR

ÖZET

Gelişmekte olan ve gelişmiş toplumların ihtiyaç duyduğu hammadde kaynaklarını karşılamak için doğal kaynakların araştırılması giderek daha büyük bir önem kazanmaktadır. Ancak bu kaynaklar sınırlıdır. Bu nedenle, doğru teknoloji ve etkili yöntemler kullanarak bilgi ve sonuçlara hızlı ve verimli bir şekilde ulaşmak son derece kritik hale gelmiştir. Toplumlar, bu süreçte teknolojiden maksimum düzeyde faydalanarak, hammadde kaynaklarının keşfedilmesi ve kullanılması için hızlı ve verimli yöntemlerle çalışmayı hedeflemelidir.

Doğal kaynakların yer altı ve yer üstündeki mevcut durumlarının tespit edilmesi ve potansiyellerinin belirlenmesi, ayrıca zaman içindeki değişimlerinin izlenmesi için gerçekleştirilen çalışmalarda, uzaktan algılama yöntemlerinin kullanılması önemli avantajlar sağlar. Bu yöntemler, doğru, hızlı ve düşük maliyetli verilerin elde edilmesini sağlar. Böylece, yer altı ve yer üstü doğal kaynaklarının değerlendirilmesi sürecinde uzaktan algılama teknikleri, veri toplama ve analiz süreçlerini optimize ederek zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Ayrıca, güncel durumun izlenmesi ve değişimlerin takibi konusunda da etkili bir araç olarak kullanılır.

Uzaktan algılama, madencilik sektöründe sıkça kullanılan bir yöntemdir. Temas gerektirmeyen bir şekilde cisimlerden bilgi elde etmek amacıyla atmosferde veya uzayda bulunan farklı uydu araçları kullanılır. Bu teknik, madencilik yanı sıra jeoloji, hava bilimi, ziraat, coğrafi bilgi, oşinografik çalışmalar, çevrecilik ve haritacılık çalışmaları ve askeri alanlarda da yaygın olarak uygulanmaktadır. Uzaktan algılama yöntemi, mineralizasyonun yoğun olduğu ve oluşma bölgelerini belirlenmesi için fay, çatlak ve kırıkların haritalanmasında ve mineral bakımından zengin sahip kayaçların tespitinde kullanılan spektral analiz tekniklerine dayanır.

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun farklı bantlarından (genellikle görünür ve kızılötesi) toplanan verileri kullanarak yeryüzündeki nesneleri incelemeyi amaçlar. Bu veriler, nesnelerin spektral imzalarını yani özelliklerini yansıtan sayısal değerlerdir. Bant oranlama, bu spektral değerleri kullanarak nesnelerin belirli özelliklerini tespit etmek için oranlar oluşturur.

Bant oranlama yöntemi, spektral imzalar arasındaki farkları vurgulamak veya belirli bir özelliği öne çıkarmak için kullanılabilir. Örneğin, bitki örtüsünün sağlık durumunu belirlemek için bitki klorofil aktivitesini yansıtan kızılötesi (infrared) ve yeşil bantlarından elde edilen verilerin oranı kullanılabilir. Bu yöntemle bitki stresi, hastalıklar veya besin eksiklikleri gibi bitki sağlığına ilişkin bilgiler elde edilebilir.

Bant oranlama, yüzey özelliklerini analiz etmek ve sınıflandırmak için başka alanlarda da kullanılır. Örneğin, su ve karasal alanlar arasındaki farkları belirlemek için mavi ve kırmızı bantlardan elde edilen verilerin oranı kullanılabilir. Bununla birlikte, bant oranlama tekniği nesneye ve uygulamaya bağlı olarak farklı bant kombinasyonları gerektirebilir.

Bant oranlama, uzaktan algılama verilerinin yüzey özelliklerini analiz etmek için hızlı ve etkili bir yöntem sağlar. Ancak, başarılı sonuçlar elde etmek için doğru bant kombinasyonlarının seçilmesi ve veri analizinin dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Uzaktan algılamada kullanılan bant oranları, iki farklı enerji aralığı kaydını içeren bantların matematiksel olarak oranlanması işlemidir. Bu yöntemle elde edilen görüntüler, siyah-beyaz renklidir.

Oranlanan bantların enerjileri ve tespit edilmek istenilen mineralin bu enerjilere tepkisi doğrultusunda, görüntülerde sonuç çeşitli tonlarda açık veya koyu renklerle ifade edilir. Landsat uyduları, uzaktan algılama alanında vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. Dünya'nın yüzeyindeki çevresel değişiklikleri izlemek ve doğal kaynakları yönetmek için bu verileri kullanmak, sürdürülebilirlik ve çevre bilimleri alanında büyük önem taşımaktadır. Landsat uydularının sağladığı uzaktan algılama verileri, insanlığın Dünya'yı daha iyi anlamasına ve geleceğe yönelik önlemler almasına yardımcı olmaktadır.

Madenler, insanlar için önemli ekonomik kaynaklardır ve doğal kaynak yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu kaynakların etkin bir şekilde tespit edilmesi ve yönetilmesi, sürdürülebilirlik açısından hayati öneme sahiptir.

Landsat uydularının uzaktan algılama verileri, maden sahalarının tespitinde önemli bir araçtır. Maden sahalarının belirli spektral imzaları vardır ve bu imzalar, Landsat verileriyle tespit edilebilir. Örneğin, metalik minerallerin yansıma özellikleri, kızılötesi bantlarda belirgin bir şekilde görülebilir. Bu nedenle, Landsat görüntüleri analiz edilerek potansiyel maden sahaları belirlenebilir.

Bu çalışmada inceleme alanında yer alan demir mineralizasyonunun uzaktan algılama ile tespit edilmesi ve sahada yapılan arazi çalışmalarıyla korelasyonunu sağlamak amacıyla indirilen Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır.

İnceleme alanında, hematit madeninin yayılımı, doğrultusu ve yaklaşık rezervinin belirlenmesi için bir dizi jeofizik ölçümler alınmıştır. Jeofizik ölçümlerden önce literatür taraması yapılarak yöntem önceliği ve metodoloji belirlenmiştir. Bu amaçla açık işletme sahasının güneyindeki saha öncelikle araştırılmıştır. İşletme sahasında ölçülen doğrultuya dik yönde olmak üzere sahada 5 m x 5 m karelajlı olarak, yaklaşık 110 m x 70 m 'lık bir alanda sistematik iki boyutlu olarak jeofizik ölçüm yöntemlerinden Doğal Gerilim ve Manyetik Yöntem uygulaması yapılmıştır.

Çalışma sahasındaki cevherleşme ile birlikte cevherleşmeyi saran kayaç ilişkisini ve bunların yapısal unsurlarını, yer altındaki yayılımını belirleyebilmek için 12 ölçü profili boyunca 2 Boyutlu Elektrik Öz direnç ile 3 noktada 1 Boyutlu Düşey Elektrik Öz direnç ölçümleri çalışma sahasında belirlenen bölgelerde yapılmıştır.

İnceleme alanında hematit, kireçtaşı, grafit, grafit-şist, limonit ve killi-kumlu birimler gözlemlenmektedir. Hematit ve grafit cevherleşmeleri ekonomik değer taşımaktadır. Bu cevherler, çevre kayaçlarla ve faylarla sınırlıdır. Cevherleşmenin olduğu faylar genellikle yüzeye yakın ve sık faylardır. Kireçtaşlarının yüzeydeki parçalanmasının temel nedeni ise faylanmalardır. Bu faylar, zayıf ortamlar oluşturarak yeryüzüne ulaşmalarına izin verir. Çalışma alanında, ikincil ve üçüncül faylanmalar cevher içermektedir.

Uzaktan algılama teknikleriyle elde edilen görüntülerin değerlendirilmesi sonucunda sahada yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmaların korelasyonu sonucu mevcut yatakların konumları başarı bir şekilde belirlenmiştir.

DETECTION OF GEOLOGICAL STRUCTURES BY REMOTE SENSING METHODS USING SATELLITE IMAGES

SUMMARY

The exploration of natural resources to meet the raw material needs of developing and advanced societies is increasingly gaining importance. However, these resources are limited. Therefore, it has become extremely critical to reach information and results quickly and efficiently using the right technology and effective methods. Societies should aim to work with fast and efficient methods, making the most of technology to discover and utilize raw material resources.

The use of remote sensing methods provides significant advantages in identifying the current status and potential of underground and surface natural resources, as well as monitoring changes over time.

These methods enable the acquisition of accurate, fast, and cost-effective data. As a result, remote sensing techniques optimize data collection and analysis processes, leading to time and cost savings during the evaluation of underground and surface natural resources. Additionally, they serve as effective tools for monitoring the current status and tracking changes.

Remote sensing is a widely used method in the mining sector. Various satellite instruments located in the atmosphere or space are used to obtain information from objects without direct contact.

This technique is widely applied not only in mining but also in geology, atmospheric science, agriculture, geographic information systems, oceanography, environmental studies, and cartography, as well as military fields. The remote sensing method is based on spectral analysis techniques used for mapping faults, fractures, and fissures, as well as detecting mineral-rich rocks for determining the locations of intense mineralization and formation areas.

Remote sensing aims to examine objects on the Earth's surface using data collected from different bands of the electromagnetic spectrum (usually visible and infrared).

These data represent numerical values reflecting the spectral signatures or characteristics of objects. Band ratioing involves using these spectral values to create ratios for detecting specific object features.

The band ratioing method can be used to emphasize differences between spectral signatures or highlight specific attributes.

For instance, the ratio of data obtained from the infrared (infrared) and green bands, reflecting plant chlorophyll activity, can be used to determine the health status of vegetation. This method enables the extraction of information about plant health, such as stress, diseases, or nutrient deficiencies.

Band ratioing is also employed in other fields to analyze and classify surface features. For instance, the ratio of data obtained from blue and red bands can be used to

distinguish between water and terrestrial areas. However, the band ratioing technique may require different band combinations depending on the object and application.

Band ratioing provides a fast and effective method for analyzing surface features in remote sensing data. However, achieving successful results requires the careful selection of appropriate band combinations and meticulous data analysis.

Band ratios used in remote sensing involve mathematically ratioing bands encompassing two different energy ranges. The resulting images are grayscale.

Based on the energies of the ratioed bands and the response of the desired mineral to these energies, the images express results in various tones of light or dark colors.

Landsat satellites play an indispensable role in the field of remote sensing. Utilizing these data to monitor environmental changes on Earth's surface and manage natural resources is of significant importance in sustainability and environmental sciences. The remote sensing data provided by Landsat satellites assists humanity in gaining a better understanding of the Earth and taking measures for the future.

Minerals are essential economic resources for humans and hold great significance in terms of natural resource management. Effectively identifying and managing these resources are crucial for sustainability.

Remote sensing data from Landsat satellites serve as an important tool in detecting mining areas. Mining areas possess distinct spectral signatures that can be detected using Landsat data. For instance, the reflective properties of metallic minerals are prominently visible in infrared bands. Hence, potential mining sites can be identified by analyzing Landsat imagery.

In this study, Landsat satellite images were utilized to detect iron mineralization within the study area and establish a correlation with fieldwork conducted on-site.

In the study area, a series of geophysical measurements were taken to determine the distribution, direction, and approximate reserves of hematite ore.

Before conducting geophysical measurements, a literature review was performed to establish the method's priority and methodology. Initially, the area to the south of the open mining operation was investigated systematically with a 5m x 5m grid, covering an area of approximately 110m x 70m, using two-dimensional geophysical methods: Natural Potential and Magnetic Method.

In order to determine the relationship between ore occurrences and the rocks surrounding them, as well as their structural features and subsurface distribution, two-dimensional electrical resistivity measurements were conducted at 12 survey profiles, and one-dimensional vertical electrical resistivity measurements were made at three points within the designated areas of the study site.

Observations in the study area include hematite, limestone, graphite, graphite schist, limonite, and clayey-sandy units. Hematite and graphite occurrences hold economic value and are limited to areas near faults and in association with surrounding rocks.

Faults where occurrences take place are usually shallow and close to the surface. The fragmentation of limestone at the surface is mainly caused by faulting, allowing them to reach the Earth's surface through weak environments. Secondary and tertiary faults in the study area contain ore.

As a result of evaluating the images obtained through remote sensing techniques and correlating them with geological and geophysical studies conducted in the field, the locations of existing deposits were successfully determined.





1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ve gelişmiş toplumların ihtiyaç duyduğu hammadde kaynaklarını karşılamak için doğal kaynakların araştırılması giderek daha büyük bir önem kazanmaktadır. Ancak bu kaynaklar sınırlıdır. Bu nedenle, doğru teknoloji ve etkili yöntemler kullanarak bilgi ve sonuçlara hızlı ve verimli bir şekilde ulaşmak son derece kritik hale gelmiştir. Toplumlar, bu süreçte teknolojiden maksimum düzeyde faydalanarak, hammadde kaynaklarının keşfedilmesi ve kullanılması için hızlı ve verimli yöntemlerle çalışmayı hedeflemelidir.

Doğal kaynakların yer altı ve yer üstündeki mevcut durumlarının tespit edilmesi ve potansiyellerinin belirlenmesi, ayrıca zaman içindeki değişimlerinin izlenmesi için gerçekleştirilen çalışmalarda, uzaktan algılama yöntemlerinin kullanılması önemli avantajlar sağlar. Bu yöntemler, doğru, hızlı ve düşük maliyetli verilerin elde edilmesini sağlar. Böylece, yer altı ve yer üstü doğal kaynaklarının değerlendirilmesi sürecinde uzaktan algılama teknikleri, veri toplama ve analiz süreçlerini optimize ederek zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Ayrıca, güncel durumun izlenmesi ve değişimlerin takibi konusunda da etkili bir araç olarak kullanılır.

Uzaktan algılama yöntemleri, fiziksel özellikler hakkında doğrudan temas kurmadan bilgi elde etme sürecini ifade eden bir bilim dalıdır. Bu yöntemler sayesinde yeryüzü farklı çözünürlüklerde, mekansal, spektral, radyometrik ve zamansal olarak incelenebilir. Özellikle zamansal çözünürlük, arazi örtüsünde meydana gelen değişimleri tespit etmek ve sürdürülebilir çevre çalışmaları için büyük önem taşır. Uydu görüntüleri, farklı amaçlarla kullanılabilir ve aynı bölgede birçok farklı çalışmanın bir arada yürütülmesine olanak sağlar. Yeryüzünün düzenli olarak izlenmesi, zorlu coğrafi bölgelerde çalışabilme imkânı ve hızlı, ekonomik olması, uzaktan algılama teknolojisinin önemli avantajları arasında yer alır. (Kitiş, 2009).

Madenler genellikle yeryüzünde gözle görülemeyen jeolojik birimler veya yapılar olarak bulunurlar. Bu nedenle, madenlerin tespiti genellikle zorlu arazi koşullarında yapılan masraflı çalışmalara dayanır. Ancak, hedeflenen madenlerin jeolojik ve mineralizasyon özelliklerini ön planda tutarak uydu görüntüleri ve özelliklerini

kullanılarak detaylı araştırmalar yapılabilir. Bu yöntem sayesinde araştırma sahası daraltılabilir veya yüksek potansiyele sahip maden sahaları doğrudan belirlenebilir. Bu yaklaşım, maden arama sürecinde zaman, maliyet ve başarı oranını optimize etmek açısından son derece avantajlıdır. Uydu görüntüleriyle yapılan detaylı analizler, maden arama aşamasını daha etkin bir şekilde tamamlamayı sağlar.

Uzaktan algılama ile yapılan mineralizasyon ve cevherleşmeye yönelik maden çalışmalarında;

- Arazi yüzeyinde mostra veren cevherlerin tespiti
- Cevherin tespit edilmesine olanak sağlayan yardımcı minerallerin belirlenmesi
- Cevherleşmeye neden olan mineralizasyonun etkisi ile bitkilerdeki jeokimyasal farklılıkların tespiti
- Yüzeyde mostra vermiş yapıların jeolojik olarak saptanması
- Cevherleşme sonucu oluşan jeolojik yapıların belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Tespit edilmek istenen maden cevheri türüne bağlı olarak, çeşitli yöntemlerin kullanılması mümkündür; ancak genellikle en yaygın yöntem, maden cevherlerinin belirlenmesinde kullanılan alterasyonların tespitidir. Alterasyon, maden oluşumlarıyla ilişkili olan jeolojik değişikliklerdir. Bu yöntem, maden cevherlerinin varlığını belirlemek için sıklıkla tercih edilen bir yaklaşımdır.

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışmada amaç, maden sahasının cevherleşmenin yayılımını, doğrultusunu ve rezervini yaklaşık olarak belirleyecek jeofizik ve jeolojik çalışmalar tamamlandıktan sonra uzaktan algılama yöntemleri ile yapılacak olan çalışmaların çıktıları ile birlikte sonuçların korelasyonunu sağlamaktır.

1.2. Yöntem

İnceleme alanında, hematit madeninin yayılımı, doğrultusu ve yaklaşık rezervinin belirlenmesi için bir dizi jeofizik ölçümler alınmıştır. Jeofizik ölçümlerden önce literatür taraması yapılarak yöntem önceliği ve metodoloji belirlenmiştir. Bu amaçla açık işletme sahasının güneyindeki saha öncelikle araştırılmıştır. İşletme sahasında

ölçülen doğrultuya dik yönde olmak üzere sahada 5 m x 5 m karelajlı olarak, yaklaşık 110 m x 70 m 'lik bir alanda sistematik iki boyutlu olarak jeofizik ölçüm yöntemlerinden Doğal Gerilim ve Manyetik Yöntem uygulaması yapılmıştır.

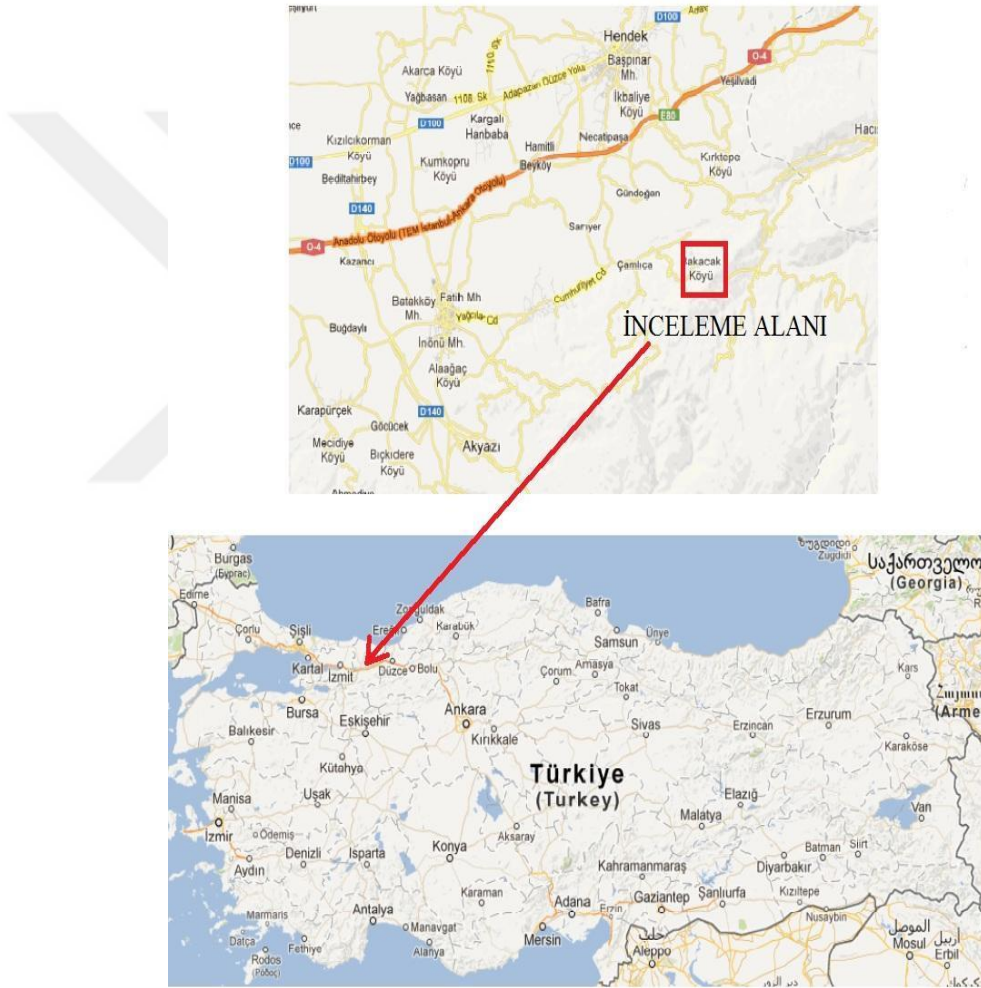
Çalışma sahasındaki cevherleşme ile birlikte cevherleşmeyi saran kayaç ilişkisini ve bunların yapısal unsurlarını, yer altındaki yayılımını belirleyebilmek için 12 ölçü profili boyunca 2 Boyutlu Elektrik Özdirenç ile 3 noktada 1 Boyutlu Düşey Elektrik Özdirenç ölçümleri çalışma sahasında belirlenen bölgelerde yapılmıştır.





2. ÇALIŞMA ALANI VE COĞRAFİ KONUMU

Çalışma alanı, Sakarya ili, Hendek ilçesi, G25c1 paftası sınırları içindedir. İnceleme alanı, TEM (Trans European Motorway) 'in güneyindedir. Hendek- Çakallık- Sarıyer- Çamlıca yerleşkeleri izlenerek çalışma sahasına ulaşılır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Çalışma bölgesi alanı yer bulduru haritası



3. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN JEOLJİSİ

Çalışma alanı çevresinde, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) olarak adlandırılan ve bir doğrultu boyunca uzanan bir fay bulunmaktadır. Bu fay zonu, birbirinden farklı istif ve kaya topluluğunu içerir, biri kuzeyde diğeri güneydedir. Bu iki topluluk farklı çevrelerde gelişmiş olsalar da, jeolojik gelişimlerini etkileyen bir ofiyolitik seri bu fay zonu ve çevresinde bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı'na göre kuzeyde yer alan topluluk Kuzey Topluluğu, İstanbul-Zonguldak Tektonik Birimi veya Batı Pontid olarak adlandırılır (Yılmaz ve diğerleri, 1981). Fayın güneyindeki topluluk ise Güney Topluluğu ve Sakarya Mikro Kıtası olarak adlandırılır.

Sakarya ili, jeoloji haritasının 1/100.000 ölçeğinde incelendiğinde, farklı birimlerin bölgede çeşitli bölgelerde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu birimler, Kuzey Anadolu Fayı Kuzeyi (İstanbul-Zonguldak Zonu ve kapatıcı birimler), Kuzey Anadolu Fayı Yakın Çevresi (ara zon ve kapatıcı birimler) ve Kuzey Anadolu Fayı Güneyi (Sakarya Zonu ve kapatıcı birimler) olarak gruplandırılmaktadır.

3.1. Stratigrafi

İnceleme alanı ve çevresi, jeolojik olarak Hendek Alt Fay Zonu'nun içerisinde konumlanmıştır. Çalışma alanında Yığılca Formasyonu ve Abant Formasyonu bulunmaktadır. Çalışma alanının içinde olduğu Hendek Ovası ve çevresinin Maden Tetkik Arama tarafından yapılan 1:100.000 ölçekli jeoloji haritasına göre, lejantta adı ve kısaltmasıyla belirtilen formasyonlar ve yapısal özellikleri şunlardır:

3.1.1. Abant formasyonu (Ktab)

Abant Gölü çevresinde (Bolu ili, güneybatı tarafı), yoğun bloklardan oluşan karmaşık bir fliš birimi bulunur. Bu birim, Yılmaz ve diğerleri tarafından "Abant karmaşığı" olarak adlandırılmıştır (1981).

Bu çalışmada, kırıntılı ve karbonatlı bileşenler içeren birim Abant Formasyonu olarak incelenmiştir. Bu formasyon, Arkotdağ formasyonu (Tokay, 1973), Melanj (Saner ve diğerleri, 1980), Bakacak formasyonu (Göncüoğlu ve diğerleri, 1986), İkisü formasyonu, Bakacak olistromu, Asmalidere formasyonu, Çankaya formasyonu,

Kazımiye Graniti, Kirazlı Kuvarsiti, Yörüktepe Mermeri (Yılmaz ve diğerleri, 1990) ve Soğucak formasyonu (Erendil ve diğerleri, 1991b) ile benzerlik göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın pafta alanında, Mudurnu çayının takip ettiği bölümünün ve Dokurcun ilçesinin yaklaşık olarak 4.5 km doğusundan güneybatıya doğru ayrılan bölümünün arasındadır. Acelle dere (G25d3) ve Karataş dere (G25d4) tarafından güneyden geçerek Geyve ilçesi güneyinden İznik Gölü'ne ulaşır.

Bu birim genel olarak yeşil, yeşilimsi gri, gri ve bazen kırmızı renklere sahiptir. Bloklu ve kaymaya bağlı oluşan kesimlerden düzgün fliş istifine geçiş gösteren kesimlere ve nadiren karasal-sığ deniz çökellerine kadar çeşitli fasiyeslerde çökel kayaçlardan oluşur.

Geyve-Alifuatpaşa boğazının dışında, metamorfik birimlerin üzerinde fliş olistostrom, konglomera ve kalkarenit (türbiditik kireçtaşı) bazen de hippuritesli masif kireçtaşları ile karşımıza çıkar (Göncüoğlu ve diğerleri, 1986). Olistostromlar, çeşitli cins, köken ve yaşta bloklardan oluşan türbiditik ve moloz akıntısı sedimanlarıdır. Bu bloklar, kumtaşı, şeyl, çamurtaşı ve kireçtaşı gibi birimler içinde yer alır. Daha üstte, kumtaşı, pelajik kireçtaşı, şeyl, marn ve radyotilitten oluşan düzenli bir istiflere geçiş görülür (Göncüoğlu ve diğerleri, 1986). Pafta alanında, yoğun bloklardan oluşan fliş birimler mevcuttur. Bu blokların bazıları platform tipi kireçtaşlarıdır ve bunlardan Permilen, Genç Jura - Erken Kretase, Erken Kretase ve Geç Kretase yaşları elde edilmiştir. Ayrıca, yaşları belirlenemeyen rekristalize kireçtaşı ve mermer blokları da bulunmaktadır.

Bunlarla birlikte formasyonda granit, gabro, amfibolit, serpantinit, arkozik kumtaşı, volkanik ve metamorfik kaya blokları da gözlenir. Birimi pafta alanı dışında intrüzif bir granitin dayklar halinde kestiği de gözlenir. Birim içinde ayırtlanan Jura –Kretase kireçtaşı blokları (jk), Permilen yaşlı kireçtaşı blokları (pk), Paleozoyik yaşlı kireçtaşı ve mermer blokları (p), Serpantinitler (sr), granitler (gr) , Geç kretase yaşlı kireçtaşı blokları (kk) simgesi ile haritalanmıştır.

3.1.2. Yığılca formasyonu (Ktab)

Yığılca ilçesi yakınlarında bulunan bir jeolojik birim, andezit, bazalt, tuf, aglomera ve volkanojenik kumtaşından oluşur ve Kaya ve ekibi (1986) tarafından adlandırılmıştır. Kusuri formasyonunun Sürmeli üyesi olarak bilinen birim, harita alanında incelenmiştir (Yazman ve Çokuğraş, 1983). Armutlu yarımadasında ise Sarısu

En iyi örnekler Hendek ilçesinin kuzeydoğusunda gözlenir. Bu birim, kahverengi veya kahverengiye çalan gri renkte, ince veya kalın tabakalı volkanojenik kumtaşı; gri veya kahverengiye çalan gri renkte aglomera; yeşil tüf ve bazen diyoritten oluşur. Kumtaşları tabakalı bir yapıya sahiptir. Meceselli konglomeralar, kanal birikintilerini içerir. Çakıllar genellikle metamorfik kaya ve kuvarstan oluşur ve köşeli, yarı köşeli ve yuvarlak şekillere sahiptir. Aglomeratlar kütleli bir görünüme sahiptir. Lavlar yeşil renkli andezittir. Bu birim ara katmanlar halinde nummulitli şeyl ve kilaşı içerir.

[illegible]

9



4. ARAZİYLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1. Jeofizik Çalışmalar

4.1.1. Doğal uçlaşma (self potential) ölçümleri

Açık işletmede ölçülen ortalama doğrultuya yaklaşık dik (dalıma yaklaşık paralel) gelecek biçimde, fındık bahçesinde S.P. için 10m x 10m tertibindeki korelasyon üzerinde, sekiz adet profil ve her profile on adet ölçü noktası, yere uygulanmıştır. Doğal Uçlaşma ölçüleri 0.1 mVolt duyarlıklı, hold yeteneği olan, dijital bir AVOMetre ile alınmıştır. Elektrod olarak alçı bazlı, ıslak, “Kurşun-Kurşun Klorür Elektrodlar” kullanılmıştır.

Bu yöntemle elde edilen ham veri de düzgünleyici + uğlaştırıcı (polarlayıcı) bir yazılımda işlem gördükten sonra, hem tek boyutlu profil olarak, hem de iki boyutlu harita olarak değerlendirmeye alınmıştır.

4.1.2. Manyetik ölçümleri

Magnetik ölçüler, Scintrex marka Flux Gate Magnetometresi ile alınmıştır. Ölçü alımı sırasında magnetometre yere oturtularak sığ anomalilere yönelik ölçüler alınmıştır.

Maden sahalarında S.P. ile Magnetik birbirleri ile örtüşmezler. Bu nedenle S.P. Ölçülerinin profilleri üzerine tamamlayıcı olarak Magnetik ölçüler de alınmıştır.

Magnetik ölçümler sırasında, bunların aralarına girilerek 5m x 10m tertibinde ölçüler alınmıştır.

4.1.3. Doğru akım özdirenç ölçümleri

Jeofizik alanında en yaygın kullanılan yapay kaynaklı uygulama yöntemidir. Diğer yöntemlere göre daha fazla tercih edilmesinin sebepleri arasında kullanım kolaylığı, ekonomik olması, deneyim ve bilgi birikimi bulunur.

Bu yöntem, yeraltındaki jeolojik yapıların araştırılmasını elektrik akımının farklı iletme prensibinden yararlanarak hedefler. Bu amaç doğrultusunda, iki ayrı noktadan (akım elektroduyla) yer altına bir çift elektrod yerleştirilir ve yer altındaki jeolojik yapıların elektrik özelliklerine bağlı olarak oluşan yapay gerilimler de başka bir çift

elektrod ile (potansiyel elektroduyla) ölçülür. Yer altının homojen ve izotrop olması durumunda, akımın dağılımı küreseldir (Kaya, 1997).

DAÖ yönteminde akım elektrodlarını açmakla daha derinlere inildiği varsayılmakta ve bu nedenle de düşey elektrik sondajı (DES) uygulaması mekanik sondajın elektriksel uygulaması gibi görülmektedir. Jeoloji sorunlarının çözümünde derine doğru araştırmalarda DES tekniği yaygın olarak kullanılmıştır.

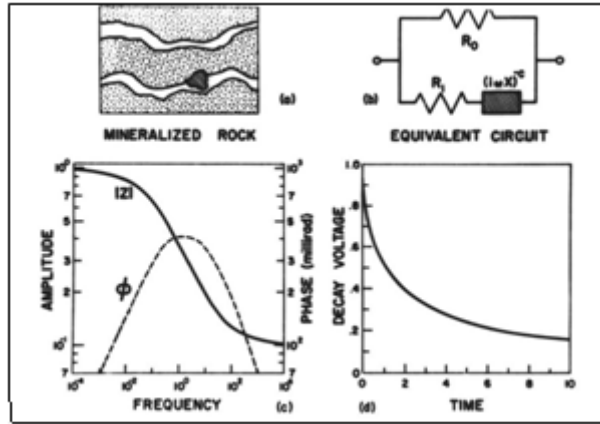
DAÖ çalışma tekniklerinde uygulama sırasında yere akım verilen A ve B akım elektrodları ile yerde oluşan gerilim farkının ölçüldüğü M ve N elektrodlarının birbirine göre konumlarından türetilen ölçü alma teknikleri elektrod açılımı olarak adlandırılmaktadır. Bu araştırmada dipol – dipol elektrod açılımı kullanılmıştır. Anlatılan elektrod açılımlarından biri yardımıyla DES, Kayma, ya da Haritalama tekniklerinden hangisi uygulanırsa uygulansın, 1Boyutlu bir çalışma gerçekleştirilir. 1B'lu çalışmada yerin birbirine paralel $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ öz dirençli ve $t_1, t_2, \dots, t_{n-1}$ kalınlıklarındaki tekdüze ve izotrop katmanlardan oluştuğu varsayılır. (Başokur, 2003).

4.1.4. İndüksiyon polarizasyon ölçümleri

DAÖ yönteminde olduğu gibi iki çift akım elektrotlarından yeraltına elektriksel akım (I) verilip, daha sonra iki çift gerilim elektrotu arasında bir gerilim farkı (ΔV) ölçülürken, DAÖ yönteminden farklı olarak, akım birden kesilerek, gerilim farkının hemen 0 (sıfır) değerine inmeyip belirli bir zamanda sönümlenerek sıfıra yaklaşmaktadır (Şekil 3). Bu geçici olay, 'indüksiyon polarizasyonu' olarak bilinir ve saniyeler sürebilir. Akımın kesilmesiyle oluşan eğriye ise "sönüm eğrisi" denir. Bu olayın, yeraltında akım ileten kılcal damarlardaki metalik mineral parçacıklarının çevrelerinde iyon bulutu oluşturması nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir. (Kaynak, U., 2011)

Zaman-bölgesi IP yöntemi, sönüm eğrisinin analizi temel alınarak kullanılır. Akım verme ve kesme süreleri "akım-açık" ve "akım-kapalı" olarak adlandırılır ve sinyal/gürültü oranını artırmak için aletsel nedenlerden dolayı tekrarlanır. Genel olarak, IP çalışmalarında dipol-dipol elektrot dizilimi kullanılır (Başokur, 2003). Uygulamada, akım kesildikten sonra, sönüm eğrisinin t_1 ve t_2 zamanları arasında yapılan integral ile "görünür yüklenebilirlik" ölçülür (cm² cinsinden). Ayrıca, sönüm

eğrisinin belirli bölgesindeki zaman farkını saniye cinsinden veya gerilim düşme oranını mV/V cinsinden ölçen cihazlar da geliştirilmiştir.



Şekil 4.1. Mineral parçacığı içeren kılcal damarlar (a). Eşdeğer elektrik devresi (b). Frekans bölgesi ölçüsü (c). Zaman bölgesi ölçüsü (d) (Başokur, 2003).

IP ölçüm yönteminin diğer ölçü tipleri, frekans-bölgesi ölçümleri diye isimlendirilir. Frekans ortamı I.P. Yönteminde bulunan frekans etkisi, “Düşürülen frekansa karşılık yükselen empedans” olarak isimlendirilmektedir. AC akımı, iki elektrot aracılığıyla yer altına iletilir. Gerilim farkının büyüklüğü ölçülür. Eğer kullanılan cihaz uygunsa, gerilim ve akım arasındaki faz kayması da kaydedilir.

Bakacak Arazi çalışmalarında zaman ortamında çalışılmış yüklenebilirlik ölçülmüştür. Grafitlerin yüksek IP yanıtı verdiği bilindiğinden burada grafitleri ayırmak amacıyla IP zaman ortamı tercih edilmiştir.

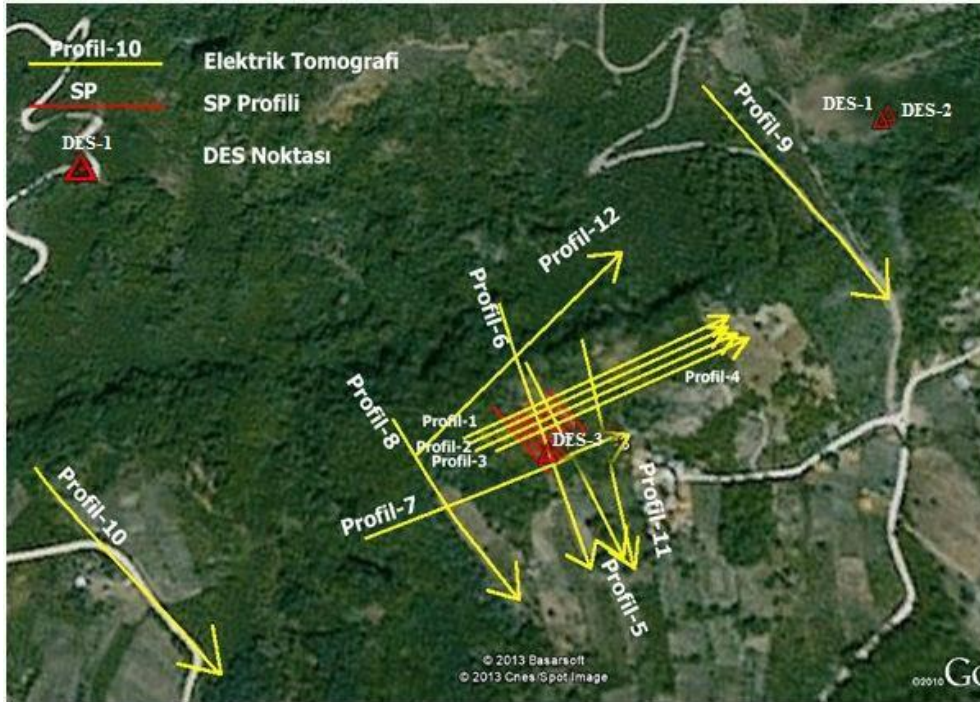
Cevherleşmenin sahada yayılımını belirlemek amacıyla daha önce yürütülen SP ve Magnetik araştırmaya ek olarak DAÖ ve IP araştırması aplikasyon haritasında verilen 12 profil üzerinde 2B’lu olarak çalışılmıştır. Ek olarak üç noktada da DES ölçümü alınmıştır.

4.2. Jeofizik Çalışmaların Sonucu

Cevherleşmenin yayılımını izleyebilmek için ocak şev üstünde güney batı – kuzey doğu doğrultulu birbirine paralel ve 10 metre aralıklarla 4 profil, bunlara dik ve ocak içinden geçen 2 profil tomografi ölçümleri alınmıştır. Bu 6 profil ölçümüyle cevherler ile çevre kayaç ilişkilerini belirleyip doğrultular üzerindeki devamlılığı izleyebilmek amaçlanmıştır. Bu profillerin dışında 6 ayrı yerde de tomografi ölçümleri alınarak, benzer cevherleşmenin olup olmadığı ve yapısal (fay) unsurları izlemek

amaçlanmıştır. (Şekil 4.2.). Ölçümlerde dizilim türü olarak Dipole-Dipole, Dipole-Gradient seçilmiştir. Aynı zamanda IP ölçümleri de alınmıştır.

Şekil 4.2’de verilen aplikasyon haritasındaki her bir ölçü doğrultusunda Bölüm 5’de açıklandığı gibi DAÖ ve IP verileri 2B’lu olarak toplanmış ve 2B’lu ters çözüm teknikleri uygulanarak ölçü doğrultusu boyunca, elektriksel özelliklere göre, gerçeğine en yakın yer altı modeli belirlenmeye çalışılmıştır. 2B’lu ters çözüm işleminde AGI firmasının “EarthImager2D” yazılımı kullanılmıştır. Arazide toplam 28-48 veri seviyesi için 6.25 m elektrod aralığı ile dipol-dipol dizimi yardımıyla iki-boyutlu olarak toplanan görünür öz direnç verileri, L2 normu (en küçük kareler çözümüne dayanan iki) boyutlu ters çözüm tekniği ile değerlendirilmiş (Loke ve Barker, 1996) ve yer elektrik kesitler oluşturulmuştur.



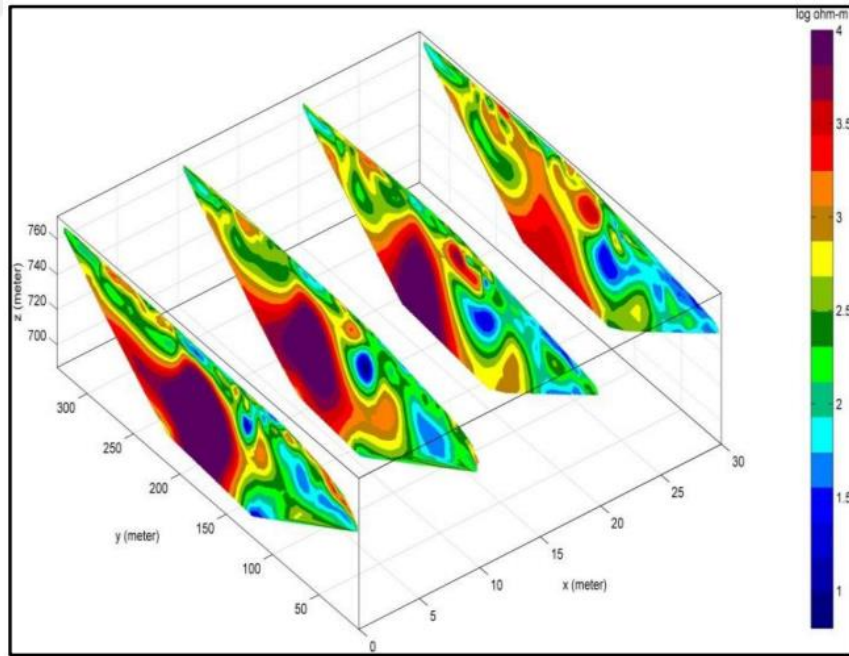
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki ölçü noktaları haritası (ölçeksiz)

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi 11, 1, 2, 3, 4 ve 7. ölçü doğrultuları, arazi koşullarının elverdiğince, birbirine paralel (G,GB – K,KD doğrultulu, yaklaşık azimutal 70°) ve 5, 6, 8, 9, 10 ve 12. ölçü doğrultuları da, mümkün olduğunca, ilk sayılan doğrultulara dik ve birbirlerine paralel (B,KB–D,GD doğrultulu, yaklaşık azimutal 160°) seçilmiştir. Bütün değerlendirmelerde dipol-dipol’ün dezavantajlarına karşılık yardımcı açılımın katkıları ve başarılı olup olmadıkları göz önüne alınmıştır. Böylece

araştırma alanında hematit ve diğer birimlerin yayılım, derinlik ve uzanım bilgilerine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Ölçü profili boyunca DAÖ değerlerinin 25→10000 ohm m değerlerinde ve IP'nin de sıfır civarındaki değerlerden →1000 değerlerine ulaştığı gözlenmektedir. Özellikle DAÖ değerlerinin çok geniş bir aralıkta değişmesi nedeniyle arazide yüzeyleme (mostra) görülen yerlerden ya da yüzeye yakın (sığ) yerlerden örnek almak yoluyla renklerle temsil edilen DAÖ değerlerinin karşılığının hangi jeolojik birimler olabileceği ortaya konulmuştur. Buna göre mavi renkle temsil edilen en düşük öz dirençli birimlerin kil ve kumlu kil; 200 – 2500 ohm m öz direnç değerli koyu yeşil ve kahverenkli yerlerin ve aradaki sarı renklerin grafit şist ve kontakt zonları; 2500–10000 ohm m arasında yüksek öz direnç değerleri kırmızı –mor olan kısımların hematit + kireçtaşı olduğu düşünülmektedir.

Ölçü profilinin orta bölümündeki yüksek öz dirençli yapının karşılığı IP'de düşük yüklenebilirlik değerleridir. Hedef mineral hematit'in kireçtaşları ile yan yana bulunduğu bilindiğinden, söz konusu bölgenin kireçtaşları içindeki hematit'ler olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.3. 1., 2., 3. ve 4. Ölçü profillerinin blok diyagram şeklinde gösterimi

Hematit ve hematit'i saran kireçtaşı belirtisinin ölçü profilleri boyunca sürekli olduğu ve 4. Ölçü profilinde kireçtaşının belki daha da derinde bulunduğu ve hematitin

egemen olduğu tahmin edilmektedir. Grafit ve kil de her bir ölçü profili boyunca süreklidir.

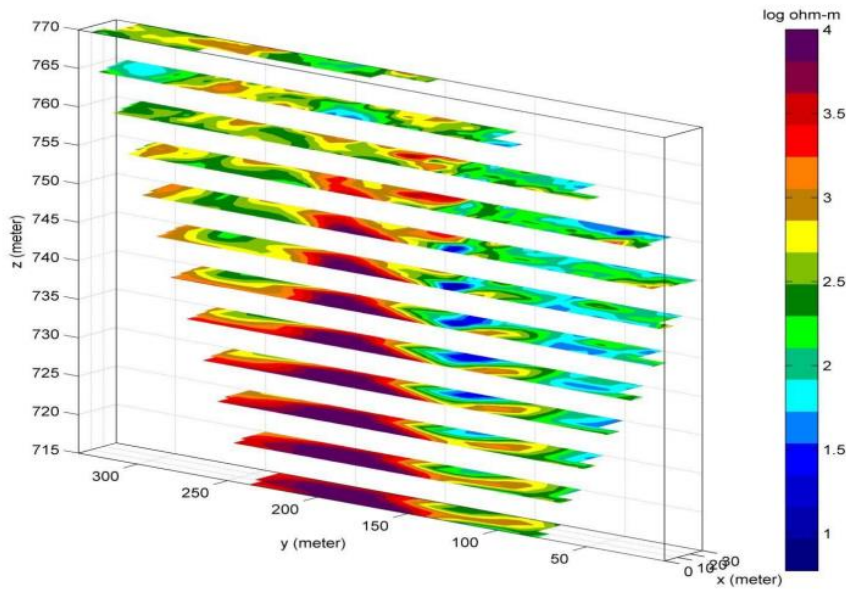
Ölçü profili boyunca -15 m’lerden başlayan hematit belirtisi, - 55 m’lere kadar devam etmektedir. Teknik nedenlerle daha derinlerin bilgisi olmasa da kireçtaşı ve hematitin daha derinlere devam ettiği belirtilerin gidişinden anlaşılmaktadır (Şekil 4.3.). Grafit de aynı derinliklere kadar süreklidir.

Bu 4 profil boyunca elde edilen verilere ek olarak dik profiller boyunca da ölçü alınmıştır. Böylece hem belirtilerin devamlılığı hem de -varsa- fayın görüntülenmesi amaçlanmıştır.

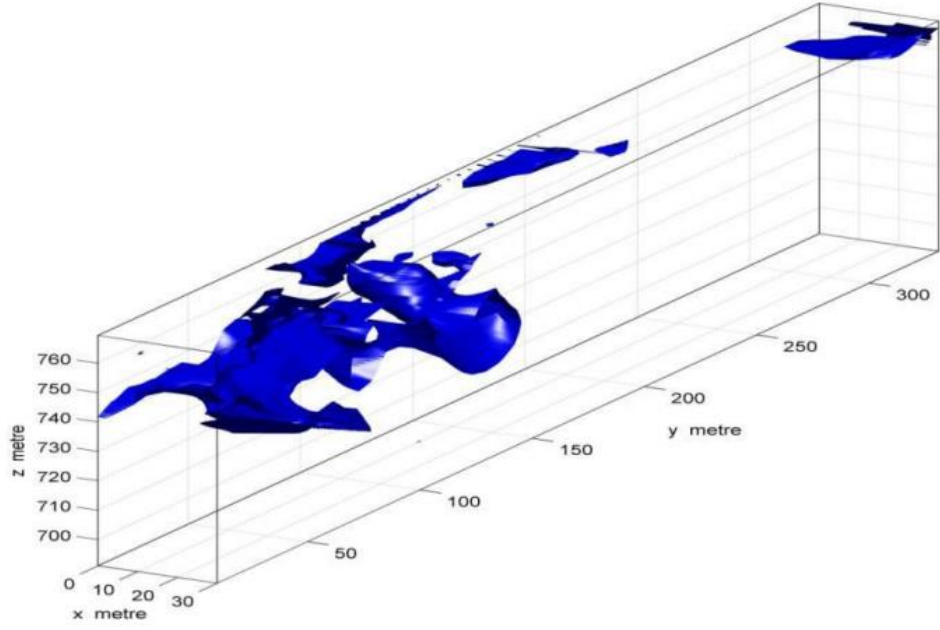
DAÖ değerlerine bağlı renk ayrımları dikkate alınarak söz konusu 1., 2., 3. ve 4. Ölçü profilleri için kil, grafit-grafit şist, hematit ve kireçtaşları 3B’lu olarak oluşturulmuş ve Şekil 4.4 – Şekil 4.8 arasında sunulmuştur.

Sahada ekonomik değer taşıyan hematit ve grafit cevherleşmesi görülmektedir. Bu cevherleşmeler inceleme alanının bazı bölgelerinde çevre kayalarla ve faylarla sınırlandırılmaktadırlar.

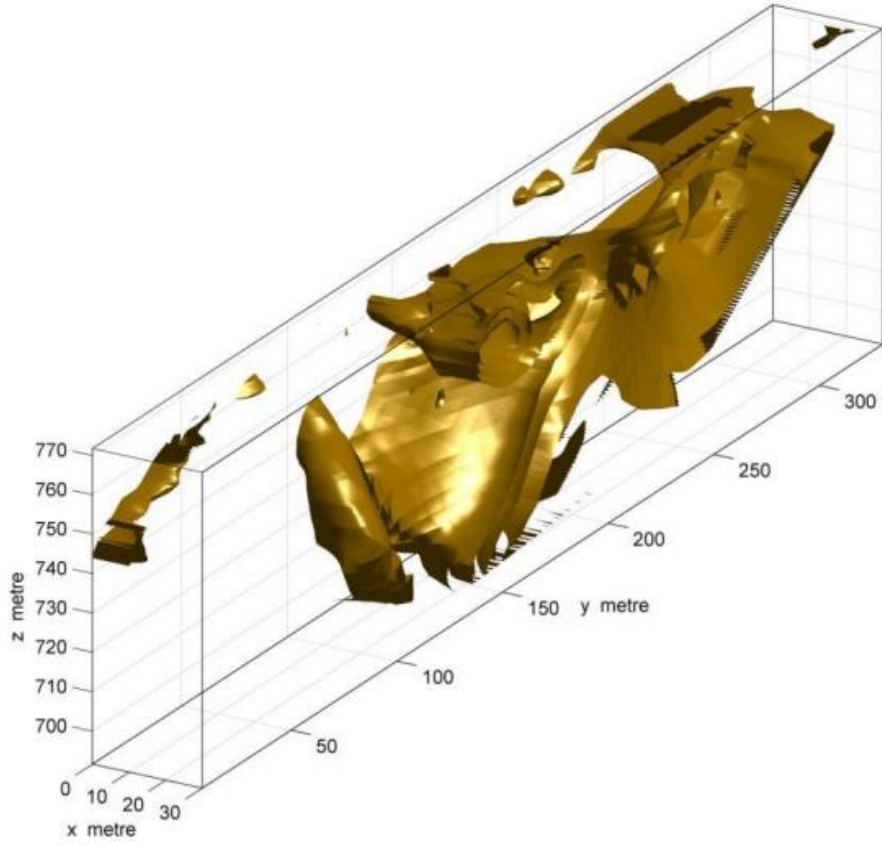
Mevcut işletme içinden ve çok yakınından geçen profillere bakıldığında kireçtaşları ile hematit cevherleşmesinin ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bölgelerde öz direnç değerleri de oldukça yüksek IP değerleri ise düşük ölçülmüştür.



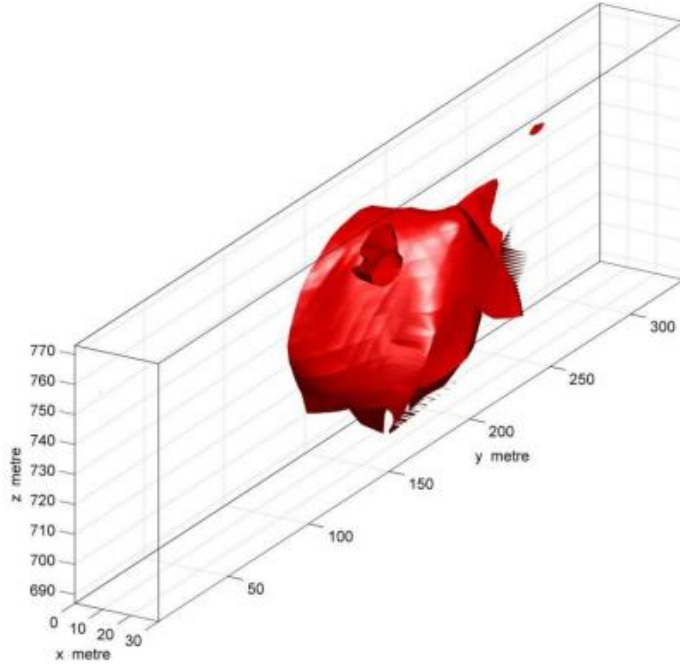
Şekil 4.4. 1., 2., 3. ve 4. Ölçü profillerinden yararlanılarak belirli derinlik seviyeleri için oluşturulmuş yerelektrik katları



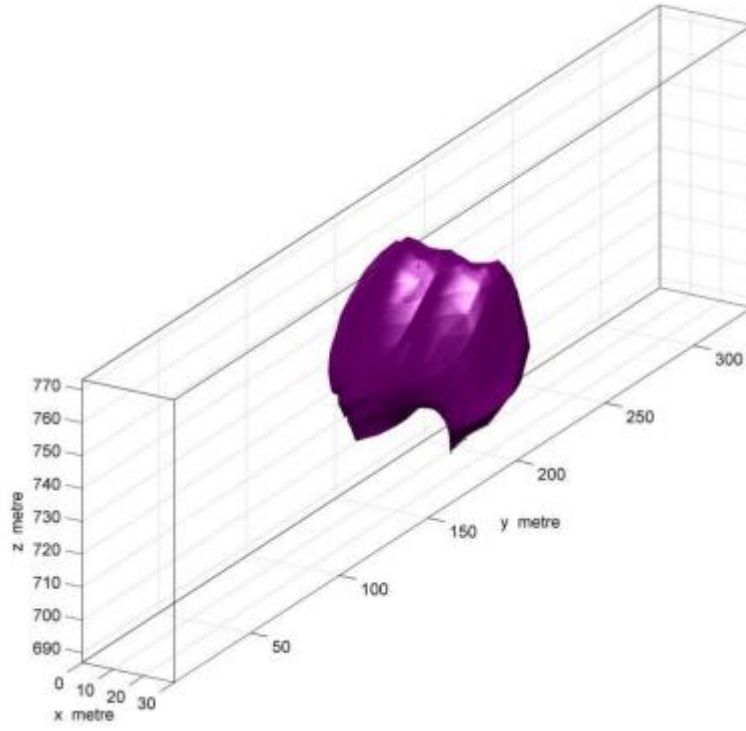
Şekil 4.5. Araştırma alanında kil ve kumlu kilin 3B’lu görünümü



Şekil 4.6. Araştırma alanında grafitin 3B’lu görünümü



Şekil 4.7. Araştırma alanında hematitin 3B’lu görünümü



Şekil 4.8. Araştırma alanında kireçtaşının 3B’lu görünümü

5. UZAKTAN ALGILAMA

Uzaktan algılama, özel sensörlerin uzay platformlarına monte edilmesiyle elektromanyetik enerjinin tespit edilmesi ve bilgisayar aracılığıyla elde edilen dataların analiz edilmesi esasına dayanır (Çelik ve diğerleri, 2006).

Başka bir ifadede uzaktan algılama, cisimlerin veya doğal olayların fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi toplamak için fiziksel bir bağlantı gerektirmeden, çeşitli algılayıcı sistemler tarafından elde edilen verilerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntem, elektromanyetik spektrumun morötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümden faydalanır (Dnuy, 1993).

Uzaktan algılama yeryüzündeki doğal ve yapay obje ve olgularla direk temas kurmadan, cisimlere ait özelliklerini görüntü formatında veriler şeklinde elde edilmesini sağlayan, bu görüntülerin işlenip bilgisayar programı yardımıyla analiz edilerek ortaya çıkarılmasını sağlayan bir teknolojidir. Uzaktan algılama teknolojisiyle elde edilen veriler uzay yörüngesinde bulunan uydular ve bunlara monte edilen algılayıcı sensörler aracılığıyla cisimlerin özelliklerini yansıtacak olan elektromanyetik spektrumun belli dalga boyları aralığında elde edilir ve kaydedilir. Kaydedilen bu veriler bant olarak isimlendirilir. Bu bantlar uyduya ve algılayıcı sistemlere göre farklılık gösterebilir.

Uzaktan algılamaya ilişkin verileri daha iyi anlamak için kullanılan çözünürlük özelliklerini açıklamamız gerekmektedir.

Çözünürlük, bir uydu tarafından ayırt edilebilen en küçük birim büyüklüğünü ifade eder. Uydular aracılığıyla alınan veriler piksel adı verilen hücreler şeklinde kaydedilir. Pikseller görüntüdeki en küçük alanı temsil eder.

Uzaktan algılamada 4 adet çözünürlük kavramı vardır.

- Mekansal Çözünürlük
- Spektal Çözünürlük
- Radyometrik Çözünürlük
- Zamansal Çözünürlük

5.1. Uzaktan Algılamada Çözünürlük

5.1.1. Mekansal çözünürlük

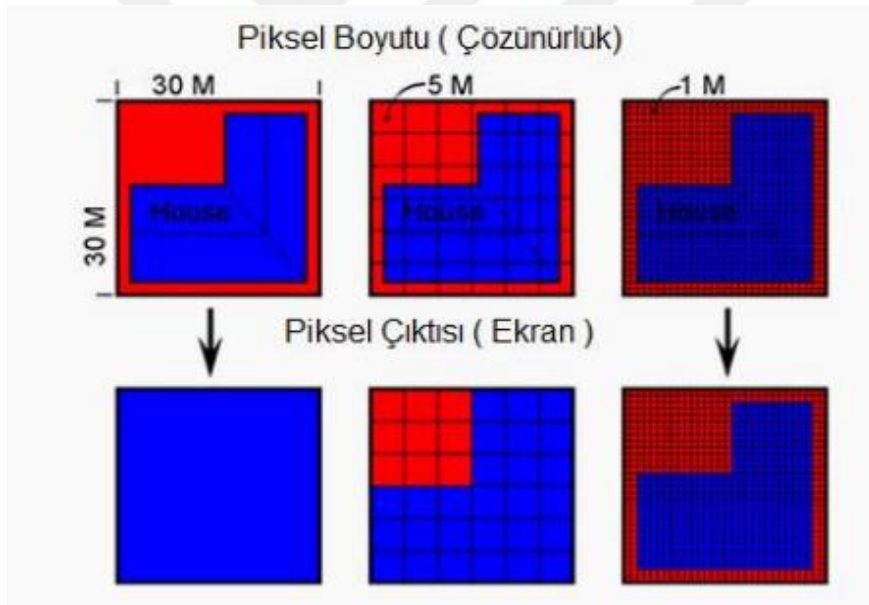
Uzaktan algılama verisindeki bir hücrenin(piksel) gerçek dünyada temsil ettiği büyüklüktür. Piksel boyutu sensör tipine ve uyduların özelliklerine kullanım amaçlarına göre farklı olmaktadır. Çözünürlüğün ölçümü, bir hücrenin (piksel) kenar uzunluğu ile ters orantılıdır. Hücre (piksel) uzunluğu ne kadar küçük olursa algılanan verinin ayrıntıları o kadar detaylı olmaktadır.

Mekansal çözünürlük genel olarak düşük, orta ve yüksek çözünürlük olarak ayrılmaktadır.

Düşük çözünürlük 30 m’den büyük

Orta çözünürlük 2-30 m’nin altında

Yüksek çözünürlük 2 m’ nin altında dır.



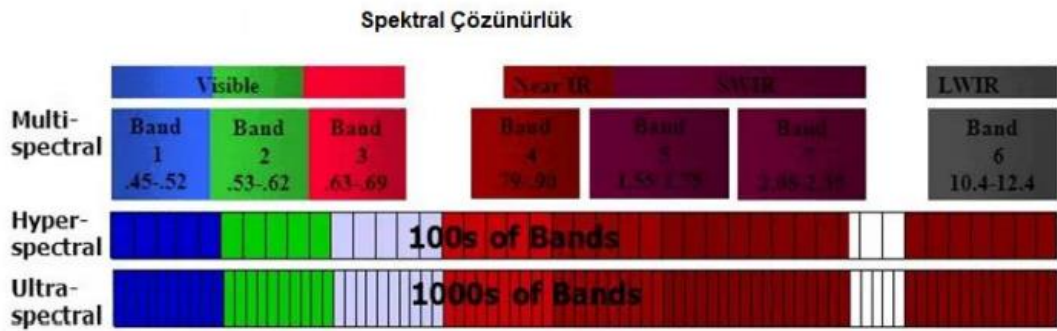
Şekil 5.1. Mekansal çözünürlük (Hoe, L. I., Umar, R., & Kamarudin, M. K. A ,2017).



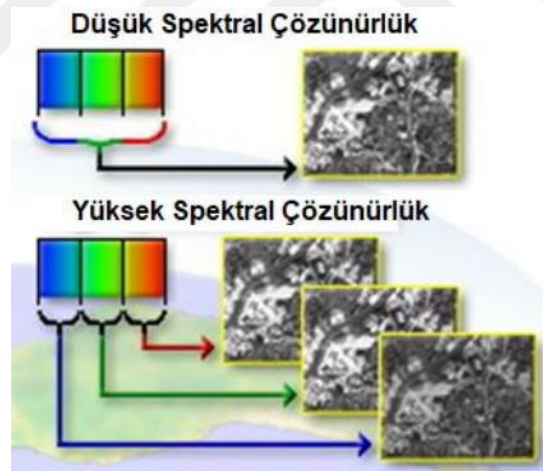
Şekil 5.2. Mekansal çözünürlük karşılaştırma (2023b)

5.1.2. Spektral çözünürlük

Görüntünün kapsadığı spektral bantların sayısı ve genişlikleri ile tanımlanmaktadır. Spektral çözünürlükteki amaç, farklı yüzeylerin yansımaya özelliklerindeki farklılıkları yakalamaktır. Spektral çözünürlük arttıkça, belirli bir bant için dalga boyu aralığı daralır ve bu da daha fazla bantın oluşmasına neden olur. Bazı sensörlerin yüzlerce hatta binlerce bandı vardır ve hiperspektral olarak kabul edilirler. Belirli bir bant için dalga boyları aralığı ne kadar dar olursa, spektral çözünürlük o kadar iyi olur.



Şekil 5.3. Spektral çözünürlük (Ayundyahrini, M., Purwanto, E. H., Lukiawan, R., & Setyoko, A. T. 2020, April)



Şekil 5.4. Spektral çözünürlükler arası farklar

5.1.3. Spektral çözünürlük

Radyometrik çözünürlük bir görüntüdeki hücrenin (piksel) parlaklık farklılıklarından dolayı alabileceği rakamsal değerleri belirleyen aralıktır. Radyometrik çözünürlük gri değer seviyelerinin sayısı ile ölçülür. Maksimum değer sayısı bit sayısı ile tanımlanır. Her bit güç 2^n üssünü kaydeder.

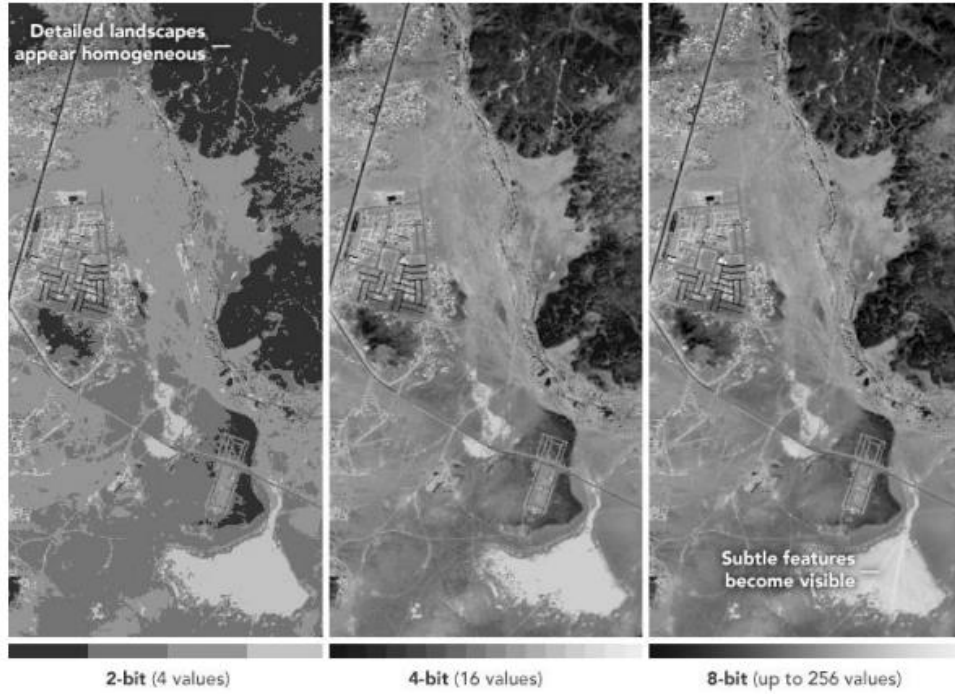
Örneğin;

n bit 2^n

4 bit 2^4 alabileceği değerler (0-15)

8 bit 2^8 alabileceği değerler (0-255) olabilir.

Radyometrik çözünürlük ne kadar yüksekse o kadar fazla değer bulunur. Yansıyan ve yayılan enerjideki küçük farklar daha iyi ölçümlenebilir.



Şekil 5.5. Radyometrik çözünürlük

(<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/remote-sensing>)

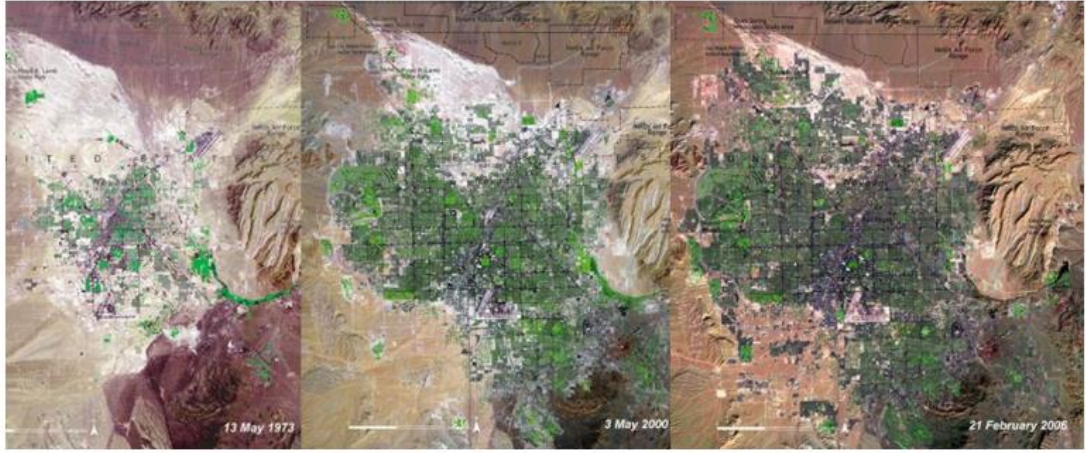
5.1.4. Zamansal çözünürlük

Bir uydunun daha önceden taramış olduğu bir alanın tekrar tarayınca kadar geçen zaman aralığıdır. Buna aynı zamanda tekrarlanma oranı'da denmektedir. Bu çözünürlük yörüngeye, sensörün özelliklerine ve tarama genişliğine bağlıdır.

Dünya gözlemsel uydularının zamansal çözünürlükleri 14-16 gündür. (IKONOS: 14 gün, LANDSAT 7: 16 gün, SPOT: 26 gün).

15 dakikalık METEOSAT 8 gibi meteorolojik uydular son derece kısa tekrarlanma oranlarına sahiptir. Bulutların içinden geçmeyen görünür veya kızılötesi radyasyonu algılayan sensörler olması durumunda, zamansal çözünürlük bulutlarda daha düşüktür. Dünyanın birçok bölgesi genellikle bulutlarla kaplı olduğundan, bu alanlar üzerlerinden bir uydu geçtiğinde doğru şekilde gösterilemez.

Farklı zamanlarda (aylık, yıllık ve on yılda bir) alınan bir alanın görüntüleri çok zamanlı analiz için kullanılabilir.



Şekil 5.6. Zamansal çözünürlükler arası farklar (NSDO,2013)

5.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük

Uydulardaki cihazlardan elde edilen uzaktan algılama verileri, verilerin çoğu araştırmacı ve uygulamalı bilim kullanıcısı tarafından kullanılabilir hale gelmesinden önce işlenmesini gerektirir.

Veriler işlendikten sonra, tarımdan su kaynaklarına, sağlık ve hava kalitesine kadar çeşitli uygulamalarda kullanılabilirler. Tek bir sensör, belirli bir uygulama içindeki tüm araştırma sorularını ele almayacaktır. Kullanıcıların, farklı spektral, uzamsal ve zamansal çözünürlükler tarafından sağlanan verilerin sınırlamalarını göz önünde bulundurarak sorularını yanıtlamak için genellikle birden çok sensörden ve veri ürününden yararlanmaları gerekir.

5.3. Uydu Görüntüsü Oluşturma

Birçok sensör, farklı spektral dalga boylarında veri alır. Örneğin, Landsat 8 üzerindeki OLI'nin 1. Bandı, 0.433-0.453 mikrometrede veri alırken, MODIS Band 1, 0.620-0.670 mikrometrede veri alır. OLI'nin toplam 9 bandı varken MODIS'in tümü elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerini ölçen 36 bandı vardır. Farklı özellikleri ortaya çıkarmak için verilerin görüntülerini üretmek için bantlar birleştirilebilir. Genellikle verilerin görüntüleri, çalışılan bir bölgenin özelliklerini ayırt etmek veya bir çalışma alanını belirlemek için kullanılır.

Gerçek renkli görüntüler, Dünya'yı insan gözüne görüldüğü gibi gösterir. Landsat 8 OLI gerçek renkli (kırmızı, yeşil, mavi [RGB]) görüntü için sensör Bantları 4 (Kırmızı), 3 (Yeşil) ve 2 (Mavi) birleştirilir.

5.4. Görüntü Yorumlama

Veriler, değişen bant kombinasyonlarıyla görüntüler halinde işlendikten sonra, bu görüntüler kaynak yönetimi kararlarına ve afet değerlendirmesine yardımcı olabilir. Bu, görüntülerin doğru yorumlanmasını gerektirir.

Ölçeği bilin — görüntünün uzamsal çözünürlüğüne bağlı olarak farklı ölçekler vardır ve her ölçek, farklı önem taşıyan özellikler sağlar. Örneğin, bir sel izlenirken, ayrıntılı, yüksek çözünürlüklü bir görünüm, hangi evlerin ve işyerlerinin suyla çevrili olduğunu gösterir. Daha geniş manzara görünümü, bir ilçenin veya büyükşehir bölgesinin hangi bölümlerinin sular altında kaldığını ve belki de suyun kaynağını gösterir. Daha geniş bir görünüm, tüm bölgeyi gösterirdi- taşkın nehir sistemi veya akışı kontrol eden sıradağlar ve vadiler.

Desenleri, şekilleri ve dokuları arayın — birçok özelliğin desen veya şekillerine göre tanımlanması kolaydır. Örneğin, tarım alanları genellikle geometrik, genellikle daire veya dikdörtgen şeklindedir. Düz çizgiler tipik olarak yollar veya kanallar gibi insan yapımı yapılardır.

Renkleri tanımlayın — özellikleri ayırt etmek için renk kullanırken, görüntüyü oluştururken kullanılan bant kombinasyonunu bilmek önemlidir. Gerçek veya doğal renkli görüntüler, uzaydan aşağı bakarsak kendi gözlerimizle göreceğimizi kopyalayan bant kombinasyonları kullanılarak oluşturulur. Su ışığı emer ve gerçek renkli görüntülerde tipik olarak siyah veya mavi görünür; su yüzeyinden yansıyan güneş ışığı onu gri veya gümüş gibi gösterebilir. Tortu, suyun renginin daha kahverengi görünmesini sağlayabilirken, algler suyun daha yeşil görünmesini sağlayabilir. Bitki örtüsünün rengi mevsime göre değişir: ilkbahar ve yaz aylarında tipik olarak canlı bir yeşildir; sonbaharda turuncu, sarı ve ten rengi olabilir ve kışın daha çok kahverengi olabilir. Çıplak zemin genellikle kahverenginin bir tonudur, ancak bu tortunun mineral bileşimine bağlıdır. Kentsel alanlar, yoğun beton kullanımından dolayı tipik olarak gri renktedir. Gerçek renkli görüntülerde buz ve kar beyazdır, ancak bulutlar da beyazdır.

Gözlemlediğiniz alan hakkında bilgi sahibi olmak, bu özelliklerin tanımlanmasına yardımcı olur.

5.5. Kantitatif Analiz

Farklı arazi örtüsü türleri, görüntü sınıflandırma algoritmaları kullanılarak daha kolay ayırt edilebilir. Görüntü sınıflandırması, tek tek görüntü piksellerinin spektral bilgilerini kullanır. Görüntü sınıflandırma algoritmalarını kullanan bir program, pikselleri denetimsiz sınıflandırma adı verilen şekilde otomatik olarak gruplandırabilir. Kullanıcı aynı zamanda, programı benzer pikselleri gruplamak üzere "eğitmek" için bilinen arazi örtüsü tipindeki alanları da belirtebilir; buna denetimli sınıflandırma denir. Haritalar veya görüntüler ayrıca bir coğrafi bilgi sistemine (GIS) entegre edilebilir ve daha sonra her piksel, nüfus sayımı verileri gibi diğer CBS verileriyle karşılaştırılabilir.

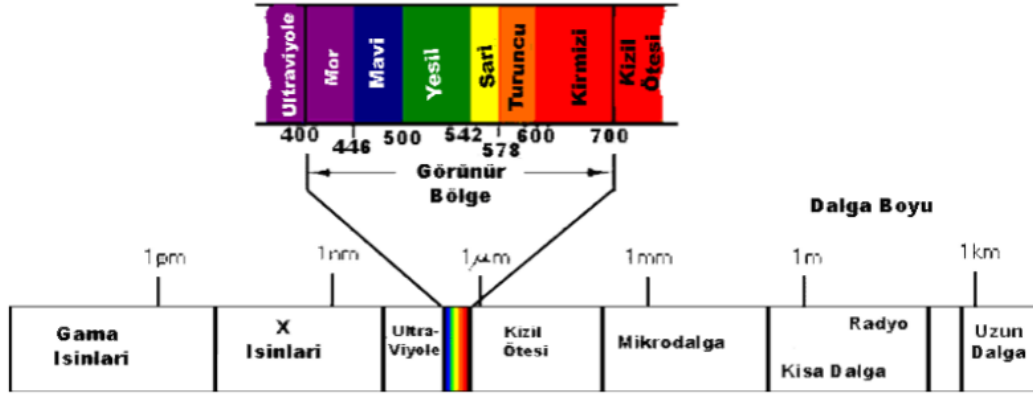
Uydular ayrıca genellikle deniz yüzeyi sıcaklığı, nitrojen dioksit veya diğer atmosferik kirleticiler, rüzgarlar, aerosoller ve biyokütle gibi biyojeofizik parametreleri ölçen çeşitli sensörler taşır. Bu parametreler istatistiksel ve spektral analiz teknikleriyle değerlendirilebilir.

5.6. Elektromanyetik Enerjinin Özellikleri

Güneş ve diğer kaynaklar, çeşitli dalga boylarında elektromanyetik enerji yaymaktadır. Bu enerji, doğal veya yapay olarak ortaya çıkar. Görünen ışık, insan gözünün algılayabildiği elektromanyetik ışıının sadece bir örneğidir. Radyo dalgaları, morötesi (ultraviyole) ışınları, x-ışınları diğer şekilleridir (Şekil 5.7.). Elektromanyetik enerji, görülebilir veya görülemeyen tüm ışınları içerir. Bu ışınlar, sinüzoidal elektrik dalgaları (E) ve yayılma yönüne dik olarak hareket eden manyetik dalgalar (M) olarak iki farklı tipe ayrılır. Görünür (visible) bölge, elektromanyetik spektrumda dar bir aralığı kapsar ve insan gözünün sadece 0.4-0.7 µm arasındaki dalga boylarına duyarlı olduğu bölgedir.

"Morötesi" olarak bilinen spektral bölge, ultraviyole ışığının en kısa dalga boyuna sahip olduğu bölgedir. Görünür bölgenin daha uzun dalga boylu tarafı "yansıyan kızıl ötesi (IR)" ve daha uzun dalga boylu tarafı ise "termal kızıl ötesi" enerjidir. Spektrumun 1 mm - 1 m arasındaki daha uzun dalga boylarının bölgesi "mikrodalga" olarak adlandırılır. Genel algılama sistemleri, spektrumun bir veya daha fazla

görülebilen, yansıyan kızıl ötesi, termal kızıl ötesi veya mikrodalga bölgelerinde çalışır. Yansıyan kızıl ötesi bazen kısa dalga boyulu kızılötesi (SWIR) olarak da adlandırılır ve yakın kızıl ötesi ile orta kızıl ötesi olmak üzere iki bölgeye ayrılır. SWIR, yansıyan enerjiyi temsil ederken, uzun dalga boyu kızıl ötesi ise yayılan enerjiyi ifade eder.

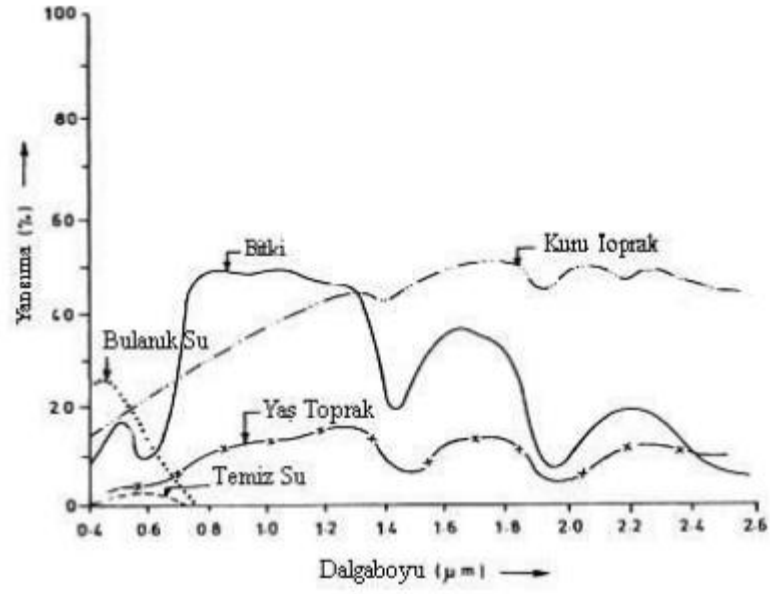


Şekil 5.7. Elektromanyetik spektrum (Hoe, L. I., Umar, R., & Kamarudin, M. K. A ,2017)

5.7. Spektral İmza

Farklı dalga boyu aralıklarında, cisimler elektromanyetik spektrum içinde çeşitli yansıma veya absorpsiyon özellikleri sergiler. Bir mineral veya hedef yüzey, güneş ışınları ile etkileştiğinde, ışınların ve yüzeyin özelliklerine bağlı olarak bir kısmı yansırken, diğer bir kısmı yüzeyi geçer veya cisim tarafından absorbe edilir.

Uzaktan algılamada cisimlerin elektromanyetik radyasyon yoğunluğu ile dalga boyu arasında, spektral tepki eğrisi olarak adlandırılan ilişki vardır(Gupta, 1991). Bir cisme ait yansıma spektrumu, gelen dalga boyunun bir fonksiyonu olarak x ve y düzleminde yansıyan radyasyonun temsili göstergesidir. Bir cisim veya cisim grubunun spektral tepki eğrisi, spektral imza veya parmak izi olarak bilinir(Gupta, 1991). Uzaktan algılama, cisimlerin yüksek yansıma, düşük yansıma ve soğurulma özelliklerine bağlı olan spektral davranışlarını ve tepkilerini içerir. Her cismin kendisinin ait olduğu spektral bir imzası vardır. Spektral imzalar, bir uzaktan algılama uzmanının uydu görüntüsü hakkında yorum yapabilmesi için temel bilgileri sağlar(Gupta, 1991). Kayaç tipleri, bitki türleri veya su kirliliği gibi konuların uydu görüntüleriyle yapılan çalışmalarda cisimlerin spektral imzalarından faydalanılır (Şekil5.8.).



Şekil 5.8. Doğal nesnelerin tipik spektral tepki eğrileri (Gupta, 1991)



6. UZAKTAN ALGILAMADA VERİ İŞLEM

6.1. Uydu Görüntülerinin ve Yardımcı Verilerin Düzeltilmesi

Coğrafi bilgi sistemleriyle gerçekleştirilen projelerde, tüm verilerin dijital formatta olması gerekmekte ve kullanılan yazılımın iç formatına aktarılması gerekmektedir. Yalnızca bazı manuel ve görsel kullanımlar dışında, projelerde kullanılan verilerin dijital olarak tutulması ve yazılımın dahili formatında bulunması gerekmektedir.

6.1.1. Koordinat düzeltmesi

TNT yazılım kaynaklarında, jeoreferanslama terimi genellikle kontrol noktalarının toplanması ve verilerin koordinat sistemine uygun hale getirilmesiyle ilişkilendirilir.

TNT yazılımlarında verilerin doğru olarak analiz edilmesi ve görüntülenmesi jeoreferanslama için önemlidir. TNT programında, geometrik düzeltme için kontrol noktalarının toplanması işlemi için kullanılması gereken yöntem Nesne Jeoreferanslama olarak adlandırılır. Nesne Jeoreferanslama işlemi, resim verilerindeki hücrelerin, vektör, CAD ve TIN gibi diğer veri tiplerinde bulunan öğeler üzerinde belirlenen bir projeksiyon sistemine göre coğrafi konumlarını tanımlamanızı sağlar. Bu yöntem, veri setinizdeki elemanların coğrafi referanslarını belirlemeniz için size yardımcı olur.

Jeoreferanslama işlemi, resim, vektör ve diğer verilerinizi coğrafi olarak doğru konumuna getirmek için, belirlediğiniz projeksiyon sistemi temel alınarak en az üç kontrol noktasının koordinatlarını tespit etmektir. Bu yöntemde, verilerinizi doğru konuma getirmek için kontrol noktalarını kullanarak coğrafi referanslama işlemi yapılır.

6.1.2. Yeniden örnekleme işlemi

Yeniden örnekleme, uzaktan algılama verilerinin piksellerin boyutlarını veya yerleşimini değiştirmek için kullanılan bir işlemidir. Verilerin yeniden örneklendiği durumlarda, piksellerin ölçüm alanları genişletilebilir veya daraltılabilir.

Yeniden örnekleme işlemi, çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Örneğin, görüntü çözünürlüğünü artırmak veya azaltmak, veri boyutunu azaltmak, analiz veya

görüntüleme gereksinimlerini karşılamak veya farklı sensörlerin verilerini aynı çözünürlükte birleştirmek için yeniden örnekleme yapılabilir.

Yeniden örnekleme işlemi sırasında, orijinal verilerdeki piksel değerleri değişebilir veya piksel değerleri arasında interpolasyon veya doldurma işlemleri uygulanabilir. Bu, yeniden örnekleme sonucunda elde edilen verilerin orijinal verilere kıyasla bazı bilgi kayıpları içerebileceği anlamına gelir.

6.1.3. Radyometrik düzeltme işlemi

Radyometrik düzeltme, uzaktan algılama verilerinin alındığı ve işlendiği süreçteki hataları gidermeye yönelik bir dizi işlemdir. Bu düzeltmeler, ölçülen elektromanyetik enerjinin doğru bir şekilde yansıtılması ve nesnelerin gerçek fiziksel özelliklerinin elde edilmesi için gereklidir. Radyometrik düzeltme işlemi genellikle şu adımları içerir:

Yansıtıcının veya sensörün kalibrasyonu: Ölçüm cihazlarının doğru bir şekilde kalibre edilmesi gerekmektedir. Bu, cihazların hassasiyetini belirlemek ve doğru ölçüm değerlerini sağlamak için yapılan bir işlemdir.

Atmosferik düzeltme: Atmosfer, uzaktan algılama sırasında yansıyan veya yayılan enerji üzerinde etkiye sahip olabilir. Atmosferik düzeltme işlemi, atmosferin etkisini minimize etmek ve yeryüzünden yansıyan enerjiyi doğru bir şekilde ayırmak için kullanılır. Bu, atmosferik bozulmayı hesaba katarak ölçülen enerjiyi düzeltmek anlamına gelir.

Gölge düzeltme: Yeryüzündeki nesnelerin farklı eğimlere ve yüksekliklere sahip olması, uzaktan algılama verilerinde gölgelerin oluşmasına neden olabilir. Gölge düzeltme işlemi, gölgeleri tespit etmek ve nesnelerin gerçek yansıtma veya emisyon özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılır.

Yansıma veya yayılma düzeltmesi: Bazı durumlarda, yansıma veya yayılma etkisi nedeniyle ölçülen enerji değerleri yanıltıcı olabilir. Bu tür etkileri düzeltmek için farklı matematiksel modeller veya düzeltme yöntemleri kullanılır.

Radyometrik düzeltme işlemi, uzaktan algılama verilerinin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi ve nesnelerin gerçek özelliklerini belirleyebilmek için önemlidir. Bu düzeltmeler, doğru ölçüm değerlerini sağlayarak uydu görüntülerinin, hava fotoğraflarının veya diğer uzaktan algılama verilerinin analizinde daha güvenilir sonuçlar elde etmemizi sağlar.

6.2. Uydu Görüntülerinin ve Yardımcı Verilerin Zenginleştirilmesi

6.2.1. Kontrast zenginleştirme

Uzaktan algılamada kullanılan veriler genellikle görüntüler şeklinde elde edilir. Kontrast zenginleştirme, bir görüntünün kontrastını artırmak için kullanılan bir işlemdir. Kontrast, bir görüntüdeki farklı gri seviyeleri arasındaki farklılıkları ifade eder.

Kontrast zenginleştirme, görüntünün daha belirgin hale getirilmesi veya farklı nesnelerin daha kolay ayırt edilebilmesi için görüntünün gri seviyeleri arasındaki farkları artırır.

Uzaktan algılamada kontrast zenginleştirme uygulaması, elde edilen görüntülerin analizi ve yorumlanması için önemli bir adımdır. Görüntülerin kontrastı artırılarak, nesnelerin sınırları, dokuları ve diğer önemli özellikleri daha belirgin hale getirilebilir. Bu, nesnelerin tespitini, sınıflandırılmasını ve izlenmesini kolaylaştırır.

Kontrast zenginleştirme işlemi, çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bunlar arasında histogram eşitleme, adaptif histogram eşitleme, kontrast genişletme ve farklı filtreleme teknikleri gibi yöntemler bulunur. Bu teknikler, görüntü üzerindeki piksel değerlerini değiştirerek kontrastı artırır.

Uzaktan algılamada kontrast zenginleştirme uygulaması, görüntülerin daha iyi analiz edilebilmesini sağlar ve araştırmacıların veya analistlerin önemli özellikleri daha kolay tespit etmelerine yardımcı olur.

6.2.2. Bant oranlama ve görüntü birleştirme

Jeoloji alanında uzaktan algılama çalışmalarında kullanılan bant oranlama yöntemi, minerallerin yansıma özelliklerini temel alarak minerallerin tespit edilmesini mümkün kılan bir yöntemdir . Bu yöntem, mineral türlerini belirlemek için mineral yansıma spektrumlarındaki farklılıkları dikkate alır. (Kavak 2005).

Bant oranlama, çoklu spektral bantlardan elde edilen verilerin oranlarını kullanarak yüzey özelliklerini analiz etmek ve çeşitli nesne sınıflandırmaları yapmak için kullanılır.

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun farklı bantlarından (genellikle görünür ve kızılötesi) toplanan verileri kullanarak yeryüzündeki nesneleri incelemeyi amaçlar.

Bu veriler, nesnelerin spektral imzalarını yani özelliklerini yansıtan sayısal değerlerdir. Bant oranlama, bu spektral değerleri kullanarak nesnelerin belirli özelliklerini tespit etmek için oranlar oluşturur.

Bant oranlama yöntemi, spektral imzalar arasındaki farkları vurgulamak veya belirli bir özelliği öne çıkarmak için kullanılabilir. Örneğin, bitki örtüsünün sağlık durumunu belirlemek için bitki klorofil aktivitesini yansıtan kızılötesi (infrared) ve yeşil bantlarından elde edilen verilerin oranı kullanılabilir. Bu yöntemle bitki stresi, hastalıklar veya besin eksiklikleri gibi bitki sağlığına ilişkin bilgiler elde edilebilir.

Bant oranlama, yüzey özelliklerini analiz etmek ve sınıflandırmak için başka alanlarda da kullanılır. Örneğin, su ve karasal alanlar arasındaki farkları belirlemek için mavi ve kırmızı bantlardan elde edilen verilerin oranı kullanılabilir. Bununla birlikte, bant oranlama tekniği nesneye ve uygulamaya bağlı olarak farklı bant kombinasyonları gerektirebilir.

Bant oranlama, uzaktan algılama verilerinin yüzey özelliklerini analiz etmek için hızlı ve etkili bir yöntem sağlar. Ancak, başarılı sonuçlar elde etmek için doğru bant kombinasyonlarının seçilmesi ve veri analizinin dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Literatürde sıkça kullanılan bir yöntem olarak bilinen, çalışma alanındaki cevherleşmelerin mineral birlikteliklerinin incelenmesi sonucunda hepsinin demirli mineraller (manyetit, limonit) içermesi ve hepsinde hidrotermal alterasyonun gözlenmesi sebebiyle alterasyon ve demirli minerallerin tespitinde yaygın olarak kullanılan band oranları;

Kil ve demir içeren mineralizasyonların belirlenmesi için 6/7 band oranı (Şekil 6.1.)

Demir minerali içeren alanların tespitine imkan sağlayan band oranları;

4/5 band oranı

5/4 band oranı

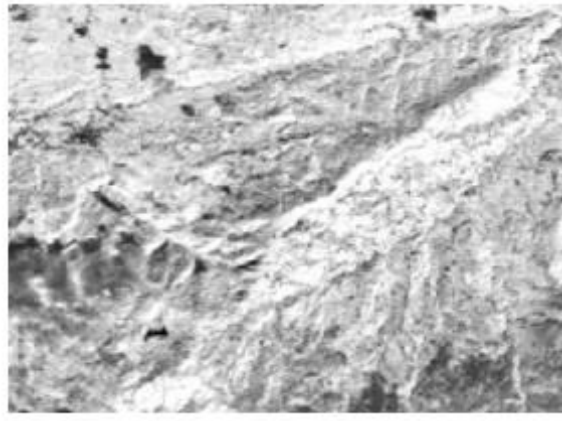
R(4/2) G (5/4) B (5/7) bantları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü uzaktan algılama bant oranlama teknikleri kullanılmıştır.

Uzaktan algılamada kullanılan bant oranları, iki farklı enerji aralığı kaydını içeren bantların matematiksel olarak oranlanması işlemidir. Bu yöntemle elde edilen görüntüler, siyah-beyaz renklidir.

Oranlanan bantların enerjileri ve tespit edilmek istenilen mineralin bu enerjilere tepkisi doğrultusunda, görüntülerde sonuç çeşitli tonlarda açık veya koyu renklerle ifade edilir.

Örneğin, 6/7 band oranı kil mineralleri ve demir oksitlerin tespiti için kullanılır ve koyu alanlar kil minerallerini gösterir (Şekil 6.1.).

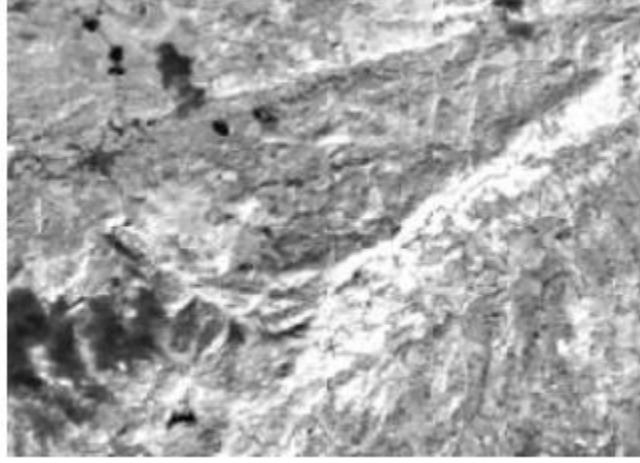
4/5 ve 5/4 band oranları demir tespiti için kullanılan bir oran olup, elde edilen görüntülerde 4/5'deki beyaz (Şekil 6.2.), 5/4'deki siyah (Şekil 6.3.) renkler demirli alanları işaret etmektedir (Bersi, 2016).



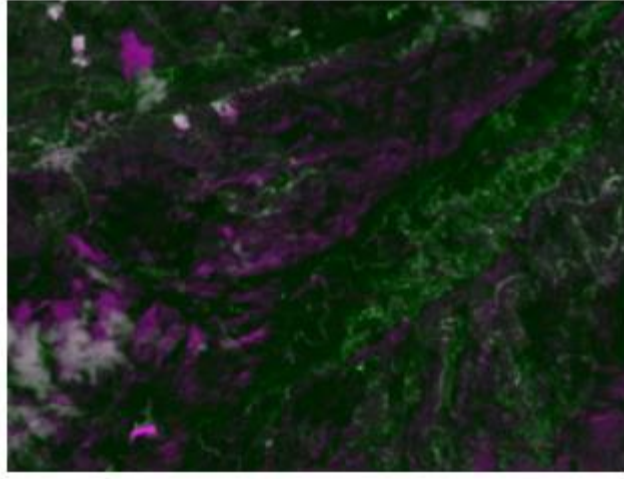
Şekil 6.1. Kil mineralleri ve demir içeren mineralleri tespiti için 6/7 band oranı



Şekil 6.2. Demirli minerallerin tespitini sağlayan band oranları(4/5)



Şekil 6.3. Demirli minerallerin tespiti için sağlanan band oranları(5/4)



Şekil 6.4. Renkli kompozit görüntü

6.3. Sınıflandırma Analizi

Sınıflandırma analizi farklı bilim kollarında uygulanan bir karar verme işlemidir (Ayhan ve ark., 2003). Görüntü sınıflandırma yönteminin uygulama metodu Sayısal Cisim Tanımlaması (Pattern Recognition) esaslarına dayanmaktadır (Gupta, 1991). Uydu görüntülerinden bilgi çıkarılması ve haritalama süreci olan görüntü sınıflaması, farklı nesnelerin birbirinden ayrılması ve tanımlanması amacını taşır. Bu analizde, multispektral bantların parlaklık değerleri ve arazideki nesneler veya cisimlerin karşılıkları (bilgi sınıfları) kullanılır. Sınıflandırma işlemi, kullanıcının spektral sınıfları ve bilgi sınıflarını birbirinden ayırmasıyla gerçekleşir (Anonim, 2007b). Sayısal görüntü sınıflaması, piksellerin parlaklık değerlerine göre belirlenen sınıflara atanması işlemidir (Campbell, 1996). Sınıflandırma sonrasında, harita veya görüntü üzerinde bu sınıflar, farklı renk ve sembollerle tanımlanmış tek bir görüntü olarak

görülür. Her sınıf içindeki piksellerin parlaklık değerleri birbirlerine yakinken, komşu sınıfların parlaklık değerleri birbirlerinden uzaktır.

Sınıflandırma, bilgisayar ortamında matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir. İşlem iki aşamada gerçekleştirilir. İlk aşama, gerçek nesne sınıflarının (bilgi sınıfları) tanımlanmasıdır. İkinci aşamada ise, farklı bantlardaki piksellerin özelliklerine göre, pikselin ait olduğu sınıfın belirlenmesidir (Ayhan, 2003). Temelde iki tür sayısal görüntü sınıflandırma yöntemi bulunmaktadır: Kontrollü Sınıflandırma (Kontrollü cisim tanımlama) ve Kontrolsüz Sınıflandırma (Kümeleme Analizi) (Gupta, 1991).

6.3.1. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz Sınıflandırma, bilinmeyen piksellerin analiz edilmesi ve piksellerin doğal niteliklerine dayalı olarak benzer gruplara veya sınıflara ayrılması işlemidir. (Ayhan, 2003).

Kontrolsüz sınıflandırmanın avantajları arasında, önceden bölge hakkında bilgi sahibi olma gerekliliğinin olmaması ve kullanıcının bu yöntemle olan etkisinin sınırlı olması bulunmaktadır (Campbell, 1996). Bu yöntemde, kullanıcı tarafından yapılabilecek yanlışlar en alt düzeye indirgenir. Ayrıca kontrolsüz sınıflandırma yöntemi oldukça hızlıdır. Öte yandan, bu yöntemle veri içinde, kullanıcı tarafından tanımlanan bilgi sınıflarının yerine öncelikle spektral homojen sınıflar belirlenir.

6.3.2. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü Sınıflandırma yöntemi, ilgilenilen bölgeleri tanımlayan bilgi sınıflarının belirlenmesi ve bu sınıfların spektral olarak ayırt edilebilirliğinin incelenmesiyle gerçekleştirilir. Başka bir deyişle, kontrollü sınıflandırma, önceden belirlenen konumlarına ve bilgisel sınıflara sahip örneklerin kullanıldığı ve sınıflandırılmamış piksellerin uygun bilgi sınıflarından birine yerleştirildiği bir işlemdir. Bilgi sınıfları, konumları kullanıcı tarafından bilinen ve belirlenen piksellerden oluşan eğitim alanlarıdır. Kontrollü Sınıflandırma süreci oldukça ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirilir. İlk olarak, incelenecek alanda haritalar veya saha çalışmaları kullanılarak bilinen sınıfları temsil edecek eğitim alanları belirlenir. Bu alanlar, her bir bilgi sınıfını yeterli düzeyde homojen ve temsil edici şekilde yansıtmalıdır. Eğitim alanları, her sınıftaki parlaklık değerlerinin dağılımını ve/veya özelliklerini belirlemektedir.



7. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

7.1. Landsat Uydusu

Landsat programı, ABD Jeolojik Araştırma Merkezi (USGS) ve NASA işbirliğiyle yürütülen bir uzaktan algılama uydusu programıdır. İlk Landsat uydusu, 1972 yılında fırlatılan Landsat 1'dir ve o zamandan beri bir dizi uydunun başarıyla görev yapmasını sağlamıştır. Günümüzde en son nesil uydular Landsat 8 ve Landsat 9'dur.

Landsat Uydularının Özellikleri:

Çok Spektral Bantlar: Landsat uyduları, farklı dalga boylarında çalışan çok sayıda spektral banta sahiptir. Bu bantlar, farklı yüzey özelliklerini ve malzemeleri ayırt etmek için kullanılır. Örneğin, bitki sağlığını değerlendirmek için yeşil ve kızlötesi bantlar kullanılır.

Yüksek Çözünürlük: Landsat uyduları, yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için gelişmiş optik sistemlere sahiptir. Bu, yeryüzündeki detayları daha iyi görmemizi ve analiz etmemizi sağlar.

Sürekli Gözlem: Landsat uyduları, Dünya'yı sürekli olarak izler. Belirli bir alanın değişimlerini uzun süre boyunca takip edebilir ve zaman içindeki değişimleri analiz edebiliriz. Bu, çevresel değişikliklerin izlenmesi, iklim değişikliği çalışmaları ve doğal kaynakların yönetimi gibi birçok alanda önemli bilgiler sağlar.

Uzaktan Algılama ve Landsat Verilerinin Kullanımı:

Uzaktan algılama, Landsat uydularının sağladığı verileri kullanarak birçok alanda çeşitli analizler yapmamızı sağlar. Örneğin, tarım alanında, bitki örtüsünün sağlığını izlemek ve verimliliği artırmak için Landsat verileri kullanılabilir. Ormancılık alanında, ağaç kesimi ve orman yangınları gibi tehditleri tespit etmek için Landsat görüntüleri kullanılabilir. Ayrıca, su kaynakları yönetimi, kentsel gelişim izleme ve doğal afetlerin etkilerinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda Landsat verileri önemli bir araçtır.

Sonuç:

Landsat uyduları, uzaktan algılama alanında vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. Dünya'nın yüzeyindeki çevresel değişiklikleri izlemek ve doğal kaynakları yönetmek için bu verileri kullanmak, sürdürülebilirlik ve çevre bilimleri alanında büyük önem taşımaktadır. Landsat uydularının sağladığı uzaktan algılama verileri, insanlığın Dünya'yı daha iyi anlamasına ve geleceğe yönelik önlemler almasına yardımcı olmaktadır.

Madenler, insanlar için önemli ekonomik kaynaklardır ve doğal kaynak yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu kaynakların etkin bir şekilde tespit edilmesi ve yönetilmesi, sürdürülebilirlik açısından hayati öneme sahiptir. Bu makalede, Landsat uydularının uzaktan algılama verilerinin kullanımıyla maden sahalarının tespit edilmesi ve doğal kaynak yönetiminin nasıl geliştirildiği incelenecektir.

Landsat Uyduları ve Uzaktan Algılama:

Landsat uyduları, Dünya'nın yüzeyinden çekilen görüntüler ve veriler aracılığıyla uzaktan algılama yapmamızı sağlayan değerli bir kaynaktır. Bu uydular, farklı spektral bantlarda çalışan sensörler aracılığıyla toplanan verileri sağlar. Maden sahalarının tespiti için özellikle kızılötesi, kırmızı ve yeşil spektral bantlar önemli bir rol oynamaktadır. Bu spektral bantlar, farklı yüzey özelliklerini ayırt etmeye ve maden sahalarını belirlemeye yardımcı olur.

Maden Sahalarının Tespiti:

Landsat uydularının uzaktan algılama verileri, maden sahalarının tespitinde önemli bir araçtır. Maden sahalarının belirli spektral imzaları vardır ve bu imzalar, Landsat verileriyle tespit edilebilir. Örneğin, metalik minerallerin yansıma özellikleri, kızılötesi bantlarda belirgin bir şekilde görülebilir. Bu nedenle, Landsat görüntüleri analiz edilerek potansiyel maden sahaları belirlenebilir.

Gelişmiş Görüntü İşleme ve Analiz:

Landsat verilerinin maden sahalarının tespitinde kullanılması, gelişmiş görüntü işleme ve analiz tekniklerini gerektirir. Özellikle, spektral indekslerin hesaplanması, farklı yüzey özelliklerini vurgulamak ve maden sahalarını belirlemek için yaygın olarak kullanılır. Bunun yanı sıra, nesne tabanlı görüntü analizi ve sınıflandırma yöntemleri, maden sahalarının diğer alanlardan ayrılmasında önemli bir rol oynar.

Doğal Kaynak Yönetimi:

Landsat uyduları tarafından sağlanan maden sahası tespiti verileri, doğal kaynak yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu veriler, maden sahalarının belirlenmesi, izlenmesi ve yönetimi için kullanılabilir. Maden sahalarının tespiti, çevresel etkilerin izlenmesi, su kaynaklarının korunması ve toprak erozyonu gibi sorunların önlenmesi açısından büyük önem taşır.

Sonuç:

Landsat uydularının uzaktan algılama verileri, maden sahalarının tespiti ve doğal kaynak yönetimi için değerli bir araçtır. Uzaktan algılama teknikleri ve gelişmiş görüntü işleme yöntemleri kullanılarak, potansiyel maden sahaları belirlenebilir ve kaynakların etkin bir şekilde yönetimi sağlanabilir.

7.2. TntMips Yazılımı

Günümüzde, coğrafi verilerin işlenmesi ve analizi, jeo-bilgi sistemleri (GIS) ve coğrafi bilgi sistemleri (CIS) gibi yazılımlarla gerçekleştirilmektedir. TNTmips, bu alanda önemli bir yer tutan çok fonksiyonlu bir jeo-bilgi işleme yazılımıdır. Bu makalede, TNTmips'in özellikleri, kullanım alanları ve sağladığı avantajlar ele alınacaktır.

TNTmips Nedir?

TNTmips, MicroImages tarafından geliştirilen bir jeo-bilgi işleme yazılımıdır. Coğrafi verilerin analizi, düzenlenmesi, görselleştirilmesi ve sorgulanması gibi işlemleri gerçekleştirmek için geniş bir araç seti sunar. TNTmips, Windows tabanlı bir yazılımdır ve kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir.

Özellikleri:

Coğrafi Veri İşleme: TNTmips, vektör ve raster verilerin işlenmesi için kapsamlı bir araç seti sunar. Verilerin içe aktarılması, düzenlenmesi, dönüştürülmesi ve analizi gibi işlemler kolaylıkla yapılabilir.

Analiz ve Modelleme: TNTmips, coğrafi verilerin analizi için çeşitli araçlar sağlar. Sorgulama, istatistiksel analiz, alan hesaplamaları, üç boyutlu modelleme gibi işlemler yapılabilir. Ayrıca, jeo-istatistiksel analiz, uzamsal analiz ve karmaşıklık analizi gibi ileri seviye analiz yöntemlerini destekler.

Veri Görselleştirme: TNTmips, verilerin etkileyici görselleştirme yöntemleriyle sunulmasını sağlar. Renk paletleri, semboloji seçenekleri, etiketleme ve harita tasarımı gibi özellikler, kullanıcılara esneklik ve yaratıcılık sağlar.

Uzaktan Algılama: TNTmips, hava ve uydu görüntülerinin işlenmesi ve analizi için gelişmiş araçlar sunar. Uzaktan algılama verilerinin işlenmesi, sınıflandırılması, görüntü iyileştirmesi gibi işlemler gerçekleştirilebilir.

Kullanım Alanları:

TNTmips, birçok farklı sektörde kullanılan bir yazılımdır. Aşağıda bazı kullanım alanları verilmiştir:

Çevre yönetimi ve doğal kaynaklar: TNTmips, arazi kullanımı analizi, su kaynakları yönetimi, ormancılık planlaması ve ekosistem modeller.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada inceleme alanında yer alan demir mineralizasyonunun uzaktan algılama ile tespit edilmesi ve sahada yapılan arazi çalışmalarıyla korelasyonunu sağlamak amacıyla indirilen Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin bantlarının dalga boyu aralıkları referans alınarak ve yansıma değerleri ve bant oranlamaları ile demir mineralizasyonun haritalaması yapılmıştır. Bu yöntemin kolay uygulaması olan Crosta yöntemidir: kil ve demir oksit mineralizasyonun tespiti için dört farklı Landsat TM bandları üzerinde yapılan çalışma ana bileşenler analizidir. Analiz için uygulanan crosta yöntemi için öz vektör matriksi incelenmeden kullanılan bantların çeşidine göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit veya kil mineralleri haritalanmıştır.

Landsat 7 ETM+ ve ASTER görüntüleri kullanılarak sahada farklılık olarak belirlenen noktalarda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Görüntü işleme yöntemleri kullanılarak tespit edilen anomali alanlarında, çalışma sahası içerisinde metamorfik kayaların ayrışması ve taşınması sonucu oluşan ve hidrotermal çıkışlarının yoğun olduğu bölgelerde demir oksit boyamalarının bulunduğu ve bazı bölgelerde manyetit -hematit gibi demir mineralizasyonunun varlığı saha çalışmalarıyla doğrulanmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında yapılan çalışmalarla tespit edilen anomali alanlarında yoğun demir oksit boyamalarının olduğu tespit edilmiş ve o alanlarda el örneği büyüklüğünde manyetit, hematit ve spekülarit örneklerine rastlanmıştır.

İnceleme alanında yapılan önceki arazi çalışmalardan derlenen bilgilerin yorumlanması ve yapılan uzaktan algılama çalışmalarında elde edilen sonuç bölgenin maden potansiyeli bakımından bir diğer göstergesidir.

Cevher mineralizasyonu ve alterasyon oluşumlarını ifade eden demirli mineraller ile kil minerallerinin landsat uydusu band oranları (6/7, 4/5, 5/4), (6/5)*(4/5) ile renkli kompozit görüntüler (4/2 5/4 5/7; 4/2 5/7 4/5; 4/2 5/7 5/4) oluşturulmuştur.

Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen kompozit bant görüntülerin yorumlanması ve önceki çalışmalar ile korelasyonu sonucunda sahada mevcut yatakların konumları ciddi bir şekilde benzerlik göstermiştir.

Uzaktan algılama tekniklerinin kullanıldığı bir çalışma, çalışma şartlarının uygun olmadığı coğrafi koşullara ait maden sahalarının veya potansiyel alanların tespit edilmesinde arazi çalışmalarının ve jeolojik çalışmalarının yanında önemini göstermiştir. Bu çalışma, önceden belirlenen bölgelere dayalı olarak planlanan çalışmaların zaman ve maliyet bakımından daha verimli olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, uzaktan algılama yöntemlerinin kullanıldığı arazi çalışmaları, gelecekte yapılacak çalışmalara öncü olarak önemli bir zaman ve maddi kazanç sağlayabilir.

Çalışma bölgesinde hematit, kireçtaşı, grafit, grafit-şist, limonit ve killi-kumlu birimler gözlenmektedir. Bu birimlerin içerdiği cevherler, ekonomik açıdan önemli olan hematit ve grafit olarak belirlenmiştir. Sahada ekonomik değer taşıyan yaklaşık 15.000 ton blok (hematit + kireçtaşı) cevheri çıkarılmıştır. Bununla birlikte, bölge genelinde cevherleşmenin büyük bir çoğunluğu tektonik yapılar boyunca yerleşmiştir. Kireçtaşı+hematit kompleks yapı için yaklaşık 2.000.000 m³'lük grafit şist ve kontakt zonu için yaklaşık 1.000.000 m³'lük hacimde cevher olabileceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ayhan, E., Karşlı, F., Tunç, E. (2003), Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, Harita Dergisi, 130, 32-46.
- Ayundyahrini, M., Purwanto, E. H., Lukiawan, R., & Setyoko, A. T. (2020, April). Challenges for standardization: Hyperspectral technology to supports Indonesian food security. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2217, No. 1). AIP Publishing.
- Başokur, A. T., 2003, Maden Aramalarında Elektrik ve EM Yöntemler, AÜ MF, Jeofizik Müh. Bölümü, Ankara.
- Bersi, M., Saibi, H., & Chabou, M. C. (2016). Aerogravity and remote sensing observations of an iron deposit in Gara Djebilet, southwestern Algeria. Journal of African Earth Sciences, 116, 134-150.
- Campbell, J.B. (1996), Introduction to Remote Sensing, New York, 313-397.
- Çelik, H., Yıldız, F. 2006, ASTER uydu görüntülerinden üretilen ortofotoların doğruluğunun araştırılması, Harita Dergisi, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Ankara, 136
- Çelik, H., 2006. İstanbul Sarıyer ilçesine ait uzaktan algılama uydu verileri ile mekansal veri analizleri. Yüksek lisans tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale
- Dnuy, S. A. 1993. Image interpretation in geology. 2'édition.
- Erendil, M., Göncüoğlu, M. C., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşçu, İ., Ürgün, M. B., Temren, A., ve Tunay, G., 1991, Armutlu yarımadasının jeolojisi. MTA Rap. 9165.
- Gupta, R.P. 1991, Remote Sensing Geology, Verlag Berlin Heidelberg, 213-219,.
- Göncüoğlu, M. C., Erendil, M., Tekeli, O., Ürgün, B. M., Aksay, A., & Kuşçu, İ. 1986. Armutlu Yarımadasının doğu kesiminin jeolojisi. MTA Raporu, 7786.
- Hoe, L. I., Umar, R., & Kamarudin, M. K. A. (2017). Evaluation of Remote Sensing Principles 1986: The Unsolved Problems. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7(7), 475-490.
- Kavak, K.S., 2005, Determination of paleotectonic and neotectonic features around the Menderes Massif and the Gediz Graben (western Turkey) using Landsat TM image, International Journal of Remote Sensing, 26, 1: 140-163.
- Kaya, O. , Wiedmann, J. & Kozur, H. 1986. Kuzetbatı ve batı Türkiye'deki Genç Paleozoik ve/veya Triyas yaşlı "Melanj" veya "Kenet Zonu Karmaşığı" şeklinde anılan oluşukların stratigrafisi, yaş ve yapısına ilişkin ön rapor. Yerbilimleri , (13) , 1-16
- Kaynak, U., 2011, Induced Polarization (I.P.) Yöntemi, S.55-60, TBMMO Jeofizik Mühendisleri Odası, Eğitim Yayınları No.18.

- Kitiş, C.K., 2009. Arazi kullanımındaki değişimlerin coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla izlenmesinde quickbird uydu verileri ve hava fotoğraflarının birlikte kullanılma olanaklarının Kuzey Adana örneğinde araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 168 S., Adana.
- Liew, S.C. (2001), Principles of Remote Sensing, CRISP,
- NSDO (2013). Nevada County Population Projections 2013 to 2032 Based on the Last Estimate of the Year of 2012. The Nevada State Demographer's Office
- Önder, M. (2000). Coğrafi bilgi sistemlerinde uzaktan algılama. Hacettepe Üniversitesi Uluslar arası Karst Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ders Kitabı, Ankara.
- Saner, S., Taner, İ., Aksoy, Z., Siyako, M., & Bürkan, K. A. 1980. Karabük-Safranbolu bölgesinin jeolojisi. Türkiye 5. Petrol Kongresi, 111-122.
- Tokay, M., 1973. Kuzey Anadolu Fay zonunun Gerede ile Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler. Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Sempozyumu (29, 30,31, Mart 1972-Ankara)Mta Yayını. S. 12-29.
- Yazman, M., & Çokuğraş, R. 1983. Adapazarı-Kandıra-Düzce-Akçakoca yerleşim merkezleriyle sınırlı alanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları (Geology and hydrocarbon potential of Adapazarı-Kandıra-Düzce-Akçakoca region). Turkish Petroleum Corporation (TPAO) Report, (1747).
- Yergök, A. F., Akman, Ü., İplikçi, E., Karabalık, N.N., Armaęan, F., Erdoğan, K., N.N., Armaęan, F., Kaymakçı, H., Çetinkaya, A., Keskin, İ., Mengi, H., Umut, M., 1987, Batı Karadeniz Bölgesi Jeolojisi I. MTA Rap. No:8273(yayımlanmamış).
- Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Genç, ř. C., Bozcu, M., Yılmaz, K., şeker, H., Yięitbař, E. and Keskin, M., 1990, Armutlu yarımadası ve dolayının jeolojisi. TPAO Rap., 2796, 210 s.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A. M. Ve Yięitbař, E., 1981, Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasındaki Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi. İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 2/3-4,239-261 .

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad :Fazlı Ahmet ZENGİN

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans** : 2017, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2023-Devam ediyor Güçal- Lacivert Yapıda Proje müdürü olarak çalışmaktadır.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER: