T.C.

BATMAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SASON (BATMAN) CİVARININ JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE BELİRLENMESİ

Ahmet DEĞİRMENCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan-2017
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır



T.C.

BATMAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SASON (BATMAN) CİVARININ JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE BELİRLENMESİ

Ahmet DEĞİRMENCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını

Nisan-2017
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet DEĞİRMENCİ tarafından hazırlanan "**SASON (BATMAN) CİVARININ JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE BELİRLENMESİ**" adlı tez çalışması …/…/… tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Doç. Dr. Mustafa KUMRAL	.....
Danışman Yrd. Doç. Dr. H. Alim BARAN	.....
Üye Yrd. Doç. Dr. Salih DİNÇ	.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Bahattin IŞCAN
FBE Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ahmet DEĞİRMENCİ

10.04.2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SASON (BATMAN) CİVARININ JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE BELİRLENMESİ

Ahmet DEĞİRMENCİ

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Alim BARAN

2017, 55 Sayfa

Jüri
Danışmanın Yrd. Doç. Dr. H. Alim BARAN
Doç. Dr. Mustafa KUMRAL
Yrd. Doç. Dr. Salih DİNÇ

Çalışma sahası Sason ilçesini (Batman) de içine alan yaklaşık 196 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır. İnceleme alanında Dilimli Kuşağa ait olan, genellikle şeyl ve kumtaşlarından oluşan Sason Flişi, Bitlis Metamorfiklerinin en genç üyesi olan Tütü Formasyonunun gri renkli kireçtaşları gözlenmektedir. İnceleme alanı Bitlis Sütur Zonunda yer aldığından oldukça tektonik bir bölgedir. Yitim bölgeleri hem önemli metalik maden yatakları hem de hidrotermal çözeltilerin rahatlıkla dolaşımını sağlayacak tektonik yapıları barındırması açısından önemli jeolojik ortamlardandır.

İnceleme alanında hidrotermal alterasyonu belirlemek ve oldukça hareketli bir element olan demir ve demirli oluşumların varlığı tespit etmek amacıyla inceleme sahasının Landsat 8 uydu görüntüleri üzerinde uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışma alanının jeolojisini belirlemek ve jeolojik harita ile deneştirilmesi için litolojik haritalama gerçekleştirilmiştir. Bölgede demir madeni ve/veya demirli oluşumların tespiti amacıyla görüntü iyileştirme, band oranları, renkli kompozit görüntülerin oluşturulması, Abrams yöntemi gibi uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Bu çalışmaların sonuçları arazinin jeolojisi ile deneştirilmesi sonucunda, Güvercinlik ve Kayadibi olmak üzere potansiyel maden içerebilecek 2 saha tespit edilmiştir.

Uzaktan algılama teknikleri ile belirlenen potansiyel alanların doğruluğunu teyit amaçlı arazi çalışması gerçekleştirilerek gerekli jeolojik incelemeler ve örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Kayadibi sahasında Tütü Formasyonuna ait kireçtaşları Sason Flişinin üzerine bindirmesi sonucunda oluşan bindirme zonuna bağlı olarak limonitlerin geliştiği, spektraların bir kısmının ise yer yer dolomitik özellikli olan kireçtaşlarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Araziden alınan örneklerin XRF sonuçları incelendiğinde Sason flişine ait şeylin en yoğun Fe_2O_3 (%9,58) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Güvercinlik sahası arazi çalışması sırasında tektonik hatlar boyunca ve Sason flişine ait birimlerin kırık ve çatlaklarında hematit ve limonit oluşumları, kalın hematit ve limonit oluşumları içeren seviyeler ve yer yer spekülarit damarlarının varlığı belirlenmiştir. Örneklerin XRF analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda %21,29'a varan Fe_2O_3 içeriği tespit edilmiştir.

İki sahanın değerlendirilmesi sonucunda hem arazi verileri hem de analiz sonuçları Güvercinlik sahasının demir madeni açısından potansiyel olabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Demir Madeni, Sason, Uzaktan Algılama, XRF.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF GEOLOGİCAL FEATURES OF SASON SURROUNDINGS WITH REMOTE SENSING METODS

Ahmet DEĞİRMENCİ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF PHILOSOPHY IN GEOLOGY ENGINEERING

Advisor: Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN

2017, 55 Pages

Jury
Advisor Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN
Assoc. Prof. Dr. Mustafa KUMRAL
Asst. Prof. Dr. Salih DİNÇ

The study area covers an area of approximately 196 km^2 including also Sason district. (Batman). In the study area, Sason flysch, belonging to the slice belt and usually composed of shales and sandstones, and gray colored limestones of Tütü Formation, the youngest member of the Bitlis Metamorphics are observed. The study area is a tectonic area due to being located in Bitlis Suture Zone. The estuarine zones are important geological environments in terms of both important metallic deposits and having tectonic structures that allow easy circulation of hydrothermal solutions.

In order to determine the hydrothermal alteration and to determine the presence of the ferrous formations which are quite active elements, remote sensing techniques have been applied on the Landsat 8 satellite images of the field. In this context, lithological mapping has been carried out to determine the geology of the study area and to correlate it with the geological map. Remote sensing techniques such as image enhancement, band ratios, creation of colored composite images, Abrams method have been used for the detection of iron mine and / or ferrous minerals in the region. As a result of correlatation of the results of these studies with the geology of the site, two sites, Güvercinlik and Kayadibi, were identified that could contain potential mines.

To confirm the accuracy of the potential areas determined by remote sensing techniques, the field study was carried out and the necessary geological examinations and sampling were carried out. It is determined that limestones were developed due to overthrusting zone formed as a result of overlaying limestones belonging to the Tütü Formation in the Kayadibi formation, on Sason flysch and some of the spectra originated from limestones with dolomitic character. When the XRF results of the samples taken from the area were examined, it was determined that the shale belonging to the Sason flyash had the most intense Fe_2O_3 content (9,58%). During the study at the Güvercinlik area, the presence of hematite and limonite formations, levels including thick hematite and limonite formations, the presence of speckularite veins were determined along with tectonic lines and at the fractures and cracks of the Sason flysch units. As a result of the evaluation of the XRF analysis of samples, an Fe_2O_3 content of up to 21.29% was revealed.

As a result of the evaluation of the two sites, it was determined that both the survey data and the results of the analysis may be potential for the Güvercinlik area in terms of iron ore.

Keywords: Iron Deposit, Sason, Remote Sensing, XRF

ÖNSÖZ

Bu çalışma Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmada uzaktan algılama ve temel prensipleri hakkında bilgi verilerek, Jeoloji Mühendisliğinde maden aramada alanında kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Batman ili Sason ilçesinde potansiyel maden olabilecek sahalar uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmiştir. Bu çalışmada maddi manevi yardımını esirgemeyen başta aileme, değerli büyüğüm Muhyeddin Bey'e, ailesine ve yardımlarından dolayı değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hacı Alim BARAN'a teşekkür ederim.

Ahmet DEĞİRMENCİ
BATMAN-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv

ABSTRACT v

ÖNSÖZ vi

İÇİNDEKİLER vii

SİMGELER VE KISALTMALAR ix

ŞEKİLLER LİSTESİ x

TABLOLİSTESİ xii

1. GİRİŞ 1

1.1. Amaç ve Kapsam 1
1.2. İnceleme Alanının Konumu 1
1.3. Materyal ve Yöntem 2
1.4. Önceki Çalışmalar 3

2. UZAKTAN ALGILAMA VE JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI 5

2.1. Elektromanyetik Spektrum 6
2.1.1. Elektromanyetik Spektrumun Atmosfer ile Etkileşimi 8
2.1.2.Elektromanyetik Spektrumun Yeryüzü ile Etkileşimi 8
2.2. Jeoloji Mühendisliğinde Kullanım Alanları 9
2.2.1. Litolojik Birimlerin Haritalanması 9
2.2.2. Yapısal Unsurların Haritalanması 10
2.3. Maden Arama 11
2.3.1. Alterasyon Kuşaklarının Belirlenmesi 11
2.3.2. Temel Bileşenler Analizi 12
2.3.3 Mostra Veren Cevherleşmenin Belirlenmesi 12
2.3.4.Cevherleşmeyi İşaret Eden Bitki Anomalilerinin Belirlenmesi 13
2.4.Çevre Jeolojisi 14

3. UZAKTAN ALGILAMANIN MADEN ARAMADA KULLANILMASI 15

3.1. Maden Aramada Kullanılan Yöntemler 16
3.2. Kontrast İyileştirmeleri 16
3.3. Litoloji Belirleme 17
3.4. Bant Oranları 19
3.4.1 Renkli Kompozit Görüntüler 21

4. ARAZİ ÇALIŞMALARI 28

4.1. Güvercinlik Köyü ve Civarı 28
4.1.1 Güvercinlik Köyü Kayaçlarının Jeokimyası 33
4.2. Kayadibi Köyü ve Civarı 40

4.2.1 Kayadibi Köyü Kayaçlarının Jeokimyası 43
4.3. Arazi Sonuçlarının Değerlendirilmesi 48

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 52

6. KAYNAKLAR 54

ÖZGEÇMİŞ 56

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μn :Mikrometre 10^{-6}m
nm :Nanometre 10^{-9}m

Kısaltmalar

Landsat MSS :Landsat multi spektral görüntü
Landsat TM :Landsat tematik mapper
RGB :Red,Green,Blue
Örn. :Örneğin
Yönt. :Yöntemi
Vd. :Ve diğerleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası. 2
Şekil 2.1:Uzaktan algılamada veri toplama sistemleri..... 5
Şekil 2.2. Elektromanyetik Spektrum 7
Şekil 2.3:Elektromanyetik yayımın dalga boyu ve frekans arasındaki ilişkisi 7
Şekil 2.4 Uzaktan algılamada kullanılan enerji türleri 8
Şekil 2.5. Uydu görüntüleri ile litoloji birimleri, a) Landsat-5 TM 741 (RGB), b) Jeoloji haritası, (Kargı, 2007 yılında yayınlanmamış ders notlarından) 10
Şekil 2.6. Batman ili Hasankeyf ilçesinde gözlenen tektonik yapıların (asimetrik kıvrım kanatları) görünümü..... 11
Şekil 2.7Alterasyon kuşaklarının belirlenmesi, a) Landsat TM 31 (RG) demir oksit haritalaması, b)..... 12
Şekil 2.8Cevherleşmeyi ifade eden bitki anomalileri, (Kargı, ders notlarından) 14
Şekil 3.1. İnceleme alanına ait gaussian kontrast iyileştirilmesi uygulanmış 752 kombinasyonu ile elde edilen renkli kompozit görüntü..... 17
Şekil 3.2. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (752 kombinasyonu) 18
Şekil 3.3. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu) 19
Şekil 3.4. Abrams yöntemi (5/7- 3/1 - 4/5) ile oluşturulan renkli kompozit görüntü 19
Şekil 3.5. İnceleme alanına ait Landsat 8 6/7 bant oranını gösteren görüntü 20
Şekil 3.6. İnceleme alanına ait Landsat 8 4/2 bant oranını gösteren görüntü 21
Şekil 3.7. Batman ili Sason ilçesini de içeren Landsat 8 uydusunun görünen ışık kompozisyonu (RGB) 22
Şekil 3.8. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/7-5/4 kombinasyonu) .. 23
Şekil 3.9. İnceleme alanının 4/2-5/7-5/4 kombinasyondan oluşan renkli kompozit görüntüsü üzerinde gaussian kontrast gerilmesi uygulanması..... 23
Şekil 3.10. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/7-4/5 kombinasyonu) 24
Şekil 3.11. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/4 -5/7 kombinasyonu)25
Şekil 3.12. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (5/7 -5/4-4/2 kombinasyonu)25
Şekil 3.13. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (5/7-4/5-4/2 kombinasyonu) 26
Şekil 3.14. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (6/7-4/2-6 kombinasyonu) ... 27
Şekil 4.1. Güvercinlik sahasının yer bulduru haritası 29
Şekil 4.2. Sason flişine ait birimlerin arazi görünümü (Güvercinlik köyünün kuzeyi). . 29
Şekil 4.3. İnceleme alanında gözlenen şeylin arazi görünümü (Güvercinlik köyünün kuzey batısı). 30
Şekil 4.4. Şeyl içerisinde gözlenen limonit oluşumları(Güvercinlik köyünün kuzeybatısı). 30
Şekil 4.5. Şeyl içerisinde gözlenen hematit oluşumları(Güvercinlik köyünün kuzeyi).. 31
Şekil 4.6. Şeyl içerisinde gözlenen kalın hematitli seviyeler (Güvercinlik köyünün kuzey doğusu). 31
Şekil 4.7. Şeyl içerisinde gözlenen spekülarit damarı (Güvercinlik köyünün kuzeyi). .. 32
Şekil 4.8. Kırmızı renkli kireçtaşlarının arazi görünümü (Güvercinlik köyünün batısı).32
Şekil 4.9. Güvercinlik sahası örneklerinin anaoksit içerikleri (%) 35
Şekil 4.10. Güvercinlik sahası örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu 35
Şekil 4.11. Güvercinlik sahası örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu 36
Şekil 4.12. Güvercinlik sahası örneklerinin iz element içerikleri (ppm) 36
Şekil 4.13. Güvercinlik sahası GÜ-M3 örneğinin XRD diftagramı 37
Şekil 4.14. Güvercinlik sahası GÜ-LK1 örneğinin XRD diftagramı 38
Şekil 4.15. Güvercinlik sahası GÜ-M2 örneğinin XRD diftagramı 38
Şekil 4.16. Güvercinlik sahası GÜ-M1 örneğinin XRD diftagramı 39

Şekil 4.17. Kayadibi sahasının yerbulduru haritası 40
Şekil 4.18. İnceleme alanında gözlenen Tütü Formasyonu ve Sason flişi arasındaki tektonik dokanak (Kayadibi köyünün kuzeybatısı). 41
Şekil 4.19. Sason flişinin arazi görünümü(Kayadibi köyünün kuzeybatısı)..... 41
Şekil 4.20. Sason flişi ile Tütü Formasyonu arasında gözlenen bindirme zonu ve bu zona bağlı olarak gelişmiş limonitler (Kayadibi köyünün kuzeybatısı). 42
Şekil 4.21. İnceleme alanına ait litolojik ayrımlama için kullanılan renkli kompozit görüntü (752 kombinasyonu) kullanılarak yapılan birim ayrımı..... 42
Şekil 4.22. Kayadibi sahası örneklerinin anaoksit içerikleri (%) 45
Şekil 4.23. Kayadibi sahası örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu 45
Şekil 4.24. Kayadibi sahası örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu 46
Şekil 4.25. Kayadibi sahası örneklerinin iz element içerikleri (ppm) 46
Şekil 4.26. Kayadibi sahası KSL-1 örneğinin XRD diftagramı 47
Şekil 4.27. İnceleme alanına ait örneklerinin anaoksit içerikleri (%)..... 48
Şekil 4.28. İnceleme alanına ait örneklerinin iz element içerikleri (ppm)..... 49
Şekil 4.29. İnceleme alanına ait örneklerinin Zr içerikleri (ppm) 49
Şekil 4.30. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu 50
Şekil 4.31. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu..... 50
Şekil 4.32. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve Al_2O_3 korelasyonu..... 51

TABLOLİSTESİ

Tablo 1. Güvercinlik sahası yan kayaç ve maden örneklerinin ana oksit değerleri..... 34
Tablo 2. Güvercinlik sahası yan kayaç ve maden örneklerinin iz element değerleri 34
Tablo 3. Kayadibi sahası yan kayaç ve maden örneklerinin ana oksit değerleri 44
Tablo 4. Kayadibi sahası yan kayaç ve maden örneklerinin iz element değerleri..... 44

1. GİRİŞ

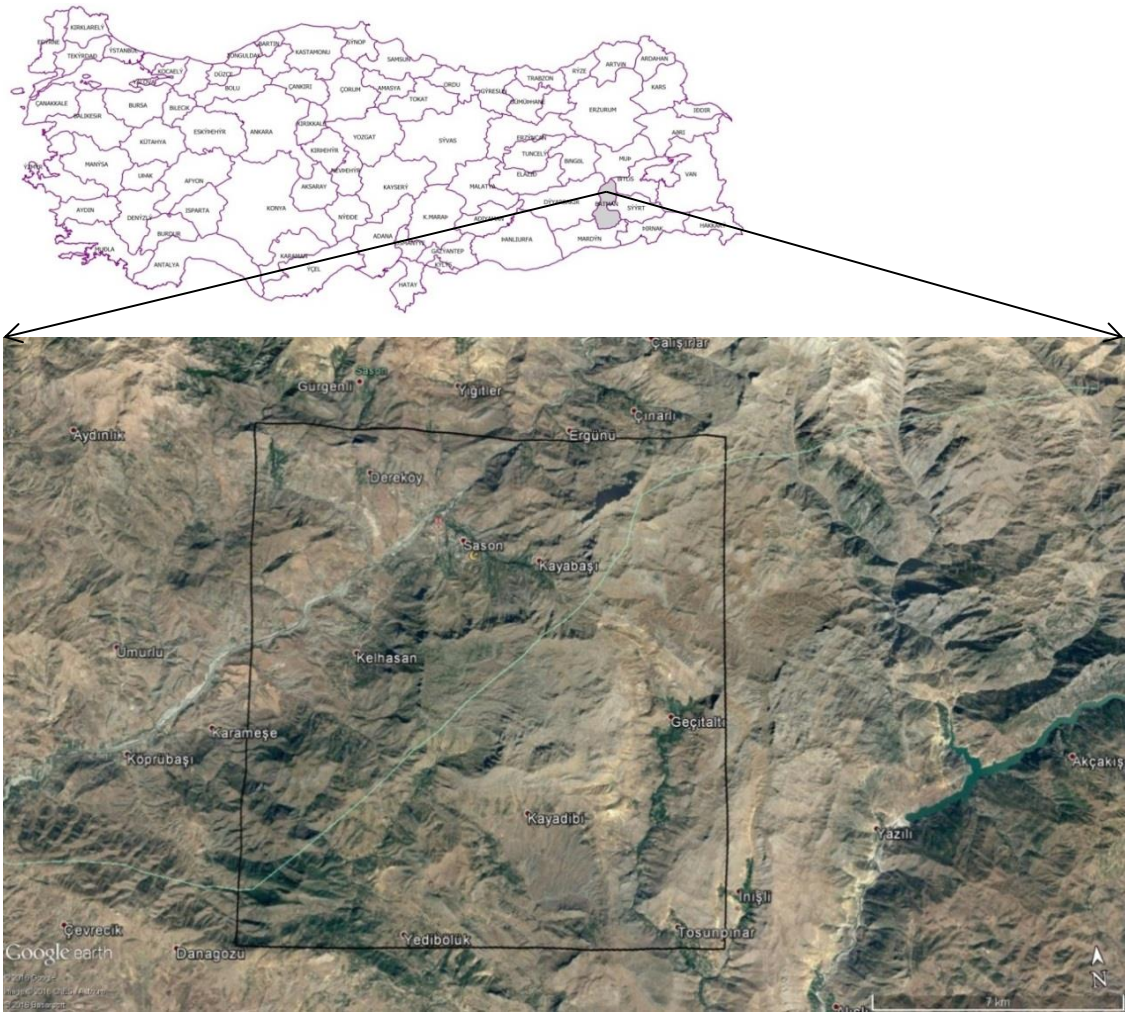
Bu çalışma Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi kapsamında hazırlanmıştır. Tez çalışması literatür taraması, uzaktan algılama tekniklerini de içeren büro çalışması ve sonuçların kontrolü için planlanan arazi çalışması ve örneklerin analiz aşamalarından oluşmaktadır.

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada Batman ili, Sason ilçesi ve çevresinin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar; bahse konu alanın öncelikle uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak potansiyel maden sahalarının belirlenmesi ve akabinde arazi çalışmaları ile elde edilen sonuçların teyit edilmesi şeklinde planlanmıştır.

1.2. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı Batman ilinin Sason ilçe merkezi ve civarını içine alan 196 km^2'lik bir alanını kapsamaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.3. Materyal ve Yöntem

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında öncelikle arazinin TPAO tarafından hazırlanan 1:25 000 ölçekli jeoloji haritasına ulaşılmıştır. Çalışma alanındaki birimlerin incelenmesi sonucunda maden yatakları barındırabilecek potansiyel litolojiler, önemli jeolojik unsurlar vb. yapılar belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonucuna göre tez için gerekli uzaktan algılama yapılacak potansiyel birkaç saha için sorgulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Landsat 8 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sorgular sonucunda potansiyel olarak maden içerebilecek sahalar tespit edilerek ilgili alanlarda arazi çalışması gerçekleştirilmiştir.

Jeolojik haritalardan potansiyel maden barındırabilecek sahaların tespiti amaçlanmış ve çalışılması düşünülen alanda yer alan jeolojik birimlerin ve tektonik yapıların dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmalara ilave olarak uzaktan algılamada litoloji

ayrımı için kullanılan renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Renkli kompozit görüntülerin kullanımı uzaktan algılamada birkaç on yıldır kullanılan bir yöntemdir ve bu yöntem yeni bir uydu olan Landsat 8 uydusunun bant aralıklarına göre güncellenerek 7-6-5 ve 7-5-2 şeklinde kullanılmıştır. Bu incelemeler sonucunda maden barındırma ihtimali olan alan ve litolojilerin belirlenmesindeki ilk adım gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanına ait Landsat 8 uydu görüntülerinin görüntü parlaklık ve kontrast iyileştirmeleri yapılarak spektraların anlamlılıklarının artırılması amaçlanmıştır. Bilindiği üzere uzaktan algılama ile maden aramada alterasyon alanlarının tespiti önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda görüntü iyileştirme işlemlerine ilave olarak kil (6/7) ve demir oksit (4/2) oluşumlarının tespitine olanak sağlayan bant oranlamalarının uygulanması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak tez arazisinde oluşumu mümkün görünen demir oksit oluşumları ve demir minerallerinin varlığı ve/veya dağılımını tespit için literatürde önceki çalışmalarda uygulanmış özel renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Bu yöntemde 4/2 – 5/7 – 5/4; 4/2 – 5/7 – 4/5; 4/2 – 5/4 – 5/7; 5/7 – 5/4 – 4/2; 5/7 – 4/5 – 4/2; 5/7 – 3/1 – 5 RGB kombinasyonları kullanılarak potansiyel elementel Fe, demir oksit ve demir minerallerinin gözlendiği alanların tespiti amaçlanmıştır.

Elde edilen bütün sorgulamaların akabinde potansiyel olarak maden içerebilecek 2 saha tespit edilmiş ve arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması kapsamında GPS kullanılarak uydu görüntüsünden elde edilen lokasyonların kontrolü yapılmıştır.

1.4. Önceki Çalışmalar

İşlem GIS tarafından 2002 yılında hazırlanan kitap, uzaktan algılamanın tanımı, özellikleri ve kullanımı üzerine detaylı bir şekilde hazırlanmış olup, uzaktan algılama kapsamında genel olarak öğrenilmesi gereken bilgileri içermektedir.

İnceleme alanında yapılan önceki çalışmalar, inceleme alanını da içeren geniş bir alanı kapsayan genel jeoloji amaçlı çalışmalar olup sınırlı sayıda gözlenmiştir. Bunların dışında MTA tarafından hazırlanan ve detay olarak bilgi içermeyen birkaç rapor da mevcuttur. Dolayısıyla çalışmaya konu olan alan ile ilgili maden yatakları içerikli herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda bölgesel anlamda genel jeoloji içerikli çalışmalardan temel olabilecek olanlar ve çalışma konusu ile alakalı güncel yayınlar derlenerek aşağıda özetlenmiştir.

Göncüoğlu ve Turhan 1985'de M.T.A. kapsamında hazırlamış oldukları projede; Bitlis Metamorfik Kuşağının orta kesiminde genel jeolojik çalışma gerçekleştirerek 32 adet 1/25.000 ölçekli harita alımı yapmışlardır. Haritalama alanı Bitlis, Diyarbakır ve Muş illeri sınırları içinde yer alan ve yaklaşık 4800 km² lik bir sahayı kapsamaktadır. Bu sahada 1/ 25. 000 ölçekli K48 -d4, K47-c2, c3, c4, d1, d2, d3, d4,K46-a3, b3, b4, c1, c2, c3, d1, d2 , L48-a1, a4, L47-a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, d1, d2, L46-b2 ve b3 paftalarının temel jeolojileri işlenmiştir.

Hulusi Kargı, 2007 yılında yaptığı çalışmada demir ve hidroksil minerallerinin aramasında kullanılan bir teknik olan temel bileşenler analizini bor yataklarınının tespitinde kullanmıştır.

van der Meer ve diğerleri (2012) yayınlarında 5/7 – 3/1 – 5 (6/7 – 4/2 – 6) kombinasyonu ile elde edilen spektra değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda (aklık ve topografik etmenler göz ardı edilmek koşuluyla) elde edilen görüntülerdeki renklerin su ve Fe içeriğine göre ayırt edilebileceğini önermiştir.

Salem ve Gammal 2015 yılında yaptıkları makalede Landsat uydu görüntülerini kullanarak demir yataklarının tespiti için 4/2-5/7-5/4, 4/2-5/7-4/5, 4/2-5/7-5/4, 5/7-5/4-4/2 ve 5/7-4/5-4/2 bant oranları ile renkli kompozit görüntüler elde etmişlerdir. Bu görüntülerde kırmızı rengin maksimum demire karşılık geldiğini, sarı rengin ise minimum demiri gösterdiğini belirlemişlerdir.

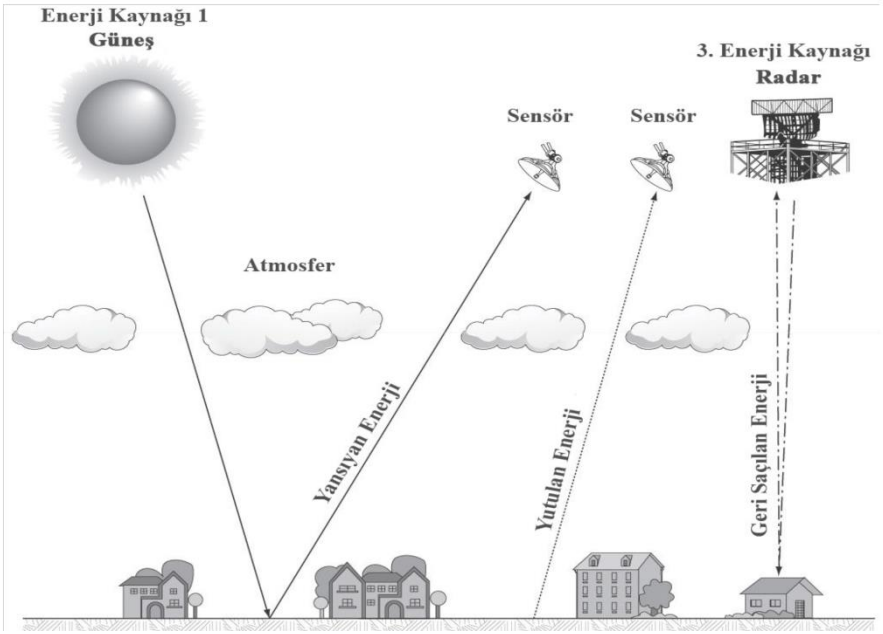
2. UZAKTAN ALGILAMA VE JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIM ALANLARI

Uzaktan algılama, elektromanyetik radyasyonun yer sathına fiziksel bir temas olmaksızın objelerle etkileşimde bulunarak yansıması sonucunda algılanan obje hakkında bilgi elde edilen bir teknolojidir. Bu bilgi; yansıyan veya yayılan enerjinin algılanması, kaydı, analizi sonucunda elde edilmektedir.

Gezegenimizin konumu ve elektromanyetik radyasyon sağlayabilecek kaynaklar düşünüldüğünde, hayatın oluşumunda ve devamında önemli bir göreve sahip olan güneş birincil öneme sahiptir. Güneş, uzaktan algılamanın temel prensibi olan enerji-obje ilişkisinde objelerden yansıyan veya yayılan enerjinin kaynaklarından birisidir. Bir diğer kaynak ise kendi elektromanyetik radyasyonunu oluşturabilen sistemlerdir.

Uzaktan algılama işlemleri, hedefin ve gelen ışının arasındaki etkileşime bağlı olarak gelişen 7 unsurdan oluşmaktadır (İşlem GIS, 2002).

Enerji Kaynağı veya Aydınlatma: Uzaktan algılamanın ilk gereksinimi, aydınlatma için örneğin güneş gibi bir enerji kaynağı veya hedefin özelliğine uygun elektromanyetik enerjidir. Uzaktan algılamayla ilgili veri toplama sistemleri iki ana gurup altında toplanmaktadır (Şekil 2.1);



Şekil 2.1: Uzaktan algılamada veri toplama sistemleri

1. **Pasif Sensörler:** Doğal ısı ve ışık kaynağımız olan güneşten yeryüzüne ulaşarak yansıyan ve/veya yayılan enerjiyi kaydeden uzaktan algılama araçlarıdır.
2. **Aktif Sensörler**: Kendi enerjisini üreterek yeryüzüne gönderen, enerjinin yeryüzüyle etkileşimi sonucu yansıyan ve/veya yayılan enerjiyi kaydeden uzaktan algılama araçlarıdır.

Yayım ve Atmosfer: Enerji, kaynaktan hedefe doğru yayılırken atmosferin engellemesi ile karşılaşır. Bu engelleme ikinci defa hedeften sensöre giderken de meydana gelir.

Yer Yüzeyinin Engellemesi: Yer yüzeyine gelen enerji, yüzeyin ve yayımın özelliğine bağlı olarak engellenir.

Sensörün Enerjiyi Kaydı: Enerjinin atmosferdeki dağılmasını veya hedeften yansımasını takiben sensör elektromanyetik enerjiyi toplar ve kaydeder.

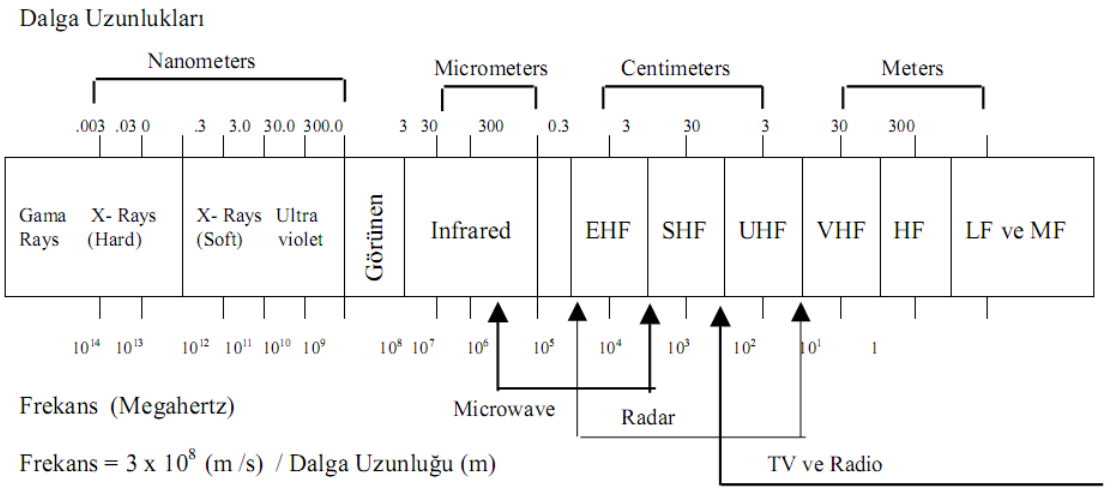
Gönderme, Alma ve İşleme: Sensörün kayıt ettiği enerji verisi, işlenerek görüntü haline getirileceği istasyona, ekseriyetle elektronik olarak gönderilir.

Kıymetlendirme ve Analiz: Görüntü üzerindeki hedefler görerek ve/veya sayısal veyahut ta elektronik olarak değerlendirilir.

Uygulama: Elde edilen bilgilerin, muhtelif alanlarda kullanılması veya özel problemlerin çözümüne yardım edecek hale getirilmesi işlemlerini içermektedir.

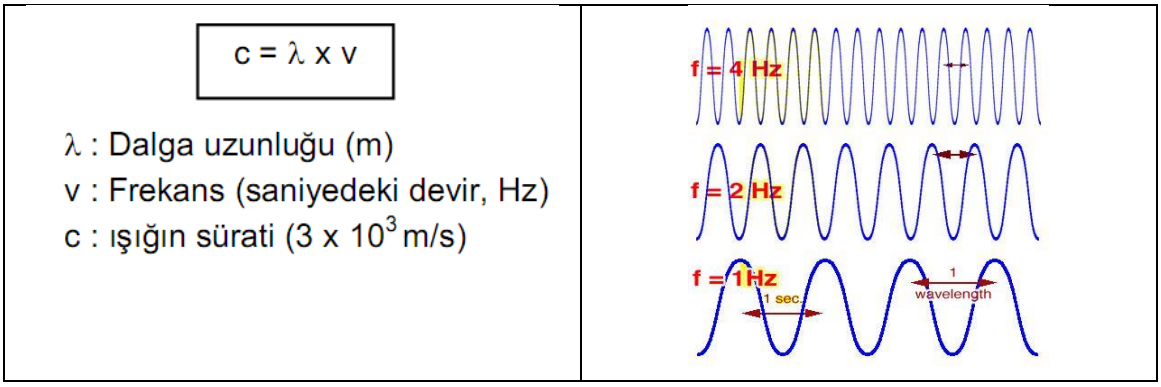
2.1. Elektromanyetik Spektrum

Uzaktan algılamanın temel gereksinimi hedefin bir enerji kaynağı tarafından aydınlatılmasıdır. Güneş, kısa dalga uzunluğunda bir enerji yaymaktadır. Bu enerji, elektromanyetik yayım şeklinde olup dalga teorisinin temel kurallarına bağlı ve sinüzoidal tarzda seyahat etmektedir. Yayılan enerjinin dalga uzunluğuna göre tasnif edilmesiyle Elektromanyetik spektrum elde edilir (Şekil 2.2).



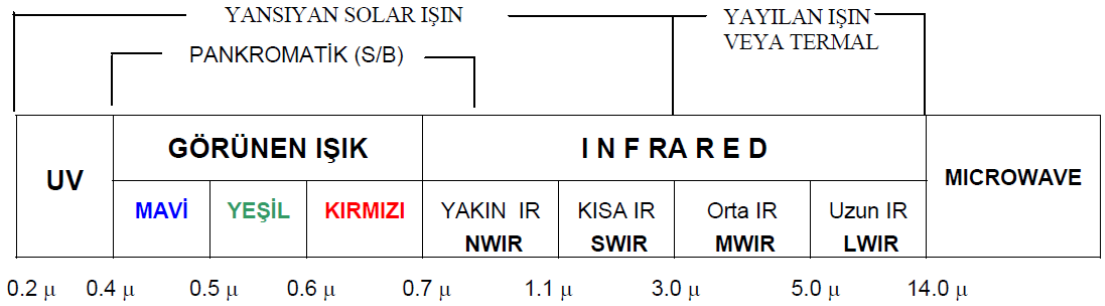
Şekil 2.2. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik yayımın belirlenmesinde "Dalga uzunluğu" (wavelength) ve "Frekans" (frequency) özellikleri önem taşımaktadır. Dalga uzunluğu, birbirini izleyen dalgaların tepe noktaları arasındaki mesafe olup "λ" harfi ile tanımlanır (Şekil 2.3). Dalga uzunluğu; Nanometre (nm: 10-9 m, 10-7 cm), Mikrometre (µm:10-6 m, 10-4 cm), Santimetre (cm: 10-2 m) ve Metre (m) cinsinden ifade edilir. Frekans, dalganın saniyedeki devir sayısını belirtmekte olup, "hertz" cinsinden ifade edilir ve her bir saniyede geçen bir devire eşittir.



Şekil 2.3: Elektromanyetik yayımın dalga boyu ve frekans arasındaki ilişkisi

Uzaktan algılama platformlarındaki sensörler, elektromanyetik yayımı kaydederek görüntüyü oluştururlar. Bu yayımın kategorize edilmesi ile Elektromanyetik Tayf oluşmuştur. Elektromanyetik tayf, uzaktan algılamada yaygın olarak kullanılan enerji alanları göz önünde bulundurularak çeşitli bölgelere ayrılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Uzaktan algılamada kullanılan enerji türleri

2.1.1. Elektromanyetik Spektrumun Atmosfer ile Etkileşimi

Uzaktan algılamada kullanılan veriler, solar enerjinin sensöre ulaşmadan önce atmosfer içindeki partiküller ve muhtelif gazlar ile etkileşime girmekte ve bu olay sonucunda bir kısım veri kaybolmaktadır. Sensöre ulaşabilen enerjinin atmosferle etkileşimi sonucunda dağılma (scattering) ve emme (absorption) olayları meydana gelmektedir.

a) Dağılma: Atmosferde mevcut olan partiküller ve gaz molekülleri enerji yayımını etkileyerek onun orijinal istikametini değiştirmesi sonucunda dağılma meydana gelir. Bu dağılma; yayımın dalga boyuna, partikül ve gazların çokluğuna ve ışının atmosferde kat ettiği mesafeye bağlı olarak, **"Rayleigh", "Mie" ve "nonselective"** olarak adlandırılır.

b) Emme: Farklı dalga boylarındaki enerjinin, atmosferdeki moleküller tarafından emilmesi ve sonuçta enerjinin belirli bir kısmının kaybolması olayıdır. Emmede rol oynayan en önemli maddeler ozon, karbon dioksit ve su buharıdır. Bu ana öğelerin yanı sıra karbon monoksit, diazotmonoksit ve metan da belirli oranlarda emme yapmaktadır.

2.1.2.Elektromanyetik Spektrumun Yeryüzü ile Etkileşimi

Atmosfer tarafından dağıtılmayan veya emilmeyen enerji, dünya yüzeyine ulaştığında önemli derecedeki bir engelleme ile karşılaşır. Enerji dünya yüzeyine çarptığında ve geldiğinde;

- Emme (Absorption)
- Geçme veya aktarma (Transmission)
- Yansıma (Reflection)

olarak adlandırılan 3 tip etkiye maruz kalmaktadır. Gelen enerji yer yüzeyinde 3 tip etkiden biri veya daha fazlası ile karşılaşmaktadır. Bunlardan her birinin etkileme oranı; enerjinin dalga uzunluğuna, yüzeydeki materyale ve şartlara bağlı olarak değişmektedir. Yansıyan veya emilen enerji, algılayıcılar tarafından yapılan ölçümlerle ve kaydedilen sayısal numaralar (DN) vasıtasıyla direk olarak kontrol edilebilmektedir. Farklı materyaller, farklı miktarlardaki enerjiyi yansıtır, emer ve aktarır. Bu farklılıklar, uydu görüntüdeki farklı özelliklere sahip malzemelerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

2.2. Jeoloji Mühendisliğinde Kullanım Alanları

2.2.1. Litolojik Birimlerin Haritalanması

Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi bazı cevherleşmeler bazı litolojilerle sınırlıdır. Örn. kromitlerin sadece ultramafik kayaçlar içinde bulunması gibi. Son yıllarda MTA bütün Türkiye'nin 1/25000 lik jeoloji haritalarının tamamlanması ve sayısallaştırılması gibi önemli bir projeyi gerçekleştirmekte ve bu haritaların ölçekleri şu andaki mevcut litoloji ayrımı için kullanılacak multispektral uydu görüntülerinin ölçeğinden daha büyük olduğu için, ilk bakışta uydu görüntüleriyle litolojik sınırları belirleme yoluna gitmek gereksiz gibi görünebilir. Ama gerçekte, bazı topografik koşullar ve yol gibi alt yapı sorunları nedeniyle örneğin çok yüksek bir dağ jeologlar tarafından ayrıntılı bir şekilde yerinde çalışılmamış ve haritalanmamış olabilir. Bu gibi yerlerin haritalanmasında uydu görüntüleri yardımcı olabilir. Uydu görüntülerinin diğer bir faydası ise yanlış konumlandırılmış litolojik sınırların düzeltilmesi şeklinde olabilir. Şu andaki mevcut jeolojik haritalar, topografik haritalar esas alınarak, lokasyonun jeolog tarafından GPS le değil klasik kestirme yöntemleriyle belirlenerek yapılan haritalar olduğu için gerçek koordinatlarda önemli sapmalar olabilmektedir. Oysa topoğrafik ve geometrik düzeltmesi yapılmış (ortorektifiye olmuş) uydu görüntüleri ile bu litolojik sınırlar daha hassas olarak çizilebilir (Şekil 2.5). Uydu görüntüleri üzerinde uygulanan bazı önemli litolojik ayrım yöntemleri şunlardır:

a) Bantların kendisi ile renkli kompozit görüntüler oluşturma (754, 741)

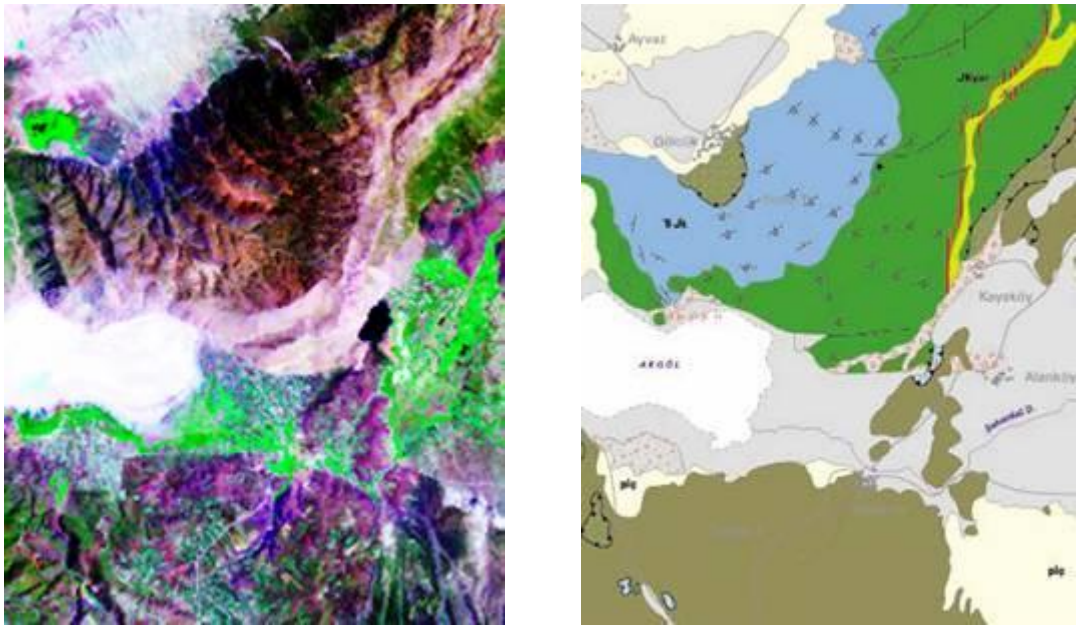
b) Bant oranları ile renkli kompozit görüntüler oluşturma (Abram yönt. ve Sultan yönt.)

c) Temel bileşenler analizinde ilk bileşenlerle görüntü oluşturma

d) Temel bileşenler analizinde son bileşenlerle görüntü oluşturma ve ayrıntıyı yakalama

e) Görüntü sınıflandırma

Not: İlk dört yöntem görüntülerine değişik kontrast germesi yöntemleri uygulanabilir veya renk, doygunluk ve şiddetleri artırılabilir.

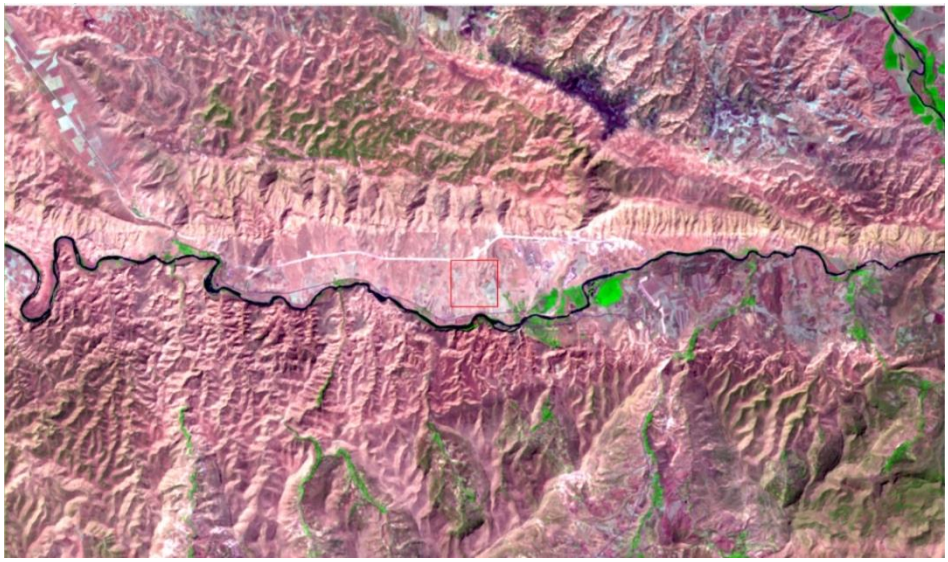


a b

Şekil 2.5. Uydu görüntüleri ile litoloji birimleri, a) Landsat-5 TM 741 (RGB), b) Jeoloji haritası, (Kargı, 2007 yılında yayınlanmamış ders notlarından)

2.2.2. Yapısal Unsurların Haritalanması

Çoğu cevherleşmeler fay zonlarına yerleştikleri için, fay zonlarının haritalanması diğer jeolojik bilgilerle kullanıldığında potansiyel cevherleşme alanları belirlenebilir. Uydu görüntüleriyle çalışırken, ya kompozit görüntüler oluşturularak araştırmacı bilgi ve yeteneğini kullanarak fayları belirler ya da görüntüye filtreleme yöntemlerini uygulayarak çizgisellik analizi yapar (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Batman ili Hasankeyf ilçesinde gözlenen tektonik yapıların (asimetrik kıvrım kanatları) görünümü

2.3. Maden Arama

2.3.1. Alterasyon Kuşaklarının Belirlenmesi

Bilindiği gibi alterasyon bir bölgedeki cevherleşmenin en önemli belirtecidir. Hidrotermal alterasyon etkisiyle yan kayaçlar üzeninde tipik hidroksil (kil) mineralleri oluşurken, atmosferik koşullar altında ayrışma ile cevherleşmelerin üst kısmında demir şapka olarakta bilinen yüzeysel (süperjen) zenginleşmeler olmaktadır. Uydu görüntülerinin görüntü aldığı dalga boyu dikkate alındığında gerek kil mineralleri gerekse demir oksitler başarılı bir şekilde haritalanabilir (Sabins, 1999). Örn, demir oksit minerallerinin spektrasına ve Landsat TM bantlarının dalga boyu aralıklarına bakıldığında TM4 bandı ile TM2 bandı arasında bu minerallerin yansıma değerlerinde önemli farklılıklar olduğu açıkça görülmektedir. Benzer şekilde kil mineralleri için de TM6 ve TM7 bantları düşünülebilir. Bu özellikler dikkate alınarak araştırmacılar tarafından denenen ve başarılı bir şekilde uygulanan yöntemler şu şekildedir:

Bant oranlaması:

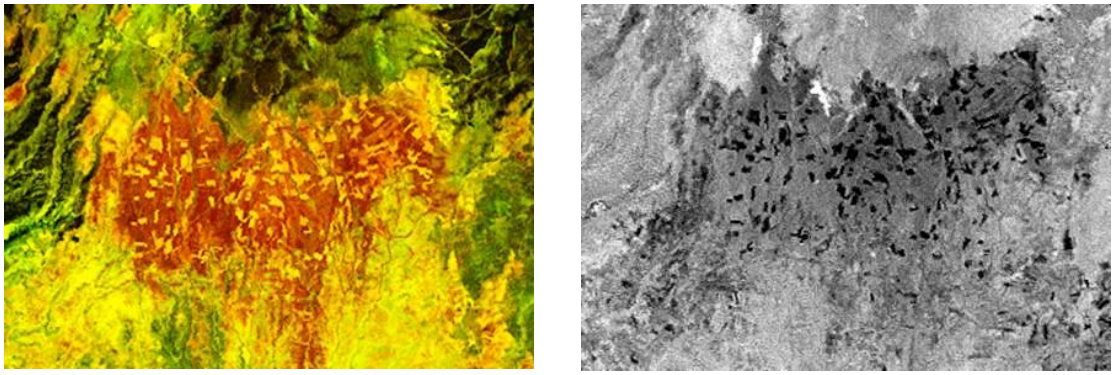
3/1 – Demir oksit

6/7 – Kil mineralleri

2.3.2. Temel Bileşenler Analizi

Temel Bileşenler Analizi; 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitütüne bakılarak, kil veya demir oksit minerallerinin hangi bileşen görüntüsü üzerine haritalandığını belirleyen bir yöntemdir.
Crosta yöntemi (Seçmeli bantlar üzerinde Ana Bileşen Analizi) : 4 Landsat bandı (kil mineralleri için farklı, demir oksit mineralleri için farklı) üzerinde gerçekleştirilen ana bileşenler analizidir. Bu yönteme göre öz vektör matriksini incelemeye gerek yoktur ve seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit veya kil mineralleri haritalanmaktadır (Şekil 2.7).

Doğrusal karışım modeli: Bu yöntem her bir pikselin karakterize ettiği alan içerisindeki obje veya özelliklerin oranını bulmak için piksel sayısal değerlerini ve tanımlanan uç üye özelliklerini kullanarak yapılan doğrusal optimizasyon yöntemidir. Gerçekte diğer yöntemlerle anomali olarak gözükmeyen pikseller içerisinde de anomali arayan bir yöntem olduğu için daha avantajlıdır ama bu yöntemde uç üye tanımlama bir sorun oluşturmaktadır.



a b

Şekil 2.7 Alterasyon kuşaklarının belirlenmesi, a) Landsat TM 31 (RG) demir oksit haritalaması, b) Landsat TM Crosta demir oksit haritalaması**,** Hulusi Kargı, Yayınlanmamış ders notlarından

2.3.3 Mostra Veren Cevherleşmenin Belirlenmesi

Mostra veren bir metalik cevherleşmenin teorik olarak uydu görüntülerinde tanınması mümkün ama bu pratikte anlamsız bir arayıştır. Çünkü bu şekilde yüzeyde mostrası bulunan metalik cevherleşmelerin hemen hepsi bilinmektedir. Ama bazı endüstriyel hammaddeleri, gerek geniş alan kapsadıkları için gerekse arazide gözle ayırt edilemedikleri için, uydu görüntülerinde tanımak mümkündür.

Kil, bor, zeolit, agrega, kireçtaşı vs. gibi yataklar bunlara örnek olarak verilebilir. Bu tür madenleri ararken kullanılan görüntü işleme yöntemleri, litoloji ayrımında kullanılan yöntemlerin benzeri olup kullanılacak veya işlenecek bantlar seçilirken yine aranan minerallerin spektrasına bakmak gerekir.

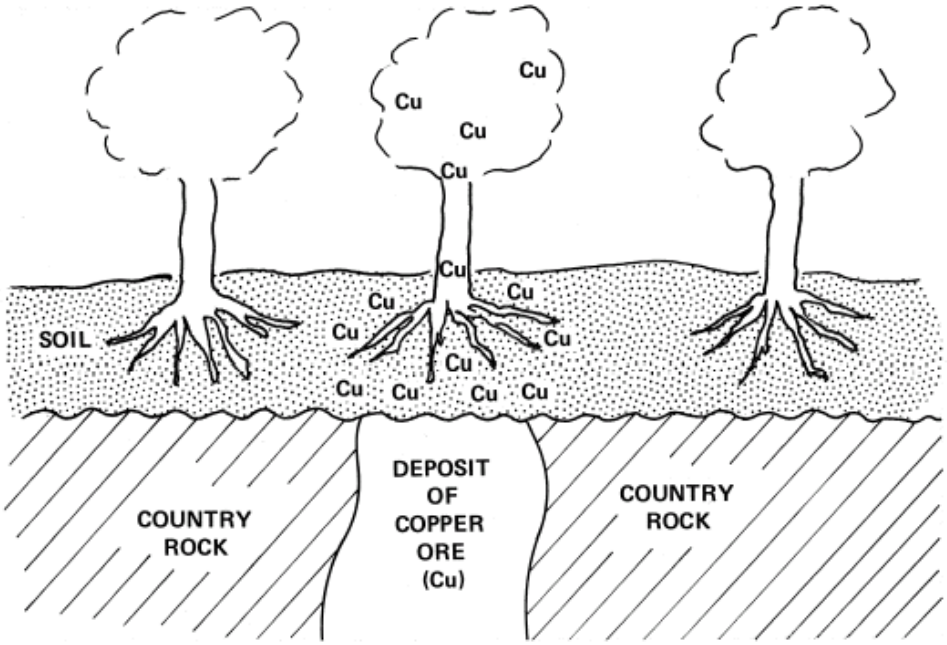
2.3.4.Cevherleşmeyi İşaret Eden Bitki Anomalilerinin Belirlenmesi

Bazı cevherleşmelerin olduğu bölgelerde bitki örtüsünde veya bitkinin kendisinde anomali değişimleri olur. Bu anomaliler:

Bitki örtüsü: Örneğin bazı cevherleşmelerin olduğu bölgelerde cevheri oluşturan elementler bitkiyi zehirlediği için oralarda bitki örtüsünde eksiklik görülüyor veya bazı endüstriyel hammadde sahalarında bitki örtüsünde artış gözlenebiliyor.

Kılavuz bitkilerin varlığı: Bazı bitkiler diğer bitkilere nazaran bünyelerinde 100'lerce kat fazla bazı elementleri bulunduruyor. Bu bitkilere hiper toplayıcı bitkiler denir. Doğal olarak bu bitkiler sadece o elementçe zengin topraklarda bulunuyor. Bu bitkilerin bulunduğu alanlar potansiyel cevherleşme sahaları olarak düşünülebilir ayrıntılı çalışma ile bu alanlar uydu görüntülerinde belirlenebilir.

Bitkilerde fizyolojik değişim: Cevherleşme bölgelerinde yetişen bitkilerin boylarında bazen anormal uzamalar veya kısalmalar olabiliyor veya renkleri değişiyor. Yine bu olası bilgilerde uzaktan algılamayla maden aramada kullanılabilir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Cevherleşmeyi ifade eden bitki anomalileri, (Kargı, ders notlarından)

2.4.Çevre Jeolojisi

Oldukça güncel bir konu olan çevre, hem insan eliyle hem doğal yollarla kolaylıkla etkilenebilen bir ortam olduğundan sıklıkla gündeme gelmesi normaldir. Canlı yoluyla kirlenme ve bunların tespitinde aktif olarak kullanılabilen uzaktan algılama; kirlenme lokasyonu'nun ve boyutlarının tespitinde kısa zamanda, yüksek doğrulukta sonuçlara ulaşılmasını sağladığından yaygın olarak kullanılması gereken bir yöntemdir. Örneğin; günlük yaşantımızın bir parçası olan katı atıkların taşınması, depolanması ve çevreye zararlı etkilerinin izole edilmesi son zamanlarda yaşanan önemli problemlerden biridir. Bu kapsamda, katı atık depolama alanının yakınlarında etkilenebilecek dere, nehir, toprak vb. doğal oluşumların kirlilik tespitinde uygun uydu görüntüleri kullanılarak yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebilinmektedir. Güncel hayatta çeşitli etmenlerin etkisiyle meydana gelen hava kirliliğinin tespiti, ayrıca terkedilmiş maden sahaları, fabrika vb. sanayi binalarının çevreye etkileri de bu metotla belirlenebilmektedir.

Canlı etkisiyle kirlenmenin yanı sıra doğal nedenlerle kirlenme de bir diğer çevre konusudur. Örneğin; doğal bir maden oluşumu veya alterasyon sahasından geçen yer altı suları ile toprak, dere sedimanı, dere veya nehir suyu, içme suyu gibi ortamların kirlenmesi de gözlenebilen çevre sorunları arasında yer almaktadır.

3. UZAKTAN ALGILAMANIN MADEN ARAMADA KULLANILMASI

Jeolojide uzaktan algılamanın ilk uygulamaları maden aramalarında gözlenmektedir. Gelişen teknoloji ve uydu görüntülerine ulaşımın kolaylaşmasıyla orantılı olarak geniş enerji spektrumda kayıt alabilen uydu görüntülerinin kullanımıyla madenlerin ortaya çıkarılması, alterasyon haritalarının oluşturulması gibi çalışmalar yürütülebilmektedir. Bu çalışmalar kapsamında cevherin kendisini oluşturan gösterge elementler, kim zaman cevherleşmeye eşlik eden kılavuz elementler, kimi zaman ise cevherleşme esnasında ve/veya sonrasında meydana gelen alterasyon minerallerinin tanımlanması amaçlanmaktadır.

Porfiri bakir yataklarında karakteristik olarak gözlenen alterasyon zonları (propilitik, arjillik, fillik ve potasik) ve bu zonlarda oluşan mineraller uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak kolaylıkla haritalanabilir. Örneğin kaolinitik ve montmorillitik killer, demir oksit ve hidroksitler, kuvars ve diğer mineraller porfiri bakır yataklarında birbirlerinden ayrılabilir.

Hidrotermal alterasyona uğramış yatakların diğer tiplerine alunitler örnek verilebilir. Alunit, yalnızca hidrotermal alterasyona uğramış yerlerde oluşması nedeniyle demir oksitlere göre daha önemli bir rol oynar.

Bitki örtüsüyle kaplı bölgelerde baz ve değerli metal türlerinin ortaya çıkarılması amacıyla bu metal konsantrasyonlarının değişik yükseltilerdeki durumlarından faydalanılması esasına dayanan bitki örtüsündeki spektral yansıma değişimlerinin saptanması mümkündür. Özellikle yoğun bitki örtüsüne sahip bölgelerde hiperspektral algılayıcılar yardımıyla bu tip aramalar gerçekleştirilmektedir.

Ekonomik açıdan, oldukça büyük önem taşıyan masif sülfit yatakları içerisindeki kurşun, çinko ve gümüş oluşumları demir oksit barit oluşumlarının haritalanması, bu bölgelerde gözlenen manyetizmanın da yüksek değerde olması nedeniyle kolaylıkla ortaya çıkarılabilirler. Landsat MSS ve TM görüntüleri genelde demir içeren bir bozunma turu olan demir şapkanın, TM görüntüleri ise barit oluşumunun haritalanmasında kullanılır.

Çinko-karbonat bileşiminde bulunan ve Mississipi Vadi Tipi kurşun-çinko yatağına sahip olan smitsonit Landsat TM görüntüleriyle çok iyi bir şekilde haritalanabilir. Dom şeklindeki granitik intrüzyonların etrafında gözlenen kontakt metamorfizma ürünü tungsten ise bant oranlamaya tabii tutulmuş görüntüler yardımıyla ortaya çıkarılabilir (Kavak, 1998).

3.1. Maden Aramada Kullanılan Yöntemler

Maden aramada uydu görüntülerini kullanırken genel amaç, mostra veren madeni bulmak değil ona işaret eden anomalileri ortaya çıkarmaktır ama bazı durumlarda özellikle endüstriyel hammadde yataklarının aranmasında uydu görüntüleri doğrudan mostrayı bulmak için kullanılabilir.

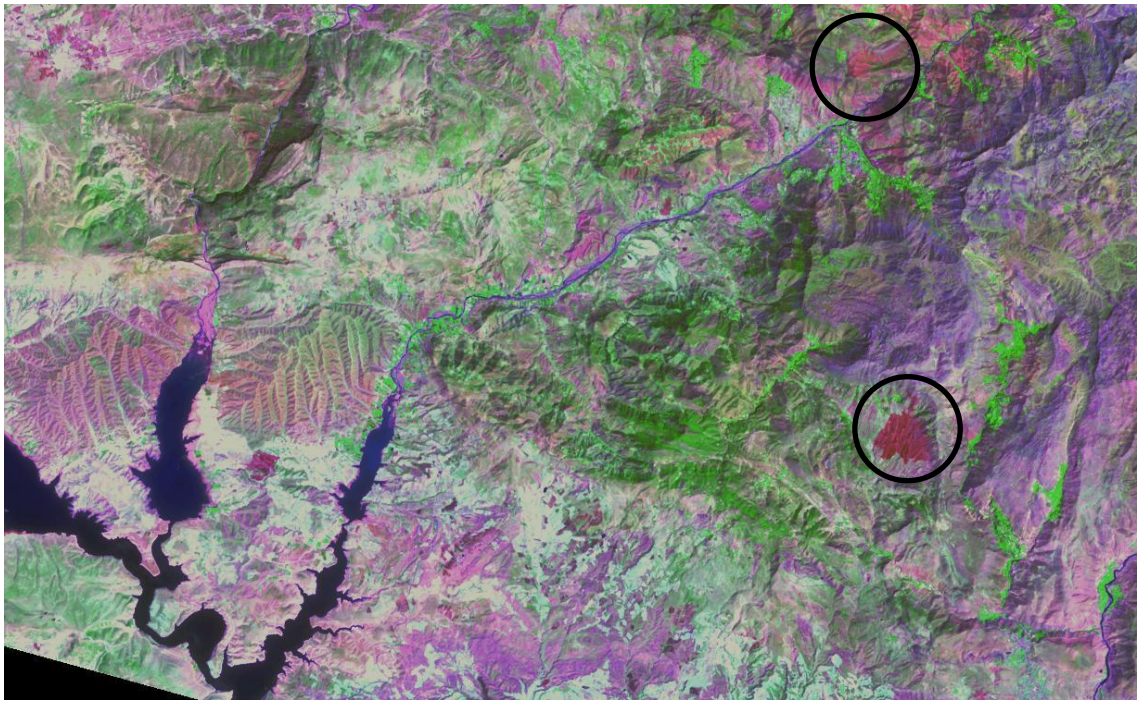
Tez çalışması kapsamında; Batman ili Sason ilçesi ve civarının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi ve maden içerebilecek potansiyel sahaların tespiti için uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle arazinin TPAO tarafından hazırlanan 1:25 000 ölçekli jeoloji haritası edinilerek bölgenin jeolojisi hakkında genel olarak bilgi edinilmiştir. Jeolojik haritalardan potansiyel maden barındırabilecek sahaların tespiti amaçlanmış ve çalışılması düşünülen alanda yer alan jeolojik birimlerin ve tektonik yapıların dağılımı incelenmiştir. Haritalardan elde edilen bilgiler ile uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak korelasyon sağlanmış ve doğrulukları sınanmıştır.

Çalışma alanındaki birimlerin incelenmesi sonucunda maden yatakları barındırabilecek potansiyel litolojiler, önemli jeolojik unsurlar vb. yapılar belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonucuna göre tez için gerekli uzaktan algılama yapılacak potansiyel birkaç saha için sorgulamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında; kontrast iyileştirmeleri, litoloji belirleme, bant oranları, renkli kopozit görüntüler oluşturulması teknikleri kullanılmış olup, çalışma aşamaları ve metodların uygulamaları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır. Bu kapsamda Landsat 8 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sorgular sonucunda potansiyel olarak maden içerebilecek sahalar tespit edilerek ilgili alanlarda arazi çalışması gerçekleştirilmiştir.

3.2. Kontrast İyileştirmeleri

İnceleme alanına ait Landsat 8 uydu görüntülerinin görüntü parlaklık ve kontrast iyileştirmeleri yapılarak spektraların anlamlılıklarının artırılması amaçlanmıştır. Potansiyel olarak maden sahası olabilecek alanda element ve/veya mineral kaynaklı yansıma değerlerini, maden açısından steril olan litolojik birimlerden ayrımlanması amaçlanmıştır. Kontrast iyileştirmesi çalışmaları kapsamında inceleme alanında en iyi sonuç Gaussian kontrast iyileştirmesi tekniğinden alınmış; band oranları, renkli

kompozit görüntüler üzerinde uygulanarak (Şekil 3.1) daha sağlıklı sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.



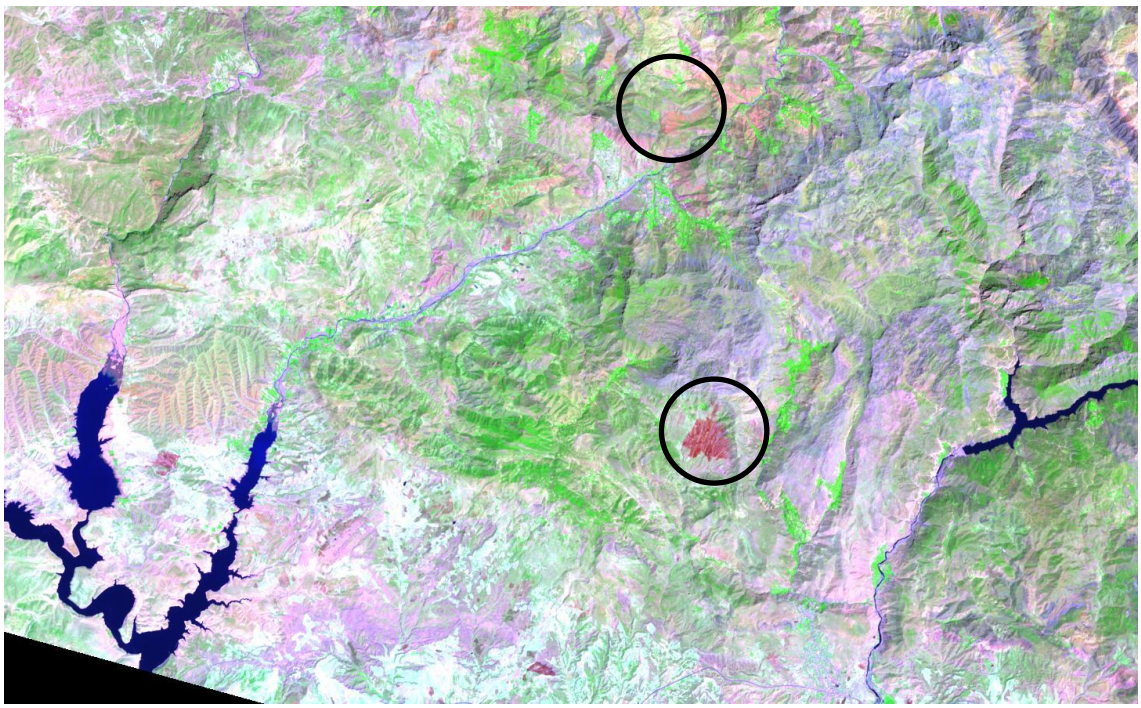
Şekil 3.1. İnceleme alanına ait gaussian kontrast iyileştirilmesi uygulanmış 752 kombinasyonu ile elde edilen renkli kompozit görüntü

3.3. Litoloji Belirleme

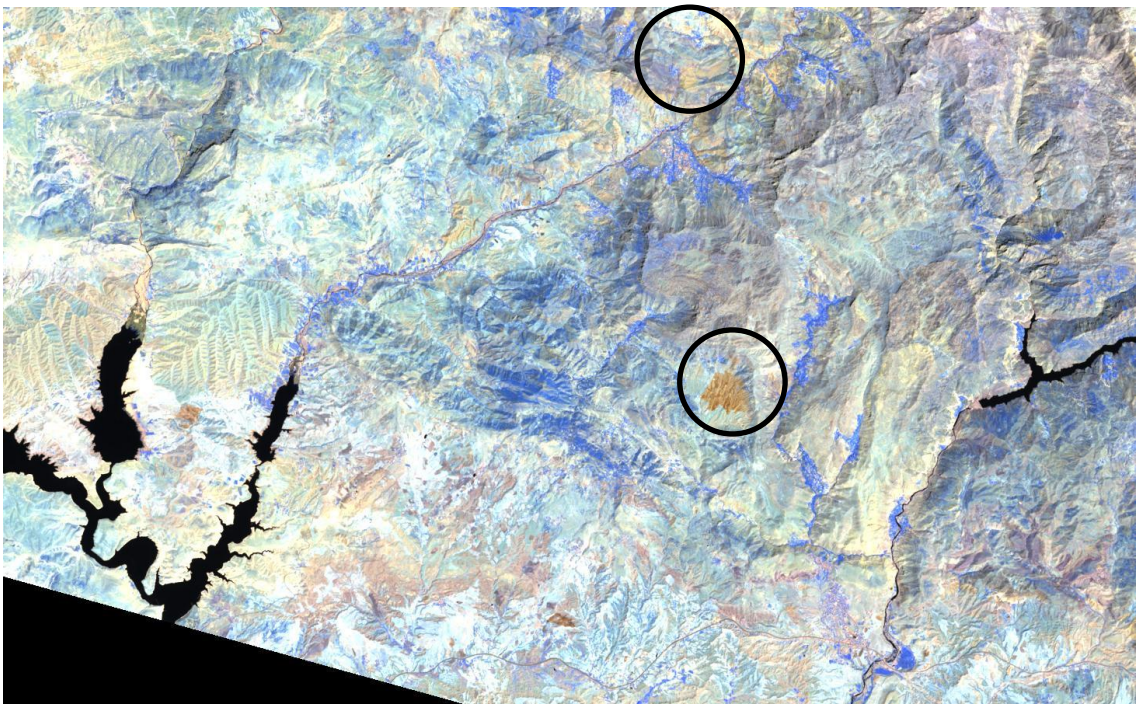
Bilindiği gibi bazı cevherleşmeler belirli litolojilere bağlı olarak meydana gelir. Bu litolojilerin iyi haritalanması ile potansiyel alanlar belirlenebilir. Uydu görüntüleriyle jeolojik harita yapımı eskiden beri araştırmacıların ilgisini çekmiş ve birçok araştırmacıya çalışma konusu olmuştur. Son yıllarda uydu teknolojilerindeki gelişmeler, uydu görüntülerinin jeolojide daha yaygın olacağını işaret etmektedir. Ancak çok kanallı uydu görüntülerinin kendisi veya işlenmesi ile oluşturulacak olası çok sayıda kombinasyon olmasına rağmen, litolojik sınırları belirlemede en uygun yöntemin hangisi olduğu konusunda araştırmacılar arasında bir fikir birliği bulunmamaktadır. Örneğin Abrams vd. (1983) ve Sultan vd. (1986) farklı bant oranlamalarıyla oluşturulacak kompozit görüntülerle litolojik birimlerin daha belirgin hale geleceğini öne sürerken, Hoatson (2001) ve Kargı (2004) 741, Sabins (1997) 742 ve Won-In ve Charusiri (2001) 754 bantlarıyla oluşturulan renkli görüntülerin litolojik ayrımında daha etkin olduğunu belirtmiştir. Chavez vd. (1982) ise çalışılan bölge için

hangi bant kombinasyonlarının ve bant oranlarının kullanılmasının daha uygun olacağını belirlemek amacıyla, bantlar arasındaki korelasyon katsayısı ve bantların standart sapmasını dikkate alan optimum endeks faktör (OIF) ismiyle bilinen basit bir istatiksel yöntem ortaya atmış ve bu yöntem daha sonraki araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmıştır. Diğer taraftan çok boyutlu veri analizlerinde kullanılan ana bileşenler analizi ve küme analizleriyle oluşturulan sınıflandırmalar bütün bantlardaki bilgileri dikkate aldığı için diğerlerine göre daha ileri istatiksel yöntemlerdir. Her ikisi de diğer yöntemler gibi uzaktan algılama çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

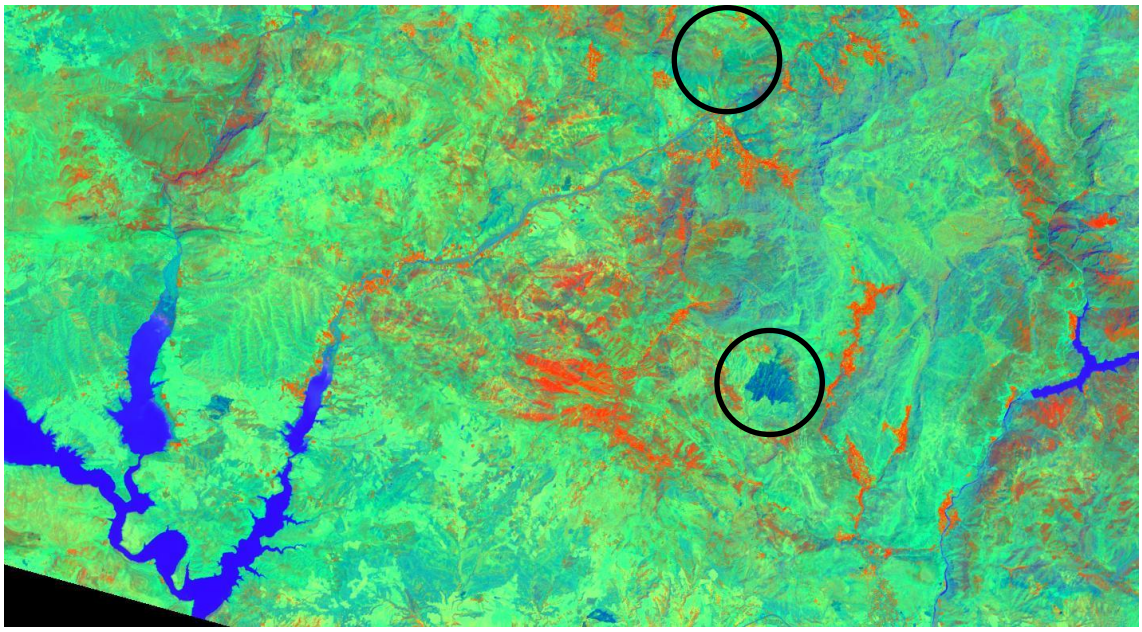
Bu kapsamda inceleme alanındaki birimlerin litolojik ayrımı için yukarıda bahsedilen yöntemler kullanılarak renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Bu çalışmada Landsat 8 uydusuna ait görüntüler kullanıldığından yöntemler bu uydunun enerji aralıkları göz önüne alınarak güncellenmiş ve 7-6-5 (Şekil 3.2), 7-5-2 (Şekil 3.3) ve Abrams yöntemi (5/7-3/1-4/5, Abrams vd., 1983) kullanılarak (Şekil 3.4) renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Bu incelemeler sonucunda elde edilen sonuçlar inceleme alanının jeolojisi ile korele edilerek maden barındırma ihtimali olan alan ve litolojilerin belirlenmesindeki ilk adım gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (752 kombinasyonu)



Şekil 3.3. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu)

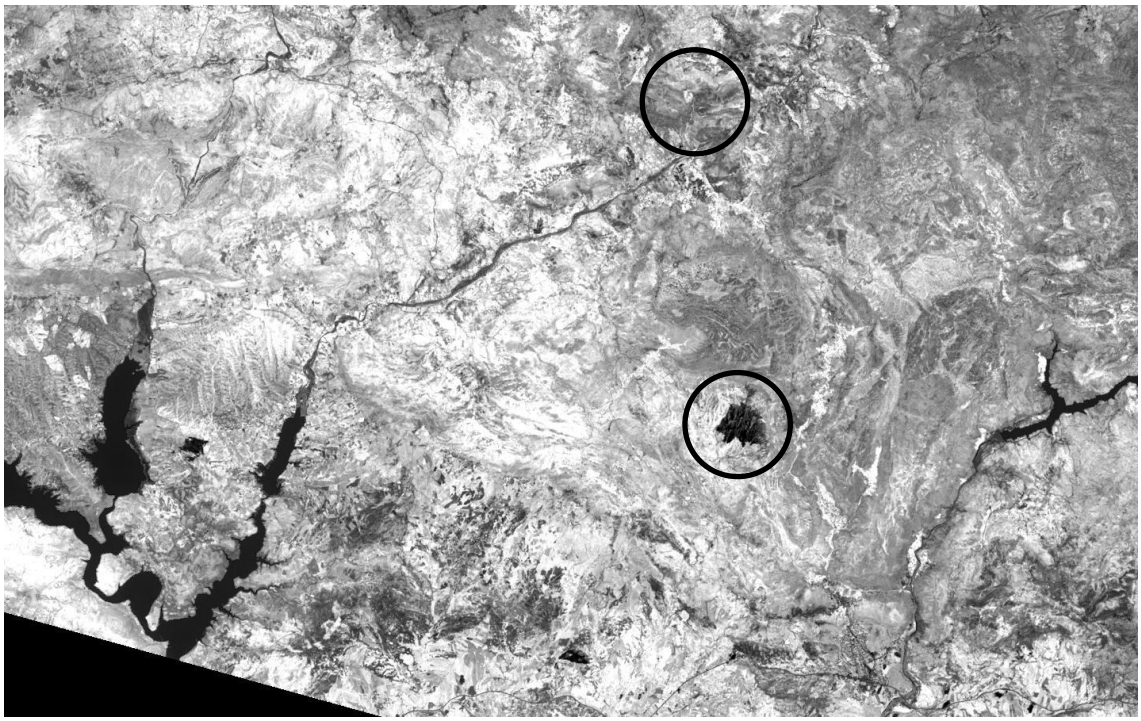


Şekil 3.4. Abrams yöntemi (5/7- 3/1 - 4/5) ile oluşturulan renkli kompozit görüntü

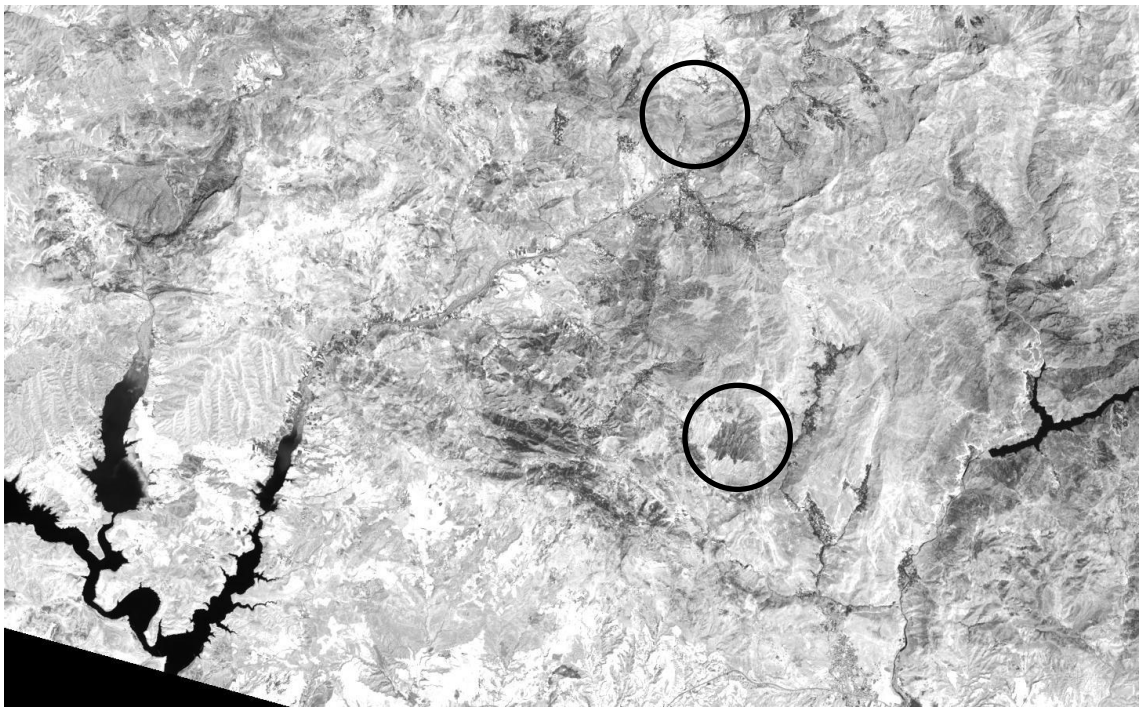
3.4. Bant Oranları

Uzaktan algılama ile maden aramada alterasyon alanlarının tespiti de önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda görüntü iyileştirme işlemlerine ilave olarak kil minerallerinin tespitine olanak sağlayan 6/7 bant oranlaması kullanılmış, bu sorgulama sonucunda diğer sonuçlarla elde edilen potansiyel saha için anlamlı bir sonuç elde edilememiştir (Şekil 3.5). Demir madeninin tespiti ve alterasyona bağlı demir oksit

oluşumlarının belirlenmesinde çok iyi sonuç veren bir bant oranı olan 4/2 (Landsat 8'in enerji aralıklarına göre güncellenmiştir) ile elde edilen görüntü incelendiğinde potansiyel alan olarak kabul edilen iki lokasyonda da çok belirgin olmamasına rağmen sonuç alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. İnceleme alanına ait Landsat 8 6/7 bant oranını gösteren görüntü



Şekil 3.6. İnceleme alanına ait Landsat 8 4/2 bant oranını gösteren görüntü

3.4.1 Renkli Kompozit Görüntüler

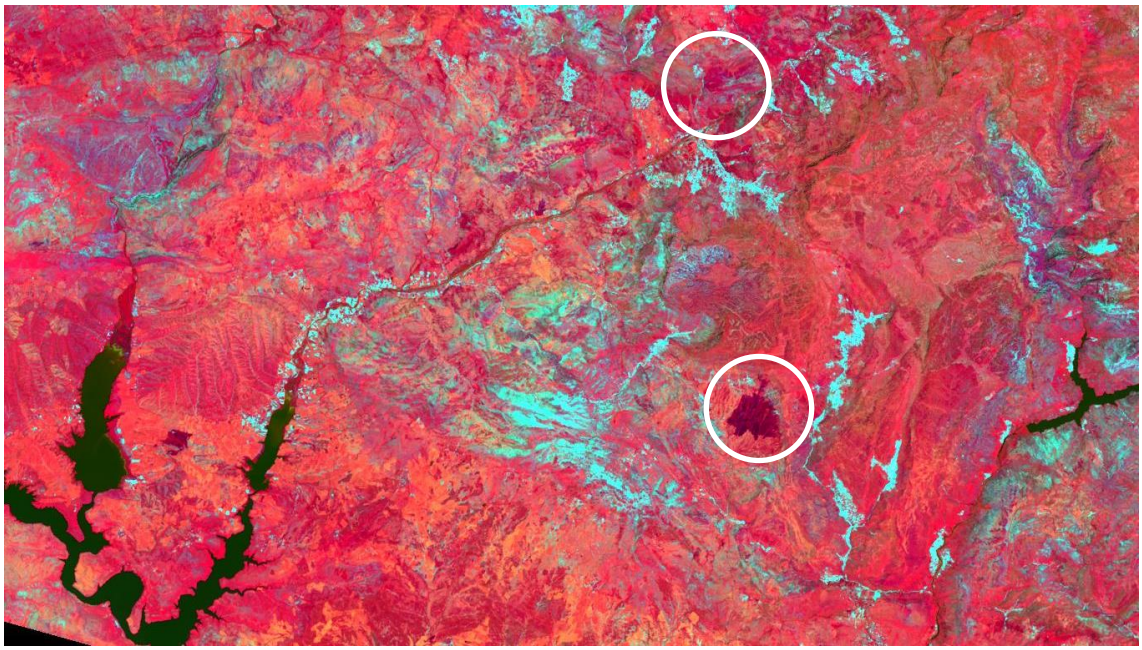
Uzaktan algılama kapsamında bir alan için görüntü eldesi, görüntü alımı amacına uygun olarak seçilen uydunun teknik özelliklerine bağlı olarak (tayfsal çözümleme) farklı enerjilerin yansımasını içeren bantlardan meydana gelir. Bir arazinin insan gözü ile göründüğü şekliyle uydu görüntüsünün oluşturulması için üç farklı enerji yansıma değerleri olan kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) bantlarının birlikte açılması (4,3,2 kombinasyonu) gerekmektedir (Şekil 3.7). Bu kombinasyon dışındaki enerji boylarına ait verileri içeren bantların farklı kombinasyonu ile oluşturulan uydu görüntülerine renkli kompozit görüntü denilmektedir. Görünen ışık bölgesine ait enerjileri içeren bantlar (RGB,432) dışındaki her kombinasyon arazinin gerçek renkleri dışında renkler içeren görüntüler olacaktır.

Renkli kompozit görüntüler oluşturulurken, amaçlanan kayaç, mineral veya elementin spektraları incelenerek, hangi enerji aralıklarında diğer kayaç, mineral veya elementlerden ayrımlanabileceği belirlenir ve buna uygun bantlar seçilerek görüntüler oluşturulur. Dolayısıyla uydu tarafından kaydedilen farklı enerji boylarını temsil eden her bir banda ait verilerin istenilen kombinasyon ile görüntünün oluşturulması sonucunda, yansımalarda meydana gelen değişimler vasıtasıyla tanımlama yapılmaktadır.

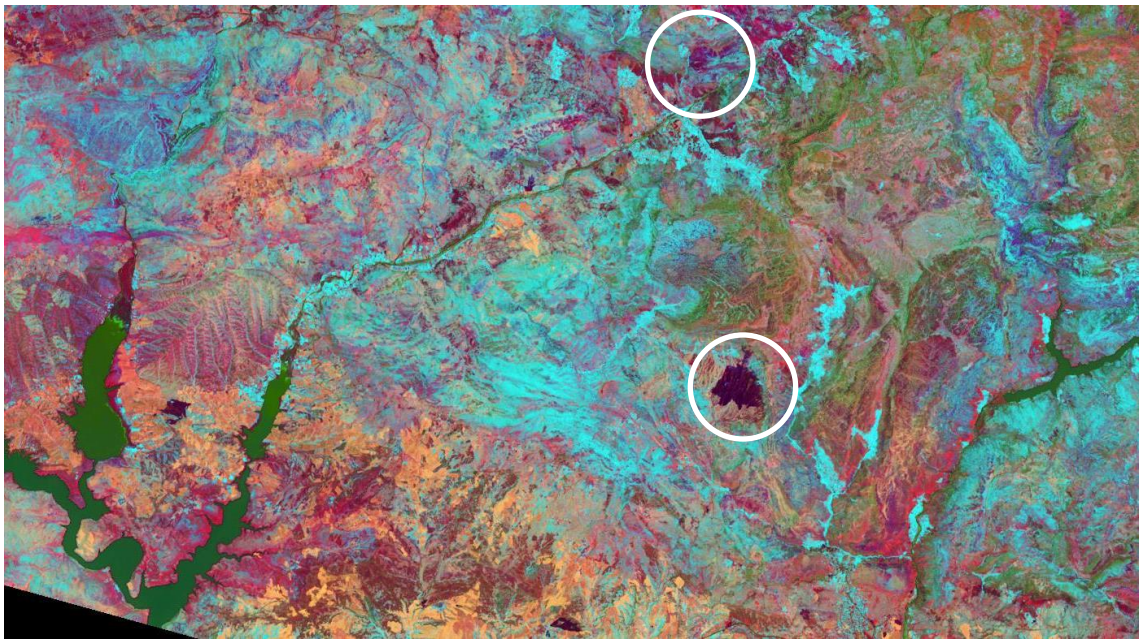


Şekil 3.7. Batman ili Sason ilçesini de içeren Landsat 8 uydusunun görünen ışık kompozisyonu (RGB)

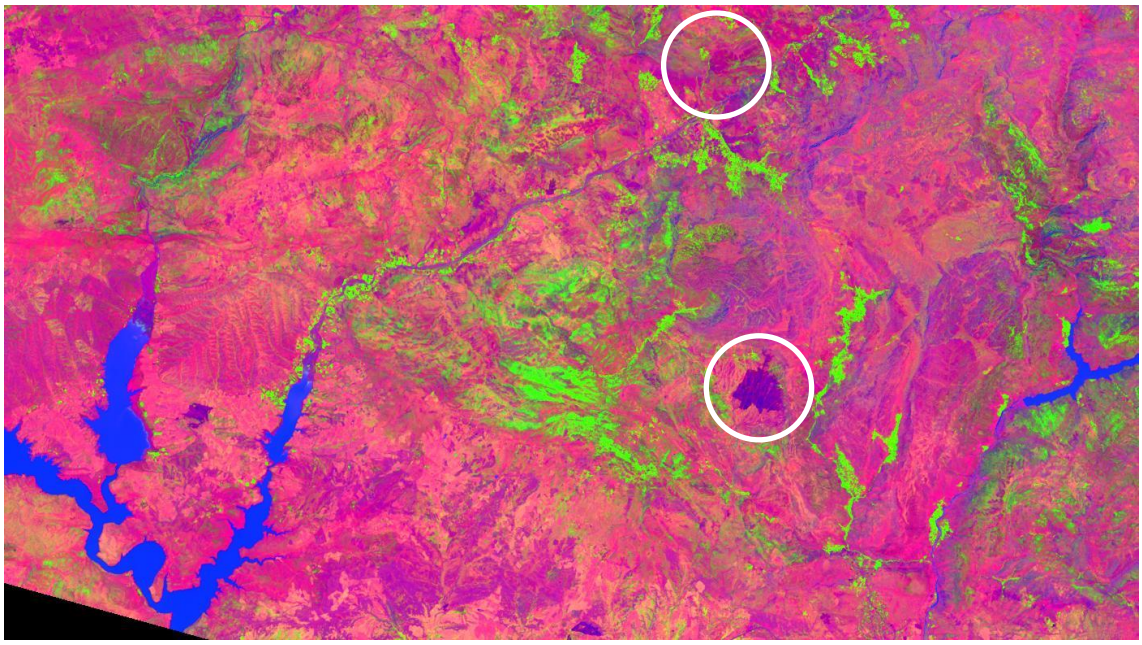
İnceleme alanında oluşumu mümkün görünen demir oksit oluşumları ve demir minerallerinin varlığı ve/veya dağılımını tespit için literatürde önceki çalışmalarda uygulanmış özel renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Demir yatağının tanımlanmasında kullanılan 4/2 – 5/7 – 5/4 (Şekil 3.8), 4/2 – 5/7 – 5/4 görüntüye uygulanan gaussian kontrast iyileştirmesi (Şekil 3.9) ve 4/2 – 5/7 – 4/5 (Şekil 3.10) bant oranları ile elde edilen görüntüde kırmızıdan sarıya kadar değişen renkler olası demir yataklarını işaret etmektedir (Salem ve Gammal, 2015). Bu görüntüde kırmızı renk demir için maksimum yansımayı işaret ederken sarı potansiyel fakat daha düşük yansımayı, yeşil renk ise en düşük değerleri temsil etmektedir.



Şekil 3.8. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/7-5/4 kombinasyonu)

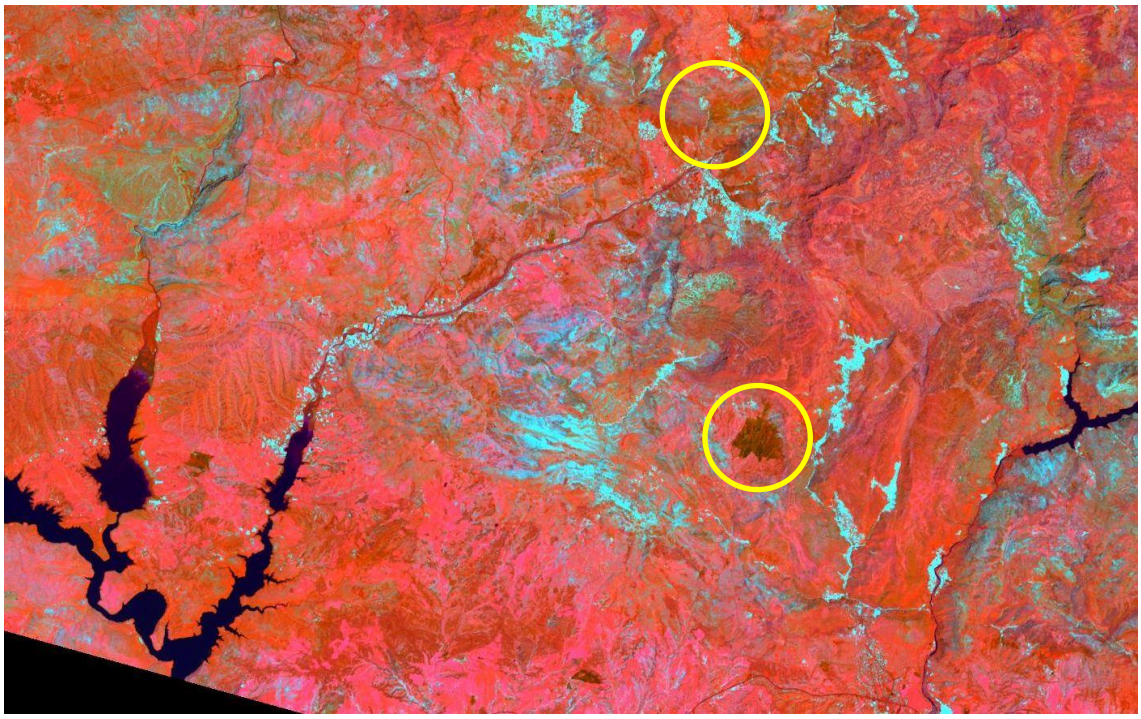


Şekil 3.9. İnceleme alanının 4/2-5/7-5/4 kombinasyondan oluşan renkli kompozit görüntüsü üzerinde gaussian kontrast gerilmesi uygulanması

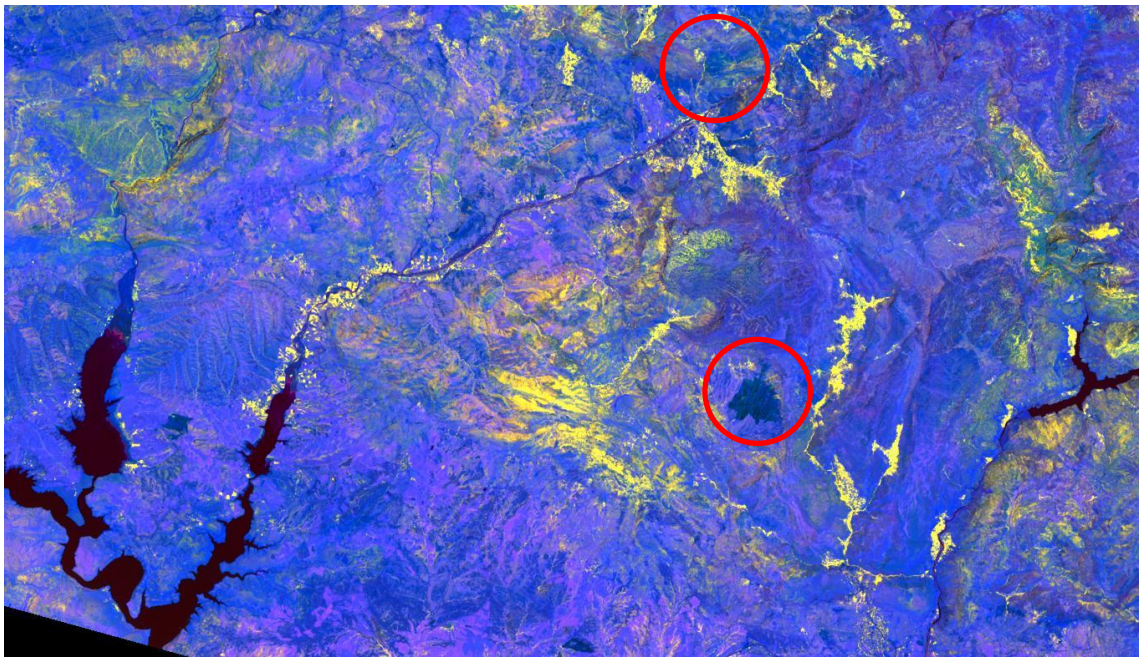


Şekil 3.10. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/7-4/5 kombinasyonu)

4/2 – 5/4 – 5/7 kombinasyonundan oluşan renkli kompozit görüntüde kırmızı ve tonları maksimum demir spektrasını gösterirken yeşil demir olmayan alanları karakterize etmektedir (Şekil 3.11). Bir diğer demir yatağı belirlemede kullanılan kombinasyon olan 5/7 – 5/4 – 4/2 (Şekil 3.12) bant oranı ile oluşturulan görüntüde kırmızı ve tonları maksimum demir içeriğini işaret ederken sarı minimum değerlere karşılık gelen yansımayı ifade etmektedir (Salem ve Gammal, 2015).



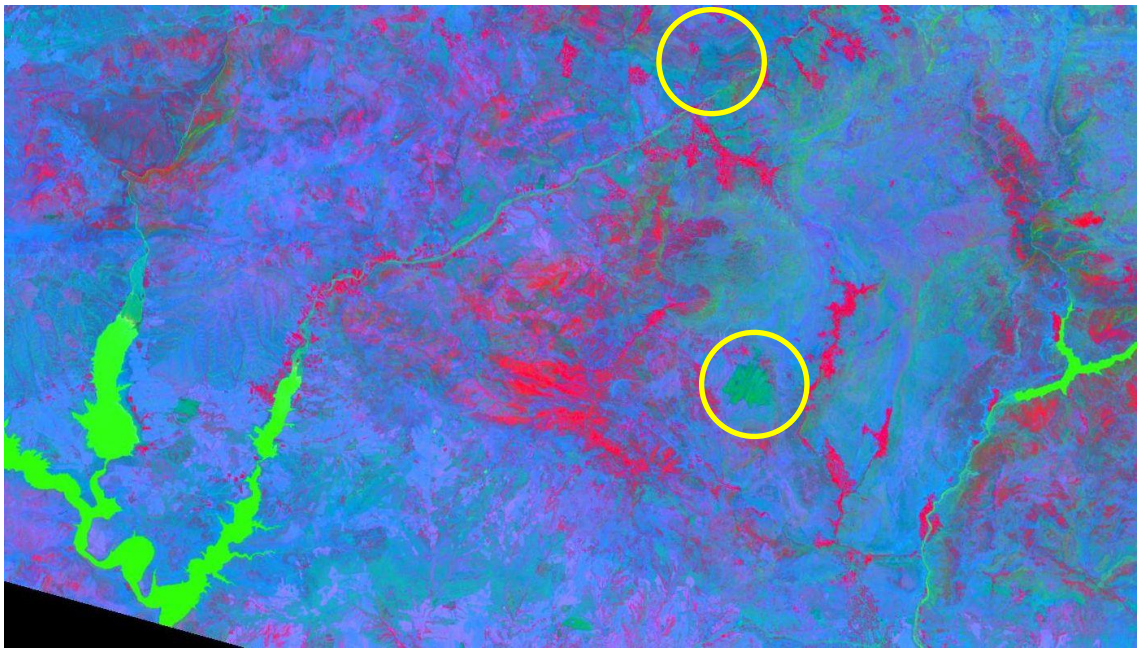
Şekil 3.11. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (4/2-5/4 -5/7 kombinasyonu)



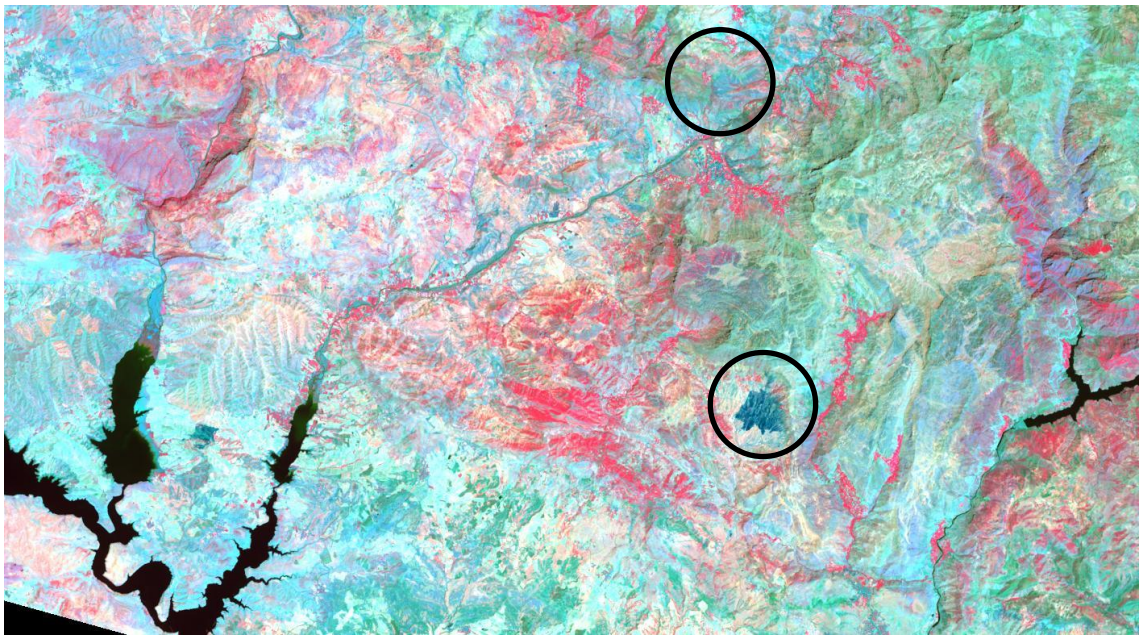
Şekil 3.12. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (5/7 -5/4-4/2 kombinasyonu)

5/7-4/5-4/2 kombinasyonundan oluşan renkli kompozit görüntüde yeşil ve tonları maksimum demir spektrasını gösterirken pembe renkler demir olmayan alanları karakterize etmektedir (Şekil 3.13) (Salem ve Gammal, 2015).

van der Meer ve diğerleri 2012 yılında yaptıkları çalışmada Landsat 7 uydusuna ait görüntü kullanılarak 5/7 – 3/1 – 5 kombinasyonu ile elde edilen renkli kompozit görüntünün spektra değerlerinin incelenmesi sonucunda (aklık ve topografik etmenler göz ardı edilmek koşuluyla) elde edilen görüntülerdeki renklerin su ve Fe içeriğine göre ayırt edilebileceğini önermiştir. Bu metoda göre kombinasyonunda camgöbeği ve yeşil tonları maksimum demir spektrasını gösterirken pembe renkler demir olmayan alanları karakterize etmektedir. Tez çalışması kapsamında Landsat 8 uydu görüntüsü kullanıldığı için bu metod 6/7 – 4/2 – 6 renkli kompozit görüntüsü olacak şekilde güncellenmiş ve elde edilen görüntünün renklerinin incelenmesi sonucunda potansiyel saha olarak belirlenen bölgelerin düşük su, orta-yüksek demir içerdiği belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (5/7-4/5-4/2 kombinasyonu)



Şekil 3.14. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (6/7-4/2-6 kombinasyonu)

4. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazinin jeolojik özelliklerinin incelenmesi, uzaktan algılama çalışmaları kapsamında kontrast düzeltmeleri, bant oranlamaları, renkli kompozit görüntülerin oluşturulması teknikleri kullanılarak elde edilen görüntülerin incelenmesi sonucunda potansiyel olarak maden içerebilecek 2 saha tespit edilmiş ve bu sahalar için arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması kapsamında; görüntülerden potansiyel sahaların koordinat değerleri alınmış arazide GPS kullanılarak elde edilen lokasyonların kontrolü gerçekleştirilmiştir.

4.1. Güvercinlik Köyü ve Civarı

Güvercinlik Köyü Batman ili Sason ilçesine bağlı olup, Sason'a 14 km uzaklıkta yer almaktadır (Şekil 4.1). İnceleme alanında gözlenen birimler Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından Dilimli Kuşak olarak tanımlanan kuşağa ait olan Sason flişine ait litolojiler gözlenmektedir (Şekil 4.2). Bu birimler düşük derecede metamorfizma gösteren kumtaşları, şeyl ve kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Bölge tektonik yönünden hareketli olduğundan arazide gözlenen birimler genellikle bol kırık ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Kumtaşları ve şeyl arazide genellikle yeşil renkleri ile kolaylıkla tanınmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.1. Güvercinlik sahasının yer bulduru haritası



Şekil 4.2. Sason flişine ait birimlerin arazi görünümü (Güvercinlik köyünün kuzeyi).

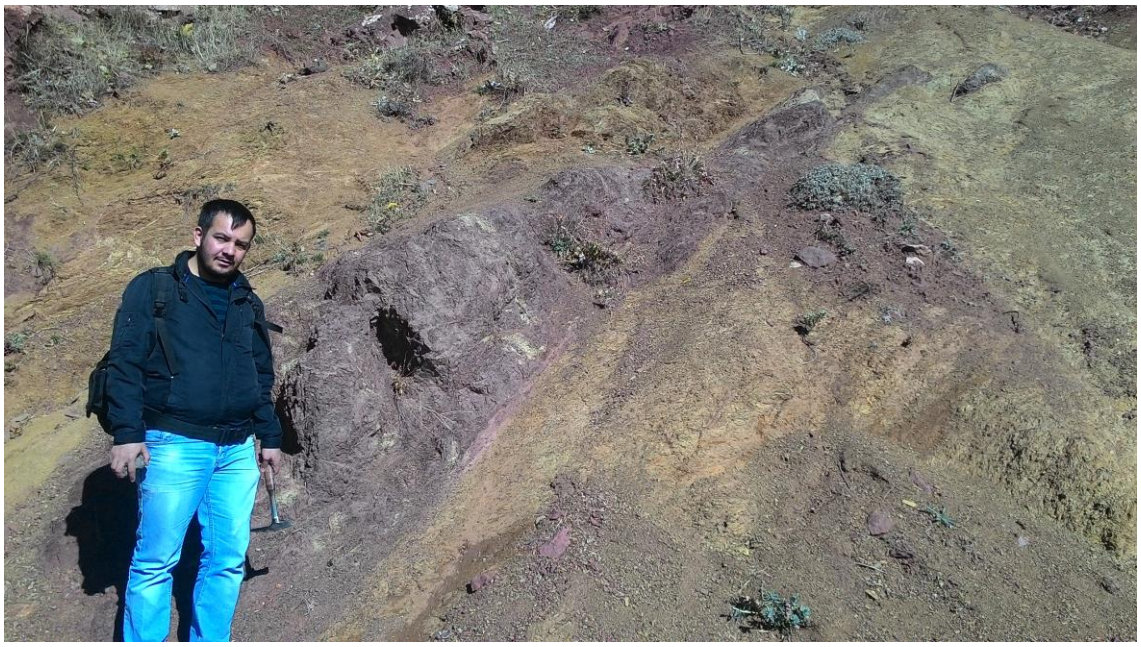


Şekil 4.3. İnceleme alanında gözlenen şeylin arazi görünümü (Güvercinlik köyünün kuzey batısı).

Şeyl çoğunlukla kırık ve çatlaklı olup, çatlak ve kırıkları yer yer limonit (Şekil 4.4), hematitler tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.5). Birim tektonik hatlar boyunca şistozite göstermesi, şistozite düzlemleri boyunca hareket eden demirli çözeltiler sonucunda içerisinde yer yer bol demir oksitli seviyeler gözlenmiş olup, bu seviyelerin kalınlığı 10cm'den 3'm ye kadar değişmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.4. Şeyl içerisinde gözlenen limonit oluşumları(Güvercinlik köyünün kuzeybatısı).



Şekil 4.5. Şeyl içerisinde gözlenen hematit oluşumları(Güvercinlik köyünün kuzeyi).



Şekil 4.6. Şeyl içerisinde gözlenen kalın hematitli seviyeler (Güvercinlik köyünün kuzey doğusu).

Kırık ve çatlakların bir kısmı kalınlığı birkaç cm olan spekülarit ile doldurulduğu da gözlenmiştir (Şekil 4.7). Spekülaritlerin düzensiz bir yapı sunması, yan kayaçların kırık ve çatlaklarını doldurması hidrotermal kökenli işaret etmektedir. Arazide gözlenen birimlerin metamorfik oldukları göz önüne alındığında, metamorfizma esnasında hareketlenen sıvıların küçük çaplı bir cevherleşmeye neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.7. Şeyl içerisinde gözlenen spekülarit damarı (Güvercinlik köyünün kuzeyi).

İnceleme sahasında gözlenen kireçtaşları genellikle kırmızı renkli olup, bol kırık ve çatlaklı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.8). Çatlaklar genellikle kalsit dolgulu olan birim geniş bir yayılım göstermektedir. Birim kendisine kırmızı renk veren demirden dolayı uzaktan algılama çalışmalarında demir anomalilerinin ana kaynağı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.8. Kırmızı renkli kireçtaşlarının arazi görünümü (Güvercinlik köyünün batısı).

4.1.1 Güvercinlik Köyü Kayaçlarının Jeokimyası

İncelme sahasından alınan örneklerden 4 adet maden potansiyeline sahip olduğu düşünülen örnek ve 2 adet yan kayaç olmak üzere 6 adet örnekten anaoksit (Tablo 1) ve belirlenen iz element içeriklerinin (Tablo 2) tespiti için XRF ve kayaçların mineralojik bileşenlerini belirlemek amacıyla XRD analizleri İ.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

Güvercinlik köyü maden ve yan kayaç analiz sonuçları incelendiğinde yoğunluklu olarak silisli ve kalsiyumlu bir bileşime sahip oldukları, bunlara yer yer alüminyum ve demir oksidin de eşlik ettiği belirlenmiştir. Yan kayaçların meta kırıntılılar olduğu düşünüldüğünde orta SiO_2 ve CaO değerlere sahip olması normaldir. Maden örneklerinin yan kayaçlara oranla SiO_2, Fe_2O_3 ve CaO değerlerinin yüksek olması oluşumlarında hidrotermal çözeltilerin rol oynamış olabileceğini işaret etmektedir (Şekil 4.9).

Örneklerin ana oksit değerleri incelendiğinde bol miktarda gözlenen oksitlerden SiO_2 ve CaO arasında kuvvetli negatif korelasyon gözlenirken (Şekil 4.10); SiO_2 ve Fe_2O_3 arasında kuvvetli olmasa da pozitif bir korelasyonun varlığı gözlenmiştir. Bu durum inceleme sahasında gözlenen demirli oluşumların silisle yakın ilişkili olduğunu dolayısıyla hidrotermal bir çözeltinin etkisiyle oluştuğunun göstergelerinden biridir (Şekil 4.11).

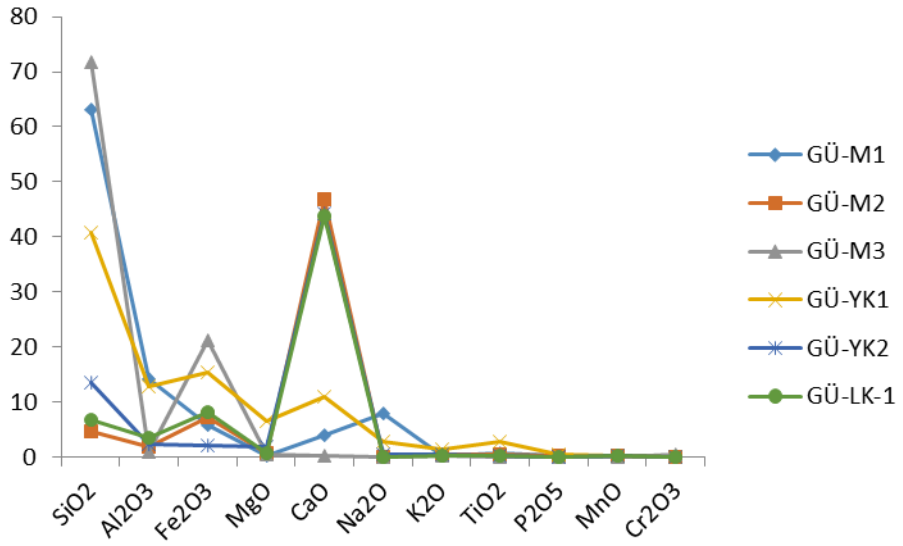
Örneklerin iz element içeriklerinin değerlendirilmesi sonucunda maden örneklerinin Cu, Pb, Zn, Ba ve Zr gibi iz element içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12). Maden örneklerinin yan kayaçlara oranla yüksek miktarda iz element içermesi ve bu değerler açısından benzerlikler göstermemesi maden oluşumunun yan kayaçla bağlantılı olmadığının yani epijenetik bir oluşum olduğunun bir göstergesidir.

Tablo 1. Güvercinlik sahası yan kayaç ve maden örneklerinin ana oksit değerleri

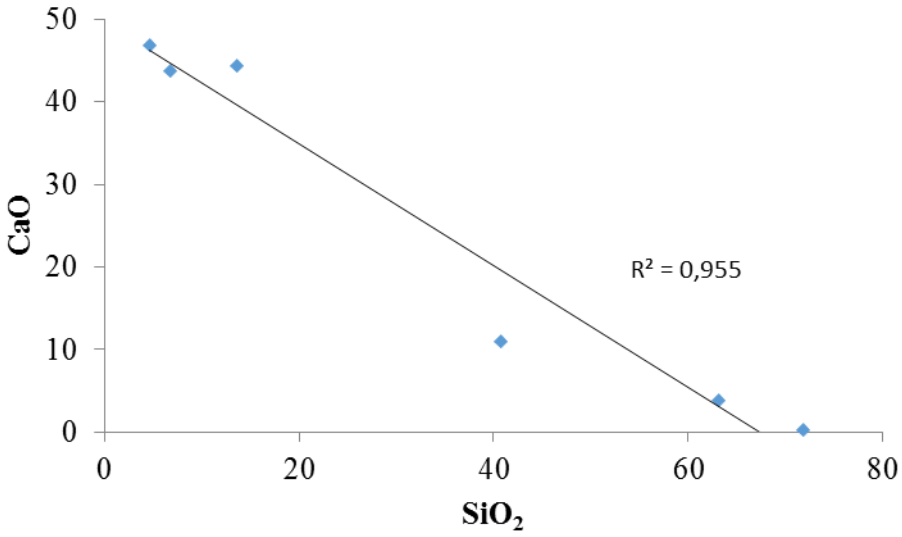
Örnek No	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	TOPLAM
GÜ-M1	63,14	14,09	5,93	0,14	3,85	8,01	0,17	0,71	0,13	0,04	–	3,46	99,89
GÜ-M2	4,67	1,83	7,32	0,59	46,86	0,07	0,48	0,37	0,17	0,13	–	37,44	99,95
GÜ-M3	71,86	0,88	21,29	0,40	0,27	0,01	0,12	0,02	0,07	0,04	0,54	3,23	99,80
GÜ-YK1	40,71	12,83	15,28	6,61	11,04	2,86	1,43	2,68	0,45	0,21	–	5,72	99,92
GÜ-YK2	13,55	2,44	2,06	1,76	44,36	0,42	0,42	0,19	0,06	0,21	0,01	34,39	99,97
GÜ-LK-1	6,69	3,58	8,09	0,63	43,82	0,04	0,20	0,14	0,02	0,21	–	36,53	99,98

Tablo 2. Güvercinlik sahası yan kayaç ve maden örneklerinin iz element değerleri

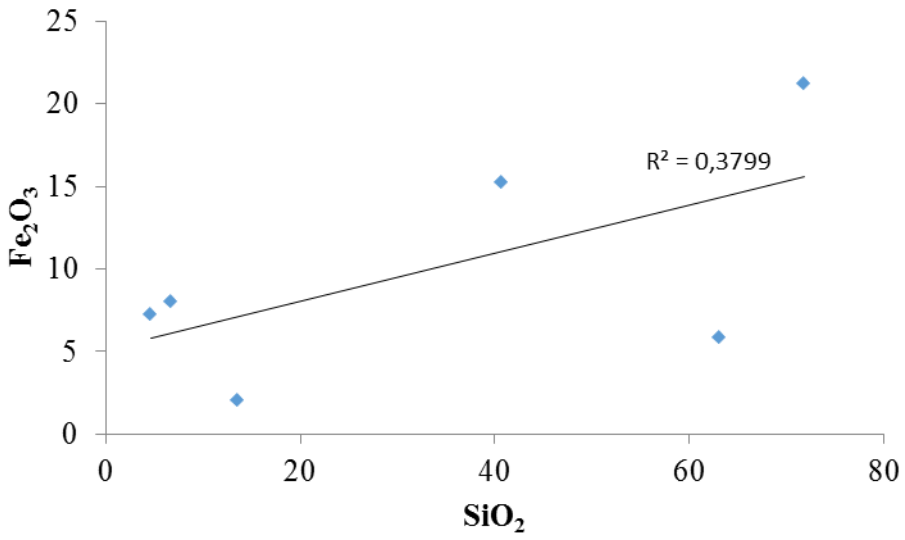
Örnek No	Cl (%)	SO_3 (%)	Sr (ppm)	Zr (ppm)	Ba (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
GÜ-M1	0,01	0,03	–	1840,00	–	–	–	–
GÜ-M2	–	0,02	–	–	–	–	–	–
GÜ-M3	0,01	0,20	–	–	1644,00	451,00	2277,00	4167,00
GÜ-YK1	0,01	0,02	381,00	199,00	–	–	–	–
GÜ-YK2	0,01	0,04	392,00	148,00	–	–	–	–
GÜ-LK-1	–	0,03	–	–	–	–	–	–



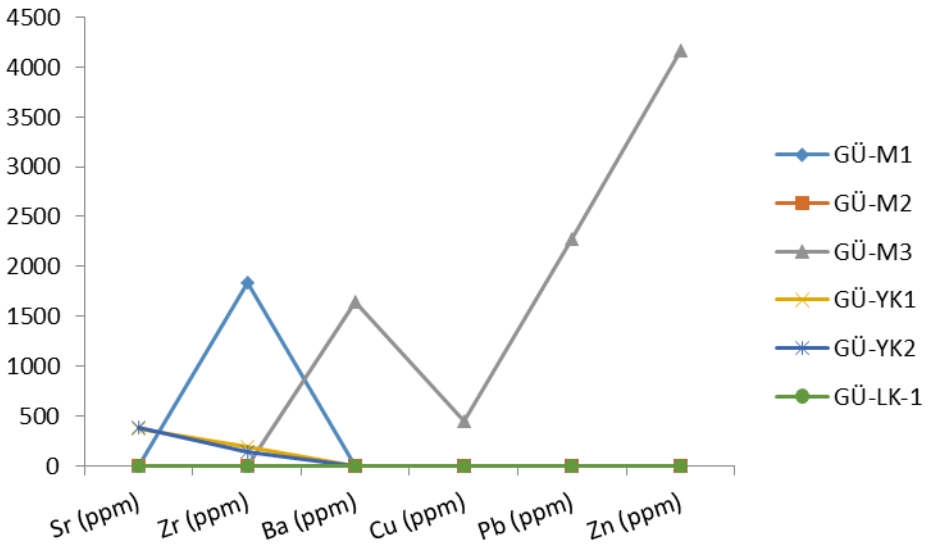
Şekil 4.9. Güvercinlik sahası örneklerinin anaoksit içerikleri (%)



Şekil 4.10. Güvercinlik sahası örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu

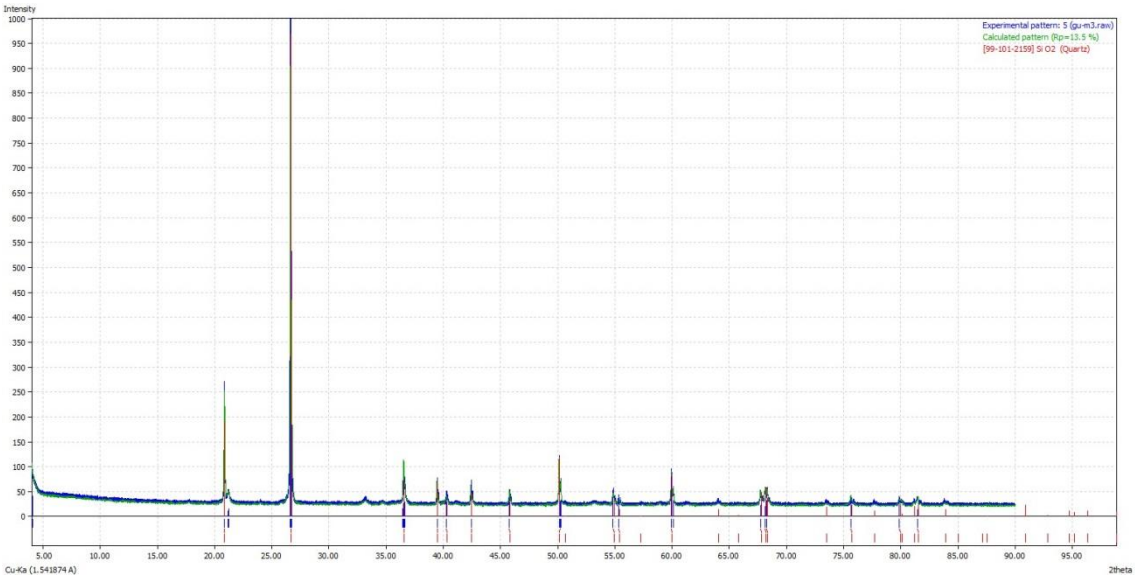


Şekil 4.11. Güvercinlik sahası örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu

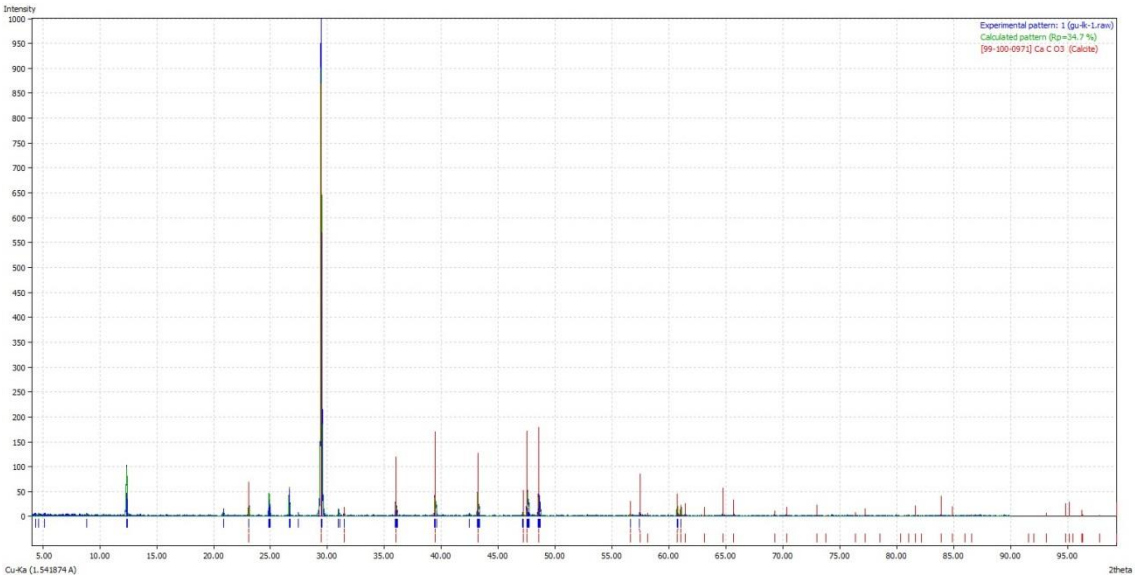


Şekil 4.12. Güvercinlik sahası örneklerinin iz element içerikleri (ppm)

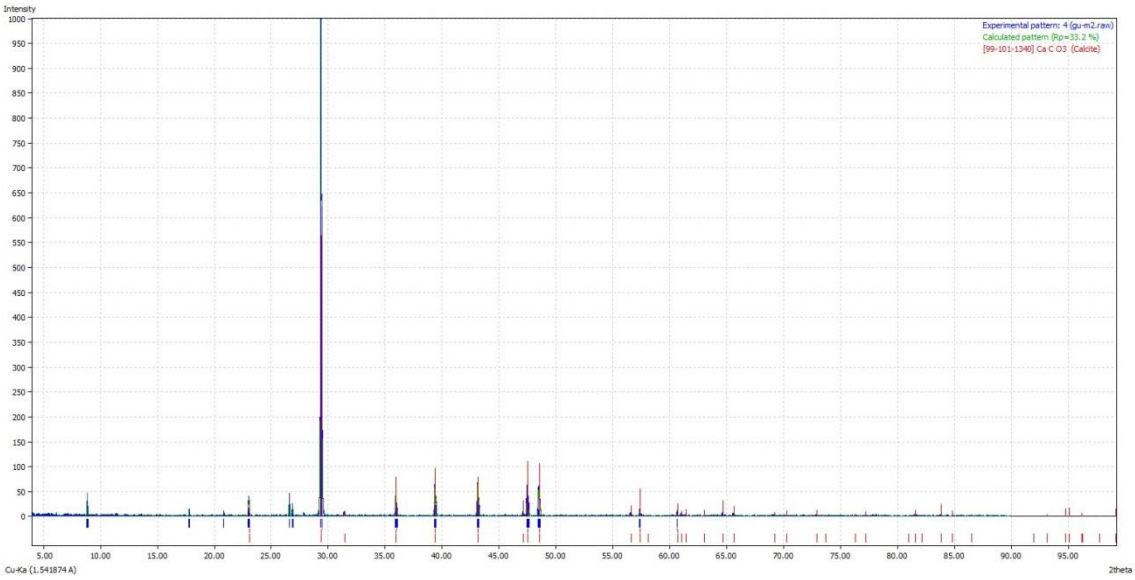
Güvercinlik sahasına ait maden potansiyeli olabilecek 4 adet örnekten XRF sonuçlarına bakıldığında GÜ-M3 numaralı örnek %21,29 ile en yüksek Fe_2O_3 içeriğine sahip olduğundan demirli mineral içermesi beklenirken örneğin XRD analizlerinin değerlendirilmesi sonucunda örneğin tamamen SiO_2 den oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.13). Diğer örnekler de benzer bir şekilde tamamen kalsit veya kuvarstan oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 4.14-15-16). İnceleme sahasında yapılan arazi gözlemleri ve analize gönderilen el örnekleri analiz sonuçları ile bağdaşmamaktadır. İnceleme alanındaki cevherleşme hidrotermal olduğu için yan kayaçların süreksizliklerinde meydana gelmiştir. Analiz için gönderilen el örneklerinde makroskobik olarak gözlenen minerallerin XRD analizi sonucunda tespit edilememesinin sebebi; cevherleşmenin içinde geliştiği yan kayacın daha taze ve altere bir görünüm sunmaması sebebiyle örnekler analize hazırlanırken muhtemelen yan kayaç ağırlıklı olarak öğütülmüş ve analiz edilmiş olduğu düşünülmektedir.



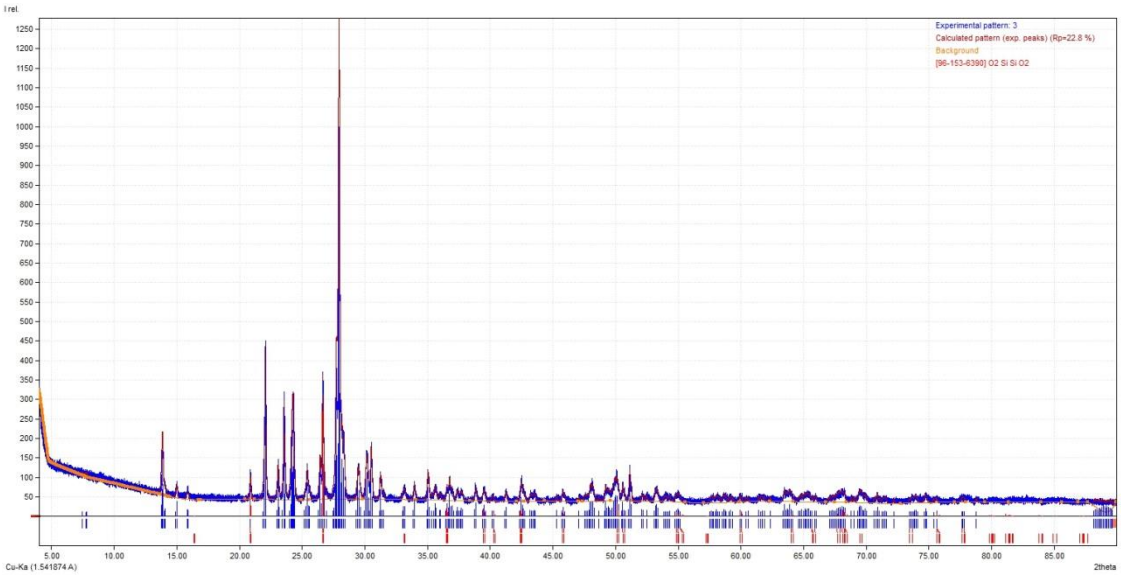
Şekil 4.13. Güvercinlik sahası GÜ-M3 örneğinin XRD diftagramı



Şekil 4.14. Güvercinlik sahası GÜ-LK1 örneğinin XRD diftagramı



Şekil 4.15. Güvercinlik sahası GÜ-M2 örneğinin XRD diftagramı



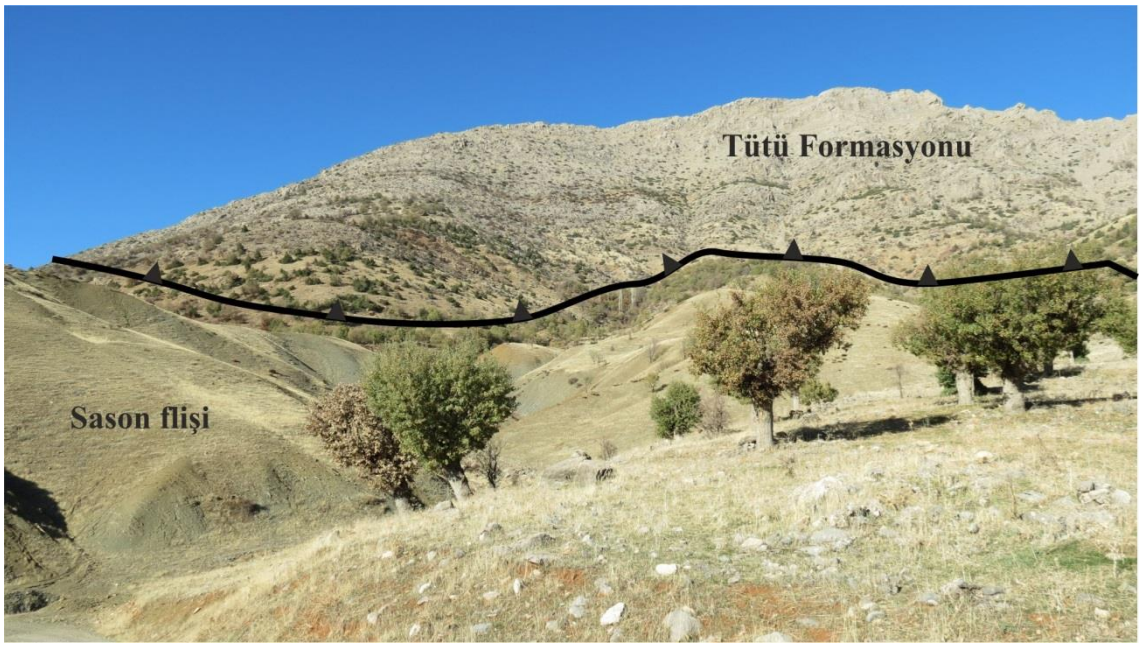
Şekil 4.16. Güvercinlik sahası GÜ-M1 örneğinin XRD diftagramı

4.2. Kayadibi Köyü ve Civarı

Kayadibi Köyü Batman ili Kozluk ilçesine bağlı olup, Kozluk'a 9 km uzaklıkta yer almaktadır (Şekil 4.17). İnceleme alanında gözlenen birimler; alttan üste doğru Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından tanımlanan otokton birim olan Sason Flişine ait yeşil-gri renkli, marn ve kumtaşı ara katkılı şeyl, bunun üzerinde Bitlis Metamorfiklerinin Tersiyer yaşlı Tütü Formasyonuna ait yer yer dolomitik, gri-siyah renkli, kırık ve çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulu kireçtaşlarıdır. Tütü Formasyonu Sason Flişi üzerine bindirme ile yerleştiği için birim coğrafik olarak üst kotlarda sert topografyasıyla kolaylıkla tanınabilmektedir (Şekil 4.18). Sason Şeyli ise karakteristik olan yeşil rengiyle tanınmaktadır (Şekil 4.19). İki birim sınırı tektonik olduğundan bu zonda ezilme, parçalanmış ve daha alt kotlara düşmüş kireçtaşı bloklarının varlığı, hidrotermal olarak oluşmuş olan ve geniş yayılım gösteren limonit ve hematit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 4.20). Saha çalışması öncesi yapılan uzaktan algılama teknikleri sonucunda elde edilen maden spektralarının birincil kaynağının Tütü Formasyonuna ait olan dolomitik kireçtaşı olduğu, ikincil etmenin ise bindirmeye bağlı olarak gelişmiş olan limonit ve hematit oluşumlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.21).



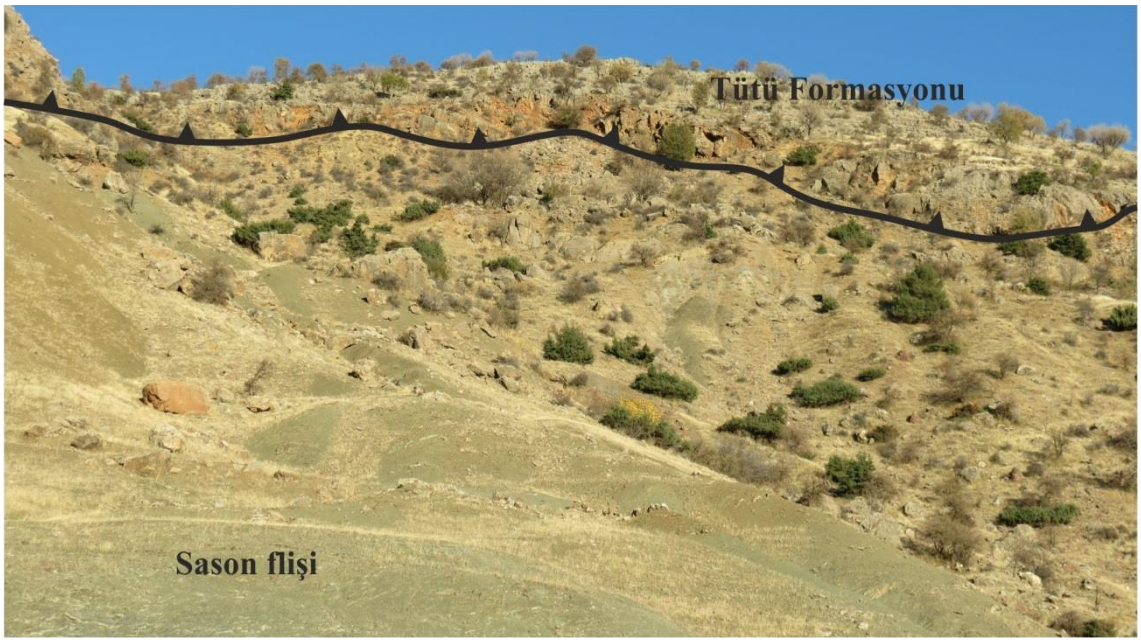
Şekil 4.17. Kayadibi sahasının yerbulduru haritası



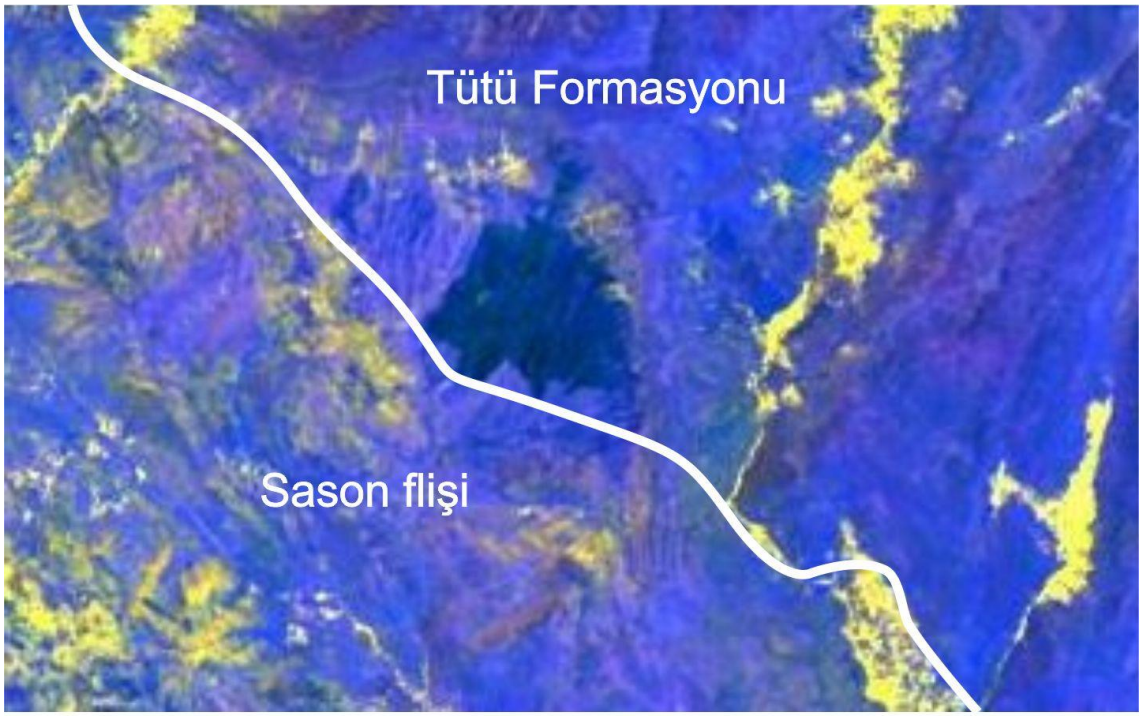
Şekil 4.18. İnceleme alanında gözlenen Tütü Formasyonu ve Sason flişi arasındaki tektonik dokanak (Kayadibi köyünün kuzeybatısı).



Şekil 4.19. Sason flişinin arazi görünümü(Kayadibi köyünün kuzeybatısı).



Şekil 4.20. Sason flişi ile Tütü Formasyonu arasında gözlenen bindirme zonu ve bu zona bağlı olarak gelişmiş limonitler (Kayadibi köyünün kuzeybatısı).



Şekil 4.21. İnceleme alanına ait litolojik ayrımlama için kullanılan renkli kompozit görüntü (752 kombinasyonu) kullanılarak yapılan birim ayrımı

4.2.1 Kayadibi Köyü Kayaçlarının Jeokimyası

Kayadibi sahasından alınan örneklerden 1 adet maden potansiyeline sahip olduğu düşünülen örnek ve 2 adet yan kayaç olmak üzere 3 adet örnekten anaoksit (Tablo 3) ve belirlenen iz element içeriklerinin (Tablo 4) tespiti için XRF analizleri yapılmıştır.

Kayadibi sahasında gözlenen birimler Güvercinlik sahası ile benzerlik arz etmekle beraber bu sahada Tütü Formasyonuna ait karbonatlı birimler (dolomitik kireçtaşları) de mostra verdiğinden örneklerin analiz sonuçları değişiklikler sunmaktadır.

Yan kayaç analiz sonuçları incelendiğinde; kireçtaşlarının doğal olarak yüksek oranda CaO içerirken, Sason flişine ait örneğin SiO_2 değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Maden potansiyeli olduğu düşünülen örnek ise çok yüksek SiO_2 içermesi Güvercinlik sahasında da olduğu gibi oluşumunda rol oynayan hidrotermal aktiviteyi işaret etmektedir (Şekil 4.22).

Örneklerin ana oksit değerleri incelendiğinde Güvercinlik sahasına benzer özellikler sergilediği belirlenmiştir. SiO_2 ve CaO arasında kuvvetli negatif korelasyon gözlenirken (Şekil 4.23); SiO_2 ve Fe_2O_3 arasında zayıfta olsa pozitif bir korelasyonun varlığı gözlenmiştir. Bu durum inceleme sahasında gözlenen demirli oluşumların silisle yakın ilişkili olduğunu dolayısıyla hidrotermal bir çözeltinin etkisiyle oluştuğunun göstergelerinden biridir (Şekil 4.24).

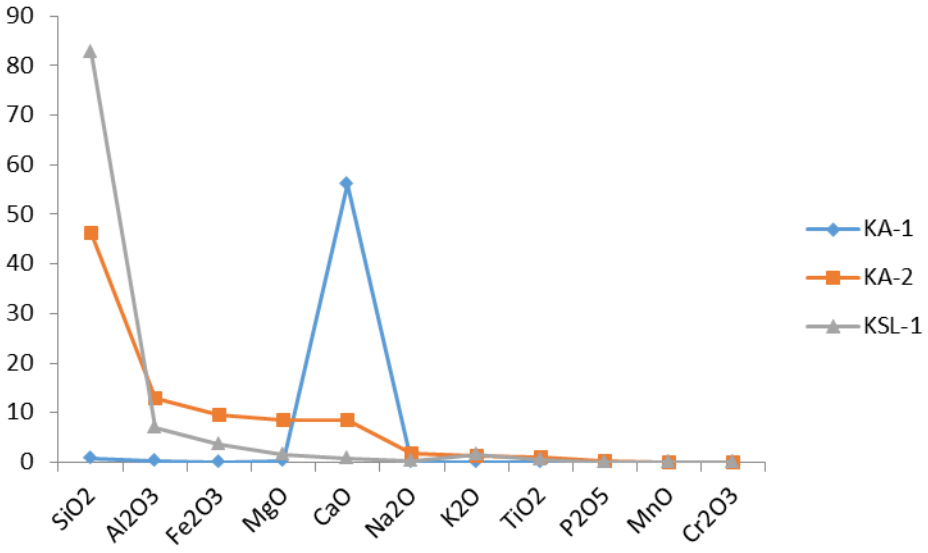
Örneklerin iz element içerikleri incelendiğinde yüksek Sr içermelerinin sebebinin Sr'un Ca ile olan yer değiştirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Potansiyel maden olabileceği düşünülen örnek ise ilginç bir şekilde önemli bir element konsantrasyonuna sahip değildir (Şekil 4.25). Bu durum; Kayadibi köyünün Güvercinlik köyüne göre daha güneyde yer alması, bindirme zonu ve ilişkili olarak gelişen tektonik yapılara olan uzaklığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3. Kayadibi sahası yan kayaç ve maden örneklerinin ana oksit değerleri

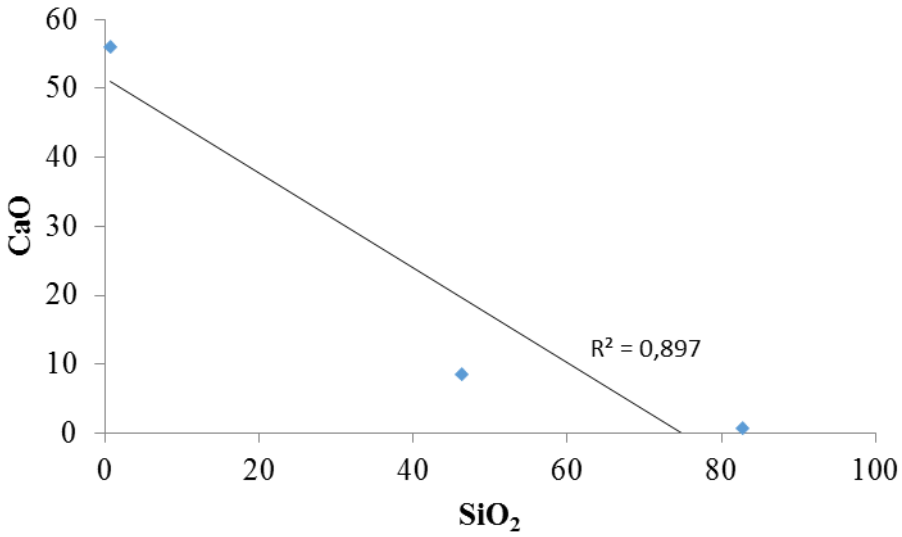
Örnek No	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	TOPLAM
KA-1	0,70	0,14	0,09	0,17	55,99	–	0,03	0,01	–	–	–	42,72	99,98
KA-2	46,28	12,98	9,58	8,64	8,62	1,71	1,38	1,05	0,16	0,09	0,07	9,24	99,89
KSL-1	82,69	6,97	3,50	1,65	0,73	0,28	1,46	0,48	0,07	0,05	0,01	2,04	99,94

Tablo 4. Kayadibi sahası yan kayaç ve maden örneklerinin iz element değerleri

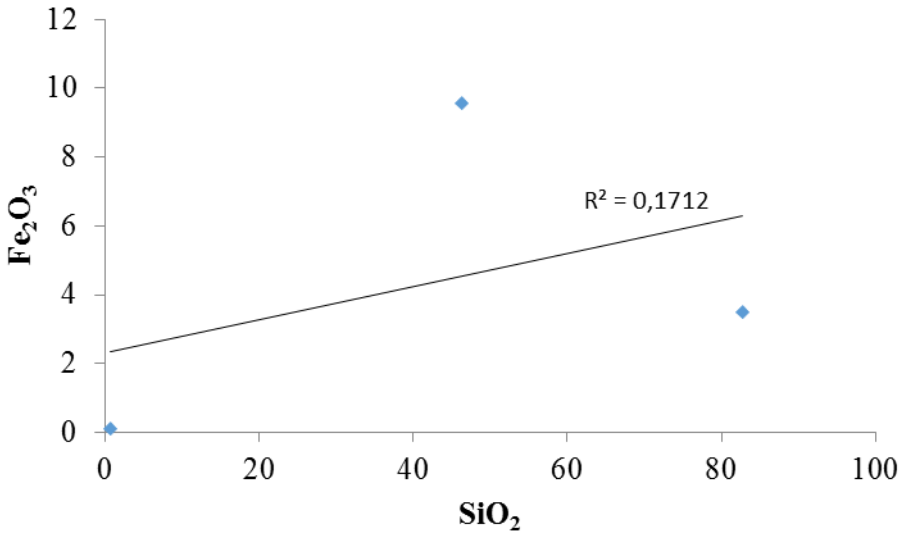
Örnek No	Cl (%)	SO_3 (%)	Sr (ppm)	Zr (ppm)	Ba (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
KA-1	0,01	0,01	924,00	–	–	–	–	–
KA-2	0,01	0,03	268,00	106,00	–	–	–	–
KSL-1	0,02	–	–	–	–	–	–	–



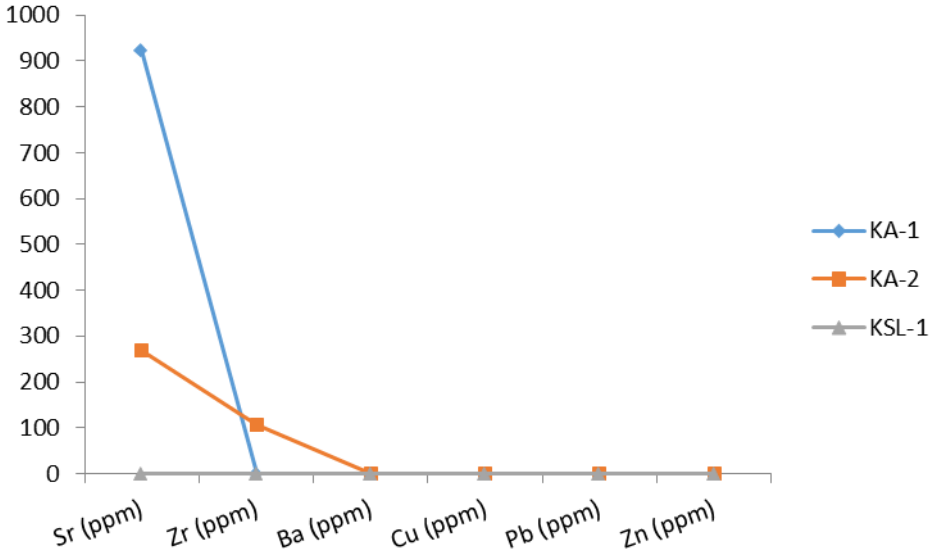
Şekil 4.22. Kayadibi sahası örneklerinin anaoksit içerikleri (%)



Şekil 4.23. Kayadibi sahası örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu

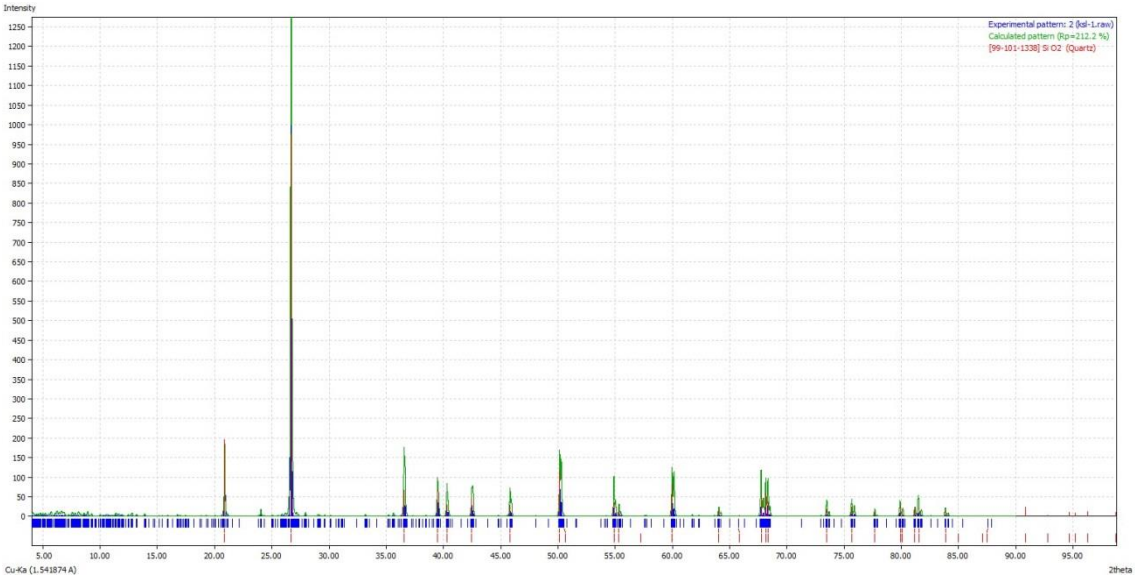


Şekil 4.24. Kayadibi sahası örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu



Şekil 4.25. Kayadibi sahası örneklerinin iz element içerikleri (ppm)

Kayadibi sahasına ait maden potansiyeli olabilecek KSL-1 numaralı örneğin XRD analizinin değerlendirilmesi sonucunda XRF analizi ile de uyumlu bir şekilde örneğin tamamen SiO_2 den oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.26). Örneğin alındığı lokasyon hidrotermal çözeltilerin kolaylıkla hareket edebileceği tektonik bir zondan alındığından, çözelti bünyesindeki demiri zondaki kayaçlara enjekte ettiğinden numune potansiyel maden görünümü sunmaktadır.



Şekil 4.26. Kayadibi sahası KSL-1 örneğinin XRD diftagramı

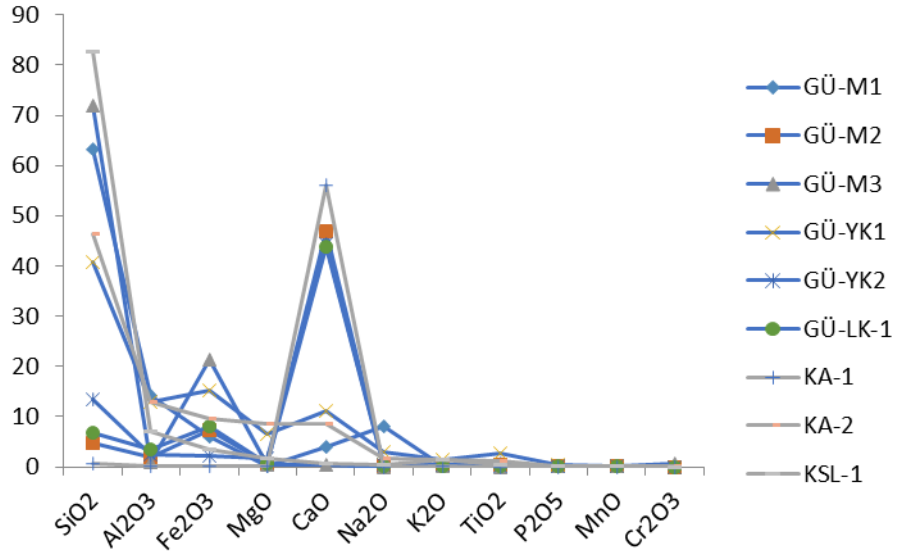
4.3. Arazi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Uzaktan algılama çalışmaları sonucunda belirlenen ve potansiyel demir maden sahası olabileceği düşünülen Güvercinlik ve Kayadibi sahalarından Kayadibi sahasının spektralarının daha karakteristik olması potansiyel saha olabileceği düşüncesini doğurmuştur.

Yapılan saha çalışmaları beklentilerin tam tersi bir durum sergilemiş ve Güvercinlik sahasının maden oluşumları yönünden daha zengin olduğunu ve değerlendirilmesi gereken bir alan olduğunu işaret etmektedir. Özellikle birkaç santimetre kalınlığında spekülarit damarının gözlenmesi derinlerde daha zengin bir oluşumun varlığını işaret edebileceğinden sahanın kıymetini artırmaktadır.

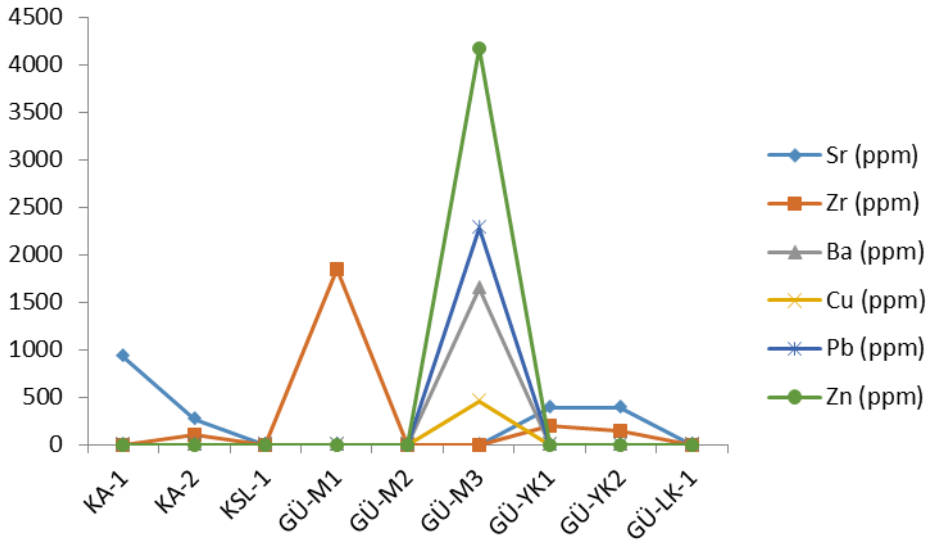
Kayadibi sahası yoğun spektra sergilemesine rağmen aslında bu yansıma değerlerinin bir kısmının dolomitik kireçtaşlarından, bir kısmının ise kireçtaşları ile fliş arasında gözlenen bindirme zonundaki sıvıların neden olduğu limonit oluşumlarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

İki sahaya ait analiz sonuçları değerlendirildiğinde maden örneklerinin değer olarak yüksek olması dışında benzer özellikler ve patternler sunduğu gözlenmiştir (Şekil 4.27).

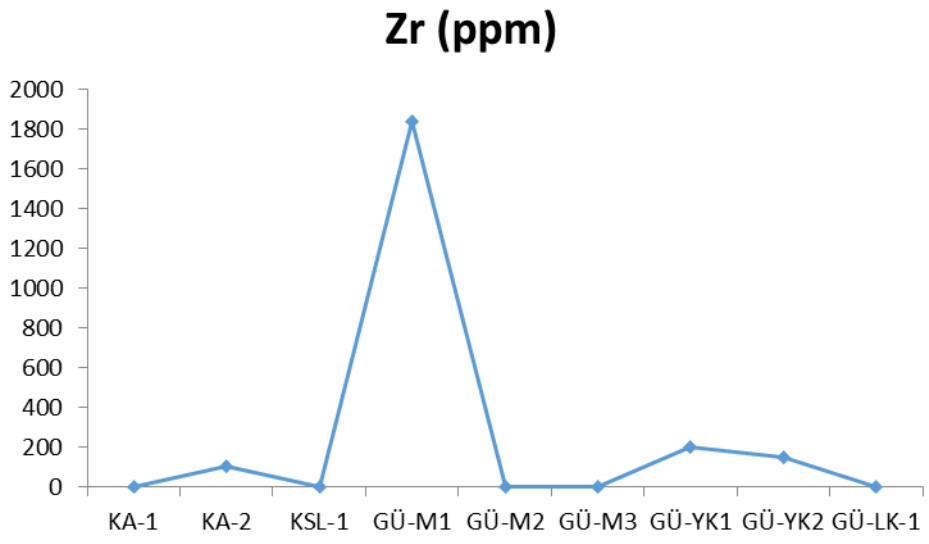


Şekil 4.27. İnceleme alanına ait örneklerinin anaoksit içerikleri (%)

Örneklerin iz element dağılımlarına bakıldığında Güvercinlik sahası örneklerinin hem element miktarları hem de element sayısı açısından zengin iken, Kayadibi sahasının fakir olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.28). Güvercinlik bölgesindeki örneklerin yüksek miktarda Zr içermesi hatta GÜ-M1 numaralı örnekte 1800ppm Zr bulunması ayrıca incelenmesi gereken bir sonuçtur (Şekil 4.29).



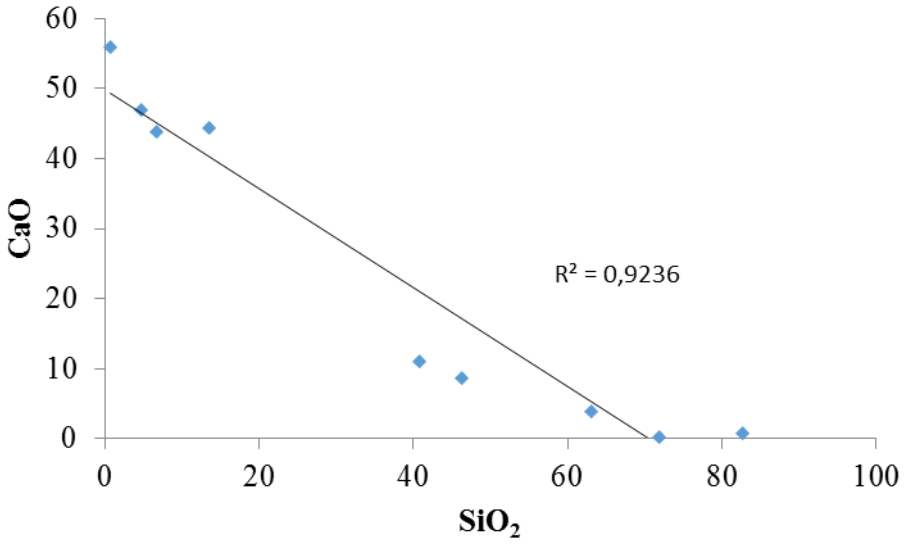
Şekil 4.28. İnceleme alanına ait örneklerinin iz element içerikleri (ppm)



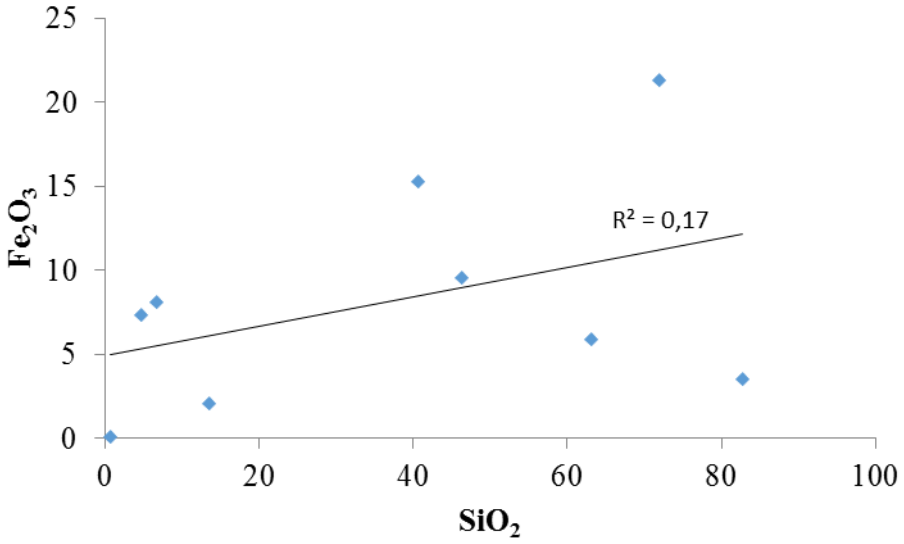
Şekil 4.29. İnceleme alanına ait örneklerinin Zr içerikleri (ppm)

Çalışma alanına ait bütün örneklerin anaoksit içeriklerinin incelenmesi sonucunda ayrı ayrı değerlendirilen sahalarına benzer özellikler sergilediği

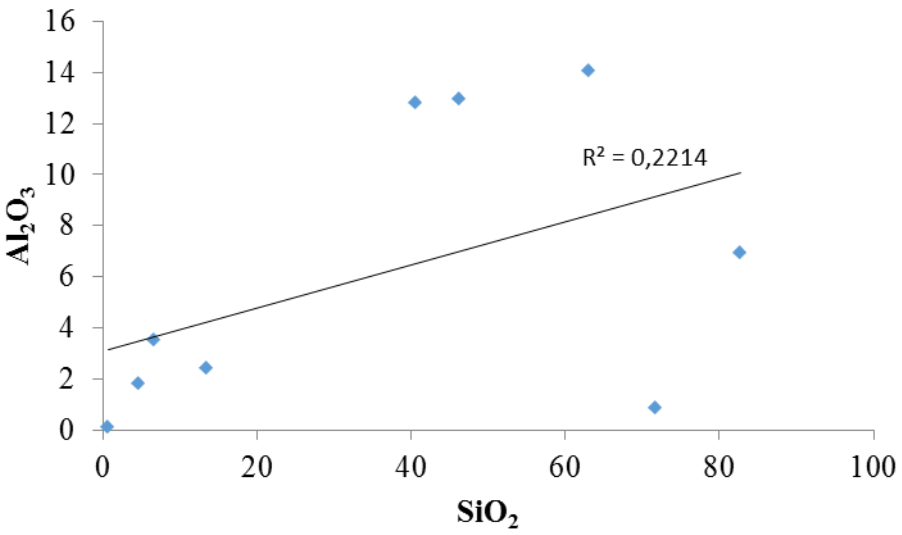
belirlenmiştir. SiO_2 ve CaO arasında kuvvetli negatif korelasyon gözlenirken (Şekil 4.30); SiO_2 - Fe_2O_3 ve SiO_2 - Al_2O_3 arasında çok kuvvetli olmasa da pozitif bir korelasyonun varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.31, Şekil 4.32). Bu durum inceleme sahasında gözlenen demirli oluşumların silisle yakın ilişkili olduğunu dolayısıyla hidrotermal bir çözeltinin etkisiyle oluştuğunun göstergelerinden biridir.



Şekil 4.30. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve CaO korelasyonu



Şekil 4.31. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 korelasyonu



Şekil 4.32. İnceleme alanına ait bütün örneklerinin SiO_2 ve Al_2O_3 korelasyonu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında Batman ili Sason ilçesi civarında maden içerebilecek potansiyel sahaların tespiti amaçlanmıştır. Çalışma sahası hem jeolojik evrimi açısından düşünüldüğünde oluşum ortamının uygunluğu, tektonik olarak oldukça haraketli olan Bitlis sütur zonunda yer alması ile tektonik yapıların bol gözlenmesi, farklı jeolojik birimlerin gözlenmesi sebebiyle maden oluşumuna sebebiyet verecek çözeltilerin dolaşımı için oldukça elverişli bir ortamdır. Bu kapsamda literatür taraması, uzaktan algılama teknikleri ve arazi çalışması ve kimyasal analiz aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Uzaktan algılama çalışmaları kapsamında; litolojik haritalama, kontrast iyileştirmesi, band oranları, renkli kompozit görüntülerin oluşturulması, Abrams yöntemi gibi teknikler kullanılmıştır. Kontrast iyileştirmesi çalışmaları kapsamında inceleme alanında en iyi sonuç Gaussian kontrast iyileştirmesi tekniğinden alınmış ve görüntülere uygulanmıştır.

Çalışma alanının jeolojik birim sınırlarının teyidi amaçlı litolojik haritalama çalışmaları yapılmış ve bu kapsamda 7-6-5 ve 7-5-2 ve 5/7- 3/1 - 4/5 (Abrams yöntemi) kompozit görüntüler kullanılmıştır.

İnceleme alanı hidrotermal çözeltilerin kolaylıkla hareket edebileceği tektonik bir ortam olduğundan ve demirin jeokimyasal olarak hareketli bir element olduğu göz önüne alındığında sahada demir ve/veya demir içeren oluşumların gözlenmesi, alterasyon kuşaklarının gelişmesi olağandır. Bu kapsamda Landsat 8 uydu görüntüsünün demir yataklarının tespiti için kullanılan 3/1 band oranı, kil minerallerinin belirlenmesine olanak sağlayan 6/7 band oranları kullanılmıştır. Ayrıca renkli kompozit görüntülerin oluşturulmasına olanak sağlayacak olan 4/2, 5/7, 5/4, 4/5 v.b band oranları da elde edilmiştir.

İlk iki uzaktan algılama tekniğine ek olarak demir sahasının tespitine olanak sağlayan 4/2 – 5/7 – 5/4, 4/2 – 5/7 – 4/5, 4/2 – 5/4 – 5/7, 5/7 – 5/4 – 4/2, 5/7 – 4/5 – 4/2, 6/7 – 4/2 – 6 konpozit görüntüler oluşturulmuştur.

Bütün bu çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular sonucunda Güvercinlik ve Kayadibi olmak üzere 2 potansiyel saha belirlenmiştir.

Belirlenen sahalarda arazi çalışması gerçekleştirilerek uzaktan algılama ile elde edilen verilerin doğruluğu sınanmıştır. Bu kapsamda Güvercinlik sahasında birkaç cm kalınlığında spekülarit damarı, birkaç 10cm den metrelerce kalınlığa ulaşan hematitleşme zonları ve aynı şekilde limonitik zonlar tespit edilmiştir.

Kayadibi sahası ise uzaktan algılama tekniklerinde çok olumlu sonuçlar vermesine rağmen saha çalışmasında maden olabilecek bir potansiyele sahip olmadığı anlaşılmıştır. Uzaktan algılama çalışmalarında maden görünümünü veren spektraların sahada gözlenen dolomiltik kireçtaşı ve bindirme zonunda gelişen limonitik seviyelerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalara dayanarak Güvercinlik sahasının demir açısından potansiyel maden sahası olarak değerlendirilebileceği ve araştırmaların daha detaylı olarak sürdürülmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Kayadibi sahasının ise limonit oluşumları gözlenmesine rağmen maden sahası olarak değerlendirilmesinin mümkün olmadığı belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Anonim, 2002,Uzaktan Algılama, İşlem GIS, Ankara.

Abrams, M. J., Brown, D., Lepley, L., and Sadowski, R. 1983 Remote sensing for porphyry copper deposits in southern Arizona, *Economic Geology*, 78: s.591–604.

Chavez, P., Berlin, G., and Sowers, L., (1982) Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering,* 8, 23-30.

Kargı, H., Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü – Denizli, *UZAKTAN ALGILAMA, yayınlanmamış ders notları.*

Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., 1985. Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi.*M.T.A. Raporu,* Rapor No:7707, Ankara. 225.

Hoatson, D.M., 2001 Metallogenic potential of masic ultramafic intrusions in the Arunta Province, central Australia, *AGSO Research Newsletter*, 5: s.29-33.

Kavak,K.Ş., 1998 Cumhuriyet Üniversitesi, *Jeoloji Mühendisliği Bölümü*, 58140 Sivas Uzaktan algılamanın temel kavramları ve jeolojideki uygulama alanları

Kargı, H., 2004 Landsat TM uydu görüntülerinde bazı litoloji ayrım yöntemlerinin karşılaştırılması, *Yerbilimleri/Geosound*, 44-45: s.99-109.

Kargı, H., 2007, Principal components analysis for borate mapping, *International Journal of Remote Sensing* ,8, 1807-1815

Önder M 1993, Uzaktan Algılama ders Notlan, *Hacettepe Mühendislik Fakültesi Ders Notlan* 23,195

Sabins, F. F., 1997 Remote Sensing- Principles and Interpretation, *W.H. Freeman, New York, NY*., s.494.

Sabins, F. F., 1999 Remote sensing for mineral exploration, *Ore Geology Reviews*, 14: s. 157- 183

Salem, S. M., El Gammal, E. A., 2015 Iron ore prospection East Aswan, Egypt, using remote sensing techniques, *Ore Geology Reviews*, 18, 195–206.

Sultan, M., Arvidson, R. E., and Sturchio, N. C. (1986) *Mapping of serpentinites in the E Desert of Egypt using Landsat Thematic Mapper data*, *Geology*, 14: s.995–999.

van der Meer, F.D., van der Werff, H.M.A., van Ruitenbeek, F.J.A., Hecker, C.A., Bakker, W.H., Noomen, M.F., van der Meijde, M., Carranza, E.J.M., Smeth, J.B.d., Woldai, T., 2012. Multi- and hyperspectral geologic remote sensin: *A*

review. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 14, 112-128.

Won-In, K. and Charusiri, P., 2001 Enhancement of thematic mapper satellite images for geological mapping of the Cho Dien area, Northern Vietnam, *Int. J. of App. Earth Observation and Geoinformation*, 4: s.183–193.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Ahmet DEĞİRMENCİ
Uyruğu	**:**	T.C
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Besni 08.07.1990
Telefon	**:**	05075203465
Faks	**:**	
e-mail	**:**	0250ahmet@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	**:**	Nevşehir Lisesi,NEVŞEHİR	2008
Üniversite	**:**	Batman Üniversitesi	2014

YABANCI DİLLER: İngilizce