



**BEŐIRI (BATMAN) İLE KURTALAN (ŐİRT)
ARASINDA GÖZLENEN JİPSLERİN
JEOLJİK ÖZELLİKLERİ**

**Ebru Handan KOYUNCU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını**



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BEŞİRİ (BATMAN) İLE KURTALAN (SİİRT)
ARASINDA GÖZLENEN JİPSLERİN
JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Ebru Handan KOYUNCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2018
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ KABUL VE ONAYI

Ebru Handan KOYUNCU tarafından hazırlanan "BEŞİRİ (BATMAN) İLE KURTALAN (SİİRT) ARASINDA GÖZLENEN JİPSLERİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ" isimli 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

Dr. Öğretim Üyesi Sinan ALTUNCU



Danışman

Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN



Üye

Dr. Öğretim Üyesi Nuray ALPASLAN



Yukarıdaki sonucu onaylarım



Doç. Dr. Bahattin İŞCAN
EBE Müdürü

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.



Ebru Handan KOYUNCU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEŞİRİ (BATMAN) İLE KURTALAN (SİİRT) ARASINDA GÖZLENEN JİPSLERİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Ebru Handan KOYUNCU

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN

2018,65 Sayfa

Jüri

**Danışman: Dr. Öğretim Üyesi H. Alim BARAN
Dr. Öğretim Üyesi Sinan ALTUNCU
Dr. Öğretim Üyesi Nuray ALPASLAN**

Çalışma sahası Beşiri (Batman) ile Kurtalan (Siirt) arasında yer alan yaklaşık 36 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. İnceleme alanındaki birimler yaşlı olandan genç olana doğru Germav Formasyonu, Gercüş Formasyonu, Hoya Formasyonu, Germik Formasyonu ve Şelmo Formasyonu olarak gözlenmektedir.

İnceleme alanında gözlenen jips Germik Formasyonuna ait evaporitik seviyeler olup, beyaz, bej renkli kireçtaşları içerisinde genellikle K55B/5-10°KD duruşlu olup kalınlıkları 10cm'den 3m'ye kadar değişmektedir. Kireçtaşları ile ardalanmalı gözlenen seviyenin toplam kalınlığı 1m'den 20m'ye kadar değişmekte, jipsler, laminalı, ondüleli, masif, yumrulu gibi fasiyeler sunmaktadır.

Çalışma alanının jeolojisini belirlemek, jips yataklarının yayılımının ve olası potansiyel alanların saptanması hedeflenerek görüntü iyileştirme, band oranları, renkli kompozit görüntülerin oluşturulması, Abrams yöntemi ve temel bileşenler analizi (TBA) gibi uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda mevcut yatakların dağılımı belirlenmiş ve bir potansiyel saha önerilmiştir.

Uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenen potansiyel alanların doğruluğunu onaylamak amacıyla, arazi çalışması yapılarak gerekli jeolojik incelemeler ve örnek alımları gerçekleştirilmiştir. Jips örneklerinin XRF sonuçları incelendiğinde örneklerin neredeyse tamamen CaO ve SO₄'tan oluştuğu ve muhtemelen jipslerin oluşumuna neden olan çözültiden çökeldiği düşünülen uyumsuz elementler (U, Th, Sr, Rb),bakır, kurşun, çinko, molibden, kalay ve antimuan içerdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Jips, Kurtalan, XRF.

ABSTRACT**MS THESIS****GEOLOGICAL FEATURES OF THE GYPSUM OBSERVED BETWEEN
BEŞİRİ (BATMAN) AND KURTALAN (SİİRT)****Ebru Handan KOYUNCU****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGICAL ENGINEERING****Advisor: Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN****2018, 65 Pages****Jury****Advisor Asst. Prof. Dr. H. Alim BARAN****Asst. Prof. Dr. Sinan ALTUNCU****Asst. Prof. Dr. Nuray ALPASLAN**

The study site covers an area of approximately 36 km² between Beşiri (Batman) and Kurtalan (Siirt). Germav Formation, Gercüş Formation, Hoya Formation, Germik Formation and Şelmo Formation are observed in the study area.

The gypsum observed in the study area is the evaporitic levels belonging to the Germik Formation. The white, beige colored limestones are generally K55B / 5-10°K and their thickness ranges from 10cm to 3m. The total thickness of the alternate level with the limestones ranges from 1m to 20m and offers facies such as gypsum, laminated, undulating, massive, lumpy.

Remote sensing techniques such as image enhancement, band ratios, creation of colored composite images, Abrams method and basic component analysis (TBA) have been used to determine the geology of the study area, the spread of gypsum beds and potential potential areas. As a result of these studies, the distribution of existing beds was determined and a potential field was proposed.

The validity of the potential areas determined by remote sensing methods has been studied for the purpose of approval and the necessary geological examinations and sampling have been carried out. When the XRF results of the gypsum samples are examined, it has been determined that the samples consist almost entirely of CaO and SO₄ and contain incompatible elements (U, Th, Sr, Rb), copper, lead, zinc, molybdenum, tin and antimony which are probably thought to have precipitated from the solution causing the formation of gypsum.

Keywords: Remote Sensing, Gypsum, Kurtalan, XRF.

ÖNSÖZ

Bu çalışma Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada uzaktan algılama ve temel prensipleriyle ilgili bilgi verilerek, Jeoloji Mühendisliğinde maden arama alanında kullanılan yöntemler açıklanmıştır. Batman ilinin Beşiri ilçesi ile Siirt ilinin Kurtalan ilçesi arasında gözlenen jips yataklarının jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmış, bu kapsamda uzaktan algılama tekniklerinden yararlanılarak mevcut yatakların dağılımı ve potansiyel olabilecek maden sahaları uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmiştir.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda benden ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Hacı Alim BARAN' a, aynı şekilde bana destek olan can dostum Dr. Öğretim Üyesi Derya SİNANOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımnda benden maddi manevi yardımını esirgemeyen ve her koşulda yanımda olan başta canım eşim Orhan KOYUNCU' ya, oğlum Yusuf Şahin' e, kızım Rabia Yağmur' a ve canım aileme çok teşekkür ederim.

Ebru Handan KOYUNCU
BATMAN-2018

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|---|
| TEZ BİLDİRİMİ | Hata! Yer işareti tanımlanmamış. |
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| ÖNSÖZ | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| KISALTMALAR | ix |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | x |
| TABLO LİSTESİ..... | xii |
| | |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Çalışmanın Amacı | 1 |
| 1.2. Çalışma Alanının Tanımı | 1 |
| 1.3. Materyal ve Metod | 3 |
| 1.3.1. Arazi Çalışmaları | 3 |
| 1.3.2. Laboratuvar Çalışmaları | 3 |
| 1.4. Öncel Çalışmalar | 4 |
| | |
| 2. BÖLGESEL JEOLJİ..... | 10 |
| 2.1. Bölgenin Jeolojisi..... | 10 |
| 2.2. Bölgenin Tektoniği..... | 10 |
| 2.3. İnceleme Alanının Stratigrafisi | 13 |
| 2.3.1. Germav Formasyonu..... | 16 |
| 2.3.2. Gercüş Formasyonu | 17 |
| 2.3.3. Hoya Formasyonu..... | 18 |
| 2.3.4. Germik Formasyonu | 21 |
| 2.3.5. Lice Formasyonu | 22 |
| 2.3.6. Şelmo Formasyonu | 23 |
| | |
| 3. JİPSLERİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ | 24 |
| 3.1. Jips Kristalleri ve Oluşum Koşulları | 24 |
| 3.2. İnceleme Alanındaki Jipslerin Özellikleri..... | 25 |
| | |
| 4. UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI | 30 |
| 4.1. Uzaktan Algılama..... | 30 |
| 4.2. Jeoloji Mühendisliğinde Kullanım Alanları..... | 31 |
| 4.2.1. Litolojik Birimlerin Haritalanması | 31 |
| 4.2.2. Yapısal Unsurların Haritalanması..... | 32 |
| 4.3. Maden Arama..... | 33 |
| 4.3.1. Alterasyon Kuşaklarının Belirlenmesi..... | 33 |
| 4.3.2. Temel Bileşenler Analizi | 34 |
| 4.3.3. Mostra Veren Cevherleşmenin Belirlenmesi..... | 34 |
| 4.3.4. Cevherleşmeyi İşaret Eden Bitki Anomalilerinin Belirlenmesi | 35 |
| 4.4. Çevre Jeolojisi..... | 36 |
| 4.5. İnceleme Alanında Yapılan Uzaktan Algılama Çalışmaları | 36 |
| | |
| 5. İNCELEME ALANINDAKİ JİPSLERİN JEOKİMYASI..... | 55 |
| 5.1. Anaoksit Jeokimyası | 55 |
| 5.2. İz element Jeokimyası | 56 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 60 |
| KAYNAKLAR | 61 |
| ÖZGEÇMİŞ | 65 |



KISALTMALAR

| | |
|-----|---------------------------|
| RGB | :Red, Green, Blue |
| TBA | :Temel Bileşenler Analizi |
| Vd. | :Ve diğerleri |



ŞEKİLLER LİSTESİ

| | | |
|-------------|---|----|
| Şekil 1-1 | İnceleme alanının yer bulduru haritası | 2 |
| Şekil 2-1. | GDA Bölgesi'ndeki önemli tektonik oluşumlar (Perinçek vd.,1987' den değiştirilerek alınmıştır)..... | 12 |
| Şekil 2-2. | Çalışma sahasının jeoloji haritası (Dinçer, 1991). | 14 |
| Şekil 2-3. | Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yeşilova ve Helvacı, 2012). | 15 |
| Şekil 2-4. | İnceleme alanında gözlenen birimlerin arazi görüntüsü | 16 |
| Şekil 2-5. | Germav formasyonunun arazi görünümü | 17 |
| Şekil 2-6. | Gercüş formasyonunun arazi görünümü | 18 |
| Şekil 2-7. | Hoya formasyonunun arazi görünümü..... | 20 |
| Şekil 2-8. | Hoya Formasyonunda gözlenen fosillerin mikroskop görüntüsü | 20 |
| Şekil 2-9. | Hoya formasyonunda gözlenen fosillerin mikroskop görüntüsü | 21 |
| Şekil 2-10. | Germik formasyonunun arazi görünümü | 22 |
| Şekil 3-1. | İnceleme alanındaki jipslerde gözlenen laminalı yapının mikroskop görüntüsü (4x, a: çift nikol, b: tek nikol) | 28 |
| Şekil 3-2. | İnceleme alanındaki jipslerde gözlenen öndüveli yapının mikroskop görüntüsü (4x, a: çift nikol, b: tek nikol) | 28 |
| Şekil 3-3. | İnceleme alanındaki farklı zamanlarda gelişmiş jipslerin mikroskop görüntüsü (4x, j1: birincil jipsler, j2: ikincil jipsler, a: çift nikol, b: tek nikol) | 29 |
| Şekil 4-1 | Uzaktan algılamada veri toplama sistemleri | 30 |
| Şekil 4-2 | Uydu görüntüleri ile litoloji birimleri, a) Landsat-5 TM 741 (RGB), b) Jeoloji haritası, (Kargı, 2007 yılında yayınlanmamış ders notlarından) | 32 |
| Şekil 4-3 | Batman ili Hasankeyf ilçesinde gözlenen tektonik yapıların (asimetrik kıvrım kanatları) görünümü..... | 33 |
| Şekil 4-4 | Alterasyon kuşaklarının belirlenmesi, a) Landsat TM 31 (RG) demir oksit haritalaması, b) Landsat TM Crosta demir oksit haritalaması, Hulusi Kargı, Yayınlanmamış ders notlarından | 34 |
| Şekil 4-5 | Cevherleşmeyi ifade eden bitki anomalileri, (Kargı, ders notlarından) | 35 |
| Şekil 4-6 | İnceleme alanında gözlenen antiklinale ait uydu görüntüsü | 39 |
| Şekil 4-7. | Üçpınar köyü güneyinde gözlenen Germav Formasyonunun arazi görünümü, antiklinalin güney kolu | 39 |
| Şekil 4-8. | Çalışma alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu) | 41 |
| Şekil 4-9. | Çalışma alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu, gaussian kontrast gerilmesi uygulanmış)..... | 41 |
| Şekil 4-10. | İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (742 kombinasyonu) | 42 |
| Şekil 4-11. | Linear kontrast gerilmesi uygulanmış 742 renkli kompozit görüntü | 43 |
| Şekil 4-12. | İnceleme alanına ait 742 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü | 43 |
| Şekil 4-13. | 742 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde linear kontrast gerilmesinin uygulanması | 44 |
| Şekil 4-14. | 764 bandları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü..... | 45 |
| Şekil 4-15. | Linear kontrast gerilmesi uygulanmış 764 renkli kompozit görüntü | 45 |
| Şekil 4-16. | İnceleme alanına ait 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü | 46 |
| Şekil 4-17. | 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde gaussian kontrast gerilmesinin uygulanması | 46 |
| Şekil 4-18. | 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde linear kontrast gerilmesinin uygulanması | 47 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4-19. İnceleme alanına ait renkli kompozit görüntüler (a: 642bandları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü, b: 642bandları üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi) | 47 |
| Şekil 4-20. 752 bandları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü..... | 48 |
| Şekil 4-21. Lineer kontrast gemesi uygulanmış 752 renkli kompozit görüntü | 49 |
| Şekil 4-22. İnceleme alana ait 752 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü..... | 49 |
| Şekil 4-23. 752 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde lineer kontrast gemesinin uygulanması..... | 50 |
| Şekil 4-24. Abrams yöntemi (6/7-4/2-5/6) kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü..... | 51 |
| Şekil 4-25. Abrams yöntemi (6/7-4/2-5/6) üzerinde TBA ile oluşturulan kompozit görüntüye lineer kontrast gemesinin uygulanması..... | 51 |
| Şekil 4-26. İnceleme alanının mineralojik bileşiminin tespiti için oluşturulan R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü..... | 53 |
| Şekil 4-27. R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi görüntüsü..... | 53 |
| Şekil 4-28. R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi görüntüsünde equalization kontrast gemesi uygulanmış görüntü..... | 54 |
| Şekil 5-1. İnceleme alanındaki jipslerin bazı ana oksit değerlerine ait diyagramlar (a: SiO ₂ – MgO dağılımı, b: CaO – SO ₃ dağılımı) | 55 |
| Şekil 5-2. Uranyum ve toryum arasında gözlenen negatif korelasyon..... | 58 |
| Şekil 5-3. Örneklerdeki Cu, Zn ve Mo elementlerinin korelasyon diyagramları | 58 |

TABLO LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Tablo 3.1. Jips ve Anhidritin fiziksel ve Kimyasal Özellikleri..... | 25 |
| Tablo 5.1. İnceleme alanında gözlenen jipslerin anaoksit içerikleri..... | 56 |
| Tablo 5.2. İnceleme alanında gözlenen jipslerin iz element içerikleri..... | 57 |



1. GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu coğrafik kuşağı boyunca yüzeyleyen Arabistan levhası Türkiye'nin orojenik çatısını oluşturan Alpin tektonik-stratigrafik birliklerden birisidir. Güneydoğu Anadolu Kuşağı olarak tanımlanan platform başlıca Bitlis-Pütürge Kristalin kompleksi ve Güneydoğu Anadolu Otoktonu (GDAO) kayaçlarını kapsamaktadır (Göncüoğlu ve diğ. 1997). GDAO kayaçlarını kapsayan Arap levhasının K-KD Bitlis ve GD Anadolu Ofiyolit kuşaklarına, kuzey-kuzeybatısında ise Toros Kuşağı'na ait birimler bulunmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

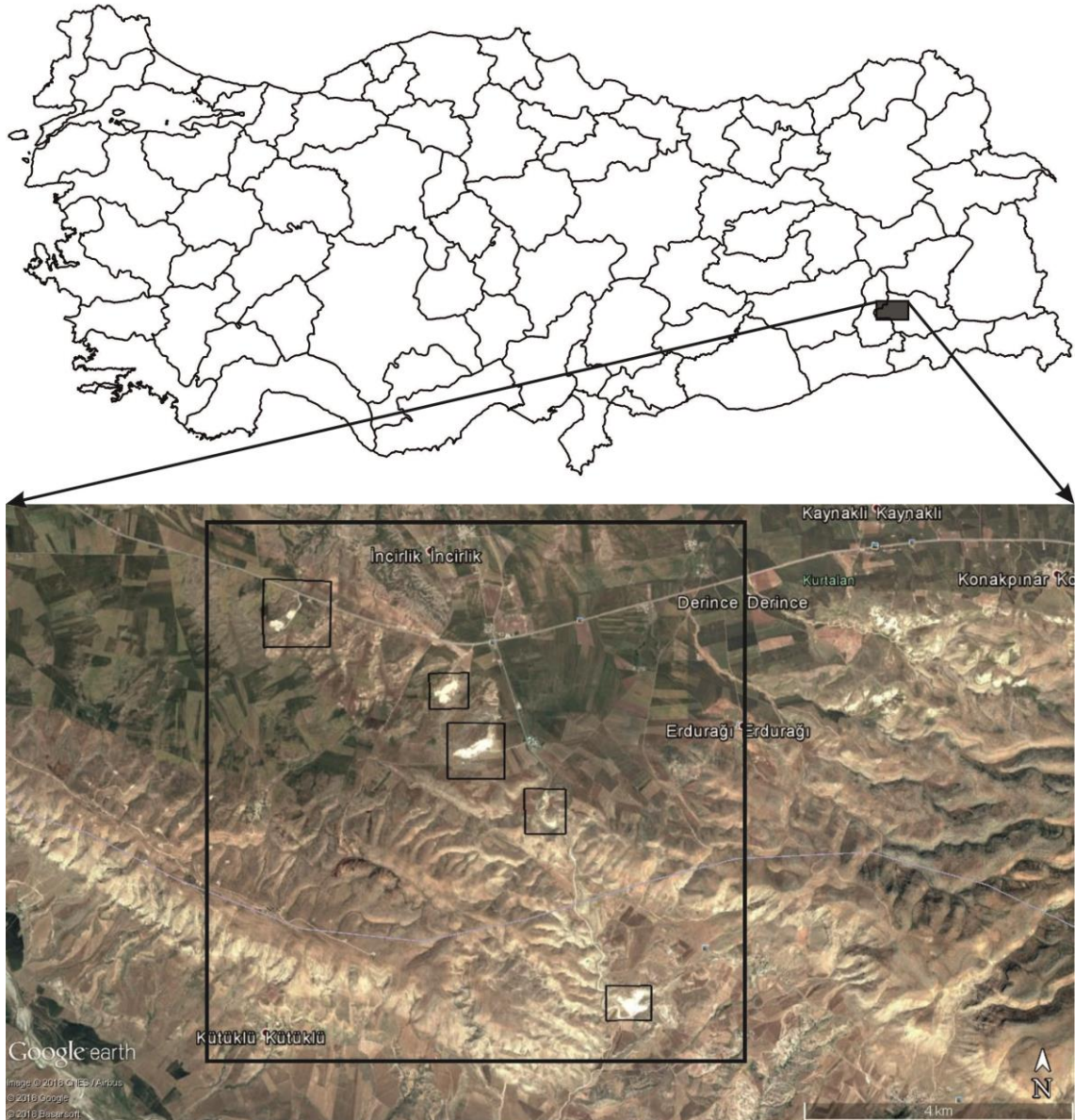
Bu çalışmada; Batman'ın Beşiri İlçesi ile Siirt' in Kurtalan İlçesi arasında yer alan Oligosen yaşlı Germik Formasyonu içerisinde gözlenen jips yataklarının jeolojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda uzaktan algılama teknikleri ile mevcut yatakların dağılımı ve olası potansiyel sahaların tespiti, arazide yapılan jeolojik gözlem ve ölçümler, sahadan alınan numunelerden yapılan XRF analizleri ve ince kesitlerle birimin jeolojik özellikleri hakkında bilgi elde edilmesi amaçlanmıştır.

1.2. Çalışma Alanının Tanımı

İnceleme alanı Mardin İli M47a1 ve M47a4 paftaları içerisinde yer alan Batman (Beşiri) ve Siirt (Kurtalan) bölgelerini kapsamaktadır. Örnek alınan lokasyonlar Batman ilinin yaklaşık 30 km kadar KD, Siirt ilinin yaklaşık 35 km GB 'sında bulunan 64 km²'lik alanı içine alır (Şekil 1).

Batman İli Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Dicle Bölümünde 41 derece 10 dakika ve 41 derece 40 dakika doğu boylamları ile 38 derece 40 dakika ve 37 derece 50 dakika kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Rakımı 550 m olan Batman'ın komşuları; kuzeyde Muş, batıda Diyarbakır, doğuda Bitlis ve Siirt ve güneyde Mardin illeridir. Batman il merkezi, verimli ovalara sahip Batman Çayı havzasına kurulmuştur. Batman Ovası, Beşiri Ovası ve Mereto Yaylası İlin verimli sulanabilir arazisini oluşturmaktadır.

Siirt İli, Ülkemizin güneydoğusunda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeydoğusunda, Güneydoğu Torosların Güney eteklerinde kurulmuş olup, 41-42 boylamları ile 37-38 enlemleri arasında yer alır. İlin merkezi Dicle Nehrinin kollarından olan Botan ve Reşan Çayları arasında, yedi tepenin yamaçlarında kurulmuş ve günümüzde ovaya yayılmaya başlamıştır. Siirt ili topraklarının büyük bir bölümü dağlarla kaplıdır. Kuzeyde Muş Güneyi Dağları, doğuda Siirt Doğusu Dağları ilin doğal sınırlarını oluşturan sıradağlardır.



Şekil 1. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.3. Materyal ve Metod

Araştırmanın amacına yönelik olarak yapılan çalışmalar, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere başlıca iki grup altında toplanmıştır.

1.3.1. Arazi Çalışmaları

Araştırma sahasındaki formasyonlar önceki çalışmacılar tarafından litostratigrafik ayırtlama ilkesiyle ayırtlanmış ve sahanın 1/25.000 ölçekli Jeoloji haritası MTA Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulmuştur. Bölgede yüzlek veren Germik Formasyonuna ait karbonatlı birimlerden belirlenen aralıklarla örnek alımı yapılmıştır.

Saha çalışmaları sırasında M47a1 ve M47a4 paftalarını içeren haritalar kullanılmıştır. Çalışma konusunu oluşturan birimlerin yüzeylendiği bölgede çalışmanın amacına uygun, Germik Formasyonu jips üyesinden (işletilen jips ocakları) 5 noktadan ana kayaç ve yan kayaç ilişkisini gösteren numuneler toplanmıştır. Alınan örneklerin arazi görünümleri tanımlanmaya çalışılmış, arazi çalışmaları sırasında çekilen fotoğraflar ile bunlar desteklenmeye çalışılmıştır.

1.3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Çalışma konusunu oluşturan birimlerin yüzeylendiği bölgede çalışmanın amacına uygun, mostrada en iyi yüzeylenmiş, taze kayaç ve mineral örnekleri alınmıştır. Alınan kayaç örneklerinin petrografisinin ortaya konulması amacıyla Pamukkale Üniversitesi (Denizli) ince kesit laboratuvarında ince kesitleri yapılıp, Batman Üniversitesi Araştırma Mikroskobu Laboratuvarında Leica DM2500P marka polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Bu numunelerin petrografik özelliklerinin belirlenmesi için ince kesiti yaptırılıp polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Alınan kayaç örnekleri İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Jeokimya Laboratuvarında XRF analizleri yapılmıştır. XRF analizlerinde; toz örnekler Al-kapsüllere yerleştirilip, yaklaşık 10 tonluk ağırlık altında sıkıştırılarak elde edilen pastiller üzerinde yapılmıştır.

Ateşte kayıp (AK) ise numunenin fırında 110 °C'de bir gece kurutulduktan sonra, etüvde 1000 °C'deki CO₂, organik bileşen, H₂O ve diğer uçucu bileşenlerin ağırlık cinsinden yüzdesi olarak tanımlanmıştır. SO₃ verileriye her bir numunedeki bütün değerlerin, toplamdan çıkarılması ile elde edilmiştir. Bilgisayar destekli Corel Draw çizim programıyla bölgenin jeolojik haritası da revize edilmiştir.

İnceleme alanındaki jips oluşumlarının tespiti ve yayılımının belirlenmesi amacıyla Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında inceleme alanına ait Landsat 8 uydu görüntüleri üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle gerekli görüldüğü yerlerde görüntü iyileştirme (kontrast artırması) gerçekleştirilmiş, renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Sonrasında görüntü dönüşümü başlığı altında görüntü aritmetiği (band oranlanma) ve temel bileşenler analizi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda inceleme alanında gözlenen jips oluşumlarının yayılımı ve olası yeni sahaların tespiti amaçlanmıştır.

1.4. Öncel Çalışmalar

Çalışılan sahada; zengin maden yataklarının varlığı, hidrokarbon imkanları, jeolojik ve jeotektonik yeri, karakteristik yer şekilleri gibi sebeplerle 1910'lu yıllardan itibaren birçok çalışmacı tarafından farklı araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazılarını aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

Perinçek (1978 ve 1979), Güneydoğu Anadolu yu içine alan ve Doğu Toros kuşağını da kapsayan değişik türdeki araştırmalarını göz önünde bulundurarak kuşağın tektonik gelişimini levha tektoniği kaidelerine bağlı kalarak izah etmiştir. Arap Levhası'nın Anadolu Levhası'nın altına dalmasıyla D-B yönlü Kastel Çukurluğunun meydana geldiğini belirtmiştir. Bu çukurluğun kuzeyden bindirmeler şeklinde olan Kretase alloktonlarından (Koçali - Karadut Karmaşığı) ve bunlardan oluşan kırıntılardan ortaya çıkan Kastel formasyonu (Üst Kampaniyen-Alt Maastrichtiyen) doldurulduğunu açıklamıştır.

Açıkbay vd. (1979), Midyat Grubunun stratigrafisini günümüze ait en yakın şekliyle anlatan çalışmalardan biridir. Grubu oluşturan Fırat formasyonunun; Gerçüş,

Hoya, Kastel, Terbüzek, Antak, Germik formasyonlarını diskordansla üzerlediğini söylemişlerdir.

Perinçek ve Özkaya (1981), "Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi" isimli çalışmalarında GDA Bindirme Kuşağı'nda bulunan Keban, Pütürge, Bitlis ve Malatya metamorfileri; Yüksekova ile Maden karmaşıklarıyla Guleman ofiyolitinin birbirleriyle olan ve otokton olarak bilinen Arabistan levhası şelf çökelleriyle arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Hakkari, Yüksekova, Malatya, Baykan, Guleman, Palu, Elazığ ve Adıyaman bölgelerinde arazi çalışmalarında bulunmuşlardır. Ayrıca bölgede Prekambriyenden başlamak üzere Güncele kadar çeşitli havzalarda çökelmiş farklı birimleri tarif etmişlerdir.

Ketin (1983), bu çalışmasında Türkiye'de önceki çalışmalardan farklı olarak başka tektonik birliklerin de varlığından bahsetmiştir. Ketin'e göre Pontidler, Anatolidler, Toridler ve inceleme sahasının da içinde yer aldığı Kenar Kıvrımları Kuşağını tanımlamıştır. Kretase sonunda Anatolidlerin geliştiğini ve evrimde ikinci sırada bulunduğunu, Toridler'in tektonik ilerlemesinin Oligosen bitişine denk geldiğini; Miyosen sonu Pliyosen başında ise Kenar Kıvrımlarının gelişimini sonlandırdığını, Anadolu'daki tektonik ve orojenik evrimin ise kuzeyden güneye doğru yavaşça ilerlediğini ve sırasıyla Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar Kıvrımları olmak üzere evrimini bitirdiğini saptamıştır.

Şaroğlu ve Yılmaz (1984), Doğu Anadolu Bölgesindeki Neotektonik zamanın, Orta Miyosen'de ve Neotetis'in kapanmasıyla oluşan kıta-kıta çarpışmasıyla başladığını ve çarpışmanın etkisiyle alanda sıkışma tektoniği oluşumuyla karakteristik bir kıta içi bozulmaya sebep olduğunu saptamışlardır. Sonrasında neotektonik zaman süresince bu bölgede oluşan yapıları 5 alt başlık olarak belirtmişlerdir. Bunlar; 1) Doğu-Batı yönlü, yüksek açılı bindirmeler; 2) Kuzey-Güney yönlü açılma çatlakları, 3) Doğu-Batı yönlü kıvrımlar; 4) KuzeyKD-GüneyGB veya Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı faylar; 5) BatıKB-DoğuGD veya Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar şeklinde ifade etmişlerdir.

Perinçek vd. (1987), yapmış oldukları çalışmalarında Doğu-Güneydoğu Anadoludaki alanların neotektoniği ile ilgili önemli veriler sunmuşlardır. Bitlis kenet kuşağını meydana getiren metamorfik kayaçların stratigrafik olarak en altta yer aldığını, metamorfikler üzerine tektonik olarak Maden karmaşığının geldiğini, son olarak ise en üstte tektonik olarak Yüksekova Karmaşığı ve bunun içindeki magmatiklerin (Elazığ Magmatitleri) bulunduğunu söylemişlerdir.

Güven vd. (1988), GDA bölgesinde yüzeyleyen Mardin ve Midyat grupları arasındaki formasyonların stratigrafisiyle ilgili olarak yaptıkları çalışmalarında bahsedilen istifte bulunan birimlerin özelliklerini açıklamışlardır. Alınan ölçülü kesitlerle formasyonların düşey fasiyesteki durumları ve yaşlarını belirleyerek çökeltme ortamlarına ve bu ortamların zaman içindeki değişimlerine açıklama getirmişlerdir.

Duran vd. (1988), GDA bölgesinde yüzlek veren Midyat ile Silvan gruplarının jeoloji ve stratigrafisini çalışmışlardır. Önceki çalışmalarda Midyat Grubu adıyla birleştirilen formasyonları iki farklı grup olarak ayırmışlardır. Birimlerin dokanak ilişkileri, stratigrafik pozisyonları ve yayılımları, fosil içerikleri, fasiyes ve mikrofasiyes özellikleri, çökeltme ortamları ve modelleri ile diyajenez ve hazne kaya özelliklerini incelemişlerdir. Stratigrafik, paleontolojik ve sedimantolojik sonuçlar ile çökelme ortamının bölgede etkin olan tektonik olaylarla uyumluluk gösterdiğini söylemişlerdir.

Perinçek (1990), Güneydoğu Anadolu bölgesinde Paleozoyik-Mesozoyik yaş aralığında göze çarpan bir kesiklik olmadığını gözlemlemiştir. Midyat Grubu'ndaki karbonatlı kayaların Mesozoyik yaşlı formasyonların üzerine geldiğini, Erken Miyosen'den önce bir devamsızlığın oluştuğunu ve Fırat formasyonu (Erken Miyosen) üzerine Üst Miyosen yaşlı kırıntıların geldiğini saptamıştır. Çalışma alanının Geç Kretase ve Geç Miyosen sonlarında değişik doğrultularda oluşan sıkışma kuvvetlerinin etkisinde kaldığını belirtmiştir. Güneydoğu Anadolu şelf alanının kuzey kesimlerinin Geç Kretase'de allohton yerleşmesi esnasında kıvrımlanmalı ve ekaylı bir yapı kazandığını ifade etmiştir.

Yiğitbaş vd. (1991), GDA bölgesindeki Orojenik kuşakta güneyden kuzeye üç yapısal kuşaktan bahsetmişlerdir, bunları; 1- Arap platformu, 2- Bitlis Pütürge-Engizek-Şaryaj Cephesi (Ekay Zonu) ve 3- Nap Alanı olduğunu belirterek, GDA Orojenik Kuşağının batı kısımlarındaki detaylı arazi çalışmalarında önceden belirledikleri Maden Grubu' nun nap alanında bulunduğunu belirtmişlerdir. Maden Grubunun gözlenen karmaşık yapısının dışında iç düzeniyle ayrıtlanabilen bir volkanik çökel topluluk oluşturduğundan bahsedip, Orta Eosen yaşlı Maden Grubunun yaş konağı, litolojik özellikleri ve stratigrafik yönüyle beraber ele alındığında; bu birimin Orta Eosen başlarındaki bir riftleşmeyle açılan ve hızla derinleşen bir ortamı karakterize eden, istifin derinleştiği zamanda Maden havzasının kapanmasını sağlayan ofiyolit ve metamorfit naplarının G yönde ilerlemeye devam etmesiyle bol olistolitli ve olistostromlu seviyelerin oluştuğunu, Maden Grubunu Orta Eosen'in sonunda napların

etkilediğini, sonrasında bütün istif ve nap bölümlerini ortak olarak örten ilk çökel topluluğunun Üst Eosen-Oligosen yaşında olduğunu saptamışlardır.

Yıldırım ve Yılmaz (1991), GDA bölgesinde bulunan orojenik kuşağın D-B doğrultulu üç ana tektonik kuşaktan meydana geldiğini, bunların güneyden kuzeye doğru; Arap Otoktonu, Ekay Zonu ve Nap Bölgesi olarak adlandırıldığını belirlemişlerdir. GDA bölgesinin orojenik gelişiminin Geç Kretase-Miyosen zaman aralığındaki napların güneydeki Arap levhasına doğru hareketlerde bulunduğunu, bölgedeki sıkışma hareketinin hala devam ettiğini ve bölgenin bugünkü morfolojisini Pliyosen'den başlayarak kazandığını bildirmişlerdir. Bu amaçla çalışma sahası olarak seçtikleri bölgenin ilk defa ayrıntılı (1/25000 ölçekli) haritalamış, kaya birimleri ayırd edilmiş, bunların kendi aralarında ve farklı tektonik birliklerle ilişkileri, gelişme-zaman ve ortamlarını tanımlamışlardır.

Sarıdaş (1991), Güneydoğu Anadoludaki Mesozoyik yaşlı formasyonların üstüne Midyat Grubuna dahil olan Gercüş Formasyonu ve Hoya Formasyonu ile transgresif olarak çökeldiğini ve sonrasında regresif istifle çökelimi tamamladıklarını saptamıştır. Midyat Grubu'nun taban konglomerasını Gercüş Formasyonu'nun oluşturduğunu ve Hoya Formasyonu'nun ise bölgede Eosen denizinin çokça pelajikleştiği şelf bölgelerde biriktiğini belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Duran (1997), yapılan öncel çalışmalar içerisinde çalışma sahasını da içeren ve bölge hakkında en detaylı olan çalışmadır. "Güneydoğu Anadolu Stratigrafi Adlama Sözlüğü "Lexicon" adlı bu çalışmalarında araştırmacılar, bölgedeki otokton ve allakton birimleri içeren, 553 adet teknik rapor ve yerli/yabancı çalışmalardan oluşan verileri derlemişlerdir. Buna göre; Besni Formasyonu'nun yaşını Maastrichtiyen olarak vermişlerdir. Litolojik olarak Besni Formasyonunun üst kısımlarının resifal kireçtaşı ve az dolomitikleşmiş kireçtaşlarından oluştuğunu; Gercüş Formasyonu'nun genel olarak siltaşı, kumtaşı, kiltası, marn-şeyl, tebeşirli kireçtaşı ve konglomeralardan oluştuğunu; Eosen yaşlı bu birimin, gölsel-lagünel-flüviyal-taşkın ovası-kıyı ovası-örgülü akarsu-alüvyal fan-alüvyal yelpaze ortamında çökeldiğinden bahsetmişlerdir.

Perinçek vd. (2003), "Kuzey Arap Plakasının Paleocoğrafik Gelişimi" isimli çalışmalarında araştırmacılar Paleozoyik ve Mesozoyik birimleri arasında devamlılık ve uyumluluk izlediklerini, ancak diğer alanlarda bazı istiflerin eksikliğini gözlemlemişlerdir. Birinci derecede rezervuar kaya özelliği taşıyan Apsiyen-Senomaniyen yaşlı Mardin Grubunun tabanında bölgesel bir uyumsuzluğun bulunduğunu, Mardin Grubu'nu takiben çökeltmede boşluk ve aşınmanın mevcut

olduğunu ve üzerine gelen birimler tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmişlerdir.

Yıldırım (2003), yapmış olduğu araştırmaya göre; Gercüş antiklinali ve çevresinin jeomorfolojik özelliklerini incelemiştir. Gercüş ve Raman antiklinallerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki yapısal kökenli morfolojik yapıların en önemlileri olduğundan bahsetmiştir.

Çandır (2007), yapmış olduğu araştırmaya göre; Gercüş ilçesinin batısında Besni, Germav ve Hoya Formasyonları bulunmaktadır. Adı geçen formasyonlardan, çimento hammaddesi olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla araştırmalar yapılmıştır.

Yeşilova ve Helvacı (2012), "Lice Formasyonu Evaporitleri ve Killerinin Ekonomik Önemi: Baykan – Kurtalan – Şirvan Bölgesi (Siirt)" isimli çalışmalarında, Alt-Orta Miyosen yaşlı Lice Formasyonu'nun ekonomik potansiyelini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, bölgedeki birimlerin stratigrafisi, sedimentolojisi, Lice Formasyonu içerisindeki tuzlu seviyelerin çökelme koşulları ve kökeni hakkında önemli bilgilere yer verilmiştir. Çalışmaya göre; Siirt ve Batman illerinde irili ufaklı onlarca tuzlanın bulunduğunu ve bunların en önemlilerinin, Tuzlagözü, Şirvan ve Pervari'de olduğu söylenmiştir. Bölgede üretimin iyileştirilebilmesi için izlenmesi gereken çözelti madenciliği yöntemi ve yaklaşık maliyeti belirlenmiştir. Tüm bunların yanı sıra tuzun kullanım alanları ile ilgili önemli noktalar belirtilmiştir.

Yeşilova ve Helvacı (2013), araştırmacılar Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki, Diyarbakır-Bismil, Siirt-Baykan-Kurtalan, Mardin-Çınar ve Batman-Beşiri sahalarını kapsayan bu geniş alanın Oligo-Miyosen yaşlı, karasal ve denizel büyük jips-anhidrit yatakları içerdiğini belirtmişlerdir. Bu evaporitik yataklarla beraber hidrokarbon oluşumlarının da izlendiğini söylemişlerdir. Evaporitik havzaların ve hidrokarbon oluşumlarının gözlemlendiği Germik Formasyonu içerisindeki evaporitlerin, yüzeyde yaygın mostralardan ve kalın yataklardan oluştukları için açık işletme imkanına sahip olduklarını öngörmüşlerdir.

Sinanoğlu (2016), Batman ilinin güneydoğusundaki karbonatlı Garzan Formasyonu üzerinde detaylı paleontolojik çalışmalar yapılan bu çalışmada birimin tanımlanan bentik foraminiferlerle yaşının geç Kampaniyen olduğu saptanmıştır. Güneydoğu Anadolu'nun önemli petrol rezervuarlarından biri olan Garzan Formasyonu, bölgede sadece Arap Plakası'nın kuzeyinde yer alan Gercüş (Batman güneydoğusu)

batısında, yüzeyde gözlenebilmektedir. Bu çalışma, söz konusu yüzlekten alınan Garzan ölçülü stratigrafi kesitinde yapılan detaylı mikropaleontolojik ve paleoekolojik incelemeleri kapsar. Çalışma alanının batısında ise (Hazro, Diyarbakır) Hoya Formasyonu'nun bol fosilli yüzleklerinden alınan örneklerle ise buradaki kireçtaşlarının Bartoniye'nin yaşlı olduğunu ve sınırlı, oldukça sığ denizel ortam koşullarında çökeldiğini göstermektedir.



2. BÖLGESEL JEOLJİ

2.1. Bölgenin Jeolojisi

İnceleme alanının temelini Paleozoyik yaşlı Bitlis Metamorfitleri oluşturmaktadır. Bu temel üzerine ultramafitler, gabro ve serpantin, radyolarit, sossürit gabro, diyabaz, yastık lavlar ile kumtaşı, çört gibi sedimanter kayalardan oluşan Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar tektonik olarak gelmektedir (Ketin, 1973; Bamba,1976).

Üst Kretase ofiyolitleri üzerine denizel kökenli yeşil-gri renkli az çakıllı kumtaşı, silttaşı ile ardalanmış şeyl, marn ve çamurtaşlarından oluşan Germav Formasyonu gelmektedir. Bu birim üzerine uyumsuz olarak Erken Eosen yaşlı denizel Gercüş Formasyonu gelmektedir. Gercüş Formasyonu karasal kökenli olup, bordo renkte, orta-kaba taneli yarı köşeli, kötü boylanmalı, yer yer tane destekli çakıltaşlardan, silt, kumtaşı ve marnlardan oluşmaktadır. Bu formasyonun üzerine, Gercüş formasyonu ile uyumlu olarak Orta-Geç Eosen yaşlı derin denizel kireçtaşlarından oluşan Hoya (Midyat) Formasyonu gelmektedir. Hoya Formasyonunun üzerine, çalışmanın temelini oluşturan, düşey ve yanal yönde geçişli, sığ denizel, Oligosen yaşlı Germik Formasyonu gözlenmektedir. Germik Formasyonu kahverengi pembe renkli çakıltaşları, sütlü kahve, pembe renkli, orta-kalın tabakalı çakıllı kireçtaşları, killi kireçtaşları ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Germik Formasyonunun üzerine ise Orta-Geç Miyosen yaşlı karasal Şelmo Formasyonu uyumsuz olarak gelmektedir. Tüm bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak Pliyosen yaşlı Lahti Formasyonu gelmektedir. Bu dizilim Pleistosen yaşlı volkanitler ve bunların üzerine uyumsuz olarak gelen Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla son bulmaktadır (Ketin, 1983; Duran ve ark.1988; Çoruh ve ark.1997).

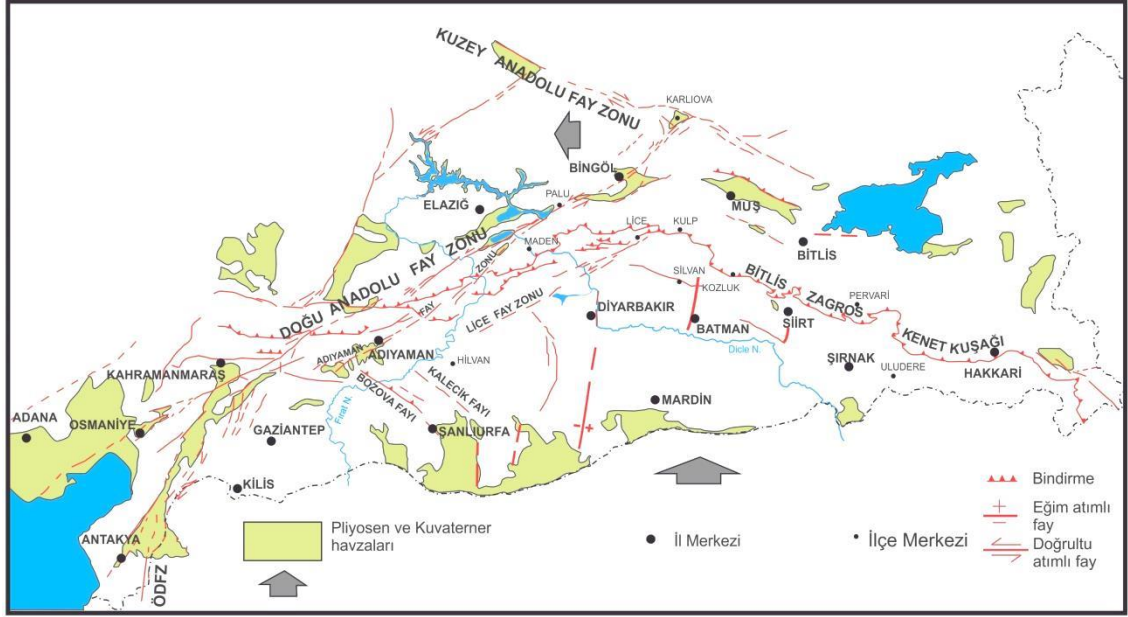
2.2. Bölgenin Tektoniği

Kuzeyinde Toros ve güneyinde ise Arap platformlarıyla sonlanan Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağı, Neotetis' in güney kolunun Geç Kretase-Miyosen'deki gelişimini içeren jeolojik olaylar bütünü bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Yılmaz, 1993).

Güneydoğu Anadolu bölgesindeki stratiğrafik istiflerde; birincisi Geç Kretase'de diğeriye Miyosen'in sonunda, iki büyük tektonik hareketin olduğu gözlenmektedir. Geç Kretase'deki tektonik olaylar bölgenin büyük kısmında hidrokarbon olanakları için ana, hazne ve örtü kaya istiflerini doğrudan etkilemiştir. Miyosen'in sonunda ise oluşan yeni tektonik hareketin etkisiyle, Geç Kretase'de oluşmuş bazı yapılar tekrardan deformasyon geçirmiş ve aynı zamanda Arap Plakası'nın ön ülkesi de bu aktiviteden etkilenmiştir. Bu bölge, günümüz tektonik durumunu bu safhada kazanmıştır (Sungurlu, 1974).

Orta Miyosen sırasında Güneydoğu Anadolu'da Çüngüş havzasının kapanmasıyla Arabistan ve Avrasya kıtaları çarpışmaya başlamış olup, bunun neticesinde ortaya çıkan Anadolu bloğu batıya doğru kaçarak parçalanmıştır. Bu olay sonucunda Türkiye'nin orojenik yapısı Paleotektonik gelişimini sona erdirerek Arabistan-Avrasya çarpışması ile Neotektonik dönem başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Avrasya ile Arap kıtası (Doğu Anadolu ve Batı İran boylamlarında) arasında bulunan son okyanusal kabuğun yok olmasıyla sonuçlanan, Orta Miyosende gerçekleşen bu çarpışmayla kalınlığı artan kıtasal kabuk, okyanusal kabuk gibi alta dalamayacağından, kalan kıta kabuğunun (Türk-İran platosu) yamulması başlamıştır. Bitlis-Zağros kenet kuşağındaki çarpışma cephesinin ard ülkesindeki kıta kabuğu bu yaklaşıma kısalıp, kalınlaşarak etki göstermiş; fakat gitgide fazlaşan kabuk kalınlığı ve bunun sonucunda artan litostatik basınç bu türdeki yamulmayı daha da zor hale getirmiştir. Sonuç olarak; Orta ve Batı Anadoluyu da içine alarak oluşan Anadolu levhası, bunların etkisiyle oluşan KAF ve DAF zonları boyunca Doğu Anadoludaki sıkışma alanından batıya doğru kolaylıkla dalabilen Doğu Akdeniz litosferine doğru itilmeye başlamıştır (Perinçek vd., 1987) (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1. GDA Bölgesi'ndeki önemli tektonik oluşumlar (Perinçek vd., 1987' den değiştirilerek alınmıştır).

Akdeniz'deki Helenik-Kıbrıs yayı olarak isimlendirilen bölgedeki Afrika Levhası, Anadolu Levhası'nın altına dalar. Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle Arap Levhası ise, kuzeye doğru hareketlenerek Anadolu Levhası'nı sıkıştırır. Bu olay neticesinde; Anadolu'da Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) var olmuştur. Sıkıştırma devam ettiğinden, Anadolu Levhasının DAF-KAF hatları boyunca batıya doğru hareketi sürmektedir. Bu sıkıştırma rejimi sebebiyle birçoğu etkin olmayan, D-B yönlü birçok kırık vardır. Arap Levhası'nın sıkıştırılması neticesinde, batıya kaçan Anadolu Levhasının sınırlarında, içsel deformasyon nedeniyle sık sık depremler meydana gelmektedir.

Oligosen dönemi ve sonunda oldukça yoğun tektonizmaya uğramış Güneydoğu Anadolu Bölgesinde önemli paleocoğrafik değişimler meydana gelmiştir. Bölgedeki farklı yapısal unsurlar, bu hareketlenmeler nedeniyle gelişmiş ve Orta Eosen'den sonra tektonizma regresyona sebep olmuş, Eosen-Oligosen denizinin geometrisini farklılaştırmıştır (Perinçek, 1980). Oligosende deniz seviyesinin gözle görülür bir şekilde azaldığı, Neotetis'in hızlı bir şekilde kapanması ve sığ denizel şartların oluşması sonucunda yarı kapalı havzalarda karbonatlı kayalarla evaporitler ardalanmalı olarak çökelmiştir (Ziegler, 2001).

Arap Plakasının K-KB yönünde hareketi ve bu hareket sonucunda Tetis Okyanusunun kapanması ile oluşan Bitlis-Zagros kenet kuşağı ve buna bağlı olarak

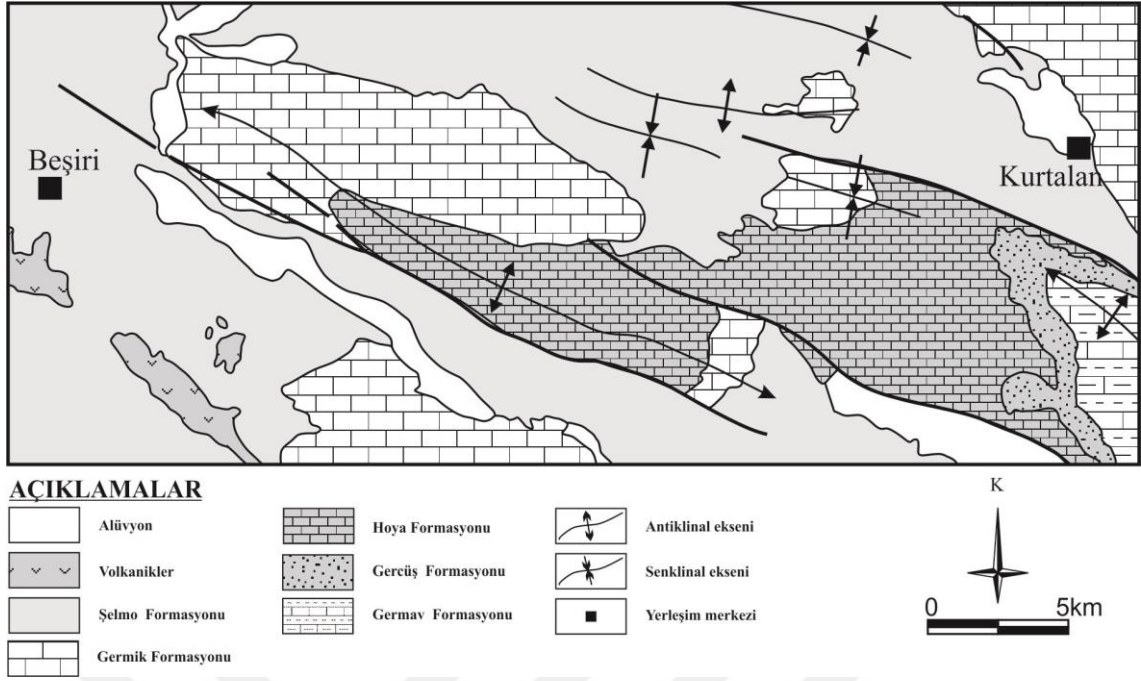
hareketin yönüne yaklaşık dik olarak gelişen kıvrımlar ve faylar bölgesel tektoniğin olası bir sonucudur.

İnceleme alanını da içine alan bölge bu tektonik hareketlilik sonucunda meydana gelen kıvrımlı yapılara bağlı olarak petrol üretimi için gerekli olan kapanımların mevcut olması sebebiyle ülkemizin en önemli petrol üretim alanlarını içermektedir. Bu tektonik yapılar petrol üretimi için gerekli olduğu kadar endüstriyel hammadde ve metalik madenlerin oluşumlarına sebebiyet veren çözeltilerin sirkülasyonu için uygun jeolojik ortamların oluşumuna da sebebiyet vermektedir.

Uzaktan algılama çalışmalarının anlatıldığı bölümde detaylı bir şekilde bahsedilecek olan inceleme alanında gözlenen antiklinal oluşumu da jips yataklarının gelişimine ve yüksek iz element içermesinin en önemli nedenlerindedir.

2.3. İnceleme Alanının Stratigrafisi

İnceleme alanında gözlenen en yaşlı birim Germav Formasyonu olup üzerine uyumsuzluk ile Gercüş Formasyonu gelmektedir. Gercüş Formasyonun üzerinde uyumlu olarak gözlenen Hoya Formasyonu, Hoya Formasyonu ile geçişli olarak gözlenen Germik Formasyonu ve bunları uyumsuz olarak örten Şelmo Formasyonu gözlenmektedir (Şekil 2.2, Şekil 2.3). İnceleme alanındaki morfolojik yapı düşünüldüğünde yaşlı birimler olan Germav, nispeten Gercüş Formasyonlarının mostra vermesi beklenmez iken çalışma alanının hemen doğusunda mostra vermesi inceleme alanındaki gözlenen antiklinal ekseninin aşınması sonucu gerçekleşmiştir (Şekil 2.4).

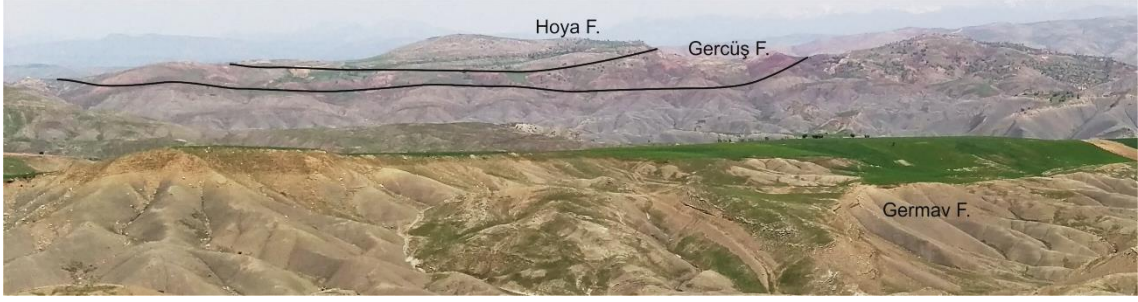


Şekil 2. 2. Çalışma sahasının jeoloji haritası (Dinçer, 1991).

| TEKTONİZMA SONRASI BİRİMLER | YAŞ | | | FORMASYON | LİTOLOJİ | AÇIKLAMALAR | |
|-----------------------------|----------------------------|------------|----------|-------------------|-------------------|---|--|
| | SENOZOYİK | KUVATERNER | HOLOSEN | | | | |
| ALLOKTON BİRİMLER | MESOZOYİK (ÜST KRETASE) | | | ALÜVYON | | Alüvyon, taraça, traverten ile pekleşmemiş kum, çakıl, silt ve çok az blok boyutu malzeme — Uyumsuzluk — | |
| | | | | ESKİ ALÜVYON | | Az pekleşmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme | |
| OTOKTON BİRİMLER | SENOZOYİK | TERSİYER | PLİYOSEN | KIRADAĞ BAZALTI | | Gri - füme renkli, gözenekli bazalt — Uyumsuzluk — | |
| | | | | LAHTI FORMASYONU | | Orta-iyi pekleşmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme — Uyumsuzluk — | |
| | | MİYÖSEN | ORTA | ŞELMO FORMASYONU | | İyi pekleşmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme | |
| | | | | LİCE FORMASYONU | | Yeşil-bordo renkli, jips aratabakalı kilttaş, silttaş ve tuzlar — Geçişli sınır — | |
| | | | ALT | GERMİK FORMASYONU | | Beyaz-gri renkli iyi pekleşmiş jips, anhidrit ve dolomit — Uyumsuzluk — | |
| | | | | HOYA FORMASYONU | | Sarı - sütlü kahve renkli, çok gözenekli altere olmuş kireçtaş ve marm — Geçişli sınır — | |
| | | | EÖSEN | ORTA-ÜST | GERMİK FORMASYONU | | Orta-kalın tabakalı, sert, krem bej renkli, bol mikro fosilli, erime boşluklu dolomitik kireçtaş — Uyumsuzluk — |
| | | | | ALT | GERCÜŞ FORMASYONU | | Bordo-kırmızı renkli kumtaş ve kötü boylanmalı, yer yer tane destekli çakıltaş — Uyumsuzluk — |
| | | | PALEÖSEN | | GERMAV FORMASYONU | | Yeşil-gri renkli az çakıllı kumtaş, silttaş ve çamurtaş arıdanması ile kötü boylanmalı çakıltaş |

ÖLÇEKSİZ

Şekil 2. 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yeşilova ve Helvacı, 2012).



Şekil 2. 4. İnceleme alanında gözlenen birimlerin arazi görüntüsü

2.3.1. Germav Formasyonu

İlk kez Maxson (1936) tarafından Kermav Formasyonu olarak adlandırılmış, sonraki çalışmalarda Germav'a dönüştürülmüştür. Tip kesiti, M47-c4 paftasında Germav (İlisu) Köyü 3 km kuzeybatısındadır. Genellikle bol oranda şeyl ve marn içeren pelajiklerden oluşan formasyonun, yer yer kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşı katkıları içerdiği de gözlenmektedir. Çalışma alanında birimin, Maastrichtiyen'e ait alt düzeyleri açık gri, Paleosen'e ait üst düzeyleri ise koyu gri olmasıyla kolayca tanınır. Germav Formasyonu ince-orta tabakalı, gri renkli çamurtaşlarıyla ardalanmalı silt ve kumtaşlarından oluşmakta, ara ara çakıltaları da barındırmaktadır (Yeşilova ve Helvacı, 2012)(Şekil 2.5). Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı karbonatlı ve klastik birimlerin derin denizel eşdeğeri olarak kabul edilen ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak gözlenen Germav Formasyonu'na ait birimler, sığ denizel Garzan Formasyonu ve eşiti diğer karbonatlı kayalar üzerine genellikle dereceli geçişle gelmektedir. (Güven vd., 1991). Germav Formasyonu'nun aşınma alanlarında 25-30 metreye kadar düşen kalınlığı, asıl havza kesimlerinde 1000-1500 metreye kadar çıkmaktadır (Güven vd., 1991).

Germav formasyonu, inceleme alanında gözlenen antiklinal eksenini boyunca meydana gelen aşınma sonucunda sahanın doğusunda geniş bir yayılım göstermektedir.



Şekil 2. 5. Germav formasyonun arazi görünümü

2.3.2. Gercüş Formasyonu

Maxson (1936) tarafından, ilk defa Gerçüş ilçesi 'nde tanımlanmıştır. Tipik kırmızı karasal çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşur. Çalışma alanında Gerçüş Formasyonu Gerçüş Antklinalının Kuzey ve Güney kanadında (M46-c1, c2, c3, c4 ve M46-d3 paftalarında) mostra verir. Gerçüş Formasyonu kırmızımsı, bordo, koyu pembe renkli, ağırlıklı olarak çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşur (Şekil 2.6). Arasında gösel kireçtaşları ve evaporit katkıları mevcuttur (Siyako vd., 2015). Germik Formasyonu uyumsuz olarak Alt Eosen yaşlı karasal Gercüş Formasyonu tarafından örtülür. Gercüş Formasyonu kırmızı renkli kumtaşı ve çakıltaşları içerir (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Gerçüş Formasyonu içerisinde yaş verecek fosil bulunmadığından dolayı stratigrafik konumuna bakılarak Üst Paleosen-Alt Eosen yaşı verilmiştir. Orta Eosen yaşlı Hoya Formasyonu'ndan daha yaşlı Paleosen yaşlı Becirman Formasyonu'ndan ise daha genç olması gerektiğinden bu yaş verilmiştir. Birimin ortalama kalınlığı 200-350 m civarındadır (Siyako vd., 2015).



Şekil 2. 6. Gercüş formasyonunun arazi görünümü

2.3.3. Hoya Formasyonu

İlk kez Perinçek (1978) tarafından adlandırılan birimin tip kesitinin Çüngüş ilçesinin 2 km güneybatısında, Fırat Nehri doğu yamacında (L42-c1) bulunan Hoya Köyü (Geçitköy) yöresinde olduğu belirtilmiştir (Yılmaz ve Duran, 1997). Gercüş Formasyonu diskordansla karbonatlardan oluşan Orta-Üst Eosen yaşlı denizel Hoya (Midyat) Formasyonu üzerine gelmektedir. Gercüş Formasyonu, Hoya Formasyonu ile düşey-yanal yönlerde geçişlidir (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Hoya Formasyonu, GDA bölgesinde yüzelediği yerlerde genellikle dik yarlar oluşturan kireçtaşlarıyla bunların diyajenetik değişimleri ile oluşan yaygın dolomitler ve kireçtaşlarından

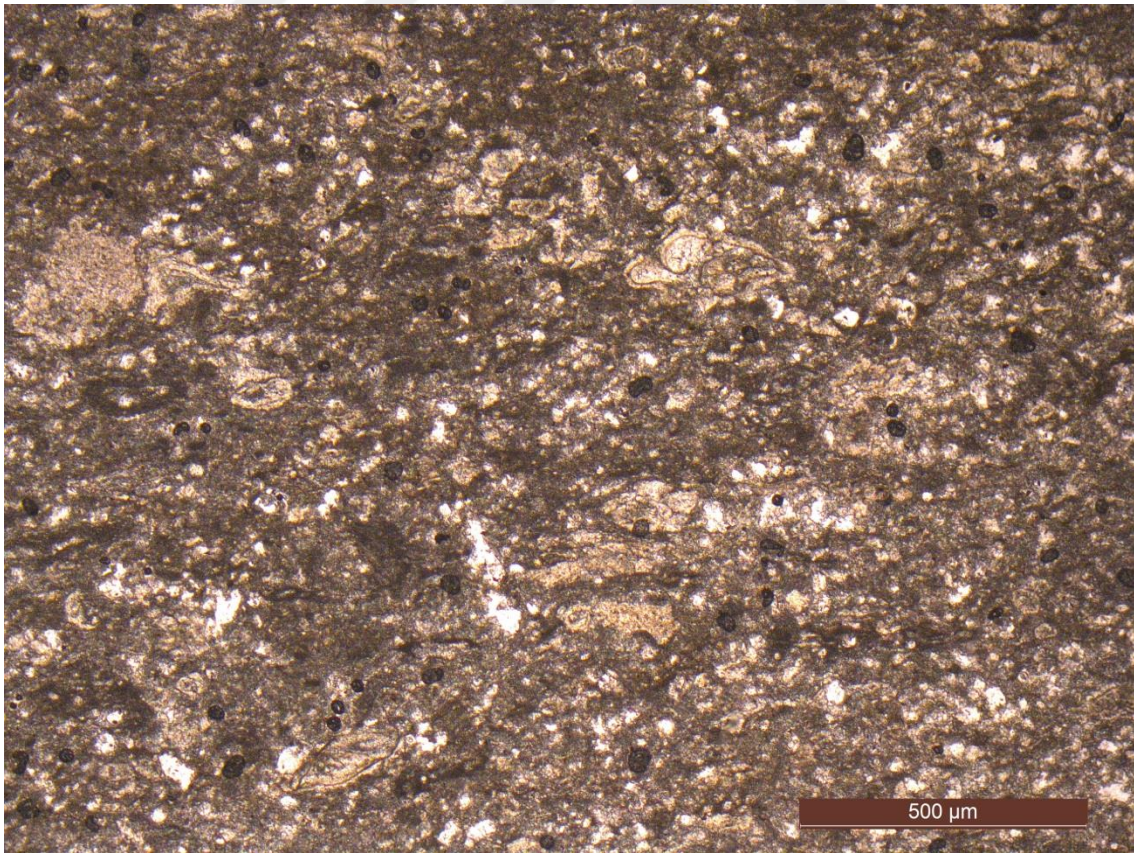
oluşmaktadır(Şekil 2.7). Neritik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan ve seyrek olarak marn düzeyleri de içeren Hoya Formasyonu'na ait beyaz, açık gri, bej renkli, orta-çok kalın tabakalı, mikritik kireçtaşı düzeyleri bol bentik fosillidir (Şekil 2.8- 2.9). Kalınlığı havza genelinde 800 metreye kadar çıkan birim (Yılmaz ve Duran, 1997) Batman bölgesinde Hoya Formasyonu'nun en altında sert-sıkı dokulu kristalize kireçtaşları gözlenmektedir.

Hoya Formasyonu'nun orta kesimleri mağara boyutuna kadar erişebilen erime boşluklu, çok kalın tabakalı, gevşek dokulu karbonatlardan oluşur. Bir kısmı doğal mağara olan Hasankeyf'in tarihi kaya evleri bu düzeylere oyulmuştur (Sinanoğlu vd., 2017). Hoya Formasyonu'nun en üst bölümleri ise, Germik Formasyonu'na geçiş göstermektedir. Bunlar, az belirgin-belirsiz tabakalı, çok erime boşluklu, üste doğru evaporit miktarı artan, travertenimsi karbonatlardır.

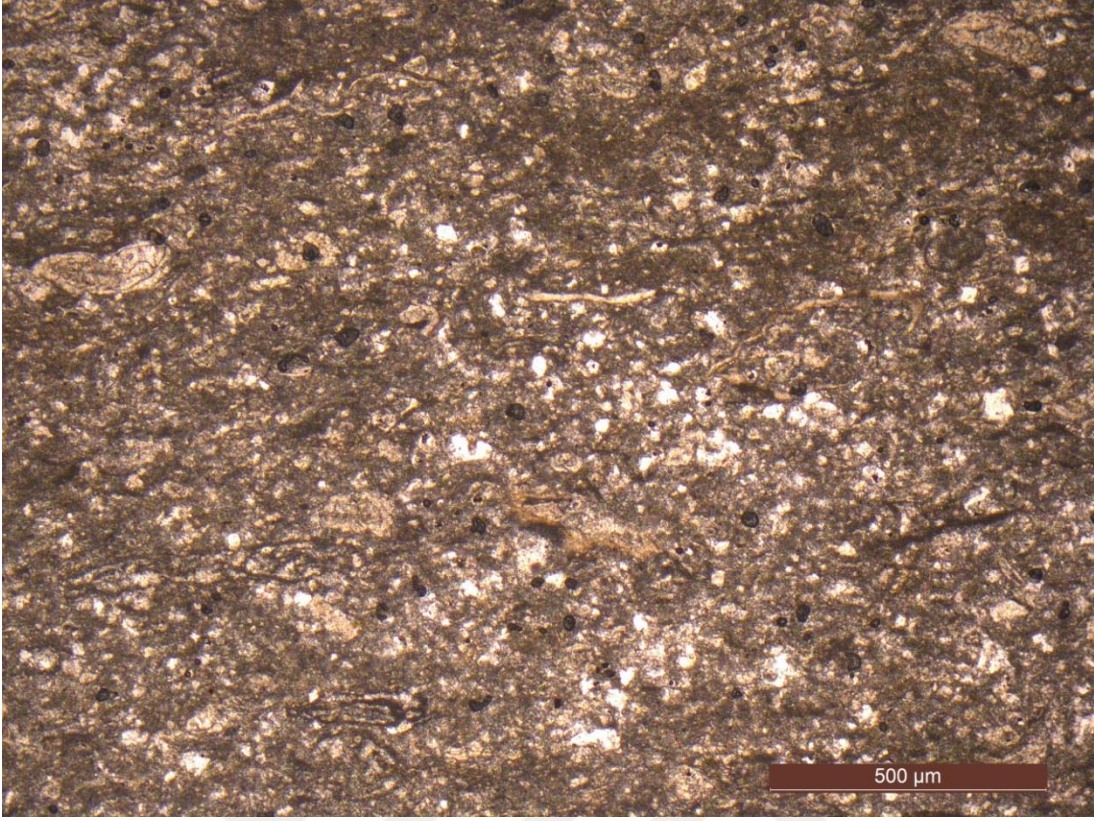
Genellikle dolomitik özellikler gösterdiği için Hoya Formasyonu'na ait birimler üzerinde alınan örneklerde miliolidal formlar dışında fosil saptanamamıştır ve bunlar yaşlandırmada sağlıklı veriler sunmamıştır. Ancak, formasyonun daha batıda Diyarbakır-Hazro civarındaki yüzleklerinde, bol fosilli kireçtaşlarından alınan örneklerde; Bartoniye yaşını veren *A. fragilis* Hottinger, *A. fusiformis* (Sowerby), *A. stercusmuris* Mayer-Eymar, *A. nuttali* (Davies), *R. malatyaensis* (Sirel), *D. aegyptiensis* (Chapman), *H. paleocenica* Sirel, *Somalina stefaninii* Silvestri, *Orbitolites* sp. fosilleri tanımlanmıştır (Sinanoğlu, 2016).



Şekil 2. 7. Hoya formasyonunun arazi görünümü



Şekil 2. 8. Hoya Formasyonunda gözlenen fosillerin mikroskop görüntüsü



Şekil 2. 9. Hoya formasyonunda gözlenen fosillerin mikroskop görüntüsü

2.3.4. Germik Formasyonu

Batman ve Siirt illeri arasındaki Ramandağı ile Kentalan- Garzan strüktürleri arasında yer alan Oligosen yaşlı kalın evaporit, dolomit, kireçtaşı, yer yer ince-kaba detritik içeren birim için “Germik Formasyonu” adı, ilk kez Bolgi (1961) tarafından kullanılmıştır. Garzan sahası ile Germik sahası arasında kalan alanda en iyi mostrayı veren birim burada Hoya Formasyonu üzerine, detritik görünümlü kireçtaşı, dolomit konkrezyonlu evaporitlerle gelmektedir. Bu istif üzerine ise, dolomit ara tabakalı evaporitler ince-orta tabakalı ve düzenli bir şekilde devam etmektedir. Üst kesimde ise, Alt Miyosen yaşlı Kapıkaya Formasyonu ile diskordans ilişkilidir (Siyako vd., 2013).

Sınırlı ve evaporitik koşullu regresif denizel ortamı temsil eden birimin yaşı Orta Eosen- Oligosen olarak değerlendirilmiştir (Duran vd., 1988 ve 1989). Sığ denizel ortam koşullarını yansıtan ve Oligosen yaşlı olduğu bilinen Germik Formasyonu, Siirt’in G ve GB’ sında yaklaşık 400 km²’lik bir alanı içermekte olup evaporitlerle ardalanmalı karbonatlı kayalardan oluşmaktadır (Yeşilova ve Helvacı, 2012) (Şekil 2.10).



Şekil 2. 10. Germik formasyonun arazi görünümü

2.3.5. Lice Formasyonu

Derin denizel türbiditik klastiklerle temsil edilen birim, Tuna (1973)'da belirtildiğine göre, ilk defa Schmidt (1958) tarafından tanımlanmış, fakat tipik mevki ve kesit verilmemiştir. Birimin yaygın ve tipik mostralarının Ergani-Dicle-Hani-Lice-Kulp hattının kuzeyinde ve Kahramanmaraş'ın kuzey alanlarında görüleceği belirtilmektedir (Duran vd, 1989). Dicle İlçesi kuzeydoğusunda Kayıntara Tepe'de (L44-a1 ¼ GD) ölçülen referans kesit, Lice ve altında yer alan Fırat formasyonlarının geçişini gösterir (Yılmaz ve Duran, 1997). Lice kuzeyindeki Bayırlı (Karıncak) Köyü civarında (K45-d3 ¼ GB) ölçülen bir diğer kesitte tabanı görülmeyen Lice Formasyonu'nun kalınlığı 819 metre ölçülmüştür (Yılmaz ve Duran, 1997).

Birim, Miyosen bindirmesinin güneyinde gelişen ve Lice iç çukuru olarak adlandırılan (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Sungurlu, 1974) dar bir kuşakta gözlenir. Günümüzdeki konumuyla Miyosen (Baykan ve Bitlis) Naplarının altında yeralan bu birim; malzemesini daha kuzeydeki bir yükselim alanında yüzeyleyen allohton birimlerden almıştır. Tabanda ince şeyl / marn ve silt seviyeleri ile ardalanmış, killi, kumlu ve bol fosilli, plaket kireçtaşlarıyla başlar. Bunların üstüne gelen türbiditik kumtaşı ve şeyller formasyonun asıl kesimini oluşturur. İnce tabakalı iraksak türbiditlerle başlayan bu kesim, yukarı doğru kabalaşarak yakınsak türbiditlere ve kanalize çakıltaşlarına geçer. Bu özellikleriyle ilerleyen denizaltı yelpazelerini temsil

eder (Sungurlu, 1974; Açıkbaz ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1978; Savcı ve Dülger, 1980). Yalpazelerin gelişmediği alanlarda ise, daha ince taneli olup, türbiditik kumtaşı ve killi kireçtaşları ile ardalanmış şeyl ve marnlardan oluşur. Lice Formasyonu daha önceki çalışmalarda, yukarıda anlatılan fasiyesleri yansıtmak biçiminde, üç üyeye ayrılmış ve bunlar Şeyhhamza, Tilköyü ve Firki üyeleri olarak adlandırılmıştır (Açıkbaz ve Baştuğ, 1975). Germik Formasyonu'nun üstüne uyumsuz olarak Orta-Üst Miyosen yaşındaki sığ denizel-karasal ortamı temsil eden tuzlu birimler ve killi-siltli jipslerden meydana gelen Lice Formasyonu gelmektedir (Yeşilova ve Helvacı, 2012).

2.3.6. Şelmo Formasyonu

Şelmo Formasyonu ilk defa Bolgi (1961) tarafından adlandırılmıştır. Şelmo, bu günkü adı Ulaşlı olan L 46 c1 paftasındaki bir köyün adıdır. Şelmo Petrol Sahası da bu köyün yakın kuzeyinde yer almaktadır. Şelmo Formasyonu, kırmızı veya alacalı renkli karasal klastiklerden yapılmıştır. Akarsu ortamlarında çökelmiş çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşları egemen litolojiyi oluşturmaktadır.

Şelmo Formasyonunda bazı ostrakodlar dışında fosil bulgusunun olmadığı, bunun için de birimin stratigrafik konumuna dayanarak yaşının Üst Miyosen-Alt Pliyosen olduğu rapor edilmiştir (Çemen vd., 1990). Bu formasyonun çökme ortamı plaj kumları-geçiş-gel-git düzlüğü-playa-karasal (akarsu) olarak belirlenmiştir (Çemen vd., 1990).

Lice Formasyonu uyumlu bir şekilde karasal ortamı temsil eden Şelmo Formasyonu'nu ve bu formasyon da inceleme alanının bazı bölgelerinde Üst Miyosen yaşlı bindirmelerle temsil olunan Ofiyolitik Karmaşığı üzerler. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik istifin büyük kısmı; serpantinitle, radyolaritler, kireçtaşları ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Bölgenin bazı kesimlerindeyse Şelmo Formasyonu açılı uyumsuzluk ile Pliyosen oluşum yaşlı Lahti Formasyonu'nu üzerler. Bölgedeki istif, Pliyosen-Pleyistosen yaşlı volkanitler ve bunların üzerine uyumsuz bir şekilde yerleşen Kuvaterner yaş konağına sahip eski-yeni alüvyonlar ile sona ermektedir (Yeşilova ve Helvacı, 2012).

3. JİPSLERİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Jips Kristalleri ve Oluşum Koşulları

Anhidrit; CaSO_4 bileşiminde, rombusal sistemde kristallenen, genellikle beyaz renkli kristal yığılımları şeklinde bulunan, sertliği 2 nin biraz üzerinde, yoğunluğu $2,9 \text{ gr/cm}^3$ olan bir mineraldir. Seyreltik HCl asitte çözünmez, su alınca jipse dönüşür ve bu arada hacmi genişler. Ekonomik yatakları 1-100 m kalınlığında tabakalar halinde bulunur.

Jips ve anhidrit havzaları genellikle denizlerden uzak, geniş evaporasyon ortamlarında oluşur. Güncel olarak Hazar Denizi sahilinde çökelmektedir. Lagün ve sığ içdenizlerde de jips yatakları ortaya çıkmaktadır. Bu tip ortamlarda CaSO_4 bakımından doymun olan sularda sıcaklık 30^0 C ve tuzluluk normal deniz suyunun 3 katı olması durumunda jips çökelmeye başlar.

Jips ve Anhidrit ekonomik rezerv oluşturan alçıtaşı mineralleridirler. Birbirlerinden sertlik ve özgül ağırlıkları ile kolayca ayırt edilebilirler. Taneli jips kristalleri jips kayaçlarını oluşturur, tane çapları safsızlıkla orantılıdır ve yabancı madde etrafında oluşan kristalleri iri taneli olurlar. Jipse göre daha yoğun olan anhidrit minerali de, anhidrit kayacı olarak, jips yataklarında bulunur. 20°C de 100 gr suda 0.27 gr anhidrit çözülür. Jips ve anhidrit arasında bir faz oluşturan bassanit minerali $\text{CaSO}_4.1/2\text{H}_2\text{O}$ bileşimlidir. Jips ile aynı kimyasal bileşime sahip ve jipse göre daha ince taneli olan albatr keski ile işlenebilme özelliği nedeniyle heykeltıraşçılıkta aranan jips çeşitidir. İkincil olarak gelişen ve iğnemsî kristallerden oluşan jipse ipek jips adı verilir. Selenit mika görünümlü büyük dilinim yüzeyleri gösteren iri ve şeffaf jips kristallerine verilen bir isimdir. Alçıtaşları orta dereceli ortam sıcaklığı ve alkalitesi olan, yüksek Ca^{++} gelimli lagünel havzalarında ekonomik boyutta rezervler oluşturacak şekilde çöklerler. Havzalardaki çözelti sıcaklığı ve pH değerlerinin duraylılığı jips veya anhidrit oluşumunu sağlar, buharlaşma sonucu suyun ortamdan uzaklaşması ile jips anhidrite dönüşür. Na^+ , K^+ , Mg^{++} gibi katyonlar ve CO_3^{--} , HCO_3 , Cl^- gibi anyonlar jips çökelişini olumsuz yönde etkiler. Çökeltme ortamına gelen kırıntılı malzeme jips çökelleri için koruyucu tabaka oluşturur. Jips ve anhidrite ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo3.1.' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Jips ve Anhidritin fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

| Mineral | Jips | Anhidrit |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Formül | CaSO ₄ .2H ₂ O | CaSO ₄ |
| %CaO | 32,6 | 41,2 |
| %SO₃ | 46,5 | 58,8 |
| %H₂O | 20,9 | - |
| Renk | Beyaz-Gri | Beyaz-Gri |
| Sertlik | 1.5-2.0 | 3.0-3.5 |
| Ö.A | 2,38 | 2,93 |

3.2. İnceleme Alanındaki Jipslerin Özellikleri

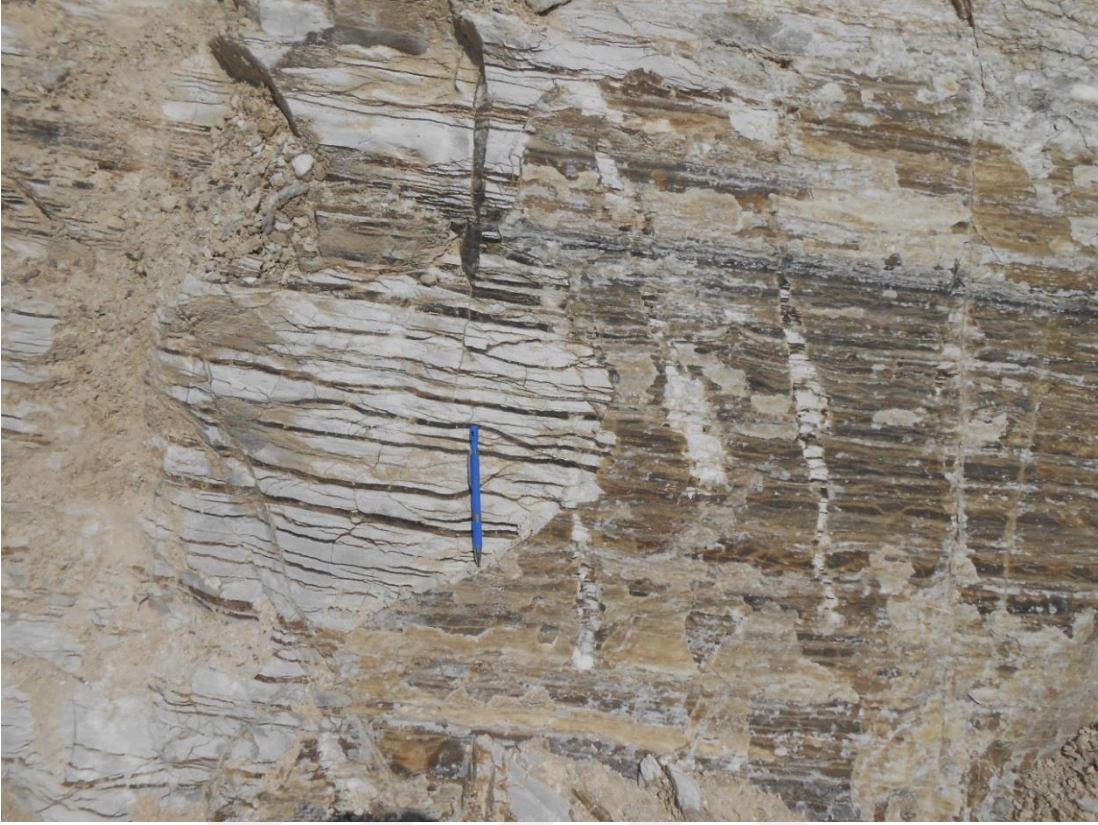
İnceleme alanında gözlenen jipsler Germik Formasyonuna ait evaporitik seviyeler olup, beyaz, bej renkli kireçtaşları içerisinde gözlenmektedir. Kireçtaşları genellikle KB-GD duruşlu olup çoğunlukla düşük eğimli veya yataya yakın konumludur. Genel duruşları yaklaşık olarak K55B/5-10°KD'dur. Jips oluşumları değişik kalınlıklarda gözlenmekte olup kalınlıklar birkaç cm'den 3m'ye kadar değişmektedir. Kireçtaşları ile ardalanmalı gözlenen seviyenin toplam kalınlığı 1m'den 20m'ye kadar değişmektedir. İnceleme alanındaki jipsler, laminalı, ondüleli, masif, yumrulu gibi fasiyesler sunmaktadır (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6). İnce kesit gözlemleri sonucunda farklı zamanlarda oluşmuş olan jips minerallerinin varlığına rastlanmış (Şekil 3.7), jipslerin gelişiminde hidrotermal faaliyetlerin rol oynadığı sonucuna varılmıştır.



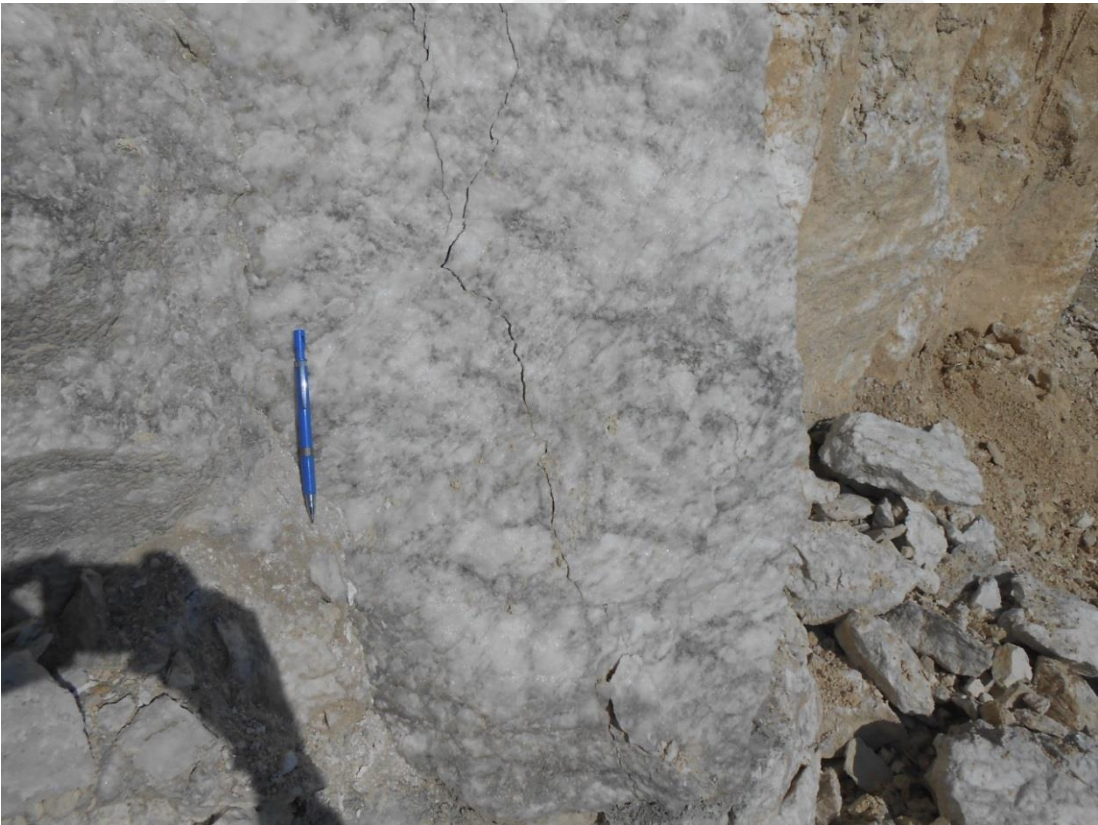
Şekil 3. 1. İnceleme alanında gözlenen yumrulu jips kristalleri



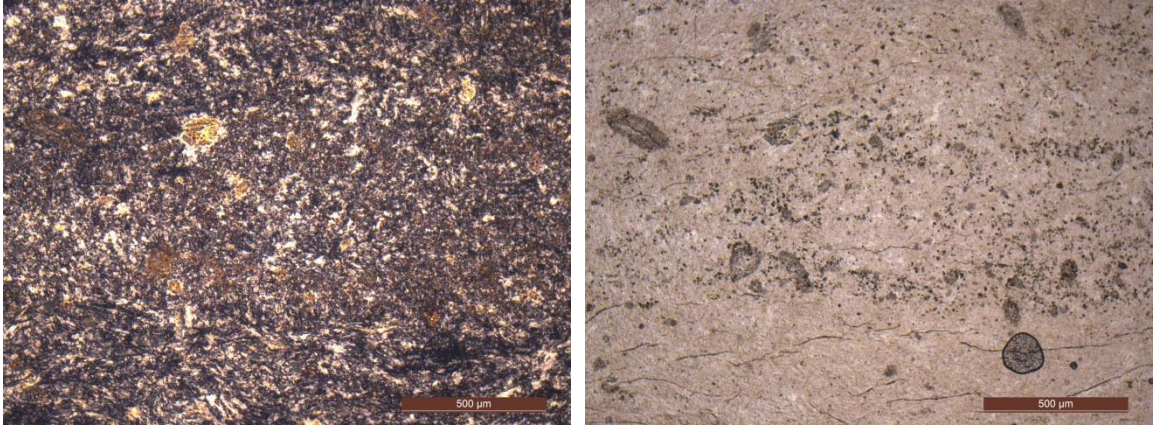
Şekil 3. 2. İnceleme alanında gözlenen tabakalı jipsler



Şekil 3. 3. İnceleme alanında gözlenen laminalı jips kristalleri



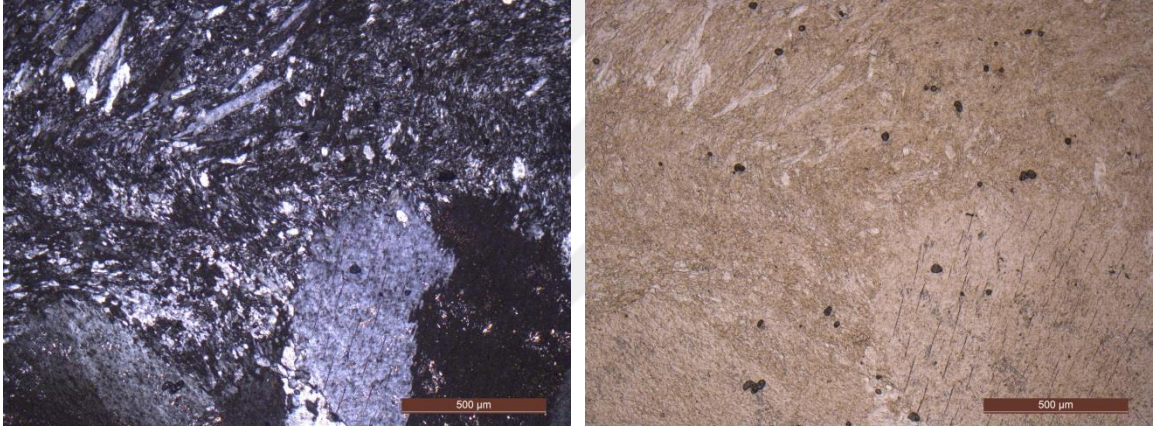
Şekil 3. 4. İnceleme alanında gözlenen ondüleli jips kristalleri



a

b

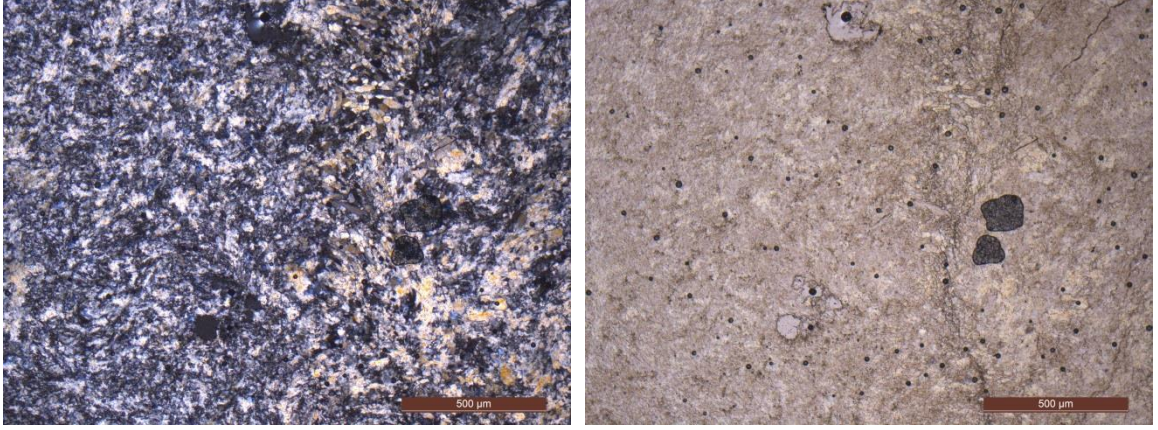
Şekil 3. 5. İnceleme alanındaki jipslerde gözlenen laminalı yapının mikroskop görüntüsü (4x, a: çift nikol, b: tek nikol)



a

b

Şekil 3. 6. İnceleme alanındaki jipslerde gözlenen öndüleli yapının mikroskop görüntüsü (4x, a: çift nikol, b: tek nikol)



a

b

Şekil 3. 7. İnceleme alanındaki farklı zamanlarda gelişmiş jipslerin mikroskop görüntüsü (4x, **j1**: birincil jipsler, **j2**: ikincil jipsler, **a**: çift nikol, **b**: tek nikol)

4. UZAKTAN ALGILAMA ÇALIŞMALARI

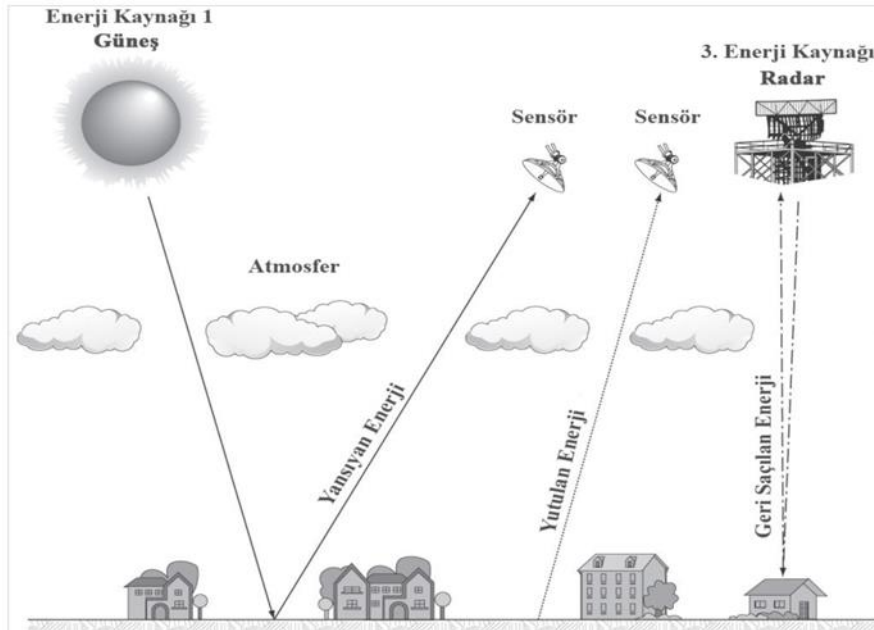
4.1. Uzaktan Algılama

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

Gezegemimizin 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 aktif ve pasif sensörler olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Uzaktan algılamada veri toplama sistemleri

4.2. Jeoloji Mühendisliğinde Kullanım Alanları

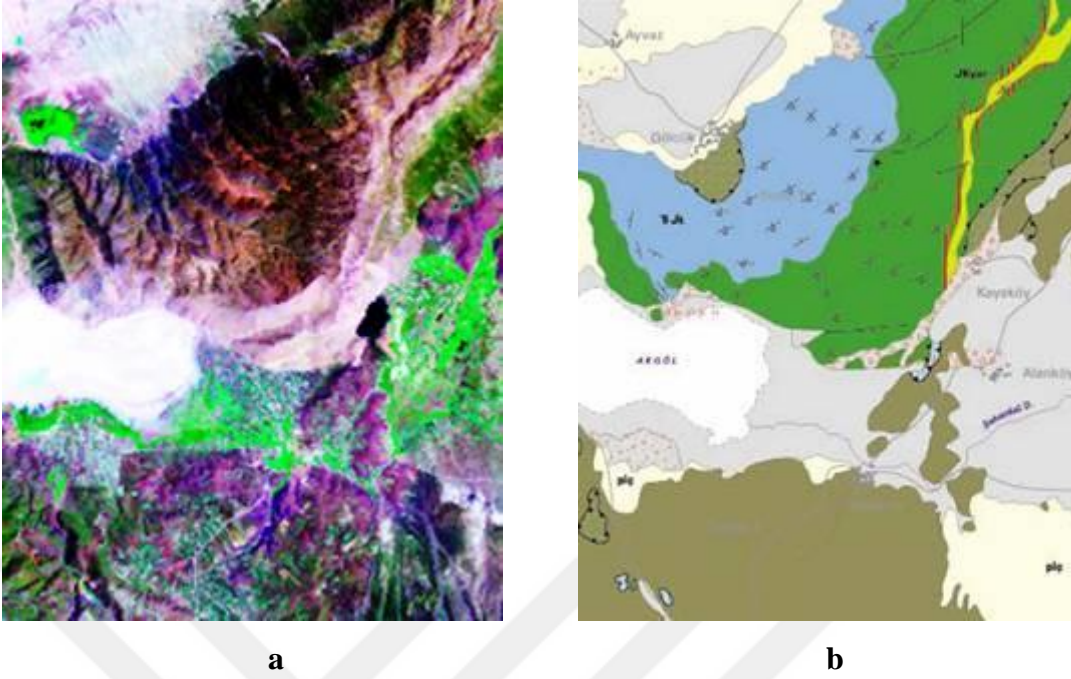
Uzaktan algılama Jeoloji Mühendisliği alanında litolojik birimlerin haritalanması, yapısal unsurların haritalanması, maden arama ve çevre jeolojisi gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

4.2.1. Litolojik Birimlerin Haritalanması

Bazı cevherleşmeler bazı litolojilerle sınırlıdır. Örn. kromitlerin sadece ultramafik kayalar 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 düzeltilmesi yapılmış (ortorektifiye olmuş) uydu görüntüleri ile bu litolojik sınırlar daha hassas olarak çizilebilir (Şekil 4.2). Uydu görüntüleri üzerinde uygulanan bazı önemli litolojik ayırım yöntemleri şunlardır:

- a) Bantların kendisi ile renkli kompozit görüntüler oluşturma (754, 741)
- b) Bant oranları ile renkli kompozit görüntüler oluşturma (Abrams 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

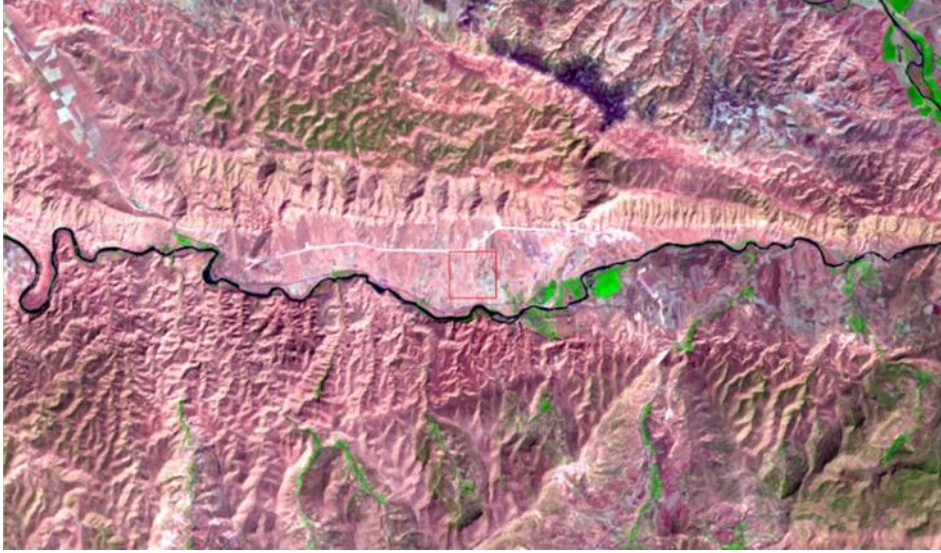
Not: İlk dört yöntem görüntülerine değişik kontrast gemesi yöntemleri uygulanabilir veya renk, doygunluk ve şiddetleri artırılabilir.



Şekil 4. 2. Uydu görüntüleri ile litoloji birimleri, a) Landsat-5 TM 741 (RGB), b) Jeoloji haritası, (Kargı, 2004 yılında yayınlanmamış ders notlarından)

4.2.2. 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 4.3).



Şekil 4. 3. Batman ili Hasanköy ilçesinde gözlenen tektonik yapıların (asimetrik kıvrım kanatları) görünümü

4.3. Maden Arama

4.3.1. Alterasyon Kuşaklarının Belirlenmesi

Bilindiği gibi alterasyon bir bölgedeki cevherleşmenin en önemli belirteçidir. Hidrotermal alterasyon etkisiyle yan kayaçlar üzerinde tipik hidroksil (kil) mineralleri oluşurken, atmosferik koşullar altında ayrışma ile cevherleşmelerin üst kısmında demir şapka olarak da 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 yansımada değerlerinde önemli farklılıklar olduğu açıkça görülmektedir. Benzer şekilde kil mineralleri için de TM6 ve TM7 bantları düşünülebilir. Bu özellikler dikkate alınarak araştırmacılar tarafından denenilen ve başarılı bir şekilde uygulanan yöntemler şu şekildedir:

Bant oranlaması:

3/1 – Demir oksit

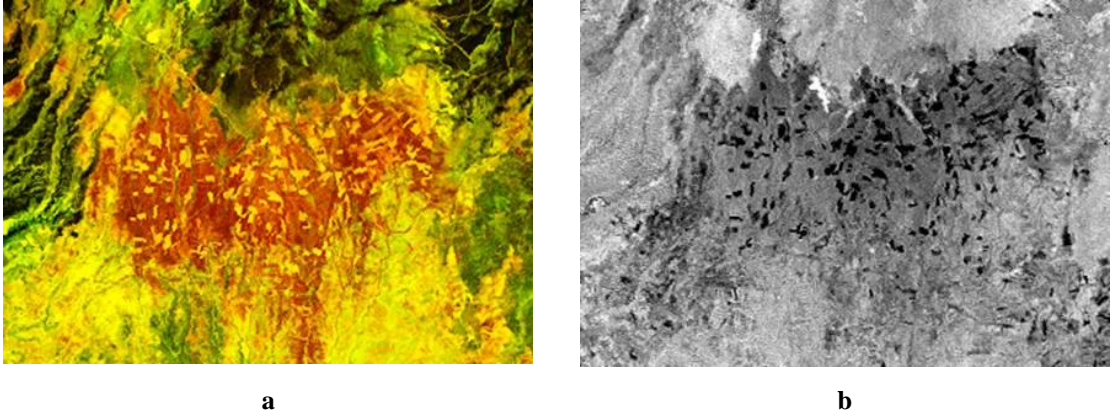
6/7 – Kil mineralleri

4.3.2. Temel Bileşenler Analizi

Temel Bileşenler Analizi; 6 Landsat TM bandı üzerinde gerçekleştirilen ve öz vektör matrisindeki değerlerin işaretine ve magnitudüne 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 yöntemde göre öz vektör matrisini incelemeye gerek yoktur ve seçilen bantların türüne göre dördüncü bileşen görüntüsünde demir oksit veya kil mineralleri haritalanmaktadır (Crosta ve Moore, 1989, Şekil 4.4).

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.



Şekil 4. 4. Alterasyon kuşaklarının belirlenmesi, a) Landsat TM 31 (RG) demir oksit haritalaması, b) Landsat TM Crosta demir oksit haritalaması, Hulusi Kargı, Yayınlanmamış ders notlarından

4.3.3. 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 ayırımında kullanılan yöntemlerin benzeri olup kullanılacak veya işlenecek bantlar seçilirken yine aranan minerallerin spektrasına bakmak gerekir.

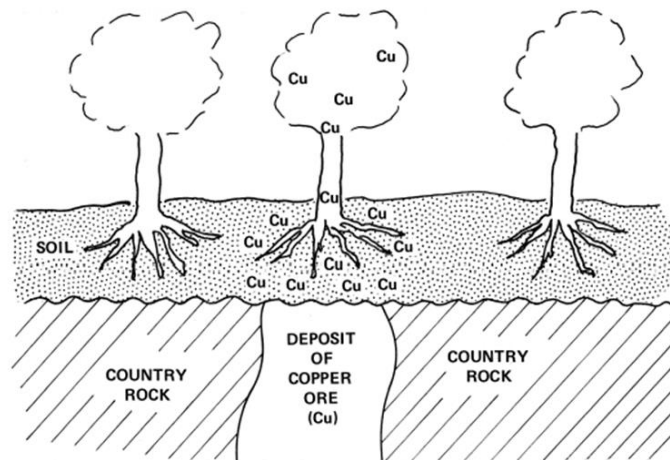
4.3.4. Cevherleşmeyi İşaret Eden Bitki Anomalilerinin Belirlenmesi

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

Bitki örtüsü: Bazı cevherleşmelerin olduğu bölgelerde cevheri oluşturan elementler bitkiyi zehirlediği için oralarda bitki örtüsünde eksiklik görülmekte veya bazı endüstriyel hammadde sahalarında bitki örtüsünde artış gözlene bilinmektedir.

Kılavuz bitkilerin varlığı: Bazı bitkiler diğer bitkilere nazaran bünyelerinde 100'lerce kat fazla bazı elementleri bulundurabilmektedir. Bu bitkilere hiper toplayıcı bitkiler denir. Doğal olarak bu bitkiler sadece o elementçe zengin topraklarda bulunmaktadır. 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 kısaltmalar olabilmekte veya renkleri değişebilmektedir. Yine bu olası bilgiler de uzaktan algılamayla maden aramada kullanılabilir (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Cevherleşmeyi ifade eden bitki anomalileri, (Kargı, ders notlarından)

4.4. 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 edilebilmektedir. Güncel hayatta çeşitli etmenlerin etkisiyle meydana gelen hava kirliliğinin tespiti, ayrıca terk edilmiş 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.

4.5. İnceleme Alanında Yapılan Uzaktan Algılama Çalışmaları

Uzaktan algılama; cisimlere temas olmaksızın tanımlama ve bir takım özelliklerinin tespitine olanak sağlayan bir bilim dalı olduğundan Jeoloji Mühendisliği gibi çalışmalarının çoğunu geniş ve zor arazi şartlarında gerçekleştiren alanlara uygulanması halinde büyük kolaylıklar sağladığı açıktır. Uzaktan algılamanın en büyük faydalarından birisi de geniş alanların kolaylıkla sorgulanabilmesidir ve bu sayede hem ekonomik açıdan hem zaman açısından fayda sağlanmasının yanı sıra, zorlu morfolojiye sahip arazilerin ve/veya güvenlik açısından hassas olan alanların bile incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmaların en önemlileri ekonomik öneme sahip cevherleşmelerin aranması ve/veya yayılımının tespitidir. Ayrıca jeolojik çalışmaların temeli olan litoloji belirleme aşamasında da büyük faydalar sağlamaktadır.

Uzaktan algılamanın kapsamında belirli bir alan için elde edilen görüntü; görüntü alım amacına uygun olacak şekilde belirlenen uydunun teknik özelliklerine bağlı olarak (tayfsal çözümlenme) farklı enerjilerin yansımalarını barındıran bantlardan oluşur. Bir sahanın insan gözüyle algılandığı şekli ile uydu görüntüsünün meydana getirilmesi için üç farklı enerji yansıma değerleri olan kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) bantlarının beraber açılması (4, 3, 2 kombinasyonu) gereklidir. Bu kombinasyon haricindeki enerji boylarına ait verileri içeren bantların farklı kombinasyonu meydana getirilen uydu görüntülerine ‘renkli kompozit görüntü’ denir. Görünen ışık bölgesine ait enerjileri kapsayan bantlar (RGB, 432) dışındaki her kombinasyon arazinin gerçek renkleri dışında renkler meydana getiren görüntüler oluşturacaktır.

Renkli kompozit görüntüler meydana getirilirken, amaçlanan kayaç, mineral veya elementin spektralleri incelenerek, hangi enerji aralıklarında diğer kayaç, mineral veya elementlerden ayrılacağı belirlenir ve buna uygun bantlar tercih edilerek görüntüler meydana getirilir. Dolayısıyla uydu tarafından kaydedilen farklı enerji boylarını gösteren her bir banda ait verilerin istenilen kombinasyonu ile görüntünün elde edilmesi sonucunda, yansımalarda oluşan değişimler vasıtasıyla tanımlama yapılır.

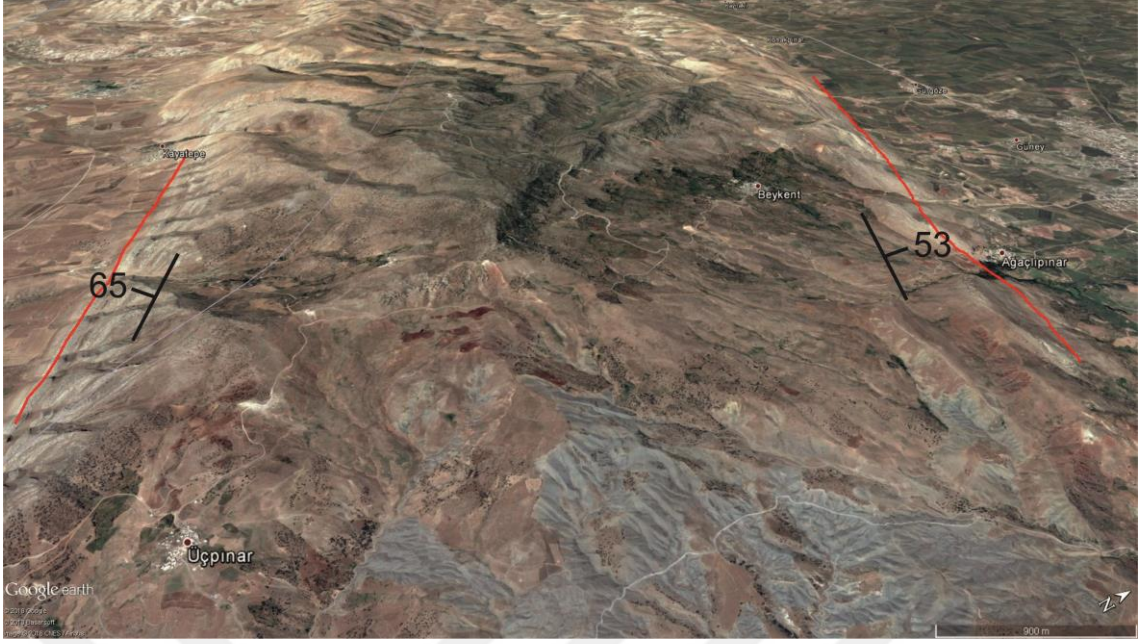
Uzaktan algılama çalışmalarında kullanılan bir diğer teknik ise kontrast artırmadır. Bu kapsamda çalışma sahasına ait Landsat 8 uydu görüntülerinin görüntü parlaklık ve kontrast iyileştirmeleri yapılarak spektrallerin anlamlılıklarının artırılması hedeflenmiştir. Çalışma alanında gözlenen jips oluşumlarının içerisinde geliştiği germik formasyonun arazideki yayılımının tespiti, mevcut açık işletmelerin mostra genişliklerinin belirlenmesi ve olası potansiyel alanların tespiti amacıyla litolojik belirlemeye yardımcı olunması için kontrast iyileştirmeleri kullanılmıştır.

Kontrast iyileştirmesi çalışmaları kapsamında Lineer, Gaussian, Equalization, Square root teknikleri kullanılmaktadır. İnceleme alanında yapılan incelemeler kapsamında kontrast iyileştirmesi tekniklerinden faydalanılmış; bu teknikler band oranları, renkli kompozit görüntüler ve temel bileşenler analizi üzerinde uygulanarak daha anlamlı sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında inceleme alanının Landsat 8 uydu görüntüleri (2015 tarihli) kullanılarak tektonik yapıların tespiti ve cevherleşme ile ilişkisi, mevcut ve/veya potansiyel mineralizasyonun tespiti amaçlı olarak; kontrast iyileştirmeleri, bant oranları, litoloji belirleme, renkli kompozit görüntüler oluşturulması, temel bileşenler analizi gibi uzaktan algılama yöntemleri kullanılmış olup, çalışma evreleri ve yöntemlerin uygulamaları aşağıda detaylı olarak anlatılmaya çalışılmıştır.

Bilindiği üzere maden yatakları genellikle yüzeyde mostra vermez fakat onların tespiti alterasyon zonları, içerisinde yer aldığı yan kayacın tespiti veya kılavuz minerallerin varlığı ile mümkündür. Çalışma konusu olan ekonomik cevherleşme jips yatakları olduğu için ve bu yatakların bir kısmının işletme aşamasında olması sebebiyle daha çok bilinen yatakların yayılımının doğru olarak belirlenmesi, bu verilerden faydalanarak olası yeni sahaların tespiti hedeflenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle sahanın TPAO tarafından oluşturulan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve Yeşilova ve Helvacı (2012) tarafından hazırlanan jeoloji haritası baz alınarak bölgenin jeolojisi hakkında bilgi edinilmiştir. Arazi çalışmaları esnasında cevherleşmeye ev sahipliği yapan yan kayaç ve cevherleşme arasındaki ilişki gözlenerek bölgenin jeolojisi ile ilişkilendirilmiş ve çalışmalar bu sonuçlara göre yönlendirilmiştir. Yeşilova ve Helvacı (2012) tarafından hazırlanan jeoloji haritasında cevherleşmeye ev sahipliği yapan Germik Formasyonu ile Şelmo Formasyonu arasındaki sınırın bindirme olarak gösterilmesine rağmen ne arazi çalışması ne de uzaktan algılama çalışmaları esnasında böyle bir veriye rastlanamamıştır. Arazi çalışmaları bindirme olarak çizilen sınırın aslında bir antiklinal olduğu (Şekil 4.6) inceleme alanında gözlenen yaşlı birimlerden Germav Formasyonunun bu antiklinalin güney kolunun daha yüksek eğime sahip olduğunu göstermiştir (Şekil 4.7). mevcut işletme yapılan yatakların dizilimine bakılacak olursa antiklinal eksenine paralel bir şekilde dizilimleri cevherleşmenin daha doğrusu anhidritlerin jiplere dönüşümüne sebebiyet veren çözeltilerin antiklinal eksenini boyunca meydana gelen süreksizlikler boyunca hareketi sonucunda meydana gelmiş olabileceği düşüncesini uyandırmıştır. Bu konuda daha geniş bir çalışma ileride başka kapsamda gerçekleştirilecektir.



Şekil 4. 6. İnceleme alanında gözlenen antiklinale ait uydu görüntüsü



Şekil 4. 7. Üçpınar köyü güneyinde gözlenen Germav Formasyonunun arazi görünümü, antiklinalin güney kolu

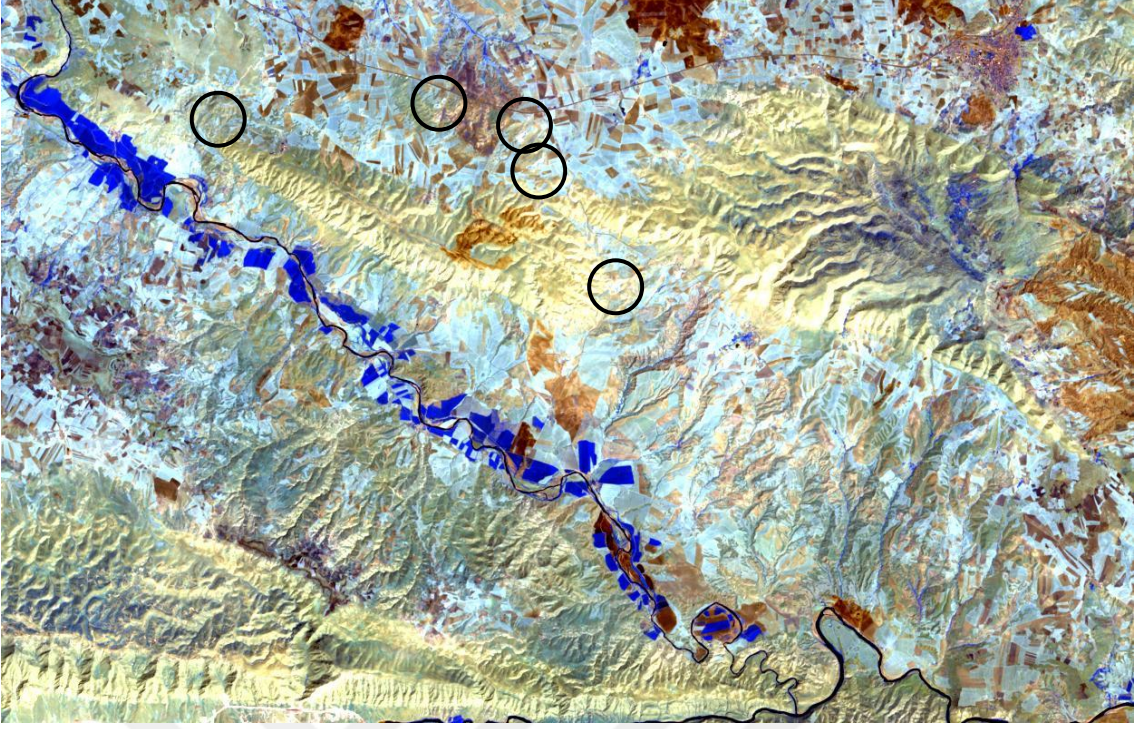
Çalışma alanına ait jeolojik haritanın incelenmesi ve uzaktan algılama tekniklerinden elde edilen bulgular birlikte değerlendirilerek doğrulukları sınanmıştır.

Maden yataklarının tespitinde ve/veya mevcut yatakların yayılımının sağlıklı bir şekilde tespitinde litolojik haritalamanın önemi çok büyüktür. Stratabound tipi cevherleşmeler litoloji bağımlı cevherleşmeler olup, bu tip bir yatak karakteristik olarak içerisinde geliştiği yan kayacın aranması ile bulunulabilir. Buradan yola çıkarak inceleme alanında litolojik haritalamaların iyi bir şekilde yapılması ile olası maden

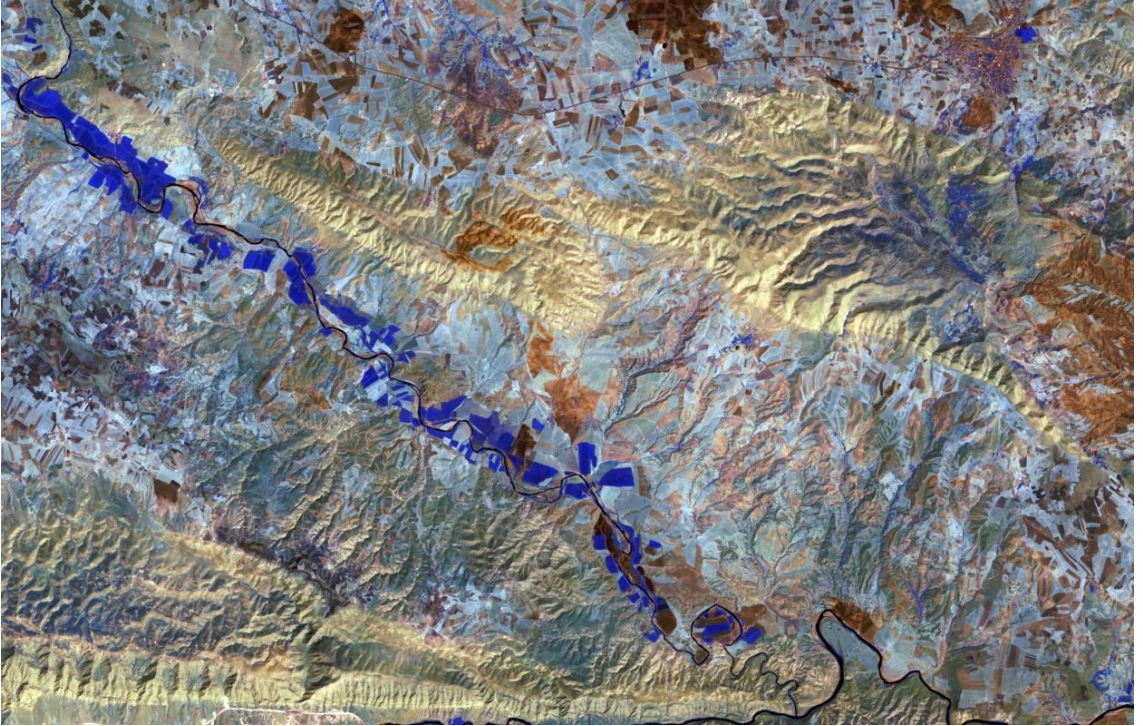
sahaları belirlenebilir. Uydu görüntüleri kullanılarak litoloji belirleme uzaktan algılamanın kullanımından üzerinde çalışılan konulardan biridir. Son zamanlarda uyduların teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi, uydu görüntülerinin Jeoloji Mühendisliği kapsamında yapılan çalışmalarda daha yaygın olarak kullanılması, çalışmaların önemini artırmaktadır.

Günümüz teknolojisi düşünüldüğünde uydu görüntülerinin taysal çözümlerinin giderek artması, çalışma yapılacak enerji boylarının daha kullanışlı hale getirmekle birlikte sorgulanacak görüntü kombinasyonlarının sayısının orantılı olarak artmasına neden olmaktadır. Bu durum her ne kadar pozitif bir gelişme olsa da diğer yandan araştırmacılar arasında kuvvetli fikir ayrılıklarına da sebep olabilmektedir. Özellikle litolojik belirlemede kullanılan yöntemlerden hangisinin en efektif sonuç verdiği konusundaki tartışmalar hala sürmektedir. Bu çalışmada herhangi bir ayrıma gitmeksizin literatürde bilinen ve kabul görmüş litolojik belirleme yöntemleri olan Abrams yöntemi (Abrams vd., 1983), Sultan metodu (Sultan vd., 1986), gibi bant oranlamaları ile oluşturulan renkli kompozit görüntüler elde edilmiş, , Hoatson (2001) ve Kargı (2004) 741, Sabins (1997) 742 ve Won-In ve Charusiri (2001) 754 bantlarıyla meydana gelen renkli görüntülerin litolojik ayrımında daha etkili sonuç verdiğini ifade etmiştir. Chavez vd., (1982) ise incelenen alan için hangi bant kombinasyonlarının ve bant oranlarının kullanılmasının daha elverişli olacağını saptamak amacıyla, bantlar arasındaki korelasyon katsayısı ve bantların standart sapmasını dikkate alan optimum endeks faktör (OIF) ismiyle bilinen basit bir istatistiksel metod ortaya atmış ve bu metod daha sonraki çalışmacılar tarafından sürekli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Diğer yandan çok boyutlu veri analizlerinde kullanılan ana bileşenler analizi ve küme analizleriyle meydana getirilen sınıflandırmalar tüm bantlardaki bilgileri dikkate aldığı için diğerlerine kıyasla daha ileri istatistiksel metodlardır. Her ikisinde de diğer metodlar gibi uzaktan algılama çalışmalarında sürekli olarak değerlendirilmektedir.

Bu amaç kapsamında çalışma sahasındaki birimlerin litolojik ayrımı için yukarıda bahsedilen metodlar kullanılarak renkli kompozit görüntüler meydana getirilmiştir. Bu çalışmada Landsat 8 uydusuna ait görüntüler kullanıldığından metodlar bu uydunun enerji aralıkları göz önünde bulundurularak güncellenmiş ve 765 (Şekil 4.8) kompozit görüntü oluşturulmuş sonucun daha anlaşılır olması açısından Gaussian kontrast gerilimi uygulanması sonucunda mevcut yatakların yayılımının belirlenmesi ve olası potansiyel sahanın tespiti daha mümkün hale gelmiştir (Şekil 4.9).



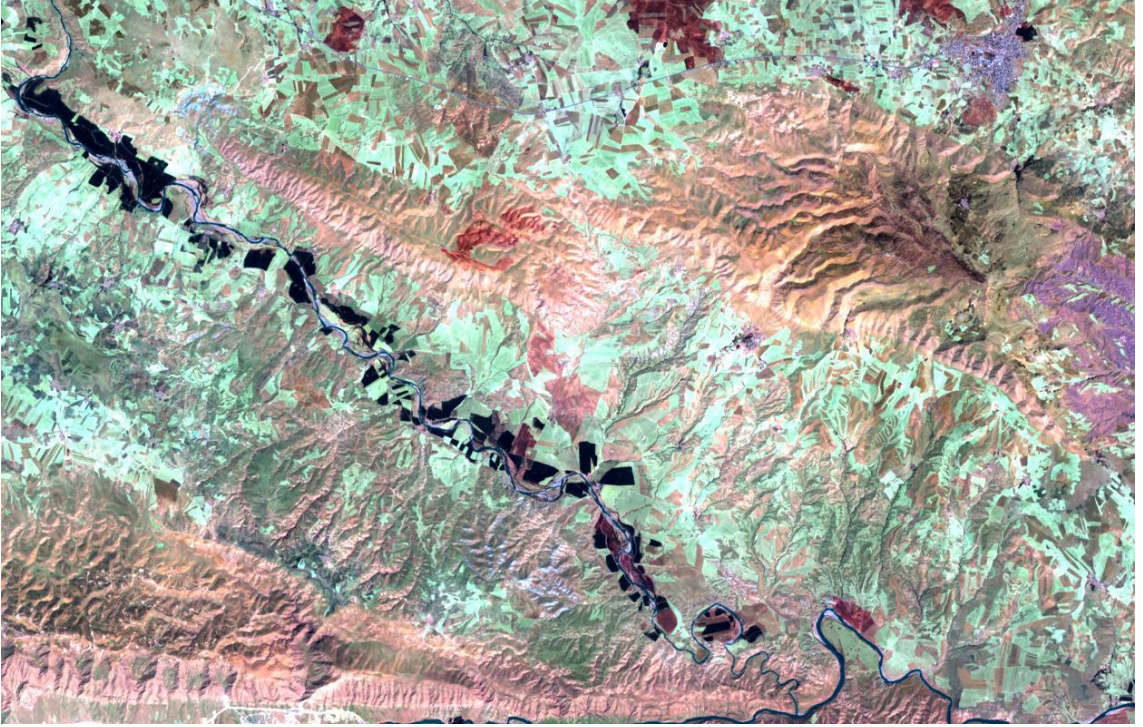
Şekil 4. 8. Çalışma alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu)



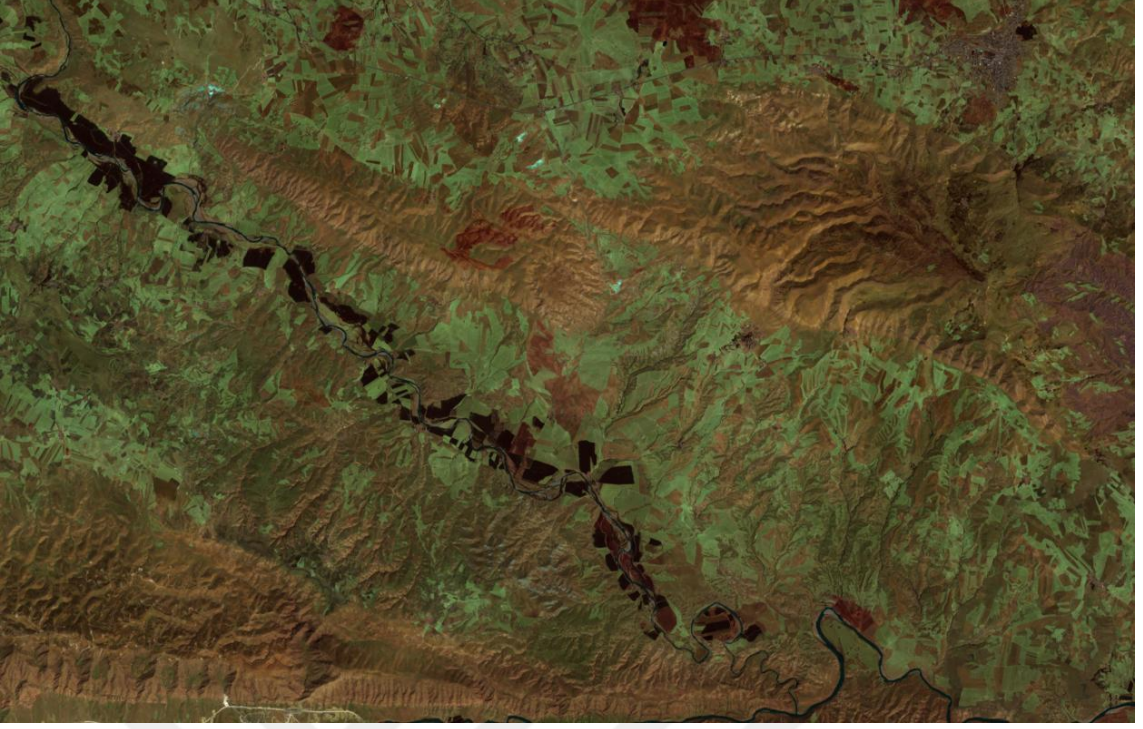
Şekil 4. 9. Çalışma alanının renkli kompozit görüntüsü (765 kombinasyonu, gaussian kontrast gerilmesi uygulanmış)

Bir diğer litoloji belirleme yöntemi olan 742 bantları kullanılarak renkli kompozit görüntü oluşturma tekniği kullanılmış (Şekil 4.10).ve elde edilen görüntü 765

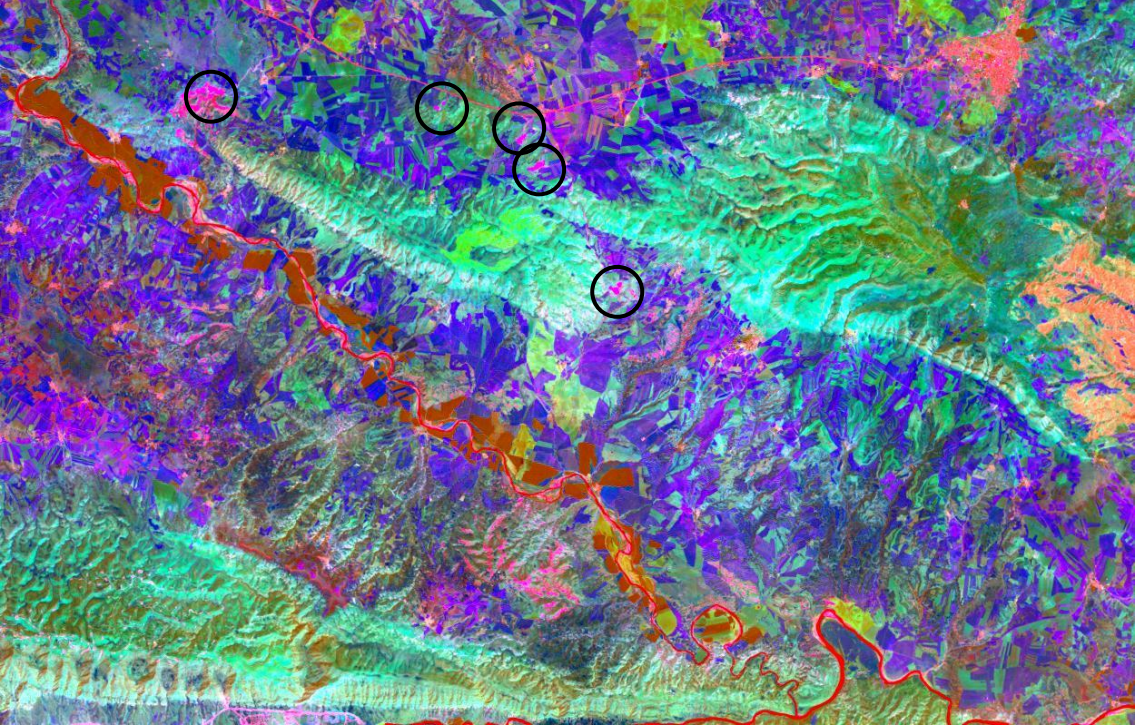
den çok farklı değildir ve istenilen sonucu vermemesi üzerine Lineer kontrastı gemesi uygulanmıştır(Şekil 4.11). Bunun üzerine 742 bantları kullanılarak uzaktan algılamada kullanılan yöntemlerden birisi olan Temel Bileşenler Analizi (TBA) gerçekleştirilmesi sonucunda anlamlı bir sonuç elde edilmiştir (Şekil 4.12). TBA sonucu elde edilen görüntü üzerinde lineer kontrast uzatması tekniği kullanılması sonucunda mevcut yatakların dağılımı ve olası potansiyel sahanın tespitinde çok başarılı sonuç elde edilmiştir (Şekil 4.13).



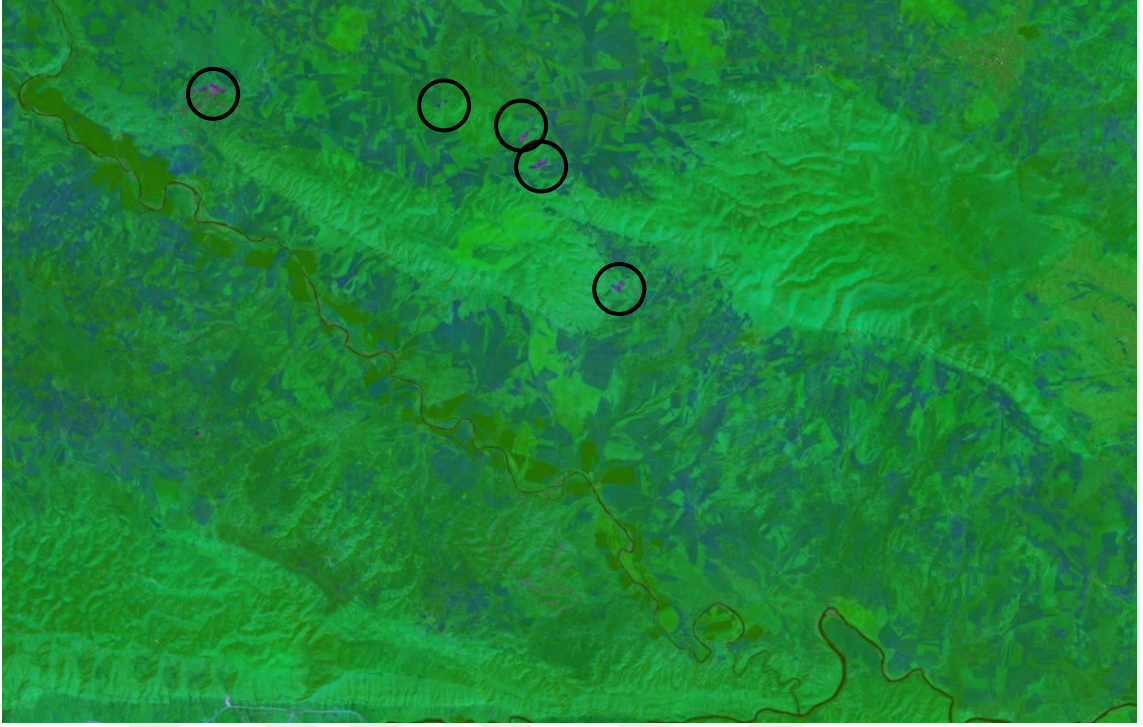
Şekil 4. 10. İnceleme alanının renkli kompozit görüntüsü (742 kombinasyonu)



Şekil 4. 11. Lineer kontrast germesi uygulanmış 742 renkli kompozit görüntü

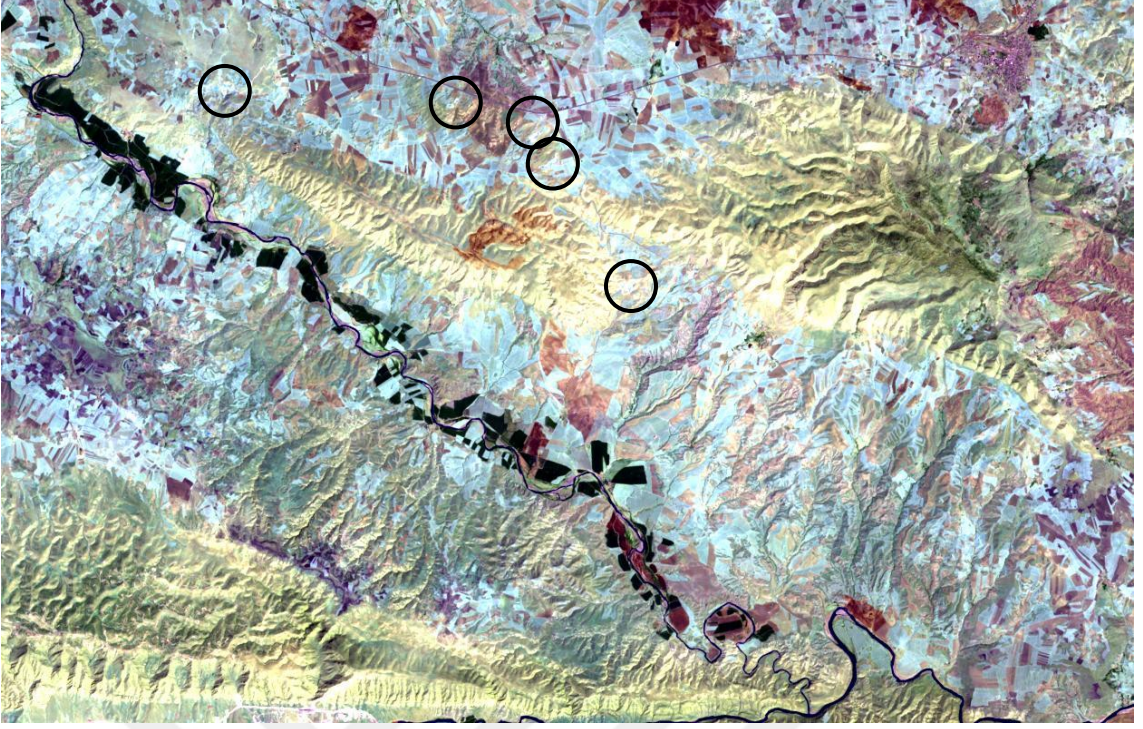


Şekil 4. 12 İnceleme alana ait 742 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü

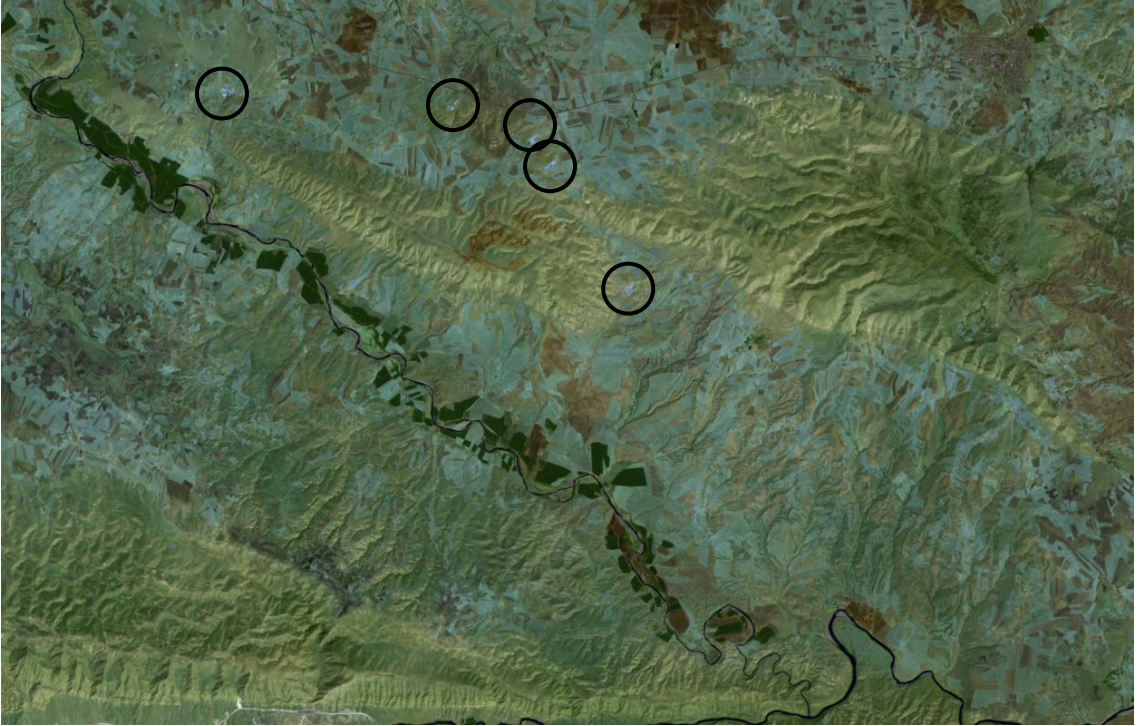


Şekil 4. 13. 742 bantları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde lineer kontrast germesinin uygulanması

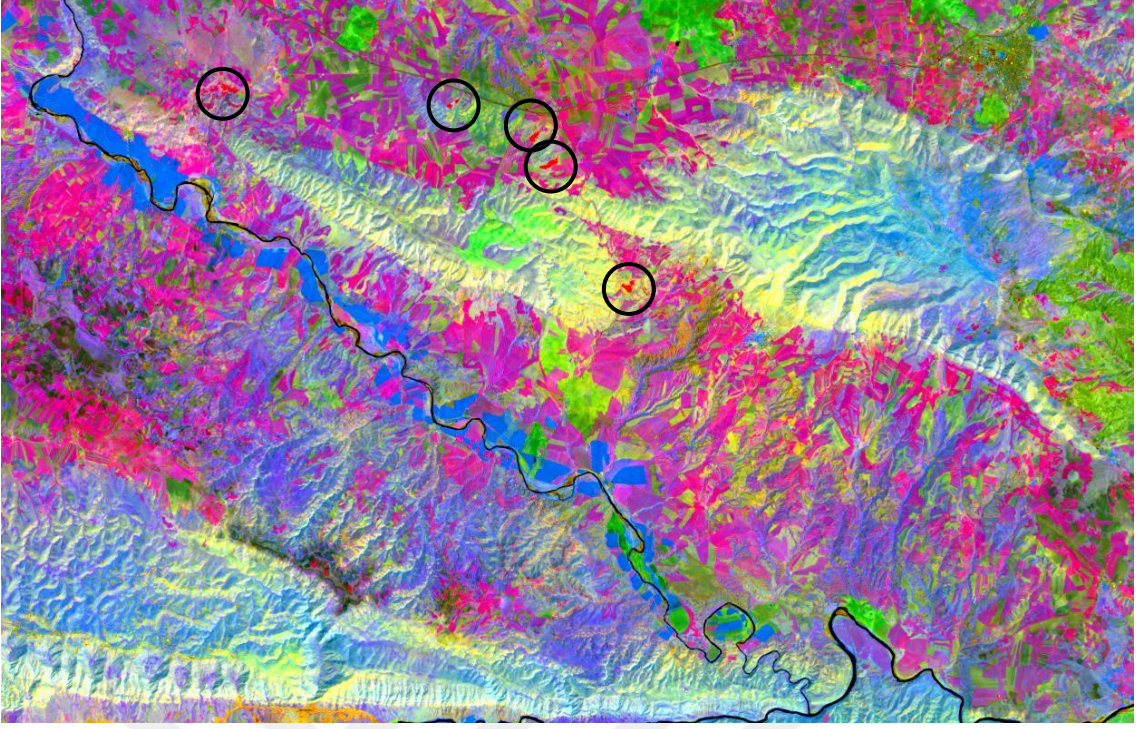
İnceleme alanına ait 764 bantları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntüde mevcut sahalar ve olası potansiyel alan net bir şekilde ayırt edilememiş (Şekil 4.14).ve görüntü üzerinde Lineer kontrast germesi uygulanarak kısmen de olsa istenilen sonuca ulaşılmıştır (Şekil 4.15). 764 bantları üzerinde gerçekleştirilen Temel Bileşenler Analizi (TBA) ile de kısmen anlamlı bir sonuç elde edilmesi üzerine (Şekil 4.16) görüntü üzerinde Guassian kontrast germesi (Şekil 4.17) ve Lineer kontrast germesi (Şekil 4.18) teknikleri kullanılmıştır. Elde edilen görüntülerden de görüleceği üzere mevcut yatakların dağılımı ve olası potansiyel sahanın tespitinde iki teknik de olumlu sonuç vermesine karşın en iyi sonuç Lineer kontrast germesi ile elde edilmiştir.



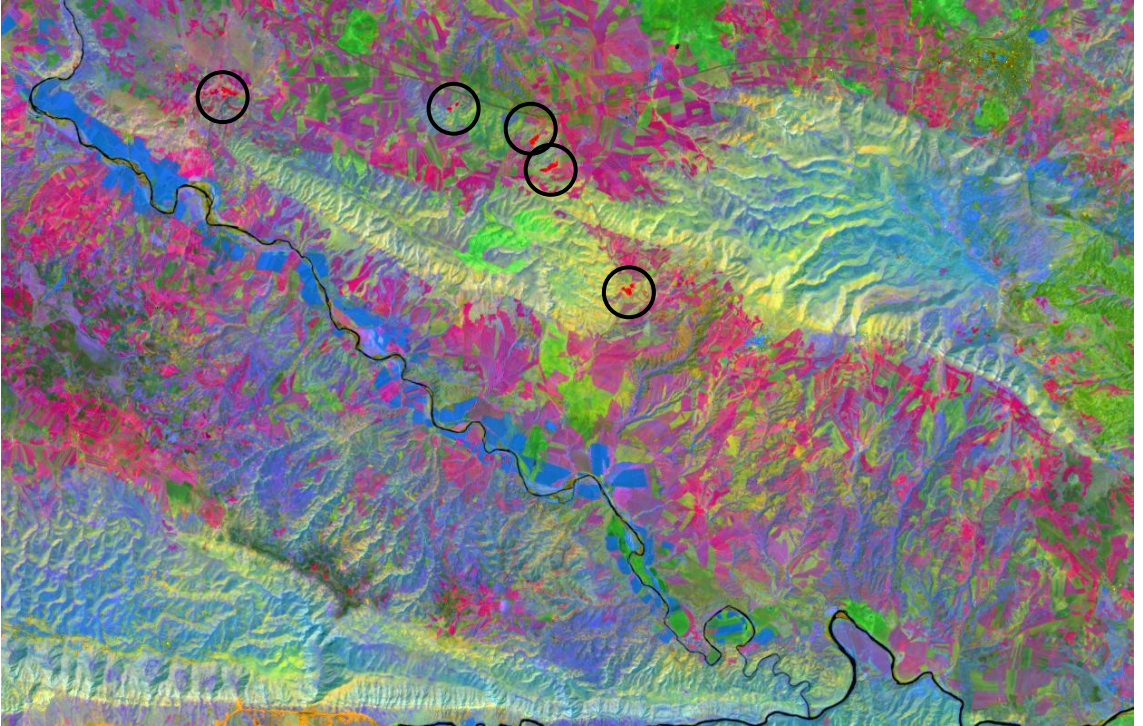
Şekil 4. 14. 764 bandları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü



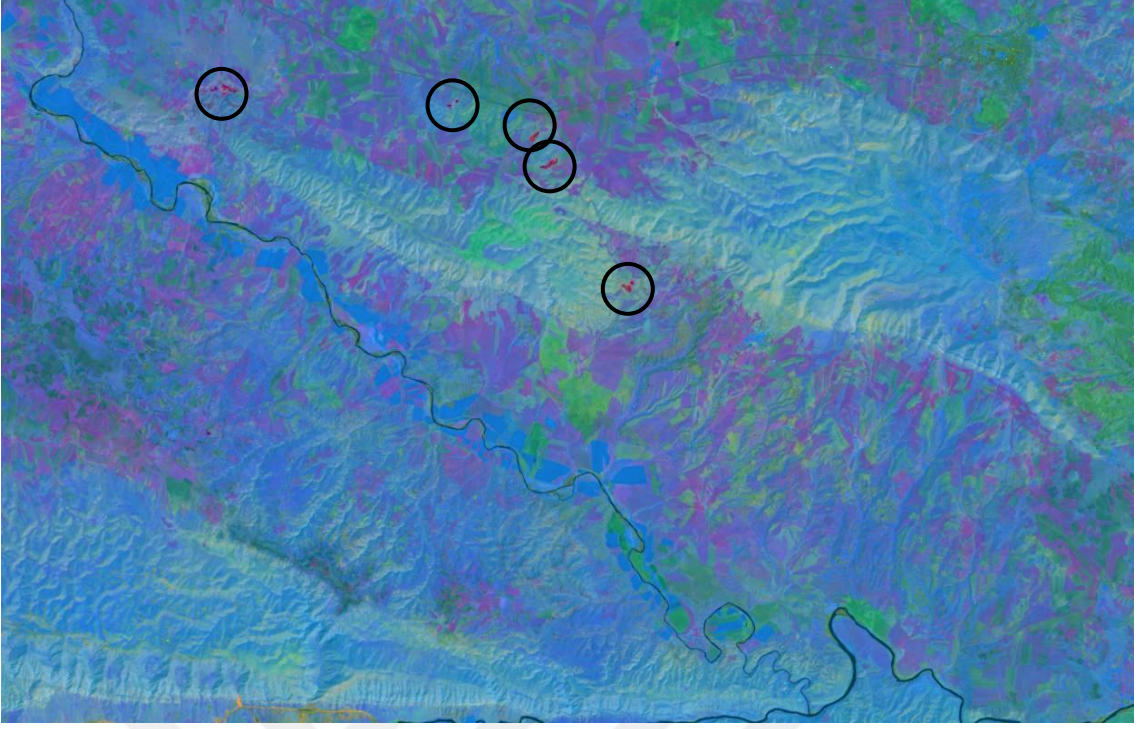
Şekil 4. 15. Lineer kontrast gemesi uygulanmış 764 renkli kompozit görüntü



Şekil 4. 16. İnceleme alana ait 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü

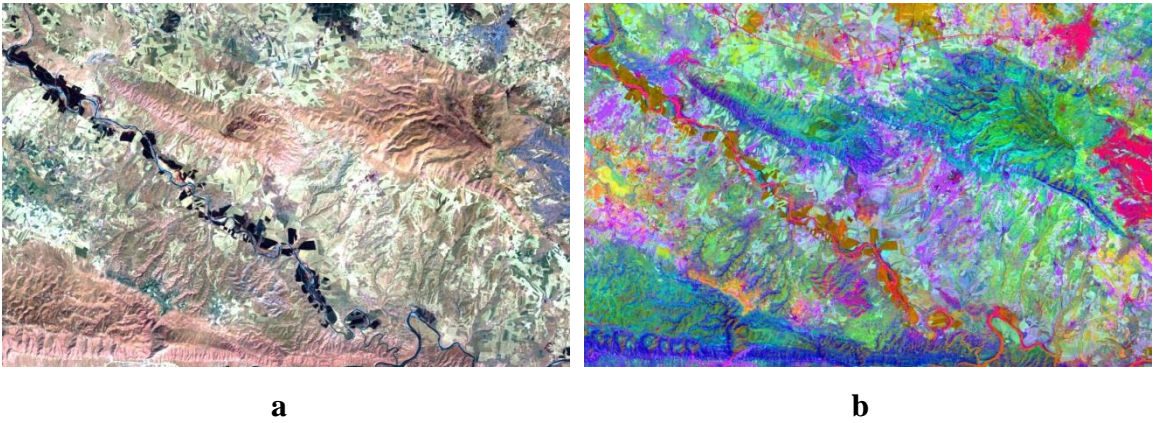


Şekil 4. 17. 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde gaussian kontrast gemesinin uygulanması



Şekil 4. 18. 764 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde lineer kontrast gemesinin uygulanması

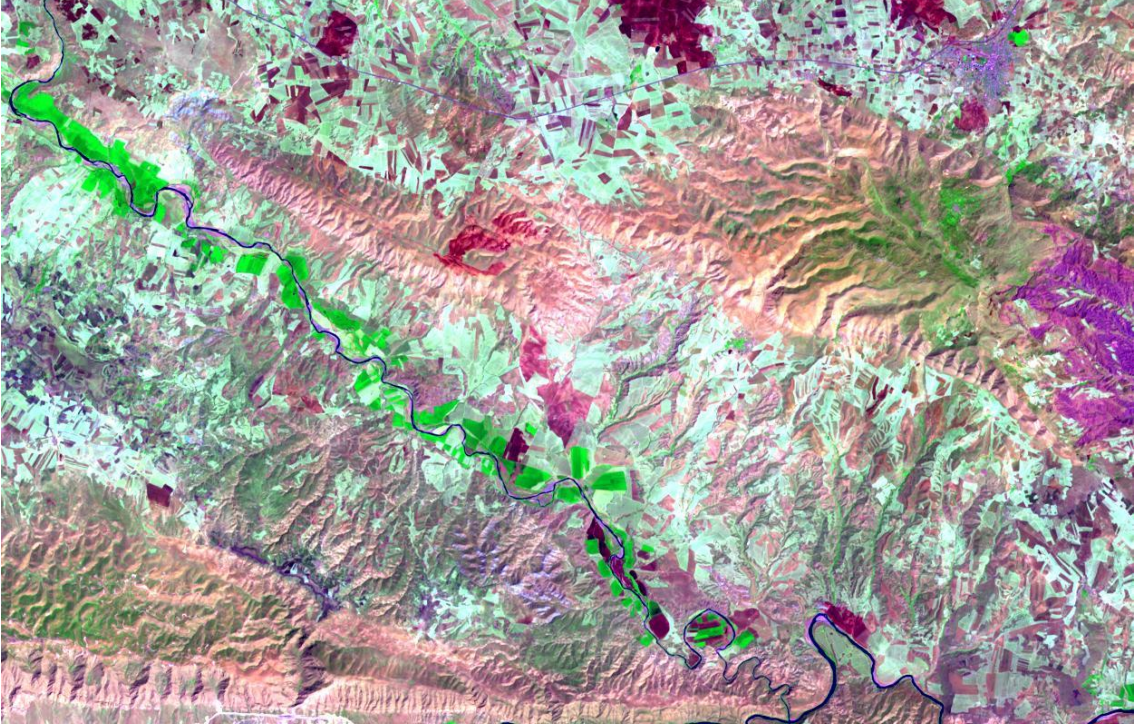
Jeolojik çalışmalarda sıkça kullanılan yöntemlerden olan 642 renkli kompozit görüntüsü oluşturulmuş ve üzerinde uygulanan TBA ile çok anlamlı sonuçlar elde edilememiştir (Şekil 4.19).



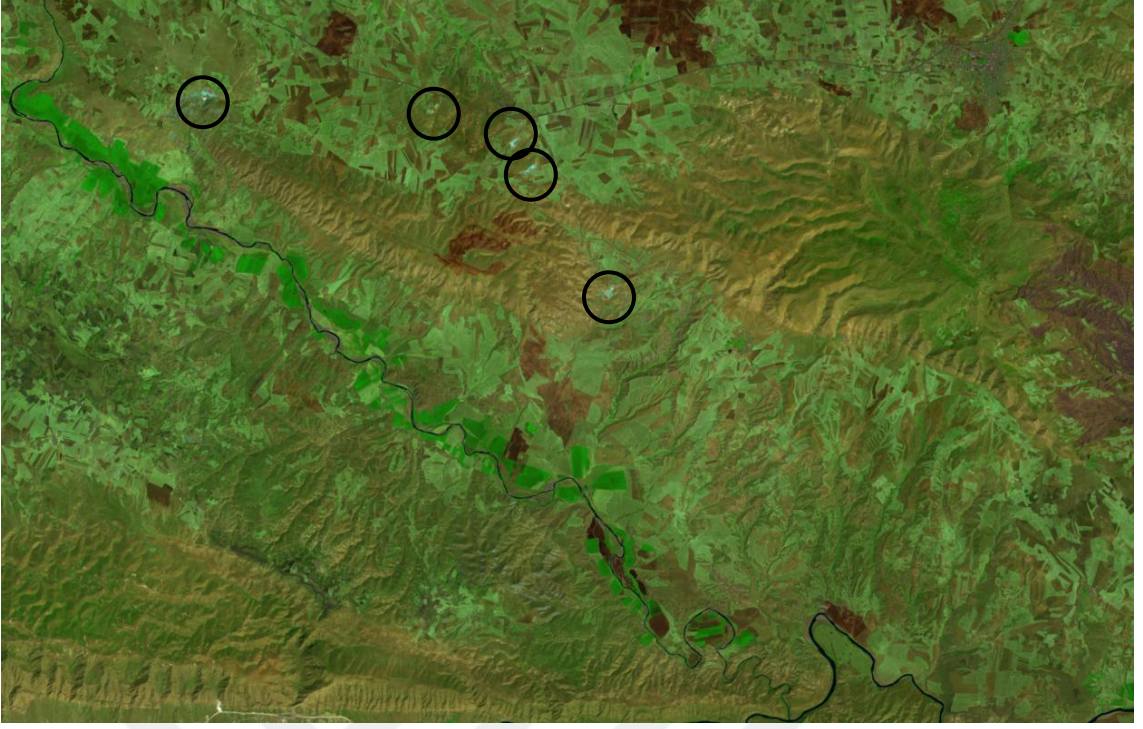
Şekil 4. 19. İnceleme alanına ait renkli kompozit görüntüler (**a:** 642bandları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü, **b:** 642bandları üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi)

Bir diğer yöntem ise 752 renkli kompozit görüntü oluşturulmasıdır. Bu yöntemde renkli kompozit görüntülerin direk yorumlanması ile litolojik belirleme kısmen mümkün olsa da (Şekil 4.20) Gaussian ve Lineer kontrast gemesi teknikleri

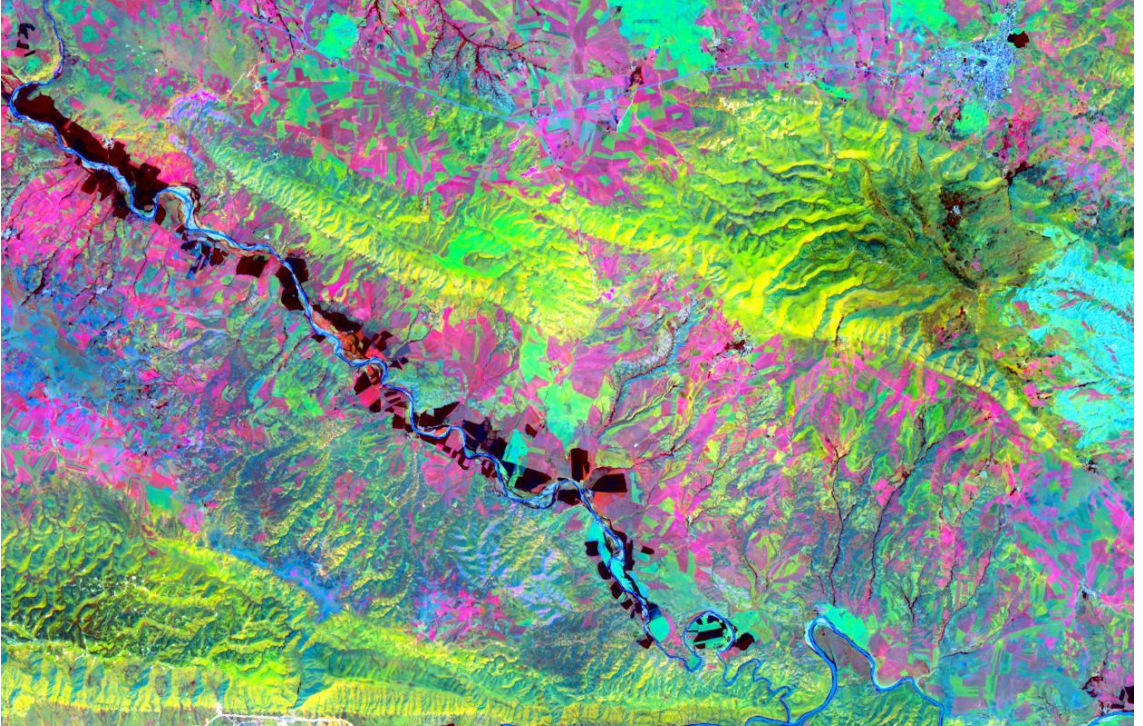
kullanılmıştır. Bu tekniklerden Lineer kontrast gemesi; inceleme alanındaki mevcut yataklar ve olası potansiyel alanın tespiti açısından daha başarılı sonuç vermektedir(Şekil 4.21). 752 renkli kompozit görüntü yani 7, 5 ve 2 bantları üzerinde TBA gerçekleştirilmiş (Şekil 4.22), sonuçların daha sağlıklı olarak yorumlanmasına olanak sağlaması için TBA ile oluşturulan görüntü üzerinde Lineer kontrast gemesi uygulanmış ve çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.23).



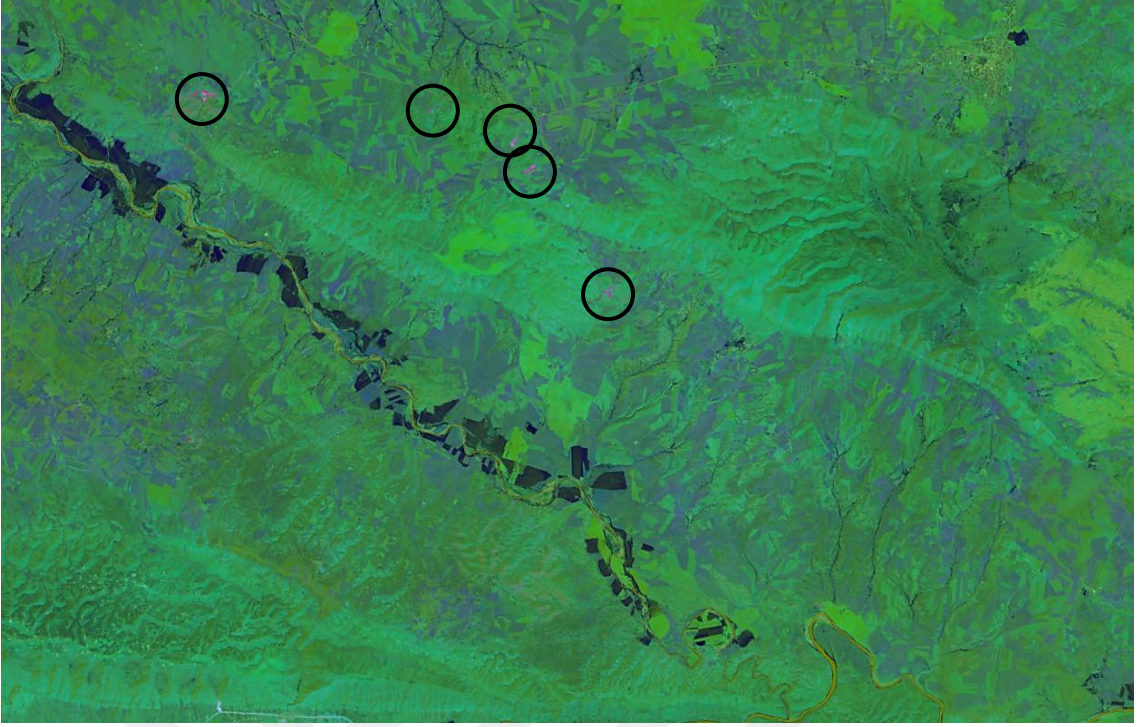
Şekil 4. 20. 752 bantları kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü



Şekil 4. 21. Lineer kontrast germesi uygulanmış 752 renkli kompozit görüntü

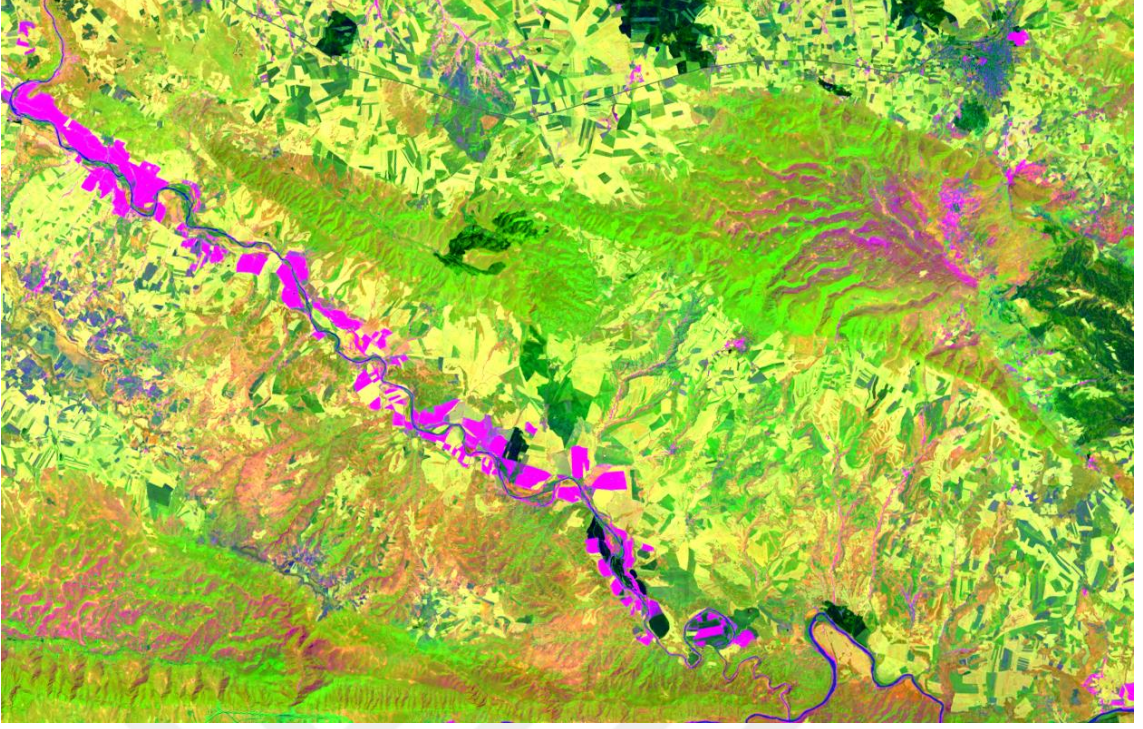


Şekil 4. 22. İnceleme alana ait 752 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü

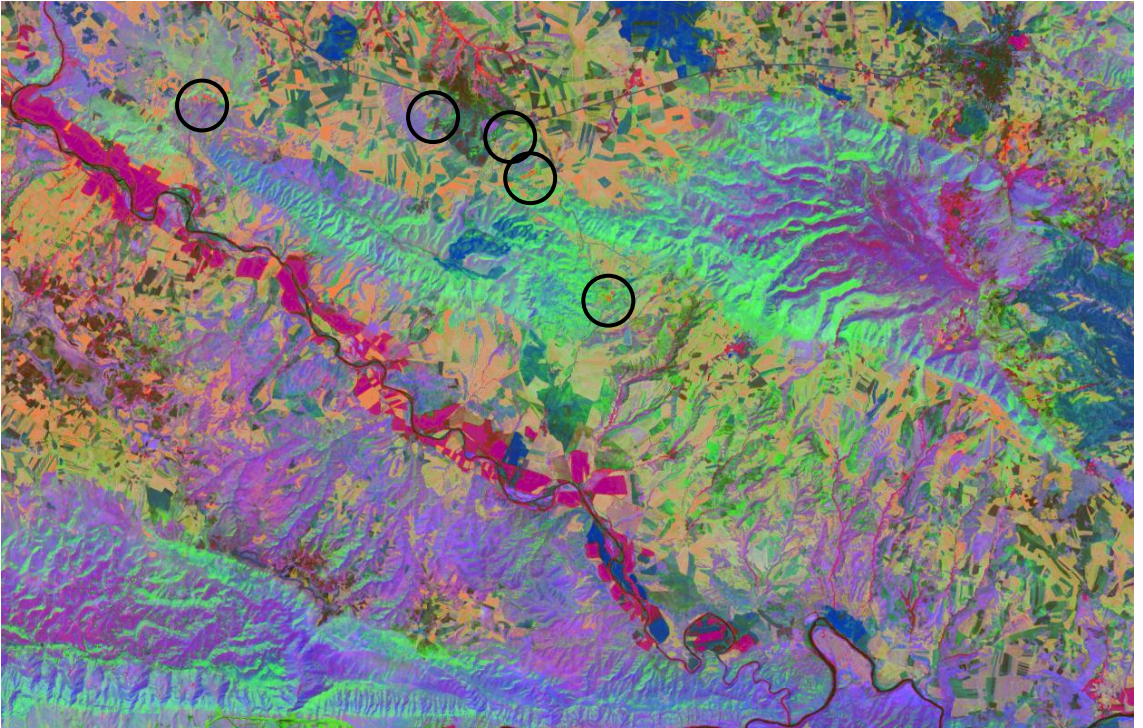


Şekil 4. 23. 752 bandları kullanılarak gerçekleştirilen TBA analizi ile oluşturulan kompozit görüntü üzerinde lineer kontrast gemesinin uygulanması

Uzaktan algılamna çalışmalarında yaygın olarak kullanılan tekniklerden biri olan Abrams yöntemi (6/7-4/2-5/6, Abrams vd., 1983) kullanılarak çalışma alanının renkli kompozit görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 4.24). Abrams yöntemi üzerinde Temel Bileşenler Analizi yapılmış olup, Gaussian kontrast tekniği uygulanmış ve diğer sorgulamalar ile uyumlu, başarılı sonuç elde edilmiştir (Şekil 4.25)



Şekil 4. 24. Abrams yöntemi (6/7-4/2-5/6) kullanılarak oluşturulan renkli kompozit görüntü



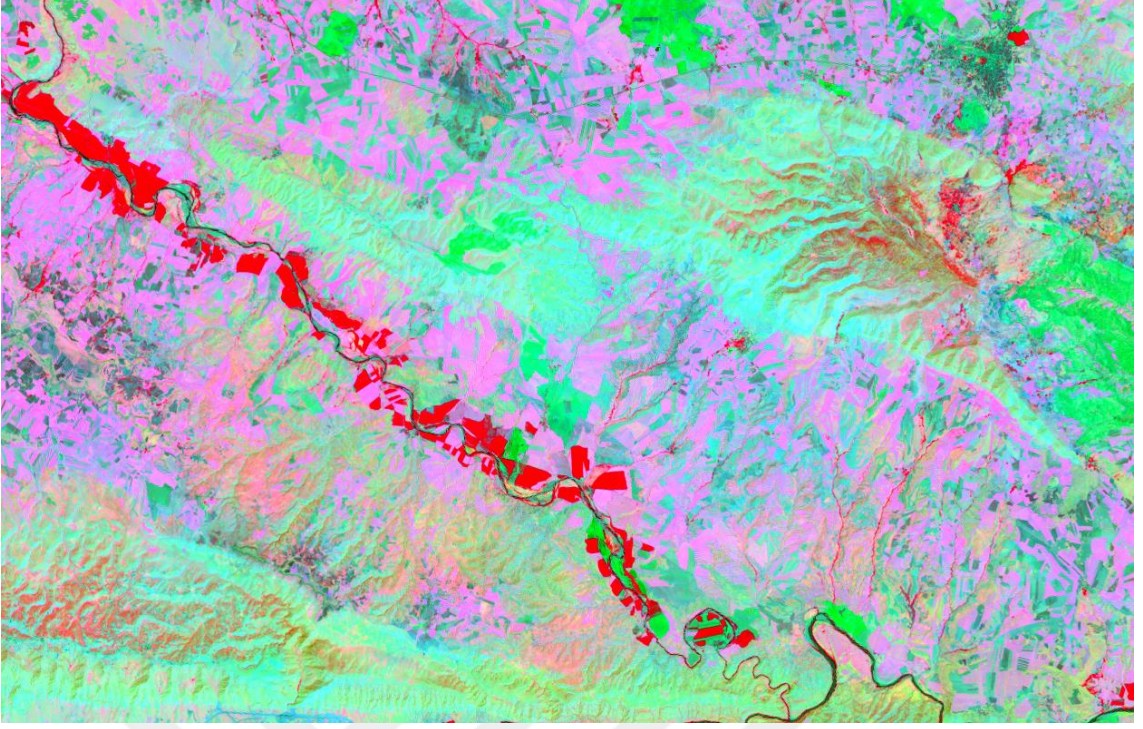
Şekil 4. 25. Abrams yöntemi (6/7-4/2-5/6) üzerinde TBA ile oluşturulan kompozit görüntüye lineer kontrast germesinin uygulanması

Uzaktan algılamannın dayandığı temel esas cisimlerin enerjiye farklı tepki vermeleri bu esnada cisim ve enerji arasındaki tepkimeye bağlı olarak gelişen yansıma,

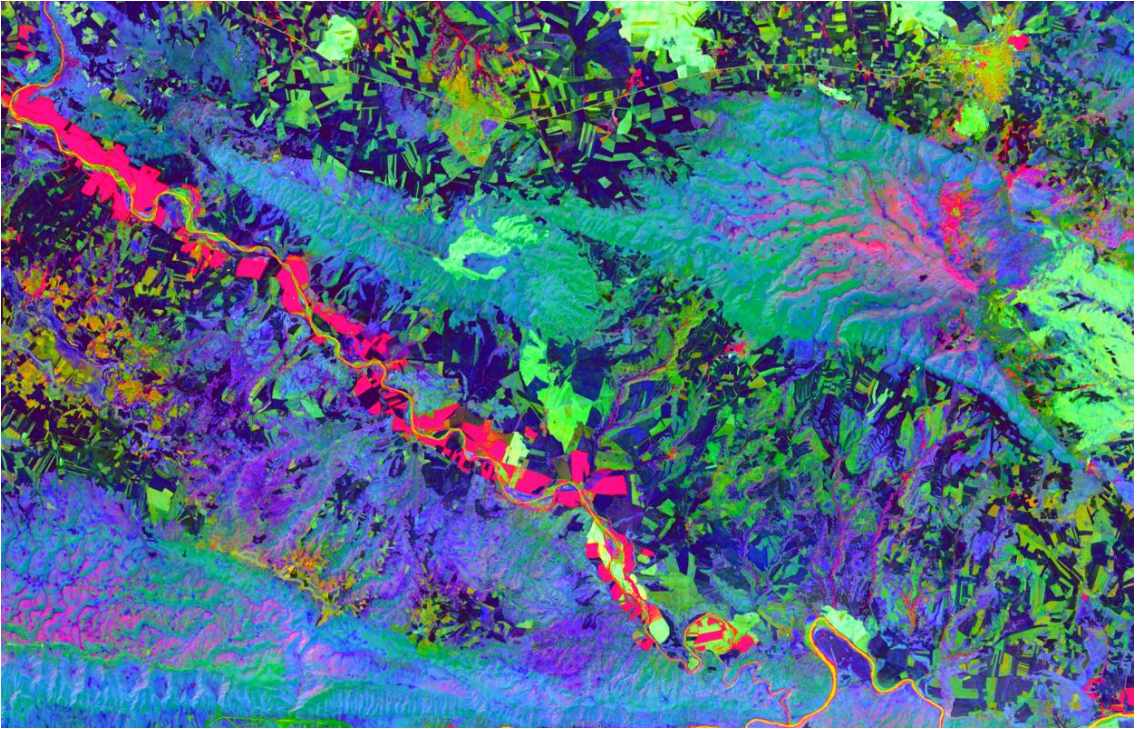
geçirme ve yayılma olayları sonucunda sensörlere ulaşan enerjinin kaydedilmesidir. Dolayısıyla farklı maddelerin enerjiye tepkisi farklı olacak ve bu nedenle cisimlerin ayırt edilmesi mümkün olacaktır. Bu durumu çalışma alanımız olan Jeoloji Mühendisliği'ne uyarlayacak olursak; farklı litoloji ve /veya mineraloji de mağruz kaldığı enerjiye farklı tepki verecek ve yansıma farklarından yola çıkarak litolojik ve/veya mineralojik bileşim belirlenebilecektir. Bu bilgilerden yola çıkarak inceleme alanında Germik Formasyonu içerisinde gözlenen jips yatakları endüstriyel hammadde olması sebebiyle metalik maden yataklarına göre geniş bir yayılım göstermektedir.

Uzaktan algılamada cisimleri birbirinden ayırt etmek için bantlarda kayıtlı yansıma değerlerinin mevcut duruma göre daha anlaşılır hale getirilmesi amacıyla uygun enerji aralığındaki bantlar için band oranlamaları kullanılarak tanımlanmak istenilen maddelerin yansıma değerleri ilksel yansıma değerlerine göre daha belirgin hale getirilir. Bu kapsamda uzaktan algılamada Mineralojik Bileşimin tespiti için uygun enerji aralığına sahip olan 2, 4, 5, 6, 7 bantları kullanılarak öncelikle 6/7, 6/5 ve 4/2 band oranları elde edilir. Elde edilen bu band oranlamaları 6/7 band oranının Kırmızı enerji boyuna (R), 6/5 band oranının Yeşil enerji boyuna (G), 4/2 band oranının Mavi enerji boyuna (B) atanmasıyla elde edilen renkli kompozit görüntü yardımıyla mineralojik bileşimin tespiti mümkün olmaktadır.

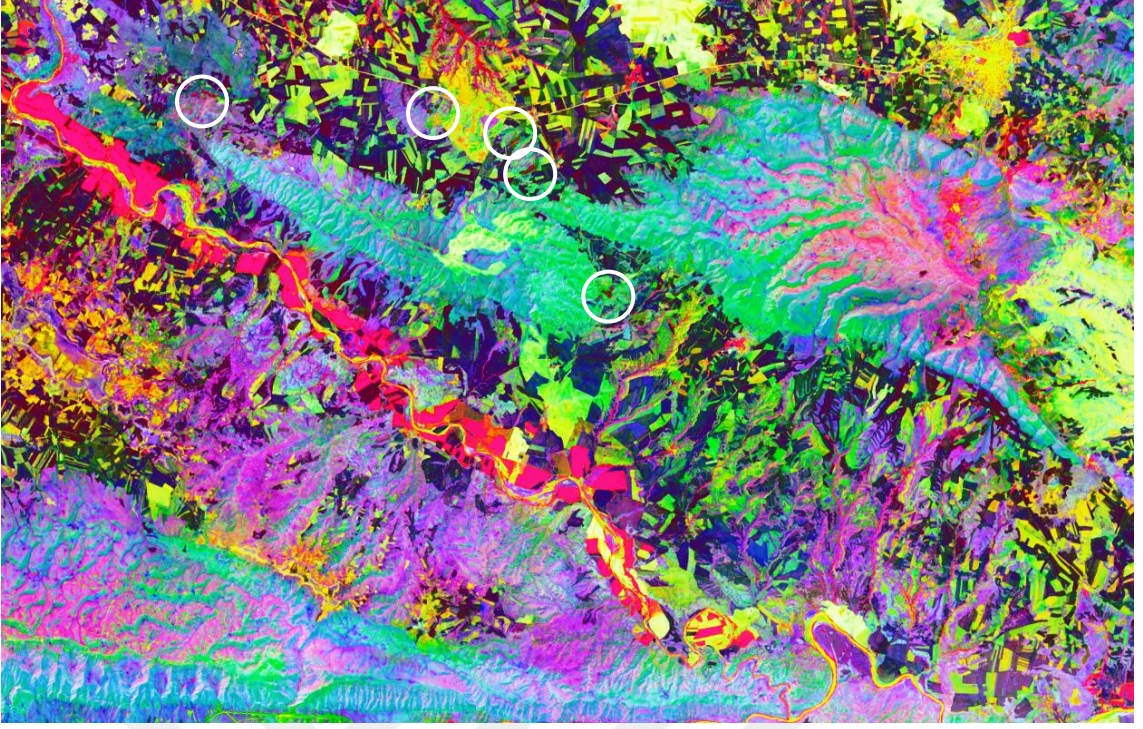
Çalışma alanında mineralojik bileşimin tespiti amacıyla 6/7 – 6/5 – 4/2 renkli kompozit görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 4.26). Temel Bileşenler Analizi elde edilen verilerin kendi içerisinde tekrar değerlendirilerek farklılıkların daha anlaşılabilir hale getirilmesi amacıyla kullanıldığından yola çıkarak mineralojik farklılıkların daha belirgin hale getirilmesi amacıyla TBA analizi gerçekleştirilmiş ve başarılı bir tanımlama gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.27). TBA gerçekleştirilen görüntü üzerinde Equalization kontrast gemesi uygulanarak tanımlamanın daha belirgin olması sağlanmıştır (Şekil 4.28)



Şekil 4. 26. İnceleme alanının mineralojik bileşiminin tespiti için oluşturulan R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü



Şekil 4. 27. R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi görüntüsü



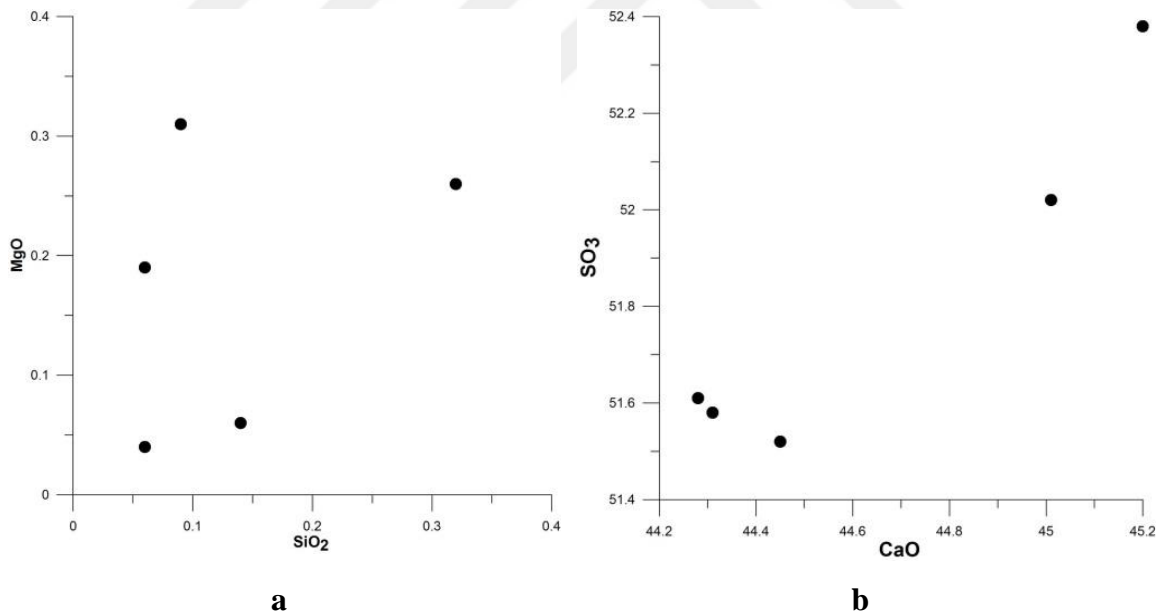
Şekil 4. 28. R(6/7), G(6/5), B(4/2) renkli kompozit görüntüsü üzerinde gerçekleştirilen TBA analizi görüntüsünde equalization kontrast gemesi uygulanmış görüntü

5. İNCELEME ALANINDAKİ JİPSLERİN JEOKİMYASI

İnceleme alanında gözlenen jipsler coğrafik konumları göz önüne alınarak 5 lokasyona ayrılmış ve incelemeler bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Her bir lokasyonu karakterize edecek 1 adet örneğin ana oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda detaylı olarak tartışılmıştır.

5.1. Anaoksit Jeokimyası

Çalışma alanındaki jipslerin ana oksit sonuçları incelendiğinde ana oksit içeriği açısından çok zengin olmadığı görülmektedir. Hakim mineral jips olduğundan SiO_2 ile MgO arasında zayıf bir korelasyon gözlenmesine karşın (Şekil 5.1a), CaO ve SO_3 arasında pozitif bir ilişki gözlenmekte ve analiz sonuçlarından da görüleceği üzere örnek nerdeyse tamamen CaO ve SO_3 'tan oluşmaktadır (Tablo 5.1). Dolayısıyla anaoksitler açısından bir değerlendirme yapılamamıştır.



Şekil 5. 1. İnceleme alanındaki jipslerin bazı ana oksit değerlerine ait diyagramlar (a: SiO_2 – MgO dağılımı, b: CaO – SO_3 dağılımı)

Tablo 5.1. İnceleme alanında gözlenen jipslerin anaoksit içerikleri

| | SE-1-2 | SE-2-2 | SE-3-2 | CA-2 | KV-2 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| SiO₂ | 0,09 | 0,06 | 0,14 | 0,06 | 0,32 |
| Al₂O₃ | | | 0,03 | | 0,07 |
| Fe₂O₃ | 0,01 | 0,01 | 0,96 | 0,01 | 0,05 |
| MgO | 0,31 | 0,19 | 0,06 | 0,04 | 0,26 |
| CaO | 44,45 | 45,01 | 44,31 | 45,20 | 44,28 |
| K₂O | | | | | 0,05 |
| MnO | | | 0,02 | | |
| Cr₂O₃ | | | 0,49 | | |
| SO₃ | 51,52 | 52,02 | 51,58 | 52,38 | 51,61 |
| LOI | 3,34 | 2,56 | 2,27 | 2,19 | 3,12 |
| TOPLAM | 99,72 | 99,85 | 99,86 | 99,88 | 99,76 |

5.2. İz element Jeokimyası

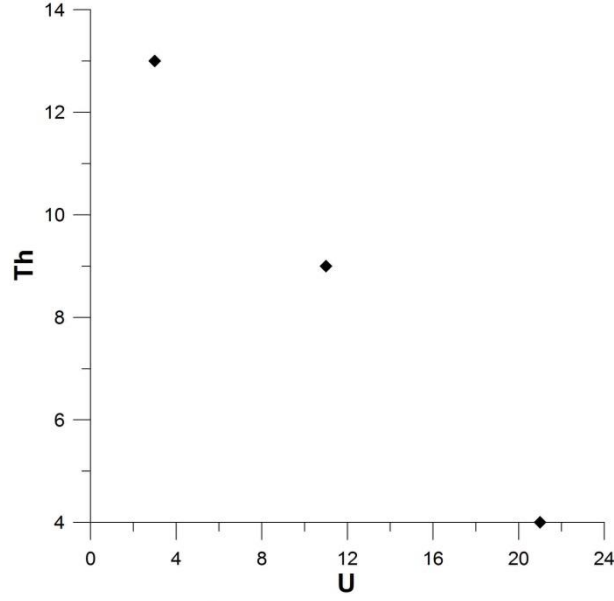
İnceleme alanında gözlenen cevherleşme jips ve anhidrit minerallerinden oluşmaktadır. Cevherleşmenin içerdiği iz element yelpazesine bakılacak olursa çok fazla çeşitlilik sunmamasına rağmen bazı iz element değerleri dikkat çekici düzeydedir. Jips minerallerinin kimyasal bileşiminde kıtasal kabuğun karakteristikleri olan uyumsuz elementler (U, Th, Sr, Rb), hidrotermal çözeltilerde çoğunlukla gözlenen ve muhtemelen jipslerin oluşumuna neden olan çözeltiden kaynaklanan baz metaller (Cu, Pb, Zn), molibden, kalay ve antimuan gözlenmektedir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. İnceleme alanında gözlenen jipslerin iz element içerikleri

| | SE-1-2 | SE-2-2 | SE-3-2 | CA-2 | KV-2 |
|-----------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Sc | 4,00 | 11,00 | 5,00 | 10,00 | 4,00 |
| V | | | 18,00 | 2,00 | 12,00 |
| Co | | | 8,00 | | |
| Ni | | | 12,00 | | |
| Cu | 19,00 | 83,00 | 16,00 | 41,00 | |
| Zn | 32,00 | 28,00 | 17,00 | 30,00 | |
| Rb | 6,00 | 9,00 | 8,00 | | |
| Sr | 2234,00 | 1254,00 | 1272,00 | 899,00 | 2027,00 |
| Y | 14,00 | | 12,00 | | |
| Zr | | 43,00 | 23,00 | 10,00 | 27,00 |
| Nb | 2,00 | 22,00 | 4,00 | | |
| Mo | | 11,00 | 6,00 | 7,00 | 6,00 |
| Sn | | 7,00 | 412,00 | | |
| Sb | 67,00 | 10,00 | 298,00 | 2,00 | 3,00 |
| Ce | 395,00 | 407,00 | 307,00 | 402,00 | 318,00 |
| Th | | 9,00 | 13,00 | 4,00 | |
| U | | 11,00 | 3,00 | 21,00 | |
| Ga | | | | 17 | |
| Pb | | | | 40 | 6,00 |

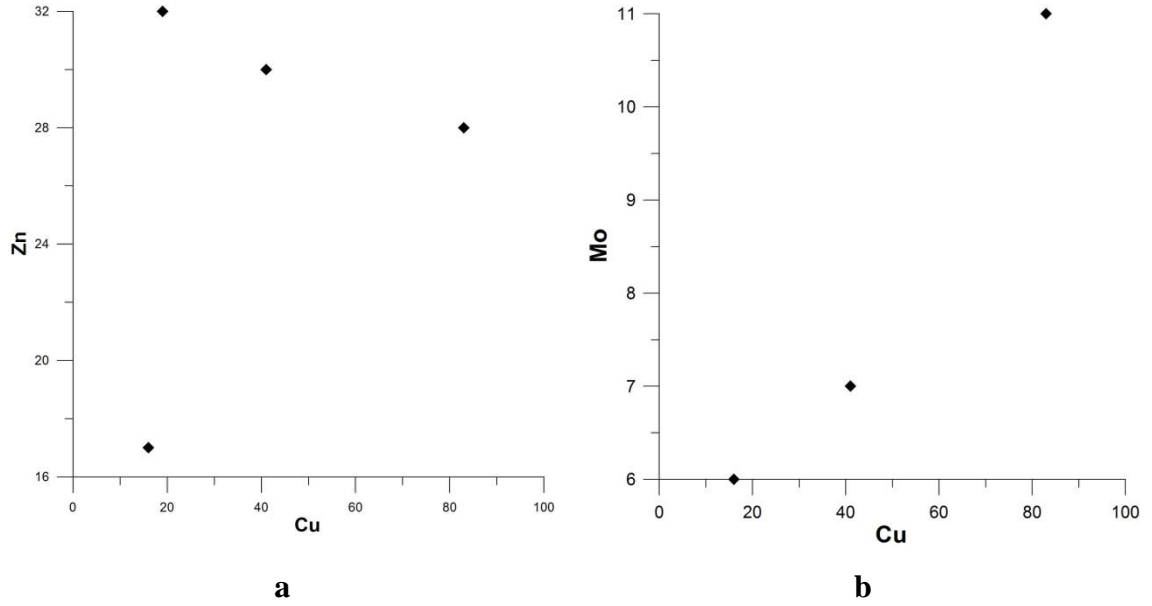
Stronsiyum kıtasal kabuğun karakteristik elementlerinden biri olup, örneklerdeki konsantrasyonu 899-2234 ppm arasında değişmektedir. Sr uyumsuz bir element olup çözültide kalma eğilimindedir ve hidrotermal çözeltilerin yan kayaçlarla etkileşimi sonucu meydana gelen çözünme sırasında çözültiye ilk geçen elementler arasında yer alır. Hem jips kristalinde Ca'un yerini alması hem de hidrotermal çözeltilerde yaygın olarak gözlenmesi yüksek konsantrasyonlarda oluşunun sebebi olarak düşünülmektedir.

U ve Th'da stronsiyum gibi uyumsuz elementler olup, karasal hidrotermal sistemlerde yaygın olarak gözlenebilmektedir. Th'un bir diğer kaynağı ise uranyumun radyoaktif parçalanmasıdır. Örneklerdeki U ve Th miktarları incelenmesi sonucunda aralarında negatif bir korelasyonun varlığı gözlenmiş olup bu durum toryumun bir kısmının uranyumun radyoaktif parçalanması sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2. Uranyum ve toryum arasında gözlenen negatif korelasyon

El numunelerinde herhangi bir metalik emareye rastlanamayan fakat analiz sonuçlarında varlığı görülen bazı metaller (Cu, Pb, Zn), Mo, Sn, Sb ise örneklerin oluşumu esnasında veya sonrasında hidrotermal bir faaliyette mağruz kaldığını göstermektedir. Bakır elementinin çinko ile net bir ilişkisi belirlenememesine rağmen (Şekil 5.3a), molibden ile arasında pozitif bir korelasyon belirlenmiştir (Şekil 5.3b). Bu durum aynı çözelti tarafından çöktüldükleri düşüncesini uyandırmıştır.



Şekil 5. 3. Örneklerdeki Cu, Zn ve Mo elementlerinin korelasyon diyagramları

Yeşilova ve Helvacı 2012'deki yayınlarında önce anhidritlerin oluştuğunu, sonra anhidritlerin jipslere dönüştüğünü belirtmektedir. İnceleme alanından alınan örneklerde gözlenen iz elementlerin oluşumuna sebep olan hidrotermal çözeltinin anhidritlerin jipslere dönüşümüne neden olan çözeltiyle aynı olup olmadığı veya farklı bir hidrotermal sistemin varlığının daha detaylı araştırılması gerekmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1- İnceleme alanında yaşlı birimden genç birime doğru; Germav Formasyonu, Gercüş Formasyonu, Hoya Formasyonu, Germik Formasyonu, Şelmo Formasyonu olarak gözlenmektedir.

2- Çalışmaya konu olan jipsler Germik Formasyonu içerisinde genellikle tabakalanmayla uyumlu olarak masif, tabakalı, ondüleli, yumrulu şekillerde birkaç santimden birkaç metreye kadar değişen kalınlıklarda gözlenmektedir.

3- Jipslerden yapılan jeokimyasal analizler sonucunda cevherleşmenin tamamen jipslerden oluştuğu, yüksek konsantrasyonlarda Cu, Zn, Pb, Mo, Sn, Sb gibi iz element içerdiği belirlenmiştir. İz elementlerin kaynağı ve oluşumuna neden olan çözeltinin kökeninin detaylı bir şekilde çalışılması gerekmektedir.

4- Çalışma alanında gözlenen mevcut jips yataklarının yayılımını belirlemek ve olası potansiyel sahanın tespiti için uzaktan algılama çalışmaları yapılmıştır.

5- Uzaktan algılama çalışmaları kapsamında band oranlama, kontrast artırma, renkli kompozit görüntülerin oluşturulması ve temel bileşenler analizi teknikleri kullanılmış ve bu teknikler yardımıyla mevcut sahaların yayılımı tespit edilmiş ve 1 potansiyel saha önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abrams, M. J., Brown, D., Lepley, L., ve Sadowski, R., 1983. Remote sensing for porphyry copper deposits in southern Arizona, *Economic Geology*, 78: s. 591-604.
- Açıkbaş, D., ve Baştuğ, C., 1975. V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloj raporu ve petrol olanakları: *TPAO Arama Grubu*. Rapor no. 917, 45 s.
- Açıkbaş, D., Sungurlu, O., Akgül, A. ve Erdoğan, T., 1979, Geology and petroleum possibilities of Southeast Turkey: *TPAO Arama Grubu*. Rapor no, 1410, 31 s.
- Anonim, 2002, Uzaktan Algılama, İşlem GIS, Ankara.
- Bamba, T., 1976. Güneydoğu Anadolu Ergani maden bölgesi ofiyolit ve ilgili bakır yatağı. *MTA Dergisi*, 86: 35–50.
- Bolgi, T., 1961. V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçmeleri AR/TPAO/261 nolu saha ile Reşan- Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etüdüleri: *TPAO Arama Grubu*, Rapor No: 162, 52 s. (yayımlanmamış).
- Chavez, P., Berlin, G., and Sowers, L., (1982) Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering*, 8, 23-30.
- Choquette, P.W. and L.C. Pray 1970. Geological nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 54, no. 2, p. 207-250.
- Crosta, A., M., ve J.McM., 1989. Enhancement of Landsat Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minais Gerais State, Brazil: a prospecting case history in Greenstone belt terrain. In: *Proceedings of the Seventh ERIM Thematic Conference: Remote Sensing for Exploration Geology*. pp. 1173–1187.
- Çandır İ. , 2007. Kozluk-Gerçüş (BATMAN) civarındaki kayaçların Çimento hammadde özellikleri araştırılması *S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y.L tezi* (yayımlanmamıştır).
- Çemen, İ., 1990. Araban Tektonik Bloğu Doğu Kısmının Yapısal Jeolojisi ve Petrol Potansiyeli, *ODTÜ Jeoloji Müh. Bölümü, TPAO Arşivi, Rapor No: 2727*.
- Çoruh, T., Yakar, H., Ediger, V. Ş., 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton İstifinin Biyostratigrafi Atlası. *TPAO Araştırma Merkezi Grubu Bşk, Yay. No: 30, Ankara. 212*.
- Dinçer, A. , 1991. Güneydoğu Anadolu otokton litostratigrafi birimleri, *TPAO GDA Stratigrafi Grubu Rapor No: 2828*.
- Duran, O., ve Yılmaz, E., 1997. Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton ve allokton birimler stratigrafi adlama sözlüğü (Lexicon). *TPAO Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayınları No.31*.

- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. ve Perinçek, D., 1988. Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimantolojisi ve petrol potansiyeli: *TPJD Bülteni*, cilt ½, 99-126 s., Ankara.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, L. ve Perinçek, D. (1989). Güneydoğu Anadolu'da Midyat Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimantolojisi ve paleocografyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli. *TPAO Araştırma Merkezi, Rapor No.2563*.
- Göncüoğlu M.C. Dirik K. ve Kozlu H. 1997. General characteristics of pre-Alpine and Alpine terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. *Annales Géologique Pays Hellénique*
- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M. E., Tezcan, Ü. Ş., ve Çoruh. T., 1988. Güneydoğu Anadolu'da Mardin ve Midyat Grupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi (ön rapor): *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2414, 154 s.*
- Güven. A., Dinçer, A., Tuna, E. M. ve Çoruh, T., 1991, Stratigraphic evolution of the Campanian-Paleocene autochthonous succesion of the Southeast Anatolia: *Ozan Sungurlu Symposium Proceedings. p. 238-261.*
- Hoatson, D. M., 2001. Metallogenic potential of masic ultramafic intrusions in the Arunta Province, central Australia, *AGSO Research Newsletter*, 5: s. 29-33.
- Kargı, H., 2004. Landsat TM uydu görüntülerinde bazı litoloji ayırım yöntemlerinin karşılaştırılması, *Yerbilimleri/Geosound*, 44-45: s. 99-109.
- Ketin, İ., 1973. General Geology. İTÜ Publications, Yayın No: 30, İstanbul.
- Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, *Istanbul Technical University. Publications, Istanbul, 595 s.*
- Maxson, J. H., 1936. Geology and petroleum possibilities of the Hermis dome: *MTA Derleme no. 255, 25 s.*
- Perinçek, D., 1990. Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, Güneydoğu Anadolu Türkiye: *TPJD Bülteni*, cilt. 2/1, s. 21-68.
- Perinçek, D., ve Özkaya, İ., 1981. Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, 8, 91-101.
- Perinçek, D., 1979a. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman ili) alanının jeolojik incelemesi: *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1394-1935, 30 s., Ankara.*
- Perinçek, D., 1979b. Hazro, Korudağ-Çüngüş, Maden, Hazar, Elazığ, Malatya dolayının jeolojisi: *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1395. 62 s.*
- Perinçek, D., 1978. V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri: *TPAO Arama Grubu Rapor No 6657.*

- Perinçek, D., Günay, Y., Kozlu, H., 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler. *TPJD, Türkiye 7. Petrol Kong.*, 89-103.
- Perinçek, D., Bozdoğan, N., Duran, O., Çoruh, T., 2003. Kuzey Arap Plakasının Paleocoğrafik Gelişimi; 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri kitapçığı, s. 1-2.
- Rigo de Righi, M. ve Cortesini, A., 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of Southeast Turkey; *AAPG Bulletin*, no. 48, p. 1911-1937.
- 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
- Sarıdas, B., 1991. Cendere sahası ve Nemrut dağı dolayının jeolojisi (rezervuar çalışması): *TPAO Arama Grubu, Arşiv No.2826*.
- Savcı, H. ve Dülger, S. (1980). Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması. TPAO Arama Grubu, *Rapor no. 1442,41 s., Ankara*.
- Schmidt. G. C., 1961. Stratigraphy and petroleum possibilities of Central District VI, Turkey: *Petrol işleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi, Kutu no. 332, Rapor no. 4, 43 s. (TPAO Arama Grubu. Rapor no. 767)*.
- Sinanoğlu, D., 2016. Batman Güneydoğusunda Üst Kretese- Paleosen Yaşlı Birimlerin Mikropaleontolojisi ve Paleoekolojisi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Doktora Tezi, 207 s.*
- Sinanoğlu, D., Siyako, M., Karadoğan, S., Erdem, N.Ö., 2017. “Kültürel Jeoloji Açısından Hasankeyf (Batman) Yerleşmesi” ,Türkiye Jeoloji Bülteni, *Cilt 60, Sayı 1, s. 35-47*.
- Siyako, M., Bahtiyar, İ., Özdoğan, T., Açıkbaş, İ., Kaya, Ö. Ç., 2013. TPAO Araştırma Merkezi, *Rapor no. 5463, 154s. Yayımlanmamış*.
- Siyako, M., Şeker, H., Bahtiyar, İ., Özdemir, İ., Kılınç, S.F., Arslan, D., Karaçay, A., Özsoy, S. ve İşdiken, B., 2015. Batman, Beşiri, Kurtalan, Raman ve Gercüş civarının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPAO Arama Dairesi Başkanlığı Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 5546, 132 s.*
- Sultan, M., Arvidson, R. E., ve Sturchio, N. C., 1986. *Mapping of serpentinites in the E Desert of Egypt using Landsat Thematic Mapper data, Geology*, 14: s. 995–999.

- Sungurlu, O., 1974. VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi: *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 871, 32 s., Ankara.*
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1984. Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve ilgili Magmatizması, *Ketin Sempozyumu, 149-162.*
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey : A plate tectonic approach : *Tectonophysics, 75,181 - 241.*
- Tuna, D., 1973. VI. Bölge litostratigrafı birimleri adlanmasının açıklayıcı raporu: *TPAO Arama Grubu, Rapor No: 813, 131s. (yayımlanmamış).*
- 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.*
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2012. Lice Formasyonu Evaporitleri ve Killerinin Ekonomik Önemi: Baykan – Kurtalan – Şirvan Bölgesi (Siirt)Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ *Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences 17 (2):72-83.*
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2013. Batman-Siirt kuzeyi stratigrafisi ve sedimantolojisi, *Türkiye. Türkiye Petrol Jeologları Dergisi, 23, 7 - 49.*
- Yıldırım, A., 2003. Gercüş Antiklinali ve Çevresinin Jeomorfolojik Özellikleri, *Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı:8, s.1-14.*
- Yıldırım, M. ve Yılmaz, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının ekaylı zonu, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 3, 57-73.*
- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. *Geological Society of American Bulletin, 105, 251-271.*
- Yılmaz, E., ve Duran, O., 1997. Güneydoğu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimleri Stratigrafisi Adlama Sözlüğü. *Türkiye Petrolleri A.O. Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı, 31., Ankara (Türkçe).*
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C., Yılmaz, Y., 1991. Güneydoğu Anadolu Orojenik kuşağında Maden Grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi. *A.Ü. Fen Fak., A.Suat Erk jeoloji sempozyumu, bildiriler, 251-264.*
- Ziegler, M. A., 2001. Late Permian to Holocenepaleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences. *GeoArabia, 6, 445.*

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ebru Handan KOYUNCU
Uyruđu : T.C.
Dođum Yeri ve Tarihi : İSTANBUL 07.08.1985
Telefon : 0543 459 36 44
Faks :
e-mail : ebruhandandoner@gmail.com

EĞİTİM

| Derece | : Adı, İlçe, İl | Bitirme Yılı |
|------------|------------------------------|--------------|
| Lise | : BEŐİKTAŐ LİSESİ, İSTANBUL | 2002 |
| Üniversite | : FIRAT ÜNİVERSİTESİ, ELAZIĞ | 2008 |

YABANCI DİLLER:

İngilizce