KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 29(3), 2026
Araştırma Makalesi

KSU J Eng Sci, 29(3), 2026
Research Article

Kahramanmaras Sutcu Imam University
Journal of Engineering Sciences

Geliş Tarihi : 01.02.2026
Kabul Tarihi :08.06.2026

Received Date : 01.02.2026
Accepted Date : 08.06.2026

PERTEK-ÇEMİŞGEZEK (TUNCELİ) HATTINDAKİ DEMİRLİ ZONLARIN ASTER VNIR-SWIR BANTLARI KULLANILARAK TESPİTİ

DETECTION OF IRON ZONES IN THE PERTEK-ÇEMİŞGEZEK (TUNCELİ) LINE USING ASTER IMAGERY

Rıza TUTLU[1] (ORCID: 0009-0001-6799-1406)
Melek URAL[1,2] (ORCID: 0000-0002-4174-6058)*
Mustafa EĞRİ[3] (ORCID: 0009-0003-1479-8527)

[1,2] *Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye*
[3] *Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye*

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Melek URAL, melekural@firat.edu.tr

ÖZET

Çalışma alanı Pertek-Çemişgezek (Tunceli) hattında Keban Baraj Gölü'nün kuzeyinde yer alır. Bu zonda, magmatik birimlerle metamorfik birimlerin kontakları boyunca demirli cevher ve alterasyon ürünleri gelişmiştir. Bölgedeki ekonomik oluşuklar uzun yıllardır araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Bu çalışmada mevcut alandaki potansiyel demirli zonların varlığının ve yayılımının uydu teknolojileri yoluyla tespiti hedeflenmiştir. Bu amaçla, Pertek-Çemişgezek (Tunceli) bölgesindeki, bilinen demirli zonlar referans alınarak ASTER uydusunun VNIR-SWIR bantları üzerinden görüntü zenginleştirme metotları uygulanmış ve kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Saha gözlemlerinde hem mermerlerin hem de yan kayaların içerisinde ağsal ve yer yer masif cevherleşme izleri doğrulanmıştır. Sonuçta, literatür kaynaklı lokasyonlar, hem uydu gözlemleri hem de saha doğrulama çalışmaları ile tespit edilmiştir. Buna göre, Pertek-Çemişgezek (Tunceli) hattında; Ayazpınarı demir (Fe) zuhurları, Ballıdut FeOx Alterasyonları, Çemişgezek Elazığ Yol Yarması FeOx Alterasyonları şeklinde demirli ve demirce zengin zonlar tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde en uygun RGB bant kombinasyonunun R: VNIR (Band 2 / Band 1), G: SWIR Band 6 ve B: VNIR Band 3 olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pertek, Çemişgezek, demirli zon, alterasyon, aster bant.

ABSTRACT

The study area is located north of Lake Keban along the Pertek-Çemişgezek (Tunceli) line. In this zone, iron-bearing ores and alteration products have developed along the contacts between the igneous and metamorphic units. The economic deposits in the region have attracted the attention of researchers for many years. This study aims to identify the presence and distribution of potential iron-bearing zones in the study area using satellite technologies. To this end, image enhancement methods were applied using the VNIR-SWIR bands of the ASTER satellite, and composite images were generated, using known iron-bearing zones in the Pertek-Çemişgezek (Tunceli) region. Field observations confirmed the presence of both networked and, in places, massive mineralization traces within both the marbles and the surrounding rocks. As a result, locations identified in the literature were verified through both satellite observations and field validation studies. Accordingly, along the Pertek-Çemişgezek (Tunceli) line, iron-bearing and iron-rich zones were identified, including the Ayazpınarı iron (Fe) occurrences, the Ballıdut FeOx alterations, and the Çemişgezek-Elazığ Road Cut FeOx alterations. Based on the results of the analyses, the most suitable RGB band combination was determined to be R: VNIR (Band 2 / Band 1), G: SWIR Band 6, and B: VNIR Band 3.

Keywords: Pertek, Çemişgezek, ferrous zone, alteration, aster band.

GİRİŞ

İnceleme alanı Kuzeybatıda Köçek Mezrası, Güneybatıda Çemişgezek Feribot İskelesi, Güneydoğuda Kolankaya-Çataksu arası ve Kuzeydoğuda Tozkoparan ile sınırlandırılmış olup, bu bölge, hedef alan olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Pertek-Çemişgezek hattı boyunca olan bölgede, uzaktan algılama çalışmaları ile demirli zonların (FeOx) tespitine dair çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmanın amacı, ASTER uydu verilerinin VNIR-SWIR bantları kullanılarak Pertek–Çemişgezek hattı boyunca gelişen demir oksit (FeOx) alterasyon zonlarının belirlenmesi ve saha verileri ile doğrulanmasıdır.

Bölgede yüzeyleyen magmatik kayaçlar başlıca diyorit, gabro bileşimli olup; tonalit, kuvars diyorit, granit, granodiyorit, kuvars monzodiyorit ve kuvars monzonit gibi daha felsik ve ortaç tiplerin varlığına çeşitli araştırmacılar (Bingöl, 1982; Altunbey & Çelebi, 1997a, b; Altunbey & Sağıroğlu, 2003; Rızaoğlu vd., 2009; Kürüm vd. 2011; Beyarslan vd., 2015; Sar vd. 2019; 2022; Nurlu vd., 2022; Yalçın vd. 2023; Ertürk, 2025; Sayıt vd., 2026; Tutlu vd., 2026) değinmişlerdir. Bu farklı litolojik birimlerin özellikle karbonatlı kayaçlar ile magmatik intrüzifler arasındaki dokanakları, hidrotermal alterasyon ve buna bağlı demir oksit gelişimi açısından uygun ortamlar sunmaktadır.

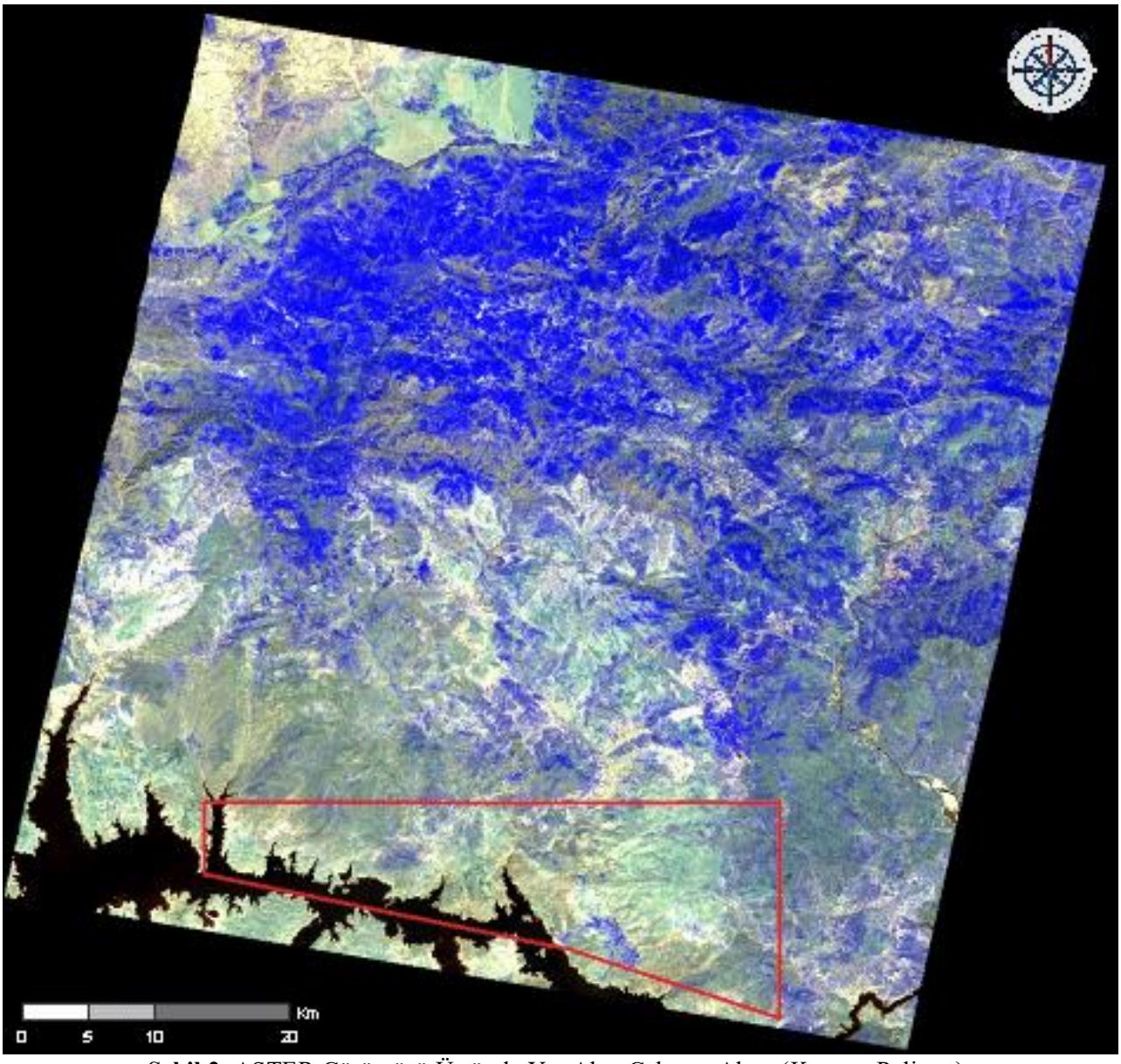
Öte yandan, Bölgenin yakın kuzey ve güneyindeki ekonomik oluşuklar uzun yıllardır araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Sağıroğlu (1992), Pertek-Demürek'te skarn tipi Fe ve damar tipi Cu cevherleşmelerinin bulunduğunu, skarn tipi Fe cevherleşmelerinin kuvarslı diyorit-Keban mermerleri kontaklarında ve skarn oluşukları ile beraber bulunduğunu; manyetit baskın, pirit, kalkopirit çok az oranda bulunduğunu belirtir. Tuzbaşı-Kanatburun (Tunceli) yöresinde inceleme yapan Altunbey & Sağıroğlu (2003), inceleme bölgesinde Keban Metamorfitleri (Permo-Triyas) mermerleri ile Baskil Magmatik Kompleksi (Konyasiyen-Kampaniyen) gabroları ve dioritleri arasındaki kontakları boyunca skarn tipi ilmenit mineralizasyonlarının geliştiğini belirtmişlerdir. Başlıca cevher mineralinin, genellikle lökoksen ve hematite dönüşen ilmenit olduğunu ve skarn minerallerinin başlıca almandin ve piroksenlerle birlikte gözlendiğini belirtmişlerdir. Altunbey & Çelebi (1997a, b) incelenen bölgede Yüksekova Karmaşığı'nın diyoritik kayaçları (diyorit, kuvars diyorit, ± gabro), Keban Metamorfitleri'ne ait mermerleri (kalsitik ve dolomitik mermer) intrüzif olarak kestiğini, demir cevherleşmelerinin masif ve saçınımlı olarak başlıca manyetit ve ilmenit cevherleşmelerinden oluşurken; diyoritik kayaç - mermer dokanaklarında endoskarn ve ekzoskarn şekillerinde geliştiğinden bahsetmişlerdir. Ancak bu çalışmalar çoğunlukla saha ve klasik jeolojik yöntemlere dayanmakta olup, bölgedeki alterasyon zonlarının bölgesel ölçekte dağılımını ortaya koyacak uzaktan algılama temelli bir değerlendirme sınırlı kalmıştır.

Literatürde var olan bu oluşumların klasik metotlarla çeşitli araştırmacılarla tespiti yanında destekleyici bir yöntem olarak uzaktan algılama analizleri bu çalışmada tercih edilmiş ve arazi çalışmasıyla da desteklenmiştir.

Şekil 1. Pertek-Çemişgezek Hattının Jeolojik Yapısını Gösterir Uydu Görüntüsü (Google Earth, 2025).

MATERYAL ve YÖNTEM

İnceleme alanındaki demir cevherleşmelerinin izlerini ve yayılımını takip etmek amacıyla uzaktan algılama çalışması yürütülmüştür. Uzaktan algılama çalışmalarında ENVI 5.3 ile coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından Arcgis Pro ve Mapinfo Pro kullanılmıştır. Bu amaçla, ASTER görüntüleri üstünde görüntü zenginleştirme çalışmaları yapılarak kompozit görüntüler oluşturulmuştur. ASTER (AST_L1T_00306242000082924_20150409225859_16868) görüntüsü (Şekil 2) bu çalışma alanına göre kırpılmış ve tüm çalışma bu veri seti üstünden gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veri seti ASTER görüntüsünün 2000.06.24 08:29:24 zaman damgalı %10 'dan düşük bulutluluğa sahip gündüz çekimi ürünüdür. Görüntü tek bir parça olarak hedef alanı kapsayacak şekilde seçilmiştir (Şekil 2). Görüntü seti çalışma alanına göre kesilmiş (subset) ve çalışma yapılacak alan sınırlandırılmıştır. ASTER görüntüsünün sadece VNIR ve SWIR bantları üstünden tüm çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). İlgili veri seti üstünden QUAC (Quick Atmospheric Correction) atmosferik düzeltme modeli ile radyometrik düzeltmeler yapılmış ve spektral anomaliler asgariye indirilmiştir (Şekil 4). Veri ön işleme (preprocessing) sürecinde 15 metre çözünürlüğe sahip görüntülerin VNIR spektral bantları, 30m çözünürlüğe sahip olanlara indirgenerek SWIR spektral bantlarla dengelenmiştir.



Şekil 2. ASTER Görüntüsü Üstünde Yer Alan Çalışma Alanı (Kırmızı Poligon).

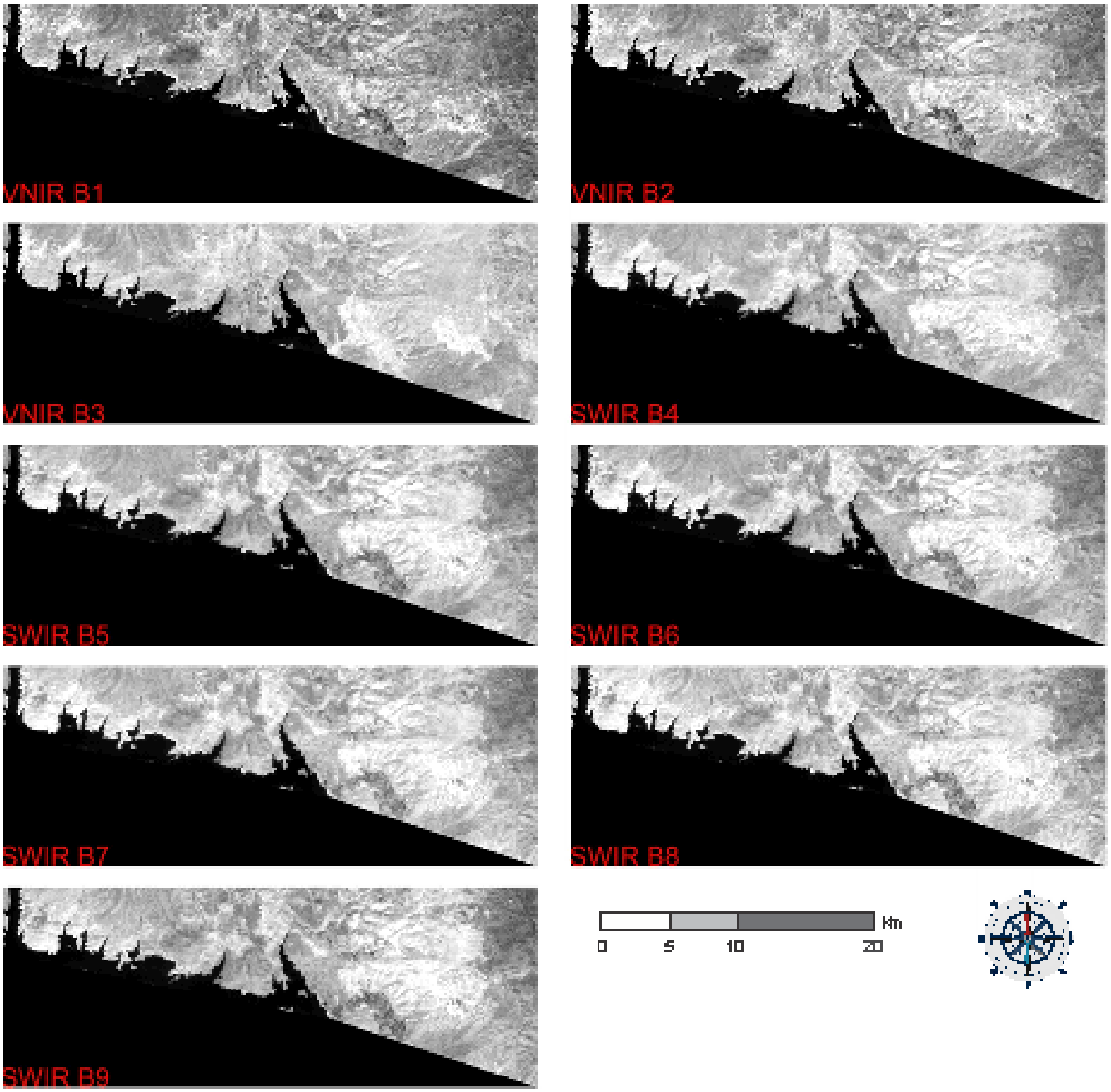
BULGULAR

Bant Matematiği

ASTER bant kombinasyonlarından veya bant oranı kombinasyonlarından sahte renkli kompozit görüntüler oluşturmak, önemli mineralojik ve/veya litolojik bilgileri ortaya çıkarabilmektedir. Çalışma alanında demirli zonları

ortaya çıkarmak için, VNIR ve SWIR bant oranlarını kullanarak sahte renkli kompozit görüntüler oluşturulmuştur. Bantlar üzerinde radyometrik düzeltmeler yapılmıştır. Her oran değeri kırmızı, yeşil ve mavi tonlarında görüntülenmiştir.

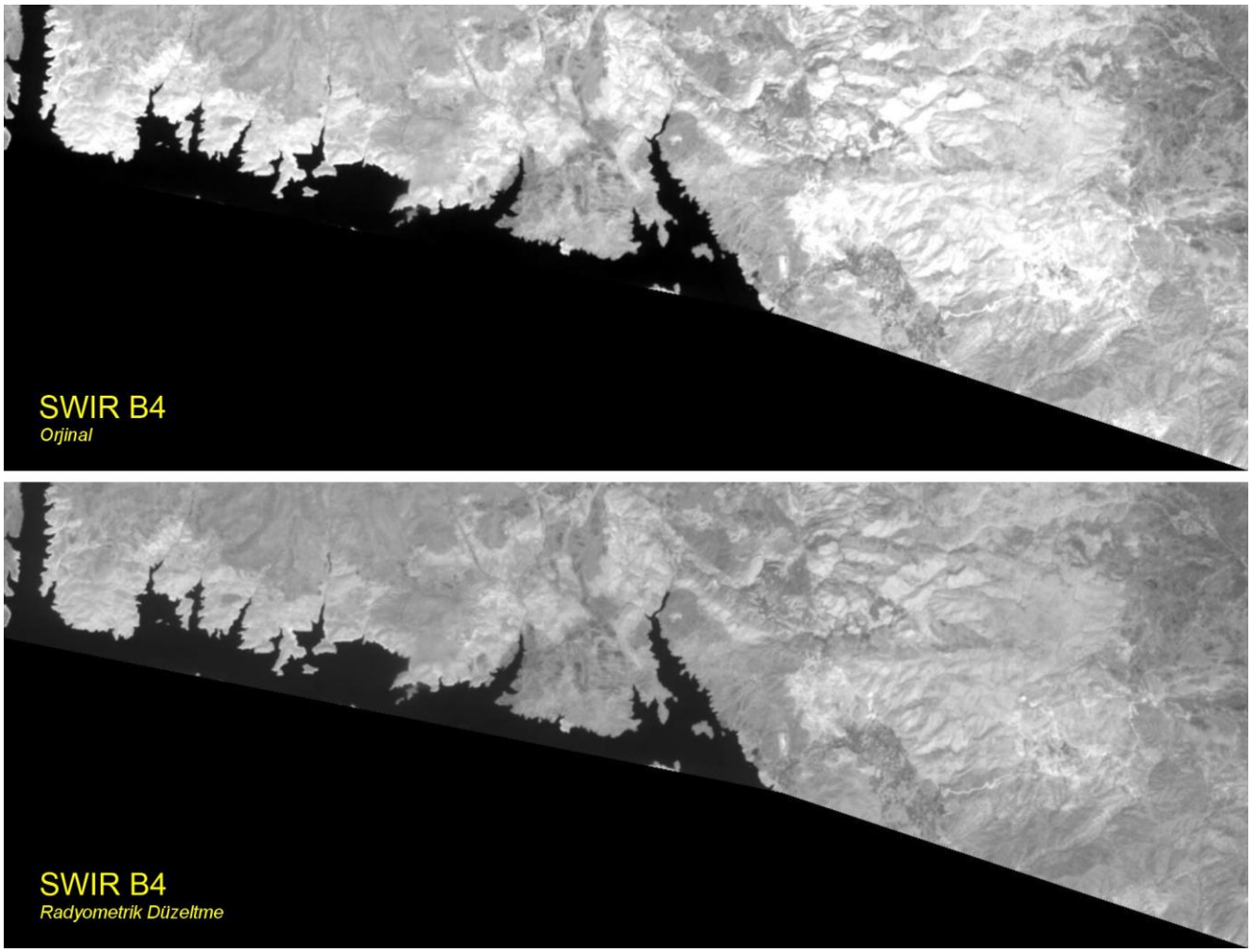
Literatürde ASTER görüntüleri ile demirli zonların tespitine dair kaynak çeşitliliği giderek artmaktadır. Kalinowski & Oliver (2004), Rowan & Mars (2003), Volesky vd. (2003), Bierwirth (2002), Cudahy vd. (2001) bunlardan sadece birkaçıdır. Bu çalışmalardan yola çıkılarak var olan demir indeksleri ilgili alandaki görüntülerde test edilmiştir (Şekil 5).



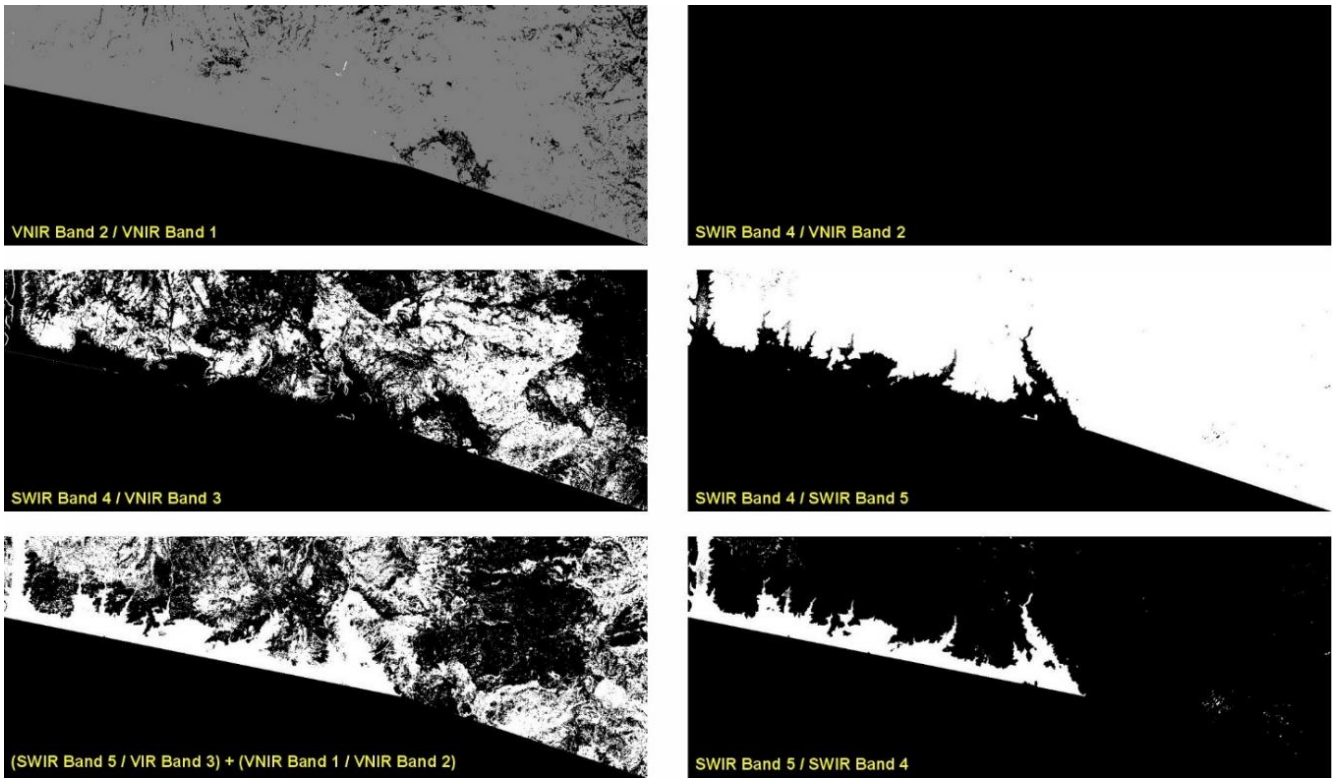
Şekil 3. ASTER Veri Setinde Yer Alan VNIR ve SWIR Bantlarının Çalışma Alanına Göre Kırpılmış Durumu.

Saha Çalışmaları

Literatürde değinilen alanlardaki başlıca skarn oluşum zonlarının varlığının, önce bant matematiği yöntemleriyle test edilmesinin ardından, saha çalışmaları gerçekleştirilerek ilgili alanlardaki oluşumlarda detay gözlemler yapılmıştır. Mermer diyorit/gabro dokanaklarında gözlenen skarnlaşmalarda hem kireçtaşlarının hem de magmatik kayaların içinde FeOx'li oluşumlar ve mıknatıslanmalar gözlemlenmiştir.

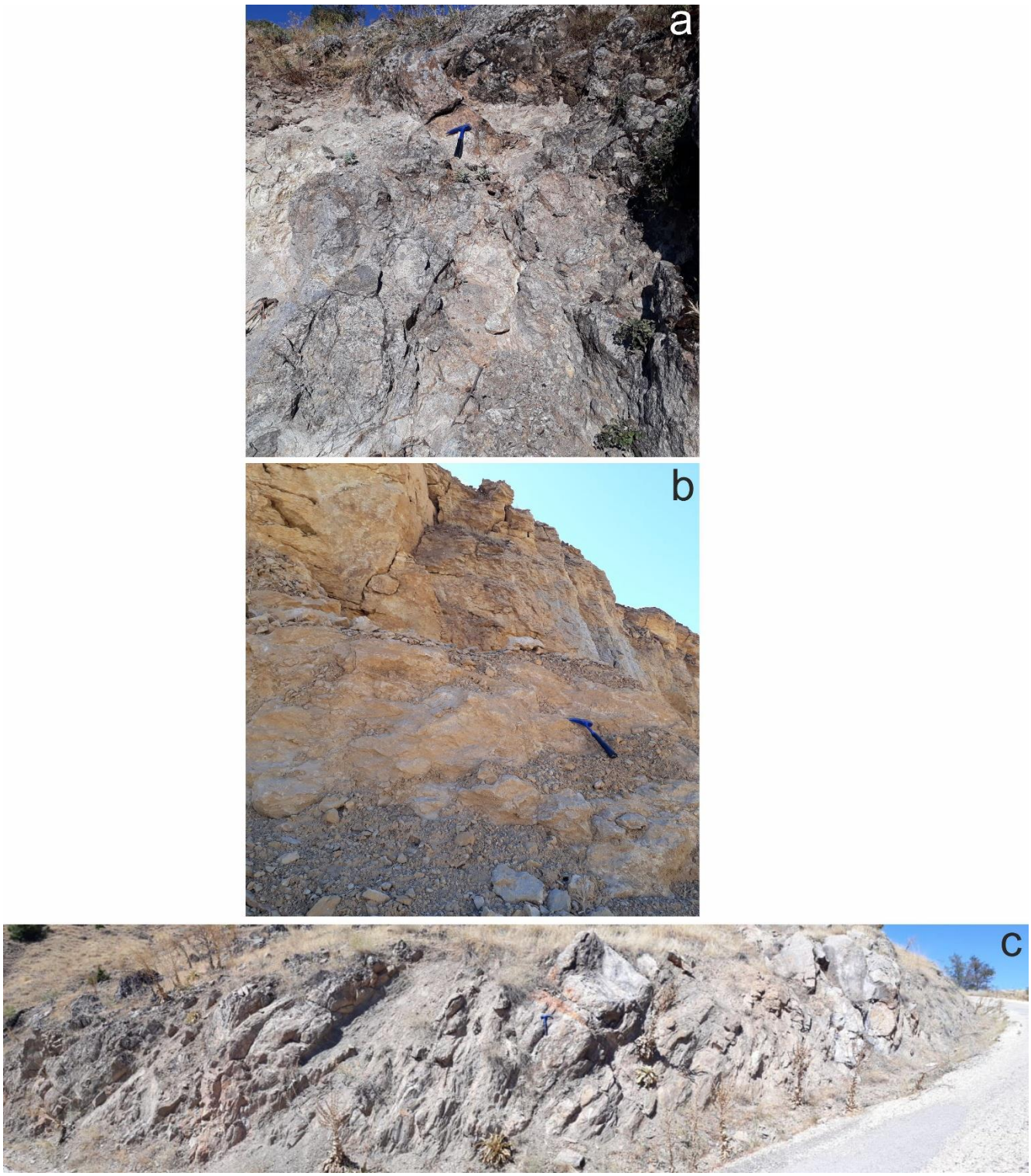


Şekil 4. Radyometrik Düzeltme Yöntemi.



Şekil 5. Uygulanan Bant Algoritmaları ve Temsil Ettiği Görseller.

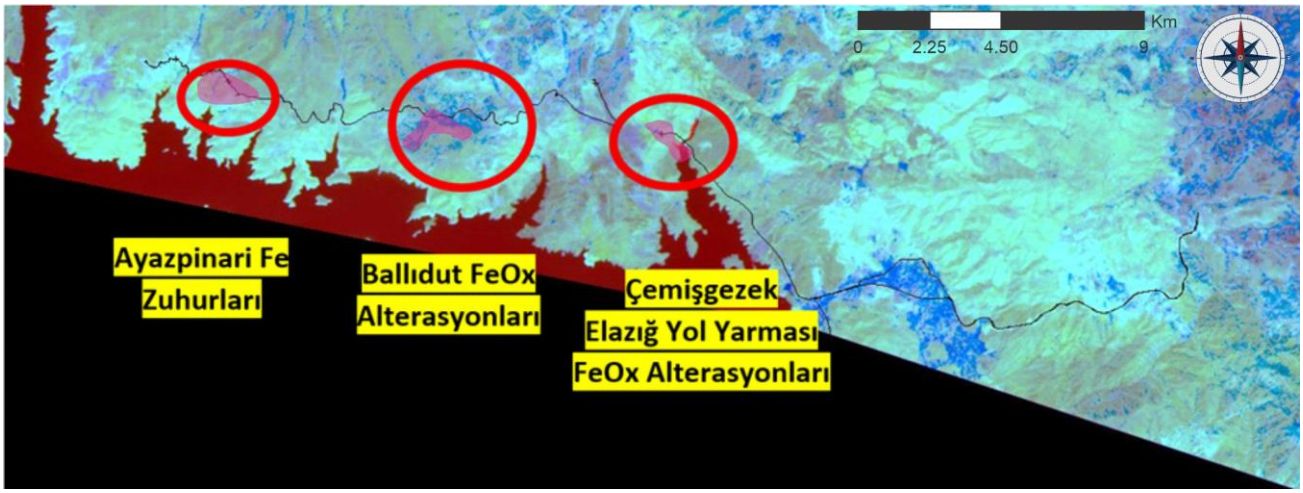
İlgili çalışma ile, ASTER SWIR bantlarına uygulanan bant oranlama ve görüntü zenginleştirme teknikleri sonucunda belirlenen potansiyel alterasyon alanları başlıca: Ayazpınarı, Ballıdut ve Çemişgezek dolayları olmuştur. Ayazpınarında en yaygın manyetitleşmelerin gözlendiği alanda, gabroik kayaların çevresindeki FeOx oluşumları ile kireçtaşlarında baskın olarak limonit, hematit, spekülarit ve götit gibi alterasyon oluşumlarının yaygın olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 6). Ayazpınarı'ndan doğuya doğru devam eden ve giderek azalan cevher oluşumu yerini skarnlaşmalara bırakmıştır. Ballıdut yöresi ile Çemişgezek taş ocağı civarındaki kireçtaşlarındaki sokulumların çevresindeki limonitleşme, hematitleşme tipi alterasyonlanmalar da dikkati çeken oluşumlar olarak tespit edilmiştir (Şekil 6).



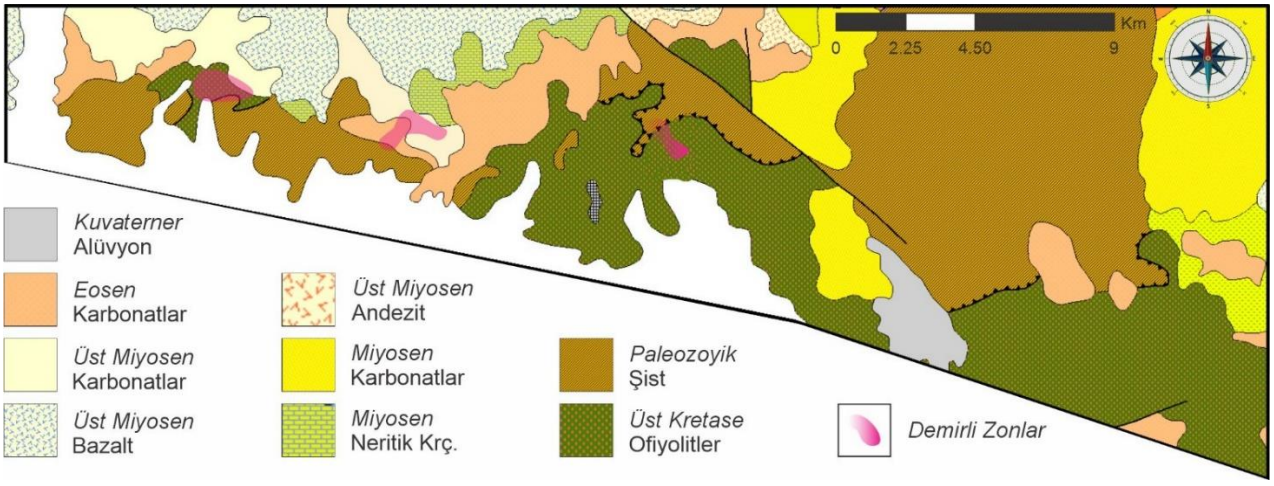
Şekil 6. a) Ayazpınar Civarındaki Magmatiklerle Kireçtaşlarının Dokanaklarındaki FeOx Oluşumları**, b)** Çemişgezek Taş Ocağı Kireçtaşlarındaki Alterasyonlar, c**)** Ballıdut Lokasyonundaki FeOx Oluşumları

SONUÇLAR

Pertek-Çemişgezek hattı boyunca demirli zonların analizi uzaktan algılama metotları ile gerçekleştirilmiştir. Bilinen yer kontrol noktaları ile deneştirilmesi yapılarak; uygulanan farklı bant kombinasyonları ve oluşturulan RGB kompozit görüntülerde en uygun bant kombinasyonunun R: VNIR (Band 2 / Band 1), G: SWIR Band 6 ve B: VNIR Band 3 olduğu belirlenmiştir. Yapılan kontrollerde gözlem noktaları ve bilinen demir zuhurları üstünde önemli ölçüde (yaklaşık %94) bir örtüşme/korelasyon sağlanmıştır (Şekil 7). Demirli zonların jeoloji haritasında kapladığı alan ile demir indeksinin işaret ettiği piksel alanlarının oranlanması ile bulunmuştur (Şekil 8). Öte yandan saha çalışmaları hem demirli cevher zonu (manyetit başlıca olmak üzere) hem de skarnlaşmaları yansıtan alterasyon ürünlerinin (limonit, hematit, götit, spekülarit) varlığını doğrulamıştır. Her ne kadar başarılı bir korelasyon ve beraberinde saha doğrulaması gerçekleştirilmişse de lokasyonlardan alınan örneklerin detay mineralojik, petrografik ve jeokimyasal analizleri (mineral, tüm kaya vs) ile hem bileşimsel yapılarının hem de alterasyon türleri ile ayrıntılı bilgiler elde edilmesi bu minvalde mineral alterasyon haritalamasının bir sonraki çalışmada gerçekleştirilmesi elzemdir.



Şekil 7. Ayazpınarı-Çemişgezek-Ballıdut (Tunceli) Skarn Zonu Boyunca Demirli Anomalileri Gösteren Aster RGB Kompozit Görüntüsü. Siyak Çizgi ve + Sembolü: Güzergâh ve Gözlem/Örnek Noktalarını İşaret Ederken, Açık Mavi Renkli Alanlar Demirce Zengin Zonlardır.



Şekil 8. 1/500 000 Ölçekli Jeoloji Haritası (MTA, 2002) ve Demirli Zonların Yaklaşık Konumu.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP) tarafından MF.25.09 numaralı proje ile desteklenmiştir. Bu makale Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Rıza TUTLU'nun yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Çalışma özet sözlü bildiri olarak, EGU2026 Kongresi'nde de sunulmuştur.

Yapay Zeka Katkı Beyanı

Bu makale tamamen herhangi bir yapay zeka aracının yardımı olmadan yazılmış, düzenlenmiş, analiz edilmiş ve hazırlanmıştır. Metin, veri analizi ve şekiller dahil tüm içeriğin yalnızca yazarlar tarafından oluşturulduğunu beyan ederiz.

KAYNAKLAR

Altunbey, M., & Sagiroglu, A. (2003). Skarn-type ilmenite mineralization of the Tuzbasi–Tunceli region, eastern Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, *21*(5), 481-488. https://doi.org/10.1016/S1367-9120(02)00077-9

Altunbey, M., & Çelebi, H. (1997a). Kanatburun (Pertek-Tunceli) yöresinin jeolojisi ve demir cevherleşmeleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(2), 1-18.

Altunbey, M., & Çelebi, H. (1997b). Kanatburun (Pertek-Tunceli) yöresindeki skarn kayaçlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu*, Konya, *20*, 45-58.

Beyarslan, M., Lin, Y. C., Chung, S. L., Bingol, A.F, & Yildirim, E. (2015). Whole-Rock Geochemistry and Zircon U-Pb Isotopes of the Late Cretaceous Granitoids of the Eastern Taurus (Turkey): Implications for Petrogenesis and Geodynamic Setting. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 3511).

Bingöl, A.F. (1982). Elazığ-Pertek-Kovancılar arası volkanik kayaçların petrolojisi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 1, 9-21.

Bierwirth, P. N. (2002). Evaluation of ASTER satellite data for geological applications. Consultancy Report to Geoscience Australia.

Cudahy, T. J., Hewson R, Huntington, J. F., Quigley, M. A., & Barry, P. S. (2001). The performance of the satellite-borne Hyperion hyperspectral VNIR-SWIR imaging system for mineral mapping at Mount Fitton. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium,* 1, 314-316.

Ertürk, M. A. (2025). Pertek (Tunceli) Kuzeybatısındaki Geç Kretase Diyoritik Gabroların Petrografik, Jeokimyasal ve Jeotermobarometrik Özellikleri. *Politeknik Dergisi*, 28(5), 1469-1484. http://dergipark.org.tr/politeknik

Google (2025). Pertek-Çemişgezek Hattının Jeolojik Yapısını Gösterir Uydu Görüntüsü. Google Earth, earth.google.com/web/.

Kalinowski, A., & Oliver, S. (2004). ASTER mineral index processing manual. *Remote Sensing Applications, Geoscience Australia*, *37*(36), 36-37.

Kürüm, S., Akgül, B., Önal, A. Ö., Boztuğ, D., Harlavan, Y., & Ural, M. (2011). An Example for Arc-Type Granitoids along Collisional Zones: The Pertek Granitoid, Taurus Orogenic Belt, Turkey. *International Journal of Geosciences*, *2*(3), 214-226. http://www.scirp.org/journal/ijg

MTA, (2002). 1/500.000 Türkiye jeoloji haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Nurlu, N., Köksal, S., & Kohút, M. (2022). Late Cretaceous volcanic arc magmatism in southeast Anatolian Orogenic Belt: Constraints from whole-rock, mineral chemistry, Sr–Nd isotopes and U–Pb zircon ages of the Baskil Intrusive Complex (Malatya, Turkey). *Geological Journal*, 57(8), 3048-3073. https://doi.org/10.1002/gj.4460

Sar, A., Ertürk, M.A., & Rizeli, M.E., 2019. Genesis of Late Cretaceous intra-oceanic arc intrusions in the Pertek area of Tunceli Province, eastern Turkey, and implications for the geodynamic evolution of the southern Neo-Tethys: Results of zircon U–Pb geochronology and geochemical and Sr-Nd isotopic analyses, *Lithos*, 105263: 350-351. https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105263

Sar, A., Rizeli, M. E., & Ertürk, M. A. (2022). Geçityaka Köyü (Tunceli) Çevresindeki Elazığ Magmatik Kompleksi'ne Ait Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri. *El-Cezeri*, *9*(2), 680-694. https://doi.org/10.31202/ecjse.993333

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Koller, F., Hames, W. E., & Billor, Z. (2009). Andean-type active margin formation in the eastern Taurides: Geochemical and geochronogical evidence from the Baskil granitoid (Elazığ, SE Turkey). *Tectonophysics*, 473(1-2), 188-207. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2008.08.011

Rowan, L. C., & Mars, J. C. (2003). Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area usingAdvanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data, *Remote Sensing of Environment* 84, 350–366. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00127-X

Sayit, K., Ural, M., Koralay, O. E., & Göncüoğlu, M. C. (2026). Trace element, Nd-Hf-Pb isotope geochemistry, and zircon U-Pb geochronology of the Baskil Dikes (Elazığ, Eastern Türkiye): Tracing late cretaceous continental arc magmatism in the Southern Neotethys. *Geochemistry* 86(2), 126396. https://doi.org/10.1016/j.chemer.2026.126396

Tutlu, R., Ural, M., & Eğri, M. (2026). Detection of Iron-Rich Zones Developed By Skarnification In The Cemisgezek-Pertek (Tunceli) Region Using Remote Sensing Methods, Copernicus Meetings, Proceedings, EGU26-8118. https://doi.org/10.5194/egusphere-egu26-8118

Volesky, J.C., Stern., R.J., & Johnson., P.R., 2003, Geological control of massive sulphide mineralization in the Neoproterozoic Wadi Bidah shear zone, southwestern Saudi Arabia, inferences from orbital remote sensing and field studies, *Precambrian Research*, 123, 235-247. https://doi.org/10.1016/S0301-9268(03)00070-6

Yalçın, C., Kara, H., Ertürk, M.A., Kalender, L. & Kumral, M. (2023). Preliminary Findings of Fe-Skarn mineralization in Southeast Anatolian Orgenic Belt (Pertek, Tunceli). *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(4), 153-157. DOI: 10.59287/ijanser.2023.7.4.641