



Güldüren (Emet-Kütahya) Bölgesindeki Demir Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Jenetik Açından İncelenmesi

Geological, Mineralogical and Genetic Investigation of Iron Mineralization in Güldüren (Emet-Kütahya) Region

¹Nursel ÖKSÜZ , ²Özge KABCUK , ³Mehmet SAVAS , ⁴İsmail KOÇAK 

¹Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat, Türkiye

²Yozgat Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

³ETİ MADEN, Emet Bor İşletme Müdürlüğü, Kütahya, Türkiye

⁴Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bandırma/Balıkesir, Türkiye

¹nursel.oksuz@bozok.edu.tr, ²ozge.kabcuk@gmail.com,

³msavas69@hotmail.com, ⁴ismailkocak81@gmail.com

Araştırma Makalesi/Research Article

ARTICLE INFO

Article history

Received : 6 March 2023

Accepted : 11 April 2023

Keywords:

Eğrigöz Granitoid,
Hydrothermal, Skarn,
Magnetite, Kütahya (Emet)
Iron

ABSTRACT

The study area is in Güldüren Village, Emet district of Kütahya province, and its distance from the city center is 93 km on average and 25 km from Emet. While the Co/Ni values of the samples indicate that the mineralization comes from a hydrothermal source, the V/(V+Ni) ratio indicates that oxic conditions are also dominant in the mineralization in the region. In addition to these, when the \sum REE contents and the LREE/HREE ratio are evaluated, it can be concluded that hydrothermal solutions play an important role in the ore formations in the study area. It can be concluded that the mineralization is a contact metasomatic formation between Eğrigöz granitoid and recrystallized limestone. However, the presence of vein-shaped mineralizations in the field, geochemical data, the results in the graphs, and the paragenesis suggest that the iron formations in the study area occur in two different origins, both skarn and hydrothermal.

© 2023 Bandırma Onyedi Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Science. Published by Dergi Park. All rights reserved.

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri

Gönderim : 6 Mart 2023

Kabul : 11 Nisan 2023

Anahtar Kelimeler:

Eğrigöz Granitoidi,
Hidrotermal, Skarn,
Manyetit, Kütahya (Emet)
Demir

ÖZET

İnceleme alanı Kütahya ili Emet ilçesi Güldüren Köyü sınırları içinde olup, il merkezine uzaklığı ortalama 93km, Emet'e ise 25km'dir. Bölgeden alınan cevher örneklerindeki Co/Ni değerleri cevherleşmenin hidrotermal bir kaynaktan geldiğini işaret ederken, V/(V+Ni) oranı ise bölgede gerçekleşen cevherleşmede oksik şartların da hakim olduğunu ifade etmektedir. Bunların yanında \sum NTE içerikleri ve HNTE/ANTE oranı değerlendirildiğinde ise inceleme alanındaki cevher oluşumlarında hidrotermal çözeltilerin önemli rol aldığı sonucuna varılabilir. Cevher parajenezi temel olarak manyetit ve hematit oluşurken daha az oranda da götit ve pirit gözlenmiştir. Gang ise kuvarstan oluşmaktadır. Çalışma alanındaki cevherleşmenin Eğrigöz granitoidi ile rekristalize kireçtaşı arasında gelişen kontakt metasomatik bir oluşum olduğu sonucuna varılabilir. Ancak arazide damar şeklinde gözlenen cevherleşmelerin varlığı, jeokimyasal veriler, çizilen grafiklerdeki sonuçlar ve mineral parajenezi çalışma alanındaki demir oluşumlarının hem skarn hem de hidrotermal olmak üzere iki farklı kökende oluştuğunu düşündürmektedir.

© 2023 Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi. Dergi Park tarafından yayınlanmaktadır. Tüm Hakları Saklıdır.

ORCID: ¹0000-0001-7371-3202

²0000-0003-3206-3578

³0000-0002-8780-1091

⁴0000-0002-4519-4561

1. GİRİŞ

İç Batı Ege bölgesinde yer alan Güldüren (Emet-Kütahya) bölgesi, demir mineral zenginleşmeleri ve oluşumlarının sıkça görüldüğü bir bölgedir. Çalışmaya konu olan demir cevherleşmesi, Kütahya ilinin Emet ilçesine bağlı, Güldüren Köyü yakınında gözlenmektedir. Cevherleşmenin Güldüren köyüne uzaklığı 25km'dir.

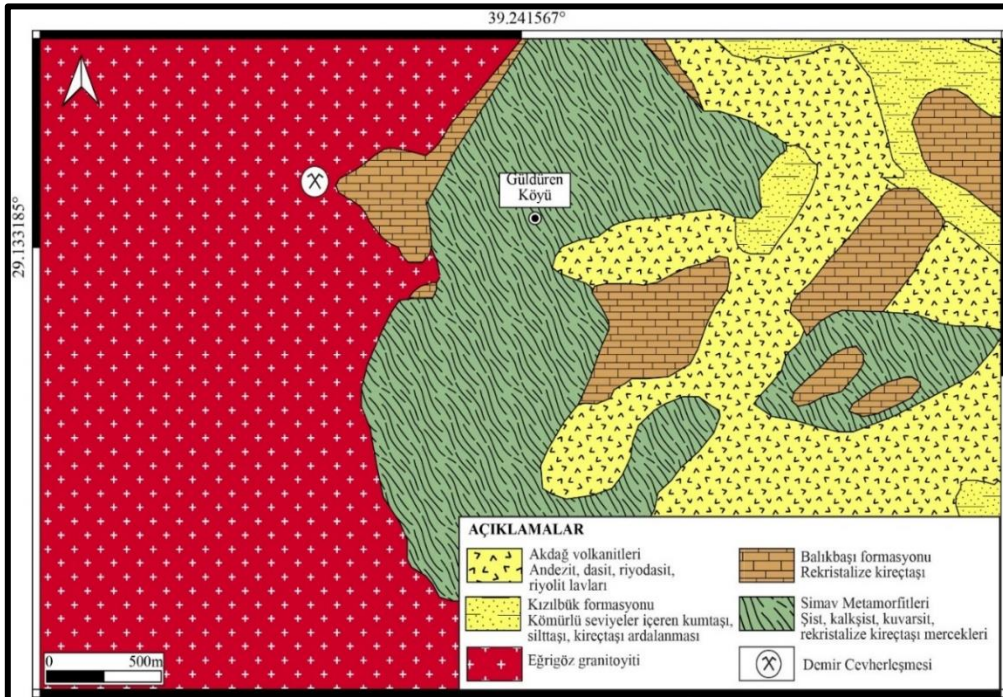
Demir, hem silikatlı hem de sülfürlü mineralleri oluşturabilen bir elementtir. Oluşum açısından ise ultramafik kayalarla (gabro ve anortozit gibi) ya da granitoidlerle ilişkili volkano-sedimanter, lateritik, sünger/bataklık, metamorfik, oolitik, bantlı ve plaser gibi birçok oluşum tipi sergilemektedir. Bölgede gözlenen cevherleşmenin de ilişkili olduğu düşünülen I-tipi, kalk-alkalin karakterli Eğrigöz graniti (granitoid), Sakarya Kıtası, Mendere Masifi ve bindirme istifinin farklı dilimleri içine sokulan KB-GD doğrultulu bir magmatik kuşak içerisinde yer almaktadır [1]. Eğrigöz graniti aynı zamanda antimuan, demir oluşumları, Au-Ag içeren mezotermal Pb-Zn-Cu damarları, skarnlar ve gossanları içeren bir dizi mineral oluşumu ile ilişkilidir [2,3].

Çalışma alanının yakın civarında daha önce yapılan çeşitli çalışmalar da söz konusudur [2,4,5]. Albayrak [4], çalışma alanının kuzeyinde yaptığı çalışmada Sakarı tepe, Katranlı dere, Çavdarlık dere, Gögez, Elekkaşı sırtı, Maden tepe ve Karataş tepe cevherleşmelerini incelemiştir. Karataş tepe cevherleşmesinin hidrotermal tipi cevherleşme diğer tüm cevherleşmelerin ise skarn tipi cevherleşme olduğunu bildirmiştir. Uğurcan [5] ise çalışma alanının güney kesiminde (Kalkan ve Karağıl) yaptığı araştırmada cevherleşmeleri skarn tipi olarak tanımlamıştır.

Bölgede demir cevherleşmesi ile ilgili daha önce jeokimyasal ve köken olarak herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu sebeple de bu çalışmanın ana hedefleri, Güldüren (Emet-Kütahya) bölgesinde gözlenen demir cevherleşmelerinin maden jeolojisi ve jeokimyası incelenerek, söz konusu demir oluşumlarının kökeni, cevher yan kayaç ilişkisi ve cevher parajenezi üzerine veriler üreterek, oluşum koşullarının aydınlatılması, ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda da yeni hedef sahaların ortaya çıkarılmasına katkıda bulunmaktır.

2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

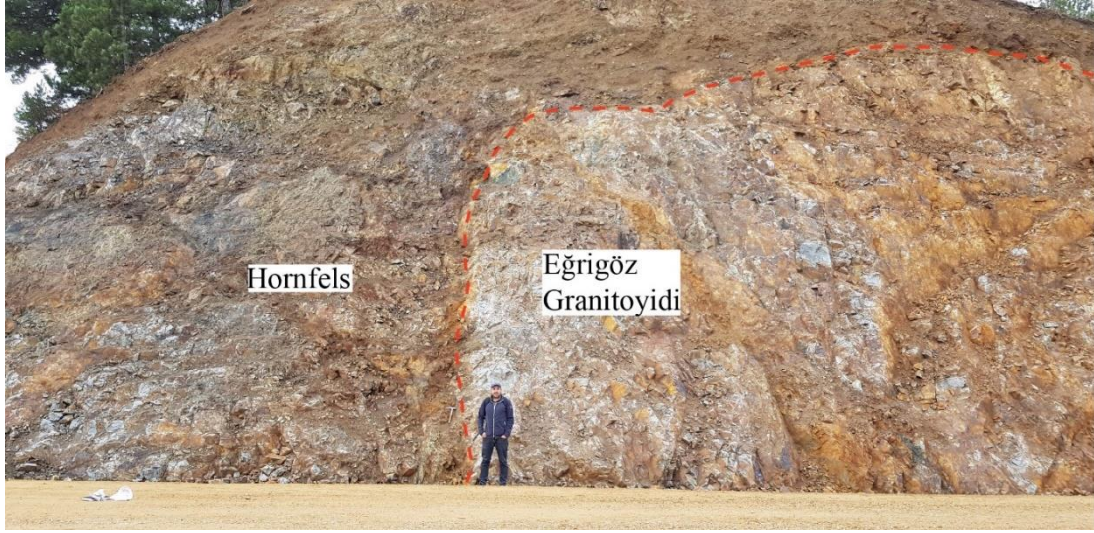
İnceleme alanı İç Batı Anadolu Bölgesi'nde Kütahya Emet Güldüren Köyü sınırları içinde olup, 1/25.000 ölçekli Türkiye topoğrafik haritasında J22d1 paftası içinde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanında gözlenen Fe cevherleşmesinin de Şekil 2'de gözlenen bu rekristalize kireçtaşı ile Eğrigöz granitoidi kantağında ve kırık çatlaklarda hidrotermal çözeltilerle oluştuğu düşünülmektedir. Senozoyik birimler içerisinde yer alan Eğrigöz granitoidi ise tipik olarak granit, granodiyorit ve mikrogranit bileşimindedir. Granitler gri renkli, yer yer aşırı ayrışmalıdır. Eğrigöz graniti tabanda yer alan kayalara sokulum yapmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında rekristalize kriştaşlarının Eğrigöz granitoidine sokulup yaptığı dokanak boyunca hornfels oluşumları ve maneyit cevherleşmesi gözlenmiştir (Şekil 3). Kızılbük Formasyonu, kumtaşı ile ardalamalı silttaşları ile başlamaktadır. Kalk-alkalen volkanizmaya ilişkin özellikler sunan andezit, dasit, riyodasit ve riyolit bileşimli lavlar dasitik-riyolitik domlar ve lav akıntıları şeklinde gözlenmektedir. Akdağ volkanitleri ise kalk-alkalen volkanizmaya ilişkin özellikler sunan andezit, dasit, riyodasit ve riyolit bileşimli lavlar dasitik-riyolitik domlar ve lav akıntıları şeklinde gözlenmektedir.



Şekil 1. İnceleme alanı ve çevresini gösterir jeolojik harita [6].



Şekil 2. Rekrystalize kireçtaşı-granitoyid kantağı.



Şekil 3. Eğrigöz granitoyidi ve hornfels.

3. MATERYAL VE METHOD

Çalışma alanından toplam 18 adet cevher örneği, 20 adet de yan kayaç örneği alınmıştır. Çalışma, cevher örneklerden hazırlanan parlak kesit yapımı ve kimyasal analizlerin yapılması için örnek hazırlama işlemlerinin tamamlanması şeklinde yürütülmüştür. Jeokimyasal verileri elde etmek için 18 adet cevher örneği Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Laboratuvarında 100 mesh büyüklüğünde toz hale getirilmiştir. Bu örneklerin ana oksit, eser element ve Nadir Toprak Elementleri (NTE) analizleri de ICP-ES ve ICP-MS yöntemi ile Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Laboratuvarında yaptırılmıştır. Bunun yanında 18 adet cevher örneğinden MTA laboratuvarında parlak kesit hazırlanmıştır. Yapılan parlak kesitler Yozgat Bozok Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Leica marka üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop altında incelenerek cevherin parajenezi ve yapı-doku özellikleri belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Cevher Mineralojisi

Çalışma alanında damar ve merccek şeklinde gözlenen cevherleşmenin parajenezini belirlemek için öncelikle parlak kesit yapılarak üstten aydınlatmalı mikroskopta parajenez ve yapı-doku özellikleri incelenmiştir. Bunları desteklemek için 15 adet örnekten de XRD (X-Ray Difraktogramı) analizi yaptırılmıştır. Tüm bu çalışmalara göre çalışma alanındaki cevher parajenezi; manyetit, hematit, götit ve pirit, gang ise kuvars olarak belirlenmiştir.

4.1.1. Manyetit (Fe₃O₄)

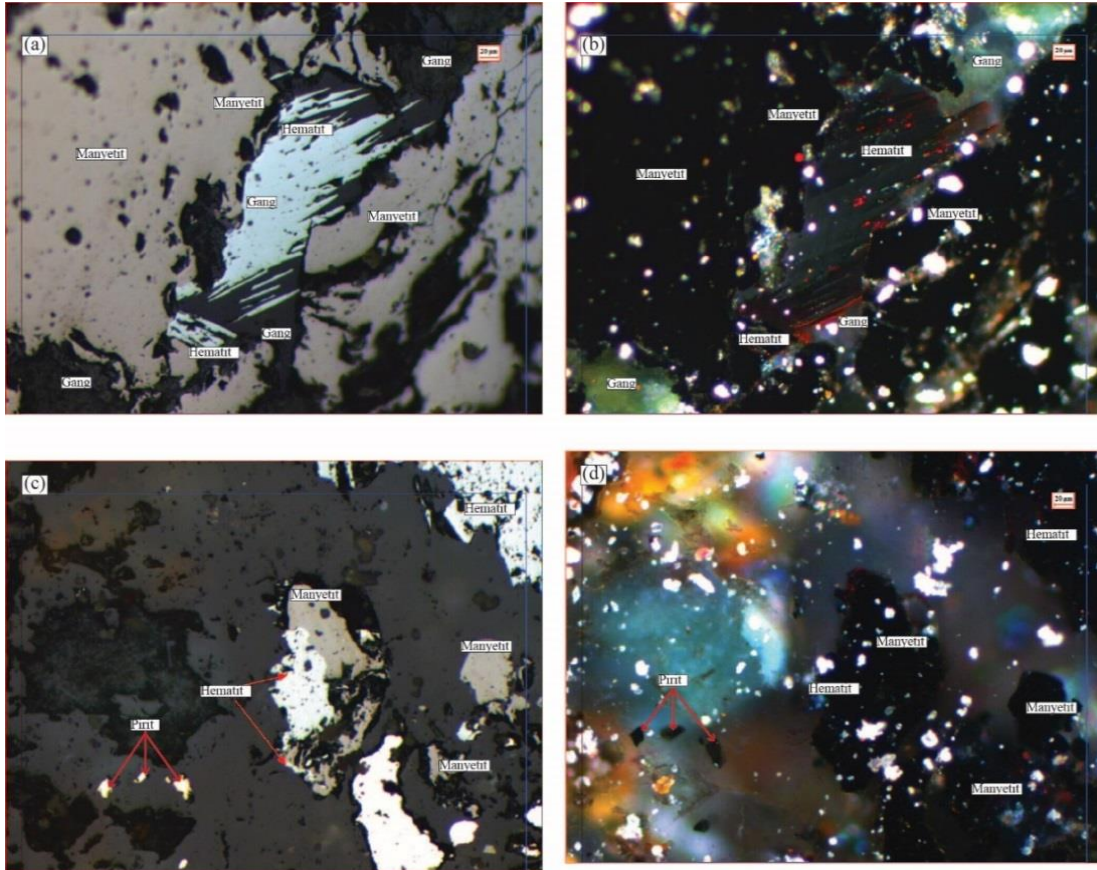
Demir oksit bileşimli olan manyetit, magmatik ve metamorfik kayalarda aksesuar olarak bulunurken, kontakt metazomatik, bantlı demir oluşumları dahil olmak üzere sedimanter kayalarda, göl ve deniz tortullarında hem

kırıntılı taneler hem de manyetofosiller olarak oluşabilir [7]. Manyetit, cevherin oluşum koşullarını değerlendirmede oldukça büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında, ortamın oksijeni ile reaksiyona girerek hematite dönüşebilir. Bu dönüşüm ortamın oksijen fugasitesini anlamak için de gösterge oluşturmaktadır [7]. İnceleme alanındaki cevher örneklerin parlak kesit incelemelerinde de en yaygın mineral manyetit olarak gözlenmiştir (Şekil 4a-d). Manyetitler maden mikroskopik incelemelerde birinci nikelde gri kahverengi gözlenirken ikinci nikelde ise izotrop tur (Şekil 4a-d). Hematite dönüşümler ise oldukça yaygındır (Şekil 4c, d).

4.1.2. Hematit (Fe_2O_3)

Maden minerallerinin yapı ve doku özelliklerinin bilinmesi, yüzey biçimlerinin yalnız bilimsel açıdan değil aynı zamanda oluşum koşullarının aydınlatılması, cevher hazırlama ve metalürjik işlemler için de önemlidir [8]. Bunun yanında mineraller izometrik, levhamsı ve iğnemsî olmak üzere üçe ayrılır. Aynı mineraller değişik kökenli yataklarda değişik kristal yapısı gösterir. Bunun yanında hematit, yeryüzünde yaygın olarak gözlenen bir diğer demir oksittir. Hidrotermal damarlarda ve magmatik kayalarda aksesuar mineral olarak bulunabilir. Volkanik ve birçok metamorfik kayalarda, kontakt metamorfik yataklarda, birincil veya ikincil olarak sedimanter kayalarda yaygın olarak oluşabilir [8]. Dünyada gözlenen çoğu önemli hematit oluşumu sedimanter kökenli olarak bilirse de değişik kökenli yataklarda, değişik kristal şekillerinde gözlenebilir. Örneğin hematit, yüksek ısıda oluşan maden yataklarında iğne, düşük ısıda oluşan yataklarda ise levha biçimi gösterir. Çok düşük ısıda oluşan hematitler ise ışınal-lifsi biçimde olup jellerden oluşur [8].

Çalışma alanında ise hematit yaygın olarak gözlenen ikinci mineraldir. Parlak kesit incelemelerinde birinci nikelde krem, açık sarı, ikinci nikelde ise oldukça belirgin mavimsi renkte gözlenmekte iken (Şekil 4a-d) bazı kesitlerde ise oldukça belirgin kırmızı iç yansıma göstermektedir (Şekil 4b,d). Manyetitlerin hematite dönüşümü oldukça yaygın gözlenmektedir (Şekil 4a, c). Mineral, bazı kesitlerde çubuksu yapısı ile de dikkat çekmektedir (Şekil 4a).

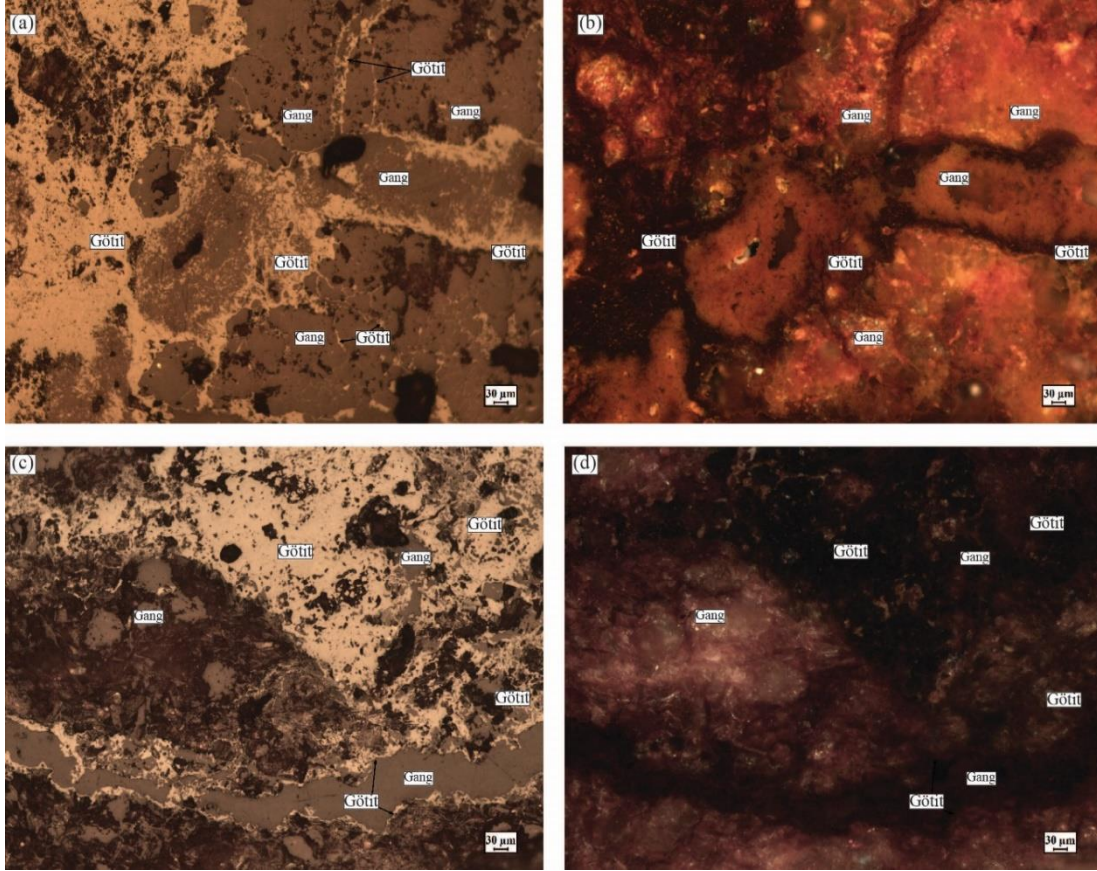


Şekil 4. Hematitin ve manyetitin parlak kesit görünümü, I. Nikol, b. Hematitin ve manyetitin parlak kesit görünümü, II. Nikol, c. Manyetitin hematite dönüşümü, I. Nikol, d. Manyetitin hematite dönüşümü II. Nikol.

4.1.3. Götit ($FeO(OH)$)

Oksihidroksit bileşimli götit; ferrosit ve lepidokrositin polimorfudur. Götit, düşük sıcaklıktaki oluşumlarda özellikle sedimanter ortamlarda ve demirce zengin cevherleşmelerin olduğu yerlerde günlenme sonucunda sıklıkla gözlenir [9]. Bunun yanında götit oluşumu, Fe^{2+} 'nin Fe^{3+} 'e oksidasyonu sonucunda da oluşabilir. Bu da yukarıda bahsedildiği gibi götitin yüzey koşullarında günlenme sonucunda oluşmasına yol açar. Bu şekilde gözlenen oksidasyon değişikliği nedeniyle, götite yaygın olarak psödomorf oluşumlara sık rastlanır [10].

Götüt, çalışma alanında birçok parlak kesitte yoğun olarak dikkat çekmektedir. Birinci nikelde açık-koyu gri renklerde gözlenen götüt, ikinci nikelde sarı, turuncu, kırmızı iç yansıması ile tipiktir (Şekil 5a,b). Bazı parlak kesitlerde ise izotrop özellik göstermektedir (Şekil 5d). Çoğu örnekte gangi ornatır şekilde geliştiği gözlenmiştir (Şekil 5a-d).



Şekil 5.a, c. Götütün parlak kesit görünümü, I. Nikol. b, d. Götütün parlak kesit görünümü II. Nikol.

4.1.4. Pirit (FeS₂)

Pirit, yeryüzünde yaygın olarak gözlenen bir sülfür mineralidir. Magmatik ayrımlaşma ile oluşabildiği gibi aynı zamanda magmatik kayalarda, kontakt metamorfik yataklarda, hidrotermal damarlarda ve birincil ve ikincil olarak bazı sedimanter kayalarda bulunabilir.

Çalışma alanında diğer minerallere göre daha az oranda bulunan pirit, parlak kesitlerde iki farklı şekilde gözlenmektedir. Birinci oluşum, kırık ve çatlakları doldurarak damar şeklinde gözlenmektedir (Şekil 6a, b). İkinci oluşum ise daha yaygın olarak gözlenen ve hematiti ornatarak gelişen piritlerdir (Şekil 6c). İlk nikelde oldukça belirgin sarı, açık sarı ikinci nikelde ise belirgin izotropdur (Şekil 6b).

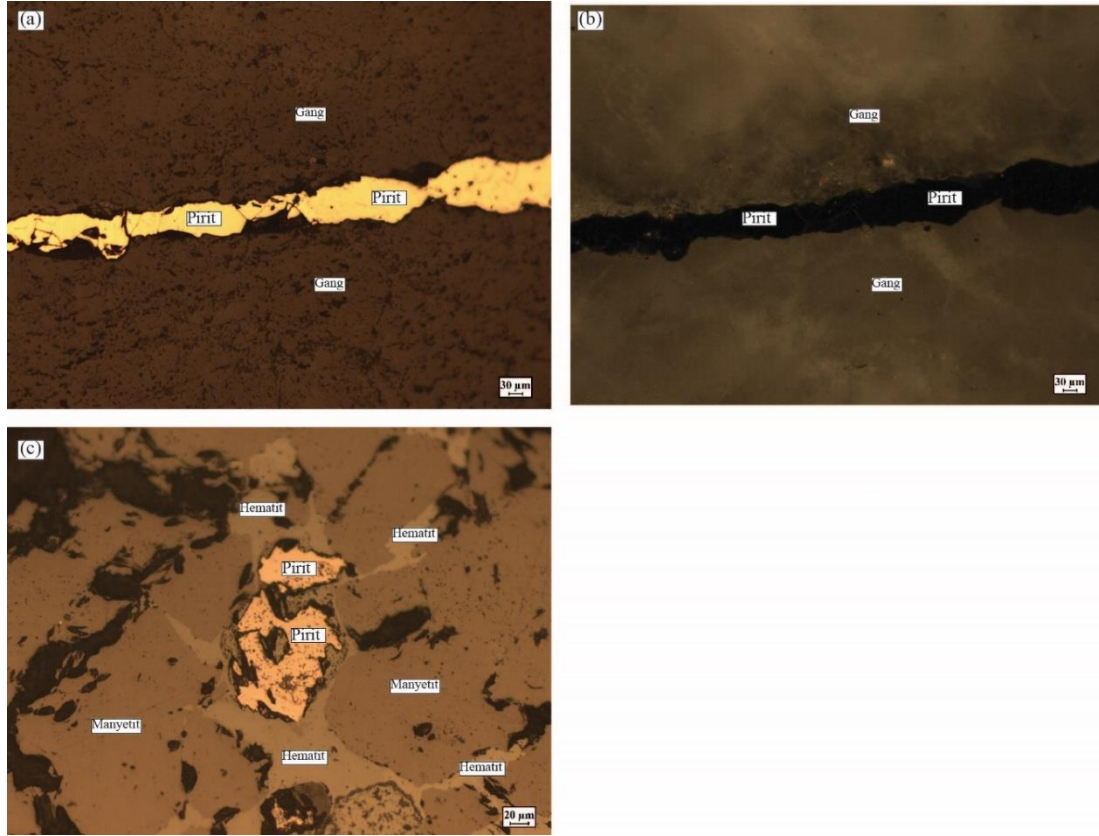
4.2. Jeokimya

Bu bölümde Güldüren demir cevherleşmesinden derlenen 18 adet örneğin ana oksit, eser element ve Nadir Toprak Element (NTE) verileri kullanılarak cevherleşmenin kökeni ve oluşumuna yönelik yaklaşımlarda bulunulmuştur.

Güldüren demir cevherleşmesinden derlenen 18 adet cevher numunesinin SiO₂ değerleri en düşük %1.1, en yüksek %73.2 ve ortalama %39.8, Al₂O₃ değerleri en düşük %0.2, en yüksek %17.9 ve ortalama %8.4; CaO değerleri en düşük %0.1, en yüksek %4.7 ve ortalama %1.2, Na₂O değerleri en düşük %0.1, en yüksek %4.4 ve ortalama %1.8; MgO değerleri en düşük %0.3, en yüksek %8.2 ve ortalama %2.0; K₂O değerleri en düşük %0.0, en yüksek %6.6 ve ortalama %3.1 arasında değişken değerlere sahiptir. Cevher örneklerinde bollukları daha az olan MnO, P₂O₅, TiO₂ gibi ana bileşen içerikleri ise %10'den daha düşük değerlerdedir. Güldüren demir cevherleşmesinde önemli yer tutan Fe₂O₃ değerleri en düşük %1.1, en yüksek %93.1 ve ortalama %35.3 oranında bulunmakta olup numunelerde belirlenen en yüksek Fe₂O₃ miktarı ana çalışma alanından alınan KE-21 kodlu örnekte % 93.1'dir. Bu verilere göre birincil cevher örneklerin başlıca Si, Al, Fe, Ca, Mg gibi ana oksitlerce daha zengin olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Sedimanlardaki Al₂O₃/TiO₂ oranı, sediment taşınımından veya diyajenezden çok az etkilenmesine karşın volkanik madde katkısının varlığından önemli ölçüde etkilenmektedir [11,12]. Volkanik kayalardaki Al₂O₃/TiO₂ oranı 8.00-21.00 aralığında bulunmaktadır [11,12]. Güldüren demir cevherleşmesinin Al₂O₃/TiO₂

oranları 0.38-65.50 ve ortalama 22.22 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Bu oran, volkanik aktivitenin çalışma alanındaki cevher oluşumunda önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 6 a. Damar şekilli pirit, I. Nikol. b. Damar şekilli pirit, II. Nikol. c. Hematiti ornatarak oluşan pirit, I. Nikol.

Tablo 1. Çalışma alanından alınan cevher örneklerinin ana oksit değerleri (%).

%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	A.Za	Al ₂ O ₃ / TiO ₂
KE-1	73.2	13.1	0.7	1.4	5.2	0.3	0.1	3.3	0.1	0.2	1.3	65.50
KE-2	3.3	0.2	0.4	8.2	0.1	4.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	2.00
KE-3	66.4	15.1	4.7	1.1	4.4	0.8	0.1	3.9	0.2	0.5	2.4	30.20
KE-8	69.0	15.3	2.4	2.7	4.1	1.1	0.1	3.2	0.2	0.6	0.8	25.50
KE-9	68.4	15.7	2.2	2.6	3.3	1.1	0.1	4.4	0.2	0.6	1.0	26.17
KE-10	66.7	14.6	4.5	2.4	5.8	0.7	0.1	3.1	0.2	0.5	1.0	29.20
KE-13	50.1	17.9	0.9	11.2	3.2	8.2	0.3	0.3	0.3	1.3	6.0	13.77
KE-16	2.6	0.2	0.4	90.9	0.1	2.2	0.2	0.1	0.1	0.1	2.1	2.00
KE-18	1.8	0.3	0.1	91.7	0.1	2.1	0.2	0.1	0.1	0.1	2.5	3.00
KE-21	1.1	0.3	0.1	93.1	0.1	1.5	0.4	0.1	0.1	0.1	2.4	3.00
KE-22	4.4	0.4	0.6	88.7	0.1	3.2	0.2	0.1	0.1	0.2	1.9	1.93
KE-23	19.1	0.3	0.3	71.9	2.3	1.9	0.1	0.2	0.1	0.1	3.1	4.67
KE-24	1.7	0.6	0.1	90.5	3.1	1.4	0.3	0.1	0.2	0.0	1.1	45.92
KE-25	71.4	12.8	0.7	1.7	6.6	0.3	0.2	3.1	0.1	0.2	2.1	59.72
KE-26	68.0	15.3	0.8	1.8	6.3	1.1	0.1	3.9	0.2	0.5	1.8	28.61
KE-27	64.9	15.5	1.7	3.0	5.7	1.2	0.3	3.4	0.2	0.7	2.9	21.49
KE-28	66.3	14.0	0.5	2.9	6.1	1.5	0.0	2.9	0.1	0.4	1.6	36.92
KE-29	17.5	0.2	0.5	69.2	0.0	2.8	0.1	0.1	0.3	0.4	2.7	0.38
MİN	1.1	0.2	0.1	1.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.38
MAX	73.2	17.9	4.7	93.1	6.6	8.2	0.4	4.4	0.3	1.3	6.0	65.50
ORT	39.8	8.4	1.2	35.3	3.1	2.0	0.2	1.8	0.2	0.4	2.0	22.22

Co elementinin değişken karakteristikleri Ni ile yakından ilişkilidir. Co/Ni oranı ise demir yataklarındaki cevher oluşum proseslerinin oluşumunu anlamak için oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [13,14]. Özellikle sedimanter ortam ve sedimantasyon hakkında karar veren, deniz tabanında bir sıcak su sedimantasyonunun kılavuz çizgisidir [15]. Bu verilere göre Co/Ni<1 değeri sedimanter kökeni işaret ederken [15], Co/Ni>1 ise hidrotermal ortamını ifade eder [13,16]. Bu çalışmadaki yataklardan alınan örneklerdeki Co/Ni değerleri 2 örnekte 1'in altında iken, 16 örnekte ise 1'in üzerinde gözlenmiştir (Tablo 2). Buna göre cevherleşmenin, hidrotermal bir kaynaktan geldiği söylenebilir. Vanadium alterasyon anında oldukça duraylı bir elementtir [17]. V/(V+Ni) değeri, karasal katkının artışına bağlı olarak yükselir. Ayrıca aerobik mikrobiyal metabolik prosesler anında da oksik şartlar hakimdir [17]. Bunun yanında V/(V+Ni) oranı 0.60'dan düşük ise mineralizasyon anındaki şartların anoksik olduğunu ifade eder [18]. Çalışma alanındaki cevher örneklerinde V/(V+Ni) oranı tüm örneklerde 0.60'ın üstünde hesaplanmıştır (Tablo 2). Dolayısı ile bölgede gerçekleşen cevherleşmede oksik şartların hakim olduğu söylenebilir. As, Cu, Co Mo, Pb, Sb, Sr, Bi ve V gibi elementler hidrotermal akışkanlarda zenginleşme gösterir [19-21]. Bu elementlere bakıldığında çalışma alanındaki tüm cevher örneklerinde zenginleşme gözlenmektedir (Tablo 2). Cevherlerdeki düşük Mo içeriği hidrotermal akışkanlardaki düşük sıcaklığı yansıtabilir [22,23]. Çalışma alanında bu değer 6.00-0.80 ppm (ortalama 2.24ppm) aralığında olup cevherleşmede düşük sıcaklıktaki bir hidrotermal oluşumdan bahsedilebilir (Tablo 2). [22]'ye göre yüksek Ba ve düşük Co, Ni ve Cu içerikleri ya organikçe zengin sedimentlerden çözülmeyi ya da hidrotermal sistemlerde derinlerdeki baritin çökeltme eksikliğini gösterir. Sedimantasyon ve volkanik aktivitenin etkisinden dolayı hidrotermal çözeltilerde Ba konsantrasyonu, deniz suyundan daha yüksektir. Ba konsantrasyonu, çalışma alanındaki cevher örneklerinde 1510.20-5.20ppm (ortalama 711.97ppm)'dir (Tablo 2). Oldukça yüksek gözlenen Ba içeriklerine göre çalışma alanındaki cevherleşmeler hidrotermal oluşumu karakterize etmektedir. Hidrotermal yataklardaki Co içeriği ise hidrojenetik yataklara göre daha düşüktür. Yüksek Co konsantrasyonu aynı zamanda derin denizel çevrenin göstergesidir [24]. Çalışma alanındaki cevher örneklerine ait Co değeri 14.40-49.60ppm (ortalama 31.47ppm) değerindedir (Tablo 2). Bu veriler de cevherleşmedeki hidrotermal kökenli bir cevherleşmeyi yansıtmaktadır.

Tablo 2. Çalışma alanından alınan cevher örneklerinin element değerleri (ppm).

ppm	As	Be	Bi	Cd	Co	Cu	Ga	Ge	Hf	In	Mo	Ni	Sb	Tl	V
KE-1	33.80	3.90	0.10	0.10	43.30	57.50	17.00	0.70	1.60	0.10	3.60	2.50	1.00	1.10	12.40
KE-2	17.60	0.30	3.90	35.10	23.60	84.20	10.70	9.50	0.30	0.10	1.20	6.20	1.10	0.10	34.30
KE-3	6.70	3.00	0.10	0.10	27.50	13.20	18.20	0.50	0.70	0.10	1.70	1.60	0.90	0.40	43.00
KE-8	7.30	3.20	0.10	0.10	41.30	2.00	20.60	0.80	1.00	0.10	0.80	2.90	4.10	1.00	45.90
KE-9	2.90	3.50	0.30	0.20	49.60	19.70	21.20	0.80	0.70	0.10	1.30	7.10	3.00	0.80	47.60
KE-10	4.70	3.50	0.30	0.60	32.40	20.60	19.00	0.80	1.30	0.10	6.00	1.70	1.50	0.60	38.40
KE-13	27.10	3.90	0.10	3.00	23.10	6.30	26.10	1.70	0.20	0.10	1.80	34.50	3.90	0.60	124.40
KE-16	15.50	0.20	6.50	36.10	14.40	3.90	6.30	8.40	0.10	0.10	1.20	13.10	2.00	0.30	23.70
KE-18	17.70	0.10	4.20	37.70	24.60	6.20	8.40	10.40	0.20	0.10	2.80	1.20	1.40	0.20	25.00
KE-21	9.10	0.40	8.20	36.40	19.10	0.10	12.30	8.70	0.30	0.10	1.60	2.00	2.00	0.30	26.50
KE-22	29.20	3.80	0.10	0.10	42.20	56.50	16.20	0.60	1.50	0.10	3.50	2.40	0.90	1.00	12.50
KE-23	16.50	0.20	3.60	33.20	23.40	83.90	10.40	9.20	0.20	0.10	1.10	6.10	1.20	0.20	33.50
KE-24	6.80	2.90	0.10	0.20	26.50	13.60	17.20	0.40	0.60	0.10	1.80	1.50	0.80	0.30	44.90
KE-25	7.20	3.10	0.10	0.10	40.80	3.10	19.90	0.70	1.10	0.10	0.90	2.80	3.50	0.90	46.10
KE-26	3.10	3.40	0.20	0.50	48.20	18.50	20.60	0.80	0.80	0.10	1.20	6.90	2.80	0.80	39.20
KE-27	4.80	3.30	0.30	33.50	33.10	21.20	18.20	1.10	1.20	0.10	5.90	1.60	1.40	0.60	28.90
KE-28	25.00	3.80	5.20	36.40	23.40	6.40	25.80	8.50	0.30	0.10	1.80	14.50	3.40	0.50	24.30
KE-29	14.20	2.20	2.40	14.90	29.90	21.40	16.00	4.20	0.60	0.10	2.20	7.30	2.10	0.50	42.30
MİN	2.90	0.10	0.10	0.10	14.40	0.10	6.30	0.40	0.10	0.10	0.80	1.20	0.80	0.10	12.40
MAX	33.80	3.90	8.20	37.70	49.60	84.20	26.10	10.40	1.60	0.10	6.00	34.50	4.10	1.10	124.40
ORT	13.84	2.48	1.99	14.91	31.47	24.35	16.89	3.77	0.71	0.10	2.24	6.44	2.06	0.57	38.49

Tablo 2. Çalışma alanından alınan cevher örneklerinin element değerleri (ppm).

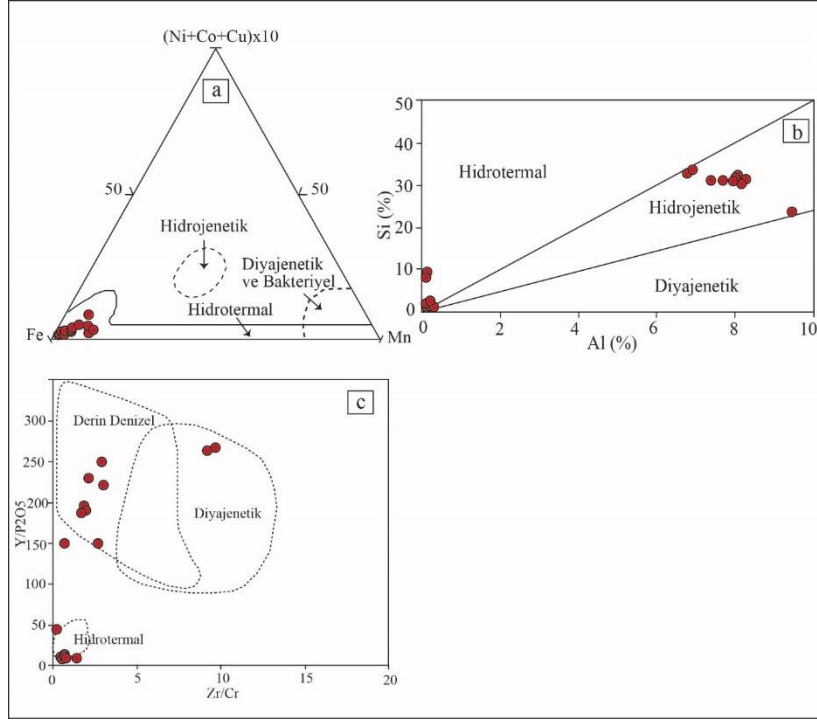
ppm	Ba	Cr	Cs	Nb	Pb	Rb	Sr	Ta	Zr	Hf	Sc	Th	U	Co/Ni	V/ (V+Ni)
KE-1	776.60	4.90	2.10	17.9	41.80	170.6	139.8	4.00	46.90	1.60	4.20	35.60	4.10	17.32	0.83
KE-2	20.80	11.20	2.10	0.90	75.90	24.50	3.40	0.50	8.70	0.30	1.70	0.40	2.10	3.81	0.85
KE-3	1315.60	9.80	2.30	13.7	9.10	141.7	336.9	2.30	17.90	0.70	8.00	21.10	4.00	17.19	0.96
KE-8	1505.20	8.90	4.10	15.6	24.50	160.0	346.2	2.90	22.90	1.00	9.00	21.90	2.30	14.24	0.94
KE-9	1013.80	10.20	4.30	15.50	21.70	120.7	332.3	3.20	20.00	0.70	9.30	20.00	2.90	6.99	0.87
KE-10	1342.80	10.20	2.10	19.00	12.20	218.7	229.2	2.30	29.30	1.30	9.30	17.70	3.10	19.06	0.96
KE-13	333.30	80.70	4.10	30.80	11.90	141.4	73.70	1.90	5.70	0.20	14.90	13.70	0.40	0.67	0.78
KE-16	5.60	8.20	0.20	0.40	72.50	15.40	2.30	0.20	4.90	0.10	1.60	0.20	0.40	1.10	0.64
KE-18	104.80	10.80	1.40	0.40	79.20	46.60	9.60	0.70	6.70	0.20	1.60	0.10	2.10	20.50	0.95
KE-21	5.20	8.50	0.70	1.00	80.50	16.50	1.50	0.30	11.60	0.30	1.40	0.10	0.50	9.55	0.93
KE-22	780.20	5.10	1.90	16.80	40.90	169.2	138.2	3.90	46.80	1.50	4.30	32.20	3.80	17.58	0.84
KE-23	25.00	11.50	1.80	1.10	74.20	25.10	3.80	0.60	8.60	0.20	1.80	0.50	2.30	3.84	0.85
KE-24	1401.60	10.20	2.20	12.90	8.90	140.5	335.2	2.40	17.80	0.60	7.90	20.40	3.90	17.67	0.97
KE-25	1510.20	8.80	4.00	15.50	23.20	158.9	345.2	2.80	22.50	0.90	8.50	19.80	2.20	14.57	0.94
KE-26	1015.80	10.10	4.20	15.30	20.90	119.9	333.6	3.10	19.90	0.60	9.20	20.10	2.80	6.99	0.85
KE-27	1358.90	9.80	2.20	18.10	13.10	219.5	226.3	2.20	28.80	1.20	13.90	16.80	3.00	20.69	0.95
KE-28	280.60	8.20	0.60	25.50	12.10	139.0	72.50	1.80	6.10	0.20	1.70	13.60	0.50	1.61	0.63
KE-29	19.40	9.50	1.30	0.90	70.50	17.30	2.50	0.20	4.80	0.10	1.30	0.30	0.30	4.10	0.85
MİN	5.20	4.90	0.20	0.40	8.90	15.40	1.50	0.20	4.80	0.10	1.30	0.10	0.30	0.67	0.63
MAX	1510.20	80.70	4.30	30.80	80.50	219.5	346.2	4.00	46.90	1.60	14.90	35.60	4.10	20.69	0.97
ORT	711.97	13.14	2.31	11.61	38.51	113.64	162.9	1.96	18.33	0.65	6.09	14.14	2.26	10.97	0.87

Çeşitli ana ve eser element ayırım diyagramları, değişik kökenli demir oluşumlarının ayırımı için birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır [15, 19, 25-30]. Bu diyagramlar, hidrotermal (kıtasal ya da denizel) ve hidrojenetik köken arasındaki ayırımı gösterir. Hidrotermal terimi; denizel çevrelerdeki sedimanter-exhalative demir mineralizasyonu ya da kıtasal çevrelerdeki göl ortamı ve jeotermal sulardaki sıcak nokta (hot spring)'lerden direkt olarak depolanan cevherler için kullanılmıştır [19,27,30]. Hidrojenetik terimi ise deniz suyundan çözünen malzemenin adsorplanması ya da yavaş çökelişi ile oluşan cevherler için kullanılır. Fe-(Ni+Co+Cu) \times 10-Mn üçgen diyagramında çalışma alanından alınan cevher örneklerinin jeokimyasal verileri yerleştirilmiştir (Şekil 7a). Buna göre örneklerin tamamı hidrotermal alanda dağılım göstermiştir. Cevher çökelişiminin ortamsal olarak irdelendiği Şekil 7b'deki % Si-Al diyagramında, çok düşük Si ve yüksek Al konsantrasyonlarına sahip örneklerin yarısının hidrotermal yarısının ise hidrojenetik alanda dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Karasal birimlerin günlenmesi sonucu açığa çıkan detritik kökenli demir, deniz suyuna kaynak teşkil edebilir. Ana, eser ve nadir toprak elementleri arasındaki ilişkiler, ana kayacının denizel ortamda çökmesi sırasında (detritik) demirin kısmen suda çözünerek kısmen de ilksel cevher formunu koruyarak ortama taşındığını göstermektedir. Bu şekilde sulu ortamlarda çökelen cevherler hidrojenetik olarak tanımlanır [31]. Zr/Cr-Y/P₂O₅ diyagramında ise 8 örneğin derin denizel alanda, 2 örneğin diyajenetik ve 8 örneğin de hidrotermal alanda dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 7c). Bunların yanında Ti+V değerinin Al+Mn ve Ni/(Cr+Mn) değerlerine göre çizilen grafikler ile de cevherleşmenin kökeni ile ilgili yorumlar yapılmıştır. Bu grafiklere göre cevher örneklerinin hemen hemen tamamının skarn alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 8a,b).

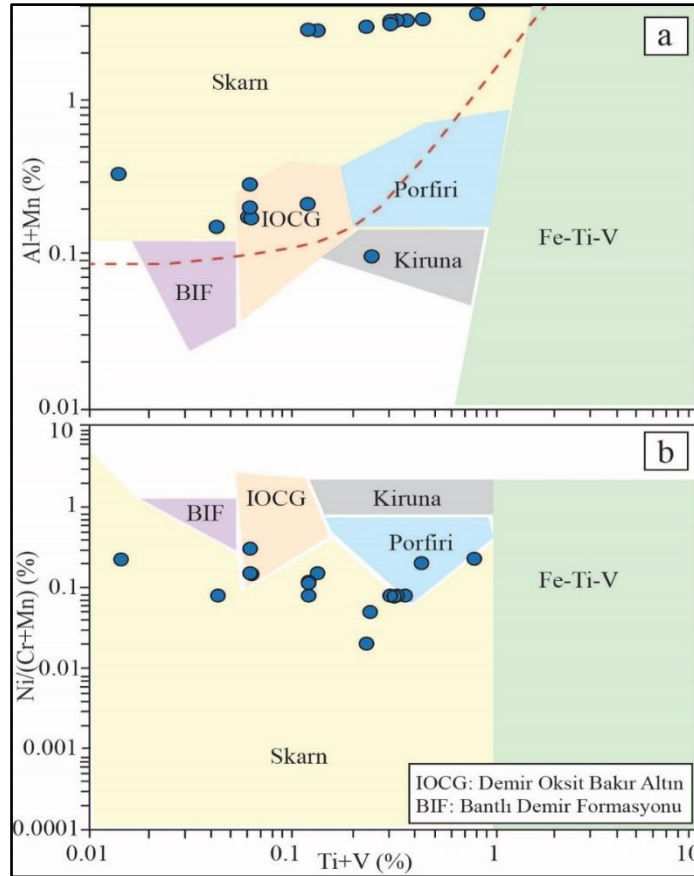
4.3. Nadir Toprak Element (NTE) Jeokimyası

Jeokimyasal değerlendirme yapmak için çalışma alanından alınan cevher örneklerinin NTE içeriklerinden yararlanılmıştır. 18 adet cevher örneği kökensel değerlendirmeler için analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur. Yapılan analize göre cevher örneklerinin Σ NTE değerleri 2.40-271 ppm ve ortalama 142.86 ppm değerlerindedir. Bu Σ NTE değerleri, cevherleşmenin hidrotermal yataklarla uyumlu olduğunu gösterirken (e.g., Northeast Pacific Ocean Baby Bare Deposit; NTE= 20.6–249.6ppm [17]), hidrojenetik (hydrogenous) yataklardaki değerine göre ise (e.g., Hazara deposit; Σ NTE= 791ppm; [29]) oldukça düşük kalmaktadır. Hidrotermal yatakların Σ NTE içeriğinin hidrojenetik yataklara göre daha düşük olduğu bilinmekte [26] ve hidrotermal oksit yataklarının Σ NTE değerleri daha geniş bir aralık sunmaktadır [23,34]. Çalışma alanındaki cevher örneklerinde HNTE (Hafif Nadir Toprak Element) oranı 1.00-244.10 ppm ve ortalama 108.91ppm, ANTE (Ağır Nadir Toprak Element) oranları 1.40-75.20 ve ortalama 33.95ppm değerlerini verirken HNTE/ANTE oranları ise 0.68-9.07 ve ortalama 2.85 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler HNTE değerlerinin,

ANTE değerlerine göre zenginleştiğini göstermektedir. Bu oran, cevher içeren hidrotermal çözeltilerdeki HNTE'nin ANTE'ye göre daha duraylı olmasından dolayı öncelikli olarak zenginleştiğini ifade eder [35,36]. Dolayısıyla çalışma alanındaki cevher oluşumlarında hidrotermal çözeltilerin önemli rol aldığı sonucuna varılabilir.

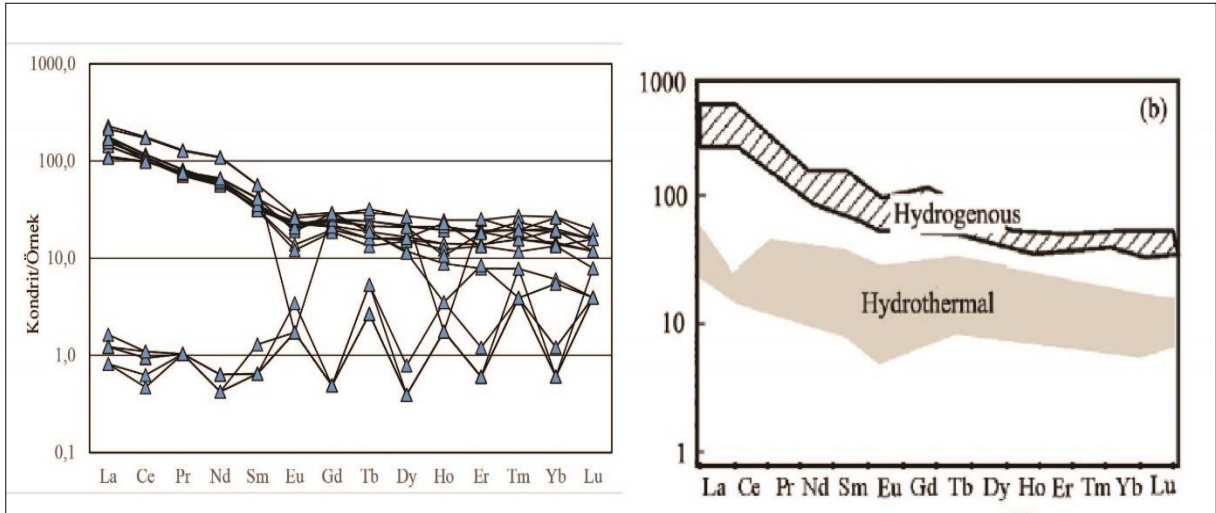


Şekil 7. Çalışma alanındaki cevher örneklerine ait değişim diyagramı. a.) Fe-(Ni+Co+Cu)x10-Mn diyagramı [27, 30], b.) Al-Si diyagramı [15, 26, 28], c.) Zr/Cr-Y/P2O5 Diyagramı [32].



Şekil 8. Çalışma alanındaki cevher örneklerine ait değişim diyagramı. a. Ti+V-Al+Mn diyagramı, b. Ti+V-Ni/(Cr+Mn) diyagramı [33].

Bu zenginleşme kondrite göre normalize edilen La_N ve Yb_N ($La_N/Yb_N=3.04$) ile Tb_N ve Yb_N ($Tb_N/Yb_N=2.23$) oranları ile de belirlenmiştir. Bunlarla birlikte Eu ve Ce anomalileri de değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda NTE verileri kondrite göre normalize edilerek spider diyagramı çizilmiştir ve hidrojenetik ve hidrotermal ayrımın yapıldığı desen ile karşılaştırılmıştır (Şekil 9a, b). Burada da görüldüğü gibi hidrojenetik kökenli cevherleşmelerde ΣNTE değerleri daha yüksek iken hidrotermal yataklarda düşüktür. Bunun yanında hidrojenetik yataklarda pozitif, hidrotermal yataklarda ise negatif Ce anomalisi gözlenmektedir. Eu anomalisi ise oluşum ortamına göre değişiklik sunmaktadır. Deniz suyundaki Eu değeri 0.61ppm, hidrotermal yataklarda ise 7ppm değerine yakındır. Ce anomali değişimleri ise deniz suyunda 0.17, kıtasal kabukta ise 1.03 değerine yakındır [37-40]. Çalışma alanındaki demir örneklerindeki Eu anomalisi 0.04-5.78 (ortalama 1.46) aralığında gözlenmektedir. Bunun yanında çizilen spider diyagram, hidrotermal/hidrojenetik ayrımın gösterildiği diyagramla karşılaştırıldığında da görüldüğü gibi çalışma alanından alınan örneklerde iki farklı cevher oluşumunun varlığı dikkat çekmektedir. Ayrıca Eu verileri hem pozitif hem de negatif anomali sunmaktadır. Anomali değeri $Eu^*=Eu_N/[2/3Sm_N+1/3Gd_N]$ ile hesaplandığında 6 örneğin yüksek pozitif anomali sunduğu, 12 örneğin ise negatif anomali sunduğu görülmektedir. Negatif Eu anomalisi, kıtasal kabuktan kirlenmeye ve/veya sediman katkısı ile dehidratasyonu [41,42], ayrıca düşük sıcaklıklı ve oksitleyici hidrotermal suların varlığını işaret eder. Pozitif Eu anomalisi ise hidrotermal bir oluşumun göstergesidir [43-45], Ce anomalisi ise Eu anomalisine göre daha karmaşıktır. Ce anomalisi değeri çalışma alanındaki örneklerde 0.35-0.47 (ortalama 0.43) aralığındadır. La'nın davranışına göre Ce anomalisi de etkilenir. Örneğin La'nın zenginleşmesi ile birlikte Ce tüketilmesinin varlığı cevherleşmedeki modern deniz suyunun varlığına işaret ederken bunun yanında pozitif La anomalisinin hidrotermal Fe yatakları için de gösterge olduğu belirtilmiştir. La zenginleşmesi bazı durumlarda yalancı negatif Ce* anomalisine yol açabilmektedir. Bunu için iki farklı hesaplama ile Ce* anomalisi belirlenmiştir. $Ce^*=Ce_N/[2/3La_N+1/3Pr_N]$ ve $Pr^*=Pr_N/(Ce_N \times Nd_N)/2$ hesaplamaları yapılmıştır (Tablo 3). Ce* hesaplamalarında 18 örnekte 4'ü pozitif, 14'ü negatif anomalisi desteklemektedir (0.35-0.47 ve ortalama 0.43). Pr* hesaplaması sonucunda 6 örnekte pozitif, 12 örnekte negatif anomali Ce* negatif anomali hesaplamalarını destekler niteliktedir (Tablo 3). Ce_{anom} verileri ise $Ce_{anom} = \log(3Ce_N/(2La_N+Nd_N))$ formülü ile hesaplanmıştır [46]. $Ce_{anom} > -0.1$ ise pozitif Ce anomalisinden ve sediman su kütlelerinin anoksik bir karakter gösterdiğinden bahsedilebilirken, $Ce_{anom} < -0.1$ ise, negatif Ce anomalisinden ve sediman su kütlelerinin oksik bir ortamda olduğu söylenebilir [41,46,47]. Çalışma alanındaki veriler dikkate alındığında örneklerin tamamının -0.1'den küçük değerler gösterdiği ve cevherleşmenin oksik şartlarda gerçekleştiği söylenebilir (Tablo 3). Hidrotermal çözeltilerin Y/Ho oranı, kondrite yakın değerlerde iken (27.00), bu oran deniz suyunda daha yüksektir (>44.00) [48]. Kıvrıntılı malzemenin (karasal) (asidik ve bazik) girmesi ile Y/Ho oranında düşüş gözlenmektedir [49]. Cevher örneklerindeki Y/Ho oranı 37.62 olarak belirlenmiştir. Bu oran, hidrotermal çözeltilere göre yüksek değerler sunarken oluşumda hidrotermal bir kaynak ile karasal kökenli bir ortamın varlığından bahsedilebilir (Tablo 3).



Şekil 9 a. Cevher örneklerinin kondrite göre normalize edilmiş spider diyagramı (Normalize değerler [50]'den alınmıştır). b. Hidrojenetik [51] ve hidrotermal [52] alanları gösteren diyagram.

Tablo 3. Çalışma alanından alınan cevher örneklerinin NTE değerleri (ppm).

Örnek ppm	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣNTE	HNTE/ ANTE	Ce*	Pr*	Ce _{anom}	Eu*	LaN/YbN	Y/Ho	Tb/Yb
KE-1	43.50	74.80	7.90	29.10	4.90	0.80	4.00	0.60	3.90	0.80	2.30	0.40	2.40	0.30	26.80	202.50	3.88	0.47	0.01	-0.31	0.50	5.64	33.50	1.10
KE-2	0.40	0.70	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.80	3.40	1.00	0.44	1.31	-0.32	2.89	0.86	8.00	2.20
KE-3	35.30	65.40	6.90	27.60	5.10	1.30	5.00	0.90	5.50	1.10	3.20	0.50	3.30	0.40	38.90	200.40	2.41	0.46	0.01	-0.32	0.74	3.58	35.36	1.20
KE-6	39.50	70.60	7.20	28.10	4.90	1.40	4.40	0.70	4.20	0.80	2.30	0.40	2.30	0.30	29.20	196.30	3.40	0.47	0.01	-0.31	0.85	5.36	36.50	1.34
KE-9	42.10	64.30	7.50	30.30	5.50	1.30	5.20	0.90	5.40	1.10	3.10	0.50	3.10	0.40	37.90	208.60	2.62	0.47	0.01	-0.31	0.69	4.14	34.45	1.28
KE-10	27.40	63.30	7.50	31.60	6.40	1.10	5.90	1.10	6.90	1.40	4.10	0.70	4.40	0.50	50.20	212.50	1.83	0.43	0.01	-0.35	0.51	2.92	35.86	1.10
KE-13	56.10	113.00	12.50	52.10	8.80	1.60	6.00	0.70	3.00	0.50	1.30	0.20	1.00	0.10	14.10	271.00	9.07	0.45	0.01	-0.33	0.58	21.41	28.20	3.09
KE-16	0.30	0.60	0.10	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.00	3.30	0.83	0.40	1.74	-0.34	2.89	1.71	10.00	4.41
KE-18	0.20	0.30	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.60	2.40	0.71	0.35	3.92	-0.34	2.89	1.71	6.00	4.41
KE-21	0.20	0.40	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.80	2.70	0.69	0.35	3.92	-0.34	2.89	1.71	8.00	4.41
KE-22	42.30	73.90	7.80	28.80	4.80	0.70	3.80	0.50	3.80	0.70	2.20	0.30	2.20	0.20	26.50	198.50	3.94	0.47	0.01	-0.31	0.45	6.07	37.86	1.00
KE-23	0.30	0.60	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.90	3.70	0.68	0.40	2.61	-0.31	1.68	0.86	4.50	4.41
KE-24	34.80	64.80	6.80	26.50	5.20	1.20	4.90	0.80	5.40	1.20	3.10	0.40	3.20	0.30	37.50	196.10	2.45	0.46	0.01	-0.32	0.68	3.64	31.25	1.10
KE-25	38.20	69.70	7.10	28.20	4.80	1.30	4.30	0.60	4.10	1.30	2.20	0.50	2.20	0.40	28.20	193.10	3.41	0.47	0.01	-0.32	0.81	5.53	21.69	1.20
KE-26	41.20	64.10	7.40	29.40	5.40	1.20	5.10	0.80	5.30	0.60	3.00	0.60	3.20	0.30	37.50	205.10	2.64	0.47	0.01	-0.31	0.65	3.96	62.50	1.10
KE-27	26.30	62.50	7.30	31.20	6.30	1.50	5.70	1.20	6.80	0.10	4.20	0.50	4.30	0.40	49.50	207.80	1.86	0.43	0.01	-0.36	0.71	2.91	495.00	1.23
KE-28	52.30	109.90	12.20	51.30	8.70	0.10	5.90	0.70	2.90	0.20	1.40	0.10	0.90	0.10	13.70	260.40	9.05	0.44	0.01	-0.34	0.04	23.22	68.50	3.43
KE-29	0.30	0.70	0.10	0.30	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.90	3.70	0.85	0.40	1.74	-0.34	5.78	1.71	9.00	8.82
MİN	0.20	0.30	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.60	2.40	0.68	0.35	0.01	-0.36	0.04	0.86	6.00	24.00
MAX	56.10	113.00	12.50	52.10	8.80	1.60	6.00	1.20	6.90	1.40	4.20	0.70	4.40	0.50	50.20	271.00	9.07	0.47	3.92	-0.31	5.78	23.22	35.86	64.52
ORT	26.71	49.98	5.48	21.98	3.97	0.79	3.38	0.57	3.22	0.58	1.84	0.32	1.85	0.24	21.94	142.86	2.85	0.43	0.85	-0.33	1.46	5.39	37.62	77.69

$$Ce^* = Ce_N / [2/3La_N + 1/3Pr_N]$$

$$Eu^* = Eu_{norm} / [2/3Sm_{norm} + 1/3Gd_{norm}]$$

$$\sum HNTE = La + Ce + Pr + Nd + Sm + Eu$$

$$\sum ANTE = Gd + Tb + Dy + Ho + Er + Tm + Yb + Lu$$

$$Pr^* = Pr_N / (Ce_N \times Nd_N)^{1/2}$$

$$Ce_{anom} = \log [3x Ce_N / (2x La_N + Nd_N)]$$

5. SONUÇLAR

İnceleme alanı Kütahya ili Emet ilçesi Güldüren Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgedeki cevher parajenezi temel olarak manyetit ve hematit oluşurken daha az oranda da göt ve pirit gözlenmiştir. Gang ise kuarstan oluşmaktadır.

Çalışma alanında yer alan Eğrigöz graniti de dahil olmak üzere Batı Anadolu'da yer alan genç magmatik ürünlerin önemli bir kısmı, Neotetis'in bu dönemdeki kapanımı ve kıta-kıta çarpışması sonucu gelişmiştir. Bölgenin hemen kuzeyinde yer alan ofiyolitlerden ve yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmlerinden oluşan Tavşanlı Zonu, Neotetis'in bu kapanımı ve çarpışma sonundaki bindirmelerle oluşmuştur [53, 54]. Bunun yanında Eğrigöz plütunu ve çevresindeki plütunların Neotetis'in kapanımına ve Pontit ile Anatolit-Torit Bloğu'nun çarpışmasına bağlı olarak geliştiğini ve Eğrigöz plütununun kalkalkali monzogranit bileşimli ve yaşının 20-24.6My arasında olduğunu belirtmiştir.

Jeokimyasal yorumlamalar için çalışma alanındaki cevher örneklerinin ana oksit, eser element ve NTE içerikleri değerlendirilmiştir. Bunların yanında arazi gözlemleri, cevher parajenezi ve minerallerde gözlenen yapı-doku verilerine göre çalışma alanındaki cevherleşmenin Eğrigöz granitoidi ile rekristalize kireçtaşı arasında gelişen kontakt metasomatik bir oluşum olduğu sonucuna varılabilir. Nitekim önceki çalışmalarda Eğrigöz granitoidinin kuzeyinde Karataş tepe cevherleşmesinin hidrotermal tipi cevherleşme olarak belirtilirken Eğrigöz granitoidinin kuzeyinde ve güneyinde gözlenen diğer tüm demir cevherleşmeleri de skarn olarak tanımlanmıştır. Arazide damar şeklinde gözlenen cevherleşmelerin varlığı, jeokimyasal veriler, çizilen grafiklerdeki sonuçlar ve mineral parajenezi çalışma alanındaki demir oluşumlarının hem skarn hem de hidrotermal olmak üzere iki farklı kökeni düşündürmekte ve daha önceki çalışmalarla uyumlu olduğunu göstermektedir.

Yazar Katkıları

Nursel ÖKSÜZ %40, Özge KABCUK %30, Mehmet SAVAŞ %20, İsmail KOÇAK %10

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu makale Bozok Üniversitesi Araştırma Fonu Müdürlüğü tarafından desteklenen 6601-FBE/19-338 nolu ve "Güldüren (Emet-Kütahya) Bölgesindeki Demir Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Genetik Açısından İncelenmesi" isimli projenin bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazar araştırmayı destekleyen Bozok Üniversitesi Araştırma Fonu Birimi'ne teşekkürlerini sunar.

KAYNAKÇA

- [1] A. Hasözbeke, E. Akay, B. Erdoğan, M. Satır, W. Siebel "Early Miocene Granite Formation by Detachment Tectonics or Not? A Case Study from the Northern Menderes Massif (Western Turkey)", *Journal of Geodynamics*, vol. 50, pp. 67–80 2010
- [2] T. Oyman, İ. Özgenç, M. Tokçaer, M. Akbulut "Petrology, geochemistry, and evolution of the iron skarns along the northern contact of the Eriğöz Plutonic Complex, Western Anatolia, Turkey", *Turkish Journal of Earth Sciences*, vol. 21, pp. 1–41 2012
- [3] E. Gürçan "Eğrigöz ve Koyunoba Plütunları (Simav-Kütahya) Çevresindeki Pb-Zn-(Ag) Yataklarının Jeolojisi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 413s. 2018
- [4] Ö. Albayrak "Eğrigöz Masifi Kuzey ve Batı Kesimi (Tavşanlı-Kütahya) Polimetalik Cevherleşmelerinin Genetik İncelenmesi ve Jeodinamik Ortam Koşullarının Tanımlanması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 90s. 2003
- [5] O.G. Uğurcan "Kalkan ve Karaağıl (Simav-Kütahya) Skarn Tipi Demir Yataklarının Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 216s. 2012
- [6] H. Elibol, İ. Alan, V. Balcı, N. Böke, M. Soyaklı "Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi. 1/100.000 ölçekli Kütahya-J22 Paftası", *Jeoloji Etütleri Dairesi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, ANKARA* No: 249 2018
- [7] I. S. Carmichael, M.S. Ghiorso "Oxidation-reduction Relations in Basic Magma: a Case for Homogeneous Equilibria", *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 78, no. 2–3, pp. 200–210 1986
- [8] A. Çağatay "Maden Mikroskopisi", *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, no. 72 1979
- [9] C. Van Der Zee, D.R. Roberts, D.G Rancourt, C. P. Slomp "Nanogoethite is the dominant reactive oxyhydroxide phase in lake and marine sediments", *Geology*, vol. 31, no. 11, pp. 993–996 2003
- [10] P. Larese-Casanova, S.B. Haderlein, A. Kappler "Biomining of Lepidocrocite and Goethite by Nitrate-Reducing Fe(II)-Oxidizing Bacteria: Effect of pH, Bicarbonate, Phosphate, and Humic Acids"

- Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 74, no. 13, pp. 3721–3734 2010
- [11] K.I. Hayashi, H. Fujisawa, H.D. Holland, H. Ohmoto “Geochemistry of 1.9 Ga Sedimentary Rocks from Northeastern Labrador, Canada” *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 61, no. 19, pp. 4115–4137 1997
- [12] K. Sugitani, Y. Horuchi, M. Adachi, R. Sugisak “Anomalously Low Al₂O₃/TiO₂ Values for Archean Cherts from the Pilbara Block, Western Australia-Possible Evidence for Extensive Chemical Weathering on the Early Earth” *Precambrian Research*, vol. 80, no. 1–2, pp. 49–76 1996
- [13] F. Delian, S. Dasgupta, B.R. Bolton, H. Hariya, H. Momoi, L. Jiaju, S. Roy “Mineralogy and Chemistry of the Proterozoic Wafangzi Ferromanganese Deposit, China” *Economic Geology*, vol. 87, pp. 1430–1440 1992
- [14] A. Fernández, M.C. Moro “Origin and Depositional Environment of Ordovician Stratiform Iron Mineralization from Zamora (NW Iberian Peninsula)” *Mineralium Deposita*, vol. 33, no. 6, pp. 606–619 1998
- [15] J.R. Toth “Deposition of Submarine Crusts Rich in Manganese and Iron” *Geological Society of America Bulletin*, vol. 91, pp. 44–54 1980
- [16] J. Nayan, J. Rongfen, W. Ziyu “Permian Palaeogeography and Geochemical Environment in Lower Yangtze Region, China” *Petroleum Industry Press, Beijing*, p. 206. 1994
- [17] X. Jiancheng, Y. Xiaoyong, D. Jianguo “Geochemical Characteristics of Sedimentary Manganese Deposit of Guichi, Anhui Province, China” *Journal of Earths*, vol. 24, pp. 374–380 2006
- [18] L. Marynowski, M. Zatoń, M. Rakociński, P. Filipiak, S. Kurkiewicz, T.J. Pearce. “Deciphering the Upper Famennian Hangenberg Black Shale Depositional Environments Based on Multi-proxy Record.” *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 346, pp. 66–86. 2012
- [19] K. Nicholson “Genetic Types of Manganese Oxide Deposit in Scotland: Indicators of Paleo-Ocean-Spreading Rate and a Devonian Geochemical Mobility Boundary” *Economic Geology*, vol. 87, pp. 1301–1309 1992
- [20] S. Metz, J. Trefry “Chemical and Mineralogical Influences on Concentrations of Trace Metals in Hydrothermal Fluids” *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 64, no. 13, pp. 2267–2279 2013
- [21] C. Wohlgemuth-Ueberwasser, F. Viliolen, S. Petersen, C. Vorster “Distribution and solubility Limits of Trace Elements in Hydrothermal Black Smoker Sulfides: An in-situ LA-ICP-MS study.” *gca*, vol. 159, pp. 16–41 2015
- [22] J.R. Hein, M.S. Schulz, R.E. Dunham, R.J. Stern, S.H. Bloomer “Diffuse Flow Hydrothermal Manganese Mineralization Along the Active Mariana and Southern Izu-Bonin Arc System, Western Pacific” *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 113(B8) 2008
- [23] A. Şaşmaz, B. Turkyilmaz, N. Öztürk, F. Yavuz, M. Kumral “Geology and Geochemistry of Middle Eocene Maden Complex Ferromanganese Deposits from Elazığ-Malatya Region, Eastern, Turkey” *Ore Geology Reviews*, vol. 56, pp. 352–372 2014
- [24] R. Del Rio Salas, J. Ruiz, I. Ochoa-Landín, O. Noriega, F. Barra, D. Meza-Figueroa, F. Pazmoreno “Geology, Geochemistry and Re-Os systematics of Manganese Deposits from the Santa Rosalía Basin and Adjacent Areas in Baja California Sur, México” *Mineralium Deposita*, vol. 43, no. 4, pp. 467–482 2008
- [25] M. Adachi, K. Yamamoto, R. Sugisaki. “Hydrothermal Cherts and Associated Siliceous Rocks From the Northern Pacific: Their geological significance as indication of ocean ridge activity.” *Sediment Geology*, vol. 47, pp. 12–148 1986
- [26] J.H. Choi, Y. Hariya “Geochemistry and Depositional Environment of Mn Oxide Deposits in the Tokoro Belt, Northeastern Hokkaido, Japan” *Economic Geology*, vol. 87, pp. 1265–1274 1992
- [27] D.A. Crerar, J. Namson, M.S. Chyi, L. Williams, M.D. Feigenson “Manganiferous Cherts of the Franciscan Assemblage: I. General Geology, Ancient and Modern Analogues, and Implications for Hydrothermal Convection at Oceanic Spreading Centers.” *Economic Geology*, vol. 77, pp. 519–540 1982
- [28] T. Peters “Geochemistry of Manganese-bearing Cherts Associated with Alpine Ophiolites and the Hawasina Formations in Oman” *Marine Geology*, vol. 84, no. 3-4, pp. 229– 238 1988
- [29] M.T. Shah, C.J. Moon “Manganese And Ferromanganese Ores From Different Tectonic Settings. In The NW Himalayas, Pakistan” *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 29, pp. 455–465 2007
- [30] E. Bonatti, T. Kraemer, & H. Rydel. “Classification and genesis of submarine iron-manganese deposits.” In D. R. Horn (Ed.), *Ferromanganese deposits on the ocean floor* (pp. 149–166). National Science Foundation. 1972
- [31] E. Varol. “Akdağ (Divriği-Sivas) Demir Yatağının Oluşumunun Mineralojik, Jeokimyasal Ve İzotopik Bulgular Yardımıyla İncelenmesi” *Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara*, 139s, 2014
- [32] Wonder, J. D., Spry, P. G., Windom, K. E. “Geochemistry and origin of manganese-rich rocks related to iron-formation and sulfide deposits, western Georgia.” *Economic Geology*, 83(5), 1070-1081 1988
- [33] Dupuis, C., Beaudoin, G. “Discriminant diagrams for iron oxide trace element fingerprinting of mineral deposit types.” *Mineralium Deposita*, vol. 46, pp. 319–335 2011
- [34] R.A. Mills, D. Wells, S. Roberts “Genesis of Ferromanganese Crusts from the TAG

- Hydrothermal Field” *Chemical Geology*, vol. 176, no. 3–293 2001
- [35] D.E. Ruhlin, R.M. Owen “The Rare Earth Element Geochemistry of Hydrothermal Sediments from the East Pasific Rice: Examination of a Seawater Scavenging Mechanism”. *Geochimica et Cosmochimica Acta* vol. 50, pp. 393–400 1986
- [36] A. Zarasvandi, D. Lentz, M. Rezai, H. Pourkaseb “Genesis of the Nasirabad Manganese Occurrence, Fars Province, Iran: Geochemical Evidences” *Chemie der Erde*, vol. 73, pp. 495–508 2013
- [37] A. Danielson, P. Möller, P. Dulski “The Europium Anomalies in Banded Iron Formations and the Thermal History of the Oceanic Crust” *Chemical Geology*, vol. 97, pp. 89–100 1992
- [38] C. Manikyamba, S.M. Naqvi “Geochemistry of Fe-Mn Formations of the Archean Sandur Schist Belt, India -- Mixing of Clastic and Chemical Processes at a Shallow Shelf” *Precambrian Research*, vol. 72, pp. 69–95 1995
- [39] P. Mishra, B.K. Mohapatra, P.P. Singh “Mode of Occurrence and Characteristics of Mn-Ore Bodies in Iron Ore Group of Rocks, North Orissa, India and Its Significance in Resource Evaluation” *Resource Geology*, vol. 56, pp. 55–64 2006
- [40] T. Moriyama, M.K. Panigrahi, D. Pandit, Y. Watanabe “Rare Earth Element Enrichment in Late Archean Manganese Deposits from the Iron Ore Group, East India” *Resource Geology*, vol. 58, pp. 402–413 2008
- [41] N. Öksüz “Geochemical characteristics of the Eymir (Sorgun-Yozgat) manganese deposit, Turkey” *Journal of Rare Earths*, vol. 29, no. 3, pp. 287–296 2011
- [42] S. Sun, W.F. McDonough “Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. Eds. *Magmatism in Ocean Basins.*” London Geol. Soc. Spec. Publ., pp. 313–345 1989
- [43] C. Ilouga, C.E. Suh, G.R. Tanwi “Textures and Rare Earth Elements Composition of Banded Iron Formations (BIF) at Njweng Prospect, Mbalam Iron Ore District, Southern Cameroon” *International Journal of Geosciences*, vol. 4, pp. 146–165 2013
- [44] R.F. Dymek, C. Klein “Chemistry, Petrology and Origin of Banded Iron-Formation Lithologies from the 3800 MA Isua Supracrustal Belt, West Greenland.” *Precambrian Research*, vol. 39, pp. 247–302 1988
- [45] C. Klein, N.J. Beukes “Time Distribution, Stratigraphy and Sedimentologic Setting and Geochemistry of Precambrian Iron Formation. In: Schopf, J.W. and Klein, C., Eds. *The Proterozoic Biosphere: A Multidisciplinary Study*” Cambridge University Press, New York, pp. 139–146. 1992
- [46] J. Wright, H. Schrader, W.T. Holser “Paleoredox Variations in Ancient Oceans Recorded by Rare-Earth Elements in Fossil Apatite” *Geochim Cosmochim Acta*, vol. 51, pp. 631–644 1987
- [47] İ. Koçak “Geochemistry of the Igdekoy-Doğanlar Na-Ca Borate Deposit, Emet Province (Western Anatolia, Turkey)” *Geological Quarterly*, vol. 64, no. 3, pp. 807–817 2020
- [48] M. Bau, P. Dulski “Comparing yttrium and rare earths in hydrothermal fluids from the mid-atlantic ridge: Implications for Y and REE behaviour during near-vent mixing and for the Y/Ho ratio of proterozoic seawater” *Chemical Geology*, vol. 15, no. 1–2, pp. 77–90 1999
- [49] R. Bolhar, B.S. Kamber, S. Moorbath, C.M. Fedo, M.J. Whitehouse “Characterisation of Early Archaean Chemical Sediments by Trace Element Signatures.” *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 222, no. 1, pp. 43–60 2004
- [50] M.N. Evensen, P. Hamilton, R.K. O’nions “Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochim Cosmochim Acta*, vol. 42, pp. 1199–1212 1978
- [51] U. Von Stackelberg “Growth History of Manganese Nodules and Crusts of the Peru Basin” *Geological Society, London, Special Publications*. vol. 119, pp. 153–176 1997
- [52] A. Usui, M. Someya “Distribution and Composition of Marine Hydrogenetic and Hydrothermal Manganese Deposits in the Northwest Pacific. In: Nicholson, K., Hein, J.R., Buhn, B., Dasgupta, S. (Eds.), *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits*” *Geological Society of London Special Publication*, vol. 119, pp. 177–198 1997
- [53] A.I. Okay “Distribution and Characteristics of the Northwest Turkish Blueschists. *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*” *Geological Society Special Publication* vol. 17, pp. 455–466 1984
- [54] S. Sherlock, S. Kelley, S. Inger, N. Harris, A. Okay “⁴⁰Ar/³⁹Ar and Rb-Sr Geochronology of High Pressure Metamorphism and Exhumation History of the Tavşanlı Zone, NW Turkey” *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol. 137, pp. 46–58 1999