



**MADEN KARMAŞIĞI (ELAZIĞ) İÇERİSİNDEKİ
BARİT OLUŞUMLARININ MİNERALojİK
VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurdan ÇINAR

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

MART-2016

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

**MADEN KARMAŞIĞI (ELAZIĞ) İÇERİSİNDEKİ BARİT OLUŞUMLARININ
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurdan ÇINAR

(122116107)

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Program:

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

Tezin Enstitüyü Veriliş Tarihi: 22.02.2016

MART-2016

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

**MADEN KARMAŞIĞI (ELAZIĞ) İÇERİSİNDEKİ BARİT OLUŞUMLARININ
MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurdan ÇINAR

(.....)

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Program:

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Şubat 2016

Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Mart 2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Özlem ERDEM (Tunceli Üniv.)

Mart-2016

ÖNSÖZ

“Maden Karmaşığı (Elazığ) içerisindeki barit oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri” konulu bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde 2014-2016 tarihleri arasında yüksek lisans çalışması olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından MF.14.34 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Fırat Üniversitesi BAP Birimi çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sırasında desteklerini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’a teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmam sırasında yardım ve desteklerini gördüğüm Arş. Gör. Nevin KONAKÇI’ya, Jeoloji Yük. Müh. Ezgi GÜRGENÇ’e ve tüm bölüm öğretim üye ve elemanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca, Yüksek lisans yapmam için beni teşvik eden, maddi ve manevi olarak beni destekleyen ve her daim yanımda olan Sevgili Eşim Yrd. Doç. Dr. Muhammed ÇINAR’a da teşekkür ederim.

ÖZET

İnceleme alanındaki barit cevherleşmeleri Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı içerisinde yer almaktadırlar. Bölgede, Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfileri, Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri ve Eosen yaşlı Maden Karmaşığı yüzeylemektedir. Yöredeki manganez yatakları, Elazığ çevresinde Koçkale ve Hasanekevleri (Hazar) bölgelerinde, Maden Karmaşığı'na ait kırmızı renkli çamurtaşları bazik volkanikler içerisinde, genellikle damarlar şeklinde, kalınlıkları birkaç cm ile 2 m. arasında değişen kalınlıklarda gözlenmektedir. Cevher, genellikle beyaz renkli ve oldukça masif yapılıdır. Cevherleşmeler başlıca barit, kuvars kalsit ve piritten oluşmaktadır. Cevherleşmelerin ana oksit bileşenleri BaO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ ve CaO şeklinde sıralanmaktadır ve ortalama BaO %54.38 iken, SiO₂ ise %15.10'dur. Cevherleşmelerde BaO, hem diğer ana oksitlerle, hem de iz elementlerle genellikle negatif korelasyonlar göstermektedir. Baritlerin iz element içeriği oldukça düşüktür ve MORB'a göre sadece Sr açısından zenginleşmiştir.

Yöredeki barit cevherleşmelerin Σ NTE içerikleri 4.2-12.7 ppm arasında değişmekte olup, bu örnekleri kondritlere göre normalleştirildiğinde, hafif nadir toprak elementler (HNTE) bakımından zenginleştiği görülmektedir. Yöredeki örnekler, kuvvetli negatif Ce anomalisi ve negatif Eu anomalisi göstermektedir. Örneklerdeki düşük NTE içerikleri, bunların hidrotermal kökenli olabileceğini desteklerken, negatif Ce anomalisi cevherlerin düşük bir redoks potansiyeli altında, iyi oksijenlenmemiş ve durgun bir su içerisinde oluşabileceğini, negatif Eu anomalisi ise cevherin içinde çökeldiği sıvıların sıcaklığının da yüksek olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: GD Anadolu Bindirme Zonu, Maden Karmaşığı, barit, Elazığ.

SUMMARY

Mineralogy and Geochemistry of Barite Mineralizations in Maden Complex (Elazığ)

Barite mineralizations in the study area are located in Elazığ region and on the South Eastern Thrust zone and Middle Eocene Maden Complex. All the deposits are placed in Middle Eocene Maden Complex. Paleozoic Pütürge Metamorphites, Jurassic-Lower Cretaceous Guleman Ophiolites and Eocene Maden Complex are the main geological units in the region. The barite mineralizations occurred as vein bodies which are from a few cm to 2 m thick, in red mudstones and basic volcanic rocks of Maden Complex. The barite ore is generally massive and had white color. The main ore minerals are barite, quartz, calcite and pyrite. The major oxide abundance order of the ores is BaO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ and CaO. Average BaO and SiO₂ contents in ore are between %54.38 and %15.10, respectively. BaO contents of the ores showed negative correlations with other oxides and trace elements. Trace element contents in barite are too low and enriched only Sr in compared to MORB values.

The total REE contents of the barite ores in the study area vary between 4.2 and 12.7 ppm. The chondrite normalized REE patterns show LREE enrichments, strong negative Ce anomalies and negative Eu anomalies. Low REE contents indicate hydrothermal origin, negative Ce anomalies point low Eh conditions under low redox potential and negative Eu anomalies low temperature mineralizing fluids.

Key Words: SE Anatolia Thrust Zone, Maden Complex, barite, Elazığ.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	I
ÖZET	II
SUMMARY	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi.....	1
1.2. Coğrafi Durum.....	1
1.3. Önceki Çalışmalar.....	2
2. GENEL JEOLojİ	8
2.1. Pütürge Metamorfiti (Paleozoyik-Mezozoyik; PMp)	8
2.2. Guleman Ofiyolitleri (Üst Jura-Alt Kretase; JKg).....	11
2.3. Hazar Grubu (Meastrihtiyen-Alt Eosen; KTs)	12
2.4. Maden Karmaşığı (Orta Eosen; KTsm)	13
3. CEVHERLEŞMELER	20
4. CEVHERLEŞMELERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	30
4.1. Ana Oksit Jeokimyası	30
4.2. İz Element Jeokimyası	32
4.3. Nadir Toprak Element Jeokimyası.....	36
5. SONUÇLAR	41
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1.	İnceleme alanının yer bulduru haritası..... 2
Şekil 1.2.	Koçkale ve Hasanekevleri çevresine ait topografik harita..... 3
Şekil 2.1.	Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı ve Maden Karmaşığı'nın bölgedeki yayılımı 9
Şekil 2.2.	Çalışma alanı tektono-stratigrafik dikme kesiti10
Şekil 2.3.	Doğu Toroslar'ın Elazığ çevresindeki jeotektonik evrimi ve Maden Karmaşığı'nın oluşumu.....15
Şekil 2.4.	Maden Karmaşığı'nın GD Anadolu Bindirme kuşağı üzerindeki yayılımı16
Şekil 2.5.	Maden Karmaşığı'na ait spilitik bazaltlardan bir görünüm16
Şekil 2.6.	Bazaltlardaki feno ve ince taneli plajiyoklas kristalleri.....17
Şekil 2.7.	Bazaltlarda olivin ve plajiyoklas latalarının görünümü.....17
Şekil 2.8.	Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları ve kireçtaşlarının arazideki görünümü.18
Şekil 2.9.	Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşlarının arazideki görünümü.....19
Şekil 2.10.	Maden Karmaşığı içerisindeki kireçtaşı bloklarının arazideki görünümü.19
Şekil 3.1.	Koçkale yöresi jeoloji haritası.....22
Şekil 3.2.	Koçkale bölgesindeki barit damarlarının arazideki görünümü23
Şekil 3.3.	Koçkale bölgesindeki barit damarlarının arazideki görünümü23
Şekil 3.4.	Oldukça fazla kırılmış, parçalanmış baritlerin arazideki görünümü.24
Şekil 3.5.	Hasanekevleri bölgesine ait jeoloji haritası.....25
Şekil 3.6.	Hasanekevleri bölgesindeki yoğun olarak ayrılmış denizel volkaniklerin arazideki görünümü.....25
Şekil 3.7.	Hasanekevleri bölgesindeki bazik kayalar içerisindeki barit damarlarının görünümü26
Şekil 3.8.	Hasanekevleri bölgesindeki barit damarlarının görünümü.26
Şekil 3.9.	İri kristalli çubuksu baritlerin mikroskoptaki görünümü (çift nikel).27
Şekil 3.10.	Baritli cevherleşmelerde kalsit tanelerinin mikroskoptaki görüntüsü. Kalsitin tipik ikizlenmeleri açılılarıyla birlikte izlenmektedir.28

Şekil 3.11.	İri barit kristalleri ve arasındaki kuvars tanelerinin mikroskoptaki görüntüsü.....	28
Şekil 3.12.	Çubuksu barit kristalleri ve arasındaki kuvars ve kalsit tanelerinin mikroskoptaki görünümü.....	29
Şekil 3.13.	Pirit minerallerinin mikroskoptaki görüntüleri. Pirit taneleri kenar ve iç kısımları boyunca ornatılmıştır.....	29
Şekil 4.1.	Maden Karmaşığı içerisindeki barit örneklerin ortalama anaoksit değerleri.	30
Şekil 4.2.	Çalışma alanındaki baritlerin iz element içeriklerinin Pearce (1982)'in MORB değerlerine göre normalize edilmiş değerlerine ait diyagram.....	36
Şekil 4.3.	Hasanekevleri ve Koçkale yörelerindeki barit ve mangan örneklerindeki nadir toprak elementlerinin kondritlere göre normalleştirilmiş diyagramı	39
Şekil 5.1.	Çalışma alanındaki baritlerin oluşum modeli.....	42

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1. Koçkale ve Hasanekevleri barit cevherleşmesinin ana oksit analiz sonuçları.....	31
Tablo 4.2. Barit cevherleşmelerindeki anaoksitleri arasındaki korelasyon ilişkisi.....	32
Tablo 4.3. Maden Karmaşığı içerisindeki baritlerin iz element analiz sonuçları.....	35
Tablo 4.4. Maden Karmaşığı içindeki baritlerin nadir toprak element analiz sonuçları.....	37



1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Bu çalışma, Maden Karmaşığı içerisinde yer alan barit oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemek, elde edilen verilerden cevherleşmenin oluşum koşullarını ve özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmalarında barit cevherleşmesi bulunan alanlardan hem cevherli örnekler hem de yan kayaçlardan örnekler alınmıştır. Cevherli zonlardan yapılan ince ve parlak kesitler ile birimlerin petrografik özellikleri ve cevherleşmenin parajenezi belirlenmeye çalışılmıştır.

Alınan yan kayaç ve cevher örneklerinin Kanada Acme laboratuvarında ICP-MS cihazında ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır.

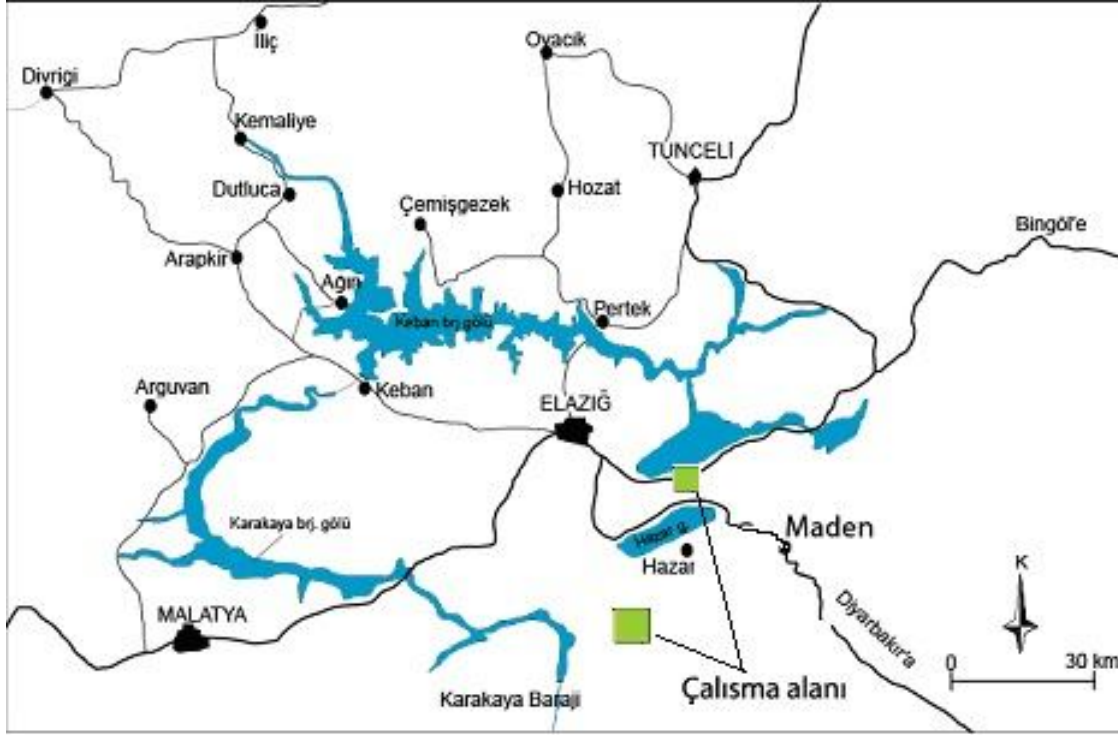
Büro çalışmalarında ise; hem arazi bulguları hem de laboratuvardan elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek, Maden Karmaşığı içerisindeki barit cevherleşmelerinin oluşumu ve kökeni aydınlatılmaya çalışılmıştır.

1.2. Coğrafik Durum

İnceleme alanı Elazığ ili içerisinde iki farklı bölgede bulunmaktadır. Bu bölgeler Koçkale ve Hasanekevleri (Hazar) çevresinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Koçkale Elazığ'a yaklaşık 20 km mesafede, Hasanekevleri ise Elazığ'a yaklaşık 70 km mesafede yer almaktadır.

K42-c3 paftalı haritada Koçkale bölgesinde Koçkale Mahallesi, Hacıhüseyin Mahallesi, Hacikan Deresi, Kurna Deresi yer almaktadır. Bölgede Pahos Tepesi ve Ahmetağa Tepesi bulunmaktadır. L43-a4 paftalı haritada bölgede Hasanekevleri ve Zugurevleri Mahalleleri yer almaktadır. Bölgeden Zerik ve Çoran Deresi geçmektedir. Bölgede bellibaşlı yükseltiler Bisor (1311), Çoran Tepesi (1312), Kervan Tepesi'dir.

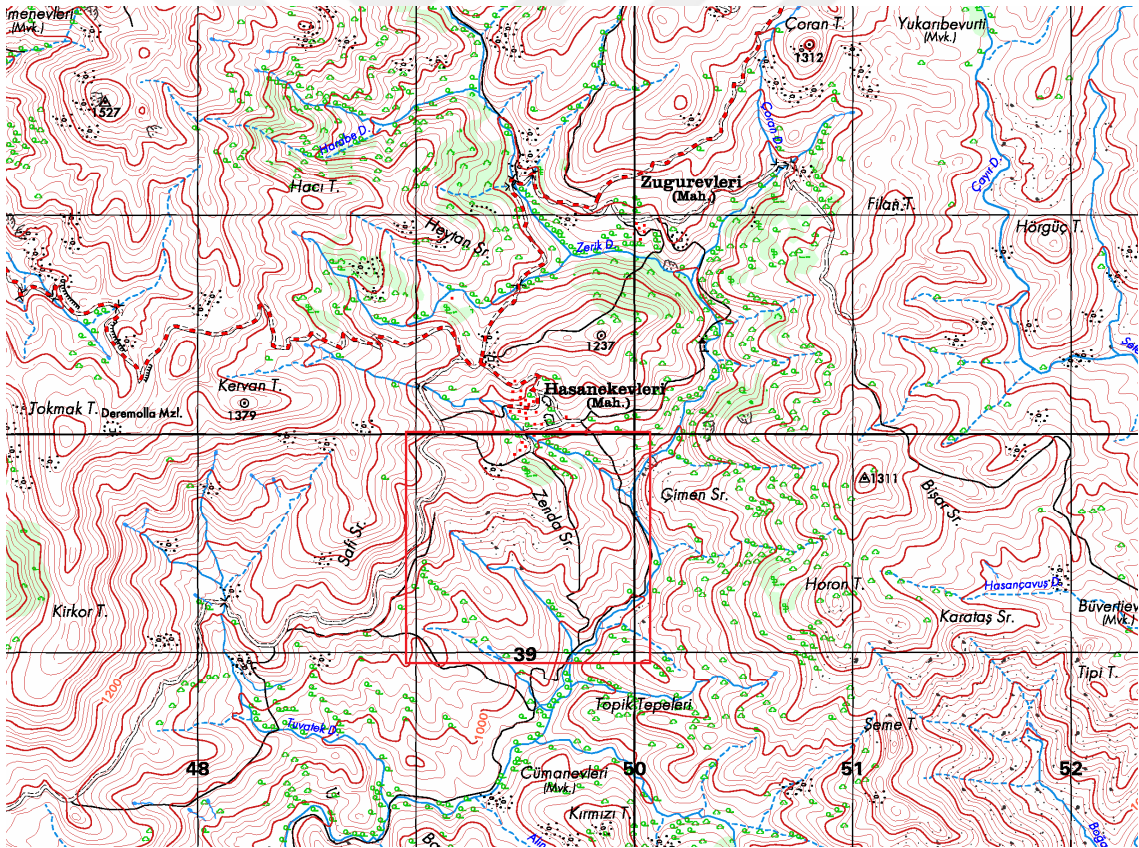
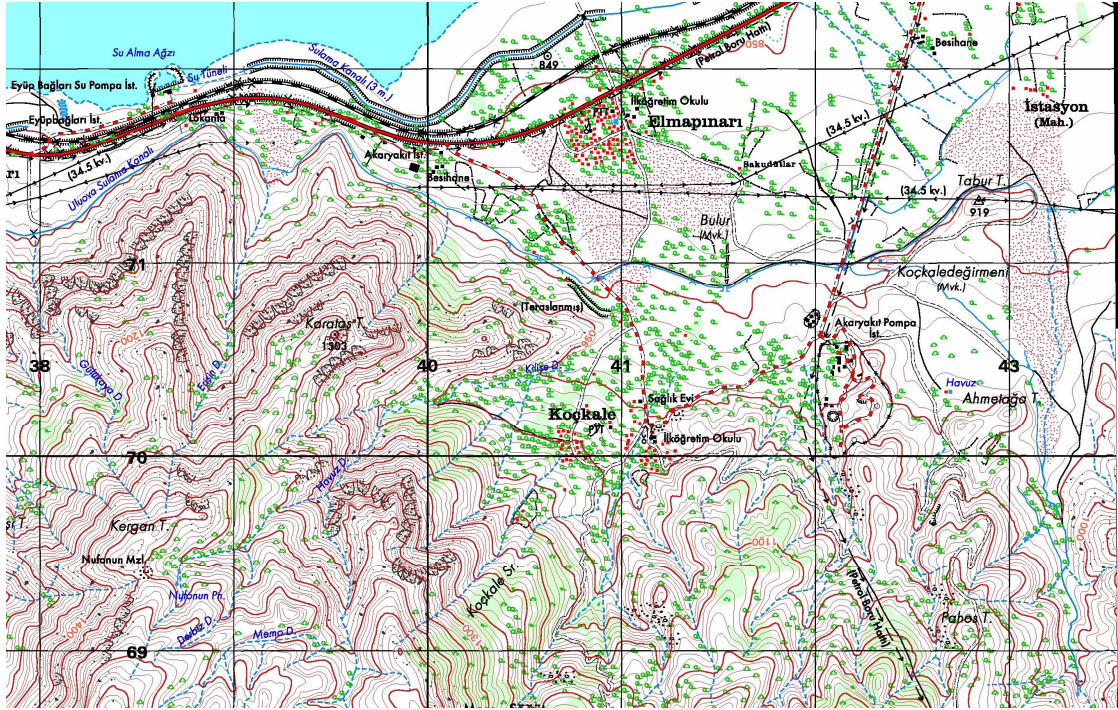
İnceleme alanı olan bölgeler karasal iklime sahip olup, yazlar kurak ve sıcak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Bitki örtüsü bakımından oldukça fakirdir. Bölge halkı daha çok hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı Doğu Toros'ların jeodinamik evriminin açıklanmasında önemli role sahip mağmatik ve metamorfik kayaların yüzeleendiği bir bölgedir. Bu kuşak üzerinde ekonomik öneme sahip Guleman krom yatakları ve Maden Cu yatağının olması nedeniyle yer bilimcilerinin ilgisini çekmiş ve bölgede bu konularla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda yörenin jeotektonik evrimi, temel ve örtü kayalarının jeolojik özellikleri, bölgede bulunan farklı tipteki maden yatakları ve cevherleşmeler çalışılmıştır. Ancak Maden Karmaşığı içerisindeki barit yatakları ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır.



Şekil 1.2. Kocakale ve Hasanekevleri çevresine ait topografik harita.

Ketin (1966) Toros Birliğinde Ordovisiyenden, olasılıkla Kambriyen'den itibaren Miyosen sonuna kadar denizel bir fasiyeste gelişmiş ve metamorfik olmayan tortul kayaçların bulunduğunu, Paleozoyik ve Mesozoyik formasyonlarının konkordan seriler oluşturduklarını, Torosların şiddetli ve geniş çapta orojenik hareketlerinin ise Kretase sonunda Laramiyen fazı esnasında meydana geldiğini, paroksizmal hareketlerin Oligosen'de hüküm sürdüğünü, dağ şeritlerinin önemli kısmının bu dönemde su yüzüne çıktığını, Miyosen sonrası yükselme hareketleriyle denizel Miyosen tabakalarının Silifke-Konya civarında 950-1000 metre yüksekliklere ulaştığını belirtmektedir.

İleri ve diğ. (1976) Güneydoğu Anadolu'da "Torid Tektonik Biriminin Ofiyolit Kuşağı" içerisinde birçok benzer yataklarla birlikte yer alan Ergani (Maden) bakır cevherleşmesinin deniz dibi yayılma alanlarında oluşmuş "Kıbrıs Tipi" yataklarla büyük benzerlik gösterdiğini, çalışma yaptıkları ana yatakta çok değişik cevher tipleri ve minerallerinin birbirleriyle olan çelişkili ilişkisinin cevherleşme sırasında ve sonrasında ortamın denge sağlamadan değişmiş olduğunu gösterdiğini, bölgenin karmaşık jeolojik olayların etkisinde kaldığını kanıtladığını, yaptıkları çalışmalar sonucu elde ettikleri verilerin yorumlanması ile ulaşılan sonucun böyle bir ortamın çok hareketli, volkanik işlevlerin yoğun olduğu ve tektonik hareketlerin çok etkin olduğu bir ortam şeklinde düşünülmesini gerektirdiğini, böyle ortamların ise plaka tektoniği ilkelerinin ortaya koyduğu gibi okyanus ortası sırtları ve sırtlara yakın alanlar olması gerektiğini, ki bu alanların üst yayılma ve dalma zonlarındaki çıkmaları karalarda izlendiğinde Ergani bakır yatağına özgü belirtilerin gözlenebileceğini, bu veri ve yorumlardan giderek Ergani bakır yatağının deniz dibi yayılma alanında oluşmuş ve üst yayılma ile bugünkü konumunu almış "Kıbrıs Tipi" bir yatak olduğunun söylenebileceğini belirtmektedir.

Yazgan (1981) çalışmasında Doğu Anadolu'da, Malatya-Elazığ arası Toros Kuşağında, Üst Kretase ve Orta Eosen yaşlı iki ayrı dizge içerisinde etkin bir kıta kenarında oluşan denizaltı volkanik kayaçları ve bunların derinlik, yarı derinlik karşılıkları olan kayaçları incelemiştir.

Erdoğan (1982) Maden yöresinde yaptığı çalışmalarda, grubu Maden Grubu olarak adlandırmış ve porfirik dokulu, bazaltik ve andezitik bileşimde volkanik kayaçları, çamurtaşları, çökel volkanoklastik kayaçları ve kireçtaşı merceklerini prehnit pumpelliyet faiyesinde metamorfizmaya uğramış bir karmaşık olarak tanımlamaktadır. Grubun okyanusal bir kabuk üstünde olgunlaşmamış bir ada yayında oluşabileceğini ve yaşının ise

Alt Volkanik Birimi'n Meastrihtiyen-Orta Eosen, Üst Volkanik Sediment Birimi'nin ise OrtÜst Eosen yaşını vermiştir.

Yazgan (1984) Doğu Toroslarda varlığını sürdürmüş olabilecek bir okyanusun ancak Keban Metamorfitleri ile Pütürge Masifi arasında olabileceğini savunmaktadır. Koçali ve Guleman Ofiyolitlerinin bu okyanusun kapanması sırasında pasif kıta kenarı üzerine itilmiş ofiyolitik parçalar olduklarını belirtmektedir. Araştırmacı, Elazığ-Malatya çevresinde yaptığı çalışmalarda Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı ve Eosen yaşlı Maden Karmaşığı'nın genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşmiş kıta kenarı ürünleri olduğunu vurgulamıştır.

Erler (1984), Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı boyunca özellikle Elazığ ve Siirt arasındaki bölgede çok sayıda değişik boyutlarda masif sülfid tipi bakırlı pirit yataklarının bulunduğunu, bu yatakların Eosen yaşlı mafik volkanik kayalarla doğrudan ilişkili olduğunu, bu volkaniklerin yerleşmesi sırasında veya hemen sonrasında volkanizma ile çok yakın ilişkili olan hidrotermal çözeltiler tarafından masif sülfid yataklarının oluşturulmuş olduğunu belirtmektedir.

Yiğitbaş ve diğ. (1992) Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağının batı kesimlerinde yapılan ayrıntılı çalışmalarda "Maden Grubu" nu yeniden tanımlamışlardır. Orta Eosen yaşlı Maden Gurubunun yaş aralığı, litolojik özellikleri ve stratigrafik diziliminin birlikte değerlendirildiğinde; birimin Orta Eosen başında bir riftleşme ile açılan ve hızla pelajikleşen bir ortamı temsil ettiğinin anlaşılmaktadır. İstifin pelajikleştiği dönemde Maden havzasının kapanmasını sağlayan ofiyolit ve metamorfit naplarının güney yönünde ilerlemeye devam etmesiyle bol olistolit ve olistostromlu düzeylerin gelişmiş olduğunu, napların Maden Grubunu Orta Eosen sonunda aştığını, nitekim tüm istif ve nap dilimlerini ortak olarak örten ilk çökel topluluğun Üst Eosen-Oligosen yaşlı olduğunu belirtmektedir.

Kılıç (2005); Hazar Gölü güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri konulu doktora çalışmasında; Maden Karmaşığına ait andezitlerin spider diyagramları, uyumsuz ve iz elementlerce büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL)'ce zenginliği, HFS'lerce de tükenmiş olmalarının manto kayalarındaki kısmi ergimeyle aynı özellikte olmayan, kirlenmiş bir mağmayı işaret ettiğini açıklamıştır.

Turan vd. (1993), Elazığ civarındaki yaptıkları incelemede Doğu Toros'ların evrimine yeni bir yaklaşım getirmişlerdir. Sahasal, petrografik ve jeokimyasal verilere dayanarak öne sürülen bu yaklaşımda Yılmaz (1993) dan farklı olarak; Bitlis-Pütürge

masifleri kuzeyinde yer alan ve muhtemelen Neotetis'in bir kolu biçiminde, Bitlis-Pütürge masifleri ile Keban metamorfiteeri arasında bir körföz şeklinde gelişen bir okyanus tabanı ve yay malzemesinin ürünü olduğunu ve ofiyolitlerin Elazığ civarında Orta Eosen yaşlı Maden karmaşığının üzerinde yer aldığını açıklamışlardır.

Altunbey ve Sağıroğlu (1995) Koçkale (Elazığ) civarında gözlenen manganez cevherleşmelerinin civardaki en genç birim olan Maden Karmaşığı içerisinde geliştiğini gözlemlemiştir. Volkanosedimentitler içerisinde, volkanosedimentitlerle uyumlu olarak yerleşmiş tabaka ve mercekler şeklinde gelişmiş cevherleşme ve değışik seviyelerde gelişmiş epijenetik damar tipi cevherleşme olmak üzere iki tip manganez cevherleşmesi saptamıştır.

Karaman ve diğ. (1993), Maden Karmaşığının lav akıntıları arasında hidrotermal manganez oluşumlarına Kuru Mahallesi doğusunda ve Türk dağı kuzeyinde Kurtik mahallesinde rastlanıldığını, yapılan kimyasal analizlerde SiO₂ ve FeO oranlarının yüksek olduğunun belirlendiğini ve bunların ekonomik olamayacağını belirtmektedirler.

Öztürk (1993), Koçali Karmaşığı (Adıyaman) içerisindeki fosil manganez nodüllerinin özelliklerini incelediğı çalışmasında; Manganez oluşumunun kısmen karmaşık iç yapılı okyanusal topluluk kabul edilen Koçali karmaşığına ait Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Konak Formasyonu içerisinde yer aldığını açıklamıştır. Yazar, Türkiye'deki manganez yataklarını buldukları yaş aralığı, oluşumları, yan kayaçları, kimyasal, mineralojik ve yapısal özelliklerine göre dört ana guruba ayırmıştır.

Öztürk (1997), tarafından Türkiye'deki mangan yatakları incelenmiş ve tüm yatakların 4 tipe sahip olduğunu, bunların GD Anadolu Bindirme Kuşağı'ndaki manganları ise radyolarialı çörtlerle ilişkili olarak oluştuğunu ve Jura'da açılmaya başlayan ve Orta Miyosen'de kapanmaya başlayan Neo-Tetis okyanusunun oluşumu ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Önal (2000), Malatya'nın yaklaşık olarak 70 km güneydoğusunda, Şiro vadisi içerisinde ve Alihan köyü çevresinde Maden gurubuna ait çamurtaşları içerisinde mercekler ve ardalımalı tabakalar şeklinde manganez cevherleşmelerinin gözlendiğini, saha çalışmaları, mineralojik ve jeokimyasal değerlendirmeler sonucunda bu cevherleşmelerin hidrotermal-eksaltatif tip bir cevherleşme olabileceğini ortaya çıkarmışlardır.

Türkyılmaz (2004), Güneydoğu Bindirme Kuşağı üzerindeki Kahramanmaraş ile Elazığ arasında yüzeyleme veren, Koçali Karmaşığı ve Maden Karmaşığı içerisindeki manganez oluşumlarını incelemiştir. Çalışmasında Koçali Karmaşığı içerisindeki cevherleşmelerin radyolaritler içerisinde, Maden Karmaşığı içerisindekilerin ise çamurtaşları içerisinde damar ve mercekler şeklinde bulunduğunu belirtmiştir. Mineral tanımlamalarından Koçali Karmaşığı içerisindeki pirolusit, psilomelan, polianit, braunit ve manganit, Maden Karmaşığı içerisinde ise braunit, jakopsi, pirolusit, psilomelan ve hematit gibi mangan mineralleri rastlanmıştır. Yazar, bölgedeki mangan cevherleşmelerini MnO içeriklerine göre, Koçali Karmaşığı içerisindekileri Manganez Cevheri, Maden Karmaşığı içerisindekileri ise Demirli Manganez Cevheri olarak tanımlamıştır.

Öztürk (2008), Hazar (Elazığ) bölgesinde farklı bölgelerde yer alan manganez cevherleşmelerini mineralojik ve jeokimyasal açıdan incelemiştir. Araştırmacı, bu cevherleşmelerin çamurtaşları ile uyumlu olarak derin deniz ortamında çökeldiğini belirtmiştir.

Sasmaz vd. (2014), Maden Karmaşığı içerisinde gözlenen mangan yataklarının jeolojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koymuşlardır. Yöredeki yatakların deniz tabanı volkanizmasına bağlı olarak oluşan black smoker olarak da bilinen hidrotermal çıkışlar etkisiyle oluştuğunu ve daha sonra deniz tabanında uygun Eh ve pH koşullarında çamurtaşları ve bazik volkanitler içerisinde çökdiklerini belirtmişlerdir.

2. GENEL JEOLojİ

Çalışma alanında genellikle Maden Karmaşığı'na ait birimler gözlenmekle birlikte, çalışma alanı yakın çevresinde Hazar Grubu, Pütürge Metamorfitleri ve Guleman ofiyolitik kayaçlarına ait birimler de yüzeylemektedir. İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde, Elazığ'ın doğu kesimlerinde yer almaktadır. Çalışma alanı ve yakın çevresinde birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanabilir;

- 1- Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Pütürge Metamorfitleri
- 2- Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti
- 3- Üst Meastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu
- 4- Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı

Bu bölümde çalışma alanında yayılım gösteren Maden Karmaşığı hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir. Bölgeye ait tektono-stratigrafik kolon kesit aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir (Şekil 2.1).

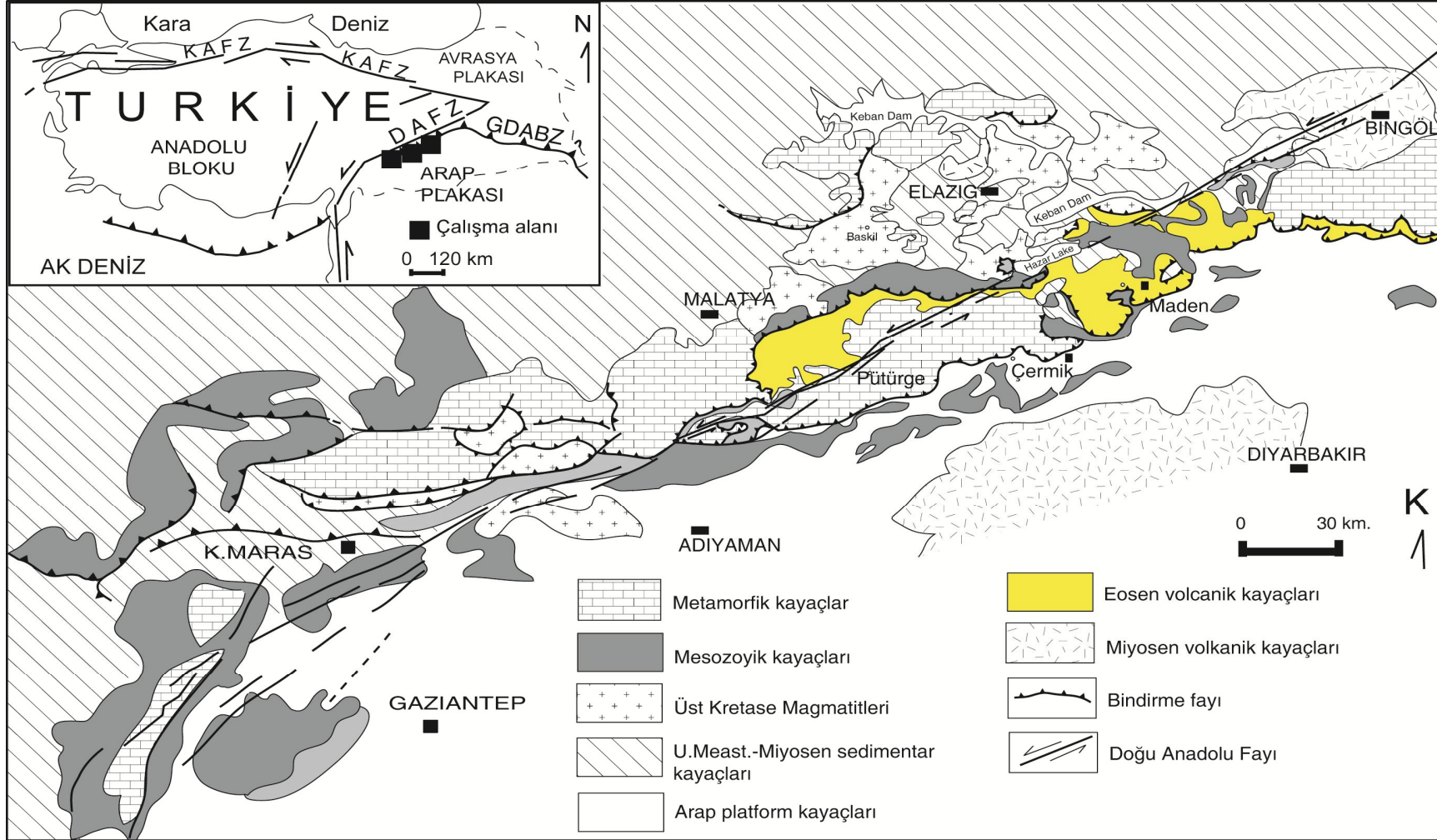
2.1. Pütürge Metamorfiti (Paleozoyik-Mezozoyik; PMp)

Pütürge Metamorfite Masifi, Malatya'nın güneydoğusundan başlayarak Sivrice (Elazığ)-Çüngüş (Diyarbakır) arasında yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı yönlü geniş bir alanda uzanan 130-140 km uzunluğundaki bir masiftir (Şekil 2.1 ve 2.2) (Kılıç, 2005).

Yazgan ve Chessex (1991) ise, Pütürge metamorfik masifini, Bitlis metamorfik masifi ile birlikte (Pütürge-Bitlis metamorfik kuşağı) adı altında incelemiş ve masifin metamorfizma yaşı 70-75 my olarak alınmıştır.

Pütürge metamorfite genellikle gözlü gnays, biyotit şist ve amfibolşist, amfibolit, granitik gnayslar ve profilitli makaslanma zonu kayaçlarından oluşan Alt Birlik ile muskovitşist, distenli kuvarsit damarları, stavrolit muskovit şist, granatlı mikaşistler, kalkşist ve mermerden oluşan Üst Birlik kayaçlarından oluşmuştur (Perinçek, 1979; Yazgan, 1981; Sungurlu v.d., 1985; Erdem, 1994; Kılıç, 2005).

Pütürge Metamorfite Masifi'ne ait kayaçlar üzerinde K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinine göre, masifin en son olarak Üst Kretase'de özellikle Kampaniyen yaşlı olduğu ifade edilmektedir (Yazgan, 1981, 1983, 1984; Yılmaz vd., 1992).



Şekil 2.1. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı ve Maden Karmaşığı'nın bölgedeki yayılımı (Yazgan ve Chessex, 1991'den basitleştirilerek).

SİSTEM	Grup	Formasyon	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	
KWATERNER	HOLOSEN			<p>güncel alüvyonlar</p> <p>iyi tutturulmuş eski alüvyonlar</p>	
	T E R S İ Y E R	EOSEN	MADEN GRUBU	MELEFAN FORMASYONU KARADERE FORMASYONU	<p>Pelajik kireçtaşları, Kırmızımsı kahverengi çamurtası-kumtası, Manganez oluşturma, pillö lavlar Barit damarları</p> <p>Yastık lavlar, aglomera alt zonlarında volkanik bres, kahverengi çamurtası ve volkanik kumtaşları</p>
ORTA EOSEN					
PALEOZOYİK-MEZOZOYİK		PÜTÜRGE METAMORFİTİ		<p>Kalksist ve mermer</p> <p>Metakuvarsit, fillit, kuvars-muskovitsist</p>	
KRETASE	ALT	GÜLEMAN OFİYOLİTİ		<p>Bazik volkanikler</p> <p>İzotrop gabro, bantlı gabro (klinopyroksenli ve hornblendli gabrolar), Plajiyogranit, damar şeklinde piroksenitler, Dünit ve içerisinde podiform kromitler, verlit</p>	
JURA	ÜST				<p>Tektonit ve kümülatların bir bölümünü kesen diyabaz dayları</p> <p>Harzburjit,</p>
KRETASE	ÜST	MAASTRIHTİYEN HAZAR GRUBU	SİMAKI FORMASYONU		<p>Kumtası ve kahverengi seyl ardalanması</p> <p>kireçtaşı (Nummulitli)</p> <p>Gri seyl ve kumtası ardalanması, konglomera</p>

Şekil 2.2. Çalışma alanı tektono-stratigrafik dikme kesiti (Kılıç, 2005'den).

2.2. Guleman Ofiyolitleri (Üst Jura-Alt Kretase; JKg)

Guleman ofiyoliti ismini Elazığ'a bağlı Guleman ilçesinden almıştır. Özkaya (1975), Maden-Ergani-Guleman bölgesinde bu birim için 'Guleman Ultrabazit ve Serpantinitle' adını kullanmıştır. Sungurlu vd. (1985), Çüngüş-Maden-Hazar yöresinde Guleman Ultramafitleri; Özkaya (1975), Ergani-Maden-Guleman yöresindeki çalışmasında Maden Karmaşığı içerisindeki uyumlu ofiyolit dilimlerine 'Bahro Ultrabazitleri' adını vermiştir. İlk defa 1977 yılında TPAO jeologları 'Guleman Grubu' adını kullanmışlardır. Engin ve diğerleri (1981), Ketin (1983), Özkan ve Öztunalı (1984); Guleman Ofiyoliti, Perinçek (1979), Yazgan (1984), Bingöl (1984), Aktaş ve Robertson (1984), Sungurlu vd. (1985), Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojik özelliklerini incelerken, bu bölgedeki ofiyolitler için "Guleman Grubu" adını kullanmışlardır. Elazığ-Sivrice-Palu dolayının jeolojisi hakkında incelemeler yapan Herece ve diğerleri (1992), birim için Guleman Ofiyolitik Kompleksi adını kullanmışlardır.

Guleman Ofiyoliti üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar; birimin tabandan tavana doğru; dünit ve podiform kromit içeren harzburjitler, dünit-verlit-klinopiroksenit ardalanması, bantlı gabrolar, kuvars gabro/diyoritlere veya plajiyogranite kadar değişen bir dizi ve ofiyolitlerle arazi ilişkisi gözlenmeyen, ancak jenetik olarak ilişkili olduğunu düşündükleri volkanitlerden oluştuğunu kabul etmektedirler (Özkan ve Öztunalı, 1984; Erdoğan, 1977; Özkan, 1982; Kılıç, 2005).

Guleman Ofiyoliti'nde çalışmalar yapan araştırmacılar, birimin yaşının Üst Jura-Alt Kretase (Özkan, 1982), Geç Jura-Erken Kretase (Bingöl, 1984 ve 1988), Guleman Grubu içerisinde volkanitlerle grift olan kırmızı renkli kireçtaşlarından derlenen örneklerde *Globotruncana* sp., *Globotruncana* st., vs. gibi fosillere dayanarak, Kampaniyen-Alt Meastrihtiyen yaşını (Sungurlu vd., 1985), Guleman Grubu'nun, Geç Triyas'tan itibaren Arabistan levhasının kuzeyinde açılan okyanusa ait ürünler olduğunu (Yazgan, 1981; Özkaya, 1978, Bingöl, 1984, Kılıç, 2005) belirtmişlerdir.

Doğu Toroslar'da araştırma yapan pek çok bilim adamı (Perinçek, 1979b; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1984; Sungurlu ve diğerleri, 1985; Yazgan ve Chessex, 1991), Guleman Ofiyoliti'nin Arap Levhası ile Anadolu Levhası arasında Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan okyanus kabuğu ürünleri olduğunu ve bu okyanusun Üst Kretase'de başlayan kapanması ile de güneye doğru Arap Levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedirler.

İnceleme alanında Guleman Grubu çok küçük bir alanda yüzeylemektedir. Daha çok Süleymanekavleri batı kısmında ve Renvara Tepe'sinin güneydoğusunda yer almaktadır. Birime ait serpantinleşmiş ultrabazik kayalar, gabro-diyorit ve diyabazlar görülmektedir.

2.3. Hazar Grubu (Meastrihtiyen-Alt Eosen; KT's)

Tipik olarak Hazar Gölü'nün kuzeyi ve doğusunda yüzeyleyen ve adını da buradan alan bu birim, ilk kez Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından "Hazar Birimi" olarak adlandırılmıştır.

Sungurlu (1975), TPAO harita çalışmasında birimi grup düzeyinde inceleyerek Simaki, Şebgen ve Gehroz formasyonları şeklinde üçe ayırmıştır.

Özkaya (1975), birimi Hazar Formasyonu olarak tanımlamış, Aktaş ve Robertson ise (1990) Hazar Grubu olarak adlandırarak Cefan, Simaki ve Gehroz formasyonu olmak üzere üç alt birime ayırmışlardır.

Sungurlu ve diğerleri (1985), Elazığ-Palu-Hazar çevresinde yapmış oldukları çalışmada 'Hazar Formasyonu adı altında, Ceffan ve Simaki formasyonlarını tanımlamışken; Gehroz Formasyonu'nu Hazar birimi üzerine uyumsuz olarak gelen ayrı bir birim olarak benimsemiştir.

İnceleme alanında Hazar Grubu'na ait bahsedilen bu üç formasyondan kumtaşı-marn-şeyl aralanmasından oluşan Simaki formasyonu yüzeylemektedir. Formasyon Cellopınarı batısındaki küçük bir alanda yüzeylemekte olup, gri ve kahverengimsi görünümündedir.

Simaki Formasyonu'nun yaşı konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Kısaca; Siderolites calcitropsides, Orbitoides sp., Sulcoperculina sp., Lepidorbitoides sp., fosillerini tespit etmiş ve formasyonun yaşının bu fosillere göre, Meastrihtiyen (Perinçek, 1979; Sungurlu ve diğerleri 1985), planktonik foraminiferlerden dolayı Üst Paleosen ve Eosen (Aktaş ve Robertson, 1984), Loftusia sp., Ompalocyclus sp., Pecten sp., Ostrea sp., fosillerinden yaşının Meastrihtiyen-Alt Eosen belirtilmiştir (Erdem, 1987, Kılıç, 2005). İnceleme alanında Hazar Grubu'na ait Simaki Formasyonu'ndan derlenen kayalarda fosil bulunamadığından dolayı önceki çalışmacılar tarafından bulunan Meastrihtiyen-Alt Eosen yaşı kabul edilmiştir.

2.4. Maden Karmaşığı (Orta Eosen; KTsm)

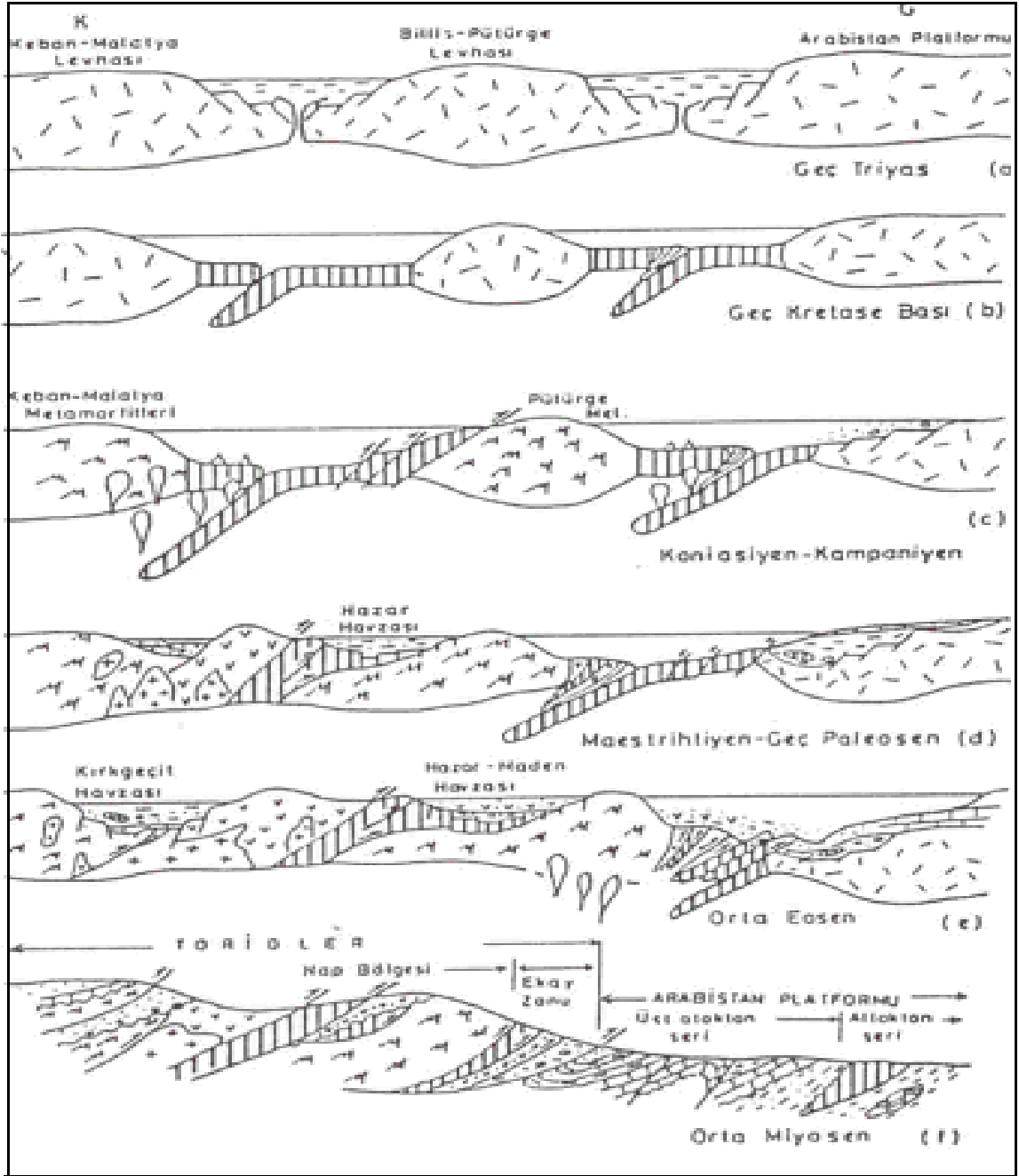
Yörede Maden Grubu, Maden Karmaşığı gibi adlarla incelenen Orta Eosen yaşlı bu volkanosedimenter birim, Neotetis Okyanusu güney kolunun kapanmasıyla ilişkili gerilmeli yayın, yay ardı havzası olarak meydana gelmişlerdir. Hazar-Maden Havzası olarak adlandırılan bu havzanın daha kuzeyinde, Elazığ Mağmatitleri ve Keban Metamorfitleri'nin oluşturduğu kıtasal kabuk üzerinde Geç Paleosen'den itibaren tabanı blok faylanmalı Elazığ Tersiyer Havzası açılmaya başlamıştır. Etkin bir volkanizmaya sahne olan Hazar-Maden Havzası Orta Eosen sonunda kapanırken, hiçbir magmatik etkinliğin olmadığı Elazığ Havzası, bölgedeki varlığını Erken Miyosen sonuna kadar sürdürmüştür. Orta Miyosen'de, Yılmaz'ın (1993) da belirttiği gibi Bitlis-Pütürge masiflerinin güneyinde yer alan ve Geç Kretase'den beri dalma-batmasını sürdüren Neotetis'in güney kolu kapanmış ve Arabistan Levhası ile Anadolu Levhası çarpışmıştır. Elazığ Havzası'nın da kapanmasını sağlayan bu nihai kıta-kıta çarpışması ile bölge K-G doğrultusunda yoğun bir sıkışma etkisi altına girmiştir. Bu sıkışma ile kendi içinde bindirmeli, naplı bir yapı kazanan Toros Orojenik Kuşağı birimleri, Bitlis Sütur Zonu boyunca güneye doğru Arabistan platformu üzerine itilmişlerdir (Şekil 2.3). Bu sırada bindirme zonunda Geç Kretase-Oligosen yaşlı tortul ve magmatik kayalardan oluşan belirgin bir ekay zonu gelişmiş ve aynı zamanda Arabistan platformu üzerindeki çökeller yoğun bir kıvrımlanma geçirmiştir (Şekil 2.3). Böylece Doğu Toroslar, günümüzde güneyden kuzeye doğru Arabistan platformu kıvrımlı birimleri, Ekay Zonu ve Nap Alanı şeklinde üç ana belirgin tektonik ünitelerden oluşan bir yapı kazanmıştır (Şekil 2.4).

Birimi, "Maden Karmaşığı" adıyla ilk defa kullanan Perinçek (1979) olmuştur. Araştırmacı, Ergani-Maden yöresinde yaptığı çalışmalarda birimi Ceffan, Arbo, Melefan, Karadere ve Narlıdere olmak üzere beş formasyona ayırmıştır. İnceleme alanında yüzeyleme veren Maden Karmaşığı'nın içerisinde fazla miktarda irili ufaklı kireçtaşı ve kırmızımsı-kahverenkli çamurtaşı-kumtaşından oluşan bölüm bu çalışmada Melefan Formasyonu; volkanosedimenter birim ise Karadere Formasyonu adı altında incelenmiştir. Maden Grubu, tipik olarak yüzeyleme verdiği Maden İlçesi (Elazığ) ve dolaylarında, aynı zamanda en geniş yüzeylemelerine de sahiptir. Birimin genel dağılım alanı doğuda Palu İlçesi'nin doğusu ve Arıcak İlçesi'nin kuzey kesimlerinden başlayarak, Malatya ili güneyi ve Adıyaman ili kuzey kesimlerine kadar uzanan yaklaşık KD-GB doğrultusunda ve Doğu Anadolu Fayı'na paralel bir zonu kapsar. Bu zon içinde Palu-Hazar Gölü arasındaki fayın

güney kesimlerinde daha geniş bir dağılım gösterirken, bu geniş yüzeylemeler Hazar Gölü'nün güneybatısından itibaren Adıyaman İlinin kuzeyine kadar ise fayın kuzeyinde kalan alanlarda geniş yüzeylemeler verir (Şekil 2.1).

Bingöl-Genç İlçesi'nin Karadere Köyü civarında en tipik yüzeylemesini veren bu formasyonun ilk tanımlaması Açıkbaş ve Baştuğ (1975) tarafından yapılmıştır. Yiğitbaş ve diğerleri (1993), Maden ve çevresindeki incelemelerinde, birimin karmaşık bir istife sahip olmadığını, farklı araştırmacıların kendi inceleme alanlarındaki Üst Kretase-Üst Eosen aralığında gelişen tüm volkanitli birimleri Maden Grubu olarak tanımlamalarından dolayı, birim hakkında değişik verilerin elde edildiğini belirtmiştir. Buna göre istif; konglomera-kaba kumtaşı ile başlar, pelajik kireçtaşı, bordo renkli çört ve yeşil spilitik lavlarla ardalanarak son bulmaktadır. Tanımlanan bu istif kısaca, transgresif şekilde başlayıp, hızla derinleşen bir ortamı karakterize eder. Karadere formasyonu Maden karmaşığının volkanik birimidir. Bu birim inceleme alanında aglomera, tuf, andezit, bazalt, bazaltik andezit, volkanik kumtaşı, lav akıntıları, yer yer bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahverengi çamurtaşı ve çörtlerle temsil edilmektedir. Maden Karmaşığı'na ait bazaltlar masif lav akıntıları ve denizaltı volkanizmasının işareti olan bazaltik yastık lavlar halindedir.

Çalışma alanından çok sayıda örnekler alınmış, parlak ve ince kesitler yapılmıştır. Maden Karmaşığı'na ait bazaltların el örneklerinde dış görünüşleri şarabi renkte olup (Şekil 2.4), bazı örneklerde kloritleşmeler yaygın olup, yeşil renk hakimdir. Esas mineraller plajiyoklas, klinopiroksen, olivin; ikincil mineraller kalsit, epidot ve klorittir (Şekil 2.5, 2.6). Bazaltlarda hakim doku mikroporfirik dokudur. Plajiyoklasların sönme açısının 12-14 derece arasında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla anortit içeriği %28 olan plajiyoklas türüdür. Anortit içeriğinin bazik bir kayaca göre düşük olması spilitleşme sebebiyle olabilir (Kılıç, 2005). Olivin özşekilli taneler şeklindedir (Şekil 2.7). Opak mineraller çok küçük kristaller şeklinde ve gelişigüzel bir yayılım sunarlar.



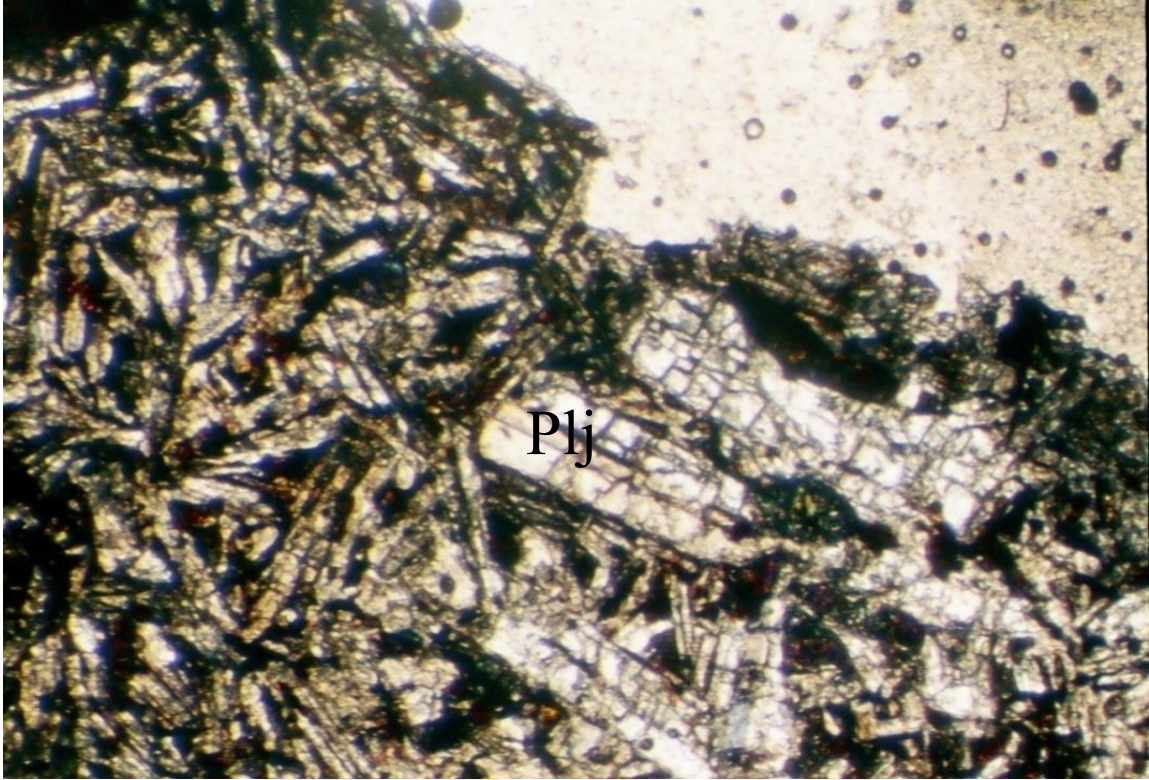
Şekil 2.3. Doğu Toroslar'ın Elazığ çevresindeki jeotektonik evrimi ve Maden Karmaşığı'nın oluşumu (Turan vd., 1995).



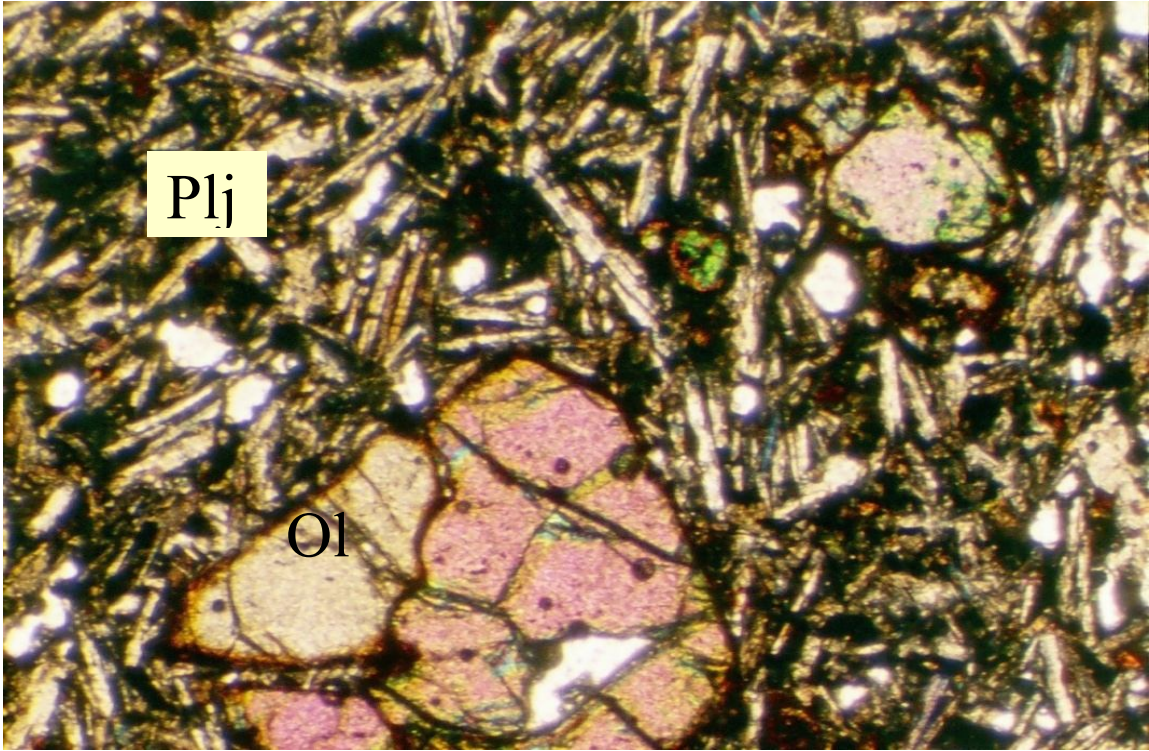
Şekil 2.4. Maden Karmaşığı içerisindeki bazı kayaçların arazideki görünümü



Şekil 2.5. Maden Karmaşığı'na ait spilitik bazaltlardan bir görünüm



Şekil 2.6. Bazaltlardaki feno ve ince taneli plajiyoklas kristalleri.



Şekil 2.7. Bazaltlarda olivin ve plajiyoklas latalarının görünümü.

Perinçek (1979), Palu–Sivrice-Elazığ civarında Maden Karmaşığı üzerine yapmış olduğu çalışmada, birimin Cefan, Arbo, Melefan, Karadere ve Narlıdere olmak üzere beş ayrı formasyondan oluştuğunu belirtmiştir. Sungurlu ve diğerleri (1985), Elazığ-Palu-Hazar civarında yapmış oldukları çalışmada, karmaşığa ait Arbo ve Melefan formasyonlarında; *Tuncorotolia topilensis*, *Globorotalia renzi*, *Actinocyclus sp.*, *Nummulites sp.*, fosillerini tespit ederek bu formasyona Orta Eosen yaşını vermişlerdir (Kılıç, 2005).

Çalışma alanındaki Melafan Formasyonu genellikle yörede marn, çamurtaşı ve en üst seviyelerde de kireçtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 2.8, 2.9 ve 2.10). Kireçtaşları karmaşığa ait birimler içerisinde değişik boyuttaki bloklar halinde veya karmaşığın en üst seviyesinde görülmektedir. Bu kireçtaşı blokları kırıklı, çatlaklı ve yer yer de karstik boşlukludurlar.



Şekil 2.8. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları ve kireçtaşlarının arazideki görünümü.



Şekil 2.9. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşlarının arazideki görünümü.



Şekil 2.10. Maden Karmaşığı içerisindeki kireçtaşı bloklarının arazideki görünümü.

3. CEVHERLEŞMELER

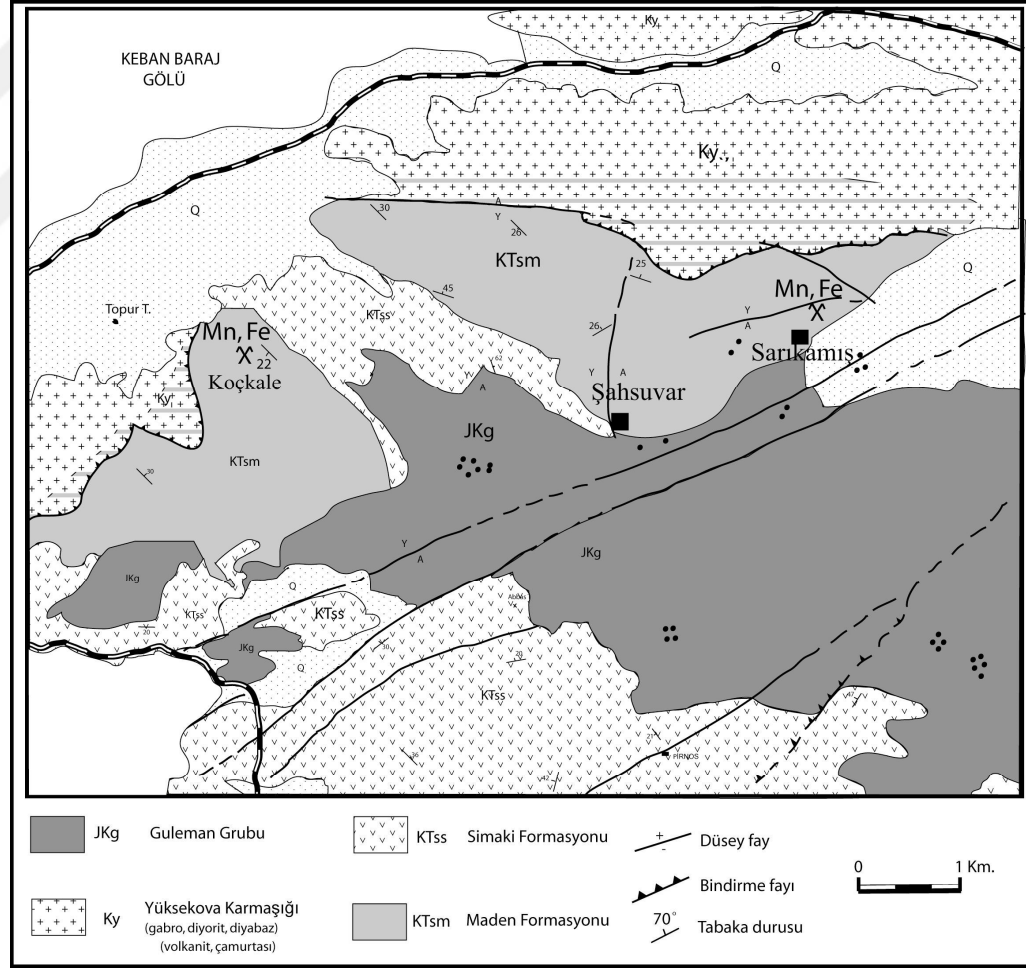
Çalışma alanında yer alan Maden Karmaşığı içerisinde bakır ve mangan yatakları yer almaktadır (Şekil 3.1). Bu yatakların deniz tabanı yayılımına bağlı olarak geliştiği belirtilmektedir. Benzer şekilde mangan yataklarının da okyanus tabanı boyunca gelişmiş olan kırık sistemleri boyunca oluşan hidrotermal sistemlere bağlı mangan ve demir getirimlerinin olduğunu bu metallerin de uygun Eh ve pH koşullarında çamurtaşı ve bazik kayalar içerisinde yatakladığına işaret edilmiştir (Sasmaz vd., 2014). Bölgedeki barit oluşumlarının ise bu hidrotermal çıkışlara bağlı olarak bazen mangan oluşumları ile yan yana bazen de bunlardan bağımsız olarak kırık ve çatlak sistemlerini doldurur şekilde olduğu belirlenmiştir. Bölgede yapılan çalışmalarda genellikle mangan zenginleşmelerinin bulunduğu tüm cevherleşmelerde az veya çok oranda Ba da gözlenmiştir. Bu olgular mangan ile ilgili yapılan analiz çalışmalarında sıkça gözlenmektedir. Bu da potansiyel anlamda Maden Karmaşığı içerisinde gelişen hidrotermal sistemlerin Ba açısından zengin olduğunu işaret etmektedir. Dolayısıyla her bölgede geniş yataklanmalar göstermese de bazı bölgelerde oldukça yüksek baryum içerikli cevherleşmeler görülmektedir. Bunların bir kısmının uygun rezervlere sahip olması durumunda ekonomik olarak işletilmesi mümkün olacaktır.

Maden Karmaşığı içerisindeki cevherleşmeler Elazığ çevresinde Koçkale ve Hasanekevleri olmak üzere iki bölgede mostra vermektedir. Koçkale barit cevherleşmeleri, mangan yataklarının bulunduğu alanda manganlı seviyenin üst kesimlerinde, bazen de alt seviyelerinde ve bunlarla genelde uyumlu olarak gözlenmektedir (Şekil 3.2 ve 3.3). Şekil 3.2'de görüldüğü gibi en altta manganlı seviye onun üzerine kısmen limonitleşmiş pirit+kalkopiritli seviye, onların hemen üzerinde ve uyumlu şekilde baritli seviyeler gelmektedir. Koçkale bölgesinde bu durum genelde her yerde aynı şekilde izlenmektedir. Baritli seviyelerin görünüş uzunlukları yüzeyde 100 metreden fazla izlenebilmektedir. Arazideki kalınlıkları yer yer değişmekle birlikte 1.5-2 metre arasında değişen kalınlıklara sahiptir ancak yer yer küçük ölçekteki faylarla ötelenmiştir, kırılmış ve parçalanmıştır (Şekil 3.4). Barit damarları K20-30° B doğrultulu ve 25-35° GD'ya eğimlidir. Bölgede bu duruş da yer yer küçük değişimler gözlenmektedir.

Hasanekevleri cevherleşmesi, Hasanekevleri mahallesinin hemen güneydoğusunda dere ile yamaç arasındaki alanda yer almaktadır (Şekil 3.5). Bölgedeki hakim kayalar oldukça ayrılmış, spilitleşmiş denizel aglomera ve tuf gibi volkanik kayalardan

oluşmaktadır (şekil 3.6). Bu b3lgedeki barit damarları Koçkale y3resindeki barit damarlarının aksine genellikle bazik kayalar içerisinde g3zlenmektedir ve genellikle d3zensiz bir yataklanma g3stermektedir.





Şekil 3.1. Koçkale yöresi jeoloji haritası (Altunbey ve Sağiroğlu, 1995'den basitleştirilmiştir).



Şekil 3.2. Koçkale bölgesindeki barit damarlarının arazideki görünümü (KB'ya bakış).

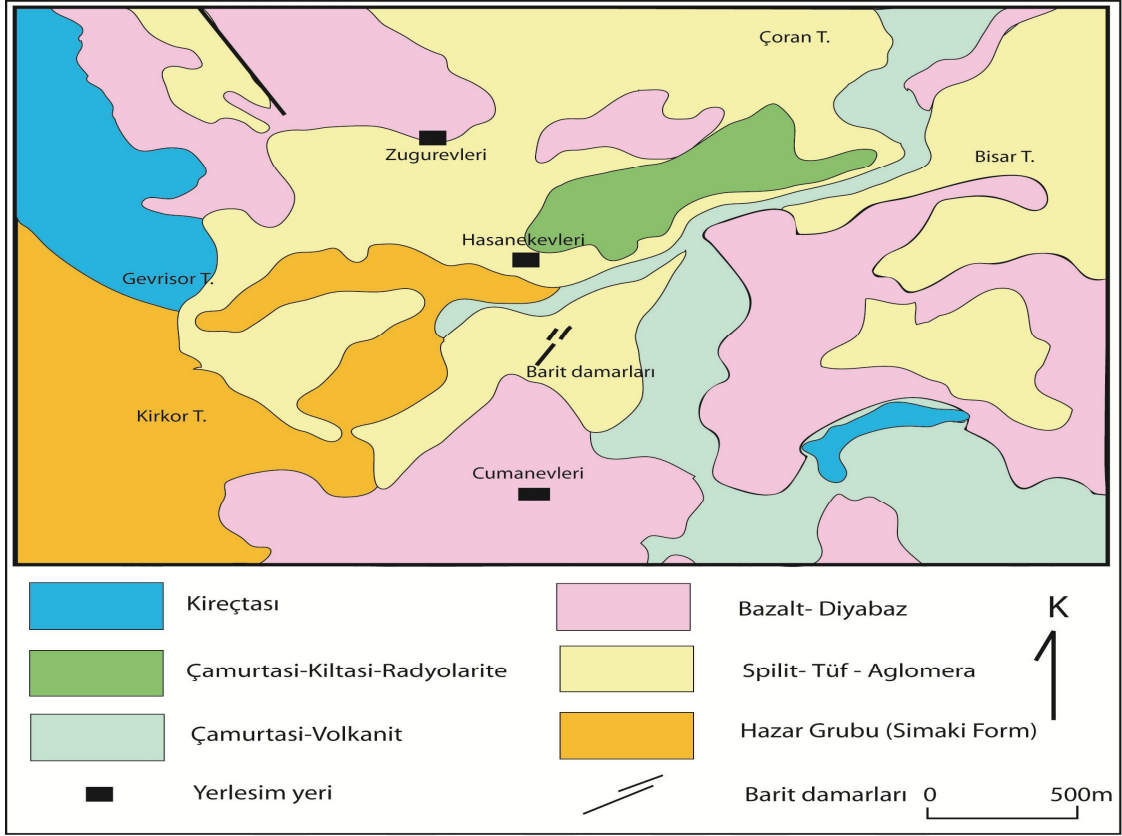


Şekil 3.3. Koçkale bölgesindeki barit damarlarının arazideki görünümü (GD'ya bakış)



Şekil 3.4. Oldukça fazla kırılmış, parçalanmış baritlerin arazideki görünümü.

Bu bazik volkanik kayalar içerisinde düzensiz damarlar şeklinde kısmen de bazik kayaların yönelimine uygun olarak yerleşmiş vaziyette görülmektedir (Şekil 3.7 ve 3.8). Düzenli bir doğrultu ve eğim sunmamakla birlikte, genel doğrultuları $K25-30^{\circ}$ D şeklindedir ve eğimleri dik veya dike yakındır. Barit damarları oldukça beyaz renkli ve masif görünüme sahiptir, bundan dolayı da arazide yan kayalardan rahatlıkla ayrılmaktadır. İçerisinde herhangi bir metalik mineral gözlenmemekte ancak yer yer kuvars tane ve damarcıkları makroskobik olarak gözlenebilmektedir. Damarların kalınlık birkaç cm'den 30-40 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Damar uzunlukları 25-30 m. görünü uzunluğa sahiptirler ve bu uzunluktan sonra genellikle sonlanmaktadırlar.



Şekil 3.5. Hasanekevleri bölgesine ait jeoloji haritası.



Şekil 3.6. Hasanekevleri bölgesindeki yoğun olarak ayrılmış denizel volkaniklerin arazideki görünümü



Şekil 3.7. Hasanekevleri bölgesindeki bazı kayaçlar içerisindeki barit damarlarının görünümü.

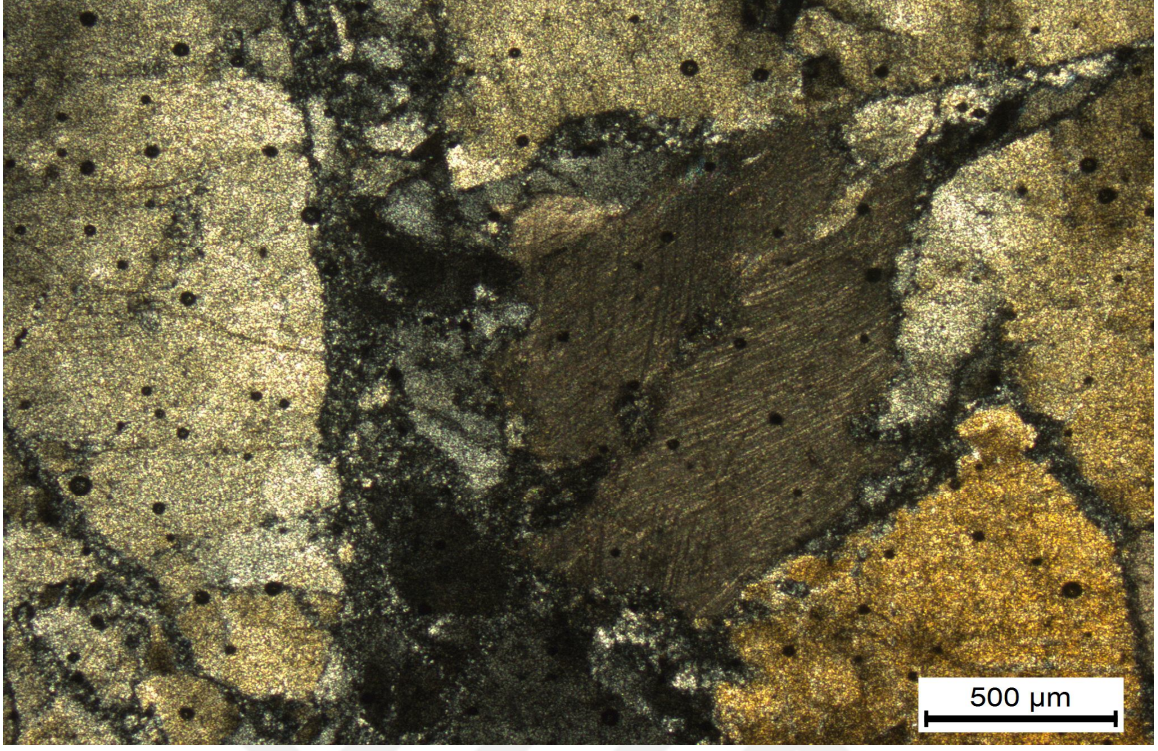


Şekil 3.8. Hasanekevleri bölgesindeki barit damarlarının görünümü.

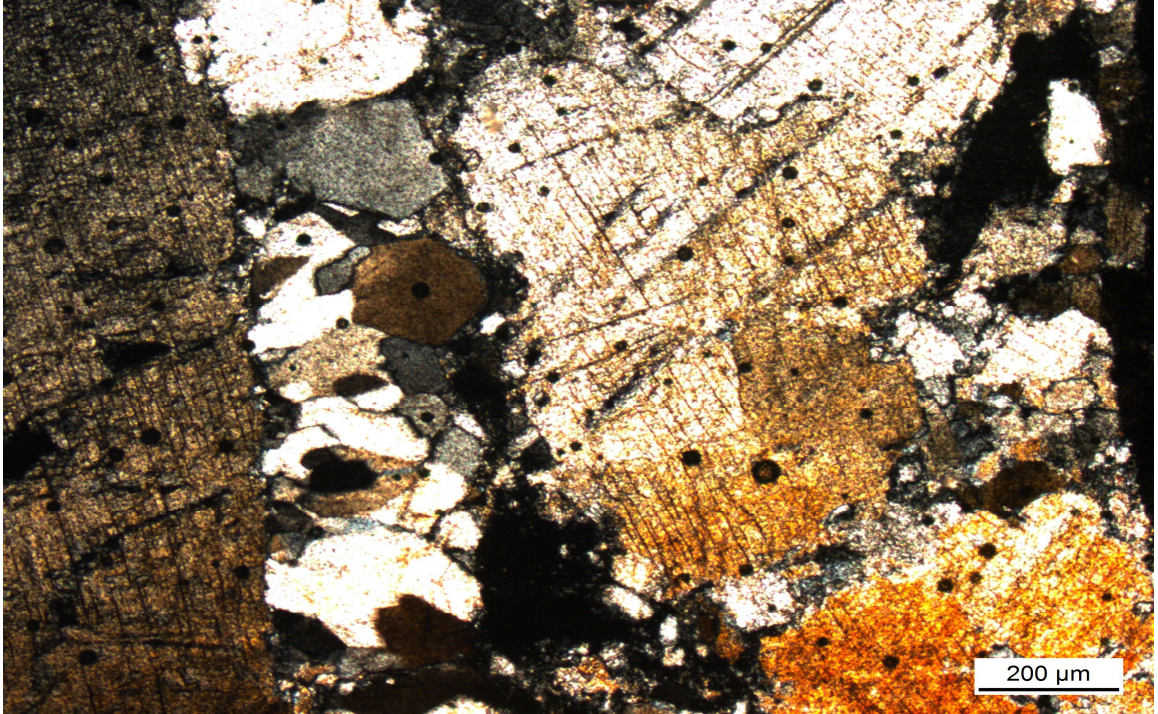
Bu bölümde, bölgedeki barit cevherleşmelerinin mineral parajenezi, birbirleriyle olan ilişkileri ve dokusal özellikleri bu kısımda verilmeye çalışılacaktır. Cevherleşme ve yan kayalardan alınan çok sayıda örneklerden 20 incekesit, 10 adet te parlak kesit yapılmış ve mikroskopta incelenmiştir. Mikroskopik incelemeler sonucunda yörede cevherleşmelerde başlıca barit ($BaSO_4$), pirit (FeS_2), kuvars (SiO_2) ve kalsit ($CaCO_3$) gibi mineraller saptanmıştır (Şekil 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 ve 3.13). Cevherleşmelerdeki bu mineraller oldukça iri kristalli minerallerden oluşmaktadır. Barit ve kuvars genellikle iç içe yer almaktadır. Barit kristalleri yer yer birkaç mm uzunluğunda iri kristallerden oluşmaktadır ve kristaller arasındaki boşluklar genellikle kuvars ve kalsit tarafından doldurulmuştur (Şekil 3.10-12). Pirit taneleri yer yer oz şekilli ve aşırı derecede ayrılmış oksitlenmiş ve limonitleşmiş halde izlenmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.9. İri kristalli çubuksu baritlerin mikroskoptaki görünümü (çift nikol).



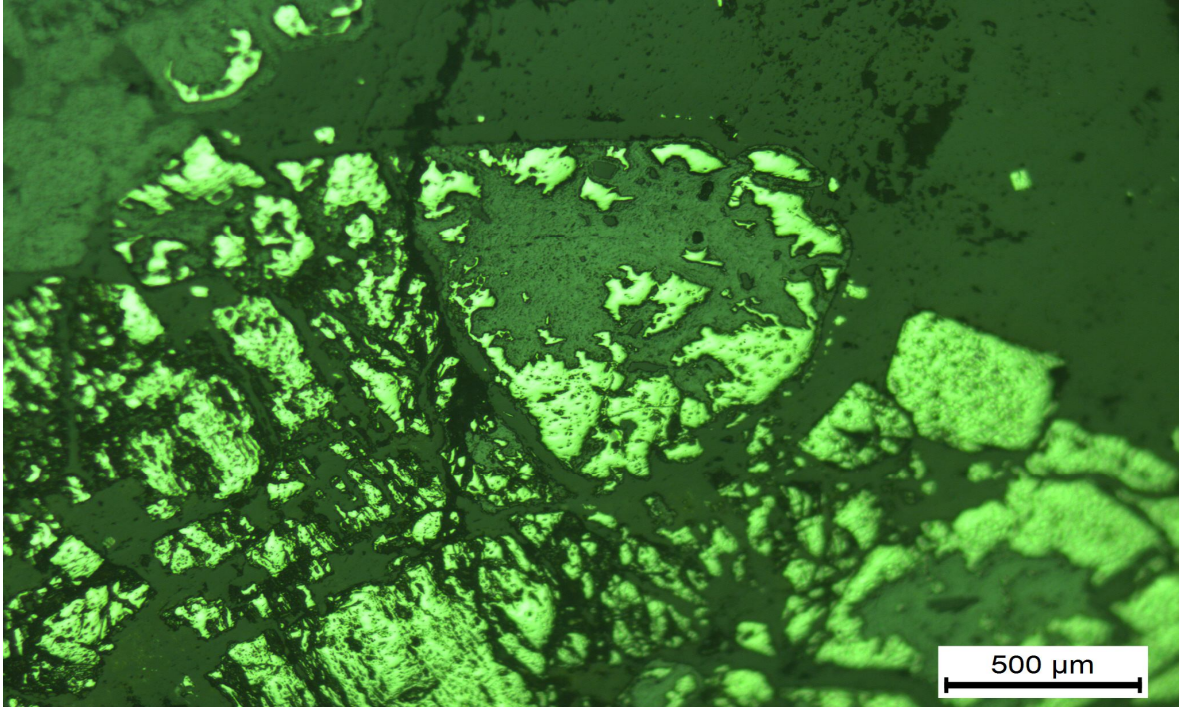
Şekil 3.10. Baritli cevherleşmelerde kalsit tanelerinin mikroskoptaki görüntüsü. Kalsitin tipik ikizlenmeleri açılıyla birlikte izlenmektedir.



Şekil 3.11. İri barit kristalleri ve arasındaki kuvars tanelerinin mikroskoptaki görüntüsü.



Şekil 3.12. Çubuksu barit kristalleri ve arasındaki kuvars ve kalsit tanelerinin mikroskoptaki görünümü.



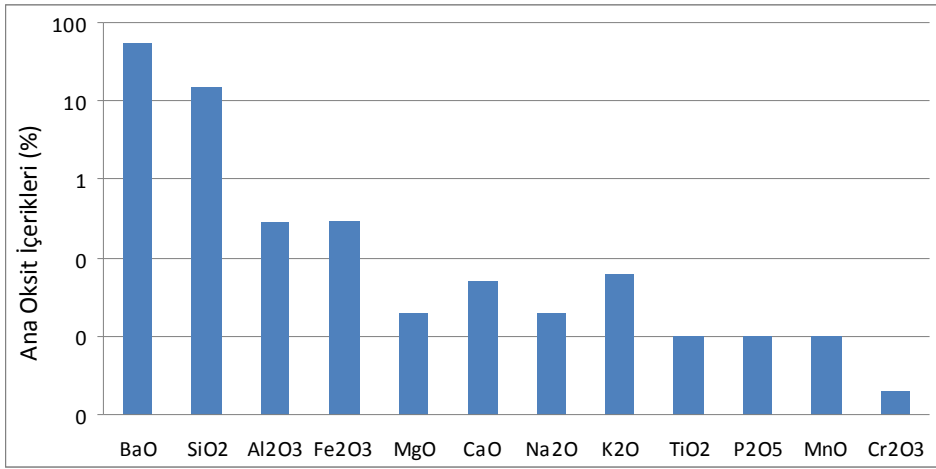
Şekil 3.13. Pirit minerallerinin mikroskoptaki görüntüleri. Pirit taneleri kenar ve iç kısımları boyunca ornatılmıştır.

4. CEVHERLEŞMELERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanında gözlenen barit cevherleşmelerinin jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 18 adet cevherli örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin 10 adeti Koçkale bölgesine, 8 adeti ise Hasanekevleri bölgesine aittir. Analizler Kanada Acme Analiz Laboratuvarı'nda 3 farklı grupta gerçekleştirilmiştir. Örneklerin BaO ve ana oksit analizleri ICP-ES'de, iz element ve nadir toprak element analizleri ise ICP-MS'de yapılmıştır.

4.1. Ana Oksit Jeokimyası

Maden Karmaşığı içerisindeki barit cevherleşmelerine ait anaoksit analiz sonuçları Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre ortalama olarak BaO içeriği %54.38, SiO₂ içeriği ise %15,10'dur. Diğer ana oksit miktarları oldukça azdır ve genellikle %0.29'dan daha azdır. Yöredeki baritlerin içerisinde kuvars dışında başka ana oksit zenginleşmesi görülmediğini göstermektedir. Özellikle Koçkale baritlerinin hemen yakınında mangan-demir ve pirit mostraları ile iç içe yer almasına karşın baritin içerisinde bu cevherleşme tipleri ile herhangi bir zenginleşme veya kirlenmesi sözkonusu olmamıştır. Bu olgu anaoksitlere ait korelasyon ilişkisinde de açıkça görülmektedir (Tablo 4.2). BaO oksit tüm diğer anaoksitlerle negatif korelasyon sunarken, herhangi bir ana oksitle pozitif korelasyon göstermemiştir. BaO örneklerde artarken SiO₂ azalmış veya tersi gerçekleşmiştir.



Şekil 4.1. Maden Karmaşığı içerisindeki barit örneklerin ortalama anaoksit değerleri.

Tablo 4.1. Koçkale ve Hasanekevleri barit cevherleşmesinin ana oksit analiz sonuçları (tüm değerler %olarak verilmiştir. KK örnekleri Koçkale, HE ise Hasanekevleri bölgesine aittir).

	BaO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	TOT/S
KK01	42,38	32,63	0,47	0,26	0,04	0,02	0,02	0,11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	14,38
KK03	55,81	13,14	0,19	0,18	0,01	0,01	0,02	0,04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	12,42
KK04	32,02	47,75	0,51	0,45	0,03	0,02	0,02	0,12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	7,31
KK05	63,27	1,78	0,45	0,05	0,02	0,10	0,17	0,03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	13,42
KK07	60,95	3,98	0,28	0,13	0,02	0,02	<0.01	0,07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	13,36
KK08	58,14	10,23	0,14	0,09	<0.01	0,02	0,06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	12,63
KK09	63,09	2,48	0,12	0,04	<0.01	0,02	<0.01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	0,003	13,81
KK10	48,42	20,54	1,27	1,72	0,08	0,03	<0.01	0,38	0,02	0,02	<0.01	0,005	10,85
KK12	37,31	40,05	0,11	1,15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	9,35
KK13	36,70	41,49	0,49	0,40	0,01	0,02	<0.01	0,10	<0.01	0,02	<0.01	<0.002	8,55
HEY1	54,65	14,76	0,14	0,11	<0.01	0,02	<0.01	0,03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	11,90
HEY2	61,83	4,49	0,15	0,09	<0.01	0,02	<0.01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	13,44
HEY3	50,58	21,47	0,14	0,11	<0.01	0,02	<0.01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	11,05
HEO1	65,07	0,62	0,21	0,08	0,01	0,09	0,01	0,04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	13,68
HEO2	64,92	0,34	0,12	0,06	<0.01	0,37	<0.01	0,02	<0.01	0,02	<0.01	<0.002	13,25
HEO3	64,37	0,95	0,05	<0.04	<0.01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	13,77
HEA1	58,67	9,01	0,09	0,12	0,01	0,03	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	12,95
HEA2	60,69	6,13	0,04	0,07	<0.01	0,02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	12,96
Ort	54,38	15,10	0,28	0,29	0,02	0,05	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01	0,002	12,16

Tablo 4.2. Barit cevherleşmelerindeki anaoksitleri arasındaki korelasyon ilişkisi.

	BaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
BaO	1,00											
SiO ₂	-1,00	1,00										
Al ₂ O ₃	-0,42	0,37	1,00									
Fe ₂ O ₃	-0,55	0,51	0,74	1,00								
MgO	-0,33	0,28	0,93	0,74	1,00							
CaO	0,35	-0,34	-0,08	-0,17	-0,09	1,00						
Na ₂ O	0,18	-0,19	0,13	-0,16	0,02	0,11	1,00					
K ₂ O	-0,39	0,34	0,97	0,78	0,95	-0,11	-0,10	1,00				
TiO ₂	-0,14	0,09	0,85	0,80	0,88	-0,05	-0,09	0,91	1,00			
P ₂ O ₅	-0,19	0,17	0,55	0,46	0,40	0,50	-0,16	0,57	0,54	1,00		
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
Cr ₂ O ₃	-0,07	0,02	0,78	0,73	0,81	-0,08	-0,11	0,85	0,95	0,49	0,00	1,00

4.2. İz Element Jeokimyası

Çalışma alanından alınan barit örneklerin iz element analiz sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bölgedeki baritlerin iz element açısından çok fakir olduğu ve kayda değer bir iz element zenginleşmesinin gerçekleşmediği görülmektedir. Halbuki baritlerin okyanus tabanı bazik kayalar içerisinde oluşmuş olması nedeniyle, doğal olarak Cu, Ni, Co, Fe, Mn gibi elementlerin baritin oluşum sürecindeki hidrotermal akışkanlar içerisinde zenginleşmesi beklenirdi. Ancak bu durum bariti oluşturan hidrotermal çözeltilerin, Cu, Ni, Mn ve Fe’ce zengin çözeltileri taşıyan hidrotermal sistemlerin geldiği veya beslendiği kaynaktan beslenmediğini işaret etmektedir. Benzer durum özellikle Koçkale bölgesi baritlerde hem barit hem de mangan-demir-pirit oluşumları birbirine uyumlu halde oluşmalarına rağmen, baritler içerisinde bu element zenginleşmelerinin görülmemesi bu düşünceyi desteklemektedir.

Çalışma alanındaki baritlerin iz element içerikleri Pearce (1982)’in MORB değerlerine göre normalize edilmiştir (Şekil 4.2). Bu şekilde de görüldüğü gibi, buradaki elementlerin içerisinde özellikle kalıcılığı yüksek olan elementlerden (HFSE) sadece Sr açısından MORB’a göre bir zenginleşme görülmekte, diğer elementler için ise daha fazla bir tüketilmeyi işaret etmektedir. Çalışma alanındaki baritlerinin iz element içerikleri, Bozkaya ve Gökçe (2004) tarafından çalışılmış olan Karalar (Gazipaşa-Antalya)

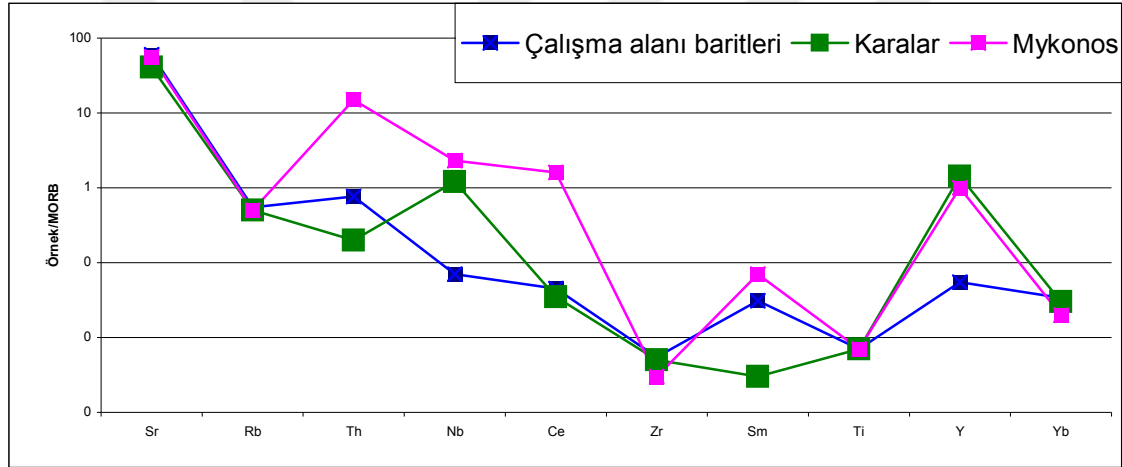
yöresindeki baritlerin iz element içerikleri ile karşılaştırıldığında (Tablo 4.3), Gazipaşa baritlerinin Cu ve Pb açısından daha zengin, diğer iz elementler açısından ise daha fakir olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, Fas'taki Kambriyen Bouznika barit yataklarının iz elementleri ile karşılaştırılmış (Jebrak vd., 2011), Rb ve Sr dışında diğer tüm iz elementlerin çalışma alanındaki iz elementlerden çok daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4.3). Elmas vd. (2012) Isparta çevresindeki barit yataklarındaki özellikle metalik element içeriğinin oldukça yüksek olduğundan bahsetmiştir. Yunanistan Mykonos adasındaki intrüzyonla ilişkili farklı tipteki baritlerin iz element değişimi farklılıklar göstermekle birlikte, genelde Mykonos adasındaki Sr dışındaki tüm iz elementlerin çalışma alanındaki baritlerin iz element değerlerinden daha yüksek içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir (Tombros et al., 2015)(Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Maden Karmaşığı içerisindeki baritlerin iz element analiz sonuçları (tüm sonuçlar ppm olarak verilmiştir).

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Co	Nb	Sr	Rb	Ga	Hf	Sm	Ta	Th	U	V	W	Y	Zr
KK01	0,1	12,8	0,5	2	2,3	<0.5	<0.1	<0.1	0,6	<0.1	6965	1,6	3,1	0,1	<0.05	0,6	<0.2	<0.1	10	1,9	2,0	0,5
KK03	<0.1	4,4	0,1	<1	0,5	<0.5	<0.1	<0.1	0,2	<0.1	7574	0,5	2,3	0,4	<0.05	1,1	<0.2	<0.1	11	<0.5	2,0	0,2
KK04	0,3	13,7	0,5	3	2,5	0,5	<0.1	<0.1	<0.2	0,2	5757	1,9	3,1	0,1	0,12	0,1	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1,2	0,6
KK05	<0.1	3,6	0,2	4	2,1	<0.5	<0.1	<0.1	1,0	0,1	8464	0,5	1,6	0,1	<0.05	0,1	<0.2	<0.1	<8	<0.5	2,2	0,2
KK07	<0.1	5,1	0,7	2	2,4	<0.5	<0.1	<0.1	1,0	<0.1	9504	0,9	1,6	0,2	<0.05	1,3	<0.2	<0.1	15	<0.5	1,9	<0.1
KK08	<0.1	7,0	0,1	<1	2,1	<0.5	<0.1	<0.1	0,4	<0.1	9268	<0.1	2,0	0,2	<0.05	0,4	<0.2	<0.1	11	0,8	1,6	0,1
KK09	<0.1	1,9	0,4	<1	0,8	<0.5	<0.1	<0.1	0,2	<0.1	8121	0,2	0,7	0,1	0,16	1,0	<0.2	<0.1	9	4,0	1,6	0,1
KK10	0,1	7,2	1,5	1	2,9	<0.5	<0.1	<0.1	1,5	<0.1	7169	5,4	2,3	0,5	<0.05	0,4	<0.2	<0.1	26	<0.5	3,3	2,2
KK12	0,1	9,0	4,0	<1	9,4	1,5	<0.1	0,2	2,6	<0.1	5441	<0.1	2,4	0,2	0,10	0,7	<0.2	<0.1	<8	1,1	1,5	0,6
KK13	0,1	10,7	1,0	<1	1,9	0,5	<0.1	<0.1	0,4	<0.1	6064	1,3	2,1	0,2	0,11	0,8	<0.2	<0.1	19	<0.5	2,4	1,3
HEY1	<0.1	2,4	2,1	<1	0,4	<0.5	<0.1	<0.1	0,5	0,5	6223	0,4	1,2	0,1	<0.05	0,7	<0.2	<0.1	11	<0.5	1,8	0,1
HEY2	<0.1	1,2	0,6	<1	0,3	<0.5	<0.1	<0.1	<0.2	0,5	7964	0,4	1,2	0,3	<0.05	1,1	<0.2	<0.1	10	<0.5	2,0	0,2
HEY3	<0.1	2,2	2,1	1	0,7	<0.5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	6096	0,4	1,4	0,4	0,10	0,8	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1,4	0,2
HEO1	<0.1	2,9	6,2	2	0,5	<0.5	0,1	<0.1	0,6	<0.1	6436	0,5	1,4	0,1	0,08	0,5	<0.2	<0.1	9	<0.5	1,8	0,5
HEO2	<0.1	2,5	5,7	3	0,2	<0.5	0,1	<0.1	<0.2	<0.1	6938	0,2	1,0	0,2	0,06	0,6	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1,7	0,2
HEO3	<0.1	0,8	0,3	5	0,2	<0.5	0,3	<0.1	<0.2	0,1	8142	<0.1	1,2	0,1	<0.05	0,9	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1,4	0,2
HEA1	<0.1	5,6	0,4	1	0,3	<0.5	<0.1	<0.1	<0.2	0,1	7210	<0.1	1,2	0,5	0,09	0,6	<0.2	<0.1	<8	0,6	1,6	1,1
HEA2	<0.1	1,6	0,2	<1	0,3	<0.5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	6894	<0.1	1,0	0,3	<0.05	0,2	<0.2	<0.1	<8	<0.5	1,4	<0.1
Karalar	<2	7,0	50	<30	--	<5	--	<0,2	----	0,4	5063	<2	<1	<01	---	<0,1	<0,05	<0,05	--	0,2	1,43	<1
Bouznika	0,4	17,4	310	81	1,5	4,9	--	---	0,7	4	1951	0,3	0,5	1	0,11	2,4	0,3	0,1	<8	---	0,9	4,3
Mykonos	2	17	3	19	0,8	14	1	61	<1	1	669	1	--	<1	1,3	--	5	<0,5	1	<1	1	<4

Choi ve Hariya (1992) tarafından Zn, Ni ve Co ilişkisine bakılarak denizel hidrotermal yataklar ile hidrojenik yatakların sınırları belirlenmiştir. Maden Karmaşığı'na ait örnekler Zn-Ni-Co diyagramında ise çok düşük Co ve yüksek Ni içerikleri tamamen hidrotermal alanda yer almışlardır. Bazı hidrotermal yataklar Co, Ni ve Cu ($Co+Ni+Cu < \%0,01$) ile karakteristiktir, ki bu kayaların deniz suyundan Co, Ni ve Cu'yu alıp hızlı şekilde çökeldiğini gösterir (Jach et al., 2005).

Co/Ni değeri sedimanter ortamın ve sedimantasyonun bir göstergesidir, özellikle de sıcak suyla oluşan bir yataklanmayı temsil eder (Jiancheng et al., 2005). Çalışma alanındaki örneklerin Co/Ni değerlerinin (ortalama olarak 0.3) düşük olması bu yatakların derin deniz ortamında oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Çalışma alanındaki baritlerin iz element içeriklerinin Pearce (1982)'in MORB değerlerine göre normalize edilmiş değerlerine ait diyagram.

4.3. Nadir Toprak Element Jeokimyası

Nadir toprak elementleri (NTE) genelde magmatik süreçlerin bir göstergesidir. Kayaçlar içerisindeki NTE dağılımları, kayacın ortalama bileşiminin bir belirteci olabilir. NTE'ler bozunma ve diyajenetik süreç boyunca çözünürlüklerinin çok düşük olması nedeniyle kaynak kayaç belirlemede kullanılmaktadır (White, 2001). Maden Karmaşığı ile ilişkili barit cevherleşmesine ait nadir toprak element analiz sonuçları Tablo 4.4'da verilmiştir.

Tablo 4.4. Maden Karmaşığı içindeki baritlerin nadir toprak element analiz sonuçları (ppm).

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE
KK01	2,8	0,3	0,05	<0.3	<0.05	0,021	2,06	0,01	0,13	<0.02	0,07	0,01	0,11	<0.01	5,8
KK03	2,8	0,1	<0.02	<0.3	<0.05	0,015	2,18	0,01	<0.05	<0.02	<0.03	<0.01	0,13	<0.01	5,6
KK04	2,7	0,2	<0.02	<0.3	0,12	0,011	1,84	<0.01	0,06	<0.02	0,05	0,01	0,05	<0.01	5,2
KK05	2,1	0,5	0,03	0,3	<0.05	0,012	1,99	0,01	0,08	<0.02	0,06	<0.01	<0.05	<0.01	5,2
KK07	3,2	0,2	<0.02	<0.3	<0.05	0,014	2,31	<0.01	0,11	<0.02	0,05	0,01	<0.05	<0.01	6,2
KK08	2,9	0,9	0,05	<0.3	<0.05	0,008	2,08	<0.01	0,09	<0.02	0,05	0,01	<0.05	<0.01	6,4
KK09	3,2	0,2	<0.02	<0.3	0,16	0,013	2,31	0,01	<0.05	<0.02	0,04	<0.01	<0.05	<0.01	6,3
KK10	4,5	2,2	0,33	1,5	<0.05	0,022	3,22	0,05	0,36	0,03	0,15	0,03	0,22	0,03	12,7
KK12	2,8	0,3	0,07	<0.3	0,10	0,014	1,84	0,02	0,12	0,02	0,06	0,02	0,12	<0.01	5,7
KK13	3,0	0,7	0,15	0,4	0,11	0,008	1,62	0,04	0,18	0,02	0,09	0,02	0,13	0,02	6,5
HEY1	2,8	0,2	<0.02	<0.3	<0.05	0,005	2,23	0,01	0,10	<0.02	<0.03	0,02	<0.05	<0.01	5,7
HEY2	3,6	0,9	0,05	<0.3	<0.05	0,017	2,17	<0.01	0,06	<0.02	0,06	<0.01	<0.05	<0.01	7,1
HEY3	2,5	0,4	<0.02	<0.3	0,10	0,016	1,74	<0.01	0,13	<0.02	<0.03	0,02	0,09	0,01	5,2
HEO1	2,4	0,3	<0.02	<0.3	0,08	0,012	2,38	0,02	0,16	<0.02	0,09	0,01	<0.05	0,02	5,7
HEO2	2,4	0,2	<0.02	<0.3	0,06	0,014	2,13	<0.01	0,14	<0.02	<0.03	0,01	<0.05	<0.01	5,2
HEO3	1,9	0,2	<0.02	<0.3	<0.05	0,015	1,73	<0.01	<0.05	<0.02	<0.03	0,01	0,05	<0.01	4,2
HEA1	2,8	0,6	0,02	<0.3	0,09	0,007	1,90	<0.01	0,06	<0.02	<0.03	0,02	0,09	<0.01	5,9
HEA2	2,0	0,3	<0.02	<0.3	<0.05	0,011	1,80	<0.01	<0.05	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	0,02	4,6

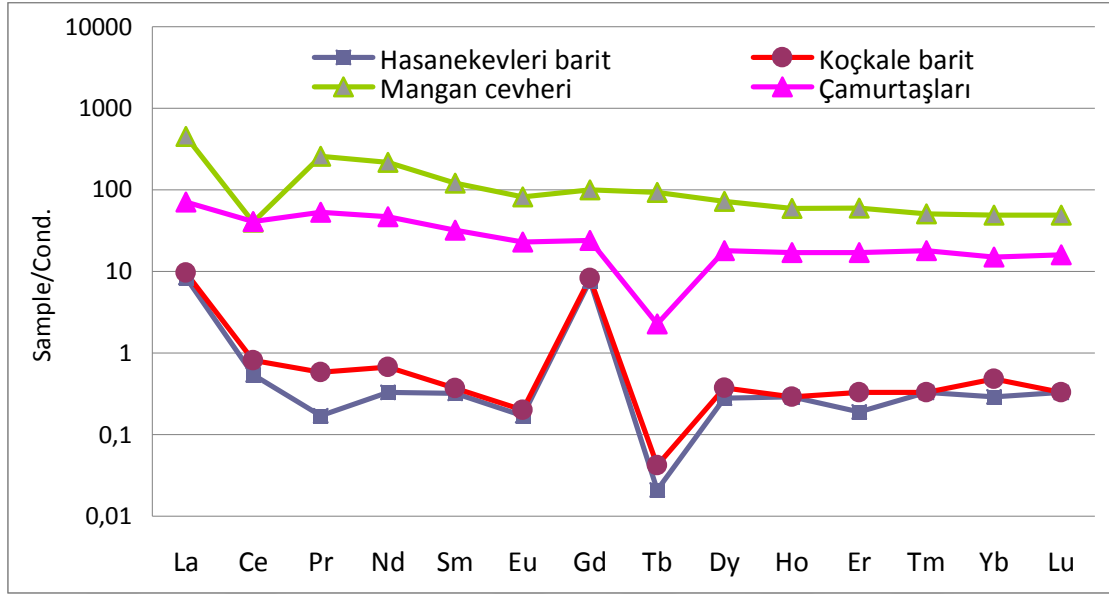
Hidrotermal yarıklar (vent) okyanustaki baritlerin başlıca kaynağıdır ve okyanusa giren baryumun 1/3 ile 1/10'ü arasındaki oranı bu kaynaktan gelmektedir (Elderfield & Schultz, 1996). NTE'lerin iki önemli elementi Ce ve Eu, özellikle sıvıların kökeni ve depolanma ortamının redoks potansiyellerine yaklaşımda bulunmada kullanılmaktadır. Pozitif bir Ce anomalisi hidrojenik bir ortamı, negatif Ce anomalisi derin deniz, pozitif Ce anomalisi ise sığ denizi işaret etmektedir (Takahashi et al., 2000).

Yöredeki barit cevherleşmesinin ΣNTE içerikleri 4,2 ile 12,7 ppm arasında değişmekte olup (Tablo 4.4), bu örnekler Boynton (1984)'in kondritlerine göre normalleştirildiğinde HNTE bakımından zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.3). Normalleştirilmiş diyagramda, Ce ve Eu anomalileri aşağıdaki şekilde hesaplaması yapılmıştır (Kato vd., 2006). Hesaplamalar $Ce/Ce^* = [(Ce_N)/(La_N * Pr_N)]^{1/2}$ ve $Eu/Eu^* = [(Eu_N)/(Sm_N * Gd_N)]^{1/2}$ formüllerinden faydalanılmıştır. Normalleştirilmiş trend incelendiğinde bölgedeki hem Koçkale hem de Hasanekevleri baritlerinin benzer bir trend izlediğini ve her iki bölgedeki baritlerin de negatif Ce anomalisi (Hasanekevleri: 0.45;

Koçkale: 0.34) ve benzer şekilde bu örnekler Eu açısından incelendiğinde ise negatif Eu anomalisi (Hasanekevleri: 0.11; Koçkale: 0.12) gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.3). Hem Koçkale bölgesindeki mangan cevherleşmeleri (8 örneğin ortalaması) hem de Hasanekevleri bölgesindeki mangan cevherleşmelerine (14 örneğin ortalaması) ait örneklerin nadir toprak element içerikleri tıpkı barit örnekleri gibi kondritlere göre normalleştirilmiştir (NTE değerleri Sasmaz vd., 2014'den alınmıştır). Burada her iki bölgedeki mangan ve baritlerin benzer trendler izlediği saptanmıştır (Şekil 4.3). Ancak manganların NTE içeriği çok daha yüksek iken baritlerin daha az oranda NTE içerdiği belirlenmiştir. Şekil 4.3'de görüldüğü gibi, Maden Karmaşığı içerisindeki çamurtaşlarının kondritlere göre normalleştirilmiş NTE trendi de tıpkı bölgedeki barit ve mangan cevherleri gibi aynı trendi izlemektedir (Şaşmaz vd., 2014).

Buna göre; denizaltı hidrotermal yataklar kuvvetli bir negatif (tüketilmiş) Ce anomalisi göstermektedir (Delian vd, 1992). Ce anomalisi akışkanın sıcaklığına, hidrotermal kaynağın yakınlığına, redox koşullarına ve hidrojenik kirlenme miktarına bağlıdır (Hein et al., 1997; Jach et al., 2005). Bütün Permiyen çörtleri düşük negatif bir Ce anomalisi ($Ce/Ce^* = 0,75-0,95$) gösterirken, Triyas çörtleri düşük pozitif bir Ce anomalisi ($Ce/Ce^* = 1,1-1,3$), bazen de zayıf negatif bir anomali ($Ce/Ce^* = 0,95$) gösterirler. Ce anomalisi 0,2-0,5 arasında ise derin deniz çörtleri; 0,3-1,5 arasında ise Fransız çörtleri olarak isimlendirilir (Kunimaru vd., 1998). Çalışma alanındaki örneklerin Ce/Ce^* oranı < 1 olması, bu da örneklerin derin deniz çörtlerinin olduğu alana benzer bir ortamda çökeldiğini göstermektedir. NTE özellikleri arasında, negatif bir Ce anomalisi genelde pelajik bir karakteri belirtir. Negatif Ce anomalileri yaygın olarak derin okyanus suları için belirgin bir özelliktir, klastik kayalar için belirgin değildir (Kunimaru vd., 1998).

Çalışma alanında gözlenen düşük negatif Ce ve Eu anomalileri çoğu araştırmacı tarafından (Lottermoser, 1992; Moller & Morteani, 1983; Mills & Elderfield, 1995; Qi vd., 2008) cevher oluşturan sıvılar veya cevher oluşumu esnasındaki jeokimyasal şartlardaki değişimlerle ilişkili olduğu şeklinde açıklamaktadır.



Şekil 4.3. Hasanekevleri ve Koçkale yörelerindeki barit ve mangan örneklerindeki nadir toprak elementlerinin kondritlere (Boynton, 1984) göre normalleştirilmiş diyagramı (Mangan ve çamurtaşları NTE değerleri Sasmaz vd., 2014'den alınmıştır).

Hem NTE konsantrasyonu hem de izlemiş olduğu NTE trendi baritlerin denizel veya denizel olmayan baritleri ayırmada kullanılmaktadır. Kıta ve hidrotermal baritler toplamda düşük REE içeriğine sahip iken, derin deniz baritleri REE'nin yüksek konsantrasyonlarına sahiptir. Genelde derin deniz baritleri kıta üzerindeki riftleşmiş kıta kenarlarındaki baritlerden 10-100 kat daha fazla REE içerdiği saptanmıştır (Hein et al., 2007). Çalışma alanındaki baritler de oldukça düşük toplam REE içeriğine sahiptir ve Ce/La oranları ise 0.07 ile 0.49 arasında değişen düşük değerlere sahiptir. Ce/La oranlarına göre; derin deniz baritleri karasal baritlerden daha düşük değerlere sahiptir (Church & Bernat, 1971; Baioumy, 2015).

Hanor (2000) derin deniz hidrotermal sistemler içindeki baritleri iki şekilde oluştuğunu söylemektedir; direkt volkanik kayalarla ilişkili denizel volkanik hidrotermal yataklar ve sedimenter eksalatif (sedex) tipi yataklar. Her iki yatak tipinde de baryum konvektif akımlarla okyanusal kabuktaki kaynak kayalardan çözündürülerek taşındığı öne sürülmüştür.

Murray (1994)'e göre, negatif Eu anomalisi kıtasal klastik kayalarda daha yaygındır, çünkü bu kayalar genelde okyanus ortası sırtı bazaltlarından (MORB) daha büyük bir negatif Eu anomalisi gösterirler. Alınan cevher örneklerinde negatif bir Eu anomalisi gözlenmektedir.

Bozkaya ve Gökçe (2004), Gazipaşa yöresindeki baritlerde yaptığı çalışmalarda, oldukça düşük oranda REE içeriğine sahip olduğunu ve çalışma alanındaki benzer şekilde negatif Ce ve Eu anomalisine sahip olduğu vurgulanmıştır. Bölgedeki baritlerin deniz suyu kökenli hidrotermal çözeltilerle oluşurken galenlerin ise Tibet tipi karasal sular ile deniz suyunun karışımı sonucunda oluştuğunu belirtmişlerdir.

Han et al. (2015) Güney Çin bölgesinde ki Erken Kambriyen yaşlı siyah şeyller içerisine yerleşmiş barit yataklarının iz ve NTE jeokimyasını incelemiş ve buradaki barit yataklarının iz element açısından Avustralya şeyllere (PAAS) göre özellikle Sr, U, Ni, Mo, V, Cu ve Cr açısından zenginleştiğini, NTE elementleri bakımından ise baritlerin hem silisli hem de siyah şeyl kayaçları ile benzer trend izlediğini ve göreceli olarak daha çok orta NTE elementleri bakımından daha fazla zenginleştiğini vurgulamıştır. Bu bölgedeki baritler, silisli ve siyah şeyller gibi negatif Ce anomalisi ve pozitif Eu anomalisine sahip olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR

1- Cevherleşmeler Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı içerisinde damarlar şeklinde bulunmaktadır. Koçkale yöresindeki barit damarları genelde çamurtaşları ve mangan seviyeleri ile uyumlu halde yer alırken, Hasanekevleri yöresindekiler ise düzensiz damarlar halinde aşırı derecede ayrılmış aglomera, tuf ve spilitik bazaltlarla temsil olunan denizel bazik kayalar içerisinde gözlenmektedir. Koçkale bölgesindeki baritler daha kalın seviyeler halinde iken, Hasanekevleri yöresindekiler ise daha ince damarlar halindedir.

2-Bölgede barit cevherleşmeleri çok sade bir parajenez sunmaktadır ve yörede başlıca barit, kuvars, kalsit ve pirit gözlenmektedir.

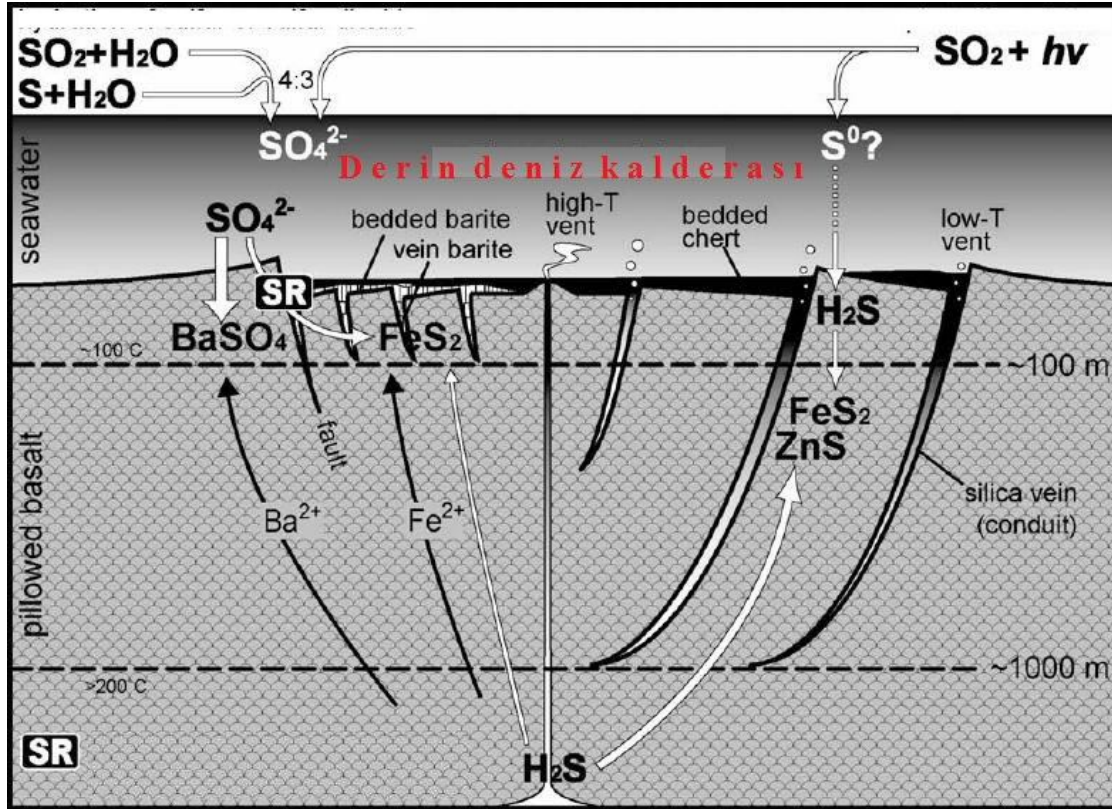
3-Cevherli örneklerde ana oksit bileşenleri çokluk sırasına göre; BaO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ ve CaO şeklinde sıralanmaktadır. Ancak baritler genelde BaO ve SiO₂ bileşenlerinden oluşmaktadır. Baritlerde ortalama olarak BaO %54.38 iken, SiO₂ ise %15.10 civarındadır ve birbirleriyle kuvvetli ters bir korelasyon sunmaktadır. .

4-Yöredeki baritlerin iz element içeriği oldukça düşüktür. Ana kayacın iz element içerikleri yüksek olmasına karşın, baritlerin iz element içerikleri oldukça düşüktür. Baritlerin, HFSE elementleri bakımından ise MORB kayalarına göre sadece Sr açısından zengin olduğu, diğer elementler açısından ise tüketildiği görülmektedir. Ayrıca çalışma alanındaki örneklerin Co/Ni değerlerinin (ortalama olarak 0.3) düşük olması da bu yatakların derin deniz ortamında oluşmuş olabileceğini göstermektedir.

5-Yöredeki manganez yataklarının nadir toprak element konsantrasyonunun oldukça düşük oranda zenginleştiği gözlenmiştir ve ΣNTE içerikleri 4.2-12.7 ppm arasında değişmiştir. Düşük NTE içeriğine sahip olması bu baritlerin hidrojenetik kökenden ziyade, hidrotermal kökenli olabileceğini göstermektedir. Bu örnekleri kondritlere göre normalleştirdiğinde, HNTE bakımından zenginleştiği görülmüştür. Yöredeki örnekler, kuvvetli negatif Ce ve Eu anomalileri göstermektedir. Negatif Ce anomalisi cevherlerin düşük bir redoks potansiyeli altında, iyi oksijenlenmemiş ve durgun bir su içerisinde oluşabileceğini, gözlenen negatif Eu anomalisi ise cevheri oluşturan çözeltilerin sıcaklığının 250°C'nin üzerinde olmadığını göstermektedir.

6-Cevherleşmelerin jeokimyasal özellikleri ve saha gözlemleri birlikte değerlendirildiğinde; Maden Karmaşığı içerisindeki baritlerin bazik volkanik kayalar içerisinde çört ve radyolaritlerin oluşabileceği derin ve sakin bir ortamda, hidrotermal çözeltilerin etkisiyle oluştuğunu düşünülmektedir (Şekil 5.1). Bölgedeki baritlerin ΣNTE

içeriklerinin çok düşük olması nedeniyle, baryumun kaynağının denizel bazik volkanik kayalar olduğu şeklindedir. Baritlerin özellikle hem iz element hem de NTE açısından içerisinde bulunduğu bazik kayalara göre düşük olması ise olasılıkla yakın çevresindeki çamurtaşları ve mangan oluşumları tarafından tüketilmiş olması ile açıklanmaktadır. Hasanekevleri baritlerinin bazik kayalar içerisinde derin yarıklar (vent) boyunca ortaya çıkan hidrotermal işlevler sonucunda damar tipinde, Koçkale cevherleşmesinin ise çamurtaşı ve mangan oluşumları ile kısmen uyumlu olması nedeniyle “hidrotermal-ekshalatif sedimanter” tipte yataklara benzer şekilde oluştuğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 5.1: Çalışma alanındaki baritlerin oluşum modeli (Ueno, 2008'den basitleştirilerek).

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, M.C., 1975,** V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalılarının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rap. No. 917, (Yayınlanmamış), Ankara.
- Aktaş, G. and Robertson A.H.F., 1990.** Tectonic evolution of the Tethys suture zone in SE Turkey: Evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene extrusives. In: Symp. on ophiolite genesis and evolution of oceanic lithosphere Geol. Soc., London, Special Publ., 311-328.
- Altunbey, M. ve Sağıroğlu A., 1995,** Koçkale-Elazığ manganez cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni. MTA Dergisi 117, 139-148.
- Baioumy, H.M., 2015.** Rare earth elements, S and sr isotopes and origin of barite from Bahariya Oasis, Egypt: Implication for the origin of host iron ores. J. Afr. Earth Sci. 106, 99-107.
- Bingöl, A.F., 1984,** Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region. In: O. Tekeli and C. Göncüoğlu (eds.), Geology of the Taurus Belt Proceedings, MTA, Ankara, 209-216.
- Bingöl, A.F., 1988.** Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). Journ. of Fırat Univ., 3/2, 1-17.
- Boynton W V. 1984.** Geochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. In: Henderson P. Rare Earth Element Geochemistry. Amsterdam: Elsevier,: 63–114.
- Bozkaya, G., Gökce, A., 2004.** Trace- and rare-earth geochemistry of the Karalar (Gazipasa-Antalya) barite — galena deposits, southern Turkey. Turk. J. Eart. Sci. 13, 63–76.
- Choi, J.H. and Hariya, Y., 1992.** Geochemistry and depositional environment of Mn oxide deposits in the Tokoro belt, Northeastern Hokkaido. Japan. Econ. Geol., 87, 1265-1274.
- Church, T.M., Bernat, M., 1971.** Thorium and uranium in marine barite. Earth Planet. Sci. Lett. 14, 139.
- Delian, F., 77, 519-Dasgupta, S., Bolton, B.R., Hariya, Y., Momoi, H., Miura, H., Liagu, L., and Roy, S., 1992.** Mineralogy and geochemistry of the Proterozoic Wafangzi ferromanganese deposit, China. Econ., Geol., 87, 1430-1440.
- Elderfield, H. and Schultz, A. 1996** Mid-ocean ridge hydrothermal fluxes and the chemical composition of the ocean. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 24, 191–224.
- Elmas, N., Kumral, M., Suner, F., Tasdelen, S., 2012.** Stratiform barite deposits hosted in metamorphic assemblages of Dinek and surrounding regions, Isparta, Turkey. J. Asian Earth Sci. 48, 150–159.
- Engin, T., Balcı, M., Sümer, Y., Özkan, Y.Z., 1981.** Guleman (Elazığ) kromyatakları ve Peridotit Birimi'nin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri. Bull. Mineral Res. Explor. Inst. Turk. 95–96, 77–100.
- Erler, A., 1984.** Tectonic setting of the massive sulfide deposits of the southeast Anatolian trust belt. In: Tekeli, O., Goncuoglu, M.C. (Eds.), Geology of the Taurus Belt Proceedings of International Symposium, 26–29 September, 1983, Ankara, Turkey, pp. 309 – 316.
- Erdem, E., 1987.** Elazığ-Karadere-Gölordı köyleri arasındaki magmatitlerin petrografik incelemesi: YLS Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 67 s. (Yayınlanmamış).
- Erdem, E., 1994,** Pütürge (Malatya) Metamorfitleri'nin Petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi.
- Erdoğan, B., 1977,** Geology geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region SE Turkey., Ph. D.Thesis, Univ. New Brunswick.

- Erdoğan, B., 1982.** Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve volkanik kayaları, TJK Bült., v. 25, pp. 49-60.
- Han, S., Hu, K., Cao, J., Pan, J., Xia, F., Wu, W., 2015.** Origin of early Cambrian black-shale-hosted barite deposits in South China: Mineralogical and geochemical studies. *Journal of Asian Earth Sciences* 106, 79–94
- Hanor, J.S. 2000.** Barite-celestine geochemistry and environments of formation. In: *Reviews in mineralogy and geochemistry–sulfate minerals* (Eds C.N. Alpers, J.L. Jambor and D.K. Nordstrom), 40, Washington, DC: Mineralogical Society of America
- Hein, J.R., Kochinsky, A., Halbach, P., Manheim, F.T., Bau, M., Kang, J.K., and Lubick, N., 1997.** Iron and manganese oxide mineralization in the Pacific. In: Nicholson, K., Hein, J.R., Buhn, B., Dasgupta, S. (Eds.). *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits*, Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., vol. 119, pp. 123-138.
- Herece, E. and Akay, E., 1992.** Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı. Türkiye Petrol Kongresi Bildiriler 361-372.
- İleri, S., Salancı, B., Bitem, M., Doğan, R., 1976.** Ergani (Maden) bakır yatağı ve plaka tektoniği: Bülteni 19, 133 -142,
- Jach, R., and Dudek, T., 2005.** Origin of a Toarcian manganese carbonate/silicate deposit from the Krizna unit, Tatra Mountains, Poland. *Chemical Geology* 224, 136-152.
- Jébrak, M., El Wartiti, M., Marcoux, E., Zahraoui, M., 2011.** The Bouznika Cambrian barite deposit (Morocco), an early mineralization on the Iapetus margin. *J. Afr. Earth Sci.* 60 (3), 53–62.
- Jiancheng, X., Xiaoyong, Y., Jianguo, D., and Wei, X., 2005.** Geochemical Characteristics of Sedimentary Manganese Deposit of Guichi, Anhui Province, China. *Journal of Rare Earths*, 24, 374-380.
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıncık, G., Yılmaz, H. ve Kılınc, F., 1993.** Malatya-Doğanshehir-Çelikhan dolayının jeolojisi. MTA Derleme No: 9587, 57 s.
- Kato, Y., Yamaguchi, K.E., Ohmoto, H., 2006.** Rare Earth elements in Precambrian banded ironformations: secular changes of Ce and Eu anomalies and evolution of atmospheric oxygen. In: Kesler, S.E., Ohmoto, H. (Eds.), *GSA Memoir 198: Evolution of Early Earth's Atmosphere, Hydrosphere, and Biosphere - Constraints from Ore Deposits*, vol. 198. Geological Society of America, Boulder CO, pp. 269–289.
- Ketin, İ. 1966.** Anadolu'nun tektonik birlikleri. M.T.A. Derg. no. 66, s. 20-34, Ankara.
- Ketin, İ., 1983.** Türkiye jeolojisine genel bir bakış: İTÜ Matbaası, No. 1259, 595 s., İstanbul.
- Kılıç, A.D., 2005,** Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 102 s.
- Kunimaru, T., Shimizu, H., Takahashi, K., Yabuki, S. 1998.** Differences in geochemical features between Permian and Triassic cherts from the Southern Chichibu terrane, southwest Japan: REE abundances, major element compositions and Sr isotopic ratios. *Sediment Geol.* 119 (3–4), 195–217.
- Lottermoser, B.G., 1992.** Rare earth elements and hydrothermal ore formation processes. *Ore formation processes. Ore Geol. Rev.* 7, 25.
- Moller, P., Morteani, G., 1983.** On the geochemical fractionation of rare earth elements during the formation of Ca-minerals and its application to problem of the genesis of ore deposits. In: Augustithis, S.S. (Ed.), *The Significance of Trace Elements in Solving Petrogenetic Problem and Controversies*. The ophrastus Pub, Tens, p. 747.

- Mills, R.A., Elderfield, H., 1995.** Rare earth element geochemistry of hydrothermal deposits from the active TAG Mound, 26°N Mid-Atlantic Ridge. *Geochim. Cosmochim. Acta* 59, 3511–3524.
- Murray, R. W. 1994.** Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications. *Sedimentary Geology* 90, 213-232.
- Önal, A., 2000.** Alihan-Pütürge (Malatya) demirli-manganez cevherleşmesinin jeokimyası. Yük. Lis. Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 56 s.
- Özkan, Y.Z., 1982.** Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeolojisi ve petrolojisi: İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi., 3(1-2), 295-312.
- Özkan, Y.Z., and Öztunalı, Ö., 1984.** Petrology of the magmatic rocks of Guleman ophiolite Int. Symp. on the Taurus Belt., MTA, 285-293.
- Özkaya, İ., 1975.** Sason yöresinin yapısal jeolojisi: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, 21-30, Ankara.
- Özkaya, İ., 1978.** Ergani-Maden yöresinin stratigrafisi: TJK Bült., 2, 120-139.
- Öztürk, H., 1993.** Türkiye manganez yatakları: Oluşum ve tipleri, *Jeoloji Müh.*, 43, 24-33.
- Öztürk, H., 1997.** Manganese deposits in Turkey: Distribution, types and tectonic setting. *Ore Geology Reviews* 12 (3), 187-203.
- Öztürk, N. 2008.** Hazar Gölü (Elazığ) doğusundaki mangan yataklarının jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyası. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 58s. Elazığ.
- Qi, X.X., Yu, F.L., Yu, C.L., 2008.** Rare earth element and trace element geochemistry of Shalagang Antimony Deposit in the Southern Tibet and its tracing significance for the origin of metallogenic elements. *Geoscience* 22, 162–172 (in Chinese with Eng. abstract).
- Pearce J.A. 1982.** Trace element characters of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe R S. *Andesites*. Chichester: Wiley, 525–548
- Perinçek, D., 1979.** The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar Malatya area. Guide book, TJK yayını, 33s.
- Perinçek, D., and Özkaya, İ., 1981.** Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, 8, 91-101.
- Rigo De Righi, M., and Cortesini, A., 1964.** Gravity tectonics in Foothill structure of southeast Turkey: *Amer. Assoc. Petrol. Geologist Bull.* 48, 1911-1937.
- Sasmaz, A., Turkyilmaz, B., Ozturk, N., Yavuz, F., Kumral, M. 2014.** Geology and geochemistry of Middle Eocene Maden complex ferromanganese deposits from the Elazig-Malatya region, eastern Turkey. *Ore Geol Rev.* 56, 352–372
- Sungurlu, O., 1975.** VI. Bölge kuzey sahaların jeolojisi: TPAO Raporu. No. 817,
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., and Naz, H., 1985.** Elazığ-Palu-Hazar alanının jeolojisi: petrol İşleri genel müdürlüğü dergisi., 29, 83-191.
- Takahashi, Y., Shimizu, H., Kagi, H., Yoshida, H., Usui, A., and Nomura, M., 2000.** A new method for the determination of Ce^{III}/Ce^{IV} ratios in geological materials; application for weathering, sedimentary and diagenetic processes. *Earth and Plan. Lett.*, 182, 201-207.
- Tombros, S.F., Seymour, K.S., Williams-Jones, A.E., Zhai, D., Liu, J. 2015.** Origin of a barite-sulfide ore deposit in the Mykonos intrusion, cyclades: Trace element, isotopic, fluid inclusion and raman spectroscopy evidence. *Ore Geology Reviews* 67, 139–157
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F., 1993.** Doğu Toroslar'ın evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. Hacettepe Üniversitesinde Yerbilimlerinin 25. Yılı Symp., Ankara, 25 s.

- Turan, M., Aksoy, E., ve Bingöl, A.F. 1995.** Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri., F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7 / 2, 177-200.
- Türkyılmaz, B., 2004.** Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağındaki mangan yataklarının mineralojik, jeokimyasal ve kökensel olarak incelenmesi., Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 160 s.
- Ueno, Y., Ono, S., Rumble, D., Maruyama, S. 2008.** Quadruple sulfur isotope analysis of ca. 3.5Ga Dresser Formation: new evidence for microbial sulfate reduction in the Early Archean; *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72/ 23, 5675-5691.
- White, W.M. 2001.** Chapter 7: Trace elements in igneous processes; *in Geochemistry* 265-275.
- Yazgan, E., 1981.** Doğu Toroslarda etkin bir paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. *Yerbilimleri* 7, 83-104.
- Yazgan, E., 1983.** A geo traverse between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. *Int. Symp. on the geology of the Taurus Belt, Field Guide Book, Ankara, 199-208.*
- Yazgan, E., 1984.** Geodynamic evaluation of the Eastern Taurus region. In: O. Tekeli and C. Göncüoğlu (eds.), *Geology of the Taurus Belt Proceedings, MTA, Ankara, 199-208.*
- Yazgan, E. and Chessex, R., 1991.** Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. *Tür. Pet. Jeo. Der., Ankara, 3/1, 1-14.*
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş.C., 1992.** Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni. *Tür. 9. Petrol Kong. Bild., Ankara, 296-306.*
- Yılmaz, Y., 1993.** New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. *Geol. Soc. of Amer. Bull.* 105, 251-271.
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., ve Yılmaz, Y., 1993.** Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Maden grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi; A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, A.Ü. Fen Fak. 251-264.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında doğdum. 2007 de Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandım 2012 Şubat ayında mezun oldum. 2013 Şubat ayında yüksek lisansa başladım. Halen devam etmekteyim.

