



HASKÖY – KIZILAĞAÇ (MUŞ) BARİT YATAKLARININ KÖKENİ

Hacı Alim BARAN

Haziran 2010

DENİZLİ

HASKÖY-KIZILAĞAÇ (MUŞ) BARİT YATAKLARININ KÖKENİ

Pamukkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Hacı Alim BARAN

Danışman: Prof. Dr. Hulusi KARGI

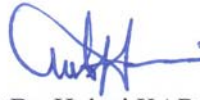
2. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa KUMRAL

Haziran 2010

DENİZLİ

DOKTORA TEZİ ONAY FORMU

Hacı Alim BARAN tarafından Prof. Dr. Hulusi KARGI yönetiminde hazırlanan “Hasköy-Kızılağaç (Muş) Barit Yataklarının Kökeni” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hulusi KARGI

Jüri Başkanı (Danışman)



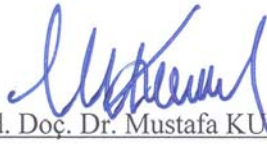
Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Cemal BÖLÜCEK

Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Mustafa KUMRAL

Jüri Üyesi (2. Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Erdal UĞUZDOĞAN

Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.../.../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Halil KARAHAN

Müdür

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı yönlendiren, araştırma olanağı sağlayan ve her aşamada sonsuz katkıda bulunarak, sabır ve ilgi gösteren danışman hocam Prof. Dr. Hulusi KARGI'ya (Pamukkale Üniversitesi) ve ikinci danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa KUMRAL'a (İstanbul Teknik Üniversitesi) şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Görüş ve önerileriyle çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR (Pamukkale Üniversitesi), Prof. Dr. Atasever GEDİKOĞLU'na (İstanbul Teknik Üniversitesi) ve Prof. Dr. Selçuk TOKEL'e (Kocaeli Üniversitesi) içtenlikle teşekkür ederim.

Bölgenin tektoniği ve genel jeolojisi ile ilgili bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ali KAYA'ya (Pamukkale Üniversitesi), sıvı kapanımı çalışmaları sırasında zaman ayıran ve deneyimlerinden yararlandığım Yrd. Doç. Dr. Nurullah HANILCI'ye (İstanbul Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması “Muş Bölgesi Barit Yataklarının Oluşum Koşullarının ve Endüstriyel Özelliklerinin Araştırılması (TÜBİTAK ÇAYDAG-104Y315)” ve “ Muş Bölgesindeki Barit Yataklarının Jeokimyasal Özelliklerinin ve Kökeninin Belirlenmesi (PAU BAP-2007FBE004)” konulu projeler tarafından desteklenmiştir.

Hacı Alim BARAN

Denizli, Haziran 2010

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

Öđrenci Adı Soyadı : Hacı Alim BARAN

ÖZET

HASKÖY-KIZILAĞAÇ (MUŞ) BARİT YATAKLARININ KÖKENİ

Baran, Hacı Alim

Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği ABD

Tez Yöneticisi

Prof. Dr. Hulusi KARGI (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Mustafa KUMRAL (2. Danışman)

Haziran 2010, 195 Sayfa

Muş bölgesi barit yatakları Bitlis Metamorfikleri içerisinde, Mutki Grubu'na ait Orta-Üst Devoniyen yaşlı Meydan Formasyonunun rekristalize kireçtaşları içerisinde yer almaktadır. Barit oluşumları yan kayaç içerisindeki faylar ve süreksizliklerdeki damarlar şeklinde gözlenmektedir.

Mineral parajenezi barit, pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, kalkosin, kovellin, malakit, azurit, hematit, limonit ve kuvarstan oluşmaktadır. Damarlardaki barit konsantrasyonu % 12 ile % 56,1 arasında değişirken yan kayaçlarda bu miktar %0,14 ile %19,6 arasında gözlenmektedir. Baritlerin $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ değerleri 20,84‰ ile 42,09‰ arasında değişmektedir ve Devoniyen deniz suyu sülfatlarının (yaklaşık $\delta^{34}\text{S}$ 23–24‰), bakteriyel indirgenmesiyle oluştuğunu göstermektedir. Baritlerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değerleri 0,710082 ve 0,714090 arasında gözlenirken yan kayaçlarda bu değerler 0,710801 ve 0,713822'dir. Yan kayaçların $^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ izotop değerleri 14,7 ile 20,9‰ arasında değişirken, bu değerler baritler için 12,3 ile 16,3‰ arasında değişmektedir.

Deniz suyu kıtasal shelf ortamındaki süreksizlikler boyunca bir sirkülasyona girmiş ve sokulum yapmış olan granit intrüzyonu ısıtıcı görevini üstlenmiştir. Deniz suyu bu sırada yan kayaçlardan Ba ve Sr gibi elementleri çözerek bünyesine alır. Kireçtaşı çökelişi gözlenen, shelf ortamının, göreceli olarak daha derin bir yerinde yüzeye çıkan çözeltinin sülfatlarının ^{34}S miktarı bakteriyel indirgenme sonucu zenginleştirilmiştir ve yan kayaçları olan kireçtaşlarıyla aynı anda barit oluşumuna neden olmuştur. Mineralizasyon sonrasında birimlerin karaya yerleşmesi sırasında metamorfizma koşulları altında baritlerin bir kısmı yeniden kristallenirken bir kısmı remobilize olarak oluşan kırık ve çatlaklara yerleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Muş, barit, köken, izotop.

Prof. Dr. Hulusi KARGI

Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR

Doç. Dr. Cemal BÖLÜCEK

Yrd. Doç. Dr. Mustafa KUMRAL

Yrd. Doç. Dr. Erdal UĞUZDOĞAN

ABSTARCT

ORIGIN OF BARITE DEPOSITS IN HASKÖY-KIZILAĞAÇ, MUŞ

Baran, Hacı Alim

Phd. Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hulusi KARGI

Second Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa KUMRAL

June 2010, 195 Pages

Barite mineralization occurs in recrystallized dolomitic limestone of the Devonian Meydan Formation in the Bitlis Metamorfites of Muş region, southeast Anatolia, Turkey. Mineralization presents as veins in fractures and faults in the host rock.

Mineral assemblages consist of barite, pyrite, chalcopyrite, sphalerite, galena, chalcocite, covellite, malachite, azurite, hematite, limonite and quartz. Barite concentration ranges from 12 to 56.1 wt.% in mineralized veins and from 0.14 to 19.6 wt.% in host rock. $\delta^{34}\text{S}_{\text{VCDT}}$ values of barites range from 20.84 to 42.09‰, suggesting formation by bacterial reduction of Silurian-Devonian seawater ($\delta^{34}\text{S}$ approx 23–24‰) sulfate. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotope ratios of barite are between 0.710082 and 0.714090 and host rock ratios are between 0.710801 and 0.713822. ^{18}O isotope values are range from 14.7 and 20.9‰ for host rocks and from 12.3 and 16.3‰ for barites.

The barite mineralization formed as a result of circulation of sea water was heated by granite intrusion along fractures in a continental shelf environment. ^{34}S enrichment of seawater sul-fate by bacterial activity and leaching of Ba and Sr from continental host rocks contributed to the production of the barite mineralization. Post-mineralization metamorphism resulted in barite recrystallization and remobilization as well as the production of other sulfide phases.

Keywords: Muş, barite, origin, isotope.

Prof. Dr. Hulusi KARGI

Prof. Dr. Yahya ÖZPINAR

Assoc. Prof. Dr. Cemal BÖLÜCEK

Asst. Prof. Dr. Mustafa KUMRAL

Asst. Prof. Dr. Erdal UĞUZDOĞAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLOLAR LİSTESİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Materyal ve Metod	2
1.3. Saha çalışmaları	3
1.4. Laboratuvar çalışmaları	3
1.4.1. Petrografik çalışmalar: polarizan ve elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları	3
1.4.2. Cevher mikroskobisi	4
1.4.3. XRD çalışmaları	4
1.4.4. Majör ve iz element çalışmaları	4
1.4.5. Sıvı kapanımı çalışmaları	5
1.4.6. Duraylı izotop çalışmaları	5
1.4.7. Analiz yöntemleri	5
1.5. Önceki Çalışmalar	6
2. BÖLGESEL JEOLojİ	12
2.1. Genel Jeoloji	12
2.2. Bölgenin Jeolojik Evrimi	14
3. GENEL JEOLojİ	17
3.1. Bitlis Metamorfikleri Kuşağı	17
3.2. Stratigrafi	17
3.2.1. Hizan grubu (Pzba)	19
3.2.2. Mutki grubu (Pzbü)	20
3.2.3. Tütü formasyonu (Mzt)	42
3.2.4. Kızılağaç formasyonu (Tk)	43
3.2.5. Alüvyon ve taraça çökelleri	44
3.2.6. Magmatik kayalar	44

4. YAPISAL JEOLJİ.....	49
4.1. Giriş.....	49
4.2. Bindirmeler	49
4.3. Kıvrımlar	49
4.4. Kırık ve çatlak ölçümleri.....	56
5. İNCELEME ALANINDAKİ CEVHERLEŞMELER.....	58
5.1. Giriş.....	58
5.2. I.Bölge Barit Oluşukları	59
5.2.1. Toprakkale (Bilir) barit oluşukları	59
5.2.2. Kasor barit oluşukları.....	81
5.3. II. Bölge Barit Oluşukları.....	85
5.3.1. Hasköy barit oluşukları	85
5.3.2. Azıklı barit oluşukları	91
5.3.3. Elmabulak barit oluşukları	95
6. JEOKİMYA	98
6.1. Ana ve İz Element Jeokimyası.....	98
6.2. Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası	104
6.3. XRD Analizleri	109
6.4. Sıvı Kapanımı.....	109
6.5. Duraylı İzotop Jeokimyası	111
6.5.1. Oksijen izotopları	112
6.5.2. Kükürt izotopları	113
6.5.3. Stronsiyum izotopları	117
6.5.4. Karbon izotopları	120
6.6. İzotop Analizlerinin Karşılaştırmalı Yorumu	121
7. SONUÇLAR	125
8. KAYNAKLAR	129
EKLER.....	139
ÖZGEÇMİŞ	178

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Türkiye'nin önemli barit yatakları haritası (M.T. A. 2005).....	2
Şekil 2.1 İnceleme alanının tektonik konumu (Okay 2008, Google 2010).....	12
Şekil 2.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş yapısal kesiti ve kuşakların konumu (Göncüoğlu ve Turhan 1985).....	13
Şekil 3.1 İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Göncüoğlu ve Turhan 1983).....	18
Şekil 3.2 Meydan Formasyonundaki birimlerin ardalanması	22
Şekil 3.3 Meydan Formasyonuna ait laminalı kuvarsit (Kilise Hr. Tepenin batı yamacı)	22
Şekil 3.4 Meydan Formasyonuna ait kuvarsitlerin ve nadir olarak görülen albit (Al) kristalini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü.....	23
Şekil 3.5 Kuvarsitler içerisinde kuvarsla, muskovit (M) minerallerinin sınırlarında gözlenen hematit (H) ve spekülarit (nadir) minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	24
Şekil 3.6 Kuvarsitlerde kuvarsla birlikte gözlenen muskovit (M) minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	25
Şekil 3.7 Meydan Formasyonuna ait şistler (Komlar köyü güneyi)	26
Şekil 3.8 Meydan Formasyonu içinde gözlenen aibit-klinozoyisit-klorit (kloritleşmiş biyotit) şistlerini gösteren mikroskop görüntüsü (Klinozoyisit:Kl, Biyotit:B) a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü.....	27
Şekil 3.9 Meydan Formasyonu içinde gözlenen aibit-klinozoyisit-klorit (kloritleşmiş biyotit) şistlerdeki klinozoyisit (Kl), klorit (K) ve kuvars minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	28
Şekil 3.10 Meydan Formasyonuna ait dolomitik kireçtaşının görünümü (Bilir Tepe zirvesi).....	29
Şekil 3.11 Meydan Formasyonu içinde gözlenen rekrystalize kireçtaşlarını gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	30
Şekil 3.12 Meydan Formasyonu içinde gözlenen rekrystalize kireçtaşlarındaki iri kalsit kristallerinin kafes yapısındaki demir oksit oluşumlarını gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	31
Şekil 3.13 Serizit (Se)-kuvars (Q) şistleri gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	33
Şekil 3.14 Serizit-kuvars şistlerde gözlenen şistozite-klivaj (S-C) yapıları ve hematit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü.....	34
Şekil 3.15 Rekrystalize kireçtaşları ile baritlerin sınırlarında gelişen kalsit, kuvars ve barit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü.....	35
Şekil 3.16 İri barit kristallerinden oluşan barit örneğine ait mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü.....	36
Şekil 3.17 İkincil barit damarlarındaki kuvars ve barit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	37
Şekil 3.18 Hasköy Mağara tepede mostra veren Çırrık kireçtaşı (Pzbü2) ile Meydan Formasyonu (Pzbü1) arasındaki uyumsuzluk düzlemi	39
Şekil 3.19 Çırrık kireçtaşlarında gözlenen kalkışistlerin arazi görünümü	39

Şekil 3.20 Kalkıştleride gözlenen muskovit (M), uzamış opak mineraller, kuvars (Q) ve yönleneyle uyumlu kalsit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	40
Şekil 3.21 Kalkıştleride gözlenen iri ve yönleneyle kalsit minerali, muskovit ve kuvars minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü	41
Şekil 3.22 Kızılağaç beldesi yol yarmalarında gözlenen altere olmuş metagranitler	45
Şekil 3.23 Toprakkale köyü girişinde Meydan Formasyonu ile Solhan volkanitleri arasındaki uyumsuzluk düzlemi	47
Şekil 3.24 Solhan volkanitlerinin çökel kayaları olan kıltaşı ve marnların arazi görünüşü (Toprakkale köyü girişi)	47
Şekil 3.25 Kuvaterner volkaniklerinde gözlenen sütun yapıları	48
Şekil 4.1 Toprakkale bölgesinde Bilir dere içerisinde gözlen küçük ölçekli antiklinal ve senklinal	51
Şekil 4.2 Toprakkale bölgesinde Bilir tepe güneyindeki şistlerde gözlenen kıvrımlanmış şistozite düzlemleri	51
Şekil 4.3 a) Serizit şistlerdeki S-C yapılarının çift nikol görünümü b) a örneğinin tek nikol görünümü c) Serizit şistlerdeki S-C yapıları ve hematit mineralinin çift nikol görünümü d) c örneğinin tek nikol görünümü	52
Şekil 4.4 Toprakkale bölgesinde Bilir tepe güneyindeki antiklinal eksenine yakın kuvarsitlerde gözlenen kıvrımlı yapı	54
Şekil 4.5 Toprakkale bölgesinde Bilir tepede gözlenen dalımlı antiklinal	54
Şekil 4.6 Azıklı kireçtaşlarında gözlenen zikzak kıvrımları	55
Şekil 4.7 Muş-Bitlis karayolu üzerinde taş ocağında, Meydan Formasyonunda gözlenen kıvrımlar	55
Şekil 4.8 Azıklı bölgesi kireçtaşlarındaki çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı	56
Şekil 4.9 Elmabulak bölgesi kireçtaşlarındaki çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı	57
Şekil 4.10 Barit damarlarına ait gül diyagramı	57
Şekil 5.1 İnceleme alanındaki cevherleşmelerin yer bulduru haritası (Google 2010)	58
Şekil 5.2 Toprakkale bölgesinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Göncüoğlu ve Turhan 1985'den değiştirilmiştir)	60
Şekil 5.3 Toprakkale bölgesinin 1/25 000 ölçekli örnek alım haritası	61
Şekil 5.4 Bilir tepe zirvesinin güneyindeki dolomitik kireçtaşları içerisindeki barit damarlarının konumları	62
Şekil 5.5 Toprakkale köyü, Kilise Hr. Tepe batısındaki rekristalize kireçtaşları içerisindeki barit damarları	62
Şekil 5.6 Toprakkale köyü Kilise tepe kuzey yamacındaki breşik barit oluşumları	63
Şekil 5.7 Kilise tepe kuzey yamacındaki spekülait oluşumları	63
Şekil 5.8 Bilir tepe kuzey doğu yamacındaki lokasyonda barit (B) mineralleriyle birlikte gözlenen, malakit (M) ve azurit (A)	64
Şekil 5.9 Mezarlık tepe doğu yamacında baritlerle (B) birlikte gözlenen kalkopirit (Kp) minerali	64
Şekil 5.10 Mezarlık tepe doğu yamacında baritlerle (B) birlikte gözlenen malakit (M) kristalleri	65
Şekil 5.11 Bilir tepe kuzeydoğu yamacında limonitik (L) zon içerisinde baritle (B) birlikte gözlenen galen (G) damarı	65
Şekil 5.12 Bilir bölgesi, Kilise tepe kuzey yamacında gözlenen hematit ve limonit oluşumları	66
Şekil 5.13 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)	68

Şekil 5.14 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit ve bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)	68
Şekil 5.15 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	69
Şekil 5.16 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	69
Şekil 5.17 Kayaç boşluklarında oluşan piritin tektonik hareketlerden etkilenmesi sonucu kazandığı kırıklı, çatlaklı yapının kalkopirit tarafından doldurulması (P: Pirit, Kp: Kalkopirit)	70
Şekil 5.18 Kayaç boşluklarında oluşan piritin tektonik hareketlerden etkilenmesi sonucu kazandığı kırıklı, çatlaklı yapının kalkopirit tarafından doldurulması (P: Pirit, Kp: Kalkopirit)	71
Şekil 5.19 Piritin kırıklı yapısını dolduran kalkopiritin, sfalerit ve bornit tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)	71
Şekil 5.20 Piritin kırıklı yapısını dolduran kalkopiritin, sfalerit tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)	72
Şekil 5.21 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	72
Şekil 5.22 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	73
Şekil 5.23 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)	74
Şekil 5.24 Kayaçın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)	74
Şekil 5.25 Kataklaзма sonucu parçalanan piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit)	75
Şekil 5.26 Kataklastik piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması ve kalkopiritin sınırları boyunca sfalerit oluşumu ve bornitin kalkopiriti ornatması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit)	76
Şekil 5.27 Kataklastik piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması ve kalkopiritin sınırları boyunca sfalerit oluşumu ve bornit, kovellin, kalkosinin kalkopiriti ornatması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	76
Şekil 5.28 Kalkopiritin bornit, kovellin, kalkosin tarafından neredeyse tamamen ornatılması (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	77
Şekil 5.29 Piritlerde gözlenen kataklaşma izleri ve kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin tarafından tamamen ornatılması (P: Pirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	78
Şekil 5.30 Kalkopiritin sfalerit, bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)	78
Şekil 5.31 Kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	79
Şekil 5.32 Kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin, kalkosin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	79
Şekil 5.33 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından tamamen ornatılması (Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	80
Şekil 5.34 Kalkopiritin sfalerit, kovellin, kalkosin tarafından ornatılması (Sf: Sfalerit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	80
Şekil 5.35 I. Bölgedeki cevherlerin mineral parajenezi ve oluşum sırası	81
Şekil 5.36 Kador baritlerinin arazi görüntüsü	82

Şekil 5.37 Kasor bölgesi barit (B) cevherleşmesi ve cevherleşmeye eşlik eden malakit (M) ve hematit (H) minerallerinin görünümü	82
Şekil 5.38 Kızılkilise mevki breşik barit, hematit ve limonit oluşumlarının genel görünüşü	83
Şekil 5.39 Breşik barit ve barit tanelerinin arasını dolduran demirli mineraller (hematit, limonit)	84
Şekil 5.40 Kızılkilise mevkiinde gözlenen hematit ve limonitlerin genel görünüşü	84
Şekil 5.41 Hasköy bölgesinin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası (Göncüoğlu ve Turhan 1985’den değiştirilmiştir)	86
Şekil 5.42 Hasköy bölgesinin 1/25 000 ölçekli örnek alım haritası	87
Şekil 5.43 Hasköy bölgesi baritlerinin yan kayaçla ilişkileri	88
Şekil 5.44 Hasköy bölgesi baritlerine (Ba) eşlik eden kalkopirit (Kp), bornit (Bo) mineralleri	88
Şekil 5.45 Piritten sonra oluşan kalkopiritin piriti sarması (P:Pirit, Kp:Kalkopirit)	90
Şekil 5.46 Kayaçtaki kırıklarda gelişen kalkopirit	90
Şekil 5.47 Azlık baritlerine eşlik eden malakit oluşumları	91
Şekil 5.48 Hasköy bölgesi Azlık baritlerinin yan kayacı kesen damar tipi oluşumları ..	92
Şekil 5.49 Kalkopiritin (1.faz) sırasıyla bornit, kovellin tarafından ornatımı (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	93
Şekil 5.50 Kalkopiritin (1.faz) sfalerit (1.faz), bornit ve kovellin tarafından, kalkopiritin (2.faz) sfalerit (2.faz) tarafından ornatılması (Kp1: 1.faz Kalkopirit, Kp2: 2.faz Kalkopirit, Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit, Ko: Kovellin)	93
Şekil 5.51 Kalkopiritin (1.faz) sfalerit, bornit ve kovellin, kalkosin (az), kalkopiritin (2.faz) sfalerit(2.faz) tarafından ornatılması (Kp1: 1.faz Kalkopirit, Kp2: 2.faz Kalkopirit Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)	94
Şekil 5.52 1.faz Kalkopiritin sfalerit, bornit, 2. faz kalkopiritin sfalerit (2.faz) tarafından ornatılması (Kp2: 2.faz Kalkopirit Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit)	94
Şekil 5.53 Kalkopiritin (2.faz) sfalerit (2.faz) tarafından sınırından itibaren ornatılması (kemirme dokusu) (Kp2: Kalkopirit (2.faz), Sf2: Sfalerit (2.faz)	95
Şekil 5.54 Sfalerit (2.faz) mineralinin kayaçtaki kırıklara yerleşimi (Sf: Sfalerit)	95
Şekil 5.55 Limonit ve malakitle birlikte gözlenen barit damarı	96
Şekil 5.56 Rekristalize (yer yer dolomitik) kireçtaşları içerisinde gözlenen barit damarları	96
Şekil 5.57 II. Bölge için genelleştirilmiş mineral parajenezi ve oluşum sırası (Kumral 2010)	97
Şekil 6.1 İnceleme alanına ait örneklerin Fe-Pb-Zn üçgen diyagramı SEDEX – MVT tipleri için karakteristik alanlarla karşılaştırılması (Alanlar: Gustafson ve Williams 1981, Lydon 1983, Sengster 1983, Pratt 1990’dan alınmıştır)	102
Şekil 6.2 İnceleme alanına ait örneklerin Ag*10-Cu-Pb+Zn üçgen diyagramı SEDEX – MVT tipleri için karakteristik alanlarla karşılaştırılması (Alanlar: Gustafson ve Williams 1981, Lydon 1983, Sengster 1983, Pratt 1990’dan alınmıştır)	103
Şekil 6.3 Muş ili baritlerinin nadir toprak element (REE) diyagramı	105
Şekil 6.4 Muş ili baritlerinin yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı ..	105
Şekil 6.5 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı	106
Şekil 6.6 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı	107
Şekil 6.7 Kasor barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı	107

Şekil 6.8 Hasköy barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı .	108
Şekil 6.9 Muş barit ve yan kayaçlarının Ce/Sm – Ce/Yb diyagramı	109
Şekil 6.10 Muş bölgesi baritlerinin homojenleşme sıcaklıkları	111
Şekil 6.11 Muş baritleri ve yan kayaçlarının ¹⁸ O değerlerinin diğer barit yataklarının ¹⁸ O değerleriyle karşılaştırılması	113
Şekil 6.12 Muş baritlerinin ³⁴ S- ¹⁸ O içeriklerinin Adana-Attepe baritleriyle korelasyonu	114
Şekil 6.13 Değişik hidrotermal cevher yataklarındaki sülfid ve sülfatlardaki ³⁴ S değerinin değişim aralığı (Rye ve Ohomoto 1974).....	115
Şekil 6.14 Muş baritlerinin kükürt izotop değerlerinin Çin, Nevada baritleri ve volkanikler içerisinde oluşmuş barit yataklarıyla (Barite Hill, Kuroko) karşılaştırılması (Clark vd 2004'den değiştirilmiştir).....	116
Şekil 6.15 Deniz suyundan itibaren barit oluşumu ve bakteriyel redüksiyon (Xuefeng 1997)	117
Şekil 6.16 İnceleme alanındaki baritlerdeki bakteriyel indirgenme izlerini gösteren...	117
Şekil 6.17 Muş baritlerinin stronsiyum izotop değerlerinin Çin, Nevada, Meggen, Rammelsberg baritleri ile karşılaştırılması (Clark vd 2004'den değiştirilmiştir) ...	118
Şekil 6.18 Muş bölgesi kireçtaşlarının Adana-Attepe kireçtaşlarıyla karşılaştırılması	121
Şekil 6.19 Muş bölgesi kireçtaşlarının Robb Lake cevherleşmesi ve kireçtaşlarıyla karşılaştırılması	121
Şekil 6.20 Muş barit ve yan kayaçlarının ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr – ¹⁸ O diyagramı	123
Şekil 6.21 Muş barit ve yan kayaçlarının ³⁴ S – ¹⁸ O diyagramı	123
Şekil 6.22 Muş barit ve yan kayaçlarının ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr – ³⁴ S diyagramı	124

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 5.1 I. Bölge örneklerinin incelenmesi için kullanılan mineralojik metodlar	67
Tablo 5.2 II. Bölge örneklerinin incelenmesi için kullanılan mineralojik metodlar	89

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

δ	Analiz sonuçlarının standarda göre değişimi
HREE	Ağır nadir toprak elementler
LREE	Hafif nadir toprak elementler
my	Milyon yıl
M.T.A.	Maden Tektik ve Arama Genel M¼d¼rl¼ę¼
MVT	Mississippi Vadisi tip
ppm	Milyonda bir birim
REE	Nadir toprak elementleri
SEDEX	Sedimanter ekzalatif
SEM	Taramalı elektron mikroskop
Te	Sıvı kapanımının ötektik sıcaklığı (ilk ergime sıcaklığı)
Th	Sıvı kapanımının homojenleşme sıcaklığı
Tm	Sıvı kapanımının ergime sıcaklığı
VCDT	Vienna Diablo Kanyonu pirotini
VPDB	Vienna PeeDee belemnitleri
VSMOW	Vienna standart ortalama deniz suyu
XRD	X-Işınları difraksiyon spektroskopisi

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

İnceleme konusu olan Muş ili sınırları içerisinde gözlenen barit cevherleşmeleri; Bitlis Metamorfikleri olarak adlandırılan metamorfik masif içerisinde gözlenmektedir. İnceleme alanı ve yakın çevresinde 1906'dan beri farklı araştırmacılar tarafından birçok çalışma yapılmasına karşın bu çalışmalar genellikle genel jeoloji ağırlıklıdır. Jeolojik harita yapımı, bölge jeolojisi, bölgenin jeolojik evrimi gibi çalışmalar olmasına karşın endüstriyel hammadde ve metalik maden yatakları bakımından oldukça zengin olan Bitlis Metamorfikleri hakkında detaylı bilimsel çalışmalar sınırlıdır.

Bitlis Masifi olarak adlandırılan kuşak, jeolojisi çok iyi bilinmemesine karşın doğal kaynaklar açısından önemli bir bölgedir. Masif içerisindeki endüstriyel hammadde ve metalik maden potansiyeli henüz tam olarak belirlenememiş ve maden provenleri detaylı olarak çalışılmamıştır. Muş bölgesi de bu kuşak içerisinde yer alır ve barit oluşumlarıyla dikkati üzerine çeker. Bu barit oluşumlarının jeolojik özelliklerinin tanınması, oluşum mekanizmasının belirlenmesiyle kuşak içerisinde yer alabilecek diğer önemli potansiyel alanların tespitine de imkan sağlayabilecektir.

Geniş bir kullanım alanına sahip olan barit, yüksek yoğunluğu nedeniyle sondajcılık çalışmalarının vazgeçilmez hammaddesi olup, maden ve petrol aramalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca geniş bir pazara sahip olan baryum kimyasallarının temel girdisi olması sonucu önemli bir hammaddedir. Endüstriyel kullanımları yanında oluşum koşullarının fiziko-kimyasal ve jeokimyasal özellikleri nedeniyle Türkiye'nin önemli maden yataklarını oluşturan metal sülfürlerin belirteçleri arasında yer almaktadır. Baritin dünyada en yaygın olduğu ülkelerden biri Türkiye olmasına karşın, yeterli araştırma ve bilimsel çalışma mevcut değildir ve özellikle Güneydoğu Anadolu proveni barit oluşumları ayrıntılı olarak çalışılmamıştır.

Ülkemizin önemli barit oluşumlarından (Şekil 1.1) olan Muş bölgesinde bulunan baritlerin nitelikleri, kökenleri ve yayılımlarının boyutlarının saptanması özel bir önem taşımaktadır. Ülkemizin önemli barit yataklarından olmasına karşın barit yatakları araştırmalarına ilişkin önceki çalışmalar genellikle genel jeoloji ağırlıklı incelemelerdir. Muş baritleri ile ilgili şimdiye kadar ayrıntılı olarak yapılmış herhangi bir bilimsel çalışma ve uluslararası makale bulunmamaktadır. Sadece MTA arşivinde bölgedeki barit oluşumlarının varlığını belirten ve kabaca cevherden bahseden eski tarihli raporlar bulunmaktadır. Önemli kullanım alanları bulunan barit cevherleşmeleri için, Güneydoğu Anadolu-Muş baritlerinin ayrıntılı araştırılmasına özel bir ihtiyaç vardır. Bu amaçla Muş ili Toprakkale, Kasor, Kızılkilise, Hasköy, Elmabulak ve Azıklı bölgesinde öncelikle ayrıntılı saha çalışması yapıp, toplanan örnekler üzerinde aşağıda ayrıntıları verilen petrografik, mineralojik, jeokimyasal, sıvı kapanım ve izotop çalışmaları yapılarak cevherleşmenin kökeni araştırılmıştır.



Şekil 1.1 Türkiye'nin önemli barit yatakları haritası (M.T. A. 2005).

1.2. Materyal ve Metod

İnceleme materyali, Doğu Anadolu'da Muş ilinde bulunan Devoniyen yaşlı barit cevherleri ve bu cevherlerin yan kayaçlarıdır. Çalışma, saha ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

1.3. Saha çalışmaları

Saha incelemeleri, çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturur. Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından hazırlanmış olan 1/25.000 ölçekli K46c1-c2 ve K47d2 paftalarını kapsayan jeolojik harita yeniden çalışılmış ve gerekli revizyonlar tamamlanmıştır (Ek-1, Ek-2). Harita revizyonu çalışmalarının ardından, çalışmanın esas konusu olan barit cevherleşmeleri ele alınmıştır. Cevherleşmenin yapı, doku ilişkileri belirlenmiş ve yan kayaçla olan ilişkileri belirlenmiştir. Cevherleşmenin bölgenin jeolojik yapısıyla ilişkilendirilmesi de kökeni açısından önem taşımaktadır. Ayrıca cevher ve tektonik yapılardan yapılan ölçümler tektonizmaya ilişkin ilişkisini açıklamak açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmalar sırasında cevherin kalınlığı, cevher-yan kayaç ilişkisi, dokusu gibi özellikleri not edilmiş, petrografik ve jeokimyasal çalışmalar için örnek grupları oluşturulmuştur. Bu şekilde çalışma alanının genelinde cevherleşme ve yan kayaç ilişkisini açıklayabilecek gerekli gözlemler gerçekleştirilmiş ve cevher kökenine ilişkin açıklayıcı nitelikteki yapı özellikleri incelenmiştir.

1.4. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları petrografik çalışmalar (polarizan ve elektron mikroskobu çalışmaları), cevher mikroskobisi, XRD, majör ve iz element çalışmaları, sıvı kapanımı çalışmaları ile duraylı ve radyojenik izotop çalışmaları olmak üzere 7 kısımda yürütülmüştür. Bu analizler yan kayaçtan cevhere doğru yapılan örnekleme hatları boyunca, cevher ve yan kayaçtan alınan sistematik örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

1.4.1. Petrografik çalışmalar: polarizan ve elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları

Çalışma alanında bulunan cevher ve yan kayaçların mineralojik özellikleri ve metamorfizma derecelerini belirlemek amacıyla petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunun için sistematik olarak toplanan şistler, rekristalize kireçtaşı ve barit örneklerinin ince kesitleri İstanbul Teknik Üniversitesi ve Pamukkale Üniversitesi ince kesit laboratuvarlarında hazırlanmış ve Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Leica DP marka polarizan mikroskopta petrografik tayinleri yapılmıştır. Ayrıca cevher örneklerinin oluşum şekli ve kökenine ışık tutması ve barit örneklerinin kristal şekli, yan kayaç ilişkisi, cevher oluşum mekanizması ve organik

faaliyetlerin etkisinin belirlenmesi amacıyla elektron mikroskopunda mikro doku çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

1.4.2. Cevher mikroskopisi

İnceleme alanından alınan cevher örneklerinin parlatmaları İstanbul Teknik Üniversitesi ince kesit laboratuvarında yapılmış ve İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Akademisi'nde bulunan Olympus marka cevher mikroskopunda cevher mikroskopisi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Cevherleşmenin mineral parajenezi (birlikteliği), süksessiyonu (oluşum sırası) her bir cevherleşme için belirlenmiş, cevher yan kayaç ilişkisi maden yatakları açısından ortaya konulmuştur.

1.4.3. XRD çalışmaları

Barit cevherlerinden seçilen 15 adet örneğin mineralojik bileşimin belirlenmesi amacıyla XRD analizi yapılmıştır. Tüm kayaç mineralojisi XRD yöntemiyle İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Bruker marka, Cu hedefli $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ olan X-ışını tüplü difraktometre aleti kullanılarak yapılmıştır. XRD cihazının adım aralığı $0,02^\circ$, tarama hızı $6^\circ/\text{dak}$ ve adım zamanı $0,2$ 'dir.

1.4.4. Majör ve iz element çalışmaları

Tüm kayaç majör ve iz element analizleri ICP-ES ve ICP-MS teknikleri ile ALS Chemex Laboratuvarlarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir. Majör ve iz element analizleri, 46 barit, 13 yan kayaç olmak üzere toplam 59 adet örnekte yapılmıştır. Bu örneklerdeki SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 , SrO , BaO içeriklerini bulmak için analizleri ICP-AES tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Toz haline getirilmiş $0,2 \text{ mg}$ 'lık örnek lityum metaborat karıştırıldıktan sonra kül fırınında eritilerek çözelti haline getirilmiştir. Hazırlanan çözeltinin Ag, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr elementlerinin konsantrasyonunu belirlemek için ICP-MS tekniği kullanılarak çözelti haline getirilen örneğin iz element konsantrasyon değerleri bulunmuştur.

1.4.5. Sıvı kapanımı çalışmaları

Barit cevherleri ve yan kayaçlarına ait 19 örnekten iki yüzü parlatılmış örnekler hazırlanmış ve bunlar İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği sıvı kapanımı laboratuvarındaki Leica DMLP marka sıvı kapanımı ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

1.4.6. Duraylı izotop çalışmaları

Barit cevherinin esas bileşenlerden olan sülfatın (SO_4^{2-}) kökenin belirlenmesi, ortam analizinin yapılabilmesi ve cevherleşme esnasındaki şartlar hakkında bilgi edinmek amacıyla 43 adet barit örneğinden kükürt izotop analizleri yapılarak $\delta^{34}\text{S}$ değerleri bulunmuştur. Ba^{++} ve SO_4^{2-} taşıyan hidrotermal çözeltinin karakterinin tayininde oksijen izotopu kullanılır. Bu izotop değeri, cevheri oluşturan hidrotermal çözeltinin okyanusal, formasyon suyu, magmatik, metamorfik veya meteorik kökenli sulardan hangisinden oluştuğunun anlaşılmasında kullanılmaktadır. Baritlerdeki $\delta^{18}\text{O}$ değeri cevher oluşturan çözeltinin geldiği ortam hakkında ve barit bileşenlerinin hangi tür kayaçlardan türediği hakkında bilgi verir. Bu amaçla 21 adet barit örneğinden $\delta^{18}\text{O}$ değerlerini belirlemek için oksijen izotop analizleri yapılmıştır. ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) izotopu analizi yardımıyla cevherde ölçülen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değeri ile hidrotermal sistemin kaynağı tayin edilebilmektedir. Bu amaçla 16 adet barit örneğinden $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop analizleri yapılmıştır.

Ayrıca cevherleşmeye ev sahipliği yapan yer yer dolomitik karakterli olan rekristalize kireçtaşlarından da 10 adet örnekten $\delta^{18}\text{O}$ ve ^{13}C izotop analizleri, 9 adet örnekten $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop analizleri yapılmıştır. Karbonat kayaçlardaki $\delta^{18}\text{O}$ ve ^{13}C izotop analizleri, baritlerdeki $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{34}\text{S}$ izotop analizleri Georgia Üniversitesi Jeoloji Bölümü'nde (ABD), baritler ve yan kayaçlardaki $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop analizleri ise North Carolina Üniversitesi Jeolojik Bilimler Bölümü'nde yapılmıştır.

1.4.7. Analiz yöntemleri

Baritlerin yan kayacı olan rekristalize yer yer dolomitik kireçtaşlarının ^{13}C analizleri Georgia Üniversitesi Jeoloji Bölümünde değiştirilmiş McCrea (1950) metodu kullanılarak analizleri yapılmıştır. Örnekler 50 °C'de vakum altında 100% fosforik asitle tepkimeye sokulmuştur. Konveksiyonel vakum çizgisine soğutulmuş arındırılmış CO_2 elde edilerek Finnigan MAT Delta E kütle spektrometresi ile analiz edilmiştir.

Laboratuvar standartları önceden hazırlanmış ve her bir örnek takımıyla analiz edilmiştir. Standartlar NBS-19 ($\delta^{13}\text{C} = +1,95\%$, $\delta^{18}\text{O} = -2,2\%$) ve NBS-18 ($\delta^{13}\text{C} = -5,0\%$ ve $\delta^{18}\text{O} = -2,0\%$) ile kalibre edilmiş ve sonuçlar VPDB olarak verilmiştir.

Sülfit ve sülfatların $\delta^{34}\text{S}$ analizleri Yanagisawa ve Sakai (1983)'nin metodu değiştirilerek hazırlanmıştır. Örnekler V_2O_5 , SiO_2 ve Cu ile iyice öğütülmüş, 1050 °C ve vakum altında kuvars cam tüpler içerisinde kuvars yünüyle paketlenmiştir. Değişken sıcaklık kapanıyla donatılmış konveksiyonel vakum ile SO_2 elde edilmiştir. Saflaştırılan SO_2 Finnigan MAT 252 ile analiz edilmiştir. Standart referans malzemeler IAEA-S1 ($\delta^{34}\text{S} = -0,3\%$) ve NBS-123 ($\delta^{34}\text{S} = +17,1\%$) veya NBS-127 ($\delta^{34}\text{S} = +20,3\%$) ile hazırlanmış ve her bir örnek grubu analiz edilmiş ve örneklerin izotopik sonuçları VCDT olarak verilmiştir.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop analizleri North Carolina Üniversitesi Jeolojik Bilimler Bölümünde NBS-987 kullanılarak analiz edilmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizleri Louisiana State Üniversitesinde Jeoloji ve Jeofizik Bölümünde analiz edilmiştir. 1450 °C'de TCEA metodu kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz sonuçlarının standart sapması $\pm 0,5\%$ dir. Çoklu BaSO_4 (LSU- BaSO_4) standardı baz alınarak düzeltme yapılmıştır ve NBS127 (mil başına $\delta^{18}\text{O}$ değeri 9,3 ‰ olarak belirlenmiş VSMOW) ile tekrar kalibre edilmiştir.

1.5. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanına ilişkin ilk araştırmalar Oswald (1906) tarafından yürütülmüştür. Yazar Van Gölü güneyindeki metamorfik kayaları tanımlamış ve bölgenin yapısının oluşmasında Alp orojenezinin rolünün sınırlı olduğunu belirtmiştir. Cumhuriyet Dönemi ile bölgede, öncelikle petrol arama amaçlı çalışmalara ağırlık verilmiş; Maxon (1937) bölgedeki ofiyolitik kayaları "Hakkâri karmaşığı" olarak adlandırmıştır.

Kenar Kıvrımları Kuşağı ilk kez Arni (1939) tarafından tanımlanmış, çok kıvrımlı mermer ve şistlerden oluşma Bitlis Metamorfitlerinin bindirmeler oluşturarak güneye fliş üstüne itildiğini gözlemiştir.

Çalışma alanının 1/ 100.000 ölçekli sistematik jeoloji haritalaması 1945'ten sonra MTA Enstitüsünce başlatılmıştır.

Bitlis Kuşaağının güneybatısında çalışan Tolun (1948, 1953, 1954, 1960) metamorfikler içindeki birimlerin dizilimin belirlenmesi yolunda ilk çalışmaları yapmıştır.

Kellog (1960) Siirt-Bitlis yöresinde stratigrafik çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı çalışmasında, kendinden sonra bölgede araştırma yapanların çoğunda katıldığı, Bitlis Masifindeki istifinin Devoniyen-Üst Kretase yaş aralığına sahip Arap Otoktonu istifinin metamorfik karşılığı olduğu savını ortaya atmıştır.

Altınlı (1963) tarafından düzenlenen bölgede yapılan MTA'nın çalışmaları 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Van ve Erzurum paftalarının açıklamasında yer almıştır.

Rigo de Righi ve Cortesini (1964) özellikle Arap Otoktonu ve onun kuzeyinde yer alan Kenar Kıvrımları Kuşaağının jeolojisini inceleyerek bu bölgede allokton birimleri ayırtlamıştır.

Seyhan (1967), Bitlis masifinde yaptığı bakır ve demir yataklarının incelenmesine dönük çalışmada masifin çekirdeğinde yer alan anateksi granitlerinin kırıntılı kökenli gnays ve amfibolitleri kestiğini ve onlarla birlikte kıvrımlandığını, dokanaklarda sillimanit-hipersten hornfels ve hipersten, andaluzit hornfels gelişiminin gözlemlendiğini öne sürmüştür.

Türkunal (1969) Muş güneyindeki çalışmasında ilk kez metamorfikler içindeki eklojitik kayaları ve bunlarla birlikte yer alan metamorfiklerin litolojik dizilimlerini tanımlamıştır.

Göger (1969) Bitlis' in doğusunda yaptığı çalışmada bölgedeki litolojik dizilimi tanımlamış ve gnays amfibolit ve granitten oluşma bir birim üstünde uyumsuz olarak bulunan Paleozoyik kuvarsit ve karbonatlarının varlığını öne sürmüştür.

Çalışma alanının güney ve doğusunda ayrıntılı haritalama çalışması Robertson Minig Jeologlarınca yürütülmüştür (Ibbotson 1970).

Yılmaz (1971, 1975, Yılmaz vd 1981) Cacas yöresinde yaptığı ayrıntılı çalışmada, Bitlis Metamorfiklerini "Eski Temel" ve Epimetamorfik Örtü" olarak bölümlendirmiş, magmatik ve metamorfik kayaların yaşlarını irdelemiştir.

Horstink (1971) Doğu Anadolunun jeolojik evrimini levha tektoniği kuramı doğrultusunda irdeleyen ilk araştırmacıdır.

Hall ve Mason (1972) çalışma alanında yer alan ofiyolitli kayaların bir tektonik melanj oluşturduğunu, Bitlis Masifi içinde tektonik konumla yer aldığını ve Üst Kretase yaşlı birimler içerdiğini belirlemiştir.

Boray (1973, 1975) Bitlis yöresinde ilk ayrıntılı harita alımını yürütmüş ve Bitlis Metamorfiklerini Alt Birlik ve Üst Birlik olarak iki ayrı grupta tanımlamıştır.

Mason (1973) çalışma alanının tek bir tektonik birim oluşturmadığını, Paleozoyik ve Prekambriyen yaşlı metamorfikler arasında yer alan, yaşlı birimlerin varlığında kanıtlamıştır.

Meriç (1973) Mutki yöresinde yaptığı çalışmada bu raporda Kinzu flişi olarak adlandırılan birimin Üst Maestrihtiyen yaşlı olduğunu belgelemiştir.

Hall (1974) Mutki yöresinde doktora tez çalışmasında ve 1976'daki yayınında bölgenin deformasyon ve metamorfizması ile ofiyolitli karışığın konumunu incelemiştir.

Özkaya (1974) Sason ile Baykan arasında yaptığı çalışmada Bitlis Metamorfitlerini "Allokton Metamorfik Blok" olarak adlandırmış ve istifin üst kesimindeki dolomitik kireçtaşının yaşının Kretase'ye kadar çıkacağını belirtmiştir.

Sungurlu (1974) Güneydoğu Anadolu'yu konu alan çalışmasında Toros kuşağında, Bitlis ve Baykan naplarını ayırtlamaktadır.

Baştuğ ve Açıkbaz (1974) Kozluk ve Sason yöresinde yaptıkları incelemede Orta Miyosen sonunda önçukur havzasının kapanması sırasında ofiyolit kütlelerinin gravite kaymaları ile yerleştiğini öne sürmüşlerdir.

Açıkbaz ve Baştuğ (1975) ve Baştuğ (1976), çalışma alanı doğusunda yaptıkları araştırmada Bitlis Metamorfizmasının Epimetamorfik örtü olarak adlandırdıkları Üst kesiminde altı birim ayırtlamışlar ve bunların her birini Arap Otoktonundaki Üst Paleozoyik –Üst Mesozoyik birimleri ile karşılaştırmışlardır.

Genç (1977) Kulp yöresinde Bitlis Metamorfizmasını incelemiş, bu yöredeki istifin daha önce Yılmaz (1971) ve Boray (1973) tarafından tanımlanan dizilime uyumlu olduğunu belirlemiştir.

Ekingen (1977) Nemrut Dağı ile Baykan arasında ölçülen gravite profilinin yorumunda bölgesel gravitenin güneye doğru düzenli olarak azaldığını belirlemekte ve güneyde masife özgü bir anomalinin görülmemesine dayanarak, bu kesimde “masif” in köklü olmadığını öne sürmektedir.

Arpat ve diğerleri (1976) Siirt kuzeyinde otokton istif ile Bitlis Metamorfizmaları arasındaki karmaşığı incelemişlerdir.

Mason (1978) Mutki granitinde dinamik metamorfizmanın etkisi ile granit-granit gnays-milonit dönüşümünü tanımlamış bu başkalaşımın Kretase veya Miyosen tektonik hareketlerine bağlı gelişebileceğini belirtmiştir.

Yılmaz (1978) Gevaş yöresindeki Bitlis Metamorfizmaları ile ofiyolitleri incelemiştir.

Savcı ve diğerleri (1979) Mutki-Sason yöresinde metamorfizmaların Devoniyen-Triyas yaş konağında bir Üst Birlik ve bu birimce diskordan örtülen bir eski metamorfik temelden (Alt Birlik) oluştuğunu belirtmişler, bu metamorfizmaların dilimli yapılar oluşturarak güneye Tersiyer havzası çökelleri ile birlikte (Maden ve Çüngüş Karmaşıkları) Arap Otoktonu üstüne itildiğini öne sürmüşlerdir.

Perinçek (1979) Bitlis Metamorfitlerinin batı ucunda volkanikli Triyasın varlığına değinmiş, Üst Kretasede okyanus kökenli oluşukların kıta kabuğundan koparılan parçaları da içine alarak Arap levhasına eklendiğini, bu oluşukların (karmaşığın) Bitlis Matamorfitlerinin altında ve üstünde görüldüğünü vurgulamıştır.

Sungurlu (1979) Güneydoğu Anadolu sürüklenimlerini Üst Kretase ve Üst Tersiyer olayları olarak ayırtlayarak irdelemiştir.

Hall (1980) Mutki yöresinde yaptığı çalışmanın yeni bir yorumunda melanjın içinde yer alan metabazik kayaçların tümünün tek bir magmatizma olayına ait olduğunu öne sürmektedir.

Perinçek (1980) Bitlis Metamorfitleri içinde yer alan volkanikli Triyas yaşlı birimin Arabistan kıta kabuğunun Triyasda açılmasıyla bu bölgede bir okyanusun açılmaya başlamasının işareti olarak yorumlar.

Türkunal (1980) “Doğu ve Güneydoğu Anadolunun jeolojisi” adlı çalışmasında Bitlis Metamorftlerinin Huroniyen, Kaledoniyen, Hersinyen ve Alpin orojenezlerinden etkilendiğini öne sürmüştür.

Baştuğ (1980) Dicle Karabegan yöresinde Lice havzasına yerleşen melanjın oluşumunu ve deformasyonunu incelemiştir.

Yılmaz ve diğerleri (1981) Gevaş bölgesinde oldukça düzenli bir ofiyolit topluluğunun Bitlis Metamorfitleri karbonatları üzerine yerleştiğini, yerleşme sırasında dokanakta metamorfizmaya yol açıldığını öne sürerler.

Erdoğan (1982) Ergani yöresinde Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağının Guleman ve Maden grubu kayalarından oluştuğunu belirtir.

Yılmaz (1981) Cacas yöresinden sağladığı verileri yeniden gözden geçirmiş, Bitlis Metamorfitleri içinde yer alan granitoyitin yaşının 570 ile 100 my arasında olabileceğini belirtmiştir.

Helvacı ve Griffin (1983) çalışma alanının batısında yer alan Yayla granitinin yaşını 347 ± 52 Avnik granitoyitinin yaşını ise 454 ± 13 my olarak saptamışlardır.

Özkaya (1982 a,b) Şemdinli Metamorfitlerini Bitlis Metamorfitlerinin doğu uzantısı saymakta, Oramar ve Karadağ Ofiyolitlerinin bir okyanusdan değil Üst Kretase yaşlı bir kenar denizinden ya da transtansiyonel bir faydan kaynaklandığını öne sürmektedir.

Göncüoğlu ve Turhan (1985) Muş-Sason-Baykan-Tatvan arasında kalan Bitlis Metamorfik Kuşağının orta kesiminde yer alan bölümden başlayarak, tüm kuşağın temel jeolojisini çalışmışlardır. Bölgenin, her biri kendi içinde pek çok tektonik dilim kapsayan üç tektonostratigrafik birimden oluştuğunu, bunlardan en kuzeyde ve üstte yer alanı Bitlis Metamorfitleri Kuşağı, bunun altındaki birimi Dilimli Kuşak, en alttaki birim ise Otokton Kuşak adı altında incelenmişlerdir.

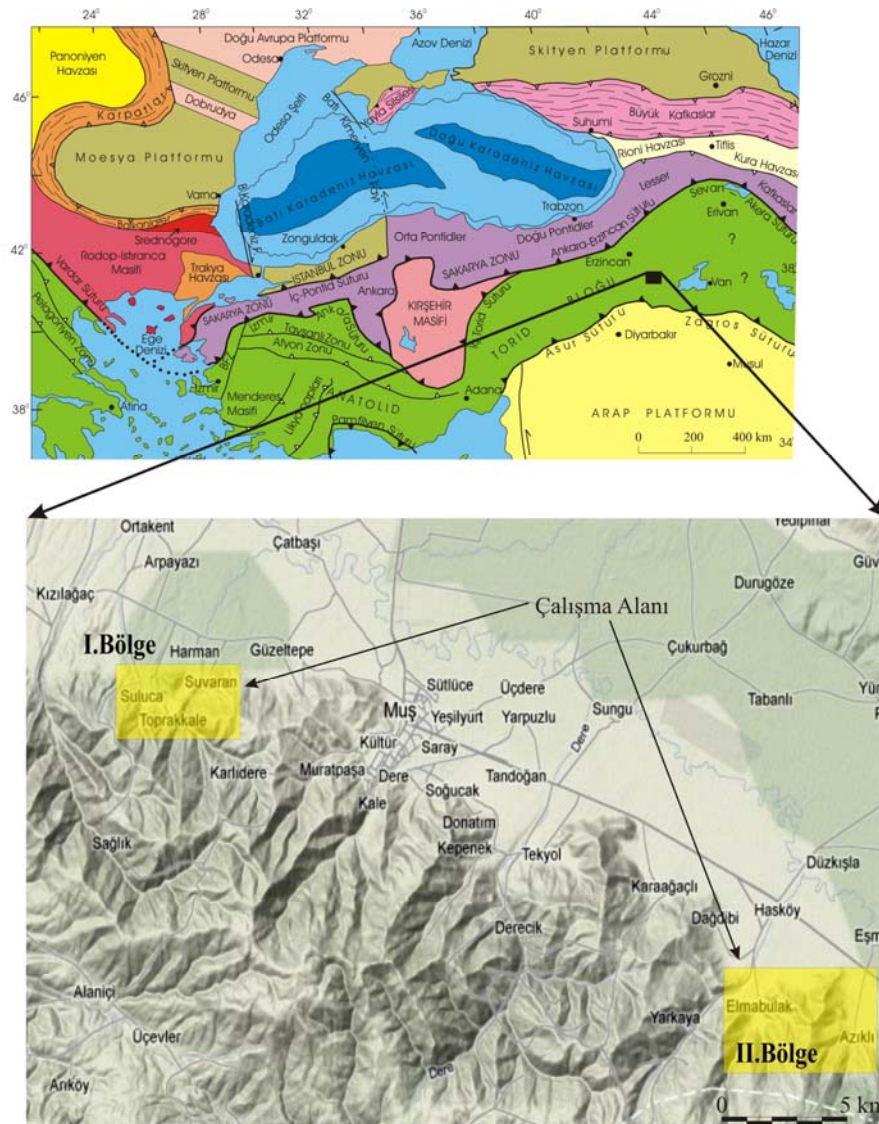
Şengün (1993) Bitlis masifinin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisini incelemiştir. Örtü-çekirdek ilişkisini bir transgressif aşma düzlemi olarak yorumlamıştır. Örtü ve çekirdeğe ait kayaçlar birlikte kıvrımlanmış olup, bu durum Alpin deformasyonlar sırasında örtünün yerinde olduğunun kanıtı olarak yorumlanmıştır. Araştırmacı metamorfizma ve örtü-çekirdek ilişkisine ilişkin yorumunu ve bölgesel jeolojik verilerle korole ederek Bitlis masifinin Arap levhasının deforme olmuş Alpin pasif kıta kenarı olduğunu öne sürmüştür.

Buket ve Temel (1998) Muş-Bingöl ve Varto yörelerinde yaptıkları çalışmalarda bölge volkanitlerinin Orta (?) - Üst Miyosen – Pliyosen yaşında olduğunu, zayıf alkali karakter gösterdiğini ve Doğu Anadolu'da kabuğun maksimum kalınlığa erişemediği dönemde üst mantodan sığ derinliklerde kısmî ergimeyle oluştuklarını ve kabuksal kontaminasyonun etkisinde kaldıklarını belirtmişlerdir.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

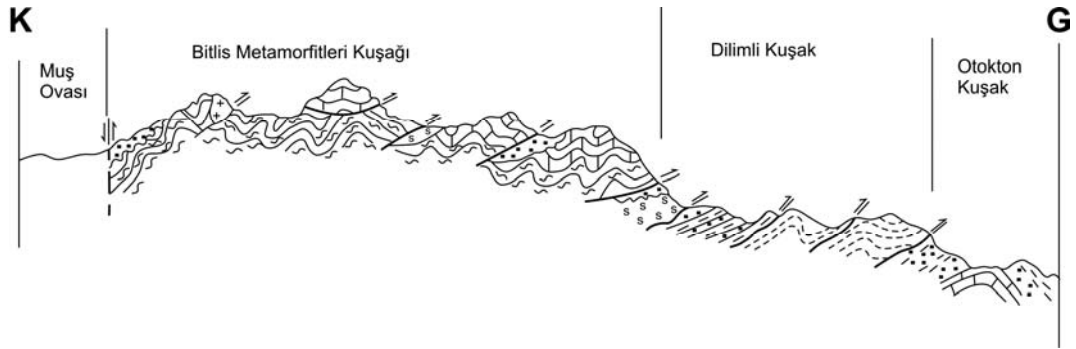
2.1. Genel Jeoloji

İnceleme alanı Arap plakasının Anadolu plakasına bindirdiği ve tektonik olarak çok hareketli bir bölgede yer almaktadır (Şekil 2.1). Bitlis Masifi Muş-Van –Bitlis ve Siirt illerini çevreleyen ve Doğu Anadolu içinde ekonomik anlamda önemli oluşumlara ev sahipliği yapan önemli bir metamorfik komplekstir.



Şekil 2.1 İnceleme alanının tektonik konumu (Okay 2008, Google 2010)

Bölge, Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından tanımlanan, çökeltme ortamı, metamorfizma, magmatizma ve yaş açısından çok farklı olan ve birbiri üzerinde tektonik dokanakla yer alan, Bitlis Metamorfitleleri Kuşağı, Dilimli Kuşak ve Otokton kuşak olmak üzere üç tektonostratigrafik birimden oluşur. En alttaki birim Otokton kuşaktır ve bunun üzerine dilimli kuşak gelir, Bitlis metamorfitleleri kuşağı ise en üstte ve bölgenin en kuzeyinde gözlenir. Bu kuşakların her biri kendi içinde pek çok tektonik dilim kapsar (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Çalışma alanının genelleştirilmiş yapısal kesiti ve kuşakların konumu (Göncüoğlu ve Turhan 1985)

Bitlis Metamorfitleleri Kuşağı, Devoniyen öncesi yaşlı Hizan Grubu, Devoniyen-Orta-Üst Triyas (Üst Kretase?) yaşlı Mutki Grubu, Guleman Ofiyoliti ve Üst Maestrihtiyen yaşlı Kinzu Flişi ile Orta-Üst Eosen yaşlı metamorfik olmayan örtü kayalarını temsil eden Kızılağaç Formasyonundan oluşur.

Devoniyen öncesinde birden çok magmatizma, metamorfizma ve deformasyon evresinin izlerini taşıyan Hizan Grubu, çeşitli gnays tipleri içeren Andok Gnaysları, amfibolit ve eklojitten oluşan Ünalı Formasyonu ve Ohin şistlerinden oluşan kayaçları içerir.

Hizan grubu üzerinde uyumsuz olarak yer alan Mutki Grubu Devoniyen – Triyas yaşlı birimlerden oluşur. Grup, Devoniyen yaşlı Meydan Formasyonu, olasılı Karbonifer yaşlı Çeşme Formasyonu, bu birimlerin de üzerinde uyumsuz olarak bulunan Alt Permiyen yaşlı Çırrık Kireçtaşı, Üst Permiyen yaşlı Malato Kireçtaşı ile Triyas yaşlı Tütü Formasyonundan oluşur. Bitlis Metamorfitleleri dilimleri arasındaki en genç birim olan Kızılağaç Formasyonu Lütasiyen- Üst Eosen yaşlıdır ve tabanda çakıltaşı ile başlayan kırıntılı ve karbonatlar içerir. Kuvaterner yaşlı volkanitler post tektonik olarak Bitlis Metamorfitleleri ve Dilimli Kuşak üzerinde görülür.

Muş Graniti, Hizan Grubu kayaları ile Meydan Formasyonu kayalarını keser. Bu granit jeokronolojik ve jeolojik verilere göre Orta-Üst Devoniyen-Alt Permiyen arasına yerleşmiştir.

Önceki çalışmacılar (Göncüoğlu ve Turhan 1985) Bitlis Metamorfizmaları Kuşağında ikisi Devoniyen öncesi (amfibolit ve eklojit fasiyesi) üçü Devoniyen sonrası -Üst Maestrihtiyen öncesi beş yeniden kristallenme evresi belirlemişlerdir. Bunlardan ana metamorfizma olayının yaklaşık 95 my (Alt Turoniyen) önce gerçekleştiği jeokronolojik verilerle desteklenmektedir. Bu olayın Bitlis Metamorfizmasını oluşturan kıtasal kabuğun sıkışmasına bağlı geliştiği düşünülmektedir. Yaklaşık 75 my önceki son metamorfizma olayı ise ofiyolit üzerlemesine bağlanmaktadır.

Dilimli Kuşakta birbiri ile tektonik ilişkili Üst Kretase?- Orta Eosen yaşlı Baykan Karışığı ve yaşlı Oligosen-Miyosene kadar çıkan Ziyaret Karışığı yer alır. Baykan Karışığı Bitlis Metamorfizmalarının güneyinde çekim kaymalarının ve volkanizmanın etkin olduğu bir havzada gelişmiştir. Bitlis Metamorfizmalarının ve Guleman Ofiyolitinin bloklarını kapsar. Ziyaret Karışığı ise Baykan havzası güneyinde Arap Otoktonunun kuzeye bakan kıta kenarında gelişmiştir. Karışığın oluşmasında çekim kaymaları etkili olmuştur. Birim Bitlis Metamorfizmaları, Guleman Ofiyoliti ve Baykan Karışığının bloklarını kapsar, Baykan Karışığından farklı olarak Ziyaret havzasında volkanizma görülmez.

Otokton Kuşak Alt Miyosen yaşlı Lice Formasyonu, olasılı Orta-Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Lahti Formasyonu ile temsil edilir.

2.2. Bölgenin Jeolojik Evrimi

Anadolu'da Tetis okyanusunun son okyanusal litosferi Orta Eosen boyunca Arap platformunun Lavrazya ile çarpışmasıyla yok olmuştur (Yılmaz 1993, Yılmaz vd 1993). Çarpışmaya rağmen, Erken Miyosen'in sonuna kadar, kalıntı denizin tedrici sığlaşan deniz ortamında melanj üzerinde sedimantasyon devam etmiştir (Şengör ve Yılmaz 1981, Yılmaz 1990a,b, Yılmaz vd 1987).

Bitlis-Zagros sütünün yaklaşan parçalarının çarpışması sonucu Erken Miyosen'in sonunda Doğu Anadolu'daki kalıntı deniz tamamen yok olmuştur (Yılmaz vd 1993). Yaklaşmanın devamı orojenez boyunca kabuksal kısalma ve kalınlaşmayı başlatmış ve bundan dolayı Doğu Anadolu-İran platosunun yükselmesine sebep olmuştur. Yığışım prizması olarak yorumlanan temel, Üst Kretase-Eosen yaşlı (Şengör ve Yılmaz 1981) yoğun olarak ofiyolitik melanjdan oluşur ve Geç Eosen-Oligosen sırasında melanj malzemelerinden oluşan olistostrom (vahşi fliş) tarafından üzerlenir. Bu birimleri, üst kısımları geniş yayımlı Alt Miyosen serisinin neritik kireçtaşlarına geçişli bir fliş takip eder. Sığ denizel kireçtaşları Orta-Geç Miyosende yavaş yavaş karasal çökellerle yer değiştirir (Şaroğlu ve Yılmaz 1986). Bu periyotta Doğu Anadolu az çok düzlük olduğu, geniş ölçekli bakıldığında son denizel birimlerle bunları üzerleyen kıtasal sedimanlar arasındaki uyumlulukla açıklanır. Geç Miyosen'den günümüze kadar sedimantasyon genç faylar veya kıvrımlara bağlı yükselteler tarafından sınırlandırılan lokal havzalarla sınırlı kalmıştır (Şaroğlu ve Yılmaz 1986). Bu düzlük, kaba taneliden ince taneliye kadar değişen, genellikle gölsel ve flüviyal fasiyesteki kayaçların baskın olarak doğu-batı yönelimli havzaları hızlı bir şekilde doldurmasıyla kesilmiştir (Yılmaz vd 1998).

Kabuk, kuzey-güney sıkışma deformasyonu sonucunda aşırı kalınlaşmaya başlamıştır. Bu olay Türk-İran yüksek platosunda gözlenen geniş yayımlı volkanik aktiviteyi başlatır. Volkanik aktivitenin ilk göstergesi Orta-Geç Miyosen kıtasal çökellerin arasına sokulmasıdır (Yılmaz vd 1987). Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fay zonlarının Karlıova bölgesinde kesişmeleri Geç Miyosen-Pliyosen periyodu sırasında gelişmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz 1991). Bunun sonucunda iki transform fay ile sınırlanan Anadolu plakasının, Karlıova havzasının olduğu yerden batıya doğru kaçışının başladığı kabul edilen kaçma tektoniğini oluşturduğuna inanılır (Şengör ve Yılmaz 1981, Şaroğlu ve Yılmaz 1986). Batıya kaçış tektoniğinin başlamasıyla, Kuzey-Güney sıkışmanın bir kısmı telafi edilmiştir ve aşırı kalın kabuk normale dönmeye başlamıştır. Şengör ve diğerleri (2003) yaptıkları çalışmada yakın zamana kadar 55 km olarak tahmin edilen kabuk kalınlığının 45 km olduğunu belirlemişlerdir. Faylanmalar ve bunlara bağlı olarak gelişen sismik aktiviteler Kuzey-Güney sıkışma deformasyonun bugün de hala devam ettiğini göstermektedir. Volkanik aktivite tarihsel zamanlara kadar aralıksız devam etmiş ve muhtemelen Geç Miyosen-Pliyosen boyunca (6-3 My) artarak doruğa ulaşmıştır (Innocenti vd 1976, 1980, Yılmaz vd 1987, Pearce vd 1990).

Kuvaterner sırasında volkanizma çoğunlukla kuzey-güney kısalma deformasyonu şartlarında oluşan kuzey-güney açılma çatlakları boyunca sadece birkaç yerde kısıtlı olarak gözlenir.

3. GENEL JEOLojİ

İnceleme alanında daha önce bahsedilen 3 kuşaktan sadece Bitlis Metamorfiklerinin Mutki Grubuna ait Meydan Formasyonu, Çırrık Kireçtaşı ve Solhan Volkaniklerinin kırıntılıları gözlenmektedir. Çalışma alanında gözlenmeyen fakat yakın çevresindeki diğer birimlerin genel özellikleri Göncüoğlu ve Turhan'dan (1985) derlenmiştir.

3.1. Bitlis Metamorfikleri Kuşağı

Bitlis Metamorfikleri ve bunları örten metamorfik olmayan kayalar, "Bitlis Metamorfikleri Kuşağı" adı altında toplanmıştır (Göncüoğlu ve Turhan 1985). Kuşak Hizan Grubu (Pzba) adı verilen olasılı Prekambriyen yaşlı temel ile bunun üstünde yer alan Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Mutki Grubu, Mesozoyik yaşlı Guleman ofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Kinzu Formasyonu ile Tersiyer yaşlı Kızılağaç Formasyonunu içermektedir. Kuşağın içinde Muş Graniti ve bazik volkanik kayalar yer alır. Bitlis Metamorfikleri Kuşağı kuzeyde Muş Tersiyer Havzası ile sınırlıdır. Bazı çalışmacılara göre bu iki birimin dokanağı faylıdır (Şaroğlu ve Yılmaz 1984).

3.2. Stratigrafi

Bitlis Metamorfikleri Kuşağının temelini oluşturan Prekambriyen(?) yaşlı Hizan Grubu Andok Gnaysları, Ünalı Formasyonu ve Ohin şistlerinden oluşmaktadır. Hizan Grubu üzerinde, diskordanslı Mutki Grubu Devoniyen-Üst Triyas yaşlı bir platformun çökellerinden meydana gelmiştir. Üst Triyas sonrası bölgede çökmüş kıta kenarı koşullarını yansıtan sedimanlar ile olasılı Kampaniyen-Üst Maestrihtiyen aralığında üzerlenmiş Guleman Ofiyoliti kayaları gözlenmektedir. Bunların üzerinde ise Üst Maestrihtiyen yaşlı fliş uyumsuzlukla gözlenir ve birimde metamorfizma izleri gözlenmez. Kuşak üzerindeki bir diğer uyumsuz birim ise Tersiyer yaşlı kırıntılardır (Şekil 3.1).

Zaman	Sistem		Grup	Formasyon	Simge	Kaya Türü	Açıklama					
	Kuvaterner	Seri										
SENOZOYİK	Miyosen	Orta-Üst Eosen	Mutfki Grubu (Pzbü)	Solhan Volk.	Tso	Alüvyon ve taraça çökelleri	Bazalt;siyah,iri plajiyoklas fenokristallı					
							İgnimbrit;gri-siyah akınan dokulu					
	Üst Kretase	Senoniyen			Üst Meastritriyen	Kızılağaç Form	Tk	Kireçtaşı,açık gri renkli,orta-kalın tabakalı,yer yer killi	Tüfit;sarı-boz kırıli sarı,tuf,aglomera ve andezit ardalıanmalı polijenik çakıltaşı,kaba kumtaşı ve kıltaşı			
Kumtaşı;gri-kırmızı renkli,orta tabakalı,çakıltaşı merceli												
MESOZOYİK	Triyas	Senoniyen	Guleman Ofiyoliti	Kinzu Form	Kk	Çamurtaşı/Mikrit;kırmızı-bordo-pembe renkli, ince-orta tabakalı,kumtaşı-çamurtaşı merceli	UYUMSUZLUK					
							Üst Kretase	Senoniyen	Guleman Ofiyoliti	Kinzu Form	Kk	Fliş; gri-yeşil kumtaşı-killi kumtaşı nöbetlenmeli karbonat arakatlı,seyrek bloklu
												Vahşi fliş,serpantin,gabro,rekrystalize kireçtaşı ve şist dev blokları arasında çökel serpantin'den oluşma matris
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Metabazalt,yastık yapılı), metaaglomera, radyolayalı çamurtaşı,mikritik rekrystalize kireçtaşı, glokafonik yeşilşist metamorfizmalı	UYUMSUZLUK					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Metabazalt (yastık yapılı), metaaglomera, radyolayalı çamurtaşı,mikritik rekrystalize kireçtaşı, glokafonik yeşilşist metamorfizmalı
												Peridotit,serpantin,metagabro,pirokse nit
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Metabazalt,metatüf, metaaglomera, metaçamurtaşı radyolarit,mikritik rekrystalize kireçtaşı, Şeyl, sarı-yeşil, rekrystalize kireçtaşı arabantlı Kumlu rekrystalize kireçtaşı	TEKTONİK DOKANAK					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Metabazalt,metatüf, metaaglomera, metaçamurtaşı radyolarit,mikritik rekrystalize kireçtaşı, Şeyl, sarı-yeşil, rekrystalize kireçtaşı arabantlı Kumlu rekrystalize kireçtaşı
												Rekrystalize kireçtaşı;sarı renkli,orta tabakalı,ince taneli Kalkşist,pembe-yeşil renkli
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Rekrystalize kireçtaşı; sarı-gri renkli, orta-kalın tabakalı, mercanlı ve fusulinli	Rekrystalize kireçtaşı; sarı-gri renkli, orta-kalın tabakalı, mercanlı ve fusulinli					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Kalkşist, sarı-pembe renkli, ince aratabakalı Grafitşist, metakumtaşı, kloritşist arakatlı-
												Kalkşist; sarı-gri renkli, ince-orta tabakalı rekrystalize kireçtaşı
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Rekrystalize kireçtaşı; gri-siyah renkli orta-kalın tabakalı, bitümlü gastrapod ve mercanlı çok kıvrımlı grafitşist, kuvarsit ve kloritoyitşist arabantlı	Rekrystalize kireçtaşı; gri-siyah renkli orta-kalın tabakalı, bitümlü gastrapod ve mercanlı çok kıvrımlı grafitşist, kuvarsit ve kloritoyitşist arabantlı					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Tabanda yerel karbonat çimentolu çakıltaşı
												YEREL UYUMSUZLUK
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Felsik metatüf, metakuvarsit, metaaglomera kataklastik defaromosundaki dinamometamorfik rekrystalize kireçtaşı, dolomit ve kalkşist ve aktinolitşist, bloklu	YEREL UYUMSUZLUK					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Albitşist-kloritşist, serizitli kuvarsit, aktinolitşist metadolerit, kloritoyit-stilomelanşist
												Rekrystalize kireçtaşı, beyaz-gri renkli, dolomitik orta-kalın tabakalı, breşoyik erime yüzeyli mercanlı ve aigli
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Albit-klorit-epidotşist, Albit-aktinolit-kloritşist	Albit-klorit-epidotşist, Albit-aktinolit-kloritşist					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Kuvarsit, gri-mor-beyaz renkli, çapraz tabakalı alt kesiminde spekülant
												Karbonat çimentolu meta çakıltaşı
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Biyotitşist, granat-biyotitşist, muskovit-biyotitşist muskovitşist, hornblend-biyotitşist, amfibolitşist muskovit-granit-biyotitşist, kuvarsitli ve karbonatlı arabantlı, retrograt metamorfizmalı	UYUMSUZLUK					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Muş graniti
												Genelde lakokrat, iri mikroklin, ender hornblendli, dinamometamorfizmalı, makaslama zonlarında fillonite dönüşmüş
PALEOZOYİK	Devoniyen	Jivesiyen-Frasniyen	Maden Form	Pzbü1	Pzbü1	Amfibolit, granatlı amfibolit, hornblendşist kalın eklojit bant ve merceli (Na-piroksen+granat+disten+fengit+amfibol) retrograt metamorfizmalı	Amfibolit, granatlı amfibolit, hornblendşist kalın eklojit bant ve merceli (Na-piroksen+granat+disten+fengit+amfibol) retrograt metamorfizmalı					
							Alt Permiyen	Üst Permiyen	Çıvrık Kçt	Pzbü2	Pzbü2	Biyotit-muskovit gnays, biyotit-granat gnays hornblend-biyotit gnays, albit gözlü gnays dokusal ve mineralojik bantlanmalı retrograt metamorfizmalı
												Biyotit-muskovit gnays, biyotit-granat gnays hornblend-biyotit gnays, albit gözlü gnays dokusal ve mineralojik bantlanmalı retrograt metamorfizmalı

Şekil 3.1 İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Göncüoğlu ve Turhan 1983)

3.2.1. Hizan grubu (Pzba)

Bitlis Metamorfikleri Kuşağının temelini oluşturan birimler, Hizan Grubu adı altında toplanmıştır (Göncüoğlu ve Turhan 1985). Hizan Grubu, çeşitli gnayslardan oluşan Andok gnaysları, metabazik kayaları içeren Ünaldı Formasyonu ve Ohin şistlerini içermektedir. Birimin tabanı tektonik dokanaklıdır. Hizan grubu kayaları, Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Mutki Grubu tarafından uyumsuzlukla örtülür.

3.2.1.1. Andok gnaysları (Pzba1)

Yoğun tektonik dilimlenme kıvrımlanma gösteren birim Hizan grubunun en alt bölümünü oluşturur ve düzenli bir dizilim sunmayan gnayslardan oluşur. Birimin en alt kesimini boz-kahve renkli, çok ayrılmış, bolca kuvars damarları ile kesilmiş, biyotit gnays oluşturur. Üste doğru koyu kahve renkli, farklı dayanımlı granat-biyotit gnaysa geçiş izlenir. Bu bölümde, birimin üst bölümünü açık gri, bol kuvars damarlı, muskovit-granat gnayslar ile ardalananan iki mikalı gnays oluşturmaktadır. Geligüzan Derenin içinde gnayslar arasında kalınlığı birkaç metreyi geçmeyen amfibol-biyotit gnays ve granat-biyotit şist bant ve mercekleri izlenir.

Andok gnaysları içinde en yaygın kaya türünü, biyotit gnays oluşturur. Biyotit gnays, makroskobik olarak ayrılmış yüzeyi, kahve renkli, yeşilimsi kahve renkli, gnays dokuludur. Gözle seçilebilen bileşenler biyotit, kuvars ve feldspat mineralleridir. Kuvarslar donuk beyaz ve kirli görünümlüdür. Feldspatlar çoğun ayrılmış, sarımsı beyaz ve kirli beyaz renkte görünürler.

Hornblend- biyotit-granat gnaysa diğer gnays tiplerine oranla çok daha az rastlanmaktadır. Ünaldı Formasyonunu oluşturan amfibolite dönüşmüş metabazitlerin dokanağında görülen amfibol-biyotit-granat gnays yer yer biyotit-granat amfibolite geçer.

3.2.1.2. Ünaldı formasyonu (Pzba2)

Ünaldı Formasyonu Hizan Grubu içinde değişik boyutlarda mercek ve ara seviyeler halinde yüzeylenen eklojit ve amfibolitleri kapsar. Mutki kuzeyinde Mutki deresi içinde, Yukarı İlernik Köyü kuzeybatısında, Han mahallesi güneyinde, Şen yaylası

kuzeybatısında Kevrespi Deresi içinde, Geligüzan ve Semal Köyleri çevresinde farklı boyutlarda mostralara rastlanır.

Ünaldı Formasyonu hornblend şist, amfibolit, granatlı amfibolit, eklojit ve distenli eklojitten oluşmaktadır. Yüzeylemenin bir bölümünde kayanın en dışında amfibolit yer almakta, içe doğru ise sırası ile granatlı amfibolit ve eklojite geçiş görülmektedir. Amfibolit Ünaldı Formasyonunda en yaygın kaya türünü oluşturur ve Andok gnaysları içinde görülür. Ayrışmış ve taze yüzeyleri yeşilimsi siyah renklidir. Masif yapısı ile hornblend şistten ayrılır.

3.2.1.3. Ohin şistleri (Pzba3)

Ohin şistleri Hizan Grubunun en üst bölümünde yer alan çeşitli birleşimdeki şistlerden oluşur. Tektonik dilimler arasında ve güneye devrik kıvrımların kanatlarında Ohin şistleri sıkça yüzeyletir. Ohin şistleri mineral içerikleri açısından gnaysları ile benzeşirler. Biotit şist, biyotit granat şist, biyotit muskovit şist ve kuvars-muskovit şist, biyotit-hornblend-granat şist ve kuvars-muskovit-disten şistlere ise ender rastlanmaktadır.

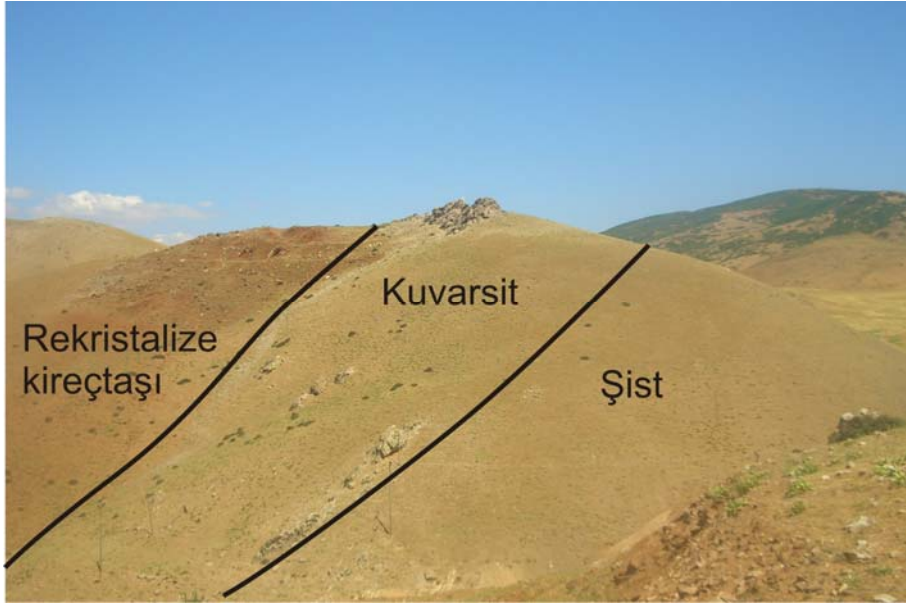
Biyotit şist çalışma alanında en yaygın kaya türünü oluşturur. Taze yüzeyi koyu kahve veya kahvemsi gri renktedir. Makroskobik olarak biyotit, kuvars ve feldspat ayırt edilebilmektedir. Kloritleşmenin yaygın olduğu örneklerde taze yüzey yeşil-kahve renklidir. Kayacı oluşturan ana mineraller biyotit, kuvars ve plajiyoklastır. İkincil mineraller klorit, klinozoyisit albitten oluşur.

3.2.2. Mutki grubu (Pzbü)

Mutki Grubu, Bitlis Metamorfikleri Kuşağının Paleozoyik – Mesozoyik yaşlı şelf çökelleri ile temsil edilen, metamorfik örtüsünü oluşturmaktadır. Bu birim içinde metakırıntılı ve karbonatları içeren Meydan Formasyonu, metafelsik kayaları içeren Çeşme Formasyonu, karbonatlardan oluşan Çırrık ve Malato Kireçtaşı ile volkanosedimanter kayalardan oluşan Tütü Formasyonu yer almaktadır. Birim Hizan Grubu üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Mutki Grubu kayalarının Alt Paleozoyik- Orta Triyas arasında yer yer volkanizmanın da etkili olduğu şelf ortamını Orta Triyas sonrasında ise çökmüş kıta kenarı koşullarını yansıttığı düşünülmektedir.

3.2.2.1. Meydan formasyonu (Pzbü1)

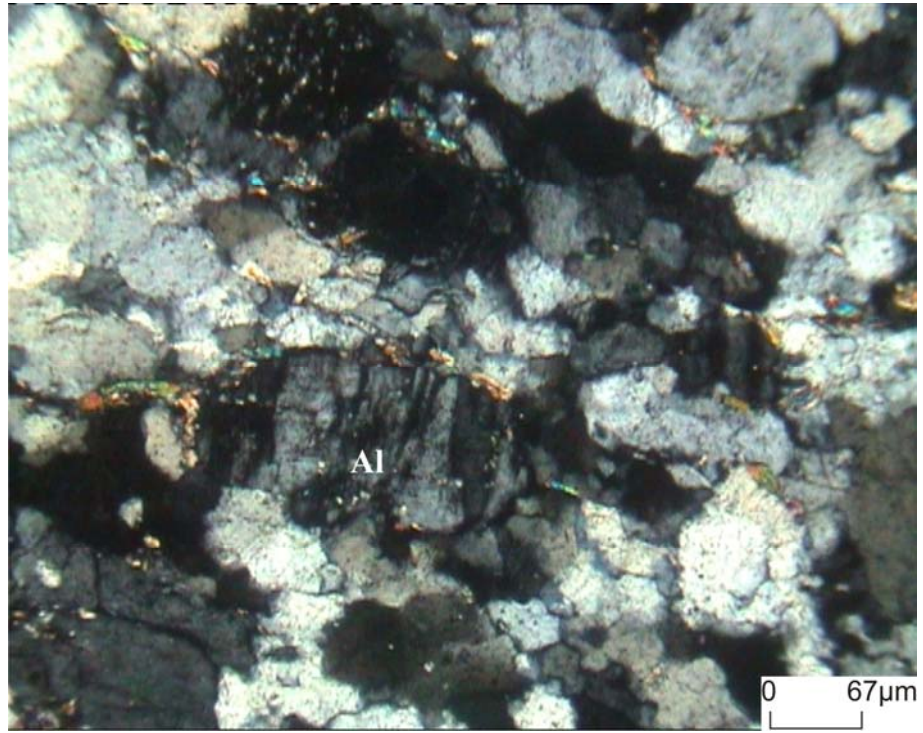
Hizan grubu üzerinde uyumsuz olarak yer alan, kırıntılı ve karbonatlardan oluşan Mutki Grubunu en yaşlı birimidir. Meydan Formasyonu şist-kuvarsit-rekristalize kireçtaşı ardalanmasından oluşur (Şekil 3.2). Kuvarsit; mor, sarı beyaz, kahve renkli, ince orta tabakalı, çapraz katmanlanmalı ve laminalanmalıdır (Şekil 3.3). Tane boyu bantlarda çok değişkendir. Çimentosu genellikle silislidir. İnce kesitte kuvarsit, kuvars, muskovit ve seyrek olarak albit içerir (Şekil 3.4a, b). Hematit ve spekülarit bazı örneklerde kırıntı olarak bol miktarda gözlenmektedir (Şekil 3.5a, b). Foliasyona uygun yönlenmiş dalgalı sönmeli kuvarstan oluşur. Kirli kumtaşı kökenli olduğu düşünülen kuvarsitlerde ise kalsit, feldispat ve muskovit oranı artmaktadır (Şekil 3.6a, b).



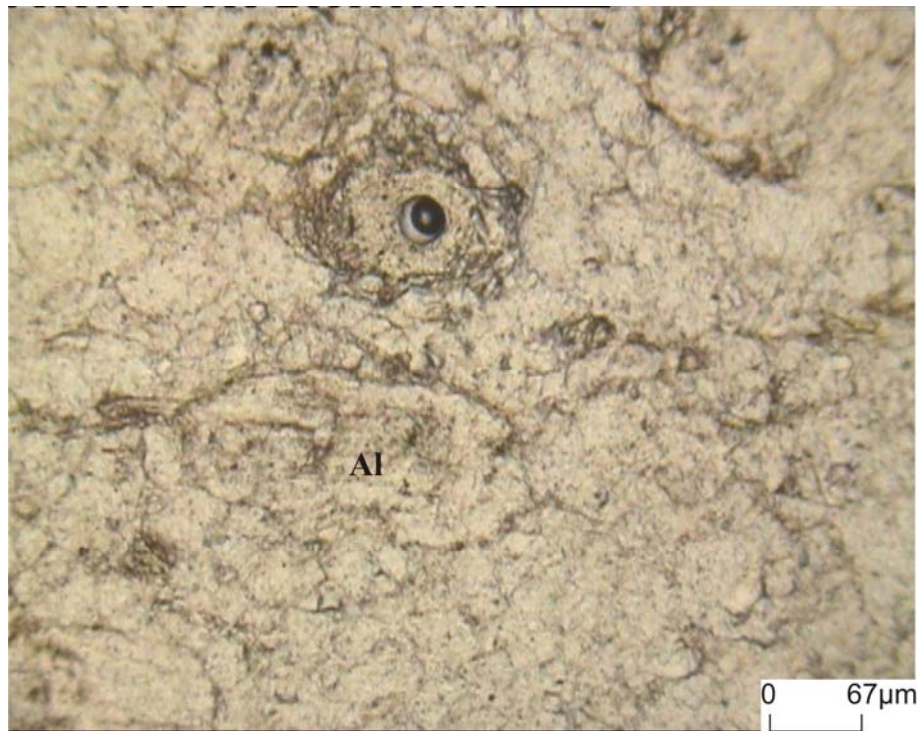
Şekil 3.2 Meydan Formasyonundaki birimlerin ardalanması



Şekil 3.3 Meydan Formasyonuna ait laminalı kuvarsit (Kilise Hr. Tepenin batı yamacı)

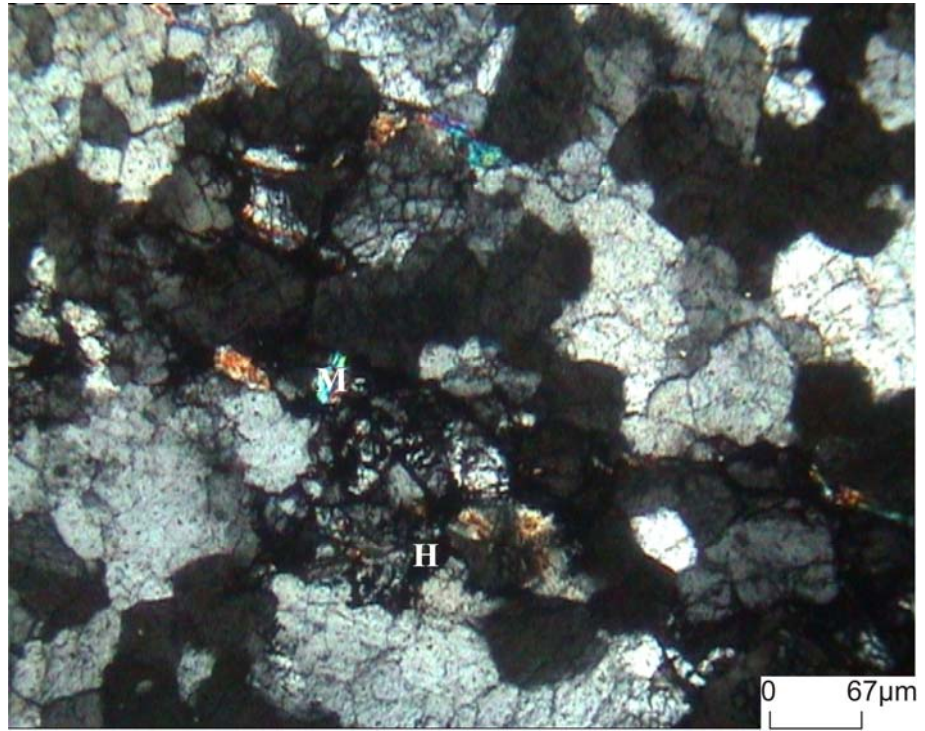


(a)

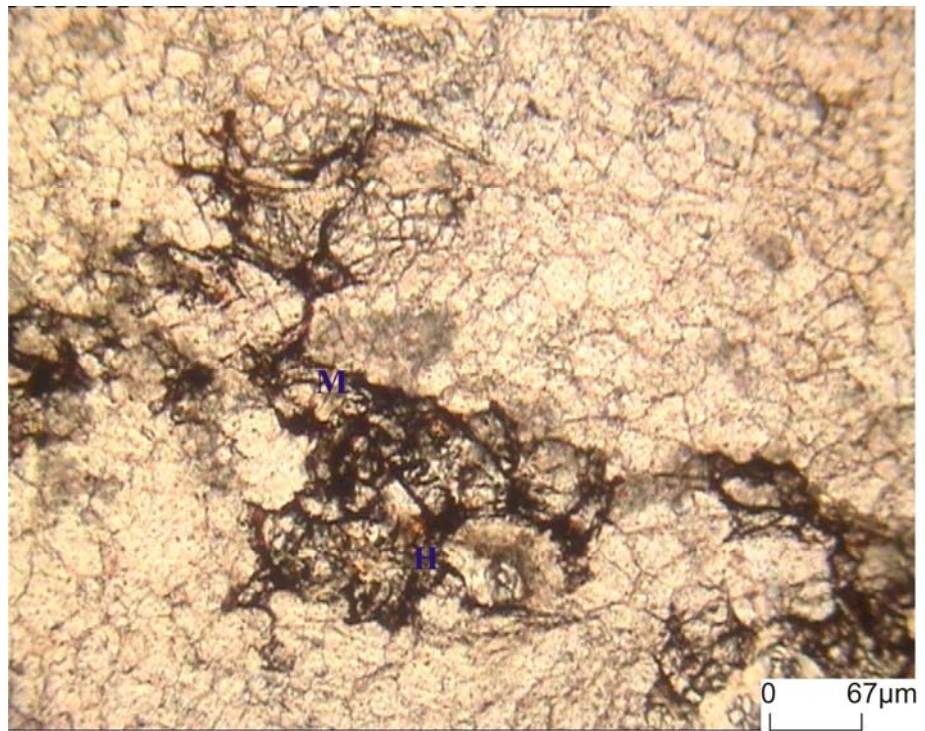


(b)

Şekil 3.4 Meydan Formasyonuna ait kuvarsitlerin ve nadir olarak görülen albit (Al) kristalini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

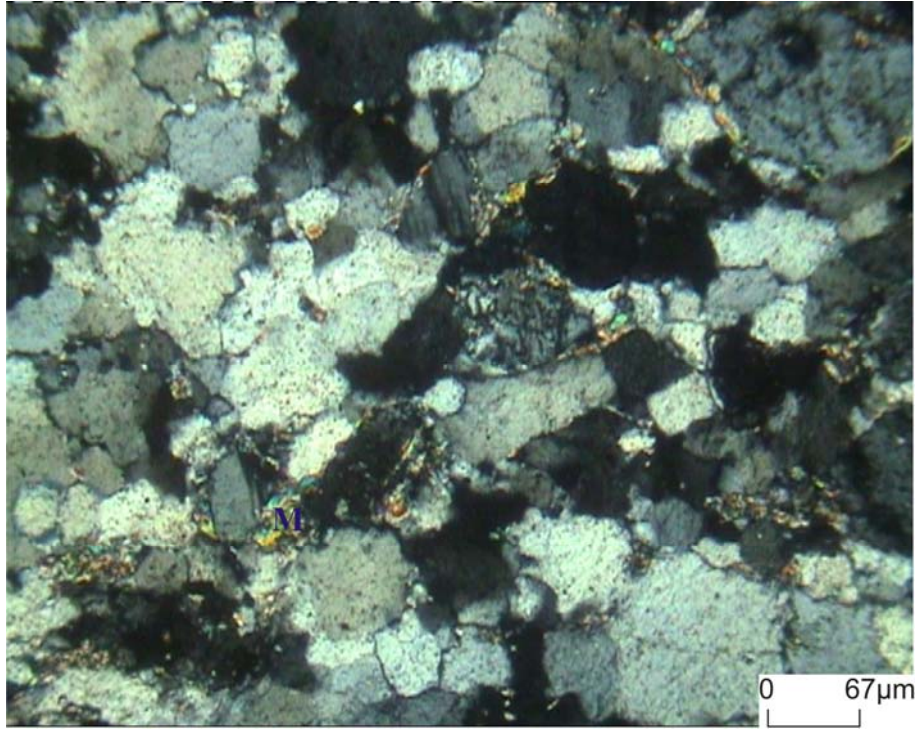


(a)

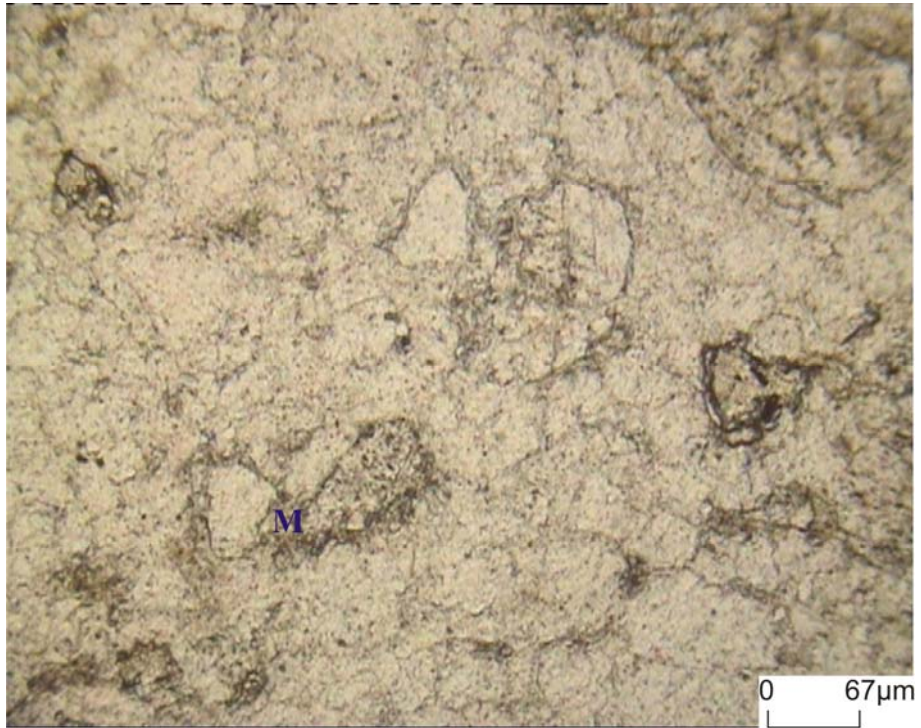


(b)

Şekil 3.5 Kuvarsitler içerisinde kuvarsla, muskovit (M) minerallerinin sınırlarında gözlenen hematit (H) ve speküarit (nadir) minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü



(a)



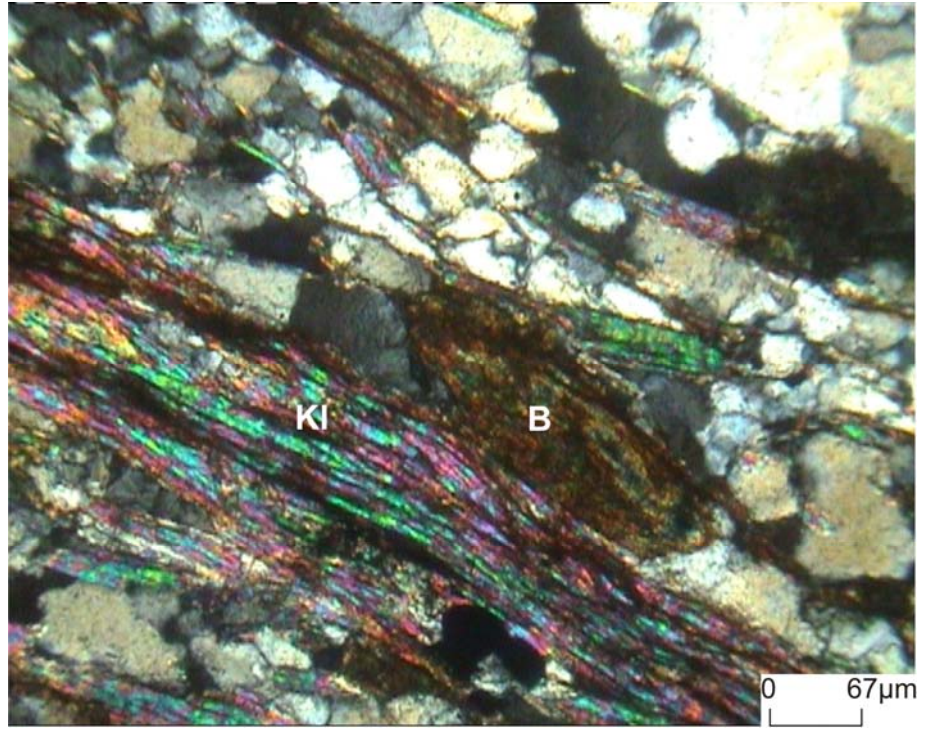
(b)

Şekil 3.6 Kuvarsitlerde kuvarsla birlikte gözlenen muskovit (M) minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

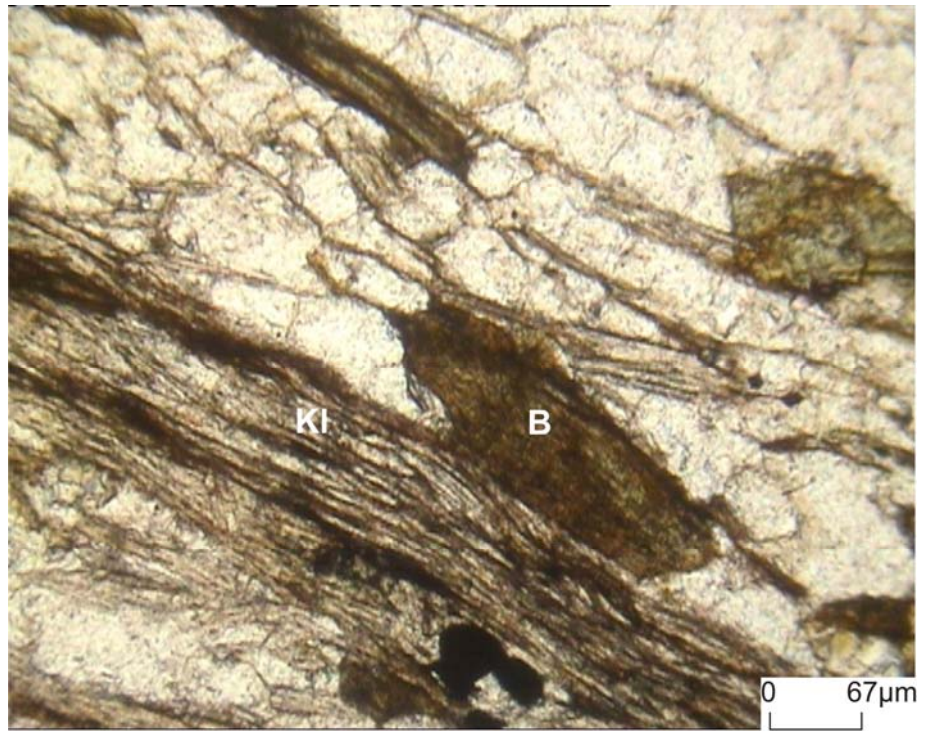
Artan mika ve feldspat oranları ile kuvarsitten kuvars-albit-muskovit şist' e geçiş görülür (Şekil 3.7). Kuvars-albit–muskovit şist çok ince taneli, gri renkli, çok iyi gelişmiş foliasyonludur. İnce kesitte kuvars ve albit porfiroblastları ince taneli kuvars, muskovit ve grafitli bir çimento içinde yer almaktadır. Kuvarsitler ile ara tabakalı olarak albit-klinozoyisit-klorit (Şekil 3.8a, b) şist ve albit- aktinolit-klorit şist görülmektedir. Makroskobik olarak kaya yeşil, sarı renkli, ince taneli, iyi gelişmiş foliasyonludur. İnce kesitte ikizlenmeli albit porfiroblastları, klorit ve klinozoyisit az miktarda kuvars içeren bir matriks içinde yer alır. Klinozoyisit çubuksu, foliasyona uygun uzanımlı kristaller halinde izlenir (Şekil 3.9a, b). Aktinolit açık yeşil pleokroizmalı, yarı öz şekilli blastlar oluşturur.



Şekil 3.7 Meydan Formasyonuna ait şistler (Komlar köyü güneyi)



(a)

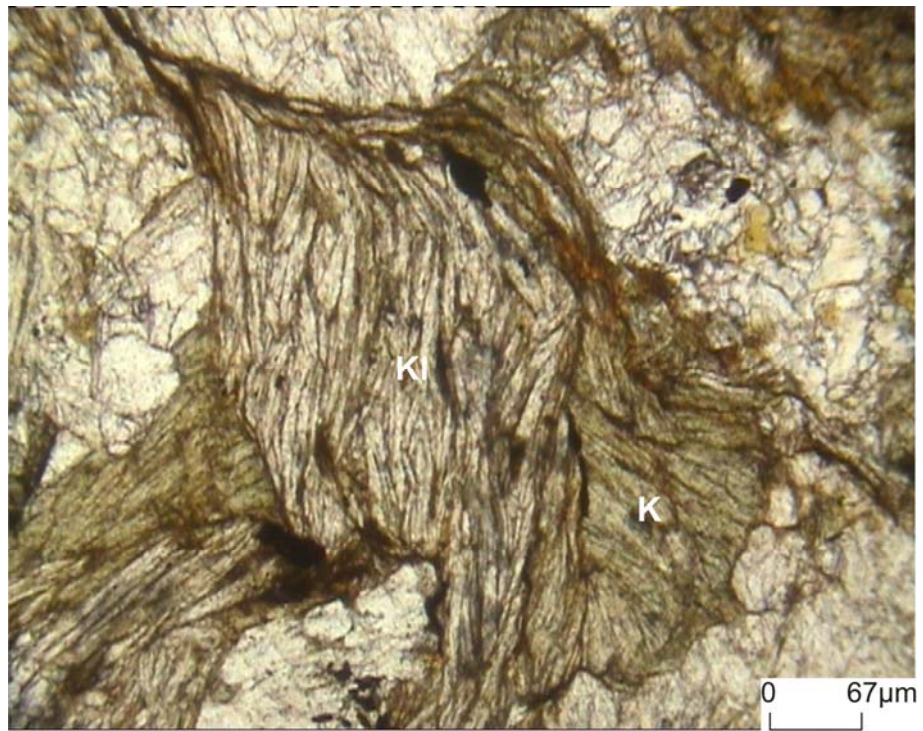


(b)

Şekil 3.8 Meydan Formasyonu içinde gözlenen albit-klinozoyisit-klorit (kloritleşmiş biyotit) şistlerini gösteren mikroskop görüntüsü (Klinozoyisit:Kl, Biyotit:B) a) Çift nikel görüntüsü b) Tek nikel görüntüsü



(a)



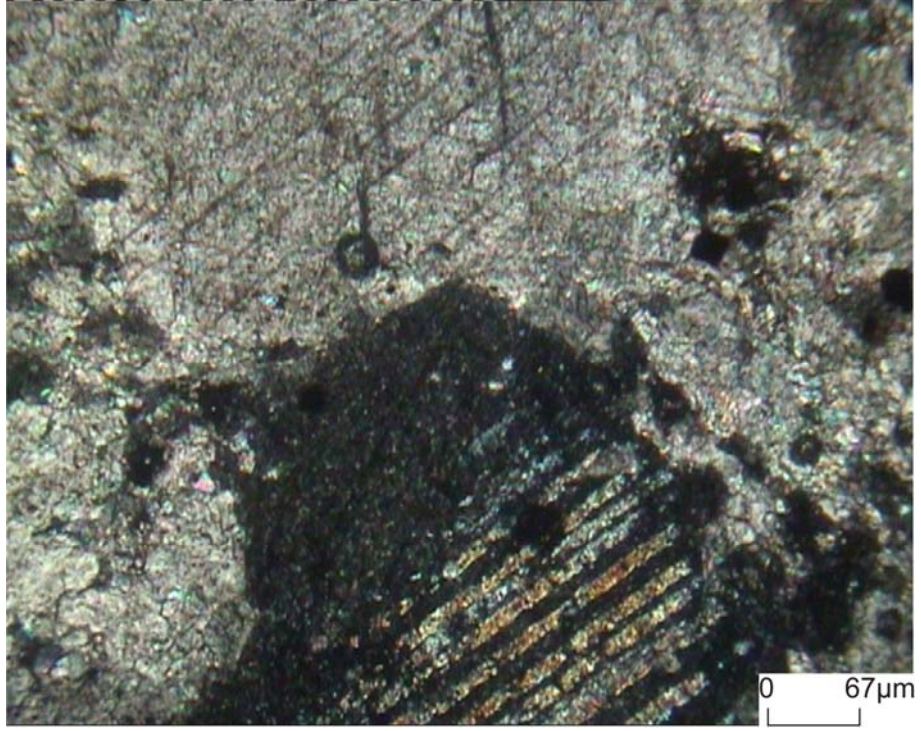
(b)

Şekil 3.9 Meydan Formasyonu içinde gözlenen albit-klinozoyisit-klorit (kloritleşmiş biyotit) şistlerdeki klinozoyisit (Kl), klorit (K) ve kuvars minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

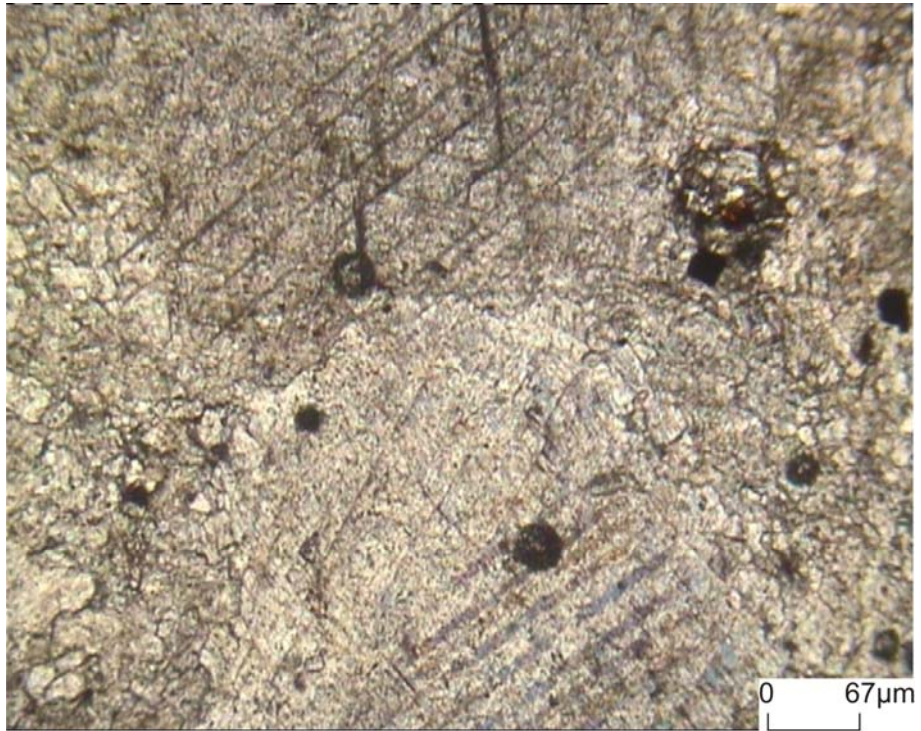
Meydan Formasyonu içinde rekristalize, yer yer dolomitik kireçtaşı yaygın olarak yüzeylenmektedir. Rekristalize kireçtaşı beyaz renkli, orta kalın tabakalı, breşoyik erime yüzeyli, kötü kokuludur (Şekil 3.10). İnce kesitte kalsit, dolomit ve az miktarda kuvars ve baritten oluşur (Şekil 3.11a,b, 12a, b). Dolomitize kireçtaşı ayrışmış yüzeyde gri, taze yüzeyde mavimsi gri renkli, orta-kalın tabakalı, bol çatlaklı, çatlakları kalsit dolguludur.



Şekil 3.10 Meydan Formasyonuna ait dolomitik kireçtaşının görünümü (Bilir Tepe zirvesi)



(a)

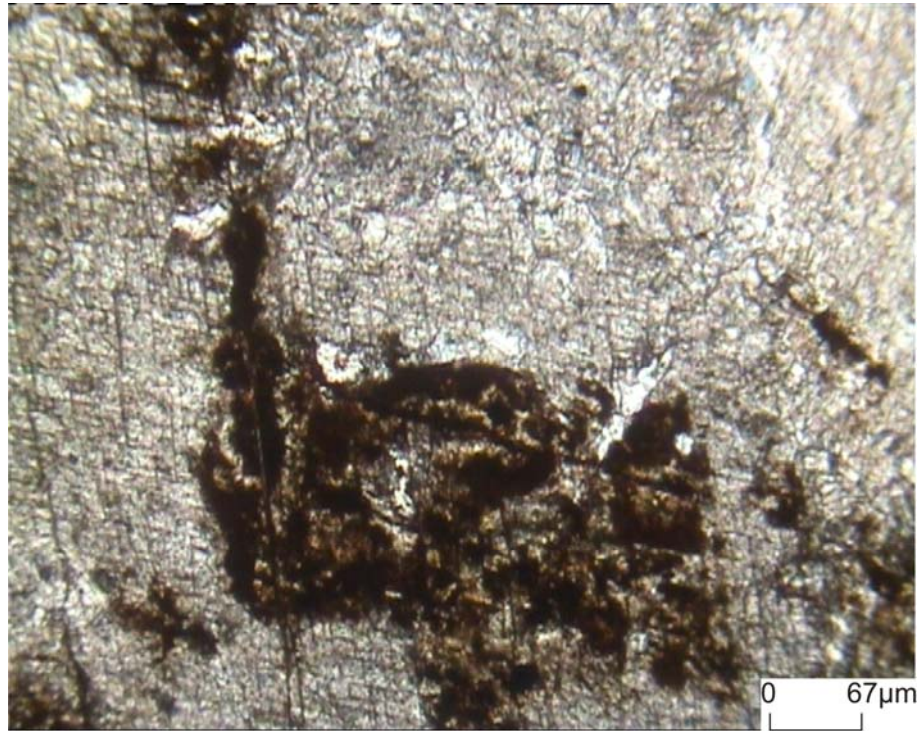


(b)

Şekil 3.11 Meydan Formasyonu içinde gözlenen rekristalize kireçtaşlarını gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü



(a)

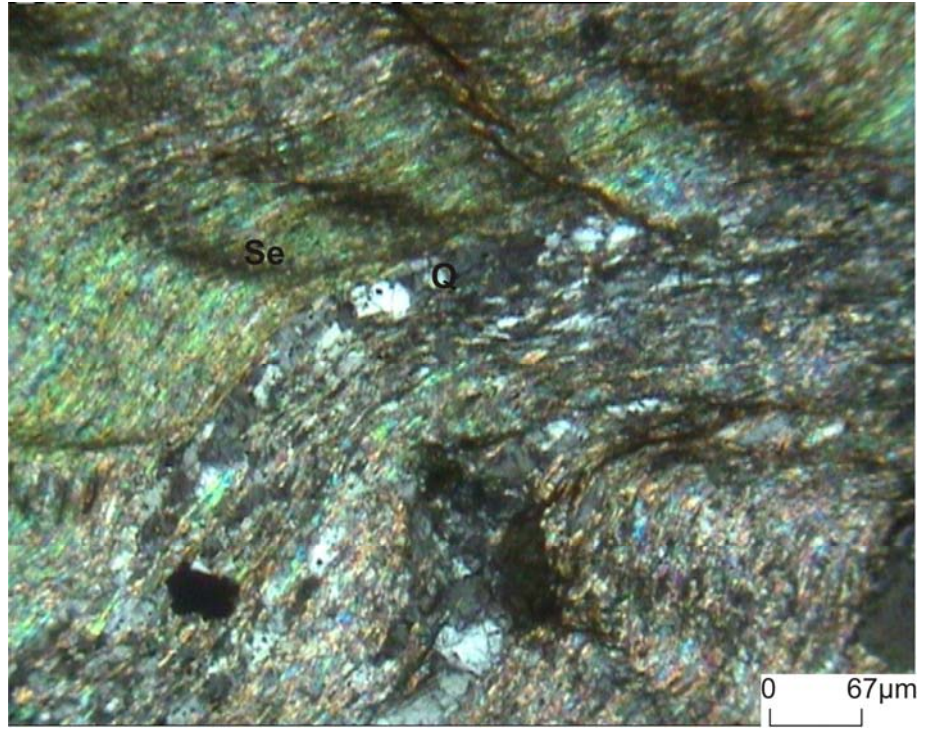


(b)

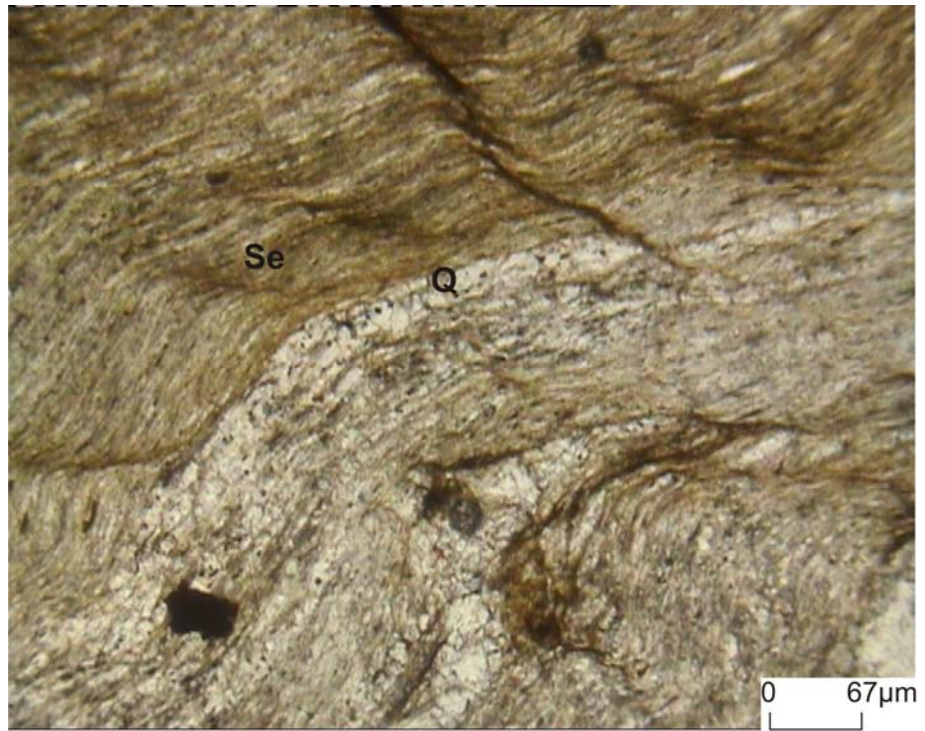
Şekil 3.12 Meydan Formasyonu içinde gözlenen rekristalize kireçtaşlarındaki iri kalsit kristallerinin kafes yapısındaki demir oksit oluşumlarını gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

Meydan Formasyonunun üst bölümünde albit-klorit şist, serizit-kuvars şist (Şekil 3.13a, b), aktinolit şist ve kloritoyit şistten oluşma bir kesim yer almaktadır. Serizit-kuvars şist kahverengimsi yeşil renkli, ince taneli, iyi yapraklanmalıdır ve iyi gelişmiş şistozite-klivaj yapıları gözlenmektedir (Şekil 3.14a, b). Bu bölüm üzerinde giderek artan kalınlıkta metatüfler ile Çeşme Formasyonuna geçiş izlenir. Albit-klorit şist ince taneli, yeşil, renkli, iyi gelişmiş yapraklanmalıdır. İnce kesitte kayaç kloritleşmiş bir matriks ve albit porfiroblastlarından oluşmaktadır. Aktinolit şist ince orta taneli, az gelişmiş foliasyonlu, açık yeşil renklidir.

İnceleme konusu olan baritler Meydan Formasyonuna ait rekristalize kireçtaşlarıyla birlikte gözlenmektedir. Bu baritler yer yer kireçtaşı katmanlarıyla uyumlu iken çoğu zaman katmanları kesen damarlar şeklindedir. Kireçtaşları baritlerle sınırları boyunca kalsit, kuvars ve barit minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 3.15a, b). Baritler genellikle öz ve yarı öz şekli orta, iri kristaller şeklinde gözlenir (Şekil 3.16a, b). İkincil olarak damarlarda oluşan barit kristalleri daha küçüktür ve kuvars mineralleriyle birlikte gözlenirler (Şekil 3.17 a, b).

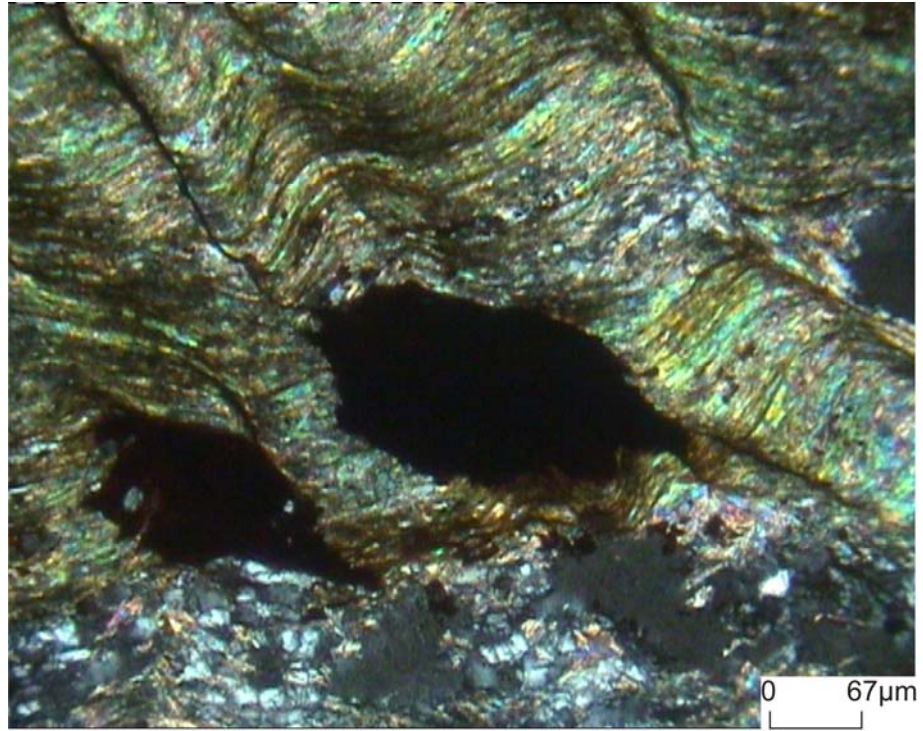


(a)



(b)

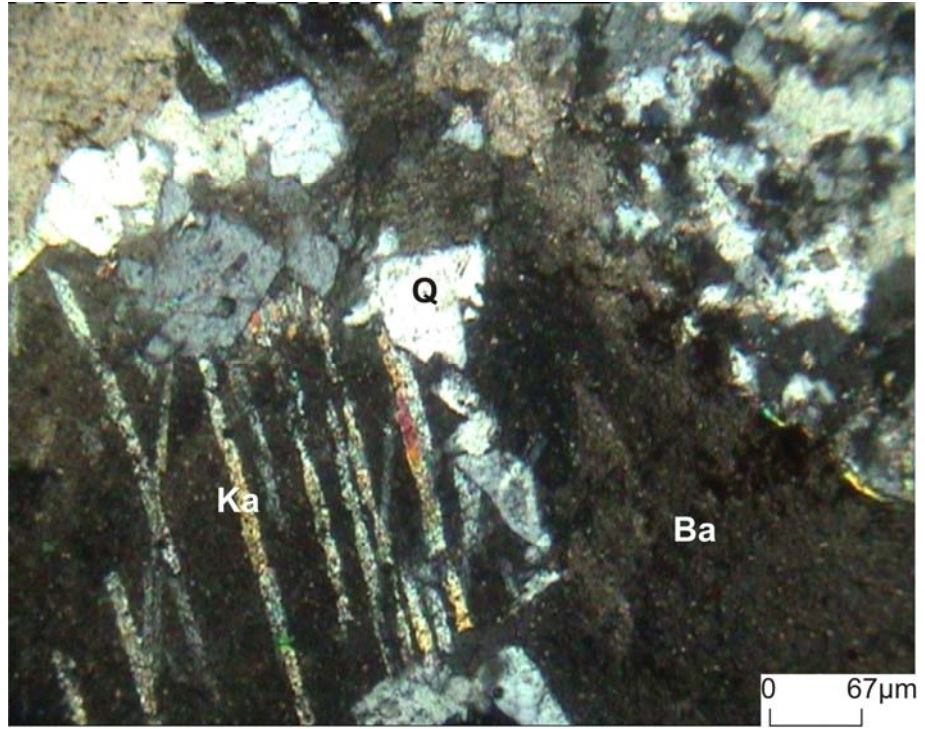
Şekil 3.13 Serizit (Se)-kuvars (Q) şistleri gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü



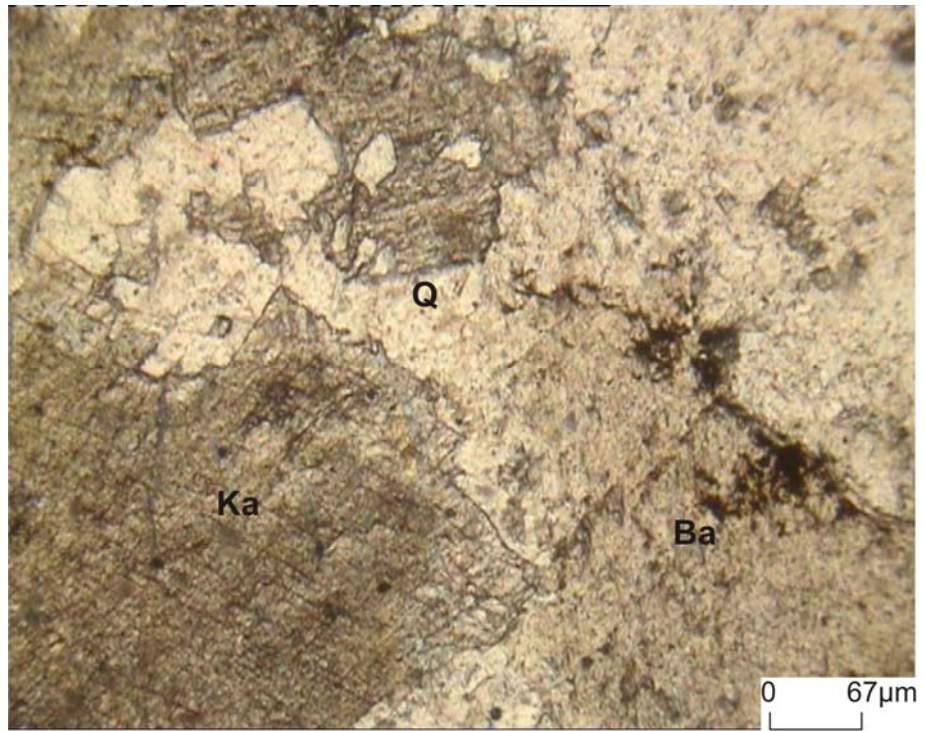
(a)



Şekil 3.14 Serizit-kuars şistlerde gözlenen şistozite-klivaj (S-C) yapıları ve hematit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

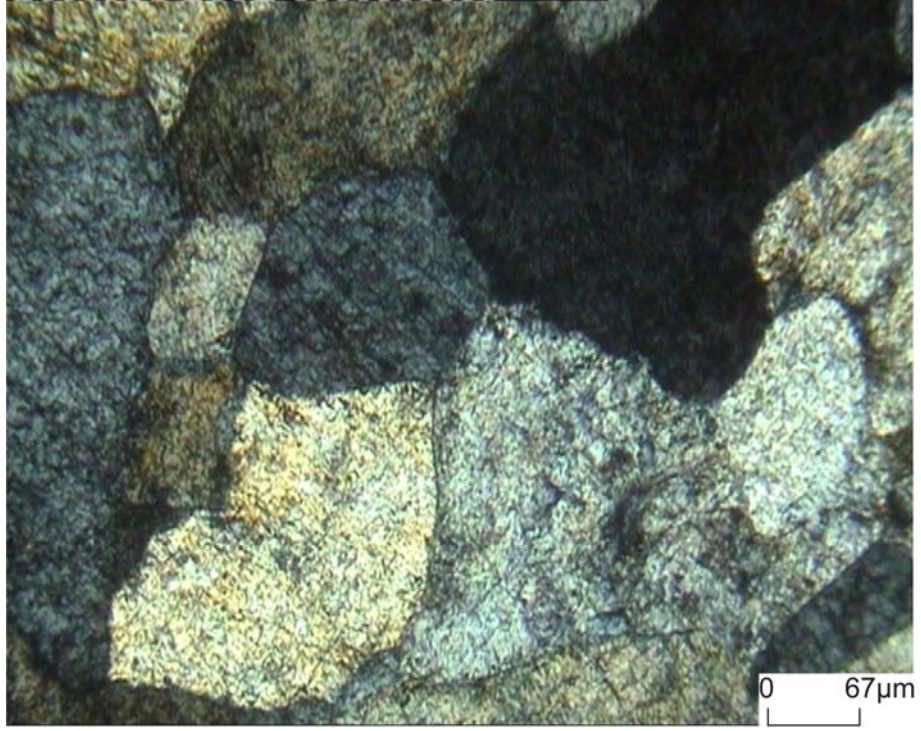


(a)

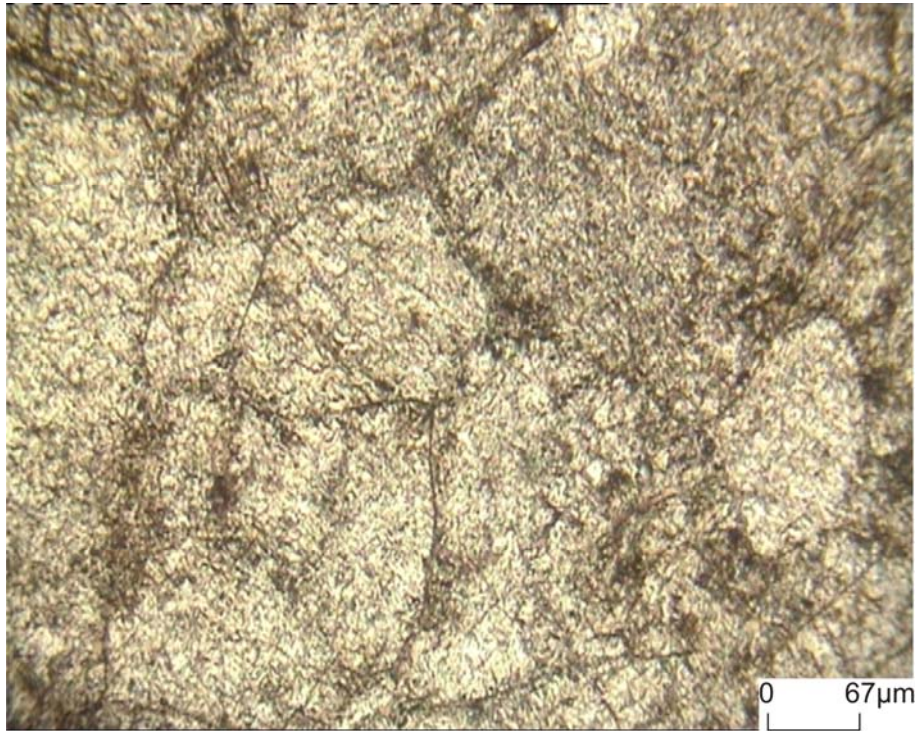


(b)

Şekil 3.15 Rekristalize kireçtaşları ile baritlerin sınırlarında gelişen kalsit, kuvars ve barit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

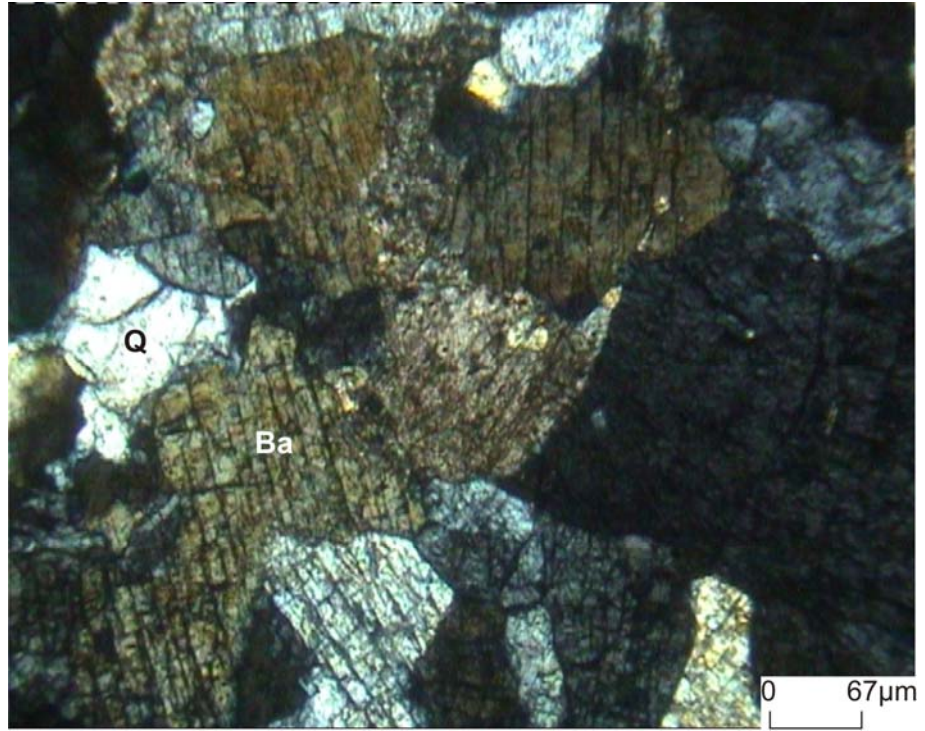


(a)

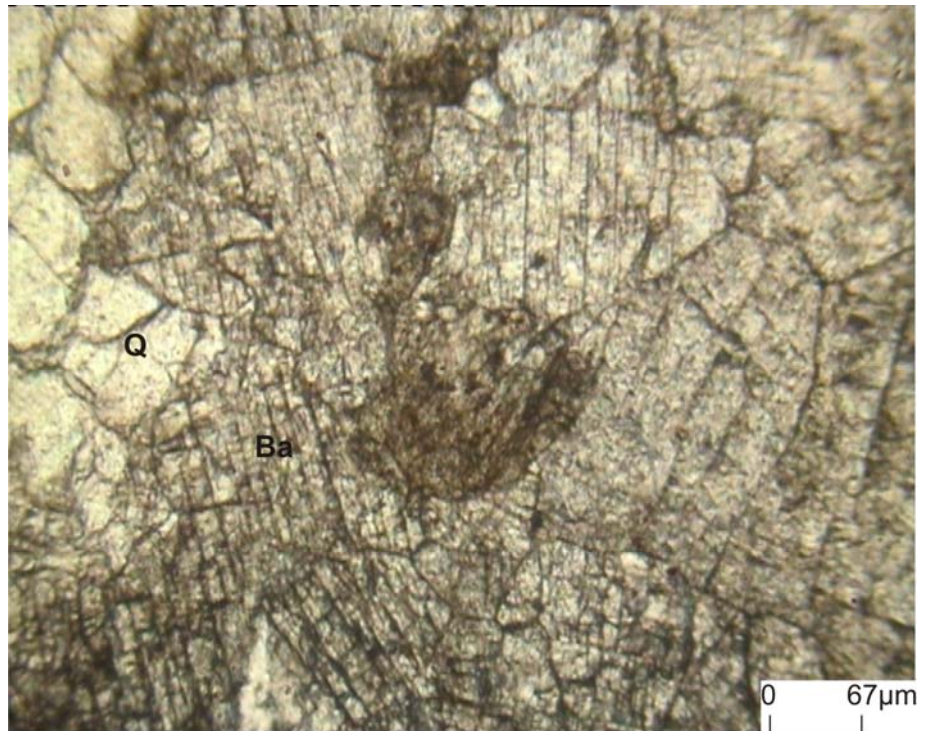


(b)

Şekil 3.16 İri barit kristallerinden oluşan barit örneğine ait mikroskop görüntüsü a) Çift nikel görüntüsü b) Tek nikel görüntüsü



(a)



(b)

Şekil 3.17 İkincil barit damarlarındaki kuvars ve barit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

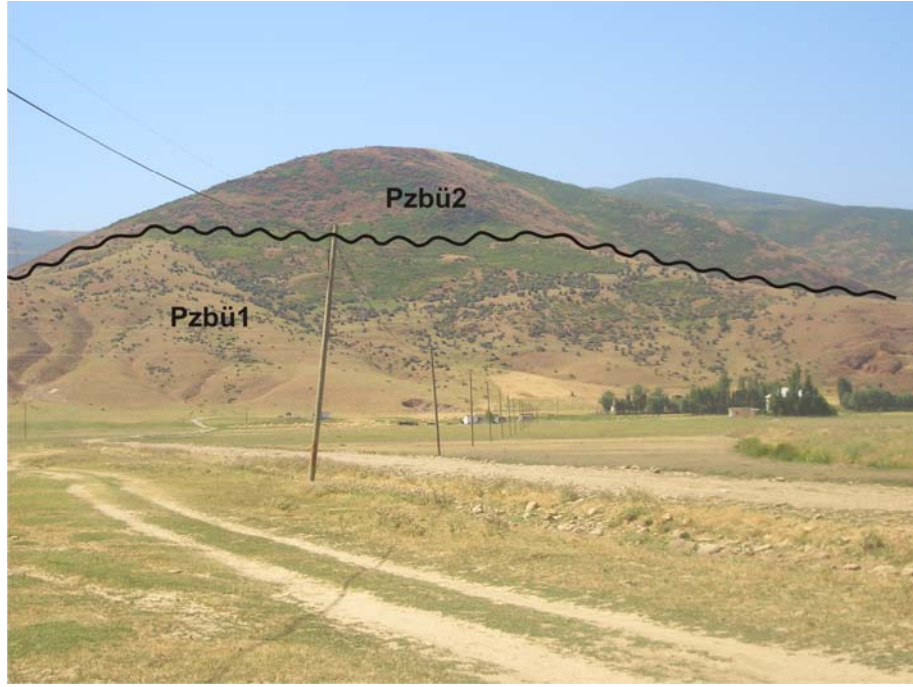
3.2.2.2. Çırrık kireçtaşları (Pzbü2)

Formasyon gri-siyah renkli, orta-kalın tabakalı, fosil izli, rekristalize kireçtaşları ile bunlar arasında yer alan sarı-gri renkli kalkşist, grafitşist ve kuvarsit arabantlarını kapsar.

İnceleme alanında Meydan formasyonu üzerine uyumsuz olarak gözlenen Çırrık Kireçtaşlarının ana kaya türünü yer yer ileri derecede yeniden kristallenmiş kireçtaşı oluşturur (Şekil 3.18). Yeniden kristallenmiş kireçtaşı ayrıışmış yüzeyde külrengi, taze yüzeyde gri- siyah renkli, orta-kalın tabakalı, sert, kötü kokulu, ince-orta taneli, bol düzensiz kalsit dolgulu çatlaklıdır. Ayrıışmış yüzeyde mercan, gastropod ve foraminifer izleri seçilebilir. İnce kesitte yeniden kristallenmiş kireçtaşı iri-orta büyüklükte kalsit blastlarından oluşur. Kalsitler arasında seyrek olarak kuvars, opak ve muskovit kırıntıları ve yarı özşekilli dolomite rastlanır. Deformasyonun yoğun olduğu kesimde kalsitten oluşma yeniden kristallenmiş bir hamur ve kalsit porfiroblastlar görülür. Kireçtaşı içinde yer yer kalınlığı 1-3 m arasında değişen kahverengi-kirli sarı renkli dolomit bant ve mercekleri izlenmektedir. Birimin orta kesiminde 3-10 m arasında kalınlıkta kuvarsit ve karbonat çimentolu kumtaşı arabantları seçilmektedir.

Bu arabantlarda kuvars ve muskovit ana mineralleri oluşturur yine bu bölümde birkaç cm kalınlıkta grafit şist ve kloritoyit şist arakatıkları yüzeyleyir. Grafit şist ince taneli, siyah renkli iyi gelişmiş yapraklanmalıdır. İnce kesitte ince taneli kalsit kuvars ve grafitten oluşur. Kloritoyitşist gri- açık yeşil renkli, sert iyi gelişmiş yapraklanmalıdır. Kayacı oluşturan ana mineraller kuvars, kalsit, kloritoyit ve muskovittir. Bu kayada milimetre aşamasında karbonatlı bantların ardalanması izlenmektedir.

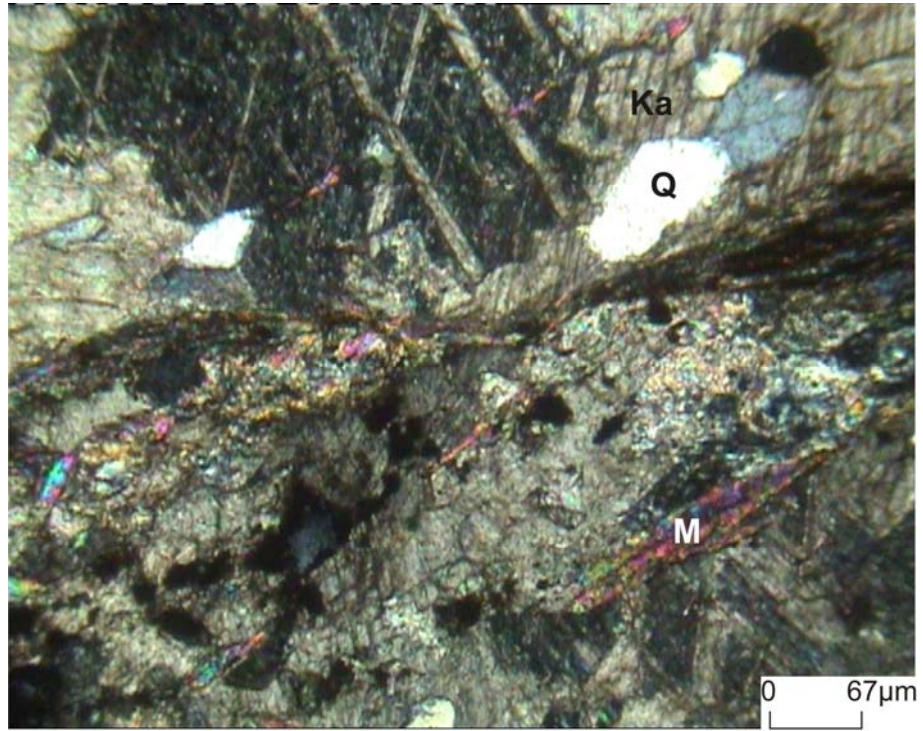
Çırrık kireçtaşının üst bölümünde sarı-gri renkli, ince-orta tabakalı, iyi gelişmiş yapraklanmalı kalkşist gözlenmektedir (Şekil 3.19). Kalkşist ince taneli, foliasyona uygun yönlenmeli kalsit, ince muskovit, uzamış ve opak tanelerden oluşur (Şekil 3.20a,b, 21a,b). Seyrek olarak albit ve kloritçe zengin bantlar görülmektedir.



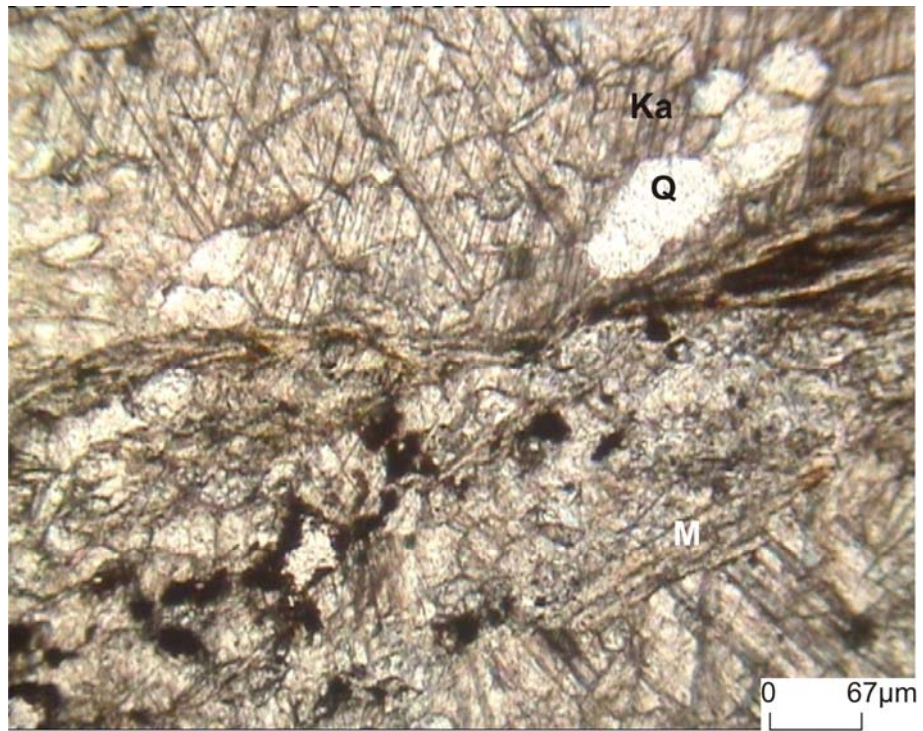
Şekil 3.18 Hasköy Mağara tepede mostra veren Çırık kireçtaşı (Pzbü2) ile Meydan Formasyonu (Pzbü1) arasındaki uyumsuzluk düzlemi



Şekil 3.19 Çırık kireçtaşlarında gözlenen kalkıştelerin arazi görünümü

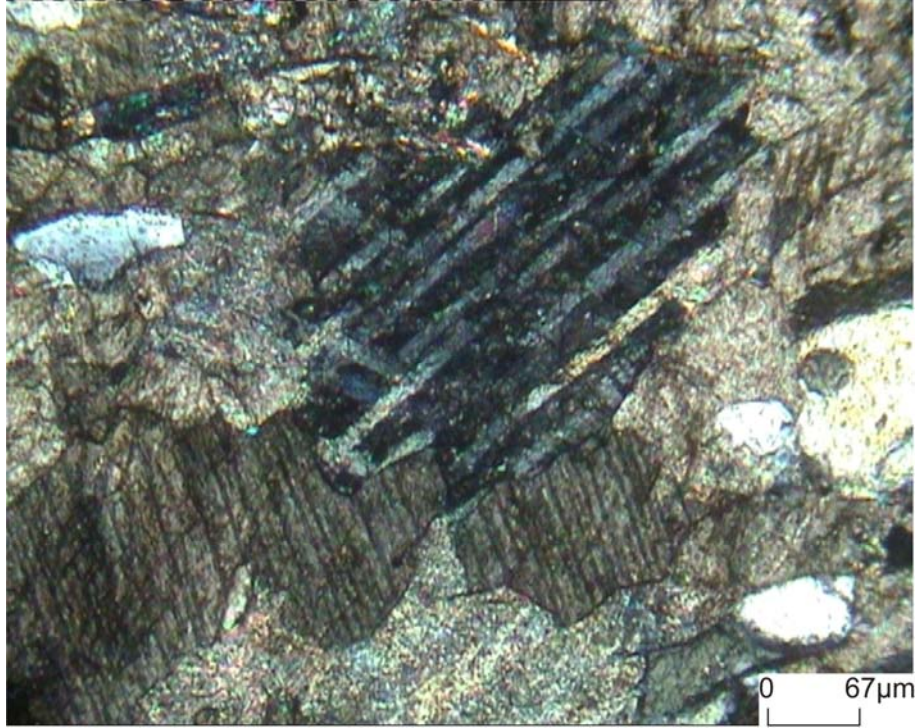


(a)

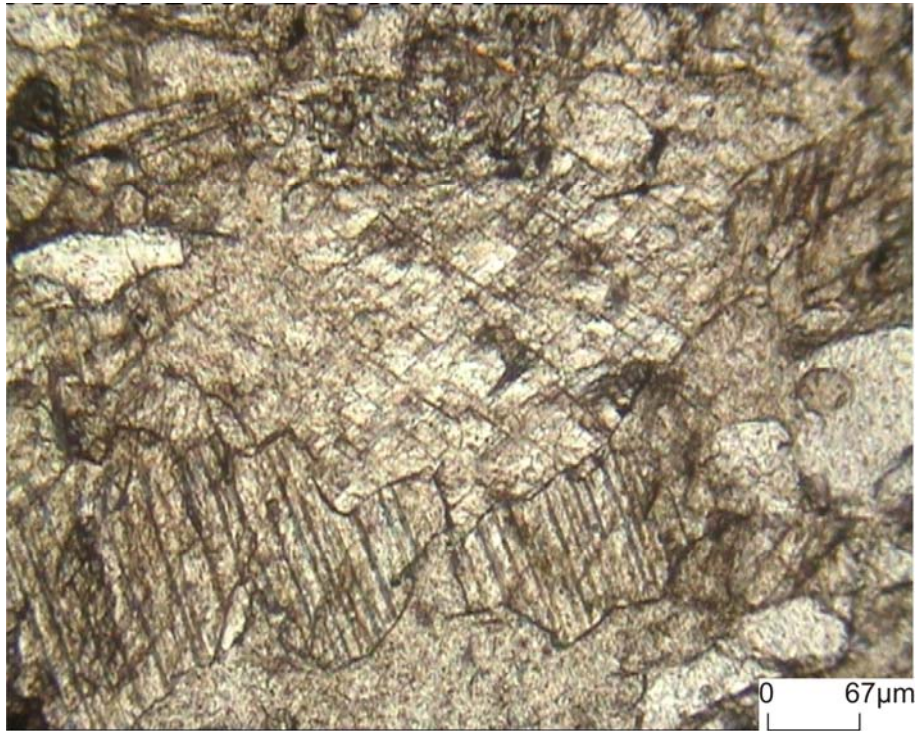


(b)

Şekil 3.20 Kalkşistlerde gözlenen muskovit (M), uzamış opak mineraller, kuvars (Q) ve yönleneyle uyumlu kalsit minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikel görüntüsü b) Tek nikel görüntüsü



(a)



(b)

Şekil 3.21 Kalkşistlerde gözlenen iri ve yönlenmeli kalsit minerali, muskovit ve kuvars minerallerini gösteren mikroskop görüntüsü a) Çift nikol görüntüsü b) Tek nikol görüntüsü

3.2.2.3. Malato kireçtaşı (Pzbü3)

Malato Kireçtaşı sarı, gri, boz renkli rekristalize kireçtaşları ile arakatlı pembe-sarı renkli kalkıştlerden oluşur.

Malato kireçtaşı genelde ileri derecede kristallenmiş kireçtaşından oluşmaktadır. Birim kalın tabakalı masif dış görünümü, gri beyaz rengi ve ince tanelidir. Rekristalizasyon genelde kayanın ilksel dokusunu silmiştir. Dolomit sarımsı gri, kahve renkli ayrışma yüzeyli, açık gri taze yüzeylidir. İnce kesitte kalsit ile birlikte yarı özşekilli dolomit kristalleri ile fosil kırıntıları seçilir.

Kalkışt sarı-yeşil- pembe renkli ince katmanlanmalıdır. İnce kesitte rekristalizasyonun tam gelişmediği bölümlerde, killi karbonatlı bir matriks içinde yuvarlaklaşmış kuvars taneleri seçilir. Rekristalize kesimde uzamış kalsit kristalleri arasında serizit pulları tanınır. Kalkışt içinde birkaç mm kalınlıkta, tümü ile ince kuvars tanelerinden oluşma meta-kumtaşı bantları yüzeylenir. Klorit şist ve grafit şist, kireçtaşı içine bant ve mercekler halindedir.

3.2.3. Tütü formasyonu (Mzt)

Tütü Formasyonu karbonatlarla başlayıp volkanosedimanter kayalarla süren birim Bitlis Metamorfik Kuşağının en genç metamorfik birimidir.

Tütü Formasyonunun alt bölümünü gri- sarı renkli, orta tabakalanmalı, yer yer çört bantlı rekristalize kireçtaşları oluşturmaktadır. Kireçtaşları ile ardalanmış bantlar yeşil renkli ince taneli, iyi gelişmiş foliasyonludur. Kalkışt sarı-yeşil renkli ince tabakalı iyi gelişmiş foliasyonludur. Bazik volkanik ara katkılar, ayrışmış yüzeyde kırmızı kahve renkli, masif görünümlü seyrek olarak iyi gelişmiş foliasyonludur.

Tütü Formasyonu üste doğru tuf, mikritik kireçtaşı, radyolarit, radyolaryalı çamurtaşının yoğunlaşması ile sürer. Birimin bu bölümü genellikle kırmızı ve yeşil renklidir ve uzakta tanınabilir. Sason çayı doğusunda Tütü Formasyonunun bu ince taneli kesimi ile Kızılağaç Formasyonunun (Tersiyer) kırmızı renkli mikritik kireçtaşları üst üste gelmektedir.

Birimin üst kesiminde yer alan aglomera kırmızı- siyah renkli, düzensiz tabakalanmalı orta- iri tanelidir. İnce kesitte kayanın matriksinin kil boyutunda volkanik malzemeden türediği görülür. Matrikste serizit ve klorit yeni oluşmuştur, foliasyonda az belirgindir. Albitize plajiyoklaz fenokristalleri, tuf ve volkanit kırıntıları seçilebilir. Radyolarit kırmızı renkli, ince tabakalıdır. Çoğun radyolaryalı çamurtaşı ya da kırmızı renkli rekristalize mikritik kireçtaşı ile ardalanma gösterir. Yeşil kırmızı ve sarı şeyle hem arabant hem de masif biçimde rastlanır.

3.2.4. Kızılağaç formasyonu (Tk)

Çakıltaşı, çamurtaşı, mikritik kireçtaşı, kumtaşı killi kireçtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Kaya türü dizilimi ve yapısal konumu görülebilen yüzeylemelerinde farklıdır. Üst Maestrihtiyen yaşlı Kızılağaç formasyonu genellikle tektonik dilimler arasında dar şeritler halinde Kızılağaç Köyü güneybatısında Kırmızı tepe ve Gazakoçak tepede görülür. Kızılağaç Formasyonunu oluşturan kaya türleri ayrı ayrı şu özellikleri taşır;

Çakıltaşı: Genellikle formasyonun tabanında hayli kalın değişik düzeylerinde ise ara katman olarak gözlenir. Çoğunlukla kırmızı ara sıra gri, alacalı gri renkli tabanda katmansız görünümlüdür. Çimentosu killi, kumlu karbonattır. Genellikle sıkı bazen gevşek tutturulmuştur. Çimentosunun az, çakıllarının mermer olduğu yerlerde kireçtaşı görünümlüdür. Üst seviyeler de ara katman olarak bulunan çakıltaşlarının çimentosunda bol miktarda nummulit bulunur, ayrıca nummulitli çakıltaşı da içerir. İçerdiği çakıl türü üzerine çökeldiği birimlere göre değişkendir.

Çamurtaşı: Kırmızımsı kahve ve bordo renkli, ince- orta katmanlı, kolay kırılır, kumlu milli ve çakıllıdır. Yer yer çakıltaşı mercikleri içerdiği gibi çakıltaşı ve kumtaşı dönüşümlüdür. Kırmızı mikritik kireçtaşları ile de ardalanır.

Mikritik kireçtaşı: Kırmızı pembe, kırmızımsı kahve renkli, sert, sıkı dokulu ince taneli, kavkımsı kırılmalı düzensiz çatlakları kalsit dolgulu ve planktonik foraminiferlidir. Yer yer kumlu ve millidir. Çamurtaşı ve kumtaşı ile ardalanır.

Kumtaşı: Ayrışmış yüzeyi açık gri, sarımsı gri ve boz renkli taze kırık yüzeyi pembemsi gri, gri ve açık renkli, killi karbonat çimentoludur. Çoğun ince-orta bazen belirsiz katmanlıdır. Yer yer çökel yapılar, bazen de küresel ayrışma gözlenir. Bazen bol miktarda volkanik tane içerdiği gibi volkanik çakıl ve blokta içerdiği olur. 10 cm den 30 m ye kadar değişen kalınlıklarda bulunur.

Killi kireçtaşı: Aşınma yüzeyi sarımsı gri, taze kırık yüzeyi gri renkli, ince-orta katmanlıdır. Gevrek kolay kırılır. Kırılma yüzeyi midye kabuğu şeklindedir. Bazen tekçe çakıl içerdiği gibi çakıltaşı dönüşümlüdür. Diğer kaya türleriyle zaman zaman ardalanır.

Şeyl: Grimsi yeşil, bordo renkli katmansız ya da ince katmanlı kıymıklı ayrışmalı çamurtaşı dönüşümlüdür. Killi kireçtaşı, kumtaşı ve mikritik kireçtaşı ile ardalanır.

3.2.5. Alüvyon ve taraça çökelleri

Bitlis Metamorfik Kuşağında çoğunlukla büyük tektonik hatlar ile kontrol edilen çanaklarda taraça oluşumları ve alüvyon birikimlerine rastlanır. Bunlardan en önemlisi çalışma alanının orta kesiminde yaklaşık BKB-DGD yönünde uzanan Kavakbaşı doğrultulu atılımlı fayı boyunca dizili irili ufaklı Kuvaterner çanaklarında biriken çökellerdir.

3.2.6. Magmatik kayalar

Bitlis Metamorfik Kuşağı içinde asit intrüzyonlarla temsil edilen Muş Graniti ve bazik damarlar yüzeylenmektedir.

3.2.6.1. Muş graniti

Bitlis Metamorfik Kuşağı kayaları içinde yer alan lökögranit-granit bileşimli, metamorfizma gösteren kayalar Muş Metagraniti olarak adlandırılmıştır. Birim Mutki kuzeydoğusunda, Karaboşlar çevresinde, Muş- Kızılağaç güneyinde (Şekil 3.22) ve Hizan Grubu yöresinde geniş yayılım gösterir. Birime ait en taze örneklerde Bitlis Mutki yolu üstündeki yol yarmalarında, Bitlis- Hizan yolu üzerindeki yol yarmalarında ve Muş Kızılağaç güneyinde Gelialıyan Deresinde görülebilir. Metagranitin ilksel dokanak ilişkileri Yukarı Hilorinik köyü kuzeybatısında granit gnays dokanağında,

Kızılağaç güneyinde Keçakigazi yöresinde görülür. Birim ait aplitler hem Hizan Grubu kayalarını ve hem de Meydan formasyonu kayalarını keser.



Şekil 3.22 Kızılağaç beldesi yol yarmalarında gözlenen altere olmuş metagranitler

Deformasyon ve rekristalizasyonun fazla gelişmediği bölümlerde kaya iri-orta kristallidir. Makroskobik olarak iri kuvars ve feldspat ile az miktarda mika seçilebilir. Özellikle Mutki kuzeyindeki yüzeylenmede çok fazla ayrışma görülür. Bu kesimde sarı kahverengi dış yüzeyli ve dağınık olan kaya Muş güneybatısında dereler içinde makaslanmış bölümleri dışında sert ve taze görünümlüdür.

Göncüoğlu (1983) metagranitin metamorfizma yaşını belirlemek için yaptığı çalışmada; jeokronolojik yöntemler kullanarak, metagranit içinde dinamometamorfizma ürünü olarak kristallenen fenjitin yaşının yaklaşık 95 my olduğunu belirlemiştir. Araştırmacı; Bitlis Metamorfik Kuşağında metagranitin sokulum yaptığı kayalar üzerinde gözlenen Üst Maestrihtiyen yaşlı Kinzu Formasyonunun metamorfizma göstermediğini ve bu verilere göre granitin metamorfizma yaşının Senoniyen olduğunu öne sürmektedir.

3.2.6.2. Solhan volkanitleri (Tso)

Volkaniklerle çökel kayaların ardalanmasından oluşur. Çalışma alanında ise daha çok volkanosedimanter bir birim olarak gözlenir. Volkanikler; lav, tuf ve aglomeradır. Çökel kayaları ise kıltaşı, marn, kumtaşı ve silttaşıdır. Birim Şaroğlu ve diğerleri (1982) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında Toprakkale, Komlar, Kasor köyü kuzeyinde Meydan Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenmiştir (Şekil 3.23).

Birim Kızılağaç ve Nevalimülk köyleri çevresinde bütünüyle çökel kayalardan oluşur, çok az tuf arakatkısı vardır. Çökel kayalardan çakıltaşı, daha çok birimin tabanında gözlenir. Kızılağaç köyü ve doğusunda kırmızı renkli, masif görünüşlü, 20-30 m kalınlıktadır. Yuvarlak ve köşeli çakıllar bir arada görülür, yuvarlak çakıllar parlak cilalı ve çoğunluktadır. Çakılların çoğunluğu metamorfiklere aittir. Çimento kum- kil karışımı olup gevşek tutturulmuştur. Seyrek ara katman olarak üst seviyelerde de bulunur. Kumtaşı ve silttaşı ince, orta katmanlı, gevşek tutturulmuştur, gri, boz ve kırmızı renklidir. Çapraz katmanlanma ve derecelenme sıkça görülür. Yer yer bitki kalıntılıdır. Kıltaşı ve marn ise yeşilimsi gri, sarımsı boz renkli, ince-orta katmanlı, diğer kaya türleri ile ardalanmalıdır (Şekil 3.24).

Birimin Murat nehri çevresindeki yüzeylemelerinde volkanik hakimdir. Volkanikler ortaç karakterdedir. Tüfler açık gri renkli, gevşek tutturulmuştur. Aglomeralar kahvemsiz boz renkli, asit ve bazik volkanik tane ve çakıllıdır. Lavlar ise bazalt ve andezit görünümündedir. Renk koyu gri ve yeşilimsi gridir. Değişik kalınlıklarda diğer kaya türleriyle ardalanır. Birimin alt dokanağı, Kızılağaç Köyü doğusunda kırmızı çakıltaşı ve kumtaşlarıyla metamorfikler üzerinde açılı uyumsuzlukla görülür.



Şekil 3.23 Toprakkale köyü girişinde Meydan Formasyonu ile Solhan volkanitleri arasındaki uyumsuzluk düzlemi



Şekil 3.24 Solhan volkanitlerinin çökel kayaları olan kiltası ve marnların arazi görünüşü (Toprakkale köyü girişi)

3.2.6.3. Kuvaterner volkanitleri (B)

Bazalt, tuf ve ignimbiritlerden oluşur. Volkanikler içerisinde en yaygın yüzeyleme bazaltlara aittir. Bazaltların ayrılmış yüzeyi koyu kahve ve gri renkli, taze kırık yüzeyleri siyah ve koyu gri renklidir. Soğuma çatlakları ve sütun yapıları gelişmiştir (Şekil 3.25). Tatvan'dan Bitlis girişine ve şehrin Mutki çıkışında bu yapılar iyi görülür. İgnimbiritlerin günleme yüzeyleri gri ve boz renklidir, taze kırık yüzeyleri koyu gri, koyu kahve renklidir. Tüfler ise açık gri, kirli beyaz ve kırmızımsı kahve renklidir. Dağılgan ve kolay ayrışmalıdır.

Bazaltların tabanında en genç birim olarak Bitlis vadisinde taraça oluşukları görülür. Üst dokanağı ise alüvyonla örtülüdür. Çalışma alanında 5 ile 20 m kalınlığındadır. Yanal değişimi çıplak gözle görülmez. Göreceli olarak Kuvaterner yaşlıdır.



Şekil 3.25 Kuvaterner volkaniklerinde gözlenen sütun yapıları

4. YAPISAL JEOLJİ

4.1. Giriş

Tektonostratigrafik birimlerden her biri, bölgesel jeoloji bölümünde de görüldüğü gibi diğerinden farklı koşullarda evrim geçirmiş ve farklı zamanlarda bir araya gelmişlerdir.

4.2. Bindirmeler

Bitlis Metamorfik Kuşağında yoğun bindirmeler ana yapısal özelliği oluşturmaktadır. Bindirmelerin kalınlığı birkaç kilometreden birkaç on metreye değin değişmektedir. Aynı kaya türü içinde yer alan bindirmeler çoğunlukla sezilmez bu bölümlerde sadece kayacın yapraklanmasının konumu bozulmuş, kaya milonitik bir doku kazanmış, yada mineralojik birleşimi değişikliğe uğramıştır. Ancak, farklı kaya türlerini bir araya getiren bindirme dokanakları, hava fotoğraflarından tanınabilecek niteliktedir. Bu dokanaklarda dokanağa gelen kaya türüne bağımlı olarak ezilme, breşleşme, deformasyon ve milonitizasyonun değişik evreleri görülebilir.

Bitlis Metamorfik Kuşağında yer alan faylarda istatistik olarak belirgin bir gruplanma seçilmektedir. Bu faylardan büyük bir bölümü K 40-50 E ile K35-45 B doğrultulu olarak uzanmaktadır. Faylar genellikle sürüklenim dokanaklarını keser ve öteliler, dolayısı ile çoğun sürüklenim olayından genç yada yaşittirler.

4.3. Kıvrımlar

Bitlis Metamorfikleri Kuşağının alt bölümünü oluşturan Hizan Grubu kayalarında sintektonik olaylarla gelişen yapılar elemine edilirse büyük bir antiform tanınabilmektedir. Bu antiform çalışma alanının kuzeyinde 1/500 000 ölçekli jeoloji haritasında Hacreş dağları olarak adlandırılan bölümü kaplamaktadır. Antiformun kuzey kanadını Muş ovasına doğru kuzeye eğimli Mutki Grubu kayaları oluşturur. Antiformun

iç bölümünde yükseklikleri 1900-2000 m ye ulaşan tepelerde Hizan Grubu'nun alt kesimini oluşturan Andok gnaysları ve Ünalı Formasyonu kayaları yüzeylemektedir. Antiform eksenini doğuya doğru dalımlıdır. Güneydoğuda Karaboşlar- Huyut çizgisi boyunca antiformun güney kanadı az çok tanınabilir. Bu kesimde Hizan Grubu kayaları, üstünde yer alan Mutki Grubu kayaları ile birlikte tekrar Hizan Grubu kayaları üzerine itilmiştir. Batıya doğru antiformun güney kanadı Kavakbaşı Diri Fayı ile kesiklidir. Hizan Grubu kayalarında izlenen megaskopik yapılarda bu olgu çalışma alanı dışında da sık görünür. Büyük anti ve senformların güney kanatlarında kuzey kanata oranla daha yoğun bindirme ve sürüklenmeler ortaya çıkmaktadır.

Mutki Grubu kayaları içindeki mezoskopik yapılar için ise Hizan Grubu kayalarından farklı olarak devrik kıvrımlar karakteristiktir. Çırrık ve Malato kireçtaşından oluşan Helkis Dağı, Porak Dağı, Kermelik Dağı, Kalems Dağında boyları 5 km'yi aşan uzunlukta kıvrım eksenleri sunan devrik yapılar hem hava fotoğraflarında hem de arazide kolaylıkla seçilmektedir. Bu yapılardan büyük bölümde eksen düzlemi ondülasyon gösterir ve kuzeye eğimlidir. Devrik kanatlarda özellikle senformlarda uç bölümleri kopmuş izoklinal kıvrımların varlığı seçilmektedir. Bu kopuk izoklinal devrik kıvrımlardaki antiform- apeksleri her hangi bir nedenle yok olduğunda Mutki Grubu kayalarının görünür kalınlığı gerçek kalınlığın birkaç katına ulaşmaktadır. Bu olgu çalışma alanı kuzeyinde Derviş Dağında ve bunun batı uzantısında yer alan Kilhar Tepe de çok açık görülmektedir.

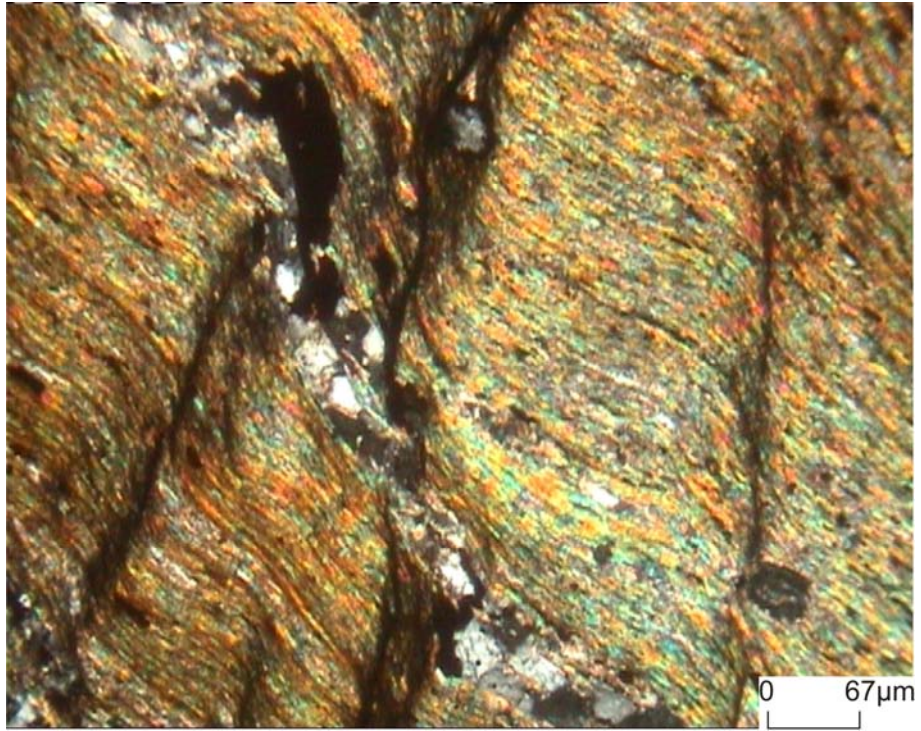
İnceleme alanındaki II. bölgede de varlığı gözlenen küçük boyutlu kıvrımların daha büyük ölçekli tektonik bir yapının göstergesi olabileceği göz önüne alınarak yapılan arazi çalışması sırasındaki detaylı gözlemlerde farklı boyutlarda kıvrımlanma belirtilerinin varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.1). Meydan Formasyonuna ait şistlerin kıvrımlı şistozite göstermeleri (Şekil 4.2, 3) kuvarsitlerde yoğun gözlenen kıvrımlanmalar (Şekil 4.4) sonucunda eksenini Bilir Tepeden geçen ve ekseninde kuvarsitlerin bulunduğu dalımlı, devrik bir antiklinalin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



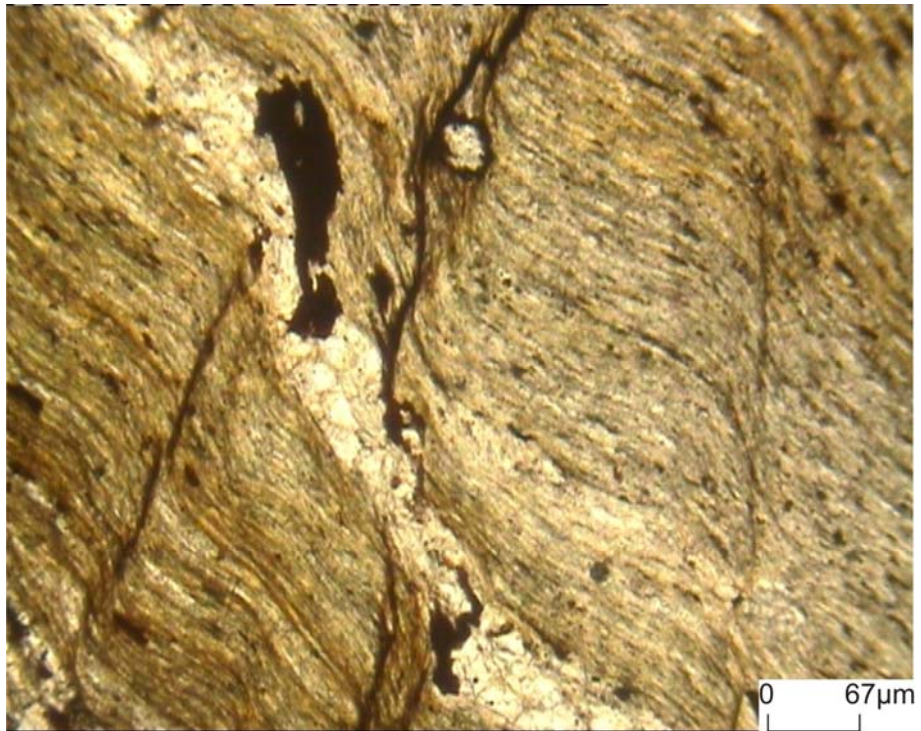
Şekil 4.1 Toprakkale bölgesinde Bilir dere içerisinde gözlen küçük ölçekli antiklinal ve senklinal



Şekil 4.2 Toprakkale bölgesinde Bilir tepe güneyindeki şistlerde gözlenen kıvrımlanmış şistozite düzlemleri

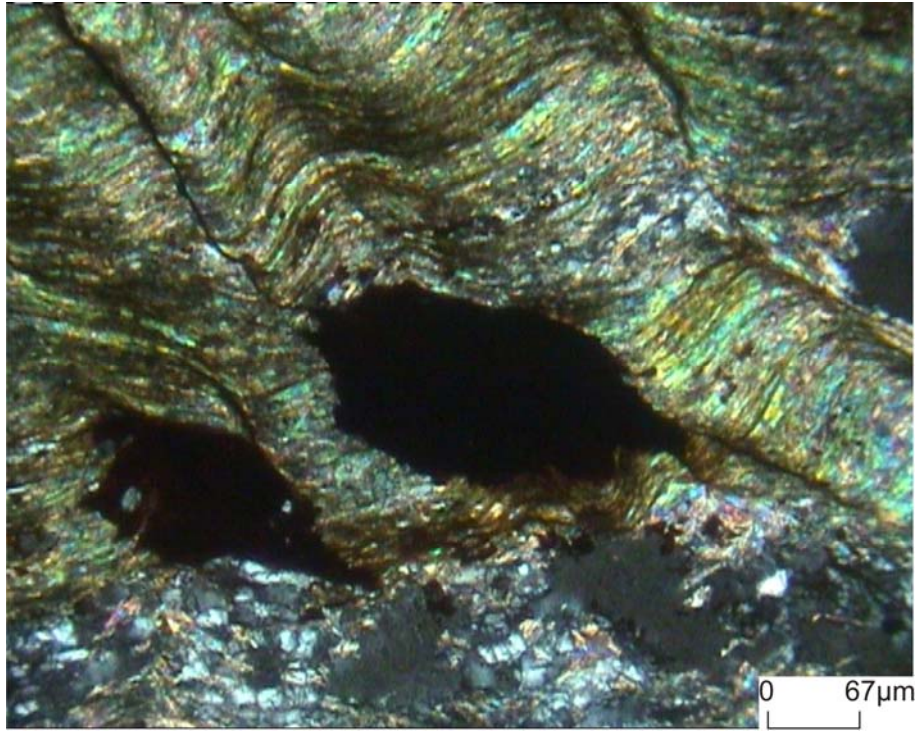


(a)



(b)

Şekil 4.3 a) Serizit şistlerdeki S-C yapılarının çift nikol görünümü b) a örneğinin tek nikol görünümü c) Serizit şistlerdeki S-C yapıları ve hematit mineralinin çift nikol görünümü d) c örneğinin tek nikol görünümü



(c)



(d)

Şekil 4.3 a) Serizit şistlerdeki S-C yapılarının çift nikol görünümü b) a örneğinin tek nikol görünümü c) Serizit şistlerdeki S-C yapıları ve hematit mineralinin çift nikol görünümü d) c örneğinin tek nikol görünümü (devamı)



Şekil 4.4 Toprakkale bölgesinde Bilir tepe güneyindeki antiklinal eksenine yakın kuvarsitlerde gözlenen kıvrımlı yapı



Şekil 4.5 Toprakkale bölgesinde Bilir tepede gözlenen dalımlı antiklinal

Hasköy bölgesinde de yapılan incelemeler sonucunda 1. bölgedekiler gibi küçük ölçekli zikzak kıvrımları belirlenmiş (Şekil 4.6) ve yapılan incelemeler sonucunda eksenini Mağara Tepe den geçen ve ekseninde şistlerin gözleendiği asimetrik bir

antiklinalin varlığı belirlenmiştir. Muş-Hasköy yolu üzerinde yine büyük ölçekli antiklinal ve senklinallerin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.7).



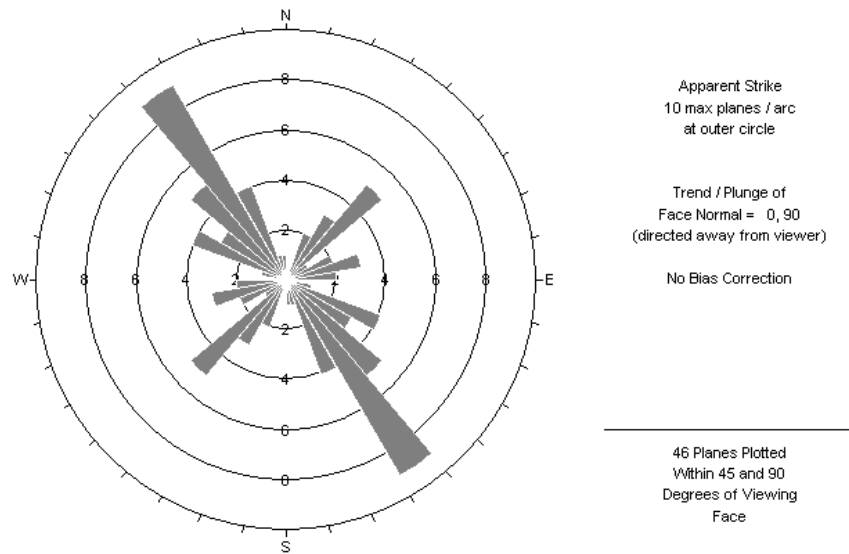
Şekil 4.6 Azıklı kireçtaşlarında gözlenen zikzak kıvrımları



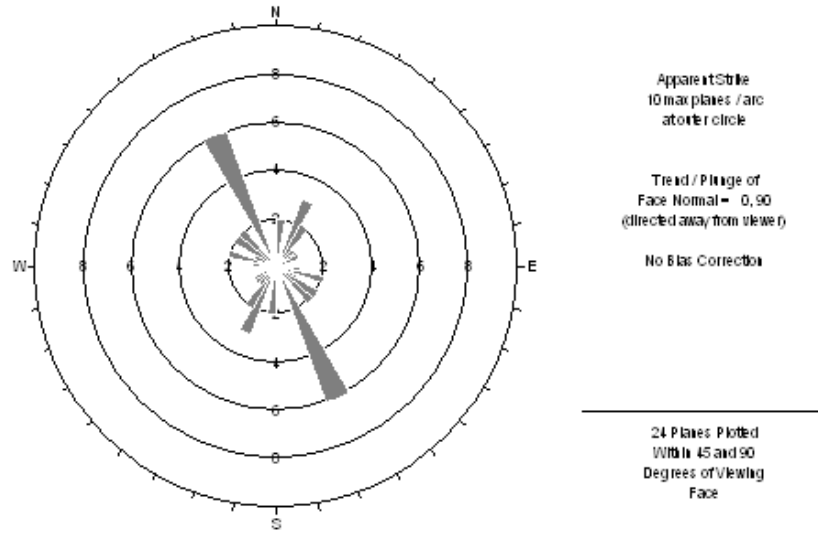
Şekil 4.7 Muş-Bitlis karayolu üzerinde taş ocağında, Meydan Formasyonunda gözlenen kıvrımlar

4.4. Kırık ve çatlak ölçümleri

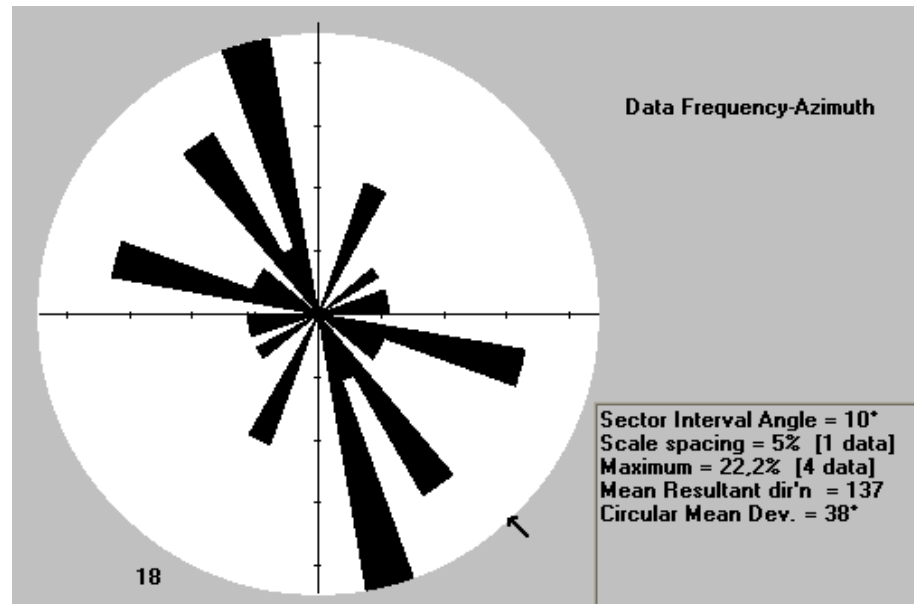
Azıklı ve Elmabulak civarında gözlenen kireçtaşlarındaki çatlaklarından alınan ölçümler incelenmiş, çatlakların türü, yönelimleri ve bölgede hakim olarak gözlenen tektonik rejimle ilişkisi araştırılmıştır. Azıklı bölgesindeki kireçtaşlarından alınan çatlak ölçümlerinin incelenmesi sonucunda bunlarının açılma çatlakları olduğu ve K53B (hakim) ve K44D doğrultusundaki sıkışma sonucunda oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.8). Aynı şekilde Elmabulak mevki kireçtaşlarından alınan ölçümlerin incelenmesi sonucunda bunların da açılma çatlakları olduğu ve K25B doğrultusundaki sıkışma rejimi sonucu oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.9). İnceleme alanının yapısal evrimi düşünülecek olunursa Arap plakasının dalımı sonucu bölgede KB-GD yönlü sıkışma hakimdir ve elde edilen sonuçlarda uyumludur. Bunlara ek olarak baritlerden yapılan tabaka eğim ve doğrultu ölçümlerinin de bölgenin hâkim tektonik yapısıyla ve buna bağlı olarak gelişen açılma çatlaklarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.8 Azıklı bölgesi kireçtaşlarındaki çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı



Şekil 4.9 Elmabulak bölgesi kireçtaşlarındaki çatlak ölçümlerine ait gül diyagramı



Şekil 4.10 Barit damarlarına ait gül diyagramı

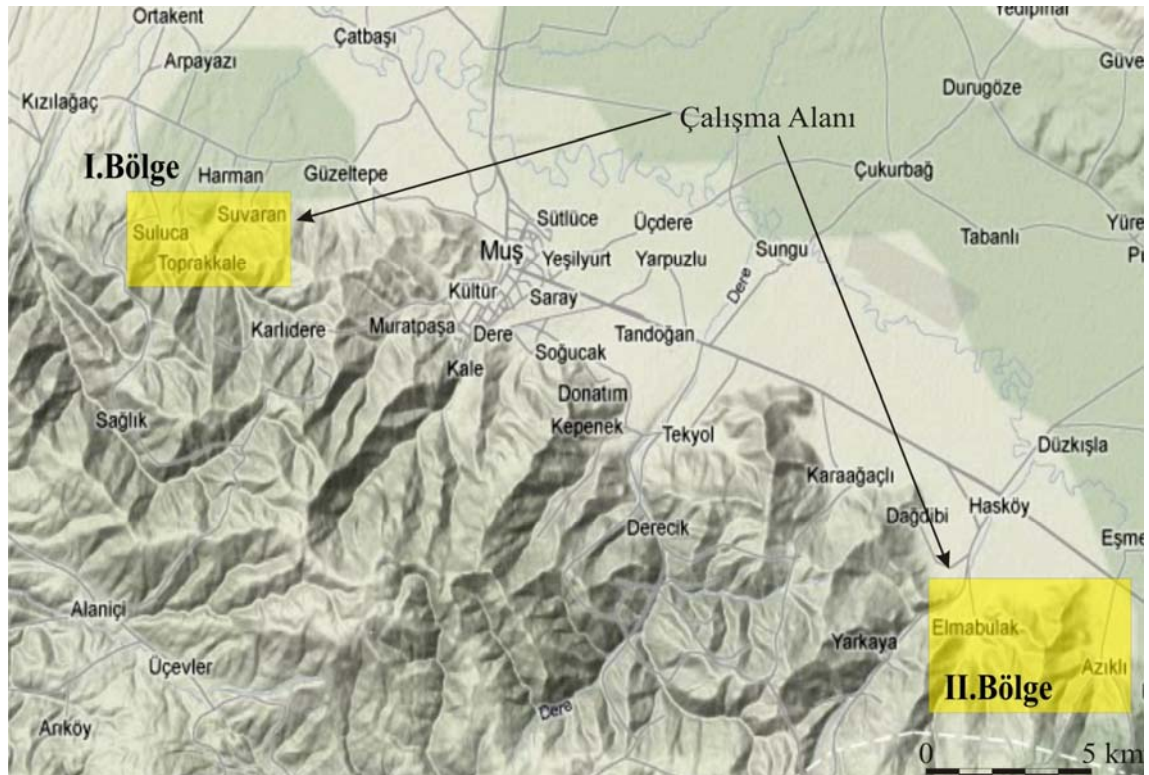
5. İNCELEME ALANINDAKİ CEVHERLEŞMELER

5.1. Giriş

Çalışma alanı Muş ili Merkeze bağlı Kızılağaç beldesi civarındaki Toprakkale (Bilir), Kasor köyleri, Kızılkilise mevkiinde ve Hasköy ilçesi, Azıklı köyü, Elmabulak mevkiinde yer alan barit cevherleşmelerini içine alır.

İnceleme alanı Muş ili sınırları içinde yer alan barit oluşumları coğrafi konumları göz önüne alınarak 2 bölgeye ayrılarak incelenmiştir (Şekil 5.1).

- I.Bölge: Toprakkale; Toprakkale (Bilir), Kasor ve Kızılkilise cevherleşmeleri,
- II.Bölge: Hasköy, Elmabulak, Azıklı cevherleşmelerini kapsamaktadır.



Şekil 5.1 İnceleme alanındaki cevherleşmelerin yer bulduru haritası (Google 2010)

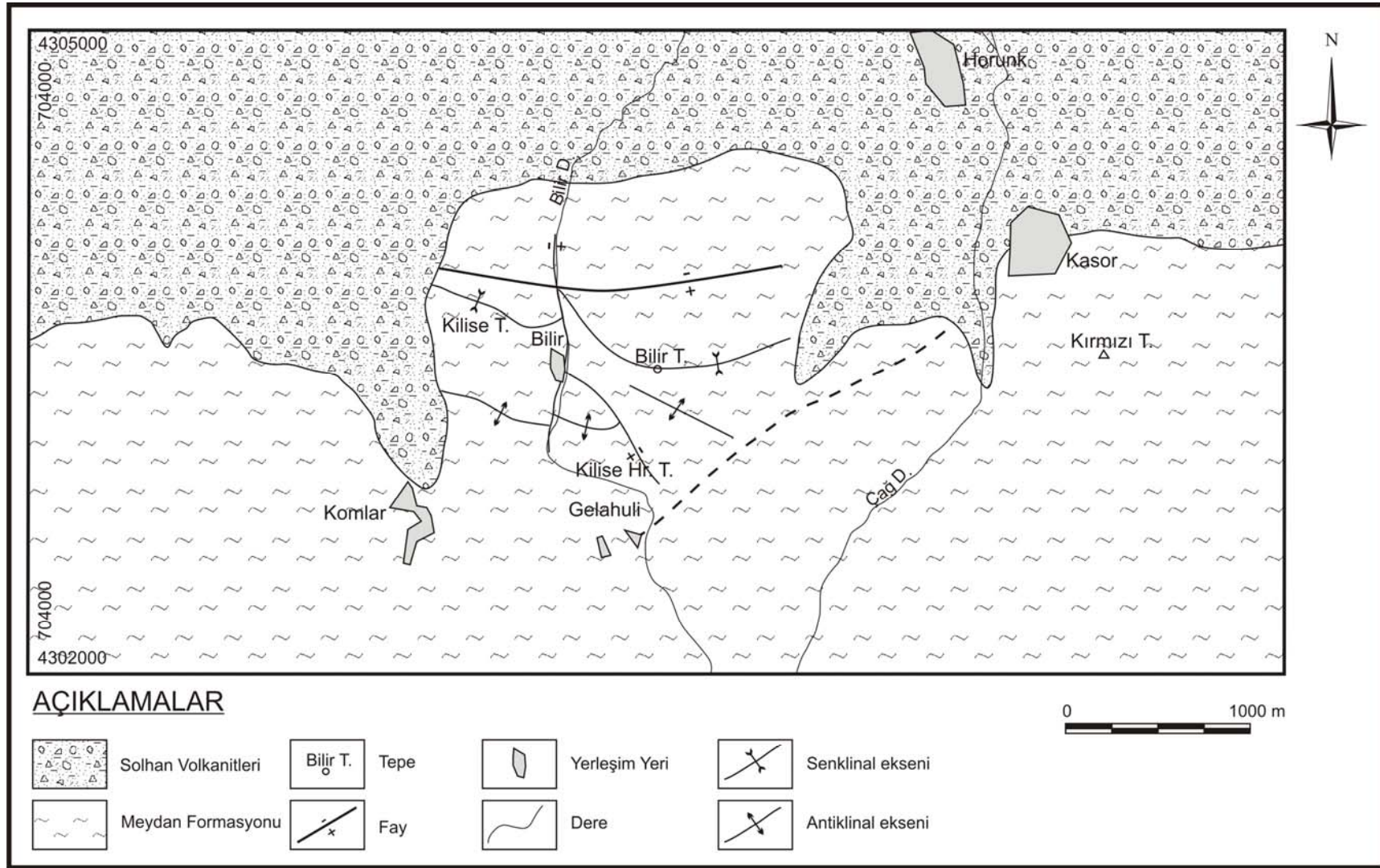
5.2. I.Bölge Barit Oluşukları

5.2.1. Toprakkale (Bilir) barit oluşukları

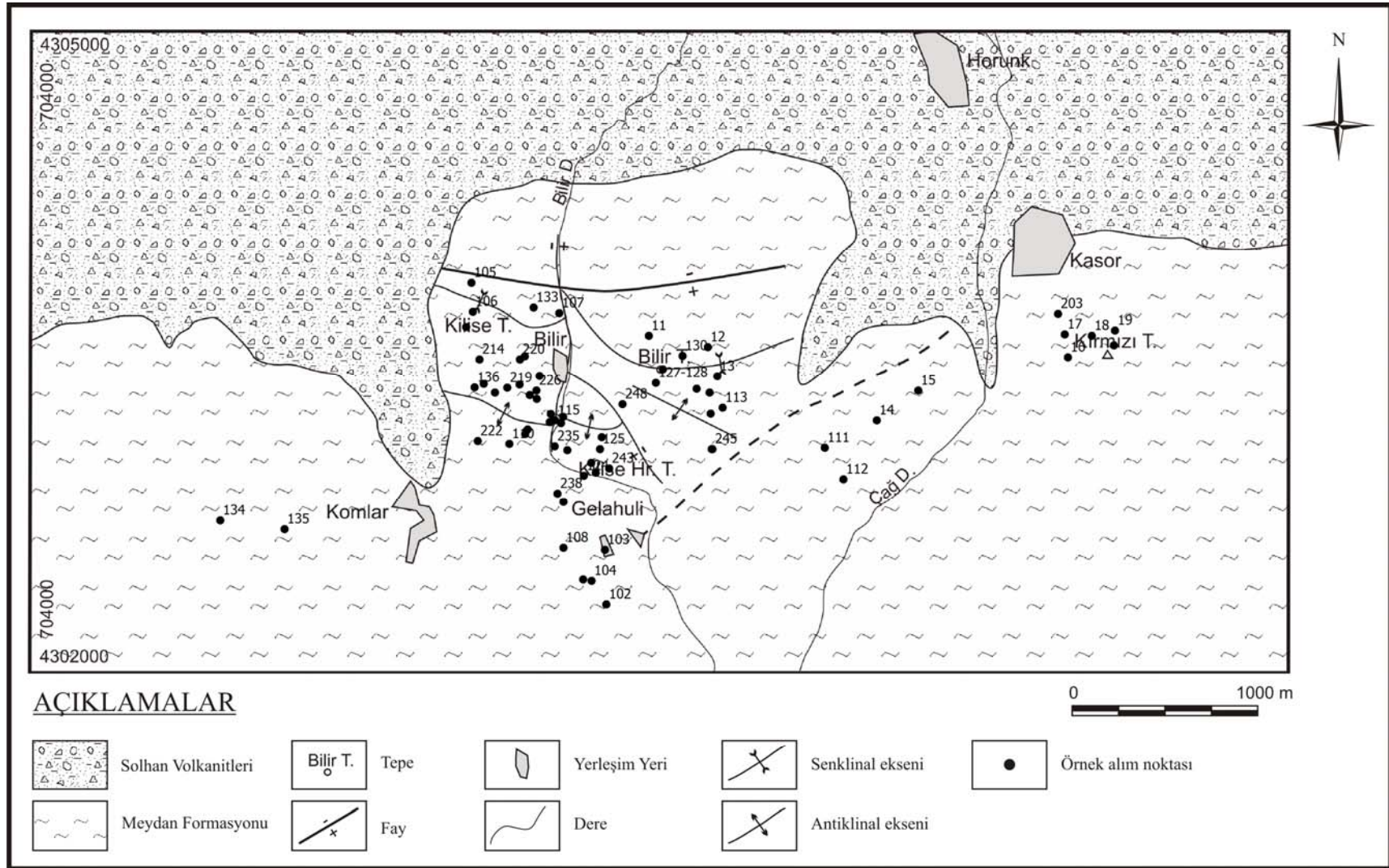
Toprakkale (Bilir) bölgesindeki barit yatakları detaylı bir şekilde incelenerek Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından hazırlanan 1/25000 ölçekli jeoloji haritası revize edilmiş (Şekil 5.2), 1/ 25000 ölçekli örnek alım haritası (Şekil 5.3) ve 1/5000 ölçekli jeoloji haritası çizimi gerçekleştirilmiştir (Ek 1). Bu çalışma sırasında her bir gözlem noktası için barit cevherlerinin oluşum tipleri, yan kayaçla olan ilişkileri ve mineral parajenezi belirlenmiştir ve gerekli görülen yerlerde ince kesit, parlak kesit ve kimyasal analizler için örnekleme yapılmıştır. Cevher oluşumu, kökeni ve yan kayaçla ilişkilerini açıklamaya yardımcı olması amacıyla önemli lokasyonlarda barit oluşuklarının detaylı jeolojik kesitleri hazırlanmış, damarların konumlarını ortaya koymak amacıyla her bir oluşumun eğim-doğrultu ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.4).

İnceleme alanındaki cevherleşmeler, Meydan Formasyonuna ait bej, krem, açık kahverengi renkli, breşoyik erime yüzeyli genelde dolomitik karakterli rekrystalize kireçtaşları içerisinde gözlenmiştir. Rekrystalize kireçtaşları bölgedeki birimlerle birlikte yoğun tektonik faaliyetlere maruz kaldığından çok kırıklı, çatlaklı ve boşluklu bir yapı kazanmıştır ve cevherleşme birim içerisinde oluşan bu yapıya bağlı olarak kalınlığı cm den m ye kadar değişen çatlak-kırık ve boşluk dolgusu şeklinde gelişmiş damarlar halinde gözlenir. Cevherleşme genelde tabakalanmadan bağımsız olarak gelişmiş olmasına rağmen yer yer tabakalanmaya uyumlu seviyelerin varlığı da gözlenmiştir.

Bölgede gözlenen şistlerde herhangi bir cevher oluşumuna rastlanmamıştır. Damar ve boşluk dolgusu tip cevherleşme yaygın olmasına karşın (Şekil 5.5) Kilise tepenin kuzey yamacında ve Kızılkilise mevkiinde breşik tip cevherleşme de gözlenmiştir (Şekil 5.6). Yoğun hematitleşme, limonitleşmenin gözlendiği bu zonda breşik barit parçalarının arası, demirli (özellikle hematit) mineraller tarafından doldurulmuştur ve bunlara lokal spekülait oluşumunun da eşlik ettiği gözlenmiştir (Şekil 5.7).

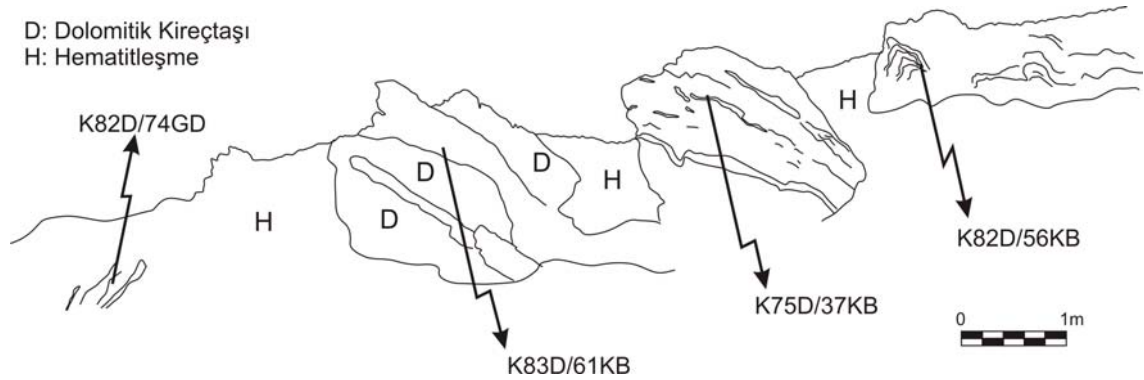


Şekil 5.2 Toprakkale bölgesinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası (Göncüoğlu ve Turhan 1985'ten değiştirilmiştir)



Şekil 5.3 Toprakkale bölgesinin 1/25 000 ölçekli örnek alım haritası

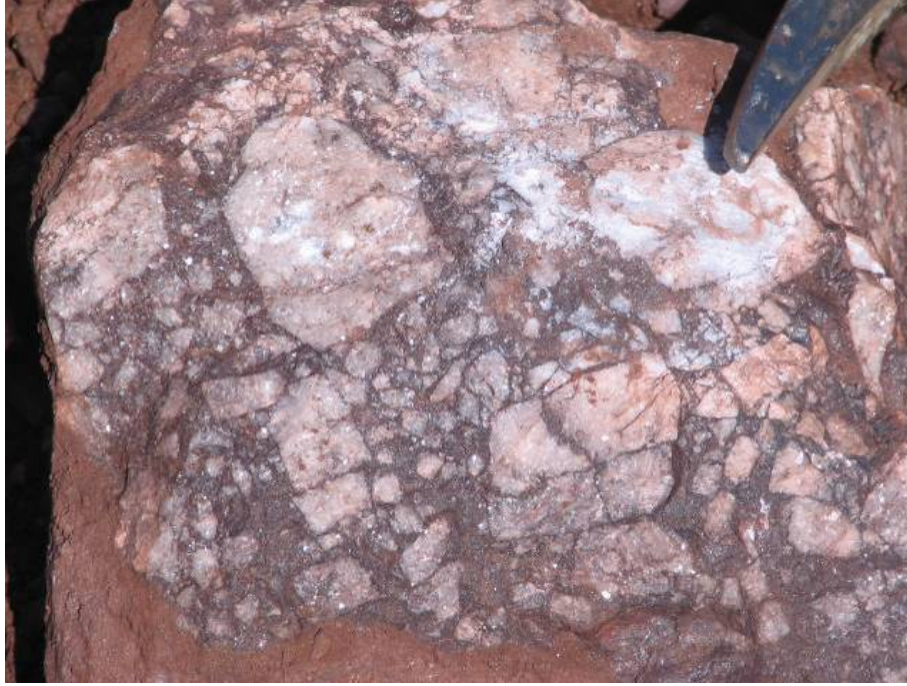
İnceleme alanında yapılan gözlemler sonucunda barit oluşumlarının da birbirinden farklı parajenezler gösteren farklı seviyelerden (fazlardan) meydana gelmiş olabileceği tespit edilmiştir. Bunlardan stratigrafik olarak daha altta gözlenen baritlerin daha kalın damarlardan meydana geldiği ve diğer oluşumlara göre fakir bir parajenez sunduğu (makroskobik olarak sadece baritin gözlenebildiği) tespit edilmiştir. Bazı lokasyonlarda pirit, kalkopirit, galen ve malakitinin mineral parajenezinde barite eşlik ettiği de tespit edilmiştir (Şekil 5.8, 9, 10, 11). Bilir bölgesindeki barit oluşumlarına değişik kalınlıklarda hematitleşme ve limonitleşme eşlik etmektedir (Şekil 5.12).



Şekil 5.4 Bilir tepe zirvesinin güneyindeki dolomitik kireçtaşları içerisindeki barit damarlarının konumları



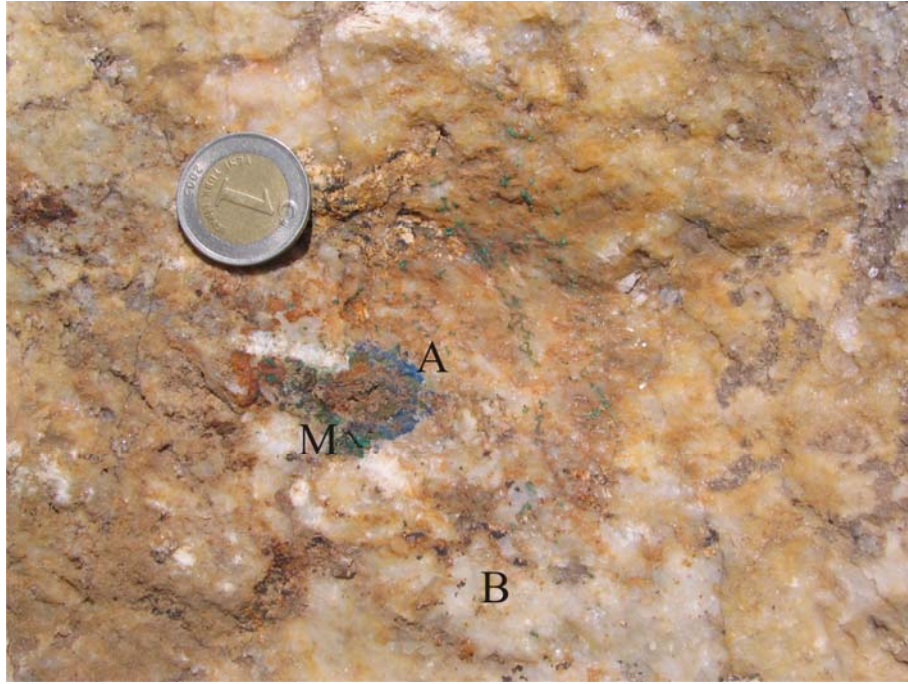
Şekil 5.5 Toprakkale köyü, Kilise Hr. Tepe batısındaki rekristalize kireçtaşları içerisindeki barit damarları



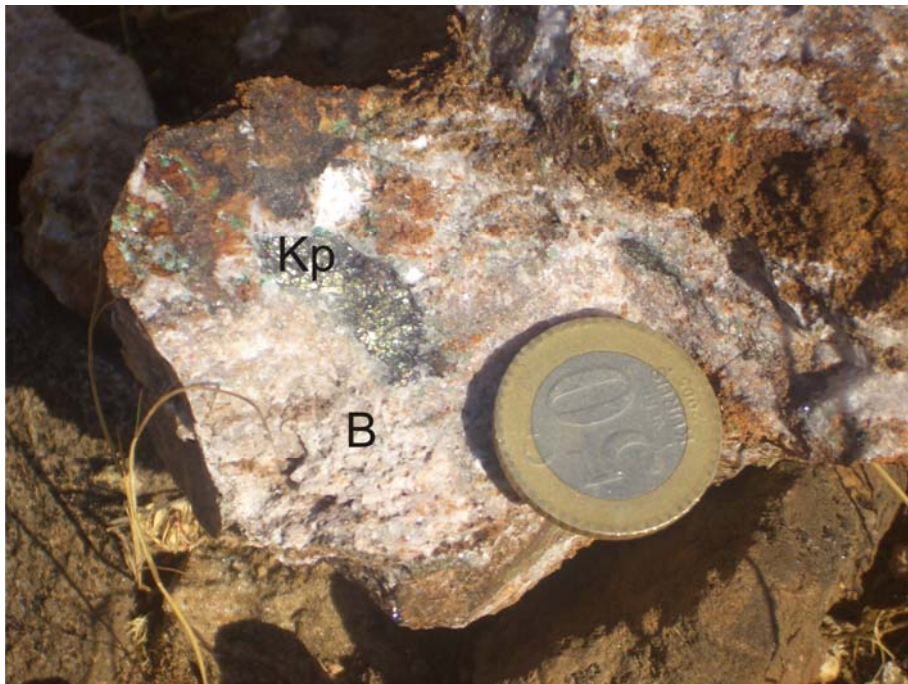
Şekil 5.6 Toprakkale köyü Kilise tepe kuzey yamacındaki breşik barit oluşumları



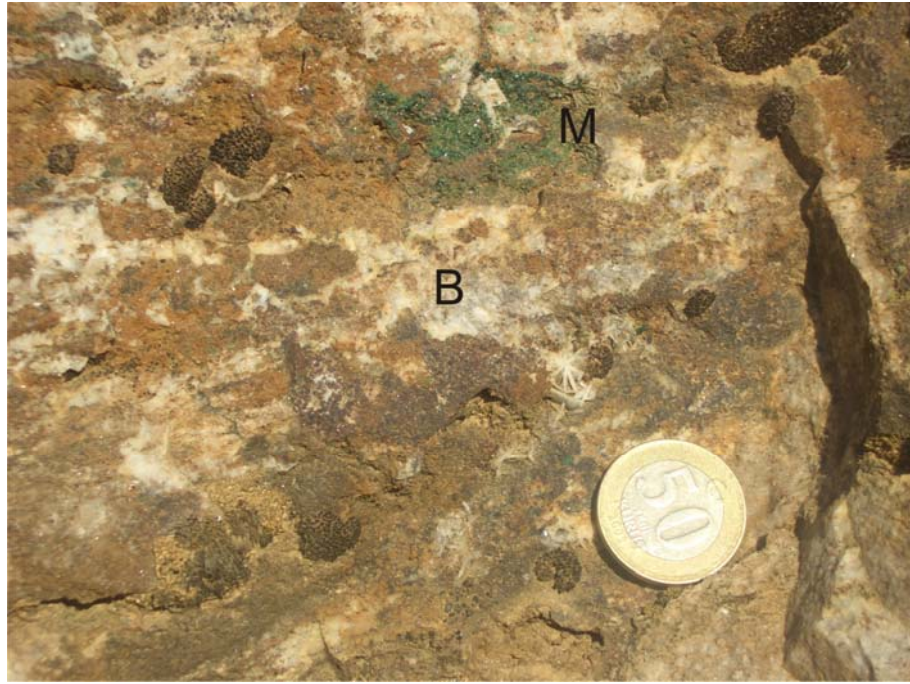
Şekil 5.7 Kilise tepe kuzey yamacındaki spekülarit oluşumları



Şekil 5.8 Bilir tepe kuzey doğu yamacındaki lokasyonda barit (B) mineralleriyle birlikte gözlenen, malakit (M) ve azurit (A)



Şekil 5.9 Mezarlık tepe doğu yamacında baritlerle (B) birlikte gözlenen kalkopirit (Kp) minerali



Şekil 5.10 Mezarlık tepe doğu yamacında baritlerle (B) birlikte gözlenen malakit (M) kristalleri



Şekil 5.11 Bilir tepe kuzeydoğu yamacında limonitik (L) zon içerisinde baritle (B) birlikte gözlenen galen (G) damarı



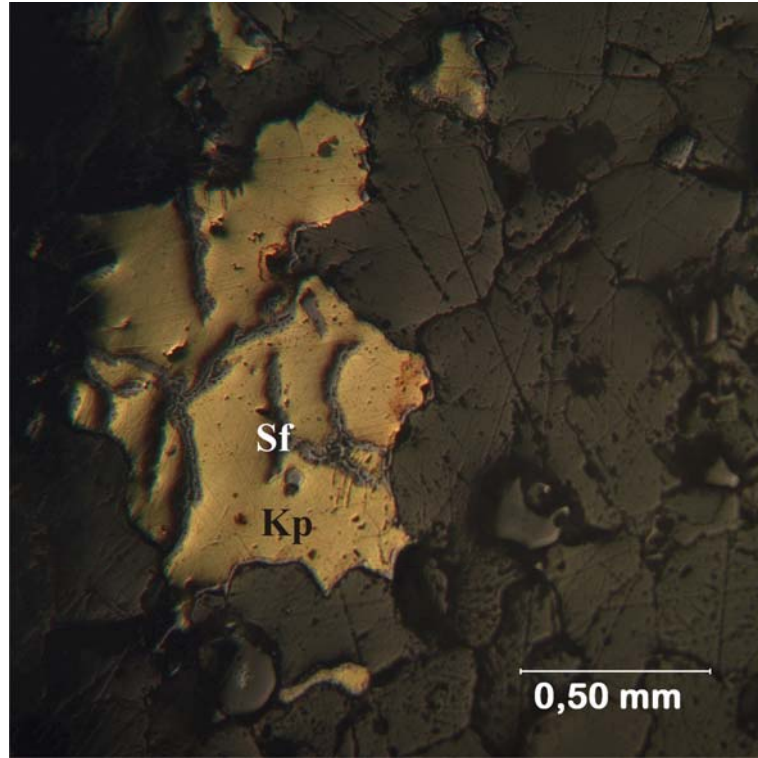
Şekil 5.12 Bilir bölgesi, Kilise tepe kuzey yamacında gözlenen hematit ve limonit oluşumları

İnceleme alanından alınan cevher örneklerinden makroskobik özellikleri göz önüne alınarak bazılarında ince kesit, bazılarında da parlak kesit yaptırılmıştır. Bu örneklerin cevher mikroskobunda detaylı incelenmesi sonucunda mineral parajenezi ve oluşum sırası tespit edilmiştir. I. bölge örnekleri ve yapılan incelemeler (İ: İnce kesit; P: Parlak kesit) Tablo 5.1’de açıklanmıştır.

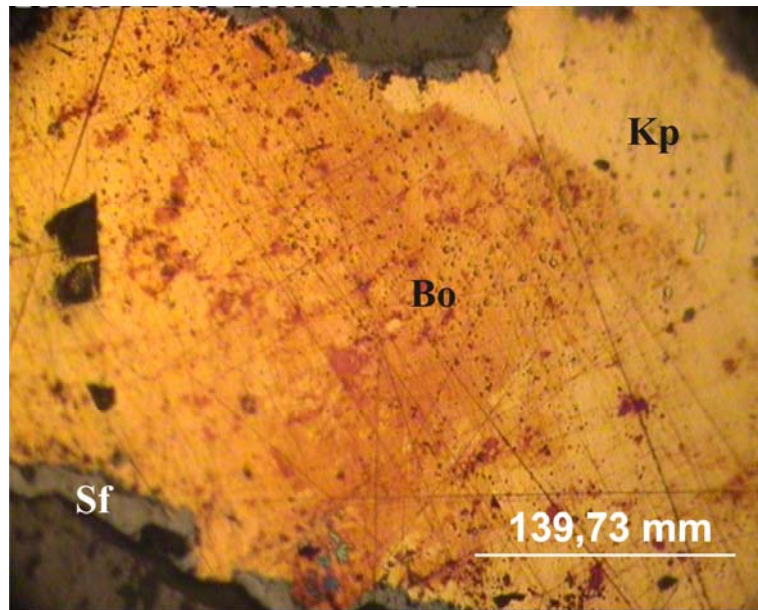
Tablo 5.1 I. Bölge örneklerinin incelenmesi için kullanılan mineralojik metodlar

Örnek No	Litoloji (Makroskobik)	Yapılan	
		İ	P
Suluca 104	Demirli baritli kireçtaşı	İ	P
Bilir 105 (a-b)	Hematit dolgulu breşik barit		P
Bilir 107			P
Bilir 108	Hematitli, silisli, baritli kireçtaşı	İ	P
Bilir 109 (a-b)		İ	P
Bilir 111 (111,111-2,111-YK)	Barit-Malakit-Bornit-Azurit	İ	P
Bilir 112 (a-b-c)	Barit-Galen		P
Bilir 113	Barit		P
Bilir 115	Kireçtaşı ve barit damarı	İ	P
Azlık 123 (a-b)	Hematit, kalkopirit, baritli kireçtaşı	İ	P (3 adet)
Bilir 126 (a-b)	Barit-Hematit içeren kireçtaşı	İ	P (2 adet)
Bilir 127	Barit		P
Bilir 128	Barit		P
Bilir 131	Baritli kireçtaşı	İ	P (2 adet)
Bilir 133 (a-b)	Barit-Malakit-Kalkopirit		P (3 adet)
Bilir 138 (a-b)	Barit-Malakit-Kalkopirit		P (2 adet)

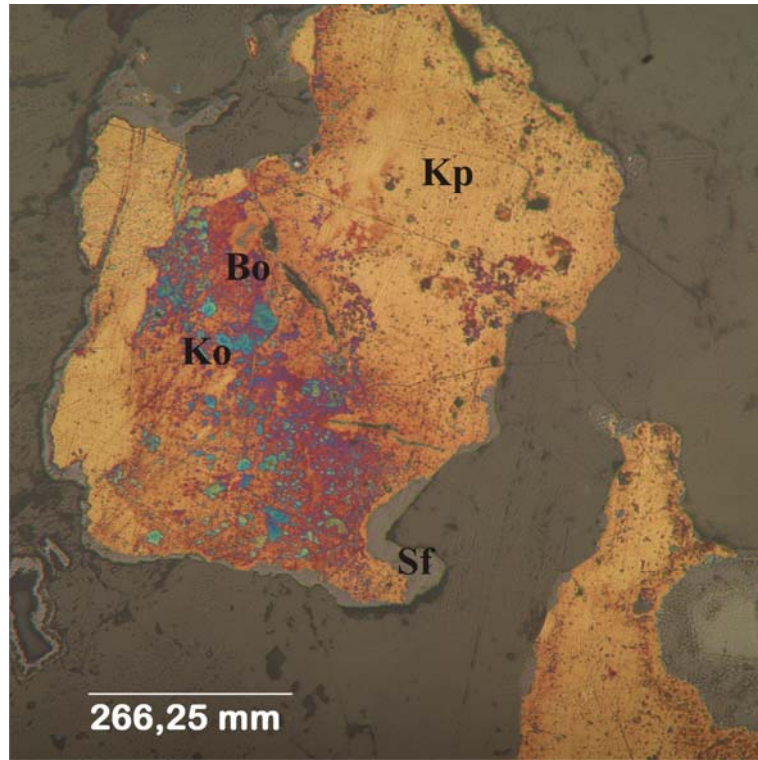
Bilir 109a-b: Kesitte kalkopirit, sfalerit ve bornit mineralleri gözlenmiştir. Yapılan incelemelerde önce kalkopiritin geliştiği daha sonra kalkopiritin sfalerit tarafından ornatıldığı(Şekil 5.13, 14) ve en son olarak da kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin (az) tarafından ornatıldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.15, 16).



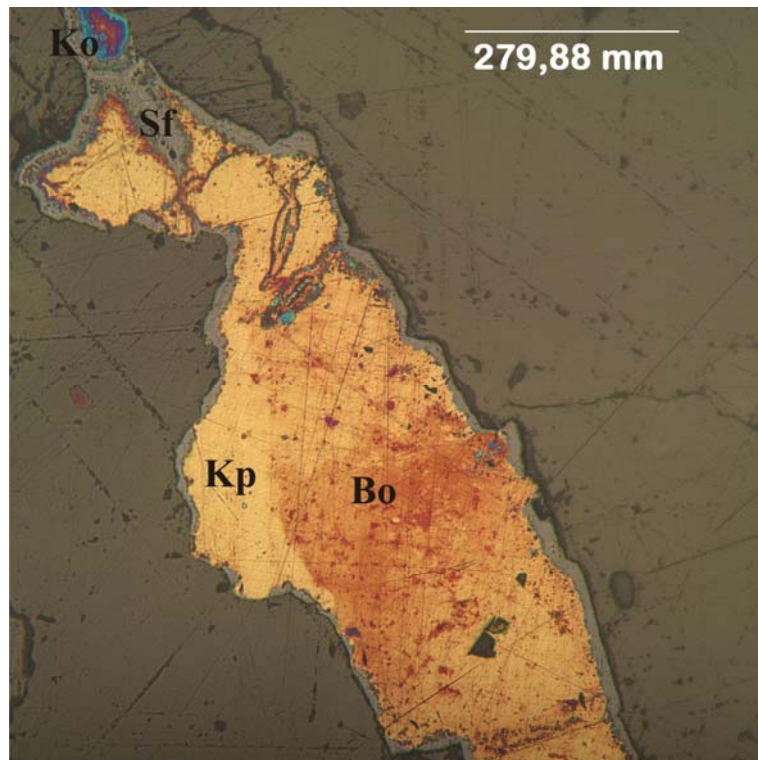
Şekil 5.13 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)



Şekil 5.14 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit ve bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)

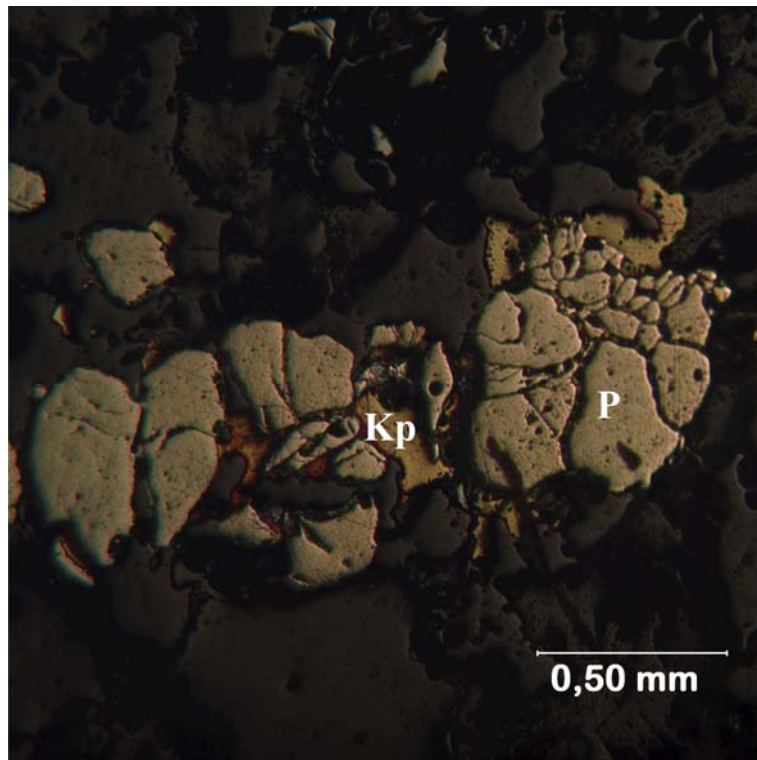


Şekil 5.15 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)

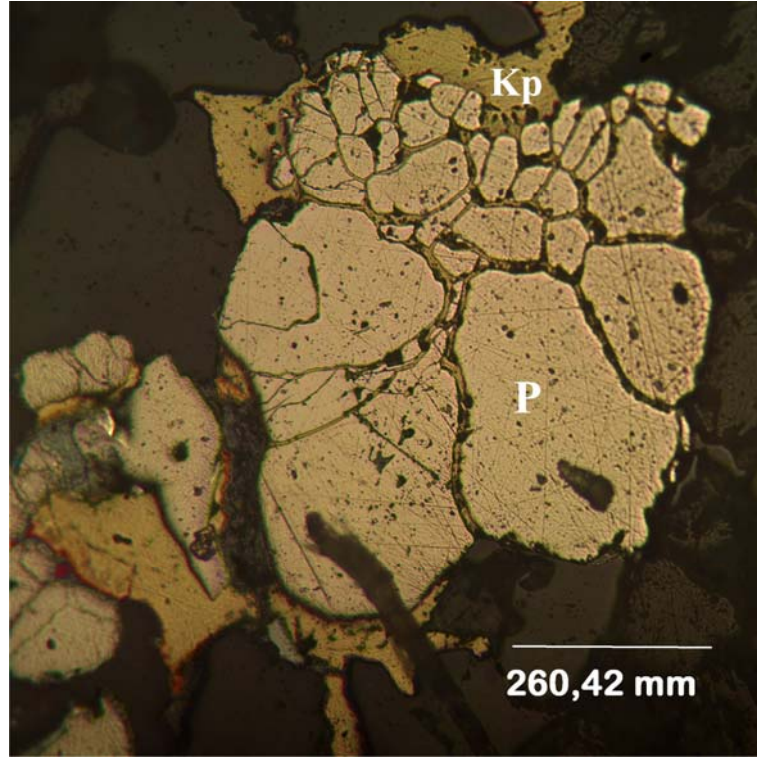


Şekil 5.16 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)

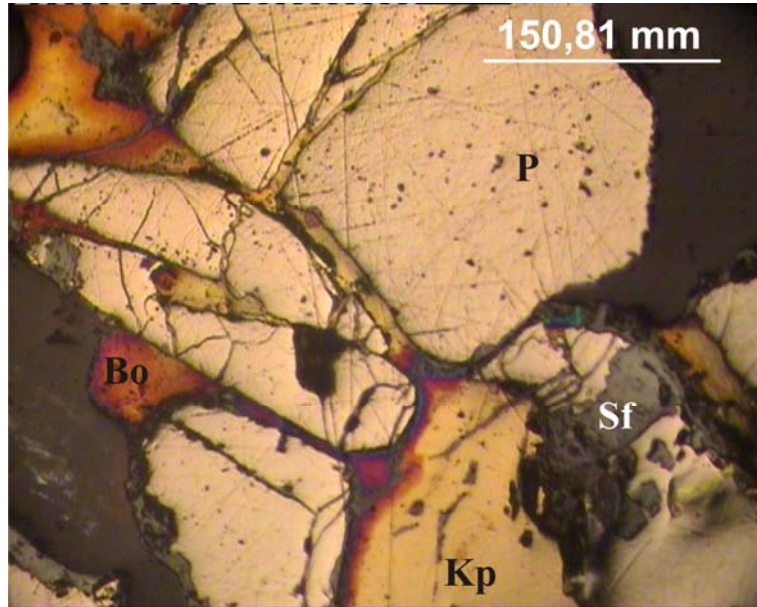
Bilir 112 (a-b-c): Kesitte pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, bornit ve kovellin mineralleri gözlenmiştir. Kayaçta tektonizma sonucu meydana gelen kırık ve boşluklarda pirit mineralleri gelişmiştir. Piritlerin oluşumundan sonraki bir tektonizma sonucu kırıklı ve çatlaklı bir yapı kazanmış ve buralarda kalkopiritlerin geliştiği gözlenmiştir (Şekil 5.17, 18). Bundan sonra sfaleritlerin kalkopiritleri ornattığı ve sfaleritlerden sonra da galenin geliştiği gözlenmiştir (Şekil 5.19, 20). Bu minerallerin gelişiminden sonraki bir fazda önceden oluşmuş olan kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin tarafından ornatıldığı gözlenmiştir (Şekil 5.21, 22).



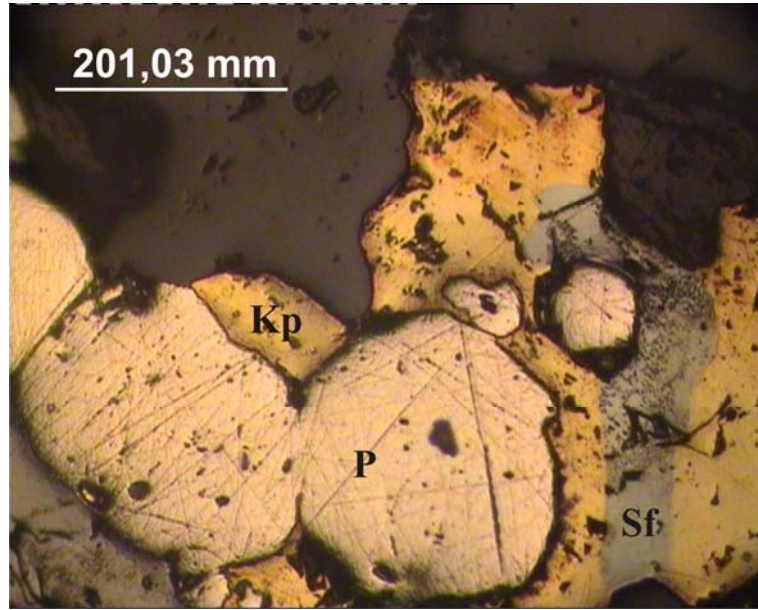
Şekil 5.17 Kayaç boşluklarında oluşan piritin tektonik hareketlerden etkilenmesi sonucu kazandığı kırıklı, çatlaklı yapının kalkopirit tarafından doldurulması (P: Pirit, Kp: Kalkopirit)



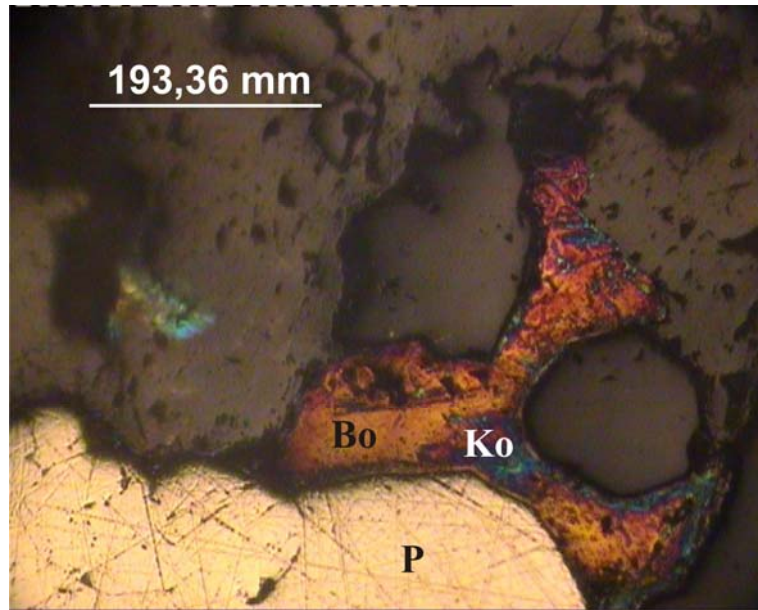
Şekil 5.18 Kayaç boşluklarında oluşan piritin tektonik hareketlerden etkilenmesi sonucu kazandığı kırıklı, çatlaklı yapının kalkopirit tarafından doldurulması (P: Pirit, Kp: Kalkopirit)



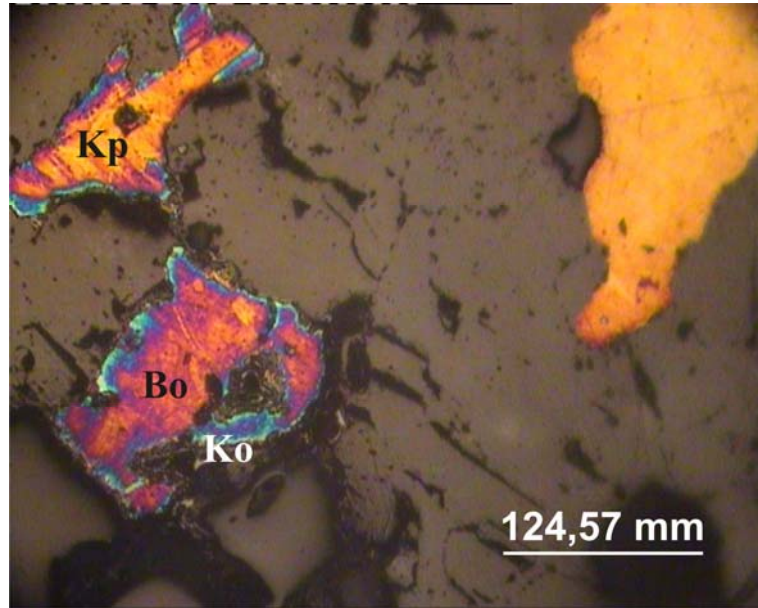
Şekil 5.19 Piritin kırıklı yapısını dolduran kalkopiritin, sfalerit ve bornit tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)



Şekil 5.20 Piritin kırıklı yapısını dolduran kalkopiritin, sfalerit tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)

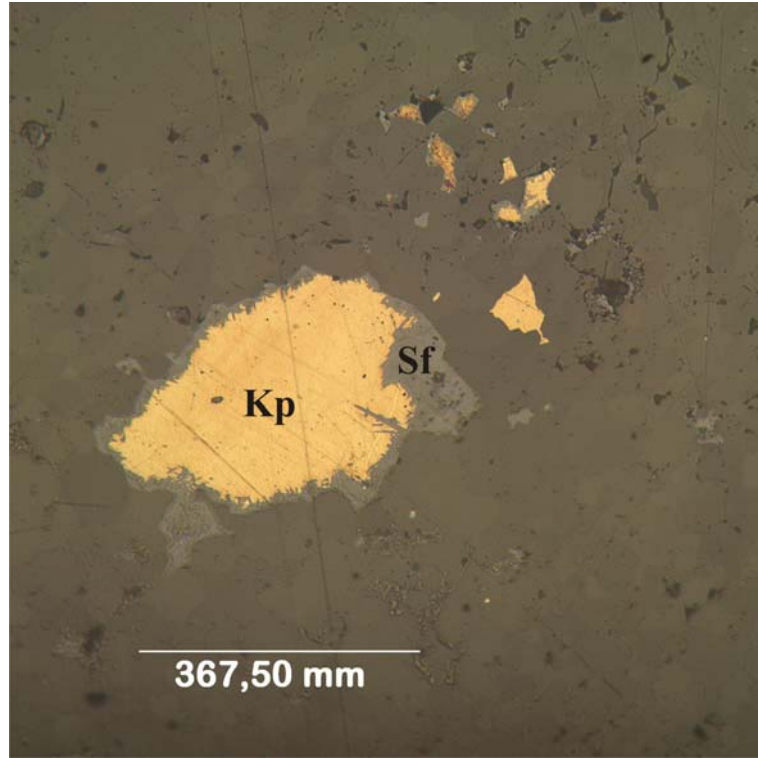


Şekil 5.21 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından ornatılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)

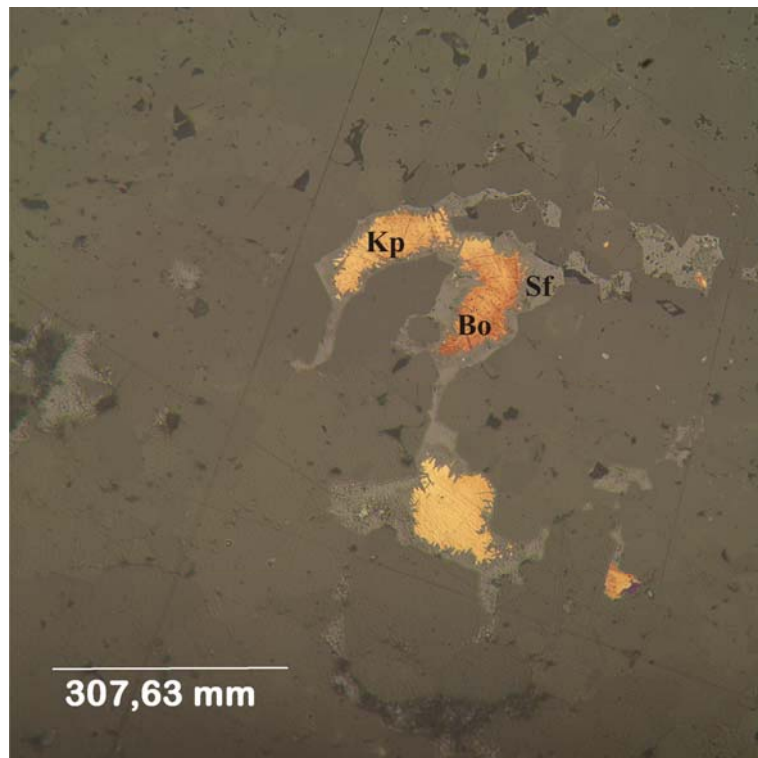


Şekil 5.22 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)

Bilir 126 (a-b): Bu kesitte de cevher minerallerinden kalkopirit ile sfalerit arasındaki ilişki net bir şekilde gözlenmiştir. Kalkopiritlerden sonra gelişen sfaleritler onları genellikle sınırlardan itibaren ornattığı (kemirme dokusu) gözlenmiştir (Şekil 5.23). Kalkopiritlerin sfaleritten sonra bornit tarafından da ornatıldığı belirlenmiştir (Şekil 5.24).

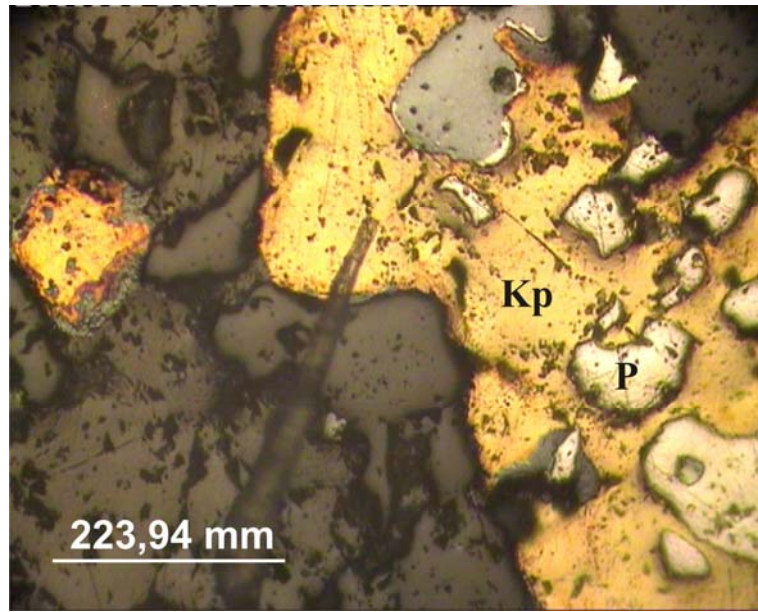


Şekil 5.23 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit)

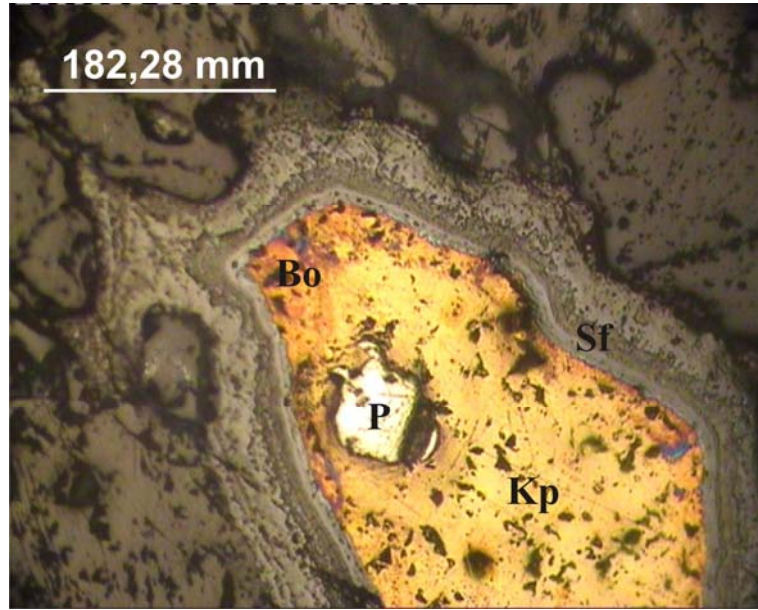


Şekil 5.24 Kayacın çatlaklarında gelişmiş kalkopiritin sfalerit, bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit)

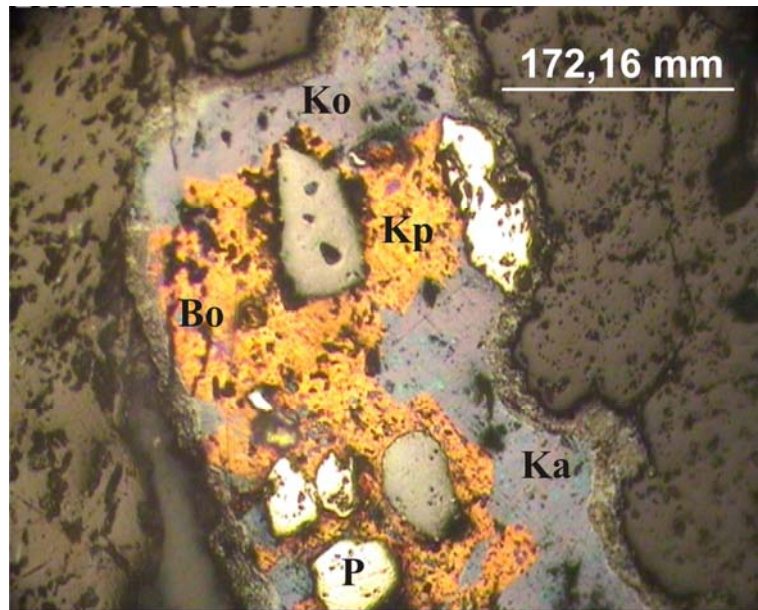
Bilir 128: Kesitte yapılan incelemeler sonucunda pirit, kalkopirit, bornit, kovellin, kalkosin parajenezi gözlenmiştir. İlk oluşan mineral olan piritlerde kataklazma izleri gözlenmiştir. Bu piritler daha sonra gelişen kalkopiritlerin oluşan boşlukları doldurması sonucu kalkopiritlerin içerisinde gözlenmektedir (Şekil 5.25). Kalkopiritlerden daha sonra ve daha düşük sıcaklıklı bir fazda meydana gelen sfaleritler kalkopiritlerin sınırları boyunca gelişmişlerdir (Şekil 5.26). Kalkopiritlerin bornit, kovellin ve kalkosin (az) tarafından ornatıldığı da belirlenmiştir (Şekil 5.27, 28).



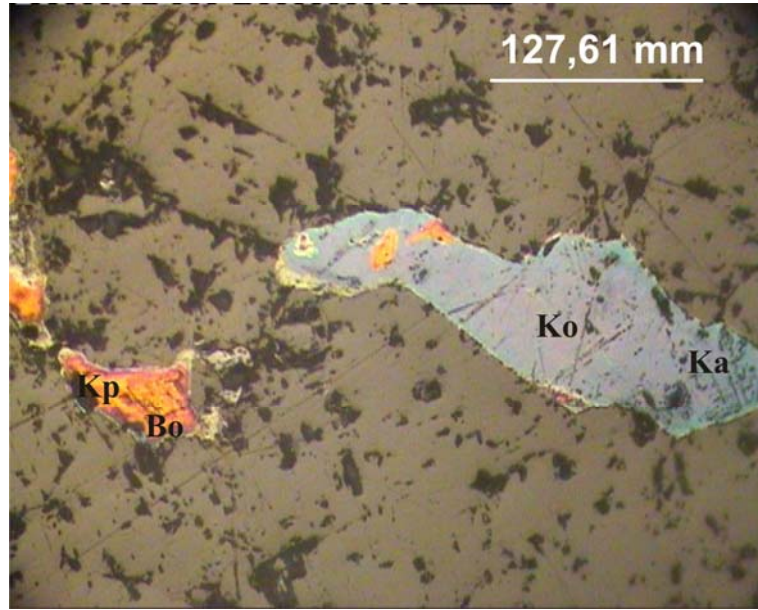
Şekil 5.25 Kataklazma sonucu parçalanmış piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit)



Şekil 5.26 Kataklastik piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması ve kalkopiritin sınırları boyunca sfalerit oluşumu ve bornitin kalkopiriti ornatması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit)

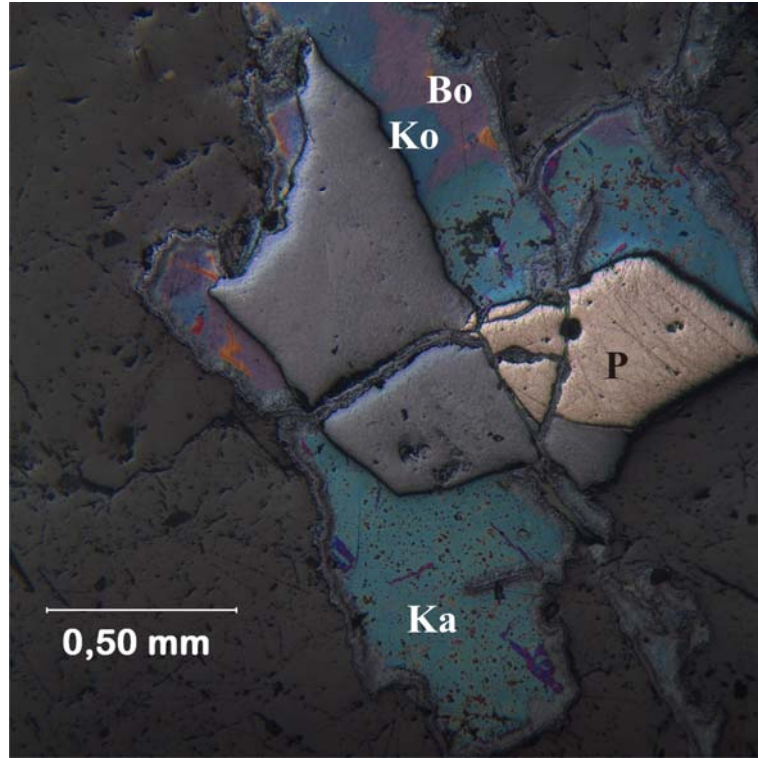


Şekil 5.27 Kataklastik piritlerin daha sonra gelişen kalkopirit tarafından sarılması ve kalkopiritin sınırları boyunca sfalerit oluşumu ve bornit, kovellin, kalkosinin kalkopiriti ornatması (P:Pirit, Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)

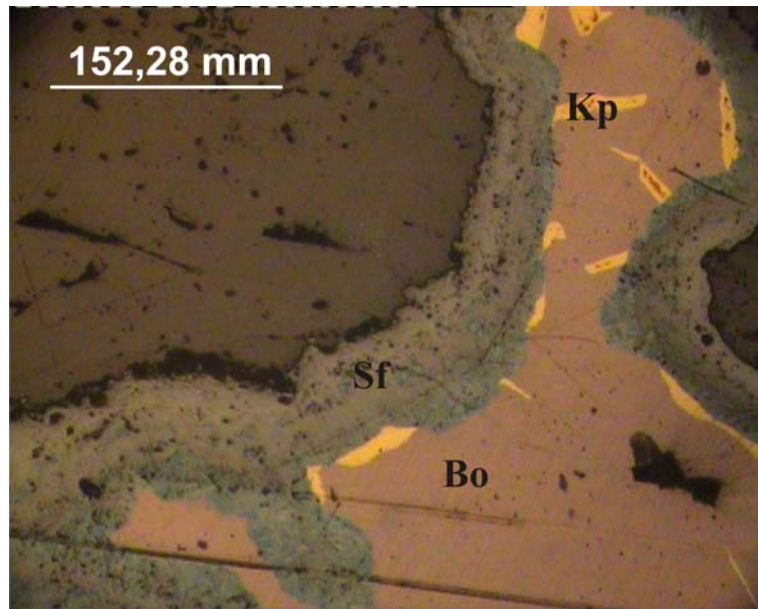


Şekil 5.28 Kalkopiritin bornit, kovellin, kalkosin tarafından neredeyse tamamen ornatılması (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)

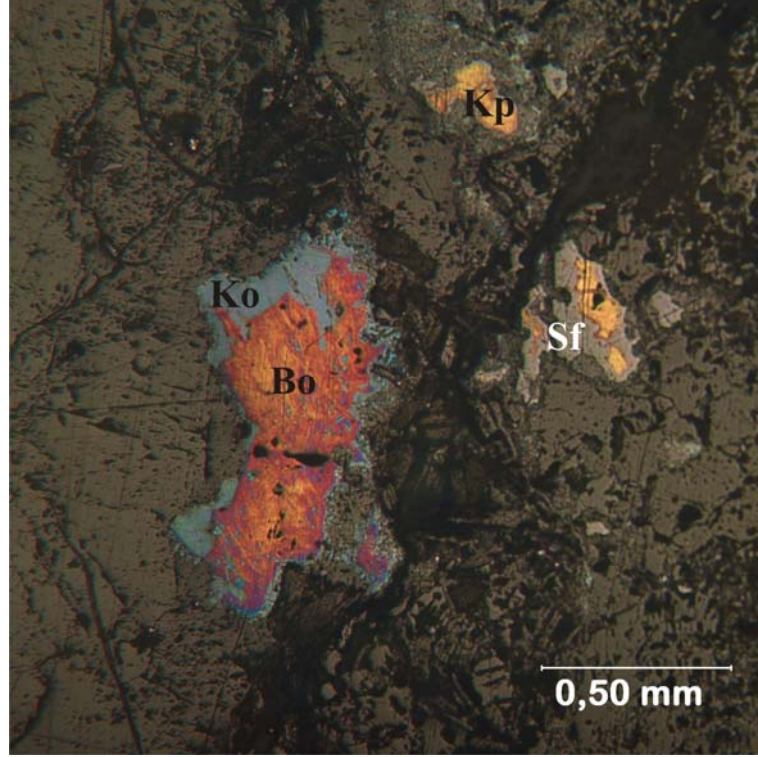
Bilir 133 (a-b): Kesitte piritlerin ilk oluştuğu ve oluşumundan sonraki bir hareketle kırıklı ve köşeli bir yapı kandiği (Şekil 5.29), oluşan bu boşlukların kalkopirit tarafından doldurulduğu gözlenmiştir. Kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin tarafından ornatıldığı ve ornatma miktarının çok fazla olmasında dolayı bazı yerlerde kalkopiritin artık yerini tamamen bornit, kovellin veya kalkosine bıraktığı belirlenmiştir (Şekil 5.30, 31, 32, 33, 34).



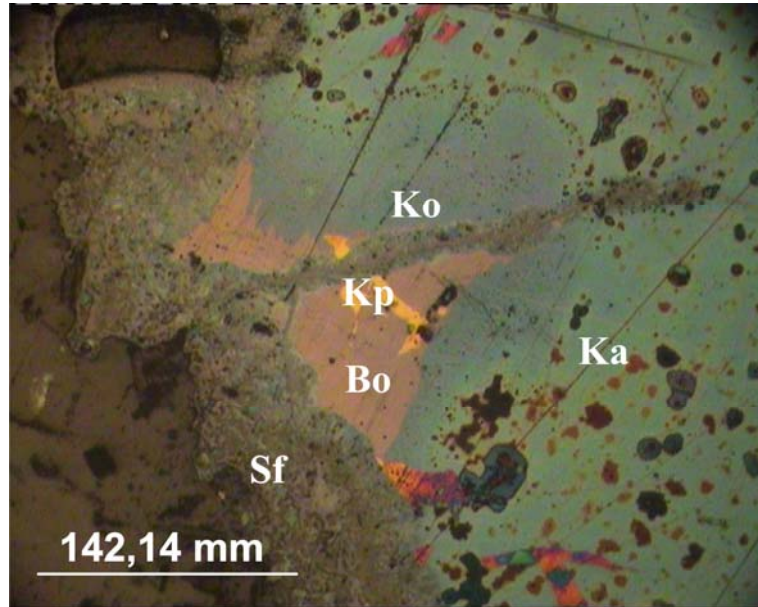
Şekil 5.29 Piritlerde gözlenen kataklazma izleri ve kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin tarafından tamamen ornatılması (P: Pirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)



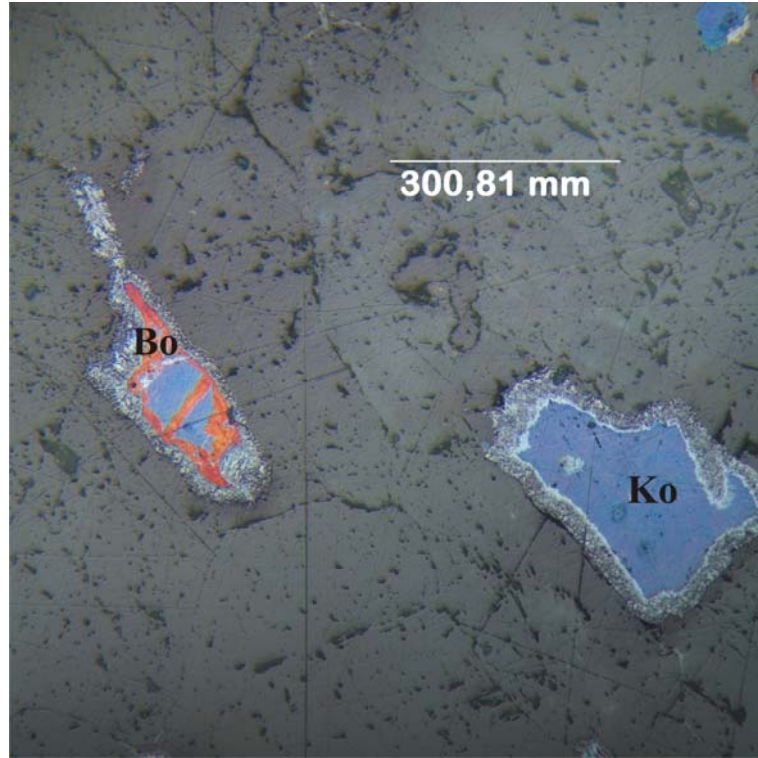
Şekil 5.30 Kalkopiritin sfalerit, bornit tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalorit, Bo: Bornit)



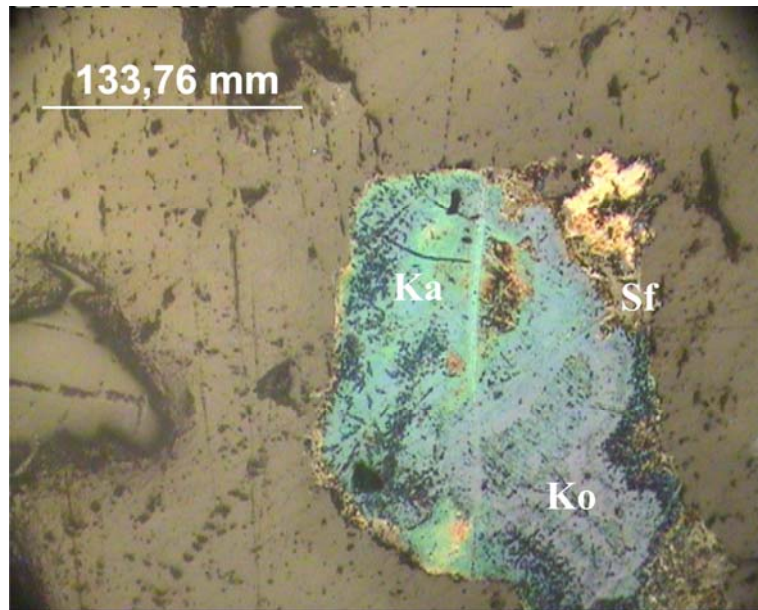
Şekil 5.31 Kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)



Şekil 5.32 Kalkopiritin sfalerit, bornit, kovellin, kalkosin tarafından ornatılması (Kp: Kalkopirit, Sf: Sfalerit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)



Şekil 5.33 Kalkopiritin bornit ve kovellin tarafından tamamen ornatılması (Bo: Bornit, Ko: Kovellin)



Şekil 5.34 Kalkopiritin sfalerit, kovellin, kalkosin tarafından ornatılması (Sf: Sfalerit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)

İnceleme sonuçları yukarıda detaylı bir şekilde anlatılan parlatma örneklerinin hepsinde yan kayaçta tektonik hareketler sonucu meydana gelen boşluklu ve kırıklı yapının önce piritler tarafından doldurulduğu, daha sonra bunların da yan kayaçla

birlikte tekrar tektonik hareketlere maruz kalması sonucu kırıklı ve çatlaklı bir yapı kazandığı ve bu boşlukların sırasıyla kalkopirit tarafından doldurulduğu ve bundan sonra gelişen mineraller olan sfalerit, galen, bornit, kovellin, kalkosin tarafından değişik miktarlarda ornattığı belirlenmiştir. Oluşan bu minerallerin alterasyonu ile de malakit, azurit gibi mineraller meydana gelmiştir. Kesitin detaylı bir şekilde incelenmesi sonucunda da mineral parajenez ve süksesyonunun Pirit-Kalkopirit-Sfalerit-Galen-Bornit-Kovellin-Kalkosin-Malakit-Azurit şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.35). Ayrıca kesitte boşluk dolgusu, kataklastik doku ve kemirme dokusu gibi dokuların varlığı da gözlenmiştir.

Mineral	1.Faz	2.Faz	3.Faz	4.Faz	Alterasyon
Barit	—————		—————		
Pirit			—————		
Kalkopirit			—————		
Sfalerit			—————		
Galen			—————		
Bornit				—————	
Kovellin				—————	
Kalkosin				—————	
Malakit					—————
Azurit					—————
Hematit		—————	—————	—————	
Limonit		—————	—————	—————	—————

Şekil 5.35 I. Bölgedeki cevherlerin mineral parajenezi ve oluşum sırası

5.2.2. Kasor barit oluşukları

Toprakkale'nin doğusunda bulunan Kasor köyündeki barit oluşumları köyün güneyinde yer alan Kırmızı tepede ve Küçükgürgen tepede gözlenmektedir. Bu bölgedeki istif ve cevherleşme Toprakkale'deki oluşumlara benzer şekilde meydana gelmiştir. Bu lokasyonda açık işletme tekniği kullanılarak barit üretimi gerçekleştirildiğinden oluşukların ilksel konumları bozulmuştur ve dolayısıyla cevherleşmeye ait ölçümler yapılamamış, örnek alımı ve arazi gözlemleriyle yetinilmiştir (Şekil 5.36, 37).



Şekil 5.36 Kasor baritlerinin arazi görüntüsü



Şekil 5.37 Kasor bölgesi barit (B) cevherleşmesi ve cevherleşmeye eşlik eden malakit (M) ve hematit (H) minerallerinin görünümü

5.2.2.1. Kızılkilise barit oluşukları

Bölgenin hassasiyeti yüzünden güvenlik güçleri bu bölgede inceleme yapılmasına izin vermemiş ve bu bölgedeki barit oluşumları sadece ilk yıl yapılan arazi çalışmalarında elde edilen gözlemlerle sınırlı kalmıştır. Yapılan incelemelere göre Kızılkilise barit oluşumları da Toprakkale’de Kilise tepede gözlenen oluşumlara benzer karakterde olduğu, breşik barit, yoğun hematit ve limonitlerden meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 5.38, 39, 40).



Şekil 5.38 Kızılkilise mevkiinde breşik barit, hematit ve limonit oluşumlarının genel görünüşü



Şekil 5.39 Breşik barit ve barit tanelerinin arasını dolduran demirli mineraller (hematit, limonit)



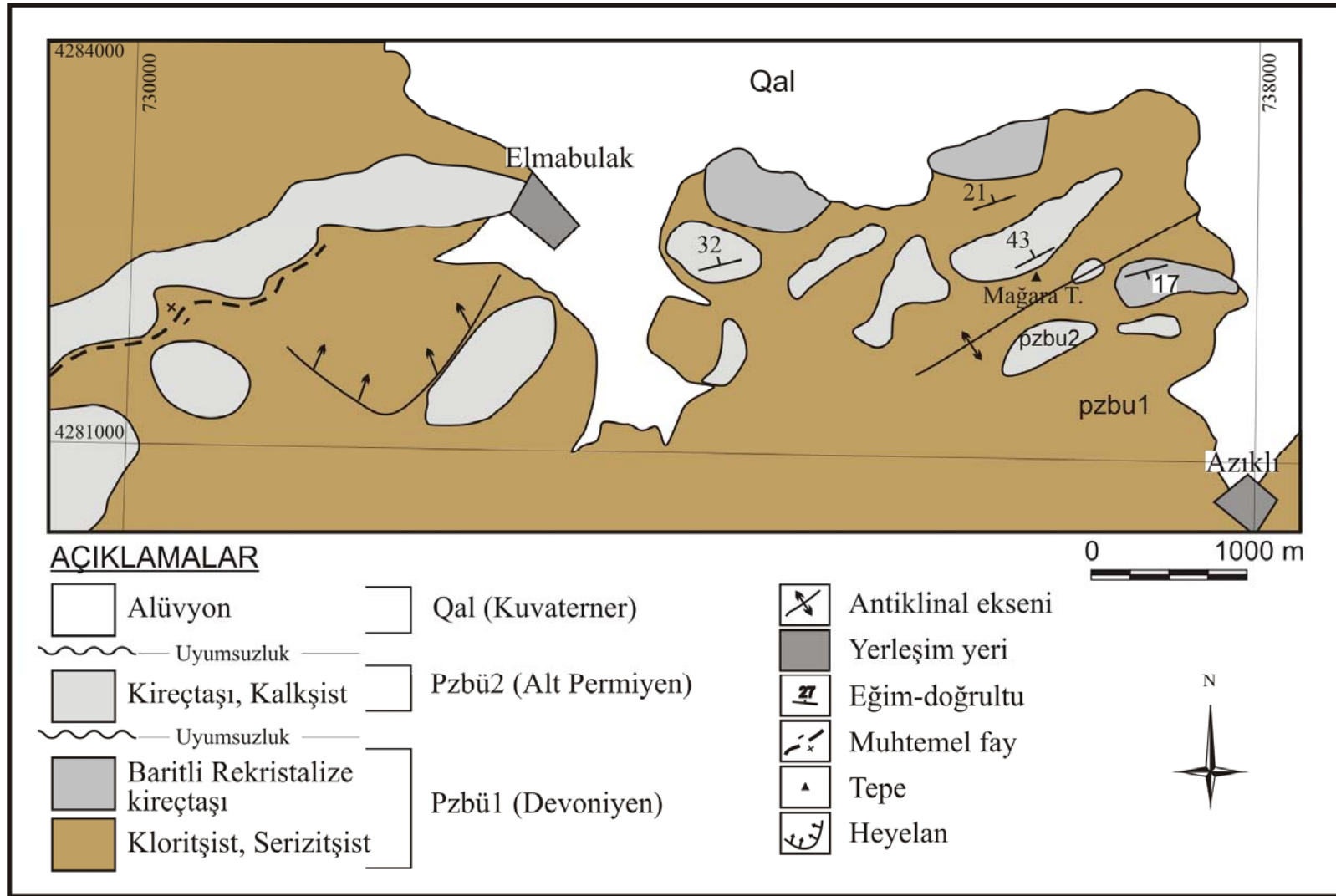
Şekil 5.40 Kızılkilise mevkiinde gözlenen hematit ve limonitlerin genel görünüşü

5.3. II. Bölge Barit Oluşukları

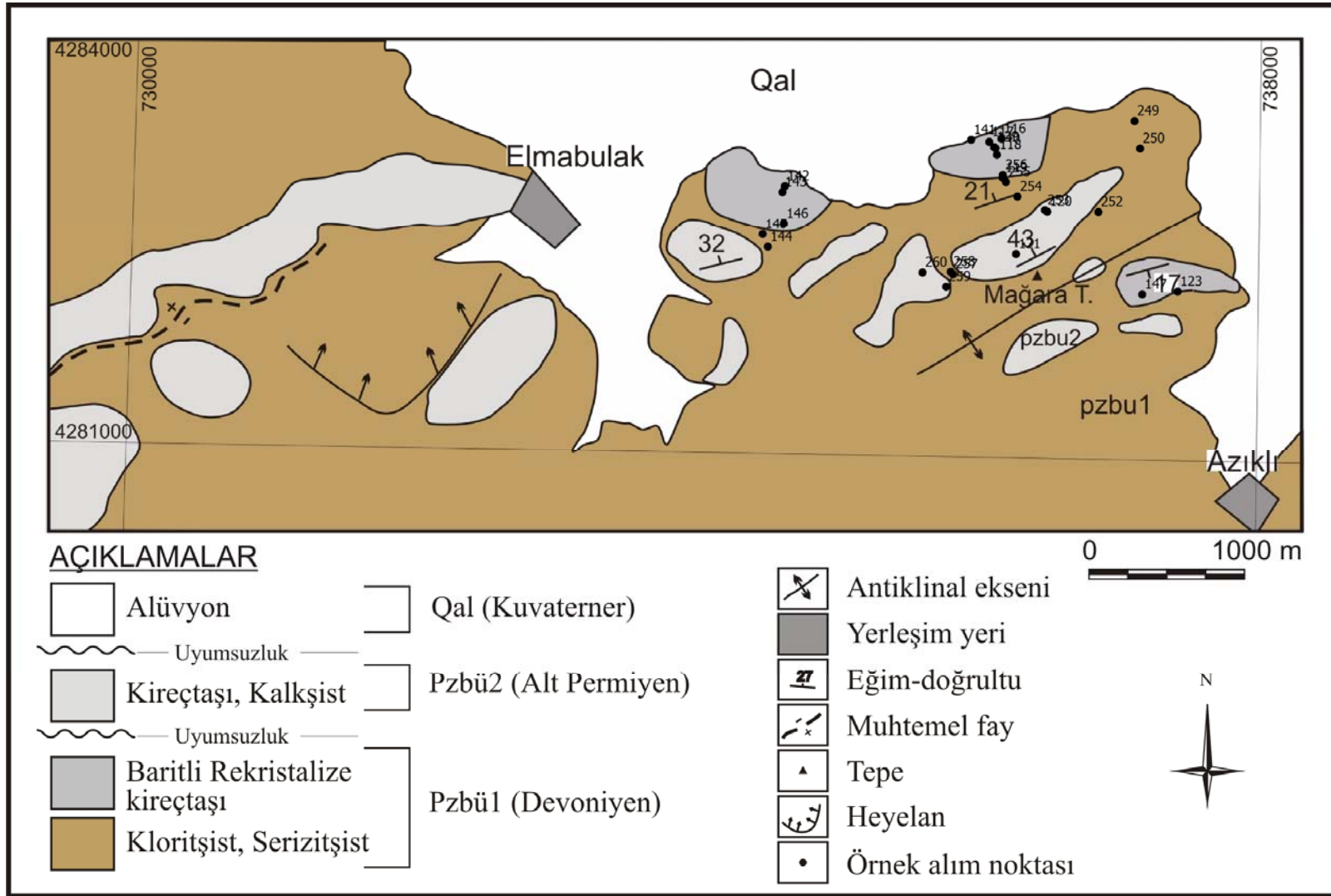
5.3.1. Hasköy barit oluşukları

Muş bölgesindeki bir diğer lokasyon ise Hasköy bölgesi barit oluşumlarıdır. Bu bölgede de Toprakkale bölgesindeki gibi Göncüoğlu ve Turhan (1985) tarafından hazırlanan bölgenin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası revize edilmiş (Şekil 5.41), 1/25000 ölçekli örnek alım haritası hazırlanmış (Şekil 5.42) ve 1/5000 ölçekli jeolojik harita yapımı gerçekleştirilmiştir (Ek 2). Bu bölgede bulunan galeri içerisinde incelemeler yapılmış ve jeolojik kesit alımı gerçekleştirilmiştir.

Hasköy Baritleri de Meydan Formasyonuna (Pzbü1) ait rekristalize kireçtaşı (yer yer dolomitik) içerisinde, kimi zaman yan kayaçla uyumlu gibi görünen katmansı yapılar sunarken, genellikle yan kayacı kesen damarlar şeklinde gözlenir (Şekil 5.43). Bu bölgede de Toprakkale bölgesindeki barit oluşumlarına benzer şekilde cevherleşmenin sadece baritten ibaret olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan makroskobik gözlemler sonucunda cevherleşmeye kalkopirit, malakit eşlik ettiği belirlenmiştir (Şekil 5.44). Bölgede Toprakkale bölgesi kadar yoğun olmasa da hematitleşme ve limonitleşmenin varlığı hem arazide hem de galeride tespit edilmiştir. Galeri ve yüzey incelemeleri sırasında buradaki baritlerin de birkaç fazda meydana gelmiş olduğunu gösteren yan kayaç, cevher ve hematitleşme ilişkileri belirlenmiştir. Makroskobik olarak sadece baritten oluşan cevherleşmelerin daha sonra oluşan hematitleşme tarafından kesilmesi, bunun akabinde baritle birlikte diğer cevher minerallerini içeren, ilk barit damarına göre kalınlığı daha az ve düzensiz gelişmiş barit damarları hematitleşme ve limonitleşme zonlarını da kesmiştir.



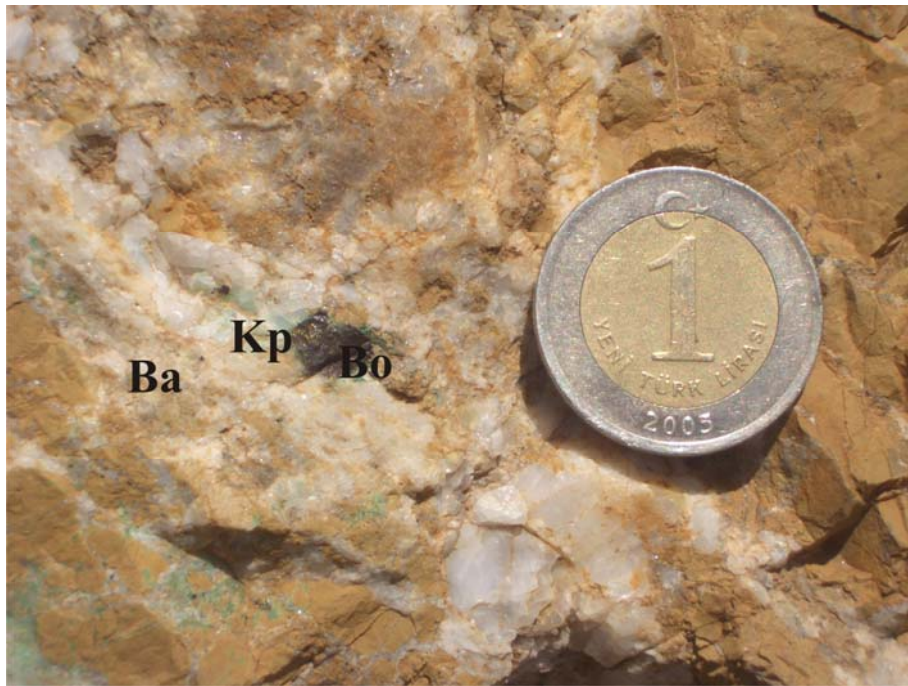
Şekil 5.41 Hasköy bölgesinin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası (Göncüoğlu ve Turhan 1985'ten değiştirilmiştir)



Şekil 5.42 Hasköy bölgesinin 1/25 000 ölçekli örnek alım haritası



Şekil 5.43 Hasköy bölgesi baritlerinin yan kayaçla ilişkileri



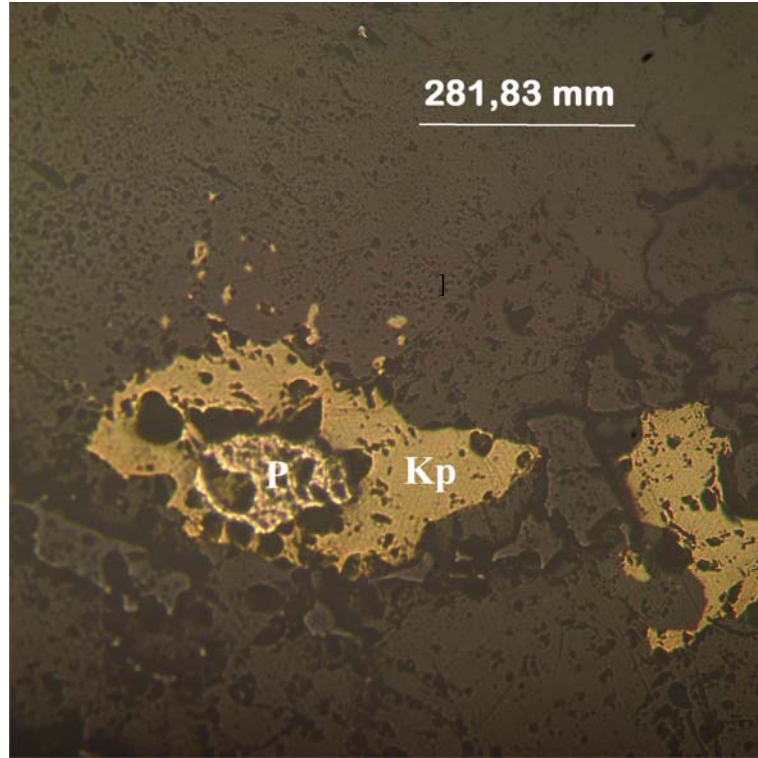
Şekil 5.44 Hasköy bölgesi baritlerine (Ba) eşlik eden kalkopirit (Kp), bornit (Bo) mineralleri

II. bölge barit oluşumları ve yan kayaçlarının cevher ve yan kayaç özellikleri belirlenmesi amacıyla ince kesit ve parlak kesitler yapılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen gözlemler ve örnekler üzerinde yapılan çalışmalar Tablo 5.2’de açıklanmıştır.

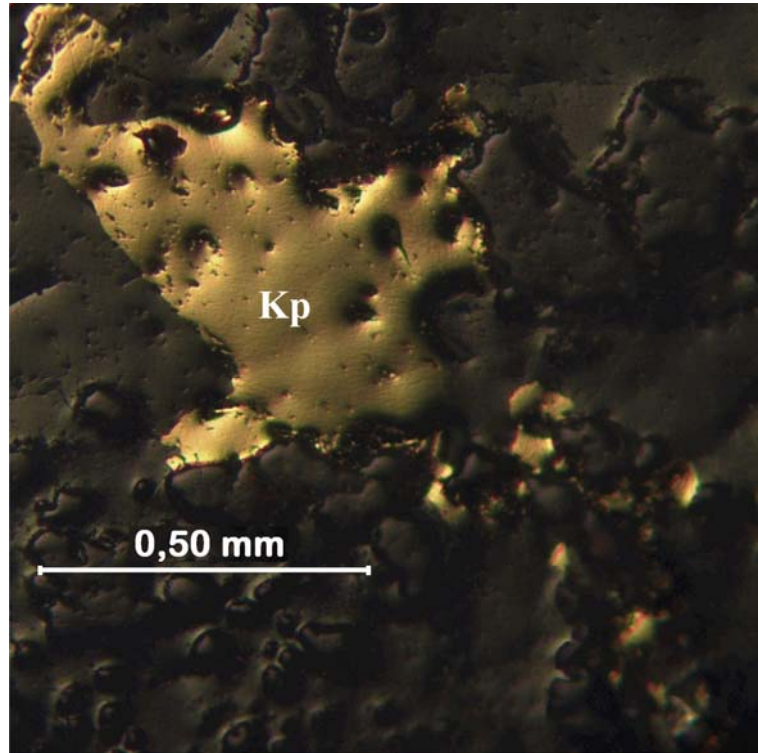
Tablo 5.2 II. Bölge örneklerinin incelenmesi için kullanılan mineralojik metodlar

Örnek No	Litoloji	Yapılan	
Hasköy 116	Galeri içerisindeki barit	İ	P
Hasköy 140	Barit-malakit-bornit-kalkopirit içeren kireçtaşı		P
Elmabulak 142 (a-b)	Barit-Hematit-kireçtaşı	İ	P
Elmabulak 144	Barit	İ	P
Elmabulak 145	Şist-Barit-Kireçtaşı	İ	P
Elmabulak 146	Yan kayaç-Barit-Kuvars	İ	P
Azıklı 147 (a-b)	Barit-Malakit-Kalkopirit	İ	P

Hasköy 116: Yapılan incelemeler sonucunda pirit, kalkopirit minerallerinin varlığı belirlenmiştir. Pirit kayaçtaki kırık ve boşlukları doldurarak oluşan ilk mineraldir ve daha sonra kalkopirit piritin etrafını (Şekil 5.45) ve kayaçtaki diğer ufak kırık ve boşlukları doldurmuştur (Şekil 5.46).



Şekil 5.45 Piritten sonra oluşan kalkopiritin piriti sarması (P:Pirit, Kp:Kalkopirit)



Şekil 5.46 Kayaçtaki kırıklarda gelişen kalkopirit

5.3.2. Azıklı barit oluşukları

Arazi çalışmaları sırasında Azıklı köyü civarında ufak barit zuhurunun varlığı tespit edilmiştir. Bu oluşumda da diğer cevherleşmelere benzer şekilde barit, kalkopirit, malakit parajenezi gözlenmiştir (Şekil 5.47). Burada da yoğun hematitleşme ve limonitleşme gözlenmiştir. Yapılan detaylı arazi çalışması sırasında Azıklıdaki oluşumda cevherleşmenin kökenine ilişkin bilgiler verebilecek yapılar da tespit edilmiştir (Şekil 5.48).

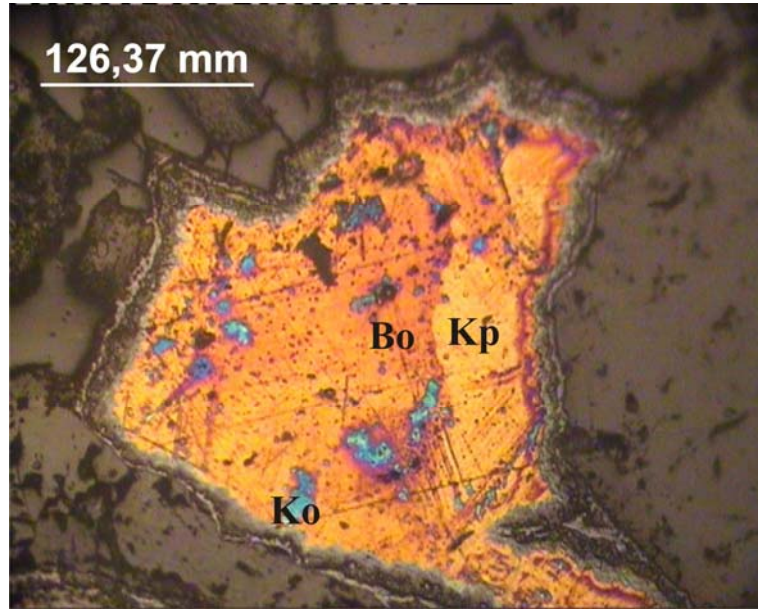


Şekil 5.47 Azıklı baritlerine eşlik eden malakit oluşumları

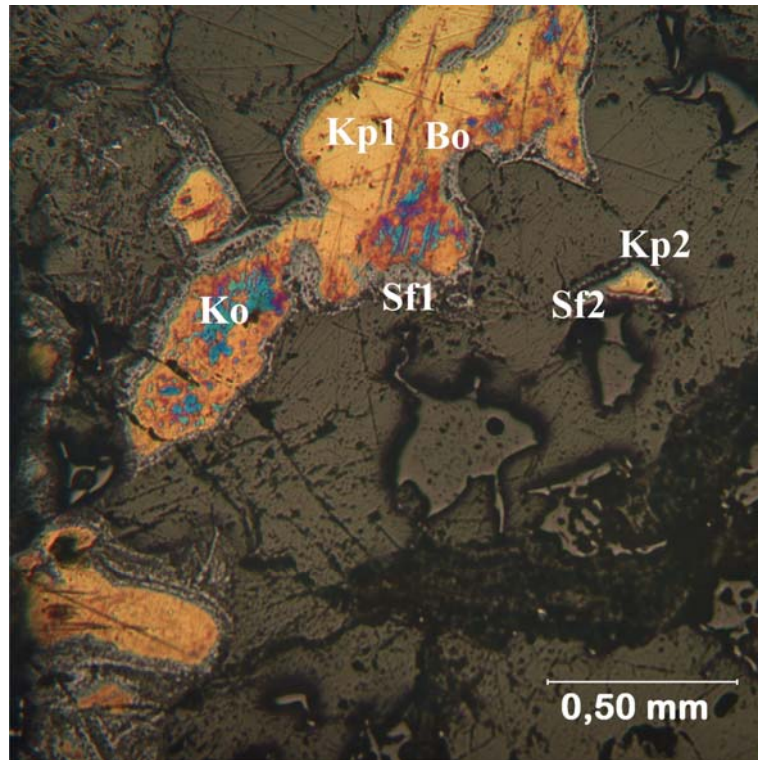


Şekil 5.48 Hasköy bölgesi Azlık baritlerinin yan kayacı kesen damar tipi oluşumları

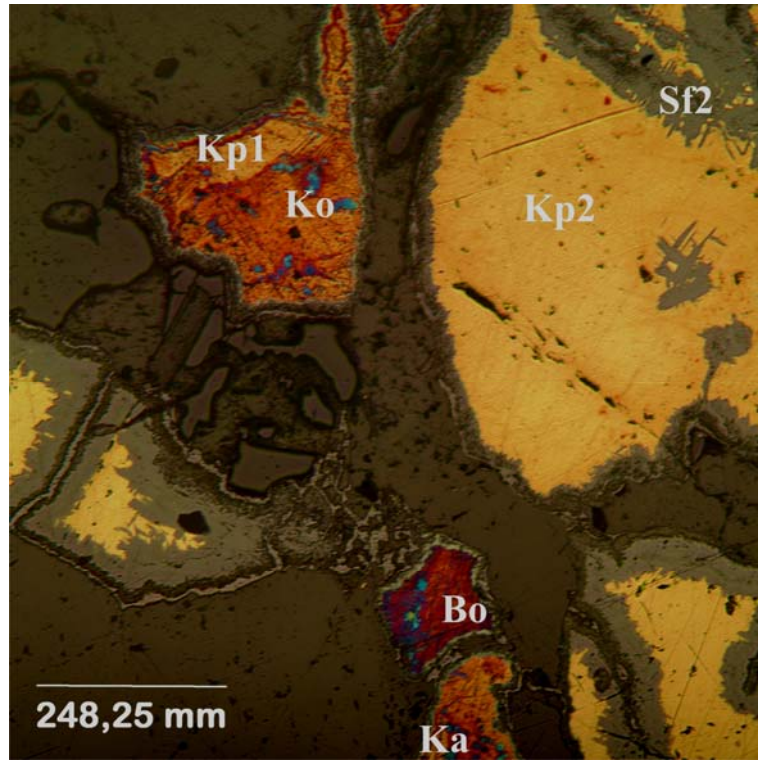
Azıklı 147 (a-b): Kesit incelemelerinde örnekte ilk olarak kalkopiritin(1.faz) oluştuğu ve daha sonra sfalerit, bornit, kovellin ve az kalkosin tarafından ornatıldığı belirlenmiştir (Şekil 5.49). Akabinde farklı bir fazda kalkopirit meydana gelmiş ve bunu izleyen sfalerit, kalkopirit (2.faz) ve kalkopiritin (1.faz) ornatılmış halleri olan bornit, kovellin ve kalkosini genellikle sınırlarından başlayacak şekilde yer yer kemirerek ornatmış ve aynı zamanda yan kayadaki kırık ve çatlaklara da yerleşmiştir (Şekil 5.50, 51, 52, 53, 54).



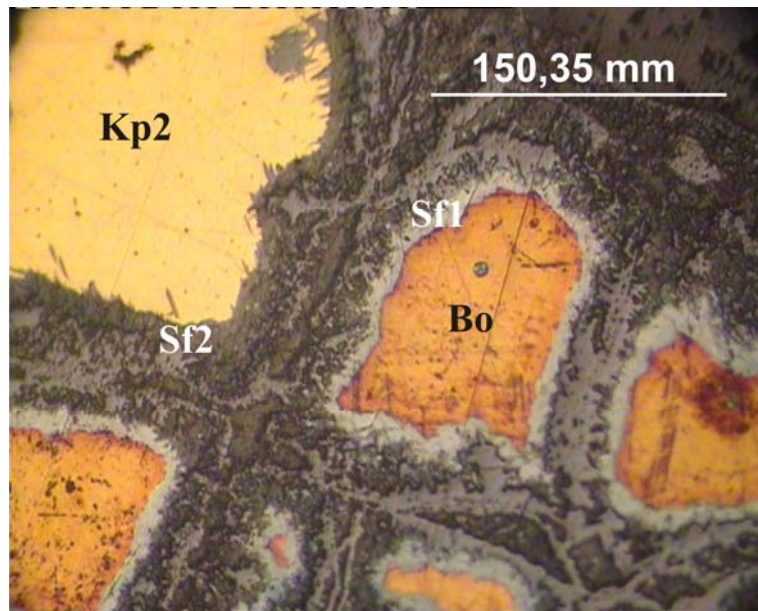
Şekil 5.49 Kalkopiritin (1.faz) sırasıyla bornit, kovellin tarafından ornatımı (Kp: Kalkopirit, Bo: Bornit, Ko: Kovellin)



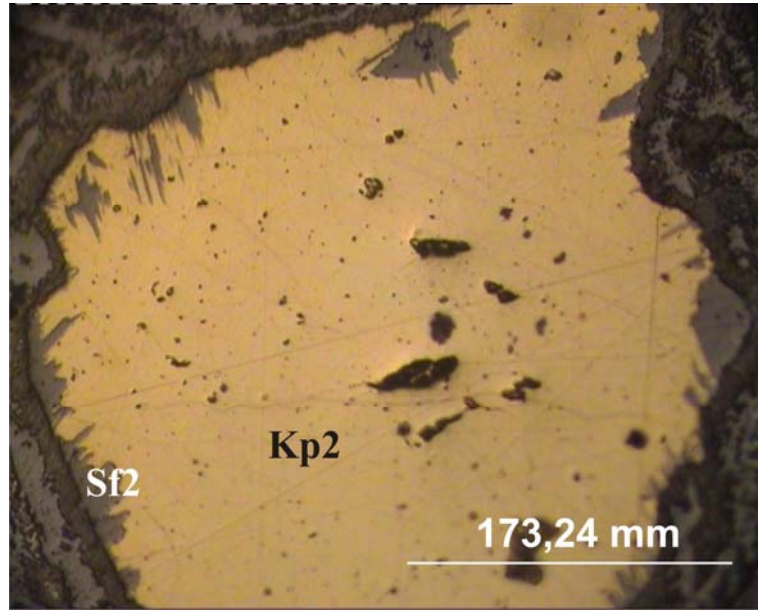
Şekil 5.50 Kalkopiritin (1.faz) sfalerit (1.faz), bornit ve kovellin tarafından, kalkopiritin (2.faz) sfalerit (2.faz) tarafından ornatılması (Kp1: 1.faz Kalkopirit, Kp2: 2.faz Kalkopirit, Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit, Ko: Kovellin)



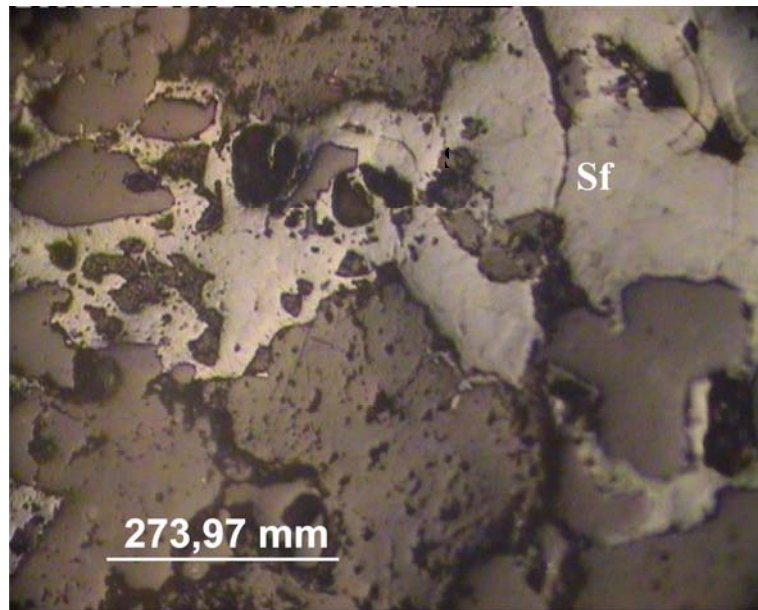
Şekil 5.51 Kalkopiritin (1.faz) sfalerit, bornit ve kovellin, kalkosin (az), kalkopiritin (2.faz) sfalerit(2.faz) tarafından ornatılması (Kp1: 1.faz Kalkopirit, Kp2: 2.faz Kalkopirit Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit, Ko: Kovellin, Ka: Kalkosin)



Şekil 5.52 1.faz Kalkopiritin sfalerit, bornit, 2. faz kalkopiritin sfalerit (2.faz) tarafından ornatılması (Kp2: 2.faz Kalkopirit Sf1: Sfalerit(1.faz), Sf2: Sfalerit(2.faz), Bo: Bornit)



Şekil 5.53 Kalkopiritin (2.faz) sfalerit (2.faz) tarafından sınırından itibaren ornatılması (kemirme dokusu) (Kp2: Kalkopirit (2.faz), Sf2: Sfalorit (2.faz))



Şekil 5.54 Sfalorit (2.faz) mineralinin kayaçtaki kırıklara yerleşimi (Sf: Sfalorit)

5.3.3. Elmabulak barit oluşukları

Bu bölgede yüzeysel işletme yapıldığından birkaç lokasyon hariç barit oluşumlarının ilksel konumları ve yan kayaç ilişkileri detaylı bir şekilde incelenememiştir. Barit oluşukları rekristalize kireçtaşları içerisinde (yer yer dolomitik, bazen de kalkşistlerle sınırlarında) kalınlıkları cm'den birkaç 10cm'ye değişen ve yer yer tabakalanmayla uyumlu gibi gözlenen damarlar şeklinde gözlenmektedir. Yapılan

makroskobik incelemelerde bu oluşukların barit, malakit ve az miktarda hematit ve limonitten meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 5.55, 56).



Şekil 5.55 Limonit ve malakitle birlikte gözlenen barit damarı



Şekil 5.56 Rekristalize (yer yer dolomitik) kireçtaşları içerisinde gözlenen barit damarları

II. Bölge parlatma örneklerinin incelenmesi sonucunda Toprakkale örnekleriyle benzer oluşum, mineral parajenez ve birlikteliğinin varlığı tespit edilmesine karşılık bölgede galen miktarının az olması dikkat çekicidir. Yapılan incelemelerde kayaçtaki kırık ve boşluklarda piritin ilk oluşan mineral olduğu, kalkopiritin piritin kırıklarında (nadiren) ve kayaçtaki boşluklarda oluştuğu gözlenmiştir. Akabinde kalkopiritin bornit, kovellin ve kalkosin tarafından ornatımı gerçekleşmiş ve bunlardan ayrı bir faz olarak sfaleritin kalkopirit, bornit, kovellin ve kalkosini ornatarak ve yer yer kemirerek yerleştiği belirlenmiştir. II. bölge için mineral parajenezi ve süksessiyonu Barit – Pirit – Kalkopirit (1.faz) – Sfalerit – Galen – Bornit – Kovellin – Kalkosin – Kalkopirit (2.faz) – Sfalerit (2.faz) – Malakit – Azurit şeklindedir (Kumral 2010, Şekil 5.57).

Mineral	1.Faz	2.Faz	3.Faz	4.Faz	Alterasyon
Barit	—————		———		
Pirit			———		
Kalkopirit			—————	———	
Sfalerit			———	—————	
Galen			———		
Bornit			—————		
Kovellin			—————		
Kalkosin			———		
Malakit					—————
Azurit					—————
Hematit		—————		—————	—————
Limonit			———		———

Şekil 5.57 II. Bölge için geliştirilmiş mineral parajenezi ve oluşum sırası (Kumral 2010)

6. JEOKİMYA

6.1. Ana ve İz Element Jeokimyası

İnceleme alanındaki barit oluşumlarının cevher yapısı, doku, parajenez ve süksesyon çalışmalarında coğrafi konumları göz önüne alınarak 2 bölge altında incelenmiştir. Bu bölümde I. bölge adı altında incelenen; Kızılkilise, Toprakkale, Kasor kendi isimleriyle temsil edilirken, II. bölgede yer alan Hasköy, Azıklı ve Elmabulak cevherleşmeleri ise Hasköy adı altında incelenecektir.

Tüm kayaç majör ve iz element analizleri ICP-ES ve ICP-MS teknikleri ile ALS Chemex Laboratuvarlarında (Kanada) gerçekleştirilmiştir. Majör ve iz element analizleri, 46 barit, 13 yan kayaç olmak üzere toplam 59 adet örnekte yapılmıştır (Ek-7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Bu örneklerdeki SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 , SrO , BaO içeriklerini bulmak için analizleri ICP-AES tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Toz haline getirilmiş 0,2 mg'lık örnek lityum metaborat ile karıştırıldıktan sonra kül fırınında eritilerek çözelti haline getirilmiş ve element içerikleri analiz edilmiştir. Ag, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Ti, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr elementlerinin konsantrasyonlarının saptanması amacıyla ICP-MS tekniği kullanılarak toz haline getirilmiş 0,2 mg'lık örnek lityum metaborat ile eritilerek bu elementlerin konsantrasyon değerleri bulunmuştur. Hasköy bölgesi baritlerinin ana oksit, iz element ve izotop analiz sonuçları Kumral (2010) tarafından bölgedeki baritlerin kökeni üzerine yapılan “Mineralogical, geochemical, and isotopic (Sr, O, S) evidence for multiple fluid sources for the Hasköy barite deposits, SE Anatolia, Turkey” adlı makaleden alınmıştır.

İnceleme alanında gözlenen barit oluşumlarının ana oksit değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

SiO_2 değerleri Kasor (% 11,21), Toprakkale (% 11,95) ve Kızılkilise (%10,64) baritlerinde birbirine yakinken, Hasköy baritleri düşük SiO_2 (% 3,71) değeriyle dikkat

çekmektedir. Al_2O_3 değerleri bütün baritleri için düşüktür ve ortalamaları % 0,32'dir. Fe_2O_3 değerleri Toprakkale ve Kasor için yaklaşık aynı değerlere sahiptir ve ortalamaları %2,5' dir. Buna karşılık Kızılkilise ve Hasköy baritleri diğer oluşumlara göre düşük, birbirleriyle oldukça benzer değerlere sahiptir ve ortalamaları %0,85' dir. Toprakkale, Kasor baritlerinin SiO_2 ve Fe_2O_3 değerlerinin nispeten yüksek olması, Hasköy baritlerine nazaran bu bölgelerde daha yoğun olarak gözlenen silisli ve demirli çözeltilerden kaynaklanmaktadır. Toprakkale ve Kasor bölgelerindeki gibi yoğun demirli silisli oluşumlar içeren Kızılkilise bölgesi baritleri breşik karakterdedir ve breşik barit parçalarının arası demirli ve silisli çözeltiler tarafından doldurulmuştur. Yoğun demirli ve silisli minerallerden dolayı Kızılkilise bölgesinin yüksek Fe_2O_3 değerlerine sahip olması beklenir. Kızılkilise baritleri beklenenin aksine Toprakkale ve Kasor'a göre çok düşük Fe_2O_3 değerlerine sahiptir. Fe_2O_3 değerlerinin düşük olmasının sebebi; bölgede gözlenen demirli ve silisli minerallerin, tektonik faaliyetler sonucu breşik bir yapı kazanan breşik barit parçalarının arasını demirli ve silisli çözeltilerin doldurmasından kaynaklanmaktadır.

Kasor ve Kızılkilise baritleri düşük CaO değerlerine sahipken (ortalamaları %0,64), Toprakkale baritlerinde nispeten daha yüksek CaO değerleri gözlenir (ortalaması %2,55) ve Hasköy baritleri en yüksek CaO değerlerine sahiptir (ortalaması %4,53). Hasköy ve Toprakkale baritlerinin diğer oluşumlara göre daha yüksek CaO değerlerine sahip olması, bu bölgelerde sedimanter baritlerin dışında hidrotermal karaktere sahip barit damarlarının da yaygın olarak gözlenmesinden kaynaklanmaktadır. Baritlerin yan kayaçlarının yer yer dolomitik karakterdeki rekristalize kireçtaşları olduğu düşünüldüğünde MgO değerlerinin de CaO değerleriyle paralellik göstermesi beklenir. Kasor ve Kızılkilise baritlerinin düşük MgO değerleri (ortalamaları %0,39) ve Hasköy baritlerinin yüksek MgO değerleri (ortalaması %4,53) beklenen değerler iken, Toprakkale örnekleri yan kayacı olan rekristalize kireçtaşlarında yaygın olarak dolomitleşme gözlenmediğinden beklentilerin aksine daha düşük MgO değerlerine sahiptir.

Muş baritlerinin Na_2O değerlerinin ortalamaları % 0,25, K_2O değerlerinin ortalamaları % 0,045, Cr_2O_3 değerlerinin ortalamaları % 0,01, TiO_2 değerlerinin ortalamaları % 0,017 ve MnO değerlerinin ortalamaları % 0,10'dur.

Baritlerin oluşumun açıklanmasında kullanılan SrO değerleri incelendiğinde Kasor baritlerinin SrO değerleri %0,32 ile %2,51 arasında değişmekte olup ortalamaları % 1,06'dır. Kızılkilise baritlerinin SrO içerikleri %0,87 ile %1,69 arasında değişmektedir ve ortalamaları %1,31'dir. Toprakkale baritlerinin SrO ortalaması % 1,35'tir ve örnekler %0,2 ile 2,3 arasında değişen SrO konsantrasyonuna sahiptirler. Hasköy baritleri diğer bölgelerden farklı olarak yüksek SrO içermektedir (ortalaması % 1,83) fakat bu bölgede de örnekler %0,41 ile 2,75 gibi geniş bir aralıkta değişim gösteren değerler sunmaktadır.

Sedimanter ve sedimanter ekzalatif yatakların SrO değerlerinin genellikle %1'in altında olduğu (Puchelt 1967, Striebel 1965, Zimmermann 1976, Reimer 1978, Ayhan 1979) ve hidrotermal karakterdeki baritlerin SrO değerlerinin ise %1,5'ten büyük olduğu (Werner 1958, Starke 1969, Fazakas 1976, Podufal 1977) bilinmektedir. Bu değerler göze alındığında inceleme alanındaki baritlerin hepsinin hidrotermal karaktere sahip gibi görünmesine karşılık SrO değerlerinin ortalamalarının dikkate alınması yanlış yorumlamaya sebep olmaktadır. Halbuki bütün bölgelerdeki barit oluşumları aslında iki farklı karaktere sahiptir. Önceki bölümde bahsedilen arazi gözlemleri, iz ve nadir toprak element yorumları ve SrO değerlerine göre; baritlerin bir kısmının sedimanter kökeni işaret ederken diğer kısmının hidrotermal bir oluşumu yansıttığı belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki barit oluşumlarının BaO değerlerine bakıldığında, Kasor ve Kızılkilise baritlerinin (sırasıyla ortalamaları % 52,64, %51,17) BaO değerleri Toprakkale ve Hasköy (sırasıyla ortalamaları % 27,40, % 43,50) baritlerine göre daha yüksektir. Toprakkale ve Hasköy'de hidrotermal karakterdeki baritler yoğun olarak gözlemlendiğinden, barit damarlarında parajenezde barite kalsit, dolomit, kuvars gibi mineraller eşlik etmektedir. Dolayısıyla bu bölgelerdeki baritlerin BaO değerleri diğer bölgelere oranla daha düşük değerlere sahiptirler.

İnceleme alanındaki barit oluşumlarının Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O ve TiO_2 ile SiO_2 değerlerinin korelasyonu sonucunda Toprakkale ve Hasköy baritlerinin zayıf pozitif korelasyona sahip olmasıyla benzerlikler sunarlarken, Kasor ve Kızılkilise baritlerinde ise herhangi bir korelasyonun varlığına rastlanmamıştır. Toprakkale baritlerinin SiO_2 ve SrO değerleri arasında negatif korelasyon belirlenirken diğer bölgelerdeki değerler arasında anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir. Baritlerinin BaO değerleri ile SiO_2

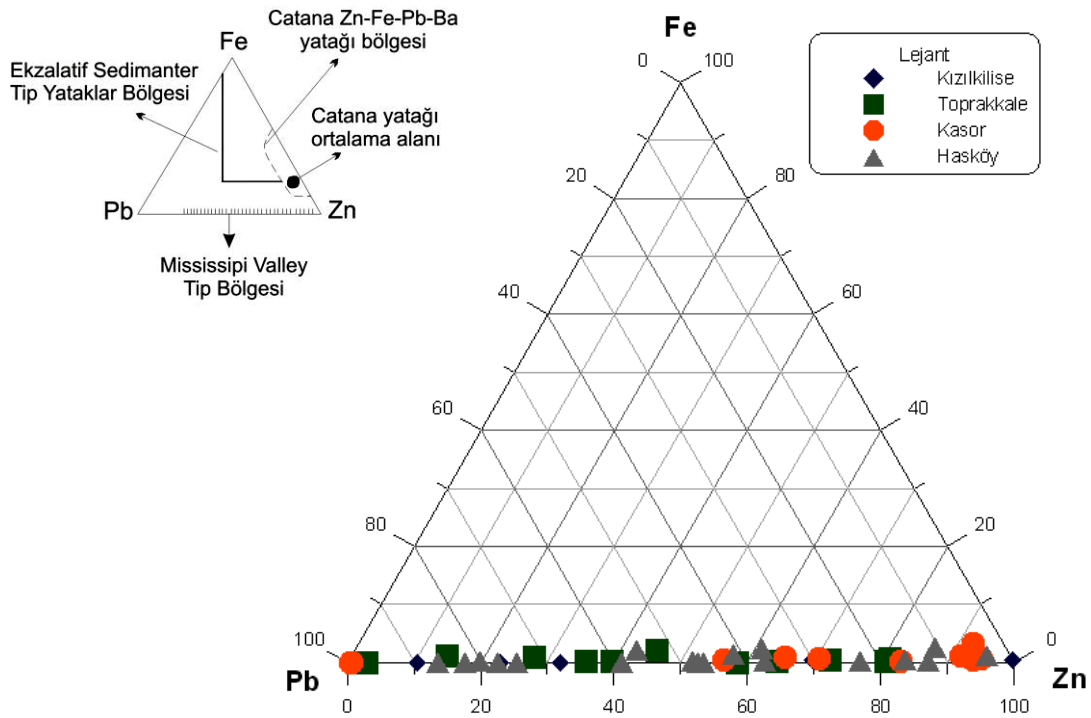
içeriği arasında belirgin bir korelasyon tespit edilmemiştir. Baritlerin BaO değerleri ile CaO değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde Hasköy baritlerinin kuvvetli negatif korelasyonu gösterirken diğer baritlerde değerleri arasında bir ilişkinin varlığı gözlenmemiştir. Baritlerin BaO ve SrO değerlerinin incelenmesi sonucunda Hasköy baritlerinin zayıf pozitif korelasyon göstermesinin dışında herhangi bir ilişkinin varlığına rastlanmamıştır.

Barit oluşumları genellikle sade bir mineralojiye sahiptir. Genellikle parajenezde barite kalsit, kuvars eşlik ederken bazı lokasyonlarda az miktarlarda Pirit, kalkopirit, sfalerit, galen, kovellin, kalkosin gibi minerallerin varlığı da gözlenmektedir. Bu minerallerin bulunduğu yerlerden yapılan analizlerde Cu, Pb, Zn gibi iz element miktarları doğal olarak çok yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bazı iz elementlerin ortalama değerleri; Zn 103ppm, Cu 334ppm, Pb 679ppm şeklindedir.

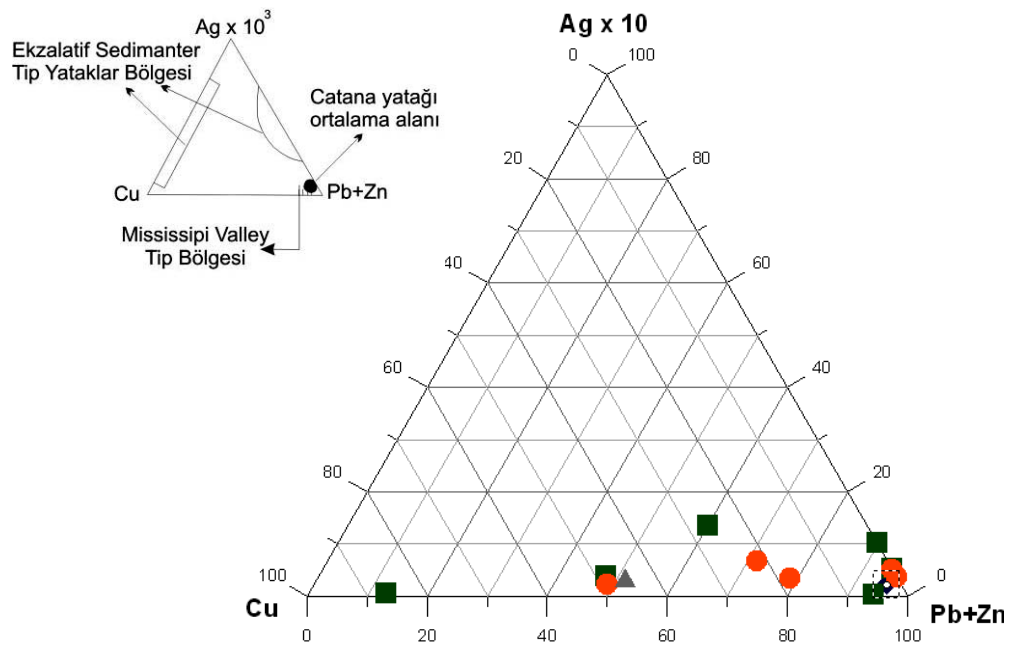
Gustafson ve Williams (1981) ve Pratt (1990) sinjenetik baritler (SEDEX) ve epijenetik baritlerin (MVT) oluşumlarının birbirleriyle ilişkili olduğunu, oluşum mekanizması ve özellikleri açısından bir sürecin devamlılığı olduğunu önermişlerdir. Yazarların çalışmalarında iz elementlerden hazırladıkları üçgen diyagramlarda SEDEX ve MVT baritlerinin karakteristik alanlarını belirlemiştir. İnceleme alanına ait örneklerden yapılan iz element analiz sonuçları iz elementler kullanılarak genelleştirilmiş barit alanları içeren Fe-Pb-Zn ve $Ag*10 - Cu - Pb+Zn$ üçgen diyagramları yardımıyla baritin kökeni hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Muş baritlerinin iz element sonuçları Fe-Pb-Zn üçgen diyagramına yerleştirildiğinde baritlerin tamamının Gustafson ve Williams (1981) ve Pratt (1990) tarafından belirlenen Mississippi Valley Tipi alana düştükleri gözlenmiştir (Şekil 6.1). İnceleme alanı baritlerinin iz element sonuçları, aynı araştırmacılar tarafından önerilen bir diğer diyagram olan $Agx10 - Cu - Pb+Zn$ diyagramına yerleştirildiğinde baritlerin bir kısmının Mississippi Valley Tipi için belirlenen bölgeye düştüğü belirlenmiştir. Diğer örneklerin karakteristik olarak SEDEX bölgesine karşılık gelmemesine karşın MVT'den SEDEX alanına doğru bir geçişi temsil ettiği gözlenmiştir (Şekil 6.2).

Arazi gözlemleri sırasında mineral parajenezi, yapı, doku ve köken olarak birbirinden farklı olduğu düşünülen iki tip barit cevherleşmesinin iz element içerikleri bakımından da birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak mineral parajenezi yönünden daha fakir olan, yan kayaç olan rekristalize kireçtaşlarının tabakalanmalarıyla uyumlu olarak gözlenen baritler, iz element sonuçlarının yorumlanmasına göre SEDEX tip yataklara benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir. Mineral parajenezinde sülfürlü mineraller içeren ve yan kayacın tabaklanmasıyla uyumsuz ve hatta onları kesen damarlar karakterindeki baritlerin iz element sonuçları MVT tip barit yataklar için belirlenen karakteristik alanları işaret etmektedir. Arazi gözlemleri sonucunda birbirinden farklı olduğu düşünülen barit cevherleşmeleri iz element çalışmaları sonucunda da farklılıkları ortaya konulmuş ve bölgedeki baritlerin iki farklı karakterde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.1 İnceleme alanına ait örneklerin Fe-Pb-Zn üçgen diyagramı SEDEX – MVT tipleri için karakteristik alanlarla karşılaştırılması (Alanlar: Gustafson ve Williams 1981, Lydon 1983, Sengster 1983, Pratt 1990'dan alınmıştır)



Şekil 6.2 İnceleme alanına ait örneklerin Ag*10-Cu-Pb+Zn üçgen diyagramı SEDEX – MVT tipleri için karakteristik alanlarla karşılaştırılması (Alanlar: Gustafson ve Williams 1981, Lydon 1983, Sengster 1983, Pratt 1990'dan alınmıştır)

Yan kayaçlarının ana oksit sonuçları incelenmiş aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

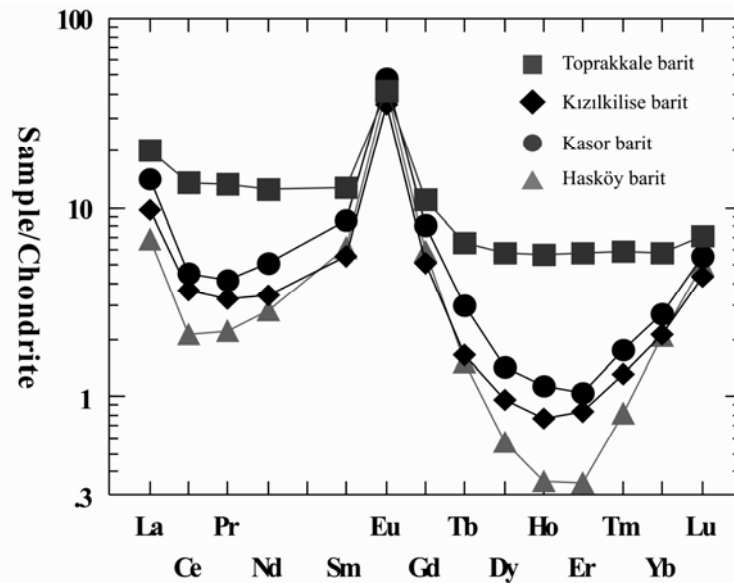
Yan kayaçların baritlerle olan sınırlarında silis oluşumları gözlenmektedir ve buna bağlı olarak yan kayaçların SiO₂ içeriğinin baritlere doğru arttığı ve sınırda çok yüksek olduğu gözlenmektedir. SiO₂ içeriğinin yüksek oluşunun bir diğer nedeni de baritlere ev sahipliği yapan Meydan formasyonu, Tersiyer yaşlı Muş havzasını oluşturan faylardan etkilenmiş, fay zonlarındaki silisli ve demirli çözeltilerin faaliyetleri sonucunda yoğun silisleşme ve demirli mineral oluşumları gözlenmiştir. Ayrıca bu zonlara yakın kayaçlar da silisleşmeden etkilenmiş, hatta barit damarları da yer yer breşleşerek breş parçalarının araları demirli ve silisli mineraller tarafından doldurulmuştur.

Yan kayaçların analiz sonuçları incelendiğinde bazı örneklerin diğerlerine göre daha yüksek BaO ve SrO değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Yan kayaçların ana oksit değerleri incelendiğinde BaO ve SrO değerleri genellikle düşüktür ve BaO ortalamasının % 9,28, SrO ortalamalarının % 0,19 olması yan kayaçların bu elementler açısından zengin olmadığını göstermektedir.

CaO değerlerinin ortalamaları % 17,50 ve MgO değerlerinin ortalamaları % 7,13 olan yan kayaçlarda CaO ve MgO değerlerinin düşük olması silisleşmeye bağlı olarak gelişmiştir. Yan kayaçların Mg/Ca oranına karşılık Ba/Sr oranları değişimi incelendiğinde aralarında zayıf ters orantının varlığı gözlenmiştir. Mg/Ca oranı arttığı zaman Ba/Sr oranı azalmaktadır. Sr ve Ca elementlerinin iyon yarıçaplarının birbirine çok yakındır ve birbirinin yerini alabilmektedir. Kalsiyumun yerini alan stronsiyum miktarı arttıkça Mg/Ca oranı artacak, Ba/Sr miktarı azalacak ve aralarında ters bir orantı gelişecektir. Mg/Ca oranı ve Mg+Fe/Mg oranları ile SiO₂ arasında zayıf pozitif korelasyonun varlığı da gözlenmiştir.

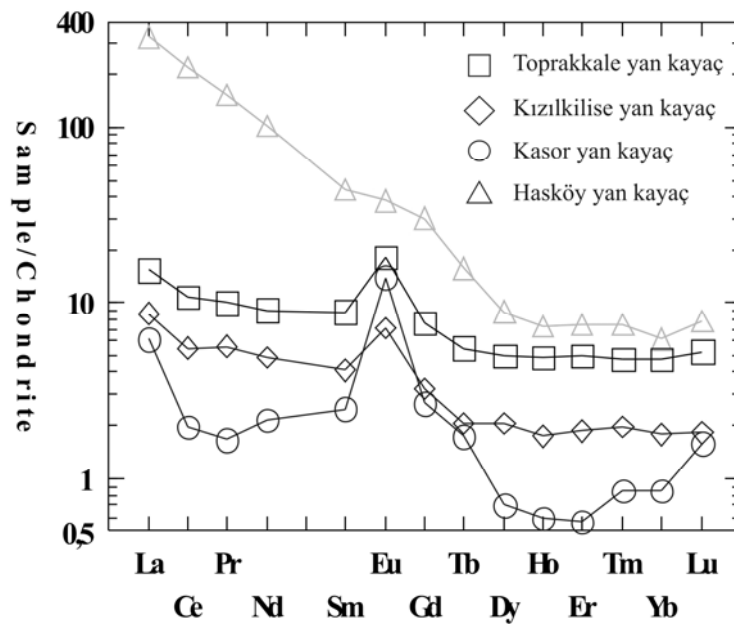
6.2. Nadir Toprak Elementleri Jeokimyası

Hafif nadir toprak element (LREE) patternleri farklı deniz ortamlarındaki davranışları farklı olduğundan baritlerin depolanma ortamlarının belirlenmesinde yardımcı olurlar (Guichard vd 1979, DeBarr vd 1985). Muş baritlerinin toplam REE içerikleri çok düşüktür. Toprakkale baritleri dışında diğer baritler benzer özelliklere sahiptirler. Toprakkale baritlerinin LREE ve HREE değerleri diğer baritlere oranla daha zengindir. Hasköy baritleri hem toplam REE bakımından, hem de LREE ve HREE bakımından en fakir olan bölgedir. Barit oluşumlarının hepsinde negatif Ce değerlerine karşılık yaklaşık aynı değerde ve kuvvetli pozitif Eu değerleri gözlenmektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3 Muş ili baritlerinin nadir toprak element (REE) diyagramı

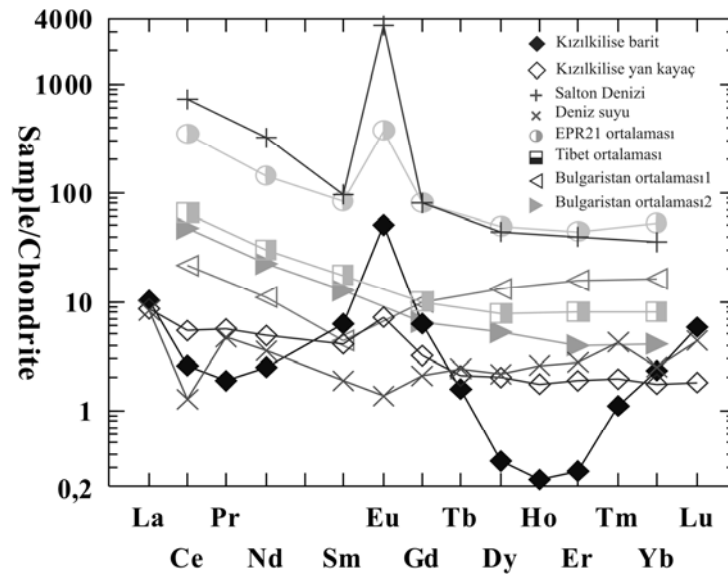
Baritlerin yan kayaçlarının REE değerleri incelendiğinde Hasköy bölgesi yan kayaçları hariç diğer bölgeler barit oluşumlarıyla yaklaşık benzer özellikler göstermektedir (Şekil 6.4). Hasköy bölgesi hariç diğer bölgelerin REE patternleri deniz suyu patternleriyle benzerlikler gösterirken, Hasköy bölgesi yan kayaçlarının REE içerikleri ise tipik üst kabuk karakterini yansıtmaktadır.



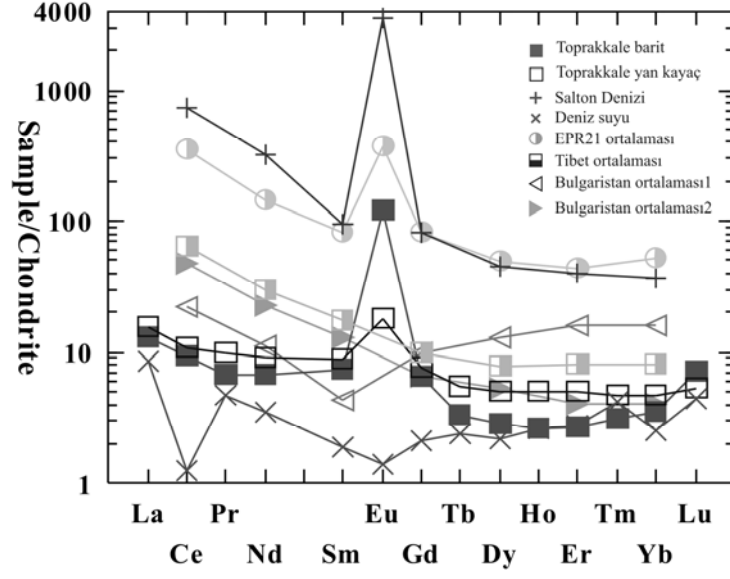
Şekil 6.4 Muş ili baritlerinin yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı

İnceleme alanındaki baritler ve yan kayaçlarının nadir toprak element içerikleri, oluşum tipi ve karakteristik özellikleri bilinen deniz suyu, Salton Denizi, Bulgaristan ortalaması (1,2), EPR21 ortalaması, Tibet ortalaması gibi örneklerin nadir toprak element içerikleriyle karşılaştırılmış, kondrite normalize edilerek nadir toprak element değişimlerinin açıklanması amaçlanmıştır. Bulgaristan ve Tibet sıcak su kaynakları ve kıtasal kaynakları üzerindeki çalışmalar; Tibet'deki hidrotermal çözeltilerin toplam REE değerlerinin çok düşük olduğunu ve LREE'ce zengin, HREE bakımından fakir olduklarını ve Eu değerlerinin negatif anomali verdiğini belirtmektedir (Michard ve Albarade 1986). Doğu Pasifik yükselimindeki hidrotermal sedimanlar (EPR21) ve Salton Denizi'ndeki hidrotermal sıvıların diğer oluşumlardan en büyük farkları pozitif Eu anomalisi vermesidir.

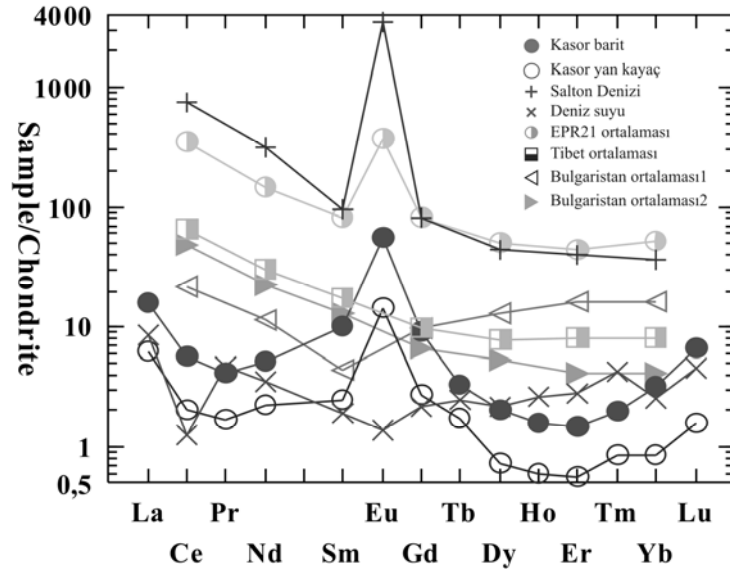
Kızılkilise baritleri ve yan kayaçlarının REE değerleri karşılaştırıldığında baritlerin yan kayaçlara oranla çok daha kuvvetli negatif Ce ve pozitif Eu anomalisi göstermektedir. Baritlerin LREE ve HREE değerleri genellikle yan kayaçlara oranla daha düşüktür. Baritler ve yan kayaçların La, Tb ve Yb değerlerinin deniz suyu ile uyumlu olduğu gözlenmiştir (Şekil 6.5). Toprakkale bölgesi baritleri ve yan kayaçları genel olarak uyumlu REE değerleri göstermektedir. Baritlerin kuvvetli pozitif Eu anomalisi ve yan kayaçlara oranla daha düşük HREE içerikleri en belirgin farklardır. Baritlerin HREE bakımından deniz suyu bileşimine benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 6.6). Kasor bölgesi baritleri ve yan kayaçlarının REE değerleri birbirine çok benzemektedir. Bu özellik benzer köken ve oluşum şekline sahip olduğunun göstergesidir. Aralarındaki tek fark baritlerin daha yüksek REE değerlerine sahip olmasıdır (Şekil 6.7). Hasköy baritleri Toprakkale baritleri dışındaki diğer baritlere benzemesine rağmen yan kayacın REE değerleri karakteristik üst kabuk değerlerine benzemektedir (Şekil 6.8).



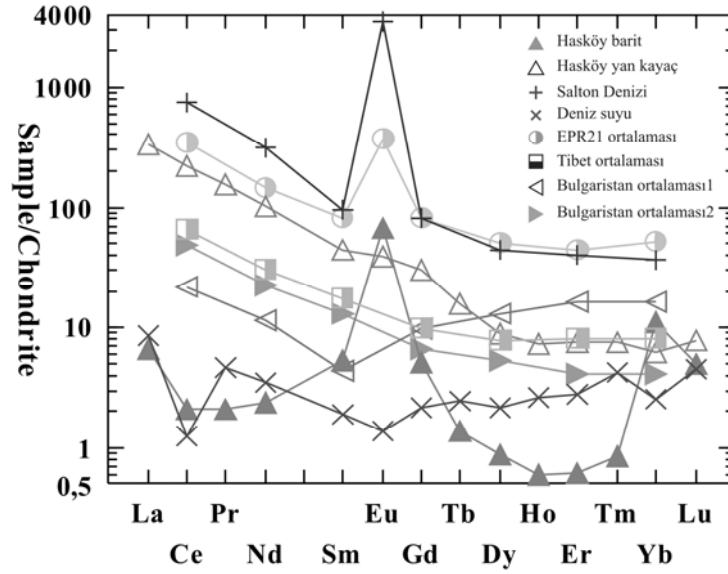
Şekil 6.5 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı



Şekil 6.6 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı



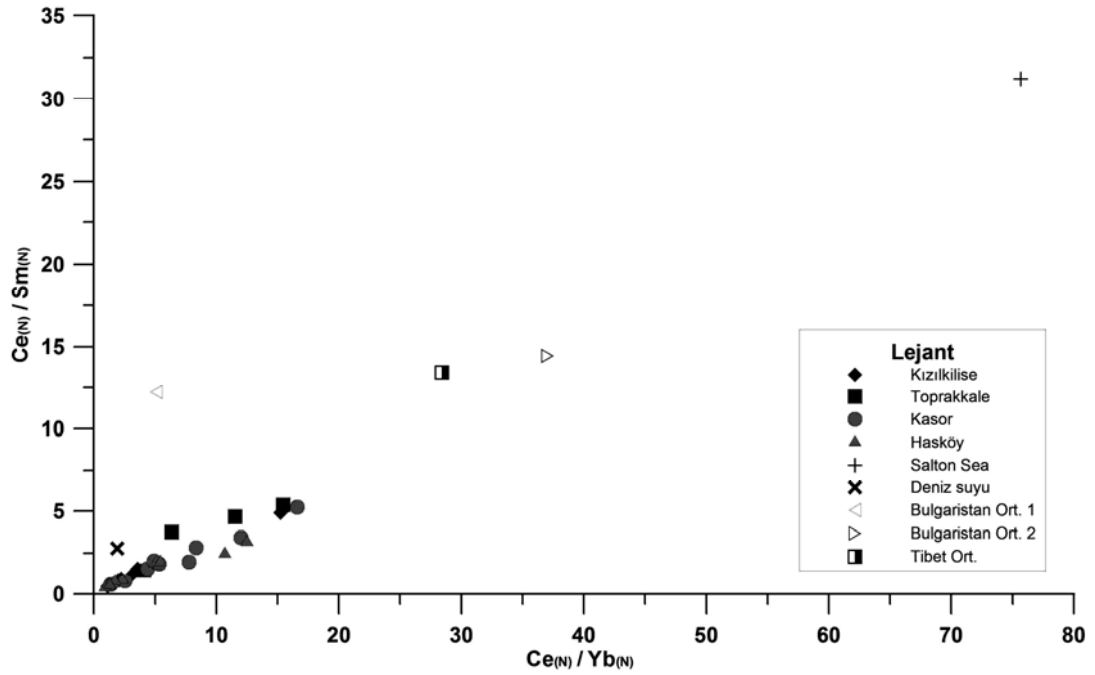
Şekil 6.7 Kasor barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı



Şekil 6.8 Hasköy barit ve yan kayaçlarının nadir toprak element (REE) diyagramı

Deniz suyu için negatif Ce and Eu değerleri karakteristikken hidrotermal çözeltilerde Eu değerleri için pozitif anomali karakteristiktir (Guichard vd 1979, Baar vd 1985, Elderfield 1988). Muş bölgesi baritlerinin ve yan kayaçların REE değerlerine bakıldığında hem denizel sedimanter kökeni hem de hidrotermal oluşumu gösteren değerler gözlenmektedir.

Ce-Sm-Yb içeriği bilinen ve deniz suyu, karasal hidrotermal sistemler gibi değişik ortamlar için önceki çalışmalardan derlenen değerler ile Muş baritlerinin Ce-Sm-Yb değerleriyle Ce/Sm değerlerini karşılaştıran bir diyagram çizildiğinde (Guichard vd 1979, Michard ve Albarade 1986); Muş baritlerinin karakteristiğinin deniz suyundan karasal ortam değerlerine doğru tedrici bir geçişi yansıttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, yukarıda yapılan diğer yorumu destekler niteliktedir. Muş baritleri bu özellikleriyle Antalya-Gazipaşa (Bozkaya ve Gökçe 2004) ve Adana-Attepe (Küpeli vd 2007) barit yataklarıyla benzer özellikler göstermektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 Muş barit ve yan kayaçlarının Ce/Sm – Ce/Yb diyagramı

6.3. XRD Analizleri

İnceleme alanındaki iki bölge altında incelenen barit oluşumlarının her birini yansıtabilecek şekilde seçilen 15 adet örneğin mineralojik bileşimin belirlenmesi amacıyla XRD analizleri yaptırılmıştır. Tüm kayaç mineralojisi XRD yöntemiyle İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Bruker marka, Cu hedefli $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$ olan X-ışını tüplü difraktometre aleti kullanılarak yapılmıştır. XRD cihazının adım aralığı $0,02^\circ$, tarama hızı $6^\circ/\text{dak}$ ve adım zamanı $0,2'$ dir.

Analiz sonucunda baritlerin genellikle basit sade bir mineralojiye sahip olduğu, çoğunlukla barit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Parajenezde barite yer yer kalsit, kuvars ve nadiren stronsiyonitin eşlik ettiği gözlenmiştir (Ek-15 – Ek-28).

6.4. Sıvı Kapanımı

Barit cevherleri ve yan kayaçlarına ait 19 örnekten iki yüzü parlatılmış örnekler hazırlanmış ve bunlar İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği sıvı kapanımı laboratuvarındaki Leica DMLP marka sıvı kapanımı ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Sıvı kapanımları yardımıyla cevherleşmeye neden olan çözeltinin kökeni, tuzluluğu ve bileşimi hakkında bilgi edinilmesi mümkündür. Örneklerin incelenmesi sonucunda kapanımların sıvıca zengin ($L > \%50$) sıvı+gaz (L+V) olmak üzere iki fazlı kapanımlar olduğu belirlenmiştir. Kapanımlardan elde edilen ötektik sıcaklık vasıtasıyla sistemdeki tuzun türü belirlenebilmektedir. Baritlerden yapılan sıvı kapanımı çalışmalarında birbirinden farklı ötektik sıcaklıklar (T_e) tespit edilmiştir. 138 numaralı örnekteki ölçümler sonucunda T_e değerleri $-53,1$ °C ile -50 °C arasında değişirken, 111 numaralı örnekte T_e değeri $-12,2$ °C olarak ölçülmüştür. 138 numaralı örnekten yapılan ölçüme göre sistemdeki tuzun türü NaCl- CaCl₂-H₂O ve MgCl₂- CaCl₂-H₂O dur. 111 numaralı örnek için sistemdeki tuzun türü ise KCl-H₂O olarak belirlenmiştir.

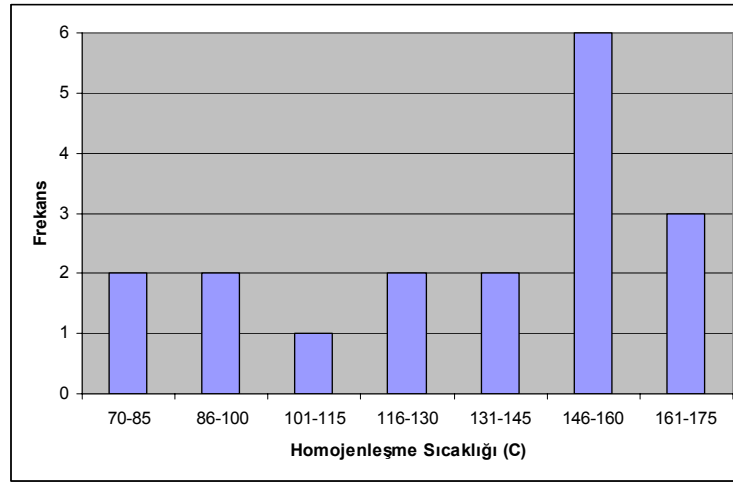
Kapanımın soğutma sonrasında ısıtmaya geçildiğinde sistemdeki en son ergime sıcaklığı (T_m) sistemde hangi miktarda tuz olduğunun hesaplanmasında kullanılmaktadır. Yapılan incelemelerde baritlerin T_m değerleri $-9,3$ °C ile $-18,8$ °C arasında değişmektedir. Buna göre baritler orta tuzluluktaki (% 6 NaCl) çözeltiden oluşmuşlardır. Isıtma evresinde sıvı kapanım, sıvı veya gaz fazında homojenleşene kadar ısıtılır ve homojenleşmenin gerçekleştiği andaki sıcaklık homojenleşme sıcaklığı (T_h) olarak tanımlanır. Baritlerin homojenleşme sıcaklıkları $71,3$ °C ile $164,3$ °C arasında değişmektedir. Çok sayıda olmamasına karşın bazı örneklerde 285 °C ve 430 °C gibi yüksek T_h değerleri ölçülmüştür.

Kapanımlardan yapılan ölçümlerin bir kısmında 3 °C ile $20,1$ °C arasında ergime sıcaklıkları tespit edilmiştir. Kapanımların ilk erime sıcaklıkları ve erime sıcaklıkları göz önüne alındığında sistemdeki gazın CO₂ olduğu ve yüksek erime derecelerinin de CO₂.53/4 H₂O bileşimindeki gaz hidrattan (klatrat) kaynaklandığı belirlenmiştir. Yüksek homojenleşme sıcaklıklarına sahip örneklerde CO₂ in varlığı metamorfik kökenli sıvıların varlığını işaret edebilmektedir.

İnceleme alanı örneklerden yapılan çalışmalar sonucunda; ölçüm yapılabilen örneklerin bir kısmı ilk ergime değerleri (T_e), düşük homojenleşme sıcaklıkları (T_h) ile MVT tipi barit yataklarının değerleriyle benzerlikler sunmaktadır. Ölçümler sonucu elde edilen orta tuzluluk değerleri, CO₂ in varlığı ve nispeten düşük homojenleşme

sıcaklıkları Irish tip barit oluşumlarının özellikleriyle uyuşmaktadır. Irish yataklar kesin olmamakla birlikte MVT ile SEDEX arasındaki bir geçiş olduğu düşünülmektedir.

Barit gibi yumuşak ve tektonik olaylardan kolaylıkla etkilenebilen minerallerde sıvı kapanımı çalışmaları, birincil kapanımların bazen korunmaması, bölünerek çoğalması veya ikincil kapanımları bol miktarda gelişmesi yüzünden zorlukla yapılabilmektedir. Sıvı kapanımlarından yapılan ölçümlerde örneklerin hepsinden son buz ergime ($T_{m_{ice}}$, % NaCl tuzluluk) ve ötektik sıcaklık (T_e , çözelti bileşimi) belirlenememesine rağmen homojenleşme sıcaklıkları ölçülebilmektedir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10 Muş bölgesi baritlerinin homojenleşme sıcaklıkları

6.5. Duraylı İzotop Jeokimyası

İnceleme alanından seçilen barit örneklerinden 21 adet $\delta^{18}O$ (VSMOW), 16 adet $^{87}Sr/^{86}Sr$, 47 adet $\delta^{34}S$ (VCDT) ve yan kayaçlardan 9 adet ^{13}C (VPDB) ve 9 adet $\delta^{18}O$ (VSMOW) duraylı izotop analizleri University of Georgia'da yapılmıştır (Ek-29).

Muş bölgesinde yapılan bu çalışma bölgede bulunan barit yataklarıyla ilgili ilk bilimsel çalışmadır. Bu nedenle bölge baritlerinin Türkiye'de ve dünyada bulunan diğer önemli barit oluşumlarıyla köken ve oluşum ortamı açısından benzerlikleri araştırılmış ve korelasyonu yapılmıştır. Isparta-Şarkikaraağaç, Antalya-Gazipaşa, Adana-Attepe ve Konya-Hüyük bölgesinde bulunan barit yatakları ülkemizin önemli barit yataklarıdır. Bu amaçla Muş bölgesi baritlerinden yapılan izotop analiz sonuçları diğer bölgelerle

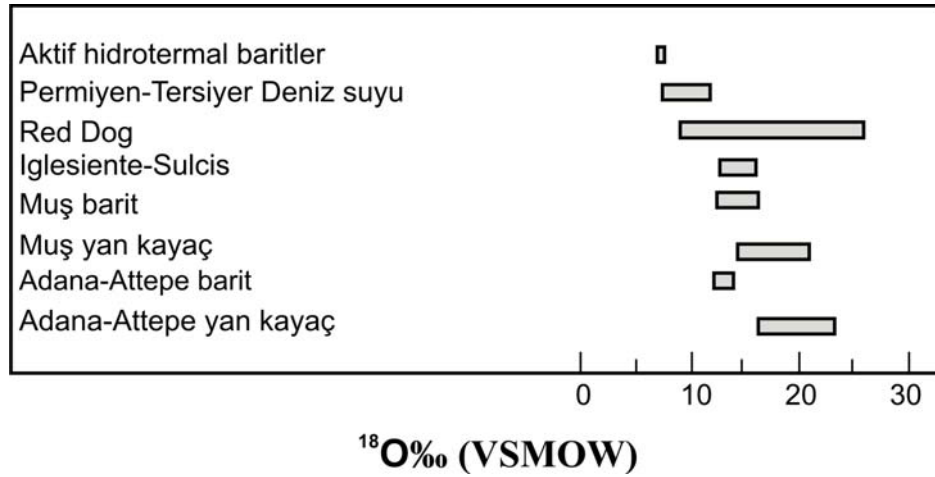
karşılaştırılmıştır. Bunlara ek olarak dünyadaki önemli barit yataklarından olan Robb Lake, Red Dog gibi barit yatakları ile benzerlikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

6.5.1. Oksijen izotopları

Ba⁺⁺ ve SO₄⁼ taşıyan hidrotermal çözeltinin karakterinin tayininde oksijen izotopu kullanılır. Bu izotop değeri, cevheri oluşturan hidrotermal çözeltinin okyanusal, formasyon suyu, magmatik, metamorfik veya meteorik kökenli sulardan hangisinden oluştuğunun anlaşılmasında kullanılmaktadır. Baritlerdeki $\delta^{18}\text{O}$ değeri cevher oluşturan çözeltinin geldiği ortam hakkında ve barit bileşenlerinin hangi tür kayalardan türediği hakkında bilgi verir. Bu amaçla 21 adet barit örneğinden $\delta^{18}\text{O}$ değerlerini belirlemek için oksijen izotop analizleri yapılmıştır.

$\delta^{18}\text{O}$ izotop analizleri Louisiana State Üniversitesinde Jeoloji ve Jeofizik Bölümünde analiz edilmiştir. 1450 °C’de TCEA metodu kullanılarak analiz yapılmıştır. Analiz sonuçlarının standart sapması +/- 0,5‰ dir. Çoklu BaSO₄ (LSU-BaSO₄) standardı baz alınarak düzeltme yapılmıştır ve NBS127 (mil başına $\delta^{18}\text{O}$ değeri 9,3 ‰ olarak belirlenmiş VSMOW) ile tekrar kalibre edilmiştir.

Muş baritlerinin $\delta^{18}\text{O}$ izotopunun ortalaması 13,82 ‰ ve yan kayacının $\delta^{18}\text{O}$ izotopunun ortalaması ise 18,2 ‰’dir. Permiyen- Tersiyer aralığında bulunan deniz suyu sülfatlarının $\delta^{18}\text{O}$ içeriği 7-12 ‰ (Claypool vd 1980), aktif hidrotermal baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ oranı 7 ‰’dir (Kusakabe vd 1990). İtalya’daki Iglesiente-Sulcis madenindeki stratiform baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 12,7 ile 15,6‰ arasında değişim gösterirken (Cortecci vd 1989) Red Dog baritlerinin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 16,2’den 25,7 ‰’ye kadar değişim göstermektedir (Johnson vd 2004). Adana–Attepe barit yatağının $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 12,2 ile 14,7‰ arasında değişmektedir (Küpeli vd 2007). Muş baritlerinin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri Adana –Attepe ve Iglesiente-Sulcis baritleriyle benzerlik gösterirken hidrotermal baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine göre çok yüksektir. Red Dog barit yatağına ise benzemekte veya düşük kalmaktadır (Şekil 6.11).



Şekil 6.11 Muş baritleri ve yan kayaçlarının ^{18}O değerlerinin diğer barit yataklarının ^{18}O değerleriyle karşılaştırılması

Baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ değerleri, barit oluşumu için önemli bir kaynak olan deniz suyuna göre daha yüksektir. Önceki bölümlerde baritlerin hem sedimanter hem de hidrotermal kökeni işaret eden sonuçlar elde edildiği düşünüldüğünde baritin oluşumunda olası kaynak olan deniz suyu hidrotermal bir döngüye girdiğinde yan kayaçlar ve/veya diğer hidrotermal sıvılarla karışması sonucunda $\delta^{18}\text{O}$ değeri başlangıç kompozisyonuna göre daha yüksek olacaktır. Bu yorum baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin eş yaşlı deniz suyu değerinden yüksek olmasını açıklamaktadır ve önceki bölümlerdeki yorumları da desteklemektedir.

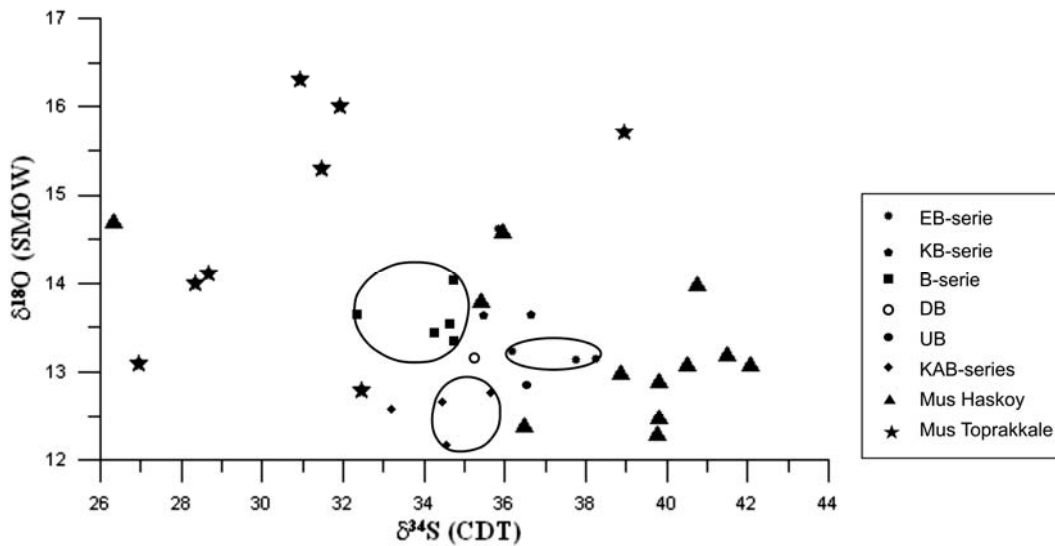
6.5.2. Kükürt izotopları

Sülfid ve sülfatların $\delta^{34}\text{S}$ analizleri Yanagisawa and Sakai (1983)'nin metodu değiştirilerek hazırlanmıştır. Örnekler V_2O_5 , SiO_2 ve Cu ile iyice öğütülmüş, 1050 °C ve vakum altında kuvars cam tüpler içerisinde kuvars yünüyle paketlenmiştir. Değişken sıcaklık kapanlıyla donatılmış konveksiyonel vakum ile SO_2 elde edilmiştir. Saflaştırılan SO_2 Finnigan MAT 252 ile analiz edilmiştir. Standart referans malzemeler IAEA-S1 ($\delta^{34}\text{S} = -0,3\text{‰}$) ve NBS-123 ($\delta^{34}\text{S} = +17,1\text{‰}$) veya NBS-127 ($\delta^{34}\text{S} = +20,3\text{‰}$) ile hazırlanmış ve her bir örnek grubu analiz edilmiş ve örneklerin izotopik sonuçları VCDT olarak verilmiştir.

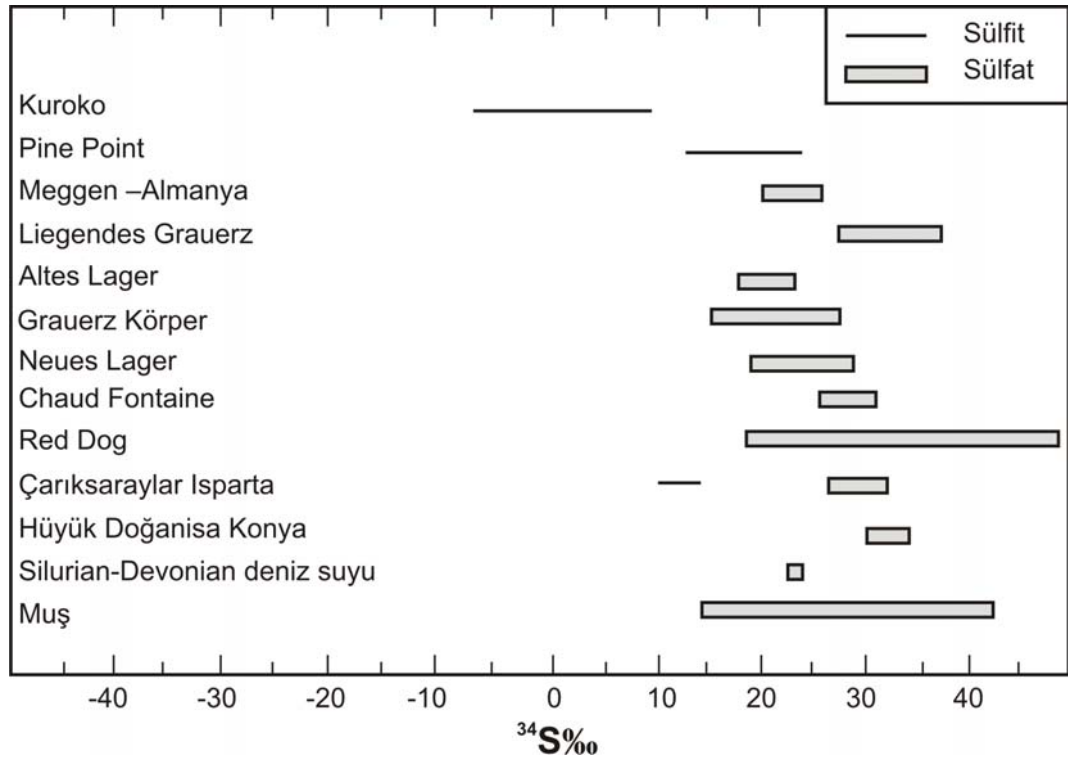
İnceleme alanından alınan örneklerden yapılan $\delta^{34}\text{S}$ analiz sonuçları, baritlerin içerdikleri kükürdün kaynağının belirlenmesi amacıyla irdelenmiş, mineralojik, dokusal

ve yan kayaç bakımından benzerlikler gösteren, eş yaşlı ve/veya tektonik olarak benzer oluşum ortamına sahip, diğer barit yatakları ve ortam değerleriyle korole edilmiştir.

Permiyen- Tersiyer aralığında bulunan deniz suyu sülfatlarının ^{34}S içeriği 10-22 ‰ arasında değişim gösterirken (Claypool vd 1980), Silüryen ve Devoniyen deniz suyunun ^{34}S oranı 23-24 ‰ civarındadır. Aktif hidrotermal baritlerin ^{34}S değerlerinin ortalaması 22 ‰ dir (Kusakabe vd 1990). Orta Devoniyen yaşlı Meggen – Almanya baritlerinin ^{34}S oranları 20-26 ‰ arasında değişmektedir (Nielsen 1979). Orta Devoniyen yaşlı Rammelsberg bölgesinde bulunan Liegendes Grauerz yatağının ^{34}S değeri 36,7-27,4 ‰, Altes Lager yatağının ^{34}S değeri 18,3-23,5 ‰, Grauerz Körper yatağının ^{34}S değeri 16-27,6 ‰, Neues Lager yatağının ^{34}S değeri ise 19-28,8 ‰ arasında değişmektedir (Anger vd 1966). Belçika'daki üst Devoniyen Chaud Fontaine yatağının ^{34}S değeri 26,1-30,5 ‰ arasında olduğu belirtilmiştir (Dejonghe vd 1989), Red Dog barit yatağının ^{34}S değeri 18,8-49,0‰ (Johnson vd 2004). Konya- Hüyük bölgesinde bulunan baritlerin ^{34}S ortalaması 29,6‰ (Ayhan 2001), Adana Attepe barit yataklarının ^{34}S oranı 35,5 ‰ (Küpeli vd 2007)'dir ve Muş baritleriyle benzerlik göstermektedir (Şekil 6.12). Isparta Çarıkсарaylar bölgesinde bulunan barit yataklarının ^{34}S oranı ise 29 ‰ (Cengiz ve Kuşçu 2002) civarındadır. Bütün bunlara ek olarak değişik ortamlara ait ^{34}S oranları Şekil 6.13'de verilmiştir (Rye ve Ohmoto 1974).

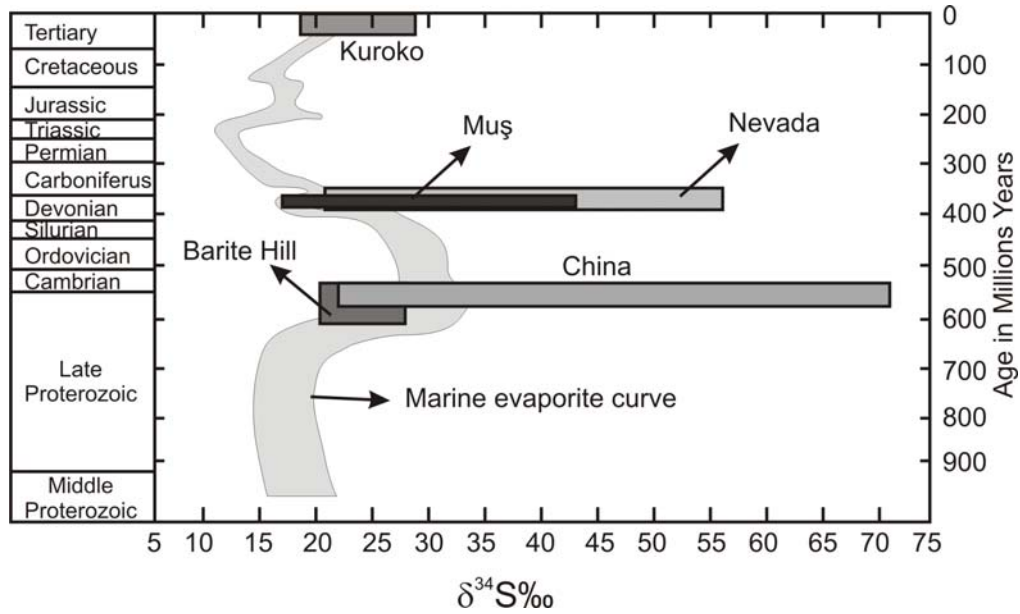


Şekil 6.12 Muş baritlerinin ^{34}S - ^{18}O içeriklerinin Adana-Attepe baritleriyle korelasyonu



Şekil 6.13 Değişik hidrotermal cevher yataklarındaki sülfid ve sülfatlardaki ^{34}S değerinin değişim aralığı (Rye ve Ohmoto 1974).

Muş baritlerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri (20,84 – 42,09‰), Nevada (20,9 – 56,3‰; Rye vd 1978), Çin (22,1 – 71,8‰; (Wang ve Li 1991, Wang 1996) gibi diğer stratiform barit yataklarında olduğu gibi eş yaşlı deniz suyu sülfatlarına nazaran geniş bir yayılıma sahiptir ve ağır sülfür bakımından aşırı bir zenginleşmeyi yansıtmaktadır. Volkanik kayalar içerisinde gözlenen Barit Hill (Kuzey Carolina, ABD) baritlerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri (20-27‰; Clark vd 1999, Seal vd 2001) ve Japonya'daki Kuroko yataklarının $\delta^{34}\text{S}$ değerleri (18-28‰; Watanabe ve Sakai 1983) eş yaşlı deniz suyu sülfatlarıyla neredeyse aynı değerlere sahiptir (Şekil 6.14).

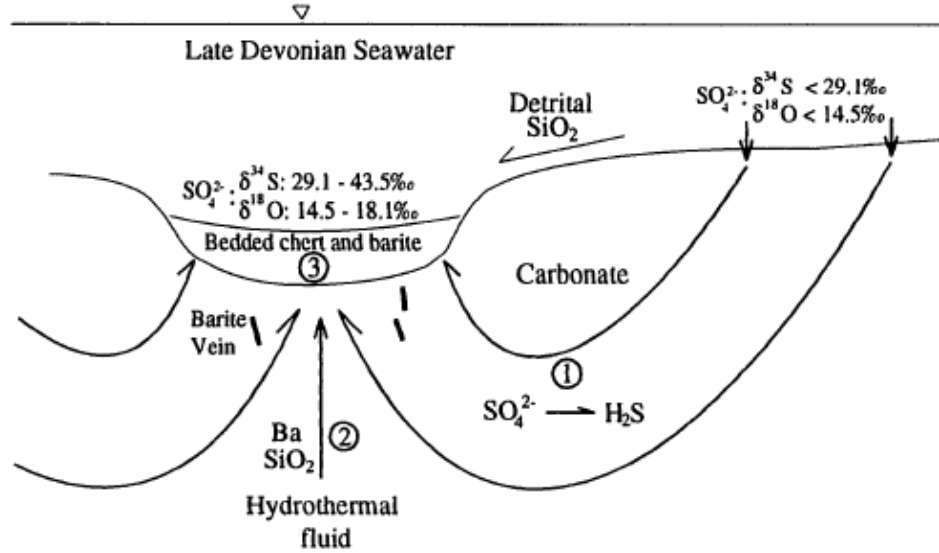


Şekil 6.14 Muş baritlerinin kükürt izotop değerlerinin Çin, Nevada baritleri ve volkanikler içerisinde oluşmuş barit yataklarıyla (Barite Hill, Kuroko) karşılaştırılması (Clark vd 2004'den değiştirilmiştir).

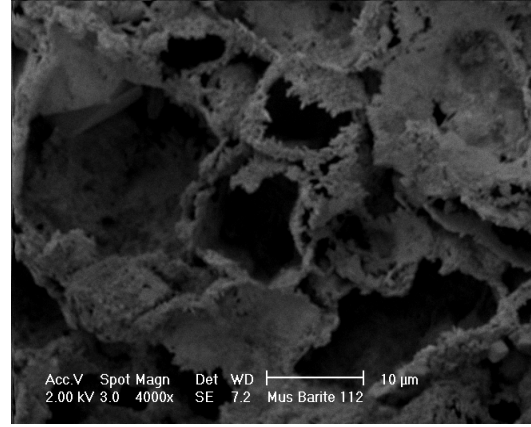
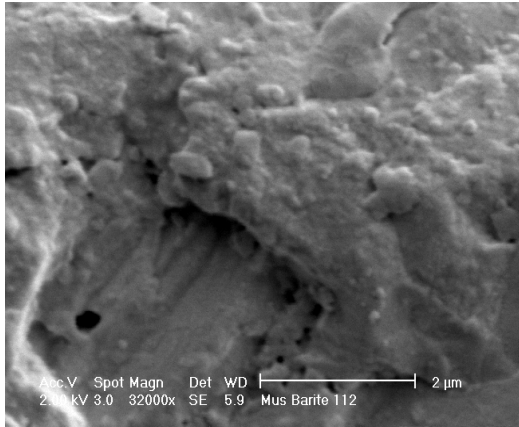
Sedimanlar içerisinde gözlenen yataklardaki kükürdün ağır izotopunun zenginleşmesi, anoksik ortamlarda aktif olan *Desulfovibrio desulfuricans* gibi kükürt indirgeyen bakterilerin faaliyetlerine bağlıdır (Rye vd 1978, Poole 1988, Poole ve Emsbo 2000). Kükürt indirgeyen bakteriler sülfat oluşturmak için izotopik olarak hafif olan kükürdü izotopik olarak ağır olan kükürde göre daha hızlı metabolize ederler. Bu süreç sonunda çözelti başlangıç bileşimine göre ağır kükürtçe zengin olan kalıntı çözülmüş sülfat çözeltisi haline dönüşür (Seal vd 2000). Açık okyanusla sınırlı etkileşime sahip kapalı havzalardaki barit oluşumları kükürdün ağır izotopundaki bu zenginleşmeye bağlı olarak geliştiği yorumlanmaktadır.

Geç Devonyen deniz sularının içinde bulunan çözülmüş sülfatların ^{34}S ve ^{18}O değerleri 29,1‰ ve 14,5‰'den küçüktür. Deniz suyu sülfatları ortamdaki süreksizlikler boyunca döngü sistemine girdiğinde bakteriler tarafından H_2S 'e indirgenmiştir. Tüketilmiş ^{34}S sülfatlarının bakteriyel sülfat indirgenmesinin ve yorumlanmasının bir sonucu olarak sülfatlarda oluşan ^{34}S ve ^{18}O değerleri sürekli olarak konveksiyon hareketi boyunca zenginleşmiştir ve ^{34}S değerleri 29,1‰ den 43,5‰'e ^{18}O değerleri ise 14,5‰ den 18,1‰'e kadar yükselmiştir (Xuefeng 1997, Şekil 6.15). İnceleme alanına ait barit örneklerinin taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntülerinin incelenmesi sonucunda bakteriyel faaliyet izleri ve kükürt indirgeyen bakterilerin varlığı

gözlenmiştir (Şekil 6.16). Bu açıklamalar ışığında Muş baritlerindeki ^{34}S ve ^{18}O değerlerinin yüksek olması bu tip bir mekanizmanın oluşum sırasında rol oynadığını göstermektedir.



Şekil 6.15 Deniz suyundan itibaren barit oluşumu ve bakteriyel redüksiyon (Xuefeng 1997)



Şekil 6.16 İnceleme alanındaki baritlerdeki bakteriyel indirgenme izlerini gösteren SEM görüntüleri

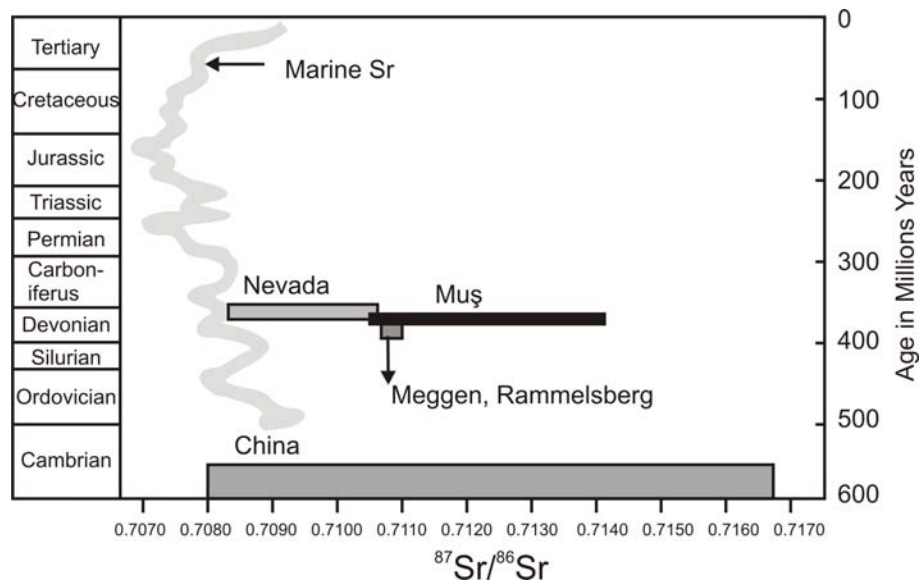
6.5.3. Stronsiyum izotopları

Baritlerin kristal kafeslerinde Ba ile birlikte az miktarda bulunan Sr'un izotopik bileşimi baritteki Ba ve Sr' un kaynağını işaret edebilir (Whitford vd 1992, Maynard vd 1995, Hanor 2000). İnceleme alanındaki baritlerin deniz suyundan oluştuğu düşünülecek olursa baritlerdeki Sr deniz suyunu veya deniz suyundan oluşmuş denizel

çökelleri (denizel evaporit veya karbonat) işaret etmesi gerekir. Bu değerlerden daha yüksek bir izotopik değer kıtasal Sr girişini göstermektedir (Hanor 2000).

Sr izotop oranları kullanılarak stratiform barit yatakları paleotektonik ortamlarına göre; kratonik rift tipi ve kıta kenarı tipi (yitim zonu ve pasif kıta kenarı arasında uzanan küçük okyanus yatakları) olmak üzere 2'ye ayrılır (Maynard ve Okita, 1991; Maynard vd 1995). Barite oluşumuna sebep olan sıvılar hangi karakterdeki kayalardan etkilenirlerse (okyanusal veya kıtasal) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değerleri bu etkileşimi yansıtabilecek ve eş yaşlı deniz suyuna ait değerden farklı olacaktır. Dolayısıyla kratonik rift ortamında oluşmuş barit yataklarında kıtasal kabuktan etkileşim çok fazla olduğundan baritlerdeki Sr kıta kenarı yataklarından daha radyojenik olacaktır (Maynard vd 1995).

Muş baritlerinin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri (0,710082-0,714090) eş yaşlı deniz suyu ile karşılaştırıldığında eş yaşlı deniz suyuna göre daha radyojenik olduğu görülmüştür. Baritlerin Sr izotop bileşimi, Meggen, Rammelsberg (Maynard vd 1995) örneğinde olduğu gibi kratonik rift ortamlarındaki sedimanlar içerisinde gözlenen stratiform barit yataklarının değerlerine benzerken, Nevada (Rye vd 1978, Barbieri ve Masi 1983, Maynard vd 1995) ve Çin (Wang ve Chu 1994) baritlerinden daha radyojenik olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.17).



Şekil 6.17 Muş baritlerinin stronsiyum izotop değerlerinin Çin, Nevada, Meggen, Rammelsberg baritleri ile karşılaştırılması (Clark vd 2004'den değiştirilmiştir).

Muş baritlerinin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin diğer barit oluşumları ile karşılaştırılmasında ise; İtalya-Iglesiente-Sulcis yatağının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0,7094-0,7140 (Cortecci vd 1989), Adana –Attepe yatağının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0,717169-0,718601 aralığındadır (Küpeli vd 2007) ve 0,713417 ortalamaya sahip olan Muş baritleri Adana-Attepe ve İtalya-Iglesiente-Sulcis yatakları ile benzerlik göstermelerine karşılık Paytan ve diğerlerinin (2002) makalelerinde belirtilen modern hidrotermal baritlerin ise üzerinde olduğu gözlenmiştir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri incelendiğinde Muş baritlerinin (0,710082-0,714090) ve yan kayaçlarının (0,710801-0,713822) değerlerinin çok yakın olması bunların homojenetik izotopik bir birleşim olduğu ve benzer kaynaktan oluştuğunu göstermektedir. Yan kayaç ve baritlerin Devoniyen yaşlı olduğu düşünüldüğünde bu devirdeki deniz suyu $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin ortalamasının 0,7086 (Burke vd 1982) olması baritlerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin Devoniyen deniz suyundan daha radyojenik olduğunu göstermektedir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin 0,706'dan küçük ise manto, 0,706'dan büyük ise kabuk kökenli olduğu kabul edildiği göz önüne alındığında, deniz sularının rol oynadığı hidrotermal bir çevrim sırasında kabuktaki birimlerle etkileşimi veya meteorik bir sıvı ile karışımı göstermektedir.

Muş bölgesi baritleri ve yan kayaçlarını izotop değerleri göz önüne alındığında oluşum ortamındaki devoniyen deniz suyundaki çözülmüş sülfatların $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,7086, ^{34}S (VCDT) değerleri 29,1‰ ve ^{18}O /VSMOW) değerleri 14,5‰'den küçüktür. Baritlerin ^{34}S (VCDT) değerinin ortalaması 34,65‰, ^{18}O (VSMOW) ortalama değeri yan kayaçlarda 18,52‰, baritlerde 13,98‰ olması ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin ortalamasının yan kayaç için 0,712742 ve baritler için 0,712412 olduğu göz önüne alındığında direk deniz suyundan çökelim modeli cevherleşmeyle uyumlu değildir.

Deniz suyu şelf ortamındaki süreksizlikler boyunca kıtasal kabuğun içerisinde bir hidrotermal çevrime girmiştir. Bu sırada sokulum yapan granit ısıtıcı görevini üstlenmiştir. Kıtasal kabukla etkileşime giren deniz suyunun sülfatları kükürt indirgeyen bakteriler tarafından ^{34}S 'ce zenginleştirilmiştir. Bu sırada bu bakteriyel faaliyetlerin farklı derecelerde meydana gelmesi ve kıtasal kabuk etkileşimi ile sülfatlarının ^{18}O miktarı da başlangıç değerine göre artmıştır. Aynı zamanda hidrotermal sıvı kıtasal kabuk etkileşimine bağlı olarak Sr değeri eş yaşlı deniz suyuna göre çok daha fazla

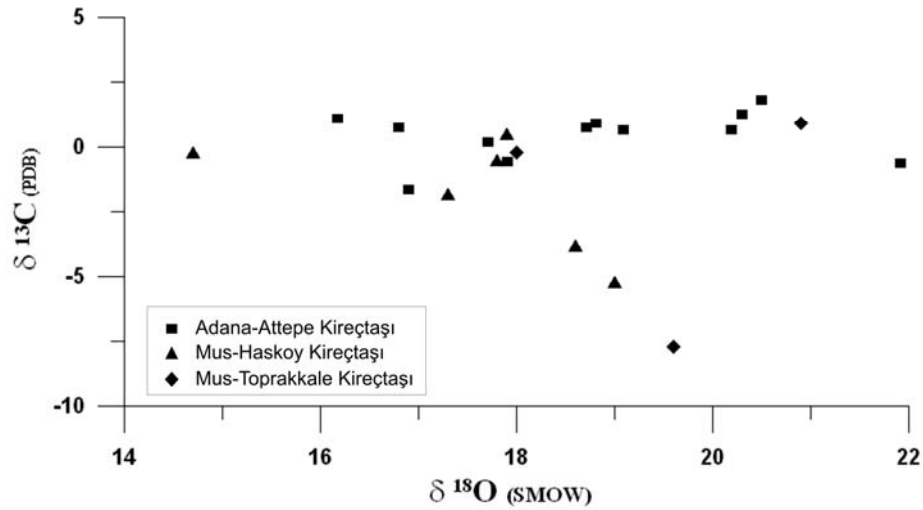
radyojenikleşmiştir. Bu sırada hidrotermal sıvı kıtasal kabuğun karakteristik minerallerinden olan Ba ve Sr'u yan kayaçlardan çözerek bünyesine katmıştır.

Ortamın göreceli olarak daha derin kısmında (karbonat çökelim bölgesine karşılık gelir) yüzeye çıkan sıvı çökelmekte olan karbonatlarla temasa geçince yan kayaçla eş yaşlı ve tabakalanmaya uyumlu şekilde barit çökelimini meydana getirmiştir.

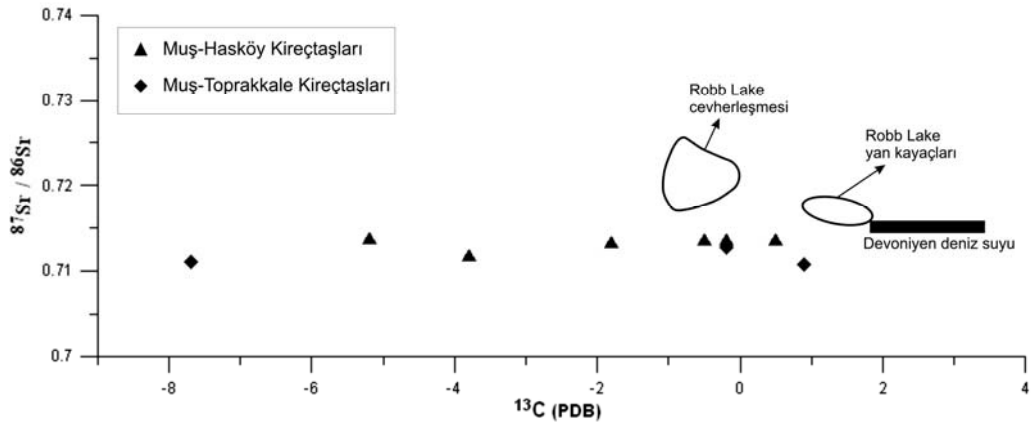
6.5.4. Karbon izotopları

Baritlerin yan kayacı olan rekristalize yer yer dolomitik kireçtaşlarının ^{13}C analizleri Georgia Üniversitesi Jeoloji Bölümünde değiştirilmiş McCrea (1950) metodu kullanılarak analizleri yapılmıştır. Örnekler 50°C 'de vakum altında 100% fosforik asitle tepkimeye sokulmuştur. Konveksiyonel vakum çizgisine soğutularak arındırılmış CO_2 elde edilerek Finnigan MAT Delta E kütle spektrometresi ile analiz edilmiştir. Laboratuvar standartları önceden hazırlanmış ve her bir örnek takımıyla analiz edilmiştir. Standartlar NBS-19 ($\delta^{13}\text{C} = +1,95\%$, $\delta^{18}\text{O} = -2,2\%$) ve NBS-18 ($\delta^{13}\text{C} = -5,0\%$ ve $\delta^{18}\text{O} = -2,0\%$) ile kalibre edilmiş ve sonuçlar VPDB olarak verilmiştir.

İnceleme alanı baritlerinin yan kayaçları olan rekristalize kireçtaşlarının ^{13}C (VPDB) değeri -7,7 ile 0,9 arasında gözlenirken $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) değeri 14,7‰ ile 20,9‰ arasında değişmektedir. Bu değerler Adana-Attepe cevherleşmesinin yan kayacı olan kireçtaşlarıyla karşılaştırıldığında bu yatakla yan kayaç değerlerinin de benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 6.18). Ayrıca Muş baritlerinin yan kayaçlarının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve ^{13}C değerleri Robb Lake cevherleşmesiyle karşılaştırıldığında benzer değerler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 6.19).



Şekil 6.18 Muş bölgesi kireçtaşlarının Adana-Attepe kireçtaşlarıyla karşılaştırılması



Şekil 6.19 Muş bölgesi kireçtaşlarının Robb Lake cevherleşmesi ve kireçtaşlarıyla karşılaştırılması

6.6. İzotop Analizlerinin Karşılaştırmalı Yorumu

I. ve II. bölge baritleri ve yan kayaçlarının izotop analiz sonuçları ve ilişkileri ve farklılıkları incelenmiştir. Buna göre;

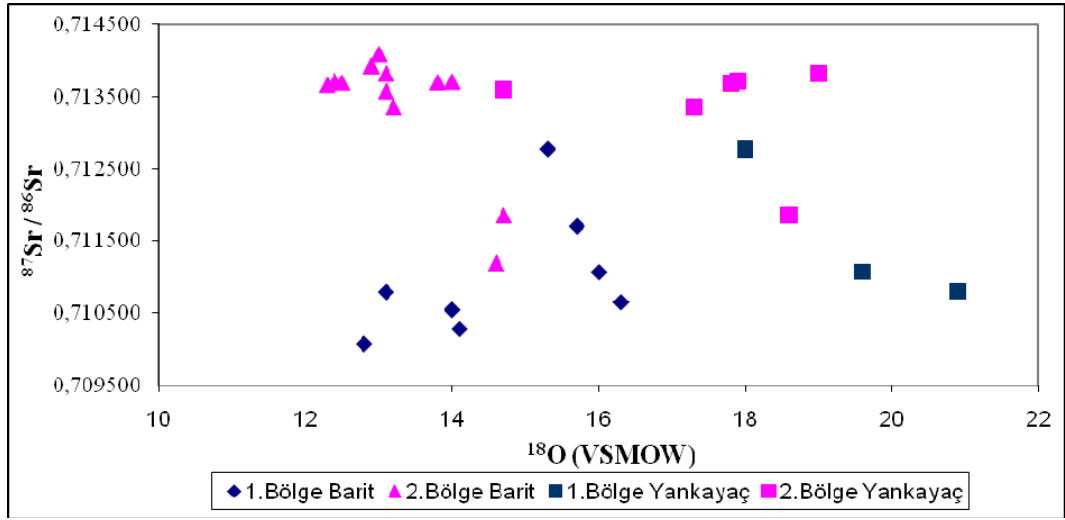
- Her iki bölgenin yan kayaçlarının $\delta^{18}\text{O}$ değerleri baritlere göre daha yüksektir (Şekil 6.20).
- Baritlerin $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri birbirine yakın olup (Şekil 6.20), I. Bölge baritlerinin değerleri daha yüksektir (Şekil 6.21).
- Baritlerde olduğu gibi yan kayaçların da $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri birbirine yakındır (Şekil 6.20).

- II. Bölge baritleri ve yan kayaçlarının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değerleri I. Bölge barit ve yan kayaçlarına göre daha radyojeniktir (Şekil 6.20, 22).
- Bölgelerin baritlerinin ve yan kayaçlarının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değerleri birbirleriyle uyumludur (Şekil 6.20).
- II. Bölge baritlerinin ^{34}S izotop değerleri I. Bölge baritlerine göre daha yüksektir (Şekil 6.22).

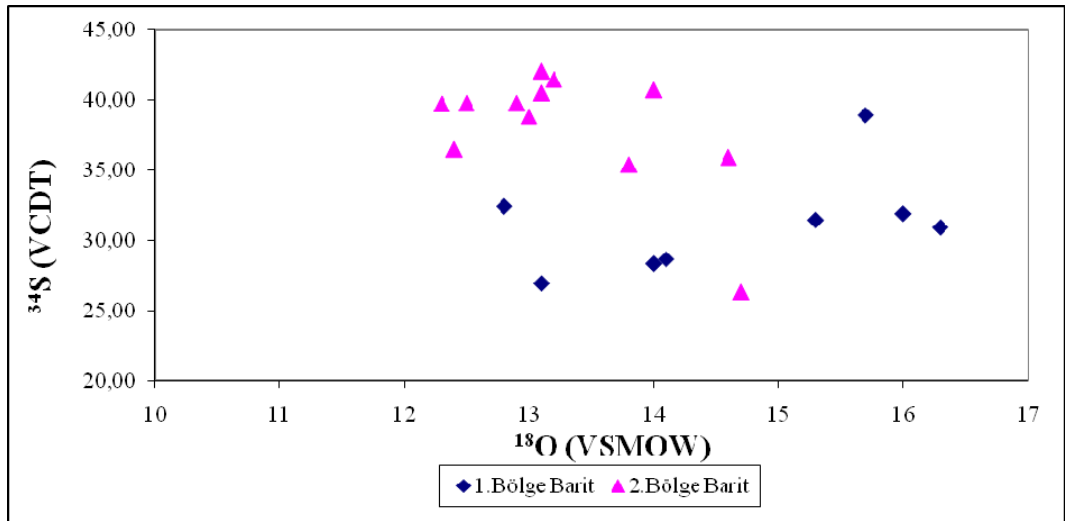
Baritlerin yan kayaçları olan rekristalize kireçtaşları Devoniyen yaşlıdır ve pasif kıta kenarı şelf ortamında oluşmuştur (Göncüoğlu ve Turhan 1985). Her iki bölgede de sedimanter kökenli baritler bu yan kayaçlarla uyumlu; hidrotermal kökenli baritler ise uyumsuzdur. İnceleme alanı barit ve yan kayaçlarında yapılan ve yukarıda incelenen izotop yorumları bu bilgiler ışığında yorumlanacak ve barit oluşumu açıklanacak olursa;

Bölgelerin baritlerinin ve yan kayaçlarının $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotop değerlerinin birbirleriyle uyumluluk göstermesi benzer bir izotopik bileşime sahip olduklarını, benzer ve/veya aynı izotopik bileşime sahip bir kaynaktan ve eş zamanlı olarak oluştuklarını göstermektedir. Baritler ve yan kayaçlarının Devoniyen yaşlı olduğu ve deniz suyundan oluştuğu düşünüldüğünde izotop sonuçlarının Devoniyen deniz suyunun izotop değerleriyle benzer olması gerekmektedir. Hem baritler hem de yan kayaçlarının $\delta^{18}\text{O}$ ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri Devoniyen deniz suyuna göre daha yüksektir ve baritlerin ^{34}S izotop değerleri de çok daha fazladır. Baritler ve yan kayaçların izotopik bileşimlerinin oluşumlarında kaynak çözelti olduğu düşünülen Devoniyen deniz suyundan farklı olması; Devoniyen deniz suyunun şelf ortamındaki süreksizlikler boyunca hidrotermal çevrimi sırasında kıtasal kabuktan etkileşiminden kaynaklanmaktadır. II. Bölge baritlerinin I. Bölge baritlerine göre $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin daha az, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve ^{34}S değerlerinin daha fazla olması kıtasal kabuktan daha fazla etkileşime uğradığını göstermektedir. İki bölge baritlerinin güncel coğrafi konumları arasında 50 km fark olduğu ve bu birimlerim metamorfizma sonucunda kıvrımlandığı düşünüldüğünde oluştukları anda aralarındaki mesafe daha fazla olacaktır. II. Bölge baritlerinin oluştukları andaki konumu muhtemelen I. Bölge baritlerine göre havzanın daha derin ve kıtaya daha uzaktır. Dolayısıyla II. Bölge baritlerinin oluşumunu sağlayan çözelti, I. Bölge baritlerinin oluşumuna neden olan çözeltiye göre hidrotermal çevrimi

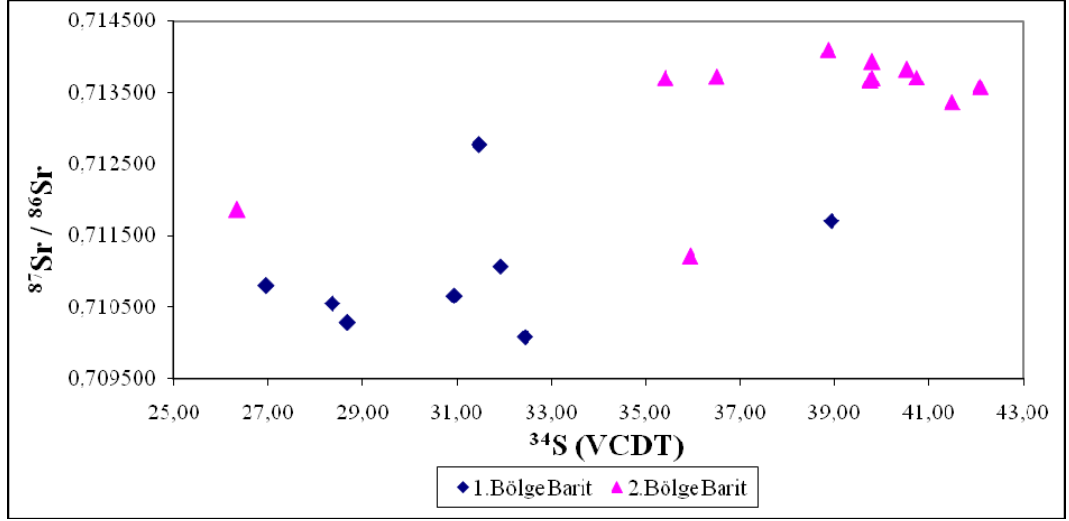
daha derin ve daha uzundur. Bunun sonucunda da kıtasal kabuktan daha fazla etkileşime girmiştir. İzotop sonuçları REE patternleri de bu yorumu desteklemektedir.



Şekil 6.20 Muş barit ve yan kayaçlarının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} - ^{18}\text{O}$ diyagramı



Şekil 6.21 Muş barit ve yan kayaçlarının $^{34}\text{S} - ^{18}\text{O}$ diyagramı



Şekil 6.22 Muş barit ve yan kayaçlarının $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} - ^{34}\text{S}$ diyagramı

7. SONUÇLAR

İnceleme konusu olan Muş baritleri Bitlis Metamorfikleri'nin Mutki Grubu'nun Orta-Üst Devoniyen yaşlı Meydan Formasyonuna ait rekristalize, yer yer dolomitik kireçtaşları içerisinde gözlenmektedir. Baritler yan kayaçları olan rekristalize kireçtaşlarıyla uyumlu katmanlar gözlenmesine karşın çoğunlukla tabakalanmayı kesen, kırık ve çatlak dolgusu şeklindeki damarlar şeklide bulunurlar.

Arazi gözlemleri, ince kesit ve parlak kesit incelemeleri sonucu gözlenen mineral parajenezi, cevher yapı, doku özellikleri ve cevher yan kayaç ilişkileri, ayrıca ana ve iz element jeokimyası, cevherleşmeye sebep olan çözeltilerin karakteristiklerini yorumlamaya yarayan diyagramlar ışığında cevher oluşumunun birkaç fazda meydana geldiği belirlenmiştir. Öncelikle ilk faz olarak isimlendirilen baritlerin oluştukları ve bunların sadece barit minerallerinden oluştuğu, sülfürlü ve oksitli minerallerce steril oldukları gözlenmiştir. Ardından tektonik faaliyetlerle içerisinde oluştukları yan kayaçlarla birlikte kırıklı ve boşluklu bir yapı kazandıkları ve bu boşlukların demirli ve silisli çözeltiler tarafından dolduruldukları gözlenmiştir. Daha sonraki faaliyetler sırasında gelen çözeltiler sülfürce zengin olduklarından önce oluşan birincil baritlerin ve yan kayaçlardaki boşluklarda barit-kalkopirit-sfalerit-galen parajenezi oluşacak biçimde çökeltiye sebep olduğu ve bu oluşumların demirli mineraller içeren zonları da kestikleri tespit edilmiştir. Bu oluşumların cevher içerikli hidrotermal çözeltilerle reaksiyonu sonucu ikincil zenginleşme ürünü olarak bornit-kovellin-kalkosin minerallerinin geliştiği ve cevherin alterasyonu sonucunda da malakit ve azurit gibi minerallerin oluştukları belirlenmiştir. İkincil batilerin genel mineral parajenezinin Barit + Pirit + Kalkopirit + Sfalerit ± Galen ± Bornit ± Kovellin ± Kalkosin ± Malakit ± Azurit ± Hematit ± Limonit ± Kuvars şekline olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanından alınan 59 adet örnekten ana oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde baritlerin BaO içerikleri % 8,35 ile % 69,90 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalamaları % 42,80'dir. Baritlerin SrO içerikleri ise % 0,2

ile % 2,75 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalamaları % 1,47'dir. Yan kayaçların BaO içerikleri % 0,14 ile % 24,2 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalamaları % 8,13'tür. Yan kayaçların SrO içerikleri ise % 0 ile % 0,51 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalamaları % 0,19'dur.

İnceleme alanındaki iki bölge altında incelenen barit oluşumlarının her birini yansıtabilecek şekilde seçilen örneklerden XRD analizleri yaptırılmıştır. Analiz sonucunda baritlerin genellikle basit sade bir mineralojiye sahip olduğu, çoğunlukla barit minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Parajenezde barite yer yer kalsit, kuvars ve nadiren stronsiyonitin eşlik ettiği gözlenmiştir.

Barit örneklerinden hazırlanan parlatılmış ince kesitler üzerinde sıvı kapanımı çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örneklerin incelenmesi sonucunda kapanımların sıvıca zengin ($L > \%50$) sıvı+gaz (L+V) olmak üzere iki fazlı kapanımlar olduğu belirlenmiştir. Baritlerden yapılan sıvı kapanımı çalışmalarında farklı ötektik sıcaklıkları (Te) tespit edilmiştir. Bu ölçümler sonucunda Te değerleri $-53,1$ °C ile -50 °C arasında değişen sistemdeki tuzun türü NaCl- CaCl₂-H₂O ve MgCl₂- CaCl₂-H₂O, Te değeri $-12,2$ °C olarak ölçülen sistemdeki tuzun türü ise KCl-H₂O olarak belirlenmiştir. Baritlerin Tm değerleri $-9,3$ °C ile $-18,8$ °C arasında değişmektedir ve buna göre baritler orta tuzluluktaki (% 6 NaCl) çözeltiden oluşmuşlardır. Baritlerin homojenleşme sıcaklıkları $71,3$ °C ile $164,3$ °C arasında değişmektedir. Çok sayıda olmamasına karşın bazı örneklerde 285 °C ve 430 °C gibi yüksek Th değerleri ölçülmüştür.

İnceleme alanı örneklerden yapılan çalışmalar sonucunda; ölçüm yapılabilecek örneklerin bir kısmı ilk ergime değerleri (Te), düşük homojenleşme sıcaklıkları (Th) ile MVT tipi barit yataklarının değerleriyle benzerlikler sunmaktadır. Ölçümler sonucu elde edilen orta tuzluluk değerleri, CO₂ in varlığı ve nispeten düşük homojenleşme sıcaklıkları Irish tip barit oluşumlarının özellikleriyle benzerlikler göstermektedir. Irish yataklar kesin olmamakla birlikte MVT ile SEDEX arasındaki bir geçiş olduğu düşünülmektedir.

İnceleme alanından seçilen barit örneklerinden 21 adet $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW), 16 adet $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, 47 adet $\delta^{34}\text{S}$ (VCDT) ve yan kayaçlardan 9 adet ^{13}C (VPDB) ve 9 adet $\delta^{18}\text{O}$

(VSMOW) duraylı izotop analizleri yaptırılmıştır. Baritlerin ^{18}O (VSMOW) izotop değerleri 12,3‰ ile 16,3‰ arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması 13,82 ‰'dir. $\delta^{34}\text{S}$ (VCDT) değerleri 20,84‰ ile 42,09‰ arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması 33,58‰'dir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,710082 ile 0,714090 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması 0,712113'tür.

Baritlerinin yan kayaçları olan rekristalize kireçtaşlarının ^{13}C (VPDB) değeri -7,7‰ ile 0,9‰ arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması -2‰'dir. ^{18}O (VSMOW) değeri 14,7‰ ile 20,9‰ arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması 18,2‰'dir. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,710801 ile 0,713822 arasında değişmektedir ve aritmetik ortalaması 0,712742'dir.

Bölgede gözlenen istifin iri taneli kırıntılılarla başlayıp ince taneli kırıntılılara devam etmesi ve barit cevherleşmesine ev sahipliği yapan rekristalize yer yer dolomitik kireçtaşlarına geçmesi şelf ortamını yansıtmaktadır ve Devoniyen yaşlıdır (Göncüoğlu ve Turhan 1985). İnceleme alanında gözlenen granitik sokulum da birimlerle eş yaşlıdır.

Bölgede Orta Devoniyen'de kırıntılılar ve karbonatlarla başlayan istif, Alt Permiyen, Üst Permiyen ve Orta Triyas'a kadar gözlenen karbonat istifi bölgenin şelf niteliğinde olduğu göstermektedir. Üst Triyas'ta tüflerle ardalanan karbonatlar ve üzerinde görülen volkanik kayaçlarla birlikte mikritik kireçtaşları radyolaryla çamurtaşları ve radyolaritlerin varlığı, ortamda hem volkanik aktivitenin geliştiğini, hem de derinleşmenin başladığını göstermektedir. Bu veriler ışığında Üst Triyas ve sonrasında kıtasal kabuğun parçalandığı ve Orta-Üst Devoniyenden beri süren şelfin derinleşerek, bölgenin çökmüş kıta kenarına dönüştüğünü göstermektedir (Göncüoğlu ve Turhan 1985) ki bu zaman Neotetis'in açılımını işaret etmektedir.

Muş bölgesi baritleri ve yan kayaçlarını izotop değerleri göz önüne alındığında oluşum ortamındaki devoniyen deniz suyundaki çözülmüş sülfatların $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerleri 0,7086, ^{34}S (VCDT) değerleri 29,1‰ ve ^{18}O /VSMOW) değerleri 14,5‰'den küçüktür. Baritlerin ^{34}S (VCDT) değerinin ortalaması 34,65‰, ^{18}O (VSMOW) ortalama değeri yan kayaçlarda 18,52‰, baritlerde 13,98‰ olması ve $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ değerlerinin

ortalamasının yan kayaç için 0,712742 ve baritler için 0,712412 olduğu göz önüne alındığında direk deniz suyundan çökeltim modeli cevherleşmeyle uyumlu değildir.

Deniz suyu şelf ortamındaki süreksizlikler boyunca kıtasal kabuğun içerisinde bir hidrotermal çevrime girmiştir. Bu sırada sokulum yapan granit ısıtıcı görevini üstlenmiştir. Kıtasal kabukla etkileşime giren deniz suyunun sülfatları kükürt indirgeyen bakteriler tarafından ^{34}S 'ce zenginleştirilmiştir. Bu sırada bu bakteriyel faaliyetlerin farklı derecelerde meydana gelmesi ve kıtasal kabuk etkileşimi ile sülfatlarının ^{18}O miktarı da başlangıç değerine göre artmıştır. Aynı zamanda hidrotermal sıvı kıtasal kabuk etkileşimine bağlı olarak Sr değeri eş yaşlı deniz suyuna göre çok daha fazla radyojenikleşmiştir. Bu sırada hidrotermal sıvı kıtasal kabuğun karakteristik minerallerinden olan Ba ve Sr'u yan kayaçlardan çözerek bünyesine katmıştır.

Ortamın göreceli olarak daha derin kısmında (karbonat çökeltim bölgesine karşılık gelir) yüzeye çıkan sıvı çökelmekte olan karbonatlarla temasa geçince yan kayaçla eş yaşlı ve tabakalanmaya uyumlu şekilde bünyesindeki Ba^{+2} ve SO_4^{-2} barit olarak çökelmiştir.

İnceleme alanının tektonik evrimi göz önüne alındığında Erken Miyosen'in sonunda Neotetis tamamen kapanmıştır. Devoniyende oluşan istif bu tektonik hareketler boyunca hem kıvrımlanmış hem de metamorfizma geçirmişlerdir. Baritlerin bir kısmı metamorfizma şartlarına bağlı olarak yeniden kristallenmiştir. Diğer bir kısmı ise metamorfizma ve kıvrımlanmanın etkisiyle stratigrafik olarak daha üst zonlara taşınarak bölgesel tektonizmaya bağlı oluşan kırık ve boşluklara yerleşmiştir. Bu remolizasyon sırasında pirit, kalkopirit, sfalerit, galen gibi mineraller de parajenezde dahil olarak barite eşlik etmiştir. İnceleme alanındaki açılma çatlakları ile barit damarlarının uyumluluğu bu senaryoyu desteklemektedir. Diğer bir kısım barit oluşumları ise genç havza oluşumlarına bağlı tektonik faaliyetlerden etkilenerek breşleşmişlerdir. İnceleme alanı hala aktif tektonizma etkisi altında olup, tektonik faaliyetler günümüzde dahi devam etmektedir.

8. KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., ve Baştuğ, C. (1975) Cacas- Hani kuzey sahaları jeoloji raporu, TPAO Rap. No: 917, Ankara.
- Altınlı, İ. E. (1963) 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Van paftası izah namesi, MTA Ankara.
- Anger, G., Nielsen, H., Puchelt, H., Ricke, W. (1966) Sulfurisotopesin the Rammelsberg ore deposit (Germany), *Economic Geology*, 61: 511-536.
- Arni, P. (1939) Van Viyaletinin Jeolojisi hakkında, MTA Rap No: 883, Ankara.
- Arpat, E., Boray, A., Terlemez, İ. (1976) Bitlis masifi güney sınırında yer alan kuşağın bazı jeolojik özellikleri, Türkiye Jeol. Kur. 30 Kurultay Bildiri özleri, Ankara, s. 12-13.
- Ayhan, A. (1979) Geologie und mineralogie der blei-zink-baryt-lagerstaetten Zwischen Burhan Mah. und Yuları bei Gazipaşa-Antalya, Heidelberg Univ., Ph.D., 175 s.
- Ayhan, A. (2001) Stratiform barite deposits between Şarkikaraağaç (Isparta) and Hüyük (Konya) in Sultandağ region, Turkey, *Chemie Der Erde*, 61: 54-66.
- Baar, H. J. W., Bacon, M. P., Brewer, P. G., Bruland, K. W. (1985) Rare earth elements in the Pacific and the Atlantic oceans, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 49: 1943–1959.
- Barbieri, M. and Masi, U. (1983) Strontium geochemistry of barite from two lower Palaeozoic deposits from Tennessee and Nevada (USA), *Mineralogica Petrographica Acta*, 27: 251–254.
- Baştuğ, C. ve Açıkbaş, D. (1974) Kozluk-Sason yöresi şaryaj raporu, TPAO. Rap. No: 878, Ankara.
- Baştuğ, C. (1976) Bitlis napının stratigrafisi ve güneydoğu Anadolu sütün zonunun evrimi, *Yeryuvarı ve İnsan*, 1-1: 55-61.
- Baştuğ, C. (1980) Sedimentation, Deformation and melange emplacement in the Lice basin, Dicle – Karabegan area, SE Turkey, Ph.D., *ODTÜ*, Ankara.
- Boray, A. (1973) The structure and metamorphism of the Bitlis area, south East Turkey, Ph.D., Univ. Of London.

- Boray, A. (1975) Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 18/1: 81-84.
- Bozkaya, G. and Gökçe, A. (2004) Trace and Rare Earth Element Geochemistry of the Karalar (Gazipaşa - Antalya) Barite-Galena Deposits, Southern Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 63-76.
- Buket, E. and Temel, A. (1998) Major-element, trace-element, and Sr-Nd isotopic geochemistry and genesis of Varto (Muş) volcanic rocks, Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85/1-4: 405-421.
- Burke, W. H., Denison, R. E., Hetherington, E. A., Koepnick, R. B., Nelson, H. F. and Otto, J. B. (1982) Variation of seawater $87\text{Sr} / 86\text{Sr}$ throughout Phanerozoic time, *Geology*, 10: 516–519.
- Cengiz, O. and Kuşcu, M. (2002) Şarkikaraağaç (Isparta) ile Hüyük (Konya) arasındaki barit yataklarının jeokimyasal özellikleri ve kökeni, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 123-124: 67-89.
- Clark, S. H. B., Gray K. J. and Back, J. M. (1999) Geology of the Barite Hill gold–silver deposit in the southern Carolina slate belt, *Economic Geology* , 94: 1329–1346.
- Clark, S. H. B., Poole, F. G., Zhongcheng, W. (2004) Comparison of some sediment-hosted, stratiform barite deposits in China, the United States, and India, *Ore Geology Reviews*, 24: 85–101.
- Claypool, G. E., Holser, W. T., Kaplan, I. R., Sakai, H. and Zak, I. (1980) The age curves of sulfur and oxygen isotopes in marine sulfate and their mutual interpretation, *Chemical Geology*, 28: 199-260.
- Cortecchi, G., Fontes, J. C., Maiorani, A., Perna, G., Pintus, E. and Turi, B. (1989) Oxygen, sulfur and strontium isotope and fluid inclusion studies of barite deposits from the Iglesias-Sulcis mining districts, South-Western Sardinia, Italy, *Mineralium Deposita*, 24: 34-42.
- DeBarr, H. J .W., Bacon, M. P., Brewer, P. G., Bruland, K.W. (1985) Rare earth elements in the Pacific and Atlantic Oceans, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49: 1943–1959.
- Dejonghe, L., Boulégue, J., Demaiffe, D. and Létolle, R. (1989) Isotope geochemistry (S, C, O, Sr, Pb) of the Chaudfontaine mineralization (Belgium), *Mineralium Deposita*, 24,2: 132-140.

- Ekingen, A. (1977) Tatvan bölgesi gravimetre etüdü, MTA Rapor No:5860.
- Elderfield, H. (1988) The oceanic chemistry of the rare-earth elements, *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, A325, 105-124.
- Erdoğan, B. (1982) Ergani- Maden yöresindeki GD Anadolu ofiyolit kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaları, *Türkiye Jeo. Kur. Bült.*, 25/1: 49-61.
- Fazakas, H. J. (1976) Geochemisch-Lagesttaetten-kundliche Untersuchungen an Schwerspatvor-kommen des Südwestdeutschen Grund und Deckgebirges, Naturwiss. Fak., Univ., Ph.D., 76 s.
- Genç, S. (1977) Geological evolution of the southern margin of the Bitlis massiv, Lice-Kulp districh SE Turkey, Ph.D., Univ. Of Wales, İngiltere, 281s.
- Googlemaps (2010). Google maps. <http://maps.google.com/> (15.05.2010).
- Göncüoğlu, M. C. (1983) Muş Kızılağaç metagranitinin metamorfizması ve yaşı, *MTA Dergisi*, 99/ 100: 72-83.
- Göncüoğlu, M. C. (1985) Turhan, N., Bitlis Metamorfik Kuşağı Orta Bölümünün Temel Jeolojisi, MTA, Ankara.
- Göğçer, E. (1969) Van L 48a4 paftasının jeolojisi, MTA Rap. No: 5203.
- Guichard, F., Church, T. M., Treuil, M., Jaffrezic, H. (1979) Rare earths in barites: distribution and effects on a queous partitioning, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 43: 983–997.
- Gustafson, L. B. and Williams, N. (1981) Sediment hosted stratiform deposits of Copper lead and zinc Skinner, *Economic Geology*, 75: 139-178.
- Hall, R. and Mason, R. (1972) A tectonic melange from the eastern Taurus mountains, Turkey, *Journ. Geol. Soc. Lond.*, 128: 395-397.
- Hall, R., (1974) The stracture and petrology of an ophiolitic melange near Mutki, Bitlis province, Turkey, Ph. D., University of London.
- Hall, R. (1976) Ophiolite emplacement and the evolution of the Taurus suture zone, southeastern Turkey, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 87: 1078-1088.
- Hall, R. (1980) Unmixing a melange: the petrology and history of a disructed and metamorphised Ophiolite, SE Turkey, *Geol. Soc. London*, 137: 195-206.
- Hanor, J. S. (2000) Barite-celestine geochemistry and environments of formation, in Sulfate Minerals: Crystallography, Geochemistry, and Environmental Significance. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, vol. 40, (Alpers, C. N., Jambor, J. L.,

- Nordstrom, D. K., Eds.), Mineralogical Society of America and The Geochemical Society, Washington, D.C., pp.193–263.
- Helvacı, C. and Griffin, W. L. (1983) Metamorphic feldspathization of metavolcanics and granitoids, Avnik area, Turkey, *Contrib- Mineral Petrol.*, 83: 309-319.
- Horstink, J. (1971) The late Cretaceous and Tertiary geological evolution of Eastern Turkey, *Türkiye Birinci Petrol Kongresi Tebliğleri*, Ankara, s. 21-45.
- Ibbotson, P. (1970) Siirt- Bitlis regional mineral survey, MTA Rap. No: 4218, Ankara.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F., Villari, L. (1976) Evolution of volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates-Lake Van, Eastern Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 1: 103–112.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Serri, G., Villari, L. (1980) Geology of the volcanic area north of Lake Van Turkey, *Geol. Rundsch*, 69: 292–322.
- Johnson, C. A., Kelley, K. D. and Leach, D. L. (2004) Sulfur and Oxygen Isotopes in Barite Deposits of the Western Brooks Range, Alaska, and Implications for the Origin of the Red Dog Massive Sulfide Deposits, *Economic Geology*, 99, 7: 1435-1448.
- Kellog, H. E. (1960) Stratigraphic report, Bitlis- Siirt area, Petroleum District V., SE Turkey, Petrol İşleri Gen. Müd. Teknik arşivi, Ankara.
- Kumral, M. (2010) Mineralogical, geochemical, and isotopic (Sr, O, S) evidence for multiple fluid sources for the Hasköy barite deposits, SE Anatolia, Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 19-2, 208-220.
- Kusakabe, M., Mayeda, S. and Nakamura, E. (1990) S, O, and Sr isotope systematics of active vent materials from the Mariana backarc basin spreading-axis at 188N, *Earth and Planetary Science Letters*, 100: 275–282.
- Kuşçu, M. (1983) Göktepe-Ermenek (Konya) yöresinin jeolojisi ve Pb-Zn yatakları, SÜ. Fen Bil. Enst., Ph.D., 181 s.
- Küpelı, Ş., Karadağ, M. M., Ayhan, A., Döyen, A., Arık, F. (2007) C, O, S and Sr isotope studies on the genesis of Fe-carbonate and barite mineralizations in the Attepe iron district (Adana, Southern Turkey), *Chemie der Erde*, 67: 313–322.
- Lydon, J. W. (1983) Chemical parameters controlling the Origin and deposition of sediment-hosted stratiform lead-zinc deposits, *Min. Assoc. Can.*, Short Course, S. 8, 175-245.

- Michard, A. and Albarade, F. (1986) The REE content of some hydrothermal fluids, *Chemical Geology*, 55: 51-60.
- Mason, R. (1973) The tectonic status of the Bitlis Masif, *50. Yıl Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, Ankara, s. 31-42.
- Mason, R. (1978) Petrology of the Metamorphic Roskc, George. *Allen and Unwin Ltd.*, London, 254s.
- Maxon, J. H. (1937) Reconnaissance of petroleum possibilities of the Van district, MTA Rap. No: 682, Ankara.
- Maynard, J. B. and Okita, P. M. (1991) Bedded barite deposits in the United States, Canada, Germany and China: Two major types based on tectonic setting, *Economic Geology*, 86: 364-376.
- Maynard, J. B., Morton, J., Valdes-Nodarse, E. L., Diaz-Carmona, A. (1995) Sr isotopes of bedded barites: guide to distinguishing basins with Pb–Zn mineralization, *Economic Geology*, 90: 2064–2085.
- McCrea, J. M. (1950) On the Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale, *Journal of Chemical Physics*, 18: 849-857.
- Meriç, E. (1973) Mutki (Bitlis) güneyindeki sınırlı bir üst Maestrihtiyen mostrasının varlığı hakkında, *İ.Ü.F.F mecmuası* , Seri B, 38, 1-4, 49- 51.
- MTA (2010). Maden tektik ve arama genel müdürlüğünün web sitesi. http://www.mta.gov.tr/v1.0/index.php?id=maden_haritalari&m=6 (02.04.2005).
- Nielsen, H. (1979) Sulfur isotopes, *Lectures in Isotope Geology*, Jager, E., Hunziker, S.C., Springer, Berlin-Heidelberg–New York, s 283–312.
- Okay, A. I. (2008) Geology of Turkey: A synopsis, *Anschnitt*, 21: 19-42.
- Oswald, F. (1906) A treatise on the geology of Armenia, Boston.
- Özkaya, İ. (1974) Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 17/1: 51- 72.
- Özkaya, İ. (1982a) Upper Cretaceous plate rupture and development of leaky transcurrent fault ophiolites in SE Turkey, *Tectonophysics*, 88:103-116.
- Özkaya, İ. (1982b) Marginal basim ophiolites of Oramor and Karadağ, SE Turkey, *Jour. Geol. Soc. London*, 139: 203-210.
- Paytan, A., Mearon, S., Cobb, K., Kastner, M. (2002) Origin of marine barite deposits, Sr and S isotopic haracterization, *Geol. Soc. America*, 30(8): 747–750.

- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J. J. (1990) Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia Turkey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44: 189–229.
- Perinçek, D. (1979) GD Anadolu allohton birimlerinin birbirleri ile ilişkileri ve bunların jeolojik evrimdeki yeri, *Türkiye Jeol. Kur. 33. Kurultay bildiri özleri*, Ankara, s. 117-118.
- Perinçek, D. (1980a) Bitlis Metamorfitlerinde volkanikli Triyas, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 23: 201-209.
- Podufal, P. (1977) Die Dreislärer Barytange, *Der Aufschluss*, 55, 2: 37-40.
- Poole, F. G. (1988) Stratiform barite in Paleozoic rocks of the western United States, In: Zachrisson, E.(Ed.), Proceedings of the Seventh Quadrennial IAGOD Symposium, E.Schweizerbar'sche Verlags buchhandlung, Stuttgart, Germany, s 309–319.
- Poole, F. G. Emsbo, P., (2000) Physical, chemical, and isotopic characteristics of stratiform barite deposits in marine rocks of Western North America, Geological Society of America Abstracts with Programs, 32(7):A-50.
- Pratt, A. D. (1990) The geology, geochemistry and mineralogy of the Sedimentary Catana Zn-Fe-Pb-Ba deposit, SE Turkey, Ph.D., Copenhagen, Denmark.
- Puchelt, H. (1967) Zur Geochemie des Bariums im exogenen Zyklus: Sitzungsber., Heid., Ak. Wiss., Math. Nat. Kl., Jg., 4 Abh., 205s.
- Reimer, T. (1978) Detrital barites in Karoo Supergroup of Southern Africa, *Min. Deposita*, 13: 235-244.
- Rigo De Righi, M. and Cortesini, A. (1964) Gravity tectonics in the foothills structure belt of southeast Turkey, *Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull.*, 48: 1911-1937.
- Rye, R. O. and Ohmoto, H. (1974) Sulphur and carbon isotopes and ore genesis: A review, *Economic Geology.*, 69: 826-842.
- Rye, R. O., Shawe, D. R., Poole, F. G. (1978) Stable isotope studies of bedded barite at East North Umlerland Canyon in the Toquima Range, central Nevada, U. S. *Geological Survey Journal of Research*, 6: 221–229.
- Sangester, D. F. (1983) Mississippi Valley-Type deposits: a geological melange: *Program, Int. Conf. On MVT lead-zinc deposits*, University of Rolla, Missouri-Rolla, 7-18.

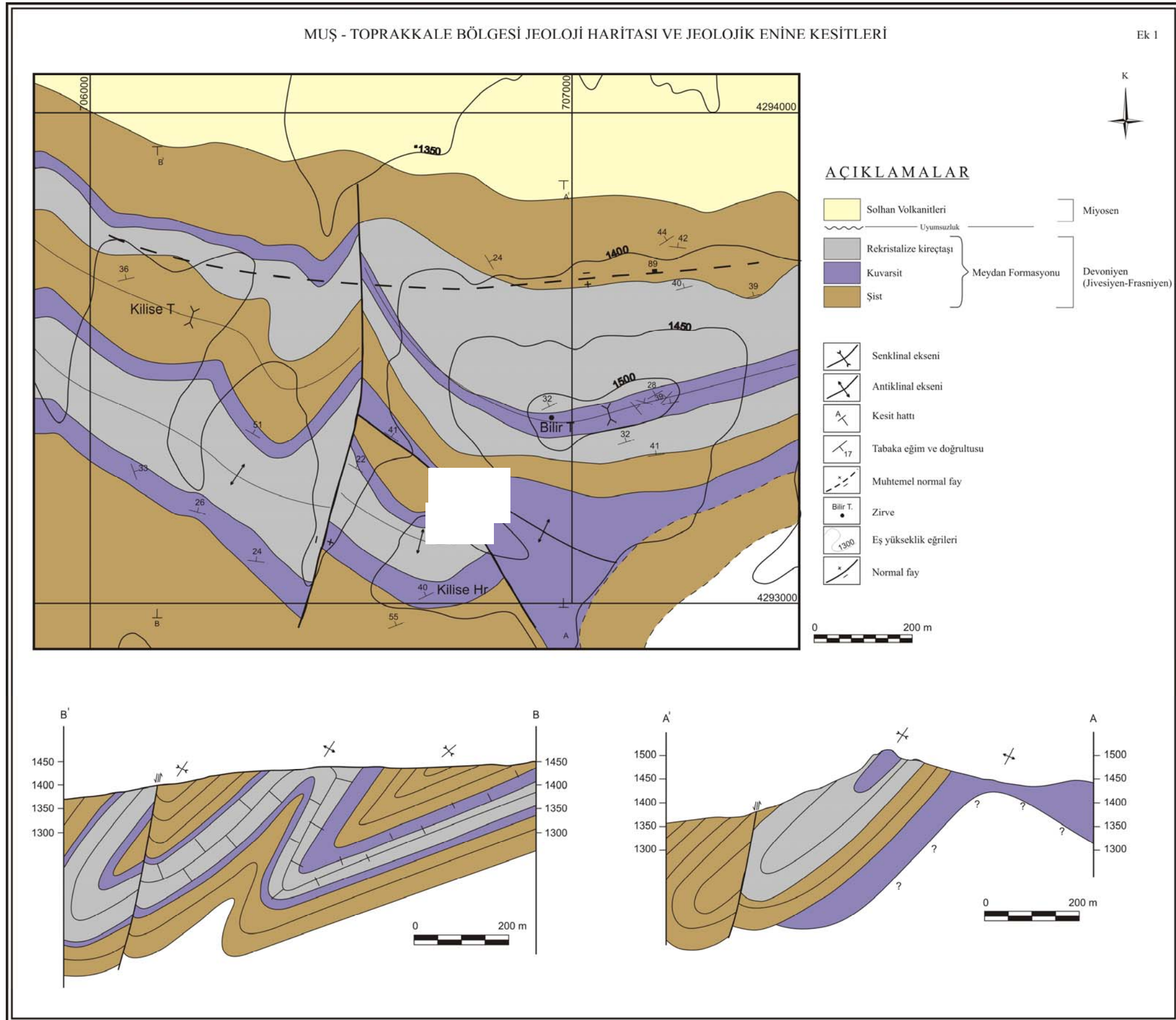
- Savcı, H., Yöndem, F., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N. (1979) Bitlis- Mutki dolayının Jeotektonik evrimi, *Türkiye Jeol. Kur. 33. Kurultay Bildiri özleri*, Ankara, s. 113-114.
- Seal II, R. R., Alpers, C. N., Rye, R. O. (2000) Stable isotope systematics in sulfate minerals, in *Sulfate Minerals: Crystallography, Geochemistry, and Environmental Significance*, Reviews in Mineralogy and Geochemistry, vol. 40, (Alpers, C. N., Jambor, J.L., Nordstrom, D. K., Eds.), Mineralogical Society of America and The Geochemical Society, s 541–602.
- Seal II, R. R., Ayuso, R. A., Foley, N. K., Clark, S. H. B. (2001) Sulfur and lead isotope geochemistry of hypogene mineralization at the Barite Hill gold deposit, Carolina Slate Belt, southeastern United States: a window in to and through regional metamorphism, *Mineralium Deposita*, 36: 137–148.
- Seyhan, İ. (1967) Bitlis ve Pötürge masifi ve çevresinde yapılan Demir ve Bakır Etüdüleri, MTA raporu, Ankara.
- Starke, R. 1969, Die Strontiumgehalte der Baryte, Freiburger Forschungsh., 150: 86 s.
- Striebel, H. (1965) Die Bleierz-Baryt-Lagerstätte von Karalar-Gazipaşa (Turkei) und ihr geologischer Rahmen: Naturwiss. Fak. Univ. München, Ph.D. 48 s.
- Sungurlu, O. (1974) VI. Bölge kuzeyinin Jeolojisi ve Petrol imkanları, *Türkiye ikinci petrol kongresi tebliğleri*, Ankara, s 85-107.
- Sungurlu, O. (1979) GD Anadolu sürüklenim kuşağı Kretase sürüklenimleri, *Türkiye Jeol. Kur. 33. Kur. Bildiri özleri*, Ankara, s. 119-120.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981) Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler, *Türkiye Jeol. Kur. Bült*, 24/1: 39-50.
- Şaroğlu, F., Boray, A., Özer, S., Kuşçu, İ, (1982) Orta Anadolu'nun neotektoniği üzerine bazı görüşler, Özet, T.J.K.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, G. (1984) Doğu Anadolu'nun neotektoniği ve ilgili magmatizması, *Türkiye Jeol. Kur. 38. Bil. Tek. Kur. Bildiri Özleri*, Ankara, s. 30.
- Şaroğlu, F. Ve Yılmaz, Y. (1986) Geological evolution and basin models during the neotectonic episode in eastern Anatolia, *Bull. Miner. Res. Explor.*, 107: 61–83.
- Şaroğlu, F. Ve Yılmaz, Y. (1991) Geology of Karlıova region: intersection of the North Anatolian and East Anatolian transform faults, *Bulletin Technical Univ.*, 44: 475–497.

- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y. (1981) Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75: 181–241.
- Şengör, A. M. C., Özeren, S., Genç, T., Zor, E. (2003) East Anatolian high plateau as a mantle supported, north-south shortened domal structure, *Geophys. Res. Lett.*, 30(24), 8045.
- Şengün, M. (1993) Bitlis Masifinin metamorfizması ve örtü çekirdek ilişkisi, *MTA Dergisi*, 115: 1-13.
- Tatar, O., Ersoy, H., Piper, J., Koçbulut, F., Gürsoy, L. M. (2005) Anadolu Çarpışma Kuşağı Üzerindeki Neotektonik Deformasyonun Paleomanyetik Analizi, TÜBİTAK, NATO ve British Council.
- Tolun, N. (1948) Observations sur le pli bardier du Taurus orientale, MTA Rap. No 1804, Ankara.
- Tolun, N. (1953) Contribution al'étude geologique des environs du sud-ouest du Lac de Van, *MTA. Bült.*, 44/45: 77-112.
- Tolun, N. (1954) Güneydoğu Anadolunun stratigrafisi, MTA Rap. No. 2147, Ankara.
- Tolun, N. (1960) Stratigraphy and tectonics of southeastern Anatolia, *Rev. Fac. Sci. Üniv.*, S. B, 25: 3-4.
- Türkünal, S. (1969) 1:25.000 ölçekli Muş K46-(C1-C4-d2-d3) paftalarının arazilerinin Jeolojik raporu, MTA rap. No. 4059, Ankara.
- Türkünal, S., (1980) Doğu ve Güneydoğu Anadolunun Jeolojisi, *JMO*, No: 8, Ankara, 60s.
- Vogel, D. E. (1967) Petrology of an eclogite and pyrigarnet bearing polymetamorphic complex at Cabo- Ortegale, NW Spain, *Leidse geol. Meded.*, 40: 121-213.
- Wang, Z. (1996) Upper Sinian to lower Paleozoic stratiform barite, witherite, metal-sulfide and associated deposits in marine black shale and chert of the Qinling region, 30th International Geological Congress Field Trip Guide, Geological Publishing House, Beijing, China, s 1–18.
- Wang, Z. and Chu, X. L. (1994) Strontium isotopic composition of the early Cambrian barite and witherite deposits, *Chinese Science Bulletin*, 39: 52–55.
- Wang, Z. and Li, G. (1991) Barite and witherite deposits in Lower Cambrian shales of South China: stratigraphic distribution and geochemical characterization, *Economic Geology*, 86: 354–363.

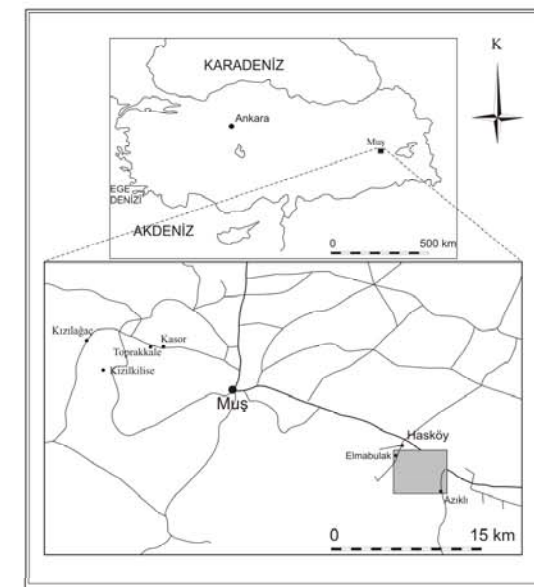
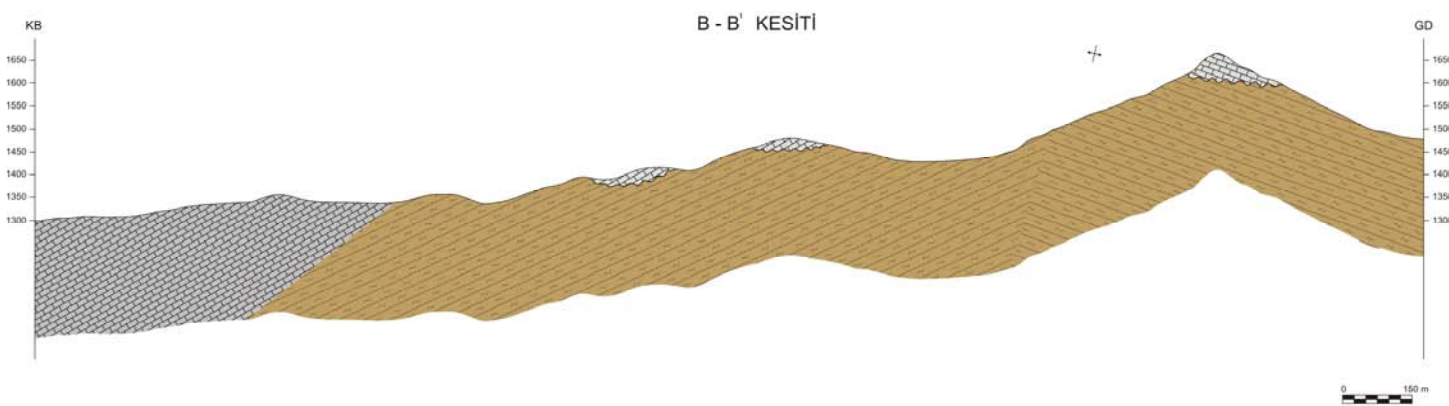
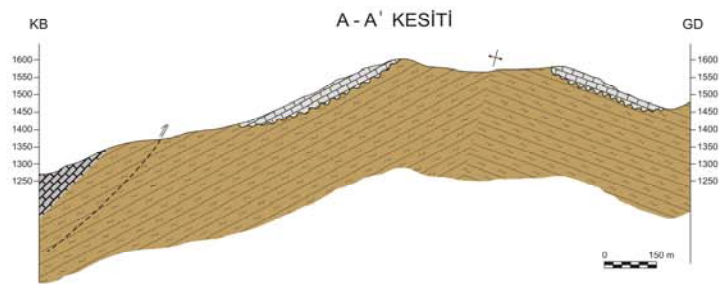
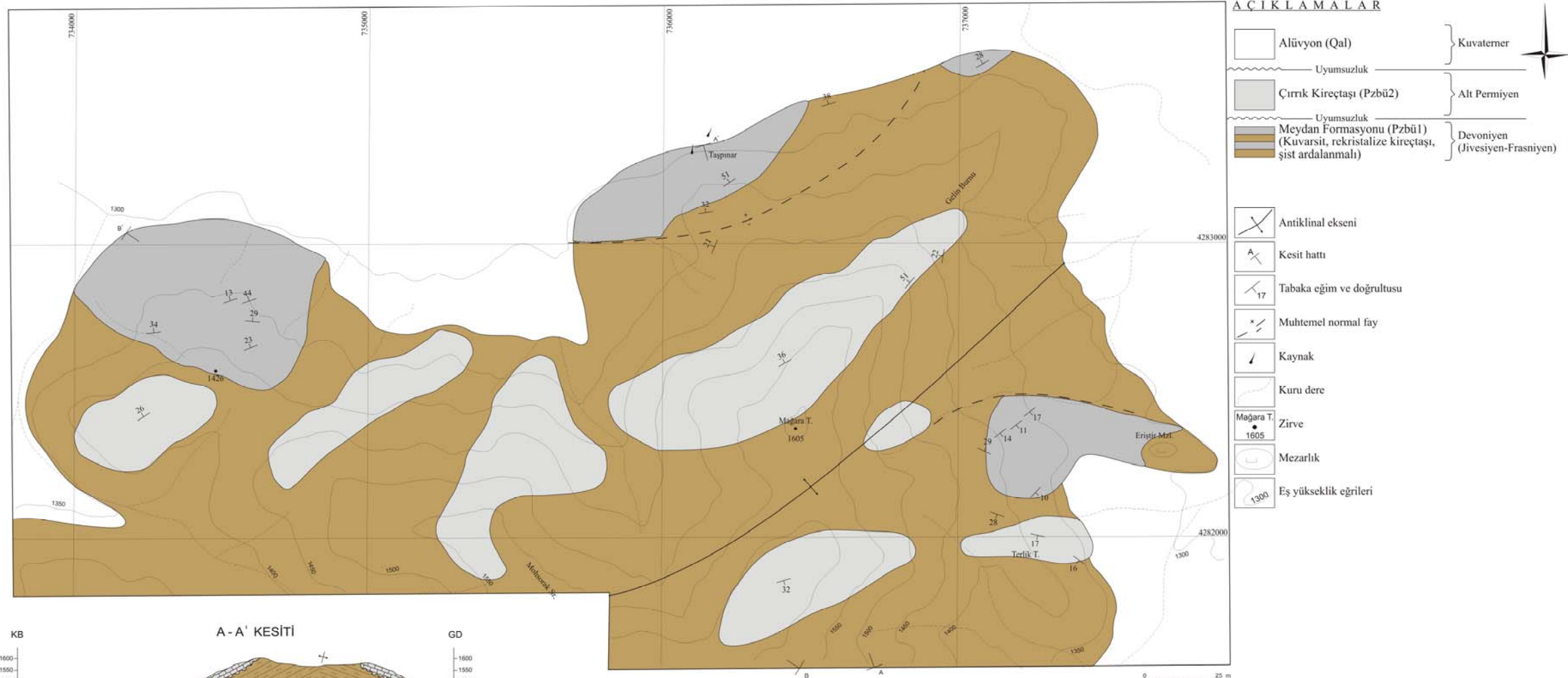
- Watanabe, M. and Sakai, H. (1983) Stable isotope geochemistry of sulfates from the Neogene ore deposits in the GreenTuff Region, Japan, In:Ohmoto, H., Skinner, B. J.(Eds.), The Kuroko and Related Volcanogenic Massive Sulfide Deposits, *Economic Geology*, Monograph,vol.5, s 282–291.
- Werner, C.D. (1958) Geochemie und paragenese der saxonischen schwerspat-flusspatgaenge im schmalkaldener Revier, Freiburger Forschungshf, 47.
- Whitford, D. J., Korsch, M. J., Solomon, M. (1992) Strontium isotope studies of barites: implications for the origin of base metal mineralization in Tasmania, *Economic Geology*, 87: 953–959.
- Xuefeng, R. (1997) Genesis of Strata-bound Ore Deposits in Central Guangxi, South China: Fluid Inclusion and İsotope Constrains, Ph.D., Yale University.
- Yılmaz, O. (1971) Etude Petrographique et geochronologique de la region de Cacas, Ph.D., Univ. Grenoble.
- Yılmaz, O. (1975) Çacas bölgesi (Bitlis masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelemesi, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 18/1: 33-40.
- Yılmaz, Y. (1978) Gevaş (Van) Dolayında Bitlis masifi ofiyolit ilişkisi, 4. Petrol Kongresi Tebliğler, Ankara, s 83-95.
- Yılmaz, O., Michel, Vialette, Y., Bonhomme, M. (1981) Reinterpretation des donnees isotopiques Rb- sr abtenues surles metamorphites de la partie meridionole du massif Bitlis, *Soc. Geol. France Bull.*, 34/1: 59-73.
- Yılmaz, Y. (1990a) Comparisons of the young volcanic associations of the west and the east Anatolia under the compressional regime: a review, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44: 69–87.
- Yılmaz, Y. (1990b) Allochthonous terranes in the Tethyan Middle East Anatolia and the surrounding regions, *Philos. Trans. R., Soc.*, A 331, 611–624.
- Yılmaz, Y. (1993) New evidence and model on the evolution of the Southeast Anatolia orogen, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 105: 251–271.
- Yılmaz, O., Michel, Vialette, Y., Bonhomme, M. (1981) Reinterpretation des donnees isotopiques Rb- sr abtenues surles metamorphites de la partie meridionole du massif Bitlis, *Soc. Geol. France Bull.*, 34/1: 59-73.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., Güner, Y. (1987) Initiation of the neomagmatism in East Anatolia, *Tectonophysics*, 134: 177–199.

- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, S. C. (1993) Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic belt, *Tectonics*, 12: 1280–1297.
- Yılmaz, Y., Güner, Y., Şaroğlu, F. (1998) Geology of the quaternary volcanic centres of the east Anatolia, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85: 173–210.
- Zimmermann, R. A. (1976) Rhythmicity of barite-shale and of Sr in stratabound deposits of Arkansas In handbook of stratabound and stratiform ore deposits, V. 3, Ed., K.H. Wolf. Elsevier, s 339-353.

EKLER



MUŞ - HASKÖY BÖLGESİ JEOLojİ HARİTASI VE JEOLojİK ENİNE KESİTLERİ

Ek 2
K

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	BaO
MKK-1	7,61	0,19	0,97	0,02	0,00	0,40	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,87	56,1
MKK-2	13,2	0,81	1,54	4,21	2,57	0,25	0,26	0,01	0,12	0,19	0,09	1,43	46,8
MKK-2-2	10,66	0,6	1,4	4,06	2,54	0,25	0,02	0,01	0,02	0,20	0,01	1,39	46,4
MKK-3	39,2	0,27	0,58	0,08	0,04	0,32	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	1,21	40,7
MKK-4/2	1,22	0,31	0,42	0,04	0,02	0,42	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	1,59	51,9
MKK-5	0,5	0,26	0,06	0,05	0,01	0,40	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	1,69	46,4
MKK-9	2,12	0,06	0,61	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	1,02	69,9
MKK-4/1	79,1	2,79	9,91	0,12	0,24	0,09	0,49	0,03	0,09	1,16	0,18	0,02	2,32
MKK-6	35,5	0,26	2,67	19,25	12,05	0,09	0,11	0,01	0,02	0,29	0,00	0,09	1,72
MKK-6-1	39,1	0,25	3,63	16,65	10,30	0,08	0,12	0,01	0,01	0,38	0,00	0,1	2,09
MKK-8	73,3	0,19	4,79	0,06	0,04	0,00	0,05	0,05	0,01	0,02	0,11	0,24	13,15
Ortalama	27,41	0,54	2,42	4,05	2,53	0,21	0,10	0,01	0,03	0,21	0,04	0,88	34,32

Ek-3 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının ana oksit analiz sonuçları

	Ag (ppm)	Ba (ppm)	Ce (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cs (ppm)	Cu (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Hf (ppm)
MKK-1	0	>10000	0,9	1,4	40	<0.01	22	0,12	0,04	6,06	0,3	2,43	0,5
MKK-2	0	>10000	10,2	6,7	90	0,12	23	0,34	0,17	5,09	1,4	2,32	0,5
MKK-2-2	0	>10000	1,3	6,9	60	0,01	37	0,16	0,09	4,81	0,4	1,92	0,4
MKK-3	2	>10000	1,6	0,8	210	0,01	2660	0,05	<0.03	3,33	0,3	1,38	0,5
MKK-4/2	0	>10000	1,3	0,5	10	0,1	18	0,11	0,05	4,94	0,3	2,06	0,6
MKK-5	0	>10000	1	0	10	<0.01	12	0,06	0,03	3,57	0,2	1,33	0,7
MKK-9	0	>10000	1,2	2,7	20	0,03	0	0,07	0,05	3,31	0,4	1,82	1,3
MKK-4/1	0	10000	14,8	9,6	260	0,97	608	2,47	1,54	1	5,8	2,74	0,8
MKK-6	0	10000	1,4	9,9	50	<0.01	2090	0,25	0,14	0,35	0,8	0,32	0,5
MKK-6-1	0	10000	2	21,3	90	<0.01	291	0,25	0,15	0,38	0,9	0,39	1,2
MKK-8	1	10000	2,9	4,3	370	0,05	8570	0,13	0,05	0,75	0,9	0,51	0,5
Ortalama	0,27	10000	3,51	5,83	110,00	0,18	1302,82	0,36	0,23	3,05	1,06	1,57	0,68

Ek-4 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları

	Ho (ppm)	La (ppm)	Lu (ppm)	Mo (ppm)	Nb (ppm)	Nd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Pr (ppm)	Rb (ppm)	Sm (ppm)	Sn (ppm)
MKK-1	0,01	3,1	0,3	0	<0.2	1,6	0	38	0,13	0,4	1,92	<1
MKK-2	0,05	7,5	0,24	0	2,4	4,3	13	26	1,02	7,2	2,08	<1
MKK-2-2	0,02	2,9	0,24	0	0,2	1,4	7	98	0,16	1,1	1,51	1
MKK-3	<0.01	1,9	0,18	0	<0.2	0,7	0	668	0,05	0,9	1,02	<1
MKK-4/2	0,01	3,7	0,25	0	<0.2	1,6	0	659	0,27	1,6	1,56	<1
MKK-5	<0.01	2,4	0,17	0	<0.2	0,9	0	119	0,11	0,3	1,05	<1
MKK-9	0,02	5	0,14	0	<0.2	2,1	7	0	0,1	0,4	1,05	<1
MKK-4/1	0,49	8,2	0,21	2	2,2	10,8	43	286	2,42	17,8	2,76	1
MKK-6	0,04	0,8	0,02	0	0,2	0,9	20	20	0,19	1,5	0,29	<1
MKK-6-1	0,05	1,1	0,04	0	0,3	1,1	40	13	0,24	2,1	0,37	<1
MKK-8	0,02	2,6	0,02	4	0,4	1,2	13	38	0,27	2,2	0,39	1
Ortalama	0,08	3,56	0,16	0,55	0,95	2,42	13,00	178,64	0,45	3,23	1,27	1,00

Ek-4 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam)

	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Tb (ppm)	Th (ppm)	Ti (ppm)	Tm (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Y (ppm)	Yb (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
MKK-1	8280	0,5	0,09	0,05	<0.5	0,04	0,12	7	3	2,6	0,8	88	6,4
MKK-2	>10000	0,5	0,12	0,4	<0.5	0,05	0,28	20	4	3,6	0,67	114	11,7
MKK-2-2	>10000	0,4	0,08	0,05	<0.5	0,03	0,15	12	4	2,7	0,66	128	6,3
MKK-3	>10000	0,3	0,04	<0.05	<0.5	0,02	0,08	0	4	1,9	0,45	200	11
MKK-4/2	>10000	0,4	0,07	0,14	<0.5	0,04	0,05	0	<1	2,4	0,64	77	14,6
MKK-5	>10000	0,3	0,05	0,05	<0.5	0,02	<0.05	0	<1	1,7	0,45	56	22,3
MKK-9	>10000	2,6	0,16	0,06	<0.5	0,05	0,11	12	<1	3,9	0,39	114	3,7
MKK-4/1	214	0,2	0,37	1,62	<0.5	0,22	2,43	42	5	17,3	1,36	190	26,7
MKK-6	798	<0.1	0,03	0,12	<0.5	0,02	0,2	16	4	1,9	0,12	40	17
MKK-6-1	1150	0,1	0,03	0,17	<0.5	0,02	0,42	16	3	2	0,19	73	45,7
MKK-8	2070	0,8	0,03	0,31	0,5	0,01	0,49	45	5	1,8	0,1	201	4,6
Ortalama	6592,00	0,61	0,10	0,30	0,50	0,05	0,43	15,45	4,00	3,80	0,53	116,45	15,45

Ek-4 Kızılkilise barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	BaO
MTK-2	30,7	0,72	12,35	0,21	0,05	0,14	0,08	0,02	0,02	0,13	0,27	0,39	37
MTK-3	15,45	0,79	7,12	0,27	0,21	0,36	0,11	0,01	0,05	0,11	0,03	0,86	47,8
MTK-5	3,05	0,67	1,28	0,05	0,07	1,1	0,07	0	0,02	0,02	0,05	1,6	58,3
MTK-9	63,6	1,36	5,04	0,78	0,16	0	0,37	0,03	0,09	0,94	0,52	0,2	21,8
111	12,55	0,02	0,51	21,3	0,22	0	0	0	0,01	0,03	0,01	0,92	22,4
112	3,73	0	0,49	0,16	0,01	0	0	0	0	0,01	0,07	1,83	24
113	0,46	0	0,04	0,21	<0.01	0	0	0	0,01	0	0,01	1,45	12,05
115	0,95	0	0,21	0,98	0,12	0	0	0	0,01	0,01	0,02	1,4	13,55
127	0,05	0	0,07	0,03	<0.01	0	0	0,01	0,01	0	0,01	1,6	18,7
133	0,76	0,22	0,5	2,49	0,82	0	0	0,01	0,02	0,04	0,01	2,3	25,4
138	0,15	0	0,47	0,09	0,01	0	0	0	0	0,01	0	2,29	20,4
MTK-8	94,2	1,8	0,51	0,06	0,23	0,04	0,7	0,03	0,1	0,01	0,02	0	0,14
MTK-4	94	1,87	0,77	0,21	0,24	0,02	0,7	0,08	0,09	0,01	0	0,02	1,17
MTK-1	73,4	0,76	0,99	0,13	0,03	0,14	0,04	0,02	0,02	0,12	0,15	0,17	15,45
MTK-3-1	68,3	1,56	9,86	0,29	0,17	0,22	0,42	0,02	0,09	0,085	0,18	0,15	12,55
Ortalama	30,76	0,65	2,68	1,82	0,18	0,13	0,17	0,02	0,04	0,10	0,09	1,01	22,05

Ek-5 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının ana oksit analiz sonuçları

	Ag (ppm)	Ba (ppm)	Ce (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cs (ppm)	Cu (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Hf (ppm)
MTK-2	0	>10000	17	10,2	110	0,97	244	1,41	0,81	4,97	1	3,18	0,3
MTK-3	2	>10000	13,9	4,6	40	0,35	58	3,14	2,24	6,95	1	4,6	0,6
MTK-5	3	>10000	4	2,2	20	0,53	0	0,69	0,52	7,64	0,7	3,19	0,5
MTK-9	0	>10000	27,8	10	230	0,44	154	4,6	3,06	2,88	3,7	6,68	1,2
111	2	>10000	6	1,7	10	0,05	1120	0,61	0,33	13,9	0,4	1,17	0,3
112	1	>10000	0,6	1,4	10	0,06	0	0,13	0,06	16,6	0,3	0,69	0,3
113	0	>10000	<0.5	0,6	<10	0,07	0	<0.05	0,04	8,05	0,2	0,33	0,2
115	0	>10000	0,5	0,6	<10	0,03	0	0,06	0,04	9,08	0,2	0,36	0,2
127	0	>10000	<0.5	0,5	<10	0,03	0	0,05	0,03	13,3	0,1	0,43	0,2
133	1	>10000	1	19,5	<10	0,11	1470	0,2	0,12	17,7	0,7	0,83	0,3
138	1	>10000	<0.5	0,9	<10	0,04	1390	0,05	0,03	13,75	0,1	0,51	0,2
MTK-8	0	823	12,3	1,8	230	0,38	37	0,65	0,48	0,19	2,5	0,7	2,1
MTK-4	0	10000	10,7	1,7	630	0,32	29	0,41	0,27	0,28	2,5	0,59	2
MTK-1	0	10000	7,3	3,1	170	0,09	633	3,06	1,92	2,85	1	3,49	0,2
MTK-3-1	0	10000	10,6	6,8	130	0,44	201	3,56	2,28	2,97	2,8	4,61	0,5
Ortalama	0,67	7705,75	9,31	4,37	158,00	0,26	355,73	1,33	0,82	8,07	1,15	2,09	0,61

Ek-6 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları

	Ho (ppm)	La (ppm)	Lu (ppm)	Mo (ppm)	Nb (ppm)	Nd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Pr (ppm)	Rb (ppm)	Sm (ppm)	Sn (ppm)
MTK-2	0,28	7,3	0,27	0	0,4	7,3	14	636	1,42	3,4	3,16	
MTK-3	0,72	9	0,45	0	0,9	9,1	10	130	1,82	5	3,69	1
MTK-5	0,16	6,7	0,28	0	0,5	4,6	0	24	0,85	4,7	2,77	<1
MTK-9	1	14	0,38	0	2,1	23,8	16	322	4,92	13,6	5,94	1
111	0,11	4,2	0,19	0	0,3	3,7	7	125	0,79	0,5	1,03	<1
112	0,02	2,5	0,19	0	0,3	0,9	5	2520	0,09	0,5	0,52	1
113	0,01	1,4	0,09	0	0,2	0,4	5	22	0,04	0,2	0,19	<1
115	0,01	1,5	0,1	0	0,2	0,6	5	61	0,05	0,2	0,25	1
127	0,01	1,6	0,14	0	0,2	0,5	7	10	0,03	<0.2	0,31	<1
133	0,04	2,5	0,21	0	0,9	1,1	12	99	0,12	3,6	0,59	2
138	0,01	2	0,15	0	<0.2	0,6	9	24	0,04	0,2	0,33	1
MTK-8	0,13	7,5	0,09	0	1,8	4,3	9	6	1,24	17,5	0,77	1
MTK-4	0,08	7,3	0,06	2	1,7	3,7	10	11	1,06	16,9	0,62	1
MTK-1	0,67	2,5	0,36	0	0,4	5,9	6	22	0,98	2,3	2,54	<1
MTK-3-1	0,79	5,2	0,28	2	1,8	12	11	160	2,21	15,2	4,2	1
Ortalama	0,27	5,01	0,22	0,27	0,84	5,23	8,40	278,13	1,04	5,99	1,79	1,11

Ek-6 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam)

	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Tb (ppm)	Th (ppm)	Ti (ppm)	Tm (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Y (ppm)	Yb (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
MTK-2	3350	0,3	0,26	0,3	<0.5	0,13	0,72	19	1	11,8	1,1	108	6,3
MTK-3	7130	0,4	0,49	0,99	<0.5	0,33	0,88	10	2	28,6	2,19	112	12,8
MTK-5	>10000	0,4	0,16	0,46	<0.5	0,1	0,14	7	<1	9,5	0,98	107	7,1
MTK-9	1970	1,2	0,87	1,73	0,5	0,42	1,52	18	9	45,8	2,41	124	25,9
111	7350	0,4	0,13	0,31	<0.5	0,06	0,12	9	<1	5,3	0,64	226	5
112	>10000	0,3	0,04	0,17	0,5	0,03	0,39	9	8	2,2	0,52	74	2
113	>10000	0,3	0,01	0,12	<0.5	0,01	0,07	5	3	1	0,25	31	3
115	>10000	0,2	0,02	0,07	<0.5	0,02	0,07	0	<1	1,2	0,29	34	<2
127	> 10000	0,4	0,02	0,11	<0.5	0,02	<0.05	0	<1	1,3	0,39	42	<2
133	>10000	1,1	0,05	0,59	<0.5	0,04	0,34	9	7	2,7	0,59	65	3
138	> 10000	0,1	0,02	<0.05	<0.5	0,02	<0.05	0	3	1,5	0,37	63	<2
MTK-8	30,3	0,2	0,11	2,05	<0.5	0,07	0,52	12	7	5,2	0,59	16	78,3
MTK-4	208	0,2	0,06	2,78	<0.5	0,04	0,46	0	<1	3,2	0,35	20	74,1
MTK-1	1520	0,1	0,48	0,2	<0.5	0,28	1,04	0	1	17,5	2,01	43	4,5
MTK-3-1	1250	0,2	0,62	1,44	<0.5	0,29	1,44	22	1	39,3	1,71	118	15,7
Ortalama	6187,22	0,39	0,22	0,81	0,50	0,12	0,59	8,00	4,20	11,74	0,96	78,87	19,81

Ek-6 Toprakkale barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	BaO
MKS-2	40	0,59	2,52	0,21	0,04	0,32	0,17	0,03	0,04	0,41	0,15	0,32	36,2
MKS-4-1	46,6	0,27	1,52	0,18	0,03	0,06	0,01	0,01	0,01	0,09	0,11	0,27	32,8
MKS-7	2,2	0,38	1,14	0,01	0,02	0,99	0	0	0,01	0,05	0	0,77	60,5
MKS-8	2,55	0,38	11	0,02	0,01	0,75	0,02	0	0,01	0,18	0,12	0,54	53,5
MK-1	2,97	0,15	0,22	0,02	0	0,43	0	0	0	0	0,02	2,57	51,3
MK-2	4,18	0,23	0,28	0,02	0	0,32	0,03	0,01	0	0	0,03	1,88	37
MKS-9	4,74	0,94	1,36	0,1	0,13	0	0,34	0	0,08	0,16	0,08	0,64	60,1
MKS-11	4,62	0,49	3,59	0,02	0,06	0	0,14	0	0,05	0,04	0,06	0,52	64,6
MKS-12	1,05	0,14	2,18	0,01	0,02	0	0	0	0	0,07	0,08	0,58	67
MK-8	3,2	0,68	0,64	0,09	0,17	0	0	0,01	0,04	0,01	0,03	2,51	63,4
MKS-3-4-5	82,9	0,18	1,7	0,11	0,02	0,39	0,04	0,04	0	0,02	0,08	0,1	11,5
MKS-10	70,9	0,02	2,63	0,05	0,02	0	0	0,07	0	0,07	0,06	0,15	24,2
Ortalama	22,16	0,37	2,40	0,07	0,04	0,27	0,06	0,01	0,02	0,09	0,07	0,90	46,84

Ek-7 Kador barit ve yan kayalarının ana oksit analiz sonuçları

	Ag (ppm)	Ba (ppm)	Ce (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cs (ppm)	Cu (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Hf (ppm)
MKS-2	0	>10000	10,2	4,4	220	0,1	32	2,04	0,95	4,02	2,2	4,05	0,6
MKS-4-1	1	>10000	4,2	14,2	110	0,08	53	0,62	0,25	4,67	0,7	2,32	0,3
MKS-7	0	>10000	2,1	1,5	20	0,13	16	0,21	0,12	8,57	0,3	3,04	0,4
MKS-8	1	>10000	4,3	0,9	10	0,13	0	0,42	0,25	7,7	1	3,18	0,4
MK-1	56	>10000	<0.5	0	30	0,15	223	<0.05	<0.03	5,52	0,3	2,27	0,5
MK-2	40	>10000	0,7	0	40	0,12	102	<0.05	<0.03	4,01	0,2	1,58	0,4
MKS-9	0	>10000	10,2	5,5	40	0,18	17	1,58	0,76	1,66	1,7	3,45	1,8
MKS-11	1	>10000	8,8	3,2	20	0,2	35	0,41	0,25	3,1	0,9	2,28	1,9
MKS-12	0	>10000	2,4	3,6	10	0,04	84	0,14	0,08	3,53	0,7	1,99	1,6
MK-8	0	>10000	5,5	3,8	30	<0.01	176	0,66	0,23	4,97	0,5	3,72	0,4
MKS-3-4-5	2	10000	1,9	17,5	300	0,05	72	0,31	0,16	0,51	0,7	0,68	0,2
MKS-10	1	10000	1,9	10,8	520	0,04	238	0,22	0,11	1,94	0,7	0,95	0,8
Ortalama	8,50	10000,00	4,75	5,45	112,50	0,11	87,33	0,66	0,32	4,18	0,83	2,46	0,78

Ek-8 Kasor barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları

	Ho (ppm)	La (ppm)	Lu (ppm)	Mo (ppm)	Nb (ppm)	Nd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Pr (ppm)	Rb (ppm)	Sm (ppm)	Sn (ppm)
MKS-2	0,35	6,7	0,29	3	0,4	8	8	78	1,54	8,1	3,61	<1
MKS-4-1	0,1	3,7	0,17	2	<0.2	3,3	19	36	0,53	2,1	2,13	<1
MKS-7	0,03	5	0,29	0	<0.2	2,1	0	5	0,19	1,5	2,62	<1
MKS-8	0,08	6	0,34	2	<0.2	2,9	0	11	0,47	2,4	2,77	<1
MK-1	<0.01	3	0,27	0	<0.2	0,9	0	10000	0,03	0,4	1,75	<1
MK-2	<0.01	2,6	0,18	0	<0.2	0,8	0	10000	0,04	0,6	1,2	<1
MKS-9	0,29	10,1	0,21	2	1,1	8,7	8	113	1,46	14,4	2,97	<1
MKS-11	0,07	9	0,16	2	0,6	5,1	7	17	0,96	9,2	1,68	<1
MKS-12	0,03	6,7	0,18	0	<0.2	2,2	0	20	0,17	1,2	1,18	<1
MK-8	0,11	5,3	0,36	2	0,2	6,6	0	30	0,91	0,4	2,96	<1
MKS-3-4-5	0,06	1,9	0,05	0	0,2	1,5	20	394	0,24	1,8	0,55	1
MKS-10	0,04	2,7	0,06	3	0,3	1,6	15	38	0,21	1,1	0,58	<1
Ortalama	0,12	5,23	0,21	1,33	0,47	3,64	6,42	1728,50	0,56	3,60	2,00	1,00

Ek-8 Kador barit ve yan kayalarının iz element analiz sonuçları (devam)

	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Tb (ppm)	Th (ppm)	Ti (ppm)	Tm (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Y (ppm)	Yb (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
MKS-2	3110	0,3	0,43	0,39	<0.5	0,14	2,89	138	2	14,4	1,22	190	14,6
MKS-4-1	2420	0,2	0,15	0,12	<0.5	0,05	0,87	67	<1	5,2	0,54	69	4,3
MKS-7	5950	0,3	0,09	0,11	<0.5	0,05	0,11	8	2	3,7	0,83	104	2,1
MKS-8	4540	0,3	0,12	0,21	<0.5	0,07	1,79	23	2	5,5	0,98	221	2,6
MK-1	>10000	0,4	0,05	<0.05	<0.5	0,04	<0.05	0	<1	1,9	0,67	74	9,7
MK-2	>10000	0,3	0,04	<0.05	<0.5	0,02	<0.05	6	3	1,6	0,51	55	6,7
MKS-9	6830	2,4	0,44	0,65	<0.5	0,14	0,87	27	3	12	0,85	147	18,4
MKS-11	5670	2,1	0,24	0,71	<0.5	0,07	1,53	28	5	5,8	0,53	206	25,5
MKS-12	5710	2,4	0,13	0,09	<0.5	0,05	0,69	14	6	4,4	0,49	315	4
MK-8	>10000	0,7	0,21	0,06	1,6	0,08	0,34	9	2	6,9	1,03	148	2
MKS-3-4-5	982	<0.1	0,09	0,06	<0.5	0,02	0,85	75	<1	3,2	0,19	38	4,6
MKS-10	1520	1,4	0,1	0,17	<0.5	0,03	0,67	34	4	2,6	0,22	106	6
Ortalama	5561	0,98	0,17	0,26	1,60	0,06	1,06	35,75	3,22	5,60	0,67	139,42	8,38

Ek-8 Kasor barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	BaO
MH-1	3,4	0,16	0,16	0,12	<0.01	0,48	0	0	0	0,01	0	1,99	44,8
MH-3	4,35	0,2	0,56	0,36	0,16	0,58	0	0	0	0,04	0,02	1,75	53,7
MHGA-1	2,85	0,2	0,09	0,16	0,03	0,25	0,04	0	0	0	0,01	2,5	47,3
MHYK-1	8,45	0,21	1,92	13,7	8,67	0,26	0,04	0	0,01	0,18	0	1,04	31,4
MHYK-1-1	3,92	0,22	0,91	7,8	5,03	0,35	0,02	0	0,01	0,09	0,03	1,47	45,7
MHG 1/3	0,13	0,14	0,05	0,03	<0.01	0,29	0	0	0	0	0,01	2,37	42,3
MHG 2-1	8,51	0,24	2,55	24,6	17,8	0,16	0,1	0	0,01	0,25	0	0,41	8,35
MHG 2-2	0,87	0,14	0,08	0,09	0,02	0,32	0	0	0	0	0	2,21	40,5
MHG-1(Brown)	5,55	0,14	3,37	19,45	3,71	0,32	0,02	0	0	0,32	0,03	0,78	31,3
MHG-1(White)	0,21	0,15	0,22	0,04	<0.01	0,48	0	0	0	0,01	0	2,24	55,2
MHG-1-2	0,13	0,12	0,05	0,03	<0.01	0,3	0	0	0	0	0	2,28	47,7
MHG-1-2-1	0,33	0,13	0,05	0,11	<0.01	0,43	0	0	0	0	0	2,36	47,3
MHG-1-3-1	0,36	0,28	0,18	0,02	<0.01	0,45	0	0	0,02	0	0,01	2,34	49,1
MHG-8	5,13	0	3	12,3	5,24	0	0	0	0	0,29	0	1,02	40
123	2,68	0	0,15	1,06	0,01	0	0	0	0	0	0,02	2,16	48,2
144	1,41	0,02	0,13	0,06	0,01	0	0	0	0,01	0	0	2,75	49,3

Ek-9 Hasköy barit ve yan kayaçlarının ana oksit analiz sonuçları (Kumral 2010)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SrO	BaO
146	0,2	0	0,22	0,02	0	0	0	0	0,01	0	0,01	1,93	51,1
147	18,25	0,45	2,36	1,53	0,04	0	0	0	0,03	0,03	0,05	1,38	49,8
YK-8	51,5	18,1	6,05	8,58	2,9	3,8	4,3	0,01	0,74	0,14	0,54	0,38	0,6
YK-9	49,8	16,85	5,96	9,05	3,17	2,82	3,42	0,01	0,74	0,12	0,58	0,5	1,26
MHG-1-YK	4,51	0,11	0,62	34,9	2,58	0,2	0,04	0	0	0,11	0	0,51	19,6
Ortalama	8,22	1,80	1,37	6,38	3,29	0,55	0,38	0,00	0,08	0,08	0,06	1,64	38,31

Ek-9 Hasköy barit ve yan kayaçlarının ana oksit analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)

	Ag (ppm)	Ba (ppm)	Ce (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cs (ppm)	Cu (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Hf (ppm)
MH-1	0	>10000	<0.5	0	20	<0.01	126	<0.05	<0.03	3,75	0,2	1,47	0,3
MH-3	0	>10000	1	0,6	20	0,02	88	0,17	0,08	4,89	0,2	2,07	0,3
MHGA-1	0	>10000	0,5	0	20	<0.01	121	<0.05	<0.03	3,31	0,1	1,24	0,9
MHYK-1	0	>10000	2,6	0	20	<0.01	296	0,33	0,13	3,55	0,3	1,8	0,3
MHYK-1-1	0	>10000	1,4	0	30	<0.01	188	0,19	0,08	5,19	0,3	2,09	0,4
MHG 1/3	0	>10000	0,5	0	10	<0.01	160	<0.05	<0.03	3,85	<0.1	1,5	0,4
MHG 2-1	0	>10000	3	1,1	20	<0.01	721	0,45	0,19	0,96	0,6	0,94	0,3
MHG 2-2	0	>10000	<0.5	0	10	<0.01	203	<0.05	<0.03	3,5	0,1	1,44	0,3
MHG-1(Kahve)	0	>10000	6,2	0	10	<0.01	245	0,78	0,29	4,03	0,3	2,64	0,3
MHG-1(Beyaz)	0	>10000	0,5	0	10	<0.01	181	<0.05	<0.03	4,82	0,1	1,78	0,4
MHG-1-2	0	>10000	0,6	0	<10	<0.01	162	<0.05	<0.03	2,76	0,1	1,08	0,2
MHG-1-2-1	0	>10000	<0.5	0	10	<0.01	113	<0.05	<0.03	3,66	<0.1	1,42	0,3
MHG-1-3-1	0	>10000	0,8	0,5	10	<0.01	208	0,08	0,04	4,61	0,1	1,98	0,5
MHG-8	0	>10000	5,6	1,4	30	<0.01	120	0,68	0,25	4,1	0,5	3,76	0,4
123	0	>10000	0,8	0,5	<10	0,05	12	0,26	0,18	9,34	0,2	0,52	0,2
144	0	>10000	0,6	0,9	<10	0,04	0	0,05	0,04	8,07	0,2	0,31	<0.2

Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (Kumral 2010)

	Ag (ppm)	Ba (ppm)	Ce (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cs (ppm)	Cu (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Hf (ppm)
146	0	>10000	<0.5	0,5	<10	0,03	32	0,07	0,05	9,67	0,1	0,37	<0.2
147	1	> 10000	3,7	2	10	0,31	5370	0,62	0,37	25,6	1,1	1,4	0,5
YK-8	0	4400	306	17,8	110	4,63	34	4,41	2,34	3,33	22,3	11,65	6,6
YK-9	0	10000	318	23,2	120	4,41	77	5,08	2,97	4,13	21,9	14,1	6,8
MHG-1-YK	0	10000	7,7	0,6	10	<0.01	47	0,59	0,23	2,63	0,2	1,78	0,3
Ortalama	0,05	9733,33	38,79	2,34	27,65	1,36	404,95	0,98	0,52	5,51	2,57	2,64	1,04

Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)

	Ho (ppm)	La (ppm)	Lu (ppm)	Mo (ppm)	Nb (ppm)	Nd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Pr (ppm)	Rb (ppm)	Sm (ppm)	Sn (ppm)
MH-1	<0.01	2	0,19	0	<0.2	0,7	0	54	0,04	0,3	1,15	<1
MH-3	0,02	2,7	0,24	0	<0.2	1,5	0	52	0,18	0,5	1,59	<1
MHGA-1	<0.01	1,6	0,16	0	<0.2	0,5	0	45	0,03		0,88	<1
MHYK-1	0,05	2,3	0,17	0	<0.2	2,4	0	42	0,42	0,7	1,5	<1
MHYK-1-1	0,03	2,4	0,22	0	<0.2	1,6	0	278	0,22	0,7	1,66	<1
MHG 1/3	<0.01	2,4	0,2	0	<0.2	0,5	0	83	<0.03	<0.2	1,04	<1
MHG 2-1	0,06	1,5	0,06	0	0,2	2,5	0	46	0,47	1,2	0,95	<1
MHG 2-2	<0.01	2,1	0,19	0	<0.2	0,6	0	49	<0.03		1,06	<1
MHG-1(Kahve)	0,11	3,2	0,2	0	<0.2	6	0	39	1,14	0,3	2,53	<1
MHG-1(Beyaz)	<0.01	2,3	0,22	0	<0.2	0,7	0	212	0,03	0,2	1,25	<1
MHG-1-2	<0.01	1,7	0,12	0	<0.2	0,4	0	256	0,03		0,77	<1
MHG-1-2-1	<0.01	1,9	0,17	0	<0.2	0,5	0	242	<0.03		0,98	<1
MHG-1-3-1	0,01	2,8	0,24	0	<0.2	0,8	0	247	0,06	0,2	1,44	1
MHG-8	0,09	5,2	0,36	0	<0.2	6,4	0	9	0,88	0,3	2,84	<1
123	0,05	1,6	0,12	0	0,5	0,9	9	5	0,13	0,2	0,39	<1
144	0,01	1,7	0,09	0	0,3	0,4	0	9	0,06	0,5	0,2	<1

Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)

	Ho (ppm)	La (ppm)	Lu (ppm)	Mo (ppm)	Nb (ppm)	Nd (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Pr (ppm)	Rb (ppm)	Sm (ppm)	Sn (ppm)
146	0,01	1,4	0,11	0	0,4	0,4	0	6	0,03	<0.2	0,24	<1
147	0,13	5,3	0,33	0	0,9	3,1	14	5	0,5	5,6	1,21	1
YK-8	0,73	177,5	0,29	4	71,2	105	15	37	30,4	110,5	14,15	2
YK-9	1,06	184	0,51	3	74,7	107	19	46	31,2	152	14,75	2
MHG-1-YK	0,08	3,8	0,11	0	<0.2	5	0	47	1,1	0,2	1,84	<1
Ortalama	0,17	19,50	0,20	0,33	21,17	11,76	2,71	86,14	3,72	18,23	2,50	1,50

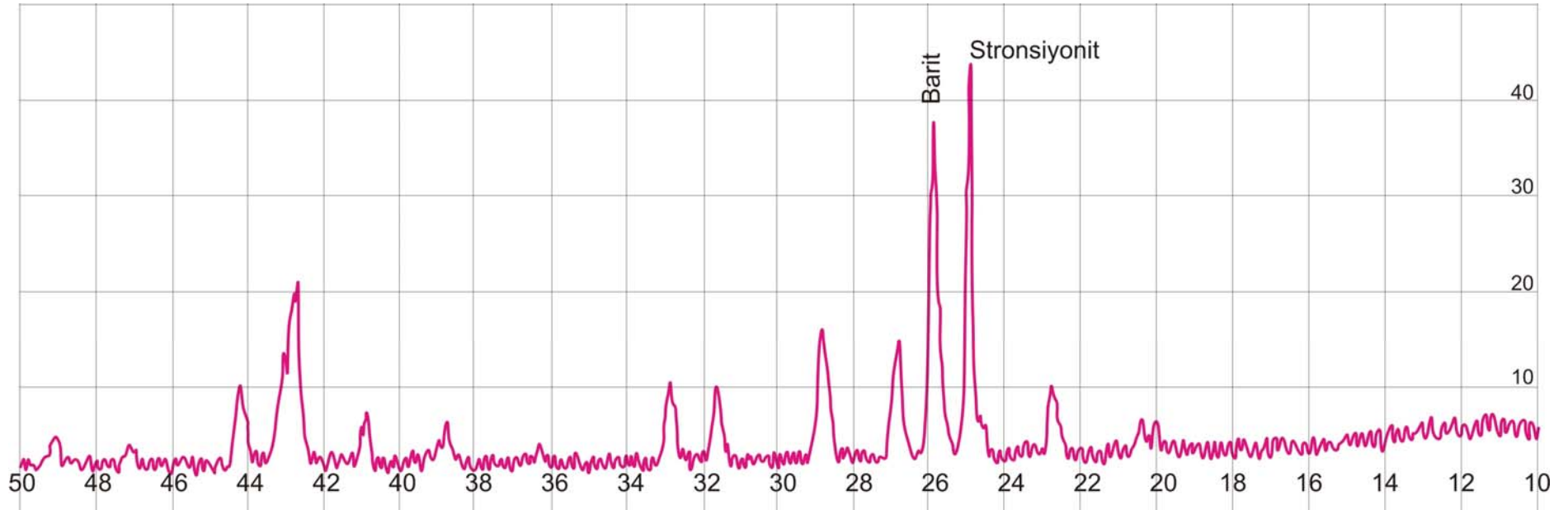
Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)

	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Tb (ppm)	Th (ppm)	Ti (ppm)	Tm (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Y (ppm)	Yb (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
MH-1	>10000	0,3	0,05	<0.05	<0.5	0,02	0,09	0	1	1,6	0,54	58	3,7
MH-3	>10000	0,4	0,08	0,06	<0.5	0,04	0,05	0	1	3	0,62	87	3,1
MHGA-1	>10000	0,2	0,04	<0.05	<0.5	0,02	0,07	0	<1	1,5	0,42	50	30,4
MHYK-1	8890	0,3	0,11	0,11	<0.5	0,03	0,6	0	1	3,2	0,49	58	5,5
MHYK-1-1	>10000	0,4	0,1	0,09	<0.5	0,03	0,51	0	4	2,7	0,6	69	7,3
MHG 1/3	>10000	0,3	0,05	<0.05	<0.5	0,02	0,07	0	<1	1,5	0,48	58	6,2
MHG 2-1	3370	0,1	0,09	0,14	<0.5	0,02	1,09	6	5	3,5	0,24	35	6,7
MHG 2-2	>10000	0,3	0,05	<0.05	<0.5	0,02	0,11	0	1	1,7	0,49	56	4,5
MHG-1(Kahve)	7210	0,3	0,21	0,05	<0.5	0,04	0,33	5	1	6,6	0,58	65	5,4
MHG-1(Beyaz)	>10000	0,4	0,07	<0.05	<0.5	0,02	0,08	0	<1	1,9	0,55	72	5
MHG-1-2	>10000	0,2	0,03	<0.05	<0.5	0,01	<0.05	0	1	1,2	0,35	40	3,5
MHG-1-2-1	>10000	0,2	0,04	<0.05	<0.5	0,02	<0.05	0	2	1,4	0,44	52	4,4
MHG-1-3-1	>10000	0,4	0,06	<0.05	<0.5	0,03	0,09	0	1	2,5	0,63	72	11,6
MHG-8	10000	0,6	0,21	<0.05	<0.5	0,09	0,3	7	8	6,5	1,03	73	1,5
123	>10000	1,1	0,04	0,38	<0.5	0,04	0,19	5	2	2-4	0,42	34	2
144	>10000	0,3	0,01	0,13	<0.5	0,01	0,05	0	<1	1	0,27	30	2

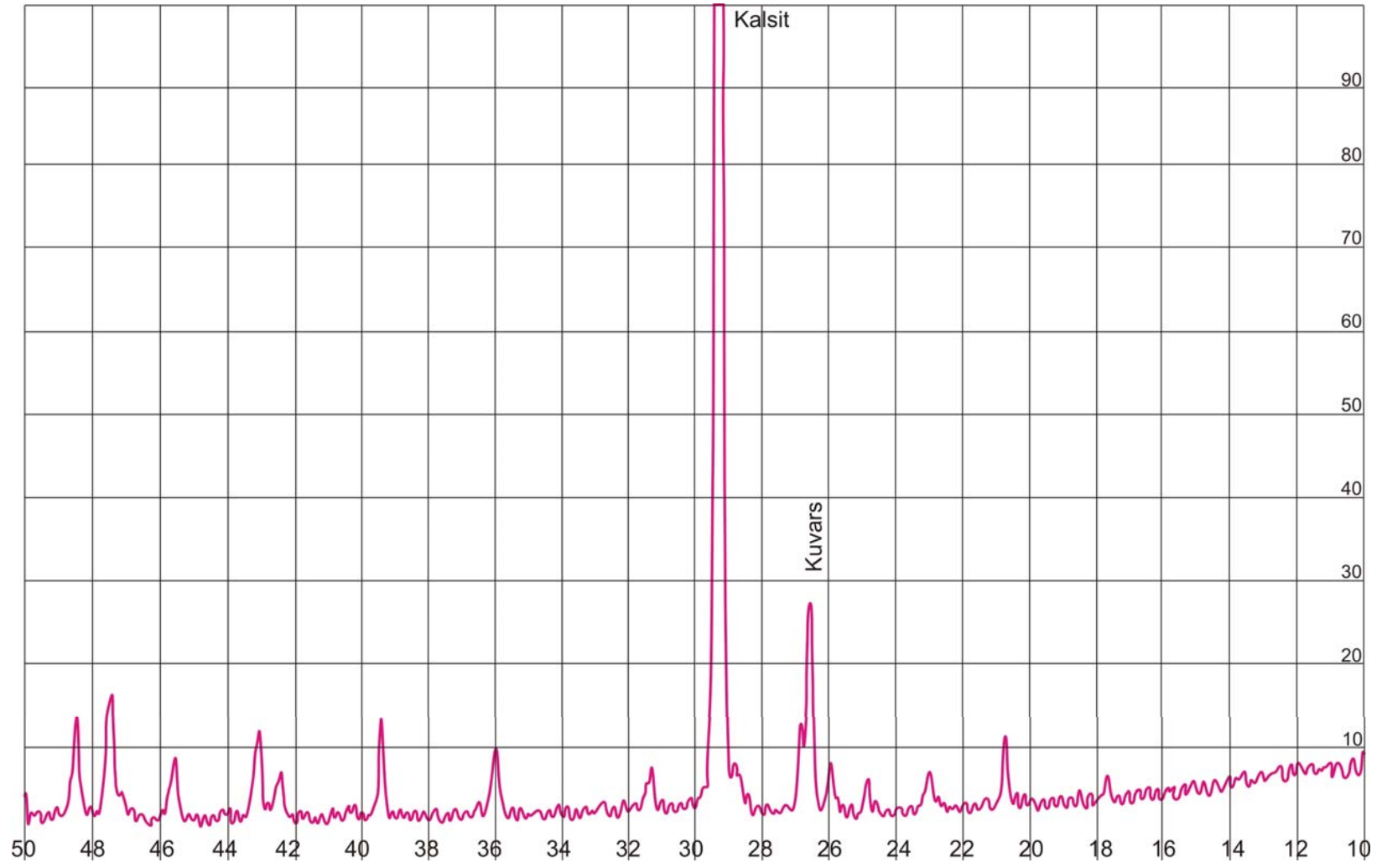
Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)

	Sr (ppm)	Ta (ppm)	Tb (ppm)	Th (ppm)	Ti (ppm)	Tm (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)	Y (ppm)	Yb (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
146	>10000	0,8	0,02	0,26	<0.5	0,02	0,14	0	2	1,2	0,33	31	<2
147	> 10000	1	0,14	0,68	<0.5	0,09	0,53	14	<1	5,9	0,99	137	7
YK-8	3700	4,1	1,11	38,8	<0.5	0,27	10,45	140	8	24,7	1,89	98	327
YK-9	5490	4,5	1,52	38,8	1,9	0,51	10,85	148	4	26,7	2,4	140	338
MHG-1-YK	4610	0,2	0,14	0,08	<0.5	0,03	0,16	0	1	5,2	0,37	39	6,9
Ortalama	8727,14	0,78	0,20	6,63	1,90	0,07	1,36	15,48	2,69	5,18	0,67	64,48	39,09

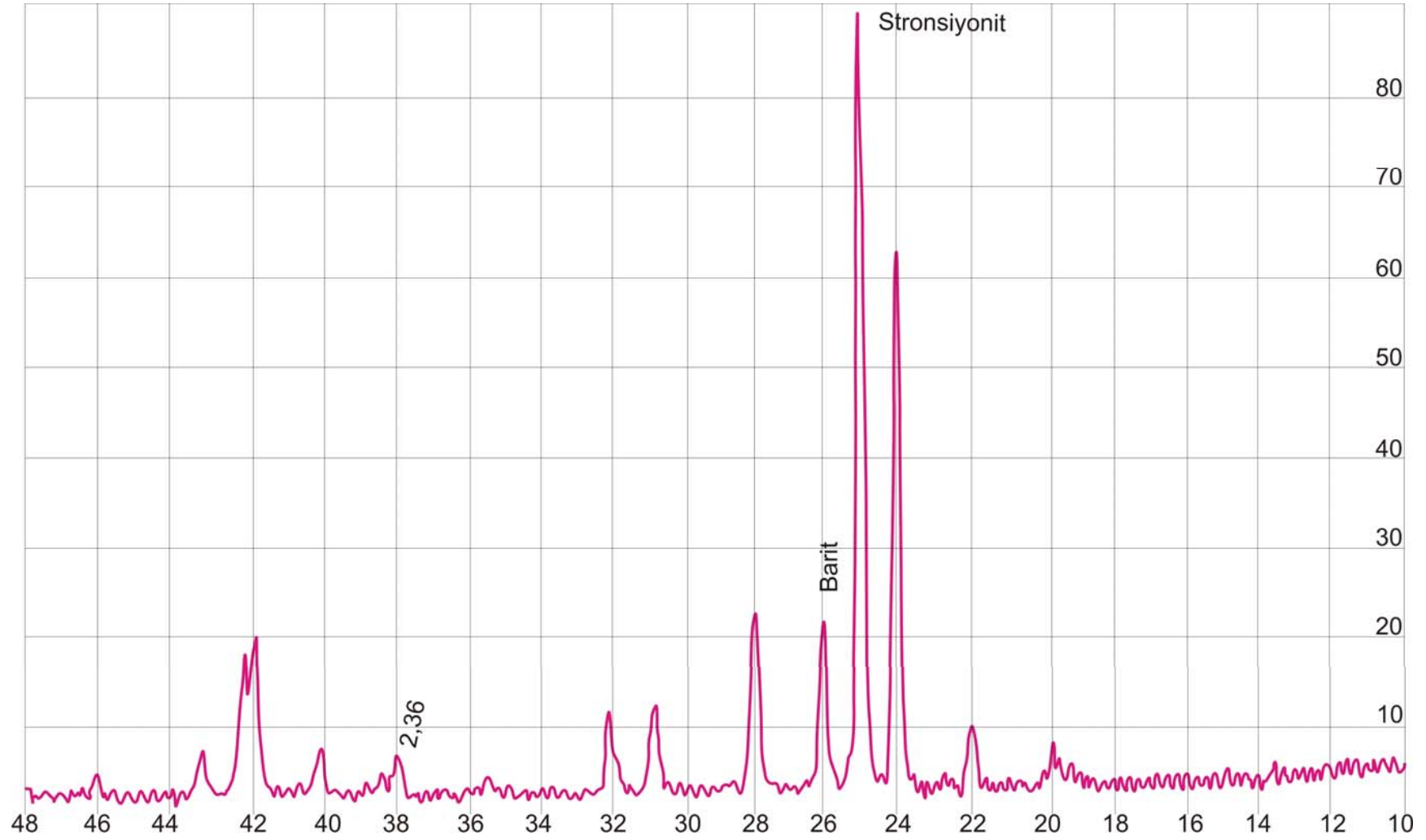
Ek-10 Hasköy barit ve yan kayaçlarının iz element analiz sonuçları (devam, Kumral 2010)



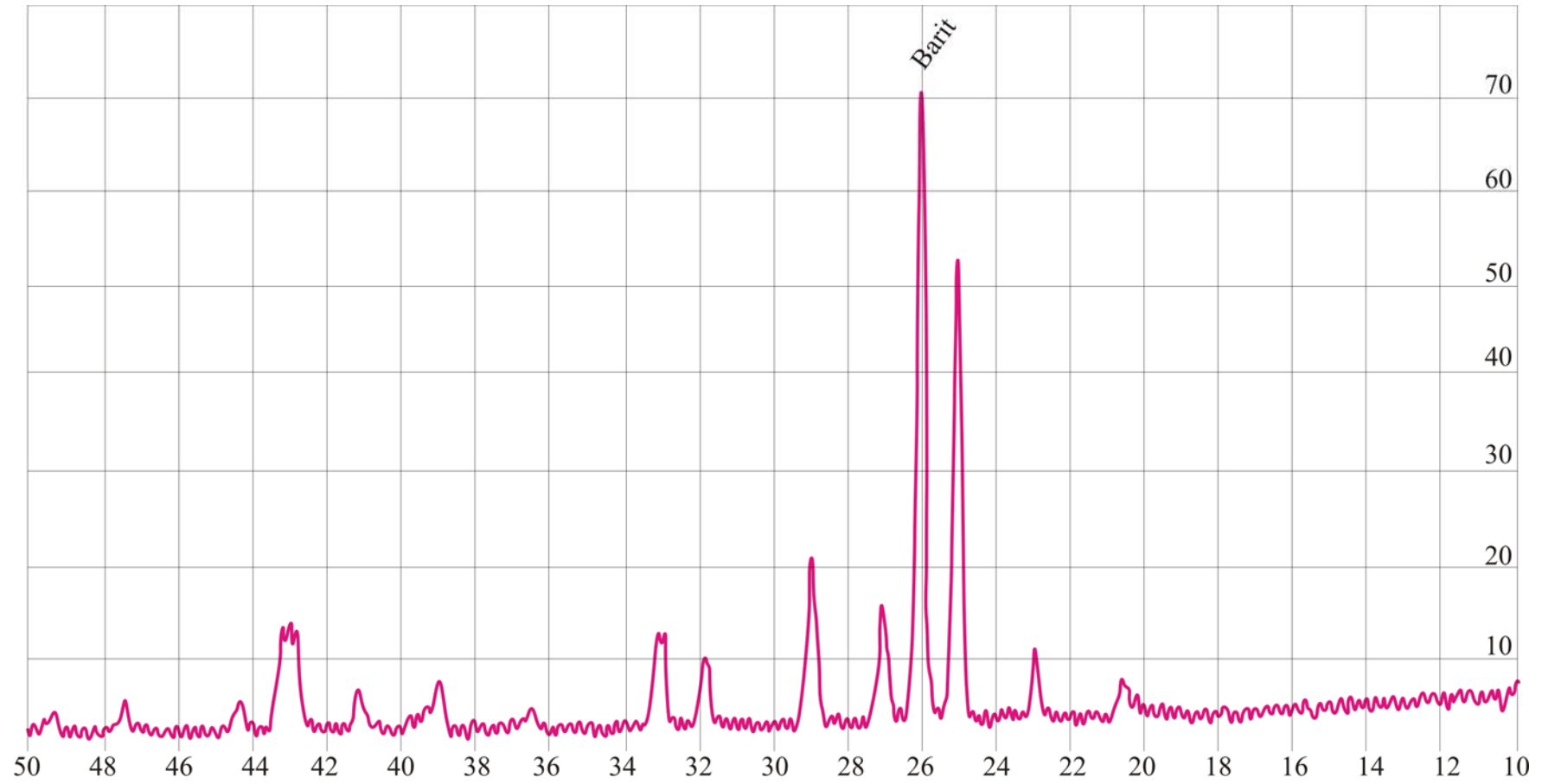
Ek-11 Toprakkale bölgesi 105 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



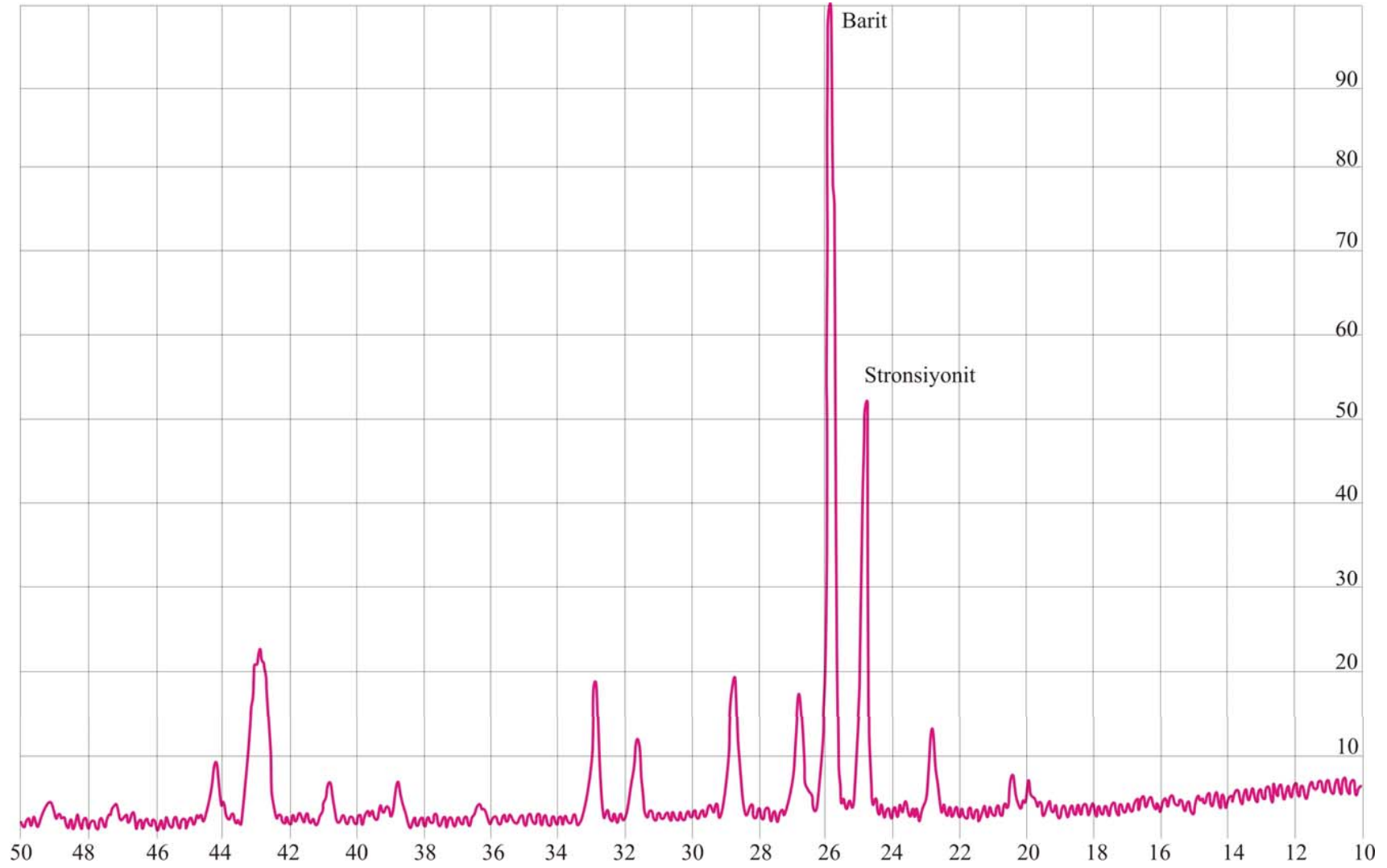
Ek-12 Toprakkale bölgesi 111 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



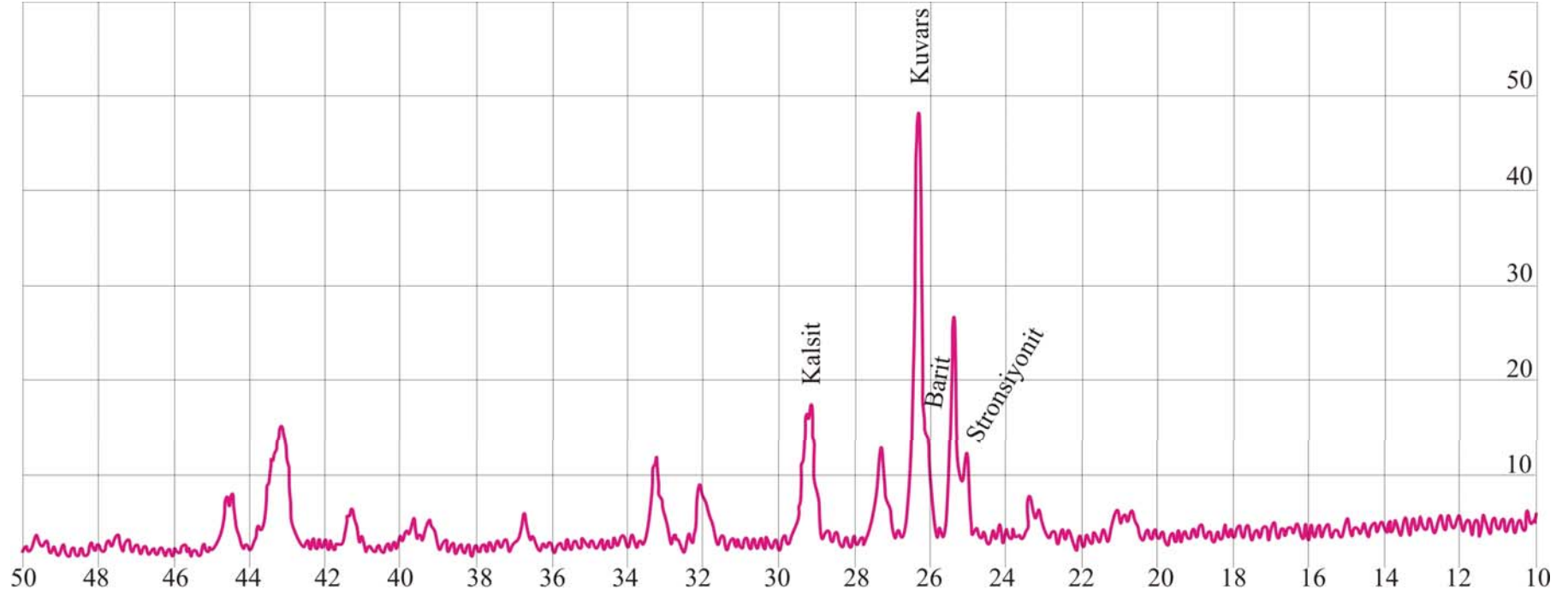
Ek-13 Toprakkale bölgesi 112 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



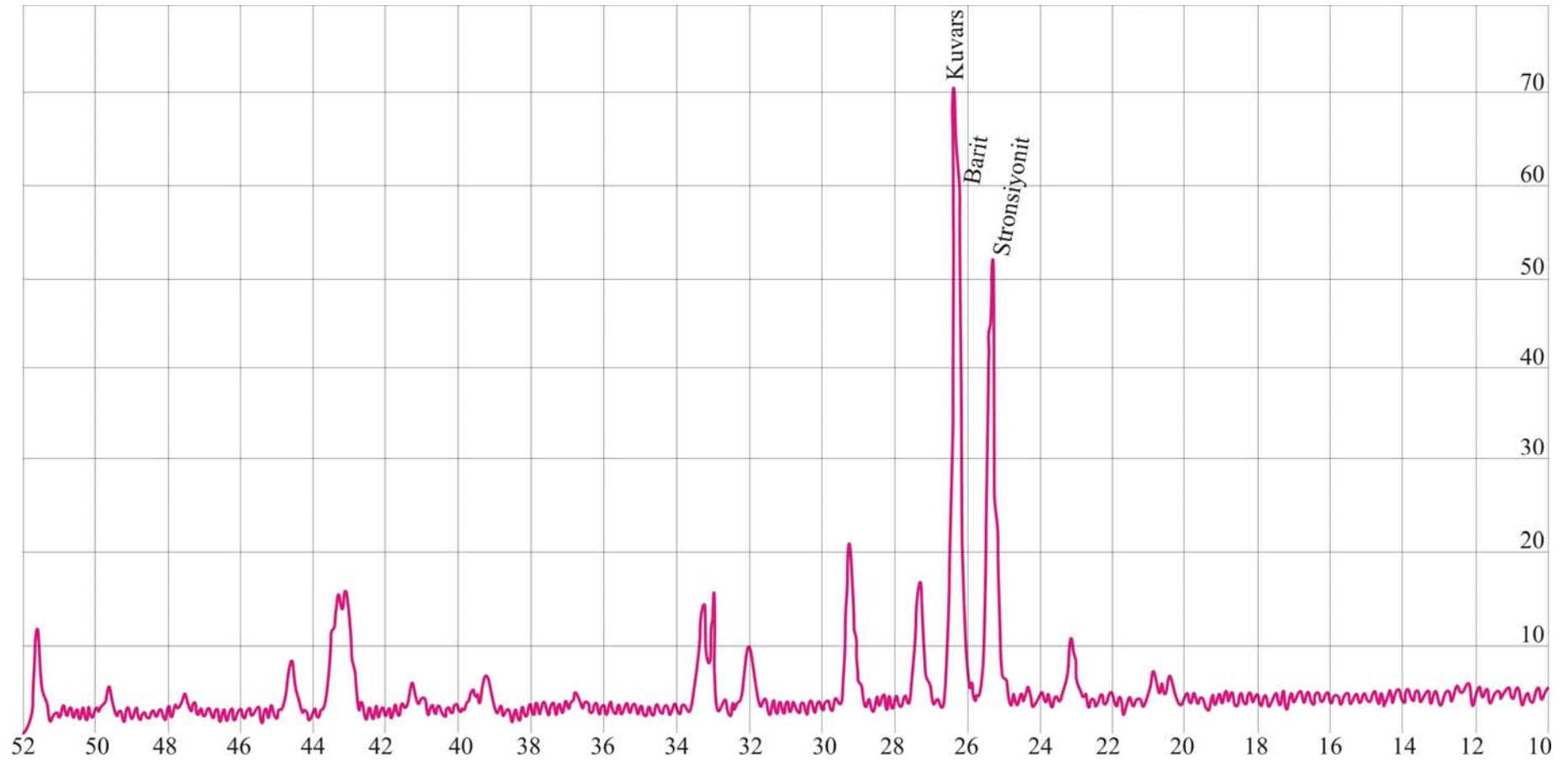
Ek-14 Toprakkale bölgesi 113 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



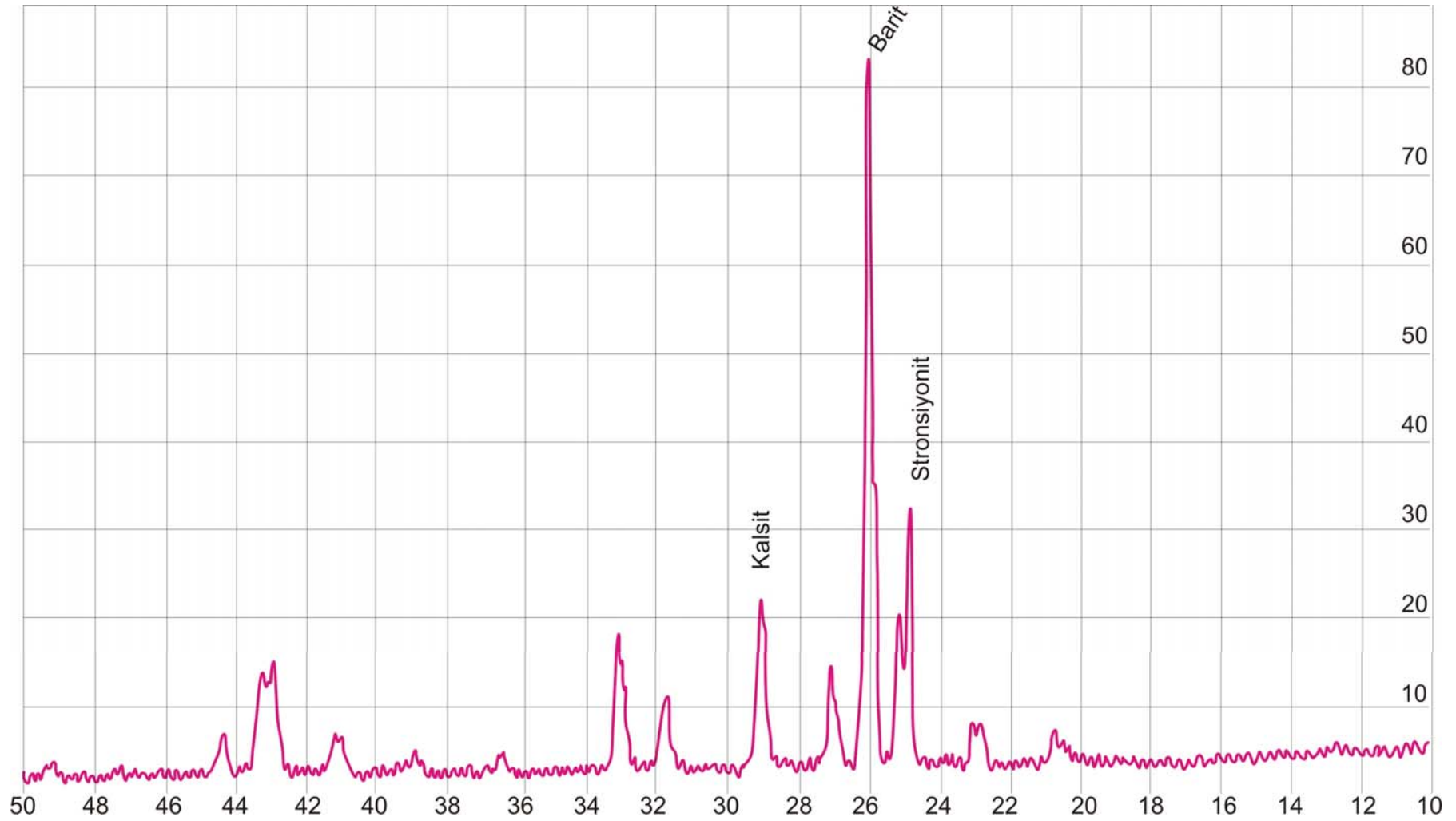
Ek-15 Toprakkale bölgesi 115 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



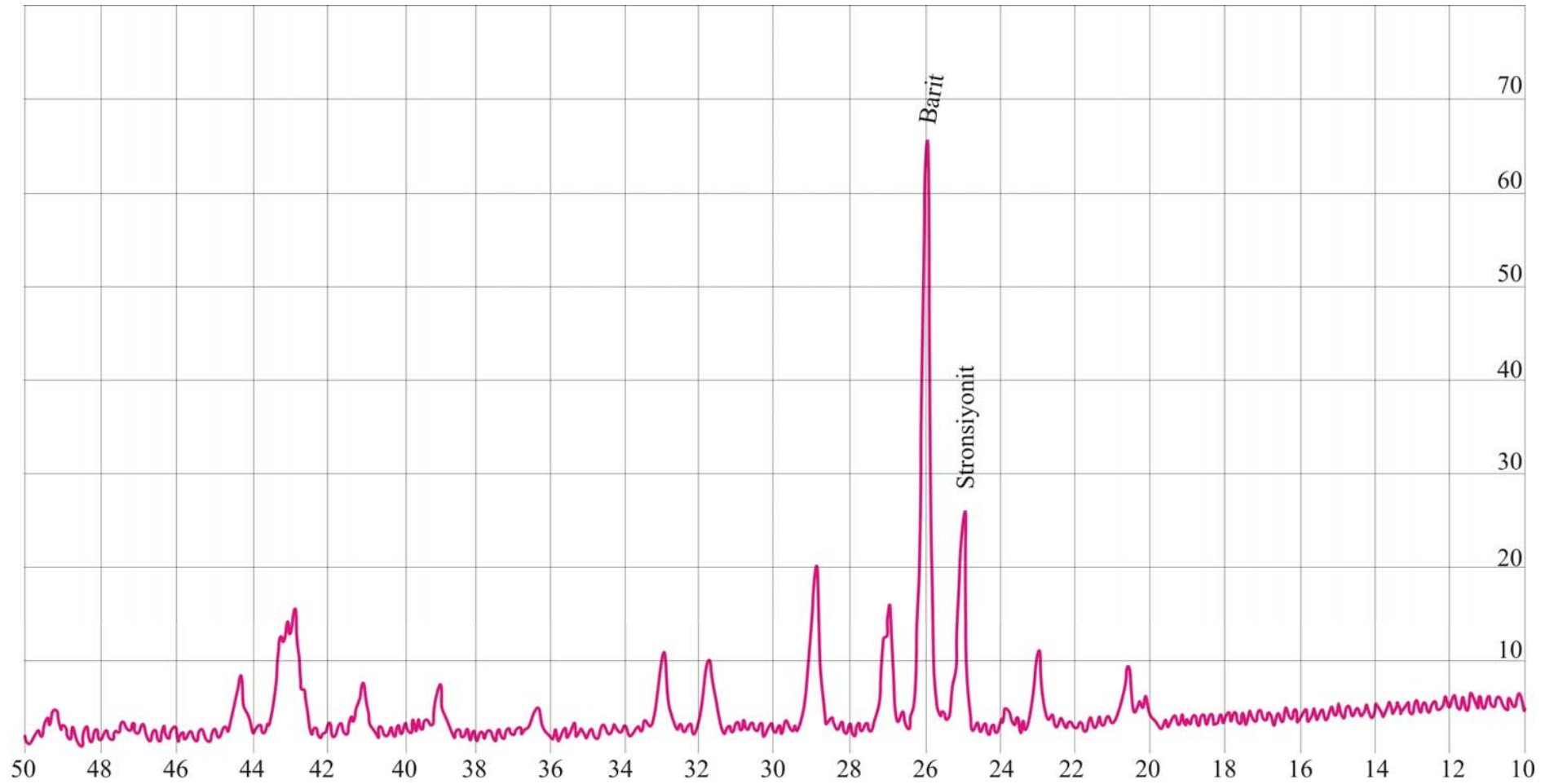
Ek-16 Toprakkale bölgesi 116 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



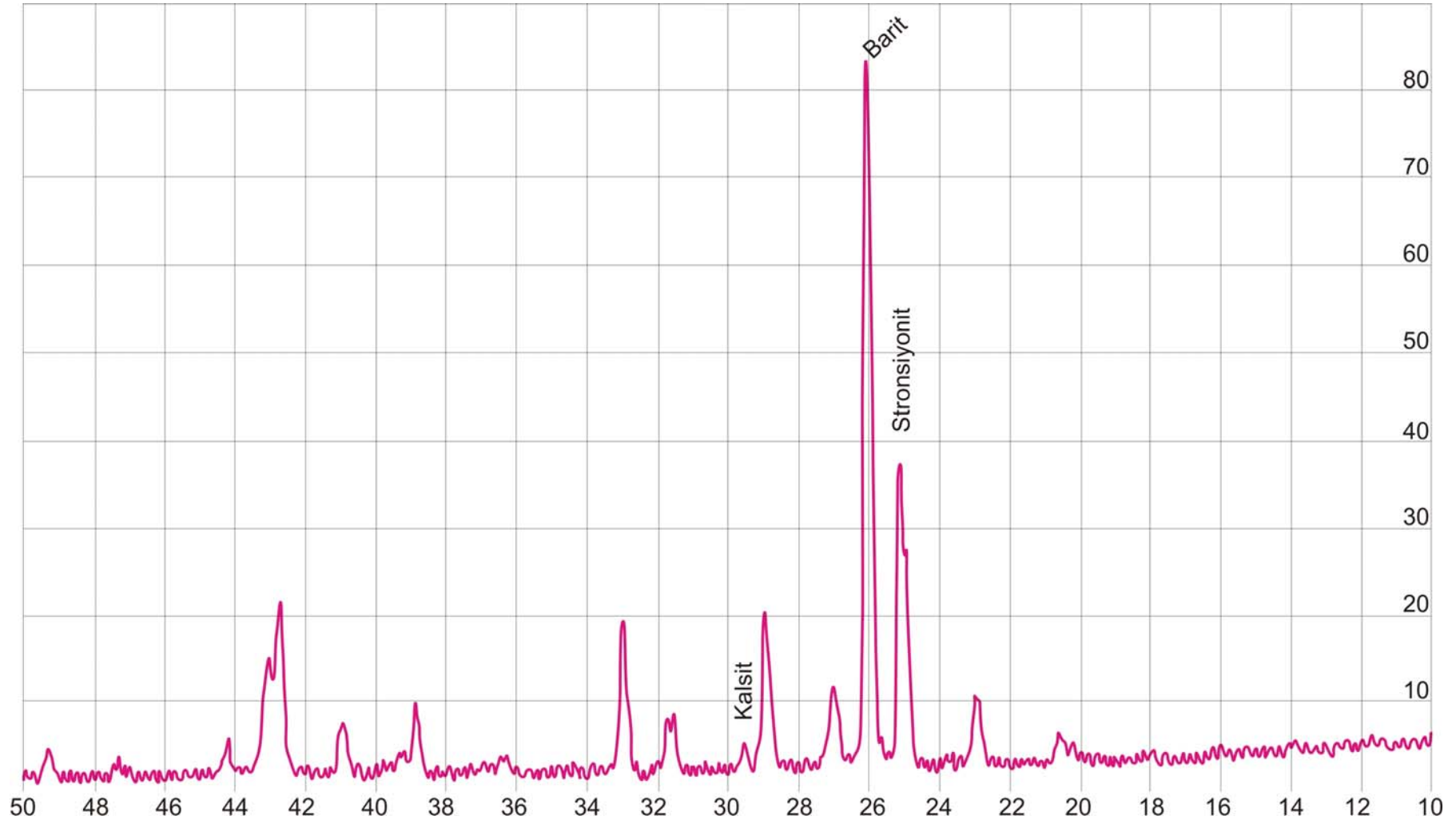
Ek-17 Toprakkale bölgesi 123 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



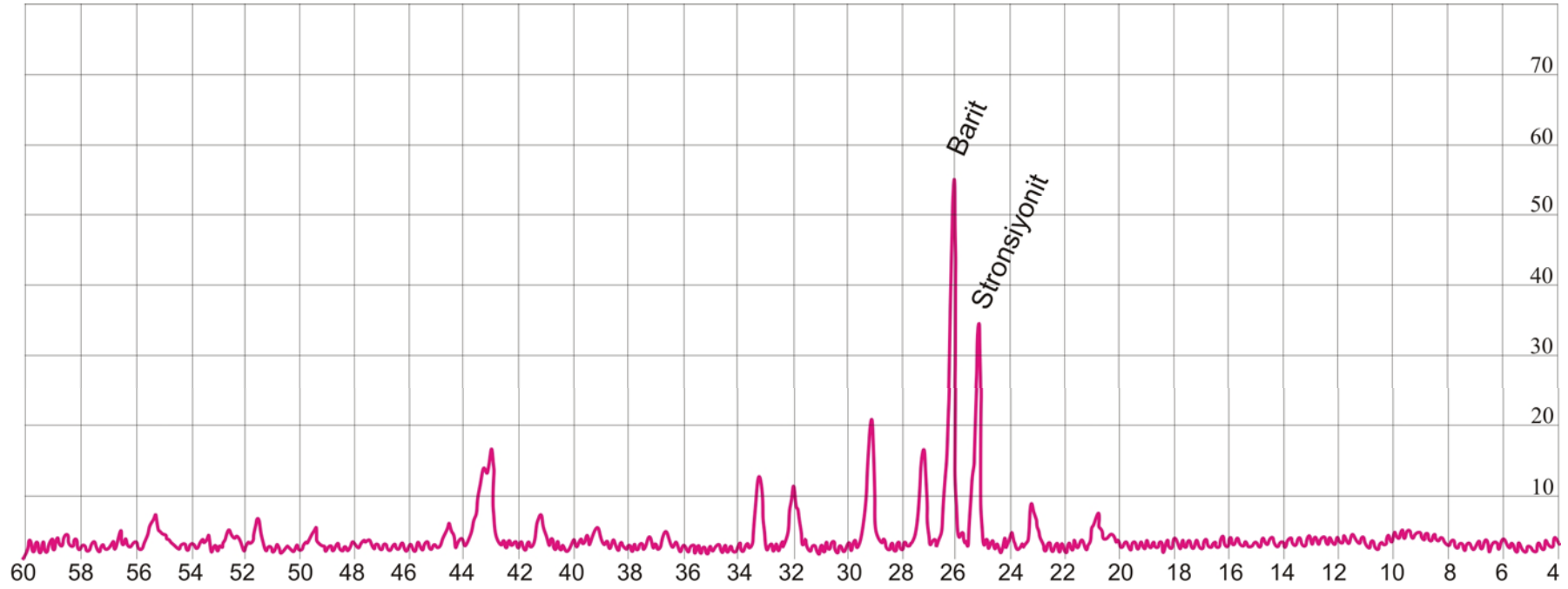
Ek-18 Toprakkale bölgesi 127 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



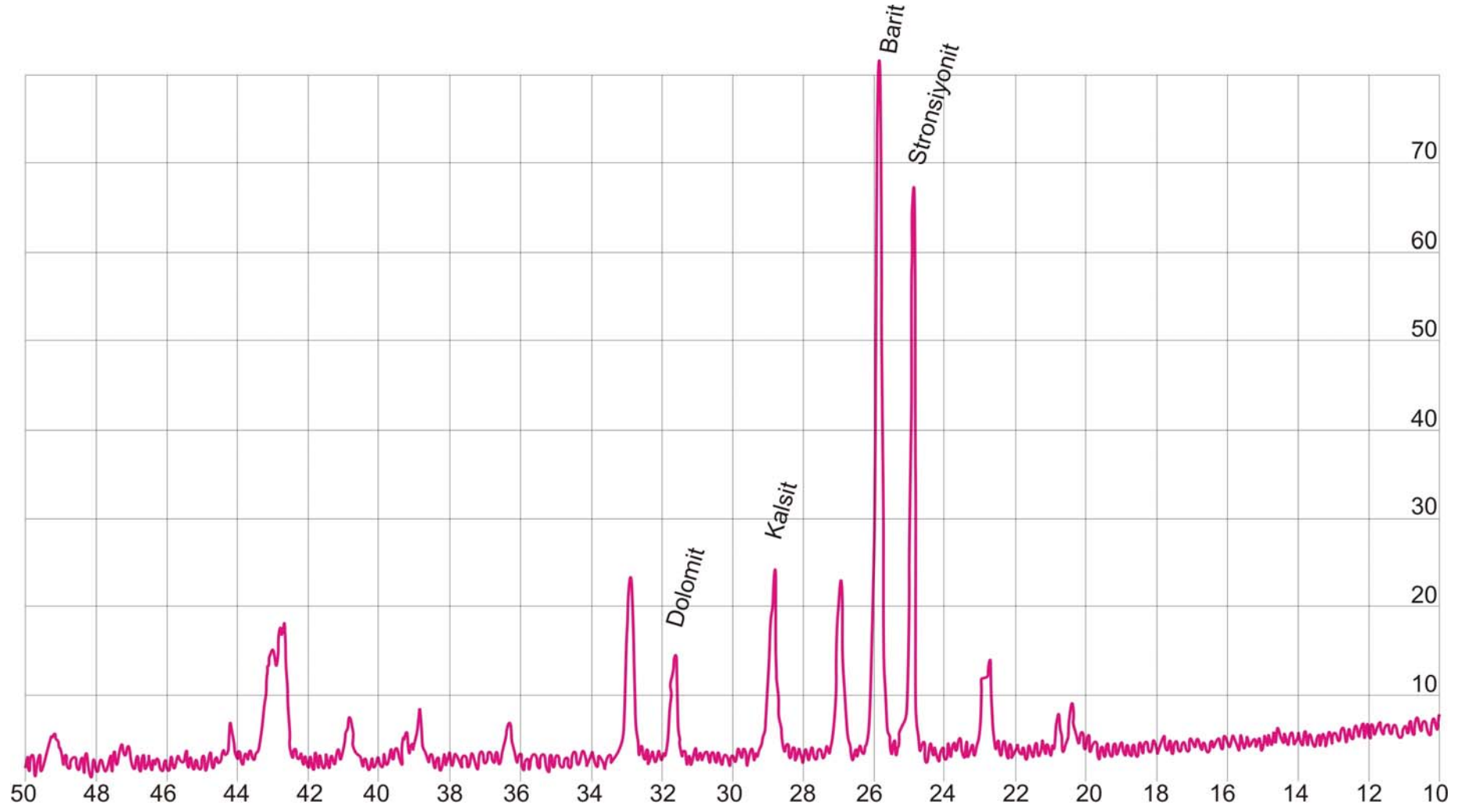
Ek-19 Toprakkale bölgesi 131 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



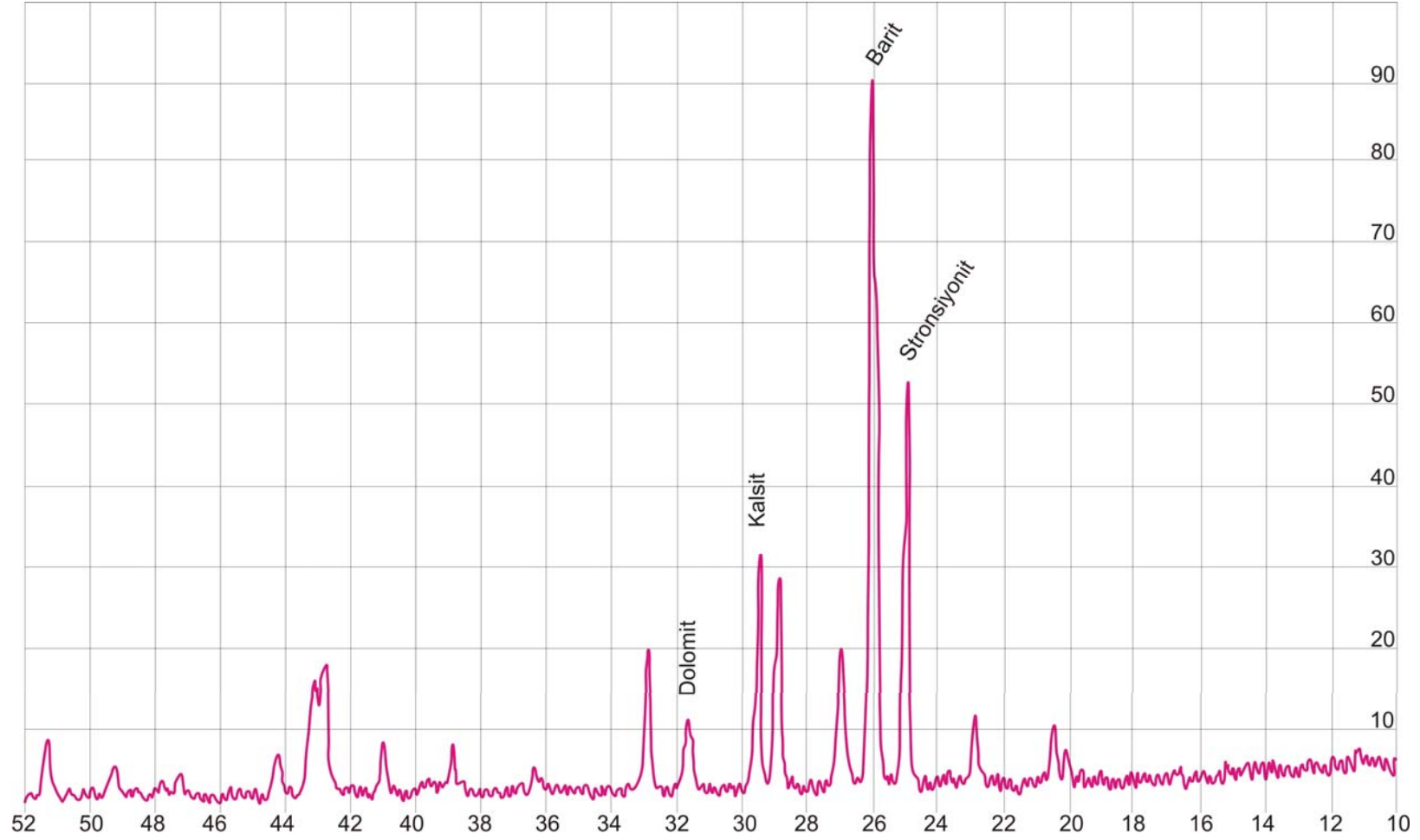
Ek-20 Toprakkale bölgesi 140 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



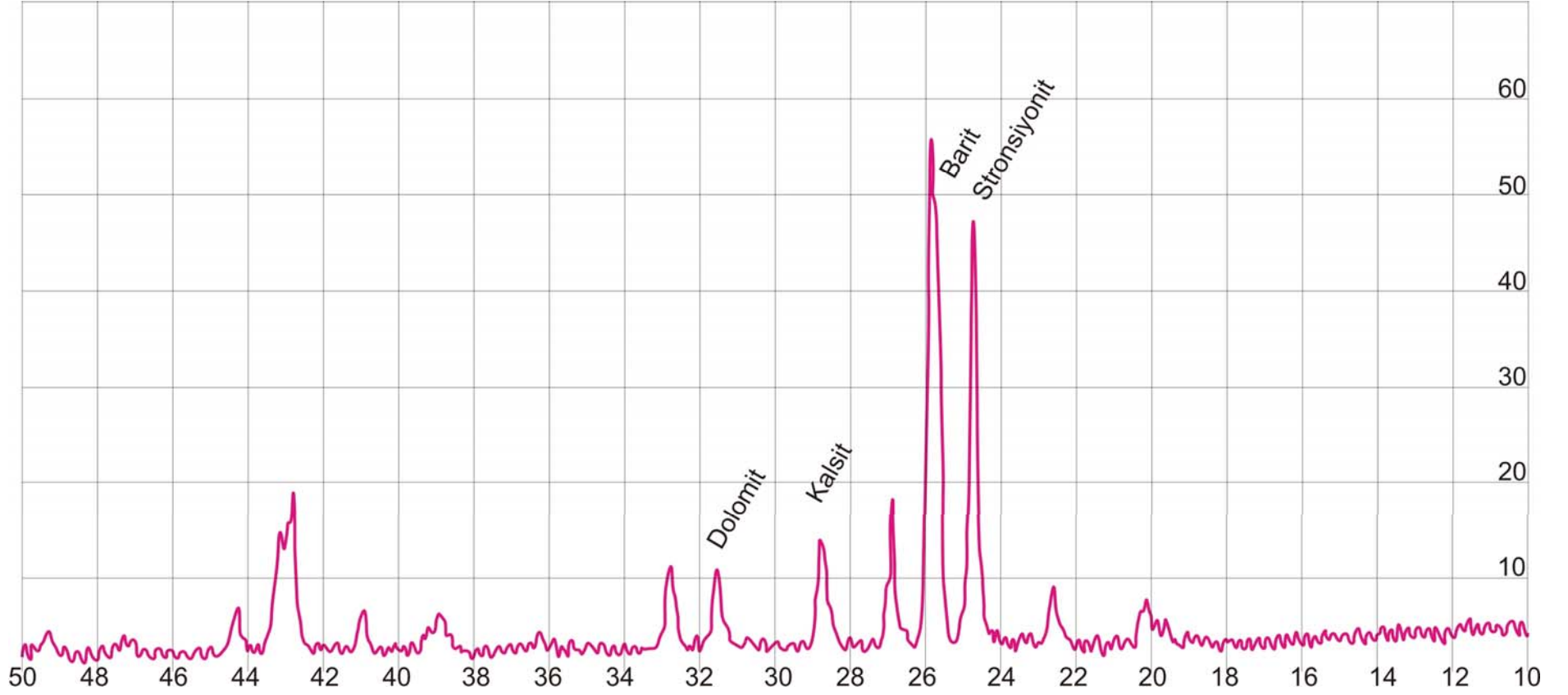
Ek-21 Toprakkale bölgesi 142 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



Ek-22 Toprakkale bölgesi 144 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



Ek-23 Toprakkale bölgesi 145 numaralı barit örneği XRD diyagramı.



Ek-24 Toprakkale bölgesi 146 numaralı barit örneği XRD diyagramı.

Ek-25 Muş baritlerinin izotop analiz sonuçları (* değerler Kumral 2010'dan alınmıştır)

Örnek Adı	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$	$\delta^{34}\text{S}$	Açıklama
14011	0,5	17,9	0,713716		Hasköy rekristalize kireçtaşı*
104111	-0,2	18	0,712774		Suluca rekristalize kireçtaşı
12911	-7,7	19,6	0,711072		Toprakkale kireçtaşı
13111	0,9	20,9	0,710801		Toprakkale kireçtaşı
14211	-3,8	18,6	0,711861		Elmabulak demiroksitli kireçtaşı*
MHYK1	-0,2	14,7	0,713597		Hasköy rekristalize kireçtaşı*
11611	-5,2	19,0	0,713822		Hasköy altere kireçtaşı*
12311	-1,8	17,3	0,712683		Azıklı kireçtaşı*
12712		14	0,710552	28,35	Toprakkale barit
1041121		15,7	0,711706	38,93	Suluca barit
127121		14,1	0,710289	28,67	Toprakkale barit
129121		16,3	0,710657	30,94	Toprakkale barit
13112		13,1	0,710801	26,95	Toprakkale barit
131121		12,8	0,710082	32,44	Toprakkale barit
11612		13,1	0,713926	40,52	Hasköy barit*
139-1		13,0	0,712794	35,41	Hasköy barit*
14012		12,4	0,713663	36,50	Hasköy barit*
MGH 1-1		12,4	0,712393	31,48	Hasköy barit*
MHG1-2		13,1	0,712412	40,82	Hasköy barit*
MHG2-1		13,3	0,713426	39,30	Hasköy barit*
MHG2-2		12,4	0,713828	41,40	Hasköy barit*
MH2		12,3	0,713767	39,75	Hasköy barit*
MH12		13,0	0,714090	38,87	Hasköy barit*
MHG1		13,0	0,712312	39,79	Hasköy barit*
MHGA-1		13,1	0,713340	40,74	Hasköy barit*
MGH1-3		12,4	0,714088	40,65	Hasköy barit*
14212		14,7	0,711204	26,32	Elmabulak barit*
12312		13,2	0,712311	41,49	Azıklı barit*
147-1		13,4	0,712898	42,09	Azıklı barit*

Ek-25 Muş baritlerinin izotop analiz sonuçları (devam, * değerler Kumral 2010'dan alınmıştır)

Örnek Adı	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$	$^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$	$\delta^{34}\text{S}$	Açıklama
144-1		13,2	0.712994	36,94	Elmabulak barit*
146-1		13,3	0.713390	36,90	Elmabulak barit*
102-3				28,42	Suluca barit
105-1-2				31,82	Toprakkale barit
107-1				32,61	Toprakkale barit
108-1				30,88	Toprakkale barit
109-1				38,93	Toprakkale barit
111				30,52	Toprakkale barit
112-1				30,64	Toprakkale barit
112-2				17,65	Toprakkale galen
112-3				16,80	Toprakkale galen
112-4				16,96	Toprakkale galen
113-1-1				32,44	Toprakkale barit
115-1				25,11	Toprakkale barit
126-1				28,35	Toprakkale barit
129-1				31,92	Toprakkale barit
136-1				24,42	Toprakkale barit
138-1				29,24	Toprakkale barit
MTK-1				30,94	Toprakkale barit
MK-1				34,36	Kasor barit
MK-2-1				20,84	Kasor barit
MK-2-2				23,56	Kasor barit
MK-3				34,69	Kasor barit
MKK-1				32,75	Kızılkilise barit
MKK-2				32,21	Kızılkilise barit
MKK-6				28,21	Kızılkilise barit

ÖZGEÇMİŞ

Hacı Alim BARAN, 1977 yılında Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara’da tamamladı. 1996 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde lisans öğrenimine başladı. 2000 yılı Haziran ayında aynı fakülteden Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2000 yılında Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları ve Jeokimya Ana Bilim Dalı’nda öğrenime başladığı yüksek lisansını 2003 yılında tamamladı. 2004 yılında vatani görevini yerine getirdi. 2005 yılında doktora öğrenimine başladı. 2000 yılı aralık ayından beri Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Hacı Alim BARAN evli ve 1 erkek çocuk babası olup orta derecede İngilizce bilmektedir.

