



T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HASANGAZİ (ULUKIŞLA - NİĞDE) BAKIR OLUŞUMLARININ
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

TÜLAY FIRAT KOCAÖZ

Şubat 2015

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HASANGAZİ (ULUKIŞLA - NİĞDE) BAKIR OLUŞUMLARININ
JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Tülay FIRAT KOCAÖZ

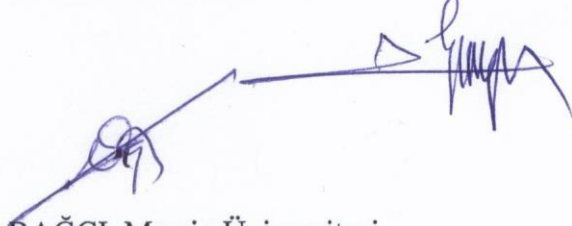
Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ

Şubat 2015

Tülay FIRAT KOCAÖZ tarafından **Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ** danışmanlığında hazırlanan “**Hasangazi (Ulukışla – Niğde) Bakır Oluşumlarının Jeokimyasal İncelenmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU, Niğde Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Utku BAĞCI, Mersin Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ, Niğde Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Tülay FIRAT KOCAÖZ

ÖZET

HASANGAZİ (ULUKIŞLA - NİĞDE) BAKIR OLUŞUMLARININ JEOKİMYASAL İNCELENMESİ

FIRAT KOCAÖZ, Tülay

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği AnaBilim Dalı

Danışman

:Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ

Şubat 2015, 74 sayfa

Bu yüksek lisans tez çalışmasında Ulukışla (Niğde) havzasında yer alan Hasangazi köyü kuzeybatısındaki bakır cevherleşmesi konu edilmiştir. Bakır cevherleşmesi eski Hasangazi köyünün yaklaşık 1,5 km batı kesiminde yer almaktadır. Bakır cevherleşmesi Ulukışla volkanikleri eteklerinde bulunan volkanik breşler içerisinde yer almaktadır. Parlak kesitler üzerinde yapılan SEM - EDX analizlerinde, bakır cevher mineralleri olarak nabit bakır ve kalkozin tespit edilmiştir. Cevher minerallerinin alterasyonu sonucu malahit ve azurit yaygın olarak bulunmaktadır. Kayaçlardaki genel doku porfirik olarak belirlenmiş olup bununla birlikte intersertal ve mikrolitik dokuda gözlenmektedir. Kesitlerde yapılan mineralojik incelemede tespit edilen mineraller ve alterasyon çeşitleri: Plajiyoklaz, biyotit, kalsit, kuvars, barit, klinopiroksen, zirkon, volkanik cam, opak mineraller ve bu minerallerin alterasyonu sonucu meydana gelen; serisitleşme, karbonatlaşma ve opaklaşma tespit edilmiştir. Jeokimyasal analizler sonucu elde edilen K_2O - SiO_2 ikili diyagramına göre bakır cevherleşmesinin içerisinde yer aldığı volkanik kayaçlar yüksek K'lu kalk - alkali ve alkali kayaç özelliği göstermektedir. İnce kesitlerde ve SEM - EDX çalışmasında yoğun olarak görülen baritin ekonomik bir seviyeye ulaşabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Ulukışla Havzası, bakır cevherleşmesi, SEM-EDX, porfirik, jeokimya.

SUMMARY

GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF COPPER DEPOSITS IN HASANGAZI (ULUKISLA-NIGDE)

FIRAT KOCAÖZ, Tülay

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geology Engineering

Supervisor : Assistant Professor Dr. Ali TÜMÜKLÜ

February 2015, 74 pages

The copper mineralization in the NW of the Hasangazi village located in Ulukışla (Nigde) basin was studied in this master thesis. Copper mineralization is located approximately 1.5 km from the western part of the old Hasangazi village. Copper mineralization is located in volcanic breccia in foothills of the Ulukışla volcanics. Native copper and chalcocite minerals were identified as copper ore minerals in SEM - EDX analysis made on polished sections. Malachite and azurite are commonly found as a result of the alteration of ore minerals. The general texture of the rocks is identified as the porphyritic and intersertal and microlitic textures are also observed. The identified minerals and alteration types in the mineralogical examination of thin sections: plagioclase, biotite, calcite, quartz, barite, clinopyroxene, zircon, volcanic glass, opaque minerals and as a result of the alteration of these minerals; sericitization, carbonation and opacification were occurred. According to the $K_2O - SiO_2$ binary diagram obtained as a result of geochemical analysis, volcanic rocks where the copper mineralization located show high K alkaline and calc alkaline characteristics. The intense barite seen in thin sections and SEM - EDX studies show that it can reach an economic level.

Keywords: Ulukışla (Nigde) basin, Copper mineralization, SEM-EDX, porphyritic, geochemistry.

ÖN SÖZ

Niğde ili Ulukışla ilçesi Hasangazi köyü civarındaki bakır oluşumlarının jeokimyasal incelenmesini konu alan bu yüksek lisans tez çalışması Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ danışmanlığında hazırlanmıştır. Bu çalışma ile Bakır cevherinden elde edilecek değerler ile cevher kalitesi ortaya konularak cevherin jeolojik boyutta incelenmesi yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar; büro çalışmaları, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere 3 ayrı bölümde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile bölge jeolojisinin anlaşılması ve madencilik faaliyetlerine katkıda bulunulması hedeflenmiştir

Öncelikle beni tez öğrencisi olarak kabul eden, tezin yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında, değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli yardımcı olan ve bizzat inceleme sahama gelerek saha çalışmalarına ve analizlerin yorumlanmasına katkı sağlayan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ali TÜMÜKLÜ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Niğde Üniversitesinde ince kesit fotoğraflarımın çekilmesine yardımcı olan tez jüri üyesi Sayın Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU' na teşekkür ederim.

SEM- EDX analizlerime yardımcı olan Erciyes Üniversitesi Teknoloji ve Araştırma Merkezi birim sorumlusu Sayın Uzman İhsan AKŞİT 'e teşekkür ederim.

Bu çalışmaya FEB2012/14 numaralı proje ile finansal destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Mehmet ŞENER ve tez jüri üyesi Sayın Doç. Dr. Utku BAĞCI' ya çalışmalarım sırasında benden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen kardeşim Kemal FIRAT' a ve eşim Akgün KOCAÖZ' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
FOTOĞRAF VB. MALZEMELER DİZİNİ	xii
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
BÖLÜM II BAKIR YATAKLARI.....	7
2.1 Bakır Elementinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	7
2.2 Bakır Cevher Mineralleri	8
2.3 Bakır Yataklarının Oluşumu	9
2.3.1 Erken magmatik evre bakır yatakları.....	9
2.3.2 Pinomatolitik bakır yatakları	10
2.3.3 Porfiri bakır yatakları.....	10
2.3.4 Masif sülfid yatakları	12
2.3.5 Sedimanter bakır yatakları	13
2.3.6 Karasal kökenli bakır yatakları	13
2.3.7 Sementasyon zonu bakır yataklar	14
2.4 Bakırın Kullanım Alanları	14
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	16
3.1 Büro Çalışmaları	16
3.2 Arazi Çalışmaları	16
3.3 Laboratuvar Çalışması	16

BÖLÜM IV ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
BÖLÜM V GENEL JEOLJİ.....	24
5.1 Bölgesel Jeoloji.....	24
5.1.1 Bolkardağ karbonat platformu	29
5.1.2 Alihoca ofiyolitik melanjı.....	29
5.1.3 Çiftehan formasyonu	30
5.1.4 Kalkankaya formasyonu	30
5.1.5 Güneydağı formasyonu.....	30
5.1.6 Halkapınar formasyonu	31
5.1.7 Ulukışla formasyonu	31
5.1.8 Hasangazi formasyonu	32
5.1.9 Bozbeltepe formasyonu	32
5.1.10 Kabaktepe formasyonu	33
5.1.11 Güney formasyonu.....	33
5.1.12 Aktoprak formasyonu	34
5.1.13 Alüvyon	34
5.2 Tektonik.....	38
5.3 Ulukışla Bölgesindeki Cevherleşmeler.....	39
5.3.1 Karıncadağ kurşun-çinko-bakır cevherleşmesi.....	39
5.3.2 Sulucadere kalay cevherleşmesi	39
5.3.3 Âlkoyağı dere bakır cevherleşmesi.....	39
5.3.4 Karnıoğlu demir - bakır cevherleşmesi.....	40
5.3.5 Kayserîlînin dere bakır cevherleşmesi.....	40
5.3.6 Cipcip dere demir - bakır cevherleşmesi	40
5.3.7 Yağlıtaş kurşun - bakır cevherleşmesi	40
5.3.8 Çivril tepe barit cevherleşmesi	41
5.3.9 Esendemir tepe demir - skarn cevherleşmesi.....	41

5.3.10 Kanlıdere çiftliği kobalt anomali sahası	41
5.3.11 Uçurum tepe cevherleşmesi	41
BÖLÜM VI ARAŞTIRMA BULGULARI	42
6.1 Mineraloji ve Petrografi.....	42
6.2 Bakır Cevherleşmesi	48
6.3 Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi (SEM - EDX).....	53
6.4 Jeokimyasal İnceleme	63
BÖLÜM VII SONUÇLAR.....	67
KAYNAKLAR	69
ÖZ GEÇMİŞ	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya bakır rezervleri	5
Çizelge 2.1. Bakır elementinin bazı fiziksel ve mineralojik özellikleri.....	7
Çizelge 2.2. Yaygın bazı bakır minerallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	8
Çizelge 2.3. Bakırın kullanım alanları ve toplamdaki payı	15
Çizelge 6.1. Örnek 1A-a noktasının % oksit dağılımları	54
Çizelge 6.2. Örnek 1A-b noktasının % oksit dağılımları.....	55
Çizelge 6.3. Örnek 1A-c noktasının % oksit dağılımları	56
Çizelge 6.4. Kalkosin mineralinin EDX analizi % element dağılımları	57
Çizelge 6.5. Barit mineralinin EDX analizi % oksit dağılımları	59
Çizelge 6.6. Siderit mineralinin EDX analizi % oksit dağılımları.....	60
Çizelge 6.7. Zirkon mineralinin EDX analizi % oksit dağılımları	62
Çizelge 6.8. Çalışma alanı içerisinde bakır cevherleşmesinin içerisinde bulunduğu volkanik kayaların % oksit ve iz element (ppm) değerleri.	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	2
Şekil 1.2. Alihoca köyü yakınında bulunan Dünyadaki ilk maden ruhsatı olarak kabul edilen yazıt.	3
Şekil 5.1. Türkiye'nin ana mikrokıtasal birimleri ile kenet kuşakları ve Ulukışla Havzasının konumu.....	24
Şekil 5.2. Orta Anadolu mikrokıtasal birimleri ve önemli sedimanter havzaları	25
Şekil 5.3. Ulukışla havzasının revize edilmiş stratigrafik dikme kesiti.....	27
Şekil 5.4. Çalışma alanının revize edilmiş genel jeoloji haritası	28
Şekil 6.1. Örnek 1A-a noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü .	54
Şekil 6.2. Örnek 1A-b noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü .	55
Şekil 6.3. Örnek 1A-c noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü .	56
Şekil 6.4. Örnek 7' nin EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü	58
Şekil 6.5. Örnek 10' un EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü	59
Şekil 6.6. Örnek 10' un içerisinde siderit mineraline ait EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü	60
Şekil 6.7. Örnek 10'un içerisinde zirkon mineraline ait EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü	62
Şekil 6.8. K ₂ O - SiO ₂ diyagramında volkanitlerinin dağılımı.	65
Şekil 6.9. Örneklerin SiO ₂ (%) - Na ₂ O+K ₂ O ikili diyagramında dağılımları.....	66

FOTOĞRAF VB. MALZEMELER DİZİNİ

Fotoğraf 3.1. Mineralojik - petrografik incelemelerde kullanılan polarizan mikroskop	17
Fotoğraf 3.2. Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan elektron mikroskobu	18
Fotoğraf 5.1. Çalışma alanının genel görünümü.....	35
Fotoğraf 5.2. Ulukışla volkaniklerindeki trakitlerin yakın plan görünümü	36
Fotoğraf 5.3. Volkanikler içerisindeki yer yer kalsit damarları.....	37
Fotoğraf 6.1. Porfirik - mikrolitik ve porfirik - intersal doku sunan örnek	43
Fotoğraf 6.2. Özşekli barit kristalleri.....	44
Fotoğraf 6.3. Bazaltik kayaç örneği içerisinde anklav olarak kayaç parçaları	45
Fotoğraf 6.4. Kalsit kristalleri.....	46
Fotoğraf 6.5. Plajiyoklazlar	47
Fotoğraf 6.6. Bakır cevherleşmesinin bulunduğu alan	48
Fotoğraf 6.7. Eski Hasangazi köyü batısında cevherleşme içerisinde açılmış yarmalar	49
Fotoğraf 6.8. Eski Hasangazi köyü batı kesiminde volkanik breş içerisinde yer alan bakır cevherleşmesi	50
Fotoğraf 6.9. Cevherli zonlarda ikincil olarak gelişmiş malahit - azurit damar ve sıvanımları görünümü.....	51
Fotoğraf 6.10. Çalışma alanı içerisinde damar şeklinde bulunan nabit bakır ve kalkozin mineralleri görünümü	52
Fotoğraf 6.11. SEM-EDX çalışması 1A nolu örnek üzerinde analizi yapılan noktaların görünümü.....	53
Fotoğraf 6.12. SEM - EDX çalışması 7 nolu örnek üzerinde analizi yapılan kalkozin mineralinin görünümü	57
Fotoğraf 6.13. SEM - EDX çalışması 10 nolu örnek üzerinde barit ve siderit minerallerinin görünümü	58
Fotoğraf 6.14. SEM - EDX çalışması zirkon mineralinin görünümü	61

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1.Çalışmanın Amacı

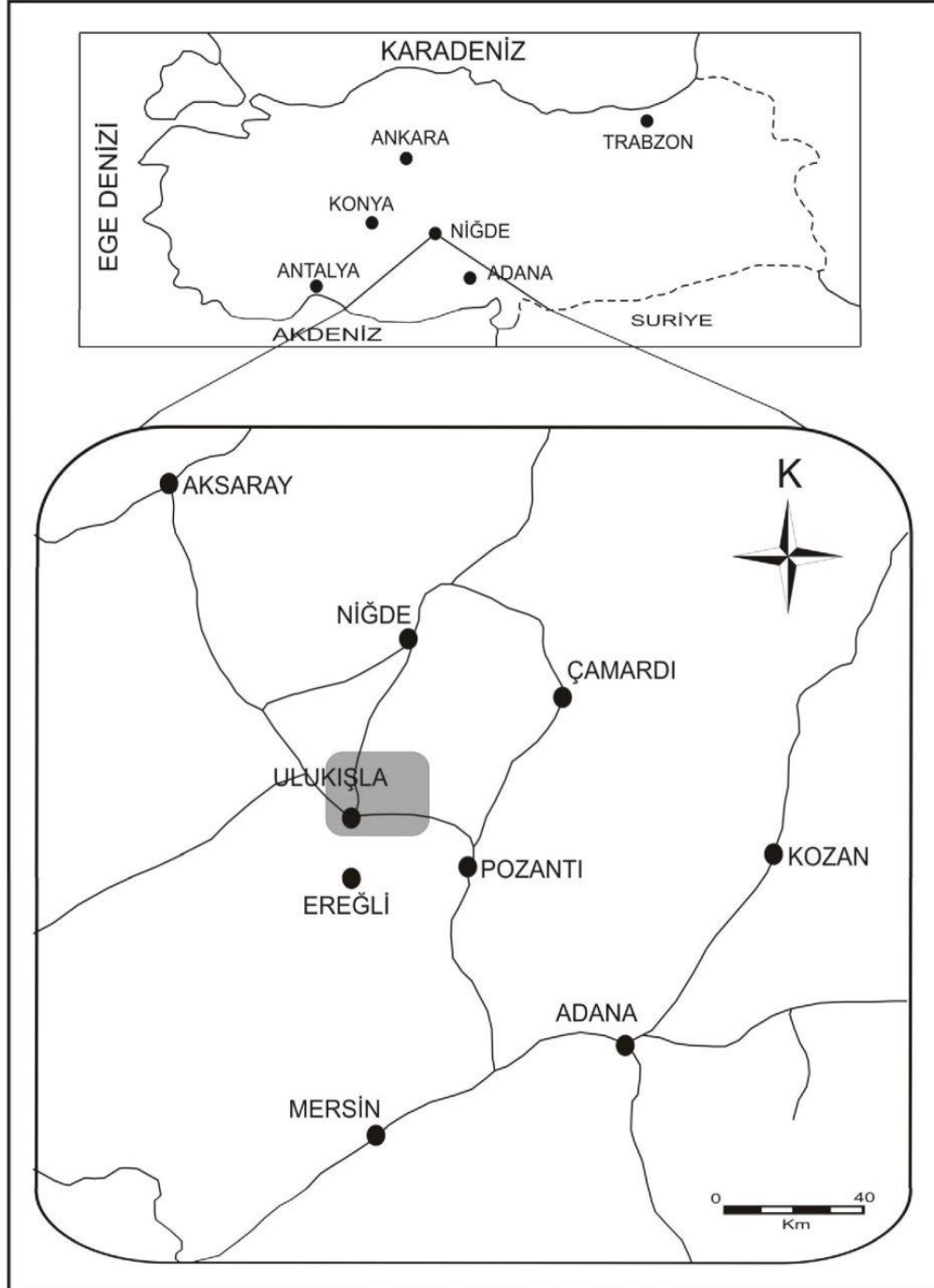
Bu yüksek lisans tez çalışmasında Niğde ili Ulukışla ilçesi Hasangazi köyü civarındaki bakır cevherleşmesinin jeolojik incelenmesi amaçlanmıştır (Şekil 1.1). Çalışma alanı olarak seçilen bölge ve civarı gerek tarihsel anlamda gerekse günümüzdeki madencilik çalışmaları ile tüm zamanlarda madencilik için bir cazibe konumundadır. Yazılı olarak bilinen tarihlerde Dünyadaki ilk maden ruhsatı çalışma alanına yaklaşık olarak 20 km kadar mesafede bulunmaktadır. Dünyadaki ilk maden ruhsatı olarak kabul edilen bu yazıt, Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftehan Beldesi Alihoca köyünün yaklaşık 3 km doğusunda bulunan 3 - 4 m yükseklikte bir kayada, 5 satırlık Hiyeroglif yazı ile yazılmış olan bir yazıttır. Bu yazıtta, Bolkardağları “Muti Dağı” olarak isimlendirilmekte, “Efendim Warpalawas’a iyilik ettim, o da Muti Dağı’nı bana verdi ve bereketli olmasını diledi” denilmektedir (Şekil 1.2), (Kartalkanat, 2014).

Günümüzde ise bölgede özel sektör tarafından işletilen Au, Ag, Pb - Zn ve Cr madenleri işletmeciliği yapılmaktadır. İşletilen bu madenlerin bölge ekonomisine ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Tarihsel süreçlerde işletilmiş ve günümüzde halen işletilenlere ilave olarak bölgede gerek özel sektör olsun gerek devlet kurumlarının yürüttüğü birçok maden arama projesi halen devam etmektedir.

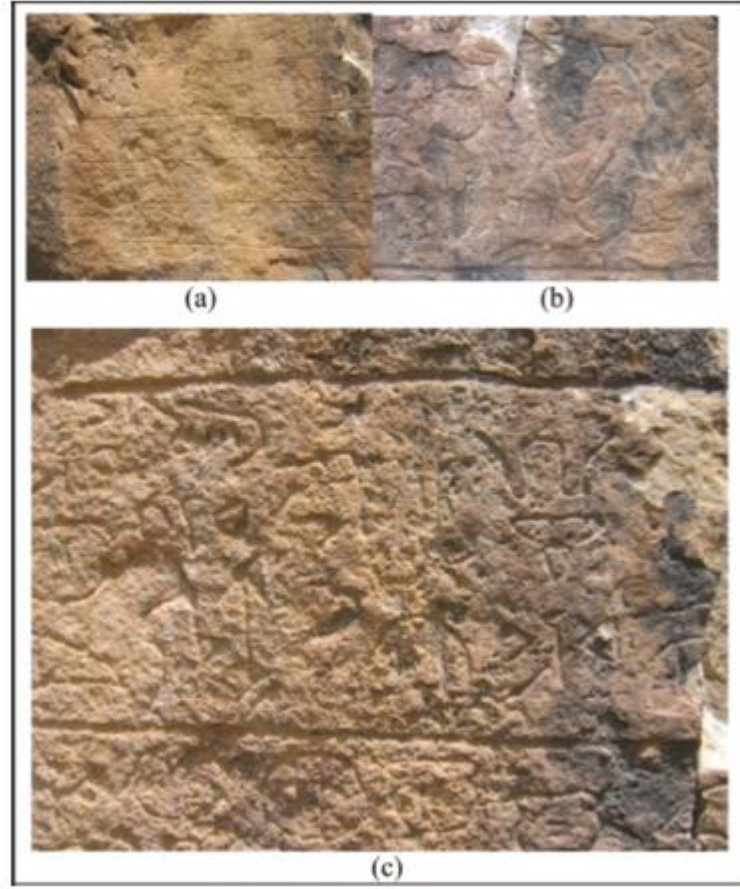
Bölge olarak bakır madeni ile ilgili çalışmalar gerek madencilik çalışması gerekse bilimsel araştırmalar olsun oldukça kısıtlıdır. Bölgenin genel jeolojisi göz önüne alındığında bölgede olası bir bakır cevherleşmesinin bulunma ihtimali oldukça yüksektir.

Bakır, insanların eski çağlardan beri çeşitli amaçlarla kullandığı ve günümüzde de sanayinin temel girdileri arasında yer alan önemli metallere biridir. Endüstride bakırın önemli rol oynamasının ve çeşitli alanlarda kullanılabilmesinin nedeni, çok çeşitli özelliklere sahip olmasıdır. Bakırın kendisine has kırmızı bir rengi vardır. Sert olmayan bakır kolayca tel ve levha haline getirilebilir. Dövülmekle, yeşil bir saydamlığı

olan çok ince tabakalar verebilir. Hava etkisiyle bakırın yüzeyi alterasyona uğrar. Bakır parası adıyla bilinen koruyucu bir bazik karbonat tabakasıyla kaplanır. Bakır kızıla kadar ısıtıldığında siyahlaşarak oksit verir. Bakırın en önemli özellikleri arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınmaya karşı direnci maddeden çekilebilme ve dövülebilme özellikleri sayılabilir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride değişik amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanı yer bulduru haritası



Şekil 1.2. Alihoca köyü yakınında bulunan Dünyadaki ilk maden ruhsatı olarak kabul edilen yazıt. Hieroglif yazısı ile yazılmış beş paragraflık “İlk maden ruhsatı”nın görünümü (a), ilk maden ruhsatı olan Yazılıtaş’ tan ayrıntılı görünüm (b), yazılıtaş’tan yakın görünüm (c)

Bakırın insanlık tarihinde kullanılması çok eski çağlarda başlamıştır. İnsanlar, bakırı günlük yaşamlarında süs eşyası, silah ve el sanatlarında kullanmış olup uygarlık ilerledikçe bakıra olan ihtiyaç daha da artmıştır. Günümüzde tüketimi 13 milyon tonun üzerine çıkan bakır demirden sonra en çok kullanılan ikinci metal durumuna gelmiştir.

Bakır rezervi dünyada (metal içerikli) 650.000.000 ton (görünür) ve Türkiye’de (metal içerikli) 1.658.715 ton (görünür) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye’de, tenörü %1’in çok altında olan porfiri ve damar tipi cevherler mevcut olup bugün için ekonomik görülmemesine rağmen bunun metal içeriği 2.065.035 ton bakırdır. Dünya’da bilinen bakır rezervlerinin, 60 yıl kadar bakır talebini karşılayacak durumda olduğu görülmekle beraber, büyük madencilik firmalarının arama programlarında bakır en başta gelen madendir (Yüksel vd., 2001).

Jeolojik yapısı Türkiye' nin aynı veya benzeri olan ülkelerde büyük miktarlarda bakır rezervleri tespit edildiği halde, ülkemizde halen çok küçük ölçüdeki rezervlerle yetinmekteyiz. Dünya görünür bakır rezervleri, metal içeriği olarak 321 milyon ton civarındadır. Bu rezervin % 22' sine sanayileşmiş ülkeler, % 18' ine Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) ve Doğu Avrupa ülkeleri, % 2' sine OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development - İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı) ve % 58' ine gelişmekte olan ülkeler sahip bulunmaktadır. Türkiye' nin dünya bakır rezervindeki payı ise % 0,5' tir .

Dünyadaki bakır rezervlerinin yoğun olduğu en büyük cevher kuşağı Amerika' nın batısı boyunca Şili' den geçerek Peru, Meksika'dan sonra, Arizona, New Mexico, Nevada, Utah (ABD) ve Kanada' yı içine alan jeolojik bir zondur. Söz konusu bu kuşak üzerindeki rezervler batı dünyası bakır üretiminin % 50' sini temsil etmektedir. Porfiri tipi bakır rezervleri aynı zamanda Pasifik halkasının güney batısı boyunca uzanan kuşak içinde bulunur ki bu kuşaktan geçtiği ülkeler Endonezya, Papua Yeni Gine ve Filipinler' dir. Aynı tip cevherler içeren diğer bir kuşak Avrupa' nın güney doğusundan İran ve Pakistan' a uzanır. Afrika'daki en önemli rezervler sedimanter bakır kuşağı olarak kıtanın ortasında yer alır.

Ayrıca oldukça büyük boyutlardaki masif sülfürlü rezervler Kanada' nın doğusunda, Amerika' nın kuzeyinde, İspanya' da Namibya' da, Güney Afrika' da ve Avustralya' da yer alırlar. Magmatik tipi rezervler ise, Kanada'nın doğusunda Sudbury bölgesinde yoğunlaşmıştır. Doğu Bloku ülkeleri arasında Eski Sovyetler Birliği ve Çin' de önemli derecede porfiri rezervler mevcut olup, Polonya' da sedimanter tipi rezervler mevcuttur.

Dünya görünür bakır cevheri rezervlerinin, Cu içeriği 650 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervlerin ülkelere göre dağılımı çizelge 1.1' de verilmiştir (Yüksel vd., 2001).

Çizelge 1.1. Dünya bakır rezervleri (Cu içeriği) (Milyon Ton)

ÜLKELER	REZERV	BAZ REZERV
ABD	45	90
Avustralya	7	23
Kanada	10	23
Şili	88	160
Çin	18	37
Endonezya	19	25
Kazakistan	14	20
Meksika	15	27
Peru	19	40
Macaristan	20	36
Rusya	20	30
Zambiya	7	13
Diğer Ülkeler	50	105
Dünya Toplamı	340	650

Türkiye' de başta MTA olmak üzere yerli ve yabancı sermayeli şirketler tarafından etüt edilen 650' ye yakın bakır mostrası bulunmaktadır. Genellikle magmatik kökenli olan cevherleşmeler jeolojik özelliklerle kayaç türlerine göre köken ve parajenez yönünden farklılıklar gösterirler. Bakır ve pirit cevherleri genellikle, ya bakır - pirit ya da Cu - Pb - Zn - Pirit zuhurlarıyla birlikte bulunur.

Alp orojenik kuşağında yer alan Türkiye' de, bakır yatakları dört ana metalojenik provenis içerisinde görülür. Bunlardan birincisi ve en önemlisi Makedonya - Balkanlar' dan gelerek İstranca' dan sonra Karadeniz' den geçerek Sinop yakınlarından itibaren Doğu Karadeniz boyunca devam eden, Kafkaslar ve İran üzerinden Himalayalara doğru uzanan kuşaktır. Bu kuşakta porfiri bakır yatakları ve Kuroko tipi masif sülfid yatakları yaygındır. İkinci sırada, Kıbrıs üzerinden gelerek İskenderun - Hakkâri arasında devam eden ve daha sonra İran' a geçen Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı yer alır. Bu metalojenik proveniste Kıbrıs tipi masif sülfid yatakları bulunur. Üçüncü metalojenik provenis, Kıbrıs tipi masif sülfid yataklarının yer aldığı Batı Karadeniz Bölgesi' ndeki Küre yöresidir. Asidik plutonizmaya bağlı hidrotermal damar ve kontak metasomatik Cu - Pb - Zn yataklarının bulunduğu Kuzeybatı Anadolu Bölgesi dördüncü metalojenik provenisi oluşturur (Yüksel vd., 2001).

Türkiye' de işletilen ve ekonomik olduğu belirlenen yatakların tümü bu metalojenik bölgeler içinde yer almaktadır. Diğer bölgelerimizdeki değişik tipteki cevherleşmeler düşük tenörlü ve küçük rezervlidir. Pb - Zn yataklarında bulunan bakır cevherleşmeleri ikinci derece olup, bunlar Balya, Sisorta, Şavşat, Asarcık, Bulancak, Gölköy'de olduğu gibi, genellikle asidik plutonizmaya bağlı damar ve saçınımlar şeklindedir. Üst Kretase ile Eosen - Oligosen yaşlı dasitik, andezitik volkanizmayla ilgili lav ve tüflerde oluşan bazı yataklar özellikle Kuzey Anadolu fayına paralel doğu batı doğrultusu boyunca görülmektedir. Çorum ve Çankırı illerinde Üçoluk, Konaçköy, Hacıosman ve Tahtalıköy' de bulunan zuhurlar jipsli Oligo - Miyosen serilerinde yer alan sedimanter kökenli sekonder oluşuklar olup, yumrular halinde dağılmış çok önemsiz oluşuklardır (Yüksel vd., 2001).

BÖLÜM II

BAKIR YATAKLARI

2.1. Bakır Elementinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Bakır; atom numarası 29, atom ağırlığı 63,45 olan baz metal grubu bir elementtir. Periyodik cetvelde Ag ve Au ile birlikte 1B alt grubunu meydana getirir. Nikel ile aynı periyotta komşu element olup, jeolojik ortamlarda birçok kalkofil element grubuna dâhil edilir. Bunların 18 elektronlu halkaları vardır ve bir çekirdek etrafında başta demir sülfür olmak üzere bir halka oluşturmak eğilimindedir. S, As, Se ve Te ile bağ yapmaları kolaydır. Kükürde karşı ilgilerine göre belirlenen kalkofillik sırasında Ag den sonra ikinci sırayı bakır alır. Yani bakırın kükürtle bileşik yapması kolay, bu bileşiğin çözünmesi zordur. Bakır elementinin bazı fiziksel ve mineralojik özellikleri çizelge 2.1’ de verilmiştir.

Bakırın klark konsantrasyonu 50 ppm’ dir. Ultramafik kayalarındaki ortalama yayılımı 42 ppm, mafik kayalarda 72 ppm, granitik kayalarda 12 ppm, topraklarda 15 ppm ve bitki küllerinde 130 ppm kadardır. Yüzey sularında ortalama 3 ppm Cu bulunmakta ve bu oran 1 ppm’ e kadar yükselebilmektedir (Temur, 2001).

Çizelge 2.1. Bakır elementinin bazı fiziksel ve mineralojik özellikleri

Kimyasal Bileşimi	: Cu
Kristal Sistemi	: Kubik
Kristal Biçimi	: Nadiren kübik kristaller halinde, çoğunlukla uzunlamasına yassı biçimli, masif
İkizlenme	: {111} yüzeyinde yaygın
Sertlik	: 2,5-3
Özgül Ağırlık	: 8.93-8.94
Renk ve Şeffaflık	: Soluk kırmızı, kahverengi, opak
Çizgi Rengi	: Metalik bakır kırmızısı
Parlaklık	: Metalik
Ayrırcı Özellikleri	: Renk ve kırılma, nitrik asitte kolay çözünürlük
Yoğunluğu	: 8.93 gr/cm ³
Ergime noktası	: 1083 °C
Kaynama noktası	: 2300 °C
Ergime ısısı	: 43k.cal (1 kg’ının ergimesi için gerekli ısı)
Elektrik iletme özelliği	: %99.95 tir.

2.2. Bakır Cevher Mineralleri

Tabiatta kendiliğinden oluşabilen 30' dan fazla bakır minerali belirlenmiş olup, bunlardan on beş kadarı yaygındır. Yaygın bakır minerallerinden bir veya birkaç tanesi ekonomik düzeyde zenginleşerek yatak oluşturabilirler. En önemli yaygın olan bakır cevher mineralleri çizelge 2.2' de verilmiştir (Temur, 2001).

Magma tabakasından yukarıya doğru sıvı sızması sonucu ağır metal sülfürleri ayrışır, en çok rastlanan kalkopirit minerali de primer olarak bu şekilde oluşmuştur. Kızgın doğal buharların ya da sülfürlü mineraller üzerine sızan doğal sülfat çözeltilerinin kimyasal etkisi ile oksitlenme ve redüklenme sonucu sekonder olarak oksitli bakır mineralleri ve metalik bakır (nabit bakır) oluşur. Bu nedenle birçok maden yatağında üstteki oksitli bakır mineralleri alınarak derine inildikçe sülfürlü cevherlere ulaşılır. Günümüzde bilinen bakır cevherinin yaklaşık %85' i sülfürlü, %15' i oksitli minerallerdir (Sezer, 2003).

Çizelge 2.2.Yaygın bazı bakır minerallerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

MİNERAL	BİLEŞİM	S	Y	RENK	ÇİZGİ RENGİ
Antlerit	$\text{Cu}_3\text{SO}_4 \cdot 4(\text{OH})$	3,5 -4	3,9	Parlak yeşil	Açık yeşil
Atakamit	$\text{Cu}_2\text{Cl} \cdot 3(\text{OH})$	3-3,5	3,7	Koyu zümrüt yeşili	Açık yeşil
Azurit	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2 \cdot 2(\text{OH})$	3,5-4	3,8	Azur mavisi	Açık mavi
Bornit	Cu_4FeS_4	3	5,1	Taze yüzeylerde kahve bronz	siyah
Bournonit	PbCuSbS_3	2,5-3	5,8	Gri-siyah	siyah
Enarjit	Cu_3AsS_4	3	4,4	Gri-siyah	siyah
İdait	Cu_5FeS_6	3,2	4,9	Gri	Siyah
Kalkantit	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2,5	2,2	Mavi	Açık mavi
Kalkopirit	CuFeS_2	3,5-4	4,2	Tunç sarısı	Siyah
Kalkosin	Cu_2S	2,3-3	5,7	Kurşun siyahı	Gri-siyah
Kovellin	CuS	1,5-2	4,6	Mavi, mavi-siyah	Siyah
Kuprit	Cu_2O	3,5-4	6	Kırmızı, Kahve	Kırmızı
Malahit	$\text{Cu}_2\text{CO}_3 \cdot 2(\text{OH})$	3,5-4	4	Parlak yeşil	Açık yeşil
Nabit Cu	Cu	2,5-3	8,9	Bakır kırmızısı	Kırmızı
Stannit	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$	4	4,4	Çelik grisi	Siyah
Tetraedrit	$(\text{Cu,Fe,Zn,Ag})_4\text{As}_4\text{S}$	3-4,5	4,9	Çelik grisi	Siyah kahve
Tennantit	$(\text{Cu,Fe,Zn})_4\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	3-4,5	4,8	Çelik grisi	Siyah

2.3. Bakır Yataklarının Oluşumu

Bakır, mafik - ultramafik magmanın kristalizasyonu sırasında liküasyon evresinde bir miktar çökerek nikelle birlikte pirrotinli sülfid yataklarının oluşumunu sağlar. Esas olarak sıvı faz içinde konsantre olarak pinomatolitik, hidrotermal ve volkanosedimanter yataklarının oluşumuna imkân verir. Yüzey şartlarında ise birincil bakır mineralleri kolaylıkla ayrışır ve çözünmüş halde uzun mesafeler taşınabilir. Böylece bakır yatakları erken magmatik evreden sedimanter ve rezidüel zenginleşmeye kadar hemen her ortamda oluşabilmektedir.

Bakır yataklarının oluşum mekanizmalarına ve bulunuş tiplerine göre yedi gruba ayrılmaktadır (Temur 2001). Bunlar,

1. Erken magmatik evrede oluşan Cu - Ni sülfid yatakları,
2. Kontakt - metazomatik süreçlerle gelişen pinomatolitik bakır yatakları,
3. Hidrotermal süreçlerle ortaya çıkan porfiri bakır yatakları,
4. Volkano - sedimanter kökenli masif sülfid yatakları,
5. Killi sedimanter kayaçların içinde çökelen sedimanter bakır yatakları,
6. Karasal ortamda gelişen bakır zenginleşmeleri,
7. Süperjen zenginleşme süreçleri ile ortaya çıkan bakır yatakları.

2.3.1. Erken magmatik evre bakır yatakları

Erken magmatik evre bakır yatakları bir miktar nikel bulundurduğundan bunlara bakır - nikel sülfid yatakları denir. Ultrabazik ve bazik magmatik kayaçların içinde yer alırlar. Ultrabazik ve bazik magmalar demir, bakır, nikel ve platin grubu metaller bakımından zengindir. Magmanın soğuması sırasında bu metaller kükürtle birleşerek sülfid damlacıklarını meydana getirirler. Magmanın içinde zenginleşen sülfid damlacıkları liküasyon (sıvı halde karışmazlık) süreçleri ile silikatlı kısımdan ayrılarak dibe çökerler. Böylece pirotin seviyelerinin içinde bakır ile birlikte nikel ve platin grubu metallerinin sülfid mineralleri ince seviyeler halinde yatak oluştururlar.

Magmanın içinde sülfidlerce zengin bölümlerin ortaya çıkabilmesi için ortamda yeterli miktarda kükürt konsantrasyonunun olması ve bunları bir araya toplayacak

mekanizmanın gelişebilmesi gerekir. Oluşan sülfid damlacıklarının dibe doğru yavaş çökelmeleri durumunda, ekonomik olmayan saçılımlı nikel yatakları ortaya çıkar. Bakırın kaynağı magmatiktir. Bunlarla birleşerek sülfid damlacıkları oluşturan kükürt ise manto kökenli olabileceği gibi intrüzyonu çevreleyen ve kükürt bakımından zengin kayalardan asimilasyon ile de magmaya karışmış olabilir.

Gabroyik kayaların içinde yer alan bakır - nikel sülfid yataklarının Cu / Ni oranları ultrabazik kayalardaki yataklardan yüksektir. Dolayısıyla bakır cevherleşmeleri için bazik kayalar daha elverişlidir. Bütün bakır nikel sülfid cevherleşmelerinin mineral parajenezleri oldukça basit olup, pirrotin pentlandit, kalkopirit, ilmenit, manyetit ve rutilden oluşur.

2.3.2. Pinomatolitik bakır yatakları

Asidik bileşimli magmatik sokulumların kontaklarında veya kontakta yakın kesimlerde ornatma yoluyla meydana getirdikleri bakır zenginleşmeleri ile oluşurlar. Daha çok granodiyorit, kuvarslı diyorit monzonit ve kuvarslı monzonitlere bağlı olarak ortaya çıkarlar. Granit ve siyenit ikinci derece önem taşır. Yatak geometrileri çok düzensiz olup, yan kayacın konumu, cinsi, zayıf zonlar, ornatma derecesi gibi faktörlerin etkisi ile belirlenir.

Bakır mineralleri olarak kalkopirit, bornit ve stannit bulunur. Ender olarak birincil kovelline rastlanır. Bunlara pirit, pirotin, manyetit, hematit, kassiterit, şeelit, molibdenit, sfalerit ve galenit eşlik ederek oldukça karmaşık parajenezler meydana getirir. Gang mineralleri olarak kuvars, grossular, andradit, volastonit, diyopsit, hedenberjit, remolit, aktinolit, epidot, zoisit, albit, anortit gibi genellikle yüksek sıcaklıkları yansıtan mineraller bulunur. Genellikle iri tanelidirler.

2.3.3. Porfiri bakır yatakları

Porfiri bakır yatakları magmatik - hidrotermal kökenlidir. Bu tip yatakların çoğu Pasifik adayayı ve Alp Himalaya orojenik kuşağı üzerindeki genç volkanizmalara bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Genelde kıta kenarlarına ve ada yaylarına karşılık gelen bu bölgelerde kalkalen volkanizma hâkimdir. Bunlar küçük çaplı bir batolitin kaynaklı yaptığı damar

ve yüzey kayaçları şeklindedir. Yaklaşan levhaların yitim zonlarında derine gömülen okyanusal kabuğun kısmi ergimesi sonucu manto - kabuk sınırında gelişen felsik magma düşük yoğunluğundan dolayı yükselerek yüzeye yaklaşır. Bu mekanizmayla oluşan magma diyorit, granodiyorit, kuvarsmonzonit veya granitik bileşimlidir. Sıcaklığın düşmesine bağlı olarak magma kenarlarından itibaren kristalleşmeye başlar.

Porfiri bakır yatakların içinde bulunduran magmatik kayaçlar aynı kökenden gelen ve birbirini kesen çok fazlı sokulumlar şeklindedir. Sokulum sırası genellikle diyoritikten kuvars monzanite doğrudur. Hemen hepsi porfiritik dokuludur ve bütün fazlar cevherlidir. Cevherleşme ile sokulum kayaçları eş zamanlıdır. Birçok yatakta cevher taşıyan porfirler bir volkano - sedimanter seviye ile örtülmüştür. Propolitik kuşak bu volkano - sedimanların içine doğru uzanır ve üst kesimlerinde nabit kükürt yatakları bulunabilir. Alt kısımlarında ise cevher taşıyan damar kayaçları ile hemen hemen aynı bileşimli ve benzer dokulu daha büyük bir magmatik kütleyle bağlıdırlar. Dolayısıyla cevher getiren damar kayaçlarının daha büyük bir sokulumla ait parçalar olduğu düşünülmektedir.

Soğuyarak kristalleşmeye başlayan magmanın yüzeyden derinliği 0,5 - 2 km olup, sokulum hareketi durur ve hapsolma basıncı sabit kalır. Önce susuz mineraller kristalleştiğinden magmanın içinde uçucu bileşenlerin oranı sürekli yükselir. Uçucu bileşenlerin basıncının hapsolma basıncını aşması durumunda tersinir kaynamaya başlar. Ani kaynama ile uçucu bileşen basıncı ilk kristalleşen çeper kısmın gerilme kuvvetini yener ve burayı parçalayarak porfiri bakır yataklarında hemen her zaman gözlenen çatlama breşlerini oluşturur.

Açığa çıkan hidrotermal çözeltiler yan kayaçların içinde yayılarak cevherleşmeleri sağlar. Hidrotermal çözeltilerin sıcaklığı 500 °C, basınç ise 2000 bar civarındadır. Çözeltiler Cl, S, F, P, H, CO₂ metal bakımından zengindir. Sıvı fazın ayrılması ile magmanın orta kesiminde ani bir soğuma ve hızlı kristalleşme fazı başlar. Böylece ince taneli ve porfiritik dokulu kayaçlar ortaya çıkar.

Porfiri bakır yataklarındaki başta bakır olmak üzere metallerin kaynağı magmatiktir. Gabroyik bileşimli okyanusal kabuk ve bunların üzerinde bulunan derin deniz sedimanları metal bakımından zengindir.

Magmatik kütleden ayrılan hidrotermal çözeltiler dış kenarlardaki özellikle sokulum kayacının tavan kesimindeki breş, yarı ve ağsal çatlaklar boyunca hareket eder. Çözeltilerin yan kayaçlarla reaksiyonları sonucu porfiri bakır yatakları için karakteristik olan alterasyon zonları ortaya çıkar. Çözeltilerin gerek yankayaç reaksiyonları, gerekse yeni ortam şartlarına bağlı olarak sıcaklıkları düşer, asitlilikleri azalır, bileşimleri ve Eh değerleri sürekli değişir. Böylece çözeltilerin içinde klor kompleksleri halinde taşınan metaller yine çözeltilerin bünyesinde var olan veya sonradan katılan kükürt ile birleşerek metal sülfid minerallerini oluştururlar. Yaygın olan Cu sülfid minerallerinin konsantre olduğu kesimlerde de porfiri bakır yatakları ortaya çıkar.

2.3.4. Masif sülfid yatakları

Masif sülfid yatakları, demir sülfid ve değişik oranlarda bakır, çinko ve kurşun sülfid mineralleri ile temsil edilen stratiform ve zonlu kütleler halinde bulunan daha çok saçılımlı ve düşük tenörlü cevherleşmelerdir. Bunlara piritli bakır veya volkanik masif sülfid yatakları da denilmektedir. Tabaka veya mercek şekilli ve zonlu yapıdadırlar. Masif sülfid yatakları mineral bolluklarına göre Fe, Fe-Cu, Fe-Cu-Zn ve Fe- Cu-Zn-Pb olmak üzere dört gruba ayrılırlar. Fakat daha çok bakır zenginleşmeleri bulundurlar ve ekonomik bakır işletmeciliği için önemli bir kaynak oluştururlar. Bir yatakta önemli bir bakır zenginleşmesi olmadan pirit tek başına bulunabilmesine rağmen bütün bakır cevherlerinde mutlaka bir miktar pirit vardır.

Denizaltı volkanizması sırasında ortama katılan magmatik kökenli metallerin deniz suyunda bulunan veya metalle aynı magmatik kaynaktan gelen kükürtle birleşerek deniz suyundan daha yoğun sülfid çözeltileri meydana getirmeleri ve bunların deniz tabanında toplanarak kristalleşmeleri ile oluşurlar. En yaygın metal olan demire bakır ve daha az oranlarda çinko ile kurşun eşlik eder. Hipojen, stratiform ve senjenetik karakterlidirler.

Genellikle ofiyolitik serilerdeki yastık lavlar, riyolit, dasit, andezit, bazalt ve çeşitli sedimanter kayaçlarla birlikte bulunurlar. Yaygın olarak kalkalen volkanik kayaçlarda, özellikle riyolitik bileşimli piroklastiklerin içinde ortaya çıkarlar. Aynı zamanda düşük potasyum oranına sahip okyanusal toleyitlerde ve volkano-sedimanter serilerde de masif sülfid yataklarına rastlanır.

Masif sülfid yataklarında yankayaç alterasyonları taban kayaçları ile sınırlıdır. Baca şeklinde yaygın silisleşme ve serisitleşme görülür. Bacanın merkez kısmında ağsal damarlar halinde kalkopirit zenginleşmeleri yer alır. Dışa doğru genellikle kalkopirit azalır.

Masif sülfid yataklarının mineral parajenezleri bolluk sırasına göre pirit, pirotin, kalkopirit, sfalerit, galenit, bazen bornit ve kalkosin, tali olarak arsenopirit, manyetit ve fahlerz (tetraedrit, tennantit) bulunur.

Masif sülfid yataklarında üst kesimlerde galenit ve sfalerit, alt kesimlerde kalkopirit şeklinde cevher zonlanmaları belirlenebilir.

2.3.5. Sedimanter bakır yatakları

Bu yatakların çoğunluğu volkanik aktivitenin olmadığı denizel veya delta ortamlarında sedimanter kayaçlara bağlı yataklar olarak bulunmaktadır. Birden fazla cevherli seviye vardır. Organik bakımından zengindirler. Sülfidik halde bulunan bakır genellikle kumtaşlarına bağlı olarak gelişmiştir.

Sedimanter bakır yataklarının hemen her zaman organik madde bakımından zengin killi sedimanter kayaçların içinde bulunması bunların günümüzdeki siyah çamurların çökeldiği ortamlarda oluştuklarına işaret etmektedir.

Sedimanter bakır yatakları organik madde bakımından zengin şeyl veya killi kayaçların içinde saçılımlı, yumrulu veya laminali halde bulunurlar. Hemen her zaman bir miktar Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Bi, Mo, V, Cr, Ti, As, Sb, ve U içerirler. Kömürlü kısımlara yaklaştıkça başta bakır olmak üzere metal konsantrasyonunda yükselme gözlenir.

2.3.6. Karasal kökenli bakır yatakları

Çevre kayaçlardan yıkanarak gelen malzemenin karasal ortam veya sahile yakın kesimlerde dere yataklarına, taşkın ovalarına veya sığ basenlere biriktirmesi sırasında bakır bakımından daha zengin seviyelerin ortaya çıkması şeklinde oluşurlar. Çökeltme ortamının oksitleyici olması sebebiyle bakırın yan kayacı olan kumtaşı ve çamurtaşı seviyelerinin rengi tipik olarak kırmızı veya kahvemi, morumsu kırmızı olur. Bundan

dolayı karasal kökenli bakır yataklarına redbed tipi bakır yatakları denir. Yan kayaçlarında yer yer kömürleşmiş bitki artıkları, jipsli ve tuzlu seviyeler bulunur.

Red tipi bakır yataklarında en aygın mineral malahittir. Kovellin, pirit, daha az oranlarda kalkosin, nabit bakır, kuprit ve tenorit bulunur.

Karasal kökenli bakır yataklarında cevher materyalinin kaynağı çevre kayaçlarıdır. Bakır çevre kayaçlarından yüzey alterasyonu süreçleri ile yıkanır. Bu kayaçların yüksek bakır konsantrasyonuna sahip olması gerekir. Çevredeki birincil cevherleşmeler ve hidrotermal alterasyonlar kayaçların bakır bakımından zenginleşmesini sağlayabilir. Ayrıca volkanik kayaçlar gibi yerkabuğu ortalamasından yüksek miktarlarda bakır içeren kayaçların yıkanması ile de red - bed tipi bakır yatakları ortaya çıkabilir.

2.3.7. Sementasyon zonu bakır yatakları

Düşük tenörlü ve saçılımlı cevher bulunduran kayaçların veya bakır minerali bulunduran sülfidli cevher damarlarının yüzey veya yüzeye yakın yerde bulunması durumunda uygun iklim ve jeolojik konumda ayrışır. Ayrışan cevher minerallerinin süperjen zenginleşme süreçleri ile daha konsantre olarak ikincil cevher zonları meydana getirmesi durumunda sementasyon zonu bakır yatakları oluşur.

Bakırın en yaygın birincil mineralleri kalkopirit ve bornittir. Bunlardan başka kübanit, valerit, tedraedit, tennantit, enarjit ve bournonit birincil olarak bulunur. Bu minerallerce zengin kayaçların veya birincil bakır yataklarının oksidasyon zonunda kalan kısımlarında bakırın birincil mineralleri duraylı değildir. Böylece birincil mineraller ayrışarak başta malahit ve azurit olmak üzere ikincil karbonat minerallerine veya kalkantit gibi sülfatlara dönüşürler.

2.4. Bakırın Kullanım Alanları

Bakırın insanlık tarihinde kullanılması çok eski çağlarda başlamıştır. İnsanlar, bakır günlük yaşamlarında süs eşyası, silah ve el sanatlarında kullanmış olup uygarlık ilerledikçe bakıra olan ihtiyaç daha da artmıştır. Günümüzde tüketimi 13 milyon tonun üzerine çıkan bakır en çok kullanılan ikinci metal durumuna gelmiştir.

Bakıra olan devamlı talep artışı endüstrileşmedeki gelişmelerle orantılıdır. Bakırın endüstrileşme ve makinalaşmadaki yeri artık tartışmasız kabul edilmiş olup, geçen on yılda Tayland' ın ihtiyacı dört kat, Güney Kore' nin üç kat artmış, Çin' deki talep patlama noktasına gelmiştir. Gelecekte de Güney Amerika ve Doğu Avrupa ülkelerinin bakıra olan taleplerin de önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde kişi başına yıllık bakır tüketimi 10 kg' dır. Bu rakam az gelişmiş ülkelerde 1-2 kg arasında değişmektedir. Yüksek elektrik ve ısı iletkenliği özellikleri bakırı, elektrik santralleri ve iletken malzemenin vazgeçilmez girdisi haline getirmektedir. Soğuk hava makina ve teçhizatında, paslanmaz özelliğinden ötürü nakliye vasıtalarında ve dış kaplamalarda bakırın büyük kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlara ilaveten bakırın kaynak işlerinde, metalürjide ve bronz üretiminde önemli yeri olup, daha birçok kullanım alanlarını saymak mümkündür.

En geniş kullanım alanları sırasıyla; elektrik üretim ve iletimi ile ilgili tesislerde, inşaatta, ulaşım makina ve teçhizatındadır. Bundan on yıl önce bakıra olan ihtiyaç hiç de bu kadar önemli görülmemekte ve bakırın yerine kullanılabilecek bir çok ikame maddesi ileri sürülmekteydi. Alüminyum, plastik, fiber - optik gibi malzemeler bakır yerine kullanılmış, ancak bakıra duyulan ihtiyaç ve talepte hiçbir azalma olmamış, bilakis devamlı artma görülmüştür.

Sonuçta, ekonomik gelişmelere bağlı olarak hayat standardının sürekli yükseldiği günümüz dünyasında bakıra olan talebin devamlı olarak artacağı, bazı kullanım alanlarında ikame malzemesi bulunsan bile bakırın güncelliğini daima muhafaza edeceği gerçeği anlaşılmış bulunmaktadır (Yüksel vd. 2001). Bakırın kullanım alanları ve toplamdaki payı çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bakırın kullanım alanları ve toplamdaki payı

Kullanım alanları	Toplam Kullanımdaki Payı
Elektrik ve elektronik sanayi	%50
İnşaat Sanayi	%17
Ulaşım Sanayi	%11
Endüstriyel ekipmanlarda	%14
Askeri ve diğer sanayi kolları	%8

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Ulukışla Havzası içerisinde Hasangazi köyü civarında bulunan bakır oluşumlarının jeokimyasal ve mineralojik-petrografik incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmalar; büro çalışmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları olmak üzere 3 ayrı bölümde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Büro Çalışmaları

Bu aşamada çalışma alanı ve yakın çevresinde daha önce yapılmış çalışmalara yönelik literatür taraması yapılmıştır. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere çalışma alanı ve yakın çevresinin Adana M33 - d4 paftası 1/25.000 ölçekli jeolojik haritaları edinilmiştir. Laboratuvar ve arazi çalışmaları sonucu elde edilen veriler farklı bilgisayar paket programı kullanılarak 'Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak tez yazımı gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

3.2. Arazi Çalışmaları

2013 yılı yaz döneminde sürdürülen arazi çalışmasında 1/25000 ölçekli jeoloji haritasında bakır cevherleşmesinin bulunduğu yerler belirlenerek çalışma alanı ve çevresinde yer alan birimlerin ilişkileri incelenmiştir. Bölgedeki tüm kayaç gruplar ve bakır cevherleşmesini temsilen kayaç ve cevher numuneleri alınmıştır. Birimlerin iyi gözlendiği noktalardan arazideki kayaçları temsil eden alanların, yapıların ve örneklerin fotoğraf çekimi yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında jeolog çekici ve pusulası ile dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

3.3. Laboratuvar Çalışması

Laboratuvar çalışmaları; Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Jeokimyasal çalışmalar için Kanada Acme Laboratuvarı olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır.

Çalışma alanı içerisinde arazi çalışmaları sonucu alınan örnekler, Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü laboratuvar imkânları kullanılarak ince kesit ve parlak kesitleri yapılmıştır. Yapılan kesitler polarizan mikroskop ve cevher mikroskopunda mineralojik ve petrografik incelenmesi yapılmıştır. Mikroskop çalışması sırasında mikro resim çekimi yapılmıştır (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1. Mineralojik - petrografik incelemelerde kullanılan polarizan mikroskop

Polarizan ve cevher mikroskop çalışması sırasında toplam 11 adet örnek seçilerek bunların Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde taramalı Elektron mikroskop (Scanning Electron Microscope, SEM) ve EDX çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında 11 adet örnek üzerinde 25 noktada EDX çalışması yapılmıştır. Çalışmalar sırasında örneklerin mikron boyutunda resimleri alınmıştır (Fotoğraf 3.2). Örneklerin kaplamasında karbon elementi kullanılmıştır. EDX çalışması yaklaşık 3x3 mikron büyüklüğünde seçilmiştir.



Fotoğraf 3.2. Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM)'nde bulunan Elektron Mikroskobu (MODEL: LEO 440 COMPUTER CONTROLLED DIGITAL)

Arazi çalışmasında alınan örneklerin 7 âdetinde Kanada Acme Laboratuvarı'nda kayaların içerisinde bulunan ana oksit ve iz element değerleri tespit edilmiştir.

BÖLÜM IV

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bölgede yapılan çalışmalar çoğunlukla genel jeoloji, stratigrafi ve yapısal özelliklerin açıklanmasına yönelik olmuştur.

Okay (1955), ilk defa Niğde - Ulukışla - Çamardı arasında kalan bölgenin jeolojisini incelemiştir. Araştırmacı birimlerin adlandırılmasını ve çökelme ortamını açıklamaya çalışmıştır.

Blumental (1956), Bolkardağlarının kuzey kesiminde yaptığı çalışmalarda bölgenin jeolojisini incelemiş ve jeolojik haritasını çıkarmıştır. Araştırmacı Bolkar grubu mermerlerini Pre-Karbonifer yaşlı olarak düşünmüş ve bunları ofiyolitlerin kestiğini belirtmiştir.

Ketin ve Akarsu (1965), Ulukışla Tersiyer havzasının tabanı ile olan ilişkisi, sedimanter ve volkanik malzemenin litolojik, stratigrafik ve tektonik özelliklerini incelemişler ve 1/25 000 haritalama çalışması yapmışlardır. Eosen esnasındaki volkanik faaliyetin havzanın petrol jeolojisi bakımından değerine büyük ölçüde aksi yönde tesir ettiğini vurgulamışlardır.

Beekman (1966), Hasan Dağı - Melendiz Dağı bölgesinde pliyosen ve kuvaterner volkanizma faaliyetleri adlı çalışmasında Aksaray, Gelveri ve Hasan dağı arasında Melendiz ırmağı serisi kuzeye doğru uzanarak, kristalin temel formasyonu ile Oligosen-Miyosen jips serisine kadar gitmekte ve orada incelik tükenmekte olduğunu bu seri volkanoklastik materyalden olup, güneydeki Hasan dağı bölümünün bazaltik volkanizmasından önce gelen ignimbritik bir volkanizmanın eseri olduğunu belirtmiştir.

Yoldaş (1973), Ulukışla civarında özellikle genç birimler üzerinde (miyosen - pliyosen) çalışmıştır. Bölgenin jeoloji haritasını yapmış, stratigrafisini ortaya koymuştur. Araştırmacı özellikle Miyosen birimleri içerisindeki gölsel bitümlü şeyller üzerinde çalışmıştır.

Demirtaşlı vd. (1973), Bolkardağları ve çevresinin genel jeolojisini ve stratigrafisini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bolkardağlarının kuzeyinde Ereğli - Ulukışla havzası, güney eteklerinde Ayrancı havzası olmak üzere iki farklı çökelme havzası ayırtlanmıştır. Ereğli - Ulukışla havzasının Üst Kretase - Paleosen yaşlı formasyonları fliş evresini temsil eder. Bu havzada Orta Lütasiyen sırasındaki bir orojenik fazdan sonra çökelmiş olan, Üst Lütasiyen - Oligosen yaşlı, genellikle evaporitik ve karasal formasyonlar daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak oturur. Paleosen sırasında Ayrancı havzasında başlamış olan transgresyon ve denizel sedimentlerin çökmesi kesintisiz olarak Üst Eosen ve Oligosen' e kadar sürmüştür.

Çalapkulu (1980), Horoz granodiyoritinin jeolojik incelenmesi adlı çalışmasında kayacın gecikme tektoniği ve sığ yerleşim granodiyoriti olduğu granodiyoritin yerine konulması sırasında bölgesel jeotermik gradyanın yükseldiği saptanmıştır.

Oktay (1982), Ulukışla ve çevresinde yaptığı çalışmada Ulukışla ve yakın çevresini içine alan Tuzgölü Havzasının güney kesimi Üst Kretase de bir ofiyolitik karmaşığın içine yerleştiği okyanusal bir havza olduğunu, Üst Kretasede bu havza içinde gelişen bir dalma batma zonunda, dalan tablanın kısmi ergimesi sonucu Üst Kretase sonlarından başlayarak Üst Eosene kadar yaklaşık doğu - batı doğrultulu bir adayayı geliştiğini, bölgenin okyanusal niteliği Lütasiyen sonlarında sona ermiş ve Üst Eosen - Alt Miyosen zaman süresi içinde gelişen molas çukurlarında önce evaporitik sonra tatlı su ve karasal kırıntılar depolandığını yörede Üst Miyosen - Pliyosen döneminde akarsu ve göl koşullarında yeni bir tortul devre geliştiğini, okyanusal, molas ve genç karasal litoloji toplulukları birbirlerinden bölgesel açılı uyumsuzluklarla ayrıldığını belirtmiştir.

Ayhan vd. (1986), Ulukışla - Çamardı (Niğde) volkanitlerinin bazı petrolojik ve jeokimyasal özellikleri adlı çalışmasında Ulukışla ile Çamardı arasında geniş bir alanda yüzlek veren volkanizma Paleosenden Orta Eosene kadar etkili olduğu volkanitlerin sahada yaygın olarak aglomera, yastık lav, tüf, kubbe, dayk ve akıntı ibresi şeklinde görüldüğü ve yer yer volkanosedimanter özellik gösterildiğini, sokulum kayaçlarının özellikle Ulukışla çevresinde yaygın olduğunu, mineralojik ve kimyasal bileşimlerine göre bazalt andezit, nadiren riyolitten oluşan kayaçlar çoğunlukla alkali ve kısmen de subalkali olduğunu, ana ve iz element içeriklerine göre kayaçların volkanik yay ürünü olduklarının görüldüğü belirtmişlerdir.

İşler (1988), Çiftehane (Niğde) volkanitlerinin mineralojik - petrografik ve jeokimyasal incelenmesi adlı çalışmasında piroklastikler içindeki volkanitlerin tamamen spilitleşmiş veya çok ayrılmış bazalt ve andezit oldukları, Elmalı köyünde yüzeyleyen daykların ise bazalt ve trakit oldukları belirtmiştir.

Nazik ve Gökçen (1989), Ulukışla tersiyer istifinin foraminifer ve ostrakod faunasına göre stratigrafik yorumu adlı çalışmada bölgenin kuzey ve güneyi için zamansal ve litolojik farklılık gösteren stratigrafi istiflerinin belirlenip, mikrofosil (ostrakod ve foraminifer) kapsamının saptanarak paleontolojik yaşının verilmesi ve paleobiyolojik ortamının değerlendirilmesi yeniliklerini getirdiğini belirtmişlerdir.

Baş ve Temur (1991), Çiftehane - Koçak - Elmalı (Ulukışla-Niğde) yöresi demir barit ve bakır oluşumları adlı çalışmada inceleme alanında Üst Permiyen Orta Eosen zaman aralığını temsil eden sedimanter, volkano - sedimanter, volkanik, damar ve derinlik kayaçları ile ofiyolitlerin yüzeylendiğini, demir yatakları, galenitli barit ve baritli galenit damarları ile bakır zuhurlarının bulunduğu cevherleşmelerin geometrileri ve yan kayaç ilişkilerinin birbirine benzediği belirtmişlerdir.

Çevikbaş ve Öztunalı (1991), Ulukışla - Çamardı (Niğde) havzasının maden yatakları adlı çalışmasında havzada stratigrafi ve litoloji açısından birbirine benzemeyen üç bölüm ayırtlandığını, incelemeler sonucunda bölgedeki cevherleşmelerin kıta kıta çarpışması ile etkinliğe başlayan magmatizmaya bağlı olarak meydana gelen Karıncadağ Pb- Zn-Cu, Alkoyağdıdere Cu, Karnıoğlu Fe-Cu, Esendemir tepe Fe-Co-Cu, Uçurumtepe Cu, Cipcip dere Fe-Cu, Kayserilindere Cu, Yağlıtaş Pb-Cu gibi cevher yataklarının olduklarını saptamıştır.

Çevikbaş ve Öztunalı (1992), Ulukışla - Çamardı (Niğde) mestrihtiyen sonrası çökel havzasının jeolojisi adlı çalışmada Ulukışla Çamardı Geç Kretase Tersiyer Havzasının üç farklı bölümden oluştuğunu, Niğde Grubu üzerinde oturan kuzey bölüm volkano sedimanter istif ve plutonik kayalardan, Alihoca ofiyolit kompleksi üzerinde oturan orta bölüm volkano sedimanter kayalardan, Bolkar grubu üzerinde oturan güney bölüm ise yalnızca sedimanter kayalardan oluştuğunu belirtmiştir.

Temur (1992), Bolkardağ Yöresi (Ulukışla/Niğde) çinko kurşun yataklarının jeokimyasal incelenmesi adlı çalışmada Üst Permiyen - Triyas yaşlı alt mermerler ve Bolkardağ mermerlerinin içinde yer alan Zn - Pb yatakları stratabaund ve epijenetik karakterli olduğu, Üst Paleosen Alt Eosen yaşlı hidrotermal kökenli yatakların sülfürlü cevher damarlarında gözlenen ana mineraller pirit, galenit ve sfalarit olduğunu belirtmiştir.

Temur ve Baş (1992), Çiftehane - Koçak (Ulukışla/Niğde) yöresi demir yataklarının mineralojik ve jenetik incelenmesi adlı çalışmada demir yatakları karbonatların kantağında oluştuğunu, demir yataklarında kalkopirit ve bornit oranı yer yer artarak bakır zuhurlarını meydana getirdiğini, yöredeki demir yataklarının kontak-metasomatik kökenli olup monzanitlerin sokulumuyla ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Sonel ve Sarı (2004), Ereğli - Ulukışla (Konya- Niğde) havzasının hidrokarbon potansiyelinin incelenmesi adlı çalışmasında Çiftehane, Hasangazi ve Halkapınar formasyonlarına ait toplam organik madde miktarları birimlerin zayıf petrol kaynak potansiyellerine sahip olduğunu, organik madde tiplerinin organik jeokimyasal analizlere göre Tip II ve tip III kerojenlerden, organik petrografik yöntemlerle de çoğunlukla odunsu ve kömürsü organik maddelerden oluştuğu belirtmişlerdir.

Kurt (2004), Ulukışla (Niğde) volkanosedimanter istifini kesen gabroyik ve diyoritik daykların mineralojik - petrografik ve jeokimyasal incelenmesi adlı çalışmasında Çamardı-Ulukışla (Niğde) havzasında yer alan gabroyik ve diyoritik daykaların yitimden ziyade yitim sonucu dalan okyanusal plakadan açığa çıkan eriyik ve akışkanlarla zenginleşmiş manto kaynağından türediklerinin söylenebileceğini belirtmişlerdir.

Çiftçi, vd., (2005), Orta Toroslar Pb - Zn damar yataklarının kükürt izotop karakteristikleri adlı çalışmada Primer Pb - Zn cevherleşmeleri genellikle K-G, KD-GB doğrultulu fay ve kırık zonlarına yerleşmiş damarlar şeklinde olduğunu birincil cevherin yüzeysel alterasyonu sonucu karstik mağaralarda bulunan karbonatlı oksihidroksit cevher mineralleri oluştuğunu yatakların birincil cevher mineralleri sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, pirotin, markazit, pirarjirit ve fahlerz olduğunu belirtmişlerdir.

Alpaslan vd. (2005), Orta Anadolu Niğde ili, Ulukışla Çamardı havzasında uzantılı ultrapotasik volkanik kayaların Pb - Zn - Nd izotop bileşimi ve jeokimyasal incelenmesi adlı çalışmada büyük iz elementi ve Sr - Nd - Pb izotop verisi, İç Anadolu Bölgesi'ndeki Geç Kretasede Ulukışla Havzası'ndan gelen dayklar ve ultrapotasik lavlar için sunulduğunu, tüm örnekler, 3.grup ultrapotasik kayalara ait olan jeokimyasal karakteristiklere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Turan vd., (2006), Çiftahan (Ulukışla - Niğde) Bölgesinin Cu, Zn, Fe, Mn ve Ni için Biyojeokimyasal Anomalilerin Araştırılması adlı çalışmada Niğde - Ulukışla - Çiftahan bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Cu, Zn, Fe ve Ni elementleri içerikleri alevli atomik absorbsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiş olup, bu elementler bakımından bitki ve toprak arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiş, Cu, Zn, Fe ve Ni elementleri için bitki ve toprak arasındaki ilişki bulunamadığı belirtilmiştir.

Sınacı ve Toker (2009), Selendiyen - İpresiyen yaşlı güney formasyonu (Ulukışla Baseni) nannoplankton biyostratigrafisi ve bu döneme ait deniz suyu ısı değişimleri adlı çalışmada havzada türbitidik bir istifte temsil edilen derin denizel çökeltme döneminin Selendiyen - İpresiyen aralığında meydana gelmiş olduğunu belirtmişlerdir.

Kadioğlu ve Dilek (2010), Orta Anadolu'nun güneyindeki Bolkar Dağlarında bulunan adakitik horoz granodiyoritinin yapısal, jeokimyasal incelenmesi ve tektomagmatik ovulasyonu adlı çalışmada Türkiye'nin güneyindeki Bolkar Dağları'nda bulunan Horoz plutonunun, Doğu Akdeniz Bölgesi'nin eski Senozoyik evrimi üzerinde önemli yeni sınırlamalar sağladığını, Orta Toros Bloğu'nun, geç Paleozoik - erken Mezozoik başkalaşım kayalarının içine doğru zorla girdiğini ve alışılmadık bir şekilde Pleistosen alüvyonlu yataklar tarafından örtüldüğünü belirtmişlerdir.

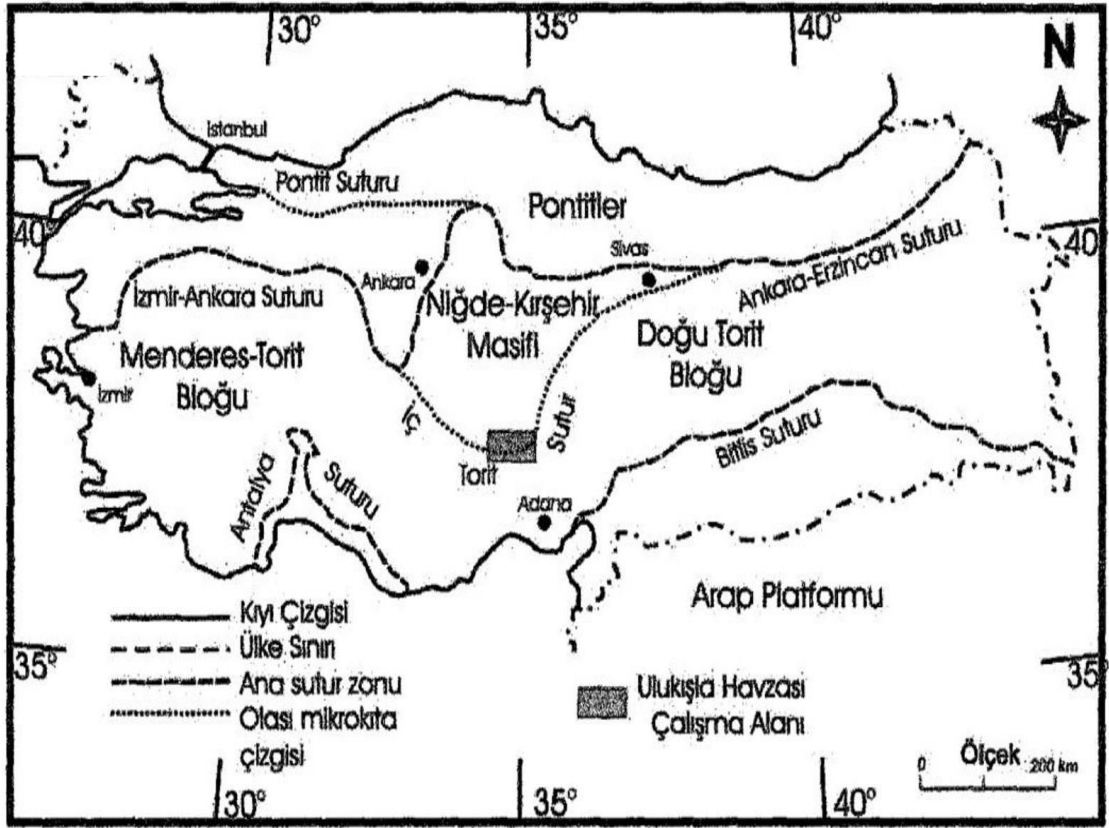
Zorlu vd. (2011), Ulukışla Havzasının (Geç Kretase - Eosen) jeolojik evrimi adlı çalışmada Ulukışla havzasının (Orta Anadolu, Türkiye) Menderes - Toros Bloğu ve Niğde - Kırşehir Metamorfik Masifi arasında geliştiğini havzaya ait dolguların sunduğu kanıtlar, havzanın asimetric bir şekilde evrimleştiğini gösterdiğini genişlemeli faz (Geç Kretase - Geç Paleosen) Neotetis Okyanusu kuzey kolu tabanının yitme uğraması sonrasında geliştiğini belirtmişlerdir.

BÖLÜM V

GENEL JEOLojİ

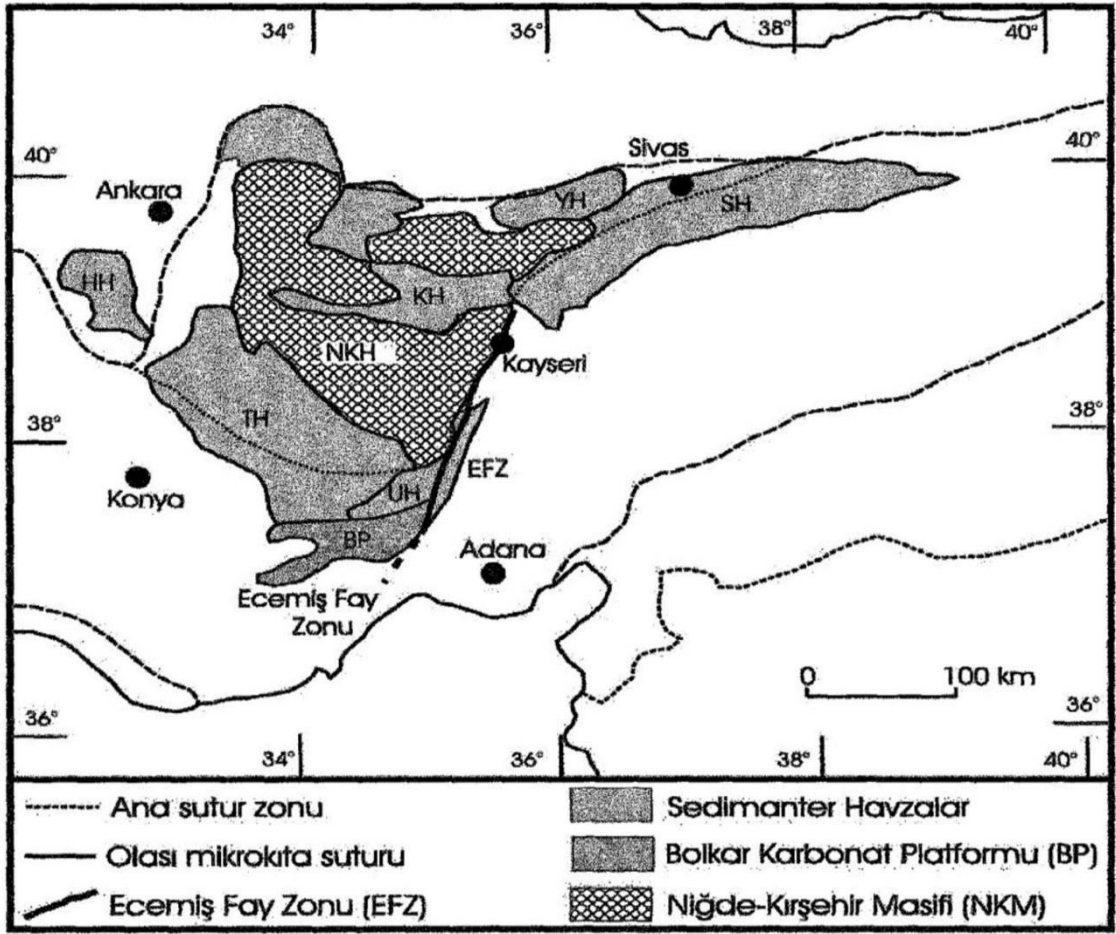
5.1. Bölgesel Jeoloji

Ulukışla Havzası mikrokıtasal birimler ile çarpışma ve/veya kenet kuşaklarının birlikte yer aldığı Akdeniz'in en doğu kesiminde ve Türkiye'nin güneyinde yer almaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Türkiye'nin ana mikrokıtasal birimleri ile kenet kuşakları ve Ulukışla havzasının konumu (Clark ve Robertson, 2002)

Tektonik konumu şekil 5.1' de görülen havza; güneyde Bolcardağı Karbonat Platformu, kuzeyde Niğde masifi, doğuda Ecemiş Fay Kuşağı ile sınırlanmakta olup batı kesimi Tuzgölü baseni ve/veya havzası ile geçiş göstermektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Orta Anadolu mikrokıtasal birimleri ve önemli sedimanter havzalar. BP: Bolkar Karbonat Platformu, NKH: Niğde-Kırşehir Masifi, UH: Ulukışla Havzası, TH: Tuzgölü Havzası, HH: Haymana Havzası, YH: Yozgat Havzası, YH: Yıldızlı Havzası, SH: Şarkışla Havzası, EFZ: Ecemiş Fay Kuşağı (Clark ve Robertson, 2002)

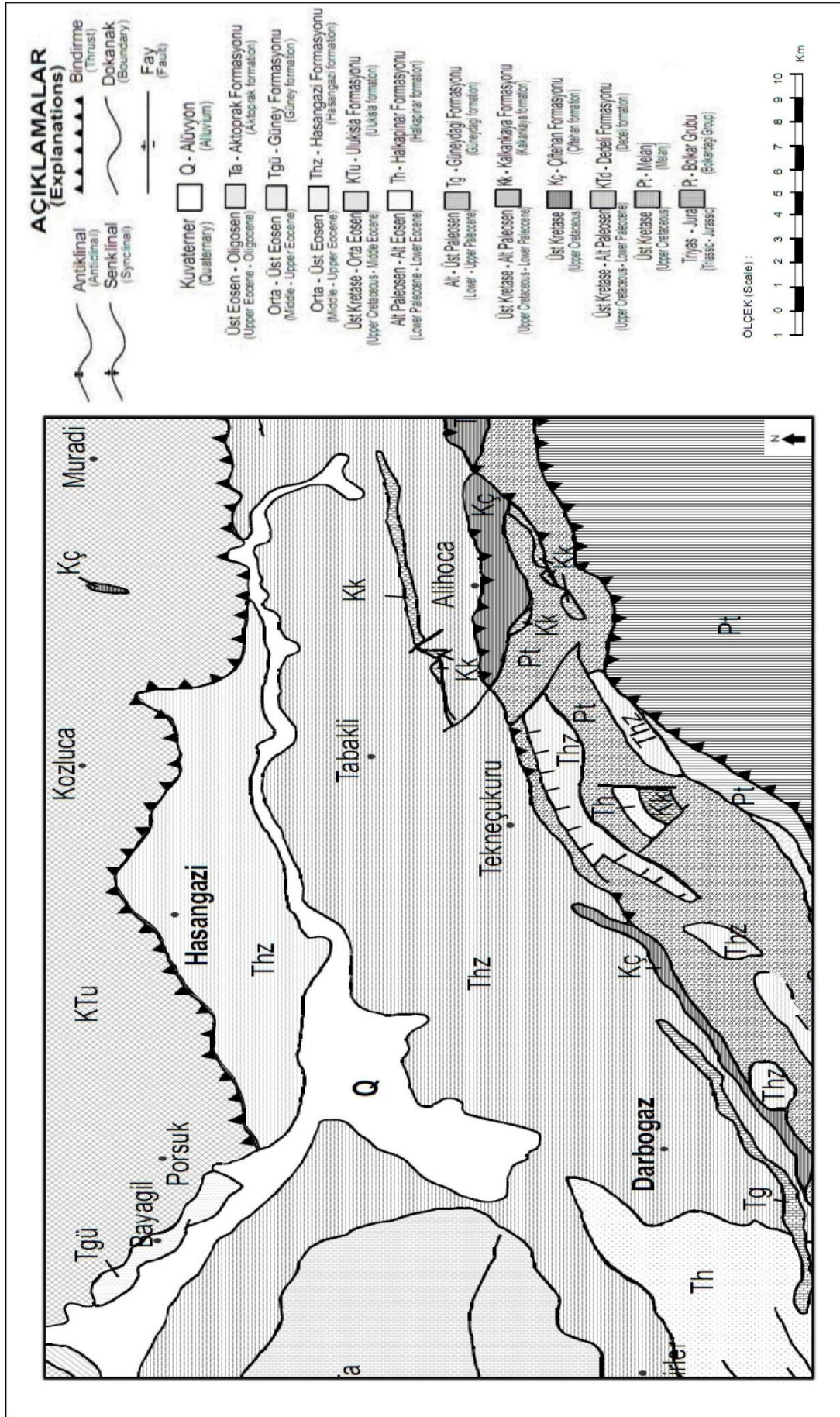
Ulukışla Havzası Üst Kretase - Orta Eosen yaş aralığındaki derin deniz sedimanları, pelajik karbonatlar ve bunlarla ardışıklı olarak gelişmiş volkanik kayalar ile bu istif kesen diyoritik, monzonitik ve trakitik dayklardan oluşan kalın bir istif sunar. Bu havzanın evrimi ile ilişkili olarak farklı görüşler ileri sürülmektedir: Görür vd. (1998) Ulukışla Havzasının Bolkar karbonat platformu ile Kırşehir - Niğde mikrolevhası arasındaki İç Torid Okyanusunun kuzeye doğru yitiminin sonucu olarak yayönü bir havza olarak gelişmiş olduğunu ileri sürerken bazı araştırmacılar da bu havzanın Neotetisin kapanmasından sonra Torid - Anatolid platformu içinde çarpışma sonrası genişleme (Göncüoğlu vd., 1991, Çemen vd., 1999) veya transtansiyonel tektonik rejim sonucu (Dirik vd., 1999) oluştuğunu savunurlar. Clark ve Robertson (2002) ise Ulukışla Havzasının iç torid kenet zonu üzerinde genişlemeli tektonizma etkisinde gelişen bir

havza olduğunu belirtmişlerdir. Ulukışla Havzası içinde yüzeylenen geç Üst Kretase - Lütesiye yaşlı volkano-sedimanter istifini oluşturan farklı litolojik özelliğe sahip birimler asimetrik havza gelişimini işaret etmektedir. Ulukışla Havzası, Üst Kretase yaşlı Alihoca Ofiyoliti üzerinde konglomeralarla başlamakta ve üste doğru sedimanter birimlerle ardışıklı olarak gelişmiş alkali karakterli bazaltik bileşimli yastık lavlarıyla devam etmektedir. Havzanın güney kısımlarında, yersel olarak kırmızı renkli, Kampaniyen - Maastrichtiyen yaşlı pelajik kireçtaşlarının varlığı tespit edilmiştir. Havzanın kuzey kesiminde ise derin denizel kilaşları üzerinde Tanesiye yaşlı resifal kireçtaşları ile ardalanmalı masif lav akıntıları gözlenmiştir. Üste doğru ultrapotasik karakterli lav akıntıları yüzeylemektedir. Bu dönemi takiben havzanın orta kesimlerinde Lütesiye yaşlı yama resiflerinin oluştuğu gözlenmiştir. Bu evrede kuzey - güney yönlü sıkışmanın etkisiyle havza daralmaya başlamış ve havzanın orta kesiminde bindirme fayı gelişmiştir. Bu bindirme fayı ile ilişkili olarak kalk-alkali karakterli diyoritik dayklar kuzeydoğu - güneybatı doğrultusunda yerleşmiştir. Diyoritik daykların yerleşimini sonrası doğu - batı doğrultulu ve şoşonitik karakterli monzonitik dayklar ile bunların fraksiyonlanma ürünleri olan trakitik daykların geliştiği izlenmektedir. Bu daykların yerleşim yaşları jeolojik veriler dikkate alınarak Eosen sonrası olarak kabul edilmiştir. Tüm bu daykları ise havzadaki magmatik aktivitenin son ürünleri olan ultrapotasik karakterli bazik dayklar kesmektedir. Ulukışla havzası içerisinde gözlenen tüm magmatik kayaçların iz element profilleri büyük iyon yarıçaplı elementlerde önemli ölçüde zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlerde ise tüketilme olduğunu göstermektedir. Volkanik kayaçlardan elde edilen izotopik bileşimler, bu volkanizmaya kaynaklık eden köken bölgenin yitim süreçleriyle bileşimi değiştirilmiş olan litosferik mantoyu işaret etmektedir. Bu veriler Ulukışla havzasında gözlenen magmatik ürünlerin bir yay ile ilişkili olmadığını, Neotetis' in kapanmasını izleyen evrede Üst Kretase - Alt Paleosen dönemindeki genişlemeli tektonik rejimle ilişkili olarak geliştiğini ve havzanın Eosen' den itibaren kapanmaya başladığını göstermektedir (Alpaslan vd. 2006).

Ulukışla havzasına ait stratigrafik kesit şekil 5.3' de verilmiştir. Havza içerisinde tavandan tabana doğru; Bolkardağ Karbonat Platformu, Alihoca Ofiyolitik Melanjı, Çiftahan Formasyonu, Halkapınar Formasyonu, Ulukışla Formasyonu, Hasangazi Formasyonu, Bozbeltepe Formasyonu, Kabaktepe Formasyonu, Aktoprak Formasyonu ve alüvyonlar yer almaktadır (Şekil 5.4).

Sistem (System)	Seri (Series)	Kat (Epoch)	FORMASYON (Formation)	LİTOLOJİ (Lithology)	Kalınlık	LİTOLOJİK ÖZELLİKLER (Lithological properties)
Kuvaterner			ALÜVYON (Alluvium)			
T E R S İ Y E R	T e r t i a r y	Oligosen (oligocene)	A k t o p r a k		650 - 1000	Ta Kumtaşı-şeyl ardalanması Kırmızı yeşil kumtaşı
						Marn, killi kireçtaşı ardalanması
						Jips Seyrek kireçtaşı bantları
					500	Tgü Türbiditik kumtaşı, şeyl ardalanması Kırmızı renkli mercekli çamurtaşı, İnce-orta tabakalı mercekli kumtaşı-çamurtaşı ardalanması
					500	Ted Konglomeralar Kumlu ve konglomeralı kçt ardalanmaları
					900	Thz Kayma blokları ve çakıllı-kumtaşı-şeyl Marn, türbiditik kumtaşı, kumlu kçt
					1000-1700	KTu, Aglomera, andezit ardalanması Resifal kçt, andezit parçaları Aglomera, tuf, andezit Yastık lavlar, vol. breşler ve tüfitler
					1000 - 1400	Th Türbiditik kumtaşı-şeyl ardalanması Spiitlik yastık lav Triyas yaşlı kçt olisitolitleri İnce-orta tabakalı kumtaşı Şeyl ara tabakalı, tuf ara katkılar
					200 - 300	Tg Marn ara tabakalı kçt Beyaz renkli kalkarenit Kırmızı renkli kalsirudit
					700	KTd Çiftli kçt Pelelik, gri kçt Kırmızı çakıllı, oliyolitik olisitolit yeşil renkli marn, pelelik gri kçt
T r i a s s i c - K r e t a s e (Triassic-Cretaceous)	T r i a s s i c - J u r a (Triassic-Jurassic)	U s t K r e t a s e (Upper Cretaceous)	K a m - M a e s (Lower Cretaceous)	Kalkın- kaya		Kk gri renkli resifal kçt Kırmızı çakıllı
				Çiftahan		Kç Kırmızı pelelik kçt oliyolitik olisitolit türbiditik ardalan.
				Melanj		Ofiyolitli melanj
				Bolkar Grubu	2100 ?	Kristalize kçt, Kçt-şeyl ardalanması Koyu gri, dolomitik kçt

Şekil 5.3. Ulukışla havzasının revize edilmiş stratigrafik dikme kesiti (Sonel ve Sarı, 2004)



Şekil 5.4. Çalışma alanının revize edilmiş jeolojî haritası (Sonel ve Sarı, 2004)

5.1.1. Bolkardağ karbonat platformu

İlk kez Demirtaşlı vd., (1975) tarafından adlandırılan birim dolomit ve şeyillerle ara katkılı kalın bir karbonat istifinden oluşmaktadır. Çalışma alanının güney sınırını oluşturan birim, kalın tabakalı, kristalize kireçtaşları ve mermerlerden oluşmaktadır. Birimin üstüne ise Alihoca Ofiyoliti tektonik dokanakla, Ulukışla formasyonu ise uyumsuz olarak gelmektedir (Turan vd. 2006).

5.1.2. Alihoca ofiyolitik melanji

Birim ilk defa Demirtaşlı vd. (1973) tarafından Alihoca köyü civarında mostra verdiği için Alihoca Ofiyoliti olarak adlandırılmıştır. Alihoca Ofiyoliti, Ereğli - Ulukışla Havzasının tabanını oluşturur ve alttan üste doğru harzburjit, dünit, piroksenit, gabro ve spilitik bazalt şeklinde bir dizilim sunar. Alt bölümünde sıkça diyabaz ve mikro gabro daykları ile katedilmiştir. Ayrıca yoğun bir deformasyon ve ileri derecede serpantinleşme gözlenir (Atabey vd. 1973).

Ofiyolit kompleksi içerisinde çoğunlukla gözlenen gabro değişik tane boyludur. Normal gabro ile çok iri taneli pegmatitik gabro diffüz dokanak ilişkili ve düzensiz sınır dokusuna sahiptir. Bu zon içerisinde 5 - 6 cm büyüklüğünde klinopiroksen kristalleri bulunmaktadır. Piroksenit içerisinde pegmatit damarları yaygındır. Peridotit, koyu yeşil ve siyah renkli, ileri derecede altere olup serpantinite dönüşmüştür. Ezilmeler nedeniyle belirli bir yönelme göstermektedir. Diyabaz, ofitik dokulu, yeşil renkte 3 cm ile 2 m arasında değişik kalınlıklar gösteren dayklar halindedir. Gabrolar içerisinde 3 - 5 cm kalınlığında çok ince damarcıkları olduğu gibi kesin soğuma kenarlı ve rodenjitleşmiş (dıştan içe doğru altere olmuş) olanları da bulunmaktadır. Serpantin, genellikle peridotitlerin alterasyonu sonucu oluşmuş ileri derece ayrılmış ve ezilmeler nedeniyle yer yer yönelmeler kazanmıştır (Çevikbaş, 1991, Gedik, 2005).

Alihoca Ofiyoliti Çiftehane Formasyonu ile Halkapınar Formasyonunu uyumsuz olarak örter. Alihoca Ofiyolitinin bölgeye yerleşme yaşı, dokanak ilişkileri sonucunda Triyas sonrası Üst Kampaniyen - Alt Maastrichtiyen öncesi olarak belirlenmiştir (Atabey vd., 1973).

5.1.3. Çiftehan formasyonu

Çoğunlukla kırmızı renkli mikritik kireçtaşıdan oluşan birimin ilk adlamasını Demirtaşlı vd. (1973) yapmışlardır. Çiftehan formasyonu Ereğli - Ulukışla Havzasının tabanında görülen ilk çökel birimdir. Ofiyolitler üzerinde uyumsuz olarak duran yüzeylemelerinde, yer yer çakıлтаşı ile başlayan birim, genelde ince - orta katmanlı, kırmızı renkli pelajik kireçtaşı ile temsil edilir. Ardıçlı - Kamışlı köyleri ile Ömerli köyü arasında gözlenen mostrası bir ters fayla yüzeyler ve bazik volkaniklerle başlar. Mikritik kireçtaşı, bazik volkaniklerle başlar. Mikritik kireçtaşı, bazik volkanik ar dalanmasıyla devam eden birim 500 metre kalınlığında mavimsi gri, bej, pembe renkli pelajik kireçtaşlarına geçer. Üst bölümünde yeniden görülen bazik volkanikler Ulukışla Formasyonunun volkanikleri ile geçişlidir. Ayrıca birimin üst takanağı Halkapınar formasyonu ile hem geçişli, hem de yerel olarak uyumsuzdur. Çiftehan formasyonu kapsadığı; Globotruncana Lapparenti, Globotruncana of. Marginata, Globotruncana fornicata, Globotruncana arca, Globotruncana of. Calcarata, Globotruncana ventricosa, Globotruncana tricarinata, Heterohelix sp. Gibi fosillere göre Kampaniyen - Alt Maastrihtiyen yaşındadır. (Atabey vd., 1973).

5.1.4. Kalkankaya formasyonu:

Birim genellikle kireçtaşı ve çakıлтаşıdan oluşur. Tabandaki çakıлтаşı düzeyi kırmızı ve tane desteklidir. Ofiyolitli kaya, çört ve rekristalize kireçtaşı çakılları kapsar. Çakıllar genellikle orta boyda olup, fazla yuvarlaklaşmamıştır. Birimin kireçtaşı düzeyleri açık gri, orta - kalın tabakalı, bol Loftusia ve rudist kavrılı kireçtaşı şeklindedir. Birim, Madenköy ofiyolitli melanji ile Bolcardağı grubu üzerinde açısız uyumsuz olarak oturur. En çok 300 m kalınlığındadır. Birimin kireçtaşı düzeylerinden elde edilen Loftusia minör, Omphalocyclus sp. Üst Maastrihtiyen yaşını; Miliolidae, Mikrocodium, Mississippina sp. faunası ise Geç Maastrihtiyen - Erken Paleosen yaşını vermektedir (Çevikbaş ve Öztunalı, 1992).

5.1.5. Güneydağı formasyonu

Kireçtaşlarından oluşan bu formasyon ilk olarak Demirtaşlı vd. (1973) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon kırmızı kireçtaşı konglomeralarıyla (kalsirudit) başlar.

Formasyonun alt yarısı beyaz - krem renkli iyi tabakalı kalkarenitler ve kalsirudit ara tabakalarından oluşur. Üst bölümlerinde esas olarak marn ara tabakalı kireçtaşları hâkimdir.

Birimin kalınlığı 200 - 300 m' dir. İçerisinde mercan ve gastropod parçaları tespit edilmiş ve Paleosen - Alt Eosen yaşı verilmiştir (Demirtaşlı vd., 1973).

5.1.6. Halkapınar formasyonu

İlk kez Demirtaşlı vd., (1975) tarafından tanımlanan birim, kumtaşı, çakıltaşı, şeyl, silttaşı ve killi kireçtaşı aralanmasından oluşur. Volkanik arakatki ve değişik boyutta bloklar içermesi diğer özelliğidir. Formasyon çoğunlukla kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşı ile başlar, türbiditik kumtaşı, şeyl çamurtaşı aralanmasıyla devam eder. Birim içerisinde 10 - 30 santimetre kalınlıkta bazik volkanik arakatıklar olduğu gibi onlarca metre (yer yer 100 metre) kalınlıkta yastık lavlı bölümler görülür. Birimin içinde arazide sivri tepeleri oluşturan birkaç yüz metre kalınlıkta dik tabakalı olistostromal düzeyler yer alır. Olistostromal düzeylerde görülen malzemenin çoğunluğunu Resiyen ve Paleosen yaşlı kireçtaşı çakıl ve blokları oluşturur. Formasyonda ayrıca çoğunluğunu Resiyen yaşlı kireçtaşının oluşturduğu ofiyolit ve metamorfik birimlere ait bloklar da gözlenir. Halkapınar Formasyonu, Ereğli - Ulukışla havzasının kuzey kuzeydoğusunda alttan Çiftehan Formasyonu ile üstten Ulukışla Formasyonu ile geçişlidir. Yanal fasiyes değişimlerinin sıkça görüldüğü ve 1400 metre kalınlığa erişebilen formasyonun marn ve şeyllerinden elde edilen; *Globorotalia* of. *Pseudomonardi* ve *Globorotalia* *velascoensis* gibi fosiller Üst Paleosen - Alt Eosen yaşına işaret eder. Türbiditik kumtaşları ve kumlu kireçtaşlarından elde edilen *Assilina* of. *Exponens*, *Discocyclina* sp., *Distichoplax* *biserialis*, *Alveolina* of. *Triestina*, *alveolina* of. *Globula* gibi mikrofosiller ise Üst Paleosenden Orta Eosen'e kadar değişen bir yaş aralığını belirtmektedir. Bu verilere dayanarak birimin Üst Paleosen - Orta Eosen yaşında olacağı düşünülmektedir (Atabey vd., 1973).

5.1.7. Ulukışla formasyonu

Formasyon ilk olarak Demirtaşlı vd. (1973) tarafından adlandırılmıştır. Ulukışla formasyonunun çoğunluğu aglomera, andezitik lav akıntıları, tüfler, tüfitler ve volkanik

breşlerle, yastık lavlardan oluşur. Bütün bu volkanik malzeme türbiditik kumtaşı, kayma çökelleri ve ender olarak kireçtaşı ve şeyl ile ara tabakalıdır. Oktay (1982)'a göre; Ereğli - Ulukışla bölgesinin temelini Ulukışla grubu oluşturur. İçerisinde sıg - derin denizel tortullar, denizaltı volkanikleri ve bunlar içine zaman zaman dayk ya da sıg sokulumların olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı Ulukışla grubunu Sansartepe formasyonu, Serenkaya formasyonu, Başmakçı kireçtaşı, Cehritepe siyeniti, Köyderesi trakiti, Karatepe kireçtaşı, Güney formasyonu, Tayhacı andeziti ve Dikmendere trakitleri birimlerine ayırmıştır. Birimin Halkapınar formasyonu ile olan dokanağı yanal ve düşey yönde geçişlidir. Ulukışla formasyonu, Hasangazi formasyonunu ve Güney formasyonu ile de kuvvetli yanal ve düşey geçişli bir görünüm sergilediği birimin yayıldığı yerlerde görülür. Formasyonun karışık magmatik - sedimanter ilişkileri nedeniyle formasyonun kalınlığı saptanamamıştır. Yaşı Üst Kretase - Orta Eosen olarak düşünülmektedir (Özdemir, 2006).

5.1.8. Hasangazi formasyonu

Kumtaşı - şeyl ar dalanması, kireçtaşı, andezit, tuf litolojilerinden oluşur. Adını Hasangazi köyünden alır (Demirtaşlı vd., 1975). Birim, genellikle kumtaşı - şeyl ar dalanması şeklinde olup, 1 metreyi aşmayan çakıltaşı arakatkıları kapsar. Kayserilinin dere güneyinde tabanda görülen çakıltaşı 10 - 15 m kalınlığındadır. Bazen kumlu kireçtaşı arakatkıları da kapsar. Kumtaşı tabakalarında eksikli Bouma sekansları gözlenir. Ayrıca birimin içerisinde bordo renkli çamurtaşı düzeyleri gözlenir. Ardıçlı formasyonu ile düşey ve yanal geçişli olup, en çok 400 m kalınlığındadır. Bordo renkli çamurtaşlarından alınan Nummulites d. beaumonti d'Archiac-Haime, Nummulites d. millicaput Boubée, Assilina cf. exponens (Sovverby) Assilina spp., Discocyclina sp., Operculina sp., Globorotalia spp., Sphaerogypsina sp. foraminifer türlerine göre yaşı Lütesiyendir. Birimin düzgün tabakalı kumtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşan düzeyleri dalga tabanının altında çökelmiştir (Çevikbaş ve Öztunalı, 1992).

5.1.9. Bozbeltepe formasyonu

Bozbeltepe Formasyonunun alt kesimleri klastik sedimanlardan meydana gelir. Bunlar kaba taneli konglomeradan çamurtaşına kadar değişen derecelenme gösteren mercekssel birimlerden oluşur. Derecelenme gösteren merceklerin iç yapılarında lamılanma, sarmal

lamılanma, bioturbilans ve düzlemsel laminalı yapılar bulunur. Konglomeralarda lav parçaları çoğunlukta olup, aynı zamanda numulit fosili içeren bioklastik kireçtaşları mevcuttur. Formasyonun orta bölümünde derecelenme gösteren çamurtaşları ve kumtaşları ve diğer sedimanter yapılar görülür. Formasyonun üst kesiminde laminalı çamurtaşları çoğunlukta olup, bu çamurtaşları yaklaşık 10 aralıklarla kumtaşı ara katmanlarında meydana gelmiştir (Clark and Robertson, 2005). *Globorotalia cf. centalis*, *Discocyclina* sp., *Gpsina mastalensis*, *Halkyardia* sp., fosillerine göre birim Üst Lütesiyen - Üst Eosen yaşındadır (Atabey vd., 1973).

5.1.10. Kabaktepe formasyonu

Kabaktepe formasyonu altta Lengerhane volkanitleri üzerine uyumsuz olarak yer alırken, üstte ise Kurtulmuştepe formasyonuna ait kıltaşı - marn ardalanmasına geçişlidir. Ulukışla çevresinde Zeyvegediği Anhidriti (Oktay 1982) olarak da adlandırılan formasyon yoğun evaporitik birimlerden oluşmaktadır. Bölgedeki anhidritler orta tabakalı, grimsi beyaz renkli ve ince kristalli özellikler gösterirken; jipsler ise anhidritler üzerinde genellikle masif ve daha beyaz renklidirler. Kabaktepe formasyonu Ulukışla güneyinde Zeyvegediği, Kabaktepe ve Emirler Köyü doğusu Kile Çukuru mevkiinde kalın tabakalı anhidritler olarak uzanmaktadır. Formasyon yine Ulukışla güneyi Tapır mevkii, Suludere Akgedik mevkii, Çakılcabahçede ve Hacıbekirli Köyü güneyinde yer alan Dikmendağı, Karadağ güney yamaçlarında, Kaletaş Tepede ve Yeniyıldız Köyü batısında küçük birbirinden kopuk mercekler halindedir (Özdoğan, 2008). Birime yaş verecek paleontolojik veriye rastlanmamıştır. Stratigrafik olarak Üst Eosen - Alt Oligosen yaşlıdır (Atabey vd., 1973).

5.1.11. Güney formasyonu

Güney formasyonu kumtaşı, şeyl ardalanmasından oluşur. Oktay (1982) tarafından adlanmıştır. Hasangazi formasyonunun eşdeğeridir (Demirtaşlı vd., 1975). Birim genellikle düzgün tabakalı kumtaşı ya da kireçtaşı - şeyl ardalanması şeklindedir. Şeyller bazen kırmızıdır. Kumtaşı tabakalarında eksikli Bouma sekansları izlenir. Oktay (1982) birimde *Morozovella formosa gracilis*, *Acarinina cf. brodermanni*, *A. mckannai*, *Truncorotaloides pseudotopilensis*, *M. aragonensis*, *Globigerina triloculinoidea*, planktonik foraminifer türlerine göre Erken İpresiyen yaşını saptamıştır. Yukarıdaki

özelliklerine göre birim dalga tabanının altındaki koşullarda çökelmiştir (Çevikbaş ve Öztunalı, 1992).

5.1.12. Aktoprak formasyonu

Aktoprak formasyonu, Ulukışla havzasında Oligosen ve Miyosende egemen olan molas evresinde çökelen gölsel kireçtaşı marn ve alacalı renkli kumtaşlarından oluşur. Aktoprak formasyonunun Kurtulmuştepe gölsel kireçtaşı ve marn üyesi tabanda 30 m kalınlığında kırmızı, yeşil renkli kumtaşları üzerine gelen mavimsi gri renkli marn ve şeyl ar dalanması ile başlar ve kalınlığı tip kesitte 400 m ye kadar çıkan açık gri, orta-kalın tabakalı, killi bol gastropodlu (planorbis sp.) gölsel kireçtaşı ile devam eder ve en üstte 30 - 40 m kalınlığında mavimsi gri marn ve şeyl ar dalanması ile son bulur (Demirtaşlı vd., 1973). Aktoprak formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla adlanmamış Neojen çökelleri gelmektedir (Demirtaşlı vd., 1973, Şener ve Çakar, 2009).

Aktoprak Formasyonu Hasangazi Formasyonu Ulukışla güney ve güneybatısında uyumsuz olarak örter. Birim Ulukışla batısı ve kuzeyinde görülmez. Bu bölgede Hasangazi Formasyonu üzerine Hasangazi formasyonu ile aynı yaşlı Güney formasyonu yanal ve düşey geçişli olarak örtmektedir. Birimin yaşı Geç Eosen - Oligosendir. (Demirtaşlı vd. 1973)

5.1.13. Alüvyon

Genç çökeller; gevşek çimentolu veya çimentosuz çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşları, Ulukışla güneydoğusunda Kızıltepe’de görülen karbonat gelişmesi sonucu oluşan traverten, yuvarlanmış gevşek çimentolu ve değişik formasyonlara ait çakıllar ihtiva eden çakıltaşı ve kumtaşlarından ibaret olan taraça, genellikle metamorfiklere ait köşeli çakılların yığılması şeklinde izlenen yamaç molozları, hemen her yerde akarsu vadilerinde gelişmiş kum ve çakıl gibi kırıntılardan oluşan alüvyonlardır. Birimin yaşı Kuvaterner’ dir (Özdemir, 2006).



Fotoğraf 5.1. Çalışma alanının genel görünümü

Çalışma alanında (Fotoğraf 5.1) volkanikler içerisinde trakitler göreceli olarak daha yaygın olarak bulunmaktadır. Trakitlerde pembemsi rengiyle karakteristiktir (Fotoğraf 5.2).



Fotoğraf 5.2. Ulukışla volkaniklerindeki trakitlerin yakın plan görünümü

Volkanikler içerisinde kalınlıkları 60-70 cm ye (Hasangazi köyü KB'sı) ulaşan hidrotermal kökenli kalsit damarları bulunmaktadır. Arazide renklerinin süt beyazından grimsi beyaza renge kadar yakın olması ile karakteristiktir (Fotoğraf 5.3).



Fotoğraf 5.3 Volkanikler içerisindeki yer yer kalsit damarları (a) ve (b)

5.2. Tektonik

Orta Toros kuşağı ile Niğde Masifi arasında yer alan inceleme alanında yüzeyleyen Paleozoik ve Mezozoik yaşlı birimler Özgül (1976) tarafından tanımlanan Bolcardağ Birliği'ne daha genç birimler ise Ulukışla Tersiyer havzası (Ketin, 1983) volkano - sedimanlarına dâhildir.

İnceleme alanında yüzeylenen birimlerin arasında üç uyumsuzluk yüzeyi belirlenebilmektedir. Her biri bir karasal döneme karşılık gelen bu uyumsuzluklardan en yaşlı olanı üst Senoniyen, İkincisi Orta Eosen, üçüncüsü ise Kuvaterner yaşlı birimlerin tabanında yer almaktadır.

İnceleme alanı ve yakın çevresi doğu - batı eksen doğrultulu büyük bir antiklinalin (Bolcardağ antiklinali) kuzey kanadında yer almaktadır. Bu antiklinalin oluşumu Jura-Kretase zaman aralığında gelişmiş, alt Eosende ise Paleosen yaşlı birimlerle birlikte yeniden kıvrılarak bugünkü şeklini almıştır. Çalapkulu (1980)' na göre de kıvrımlanma yaşı Alt Paleosen ile Orta Paleosen arasındır. Paleosen yaşlı birimlerde kanat eğimleri genellikle 50 - 60° olan, yer yer de devrik kıvrım yapıları kazanmış kıvrımlanmalar gözlenmektedir. Lütesiyen yaşlı tabakalar da eğimli olup, her ikisinde kıvrım eksenleri yaklaşık Bolcardağ antiklinaline uyumludur. Bu durum yörenin Jura başından Eosen sonuna kadar zaman zaman kuzey - güney yönlü sıkıştırma kuvvetlerinin etkisinde kaldığını göstermektedir.

İnceleme alanında kırılma tektoniğinin ürünü olarak belirlenebilen en büyük yapı Alihoca Ofiyolitinin alt sınırını oluşturan bindirme hattıdır. Bindirmenin itilme yönü inceleme alanında belirlenememekte, ancak Torosların genel konumu dikkate alınarak itilmenin kuzeyden güneye doğru olduğu düşünülmektedir. Bindirme yüzeyinin bugünkü konumu kuzeydoğu - güneybatı doğrultulu olup, daha genç kıvrımlanmalarla 60 - 70° ile kuzeybatı doğru eğim kazanmıştır. Belirlenebilen etki alanları birkaç yüz metreyi geçmeyen normal faylar ise Kuvaterner birimleri dışında diğer bütün formasyonları kesmektedir. Normal fayların eğimleri 60 ile 80° arasında değişmektedir.

5.3. Ulukışla Bölgesindeki Cevherleşmeler

Bölgedeki cevherleşmelerin, kıta- kıta çarpışması ile etkinliğe başlayan magmatizmaya bağlı olarak meydana gelen Karıncadağ Pb-Zn-Cu, Alkoyağı Dere Cu, Karnioğlu Fe-Cu, Esendemir tepe Fe-Co-Cu, Uçurumtepe Cu, Cipcip dere Fe-Cu, Kayserilinin dere Cu ve Yağlıtaş Pb-Cu gibi cevher yatak ve mostraları bulunmaktadır (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.1. Karıncadağ kurşun - çinko - bakır cevherleşmesi

Bolkardağ antiklinalinin güney kanadında Bolkardağ mermerleri içerisinde primer sülfid ve bunlardan türemiş ikincil çinko cevherleşmesi Karıncadağın 600 m kuzeyinde izlenmiştir. Bolkardağ mermerlerini kesen ince cevher damarları ve bu damarların yoğunlaştığı alanda oluşmuş karstik mağaralardaki ikincil cevher üzerinde cevher araması ve üretimi yapılmıştır. Karst boşluğunun tabanında karst dolgusu halinde karbonatlı çinko (simitsonit) mineralleri, aragonit, kalsit oluşukları izlenmektedir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.2. Sulucadere kalay cevherleşmesi

Sulucadere kalay içerikli kurşun - çinko cevherleşmesi Bolkardağ mermerleri içinde yer almaktadır. Sulucadere kalay cevherleşmesi hidrotermal metazomatik kökenlidir. Cevher mikroskobisi incelemesi sonucu sfalerit, galenit, pirit, fahlerz, kalkopirit, arsenopirit, markasit, stannit, bornit, pirotin, siderit, nabit altın ve Ag sülfotuzları gibi pirimer mineraller tespit edilmiştir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.3. Âlkoyağı dere bakır cevherleşmesi

Alihoca köyünün 250 m batısındaki Âlkoyağı derenin kuzey yamacında yer alır. Cevherleşme serpantin - mikrogabro kontağında ince damarcıklar şeklindedir. Cevher damarlarının kalınlıkları 1 - 15 cm. arasında değişir. Bu, Ofiyolit - mikrogabro kontağında zuhur eden bakır cevherleşmesinin bir örneği olabileceği gibi, mikrogabro - kuvars porfir dayklarının hidrotermal ürünüde olabilir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.4. Karnioğlu demir - bakır cevherleşmesi

Karnioğlu cevherleşmesi Pozantı ilçesinin 2 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Bolkardağ kireçtaşının üzerinde yer alan Alihoca ofiyolit kompleksini keserek yerleşmiş silis damarları ve kontakları boyunca oluşmuş, pirit, kalkopirit, manyetit gibi cevher mineralleri saptanmıştır (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.5. Kayserîlinin dere bakır cevherleşmesi

Çiftahan kasabasının 2,5 km kuzeyinde Kayserîlinin dere içinde yaklaşık doğu - batı uzanımında diyorit kontağına, uygun geniş bir alterasyon zonu yer almaktadır. Alterasyon zonunda daha derindeki cevherleşmeyle ilgili ipuçlarını verecek mineraller tespit edilmiştir. Bu mineraller pirit, kalkopirit, sfalerit, rutil ve bunlardan türemiş ikincil minerallerdir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.6. Cipcip dere demir-bakır cevherleşmesi

Çiftahan kasabası, Koçak köyünün kuzeybatısında Cipcip dere civarında Fe - Cu Cevherleşmesi volkanitler içerisinde hidrotermal damar ve damarcıklar şekliyle diyorit ve siyenit, porfir daykalarıyla, volkan kontaklardaki mineralleşmeler olarak izlenmektedir. Cipcip dere demir - bakır cevherleşmesinde tespit edilen minerallerin, manyetit, pirit, kalkopirit ve bunlardan türemiş hematit, limonit, gotit, kovelin, malahit, azurit ile bunlara eşlik eden epidot, klorit, amfibol, piroksen ve kuvars gang mineralleri olduğu belirlenmiştir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.7. Yağlıtaş kurşun - bakır cevherleşmesi

Yağlıtaş köyünün 4 km güneybatısındaki Yağlıtaş derenin civarında, andezitik bileşimli Ardıç Formasyonu içerisinde N 20 E doğrultulu, düşeye yakın eğimi zayıf zonlar içerisinde hidrotermal damar ve damarcıklar şeklinde mineralleşmeler izlenmektedir. Yapılan cevher mineraloji çalışmaları sonucunda barit, kalkopirit, pirit, galenit, sfalerit, fahlerz ve bunlardan türemiş seruzit, limonit, anglezit, kovelin, kalkosin, simitsonit ile kuvars, klorit gang minerallerinden oluştukları saptanmıştır (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.8. Çivril tepe barit cevherleşmesi

Ulukışla - Çamardı havzası içerisinde gelişen magmatik eriyiklerin sonucunda hem hidrotermal, hem de volkano-sedimanter olarak oluşmuştur. Genellikle Pb - Cu cevherleşmeleriyle birlikte ince damarcıklar halinde izlenirler Bölgedeki en kalın barit cevherleşmesi Ardıçlı köyünün 3 km kadar batısındaki Çivril tepe güneyinde gözlenir. Andezitik bileşimli Ardıçlı formasyonu içinde N 50 E doğrultulu ve 60 derece SE' ya eğimli fay zonunda volkanitler arasında, yatay, tabakalanmalı barit cevheri vardır. Barit, az galenit ve kalkopirit tanecikleri içermektedir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.9. Esendemir tepe demir - skarn cevherleşmesi

Çiftahan Kasabasının Koçak köyünün kuzeybatısında Esendemir tepenin güneyinde bulunur. Alanda volkanitler ile kireçtaşı kontakları boyunca skarnlaşma ve skarn içerisinde cevherleşmeler izlenmektedir. Oluşmuş skarn zonu, kireçtaşı kontağı boyunca N 60 E doğrultusunda 1 km bir uzanım sunmaktadır. Cevher yüzeylemeleri kireçtaşına doğru gelişen skarn zonu içerisinde 3 - 4 m kalınlıkta masif manyetit damarı, içerisinde kireçtaşı içeren manyetit mercikleri şeklinde izlenmektedir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.10. Kanlıdere çiftliği kobalt anomali sahası

Anomali sahası, Ünlükaya Formasyonu lav ve aglomeraların yüzeylediği alanda yer almaktadır. Bu lav ve aglomeraları, siyenit porfir, diyabaz daykları ve ince kuvars damarları keser. Diyabaz ve kuvars damarlarının dış yüzeylerinde az pirit ve hematit sıvanmaları dışında başka bir mineralleşme görülmemiştir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

5.3.11. Uçurum tepe cevherleşmesi

Ünlükaya köyünün kuzeydoğusunda bulunan Uçurum Tepenin doğu eteklerinde Ünlükaya Formasyonu (bazaltik) içerisinde damarlar şeklinde Pb - Cu cevherleşmeleri ve Uçurum Tepe monzaniti içerisinde yaygın potasyum alterasyonu tespit edilmiştir. Cevherleşme alanında bazaltik lavlar ve ince (1 - 3 m kalınlıkta) siyenit porfir daykları ile monzonit yüzeylemektedir (Çevikbaş ve Öztunalı 1991).

BÖLÜM VI

ARAŞTIRMA BULGULARI

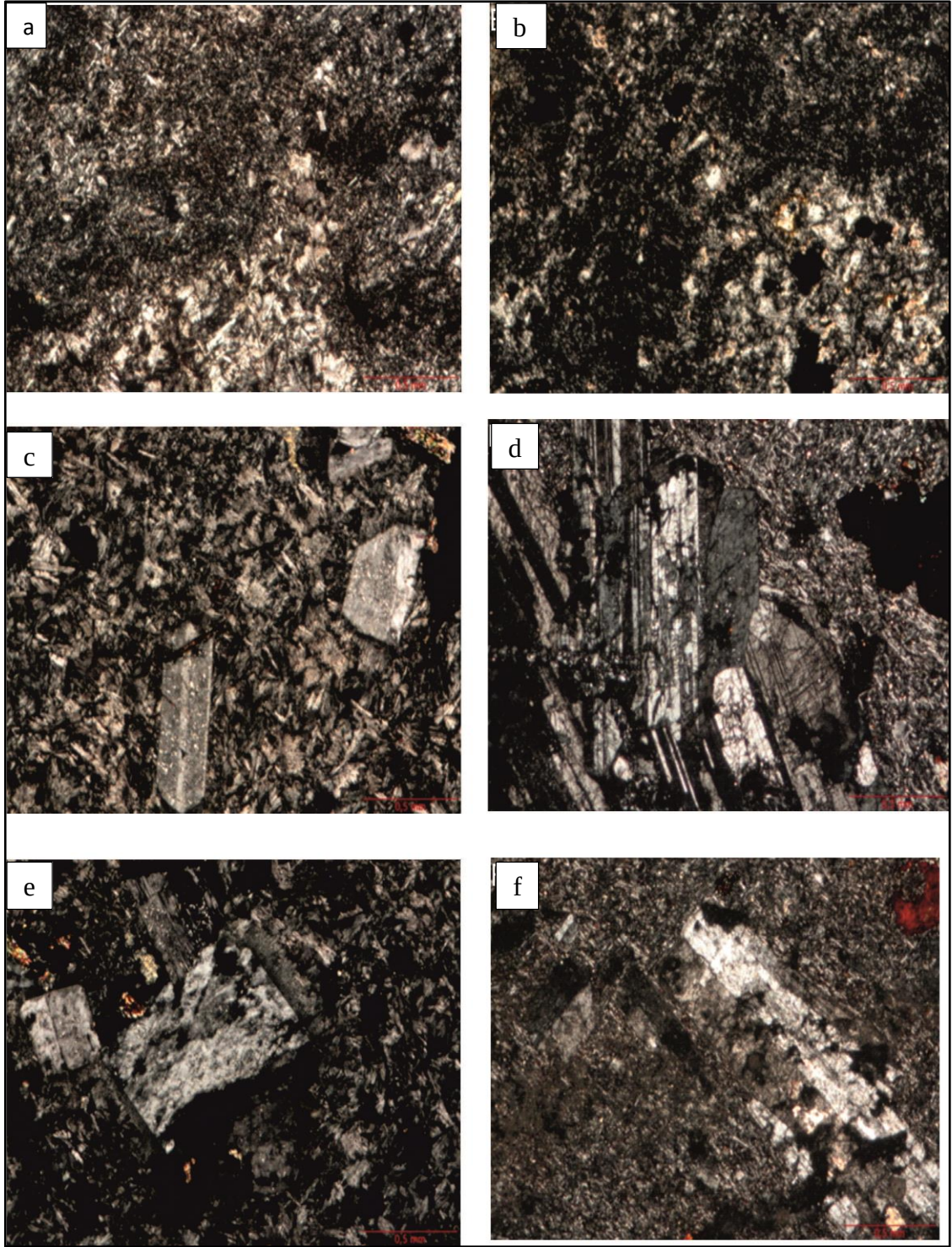
6.1. Mineraloji ve Petrografi

Mikroskobik çalışmalar Eski Hasangazi Köyü batı kesiminde yer alan bakır cevherleşmesinin yan kayaçları ve civardaki volkanik kayaçlardan alınan örneklerin ince kesitlerinde polarizan mikroskop çalışmalarına dayanılarak yapılmıştır.

Kayaçlardaki genel doku porfirik olarak belirlenmiş olup bununla birlikte intersertal ve mikrolitik dokuda gözlenmektedir. Ayrıca bazı örneklerde akma dokusunda tespit edilmiştir. Kesitlerde yapılan mineralojik incelemede tespit edilen mineraller ve alterasyon çeşitleri: Plajiyoklaz, biyotit, kalsit, kuvars, barit, klinopriksen, zirkon, volkanik cam, opak mineraller ve bu minerallerin alterasyonu sonucu meydana gelen; serisitleşme, karbonatlaşma ve opaklaşma tespit edilmiştir.

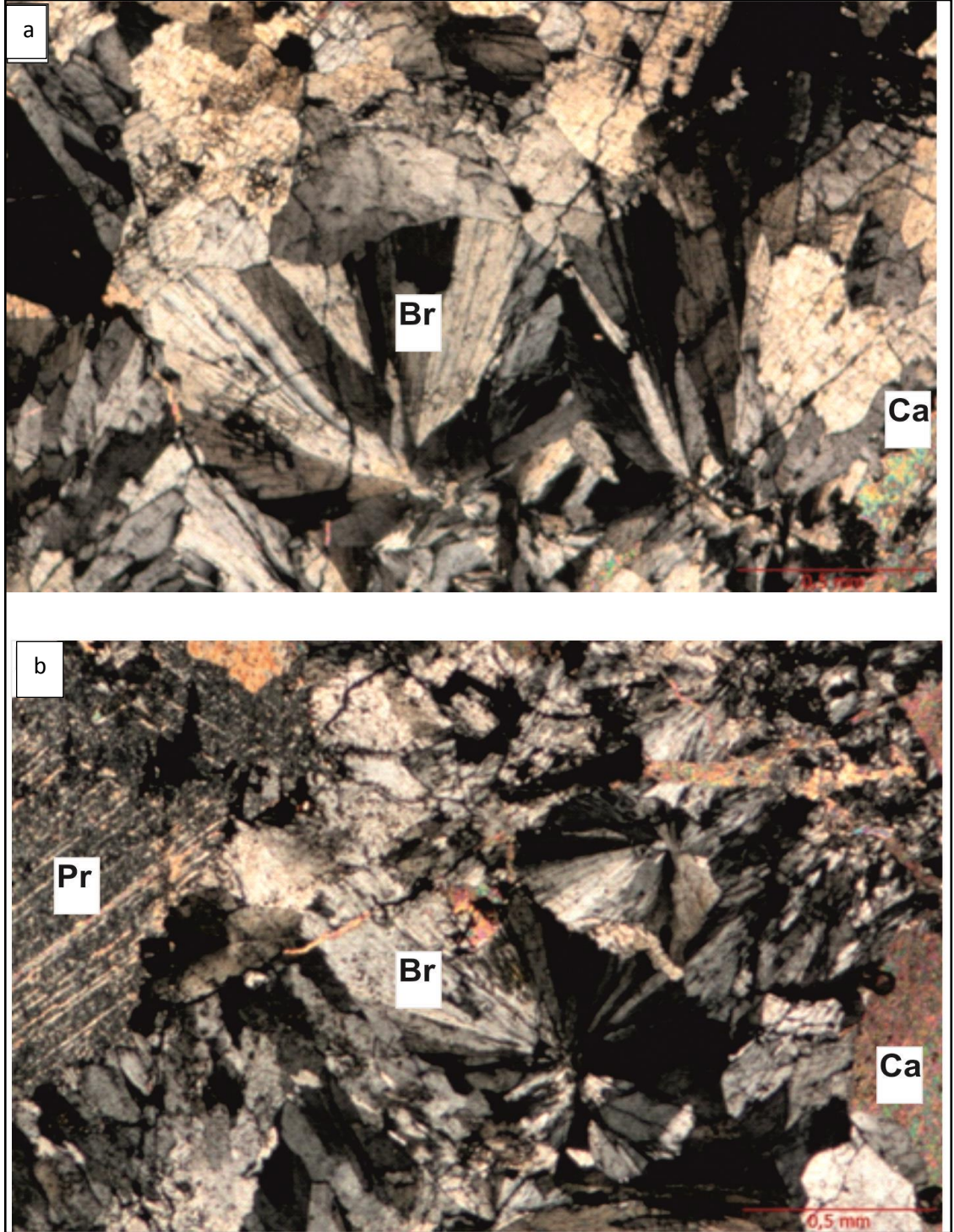
Bakır cevherleşmesinin içerisinde bulunduğu volkanik breşlerin andezitik ve bazaltik türde volkanik kayaçlardan meydana geldiği belirlenmiştir. Bazaltik kayaçlar içerisinde anklav yapısında andezitik kayaç parçaları bulunmaktadır.

Plajiyoklaz ve Biyotit kristalleri porfirik - mikrolitik ve porfirik - intersertal dokulu kayaçlarda görülmektedir. İri kristallerin bulunduğu kesitlerde plajiyoklazların uzun eksenleri 1 mm ye yaklaşmaktadır. Yer yer karsald ve albit ikizlenmesi görülmektedir. Plajiyoklazlarda alterasyon sonucu serisitleşme, opaklaşma ve karbonatlaşma bulunmaktadır. Mikrolitik dokuyu oluşturan alanlarda plajiyoklazlar ile biyotitler birbirine girift olarak bulunmakta olup biyotitlerde yönelme bulunmaktadır. Mikrolitik doku içerisinde yer yer akma dokusu mevcut olup, akma dokusunda opaklaşma yaygın olarak bulunmaktadır (Fotoğraf 6.1).



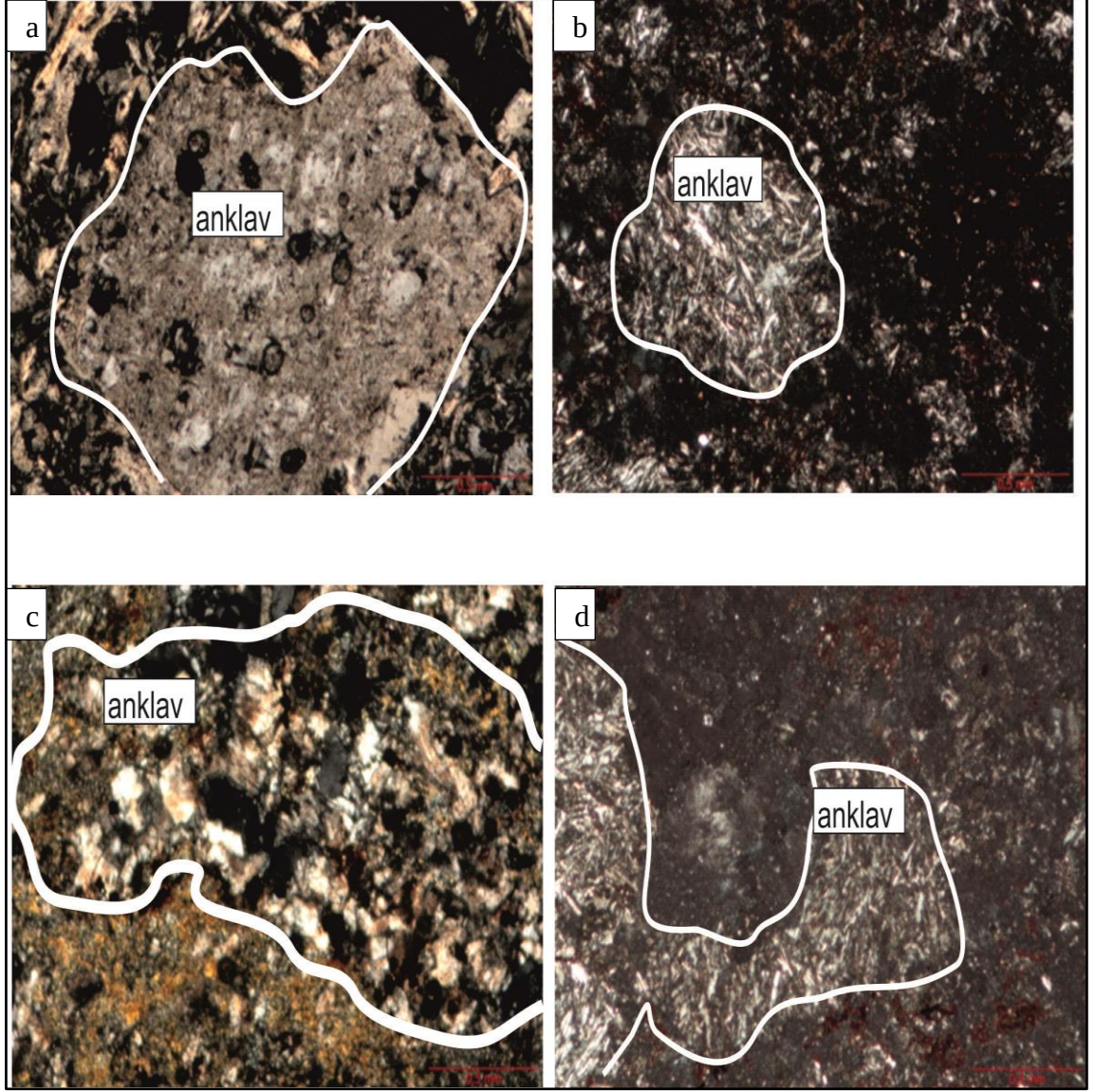
Fotoğraf 6.1. Porfirik - mikrolitik ve porfirik - intersertal doku sunan örnek. Porfirik ve intersertal doku gösteren fenokristal plajiyoklaz, çubuksu yapıda biyotit, eser miktarda zirkon ve opak mineraller (a), Porfirik dokulu kayaç içerisinde, opak mineraller, demir boyamaları, ince taneli plajiyoklaz kristalleri (b), Porfirik dokulu kayaç içerisinde, fenokristal yapılu plajiyoklaz ve çubuğumsu biyotitler (c), Akma dokusu ve porfirik doku içerisinde fenokristal yapıda albit ikizlenmesi sunan plajiyoklaz kristali (d), Mikrolitik - porfirik dokulu plajiyoklaz ve biyotit kristalleri ile opak mineraller (e), Plajiyoklazlarda alterasyon sonucu serisitleşme, opaklaşma ve karbonatlaşma, opak mineraller nispeten iri taneli ve yarı özşekilli (f) görünümü

Yapılan ince kesitlerin iki âdetinde barit kristalleri tespit edilmiştir. Tespit edilen barit kristalleri öz şekilli olup yaklaşık 1 mm boyutlarındadır. Kristaller birbirine paralel gül demetlerine benzemesiyle karakteristiktir. Barit kristallerinin etrafı piroksen kristalleri ile çevrili olup kırık ve çatlaklarında gelişmiş kalsit dolguları yaygın olarak bulunmaktadır (Fotoğraf 6.2).



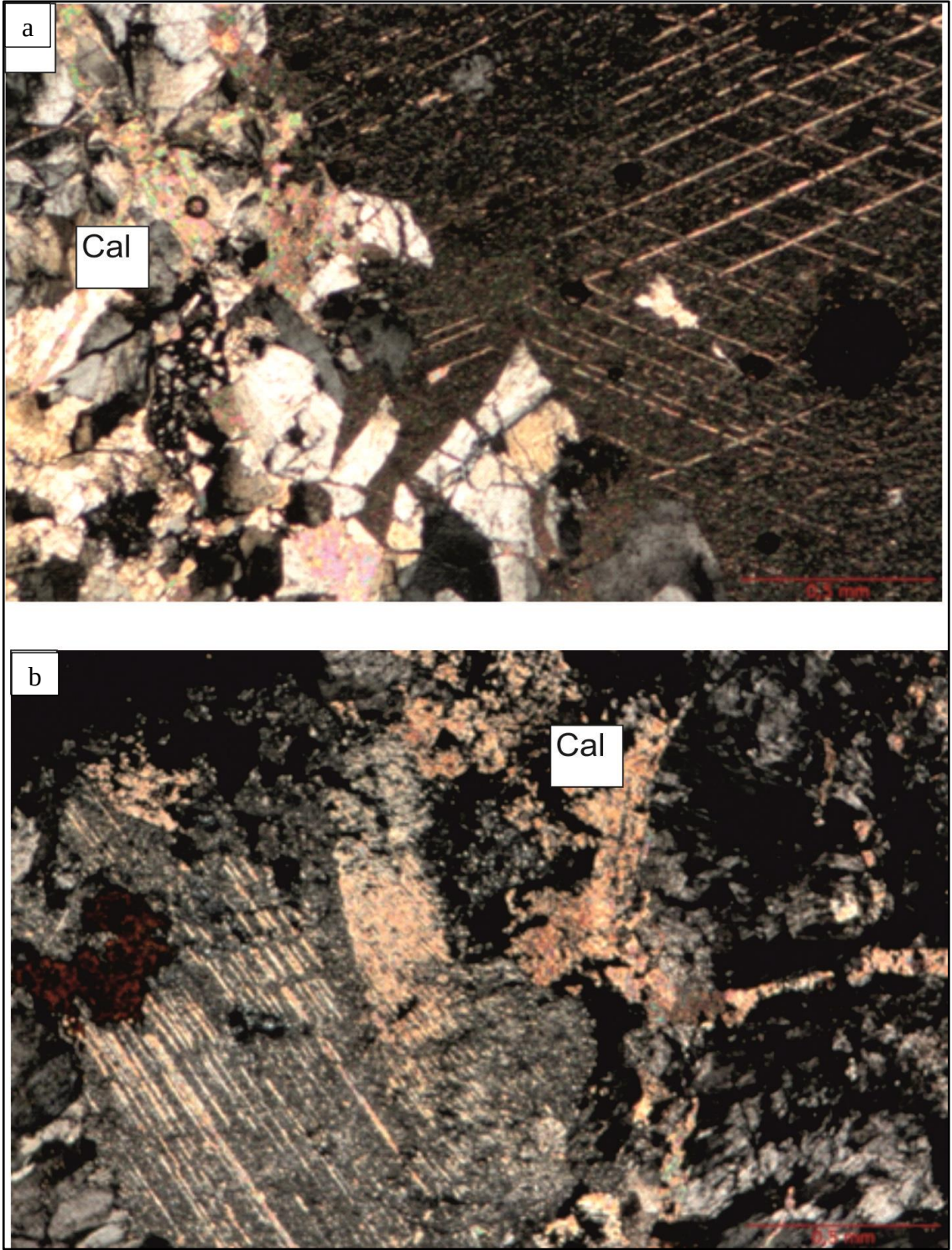
Fotoğraf 6.2. Öz şekilli barit (a) ve (b) kristalleri (Br: Barit, Ca: Kalsit, Pr: Piroksen)

Bazaltik kayaçlar içerisinde mikroskobik ölçüde köşeli andezitik anklav olarak kayaç parçaları bulunmaktadır. Anklavı oluşturan kayaç parçaları bazı durumlarda kenarları belirgin yapıda olmasına rağmen alterasyona fazla uğramış örneklerde kenarları daha az belirgin olarak bulunmaktadır (Fotoğraf 6.3).



Fotoğraf 6.3. Bazaltik kayaç örneği içerisinde anklav (a), (b), (c) ve (d) olarak kayaç parçaları

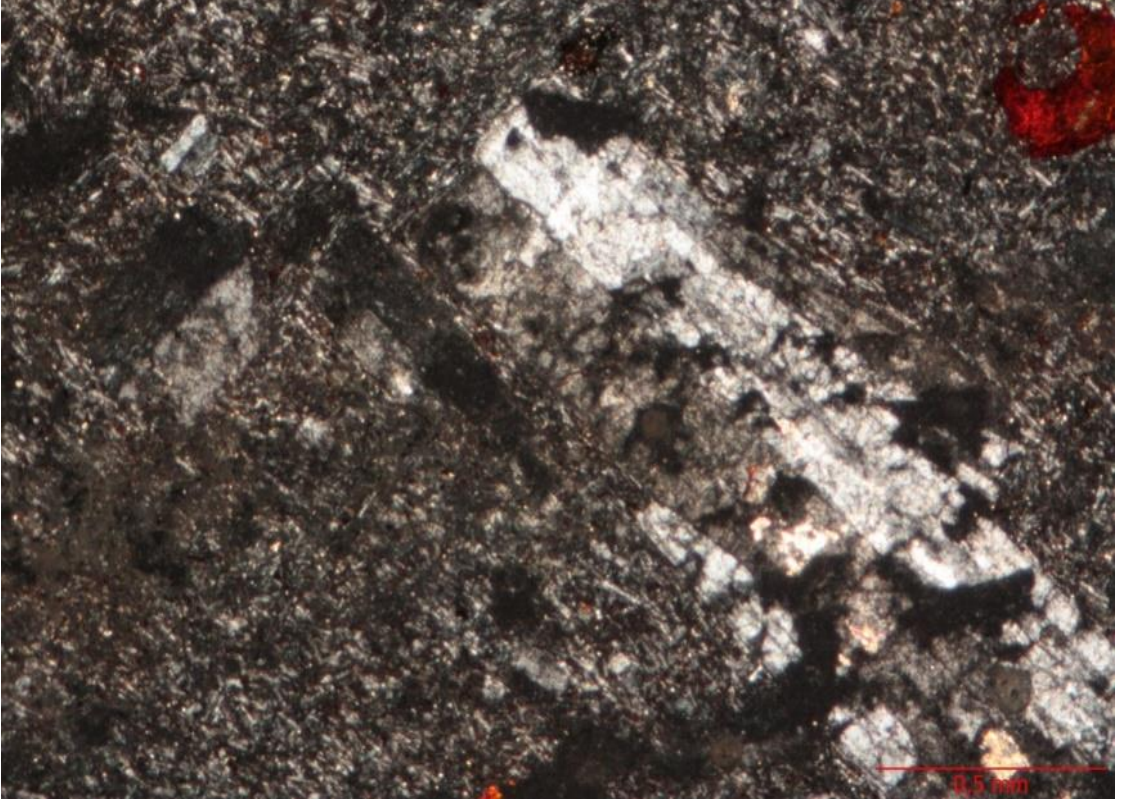
Kesitlerin önemli bir kısmında kalsit kristalleri tespit edilmiştir. Bu kalsit kristalleri mikrolitik dokulu olup, kayaç içerisindeki matriks ve diğer kristallerin arasını doldurmuş şeklindedir. Kristaller özşekilli iri fenokristaller şeklinde ve yarı özşekilli mikrolitik yapıdadır (Fotoğraf 6.4.).



Fotoğraf 6.4. Kalsit kristalleri. Baklava dilinimli, öz şekilli fenokristalli kalsit kristalleri (a) ve mikrolitik yapıda yarı özşekilli kalsit ve klinopiroksen (diopsit) (b) görünümü

Yapılan kesitlerin tamamına yakın bölümünde yoğun alterasyonlar gözlenmektedir. Alterasyonlar serisitleşme, karbonatlaşma ve opaklaşma olarak belirgin şekilde görülmektedir. Plajiyoklazlar da serisitleşme, opak minerallerde demir elementinin yoğun olarak ortaya çıkması ile opaklaşma karakteristiktir Plajiyoklazlar killeşmiş,

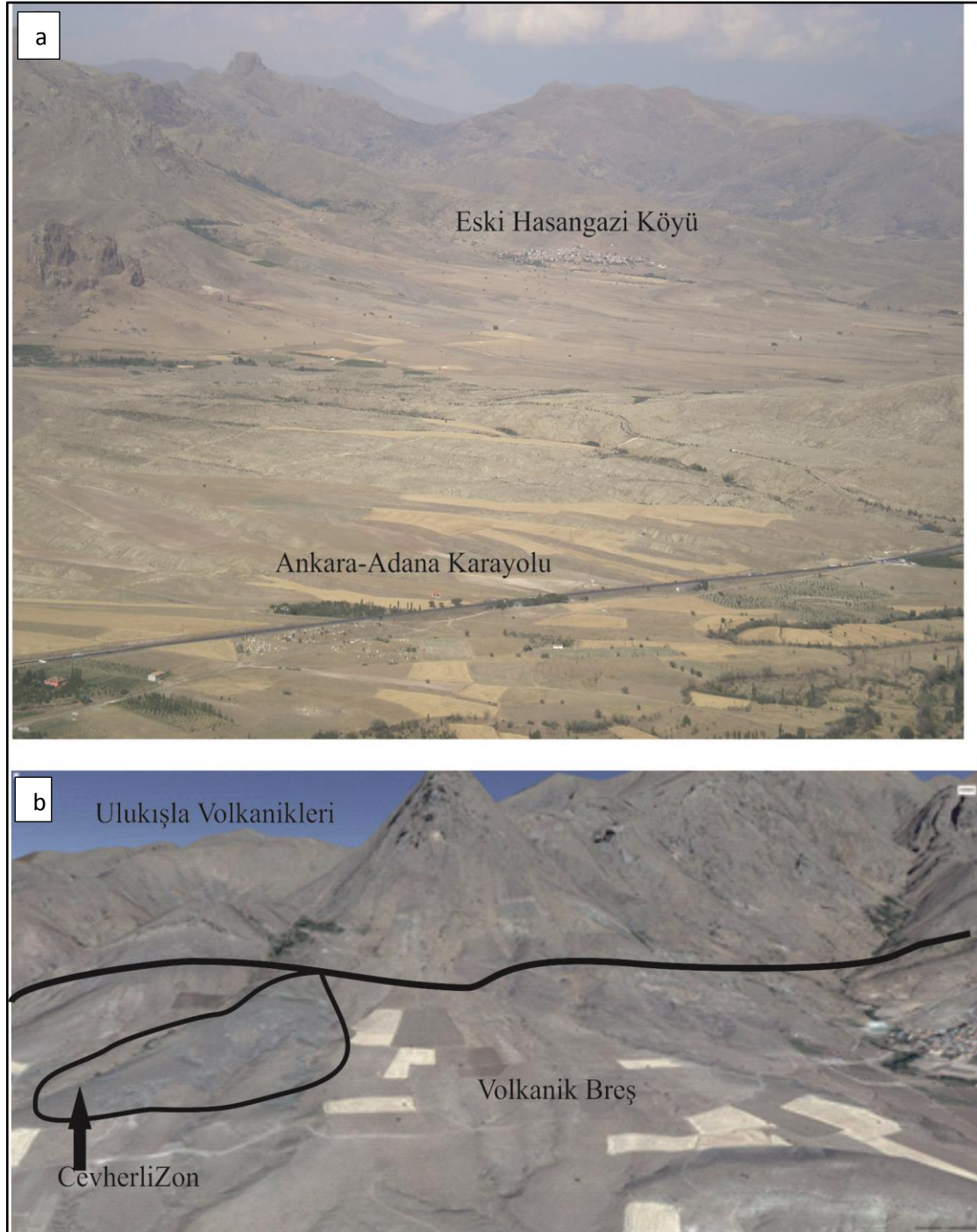
serisitleşmiş olarak ileri derecede altere olmuş, matriks mineraller ise bozuşarak opaklaşmış karbonatlaşmış olarak izlenmektedir (Fotoğraf 6.5).



Fotoğraf 6.5. Plajiyoklazlar.

6.2. Bakır Cevherleşmesi

Çalışma alanı içerisindeki bakır cevherleşmesi Eski Hasangazi köyünün yaklaşık 1,5 km batı kesiminde yer almaktadır. Cevherleşme alanı ve civarında Ulukışla Volkanikleri ve volkanik breşler bulunmaktadır. Bakır cevherleşmesi Ulukışla volkanikleri eteklerinde bulunan volkanik breşler içerisinde bulunmaktadır (Fotoğraf 6.6.).



Fotoğraf 6.6. Bakır cevherleşmesinin (a) ve (b) bulunduğu alan

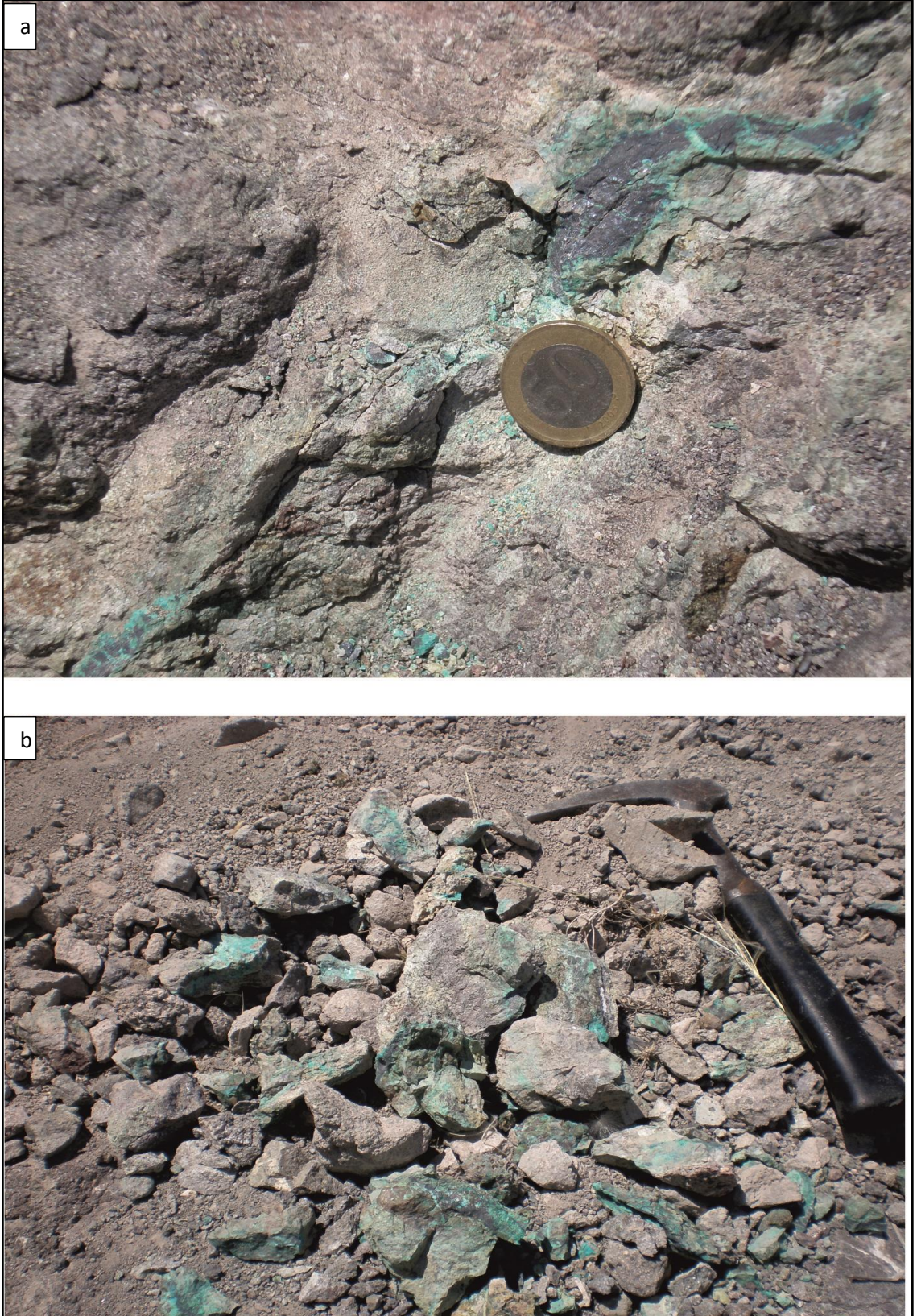
Cevherleşmeler volkanik breş içerisinde altere zonlarda ağsal (stockwork) ince damarlar şeklinde olup yaklaşık 100x400 m büyüklüğünde bir alanda mostra vermektedir. Cevherli alan içerisinde önceki yıllarda bakır cevheri için açılmış 3 adet 6 - 7 m genişliğinde 2 m kadar derinliğe ulaşan yarmalar bulunmaktadır (Fotoğraf 6.7).



Fotoğraf 6.7. Eski Hasangazi Köyü batısında cevherleşme içerisinde açılmış yarmalar

Volkanik breş içerisinde altere zonlarda cevher damarları 2 - 5 cm kalınlığında olup 4 - 5 m' ye ulaşan uzunluğunda yanal devamlılıkları bulunmaktadır. Altere zonlar yüzeyde kahverengimsi, kırmızımsı renkte ve aşırı derecede oksitlenmiş görünümleriyle kolaylıkla ayırt edilmektedir. Cevher yönelimi genel olarak K - G yönünde olup 40 - 45 KB yönünde eğimleri bulunmaktadır (Fotoğraf 6.8).

Damarlar içerisinde nabit bakır (Cu), kalkozin (Cu_2S), malahit ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) ve azurit ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) mineralleri makro olarak görülmektedir. Azurit ve malahit, nabit bakır ve kalkozinlerin kırık ve çatlakları boyunca ikincil olarak gelişmişlerdir. İkincil gelişen azurit ve malahit mineralleşmesi nabit bakır ve kalkozin etrafında mm boyutundan 3 - 4 cm kalınlığa kadar ulaşan kalınlıklarda ve sıvanımlar şeklinde bulunmaktadır. Azurit, malahite göre göreceli olarak daha az oranda olup, malahit yeşil rengiyle hâkim konumdadır (Fotoğraf 6.9).

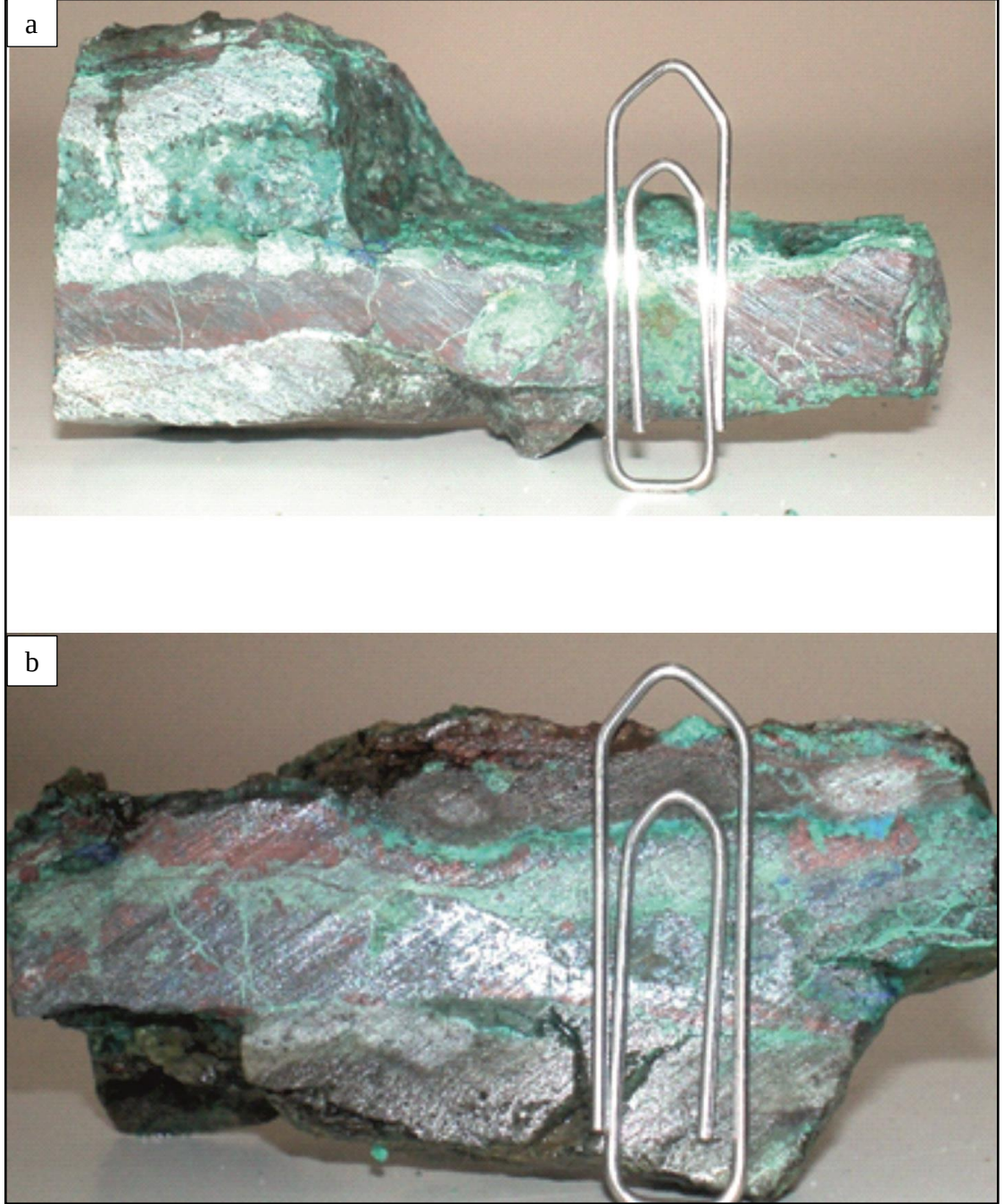


Fotoğraf 6.8. Eski Hasangazi köyü batı kesiminde volkanik breş içerisinde yer alan bakır cevherleşmesi. Kalkozinlerin volkanik breş içerisinde kırık sistemi içerisinde 5-6 cm boyutlarında merceğimsi konumları (a) ve Kalkozin ve malahit - azuritden oluşan cevher örnekleri (b) görünümü



Fotoğraf 6.9. Cevherli zonlarda ikincil olarak gelişmiş malahit - azurit damar ve sıvanımları (a), (b) ve (c) görünümü

Nabit bakır ve kalkozin cevher mineralleri ince damarlar şeklinde volkanik breş içerisinde bulunmaktadır. Nabit bakır cevheri tipik bakır kırmızısı rengiyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Nabit bakırlar genelde 2 - 3 cm kalınlığında damarlar şeklinde olup damarlar kesikli bir yapı sunmaktadır. Nabit bakır ve kalkozinlerin etrafı tespit edilen tüm cevher damarlarında azurit ve malahit mineralleri tarafından çevrelenmiştir (Fotoğraf 6.10.).



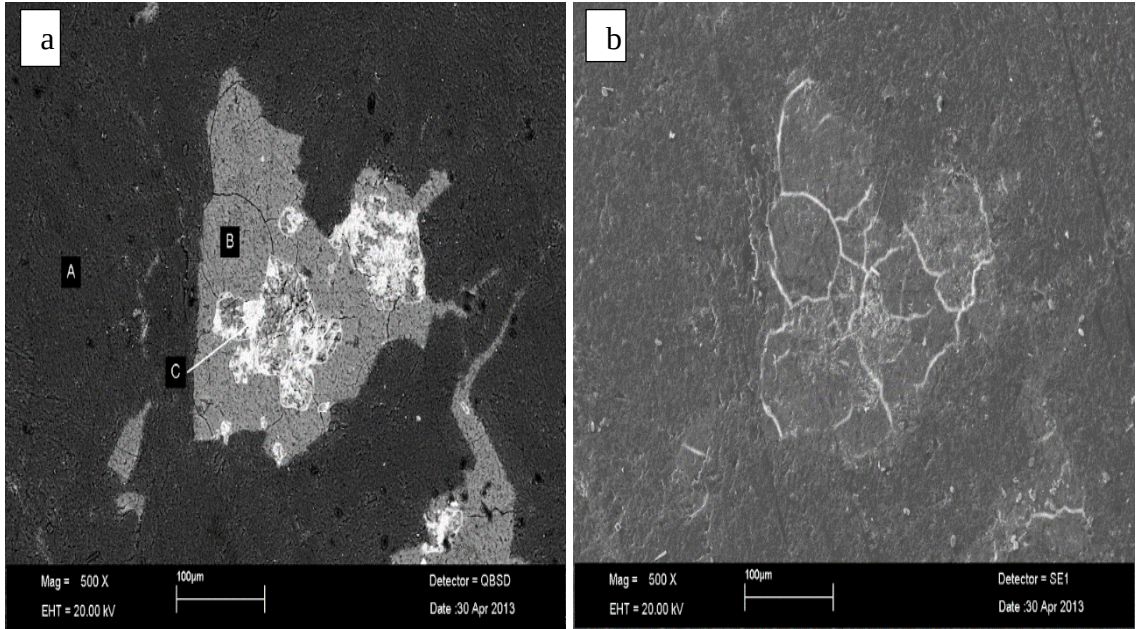
Fotoğraf 6.10. Çalışma alanı içerisinde damar şeklinde bulunan nabit bakır ve kalkozin mineralleri (a) ve (b) görünümü

6.3. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi (SEM - EDX)

Çalışma alanından alınan örneklerin parlak kesitleri üzerinde yapılan SEM - EDX çalışması sonucu aşağıdaki verilere ulaşılmıştır.

1A nolu örnek: Örnek nabit bakır cevherleşmesinin bulunduğu alandan alınmıştır. Örnek üzerinde toplam 3 ayrı nokta SEM - EDX analizi gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 6.11. A, B).

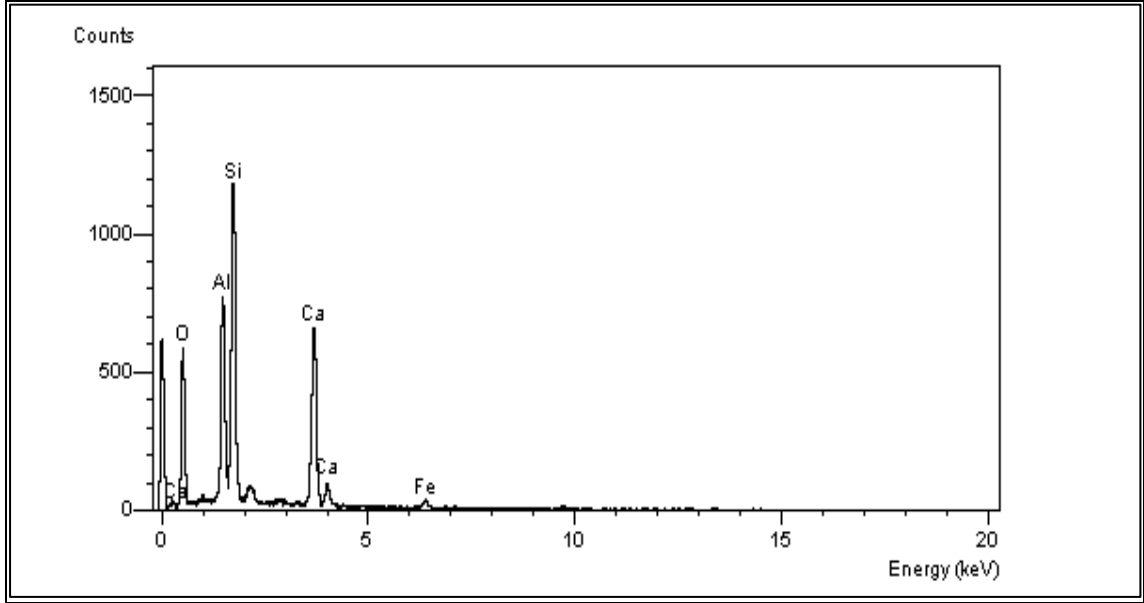
1A örneği a noktası: Volkanik kayanın matriks bölümünü oluşturmaktadır. İçerisinde yaklaşık 10µ uzunlugunda genel anlamda merceğimsi yapıda gaz boşlukları bulunmaktadır (Fotoğraf 6.11.). A noktası ve diğer benzer alanlar içerisinde mikroskop alanı içerisinde mikro kırıklar tespit edilememiştir. Matriksin içerisindeki Al_2O_3 , SiO_2 , CaO ve FeOt değerleri çizelge 6.1’ de görülmektedir. Toplam değerinin 91,06 olması bu analizi yapılan elementlerin dışında ortamda analizi yapılamayan uçucu bileşenlerin olduğunu göstermektedir. Örneğe ait elementlerin EDX ölçümlerinin grafiği şekil 6.1. de görülmektedir.



Fotoğraf 6.11. SEM-EDX çalışması 1A nolu örnek üzerinde analizi yapılan noktaların (a) ve (b) görünümü

Çizelge 6.1. Örnek 1A-a noktasının % oksit dağılımları

Oksit	%
Al ₂ O ₃	21,88
SiO ₂	43,20
CaO	24,02
FeO _t	1,91
Toplam	91,06

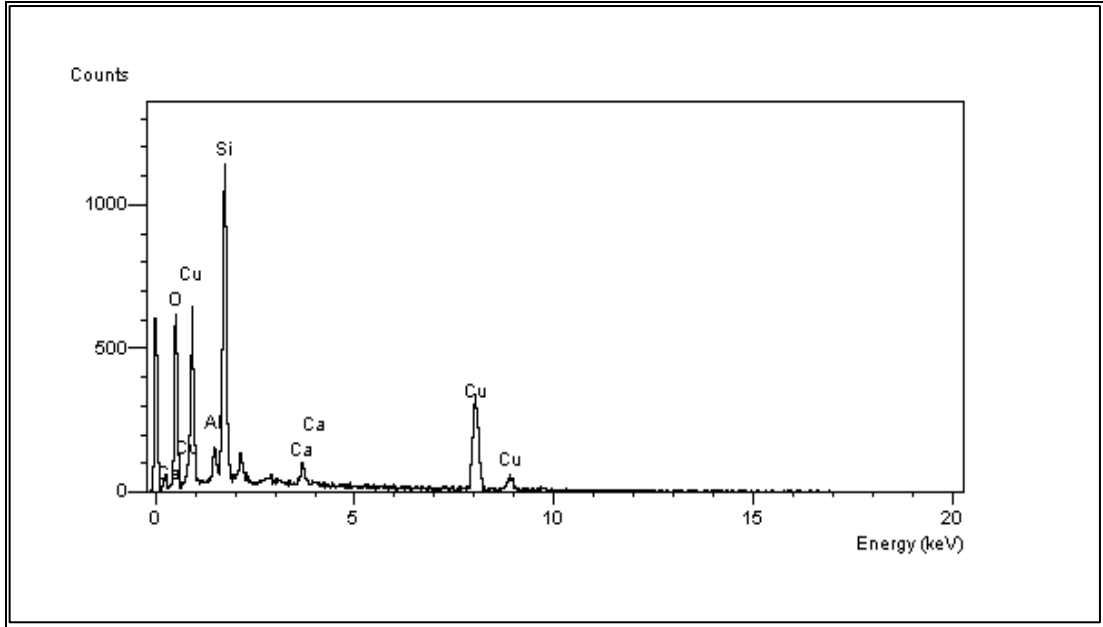


Şekil 6. 1. Örnek 1A-a noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

1A örneği b noktası: analizi yapılan a noktası olan matriks içersinde öz şekilsisi konumdadır. Matriksle olan dokanakları oldukça belirgindir. Buda b noktasının matriksle olan dokanığında bir alterasyon olmadığını göstermektedir. B noktasında tespit edilen % oksit değerleri çizelge 6.2 de görülmektedir. Örneğe ait elementlerin EDX ölçümlerinin grafiği şekil 6.2’de görülmektedir.

Çizelge 6. 2. Örnek 1A-b noktasının % oksit dağılımları.

Oksit	%
Al ₂ O ₃	4,15
SiO ₂	46,23
CaO	2,24
CuO	48,71
Toplam	101,39

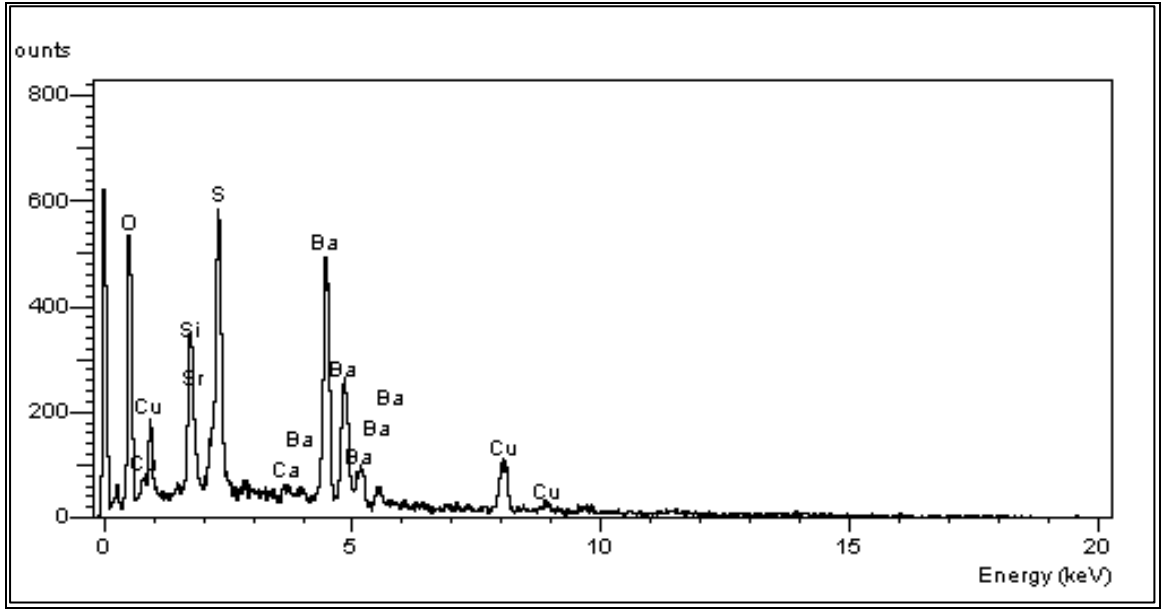


Şekil 6. 2. Örnek 1A-b noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

1A örneği c noktası: Örneğin c noktasında yapılan analizlerde barit olduğu tespit edilmiştir. Barit nabit bakır içerisinde özşekilsiz konumda olup belirli bir kristal formu sunmamaktadır. Bakır içerisinde dağınık bir yapı sunmakta ve 10-100 μ arasında değişen bir büyüklüğe sahiptir. Matriks içerisinde görülmemektedir (Fotoğraf 6.11). Örnek üzerinde yapılan SEM - EDX analizinde BaSO₄ oranının % 69,25 olduğu görülmüştür. Bu noktanın (%) BaO: 45,49; SO₃: 23,74; CuO: 14,44 ve SiO₂: 12,02 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.3). Örneğe ait elementlerin EDX ölçümlerinin grafiği şekil 6.3’de görülmektedir.

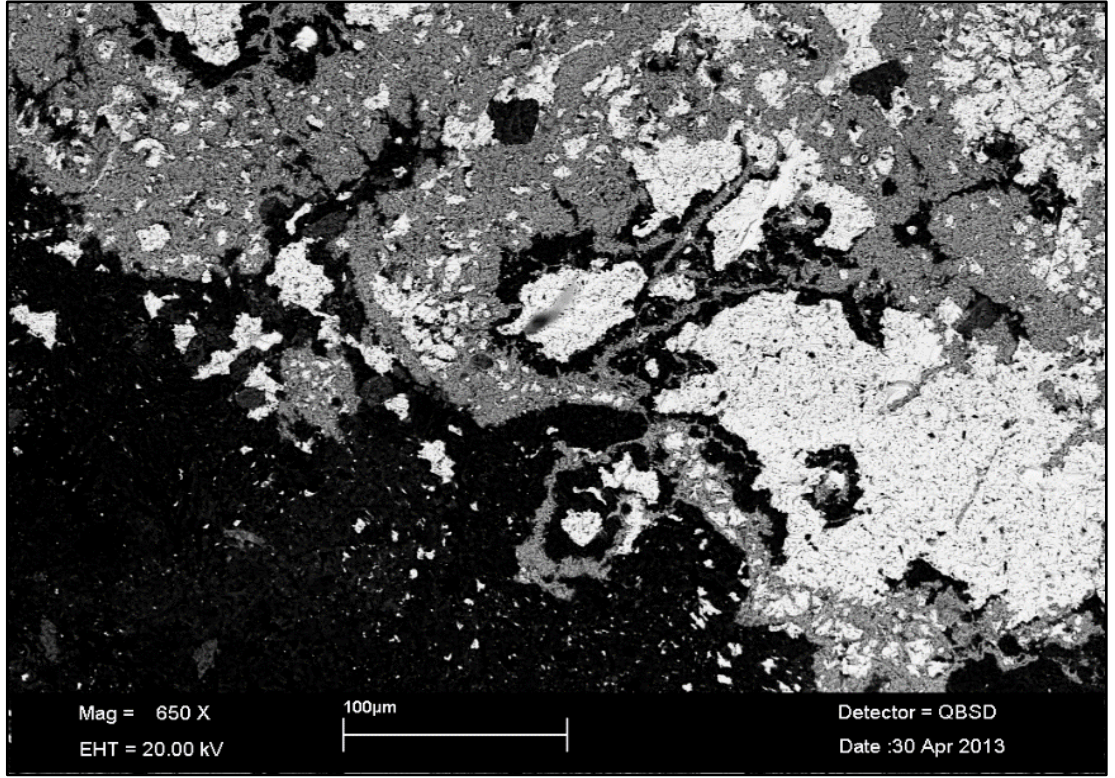
Çizelge 6.3. Örnek 1A-c noktasının % oksit dağılımları

Oksit	%
BaO	45,49
SO ₃	23,74
CuO	14,44
SiO ₂	12,02
SrO	5,04
Toplam	100,73
Toplam BaSO ₄	69,25



Şekil 6.3. Örnek 1A-c noktasının EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

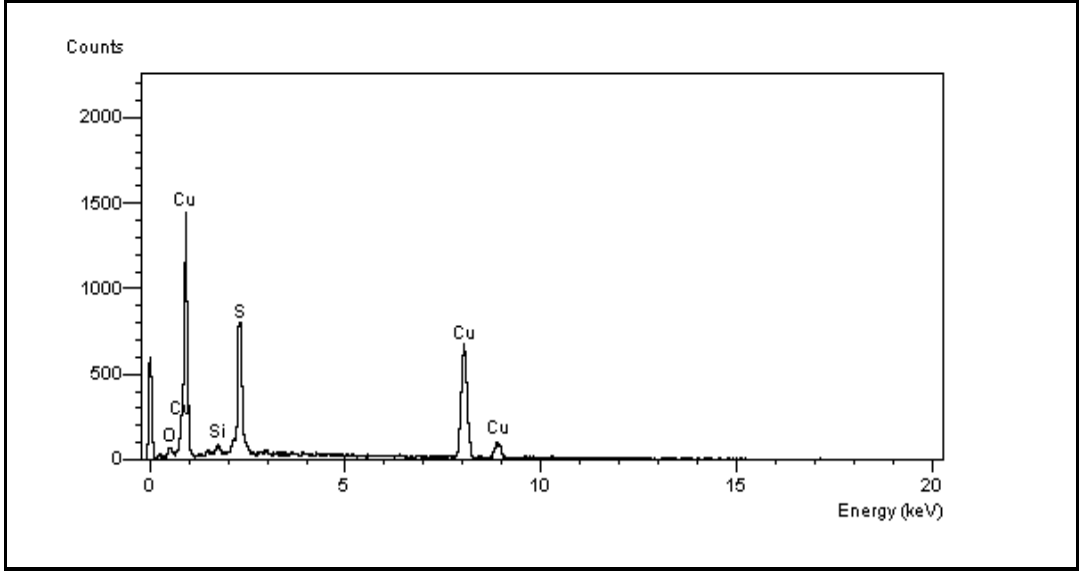
7 nolu örnek: Örnek üzerinde yapılan SEM - EDX çalışmasında örneğin hacim olarak % 50 civarında kalkozin (Cu_2S) mineralinden meydana geldiği görülmüştür (Fotoğraf 6.12). Kalkozinler matriks içerisinde dağınık konumlu olup boyutları $3\text{-}4\mu$ den 100μ 'e kadar değişiklik sunmaktadır. Analizi yapılan örnek içerisinde Cu: % 78,12 ve S: %19,72 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.4). Örneğe ait elementlerin EDX ölçümlerinin grafiği şekil 6.4'de görülmektedir.



Fotoğraf 6.12. SEM-EDX çalışması 7 nolu örnek üzerinde analizi yapılan kalkozin minerali

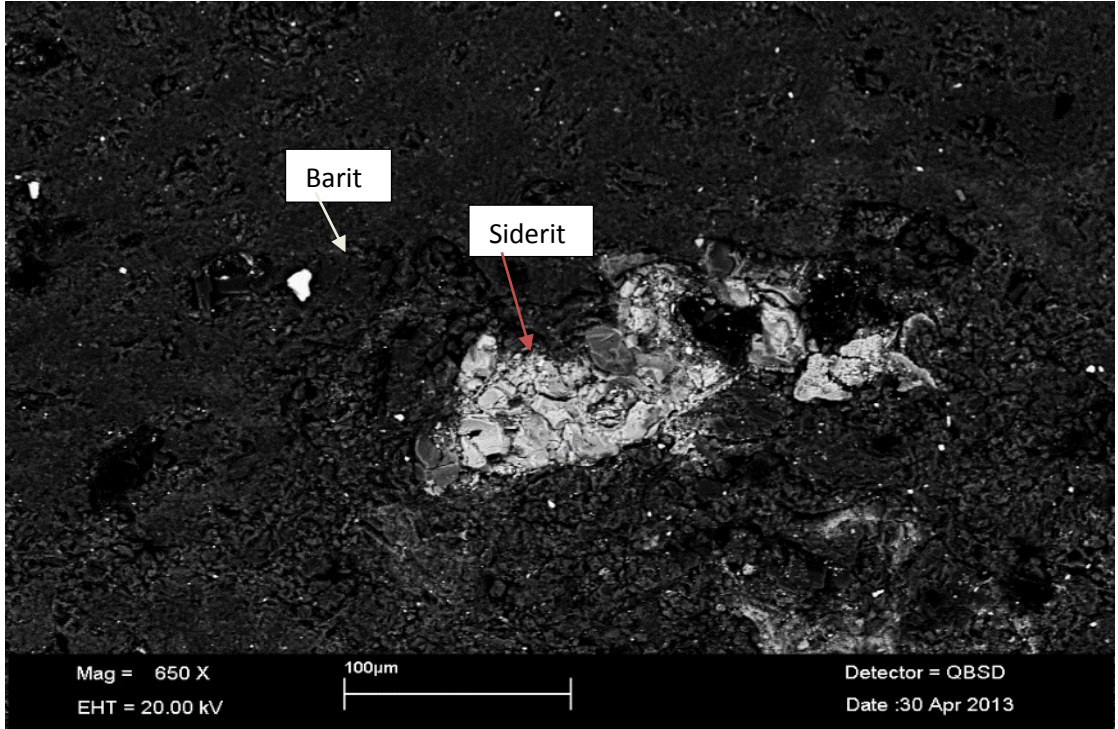
Çizelge 6.4. Kalkozin mineralinin EDX analizi % element dağılımları

Element	%
Cu	78,12
S	19,72
Toplam	97,84



Şekil 6.4. Örnek 7'nin EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

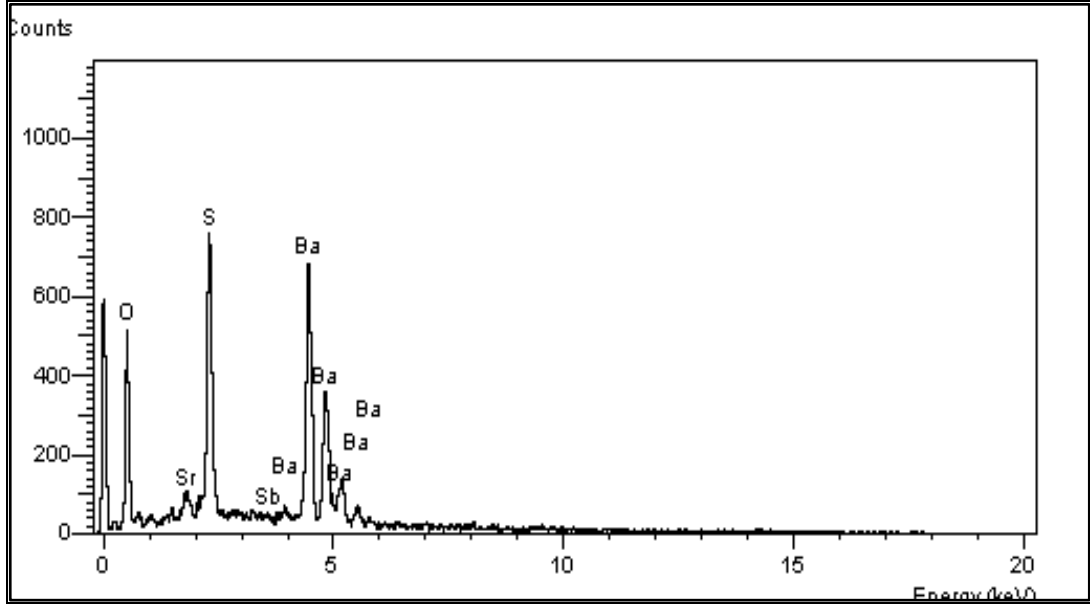
10 nolu örnek. 10 numaralı örnek içersinde yaklaşık 10 μ büyüklüğünde barit kristali tespit edilmiştir (Fotoğraf 6.13). SEM - EDX analizinde kristal içerisinde BaO: %63,97; SO₃: 33,41; SrO: 3,05 olarak tespit edilmiştir. Kristalin BaSO₄ miktarı ise % 97,34 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6.5). Örnek üzerinde yapılan EDX çalışmasının grafiği şekil 6.5 de görülmektedir.



Fotoğraf 6.13. SEM-EDX çalışması 10 nolu örnek üzerinde barit ve siderit minerallerinin görünümü

Çizelge 6.5. Barit mineralinin EDX analizi % oksit değerleri

Oksit	%
BaO	63,97
SO ₃	33,41
SrO	3,05
Toplam	100,43
Toplam BaSO ₄	97,38

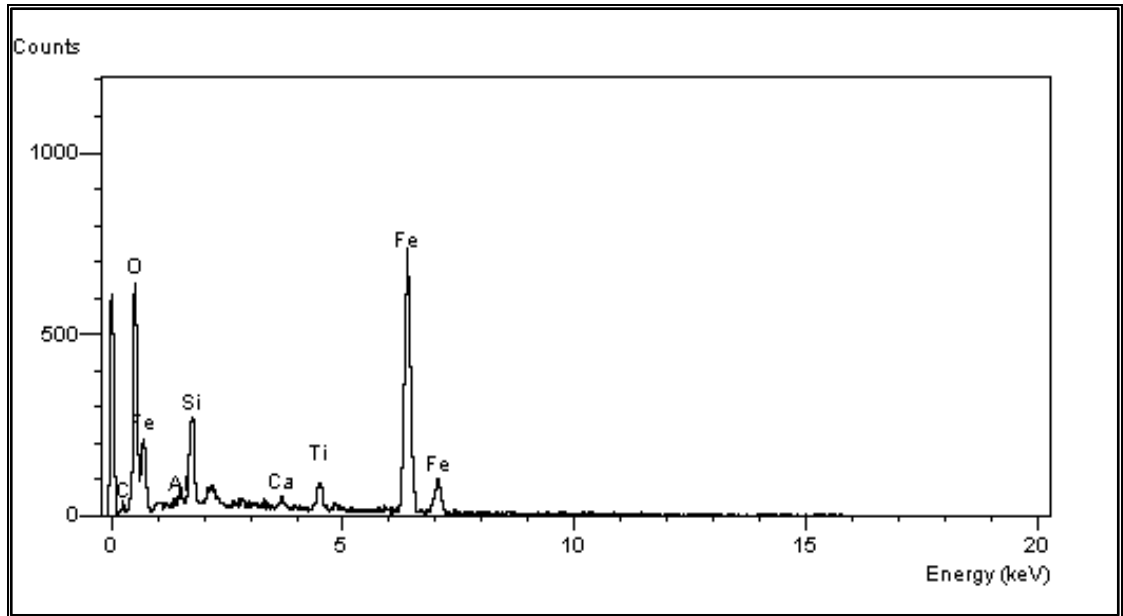


Şekil 6.5. Örnek 10'nun EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

10 nolu örnek içerisinde özşekilsiz olan siderit (FeCO_3) minerali yaklaşık $150 \times 60 \mu$ boyutunda olup içerisinde bulunduğu matriks ile nispeten belirgin sınırlara sahiptir (Fotoğraf 6.13). Örneğin içerdiği % oksit değerleri çizelge 6.6' da görülmektedir. Örnek üzerinde yapılan EDX çalışmasının grafiği şekil 6.6' da görülmektedir.

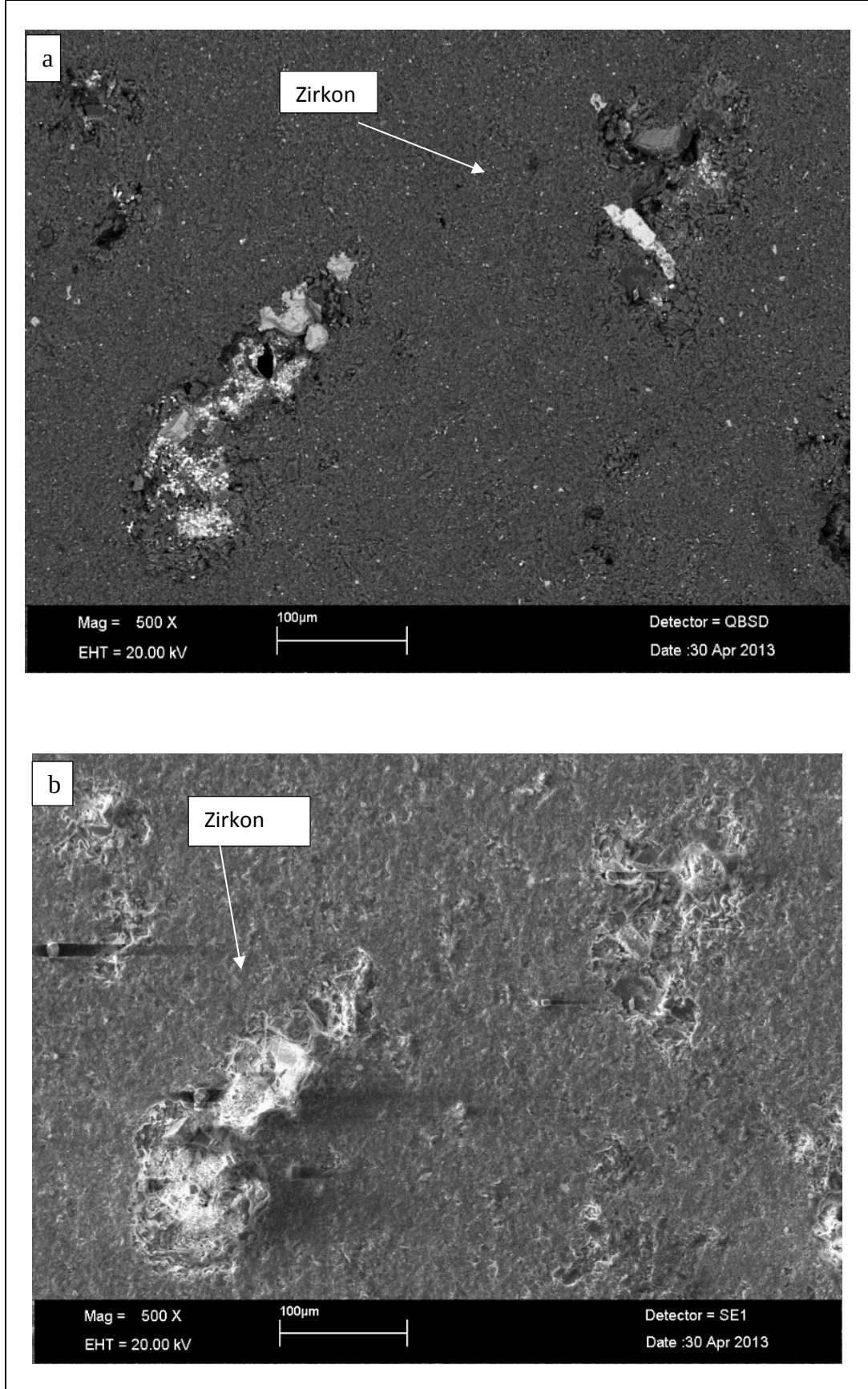
Çizelge 6.6 Siderit mineralinin EDX analizi % oksit değerleri

Oksit	%
FeO	57,04
CO ₂	41,20
TiO ₂	3,67
Toplam	101,91



Şekil 6.6. Örnek 10'nun içerisinde siderit mineraline ait EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

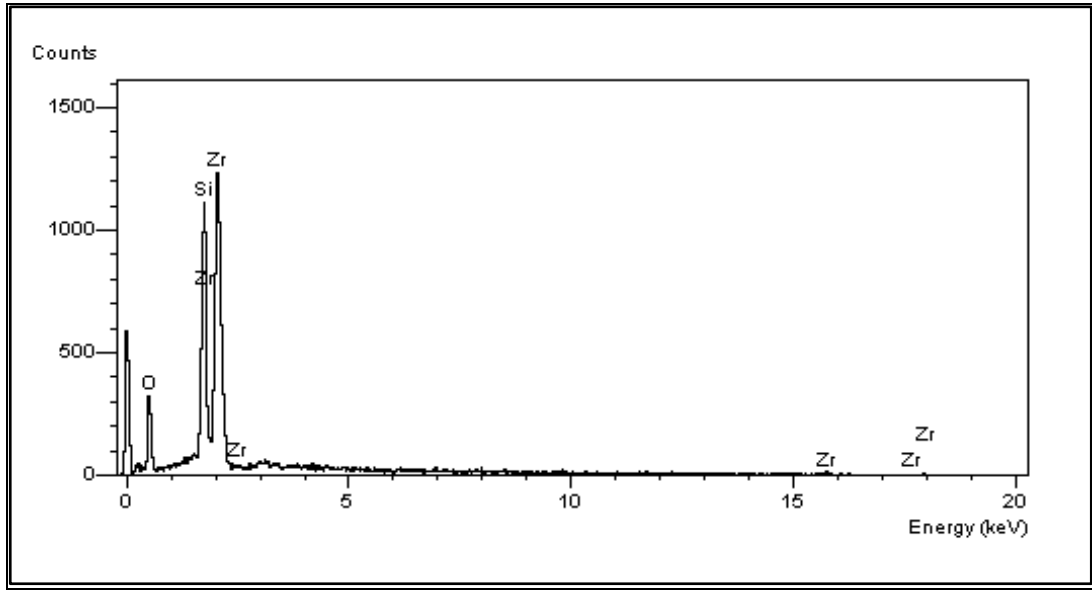
11 nolu örnek: Matriks içerisinde zirkon (ZrSiO_4) mineralleri tespit edilmiştir. Zirkon mineralleri kesitler içerisindeki yüksek iç yansıması ve matriksteki diğer minerallere göre sertliğinin yüksek olmasından dolayı yüksek bir rölyefli yapı gösterirler. İçerisindeki ZrO_2 ve SiO_2 miktarları çizelge 6.7' de görülmektedir. EDX analizlerinin grafiksel görünümleri şekil 6.7' de görülmektedir.



Fotoğraf 6.14. SEM-EDX çalışması zirkon mineralinin (a) ve (b) görünümü

Çizelge 6.7. Zirkon minerali EDX analizi % oksit değerleri

Oksit	%
ZrO ₂	67,62
SiO ₂	32,27
Toplam	99,89



Şekil 6.7. Örnek 10'nun içerisinde zirkon mineraline ait EDX analizinin elementlerinin grafiksel görünümü

6.4. Jeokimyasal İnceleme

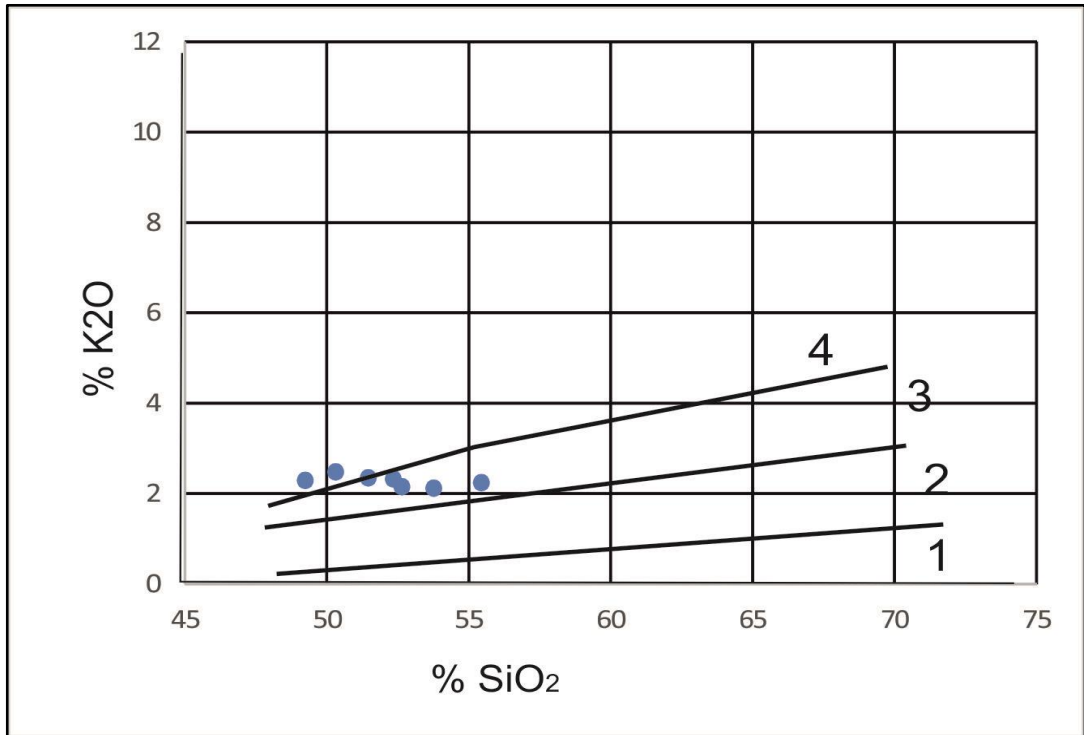
İnceleme alanı içerisindeki bakır cevherleşmesinin bulunduğu alan ve civarından alınan 7 adet kayaç örneğinde tüm kayaç analizleri yapılmıştır. Analizlerde % oksit ve iz elementler belirlenmiştir. Analiz sonuçları çizelge 6.8’ de verilmiştir. Örneklerin % oksit (SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$, TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O ve P_2O_5) ve iz element (ppm) (Li, V, Cr, Mn, Hf, Ni, Er, Be, Ho, Ag, Cs, Co, Eu, Bi, Se, Cu, Pb, Zn, Ga, As, Rb, Y, Sr, Nb, Mo, In, Ba, La, Ce, Pr, Sm, Gd, Tb, Dy, Ge, Yb, Lu, W, Tl ve Th) değerleri farklı diyagramlara konularak yorumlanmıştır.

Çizelge 6.8. Çalışma alanı içerisinde bakır cevherleşmesinin içerisinde bulunduğu volkanik kayaçların % oksit ve iz element (ppm) değerleri. (A.K. Ateşte Kayıp).

% Oksit	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	49,25	55,46	52,35	53,78	51,47	50,32	52,65
Al_2O_3	15,27	14,78	12,84	13,56	12,68	15,25	11,25
$\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$	8,38	7,35	6,23	5,61	5,75	4,89	6,78
TiO_2	1,36	1,11	1,45	1,25	0,98	1,03	1,02
MgO	6,29	5,48	13,25	10,82	8,52	8,45	7,85
CaO	6,89	5,49	3,25	4,95	5,25	4,56	4,75
Na_2O	2,61	1,98	1,75	2,01	2,23	1,89	2,32
K_2O	2,29	2,24	2,32	2,12	2,35	2,48	2,15
P_2O_5	0,53	0,89	0,45	0,65	0,85	0,97	0,82
A.K	7,31	6,23	5,63	5,85	8,88	10,23	9,88
Toplam	100,18	101,01	99,52	100,6	98,96	100,07	99,47
İz element (ppm)							
Li	4	3	46	2	3	25	32
V	153	228	203	152	88	75	145
Cr	83	26	75	4600	352	285	81
Mn	62	232	874	1110	854	754	985
Hf	1	1	3	1	2	2	3
Ni	4	7	29	2480	45	65	41
Er	1	1	2	1	2	3	2
Be	1	2	2	1	3	2	2
Ho	1	1	1	2	3	2	1

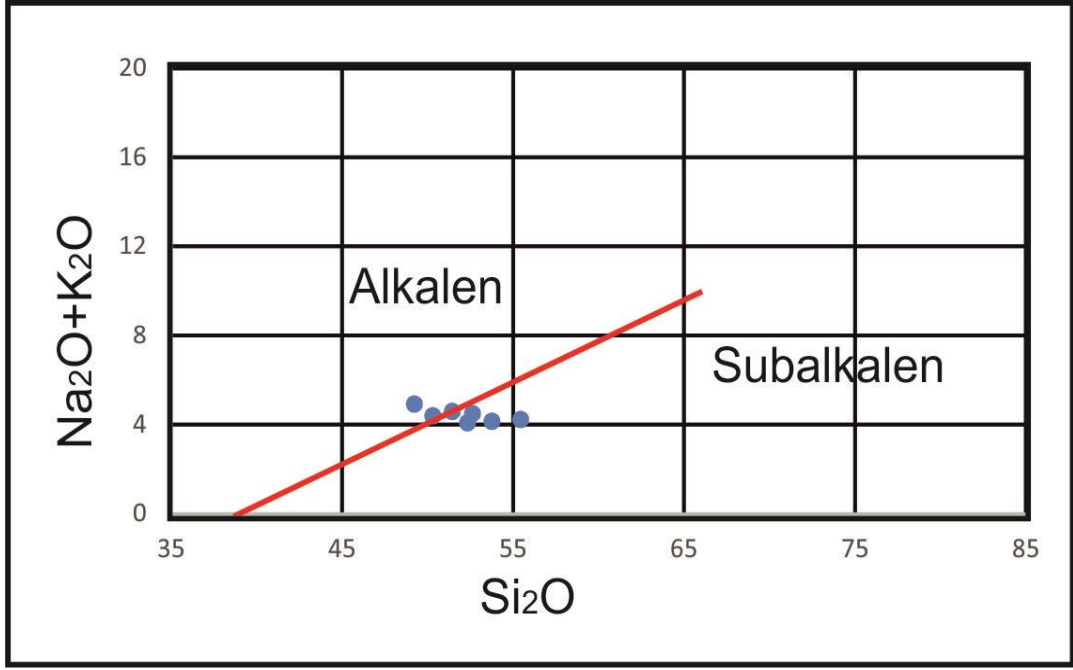
Çizelge 6.8' in devamı							
Ag	53	2	5	4	1	2	3
Cs	1	1	1	2	3	1	1
Co	3	1	28	125	32	15	11
Eu	1	1	2	1	1	2	3
Bi	1	1	1	1	1	1	1
Se	1	2	1	1	2	1	2
Cu	>10000	2910	>10000	154	785	2350	1542
Pb	17	11	8	1	14	10	8
Zn	4	33	70	90	25	35	48
Ga	2	60	23	1	12	24	31
As	1	1	1	2	1	1	1
Rb	3	1	10	1	2	1	4
Y	2	8	15	1	14	8	6
Sr	170	55	658	1	124	85	75
Zr	9	43	136	2	41	87	65
Nb	1	2	1	1	2	1	1
Mo	35	1	1	1	2	1	1
In	1	1	1	1	1	1	
Ba	6	124	353	1	42	71	65
La	1	8	15	1	12	10	9
Ce	2	20	40	1	14	8	35
Pr	1	3	6	1	2	1	1
Nd	2	9	21	1	14	8	6
Sm	1	2	5	1	3	2	2
Gd	1	2	4	1	2	2	2
Tb	1	1	1				1
Dy	1	2	4	1	2	2	2
Ge	1	1			1	1	
Yb	2	1	2	1	1	1	2
Lu	1	1	1	1	1	1	1
W	1	3	1	1	2	2	3
Tl	1	1	2	3	4	1	1
Th	3	2	7	1	2	2	1

K₂O - SiO₂ ikili diyagramı: Bakır cevheri yan kayaçlarından alınan örneklerin oluşum ortamlarının belirlenmesi amacı ile K₂O - SiO₂ ikili diyagramında yerleştirilerek incelenmiştir. K₂O - SiO₂ diyagramında örnekler yüksek K'lu kalk alkali ve alkali alanda dağılım göstermektedir (Şekil 6.8). Örneklerin yüksek K'lu kalk alkali ve alanda görülmesinin sebebi örneklerin alındığı noktalar bakır cevherleşme ve yakın alanları olduğundan ve bu alanlarında yüksek oranda alterasyona maruz kalmasından kaynaklanabilir.



Şekil 6.8. K₂O - SiO₂ diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976) volkanitlerin dağılımı. I: Toleyitik, II.Kalkalkali, III.Yüksek K'lı kalk-alkali, IV. Alkali alan.

Alınan örnekleri oluşturan magmanın karakterini belirlemek için toplam alkali (% Na₂O + K₂O) - silika (%SiO₂) diyagramı hazırlanmış, bu diyagrama yerleştirilen örneklerin subalkalen alana düştükleri belirlenmiştir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Örneklerin SiO₂(%) - Na₂O + K₂O ikili diyagramında dağılımları (Le Maitre vd., 1989).

BÖLÜM VII

SONUÇLAR

Ulukışla Havzası içerisinde Hasangazi köyü civarında bulunan bakır oluşumlarının jeokimyasal ve mineralojik - petrografik incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Bakır cevherleşmesinin yan kayaçları ve civardaki volkanik kayaçlardan alınan örneklerin ince kesitlerinde yapılan polarizan mikroskop çalışmalarında kayaçlardaki genel doku porfirik olarak belirlenmiş olup bununla birlikte intersertal ve mikrolitik dokuda gözlenmektedir. Ayrıca bazı örneklerde akma dokusunda tespit edilmiştir. Kesitlerde yapılan mineralojik incelemede Plajiyoklaz, biyotit, kalsit, kuvars, barit, klinopriksen, zirkon, volkanik cam, opak mineraller ve bu minerallerin alterasyonu sonucu meydana gelen; serisitleşme, karbonatlaşma ve opaklaşma tespit edilmiştir.
2. Bakır cevherleşmesi Ulukışla volkanikleri eteklerinde bulunan volkanik breşler içerisinde bulunmaktadır. Volkanik breşlerin andezik ve bazaltik türde volkanik kayaçlardan meydana geldiği belirlenmiştir. Bazaltik kayaçlar içerisinde anklav yapısında andezitik kayaç parçaları bulunmaktadır. Cevherleşmeler volkanik breş içerisinde altere zonlarda ağsal (stockwork) ince damarlar şeklinde olup yaklaşık 100x400 m büyüklüğünde bir alanda mostra vermektedir. Volkanik breş içerisinde altere zonlarda cevher damarları 2 - 5 cm kalınlığında olup 4 - 5 m' ye ulaşan uzunluğunda yanal devamlılıkları bulunmaktadır.
3. Damarlar içerisinde nabit bakır (Cu), kalkozin (Cu_2S), malahit ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) ve azurit ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) mineralleri makro olarak görülmektedir. Nabit bakır cevheri tipik bakır kırmızısı rengiyle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Azurit ve malahit, nabit bakır ve kalkozinlerin kırık ve çatlakları boyunca ikincil olarak gelişmişlerdir.
4. Çalışma alanından alınan örneklerin parlak kesitleri üzerinde yapılan SEM -EDX çalışması sonucunda 1A örneğin c noktasında yapılan analizlerde barit olduğu tespit edilmiştir. Barit nabit bakır içerisinde özşekilsiz konumda olup belirli bir kristal formu sunmamaktadır. 7 nolu örnek üzerinde yapılan SEM -EDX çalışmasında örneğin hacim olarak % 50 civarında kalkozin (Cu_2S) mineralinden meydana geldiği görülmüştür. 10 numaralı örnek içerisinde yaklaşık 10µ büyüklüğünde barit kristali

tespit edilmiştir. Örnek içerisinde siderit (FeCO_3) minerali tespit edilmiştir. Özşekilsiz olan siderit minerali içerisinde bulunduğu matriks ile nispeten belirgin sınırlara sahiptir. 11 numaralı örnek içerisinde zirkon (ZrSiO_4) mineralleri tespit edilmiştir.

5. 7 adet kayaç örneğinde yapılan tüm kayaç analizlerinde % oksit ve iz elementler belirlenmiştir. Jeokimyasal analizler sonucu elde edilen K_2O - SiO_2 ikili diyagramına göre bakır cevherleşmesinin içerisinde yer aldığı volkanik kayaçlar yüksek K'lu kalk-alkali ve alkali kayaç özelliği göstermektedir. Alınan örnekleri oluşturan magmanın karakterini belirlemek için toplam alkali ($\%\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) - silika ($\%\text{SiO}_2$) diyagramı hazırlanmış, bu diyagrama yerleştirilen örneklerin subalkalen alana düştükleri belirlenmiştir.
6. İnce kesitlerde ve SEM - EDX çalışmasında yoğun olarak görülen baritin ekonomik bir seviyeye ulaşabileceğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

Alpaslan, M., Boztuğ, R., Frei, R., Temel, A. and Kurt, M.A., “Geochemical and Pb-Sr-Nd isotopic composition of the ultrapotassic volcanic rocks from the extension-related Camardı - Ulukışla basin, Nigde Province, Central Anatolia, Turkey” , *Journal of Asian Earth Sciences*, 27 , 613–627, 2005.

Alpaslan, M., Frei, R., Kurt, MA., Boztuğ, D., Temel, A., Göncüoğlu, C., Gül, M. ve Uçurum, A., “Ulukışla havzasının evrimine petrolojik bir yaklaşım”, *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, Ankara, 46-47, 2006.

Atabey, E., Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N., “1:100 000 ölçekli açınısma nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi Kozan- J 19 paftası”, *MTA Yayını*, 13-18, 1973.

Ayhan, A., Baş, H. ve Atabey, E., “Ulukışla - Çamardı (Niğde) volkanitlerinin bazı petrolojik ve jeokimyasal özellikleri”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 26, 27-34, 1986.

Baş, H. ve Temur, S., Çiftehane - Koçak - Elmalı (Ulukışla- Niğde) yöresi demir barit ve bakır oluşumları, *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu*, Konya, 1991.

Beekman, P.H., “Hasan Dağı - Melendiz Dağı bölgesinde pliosen ve kuaterner volkanizma faaliyetleri”, *MTA Dergisi*, 66, 88-103, 1966.

Blumental, M. M., Yüksek Bolcardağının kuzey kenar bölgelerinin ve batı uzantılarının jeolojisi, *MTA yayını*, Ankara, 1956.

Clark, M. and Robertson, A., “ The role of the Early Tertiary Ulukışla Basin, southern Turkey, in suturing of the mesozoic tethys ocean”, *Journal of the Geological Society*, 159, 673-690, 2002.

Clark, M., and Robertson, A. “Uppermost Cretaceous-Lower Tertiary Ulukışla Basin, south-central Turkey: sedimentary evolution of part of a unified basin complex within an evolving Neotethyan suture zone”, *Sedimentary Geology*, 173 (1-4), 15-51, 2005.

Çalapkulu, F. “Horoz Granodiyoritinin Jeolojik İncelenmesi” *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 23 (1), 59-68, 1980.

Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C., and Dirik, K. “Structural evolution of the Tuzgölü Basin in Central Anatolia, Turkey”, *Journal of Geology*, 107, 693-706, 1999.

Çevikbaş, A., Ulukışla - Çamardı (Niğde) Tersiyer Havzasının jeodinamik evrimi ve maden yatakları yönünden önemi, Doktora Tezi, *İ. Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü*, İstanbul, 235s, 1991.

Çevikbaş, A. ve Öztunalı, Ö., “Ulukışla - Çamardı (Niğde) havzasının maden yatakları”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 39, 22-40, 1991.

Çevikbaş, A. ve Öztunalı, İ., “Ulukışla - Çamardı (Niğde) mestrihtiyen sonrası çökel havzasının jeolojisi”, *MTA Dergisi* 114, 155-172, 1992.

Çiftçi, E., Yavuz, B., ve Ataç, A., Orta Toroslar Pb - Zn damar yataklarının kükürt izotop karakteristikleri”, *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu*, Niğde, 2005.

Demirtaşlı, E., Bilgin, A. Z., Erenler, F., Işılar, S., Sanlı, D., Selim, N. ve Turhan, N., “Bolkardağlarının Jeolojisi”, *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, MTA Yayını, Ankara, 45-57, 1973.

Demirtaşlı, E., Turhan, N., Bilgin, A.Z. ve Selim, M., “Bolkardağlarının Jeolojisi”, *Cumhuriyetin 50. Yılı Yer Bilimleri Kongresi Tebliğleri*, MTA Yayını, Ankara, 42-47, 1975.

Demirtaşlı, E., Turhan, N., Bilgin, A.Z., and Selim, M., “Geology of the Bolkar mountains”, *Proceedings of the International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, 125-142, Ankara, 1984.

Dirik, K., Göncüoğlu, M.C. and Kozlu, H., “Stratigraphy and premiocene tectonic evolution of the southwestern part of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey”, *Geological Journal*, 34, 303-319, 1999.

Gedik, T., Madenköy (Niğde/Ulukışla) ve dolaylarının biyojeokimyasal anomalilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, s.10-13, 2005.

Göncüoğlu, M.C., Toprak, G.M.V., Kuşçu, İ., Erler, A. & Olgun, E., Geology of the western part of the Central Anatolian Massif, Part 1: Southern part, Ankara, Turkey, **METU-TPAO Project Report**, Ankara, 140 p, 1991.

Görür, N., Tüysüz, O. and Şengör, A.M.C., “Tectonic evolution of the Central Anatolian basins”, **International Geology Review**, 40, 831-850, 1998.

İşler, F., “Çiftehan (Niğde) volkanitlerinin mineralojik - petrografik ve jeokimyasal incelenmesi”, **Türkiye Jeoloji Bülteni** , 31, 29 - 36, 1988.

Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y., “Structure and geochemistry of the adakitic Horoz granitoid, Bolkar Mountains, south-central Turkey, and its tectonomagmatic evolution”, **International Geology Review** , 52, 505-535, 2010.

Kartalkanat, A., “Bolkar Dağlarındaki eski işletmeler vadisinde yeni yaş bulguları ve ilk maden ruhsatı: yazılıtaş (Niğde)”, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 57,2, 53-71, 2014.

Ketin, İ. ve Akarsu, R., “Ulukışla tersiyer havzasının jeolojik etüdü hakkında rapor”, **TPAO, No: 339**, 1965

Ketin, İ., “Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış”, **İ.T.Ü. Matbaası**, İstanbul, 1983.

Kurt, M.A., Ulukışla (Niğde) volkanosedimanter istifini kesen gabroyik ve diyoritik daykların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, , Mersin, 11-25, 2004.

Le Maitre, R.W., Bateman, P., Duxson, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Wooley, A.R. ve Zanettin, B., A classification of igneous rocks and glossary of terms: Recommendations of the IUGS

subcommission on the systematics of igneous rocks. **Blackwell Scientific Publications Ltd.**, Oxford. 193pp, 1989.

Nazik, A. ve Gökçen, N., “Ulukışla tersiyer istifinin foraminifer ve ostrakod faunasına göre stratigrafik yorumu”, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 32, 89-99, 1989.

Okay, A.C., “Niğde - Çamardı ve Ulukışla arasındaki bölgenin jeolojisi”, **MTA Raporu No: 2381**, Ankara, 1955.

Oktay, F. Y., “Ulukışla ve çevresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi”, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 25, 15-23, 1982.

Özdemir, A., Ereğli-Ulukışla havzası güney formasyonunun jeolojisi ve petrol hazne kaya özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 9-51, Ankara, 2006.

Özdoğan, T.O., Ereğli civarındaki (Konya Doğusu, İç Anadolu) sölestin mineralleşmelerinin jeokimyasal incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 7-21, 2008.

Özgül, N., “Torosların bazı temel jeoloji özellikleri”, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 19, 1, 65-78, 1976.

Peccerillo, A., Taylor, S.R., Geochemistry of upper cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey, **Bull Vole**, 39/4, 1- 13, 1976.

Sezer, M., “Bakır Raporu”, **TMMOB Metalurji ve Malzeme Mühendisleri Odası**, Ankara, 2003.

Sınacı, M. ve Toker, V., “Seleniyen - ipresiyen yaşlı Güney Formasyonu (Ulukışla Baseni) nannoplankton biyostratigrafisi ve bu döneme ait deniz suyu ısı değişimleri”, **MTA Dergisi**, 139, 17- 31, 2009

Sonel, N. ve Sarı, A., “Ereğli - Ulukışla (Konya - Niğde) havzasının hidrokarbon potansiyelinin incelenmesi”, *G.Ü Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19,14, 393-403, 2004

Şener, M., Çakar, G., “Toprak yeme hastalığında (jeofaji) kullanılan toprakların jeolojik özellikleri (Bor - Emirgazi Bölgesi)”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 33 (2) , 143-172, 2009.

Temur, S., Metalik Maden Yatakları, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2001.

Temur, S., Baş, H., “Çiftehane - Koçak (Ulukışla/Niğde) yöresi demir yataklarının mineralojik ve jeenetik incelemesi”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 41, 91-103,1992

Temur, S., “Bolkardağı yöresi (Ulukışla/Niğde) çinko-kurşun yataklarının jeokimyasal incelemesi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35,101-104, 1992.

Turan, H., Özdemir, Z. ve Zorlu S., “Çiftehane (Ulukışla - Niğde) bölgesinin Cu, Zn, Fe, Mn ve Ni için biyokimyasal anomalilerin araştırılması”, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi*, 19, 131-140, 2006.

Yoldaş, R., “Niğde - Ulukışla bitümlü şist alanının jeolojisi ve ekonomik olanakları”, *MTA Raporu , No: 5050*, Ankara, 1973.

Yüksel, E., Ulutürk, Y., Alizade, F., Anaç, S., Akyıldız, A., Yıldız, B., Subaşı, T., Şölener, N., Şahin, M., Sekizinci beş yıllık kalkınma planı madencilik özel ihtisas komisyonu raporu, *DPT: 2627, ÖİK:638*, Ankara, 10-18, 2001.

Zorlu, K., İnan, S., Gül, M., İnan, N., Kurt, M.A. ve Alpaslan, M., “ Geological evolution of the Ulukışla basin (Late Cretaceous- Eocene) Central Anatolia, Turkey”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 32(2), 151-170, 2011.

ÖZ GEÇMİŞ

Tülay FIRAT KOCAÖZ, 12.12.1979 tarihinde Niğde’de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Niğde’de tamamladı. 1997 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nden Jeoloji Mühendisi unvanı ile Haziran 2001’de mezun oldu. 2010 - 2011 öğretim yılında Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.