

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TC. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
DOKÜMANİZE EDİLMİŞ TEZLER

KESKİN (KIRIKKALE)

Kurşun - Çinko YATAĞININ İNCELENMESİ

Nursel ÖKSÜZ

104408

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2001

Doç. Dr. Şükrü KOÇ danışmanlığında, **Nursel Öksüz** tarafından hazırlanan bu çalışma 06/04/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

*Tez Jürisinden,
Kabul edilmiştir.*

Başkan : Prof. Dr. Doğan AYDAL



Doç. Dr. Şükrü KOÇ



Yrd. Doç. Dr. Yurdal GENÇ



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Esmâ KILIÇ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Çalışma alanı, Orta Anadolu Masifi' nin kuzeybatısında yer almaktadır. Bölgede yaşlıdan gence doğru mermer, gabro, diyoritporfir, granodiyorit, tonalit ve granitporfir birimleri yer almaktadır. Bu kayalardan gabro, tonalit, diyoritporfir, granodiyorit ve granitporfirler üzerinde yapılan jeokimyasal incelemelerde bunların peralümina karakterli oldukları gözlenmiştir. Granodiyorit ve tonalitlerin büyük bir kısmı, diğerlerinin tamamı yükseltgen ortamları göstermektedir. Ayrıca gabro örneklerinin tamamının toleyitik, diğerlerinin kalkalkalen eğilimli oldukları belirlenmiştir.

Keskin granitoidleri Geç Kretase zaman aralığında Neotetis' in kuzey kolunun kapanması sonucu Sakarya levhası ile Toros-Anadolu levhasının çarpışmasından sonra gelişen magmatik sokulumlardır. Bu sokulumlar temeldeki mermerleri sıcak dokanakla keserek yerleşmişlerdir. Granitoidlerin yerleşmesi sırasında skarnlaşmalar gelişmiş ve bazı yörelerde de bu skarnlaşmalarla ilişkili cevherleşmeler oluşmuştur. Bu cevherleşmeler granitoid mermer dokanaklarında, mermerler içinde yer alan ve hidrotermal evreye geçişleri de olan oluşumlardır.

Keskin Pb-Zn yataklarının parajenezini galenit, sfalerit, hematit, pirit, kalkopirit, klokmanit, polibasit, kalkosin, fahlerz, bornit, lepidokrosit, götit, serüzit, cerianit, carlinit ve gang mineralleri olarak kalsit, kuvars ve klorit mineralleri oluşturmaktadır.

Parajenezde yer alan klokmanit ve polibasit mineralleri maden mikroskobik yöntemle, cerianit ve carlinit mineralleri ise XRD yöntemiyle Keskin Pb-Zn yataklarında ilk defa bu çalışmada belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orta Anadolu Masifi, granitoid, Pb-Zn cevherleşmesi, skarn

ABSTRACT

The studied area is situated northwest of the Mid-Anatolian Massif. From older to younger the rock units comprising the area are gabbro, diorite porphyry, granodiorite, tonalite and granite porphyry. Among these rocks, the geochemical studies conducted on gabbro, tonalite, and diorite porphyry showed that they are of peraluminous characteristics. Most of the granodiorites and tonalites, and all of the other rock types show oxidizing environments. In the otherhand, all gabbro samples were determined to be tholeiitic; the others are of calcalkaline inclinations.

Keskin granitoids are post-collision magmatic intrusions which post-dated the collision of Sakarya plate with Toros-Anatolian plate as a result of the closure of the northern arm of the Neo-Tethys during late Cretaceous time span. These intrusion were emplaced by cutting the basal marbles along hot contacts. During the emplacement of these granitoids, skarns were formed and in some areas mineralization has accompanied such skarnization processes. These ore bodies are located on the contacts of granitoids and marbles; within marbles and are related to the hydrothermal stages.

The paragenesis of Keskin Pb-Zn ore comprises galena, sphalerite, hematite, pyrite, chalcopyrite, klocmanite, polybasite, chalcosite, tetrahedrite, bornite, lepidochrosite, goethite, cerussite, cerianite, carlinite as well as calcite, quartz and chlorite as gangue mineral associates.

As part of this paragenesis klocmanite and polybasite determined by ore microscopy; and cerianite and carlinite recognized by XRD technique are minerals reported for the first time in this study within Keskin Pb-Zn ore body.

Key words: Mid-Anatolian Massif, Granitoid, Pb-Zn Mineralization, Skarn

TEŞEKKÜR

Çalışma 1997-2001 yılları arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' na Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım boyunca tezimle ve tüm sorunlarımla ilgilenen danışman hocam Doç. Dr. Şükrü KOÇ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşamım boyunca her olayda yanımda olan maddi-manevi desteklerini her zaman hissettiğim aileme çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca her başım sıkıştığında yardımına koşan ve arazi çalışmam boyunca beni yalnız bırakmayan arkadaşım Jeo. Yük. Müh. Öner ÖZMEN' e çok teşekkür ederim.

Lisans eğitimimden itibaren biran olsun yanımdan ayrılmayan her zaman desteklerini hissettiğim dostlarım Jeo. Müh. Reyhan YILDIZ, Jeo. Müh. Alpay KARAKUŞ, Jeo. Müh. D. Banu SÜTÇÜ' ye çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca manevi desteklerini gördüğüm değerli arkadaşlarım Jeo. Yük. Müh. S. Dilek TURAN, Jeo. Yük. Müh. Özlem KAYAKIRAN eşi Jeo. Müh. İbrahim KAYAKIRAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Jeo. Yük. Müh. Ali REÇBER' e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansa başladığımdan itibaren birlikte çalıştığımız Caner KAYA, Sırmalı BEKTAŞ, Mefkure UĞUR ve Mehtap SÖNMEZ' e de tezime verdikleri destekten dolayı çok teşekkür ederim.

E. U. Yozgat Müh. Mim. Fak.' nde göreve başladığımdan beri beni evlerinde misafir eden, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Jeoloji Yük. Müh. Büşra ÇERİKCİOĞLU ve annesi Gülender ÇERİKCİOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım sırasında bölgeye ulaşımında yardımlarını gördüğüm Batuhan ULAŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca M.T.A çalışanlarına ve burada ismini yazamadığım ve tezimde emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1. 1. İnceleme Alanının Tanıtımı	1
1. 2. Önceki Çalışmalar	1
1. 3. Coğrafya, Morfoloji ve İklim	7
1. 4. Çalışmanın Amacı	8
1. 5. Materyal ve Yöntem	9
1. 5. 1. Arazi Çalışmaları	9
1. 5. 2. Laboratuvar Çalışması	9
2. JEOLojİ	11
2. 1. Bölgesel Jeoloji	11
2. 1. 1. Stratigrafi	13
2. 1. 1. 1. Kaman Grubu Metamorfik Oluşukları	13
2. 1. 1. 2. Ankara Melanji	13
2. 1. 1. 2. 1. Karakaya Ultramafiti	14
2. 1. 1. 3. Kartal ve Asmaboğazı Formasyonları	15
2. 1. 1. 4. Baranadağ ve Buzlukdağ Plütönu	16
2. 1. 1. 4. 1. Baranadağ Plütönu	16
2. 1. 1. 4. 2. Buzlukdağ Plütönu	16
2. 1. 1. 5. Tortul Örtü	16
2. 2. İnceleme Alanının Jeolojisi	17
2. 2. 1. Mermer	19
2. 2. 2. Gabro	21
2. 2. 3. Diyoritporfir	25
2. 2. 4. Granodiyorit	27
2. 2. 5. Tonalit	30
2. 2. 6. Granitporfir	32
2. 2. 7. Kalksilikatik Hornfels	34

	Sayfa No
2. 2. 8. Genç Dayklar (diyabaz)	36
2. 2. 9. Örtü Birimleri	37
3. KESKİN MAGMATİK KAYAÇLARININ JEOKİMYASI	38
3. 1. Kayaçların Kökensele Özellikleri	38
3. 2. Ana Element Jeokimyası	45
3. 3. Kayaçların Jeotektonik Ortamları	55
4. İNCELEME ALANININ MADEN JEOLJİSİ	60
4. 1. Cevherleşmenin Jeolojik Konumu	60
4. 2. Keskin Pb-Zn Yataklarının Mineralojisi	62
4. 2. 1. Maden Mikroskobik İncelemeler	62
4. 2. 1. 1. Galenit (PbS)	63
4. 2. 1. 2. Sfalorit (ZnS)	71
4. 2. 1. 3. Pirit (FeS ₂)	76
4. 2. 1. 4. Hematit (Fe ₂ O ₃)	76
4. 2. 1. 5. Kalkopirit (CuFeS ₂)	82
4. 2. 1. 6. Klokmanit (CuSe)	82
4. 2. 1. 7. Polibasit (Ag ₁₆ Sb ₂ S ₁₁)	83
4. 2. 1. 8. Kalkosin (CuS)	83
4. 2. 1. 9. Fahlerz (Cu ₃ (Sb, As)S ₄)	84
4.2. 1.10. Götite ve Lepidokrosit (α -FeO.OH ve γ FeO.OH)	84
4. 2.1.11. Serüsit (PbCO ₃)	85
4. 2. 2. XRD İncelemeleri	85
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	89
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	102

SİMGELER DİZİNİ

NTE	Nadir Toprak Elementleri
r	Lineer Korelasyon Katsayısı
plj	Plajiyoklaz
amf	Amfibol
Ort	Ortoklaz
px	Piroksen
Ak	Aktinolit
Oj	Ojit
Ms	Muskovit
Zr	Zirkon
kl	Klorit
Q	Kuvars
ep	Epidot
kz	Klinozoizit
Ca	Kalsit
g	Galenit
p	Pirit
Sf	Sfalerit
Gt	Götit
Kp	Kalkopirit
Kl	Klokmanit
s	Serüzit
Ks	Kalkosin
Ps	Polibasit
f	Fahlerz
b	Bornit
Ls	Lepidokrosit
h	Hematit

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. 1:	Çalışma alanının yerbulduru haritası 2
Şekil 1. 2:	İnceleme alanına ait stratigrafik kolon kesit (Seymen, 1981) 4
Şekil 1. 3:	Çalışma alanının örnekleme haritası 10
Şekil 2. 1:	Orta Anadolu Masifi' nin basitleştirilmiş jeolojik haritası 12
Şekil 2. 2:	Çalışma alanının jeoloji haritası 18
Şekil 2. 3:	Mermer-kalsilikatik hornfels dokanağı 20
Şekil 2. 4:	Silisce zengin, yer yer breşik doku gösteren ve mercek şeklinde gelişmiş karbonat mineralleri içeren kontakt metamorfik zon. 20
Şekil 2.5:	Granoblastik doku gösteren mermerler (Ç.N., B. 4x) 20
Şekil 2. 6:	Gabrolarda gözlenen interkümülüs dokusu (Ç. N., plj: plajiyoklaz, amf: amfibol, Ort: ortoklaz) 23
Şekil 2. 7:	Gabrolarda gözlenen uralitleşme (Ç. N., px: piroksen, amf: amfibol) 24
Şekil 2. 8:	Gabrolarda gözlenen aktinolit minerali (Ç. N., Ak: aktinolit) 24
Şekil 2.9:	Diyoritporfirlerin kantağında gelişen kalsilikatik hornfelsler 26
Şekil 2.10:	Keskin güneyinde tektonizma izi taşıyan, kırılanmış, parçalanmış ve iyice ezilmiş gözlenen diyoritporfirler 26
Şekil 2.11:	Diyoritporfirlerde gözlenen plajiyoklaz fenokristali (Ç. N., plj: plajiyoklaz) 27
Şekil 2.12:	Granodiyoritlerde gözlenen lifsi yapıdaki aktinolit minerali (Ç. N., Ak: aktinolit, Ort: ortoklaz) 28

Şekil 2. 13:	Granodiyoritlerde kataklazma etkisiyle yönlenme gösteren kuvars mineralleri (Ç. N., Q: kuvars)	28
Şekil 2. 14:	Granodiyoritlerde yaygın şekilde gözlenen kloritleşmeler (Ç. N., kl: klorit, Ort: ortoklaz, ep: epidot)	29
Şekil 2. 15:	Granodiyoritlerde yaygın şekilde gözlenen epidotlaşmalar (Ç. N., ep: epidot)	30
Şekil 2.16:	Tonalit kayacındaki plajiyoklazlarda gözlenen zonlu yapı (Ç. N., plj: plajiyoklaz, Ort: ortoklaz)	31
Şekil 2.17:	Tonalit kayacında gözlenen muskovit minerali (Ç. N., Ms. Muskovit, Ort: ortoklaz)	31
Şekil 2.18:	Tonalit kayacında gözlenen zirkon minerali (Ç. N., Zr: zirkon, Ort: ortoklaz, kl: klorit)	32
Şekil 2. 19:	Alkali feldspat fenokristallerinin yaygın olarak gözleendiği granitporfir kayacı	33
Şekil 2. 20:	Çaltepelerdeki granitporfirlerde gözlenen yer yer çok ince kristalli mafik mineraller zengin fels zonuna ait el örneği	33
Şekil 2. 21:	Granitporfirlerde belirlenen grafik doku (Ç. N., Q: kuvars, Ort: ortoklaz)	34
Şekil 2. 22:	Kontakt metamorfizma izi taşıyan ve tıkız yönlenme göstermeyen fels dokusunun hakim olduğu kalksilikatik hornfels kayacına ait el örneği	35
Şekil 2. 23:	Hornfels kayacında gözlenen klinozoit minerali (Ç. N., kz: klinozoit, Ca: kalsit)	35

Şekil 2. 24:	Diyabaz daykında gözlenen subofitik doku (Ç. N., plj: plajiyoklaz, amf: amfibol, Ort: ortoklaz)	36
Şekil 3.1:	Magmatik kayalara ait Al doygunluk diyagramı	44
Şekil 3.2:	Magmatik kayaların yükseltgen-indirgen durumları	44
Şekil 3.3:	Kayaç örneklerine ait alkali-silika diyagramı	46
Şekil 3.4:	Kayaç örneklerine ait AFM diyagramı (Irvine & Baragar, 1971)	46
Şekil 3.5:	Granitoidik kayaların kökenine ait diyagram	47
Şekil 3.6:	Çalışma alanındaki yan kayalara ait Harker diyagramları	49
Şekil 3.7:	Çalışma alanındaki yan kayalara ait Harker diyagramları	50
Şekil 3.8:	MgO' e karşı major elementlerin Harker diyagramları	53
Şekil 3.9:	MgO' e karşı major elementlerin Harker diyagramları	54
Şekil 3.10:	Okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalleştirilmiş iz element dağılım desenleri: (a) Okyanus sırtı granitleri, (b) Volkanik yay granitleri, (c) çarpışma granitleri, (d) incelmış kıtasal kabuk granitleri, (e) çarpışma granitleri, (f) çarpışma sonrası granitler (Pearce vd., 1984).	56
Şekil 3.11:	Kayalara ait spidergramlar	57
Şekil 3.12:	Granitoidlerin kökenine ait diyagramlar	59
Şekil 3.13:	Granitoidlerin kökenine ait diyagramlar	59

- Şekil 4. 1: Galenitin tipik üçgen boşlukları ve kütüphane yüzeyleri (T. N., g: galenit) 64
- Şekil 4. 2: Galenitin uzamış üçgen boşlukları, sağ altta gang içinde küçük galenit (beyaz) mineralleri (T. N., g: galenit) 64
- Şekil 4. 3: Tipik boşluklu galenitin (beyazımsı gri) içinde ornatılmış pirit (açık sarı) kristalleri. Galenitin içindeki yuvarlağımsı siyahlıklar içinde pirit, reliket bulunmaktadır (T. N., p: pirit, g: galenit) 65
- Şekil 4. 4: Sfalorit (gri) boşluklarına nüfuz eden ve onu ornatın galenit (beyaz). Sfalorit üst kenarında açık gri renkli götitledilmiş bir kuşak yer almaktadır. En üstteki koyu gri ve siyahımsı kısım gang (T. N., Sf: sfalerit, g: galenit, Gt: götitledi) 65
- Şekil 4.5 : Kenarları gang (gri ve siyah) ve galenit (grimsi beyaz) tarafından ornatılmış, özşekilli pirit (sarı) kristalleri. Taneler arası boşluk galenitle doldurulmuş (T. N., g: galenit, p: pirit) 66
- Şekil 4. 6: Tipik romboedrik kalsit (gri) içinde ve onu ornatır şekilde galenit (beyaz). Siyahlar gang mineralidir (T. N., g: galenit) 66
- Şekil 4. 7: Galenitin gang tarafından ornatılması (T. N., g: galenit) 67
- Şekil 4. 8: Kalkopirit (sarı) eksölüsyon taneleri içeren sfaleritlerde (açık gri) ornatma artığı galenit (beyaz) mineralleri. Koyu gri ve siyah kısımlar gang (T. N., Kp: kalkopirit, g: galenit, Sf: sfalerit) 67

- Şekil 4. 9: Galenit (beyazımsı gri, çizikli) içinde klokmanit mineralleri. Sol taraftaki koyu gri kısımlar gang (T. N., Kl: klokmanit, g: galenit) 68
- Şekil 4. 10: Şekil 4. 9' un ikinci nikoldeki görüntüsü klokmanite ait tipik kahverengi turuncu anizotropi renkleri (Ç. N., Kl: klokmanit, g: galenit) 68
- Şekil 4. 11: Galenitin (beyazımsı gri, çizikli) dilinim boşluğuna yerleşmiş klokmanit ve serüzit (koyu gri, morumsu gri), siyahlar gang (T. N., Kl: klokmanit, g: galenit, s: serüzit) 69
- Şekil 4. 12: Şekil 4. 11' in ikinci nikolde ve daha büyütülmüş görüntüsü. Galenit koyu ve çizikli. Klokmanitin kahverengimsi turuncu anizotropi renkleri. Klokmanitin yanındaki gri-beyaz kesimler serüzit (Ç. N., Kl: klokmanit, g: galenit, s: serüzit) 69
- Şekil 4. 13: Galenitin (grimsi beyaz) kenarından itibaren kalkosin ve polibasit tarafından ornatılması. Soldaki galenit etrafında zonlu bir yapı oluşmuş, sağdakinde ise ornatmanın ilerlemesiyle galenit bir kapanım haline gelmiş. Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., g: galenit, Ks: kalkosin, Ps: polibasit) 70

- Şekil 4. 14: Kalkosinin galeniti (grimsi beyaz) ornatmasıyla oluşmuş mirmekit yapılar. Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., Ks: kalkosin, g: galenit) 70
- Şekil 4. 15: Galenitin (grimsi beyaz) dilinim boşluklarında ve çevresinde serüztileşmeler (koyu gri). Siyahlar gang (T. N., g: galenit, s: serüztit) 71
- Şekil 4. 16: Sfaleritlerde (gri), kenarlarında gelişen göttileşmelerden (açık gri) dolayı ortaya çıkan zonlu yapı. Sfalerit içinde bol miktarda galenit (grimsi beyaz) ve daha az olmak üzere klokmanit mineralleri yeralır. Sağ taraftaki koyu gri kısım ve siyahlar gang (T. N., Sf: sfalerit, Gt: götüt, g: galenit, Kl: klokmanit) 73
- Şekil 4. 17: Sfalerit (gri) içinde klokmanit. Sağ kenarda galenit (grimsi beyaz) kapanımı. Siyahlar gang (T. N., Sf: sfalerit, Kl: klokmanit, g: galenit) 73
- Şekil 4. 18: Sfalerit (gri) içinde kalkopirit (sarı), galenit (beyaz), fahlerz kapanımları. Kalkopirit lekeler halinde, bornit (kahverengimsi) içeriyor (T. N., Sf: sfalerit, Kp: Kalkopirit, g: galenit, f: fahlerz, b: bornit) 74
- Şekil 4. 19: Kalkopirit eksolüsyon kapanımları içeren sfalerit (açık gri). Sfalerit kenarlarından itibaren göttileşmiştir (sfaleritin etrafındaki ince kuşak). Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., Kp: kalkopirit, Sf: sfalerit, Gt: götüt) 74

- Şekil 4. 20: Şekil 4. 19' un ikinci nikoldeki görüntüsü. Sfaleritlerde gri beyaz iç yansımalar ve götitlediştirilmiş kuşakta ise tipik kırmızımsı iç yansımalar izlenmektedir (Ç. N., Sf: sfalerit, Gt: götitlediştir) 75
- Şekil 4. 21: Galenit (açık grimsi beyaz) ve sfaleritin (gri) çatlaklarında koloidal demirhidroksitlenmeler. Götitlediştir küresel oluşumlar halinde lepidokrosit (açık gri) kısımlar. Sfalerit içinde bir kaç kalkopirit kapanımı izleniyor (T. N., g: galenit, Sf: sfalerit, Kp: kalkopirit, Gt: götitlediştir, Ls: lepidokrosit) 75
- Şekil 4. 22: Şekil 4. 16' nın ikinci nikol görüntüsü. Kırmızı iç yansıma ile belirginleşen götitlediştir kuşak. Sfalerit kırmızımsı, mavimsi ve grimsi beyaz iç yansımalar gösteriyor (Ç. N., Sf: sfalerit, Gt: götitlediştir) 77
- Şekil 4. 23: Özşekilli bir pirit kristalinin (grimsi sarı) çatlağını damar şeklinde doldurmuş sfalerit (gri) ve gang (koyu gri ve siyah) (T. N., p: pirit, Sf: sfalerit) 77
- Şekil 4. 24: Piritin boşluklarına dolmuş ve onu ornatmış sfalerit (gri), siyahlar gang (T. N., p: pirit, Sf: sfalerit) 78
- Şekil 4. 25: Götitlediştir (gri) ve az miktarda lepidokrosit (beyazımsı gri) tarafından çevrelenmiş özşekilli pirit (pürüzlü yüzeyli) kristalleri (T. N., Gt: götitlediştir, p: pirit, Ls: lepidokrosit) 78

- Şekil 4. 26: Piritin (hafif beyazımsı sarı) demirhidroksitleşmesi. Sağ taraftaki koyu gri kısım (gang) ile sol taraftaki piritler arasında lepidokrosit (beyazımsı gri) ve götit (açık gri) oluşumları (T. N., p: pirit, Ls: lepidokrosit, Gt: götit) 79
- Şekil 4. 27: Gang (gri ve siyah) içinde biraz bükülmüş hematit (beyaz levhaları) (T. N., h: hematit) 79
- Şekil 4. 28: Hematit (beyaz) levhalarının incelenerek gang (gri) içinde nihayetlenmesi (T. N., h: hematit) 80
- Şekil 4. 29: Gang (gri ve siyah) içinde birbirine paralel veya çiçek buketi şeklinde hematit (beyaz) levhacıkları (T. N., h: hematit) 80
- Şekil 4. 30: Mermerler içinde ornatma artığı hematitler (beyaz). Gri ve siyahlar gang (T. N., h: hematit) 81
- Şekil 4. 31: Mermerler içinde kalsit (gri) tarafından ornatılan hematitler (beyaz) (T. N., h: hematit) 81
- Şekil 4. 32: Şekil 4. 17' nin ikinci nikol görüntüsü. Klokmanitin sarı turuncu anizotropi renkleri ve ikiz lamelleri izleniyor. Genelde koyu görünen sfaleritlerde kırmızımsı grimsi beyaz renklerde iç yansımalar göze çarpıyor (Ç. N., Sf: sfalerit, Kl: klokmanit) 83
- Şekil 4. 33: Kıvrılmış münhaniler şeklinde (gekröseartig) lepidokrosit (beyazımsı gri) ve götit (gri). Siyahlar gang (T. N., Ls: lepidokrosit) 85

- Şekil 4.34:** Keskin (Kırıkkale) Pb-Zn 86
cevherleşmesine ait XRD diyagramı
- Şekil 4.35:** Keskin (Kırıkkale) Pb-Zn 88
cevherleşmesine ait XRD diyagramı

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1: Kayaç örneklerine ait major oksit analiz sonuçları	40
Çizelge 3.2: Kayaç örneklerine ait eser element analiz sonuçları	41
Çizelge 3.3: Kayaç örneklerine ait NTE analiz sonuçları	42
Çizelge 3.4: Granitoidlerin ana oksitlerinin korelasyon katsayıları	43
Çizelge 3.5: Gabroların ana oksitlerinin korelasyon katsayıları	43

1. GİRİŞ

1.1. İnceleme Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Ankara' nın yaklaşık 100 km güney doğusunda ve Kırıkkale' ye yaklaşık 30 km mesafede yer alan Keskin yöresidir (Şekil 1.1). İnceleme alanımız Kırşehir i31, a4, d1, d2 paftalarını kapsayan yaklaşık 80 km²' lik bir alandır. Keskin çevresinde yer alan, Azapbayırı Tepe(1), Kürtmezarı Tepe (2), Simlikurşun (3) ve Karamağara (4) olmak üzere dört ayrı bölgede yer alan cevherleşmeler incelenmiş ve böylece cevherleşmenin parajenezi, kökeni ve yan kayaç ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

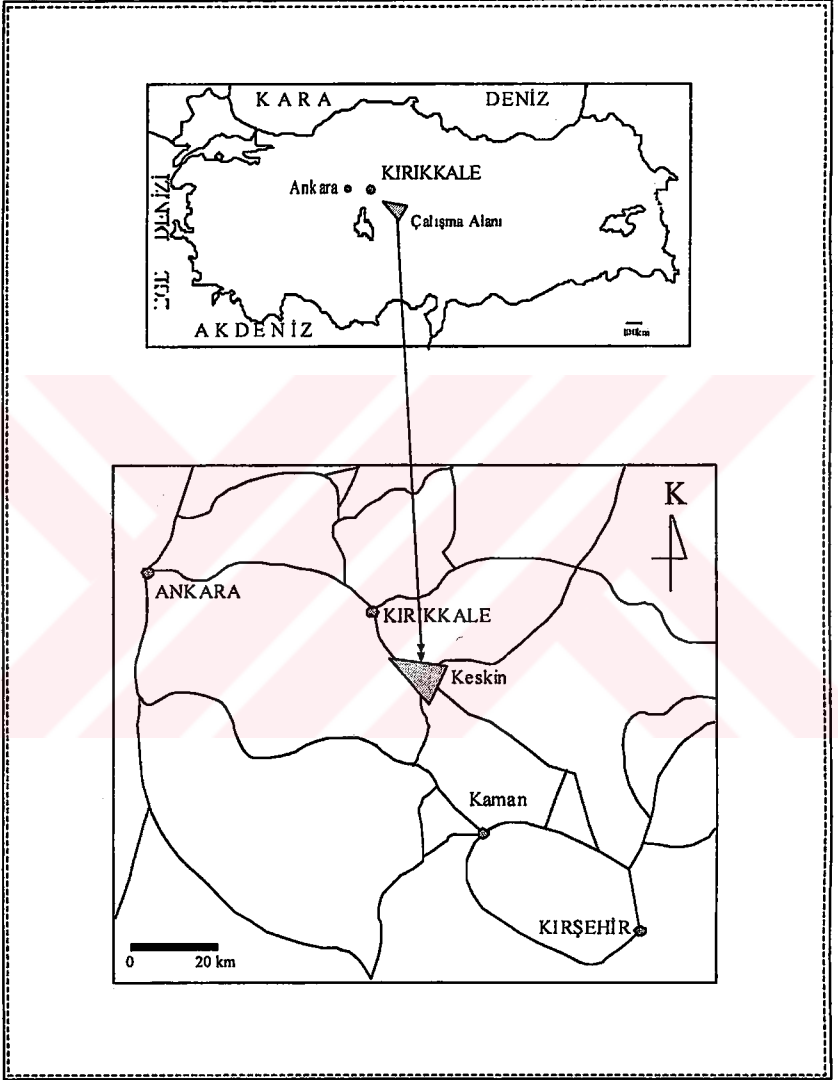
Çalışma alanına 765 nolu Ankara-Kırıkkale-Keskin Devlet Karayolu ile ulaşılabilir. Ulaşım oldukça rahat olup her mevsim rahatlıkla sağlanabilmektedir.

Keskin ve çevresinde başlıca geçim kaynağı tarım olmakla birlikte yer yer hayvancılıkla da uğraşmaktadır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Bölgeye ait ilk çalışmalar, özellikle Orta Anadolu Masifi' nin jeolojisini ve tektonik yapısını açıklamaya yönelik olmuştur (Chaput, 1936; Arni ve Schröder, 1938; ve Ketin, 1955). Daha sonra masifin petrografik ve petrolojik özelliklerinin tartışıldığı araştırmalar yapılmıştır (Ayan, 1963; Erkan, 1976; Seymen, 1981; Oktay, 1981; Görtür, 1988; Bayhan, 1988).

Ayan (1963) tarafından Kaman civarında granit aplitler, granodiyoritler, kuvars siyenitler, alkali siyenitler ve gabro gibi farklı türde magmatik kayaçların varlığı tespit edilmiş ve buradaki granitoidler üzerinde yapılan radyometrik çalışmalarla yaşlarının 54 milyon yıl olduğu saptanmıştır.



Şekil 1.1 : Çalışma alanının yerbulduru haritası

Granitoidler üzerinde Rb/Sr izokron yöntemiyle yapılan başka bir çalışmada ise, bu kayaçların yaşları 71 milyon yıl olarak hesaplanmıştır (Ataman, 1972).

Kırşehir bölgesindeki metamorfik kayaçları inceleyen Erkan (1976), bu kayaçların metamorfizma derecesinin kuzey-kuzeydoğu doğrultusu boyunca arttığını açıklamıştır.

Göncüoğlu (1977), Niğde civarındaki metamorfik kayaçlar üzerinde yaptığı araştırmada yöredeki kayaçların, önceki kayaçların kısmi ergimesi sonucu oluştuğunu ve Üçkapılı granitoidleri tarafından kesildiklerini, yaşlarının da Rb/Sr izotop çalışmaları sonucunda 91 milyon yıl olduğunu belirlemiştir.

Kırşehir dolayındaki metamorfik kayaçlardan alınan örneklerden radyometrik yaş tayini yaparak Orta Anadolu Masifi' nin bölgesel metamorfizma yaşının Alpin olmadığını ortaya koyan Erkan ve Ataman (1981), oluşumun Kretase' den önce geliştiğini belirlemişlerdir.

Seymen (1981, 1982) tarafından "Kaman Grubu" adı altında incelenen Orta Anadolu Masifi' nin metamorfikleri, alttan üste doğru gnays, biyotit şist, amfibol şist, kalsilikatik şist, kuvarsit ve kuvars şist karmaşığı (Kalkanlıdağ formasyonu), mermer şist ve gnays ardalanması (Tamadağ formasyonu) ve çeşitli özellikte mermer, metaçörtlü yarı mermer ve metaçört topluluğu (Bozçaldağ formasyonu) olarak üç ayrı birime ayrılmıştır. Seymen, 1981' de Keskin yöresini de içine alan bir kolon kesit yapmıştır (Şekil 1.2). Kesitte, "Kaman Grubu" olarak adlanan birimler Mesozoik öncesi metamorfik birimleri kapsamaktadır. Bunun üzerine Jura-Kampaniyen yaşlı Ankara Melanjı (Bailey ve McCallien, 1950) gelmektedir ki, bu birim Orta Tetis ürünü tektonosedimanter karışık ve bununla ilişkili "Karakaya Ultramafiti" 'nden oluşmaktadır. Ankara Melanjı' nı aşılal uyumsuzlukla örten Üst

LİTOLOJİ	BİRİMLER	YAŞ
	Tortul örtü	İpresiyen-Pliosen
	Buzlukdağ Plütönu	Paleosen
	Baranadağ Plütönu	
	Kötüdağ Volkanitleri	En Üst Kretase Alt Paleosen
	Asmaboğazi formasyonu	Üst Maestrihtiyen
	Kartal Formasyonu	
	Karakaya Ultramafiti	
	Karakaya Ultramafiti	Jura Kamberiyen
	Karakaya Ankara Karışığı	
	Karakaya Ankara Melanji	
	Bozçaldağ Formasyonu	Mesozoik Çüceci
	Tamadağ Formasyonu	
	Kalkanlıdağ Formasyonu	

Şekil 1.2: İnceleme alanına ait stratigrafik kolon kesit (Seymen, 1981)

Maestrihtiyen yaşı çökeller Kartal ve Asmaboğazi formasyonları olarak adlandırılmıştır. Bütün bu birimler Paleosen yaşı granit, granodiyorit ve monzonit bileşimli derinlik kayaçlarından oluşmuş “Baranadağ plütunu”, siyenitoyitik kayaçlar ve bunların yüzey karşılığından oluşan “Buzlukdağ Plütunu” ile sıcak dokanak yaparak kesilmiştir. Ayrıca, riolititik ve riyodasitik lav ve tüflerden oluşan yatay konumlu Üst Kretase-Alt Paleosen yaşı volkanitler Ankara Melanji’ nı uyumsuz olarak örtmektedir. Bütün bu birimler Eosen ve Neojen yaşı çökeller ile uyumsuz olarak örtülmüşlerdir (Oktay, 1981).

Kaman (Kırşehir) kuzeydoğusunda bulunan gabroların mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası Önen ve Unan (1988) tarafından açıklanmıştır. Bu çalışmada bölgedeki gabrolar çoğunlukla hornblend gabro ve ince taneli gabro olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada gabroların subalkali toleyitik magmadan kristallendikleri ve bunların ofiyolitik dizilimin bir üyesi olabilecekleri ileri sürülmüştür.

Başka bir çalışmada, Keskin plütununun petrografik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek kayaçlar, açık ve koyu renkli olmak üzere iki farklı gruba ayrılmıştır. Açık renkli gruba dahil kayaçların adamellit, granit ve granodiyoritten oluştuğu, koyu renkli grubun ise, kuvars monzonit ve kuvars monzodiyoritten oluştuğu açıklanmıştır (Bayhan, 1989).

Erler ve Bayhan (1995) tarafından yapılan Orta Anadolu granitoidleriyle ilgili çalışmada, bölgedeki granitoidlerin genellikle monzogranit, kuvars monzonit ve granodiyorit bileşimli ve kalkalkali yönelimli oldukları belirlenmiştir. Köken itibarıyla hem I tipi (Igneous) hem de S tipi (Sedimentary) tipi granitoidlere ait özellikler gösterdiklerinden dolayı, H (hibrid) tipi olarak kabul edilen bu kayaçlar, iz elementler yardımıyla yapılan incelemelerde

adayayı granitoidleri, levha içi granitoidleri ve çarpışma granitoidleri olarak sınıflandırılmıştır.

Orta Anadolu’ da yapılan bazı yeni çalışmalarda, burada yeralan gabroik kayaların bir kısmının ofiyolitik olmadığı, bunların Orta Anadolu Masifi’ ne sokulum yapan manto kökenli mafik kütleler olduğu belirlenmiştir (Kadioğlu ve Güleç, 1996; Kadioğlu ve diğ., 1998, Kadioğlu ve Özsan, 1998).

Ağaçören granitoidinde gabro bloklarının yeraldığı alanlarda Kapak Tepe ve Havuzkayağı sırtından elde edilen görünür özdirenc değerleri, sözkonusu alanlarda yüzeyleyen gabroların tavan bloğu değil, derinlere doğru devam eden sokulum kütleleri olduğunu göstermektedir. Arazide gabronun granite doğru tedrici bir şekilde diyoritik bir bileşime geçiş göstermesinin, granit ile diyoritik dokanaklarında görülen düzensiz mineralojik bileşim ve dokusal özelliklerinin magma karışımından kaynaklandığını düşündürmektedir. Tüm bu veriler göz önüne alındığında granit ile gabronun eş zamanlı yerleşen (syn plütonik) magmatik kütleler olduğu ortaya konulmuştur (Güleç ve Kadioğlu, 1998)

Sonraki çalışmalarda Kadioğlu ve Güleç (1999), Kırşehir Masifi granitoidlerindeki anklavları petrografik ve jeokimyasal özelliklerine göre; 1. Magma mixing/mingling, 2. Ksenolit, 3. Magma segregasyon ürünü şeklinde üçe ayırmışlardır.

Keskin ve yakın çevresinde Pb-Zn oluşumlarıyla ilgili olarak bir çok MTA raporu bulunmaktadır (Çöteli, 1980; Özkazanç, 1980; Arslanpay, 1978; Çavuşoğlu, 1967; Kovenko, 1947; Kovenko, 1940; Pieniazeck, 1940; Dr. Pilz, 1940; Kovenko, 1939a, b; Arni, P., ve Schröder, A., 1938; Schumacher, 1937). Bunların çoğu gezi notları niteliğinde olup yalnızca Kovenko

(1947) ve Çavuşoğlu (1967), cevherleşmenin jenezi üzerinde fikirler ileri sürmüştür. Kovenko (1947) ve Çavuşoğlu (1967)' ya göre skarn oluşumları, granitoidik bileşimli bir magmanın mermere sokulumu ile gelişmiştir.

Cevherleşmenin mineralojisi ile ilgili bir çalışma olarak, Çağatay ve Teşrekli' nin (1979) Karamağara kuyusundan derlediği örnekler üzerinde yaptıkları maden mikroskobik incelemelerden söz edilebilir. Bu çalışmada cevherleşmenin granitik magma ürünü kayaçların kantağında, kireçtaşı ve spilit içinde geliştiği ileri sürülmüştür.

Çalışma alanındaki cevherleşmelerle ilgili olarak yapılan en yeni çalışmalar Kuşçu (1997) ile Kuşçu ve Erler (1998)' e aittir. Bu çalışmalarda Akdağmadeni, Akçakışla ve Keskin Pb-Zn yataklarının jenetik benzerlikleri ortaya konulmuş ve her üç bölgenin skarn oluşumlarının sınıflandırılması yapılmıştır.

Keskin Pb-Zn yatakları çevresinde yapılan jeofizik incelemelerde (Arslanpay ve Yıldırım, 1967; Özkazanç, 1980), mevcut cevherleşmeler dışında anomali bölgelerinin olduğuna işaret edilmiştir.

Keskin bölgesinde gelişen cevherleşmenin parajenezlerini belirleyerek, carlinit ve cerianit minerallerinin varlığını ilk kez ortaya koyan maden mikroskobik çalışma ise, Koç ve Öksüz (2001) tarafında yapılmıştır.

1.3. Coğrafya, Morfoloji ve İklim

Çalışma alanının güneyi, Keskin' in hemen güneyinde yer alan Kartal tepe, Çanlı tepe ve Unculuk tepe gibi yükseltilerle çevrilidir. Bu tepeler fazla sarp olmamakla birlikte yükseklikleri ortalama 1200 m' yi geçmemektedir.

Kuzeyde ise yükselteri 1250 m' ye varan B rekli tepe ve   ler tepe bulunmaktadır. Bölgede yine yükseklikleri 1200 m civarında olan Azapbayırı tepe, 1098 m olan K rtmezari tepe ve 1400 m yüksekliği olan K pgeğiği tepe gibi irili ufaklı bir çok yükselti bulunmaktadır.

Karacaaynak deresi, Taşpınar deresi, Beşikkaya dere ve Halime deresi çalışma alanında gözlenen önemli derelerdir.

Bölgede Orta Anadolu' nun karasal iklimi hakimdir. Kışlar karasal iklime özgü oldukça soğuk ve karlı, bahar ayları ise yağmurlu geçmektedir. Yaz mevsimi, oldukça kuraktır. Bu iklimin sonucu olarak bitki örtüsü oldukça küçük ağaçlıklar ya da bodur bitkiler şeklindedir. Bölgede genellikle her tepenin yakınında su bulunabilmesi bölgedeki kaynak sularının zenginliğine işarettir.

En önemli yerleşim alanları Keskin, Yeniköy, Araplı ve Hacıbiş mahalleleridir. Halkın geçim kaynağı genellikle tarım olmakla birlikte bazı kesimlerde hayvancılıkla da uğraşılmaktadır.

1.4. Çalışmanın Amacı

Çalışma alanındaki ocaklar ekonomik değer taşıdığından değişik zamanlarda işletilmiş olup, günümüzde bakımsızlık, ihmal vb. sonucu bu yerlerin su ile dolması ve yıkılması nedeniyle hiçbir değeri olmayan kuyular durumuna gelmiştir. Bu araştırma ile öncelikle cevherleşmenin ilişkili olduğu magmatik etkinliklerin belirlenmesi, yankayaçların petrografik, jeokimyasal ve kökensel olarak yorumlamaları ve bütün zuhurlardan derlenen maden örneklerinin ayrıntılı maden mikroskopik incelemeleri yapılmaya çalışılmıştır.

1.5. Materyal ve Yöntem

Tez aşamasının ilk bir yılında literatür taraması sonucunda, eskiden yapılmış olan çalışmalar ile en son yapılan çalışmalar derlenmiştir. Bunu takiben araştırma, arazi ve laboratuvar ortamında olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

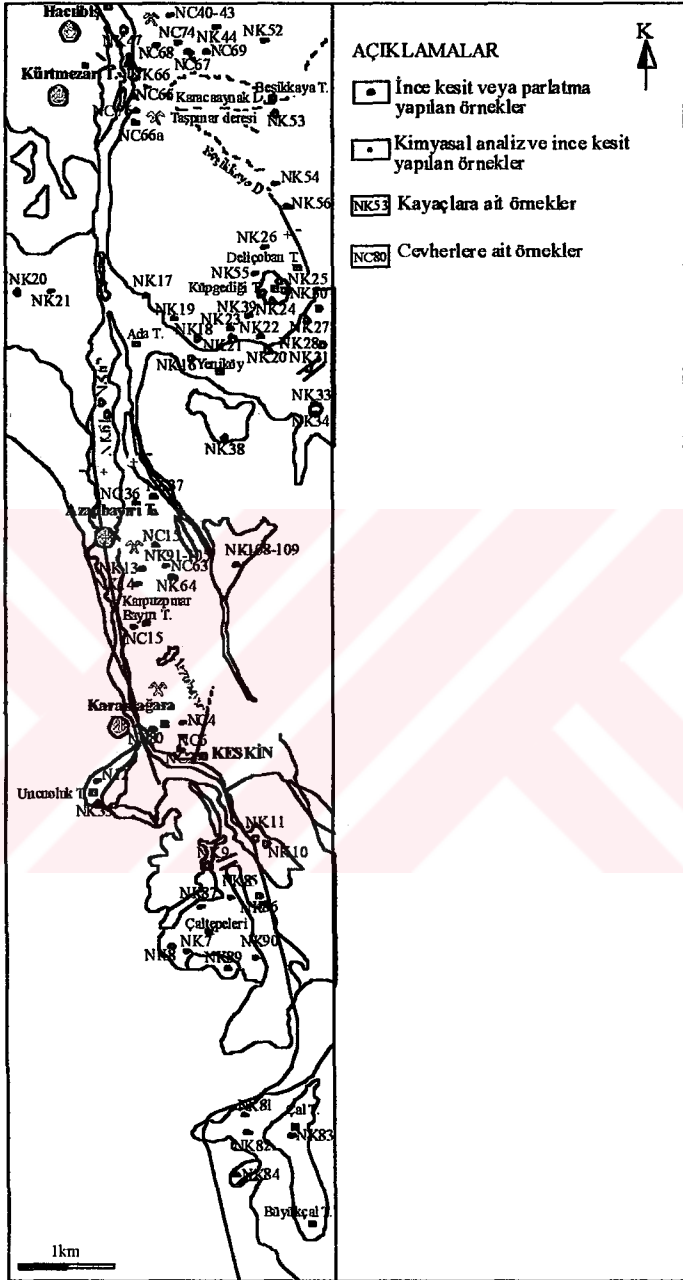
1.5.1. Arazi Çalışmaları

1998-1999 yaz döneminde önce 20 günlük ve daha sonra da 5 günlük olmak üzere toplam 25 gün arazi çalışması yapılmıştır. Bu çalışma süresince inceleme alanı içerisindeki dört farklı bölgeden amaca uygun olarak petrografik, jeokimyasal ve maden mikroskopik örnekler alınmış (Şekil 1.3), ayrıca bölgenin jeoloji haritası çizilmiştir. Bölgede uygun yerlerden slayt ve fotoğraflar çekilmiştir.

1.5.2. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi döneminin devamında, öncelikle örnek hazırlama çalışmaları tamamlanmış, MTA Genel Müdürlüğü ve A.Ü.F.F ince kesit laboratuvarlarında 60 adet kayaç örneğinden ince kesit, 22 adet cevher örneğinden parlatma yapılmıştır.

Kayaç ve cevher örneklerine ait ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Bu incelemeler sırasında kayaçlarda yer alan önemli skarn mineralleri, yapı-dokuları ve alterasyon türleri belirlenmiş ve gerekli yerler fotoğraflandırılmıştır. Cevher minerallerine ait ince kesitler incelenerek de gang minerallerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Maden mikroskopunda ise, incelenen yatağın cevher mineralleri, parajenezi ve ortamın fizikokimyasal şartlarına katkı sağlayabilecek ayrıntılı yapı-doku ilişkilerinin ortaya konulmasına çalışılmıştır. Kimyasal analiz için uygun



Şekil 1. 3: Çalışma alanının örnekleme haritası

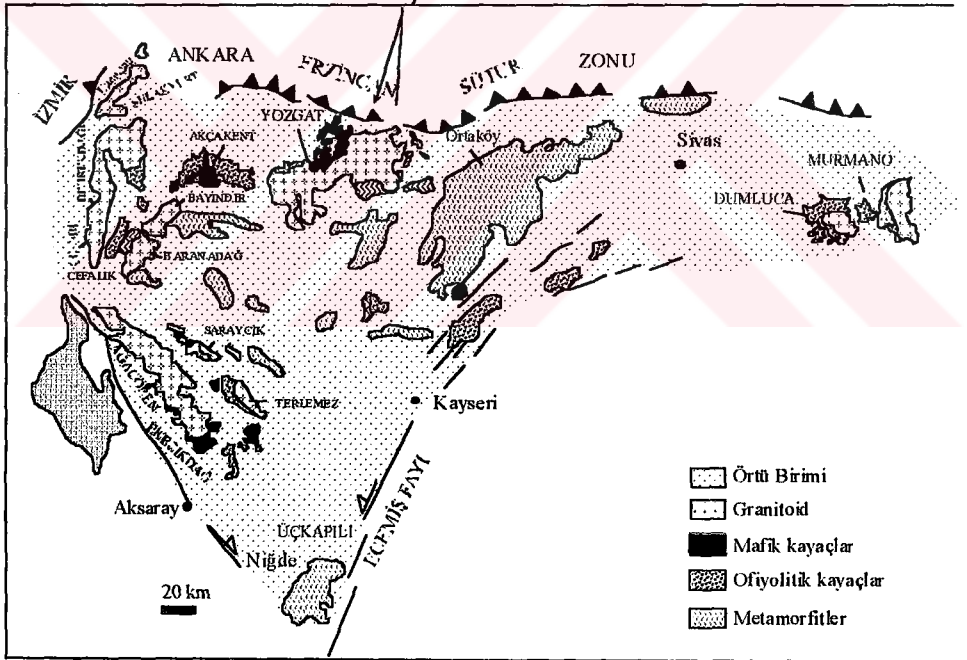
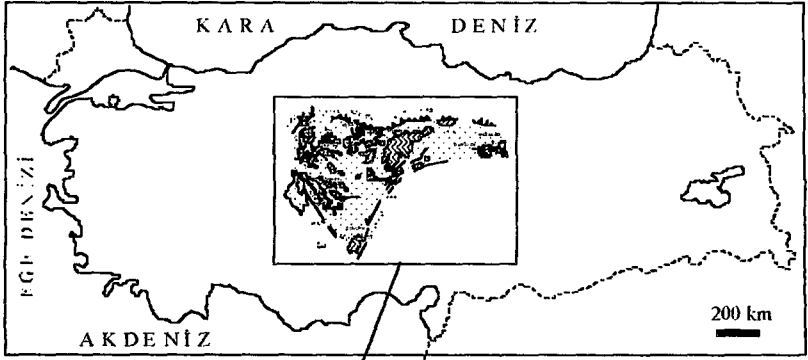
Analizlerde ana oksitler ve eser element içerikleri ICP-ES, nadir toprak element içerikleri ise ICP-MS yöntemiyle belirlenmiştir. Parajenez belirlemede maden mikroskobuna ek olarak sekiz adet örnekte XRD determinasyonu yapılmıştır. Bu analiz için örnekler 200 mesh' in altına geçecek boyutta toz haline getirilmiş ve Ankara Üniversitesi Bilimsel Teknik Araştırma ve Uygulama Merkezi' nde (BİTAUM) Rigaku D-max-220 marka, Cu hedefli $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ olan X-ışını tüplü difraktometre cihazı kullanılarak determinasyon yapılmıştır. Tüm bu verilerden yararlanarak bölgedeki kayaçların ve cevherleşmelerin oluşumlarıyla kökenlerine ilişkin verilere ulaşabilmek için bilgisayar ortamında diyagramlar çizilmiş ve bunların yorumu yapılmıştır.

2. JEOLoji

2.1. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı Kırşehir Masifi olarak anılan bölge içinde yer almaktadır. Bu bölgeye ait verilen jeolojik bilgiler çoğunlukla Seymen (1981)' in çalışmasından alınmıştır.

Orta Anadolu' da, Ankara' nın doğusunda ve güneydoğusunda, Sulakyurt-Yozgat-Sivas-Kayseri-Aksaray-Şereflikoçhisar yerleşim merkezleri arasında kalan bir alandaki magmatik ve metamorfik kayaç topluluğu Kırşehir Masifi (Erler, vd., 1991), Orta Anadolu Masifi (Ketin, 1955), Kırşehir Kristalen Kompleksi (Seymen, 1982) veya Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (Göncüoğlu, vd., 1991). olarak adlandırılır (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1: Orta Anadolu Masifi'nin basitleştirilmiş jeolojik haritası
(Kadioğlu Y., ve Güleş, N., 1999)

2.1.1. Stratigrafi

Masif, dört temel litostratigrafik birime ayrılarak incelenmiştir. Bunlar; Kaman Grubu Metamorfik Oluşukları, Ankara Melanjı olarak bilinen, inceleme alanında jenetik konumu bakımından İç Toros Kuşağı' nı oluşturan Orta Tetis' in ürtü tektonosedimanter karışık ve bununla ilişkili "Karakaya Ultramaftı", Kartal ve Asmaboğazı formasyonları, son olarak da Baranadağ ve Buzlukdağ formasyonlarıdır.

2.1.1.1. Kaman Grubu Metamorfik Oluşukları

Orta Anadolu' nun metamorfik temelini oluşturan Kaman Grubu Metamorfikleri, kendi stratigrafisinin ve tüm diğer birimlerle ilişkisinin en iyi, metamorfizmanın ise masif içinde en yüksek görüldüğü yer Kaman ilçesi ve dolayısı olduğundan "Kaman Grubu" olarak adlandırılmıştır (Seymen, 1981).

Pre-Mesozoik yaşlı Kaman Grubu metamorfikleri, bölgenin temelini oluşturan en yaşlı kayaç grubudur. Alttan üste doğru granülit, amfibolit ve gnays, mermerşist ve kalkışist aralanmaları ile mermerler ve metaçörtlerden oluşmaktadır. Bu birimler birbirleriyle uyumlu ve yanal geçişli Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonlarına ayrılmaktadır. Granülit, amfibolit ve gnays kayaçları Kalkanlıdağ formasyonu, mermerşist ve kalkışist aralanması Tamadağ, mermer ve metaçörtler ise Bozçaldağ formasyonuna dahil edilmektedir (Seymen, 1981).

2.1.1.2. Ankara Melanjı

Yüzeylerde kayaç cins ve bileşimlerine bağlı olarak açık-koyu yeşil, yeşilimsi koyu gri, boz ve kırmızı renklerde görülen bu oluşumlar, Orta Anadolu Masifi' nde Çiçekdağ çevresinde

Ketin (1955, 1963) tarafından birimin yerel özelliklerine göre, “Üst Kretase denizaltı volkanik serisi” ve “ofiyolitli seri” ile “bazik intrüzifler” şeklinde adlandırılmıştır. Komşu alanlarda daha sonra yapılan incelemelerde bazan aynı, bazan ise farklı araştırmacılar tarafından “Ankara Melanji” olarak adlandırılmıştır.

Orta Anadolu Masifi’ nin kuzey ve batı kesimlerinde gözlenen Ankara Melanji, mikro gabro ve diyabazik damarlar ile kesilmiş bazik denizaltı lavlar, piroklastikler, pelajik kireçtaşları, marn tabakalı çörtler, şeyl ve vake tipi kumtaşlarından oluşmuştur. Bu birimler yer yer düzenli bir ardalanma gösterirken yer yer ise aşırı tektonik karışıklığa uğramıştır. Ayrıca, birim içinde dokanak ilişkileri pek açık gözlenemeyen, bulundukları fasiyese ait olmadıkları anlaşılan fazlaca değişikliğe uğramış ve ileri derecede bozunmuş asidik-hiperasidik derinlik, sık sokulum ve püskürtük kayaçları, sparatik kireçtaşları ve yarı mermer blokları yer almaktadır. Yine aynı birim içinde sürekli ve geniş bir dilim halinde piroksenit, hornblendit, gabro-norit ve diyabazik dayk kümeleri ile kesilmiş bandlı gabrolardan oluşmuş bir mafik-ultramafik kayaç topluluğu da izlenir. Ankara Melanji, Kartal ve Asmaboğazı formasyonları tarafından aşılal uyumsuzlukla örtülmüştür.

2.1.1.2.1. Karakaya Ultramafiti

Bir kuşak şeklinde yayılım gösteren ve ultramafik kayaçların oluşturduğu topluluktur. Birim Baranadağ plütönu ile sıcak dokanaklar boyunca kesilirken, Pliyosen yaşlı Kızılırmak formasyonu ile örtölmektedir. Bu yüzden birimin yüzlekleri ya Hirfanlı-Gökeşme arasında olduğu gibi gömölü tepeler ya da Bayramözü batısında ve Akpınar-Hamitköy-İsahocalı dolaylarında izlendiği gibi Baranadağ plütönu içinde anklav şeklindedir.

Birimi oluşturan litolojiler, taze yüzeylerde yeşil, koyu yeşil, ayrıştıklarında ise gök mavisi renkler ile kolay tanınırlar. Bileşim açısından formasyon piroksenit, hornblendit, hiperstenit, gabro ve diyabaz dayk kümeleri ile kesilmiş bantlı ortogabro gibi litolojilerden oluşmuştur. Bunun içinde piroksenit ve gabroyik kayalar diğerlerine göre daha baskınken peridotit ve serpantinitle rastlanmamıştır.

2.1.1.3. Kartal ve Asmaboğazı Formasyonları

Orta Anadolu Masifi' nin güneybatısında Kargıncızölü-Hirfanlı köyleri arasında Ankara Melanjı' nı açık bir uyumsuzlukla örten, alta çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı ardalanması, üstte ise şeyl ve rudistli kireçtaşlarından oluşan bir istif gözlenir. Bu istifin alttaki kırıntılı kesimi, Tuz Gölü havzasında daha önce tanımlanmış Kartal formasyonunun (Ünalın vd., 1976) genel özelliklerini taşır. Birim, orta ve kalın tabakalı, kötü boylanmalı kırmızı çakıltası ve çakıltası kumtaşı ile başlar. Bunlar, içinde alttaki karışıktan oluşmuş bol, yarı yuvarlak, yuvarlak, yeşil volkanit, kırmızı çört ve biyomikrit çakılları içerir. Birim üste doğru, ince-orta tabakalı, yaygın olarak dereceli tabakalı yer yer ise paralel ve çapraz laminalı, kırmızı ince çakıltası-kumtaşı ve alacalı renkli çamurtaşı ardalanması şeklinde gelişir. Asmaboğazı formasyonu ise, Kartal formasyonunun üzerinde yeşil-gri renkli kumlu şeyller ya da bunlar ile yanal geçişli ve açık pembemsi-sarı renkli, bol alg, bryozoa ve lamelli brans kavkı parçaları ile yer yer çakıl içeren 2-3 m kalınlığında kumtaşları ile başlar. Terrijen malzemenin azalmasıyla üst kesimde kireçtaşlarına geçer. Kireçtaşları genel olarak 3-5 m kalınlıkta rudistli bağlamtaşları şeklindedir. Alttaki Kartal formasyonu ile uyumludur. Üstte ise ya tekrar uyumlu şekilde Kartal formasyonu tarafından izlenir ya da birbirleri veya ters fay ile Ankara Melanjı tarafından üstlenir. Her iki formasyon da Seymen 1981' e göre Üst Kretase olarak yaşlandırılmıştır.

2.1.1.4. Baranadağ ve Buzlukdağ Plütönu

2.1.1.4.1. Baranadağ Plütönu

Başlıca granit, granodiyorit, monzonit, monzodiyorit bileşimli olup, dokusal yönden granüller, mikrogranüller ve porfirik yapılarıdır. Yüzleklerde renk, bileşim ve doku bakımından yanal değişimler sunar. Aynı plütönu son ürünü olduğu kabul edilen porfirik stoklar ve aplit ile pegmatit damar oluşumları gözlenmektedir.

Bu kayaçlar, Ayan (1963) tarafından “Baranadağ Masifi” olarak adlandırılmıştır.

2.1.1.4.2. Buzlukdağ Plütönu

Yörede diğer bir magmatik oluşuma bağlı, silisçe doymun olmayan derinlik ve sığ sokulum kayaçları izlenmektedir. Daha önce Arni (1938a) ve Ketin (1963) tarafından saptanan ve yine Ayan (1963) tarafından da ayrıntılı olarak incelenen bu tür oluşuklar, nefelinli siyenit, lösitli siyenit porfirler, trakitler, fonolitler ve trakifonolitlerden oluşmuştur. Kaman grubunu ve Baranadağ plütönunu çoğunlukla dayk ve stoklar şeklinde keser. Bu birim batolitik bir kütle halinde yalnız Buzlukdağında yüzeyletiğinden “Buzlukdağ Plütönu” adı altında yeniden tanımlanmıştır. Birim, Seymen (1981) tarafından Paleosen olarak yaşlandırılmıştır.

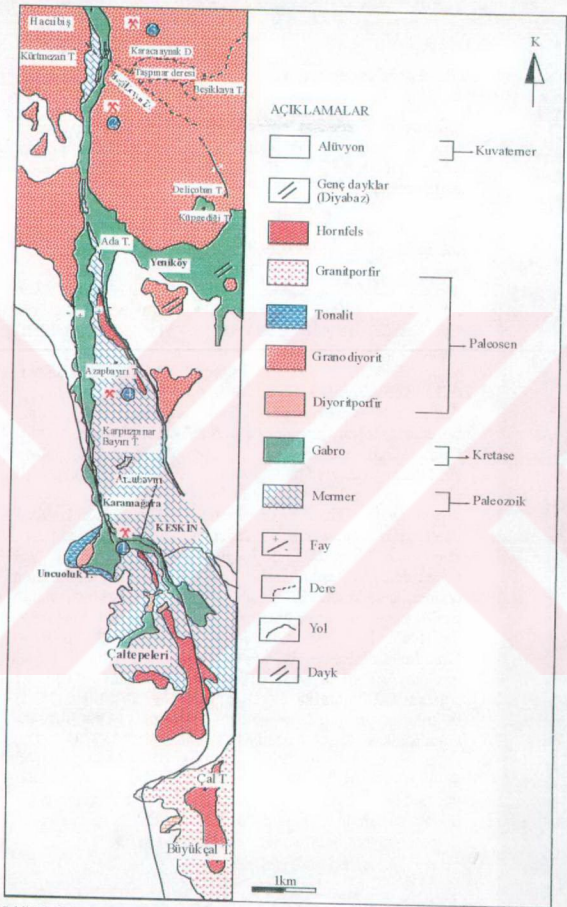
2.1.1.5. Tortul Örtü

Bölgede tüm birimleri uyumsuzlukla örten kırıntılı ve karbonatlardan oluşmuş bir istif bulunmaktadır. Seymen (1981) tarafından İpresiyen-Pliyosen olarak yaşlandırılan birim, Birgili vd. (1975) tarafından Çankırı-Çorum

havzasında “Kızılırmak Formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Kırmızı renkli ve çakıltası-kumtaşı ardalanmasıyla oluşmuştur. Ayrıca üst seviyelerde kireçtaşı bloklarına da rastlanmaktadır.

2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı, Orta Anadolu Masifi'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Bölgede yaşlıdan gence doğru mermer, gabbro, dioritporfir, granodiyorit, tonalit ve granitporfir birimleri yer almaktadır. Granitoidik kütlelerin mermerle yapmış olduğu dokanıklarda skarn oluşumuyla ilişkili olduğu bilinen kalsilikatik hornfels kayalar da inceleme alanında yaygın gözlenen oluşumlardır (Şekil 2.2). Bölgede en yaşlı birim, Bozçaldağ formasyonuna ait olduğu düşünülen mermerdir. Ketin (1963), bazı yerlerde bu birimin üzerine Üst Kretase yaşlı birimlerin geldiğini gözlemleyerek bundan daha yaşlı olduğunu, büyük bir ihtimalle Paleozoik yaşlı olabileceğini savunmuştur. Erkan ve Ataman (1981) ise, Kalkanlıdağ yöresindeki metamorfik kayalar üzerinde yaptıkları radyometrik yaş tayinine dayanarak (69-71 milyon yıl) metamorfizma yaşının tam olarak belirlenememiş olmasına rağmen, çökmenin Paleozoikte olduğunu, metamorfizmanın ise Mesozoik sırasında olduğunu ileri sürmüşlerdir. Magmatik kayalar bölgede en yaygın kayaç grubunu oluşturmaktadır. Granitoidik bileşimli bu kayalar genellikle tonalit, granit, granodiyorit ve diorit bileşimli olup, Ankara Melanjı ve Karakaya Ultramafiti olarak adlandırılan (Seymen, 1981) birimleri keser tarzda gelişmiştir. Bu birimler “Orta Anadolu Granitoidleri” olarak adlandırılır (Göncüoğlu vd., 1991, 1992) ve inceleme alanının özellikle kuzey bölümünde geniş bir yayılım gösterirler. Bu granitoidler değişik araştırmacılar tarafından 54 My (Ayan, 1963) ve 71 My (Ataman, 1972) olarak yaşlandırılmış olup bu yaş stratigrafik verilere göre Paleosen olarak belirlenmiştir (Seymen, 1981a).



Şekil 2.2: Çalışma alanının jeoloji haritası

Seymen (1981), Bayhan, (1987), Önen ve Unan (1988) tarafından Karakaya Ultramafitine dahil edilen gabrolar, çalışma alanında yaygın olarak gözlenen diğer bir kayaç grubudur. Ayrıca skarn oluşumlarıyla direkt olarak ilişkili olduğu düşünülen kalsilikatik hornfelsler ve granitoidik kayaçları kesen diyabaz daykları da inceleme alanında gözlenen kayaç grubudur. Örtü birimi, tüm birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelmiştir. Bu birimde, özellikle çekirdeğini hornfels kayacının oluşturduğu opaller yer almaktadır.

2. 2. 1. Mermer

Çalışma alanında yer alan mermer, Seymen (1981)' in tanımladığı Bozçaldağ formasyonuna karşılık gelmektedir. Keskin fayı boyunca uzanan ve geniş bir yayılım gösteren mermer, genellikle beyaz renkli, granoblastik dokulu ve tabakalanma yapıları kaybolmuş şekildedir. Özellikle Hacıbiş bölgesindeki mermer, pembe boyalı ve kısmen beyaz renkli felsik kayaçlar içinde bloklar şeklinde gözlenirken, Azapbayırı Tepe' deki mermer, yine tabaka yapıları bozulmuş durumda fakat grimsi beyaz renkte ve kırmızı damarlar içermektedirler. Bu bölgedeki mermer, granitoidlerle yapmış olduğu kontakt metasomatik ürün olan kalsilikatik hornfelslerle dokanak halindedir (Şekil 2. 3). Çaltepedeki mermerler, kontakt metamorfizma sonucu damar şeklinde çökelen Fe oluşukları içermektedir. Bu zonlar aynı zamanda silice zengin olup yer yer breşik doku göstermektedir ve mercer oluşturacak şekilde gelişmiş ikincil karbonat mineralleri içermektedir (Şekil 2.4). Mikroskobik olarak, gözlenekleri klorit mineralleri tarafından doldurulmuş olan mermer, granoblastik dokuludur (Şekil 2.5).



Şekil 2. 3: Mermer-kalksilikatlı homfels dokanağına ait el örneği



Şekil 2. 4: Silisçe zengin, yer yer breşik doku gösteren ve merccek şeklinde gelişmiş karbonat mineralleri içeren kontakt metamorfik zona ait el örneği



Şekil 2.5. Granoblastik doku gösteren mermerler
(Ç.N., B. 4x)

2.2.2. Gabro

Gabro, inceleme alanında K-G doğrultulu Keskin fayının çevresinde ve özellikle Ada Tepe ile Yeniköy dolaylarında yüzeylenmektedir. Gabro, el örneklerinde genellikle yeşilimsi siyah renkte ince kristalinden iri kristaline kadar çeşitlilik gösteren mafik bileşimden oluşmuştur. Ada Tepe kesimlerinde granitoidler tarafından kesilmektedirler. Granit gabro dokanaklarında sıcaklığın etkisiyle pişme zonları izlenebilmektedir. Yeniköy civarında ise gabroların granit bileşimli kayalarla sinüzoidal dokanak yaptıkları gözlenmiştir. Bu dokanaktan uzakta koyu yeşilimsi siyah renkte izlenen gabrolar dokanağa yaklaştıkça nisbeten daha açık diyorit veya kuvars diyorit türü kayalara geçiş göstermektedirler. Bu özellik, Orta Anadolu Masifi'nde

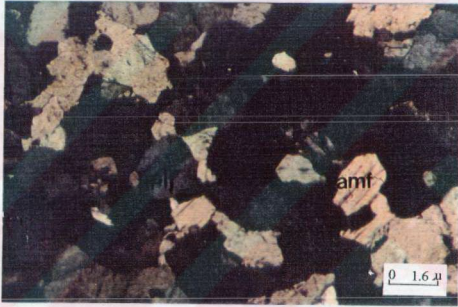
yer alan Aaren intrüzif kütlesindeki gabroların jeolojik ve jeofizik yöntemlerle yapılan çalışmalarında (Kadioğlu ve Güleç, 1996; Güleç ve Kadioğlu vd., 1998; Kadioğlu vd., 1998) belirlenmiştir. Aaren intrüzif kütlesinde yapılan araştırmalarda gabro ve granitlerin eş yaşlı oldukları ve gabroların, granitoidler içinde derine doğru genişleyerek devam ettikleri ortaya konulmuştur. Orta Anadolu Masifi'ndeki diğer birçok araştırmada ise (Göncüoğlu, vd., 1991; Önen ve Unan, 1988), gabroik kayaçların ofiyolitik dizilimin bir üyesi oldukları açıklanmıştır.

Bütün bu verilere göre daha ayrıntılı çalışmalardan sonra, belki Yeniköy civarındaki gabroların sinüzoidal kontakt ilişkisinde bulundukları granitoidlerle eş yaşlı oldukları söylenebilir. Yine de bu araştırma kapsamında jeokronolojik yaş tayini yapılamadığından gabroların yaşları hakkında kesin bir sonuca varılamamıştır.

Mikroskopta gözlenen özellikleri ise; genel dokuları holokristalin taneel, ofitik ve subofitik doku olarak belirlenmiştir. Özel doku olarak ise yer yer poiklitik ve amfiboller arasında plajiyoklazların gözlenmesiyle oluşan interkümülüs dokusu gözlenmiştir (şekil 2.6). Plajiyoklazlar genellikle zonlu yapı göstermektedir. Polisentetik ikiz gösterenler ise genellikle labrador ve andezin bileşimlidir. Az oranda, kafes ikizi gösteren mikroklin minerali bulunmaktadır. Kloritleşme, killeşme ve serizitleşme alterasyon türleri olarak gözlenmiştir. Özellikle plajiyoklazlardaki serizitleşme çok yaygındır. Mafik mineral olarak yaygın şekilde uralitleşmelere (şekil 2.7) ve aktinolit mineraline (şekil 2.8) rastlanmıştır. Piroksenler ojit minerali şeklindedir. Tali mineral bileşimini ise ikincil olarak geliştiği düşünülen zirkon ve muskovit oluştırmaktadır.

Gabro birimi gerek petrografik verilere gerekse jeokimyasal sonuçlara göre önemli ölçüde silisleşmiş olarak

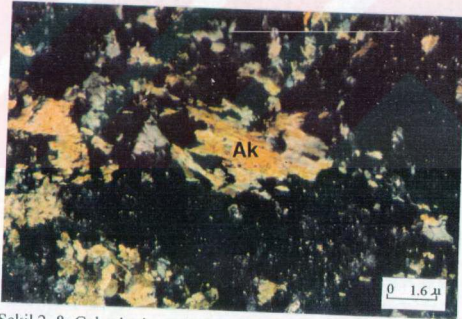
görülmektedir. Silisleşmeler daha çok ikincil kuvarslar şeklinde kayacın kırık ve çatlaklarında gözlenmiştir. Petrografik özelliklerinden de yararlanılarak belirlenen silisleşmelerin kaynağının, silisce zengin çözeltilerin olduğu düşünülmektedir. Bu çözeltiler, gabroik kayaları etkileyerek ikincil kuvarsların oluşumuna sebep olmuştur.



Şekil 2. 6: Gabrolarda gözlenen interkümülüs dokusu
(Ç. N., plj: plajiyoklaz, amf: amfibol)



Şekil 2. 7: Gabrolarda gözlenen uralitleşme
(Ç. N., px: piroksen, amf: amfibol)



Şekil 2. 8: Gabrolarda gözlenen aktinolit minerali
(Ç. N., Ak: aktinolit)

2.2. 3. Diyoritporfir

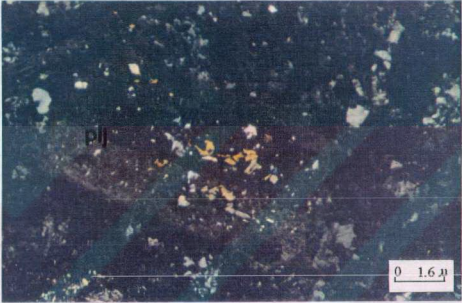
Diyoritporfirler, Unculuk Tepe' de granodiyorit-gabro dokanağında, Çaltepeler yöresinde ve Kırmızı dere de ise, dayk şeklinde mermerleri keserek gözlenmişlerdir. Bu kayaçların kontaktlarında yer yer kalsilikatik hornfelsler gözlenmiştir (Şekil 2.9). Keskin güneyinde kırılanmış, parçalanmış ve iyice ezilmiş gözlenen diyoritporfirler, ezilme izleri taşımaktadırlar (Şekil 2.10). Makroskobik olarak ince kristalli ve hemen hemen siyah renkte gözlenmektedir. Mikroskobik incelemelerde ise, ana bileşenler plajiyoklaz, amfibol ve piroksen olarak belirlenmiştir. Genellikle kayaçlar holokristalin porfirik doku göstermektedir. Burada fenokristalleri iri plajiyoklaz mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 2.11). Piroksenler uralitleşmiş olarak gözlenirken epidotlaşma ve kloritleşme yaygın alterasyon özelliğidir. Amfiboller özşekli olarak gözlenmektedir. Plajiyoklazlar ise heterojen bir özellik sergileyerek oligoklaz, andezin bileşiminde gözlenmiştir.



Şekil 2. 9: Dioritporfirlerin kantağında gelişen kalksifikatik homfelsler
D:diorit, Hm: homfels



Şekil 2. 10: Keskin güneyin de tektonizma izi taşıyan, kırılanmış, parçalanmış ve iyice ezilmiş gözlenen diyoritporfirler



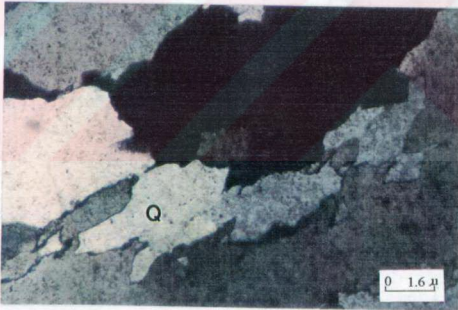
Şekil 2. 11: Dioritporfirlerde gözlenen plajiyoklaz fenokristali (Ç. N., plj: plajiyoklaz).

2.2.4. Granodiyorit

Granodiyoritler, sahada en yaygın kaya birimini oluştururlar. Çalışma alanının kuzeyinde geniş bir alanda gözlemlendiği gibi, Azapbayırı Tepe' nin doğusunda küçük bir kütle şeklinde de gözlenmiştir. Makroskobik olarak açık renkli, fakat yer yer koyu renkli minerallerin varlığı kayaca koyu gri renkli bir görünüm kazandırmıştır. Mikroskobik olarak ana bileşeni kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz ve amfibol mineralleri oluşturmaktadır. Genel doku holokristalin hipidiyomorf taneseldir. Amfibol grubuna ait aktinolit minerallerinde lifsi yapı gözlenirken (Şekil 2.12) özşekilli hornblendlerde boveno ikizi izlenmektedir. İnce kesitteki gözlemlere göre, kuvars mineralleri kataklazma etkisi taşımaktadır (Şekil 2.13). Düzensiz bir soğumayı işaret eden ortoklazlardaki iplikli pertitik doku çok tipiktir.

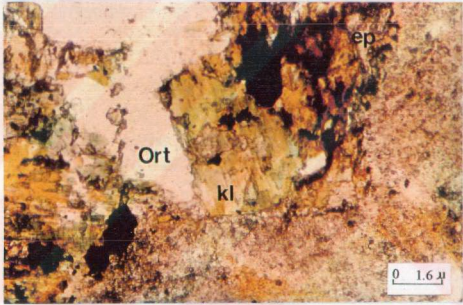


Şekil 2. 12: Granodiyoritlerde gözlenen lifsi yapıdaki aktinolit minerali (Ç. N., Ak: aktinolit, Ort: ortoklaz)

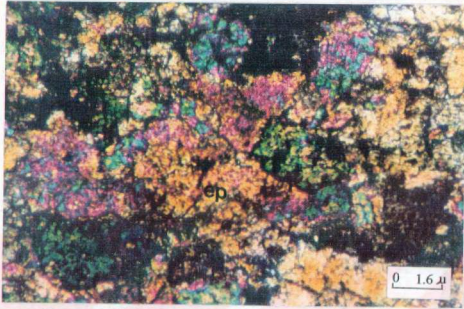


Şekil 2. 13: Granodiyoritlerde kataklazma etkisiyle yönlenme gösteren kuvars mineralleri (Ç. N., Q: kuvars)

Plajiyoklazlar ise genellikle zonlu yapı göstermektedir. Polisentetik ikizli olan plajiyoklazlar oligoklaz, andezin bileşimindedir. Bozunma ürünü olarak gelişen lifsi şekilli ve mavimsi girişim renkli kloritleşmeler (Şekil 2.14) ve epidotlaşmalar (Şekil 2.15) alterasyon minerallerini oluşturur.



Şekil 2. 14: Granodiyoritlerde yaygın şekilde gözlenen kloritleşmeler (T. N., kl: klorit, Ort: ortoklaz, ep: epidot)

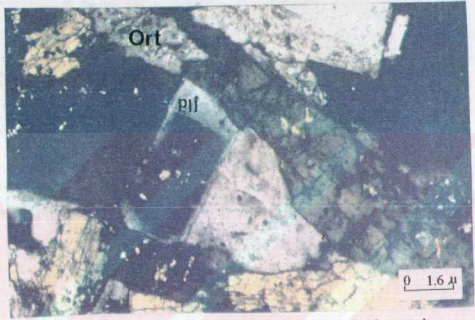


Şekil 2. 15: Granodiyoritlerde yaygın şekilde gözlenen epidotlaşmalar (Ç. N., ep: epidot)

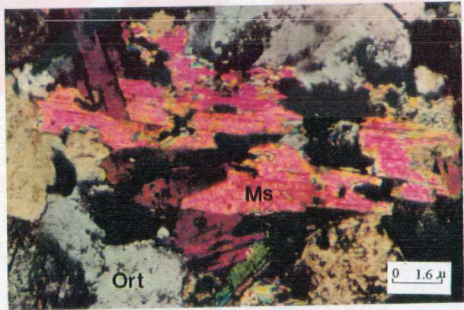
2.2.5. Tonalit

Tonalitler, bölgede çok yaygın olmamakla birlikte Uncuoluk Tepe’ de diyoritporfir kontağında gözlenir. Genellikle açık renkli gözlenen kayaç, ince taneli ve yer yer kuvars mercekleri içermektedir.

Mikroskop altında holokristalin hipidiyomorf taneli yapı gösteren tonalitler, oldukça yaygın ve ikincil geliştiği düşünülen özşekilli kuvars minerali içermektedir. Ana bileşeni plajiyoklaz ve kuvars mineralleri oluşturmaktadır. Koyu renkli mineral olarak amfibollere rastlanmıştır. Plajiyoklazlar genellikle zonlu yapıdadır (Şekil 2.16) ancak polisentetik ikiz gösterenleri andezin bileşimindedir. Muskovit minerali yaygın olarak gözlenirken (Şekil 2.17) zirkon (Şekil 2.18) tali bileşenler şeklindedir.



Şekil 2. 16: Tonalit kayacındaki plajiyoklazlarda gözlenen zonlu yapı (Ç. N., plj: plajiyoklaz, Ort: ortoklaz)



Şekil 2. 17: Tonalit kayacında gözlenen muskovit minerali (T. N., Ms. Muskovit, Ort: ortoklaz)



Şekil 2. 18: Tonalit kayacında gözlenen zirkon minerali
(Ç. N., Zr: zirkon, Ort: ortoklaz, kl: klorit)

2.2.6. Granitporfir

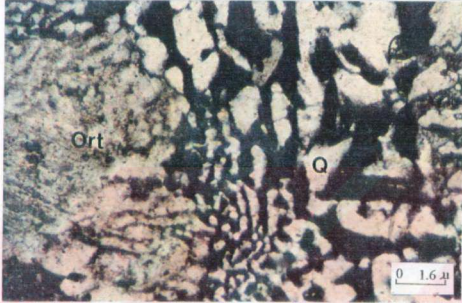
Bölgede çalışma alanının güneyinde yaygın olarak granitporfirler yüzlek vermektedir. Makroskobik olarak porfiro fanaritik dokulu olan kayaç, açık yeşilimsi bej renklidir. Önemli ölçüde alterasyona uğramıştır. Yer yer kuvars damarları tarafından kesilmiştir. İri feldspat mineralleri kayaçta belirgin şekilde izlenebilmektedir (Şekil 2.19). Çaltepelerde gözlenen granitporfirlerde, yer yer çok ince kristalli mafik minerallerce zengin fels zonu gözlenmektedir (Şekil 2.20). Mikroskobik olarak holokristalin porfirik dokuya sahiptir. Kuvars ve feldspat ana bileşeninden oluşmuş olmakla birlikte feldspatlar ileri derecede killeşmiş ve serizitleşmiş şekilde gözlenmiştir. Az miktarda biyotit mineralinin yanında tali olarak muskovit ve zirkon mineralleri de içermektedir. Özel dokulardan ise ortoklaz ve kuvars mineralleri arasında çok güzel bir biçimde gelişen grafik doku yaygındır (Şekil 2.21). Kayacın ana bileşenini kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz ve yer yer biyotit mineralleri oluşturmaktadır.



Şekil 2. 19: Alkali feldspat fenokristallerinin yaygın olarak gözlemlendiği granitporfir kayacı



Şekil 2. 20: Çaltıpelerdeki granitporfirler içinde yer yer çok ince kristalli mafik minerallerce zengin fels zonuna ait el örneği



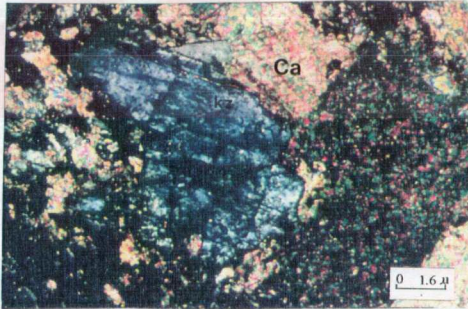
Şekil 2. 21: Granitporfirlerde belirlenen grafik doku
(Ç. N., Q: kuvars, Ort: ortoklaz)

2.2.7. Kalksilikatik Hornfels

Kalksilikatik hornfels, tipik olarak skarn bölgelerinde gözlenen ve kontakt metamorfizma sonucu gelişen kayalardır. Bölgede, Çaltepeler' in doğusunda, güneyinde ve kısmen kuzeyinde, Azapbayırı Tepe' nin hemen kuzeyinde ve Büyükçal Tepe' nin kuzeyinde gözlenmiştir. Kontakt metamorfizma zonunda silis damarları gözlenmiştir. Bu zon demir ve silisçe zengin olup yer yer breşik doku gösterirken, karbonat mineralleri merccek oluşturacak şekilde gelişmişlerdir. Bu kayalarda % 10' un üzerinde opak mineral belirlenmiş ve kontakt metamorfizma izi taşıyan, tıkız yönelme göstermeyen fels dokusunun hakim olduğu gözlenmiştir (Şekil 2. 22). Ayrıca kontakt metamorfizmayı ifade eden ikinci nikeldeki tipik mavimsi rengiyle belirginleşen klinozoit minerali gözlenmektedir (Şekil 2. 23).



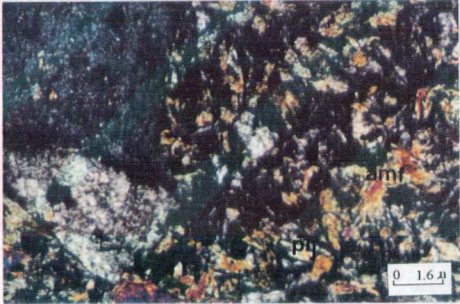
Şekil 2. 22: Kontakt metamorfizma izi taşıyan ve tıkHz yönlendirme göstermeyen fels dokusunun hakim olduğu kalsilikatik hornfels kayacına ait el örneği



Şekil 2. 23: Hornfels kayacında gözlenen klinozoit minerali (Ç. N., kz: klinozoit, Ca: kalsit)

2.2.8. Genç Dayklar (Diyabaz)

Bölgede genellikle dayk şeklinde gözlenen diyabazlar, granit ve granitporfir kayaçları içinde onları keser tarzda gözlenmiştir. Makroskobik olarak koyu yeşil-siyah, oldukça ince taneli kırıklı ve çatlaklı olarak gözlenmektedir. Mineralojik olarak amfibol, plajiyoklaz ve kuvars mineralleri ana bileşeni oluşturmaktadır. Mikroskopta genel olarak holokristalin allotriyomorf ya da hipidiyomorf taneleşme doku belirlenmiştir. Subofitik ve ofitik doku (Şekil 2.24) kayaçta yaygın olarak gözlenen özel doku türüdür. Plajiyoklazlar genellikle zonlu yapıda gözlenirken zirkon, titanit ve muskovit tali mineral olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. 24: Diyabaz daykında gözlenen subofitik doku
(Ç. N., plj: plajiyoklaz, amf: amfibol)

2.9. Örtü Birimleri

Çalışma alanında en genç birim olarak belirlenen örtü birimleri, Eosen ve Pliyosen yaşlı çökellerdir. Oktay' a göre (1981), inceleme alanında yer alan örtü birimleri Üst Paleosen?-Alt Eosen zaman aralığında temelden türemiş kırıntılı kayaçların, karasal koşullarda bir alüvyon yelpazesi oluşturacak şekilde depolanması ile başlar. Alt Eosen' de bölgeyi basan deniz içinde Alt-Orta Eosen' de kıyıda gelişmiş taban kırıntıları ve sonra sık denizel karbonatlar ile sürer ve örtünün denizel kesimi Üst Eosen' de kısmen regresif havza içi türbititleri ile son bulur.

Çalışma alanında geniş bir alanda gözlenen örtü birimlerinde çekirdeği hornfels kayacından oluşan opaller de gözlenmiştir.

1. KESKİN MAGMATİK KAYAÇLARININ JEOKİMYASI

Çalışma alanında genel olarak 7 tür kayaç grubu ayırt edilmiştir. Bunlar; gabro, tonalit, diyoritporfir, granodiyorit, granitporfir, kalksilikatik hornfels ve genç dayklar şeklinde adlandırılmış ve haritalanmıştır (Şekil 2. 2). Bu kayaçların mümkün olduğu kadarıyla taze kesimlerinden seçilen 22 adet örnek, MTA laboratuvarlarında otomatik öğütücülerde 200 mesh' in altında öğütülüp paketlenerek ACME Analytical Lab. (Kanada)' a analiz için gönderilmiştir. Analizlerde SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Cr_2O_3 ana oksitleri ve Be, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, Tl, U, V, W, Zr ve Y eser elementleri için ICP-ES yöntemi kullanılırken, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu analizleri için ICP- MS yöntemi kullanılmıştır.

3. 1. Kayaçların Kökensel Özellikleri

Kayaçlara ait major oksit analiz sonuçları, örnek numaralarıyla kayaç adları Çizelge 3.1' de, eser element içerikleri Çizelge 3. 2 ve NTE içerikleri de Çizelge 3. 3' de verilmiştir. Bu tablolarda ayrıca herbiri için max. min. ve ortalama değerler hesaplanmış, major oksitlere ait korelasyon katsayıları da ayrı bir çizelgede (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3. 5) verilmiştir.

Bazı araştırmacılar kayaçları kökensel ya da tektonik açıdan sınıflandırmaya yönelik diyagramlar kullanmışlardır. Bunlardan $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ diyagramında (Meinert, L. D., 1995), inceleme alanındaki tüm kayaçların peralümino karakteri gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 3. 1). Özellikle Sn ve Zn skarn yataklarının oluştuğu yankayaçların peralümino karakteri taşıdığı (Meinert, L. D., 1984), Fe-Zn-Cu-Mo skarnların ise genellikle yükseltgen

ortamları tercih ettiği gözlemlenmiştir (Meinert, L. D., 1995). Yükseltgen ve indirgen ortamların ayrımında $\text{SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ diyagramı (Meinert, L. D., 1995) kullanılmış, gabro ve diyoritporfir ve granitporfir kayaçlarının hemen hemen tamamının, granodiyorit ve tonalit kayaçlarının da büyük bir kısmının yükseltgen özellik gösterdiği belirlenmiştir (şekil 3. 2).

Çizelge 3. 1: Kayag örneklerine ait major oksit analiz sonuçları

Örnek No	Kayag Adı	SiO ₂ wt%	TiO ₂ wt%	Al ₂ O ₃ wt%	Fe ₂ O ₃ wt%	MnO wt%	MgO wt%	CaO wt%	Na ₂ O wt%	K ₂ O wt%	P ₂ O ₅ wt%	Cr ₂ O ₃ wt%	Ba ppm	Ra ppm	Sc ppm	LOI %	TOT/C %	TOT/SUM %
NK9	Tonalit	67.84	0.57	14.65	3.970	0.08	1.96	1.35	3.26	3.01	0.21	0.057	671.0	1077	11.0	2.7	0.21	99.9
NK10	Tonalit	68.90	0.55	14.22	3.550	0.08	1.66	1.28	2.19	3.31	0.13	0.080	650.0	1870	10.0	3.2	0.21	99.5
NK11	Tonalit	67.63	0.60	15.61	2.870	0.10	1.50	1.89	3.50	3.06	0.19	0.041	1055	306.0	12.0	2.3	0.59	99.5
NK16	Tonalit	66.87	0.46	15.05	5.110	0.08	1.36	5.01	4.42	0.26	0.13	0.042	178.0	189.0	28.0	1.3	0.06	100
NK35	Tonalit	66.10	0.62	15.49	6.550	0.13	1.03	5.01	4.00	0.31	0.11	0.003	78.00	20.00	20.0	0.8	0.04	100
NK38	Tonalit	72.10	0.36	13.14	3.130	0.03	0.59	4.60	4.46	0.12	0.12	0.063	33.00	1682	14.0	1.3	0.03	100
NK52	Tonalit	72.15	0.25	13.45	3.000	0.05	0.63	2.04	3.25	3.83	0.06	0.036	721.0	24.00	4.00	0.9	0.03	99.7
Max		72.15	0.62	15.61	6.550	0.13	1.96	5.01	4.46	3.31	0.21	0.080	1055	1870	28.0			
Min		66.10	0.36	13.14	2.870	0.03	0.59	1.28	2.19	0.12	0.06	0.003	178.0	24.0	4.00			
Ortalama		68.81	2.37	14.51	4.020	0.08	1.25	3.03	3.67	1.98	0.14	0.046	384.0	735.0	14.1			
NK18	Granodiyorit	73.11	0.42	13.41	3.350	0.05	0.75	4.30	3.73	0.17	0.09	0.047	46.00	46.00	20.0	0.6	0.03	100
NK31	Granodiyorit	68.17	0.51	14.90	5.730	0.17	1.22	5.48	3.43	0.12	0.15	0.015	37.00	127.0	17.0	0.2	0.05	100
NK32	Granodiyorit	74.54	0.16	12.88	2.860	0.04	1.06	5.14	3.28	0.12	0.03	0.004	47.00	28.00	6.00	0.1	0.12	100
NK33	Granodiyorit	69.91	0.32	14.34	3.120	0.04	0.90	3.26	3.82	2.70	0.06	0.041	380.0	44.00	6.00	1.3	0.04	99.9
NK49	Granodiyorit	70.22	0.38	15.03	1.390	0.04	0.98	3.24	4.31	2.45	0.11	0.057	460.0	1434	8.00	1.5	0.03	99.9
Max		74.54	0.51	15.03	5.730	0.17	1.22	5.48	4.31	2.70	0.15	0.057	460.0	1434	8.00	1.5	0.03	99.9
Min		68.17	0.16	12.88	1.390	0.04	0.75	3.24	3.28	0.12	0.03	0.004	37.00	28.00	6.00			
Ortalama		71.19	0.36	14.11	3.290	0.07	0.98	4.28	3.71	1.11	0.09	0.033	194.0	336.0	11.4			
NK81	Gabro	49.25	0.55	14.95	10.56	0.17	8.43	12.5	1.91	0.33	0.09	0.070	100.0	485.0	44.0	1.2	0.1	100
NK39	Gabro	68.53	0.47	15.02	4.520	0.07	1.16	5.48	3.27	0.25	0.09	0.069	40.00	1805	16.0	0.1	0.03	100
NK27	Gabro	51.59	0.83	17.26	12.12	0.19	4.80	10.3	1.74	0.22	0.07	0.021	49.00	181.0	38.0	0.8	0.03	100
NK28	Gabro	49.34	1.46	15.03	13.74	0.22	6.32	9.03	2.54	0.11	0.12	0.016	49.00	235.0	38.0	2.1	0.03	100
NK20	Gabro	48.25	0.82	17.53	11.32	0.17	6.07	10.4	2.51	0.10	0.07	0.042	178.0	884.0	41.0	1.9	0.08	99.9
NK24	Gabro	48.86	0.35	12.04	10.35	0.25	12.9	11.9	1.10	0.16	0.07	0.107	54.00	219.0	49.0	1.9	0.07	100
NK30	Gabro	49.18	1.48	15.81	11.58	0.24	6.39	11.4	2.38	0.19	0.17	0.015	42.00	54.00	42.0	1.3	0.04	100
Max		68.53	1.48	17.53	13.74	0.25	12.9	12.5	3.27	0.65	0.17	0.107	178.0	1805	49.0			
Min		48.25	0.35	12.04	4.520	0.07	1.16	5.48	1.10	0.11	0.07	0.015	40.00	54.00	16.0			
Ortalama		52.14	0.85	15.37	655.6	0.19	6.39	10.2	2.20	0.27	0.10	0.048	73.10	551.8	38.3			
NK58	Diyorit	61.66	0.16	16.65	3.280	0.07	1.89	3.71	3.97	3.88	0.16	0.038	967.0	33.00	28.0			
NK54	Diyorit	63.88	0.40	16.65	6.600	0.11	4.32	10.2	3.97	3.88	0.16	0.007	967.0	28.00	8.00	0.4	0.07	100
Max		63.88	0.40	16.65	6.600	0.11	4.32	10.2	3.97	3.88	0.16	0.007	967.0	28.00	8.00			
Min		61.66	0.16	15.20	3.280	0.07	1.89	3.71	2.45	0.29	0.07	0.007	70.00	28.00	8.00			
Ortalama		62.77	0.36	23.53	6.580	0.13	4.05	8.79	4.44	2.23	0.15	0.026	554.0	44.50	32.0			
NK73	Granitiorit	70.59	0.24	13.50	4.030	0.12	0.77	2.08	3.54	3.08	0.11	0.029	599.0	351.0	5.00	2.1	0.37	100

40

Sr	Ta	Th	Tl	U	V	W	Zr	Y
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
190.4	0.8	10.0	0.80	2.3	60.0	2.20	170.6	26.20
127.7	0.7	9.10	0.70	1.7	56.0	2.10	147.2	21.90
268.0	0.9	9.50	1.10	2.8	72.0	2.60	152.1	18.20
117.3	0.1	0.20	0.30	0.3	62.0	3.90	27.70	44.40
170.7	0.7	0.60	0.10	0.4	16.0	0.50	39.00	19.10
18.30	0.1	0.30	0.10	0.2	42.0	0.80	50.20	29.10
141.8	2.5	19.0	0.40	4.3	26.0	4.10	128.6	20.20
268.0	0.8	19.0	1.10	4.3	72.0	4.10	170.6	44.40
18.30	0.1	0.20	0.10	0.2	16.0	0.50	39.00	18.20
147.7	0.8	6.96	0.50	1.7	47.7	2.30	102.2	25.60
136.3	0.1	0.30	0.20	0.1	32.0	4.40	42.30	20.10
152.8	0.3	0.20	0.10	0.1	57.0	0.50	21.70	23.70
140.6	0.1	0.10	0.10	0.1	10.0	0.50	20.90	14.60
179.6	0.7	14.9	0.30	3.8	37.0	4.30	154.4	25.50
249.4	2.8	14.5	0.30	4.8	27.0	3.40	145.1	27.10
249.0	2.8	14.9	0.30	4.8	57.0	4.40	154.4	27.10
136.0	0.1	0.10	0.10	0.1	10.0	0.50	20.90	14.60
171.7	0.8	6.00	0.20	1.8	2.62	2.60	76.88	22.20
157.6	0.2	0.40	0.10	0.3	222	0.50	9.600	18.70
165.0	0.1	0.20	0.10	0.1	48.0	0.50	30.00	22.30
195.8	0.1	0.70	0.20	0.4	281	1.80	32.50	15.50
109.2	0.2	0.10	0.10	0.1	268	0.50	61.70	29.80
175.7	0.1	1.00	0.30	0.6	288	1.90	28.30	12.80
83.60	0.1	0.10	0.10	0.1	182	0.90	10.40	8.500
170.6	0.1	0.20	0.10	0.1	261	1.10	55.80	28.10
196.0	0.2	1.00	0.30	0.6	288	1.90	61.70	29.80
83.60	0.1	0.10	0.10	0.1	48.0	0.50	9.600	8.500
151.1	0.1	0.39	0.14	0.2	221	1.03	32.61	19.39
147.7	0.1	0.70	0.10	0.2	47.0	10.6	46.30	11.80
219.1	3.4	22.0	0.30	7.3	68.0	1.00	129.7	19.10
219.0	3.4	22.0	0.30	7.3	68.0	10.6	129.7	19.10
148.0	0.1	0.70	0.10	0.2	47.0	1.00	46.30	11.80
293.0	3.5	23.4	0.35	7.4	91.5	11.1	111.2	21.35
130.1	0.7	15.0	0.30	3.1	11.0	3.60	157.2	28.10

Çizelge 3. 2: Kayaç örneklerine ait eser element analiz sonuçları

Örnek No	Kayaç Adı	Be ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Li ppm
NK9	Tonalit	2.0	1.5	17.8	5.2	8.0	102.4	1.0
NK10	Tonalit	1.0	2.4	15.7	4.4	7.0	121.1	1.0
NK11	Tonalit	1.0	2.4	17.4	4.7	8.3	160.0	1.0
NK16	Tonalit	1.0	0.7	14.2	0.7	0.7	7.120	1.0
NK35	Tonalit	1.0	0.4	15.9	1.1	1.1	19.67	1.0
NK38	Tonalit	1.0	0.2	16.4	1.8	0.8	21.49	1.0
NK52	Tonalit	9.0	2.7	14.8	3.8	12	158.5	1.0
Max		9.0	2.7	17.8	5.2	8.3	160.0	1.0
Min		1.0	0.2	14.2	0.7	0.7	7.100	1.0
Ortalama		2.3	1.5	16.0	3.1	5.4	84.34	1.0
NK18	Granodiyorit	1.0	0.6	14.0	1.2	0.9	7.810	1.0
NK31	Granodiyorit	1.0	0.2	15.3	0.7	1.8	3.350	1.0
NK32	Granodiyorit	1.0	0.1	11.1	0.6	0.4	4.700	1.0
NK53	Granodiyorit	2.0	2.8	15.4	4.6	6.7	114.4	1.0
NK49	Granodiyorit	1.0	2.3	15.2	4.2	12	89.55	1.0
Max		2.0	2.8	15.4	4.6	12	114.0	1.0
Min		1.0	0.1	11.1	0.7	0.4	3.400	1.0
Ortalama		1.2	1.2	14.2	2.3	4.3	43.95	1.0
NK81	Gabro	1.0	1.3	16.2	0.2	0.5	26.34	1.0
NK39	Gabro	1.0	0.7	15.9	0.8	0.6	20.32	1.0
NK27	Gabro	1.0	0.5	18.9	1.0	1.3	32.78	1.0
NK28	Gabro	1.0	0.3	19.4	1.8	0.5	5.790	1.0
NK20	Gabro	1.0	2.0	16.5	0.9	1.1	47.52	1.0
NK24	Gabro	1.0	0.5	10.6	0.3	0.2	4.720	1.0
NK30	Gabro	1.0	0.2	19.5	1.4	0.6	2.930	1.0
Max		1.0	2.0	19.5	1.8	1.3	48.00	1.0
Min		1.0	0.2	10.6	0.3	0.2	2.900	1.0
Ortalama		1.0	0.8	16.7	0.9	0.7	20.06	1.0
NK58	Diyyorit	1.0	0.4	13.5	1.5	0.6	7.120	1.0
NK54	Diyyorit	2.0	2.7	17.9	3.8	9.5	140.8	1.0
Max		2.0	2.7	17.9	3.8	9.5	141.0	1.0
Min		1.0	0.4	13.5	1.5	0.6	7.100	1.0
Ortalama		1.5	2.9	24.7	4.6	9.8	144.6	1.0
NK73	Granitporfir	1.0	2.1	17.4	4.9	7.4	142.9	1.0

Çizelge 3. 3: Kayag örneklerine ait NTE analiz sonuçları

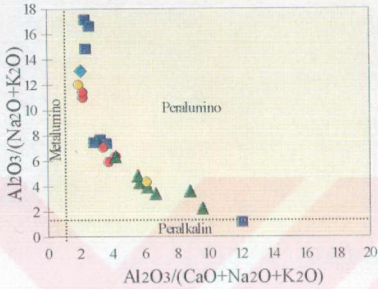
Örnek No	Kayag Adı	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
NK9	Tonaltı	30.7	62.9	7.17	28.5	5.30	0.94	4.75	0.75	4.80	0.93	3.09	0.41	2.08	0.41
NK10	Tonaltı	27.3	56.2	6.62	25.5	5.10	0.85	4.62	0.66	4.46	0.79	2.66	0.36	2.51	0.32
NK11	Tonaltı	25.7	53.3	6.11	24.6	4.40	0.72	3.79	0.53	3.54	0.65	2.30	0.29	1.68	0.30
NK16	Tonaltı	2.50	7.20	1.28	8.60	3.80	0.98	6.21	1.13	8.00	1.60	5.72	0.71	5.10	0.68
NK35	Tonaltı	3.80	9.40	1.34	6.90	2.20	1.16	2.96	0.48	3.58	0.67	2.53	0.31	2.22	0.33
NK38	Tonaltı	3.30	7.10	1.24	6.80	2.50	0.81	3.83	0.69	4.90	1.02	3.84	0.49	3.71	0.56
NK52	Tonaltı	39.2	67.6	6.26	22.2	3.50	0.57	3.24	0.52	3.32	0.67	2.39	0.32	2.48	0.37
Max		39.2	67.6	7.17	28.5	5.30	1.20	6.21	1.13	8.00	1.60	5.72	0.71	5.10	0.68
Min		2.50	7.10	1.24	6.80	2.20	0.60	2.96	0.48	3.32	0.65	2.30	0.29	1.68	0.30
Ortalama		18.9	37.7	4.29	17.6	3.83	0.86	4.20	0.68	4.63	0.90	3.19	0.41	3.00	0.42
NK18	Granodiyorit	3.60	7.30	1.06	5.40	1.90	0.95	2.92	0.51	3.54	0.74	2.57	0.32	2.12	0.35
NK32	Granodiyorit	2.40	6.90	1.03	6.30	2.20	0.92	3.48	0.59	4.28	0.87	2.95	0.36	2.80	0.40
NK53	Granodiyorit	39.0	68.2	7.01	25.0	4.10	0.87	4.18	0.64	4.40	0.85	2.99	0.40	2.92	0.44
NK59	Granodiyorit	35.2	68.6	7.01	25.2	4.50	0.75	4.35	0.67	4.61	0.92	3.26	0.44	3.24	0.49
Max		39.0	68.6	7.01	25.2	4.50	1.00	4.35	0.67	4.61	0.87	3.26	0.44	3.24	0.49
Min		1.40	3.60	0.58	3.50	1.30	0.50	1.89	0.34	2.49	0.53	1.86	0.24	1.69	0.24
Ortalama		16.3	3.34	3.34	13.1	2.80	0.80	3.36	0.55	3.86	0.78	2.73	0.35	2.58	0.38
NK81	Gabbro	2.90	6.50	0.96	5.20	1.70	1.77	2.70	0.52	3.54	0.71	2.54	0.32	2.12	0.32
NK39	Gabbro	2.30	5.60	0.94	5.50	2.00	0.94	3.20	0.56	3.96	0.82	2.96	0.38	2.46	0.39
NK27	Gabbro	3.40	7.20	1.04	5.60	1.60	0.65	2.41	0.42	2.87	0.58	2.03	0.27	1.79	0.27
NK28	Gabbro	2.70	7.70	1.35	8.30	2.60	1.19	4.64	0.82	5.42	1.15	3.66	0.48	3.10	0.49
NK20	Gabbro	5.80	9.30	1.06	5.10	1.30	0.53	1.89	0.33	2.34	0.45	1.63	0.22	1.48	0.22
NK24	Gabbro	1.10	2.40	0.36	2.10	0.70	0.37	1.27	0.23	1.55	0.32	1.10	0.14	1.13	0.14
Max		2.50	7.70	1.36	8.40	3.10	1.14	4.42	0.78	5.25	1.05	3.54	0.45	3.10	0.44
Min		5.80	9.30	1.36	8.40	2.60	1.80	4.64	0.78	5.42	1.15	3.66	0.48	3.10	0.49
Ortalama		1.10	2.40	0.94	2.10	0.70	0.40	1.27	0.23	1.55	0.32	1.10	0.14	1.13	0.14
NK58	Diyorit	3.40	7.40	0.96	4.60	1.20	0.50	1.63	0.27	2.01	0.41	1.49	0.18	1.44	0.21
NK54	Diyorit	39.8	72.0	7.26	27.4	4.90	0.94	3.96	0.54	3.45	0.66	2.11	0.29	2.20	0.32
Max		39.8	72.0	7.26	27.4	4.90	0.90	3.96	0.54	3.45	0.66	2.11	0.29	2.20	0.32
Min		3.40	7.40	0.96	4.60	1.20	0.50	1.63	0.27	2.01	0.66	1.49	0.18	1.44	0.21
Ortalama		43.2	43.4	4.59	18.3	3.65	0.95	3.61	0.54	3.74	0.87	2.55	0.33	2.92	0.37
NK73	Granodiyorit	31.4	59.3	6.30	23.8	4.50	0.72	4.43	0.68	4.82	0.94	3.49	0.44	3.36	0.47

Çizelge 3. 4: Granitoidlerin ana oksitlerinin korelasyon katsayıları

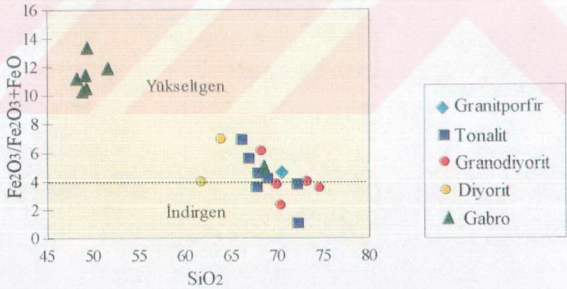
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
SiO ₂	1	-0.15	-0.93	-0.47	-0.38	-0.81	-0.43	0.11	-0.069	-0.43	-0.04
TiO ₂		1	0.25	0.28	0.41	-0.13	-0.49	0.10	0.209	0.85	-0.47
Al ₂ O ₃			1	0.28	0.34	0.80	0.47	-0.12	-0.060	0.43	0.08
Fe ₂ O ₃				1	0.68	0.05	0.09	0.43	0.001	0.46	-0.38
MnO					1	0.05	-0.02	0.08	0.020	0.61	-0.25
MgO						1	0.65	-0.49	-0.180	0.11	-0.11
CaO							1	-0.11	-0.740	-0.40	-0.36
Na ₂ O								1	-0.090	0.13	-0.42
K ₂ O									1	0.33	0.24
P ₂ O ₅										1	0.25
Cr ₂ O ₃											1

Çizelge 3. 5: Gabroların ana oksitlerinin korelasyon katsayıları

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
SiO ₂	1	-0.34	-0.04	-0.897	-0.85	-0.71	-0.88	0.66	-0.11	0.03	0.205
TiO ₂		1	0.379	0.6051	0.421	-0.21	0.03	0.284	-0.23	0.755	-0.876
Al ₂ O ₃			1	0.2123	-0.27	-0.63	-0.13	0.406	0.555	0.179	-0.737
Fe ₂ O ₃				1	0.798	0.436	0.64	-0.47	-0.07	0.054	-0.528
MnO					1	0.757	0.75	-0.71	-0.33	0.11	-0.15
MgO						1	0.8	-0.86	-0.14	-0.31	0.493
CaO							1	-0.8	0.08	-0.14	0.092
Na ₂ O								1	0.199	0.543	-0.363
K ₂ O									1	-0.13	0.033
P ₂ O ₅										1	-0.545
Cr ₂ O ₃											1



Şekil 3. 1: Magmatik kayalara ait Al doygunluk diyagramı



Şekil 3. 2 : Magmatik kayaların yükseltgen-indirgen durumları

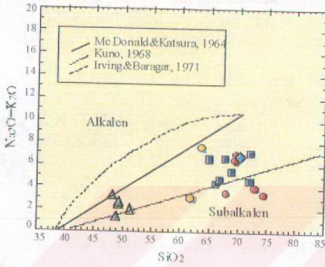
Bölgede yeralan magmatik kayaların karakterlerini belirlemeye yönelik SiO_2 ' ye karşı $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ diyagramı çizilmiş ve kayaların tamamının subalkalen karakterde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3. 3). Subalkalen karakterli olan bu kayalar için AFM diyagramı çizilmiş ve gabroların toleyitik, diğer kayaların ise kalkalkalen özellikte olduğu görülmüştür (Şekil 3. 4). Ancak Şekil 3. 4' te de görüldüğü gibi bir adet granodiyorit örneği toleyitik kalkalkalen ayırım çizgisi sınırında yer almaktadır. Bunun sebebi büyük olasılıkla kayalarda yeralan demirce zengin minerallerin kümelenmesidir.

Granodiyorit, tonalit ve granitporfir kayalarının kökenlerini belirleme açısından $\text{Ga}-\text{Al}_2\text{O}_3$ ve $\text{Y}-\text{SiO}_2$ diyagramları (Collins ve diğ., 1982) çizilmiştir (Şekil 3. 5). Diyagramlarda bu kayaların tümünün I-tipi granitoid özelliği sergilediği gözlenmiştir.

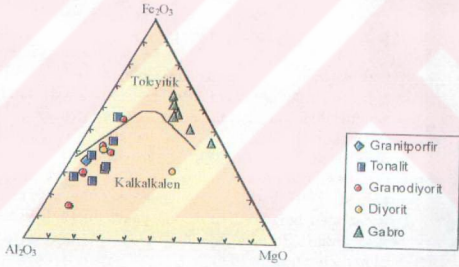
3. 2. Ana Element Jeokimyası

Farklılaşma (diferansiyasyon) olayında kimya karmaşık olmasına rağmen, kayaların bileşimlerindeki farklılıkların genelde oldukça sistematik bir değişme göstermesi beklenir (Krauskopf, 1985). Bu sistematik ilişkiler, element oksitlerinin belli bir değışkene göre değışimlerinin incelendiği diyagramlarla ortaya konulabilir. Böylece inceleme alanında olduğu gibi değışik tipte magmatik kayaların birarada bulunduğu bölgelerde birbirine yakın bileşimdeki magmatik kayaların aynı bir magmanın farklılaşma ürünleri olup olmadıkları açıklanabilir.

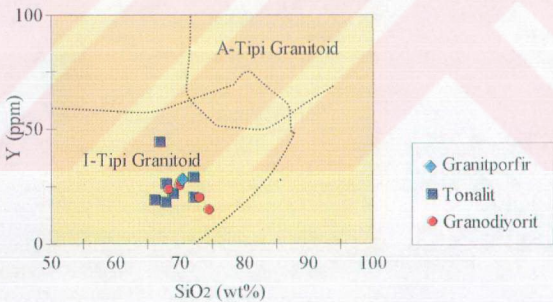
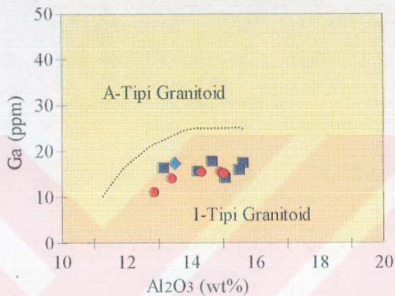
Bunun için inceleme alanındaki kayaların ana oksitlerinin korelasyon katsayıları hesaplanmış, ayrıca yine bu oksitlerin SiO_2 ' ye göre Harker diyagramları çizilmiştir. Ana oksitlerin korelasyon katsayıları Çizelge 3. 4 ve Çizelge 3. 5' de görülmektedir. Granitoidlerin ana oksitlerinin korelasyonunda



Şekil 3. 3: Kayaç örneklerine ait alkali-silika diyagramı

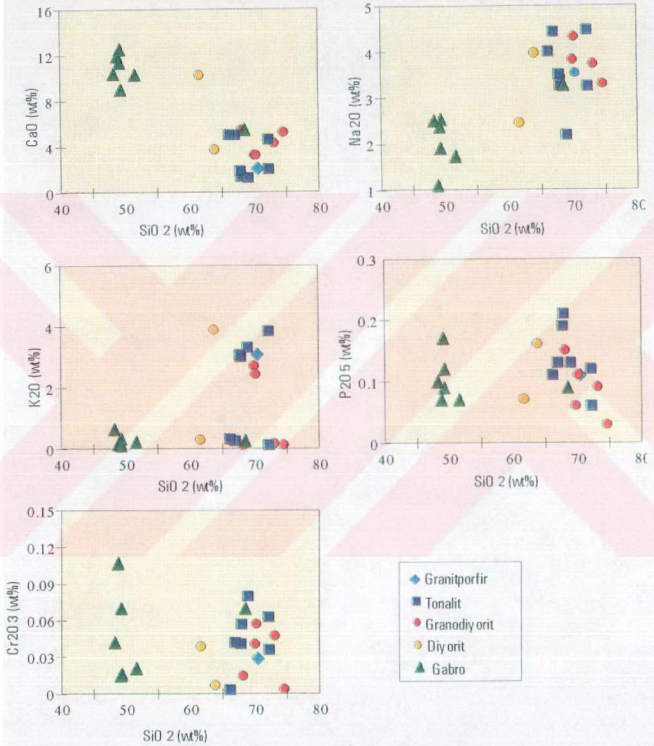


Şekil 3. 4: Kayaç örneklerine ait AFM diyagramı (Irving & Baragar, 1971)

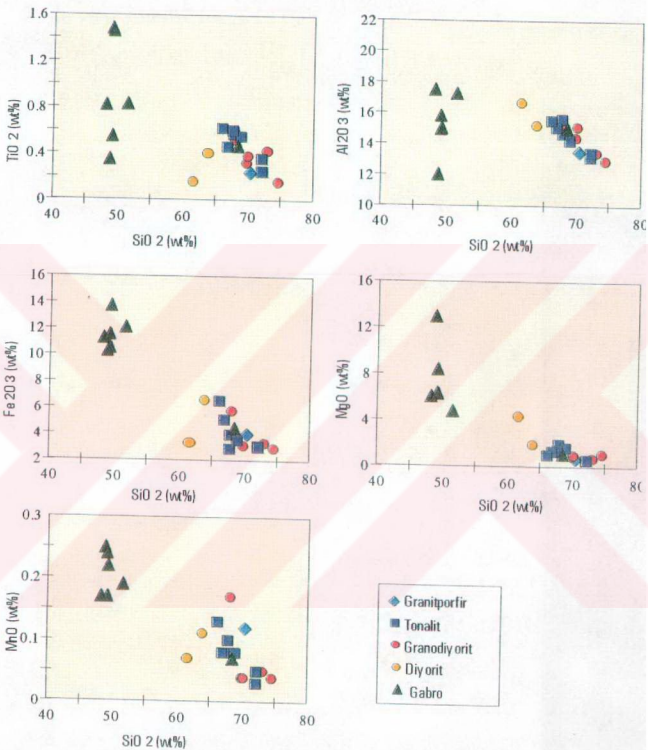


Şekil 3. 5: Granitoidik kayaçların kökenlerine ait diyagram

(Çizelge 3. 4) SiO_2 ' nin Na_2O ile hafif pozitif ilişkisi izlenirken, buna karşılık Al_2O_3 , MgO ile kuvvetli negatif, CaO , Fe_2O_3 , MnO ve P_2O_5 orta derecede negatif ilişkisi ortaya çıkmıştır. K_2O ' in sıfıra yakın bir değer alması SiO_2 ile birlikte artmadığını göstermektedir. Şekil 3. 6 ve Şekil 3. 7' de görülen Harker diyagramlarında Na_2O ' in korelasyon katsayıları ile belirlenen hafif pozitif ilişki hissedilememektedir.



Şekil 3. 6: Çalışma alanındaki kayalara ait Harker diyagramları



Şekil 3. 7: Çalışma alanındaki kayalara ait Harker diyagramları

Buna karşılık Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , MnO , TiO_2 ve CaO ’ lerde SiO_2 ’ ye göre belirgin bir negatif ilişki izlenmektedir. K_2O ’ in incelendiği Harker diyagramında iki farklı kümenin oluştuğu gözlenmektedir. K ’ un düşük olan örneklerin SiO_2 artışına karşılık sabit kalması beklenen bir sonuç değildir.

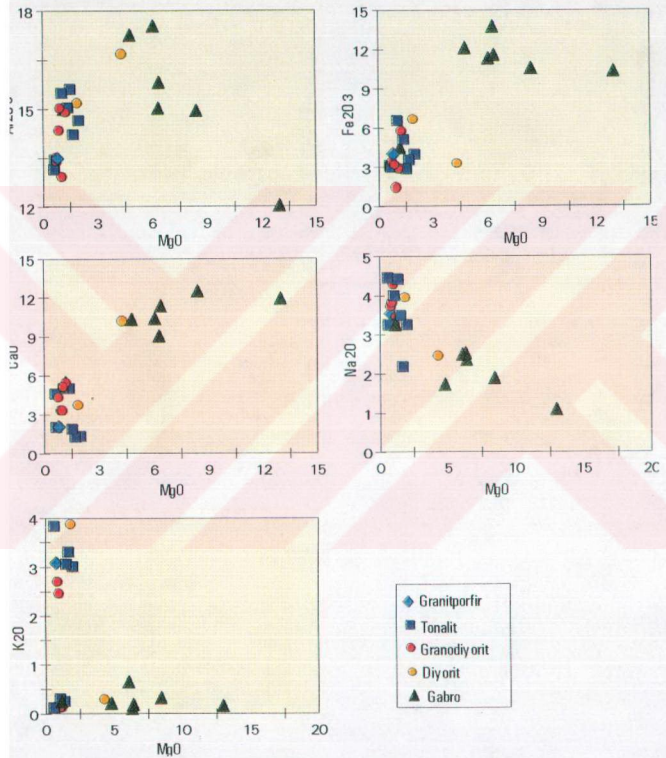
Gerek korelasyon katsayıları ve gerekse Harker diyagramları sonuçlarına göre granitoidik kayalarda SiO_2 ’ nin artmasına paralel olarak CaO , Fe_2O_3 , MnO , Al_2O_3 ve MgO değerlerinde azalış olduğu belirlenmiştir. Harker diyagramında izlenememesine rağmen korelasyon katsayısı dikkate alındığında Na_2O ’ le SiO_2 ’ nin korelasyonunda hafif bir ilişki belirlenmiştir. K_2O ’ in korelasyon katsayısı ise sıfıra yakın bir değer çıkmıştır. CaO , MgO ve Fe_2O_3 , MnO ve Al_2O_3 gibi oksitlerdeki azalma olivin, piroksen ve Ca ’ lu plajiyoklazlar gibi silisce fakir ilk kristallenme ürünleri içine girdiğini göstermektedir. Diğer taraftan az da olsa Na_2O ’ te artma izlenmiştir. Bu da Na_2O ’ in magma farklılaşmasının son evrelerinde alkali feldspatlar içinde biriktiklerini gösterir. K ’ un Na gibi artık ergiyiklerde zenginleşen bir element olmasına karşılık bazı örneklerde SiO_2 ile birlikte artmaması K ’ un bu örneklerde alterasyon olaylarıyla kaybedildiğini gösterebilir.

Harker diyagramlarında oksitlerin dağılımlarında birden fazla magma karakteri gösterebilecek farklı toplulukların olmadığı da belirlenmiştir.

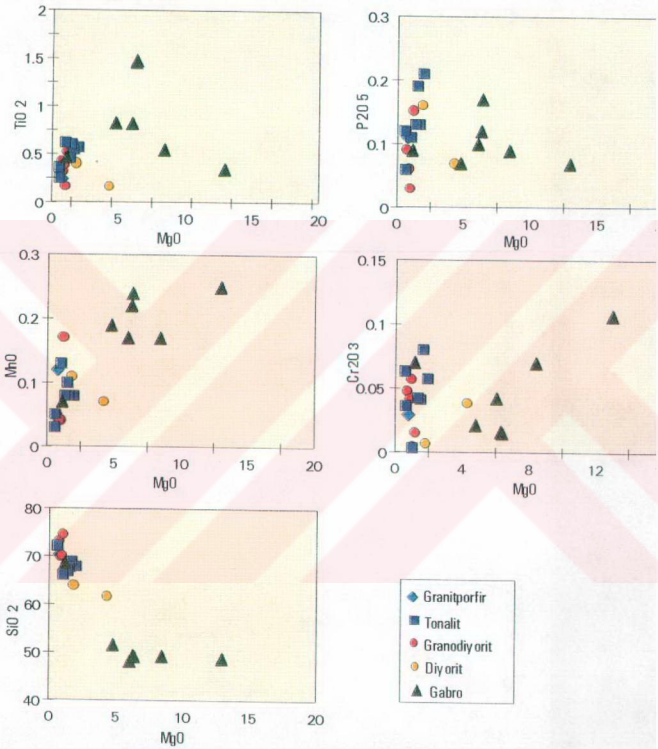
Silisin olağan farklılaşma sonundaki zenginleşmesi pek çok etkene bağlıdır. Bunun önemli bir kısmı magma kristallenmesinin ilk aşamalarında piroksen ve plajiyoklazlarca kullanılmakta olup, bu miktarda magma içindeki silisin Mg , Fe , Ca ve Na oranına bağlıdır. Bazı magmalarda silisin miktarı bu metalleri doyuracak kadar olurken, diğer bazı magmalarda silis oranı biraz daha fazla olduğu için farklılaşma ilerledikçe bu artarak kayaç içinde

serbest kuvars halinde kendini gösterir. Eger magma kristallenmesinde ilk oluşan minerallerden olan olivin, ergiyikte tepkimeye girmeden hemen magmadan ayrılırsa silis miktarı çok daha büyük oranda artar. Yine aynı şekilde kristallenme sürecinde demirin magmadan herhangi bir yolla ayrılması kristallenme sonunda silisin artmasına neden olur. Demirin magmadan ayrılması için bir ihtimal onun oksitlenmesidir. Magma içi koşullar yeterince yükseltgen ise demirin önemli bir kısmı manyetit halinde kristallenerek magmadan ayrılır ve böylece piroksen yapmak için az demir kalır (Krauskopf, 1985). Bölüm 3. 1' de açıklandığı gibi Keskin granitoidlerinin oluşumları sırasında magma içi koşulların yükseltgen oluşu da (şekil 3. 2) kayaçlarda kristallenme sonucunda bol miktarda serbest kuvars bulunmasını açıklayabilir.

Bütün bu değerlendirmeler inceleme alanındaki granitoidlerin aynı bir magmadan türeyen olağan farklılaşma ürünleri olduklarını göstermektedir. Gabro türü kayaçlarda fraksiyonel kristalleşmenin ilk evresinde SiO_2 genellikle fazla bir değişim göstermediğinden (Cox ve diğ., 1979) ana oksitlerin MgO ' e göre değişimleri Harker diyagramlarında gösterilmiştir. şekil 3. 8 ve şekil 3. 9' daki Harker diyagramlarında izlendiğı gibi MgO artışına karşılık Al_2O_3 , Na_2O ve TiO_2 ' de belirgin, K_2O ' de ise çok az bir azalma; CaO , MnO ve Cr_2O_3 ' de bir artış görönmektedir. Bunların dışında kalan oksitlerde Fe_2O_3 ve SiO_2 ise MgO artışı karşısında yaklaşık olarak sabit değerlerde kalmışlardır. P_2O_5 ile MnO için herhangi bir ilişki belirlenememiştir. İnceleme alanında yer alan gabrolarda MgO artışına paralel CaO ' in artışı ve Al_2O_3 , K_2O ile Na_2O ' in azalışı olağan farklılaşmanın doğal bir sonucudur. Gabro örneklerinin korelasyon katsayılarının (Çizelge 3. 5) incelenmesinde de Fe_2O_3 dışında diğer oksitlerde benzer sonuçlar alınmıştır.



Şekil 3. 8: MgO ' e karşı major oksitlerin Harker diyagramları



Şekil 3. 9: MgO' e karşı major oksitlerin Harker diyagramları

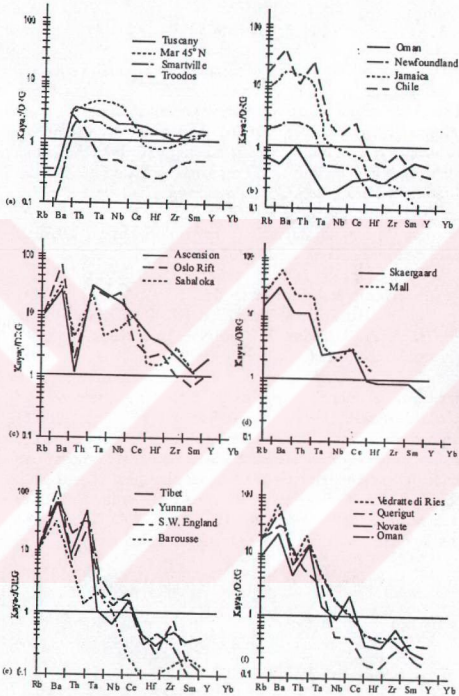
3. 3. Kayaçların Jeotektonik Ortamları

Pearce ve diğ., (1984), çeşitli tektonik ortamlara yerleşmiş granitoidlerin iz element jeokimyalarını inceleyerek bir sınıflama yapmışlar ve granitleri, Okyanus Sırtı Granitleri (Ocean Ridge Granites (ORG)), Volkanik Yay Granitleri (Volcanic Arc Granites (VAG)), Levha İçi Granitleri (Within Plate Granites (WPG)) ve Çarpışma Granitleri (Collosion Granites (COLG)) olarak 4 gruba ayırmışlar ve her birini grafikler üzerinde göstermişlerdir (Şekil 3. 8). Grafikler, aşağıda verilen normleştirme katsayıları hesaba katılarak yarı logaritmik olarak çizilmiştir.

Normleştirilme katsayıları;

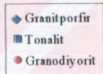
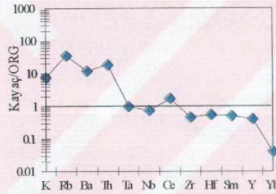
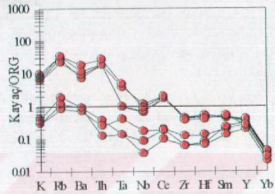
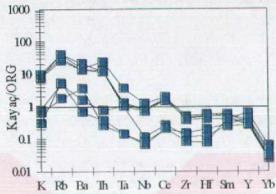
K_2O : 0.4, Rb: 4, Ba: 50, Th: 0.8, Ta: 0.7, Nb: 10, Ce: 35, Hf: 9, Zr: 340, Sm: 9, Y: 70 ve Yb: 8 olarak alınmıştır (Pearce ve diğ., 1984).

İnceleme alanındaki granitoidler için de spidergramlar çizilmiş (Şekil 3. 9) ve Pearce ve diğ. (1984) diyagramlarından çarpışma granitlerine uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca çizilen bu diyagramlarda kayaçlar hafif nadir toprak elementler açısından zenginleşmiş ve ağır nadir toprak elementler açısından ise fakirleşmişlerdir. K, Th, Ta değerlerinin yüksek olması da kayacın kıta kabuğundan etkilenmiş olabileceğini göstermektedir.



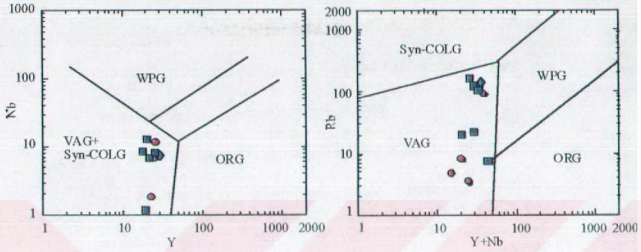
Şekil 3. 8 : Okyanus sırtı granitlerine (ORG) göre normalleştirilmiş iz element dağılım desenleri:

(a) Okyanus sırtı granitleri, (b) Volkanik yay granitleri, (c) Çarpışma granitleri, (d) İncelmiş kıtasal kabuk granitleri, (e) Çarpışma öncesi granitler, (f) Çarpışma sonrası granitler (Pearce vd., 1984).

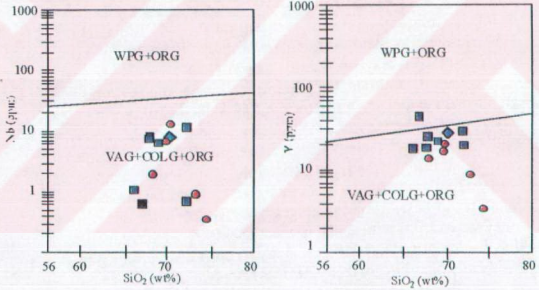


Şekil 3. 9 : Granitoidik kayalara ait spider diyagramlar

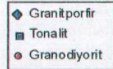
Çalışma alanındaki granitoidlerde, Nb-Y elementlerine göre yapılan incelemelerde kayaçlar, volkanik yay ve çarpışma granitoidleri alanına düşerken, Rb-Y+Nb diyagramında tamamen volkanik yay granitoidleri alanına düşmüştür (Şekil 3.10). Nb-SiO₂ diyagramında ise tüm örnekler volkanik yay, çarpışma ve okyanus ortası sırtı alanına düşmüş, Y-SiO₂ diyagramında ise, tonalitlerden yalnızca bir örnek levha içi ve okyanus ortası sırt alanlara düşerken, diğer tonalit örnekleri ve granodiyorit, granitporfir örneklerinin tamamı volkanik yay, çarpışma granitoidleri ve okyanus ortası sırtı alanlarına düşmüştür (Şekil 3. 11).Y ve Nb elementleri diğerlerine oranla levha içi granitoidlerinde daha az bulunmaktadır. Y, Nb ve Rb elementlerinin tektonik ortamların belirlenmesinde önemli yeri vardır. Ancak bu elementlerin SiO₂ ile meydana getirdiği değişimler sonucunda okyanus sırtı granitoidleri, çarpışma sonrası granitoidleri ve volkanik yay granitoidlerinin birbirinden ayrılmasına imkan vermemektedir (Pearce et. al., 1984).



Şekil 3.10: Granitoidlerin kökenine ait diyagramlar



Şekil 3.11: Granitoidlerin kökenine ait diyagramlar



4. İNCELEME ALANININ MADEN JEOLJİSİ

4. 1. Cevherleşmenin Jeolojik Konumu

Keskin Pb-Zn cevherleşmelerinin bulunduğu yörede en yaşlı birim Orta Anadolu Masifi' ne ait metamorfitletler olup, mermerlerle temsil edilirler. Mesozoik öncesi (Paleozoik-Mesozoik) yaşı verilen (Seymen, 1981) bu mermerler, Üst Kretase- Paleosen? yaşlı granitoidler tarafından sıcak dokanakla kesilirler. Bunun sonucu olarak bölgede birçok skarn oluşumları ortaya çıkmıştır. Sadece arazi gözlemlerine dayanarak bazı araştırmalarda (Ketin, İ., 1954) ve yayımlanmamış bazı raporlarda (Çavuşoğlu, H., 1967; Millet, F., 1938; Kovenko, V., 1939a; Kovenko, V., 1939b; Kovenko, V., 1940; Kovenko, V., 1947; Çetinkaya, N., 1976; Arslanpay, Y., ve Yıldırım, D., 1978; Çötel, R., 1980) bu skarn oluşumlarından söz edilmiştir. Bölgedeki cevherleşmelerin skarn oluşumlarıyla ilgisi ise Çağatay ve Teşrekli (1979), Bayhan (1989), Kuşçu (1997) ve Kuşçu ve Erler (1998) tarafından açıklanmıştır. Bu çalışmalara göre, granit mermer dokanağında bir taraftan kalsilikatik hornfels kayalar oluşurken, aynı zamanda da mermerler içinde cepler şeklinde cevherleşmeler meydana gelmiştir. Ancak granit mermer dokanağındaki bu gözlemler şu anda yalnızca Karamağara zuhurunda yeterince açık izlenebilmektedir. Simlikurşun ve Kürtmezarı bölgelerinde ise cevherleşmelerin arazide K-G doğrultusunda uzanan (Şekil 2. 2) bir fay ile ilişkili olduğu görülmektedir. Önceki araştırmalarda hiç sözü edilmemiş olan bir gözlem yeri de Azapbayırı tepenin hemen güneyinde yer almaktadır. Burada gabrolar yeralmakta ve mermerler içinde bazı mineralizasyonlara rastlanmaktadır. Fakat dokanakların örtülü oluşu yüzünden mermerler içindeki bu mineralizasyonların gabrolarla ilişkili olup olmadıkları yeterince araştırılamamıştır. Buradaki cevherleşmede Fe minerallerinin hakim oluşu belki diğer bölgelerden farklı bir

bulgu olarak değerlendirilebilir. Karamağara, Kürtmezarı ve Hacıbiş yörelerinde ise Pb-Zn hakim durumdadır.

Bu açıklamalara göre, parajenez yönünden Azapbayırı tepe çevresinde olduğu gibi Fe minerallerinin hakim olduğu cevherleşmeler ve diğerlerinde görüldüğü üzere Pb-Zn minerallerinin hakim olduğu cevherleşmeler olmak üzere iki farklı tipten sözedilebilir.

Böyle bir ayırım Kuşçu (1997) ve Kuşçu ve Erler (1998) tarafından da yapılmış ve bu araştırmalarda Keskin skarn cevherleşmeleri sülfidce zengin (Hacıbiş) ve sülfidce fakir (Karamağara) olarak iki tipe ayrılmıştır. Bu ayrımlar Keskin Pb-Zn yataklarının oluşum evrelerini tanımlamaya katkı sağlayabilecek verilerdir. Genel bir kural olarak skarn oluşumlarıyla ilişkili cevher yataklarında sülfürlü parajenezler, pnömatolitik evreden hidrotermal evreye geçişi temsil ederler. Keskin yöresindeki zuhurların bazısında sülfidlerce zenginleşme görülmesi bu anlama gelmektedir.

Keskin yöresindeki Pb-Zn cevherleşmelerinin mineralojisini ortaya koyan araştırmalarda Çağatay ve Teşrekli (1979), cevherleşmenin parajenezini galenit, sfalerit, hematit, kalkosin, vitişenit, pirit, kalkopirit ve kovellin olarak açıklamışlar ve ayrıca Türkiye’de ilk defa bulunduğu belirtilen vitişenit mineralinin mikroprob ve optik spektrografik analiz sonuçlarını vermişlerdir. Esas olarak bölgedeki granitoidik kayalara bağlı olarak gelişen skarnlaşma tiplerinin tanımlandığı bazı araştırmalarda (Kuşçu, 1997; Kuşçu ve Erler, 1998) ise buna ek olarak Karamağara bölgesinin parajenezi, hematit, sfalerit, galenit, kalkopirit ve pirit; Hacıbiş bölgesinin parajenezi pirit, sfalerit, hematit, manyetit, galenit ve kalkopirit olarak verilmiştir.

Sunulan bu araştırmada, Keskin kuzeyindeki tüm zuhurlardan (Şekil 2. 2) örnekler alınarak daha geniş bir alanı temsil

edebilecek verilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Mikroskop incelemelerinde mineral bileşimlerinin belirlenmesine ilave olarak yapı-doku ilişkileri üzerinde de durulmuştur. Böylelikle Keskin Pb-Zn cevherleşme alanının parajenezine yeni bazı mineraller eklenmiş ve önemli yapı-doku tanımlamaları yapılmıştır.

İnceleme alanından amaca uygun olarak ve farklı dört bölgeden örnekler toplanmıştır. Toplam yirmibir örnekten ince kesit ve parlatmalar yapılarak; gang minerallerini tayin için polarizan mikroskop, cevher minerallerini incelemek için de maden mikroskobu kullanılmıştır. Maden mikroskobunda inceleme alanının mineral bileşimi ve ortamın fizikokimyasal şartlarına katkı sağlayabilecek ayrıntılı yapı-doku ilişkilerinin ortaya konulmasına çalışılmıştır. Parajenez belirlemede maden mikroskobuna ek olarak sekiz adet örnekte XRD analizi yapılmıştır.

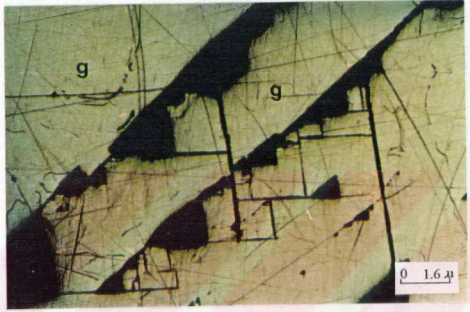
4. 2. Keskin Pb-Zn Yataklarının Mineralojisi

4. 2. 1. Maden Mikroskobik İncelemeler

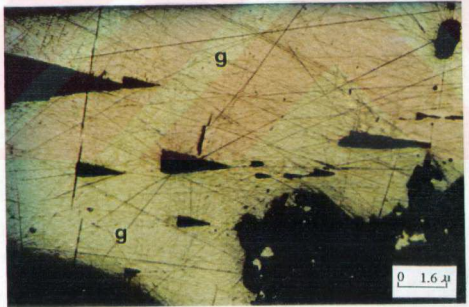
İnceleme alanında Karamağara, Hacııbiş, Azapbayırı ve Kürtmezarı yöreleri olmak üzere farklı dört bölgeden örnekler derlenmiştir (Şekil 2. 2). Bu örneklerin maden mikroskobik incelemelerde cevherleşmenin parajenezini oluşturan galenit, sfalerit, hematit, pirit, kalkopirit, klokmanit, polibasit, kalkosin, fahlerz, bornit, lepidokrosit, götit, serüzit mineralleri belirlenmiştir. Bunlardan galenit, sfalerit, hematit, pirit, kalkopirit ve bornit birincil, klokmanit, polibasit, kalkosin, fahlerz, lepidokrosit, götit ve serüzit ise ikincil oluşumlu minerallerdir.

4. 2. 1. 1. Galenit (PbS)

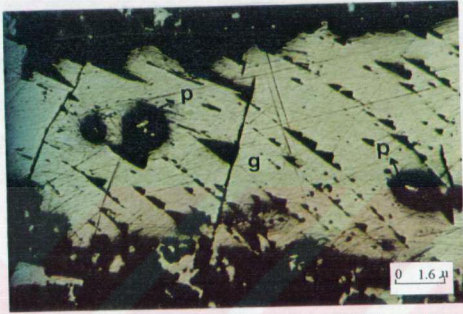
Galenit, örneklerde en çok rastlanan mineraldir ve bazıları eşkenar üçgen bazıları da ikizkenar üçgen şeklinde çeşitli büyüklüklerde boşluklar içermektedir (Şekil 4. 1, 4. 2). Bir yönde uzamış ikizkenar üçgen şeklindeki boşluklar cevherleşmenin basınca maruz kaldığını göstermektedir. Galenitlerde görülen anizotropi özelliği ve bükülmüş dilinim izleri de (Şekil 4. 3) bunu desteklemektedir. Kendinden önce oluşan pirit, sfalerit gibi cevher minerallerini ornatır (Şekil 4. 4, 4. 5) galenit, ayrıca bir gang minerali olan kalsiti de ornatmaktadır (Şekil 4. 6). Galenitin başka gang mineralleri tarafından ornatıldığı ve bu ornatma sürecinin bir sonucu olarak gang içinde çeşitli büyüklüklerde kapanım olarak görüldüğü örnekler de az değildir (Şekil 4. 7). Cevher minerallerinden bazı sfaleritler ornatma artığı şeklinde galenit içermektedir (Şekil 4. 8). Bunlara ek olarak galenit klokmanit (Şekil 4. 9, 4. 10, 4. 11, 4. 12), kalkosin (Şekil 4. 13, 4. 14), polibasit (Şekil 4. 13) ve serüzit (Şekil 4. 15) mineralleri tarafından da ornatılmaktadır. Kenarlarından itibaren kalkosin ve polibasit tarafından ornatılanlarla, böyle bir ornatma ilişkisinin görülmediği galenitler farklı iki tip oluşumun verileri olabilir. Yukarıda belirtildiği üzere galenitlerin üçgen boşluklu ya da boşluksuz olmaları da iki tip oluşumun bir başka verisidir ve bu şekildeki bir tespit Çağatay ve Teşrekli (1979) tarafından daha önce açıklanmıştır. Kalkosin ve polibasit tarafından ornatılan galenitlerde üçgen boşluklar eşkenar olduğu halde, diğerlerinde ikizkenar üçgen şeklindedir. Her iki tip galenitte seruzitleşmeler görülmektedir ve her ikisi de gang tarafından ornatılmaktadır.



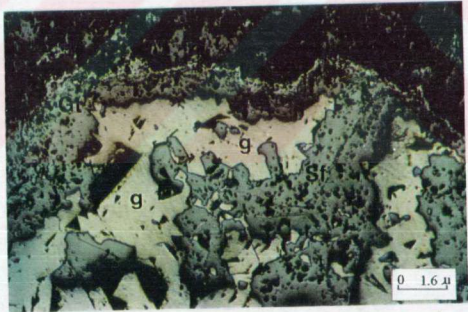
Şekil 4. 1: Galenitin tipik üçgen boşlukları ve küp yüzeyleri (T. N., g: galenit).



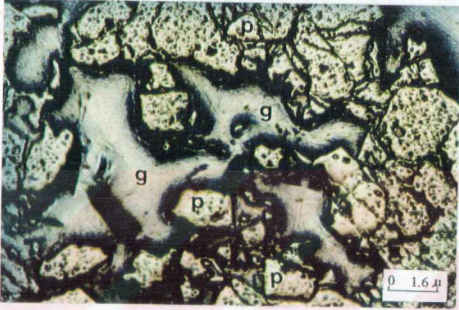
Şekil 4. 2: Galenitin uzamış üçgen boşlukları, sağ altta gang içinde küçük galenit (beyaz) mineralleri (T. N., g: galenit).



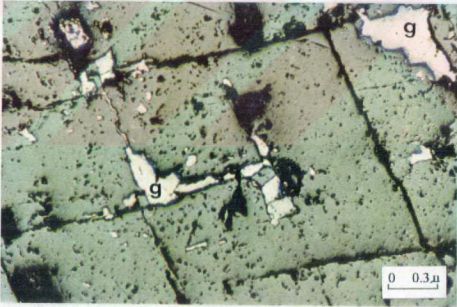
Şekil 4. 3: Tipik boşluklu galenitin (beyazımsı gri) içinde ornatılmış pirit (açık sarı) kristalleri. Galenitin içindeki yuvarlağımsı siyahlıklar içinde pirit, relikt bulunmaktadır (T. N., p: pirit, g: galenit).



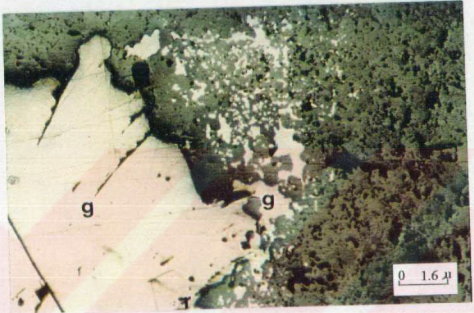
Şekil 4. 4: Sfaleritin (gri) boşluklarına nüfuz eden ve onu ornatan galenit (beyaz). Sfaleritin üst kenarında açık gri renkli götitleşmiş bir kuşak yer almaktadır. En üstteki koyu gri ve siyahımsı kısım gang (T. N., Sf: sfalerit, g: galenit, Gt: götit).



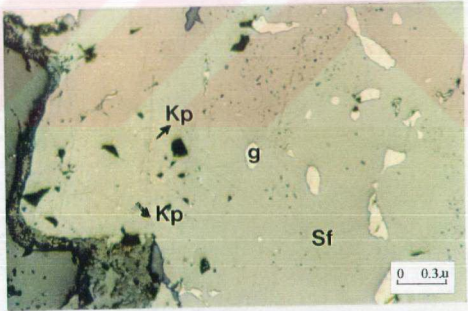
Şekil 4.5 : Kenarları gang (gri ve siyah) ve galenit (grimsi beyaz) tarafından ornatılmış, özşekli pirit (sarı) kristalleri. Taneler arası boşluk galenitle doldurulmuş (T. N., g: galenit, p: pirit).



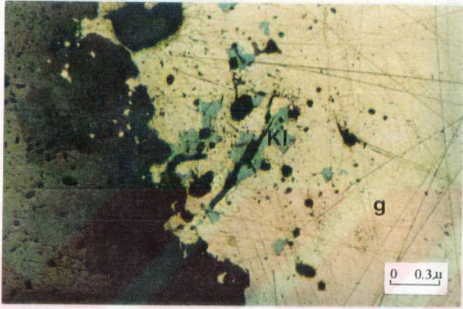
Şekil 4. 6: Tipik romboedrik kalsit (gri) içinde ve onu ornatır şekilde galenit (beyaz). Siyahlar gang mineralidir (T. N., g: galenit).



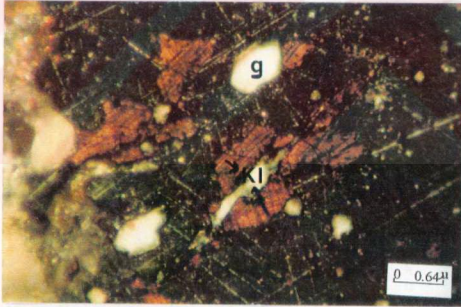
Şekil 4. 7: Galenitin gang tarafından ornatılması (T. N., g: galenit).



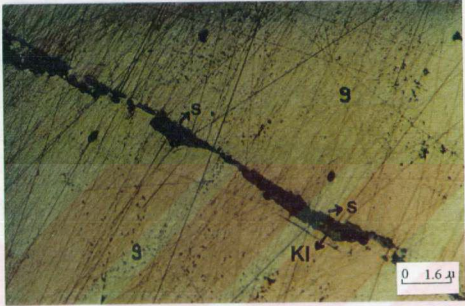
Şekil 4. 8: Kalkopirit (sarı) eksolüsyon taneleri içeren sfaleritlerde (açık gri) ornatma artığı galenit (beyaz) mineralleri. Koyu gri ve siyah kısımlar gang (T. N., Kp: kalkopirit, g: galenit, Sf: Sfalerit).



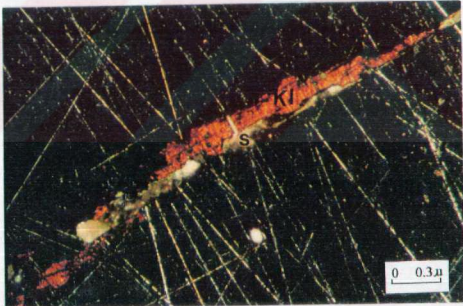
Şekil 4. 9: Galenit (beyazımsı gri, çizikli) içinde klokmanit mineralleri. Sol taraftaki koyu gri kısımlar gang (T. N., Kl: klokmanit, g: galenit).



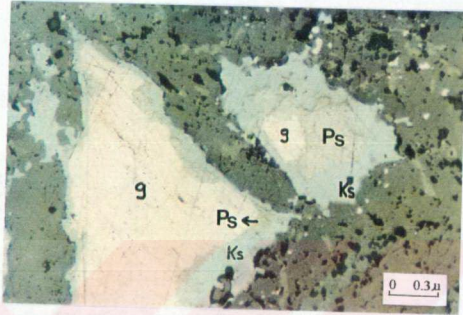
Şekil 4. 10: Şekil 4. 9' un ikinci nikoldeki görüntüsü klokmanite ait tipik kahverengi turuncu anizotropi renkleri (Ç. N., Kl: klokmanit, g: galenit).



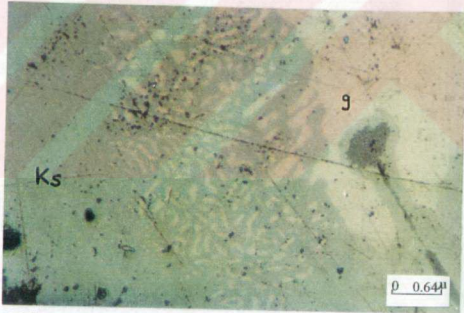
Şekil 4. 11: Galenitin (beyazımsı gri, çizikli) dilinim boşluğuna yerleşmiş klokmanit ve serüzit (koyu gri, morumsu gri), siyahlar gang (T. N., Kl: klokmanit, g: galenit, s: serüzit).



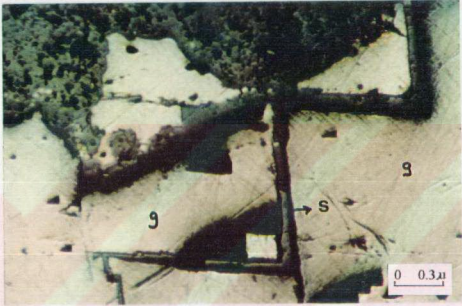
Şekil 4. 12: Şekil 4. 11' in ikinci nikolde ve daha büyütülmüş görüntüsü. Galenit koyu ve çizikli. Klokmanitin kahverengimsi turuncu anizotropi renkleri. Klokmanitin yanındaki gri-beyaz kesimler serüzit (Ç. N., Kl: klokmanit, g: galenit, s: serüzit).



Şekil 4. 13: Galenitin (grimsi beyaz) kenarından itibaren kalkosin ve polibasit tarafından ornatılması. Soldaki galenit etrafında zonlu bir yapı oluşmuş, sağdakinde ise ornatmanın ilerlemesiyle galenit bir kapanım haline gelmiş. Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., g: galenit, Ks: kalkosin, Ps: polibasit).



Şekil 4. 14: Kalkosinin galeniti (grimsi beyaz) ornatmasıyla oluşmuş mirmekit yapılar. Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., Ks: kalkosin, g: galenit).

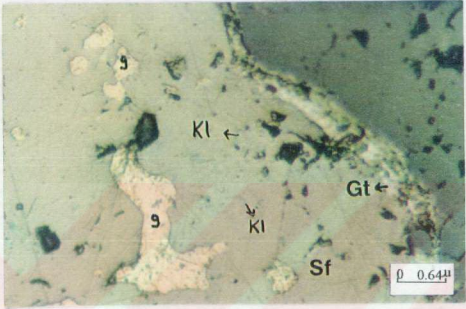


Şekil 4. 15: Galenitin (grimsi beyaz) dilinim boşluklarında ve çevresinde serüztileşmeler (koyu gri). Siyahlar gang (T. N., g: galenit, s: serüztit).

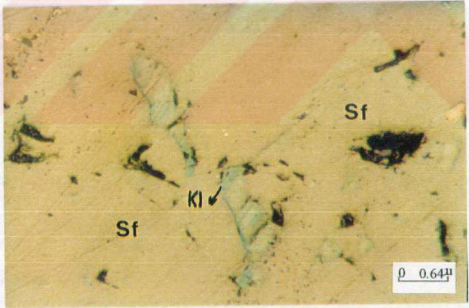
4. 2. 1. 2. Sfalerit (ZnS)

İncelenen örneklerde iki farklı özellikte sfalerit mineraline rastlanmıştır. Bunlardan biri galenit tarafından ornatılan (Şekil 4. 4) sfalerit -1, diğeri galeniti ornatın (Şekil 4. 8) ve galenitin ornatma artığı kapanımlarını içeren sfalerit -2' dir. Sfalerit -2 içerisinde klokmanit (Şekil 4. 16, 4. 17), fahlerz, kalkopirit (Şekil 4. 18) ve ayrıca küçük taneler halinde galenitle ve kalkopiritle kenetli fahlerz kapanımları (Şekil 4. 18) yer almaktadır. Sfaleritler kalkopirit eksolüsyon kapanımlarını içeren (Şekil 4. 8, 4. 19, 4. 21) ve içermeyen (Şekil 4. 16, 4. 17, 4. 18) olmak üzere iki farklı tipe de ayrılabilir. Bu eksolüsyon kapanımları bazı örneklerde sfaleritin kenar ve iç kısımlarında kümelenme göstermektedir. Sfaleritlerde eksolüsyon şeklinde tanımlanan kalkopiritlerin varlığı veya yokluğu jeolojik termometre olarak kullanılmaya

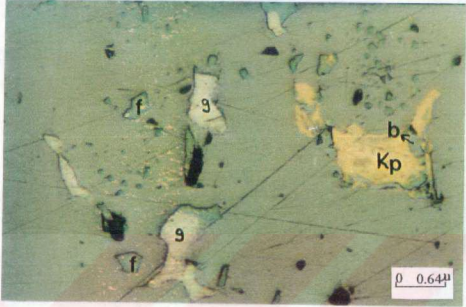
çalışılmıştır. Ancak bunun büyük güçlükleri olduğu da bilinmektedir. Örneğin Ramdohr (1975) çok yüksek sıcaklıklarda oluşan sfaleritlerin çoğunun belli bir kütlesi olmayan zengin kalkopirit kapanımları içerdiğini, ancak düşük sıcaklıklarda oluşan bazı sfaleritlerin de aynı şekilde zengin kalkopirit oluşumlarını içerdiğini belirtmektedir. Herşeye rağmen bazı laboratuvar çalışmalarında (Wiggins, L.R., and Craig, J.R., 1980) sfalerit içinde kalkopirit ayrışımalarının bulunması, kalkopiritin oluşum sıcaklığının 500 °C' nin üzerinde olduğuna işaret eder. Sfaleritlerin bir kısmı kenarından (Şekil 4. 4, 4. 19, 4. 20) ya da çatlaklarından (Şekil 4. 20) itibaren götitledir. Götitledir bazan sfaleritin tüm çevresini bir kuşak sarmaktadır (Şekil 4. 16, 4. 19) ve bundan oluşan zonlu yapı özellikle ikinci nikolde kırmızı iç yansımalarla belirginleşmektedir (Şekil 4. 20, 4. 22). Piritce zengin örneklerde çoğu zaman özşekilli kristaller halindeki bir mineralin çatlaklarında bazan bir damarcık dolgusu şeklinde (Şekil 4. 23), bazan da gelişigüzel şekillerde piriti ornatır vaziyette (Şekil 4. 24) sfaleritler izlenmektedir. Sfaleritler çok belirgin ve parlak grimsi beyaz, sarımsı renklerde iç yansımalar göstermektedir ki, bu durum Fe içeriğinin çok az olduğu gösterir. Ramdohr (1975) çok az demir içerikli sfaleritlerin beyaz, sarı, açık ve koyu kahve iç yansımalar gösterdiğini belirtmiştir.



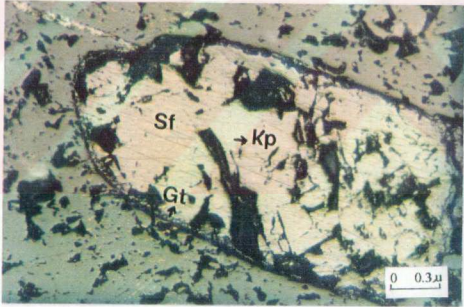
Şekil 4. 16: Sfaleritlerde (gri), kenarlarında gelişen götitleşmelerden (açık gri) dolayı ortaya çıkan zonlu yapı. Sfalerit içinde bol miktarda galenit (grimsi beyaz) ve daha az olmak üzere klokmanit mineralleri yer alır. Sağ taraftaki koyu gri kısım ve siyahlar gang (T. N., Sf: sfalerit, Gt: götit, g: galenit, Kl: klokmanit).



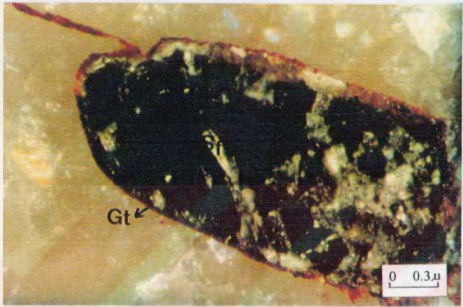
Şekil 4. 17: Sfalerit (gri) içinde klokmanit. Sağ kenarda galenit (grimsi beyaz) kapanımı. Siyahlar gang (T. N., Sf: sfalerit, Kl: klokmanit, g: galenit).



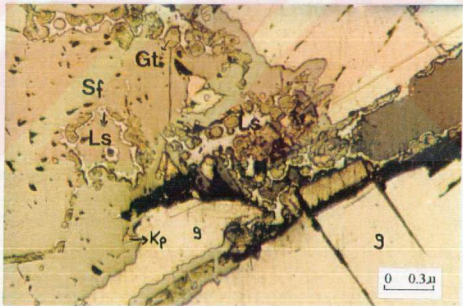
Şekil 4. 18: Sfalerit (gri) içinde kalkopirit (sarı), galenit (beyaz), fahlerz kapanımları. Kalkopirit lekeler halinde, bornit (kahverengimsi) içeriyor (T. N., Sf: sfalerit, Kp: Kalkopirit, g: galenit, f: fahlerz, b: bornit).



Şekil 4. 19: Kalkopirit eksolüsyon kapanımları içeren sfalerit (açık gri). Sfalerit kenarlarından itibaren götitlediği (sfaleritin etrafındaki ince kuşak). Koyu gri ve siyahlar gang (T. N., Kp: kalkopirit, Sf: sfalerit, Gt: götite).



Şekil 4. 20: Şekil 4. 19' un ikinci nikoldeki görüntüsü. Sfaleritlerde gri beyaz iç yansımalar ve götitleşmiş kuşakta ise tipik kırmızımsı iç yansımalar izlenmektedir (Ç. N., Sf: sfalerit, Gt: götit).



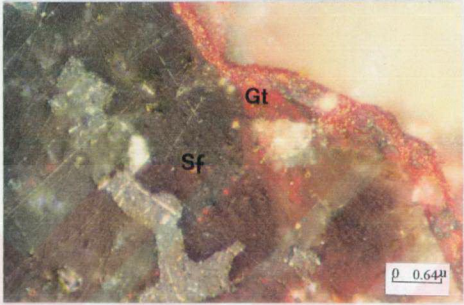
Şekil 4. 21: Galenit (açık grimsi beyaz) ve sfaleritin (gri) çatlaklarında koloidal demirhidroksitleşmeler. Götitler küresel oluşumlar halinde lepidokrosit (açık gri) kısımlar. Sfalerit içinde bir kaç kalkopirit kapanımı izleniyor (T. N., g: galenit, Sf: sfalerit, Kp: kalkopirit, Gt: götit, Ls: lepidokrosit).

4. 2. 1. 3. Pirit (FeS_2)

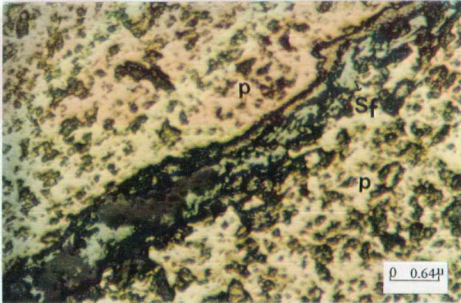
Parajenezin en yaşı minerali olan pirit yarı özşekilli ve çoğunlukla özşekilli, yüzeyi pürüzlü kristaller halindedir (Şekil 4. 5, 4. 25). Piritlere, dağılmış (dissemine) taneler ya da kristal toplulukları halinde yan kayaçlar içinde rastlanmaktadır. Tane araları, kırık ve çatlakları kendisinden genç olan galenit (Şekil 4. 5), sfalerit (Şekil 4. 23, 4. 24) gibi minerallerle doldurulmuş olup, pirit bu mineraller ve ayrıca götüt ve lepidokrokite (Şekil 4. 25, 4. 26) tarafından ornatılmaktadır. Özşekilli pirit tanelerinin bazılarında boşluklardan içeriye nüfuz etmiş olan galenit ve sfaleritler kapanım olarak gözlenmektedir.

4. 2. 1. 4. Hematit (Fe_2O_3)

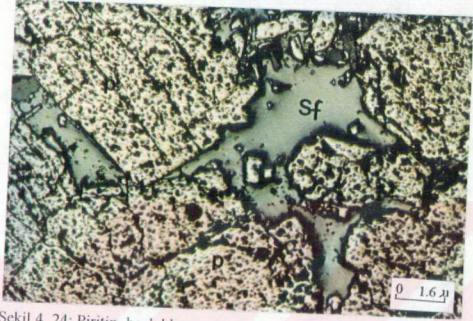
Hematit minerallerinin hemen hemen tamamı mermerler içinde ve çoğunlukla kalsit tarafından ornatılan levha ve levhacıklar veya ince çubuklar halinde yer almaktadır. Ramdohr' a (1975) göre hematitler ekseriya (0001) yüzeyine paralel levhalar şeklinde gelişir. Levhalar daha çok ince yapraklar şeklinde olurken ve bunlar hafif tektonik etkiyle bükülmüş olan ince pullar olarak ortaya çıkarlar. Bu durum özellikle hidrotermal oluşumlu hematitleri işaret eder. Şekil 4. 27' de görüldüğü üzere gang içinde yer alan az çok bükülmüş hematit levhacıkları gang tarafından ornatılmaktadır. Bu ornatma ilişkisi hematit levhalarının gittikçe incelererek gang içinde tükenmesi şeklinde, Şekil 4. 28' de daha açık bir biçimde izlenmektedir. Hematit levhaları bazan bir çiçek buketini andırır durumda görülmektedir (Şekil 4. 29). Levha ve levhacıkların kesitleri olan çok ince çubuklar ya da iğnecikler halindeki taneler gri renkli gang içinde kolayca seçilebilmektedir (Şekil 4. 30). Yine gang içinde ornatma artığı şeklinde özşekilsiz taneler halinde hematitlere de rastlanmaktadır (Şekil 4. 31).



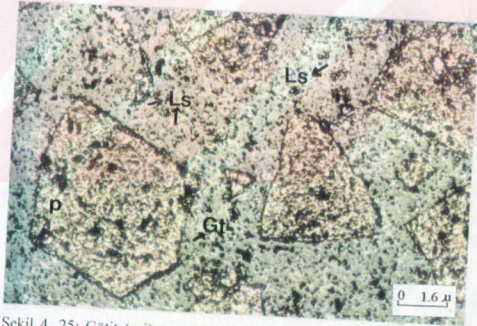
Şekil 4. 22: Şekil 4. 16' nın ikinci nikol görüntüsü. Kırmızı iç yansıma ile belirginleşen götitledişmiş kuşak. Sfalerit kırmızımsı, mavimsi ve grimsi beyaz iç yansımalar gösteriyor (Ç. N., Sf: sfalerit, Gt: götit).



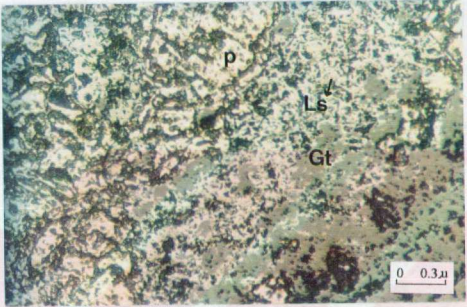
Şekil 4. 23: Özşekli bir pirit kristalinin (grimsi sarı) çatlağını damar şeklinde doldurmuş sfalerit (gri) ve gang (koyu gri ve siyah) (T. N., p: pirit, Sf: sfalerit).



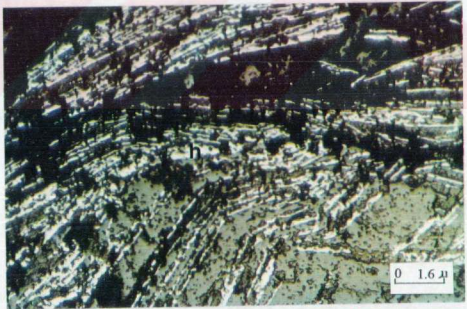
Şekil 4. 24: Piritin boşluklarına dolmuş ve onu ornatın sfalerit (gri), siyahlar gang (T. N., p: pirit, Sf: sfalerit).



Şekil 4. 25: Götüt (gri) ve az miktarda lepidokrosit (beyazımsı gri) tarafından çevrelenmiş özşekilli pirit (pürüzlü yüzeyli) kristalleri (T. N., Gt: götüt, p: pirit, Ls: lepidokrosit).



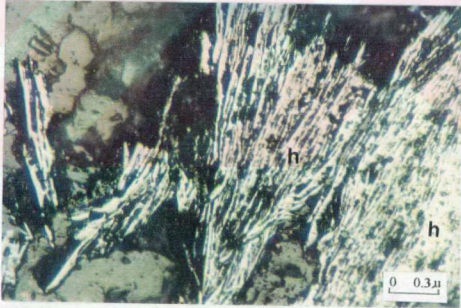
Şekil 4. 26: Piritin (hafif beyazımsı sarı) demirhidroksitleşmesi. Sağ taraftaki koyu gri kısım (gang) ile sol taraftaki piritler arasında lepidokrosit (beyazımsı gri) ve götit (açık gri) oluşumlar (T. N., p: pirit, Ls: lepidokrosit, Gt: götit).



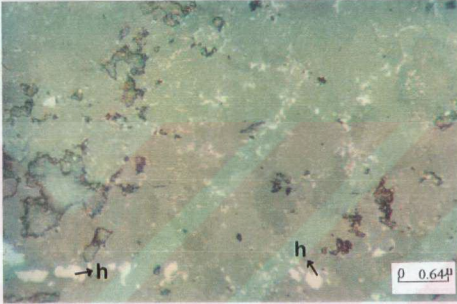
Şekil 4. 27: Gang (gri ve siyah) içinde biraz bükülmüş hematit (beyaz) levhaları (T. N., h: hematit).



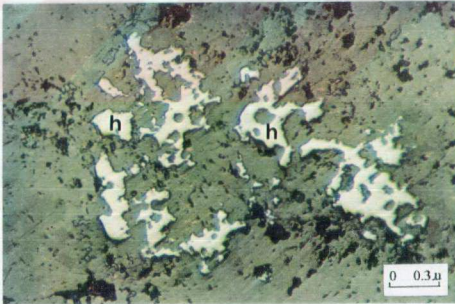
Şekil 4. 28: Hematit (beyaz) levhalarının incelenerek gang (gri) içinde nihayetlenmesi (T. N., h: hematit).



Şekil 4. 29: Gang (gri ve siyah) içinde birbirine paralel veya çiçek buketi şeklinde hematit (beyaz) levhacıkları (T. N., h: hematit).



Şekil 4. 30: Mermerler içinde ornatma artığı hematitler (beyaz). Gri ve siyahlar gang (T. N., h: hematit).



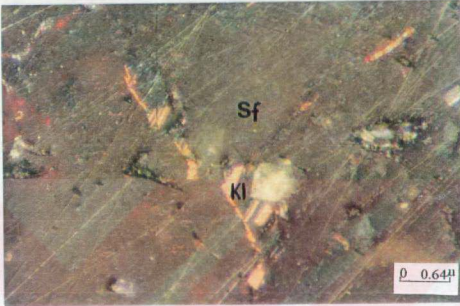
Şekil 4. 31: Mermerler içinde kalsit (gri) tarafından ornatılan hematitler (beyaz) (T. N., h: hematit).

4. 2. 1. 5. Kalkopirit (CuFeS_2)

Biri sfaleritler içerisinde eksolüsyon kapanımları (Şekil 4. 8) diğeri ise ornatım kapanımı (Şekil 4. 18) görüntüsünde olmak üzere iki tip kalkopirit bulunmaktadır. Eksolüsyon kapanımı şeklindeki kalkopiritlerden daha önce sfalerit konusunda açıklayıcı bilgiler verilmiştir. Şekil 4. 18’ de parajenezde çok ender rastlanan kalkopirit oluşumları görülmektedir. Sfalerit içinde ornatma artığı olarak bulunan bu kalkopirit kapanımları kenarlarından itibaren fahlerz tarafından ornatılmakta ve aynı zamanda içerisinde lekeler halinde bornit mineralleri içermektedir.

4. 2. 1.6. Klokmanit (CuSe)

Klokmanite galenit ve sfalerit mineralleri içinde gelişigüzel kapanımlar halinde (Şekil 4. 9, 4. 16), bazan galenitin boşluklarında (Şekil 4. 11) bazan da galenitin kenarlarında polibasitle birlikte bir zon yapısı oluşturacak biçimde (Şekil 4. 13) rastlanmaktadır. Bu mineral Keskin Pb-Zn yataklarında ilk defa bu araştırmada tespit edilmiştir. Klokmanit yeşilimsi mavi renge ve özellikle ikinci nikolde turuncu, turuncumsu kahve tonlarındaki anizotropi renkleriyle (Şekil 4. 10) ayırtedilebilmektedir. Sfalerit içinde yeralan klokmanit tanelerinin bazıları çok mükemmel polisentetik ikiz lamelleri (Şekil 4. 32) göstermektedir. Klokmanitin bu şekildeki ikizli yapısı çok ender rastlanan bir özelliktir.



Şekil 4. 32: Şekil 4. 17' nin ikinci nikol görüntüsü. Klokmanitin sarı turuncu anizotropi renkleri ve ikiz lamelleri izleniyor. Genelde koyu görünen sfaleritlerde kırmızımsı grimsi beyaz renklerde iç yansımalar göze çarpıyor (Ç. N., Sf: sfalerit, Kl: klokmanit).

4. 2. 1.7. Polibasit ($\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$)

Keskin Pb-Zn yataklarında ilk defa bu araştırmada bulunan bir mineral de polibasittir. Polibasite galenitle birlikte onu kenarlarından itibaren ornatır şekilde rastlanmaktadır (Şekil 4. 13). Polibasitin ya çok geç aszendent ya da deszendet oluşum şeklinde ekseriya sfalerit, fahlerz ve galenit minerallerinin ornatılmasıyla oluştuğu bilinmektedir .

4. 2. 1. 8. Kalkosin (CuS)

Kalkosin daha çok galenitin kenarlarında onu ornatır durumda bulunmaktadır. Bu ornatım ilişkisi bazı örneklerde polibasit, kalkosin birlikteliğiyle bir zon yapısı oluşturmakta (Şekil 4. 13), bazılarında ise, kalkosin galenit arasında mirmekitik dokuyu andırır bir görüntü vermektedir (Şekil 4. 14).

4. 2. 1. 9. Fahlerz ($\text{Cu}_3(\text{Sb, As})\text{S}_3$)

Fahlerz mineralleri sfalerit içinde kapanımlar halinde kalkopirit ve galenit taneleri ile birlikte izlenmektedir. Galenitle kenetli dokanak ilişkisi olan fahlerzler de vardır (Şekil 4. 18). Birinci nikoldeki hafif mavimsi tonlu yeşil renkleri bu mineralin büyük bir ihtimalle tennantit (CuAs-Fahlerz) olabileceğini göstermektedir. Ramdohr (1975) fahlerz grubu mineralleri, renklerine göre ayırdetmiş ve tennantitlerin Ag içeriklerinin oldukça yüksek olduğunu belirtmiştir.

4. 2. 1.10. Götit ve Lepidokrokite ($\alpha\text{-FeO.OH}$ ve $\gamma\text{-FeO.OH}$)

Sfalerit ve pirit minerallerinin ikincil oluşumları olarak tane kenarlarında ve çatlak boşluklarında çoğu zaman birlikte bulunurlar. Sfaleritin kenarlarından itibaren götitleşmesi (Şekil 4. 16) ikinci nikolde tipik iç yansımasından dolayı belirgin olarak izlenmekte ve zonlu bir yapı görüntüsü vermektedir (Şekil 4. 20). Daha çok sfaleritin olmak üzere kısmen de galenitin çatlaklarında kolloidal dokulu götite ve lepidokrosite oluşumları küre ve yarımküre şekillerinde izlenmektedir (Şekil 4. 21). Lepidokrosite ve götite oluşumları zaman zaman bandlar ve iğnecikler şeklinde (gekröseartig) ilginç görüntüler vermektedirler (Şekil 4. 33). Parajenezin en yaşlı minerali olan piritte kenar ve çatlaklardan itibaren demirhidroksitleşme göstermektedir. Bu demirhidroksitleşmeler beyaz ve grinin değişik tonlarında piritin kenarlarında (Şekil 4. 26) ya da tane aralarında (Şekil 4. 25) görülmektedir.



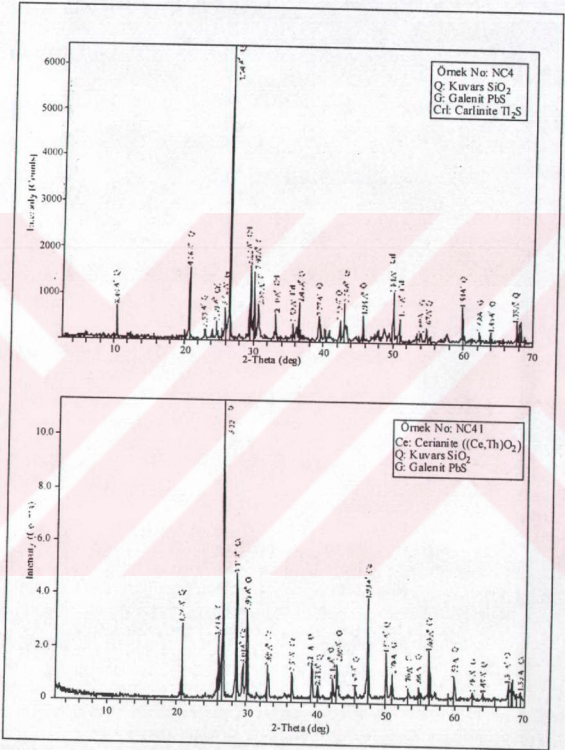
Şekil 4. 33: Münhaniler şeklinde (gekröscartig) lepidokrosit (beyazımsı gri) ve götit (gri). Siyahlar gang (T. N., Ls: lepidokrosit).

4. 2. 1. 11. Serüzit ($PbCO_3$)

Galenit' in çatlakları, dilinim arası boşlukları ve çevresinde (Şekil 4. 15) hemen hemen daima serüzit oluşumları bulunmaktadır.

4. 2. 2. XRD İncelemeleri

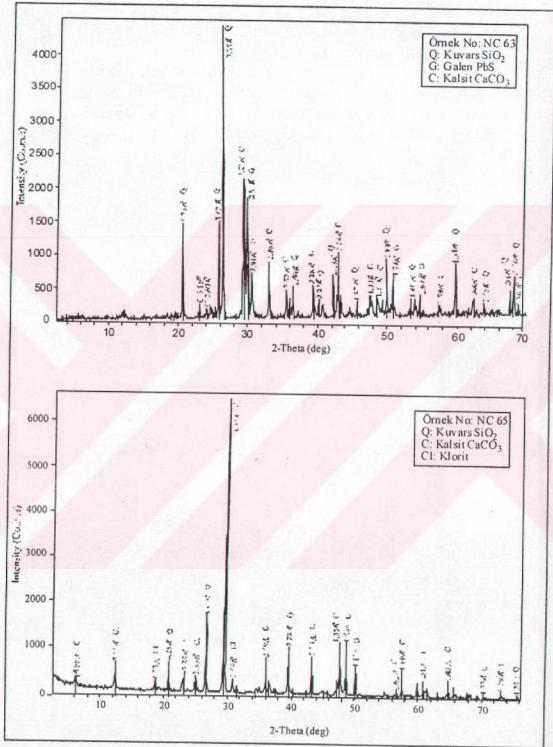
XRD analiz sonuçları cevherleşmenin parajenezini belirlemede cevher mikroskobisi incelemelerine önemli katkı sağlamıştır. Sekiz adet cevher örneğinde yapılan XRD incelemelerinde mikroskopta tayin edilen minerallere ek olarak Keskin Pb-Zn cevherleşmelerinde önceki çalışmalarda hiç sözü edilmeyen cerianit ($(Ce, Th)O_2$) ve carlinit (Tl_2S) mineralleri bulunmuştur (Şekil 4. 34). Doğada nadir bulunan bu minerallerden carlinit' in duraylılık alanı alkali ortamlardır. Talyum özellikle altın-civa mineralizasyonlarında önemli bir mineraldir. Carlinit düşük sıcaklıkları işaret eden epitermal alanların tipik bir mineralidir. Cerianit minerali, içerdği Th yüzünden uran mineralleri arasında yer alır ve



Şekil 4. 34: Keskin (Kırıkkale) Pb-Zn cevherleşmesine ait XRD diyagramı

ve mikroskopta tayini çok güç olduğundan genelde spektroskopik ve röntgenometrik yöntemlerle tayin edilir (Philipsborn, H., 1967)

Gerek mikroskobik ve gerekse XRD incelemeleri sonucunda gang mineralleri olarak başta kalsit ve kuvars olmak üzere klorit gibi bazı mineraller belirlenmiştir (Şekil 4. 35).



Şekil 4. 35: Keskin (Kırkkale) Pb-Zn cevherleşmesine ait XRD diyagramı

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Keskin granitoidleri yükseltgen ortamlarda oluşmuş kalkalkalen bileşimli ve peralümino grubuna giren kayalardır.

Bölgede benzer çalışmalar yapan Bayhan (1989, 1995) batı dış kuşak şeklinde ayırdığı ve Keskin granitoidlerinin de içinde bulunduğu bölgede koyu ve açık renkli subalkali bileşimli ve kalkalkali yönelimli kayalar olarak tanımlamış, ayrıca bu kayaların metalüminalı-peralüminalı karakterde ve kafemik yönelimli kayalar olduğunu açıklamıştır. Alüminyumun eksikliği veya fazlalığı koyu renkli minerallerin durumunu yansıtmaktadır. Keskin granitoidleri daha önce yine Bayhan (1989, 1995)' in açıklamalarında da belirtildiği gibi I-tipinde, yani magmatik kaynak malzmeden türemiş kayalardır. Bu kayaların parlak kesitlerinde manyetit ve piritin gözlenmesi, bunların manyetit serisine (Ishihara, 1981) ait olduklarına işaret etmektedir (Bayhan, 1989). Kayaç oluşum ortamının yükseltgen özellikte oluşu demirin magmadan ayrılmasını sağlayabilmiştir. Eğer magma içi fizikokimyasal şartları yükseltgen ise, demirin önemli bir kısmı manyetit halinde kristalleşerek magmadan ayrılır ve böylece piroksen yapmak için çok az demir kalmış olur (Krauskopf, 1985).

Jeotektonik ortamı belirleyici jeokimyasal incelemeler Keskin granitoidlerinin kesin bir ayrımını yapmaya yetmemiştir. Örneğin ilgili diyagramlarda diyorit porfirler levha içi ve okyanus ortası sırt alanlarına, fakat tonalit, granodiyorit ve granit porfirler ise volkanik yay, çarpışma bölgesi ve okyanus ortası sırt alanlarına düşmüştür.

Bu sonuçlar da göstermektedir ki, belirli dar bir alanda yapılan jeokimyasal çalışmalar bölgesel anlamdaki tektonik gelişimi tamamiyle açıklayamamaktadır. Keskin yöresinin

jeotektonik konumu ve gelişimini Orta Anadolu Masifi' ni tümünden ele alan araştırmaların ışığında kavramak mümkün olabilir. Bu anlamda yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır (Görür, N., 1988; Erdoğan ve Akay, 1996; Kuşçu ve Erler, 1998; Erler ve diğ., 1991; Akıman ve diğ., 1993; Göncüoğlu, 1986; Göncüoğlu ve diğ., 1991, 1992, 1993; Erler ve

Bayhan, 1995; Erler ve Göncüoğlu, 1996). Bu çalışmalarda Orta Anadolu Masifinde yer alan sokulumların yaşları ve oluştukları ortamların tanımlanması mevcut jeolojik, jeokronolojik ve tektonik bulguların birlikte değerlendirilmesiyle ortaya konulmuştur. Keskin yöresinde de gözleendiği gibi tüm bölgede granitoidler ofiyolitli melanj birimlerini kesmektedir. Buna göre granitoidler ofiyolitli melanj için açıklanan Turoniyen-Maestrihtiyen (Seymen, 1981) yaşından daha genç olmaktadır. Bu sokulumlar Lütisiyen, yer yer Üst Paleosen yaşlı sedimanter kayaçlarla örtülü bulunduklarından (Oktay, 1981) bu sedimanter kayaçlardan daha yaşlı olmaktadır. Bu bilgilere ilaveten jeokronolojik verilere göre de değişik bölgelerde bulunan granitoidlere Alt Kretase' den Üst Eosen' e kadar değişen yaşlar verilmiştir (Erler ve Bayhan, 1995). Bu ilişkiler ışığında Orta Anadolu Granitoidlerinin Geç Kretase zaman aralığında Neotetisin kuzey kolunun kapanması esnasında Toros Anadolu platformu üzerine yerleşmiş olan ofiyolitik kayaçların güneye doğru üzerlemesinden sonra ve o esnada meydana geldikleri söylenebilir (Erler ve diğ., 1991; Akıman vd., 1993). Bu görüşlere göre biri Sakarya levhası ile Toros-Anadolu levhasının çarpışması esnasında (Göncüoğlu, 1986' ya göre Albiyen-Santoniyen), diğeri bu çarpışmadan sonra (Ataman, 1972 ve Göncüoğlu ve diğ., 1988' e göre Maestrihtiyen) olmak üzere iki ayrı magmatik sokulum olduğu ortaya çıkmaktadır (Kuşçu ve Erler, 1998). Keskin granitoidlerinin jeotektonik ortamıyla ilişkili veriler kesin bir tanımlamaya imkan vermemekle birlikte sözü edilen araştırmaların sonuçları ışığında bunların bir çarpışma ortamı

ürünleri oldukları söylenebilir. Çarpışmayla eş zamanlı olduğu belirtilen granitoidler S- tipine (Göncüoğlu, 1986), çarpışma sonrası oluşan granitoidler ise S ve I-tipine (Erler ve diğ., 1991; Akıman ve diğ., 1993; Göncüoğlu ve diğ., 1993; Erler ve Bayhan, 1995; Erler ve Göncüoğlu, 1996) aittir. Bu durumda Keskin granitoidleri Bayhan (1989)' a göre hem S-tipi hem de I-tipi bu araştırmada ise I-tipi olarak tanımlandığına göre, granitoid oluşumlarının levhaların çarpışmasından sonra gerçekleştiği ileri sürülebilir. Bunu destekleyen başka bir veri de ofiyolitli melanjların çarpışma sonrası sokulumlar tarafından kesildiği, buna karşılık çarpışmayla eş zamanlı granitoidlerin ise sadece Orta Anadolu Masifi' ni kestiklerinin bilinmesidir (Kuşçu ve Erler, 1998). Keskin granitoidleri ofiyolitli melanjlari kesmektedir.

Sonuç olarak Keskin granitoidleri Geç Kretase zaman aralığında Neotetisin kuzey kolunun kapanması sonucu Sakarya levhası ile Toros-Anadolu levhasının çarpışmasından sonra gelişen magmatik sokulumlardır. Bu sokulumlar temeldeki mermerleri sıcak dokanakla keserek yerleşmişlerdir. Granitoidlerin yerleşmesi sırasında skarnlaşmalar gelişmiş ve bazı yörelerde de bu skarnlaşmalarla ilişkili cevherleşmeler oluşmuştur.

Keskin Pb-Zn yatakları granitoid-mermer dokanaklarında skarnlaşmalarla ilişkili, mermerler içinde yer alan ve hidrotermal evreye geçişleri de olan bir cevherleşmedir.

Keskin Pb-Zn yataklarının parajenezini galenit, sfalerit, hematit, pirit, kalkopirit, klokmanit, polibasit, kalkosin, fahlerz, bornit, lepidokrosit, götit, serüzit, cerianit, carlinit ve gang mineralleri olarak kalsit, kuvars ve klorit mineralleri oluşturmaktadır.

Hematitlerin ince yapraklar şeklinde levhalar oluşturmaları ve yer yer bükülmüş, ince pullar halinde görülmesi hidrotermal

şartları gösterir. Bu da skarn türü bir cevherleşmenin hidrotermal evreye geçiş fazını açıklayabilir.

Bazı sfalerit minerallerinin kalkopirit eksolüsyon kapanımları içermesi, cevherleşmenin yüksek sıcaklıklarda oluştuğuna işaret edebilir.

Parajenezde yer alan klokmanit ve polibasit mineralleri maden mikroskopik yöntemle, cerianit ve carlinit mineralleri ise XRD yöntemiyle Keskin Pb-Zn yataklarında ilk defa bu araştırmada belirlenmiştir.

Carlinit minerali sıcaklık olarak epitermal şartları ve duraylılık alanı olarak alkali ortamları işaret etmektedir. Ayrıca altın ve civa zenginleşmeliyle olan jeokimyasal ilişkisinden dolayı carlinit, prospeksiyonda yararlanılabilir bir mineraldir.

Bileşiminde Th bulunan cerianitin parajenezde yer alması da özellikle altın ve civa prospeksiyonunda önemli bir veridir. Sfalerit minerallerinin parlak beyaz ve sarımsı renklerde iç yansımalar göstermesi onun demir içeriğinin düşük olduğunu göstermektedir.

Refleksiyon rengine göre fahlerz grubu minerallerinin Ag' ce de zengin olduğu bilinen CuAs – Fahlerz (tennantit) olduğu belirlenmiştir.

Galenit minerallerinde görülen bir yönde uzamış ikizkenar üçgen şeklindeki boşluklar, bükülmüş dilinim izleri ve bu mineralin anizotropi göstermesi cevherleşmenin basınca maruz kaldığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- AKIMAN, O., ERLER, A., GÖNCÜOĞLU, M. C., GÜLEÇ, N., GEVEN, A., TÜRELİ, T. K. ve KADIOĞLU, Y. K., 1993. Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications. *Geological Journal*, 28, s. 371-382.
- ARNI, P., SCHRÖDER, A., 1938. Kortun ve Baranadağı civarında (Kırşehir) lösit-porfir etüdü. M.T.A Raporu, No: 825, Ankara.
- ARSLANPAY, Y., VE YILDIRIM, D., 1978. Ankara-Keskin Denek Madeni bakır-kurşun-çinko aramaları jeofizik indüklem polarizasyon (I.P.) etüdü. MTA Rap. No: 334.
- ATAMAN, G., 1972. Ankara' nın güneydoğusundaki granit-granodiyoritik kütlelerden Cefalıkdağ' ın radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. *Hacettepe Fen ve Müh. Bil. Der.* 2/1, 44-49.
- ATAMAN, G., ve ATAMAN, G., 1981. Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme. *H.Ü., Yerbilimleri*, v. 8, p 27-30.
- AYAN, M., 1963. Contribution él'etude pétrographique et géologique de la région situéé an Nord-Est de Kaman. M.T.A yayını, No: 115, s. 332, Ankara.

- BAYHAN, H., 1987.** Cefalık ve Baranadağ plütonlarının (Kaman) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, s. 30-3, 11-16.
- BAYHAN, H., 1988.** Bayındır-Akpınar (Kaman) yöresindeki alkali kayaçların jeokimyası ve kökensel yorumu. T. J. K Bülteni, c. 31, s. 59-70, Ankara.
- BAYHAN, H., 1989.** Petrographic and chemical-mineralogical characteristics of the Keskin intrusion (Ankara). Hacettepe University Earth Sciences. 15, p. 29-36.
- BAILEY, E. B. Ve McCALLIEN, W.C., 1950.** Ankara melanji ve Anadolu şaryajı. M.T.A Dergisi, 40, s. 12-16, Ankara.
- BİRGİLİ, S., YOLDAŞ, R., and ÜNALAN, G., 1975.** Çankırı-Çorum Havzası' nın jeolojisi ve petrol olanakları: Ankara, General Directorate of Mineral Research and Exploration (M.T.A), Report no: 5621, p. 78.
- CHAPPELL, B. W. And WHITE, A. J. R., 1974.** Pasific Geology. 8, pp. 173-174.
- CHAPUT, E., 1936.** Türkiye' de jeolojik ve jeomorfolojik tetkik ve seyahatler. İst. Üniv. Yayını, No: 324, (Çev. A. Tanoğlu, 1947).
- COX, K., BELL, J. D., and PANKHURST, R. J., 1979.** A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Earth Sci., v. 73, p. 135-149.

ÇAĞATAY, A., TEŞREKLİ, R., 1979. Vitişenit minerali içeren Keskin – Karamağara kurşun-çinko zuhurlarının mineralojisi ve kökeni. TJK Bül., 22, s.203 – 208.

ÇAVUŞOĞLU, H., 1967. Keskin-Denek Pb-Zn madenleri ve civarının jeolojik yapısı hakkında rapor. MTA Rap. no: 3871 (yayımlanmamış).

ÇETİNKAYA, N., 1976. Ankara-Kırıkkale-Durdahan yöresi jeoloji raporu. MTA Rap. no: 394, (yayımlanmamış).

ÇÖTELİ, R., 1980. Ankara vilayeti Keskin kazası Denek Kurşun Madeni jeoloji raporu, MTA Rap. No: 1804.

ERDOĞAN ve AKAY E. And UĞUR, M. S., (1996). Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı basin. International Geology Review. v. 38, pp. 788-806.

ERKAN, Y., 1976. Kırşehir çevresindeki rejyonal metamorfik bölgede saptanan isogradlar ve bunların petrolojik yorumlamaları. Yerbilimleri, c. 2, No: 1, s. 23-54

ERKAN Y., ATAMAN G., 1981. Orta Anadolu Masifi' nin (Kırşehir yöresi) Metamorfizma yaşı üzerinde K/Ar yöntemi ile bir inceleme, Türkiye Jeol. Kur., 35. Kurultay, Bildiri özetleri, 33.

ERLER, A., AKIMAN, O., UNAN, C., DALKILIÇ, B., GEVEN, A., ve ÖNEN, P., 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. Doğa-Tr J. Of Engineering and Environmental sciences. 15, s. 76-100.

ERLER, A., ve BAYHAN, H., 1995. Orta Anadolu Granitoidleri' nin genel değeriendirilmesi ve sorunları. Yerbilimleri, 17, s. 49-67.

ERLER, A., and GÖNCÜOĞLU, M. C., 1996. Geologic and tectonic setting of Yozgat batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. International Geology Review, v. 38, pp. 714-726.

GÖNCÜOĞLU, M. C., 1977. Geoklogie des westlichen Niğde Massives. Bonn Univ. Ph. D. Thesis 181.

GÖNCÜOĞLU, M. C., 1986. Geochronological data from the southern part (Niğde area) of the Central Anatolian Massive. M. T. A Bülteni, 105/106, 83-96.

GÖNCÜOĞLU, M. C., TOPRAK, G.M.V., KUŞÇU, İ., ERLER, A. ve OLGUN, E., 1991. Orta Anadolu Masifi' nin batı bölümünün jeolojisi. Bölüm 1, güney kesim, TPAO Rap. No: 2909 (yayımlanmamış).

GÖNCÜOĞLU, M. C., ERLER, A., TOPRAK, G.M.V., YALINIZ, K., OLGUN, E., ve ROJAY, B., 1992. Orta Anadolu Masifi' nin batı bölümünün jeolojisi. Bölüm 2, orta kesim, TPAO Rap. No: 3155, 76 s.

- GÖNCÜOĞLU, M. C., and TÜRELİ, K. T., 1993.** Petrology and geodynamic setting of plagiogranites from the Central anatolian ophiolites (Aksaray, Turkey). *Doğa, Turk jour earth sci.* V. 2, pp: 195-203.
- GÖRÜR, N., 1988.** Tuz Gölü- Haymana havzasının stratigrafik analizi. *Türkiye Jeol. Kur.* 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu' nun jeolojisi Simpozyumu.
- GÜLEÇ, N., ve KADIOĞLU, Y., 1998.** Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (Central Anatolia-Turkey): Estimates from trace element and Sr-isotope data. *Chemie der Erde* 58, p. 23-37.
- IRVINE, T. N. and BARAGAR, W. R. A., 1971.** A Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth Sci.*, v.8, p. 523-548.
- KADIOĞLU, Y., ve GÜLEÇ, N., 1996.** Mafic microgranular enclaves and interaction between felsic and mafic magmas in the ağaçören intrusive suite: Evidence from petrographic features and mineral chemistry. *International Geology Review*, v. 38 p. 854-867.
- KADIOĞLU, Y., vd., 1998.** Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaçören granitoid. *Geol. Mag.* 135 (2), p. 245-254.

- KADIOĞLU, Y., ÖZSAN, A., 1998.** Sulakyurt granitoidindeki gabroların derin yapısının sondajlarla belirlenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, c. 41, No: 2, s.177-185.
- KADIOĞLU, Y., ve GÜLEÇ, N., 1999.** Types and genesis of the enclaves in Central Anatolian granitoids. Geological journal, 34, p. 243-256
- KETİN, İ., 1954.** Yozgat yöresinin jeolojik lövesi. MTA Rap. no: 2141, (yayımlanmamış).
- KETİN, İ., 1963.** 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Kayseri paftası izahnamesi. M.T.A yayını, 83 s.
- KETİN, İ., 1955.** Yozgat bölgesinin jeoloji ve Orta Anadolu Masifi' nin Tektonik durumu. T.J.K Bülteni, s. 6, 1-28.
- KOÇ, Ş., ve ÖKSÜZ, N., 2001.** Keskin Pb-Zn cevherleşmelerinin maden mikroskopik incelenmesi. G. Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi (baskıda).
- KOVENKO, V., 1939a.** Denek madenlerine ziyareti hakkında muhtıra, MTA Rap. No: 844 (yayımlanmamış).
- KOVENKO, V., 1939b.** Denek kurşun madenine yapılan ziyaret hakkında kısa muhtıra. MTA Rap. no: 967, (yayımlanmamış).
- KOVENKO, V., 1940.** Denek kurşun madenine yapılan ziyaret hakkında rapor. MTA Rap. no: 1140, (yayımlanmamış).

- KOVENKO, V., 1947.** Kuzey Anadolu Bölgesinin bazı kurşun-çinko ve antimon madenleri (Denek, Akdağ, Turhal). MTA Bül. c.1(37), s. 61-96.
- KUNO, H., 1968.** Differentiation of basaltic magmas, In: Basalts, H.H.Hess and A. Poldervaart, (Eds), Interscience., v. 2, p. 623-688.
- KUŞÇU, İ., 1997.** Mineralogical and Geochemical comparison of skarns in the Akdağmadeni, Akçakışla and Keskin districts, Central Anatolia, Turkey, The Middle East Technical University, Doctor Thesis.
- KUŞÇU, İ., ERLER, A., 1998.** Mineralization Events in a Collision-Related setting: The Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. International Geology Review. v. 40, p. 552-565.
- MC DONALD, G. A. and KATSURA, T., 1964.** Chemical composition of Hawaiian lavas. J. Petrol., v. 5, p. 82-133.
- MEINERT, L. D., 1984.** Mineralogy and petrology of iron skarns in western British Columbia, Canada, Econ. Geo. v. 79, p. 869-882.
- MEINERT, L. D., 1995.** Compositional variation of igneous rocks associated with skarn deposits. Chemical evidence for a genetic connection between petrogenesis and mineralization. Min. Assoc. Can. Short course Series, v. 23, p. 401-418.
- MILLET, F., 1938.** Denek Simlikurşun madeni hakkında rapor. MTA Rap. no: 779.

NORMAN, T., 1972. Ankara Yahşıhan blgesinde Üst Kretase-alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. T.J. K Bül.15 (2).

OKTAY, F. Y., 1981. Savcılı, Büyükoba (Kaman) çevresinde Orta anadolu Masifi tortul örtüsünün jeolojisi ve sedimantolojisi. Doçentlik tezi, İ.T.U Maden Fakültesi, İstanbul, 175 s., (yayımlanmamış).

ÖNEN, P. A. ve UNAN, C., 1988. Kaman (Kırşehir) kuzeydoğusunda bulunan gabroların mineralojisi, petrografisi. T. J. K Bül., c. 31, s. 23-28.

ÖZKAZANÇ, F., 1980. Ankara-Keskin-Denek madeni manyetit etüld raporu. M.T.A Rap. No: 569

PEARCE, J. A., HARRIS, N. B. W. and TINDLE, A. G., 1984. Journal of Petrology. 25, pp. 956-983.

PHILIPSBORN, H., 1967. Tafeln zum Bestimmen der Minerale nach äusseren Kennzeichen" E Schweizerbart'sche, Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

PIENIAZECK, J., 1940. Denek madenindeki istikşaf işlerinin intacına müteallik rapor. M.T.A Rap. No: 1178, Ankara.

PILZ, R., 1936. Denek madeni hakkında rapor: M.T.a Derleme servisi, No: 394, Ankara, (yayımlanmamış).

RAMDOHR, P., 1975. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: Akademie-Verlag, Berlin.



SCHUMACHER, F., 1937. Keban, Bolkardağ, Gümtüşhacıköy, Denek madenlerindeki (Ag-Pb-Zn) zuhuratlarına ait rapor. M.T.A Derleme servisi, No: 402, Ankara, (yayımlanmamış).

SEYMEN, İ., 1981. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi' nin stratigrafisi ve metamorfizması TJK Bül., 24, 7-14.

SEYMEN, İ., 1981a. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi' nin metamorfizması: Türkiye Jeoloji Kurumu 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu' nun jeolojisi Sempozyumu, Tür. Jeol. Kur. Yayını, s. 12-15.

SEYMEN, İ., 1982. Kaman dolayında Kırşehir Masifi' nin jeolojisi. İ.T.U Maden Fakültesi Doçentlik tezi, 164 s.

TÜLÜMEN, E., 1980. Akdağmadeni (Yozgat) Yöresinde Petrografik ve Metallojenik İncelemeler, Karadeniz Teknik Ü. Doktora tezi, 157.

ÜNALAN, G., YÜKSEL, V., TEKELİ, O., GÖNENÇ, T., SEYİRT, Z., and HÜSEYİN, S., 1976. Haymana-Polatlı yöresinin (GB Ankara) Üst Kretase-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocografik evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. v. 19, p. 159-176.

WIGGINS, L.R., AND CRAIG, J.R., 1980. Reconnaissance of the Pb-Zn-S system: Sphalerite phase relationship. Econ. Geol., v. 75, p.742-752.

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN YAKIN**

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Ankara' da doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini Ankara' da tamamladıktan sonra 1993 yılında A. Ü. F. F. Jeoloji Mühendisliği bölümüne girdi ve 1997 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. Eylül 1997-2001 yılları arasında A. Ü. Fen Bil. Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı.

Kasım 2000 tarihinden itibaren Erciyes Üniversitesi Yozgat Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nde Araş. Gör. olarak görev yapmaktadır.

Nursel ÖKSÜZ
Ankara, Şubat 2001