

1 20181



**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BASKİL (ELAZIĞ) CİVARINDAKİ GRANİTOİD KAYAÇLARINA
BAĞLI CEVHERLEŞMELERİN İNCELENMESİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Özcan DUMANLILAR

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**ANKARA
2002**

Her hakkı saklıdır

120 181

Prof. Dr. Doğan Aydal danışmanlığında, zcan Dumanlılar tarafından hazırlanan bu çalışma 21/06/2002. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yavuz ERKAN

Prof. Dr. Taner ÜNLÜ

Prof. Dr. Doğan AYDAL

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Metin OLGUN
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

BASKİL (ELAZIĞ) CİVARINDAKİ GRANİTOİD KAYAÇLARINA BAĞLI CEVHERLEŞMELERİN İNCELENMESİ

Özcan DUMANLILAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Danışman: Prof. Dr. Doğan AYDAL

İnceleme alanı Baskil'in (Elazığ) güneyinde 1/25.000 ölçekli Malatya K41-c4 ile Malatya L41-b1 paftaları içerisinde, 77 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada Topalkem ve Nazaruşağı (Baskil-Elazığ) cevherleşmelerinin ve yakın çevresinin jeolojisi, mineralojisi, petrografisi, jeokimyası, yankayaç alterasyonu, cevher yankayaç ilişkileri ve cevherin mikro yapı-doku ilişkileri incelenmiştir.

Çalışma alanı Doğu Toros Orojenik kuşağının Üst Kretase yaşlı bölümünde yer almaktadır. Bu alanda Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri ile Pliyosen yaşlı genç çökeller yüzeylenmektedir.

Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda, Baskil Magmatitlerinin volkanik ada yayı, Bilaser Tepe Magmatitlerinin ise çarpışma sonrası granitoidler olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki Bilaser Tepe Magmatitleri içerisinde farklı iki tip mineralizasyon belirlenmiştir. Birinci tip mineralizasyon Bilaser Tepe Magmatitlerinin granodiyorit, granitporfir ve dasitporfir fazı ile bunların

dokanağındaki Baskil Magmatitlerine ait diyoritlerin içinde gelişmiş porfiri bakır cevherleşmesidir. İkinci tip mineralizasyon ise granitler içerisinde yer alan Au-Cu içeren kuvars damarlarıdır.

Birinci tip mineralizasyonda genel olarak porfiri bakır yatağında gözlenen alterasyon adlandırmaları temel alınarak potasik, fillik, kuvars-serisit-karbonat ve propilitik olmak üzere dört alterasyon tipi belirlenmiştir. Cevherleşme genellikle fillik ve kuvars-serisit-karbonat alterasyonun etkili olduğu bölgelerde kuvars-karbonat damarlarında, çatlak-kırıklarda sıvama ve kayaç içinde saçınımlı olarak bulunmaktadır. Ana cevher mineralleri pirit, arsenopirit, kalkopirit ve bizmuttur.

Granitler içerisindeki ikinci tip mineralizasyonda kuvars damarlarının çevresinde gözlenen killeşme ve silisleşmeyle birlikte pirit, kalkopirit ve çok az miktarda altın gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki porfiri bakır mineralizasyonunda gözlenen alterasyon kuşaklarında uygulanan kütle transferi çalışmalarıyla baz metallerdeki en yüksek kütle kazancının fillik alterasyonda olduğu belirlenmiştir.

Kayaç ve cevher örnekleri üzerinde yapılan sıvı kapanım ve izotop çalışmalarıyla, porfiri mineralizasyonda hem ortomagmatik hem de konvektif süreçlerin; damar tipinde ise katatermal (320⁰-370⁰) koşulların etkili olduğu saptanmıştır.

İnceleme alanında cevherleşmelerin (mineralizasyonların) bağlı bulunduğu magmatik kayaçlar, köken ve jeotektonik ortam açısından daha önceki çalışmalarda, volkanik ada yayı granitoidleri olarak tanımlanmışken, bu çalışmada, kayaçların çarpışma sonrası ortamını yansıtan granitoidler olduğu belirlenmiştir.

2002, 196 sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: Çarpışma sonrası granitoid, porfiri bakır, arsenopirit, kütle transferi

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

INVESTIGATION OF MINERAL DEPOSITS AROUND BASKIL (ELAZIĞ) GRANITOID RELATED ROCKS

Özcan DUMANLILAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Doğan AYDAL

The study area covers an area of 77 km² included in 1/25.000 scale Malatya K41-c4 and Malatya L41-b1 sheets, to the south of Baskil (Elazığ). The purpose of this study is to investigate geology, mineralogy, petrography, geochemistry, wall-rock alteration, ore-wall-rock relationships and microstructural-textural relationships of ore in Topalkem and Nazaruşığı (Baskil-Elazığ) mineralizations and nearby areas.

The study area is situated within the Malatya-Elazığ portion of Eastern Taurus orogenic belt, and is dominated by Baskil and Bilaser Tepe Magmatics and Pliocene sediments.

Petrographic and geochemical studies reveal that Baskil Magmatics occurred as a volcanic island-arc whereas Bilaser Tepe Magmatics are equivalents of post-collisional granitoids.

Two different types of mineralization were recognized in Bilaser Tepe Magmatics. First type of mineralization is porphyry copper mineralization which developed in granodiorite, granodiorite porphyry daciteporphyry and diorites of Baskil Magmatics having contacts with the latters. Second type of mineralization is characterized by Au-Cu- bearing quartz veins emplaced

in granites.

Four type of alteration were defined in first type of mineralization, on the basis of nomenclature of alteration assemblages related to porphyry copper deposits, potassic, phyllic, quartz-sericite-carbonate and propylitic alterations. Mineralization usually occurs in association with quartz-carbonate veins, as stainings along fissures and cracks and as dissiminations throughout the rock within alteration holes of phyllic and quartz-sericite-carbonate assemblages. Main ore minerals are pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite and bismuthinite

On the other hand, pyrite, chalcopyrite and minor gold associated with argillization and silicification around quartz veins, were identified in second type of mineralizations.

As a result of mass transfer studies which were applied in alteration zones related to porphyry copper mineralization, it was deduced that the highest mass gain for base metals was detected in phyllic zone.

Fluid inclusion and isotope studies applied on rock and ore samples indicate, that both orthomagmatic and convective processes were effective on the formation of porphyry-type mineralizations, whereas vein-type mineralizations have formed at katathermal conditions (320^o-370^oC).

Magmatic rocks in the study area previously defined as volcanic island-arc granitoids. As far as origin and geotectonic setting concern, it was deduced from these studies that they are post-collisional granitoids.

2002, 196 pages

Key Words: Post collisional granitoids, porphyry copper, arsenopyrite, mass transfer

TEŞEKKÜR

1994-2002 yılları arasında Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak yürütülen bu çalışma, Prof. Dr. Doğan AYDAL danışmanlığında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmam sırasında beni bu konuda çalışmaya yönelten ve çalışmanın her aşamasında destekleyen, değerli görüş ve eleştirilerinden yararlandığım Danışmanım Prof. Dr. Doğan AYDAL'a (A.Ü.F.F)

Arazi çalışmalarına imkan sağlayan M.T.A Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı'na

Çalışmanın çeşitli aşamalarında destek gördüğüm ve zaman zaman tartışarak değerli eleştirilerinden yararlandığım, Jeo. Yük. Müh. M.Şahin TÜFEKÇİ'ye, Dr. Tandoğan ENGİN'e (M.T.A), Jeo. Yük. Müh. Halide DUMANLILAR'a (M.T.A), Jeo. Yük. Müh. Ercan KUŞÇU'ya (M.T.A), Jeo. Yük. Müh. Bülent BAYBURTOĞLU'na (M.T.A), Jeo. Yük. Müh. Selahattin YILDIRIM'a (M.T.A), Dr. Yusuf Ziya ÖZKAN'a (M.T.A), Prof. Dr. Yavuz ERKAN'a (H.Ü.) ve Prof. Dr. Taner ÜNLÜ'ye (A.Ü.F.F)

Cevher mikroskopisi sırasındaki yardımlarından dolayı Dr. Ahmet ÇAĞATAY'a

Saha çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı Jeo. Yük. Müh. Ali AYDIN'a (M.T.A) ve M.T.A. Malatya Bölge Müdürlüğü çalışanlarına,

Sıvı kapanım çalışmalarındaki emeklerinden dolayı Jeo. Yük. Müh. Gülay Sezerer KURU'ya,

Tezin düzenlenmesi aşamasındaki yardımlarından dolayı Jeo. Müh. Süheyla YEREL'e

Ayrıca çalışmalarımın yürütülmesi esnasında ki sabır ve anlayışından dolayı kızım Beril DUMANLILAR'a ve ailenin diğer tüm bireyelerine teşekkür ederim.

Özcan DUMANLILAR
Ankara, Mayıs 2002

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
SİMGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Tanımı	1
1.2. Çalışma Alanının Coğrafik Durumu	1
1.3. Çalışmanın Amacı	3
1.4. Çalışma Yöntemleri	5
1.5. Önceki Çalışmalar	6
2. GENEL JEOLJİ	12
2.1. Bölgesel Jeoloji	12
2.2. Stratigrafi	17
2.2.1. Keban Metamorfikleri	19
2.2.1.1. Alt Şist	19
2.2.1.2. Keban Mermeri	19
2.2.1.3. Üst Şist Formasyonu	20
2.2.1.4. Üst Mermer Üyesi	20
2.2.2. Kömürhan Ofiyoliti	21
2.2.3. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri	23
2.2.3.1. Baskil Magmatitleri	24
2.2.3.2. Bilaser Tepe Magmatitleri	25
2.2.4. Tersiyer Çökelleri	25
3. PETROGRAFİ	28
3.1. Baskil Magmatitlerin petrografisi	28
3.1.1. Kuvars Diyorit/Diyorit	28
3.1.2. Kuvars Monzodiyorit	33
3.1.3. Tonalit	34
3.2. Bilaser Tepe Magmatitlerinin petrografisi	35
3.2.1. Granit	37
3.2.2. Granodiyorit-adamellit	40
3.2.3. Granitporfir	41
3.2.4. Granodiyorit/adamellitporfir	44
3.2.5. Dasitporfir	47

3.2.6. Mafik magmatik anklavlar.....	47
3.3.6.1. Poikilitik kuvars ve potasyum feldispat oluşumu	49
3.2.6.2. Bıçağımsı biyotit.....	49
3.2.6.3. İğnemsli apatit oluşumu.....	49
4. BASKİL VE BİLASER TEPE MAGMATİTLERİNİN JEOKİMYASI.....	52
4.1. Ana element jeokimyası.....	52
4.1.1. Harker değişim diyagramları ve korelasyon katsayıları	57
4.2. Eser Element Dağılım Desenleri.....	63
4.3. Magma Tipi	69
4.4. Petrojenetik ve Tektojenetik İnceleme.....	76
4.5. Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası.....	79
5. MADEN JEOLJİSİ	85
5.1. Porfiri tip bakır cevherleşmesi.....	93
5.1.1. Mineralizasyon ve tektonizma.....	131
5.1.2. Alterasyon	131
5.1.2.1. Potasik alterasyon	133
5.1.2.2. Propilitik alterasyon.....	135
5.1.2.2.1. Kuvars-serisit-klorit-kil alterasyonu.....	137
5.1.2.3. Kuvars-serisit-pirit alterasyonu.....	137
5.1.2.4. Kuvars-serisit-karbonat-klorit alterasyonu.....	139
5.1.3. Cevherleşme tipleri	139
5.1.3.1. Kuvars ile kuvarslı karbonat damar ve damarcıklarına bağlı cevherleşmeler.....	139
5.1.3.2. Çatlak ve kırıklardaki ağsı tip cevherleşme.....	141
5.1.3.3. Saçınımlı tip cevherleşme	141
5.1.4. Cevherleşmenin mineralojik bileşimi, yapı ve dokusu.....	143
5.1.4.1. Manyetit	143
5.1.4.2. Pirotin.....	143
5.1.4.3. İlmenit.....	144
5.1.4.4. Rutil.....	146
5.1.4.5. Pirit.....	146
5.1.4.6. Kalkopirit.....	147
5.1.4.7. Arsenopirit.....	149
5.1.4.8. Bizmutin ve nabit bizmut.....	150
5.1.4.9. Markasit	150
5.1.4.10. Molibdenit.....	150
5.1.4.11. Galenit ve sfalerit.....	154

5.2. Nazaruşığı kuvars damarları	154
5.2.1. Nazaruşığı Au-Cu içeren kuvars damarlarının cevher mikroskopisi	158
5.2.1.1. Kalkopirit	158
5.2.1.2. Pirit	159
5.2.1.3. Manyetit	159
5.2.1.4. Bizmut ve bizmutin	160
5.2.1.5. Emplektit	160
5.2.1.6. Klamprotit	160
5.3. Alterasyonda kütle değişim hesapları	160
5.4. Kükürt izotop çalışmaları	181
5.5. Sıvı kapanım çalışmaları	182
6. SONUÇ VE TARTIŞMALAR	181
KAYNAKLAR	185
ÖZGEÇMİŞ	192

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar, açıklamalar ile birlikte aşağıda verilmiştir. Tez içinde kullanılan kısaltmalar;

SİMGE

akt
anat
biy
apr
biz
ilme
ga
karb

kl
kuv
kpr
kk
kv
many
mk
mo
pr
pt
ser
sf
tr
MTA

K
G
D
B
 μ

AÇIKLAMALAR

aktinolit
anatas
biyotit
arsenopirit
bizmut
ilmenit
galenit
karbonat mineralleri
(kalsit/dolomit)
klorit
kuvars
kalkopirit
kalkosin
kovellin
manyetit
markasit
molibdenit
pirit
pirotin
serisit
sfalerit
tremolit
Maden Tetkik Arama
Genel Müdürlüğü
Kuzey
Güney
Doğu
Batı
Mikron

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.Çalışma alanın yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2.İnceleme alan ve yakın çevresinin metalojenez haritası ve [1/2.000.000 ölçekli (Engin ve diğ., 2000) Türkiye Metalojenez haritası kullanılmıştır].....	4
Şekil 2.1.Türkiyenin tektonik birlikleri (Ketin, 1966; Özgül 1984)).....	13
Şekil 2.2.Doğu Torasların jeodinamik gelişimi (Yazgan, 1984).....	15
Şekil 2.3.Baskil çevresinin genelleştirilmiş litostratigrafik kesiti (Ölçeksiz)	18
Şekil 2.4.Kömürhan ofiyolitlerindeki tektonizma etkisiyle gelişen şistozite düzlemleri Topalkem Mahallesinin 1,5km güney doğusu Çoğraş Mahallesi civarı).....	22
Şekil 2.5.Bilaser Tepe Magmatitlerine ait dasitporfirleri Pyosen yaşlı Genç çökeller	27
Şekil 3.1.İnceleme alanın jeoloji haritası.....	29
Şekil 3.2.Baskil Magmatitlerinin Streckeisen (1976) KAP diyagramında dağılımı.....	31
Şekil 3.3.Baskil Magmatitlerinin Q-P adlandırma diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1988) konumu	32
Şekil 3.4.Bilaser Tepe Magmatitlerinin Streckeisen (1976) KAP diyagramında dağılımı.....	36
Şekil 3.5.Bilaser Tepe Magmatitlerinin Q-P adlandırma diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1988) konumu.....	37
Şekil 3.6.Granit içindeki eklem sistemleri (Badem Tepe kuzeyi).....	38
Şekil 3.7.Granitler içerisindeki mafik magmatik anklavlar a) Selimbaba Tepe kuzeyi b) Badem Tepe kuzeyi.....	39
Şekil 3.8.Diyorit içerisinde sokulum yapmış DB85 ^o K konumlu granodiyorit (Mari Dere).....	42

Şekil 3.9.Granodiyorit içinde, biyotit, plajiyoklaz ve mfiibol apanımları içeren, poikilitik dokulu ortoklazların ince kesit görüntüsü (Çift nikol).....	42
Şekil 3.10. Ganodiyorit içindeki bıçağımsı biyotitlerin ince kesit görüntüsü (Tek nikol).....	43
Şekil 3.11.Granitporfirin ince kesitteki genel görünümü (Çift nikol).....	45
Şekil 3.12.Granitporfirlerdeki kuvars fenokristali içerisindeki turmalin kapanımının ince kesit görüntüsü Tek nikol).....	45
Şekil 3.13.Granodiyorit/Adamellitporfir içerisinde iri alkali feldispat taneleri (Kiziruşağı Mahallesi 500 m Kuzeybatısı).....	46
Şekil 3.14.Granodiyorit/Adamellit porfirin ince kesitteki genel görünümü (Çift nikol).....	46
Şekil 3.15.Granit içindeki elipsoyidal biçimli anklavın arazi görünümü (Selimbaba Tepe).....	48
Şekil 3.16.Bilaser Tepe Magmatitlerinde görülen ve Dengelenmiş hibrid sistemi karakterize eden (Hibbird, 1991) mikroskopik dokular mHS, daha mafik sistem; mFS, daha felsik sistem; HS, hibrid sistemi; EHS, dengelenmiş hibrid sistemi; hb, hornblend; plc, kalsik plajiyoklaz; bt, biyotit; Kf, K-feldispat; qz, kuvars; pls, sodik plajiyoklaz	50
Şekil 3.17.İğnemsı apatitlerin ince kesit görüntüsü (Tek nikol)	51
Şekil 4.1.Baskil Magmatitlerine ait örneklerin ana element değişim diyagramları.....	58
Şekil 4.2.Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin ana element değişim diyagramları.....	59
Şekil 4.3a.Baskil Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin K/Rb-Rb değişim diyagramı	
Şekil 4.3b. Bilaser Tepe magmatitlerine ait örneklerin K/Rb-Rb değişim diyagramı.....	61
Şekil 4.4a.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç rneklerinin Rb-Sr değişim diyagramı	
Şekil 4.4b.Baskil ve Bilaser Tepe magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-Ba değişim diyagramı.....	62
Şekil 4.5.Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, SiO ₂ ' ye karşı Eser element değişim diyagramları	64
Şekil 4.6.Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, SiO ₂ 'ye karşı eser element değişim diyagramları.....	65

Şekil 4.7.Okyanus sırtı granitlere göre normalleştirilmiş eser element dağılım desenleri (a) okyanus sırtı granitleri, (b) volkanik yay granitleri, (c) levha içi granitleri d) inceltilmiş kıtasal kabuk granitler (e) çarpışma granitleri, (f) çarpışma sonrası granitleri (Pearce ve diğ., 1984).....	67
Şekil 4.8.Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, okyanus Sırtı granitlere (ORG) göre normalleştirilmiş eser element dağılım desenleri (Pearce diğ., 1984'den alınmıştır).....	68
Şekil 5.9.Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, okyanus sırtı granitlere (ORG) göre normalleştirilmiş eser element dağılım desenleri (Pearce ve diğ., 1984' den alınmıştır).....	68
Şekil 4.10.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin (Irvine and Baragar, 1971) toplam alkali-silis diyagramındaki konumları.....	68
Şekil 4.11.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin (Irvine and Baragar, 1971) AFM üçgen diyagramındaki konumları	71
Şekil 4.12.Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, (Debon ve Le Fort, 1988) A-B karakteristik mineral diyagramındaki dağılımı	72
Şekil 4.13.Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, (Debon ve Le Fort, 1988) A-B karakteristik mineral diyagramındaki dağılımı	72
Şekil 4.14.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, Shand indeks diyagramındaki konumları (Maniar ve Piccoli, 1989).....	74
Şekil 4.15.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin ;SiO ₂ (%)-Yb, b) SiO ₂ (%)-Ta ve c) SiO ₂ (%)-Rbdiyagramlarındaki konumu (Pearce ve diğ., 1984). (VAG:Volkanik yay granitoidleri, syn-COLG:Çarpışma ile eş zamanlı granitoidler, ORG:Okyanus ortası sırtı granitoidleri, WPG: Levha içi granitoidler).....	77
Şekil 4.16.Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait Örneklerin (Y-Nb) diyagramındaki konumu (Pearce ve diğ., 1984).....	77

Şekil 4.17. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç Örneklerinin Batchelor ve Bowden (1985)'nun R_1 - R_2 diyagramındaki dağılımları.....	78
Şekil 4.18 A. Rb-(Y+Nb) diyagramındaki bazı çarpışma sonrası granitlerin dağılımı	---
Şekil 4.18.B. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-(Y+Nb) diyagramı (Pearce ve diğ., 1984) üzerindeki dağılımı.....	80
Şekil 4.19. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin SiO_2 -Rb/Zr diyagramındaki (Harris ve diğ., 1986) Konumları.....	80
Şekil 4.20. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Y/44-Rb/100-Nb/16 üçgen diyagramındaki (Theblemont ve Cabanis, 1990) konumları.....	81
Şekil 4.21. Baskil (A) ve Bilaser Tepe (B) Magmatitlerine ait Kayaç örneklerinin NTE içeriklerinin kondrit'e göre (Evensen ve diğ., 1978) normalleştirilmiş değerlerinin dağılımı.....	84
Şekil 5.1. Baskil güneyi Cu, Pb, Zn ve As anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	91
Şekil 5.2. İnceleme alanın jeoloji ve alterasyon haritası.....	94
Şekil 5.3. Bilaser Tepe (Cu) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	98
Şekil 5.4. Bilaser Tepe (Mo) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	99
Şekil 5.5. Bilaser Tepe (Pb) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	100
Şekil 5.6. Bilaser Tepe (Zn) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)	101
Şekil 5.7. Bilaser Tepe (As) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	101
Şekil 5.8. Kuvars-serisit-pirit alterasyonuna maruz kalmış granodiyoritin arazi görünümü (Kuru Dere)	104
Şekil 5.9. Altere granitporfir içerisindeki çeşitli yönlerdeki çatlaklarda gelişmiş sülfid damarcıkları (Bilaser Tepe).....	106

Şekil 5.10. TS7 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı d)Opak mineral ve alterasyon Mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar,1994'den değiştirilerek).....	108
Şekil 5.11. TS2 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	109
Şekil 5.12. TS3 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	110
Şekil 5.13a. Taşlı Dere civarının jeoloji ve alterasyon haritası.....	112
Şekil 5.13b. Taşlı Dere civarının Cu, Mo ve As anomali haritası.....	113
Şekil 5.14. TS5 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	115
Şekil 5.15. TS6 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	116
Şekil 5.16. TS11 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	117
Şekil 5.17. TS12 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	118

Şekil 5.18. TS13 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	119
Şekil 5.19. TS1 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	121
Şekil 5.20. TS4 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	122
Şekil 5.21. TS8 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	123
Şekil 5.22. TS9 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	124
Şekil 5.23. TS10 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	125
Şekil 5.24. TS14 sondaj kuyu logu a) Litoloji b) Alterasyon c) Cu ve Mo Element içeriğinin dağılımı d) Opak mineral ve alterasyon Mineral parajenez e) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek).....	126
Şekil 5.25. Fillik alterasyona uğramış granodiyorit içerisinde, propilitik Alterasyonun izlendiği kuvars diyorit ve andezit blokları (Kırmızı Tepe).....	128

Şekil 5.26.Fillik alterasyona uğramış ve yoğun olarak yüzeysel bozunmaya maruz kalmış dasitler (Cansızhimik Mahallesi güneyi).....	129
Şekil 5.27.Kiziruşağı Mahallesi kuzeybatısındaki damarların krokisi	130
Şekil 5.28.Mineralizasyon bölgesindeki çatlak, damar ve alterasyonlara ait eğim gül diyagramları. (A): Altere kuvars diyorit-altere granodiyorit kontağı (B): Altere kuvars diyorit içinde kuvars-serisit-klorit alterasyonuna uğramış granodiyoritler (C): Nazaruşağı kuvars damarları (D): Kuvars diyorit içindeki epidot-klorit dolgulu çatlaklar (E): Granodiyorit içindeki fillik alterasyona uğramış çatlaklar (F): Granitporfir içindeki sülfid dolgulu kılcal çatlaklar (N=Ölçü sayısı).....	132
Şekil 5.29.Potasik alterasyon içerisinde biyotit-kuvars-apatit mikro damarcığı (Çift nikol).....	134
Şekil 5.30.Potasik alterasyonda, Hornblendin biyotit ve kuvarsa dönüşümü (Tek nikol).....	134
Şekil 5.31.Diyoritlerde hornblendin tremolit/aktinolit ve biyotite dönüşümü (Çift nikol).....	136
Şekil 5.32.Diyoritin propilitik alterasyona uğraması sonucunda hornblendlerin epidot ve klorite dönüşüm (Çift nikol).....	136
Şekil 5.33. Oksidasyondan etkilenmiş serisitik alterasyonun arazi görünümü (Çift nikol)	138
Şekil 5.34. Serisitik alterasyondan genel görünüm (Çift nikol).....	138
Şekil 5.35. Granit içerisindeki karbonat damarlarının görünümü (Kiziruşağı Mahallesinin 500 m kuzeybatısı)	140
Şekil 5.36.Fillik alterasyon içerisindeki sülfid saçımnlı kuvars damarı (Kuru Dere).....	142
Şekil 5.37. Kataklazmaya uğramış manyetitler (Tek nikol).....	145
Şekil 5.38. Pirit içerisinde pirotin kapanımı (Tek nikol).....	145
Şekil 5.39. Manyetit içerisinde ilmenit lamelleri (tek nikol).....	146
Şekil 5.40. Kataklazmaya uğramış piritler ile aralarını dolduran sfaleritler (Tek nikol).....	148
Şekil 5.41. Pirit içerisinde arsenopirit kapanımı (Tek nikol).....	148
Şekil 5.42. Kalkopirit içerisinde pirit ve arsenopirit kapanımı (Tek nikol).....	149
Şekil 5.43. Kataklazmaya uğramış arsenopirit (Tek nikol).....	151

Şekil 5.44.Kataklazmaya uğramış arsenopiritlerin aralarını ve boşluklarını dolduran bizmutine dönüşüm gösteren nabit bizmut ile kalkopirit (Tek nikol).....	151
Şekil 5.45.Markazit içerisindeki nabit bizmutların bizmutine dönüşümü (Tek nikol).....	152
Şekil 5.46.Bizmutinlerin bizmut oker'lere dönüşümü (Tek nikol).....	152
Şekil 5.47.Hekzagonal pirotinlerin bozunması sonucu oluşmuş markazitler (Tek nikol).....	153
Şekil 5.48.Bükülme gösteren, levhalar şeklindeki molibdenit taneleri (Tek nikol).....	153
Şekil 5.49. Galenit içerisindeki fahlerz, kalkopirit, pirit Kapanımları (Tek nikol).....	154
Şekil 5.50.Nazaruşağı damarlarının ölçekli krokisi.....	157
Şekil 5.51.Granit içinde Au-Cu kuvars damarları (Nazaruşağı-Selimbaba Tepe).....	157
Şekil 5.52. Özşekilli kuvars kapanımları içeren kenarlarından itibaren limonit-kovelline dönüşmüş kalkopirit ile kenetli nabit altın tanesi (Tek nikol)	159
Şekil 5.53.Buruşma lamelleri gösteren bizmutin ve bizmut oker'lere dönüşümü (Tek nikol).....	161
Şekil 5.54. Bizmutin ve kalkopirit dokanağında izlenen emplektitler (Tek nikol).....	161
Şekil 5.55. Bizmutin içerisinde izlenen klamprotitler (Tek nikol).....	162
Şekil 5.56a. Potasik alterasyona uğramış kuvars diyoritlerdeki Oksit ve eser elementlerin " % " değişim miktarlarını ve konumunu gösteren histogram ve grafikler.....	168
Şekil 5.56b.Potasik alterasyona uğramış granodiyorit oksit ve eser elementlerin " % "değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler	170
Şekil 5.56c. Serisit-klorit alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin " % " değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler	172
Şekil 5.56d. Fillik alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin " % "değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler	175
Şekil 5.56e. Kuvars-serisit-karbonat alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin" % " değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler	179

Şekil 5.57. Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin ^{34}S değerleri (Rye ve Ohmoto, 1974; Ohmoto ve Rye, 1979; Akande ve Zentilli, 1983; Shimazaki, 1988; Fonteilles ve diğ., 1989; Branam ve Ripley, 1990; Fu ve diğ., 1991; Layne ve diğ., 1991)	182
Şekil 5.58. Potasik ve propilitik alterasyondaki ikincil kuvars minerallerinin birincil kapanımlarında ölçülmüş homojenleşme sıcaklıkları ($\text{Th}^{\circ}\text{C}$)	183
Şekil 5.59. Nazaruşığı kuvars damarlarındaki kuvars birincil kapanımlarından ölçülmüş homojenleşme Sıcaklıkları ($\text{Th}^{\circ}\text{C}$).....	184

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait Birimlerin makro-Mikro özellikleri	30
Çizelge 3.2. İnceleme alanındaki Baskil Magmatitlerine ait kayaçların modal mineralojik analiz sonuçları.....	31
Çizelge 3.3. İnceleme alanındaki Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin modal mineralojik analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.1. Baskil Magmatitlerinin ana element yüzdeleri (%), eser element miktarları (ppm) ve bunlardan hesaplanan bazı oranlar ile CIPW normları ($A/CNK = Al_2O_3 / CaO + Na_2O + K_2O$ moleküler oranı).....	53
Çizelge 4.2. Bilaser Tepe Magmatitlerinin ana element yüzdeleri (%), eser Element Miktarları (ppm) ve bunlardan hesaplanan bazı oranlar ile CIPW normları ($A/CNK = Al_2O_3 / CaO + Na_2O + K_2O$ moleküler oranı).....	54
Çizelge 4.3a. Baskil magmatitlerinin ana elementlerin ana elementlere karşı Korelasyon katsayıları	
Çizelge 4.3b. Bilaser Tepe Magmatitlerinin ana elementlerin ana elementlere karşı korelasyon katsayıları.....	60
Çizelge 4.4. Baskil Magmatitlerine ait örneklerdeki ana element değerlerinin eser element değerlerine karşı korelasyon katsayıları.....	66
Çizelge 4.5. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerdeki ana element değerlerinin eser element değerlerine karşı korelasyon katsayıları.....	66
Çizelge 4.6. I ve S tipi granitoid sınıflaması (Chappel ve White, 1974) ve Baskil ve Bilaser Tepe magmatitlerinin tanımlanan özellikleri.....	75
Çizelge 4.7. Bilaser Tepe ve Baskil magmatitlerine ait kayaç örneklerinin nadir toprak elementleri (NTE) jeokimyasal analiz verileri (ppm cinsinden).....	81
Çizelge 4.8. Bilaser Tepe ve Baskil magmatitlerine ait kayaç örneklerinin nadir toprak element (NTE) içeriklerinin Evensen ve diğ., 1978)'ze göre normalleştirilmi değerleri	82

Çizelge 4.9. Baskil ve Bilaser Tepe magmatitlerine ait kayaç örneklerinin $(La/Sm)_{CN}$ ve $(La/Yb)_{CN}$ değerleri.....	83
Çizelge 5.1.Dere sediman örneklerinin (Cu) elementi için a) Kümülatif Dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım Grafiği d) İstatiksel parametreler.....	87
Çizelge 5.2.Dere sediman örneklerinin (Pb) elementi için a) Kümülatif Dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	88
Çizelge 5.3.Dere sediman örneklerinin (Zn) elementi için a) Kümülatif Dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	89
Çizelge 5.4. Dere sediman örneklerinin (As) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım Grafiği d) İstatiksel parametreler.....	90
Çizelge 5.5. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Cu) elementi İçin a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	95
Çizelge 5.6. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Pb) elementi İçin a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	96
Çizelge 5.7.Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Zn) elementi İçin a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	97
Çizelge 5.8. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Mo) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler.....	97
Çizelge 5.9. Bilaser Tepe kuzeyindeki mostradan alınan Örneklerin element içerikleri ve özellikleri.....	105
Çizelge 5.10. İnceleme alanında yapılan sondajların koordinat ve derinlikleri.....	107
Çizelge 5.11. Taşlı Dere civarının mostradan alınan örneklerin Element İçerikleri ve özellikleri.jeoloji ve alterasyon haritası	114

Çizelge 5.12. Kuvarslı karbonat damarlarının element içerikleri.....	127
Çizelge 5.13. Kızıruşığı Mahallesi kuzeybatısındaki damarların element içeriği.....	130
Çizelge 5.14. Topalkem (Baskil-Elazığ) porfiri bakır cevherleşmesine ait mineral parajenezi.....	144
Çizelge 5.15. Nazaruşığı damarlarının özellikleri.....	156
Çizelge 5.16. Kütle değişim hesaplarında kullanılan altere kayalar ile kuvarsdiorit ve granodiorit ortalama analiz sonuçları.....	166
Çizelge 5.17. Alterasyonlarda meydana gelen " % " değişim miktarları.....	167
Çizelge 5.18. ³⁴ S izotop ölçümü yapılan örneklerin özellikleri.....	181

1. GİRİŞ

1.1. Çalışma Alanının Tanımı

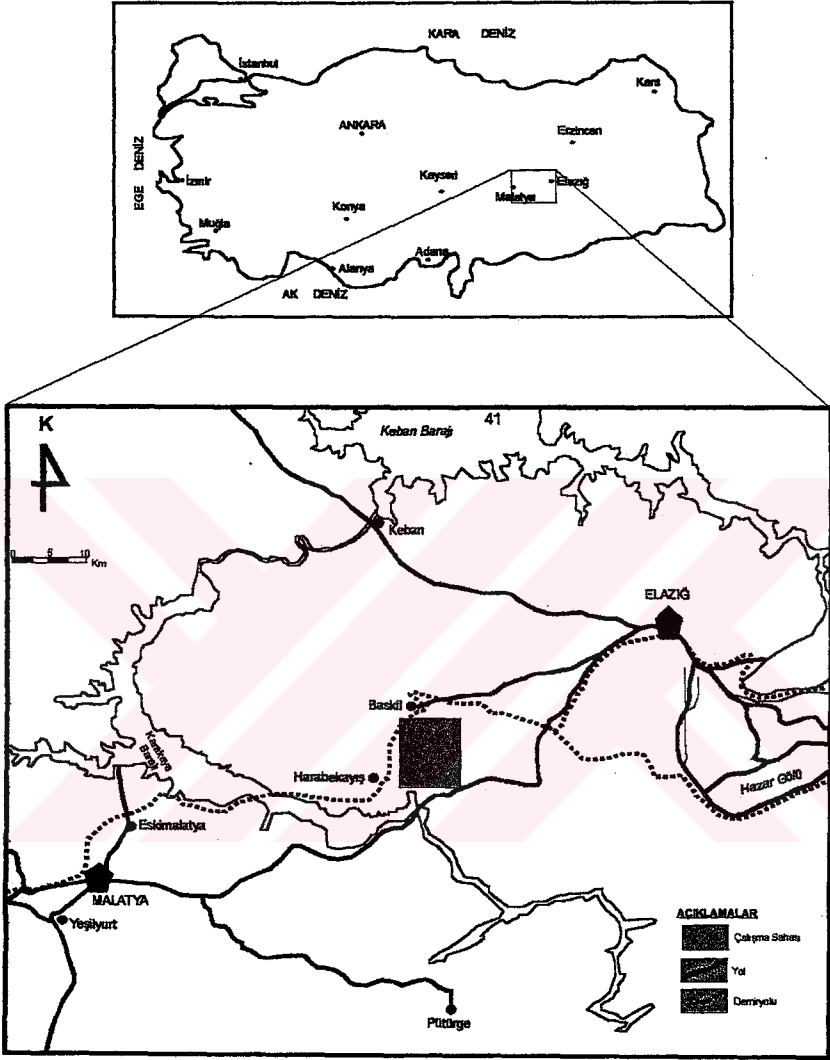
Çalışma alanı, Elazığ ilinin Baskil ilçesinin güneydoğusunda (Malatya K41-c4 ile L41-b1 paftaları üzerinde) yer almaktadır. Kuzeyi Baskil ilçesi, batısı Malatya-Elazığ demiryolu, güneyi Galuşağı ve Cansızhimik köyleri, doğusu ise Meydancık ve Galuşağı köyleri ile sınırlanmakta olup, yaklaşık 77 km² bir alanı kapsar (şekil 1.1).

Malatya-Elazığ karayolu çalışma sahasının 8 km güneyinde, Baskil-Elazığ karayolu ise sahanın 2 km kuzeyinde bulunmaktadır. Malatya-Elazığ karayolunun 52. kilometresinden ayrılan ve inceleme alanını kuzey güney yönünde kateden stabilize yol ile bu iki karayolu birleşmektedir. Çalışma alanı içerisindeki en önemli yerleşim birimleri, Nazaruşağı Mah., Şahaplı Mah., Topalkem Köyü, Cansızhimik Mah., Kiziruşağı ve Galuşağı Mahalleleridir.

1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Durumu

Çalışma sahası, coğrafi olarak, Doğu Anadolu Bölgesinin batısında yer alan, Elazığ ilinin Baskil ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Yüz ölçümü 1312 km² olan Baskil ilçesinin kuzeyinde Keban, doğusunda Merkez ve Sivrice ilçeleri, batısında ve güneyinde Malatya ili yer almaktadır. Doğu Toroslarm ilçe sınırları içindeki en yüksek noktası Hasan Dağı'dır (1864m). Baskil'in Malatya ile sınırmı çizen Fırat Nehri üzerindeki Karakaya Baraj göl alanı, bölgenin en önemli su kaynağıdır.

Baskil'in 4 km güneyinde yer alan, K45D doğrultulu Bütksor Tepe (1511m), Kroşan Tepe (1457m) ve Gavribizi Tepe (1457m), çalışma sahasının en yüksek tepeleridir. Bu hattın kuzeyine doğru ilerledikçe kot 1260 m'ye kadar düşerek Baskil düzlüğünü oluşturmaktadır. Aynı hattın güneyinde ise, Geli Mahallesi civarında, kot 750 m'ye kadar düşmektedir. Bölgedeki diğer önemli yükseltiler ise, kuzeyden, güneye doğru şunlardır;



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Hemik Tepe (1449m), Badem Tepe (1280m), Bilaser Tepe (1355m), Tütün Tepeleri (1188m) 'dir. Sahanın güney doğusunda, KD gidişli yayvan tepeler yer almakta iken, sahanın güney batısında ise, genellikle KG doğrultulu tepeler ve KD doğrultulu yamaçlar yer almaktadır.

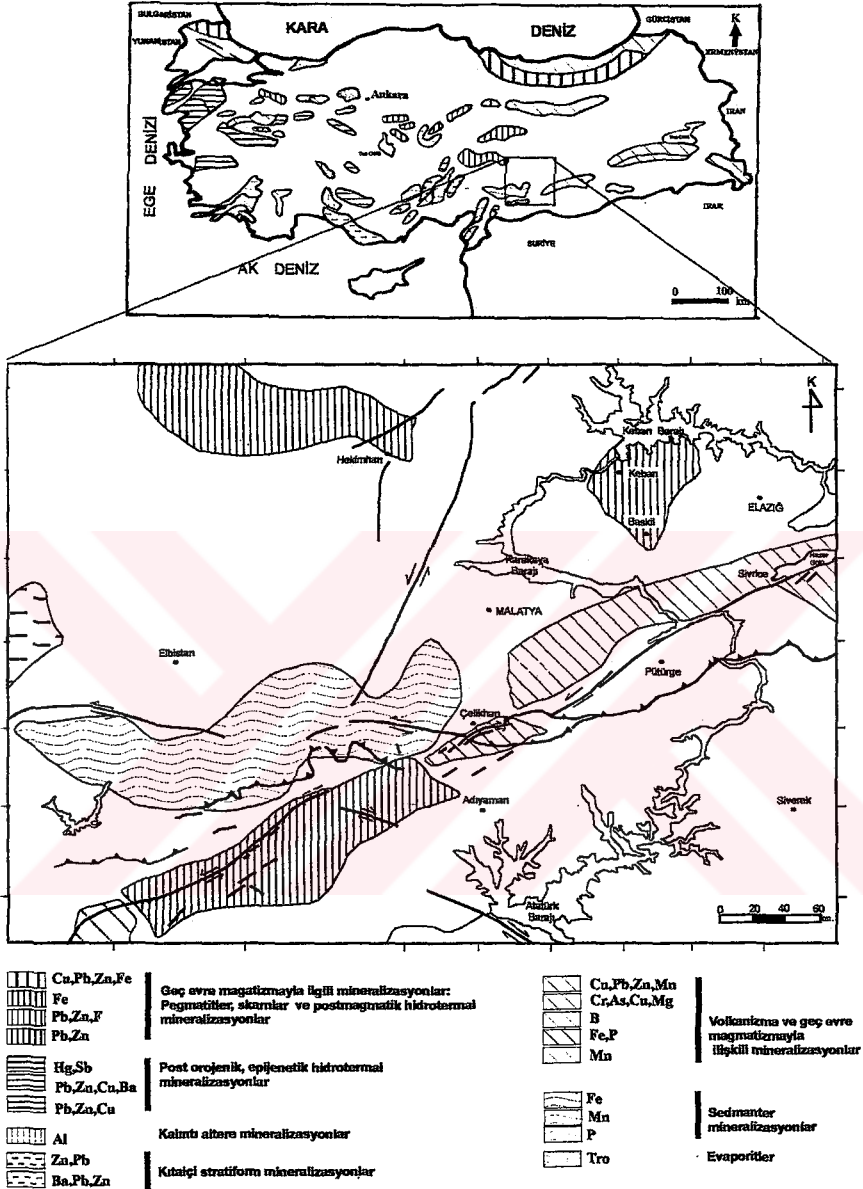
Sahanın batı sınırını oluşturan Geli Çayı ile, doğusunda yer alan Topalkem Dere, KG doğrultusu boyunca sahayı katetmekte olup, tüm mevsimlerde su taşımakta ve Karakaya Barajı Göl alanına boşalmaktadır. Bölgedeki diğer dereler ise, çeşitli doğrultularla bu iki dereye birleşmektedir.

Çalışma alanının kuzeyi, çamlardan oluşan orman ile kaplı iken, güney kesiminin bitki örtüsünü ise, yer yer az alanlar kapsayan meşelikler oluşturmaktadır olup, bölge köyler için yakacak kaynağıdır. Ayrıca, bitki örtüsü olarak, akarsu vadilerinde ve yerleşim merkezi yakınlarda, kayısı bahçelikleri ve kavaklıklar görülmektedir. Bölgede karasal iklim hakim olup, halkın geçim kaynağı kayıscılık ve hayvancılıktır.

1.3. Çalışmanın Amacı

1/2000.000 ölçekli Türkiye Metalojenez haritası (Engin ve diğ., 2000) incelendiğinde Doğu Toros Orojenik kuşağının Malatya-Elazığ arasında kalan kısmında iki cevherleşme kuşağı dikkat çekmektedir (şekil 1.2). Bunlardan birisi Keban civarındaki geç evre magmatizmaya bağlı olarak Keban Metamorfileri içerisinde gelişmiş Pb-Zn kuşağı, diğeri ise, ofiyolit kayalar içerisindeki Cr ve Cu kuşağıdır. Türkiye Metalojenez haritasında (1/2.000.000 ölçekli) görüldüğü gibi Malatya-Elazığ arasındaki magmatik kayalarda cevherleşmeye yönelik çalışmaların eksikliği sebebiyle, bir kuşak tanımlanması yapılamamıştır.

Baskil (Elazığ) ve çevresinde yaygın olarak mostra veren magmatik kayaların cevherleşme özelliklerinin aydınlatılması, bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Amaç doğrultusunda, jeolojik, mineralojik, petrografik, cevher mikroskopisi, izotop ve jeokimyasal çalışmalar



Şekil 1.2. İnceleme alanı ve yakın çevresinin metalojenez haritası [1/2.000.000 ölçekli (Engin ve diğ., 2000) Türkiye Metalojenez haritası kullanılmıştır.

jeokimyasal çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Cevherleşme ve yayılımı ile ilgili jenetik yorumlar yapılmıştır.

1.4. Çalışma Yöntemleri

Çalışma alanında incelemeler, arazi ve laboratuvar çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında, cevherleşmeye yönelik ilk çalışmalar, 1991-1992 yılları içinde M.T.A tarafından başlatılmıştır. Genel jeokimyasal prospeksiyonla başlayan çalışmalar sonucunda elde edilen anomalilerden birisi olan Baskil Cu-Pb-Zn-As anomalisinde, jeolojik, jeofizik ve jeokimya çalışmaları, gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda 14 ayrı lokasyonda düşey doğrultuda toplam 1815,45 m karotlu sondaj yapılmıştır.

Bu çalışma araştırmacının, 1991 ile 1998 yılları arasında M.T.A tarafından yürütülen GAP Maden Aramaları Projesine katılımıyla gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanında mostra veren magmatik kayalar tanımlanmış ve yaklaşık 77 km² lik bir alanda 1/10.000 ölçekli detay jeolojik harita alımı çalışması gerçekleştirilmiştir.

M.T.A tarafından yapılan 14 adet sondaj kuyusunun karot örnekleri makroskopik olarak incelenerek ayrıntılı kuyu logları yapılmış ve yüzeyde gözlenen özelliklerin düşey devamlılıkları araştırılmıştır.

Saha çalışmalarında amaca uygun olarak 126 adet yüzey ve 210 adet sondaj karot örneği alınmıştır. Hazırlanan bu numuneler, polarizan mikroskop ve maden mikroskopu ile incelenmiştir. İncelenen numuneler sonucunda, birimler, mineralojik, petrografik olarak tanımlanmış, alterasyon türleri, cevher-gang mineralleri, cevher minerallerinin yapı ve doku özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca mikroskopta ayırt edilemeyen alterasyon minerallerini tanımlamak için M.T.A Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında 22 adet kayaç örneğinde XRD çalışması yapılmıştır.

Kayaçların modal mineralojik bileşimlerinin belirlenmesinde magmatik kayaçlara ait 26 adet incekesitten kayaçların yapısal-dokusal özellikleri ve ortalama tane boyu göz önüne alınarak uygun nokta ağı seçilmiş ve her bir kesitte ortalama 1000 nokta sayılmıştır.

Magmatik kayaçların petrojenezine yönelik jeolojik çalışmalar, Baskil ve Bilaser Tepe magmatitlerine ait 26 adet taze kayaç örneğinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca alterasyondaki kütle değişim hesapları için 21 adet altere kayaç örneği analiz edilmiştir. Ana, eser ve nadir toprak element içerikleri, Acme Analytical Laboratories Ltd.' de (Kanada) belirlenmiştir. ICP yöntemiyle tüm kayaç ana ve eser elementleri, ICP ve MS yöntemiyle de nadir toprak elementlerin (NTE) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Cevherleşmenin kökeninin araştırılması için 9 adet örnekte ³⁴S çalışması yapılmıştır. Bu amaç için seçilen numuneler öğütülerek ağır sıvı ile zenginleştirilmiş ve analiz için Western Ontario Üniversitesi Yerbilimleri Laboratuvarına gönderilmiştir.

Alterasyon bölgeleri ile damarlardan alınan 18 adet numunenin sıvı kapanım çalışmaları, MTA Laboratuvarlarındaki ölçüm cihazında sıvı kapanım sistemi ve buna monte edilen Nikon mikroskobu ile yapılmıştır. Büroda yapılan çalışmalarda ise, arazi incelemeleri, mineralojik-petrografik incelemeler ve kimyasal incelemeler sonucunda elde edilen veriler, çeşitli diyagramlar yardımıyla ve başka verilerle karşılaştırmak suretiyle değerlendirilmiştir.

1.5. Önceki Çalışmalar:

Ketin (1966), öne sürdüğü yapısal modelleme ile, Türkiye' yi dört tektonik üniteye bölmüştür. Bu sınıflamaya göre, çalışma alanı, Doğu Toros orojenik kuşağı içerisinde yer almaktadır. Ketin (1966) tarafından Doğu Toros Orojenik kuşağının tanımlandığı çalışma, aynı zamanda çeşitli araştırmacılar tarafından bölgede yapılan daha önceki çalışmaları da derleyici nitelik taşımaktadır.

Doğu Toroslari ve Güneydoğu Anadolu'nun jeodinamik ve jeotektonik gelişimini konu alan ilk araştırma, Rigo de Righi ve Cortesini (1964), tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar Arap Platformunun kuzeyinde, Jura-Alt Kretase yaşlı bir jeosenkinal düşünmüşler ve bu jeosenkinalde oluşan kayaların, Üst Kampaniyen Alt Maestrishtiyen aralığında, çekim kaymaları ile güneydeki platform üzerine yürüdüğünü savunmuşlardır.

Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla, Doğu Akdeniz Alpin kuşağının evrimi tartışılmış ve çeşitli öneriler getirilmiştir. Dewey ve diğ. (1973), Biju Duval ve diğ. (1977) ve Taponnier (1977) gibi yazarlar tartışmalarını, Anadolu levhasının güneyinde Mesozoyik yaşlı (Neotetisin içerisinde) bir okyanus açılmasında (Mesogee) yoğunlaştırmışlardır.

Arap Platformunun kuzey kenarında, Prekambriyen yaşlı bir temele sahip bulunan Bitlis-Pütürge metamorfik masifi, Guleman ve Maden yöreleri dışındaki bölgede kesintisiz olarak uzanan metamorfik topluluktur (Yılmaz, 1971). Amfibolit ve yeşilşist fasiyesinde metamorfizma olmuş bu topluluğun litolojik özellikleri ile yapısal konumu, (Boray, 1973, 1976; Hall, 1974; Yılmaz, 1971; Helvacı ve Griffin, 1983; Göncüoğlu ve Turan, 1984; Yazgan ve diğ., 1987) bir çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

Yazgan (1972, 1981, 1984), Malatya-Elazığ dolaylarındaki magmatik ve metamorfik kayaların jeolojik ve petrolojik özelliklerini inceleyerek, bölgenin jeotektonik gelişimi ile ilgili modeller geliştirmiştir. Bu araştırmacıya göre, bölgede, biri Üst Kretase, diğeri Orta Eosen'de olmak üzere iki etkin kıta kenarı gelişmiş ve bunlardan Üst Kretase'de gelişen etkin kıta kenarı üzerinde Yüksekova Karmaşığı, Orta Eosen'deki etkin kıta kenarı üzerinde ise Maden Karmaşığı oluşmuştur.

Asutay ve Poyraz (1983), Kömürhan Metaofiyoliti'nin iç yapısına değinerek, bu kayaların Baskil Magmatitleri'nden çok farklı özellikler gösteren bir formasyon olduğunu ve Kömürhan Ofiyoliti'nin, Baskil Magmatitleri'nin oluşumuna sebep olan eski bir yitimin kalıntıları olarak yorumlamıştır.

Özçelik (1985), Maden Volkanik kayaların petrolojisini ve jeokimyasını, ayrıca bunlara bağlı sülfid yataklarının minerolojisini inceleyerek, bu birimin sülfid yatakları yönünden önemini belirtmiştir.

Asutay (1985, 1988), Kömürhan-Baskil yörelerinde yapmış olduğu çalışmalarda, Baskil Magmatitleri'nin ayrıntılı petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiş ve bu incelemeler sonucu olarak Baskil Magmatitleri'nin I tipi granitoidler olduğunu savunmuştur.

Elazığ civarında yaygın olarak yüzeyleyen Yüksekova Karmaşığı'nın petrografik ve petrolojik özellikleri üzerine çalışmalar yapan Bingöl (1984), Yüksekova Karmaşığı'nın, gabrodan granite kadar değişen derinlik kayaları, bazalt, andezit ve dasitten oluşan yüzey kayaları, piroklastik kayalar ve volkano-sedimanter kayalardan oluştuğunu belirtmektedir. Araştırmacıya göre, granitler, derinlik ve yüzey kayaları ile Keban Metamorfitleri'ni kesmektedir. Araştırmacı, Yüksekova Karmaşığı içindeki granitleri dışındaki kayaların, kuzeye doğru dalımlı bir okyanus levhasının üzerinde kalan, okyanusal kabuk üzerinde gelişmiş ada yayı ürünleri olduklarını, granitlerin ise, bu ada yayı ile, güneydeki Bitlis-Pötürge Masifleri'nin çarpışması esnasında oluştuklarını kabul etmektedir.

Baskil civarında Yüksekova derinlik kayaları üzerine çalışmalar yapan Akgül (1991), buradaki granitlerin çarpışma sonu granitleri olduğunu kabul etmektedir.

Poyraz (1988), İspendere-Kömürhan (Malatya) Ofiyolitler'in jeolojisi ve petrografisi başlıklı çalışmasında bölgedeki ofiyoliti, metamorfik olmayan İspendere ve metamorfik Kömürhan ünitelerine ayırmış olup, esas olarak Kömürhan civarındaki metaofiyolitleri incelemiştir.

Beyarslan (1991), İspendere Ofiyoliti'nin petrografik özellikleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, bu ofiyolitin dunit, tabakalı ve izotrop gabrolar ile bunları kesen verlitik intrüzyonlar, levha dayk kompleksi ve bazik lavlardan oluşmuş eksik bir ofiyolit istifi olduğunu vurgulamıştır.

Herece ve diğ., (1992) ile Akay ve Herece (1992) tarafında Elazığ ve çevresinde yaptıkları çalışmalarda, bölgenin jeodinamik gelişimiyle ilgili yeni veriler sunarken, bu araştırmacılar çalışmalarını bölgenin genç tektoniği üzerine yoğunlaştırmışlardır.

Dumanlılar (1993), İspendere ve Şişman Köy'leri civarında yapmış olduğu çalışmada, Baskil Magmatitleri'nin safhalarını ve bunların İspendere Ofiyoliti ile olan ilişkilerini incelemiştir.

Doğu Torosların Malatya-Elazığ bölümündeki maden arama çalışmalarının iki temel ünite ile sınırlanmış olduğu görülmektedir. Bunlar; (1) Ergani ve Siirt Madenköy gibi masif sülfid yatakları bünyesinde bulunduran, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, (2) Keban civarındaki, Üst Kretase yaşlı magmatik kayalar tarafından kesilmiş ve çeşitli tiplerde Pb-Zn yatakları içeren Permotriyas yaşlı karbonatlıdır (Keban Metamorfitleri). Çalışma alanı içerisindeki magmatikler ile Keban civarındaki magmatikler, Asutay (1988) tarafından Baskil Magmatitleri adı altında incelenmiştir. Baskil ve çevresindeki maden yataklarına yönelik araştırmalar Karakaş (Baskil) ve Nazaruşığı kuvars damarlarıyla sınırlı olmasına rağmen, Keban civarında bir çok çalışma mevcuttur.

Keban bölgesi, polimetallik mineralizasyonların gözlemlendiği eski bir madencilik provensidir. Cevherleşme bölgesindeki madencilik faaliyetlerinin tarihi çok eskilere kadar uzanmaktadır. Bu durum antik galeri ve pasalarda görülmektedir.

Kebandaki en büyük cevherleşme Fırat nehrinin doğusunda yer alan ve 18. yüzyıldan beri işletildiği bilinen Derebaca-Fırat Ana Ocağı Pb-Zn cevherleşmesidir. Bunun yanı sıra Zeytindağ-Haznemağara-Sulumağara-Molaveli sırtları (Pb-Zn), Zeyrandere (Pb-Zn-Fe), Askertepe-Nallıziyaret-Kebandere (Mo-Cu-W) cevherleşmeleri, Fıratın doğusundaki diğer cevherleşme bölgeleridir.

Fırat nehri batısında ise Mıstık mağara (Pb-Zn) ve Karamağara dere (CaF₂, Mo) cevherleşme bölgeleri ile, bu iki alan arasında uzanan zonda gümüşlü mangan cevherleşme bölgeleri bulunmaktadır (Balçık ve diğ., 1978).

Siftil Tepe (Fırat doğusu) civarında yaygın olarak mostra veren siyenomonzonitik ve siyenitik bir magmadan türeyen porfir, rejyonal metamorfikleri kesmektedir. Kayacın yaşı Üst Kretase sonu-Eosen başı olup 4 ayrı fazda kristallendikleri belirlenmiştir (Kipman 1976). Çevredeki cevherleşmelere köken teşkil ettiği bilinen bu kayaçlar, Au-Pt gibi asil elementler de içermektedir.

Ayrıca, Fırat doğusundaki Askertepe, Nallıziyaret, Keban dere ve Keban ilçesinin üzerinde bulunduğu alanda yer alan cevherleşme ise, skarn zonu ve intrüsf kayaçların içerisinde, saçınımlı ve stokworkler şeklinde bulunmaktadır. Ziserman (1969), Nallıziyaret mevkinde yaptığı incelemeler sonucunda, Keban cevherleşmesinin bu sektörünün, porfiri bakır yatağı olacağını savunmuştur. Araştırmacı, siyenit ve trakitlerin steril, kantağındaki kayaçlarda ise skarn zonlarının geliştiğini ileri sürerken, Keban civarında mostra vermeyen granit ve monzonitlerin porfiri tip yatak oluşturacağını düşünmüştür.

Keban-Elazığ arasında yer alan Aşvan Demir yatağı, Keban Metamorfileri ile intrusif ilişkili diyoritlerin (Baskil Magmatitleri) kontaktlarındaki skarnlı zon içerisinde, kontakt metasomatik yumrular şeklinde yer almaktadır. Cevher minerali, manyetit, hematit, limonit, az miktarda götit, pirit, kalkopirit; gang minerali olarak ise, grossular, andradit, diyopsit, epidot, aktinolit, kalsit, klorit ve kil mineralleridir. İkincil olarak tektonik hatlara yerleşmiş ve ekonomik olmayan boyutlarda hematit ve limonit izlenmiştir. Bunlar hidrotermal oluşumlardır (Akyol ve diğ., 1986).

Baskil'in 20 km batısında yer alan Karakaş Demir zuhuru, Akyol ve diğ., (1986) tarafından çalışılmıştır. Araştırmacılar tarafından cevher mostralarının KD-GB yönünde uzanım sunduğu ve hematit-limonit cevher mineralleri içerdiği belirlenmiştir. Keban Metamorfileri ile Yüksekova (Baskil) volkanitleri dokanağında tektonik zonlar içerisine, hidrotermal

olarak yerleşmiş altı ayrı mostradan oluşmaktadır.

1991 yılında başlatılan G.A.P Maden aramaları projesi kapsamında, Üst Kretase yaşlı magmatik komplekste yürütülen genel jeokimyasal prospeksiyon sonucunda, bir çok yerde Cu-Pb-Zn-As anomalileri belirlenmiştir (Yılmaz 1993). Üst Kretase yaşlı magmatik kompleks içerisindeki bu zuhur ve anomaliler, Tüfekçi ve Dumanlılar (1994) tarafından, (1) Porfiri tipteki Cu-Mo mineralizasyonları (Topalkem-Baskil, Kızme Mehmet-İspendere, Sıtışağı-Baskil) ve (2) Baskil magmatit kayaçları içerisindeki Au-Cu-Fe içeren hidrotermal kuvars damarları (Nazarıuşağı-Baskil) olmak üzere iki grup içerisinde toplanmıştır. Aynı araştırmada, Baskil Magmatitlerinin çok fazlı olduğu ve son fazı oluşturan asidik kayaçların, porfiri tip Cu-Mo cevherleşmesini oluşturan alterasyon ve mineralizasyonu sağladığı belirtilmektedir. Baskil (Elazığ) ve Kızme Mehmet-İspendere (Malatya) sahalarında detay jeoloji, jeokimya, jeofizik ve sondaj çalışmaları MT.A Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda, magmatitler içerisindeki, alterasyona bağı mineralizasyon, porfiri Cu mineralizasyonu olarak tanımlanmıştır. Kızme Mehmet (Malatya) ve Baskil (Elazığ) sahalarında yapılan detay jeoloji ve sondaj çalışması sonucunda, bu sahaların ekonomik olmadığı belirlenmiştir (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

İspendere civarındaki magmatik kayaçların fazları detaylı olarak Dumanlılar (1998) tarafından ayırt edilmiş, porfiri pirit-Cu mineralizasyonun, en genç fazı oluşturan dasitler ile ilgili olduğu belirlenmiştir.

2. GENEL JEOLOJİ

2.1. Bölgesel Jeoloji

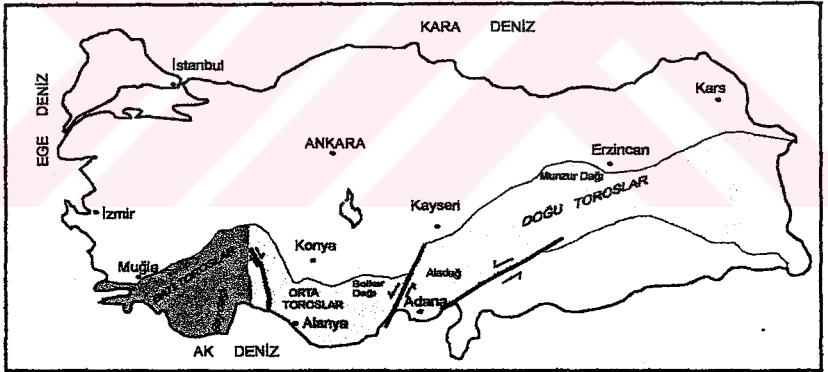
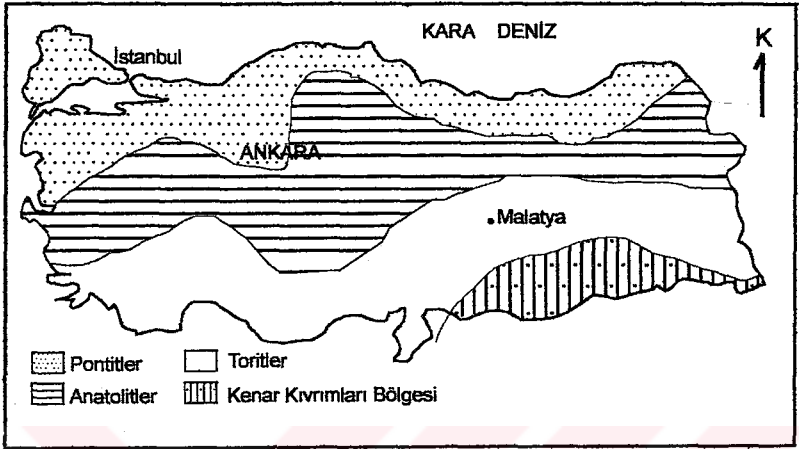
Plaka tektoniği modelleri ortaya konulduğundan beri, birçok cevherleşmenin plaka hareketleri ile bağlantılı olarak geliştiği bilinmektedir. Bu hareketlere bağlı olarak güncel ve paleo plaka sınırlarında büyük metalojenik zonlar oluşmaktadır. Bundan dolayı Baskil (Elazığ) civarındaki granitlere bağlı gelişen cevherleşmelerin oluşum modelinin anlaşılabilmesi için, bulunduğu bölgenin geniş çapta jeolojisinin ve jeodinamik tarihesinin bilinmesi gerekir.

Çalışma alanı, Doğu Toroslar'ın orta kesiminde, Malatya-Elazığ arasında yer almaktadır.

Dağ kuşaklarının orojenik gelişimleri esas alınarak, Türkiye, Ketin (1966) tarafından dört tektonik üniteye ayırılmıştır. Bunlar kuzeyden güneye doğru sırasıyla; Pontitler, Anatolidler, Toridler ve Kenar kıvrımlar bölgesidir (şekil 2.1.).

Toroslar, jeoloji ve morfoloji bakımından, devamlı fakat düzgün olmayan bir dağ şeridi meydana getirirler ve güneyde Akdeniz kıyısına paralel, doğu ve güneydoğuda ise, NE ve E-W istikametinde uzanırlar (Ketin, 1966). Toroslarda Kambriyen ile Miyosen arasında değişen sedimanter kayalar, metamorfik masifler, ofiyolitler ve ofiyolitli melanjlar bulunur (Ketin, 1966). Toros kuşağı, Batı, Orta ve Doğu Toroslar olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Özgül, 1984) (şekil 2.1)

Doğu Toroslar, Kızıldağ ofiyolit masifi ile Hatay bölgesinden başlayarak, Türkiye'nin en güneydoğu ucu olan Hakkari bölgesine kadar bir yay çizerek uzanmaktadır. Eğer, coğrafi özellikleri yanında, jeolojik ve tektonostratigrafik nitelikleri kapsayan bir tanımlama yapacak olursak, Doğu Torosları; Misisler ve Binboğa dağlarında kapsayacak şekilde, Sarız -

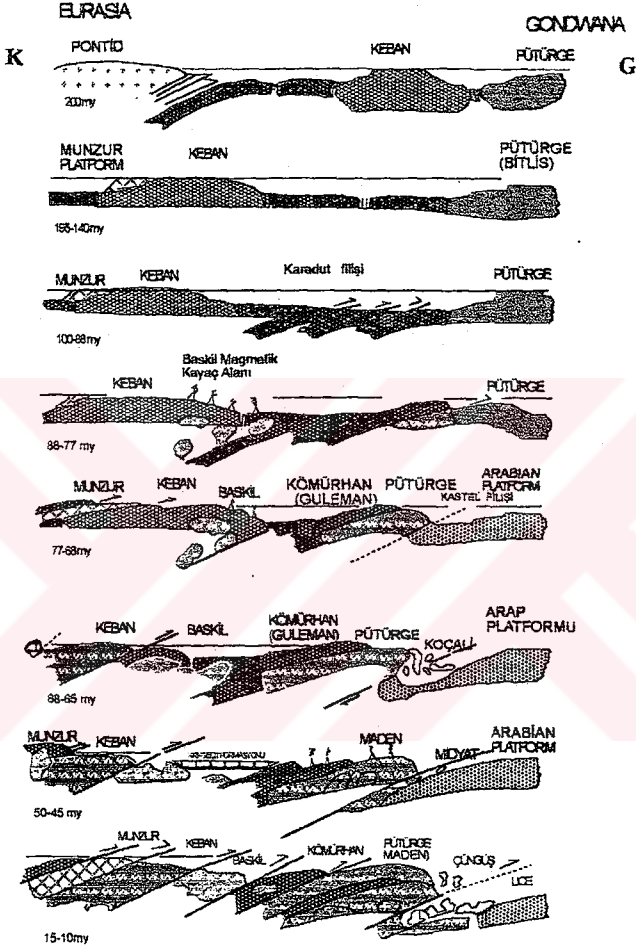


Şekil 2.1. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Ketin, 1966; Özgül, 1984)

Adana hattı boyunca uzanan Ecemiş Fayı doğusundan başlatmak gerekecektir. Bu dağ silsilesi, Gonduvana kıtası çıkıntularından biri olan Arap levhasının kuzey sınırını çevreleyerek, İran'da Zagros silsilesine birleşmektedir (Yazgan ve diğ., 1987).

Doğu Toros orojenik kuşağı ilk kez Mesozoyik'te plaka tektoniği olaylarına sahne olmaya başlamıştır. Neotetisin güney kolunun geç Triyas'taki riftleşmeye bağlı olarak açılmaya başladığı, bölgede çalışan hemen hemen bütün araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Sadece Baştuğ (1980), açılmanın Eosen'de başladığı görüşündedir. Bölgede farklı iki konumda iki farklı ofiyolitik kütle bulunmaktadır. Bunlardan biri Keban Metamorfitleri ile Pütürge Metamorfitleri arasında yer alırken (İspendere-Kömürhan Ofiyoliti), diğeri, Pütürge Metamorfitleri'nin güneyi ile Arap platformu arasındadır. Her ikisinde doğu-batı uzanımlıdır. Bu durum, riftleşmenin zamanlamasındaki görüş birliğine rağmen, çalışmacılar arasında riftleşmenin yeri hususunda farklı görüşlere neden olmaktadır. Hall (1974), Şengör ve Yılmaz (1981), Aktaş ve Robertson (1984), Yılmaz (1993), bu açılmanın Keban-Malatya Metamorfik masifleri ile Arabistan Platformu arasında meydana geldiğini öne sürmüşlerdir. Buna karşılık Yazgan (1984), Michard ve diğ. (1984) ve Yazgan ve Chessex (1991), açılmanın Bitlis-Pütürge Masifleri'nin kuzeyinde, Keban-Malatya Metamorfitleri'nin güneyinde gerçekleştiği görüşündedirler. Perinçek ve Özkaya (1981) ile Turan ve diğ. (1995) ise bölgenin jeodinamik evriminin tek bir okyanus kolu ile açıklanamayacağını vurgulamışlardır.

Neotetisin güney kolunun tek bir okyanusal alandan oluştuğu görüşünü savunan Yazgan (1984), Michard ve diğ. (1984) ile Yazgan ve Chessex (1991) Jura-Alt Kretase sürecinde bölgede hakim olan riftleşmenin, Bitlis-Pütürge Masifi'nin güneyi ile Keban Metamorfitleri arasında geliştiğini ileri sürmektedirler. Genişleme rejimi Üst Kretase'den (Senomaniyen-Turoniyen) itibaren yerini sıkışma rejimine bırakmıştır (Yazgan, 1981; Bingöl, 1984). Bu sıkışma sonucunda, okyanusal kabuğun kuzey kenarı önce kendi eşdeğeri olan okyanusal kabuk altına (Yazgan, 1981), daha sonrada Keban mikro kıtasının altına dalarak, yay magmatizması oluşumunu gerçekleştirmişlerdir (Asutay, 1985) (şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Doğu Toroslarm jeodinamik gelişimi (Yazgan, 1984)

Kuzey kenarda yitim olayı gerçekleşirken, güney kesimde ise, Rigo de Righi ve Cortesini (1964), Yazgan (1984) ve Yazgan ve Chessex (1991) gibi araştırmacılar, önce, okyanusal kabuğun Bitlis-Pütürge Masifleri'nin üzerine itildiğini, bunu izleyen dönemde de, gravite akmalarıyla Arabistan Platformu kuzey kenarındaki Kastel çukurluğuna yerleştiğini kabul etmektedirler.

Baskil Magmatitleri ve Kömürhan Ofiyolitleri (Yazgan ve Asutay, 1981; Yazgan ve diğ., 1987; Yazgan, 1984) Üst Kampaniyen-Üst Maestrihtiyen yaşlı Sağdıçlar Formasyonu tarafından örtülmektedir. Sağdıçlar formasyonu andezitik volkano-klastik bir filiş niteliğindedir.

Tanımlanan bu magmasal kayaçlar ve volkano-klastik filiş, N 70°/N 90° kıvrım eksenini olan bir kıvrımlanma evresi sonrası, yersel olarak kumlu konglomeratik Hippuritesli kireçtaşları, kalkarenit ve kumlu-marnlı kireçtaşı seviyelerinin aralanmasından oluşan bir birim tarafından transgresif olarak örtülmektedir (Asutay ve Turan, 1986).

Oysa Doğu Torosların jeodinamik evriminin tek bir okyanusun varlığı ile açıklanamayacağını düşüncesini benimseyenler (Perinçek ve Özkaya, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Turan ve diğ., 1995) 'de vardır. Bu araştırmacılar, bölgede, Geç Triyas-Erken Kretase süresince, Bitlis-Pütürge Masifleri'nin hem güneyinde, hem de kuzeyinde iki ayrı kolun açıldığını ileri sürmektedirler. Bunlardan güneydeki kol, Neotetisin ana güney koludur. Kuzeydeki kol ise, Pütürge Masifi ile Keban Metamorfikleri arasında uzanmaktadır. Bu iki kol birbiriyle, Bitlis ve Pütürge Masifleri'nin kopuk olduğu Ergani-Maden koridoruyla bağlantılıdır (Turan ve diğ., 1995).

Bölgede Üst Maestrihtiyen'den Alt Lütésiyen'e kadar, kıta yaklaşım hızının az olduğu sırada, çökme koşulları monoton bir şekilde sürmüştür. Orta Lütésiyen'de, kıta yaklaşım hızının artmasıyla, önce bloklu ve volkanitli Maden Grubu sonra da sedimantasyon gelişmiştir (Akay ve Herece, 1992). Yörede Maden Grubu ve Maden Karmaşığı adlarıyla incelenen Orta Eosen yaşlı volkanosedimanter birimin içerisindeki volkanitlerin kökeni tartışmalıdır. Bu fazı Üst Paleosen-Orta Eosen transgresyonları izlemiş ve

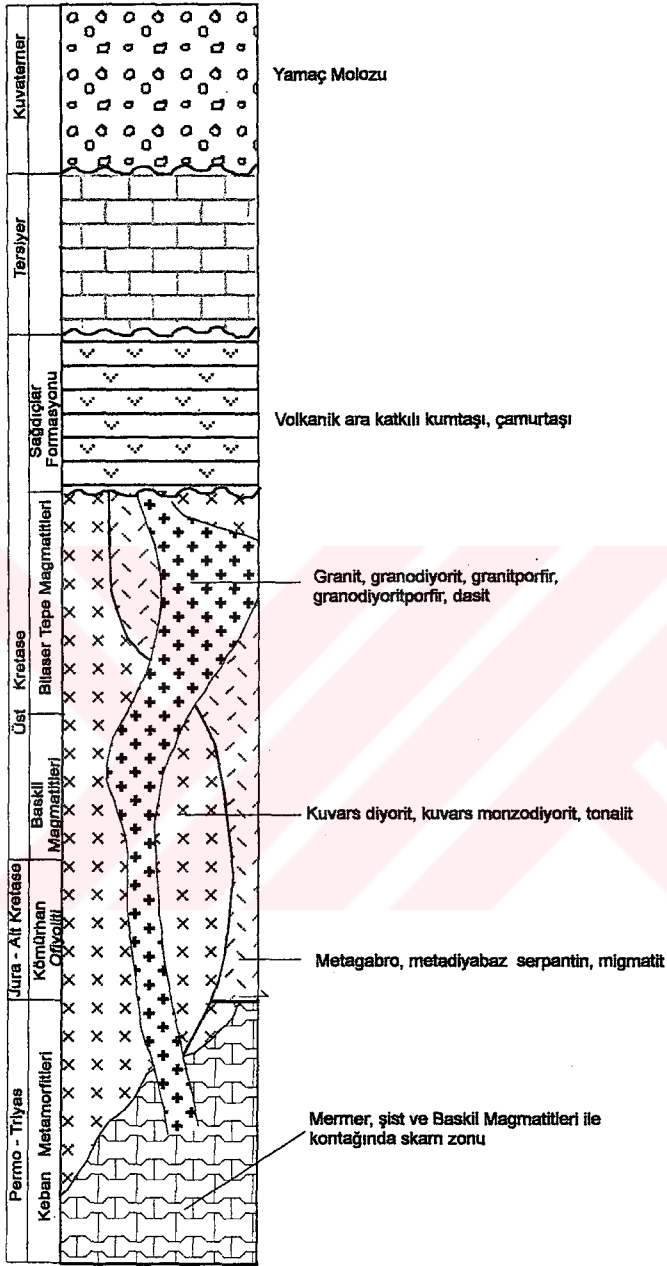
sürüklenme hatları, Seske Formasyonu ve Maden Karmaşığı tarafından örtülmüştür. Orta Eosen transgresyonu ile Arabistan levhası kuzey kenarı, Bitlis ve Keban kuşakları arasındaki dar ve derin bir havzada, volkanitli Maden Karmaşığı oluşmuştur. Maden Karmaşığı içerisindeki mafik magmatiklerin kökeni tartışmalıdır.

Erdoğan (1977) ve Özkaya (1978), bunları ada yayı volkanizması ürünü olarak kabul ederken, Sungurlu ve Arpat (1978) ve Ricou (1980) bu volkanizmayı Arabistan levhasının kuzey kenarında, Eosen'de başlamış ve Miyosen'de sona ermiş küçük çapta bir riftinge bağlamaktadır. Yazgan (1984) ise, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı'nın kıtasal bir yitim sonucunda oluştuğunu vurgulamaktadır. Erler (1982) ise, bu volkanitlerin yay ardi açılması ürünü olduğunu ileri sürmüştür.

Orta Eosen sonunda Maden Çanağı kapanmış ve Maden Karmaşığı alttaki metamorfik ve ofiyolitlerle ekaylanmıştır. Bunu Üst Eosen-Oligosen transgresyonu izlemiş ve sürüklenme hatları, aynı yaşta Kırkeçit sedimanları ile örtülmüştür (Poyraz, 1988). Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen tektoniğini ifade eden Kastel çanağından sonra, Pütürge ve Bitlis Metamorfik Masifleri önünde, Arap platformu kuzeyinde Alt Miyosen'de, Çüngüş çanağı, ön çukuru gelişmiştir. Alt Miyosen sonrası, Arap levhasının Afrika levhasından ayrılarak KD'ya, Avrasya levhasının da güneye doğru hareketi ile kuzey-güney yönlü sıkışma meydana gelmiştir (Dewey ve diğ., 1973). Alt Miyosen'de başlayan çarpışmanın günümüzdeki hareketleri çarpışmanın hala sürdüğünü göstermektedir. Avrasya ve Arabistan levhaları arasında sıkışan Anadolu levhası, KAF ve DAF fayları boyunca kayarak batıya doğru hareket etmektedir (Mc Kenzie, 1970 ; Şengör ve Yılmaz, 1981).

2.2. Stratigrafi

Çalışma alanı ve yakın çevresinde yüzeyleyen litolojik birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanır; Permo-Triyas yaşlı Keban Metamorfitleri, Jura-Alt Kretase yaşlı Kömürhan Ofiyoliti, Üst Kretase yaşlı Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri ve Tersiyer yaşlı çökel kayalar tarafından örtülmektedir (şekil 2.3).



Şekil 2.3. Baskil çevresinin genelleştirilmiş litostratigrafik kesit (ölçeksiz)

2.2.1. Keban Metamorfizmaları

Keban Metamorfik kayalar başlıca reyonel metamorfizmalardan oluşmuş olup, kontakt metamorfik kayalar topluluklarına da, Keban Metamorfizmalarının Baskil Magmatizmasına ait kayalar ile dokanalarında izlenir. En geniş mostralarını, Keban ve çevresinde sergileyen metamorfizmaları Kipman (1976) başlıca; alt şist, Keban mermeri ve üst şistler olarak üç ayrı birime ayırmıştır.

2.2.1.1. Alt Şist

Başlıca kireçtaşı-dolomit ara katkılı mikaşist ve kalkşistlerden ibarettir. Şistler, parajenez itibarıyla, düşük dereceli metamorfizmanın, kuvars-albit-klorit alt fasiyesindedirler (Asutay, 1985). Şistler arasında bulunan kireçtaşlarında, belirli yönde Mg artışı, yani dolomitleşmede artma görülmektedir (Balçık ve diğ.,1978).

Alt şistler için önerilen yaş, fosil topluluklarına göre Permo-Karboniferdir (Kipman, 1976). Özgül'ün (1981) çalışmalarında ise, birimin yaşı Triyasa kadar çıkmaktadır. Asutay (1985) tarafından ise, Keban Metamorfizmaları'nın tamamını kapsamak üzere Permo-Triyas yaşı verilmiştir.

2.2.1.2. Keban Mermeri

Alt şistler üzerine gelen Keban mermeri, açık gri, beyazımsı renklerde olup bol eklemli ve yer yer faylıdır (Asutay, 1985). Keban mermerinin alt şistlerle beraber yer yer oluşturduğu normal fay zonları içerisinde, Baskil magmatizmasına ait siyenitler izlenir. Keban polimetalik cevher yatağı, bu fay boyunca gelişen magmatik ürünler ve bu ürünlerin termal ve hidrotermal fazları ile ilişkilidir (Balçık ve diğ., 1978). Keban mermerinin gerek doku ve gerekse skarn oluşumu ile polimetamorfik etkiler altında kaldığı söylenebilir (Asutay, 1985).

2.2.1.3. Üst Şist Formasyonu

Bu birim, Keban mermerinin üzerine uyumsuzlukla gelip, metakonglomera düzeyi ile başlar. Yanal yönde devamlılık göstermeyen metakonglomeralar, üste doğru fillit, mikaşist ve kalkışistlere geçer. Kurşuni gri siyah, yeşilimsi sarı renklerdeki birimin arasında yer yer metabazit arakatlarına ve kristalize kireçtaşı merceklerine rastlanır. Ziserman (1969), bu kireçtaşlarının olistolit olarak çökel havzasına geldiğini savunmaktadır. Asutay ve Turan (1986) Üst şist üyesinin kökenini "vahşi filiş" olarak önerirler.

2.2.1.4. Üst Mermer Üyesi

Üst şist üyesi üzerine geçişli olarak gelen Üst mermer üyesi, grimsi boz renkleri ve yer yer izlenen yağ cilalı dış görünümleri, tanıtmam özelliklerindedir. Bazı düzeyler kalkışist arakatlı olup, orta kalın tabakalıdır (Asutay, 1985).

Keban Metamorfizmi'nde izlediğimiz kıvrım eksenleri ve meta konglomeralardaki yönelim, ayrıca Baskil ve çevresinde granitik kayalar içine yerleşmiş olan yarı derinlik kayalarının genel uzanımları, tümüyle birbirine uymakta olup, her üç olayda da belirgin bir KKD yönü sergilenmektedir. O halde Baskil Magmatitleri'ni oluşturan dalma-batma olayı sonucu, Keban Platformu hem kıvrımlanarak rejyonel metamorfizmaya (dinamotermal), granitik kayaların içlerine yerleşmesi ile de kontakt metamorfizmaya uğramıştır (Asutay, 1985).

Bölgedeki kayaç birimlerinin en yaşlısı Keban Metamorfizmi olup, değişik araştırmacıların (Kipman, 1976) önerdiği ve belirlediği yaşlara göre Permian ile başlayıp Triyas'a kadar uzanan bir çökelim evresi geçirmiş platform tipi kıtasal şelf çökelileridir (Asutay, 1985).

2.2.2. Kömürhan Ofiyoliti

Yazgan (1984) tarafından Guleman ofiyolitinin batıya uzantısı olarak değerlendirilen Kömürhan ofiyoliti, yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır (Poyraz, 1988). Bölgede D-KD yönünde uzanım sunan birim, Malatya civarında " İspendere ofiyoliti " olarak isimlendirilmiştir. İspendere-Kömürhan birimi, batıya doğru Malatya Napı altında kaybolmaktadır (Yazgan, 1984). Daha batıda, Afşin-Elbistan yöresinde izlenen birime, Göksun ofiyoliti adı verilmiştir. Poyraz (1988), Kömürhan ofiyolitini, metamorfik olmayan ve metamorfik olan bölüm olmak üzere iki alt tıyeye ayırarak incelemiştir. Metamorfik olmayan kısım, çoğunlukla farklı özelliklere sahip gabrolar, diyabaz daykları ve dayk kompleksi ile, yer yer piroksenit ve dönüt ile gabroları kesen konumda, verilit ve plajiyoklazlı verilit intruzyonlarından oluşmaktadır (Beyarslan ve Bingöl, 1995).

Kömürhan ofiyolitinin metamorfik olan kısmı ise, güneyde, birimin Maden Karmaşığı, üzerine bindirdiği zon boyunca izlenen milonitize olmuş gabrolar, şistler ve amfibolit, ortoamfibolit, metagabro, metadiyabaz, serpantin ve migmatitlerle temsil olunmaktadır (Poyraz, 1988).

Ofiyolitik gabrolar içerisinde, onları keser konumda, Bilaser Tepe magmatiklerine ait granitik intruzyonlar bulunmaktadır. Ayrıca, Kömürhan ofiyoliti, yer yer önemli ölçüde metamorfizmaya ve hatta yer yer kısmi ergimeye uğramıştır. Kömürhan ofiyoliti bu özelliklerden dolayı İspendere ve Guleman ofiyolitlerinden ayrılmaktadır. Bölgede incelemeler yapan Bingöl (1994), Bingöl ve Beyarslan (1995) ve Beyarslan (1997) ise, bu ofiyolitlerden Guleman ve İspendere ofiyolitinin, sırt ekseninde oluşmuş okyanus tabanı kalıntıları olduğunu, Kömürhan ofiyolitinin ise,  st Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalımlı, okyanus içi yitim zonu üzerinde gelişen " supra-subduction " zonu ofiyolitleri olduğunu kabul etmektedir.

Topalkem Mahallesi güneyinde (alışma alanı dışında), Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyoritlerle, Kömürhan ofiyolitine ait gabrolar, tektonik ilişkili olarak bulunmaktadır. Tektonizma etkisiyle gabrolarda DB doğrultulu şistozite düzlemleri gelişmiş olup, milonitize olmuşlardır (şekil 2.4).



Şekil 2.4. Kömürhan ofiyolitlerindeki tektonizma etkisiyle gelişen Şistozite düzlemleri (Topalkem Mahallesinin 1,5 km güneydoğusu oęraŐ Mahallesi civarı)

2.2.3. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri

Malatya K41-c4 ile L41-b4 paftalarının bir bölümünü kapsayan çalışma alanındaki tek birim olan magmatikler, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri adı altında incelenmiştir.

Doğu Toroslarda Hakkari'den başlayarak Elbistan'a kadar yayılım sunmakta olan birim, ilk defa Perinçek (1979) tarafından, Hakkari ili Yüksekova ilçesi civarında tanımlanmıştır. Doğu Toroslarda değişik yerlerde incelemeler yapan bazı araştırmacılar (Perinçek 1979; Bingöl, 1988; Turan 1984, Dumanlılar, 1998) birimi Yüksekova Karmaşığı adı altında incelerken, Baskil (Elazığ) civarında araştırmalar yapan Asutay (1985) ile Şişman Köyü (Malatya) civarında harita alımı çalışması yapan Yazgan ve diğ. (1987) birim için Baskil Magmatitleri adını kullanmıştır. Akgül ve Bingöl (1997) ise Elazığ Magmatitleri adı altında incelemiştir.

Bölgedeki magmatik kayalar mineralojik bileşimlerine göre, siyahımsı yeşil, açık yeşil, gri, açık pembe ve kirli beyaz renkler sunmaktadırlar.

Bundan önceki çalışmalarda, magmatik kayalarının tek bir orojenez süreciyle geliştikleri belirtilmektedir. Bu çalışmada ise, Baskil civarındaki magmatiklerin, arazi, petrografi ve kimyasal veriler ışığı altında birbirinden farklı iki orojenik süreçle meydana geldiği ileri sürülmektedir.

Bölgenin jeodinamik gelişimi içerisinde, önce yitime bağlı olarak, kalkalkalen I tipi granitik kayalar ile örtü birimleri gelişmiştir. Bundan önceki çalışmalarda, bölgedeki magmatiklerin tamamının bu süreçle oluştuğu ileri sürülmektedir. Bu çalışmada orojenezin ileri safhalarında gelişen çarpışma sonrası granitlerinin mevcudiyeti belirlenmiş ve Bilaser Tepe Magmatitleri olarak adlandırılmıştır.

Yitim sonucu oluşan ilk evre topluluk için, Asutay (1985) tarafından bölgedeki magmatitlerin tamamı için önerilmiş olan Baskil Magmatitleri ismi kullanılmıştır.

2.2.3.1. Baskil Magmatitleri

Baskil Magmatitlerinin ilk evresi gabro diyorit ve bunların volkanik eşdeğerleri ile temsil edilmektedir. Bunu takip eden asitik evreye ait kayaların ise tonalitik bileşimli olduğu belirlenmiştir.

Keban civarında araştırmalar yapan Akgül ve Bingöl (1997) ile Malatya civarında araştırma yapan Dumanlılar (1998), magmatizmanın bazik evre ile başladığını ve bunu takip eden evrelerde asitik bileşime geçildiğini belirtmektedirler.

Baskil civarındaki magmatik kayalara ait ilk özgün çalışmayı yapan Asutay (1985), bölgedeki magmatik kayaların tedrici geçiş gösterdiğini ileri sürmüş ve başlıca dört bölüme ayırarak incelemiştir. Bunlar; (1) Diyorit-monzodiyorit grubu, (2) Geçiş grubu (kuvars diyorit), (3) Granodiyorit-tonalitik grubu, (4) Monzonit grubudur.

Baskil Magmatitleri güneyde Kömürhan ofiyoliti ile tektonik ilişkili olarak izlenmektedir. Daha güneyde, Karga Dağı'nın doğusunda ise, Baskil Magmatitlerine ait derinlik kayaları Kömürhan ofiyoliti ile intrusif ilişki göstermektedir. Aynı ilişki, İspendere (Malatya) ofiyolitine ait diyabazlar ile tonalitik arasında görülmektedir. Çalışma alanının batısında, Malatya L41-a2 paftasında Harabekayış dağında ise birimin üzerine transgresif olarak Üst Kretase (Maestrihtiyen) yaşlı kireçtaşları gelmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde ise granitik kayaların üzerine gelen ilk birim, Üst Paleosen (Tanesiyen) yaşlı Seke Formasyonudur. Baskil magmatit kompleksine ait derinlik kayalarının, Keban Metamorfitleri ile olan dokanakları ise kontakt metamorfizma gösterir.

Keban civarında mostra veren siyenomonzonitik ve siyenitik subvolkanitler, Asutay (1985) tarafından Baskil Magmatitlerin son fazı olarak değerlendirilmiştir. Keban ve çevresindeki magmatiklerde detay çalışma yapan Kipman (1976), bunların dört tip ve dört fazda oluştuklarını ortaya koymuştur. İlk fazda, piroksen trakilatitleri oluşturan magma enjekte

olmuştur. Daha sonra sırasıyla, piroksen-hornblend trakilatitler, hornblend-biyotit trakit ve alkali trakit meydana gelmiş olduğu araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir.

Çalışma alanı içerisindeki Baskil Magmatitleri, kuvars diyorit, kuvars monzodiyorit ve tonalit ile temsil edilmektedir.

2.2.3.2. Bilaser Tepe Magmatitleri

Daha önceki araştırmalarda Baskil Magmatitlerinin içerisindeki son fazlar olarak değerlendirilen granitik kayalar, bu çalışmada, arazi, petrografik ve kimyasal veriler sonucunda, ayrı bir evre olarak, Bilaser Tepe Magmatitleri altında değerlendirilmiştir.

Bilaser Tepe Magmatitleri, Baskil Magmatitleri ile intrusif ilişkili olarak izlenmektedir. Nazaruşığı güneyinde geniş alanlarda pembe renkli granit olarak mostra veren Bilaser Tepe Magmatitleri Bilaser Tepe civarında merkez de beyazımsı sarı renkli granitporfirler ile bunlarla tedrici geçişli gri renkli granodiyorit-adamellit olarak mostra vermektedir. Kizuruşığı Mahallesi civarındaki dar bir alanda, gri renkli granodiyoritporfirler mostra vermektedir.

2.2.4. Tersiyer Çökelleri

İspendere-Kömürhan Metaofiyoliti ile Baskil volkanik kayalarını örten ilk çökel kayalar, Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen yaşlı Sağdıçlar Formasyonudur (Yazgan, 1983)

Sağdıçlar Formasyonu, tabanda mor renkli çamurtaşları ile başlar, üst seviyelere doğru, silt taşı, kireçtaşı ve volkanik kiltası aralanmasına geçer. İstif içerisinde, ara seviyeler halinde, 3-5 m kalınlığında bazalt blokları mevcuttur.

Topalkem Mahallesi batısı ile Cansızhimik Mahallesi güneyinde, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait dasitler, Pliyosen yaşlı çökeller tarafından örtülmektedir. Akarsu çökellerinden oluşan istifin üst seviyelerinde, travertenler, yer yer de Gastropodların yer aldığı kireçtaşı seviyeleri bulunmaktadır. Pliyosen çökellerinin tabanında yer alan konglomeralar ve kumtaşları kötü bir boylanma göstermektedir. K40B 30⁰KD konumlu tabaka konumuna sahip olan istifin tabaka kalınlığı değişkendir.

Kumtaşı ve konglomeranın kum ve çakıl taneleri, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç parçalarıdır. Bağlayıcı malzeme ise karbonattır (şekil 2.5). Baskil çevresi ve Topalkem ile Cüceler arasında, Pliyokuvaterner yaşlı çökeller, yamaç molozları, kumlar ve taraçalar şeklinde yaygın olarak izlenmektedir.



Şekil 2.5. Bilaser Tepe Magmatiklerine ait dasitpofirleri örten Pliyosen yaşlı genç çökeller

3. PETROGRAFI

Daha öncede belirtildiği gibi, bölgedeki magmatik kayalar, Baskil Magmatitleri ile Bilaser Tepe Magmatitleri isminde değerlendirilen, iki ana kütlede oluşmaktadır. Saha verileri ve kimyasal-mineralojik-petrografik özelliklerine göre, inceleme alanındaki Baskil Magmatitleri, diyorit, kuvars monzodiyorit ve tonalit, Bilaser Tepe Magmatitleri ise granit, adamellit-granodiyorit, granodiyorit-adamellitporfir granitporfir ve dasitporfir fazlarına ayrılmıştır (şekil 3.1).

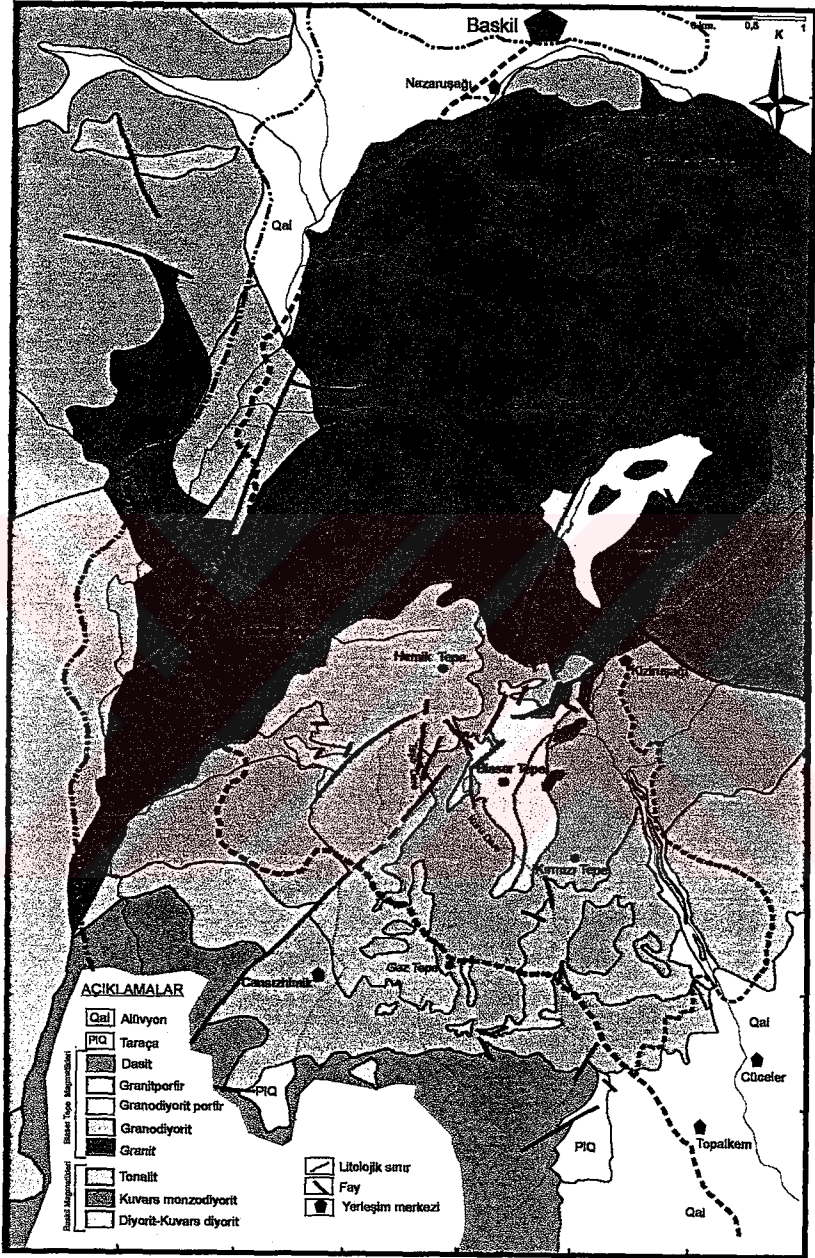
Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait fazların isimlendirilmesinde (modal mineralojik ve kimyasal-mineralojik yöntemler), her fazın karakteristik özelliklerini sunan ve alterasyondan çok az etkilenen 26 kayaç örneği kullanılmıştır. Bu kayaç örneklerinin hem modal mineralojik analiz yöntemiyle KAP diyagramında (Streckeisen,1976), hem de jeokimyasal analiz sonucunda elde edilen ana element oksit değerleri kullanılarak hesaplanan Q-P diyagramında (Debon ve Le Fort, 1988), kimyasal-mineralojik isimlendirmesi yapılmıştır. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç topluluklarının makro ve mikro özellikleri çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

3.1. Baskil Magmatitlerinin Petrografisi

Modal mineralojik analiz (çizelge 3.2, şekil 3.2) ile kimyasal-mineralojik analiz (şekil 3.3) incelemeleri sonucunda yapılan kayaç isimlendirmeleri, Baskil Magmatitlerine ait örnekler de hemen hemen paralellik göstermektedir. Her iki sınıflama sonucunda da diyorit/kuvars diyorit, monzodiyorit ve tonalit türünden kayalar belirlenmiştir.

3.1.1. Kuvars Diyorit/Diyorit

Çalışma alanı içerisinde kuvars diyoritler, Badem Tepe-Hemik Tepe hattının güneyinden başlayıp, Cansızhimik’e kadar uzanan bir kısımda mostra vermektedir. Kuvars diyoritler, kuzeyde Bilaser Tepe



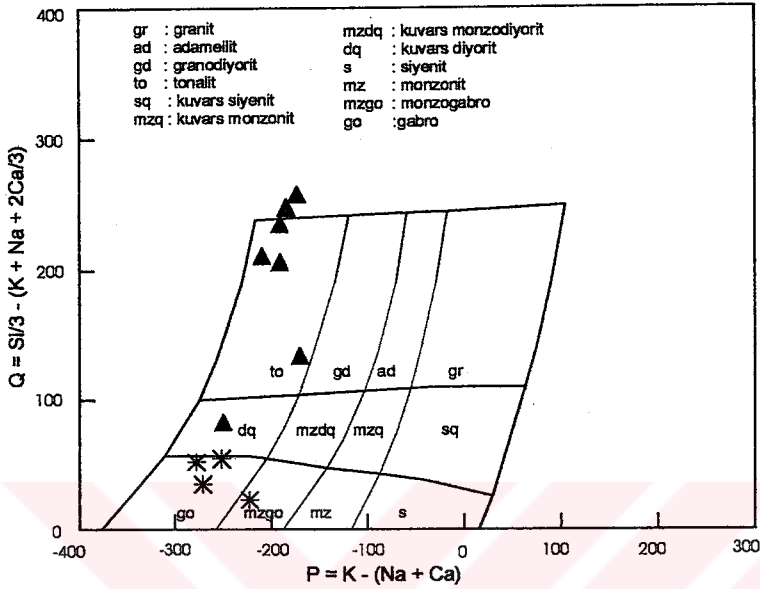
Şekil 3.1. İnceleme alanının jeolojik haritası

**Çizelge 3.1. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait Birimlerin makro-
mikro özellikleri**

B a s k i l M a g -	Kayaç Adı	Renk	Tane boyu	Doku	Mineralojik bileşim	Tali mineral
	M a g -	Diyorit/Kuvars diyorit	Siyahımsı yeşil	1-2 mm	Holokristalin yanözşekilli taneler doku	Kuvars plajiyoklaz amfibol
Kuvars monzodiyorit		Yeşil	1-4 mm	Holokristalin yanözşekilli taneler doku	Kuvars plajiyoklaz ortoklaz amfibol	Apatit
Tonalit		Grimsi beyaz-kirli beyaz	1mm-1cm	Holokristalin yanözşekilli taneler doku	Kuvars plajiyoklaz epidot klorit	—
B i l a s e r T e p e M a g -	Granit	Pembe	1mm-1,5 cm	Holokristalin yanözşekilli taneler doku	Kuvars plajiyoklaz ortoklaz amfibol biyotit	Apatit
	Granodiyorit/adamellit	Gri	0,5-1mm	Holokristalin yanözşekilli taneler doku	Kuvars plajiyoklaz amfibol biyotit	Apatit, zirkon sfen
	Granitporfir	Beyaz-kırmızı beyaz	—	Holokristalin porfirik doku	Kuvars plajiyoklaz ortoklaz	Turmalin
	Granodiyorit/adamellitporfir	Gri	—	Holokristalin porfirik doku	Kuvars plajiyoklaz ortoklaz amfibol biyotit	Apatit, zirkon, sfen
	Dasitporfir	Sarımsı beyaz	—	Holokristalin porfirik doku	Plajiyoklaz Kuvars	Apatit

Magmatitlerine ait granit ile dokanak oluştururken, diğer yönlerde adamellit-granodiyorit tarafından çevrelenmişlerdir.

Kuvars diyorit siyahımsı, yeşil renkleri ile çevresindeki kayalardan kolayca ayırt edilebilirler. Kayaç örneğinde siyah renkli 1-2 mm büyüklükteki amfibol kristalleri ve kirli beyaz renkte izlenen plajiyoklazlar ile seyrek olarak gözlenen camı kuvarslara sahiptir.



Şekil 3.3. Baskil Magmatitlerinin Q-P adlandırma diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1988) konumu

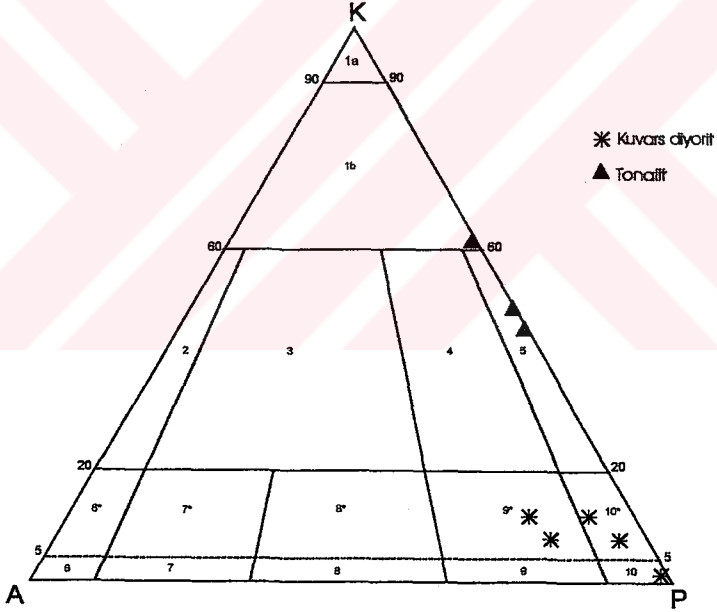
Bu kayalar modal mineralojik analiz (çizelge 3.2) incelemeleri sonucu KAP diyagramında (Streckeisen, 1976) (şekil 3.2) diyorit ve kuvars diyorit olarak isimlendirilmiştir. BY10 ve BY11 nolu numuneler ise mineralojik ve kimyasal sınıflama için kullanılan Q-P (şekil 3.3) adlama diyagramında (Debon ve Le Fort, 1988) diyorit ve kuvars monzodiyorit alanlarında yer almaktadır.

Kuvars diyorit mikroskopik olarak holokristalin-yarı özşekilli taneler dokulu olup, (esas olarak) plajiyoklaz ve amfibollerden oluşmaktadır. Kuvars oranının değişimine bağlı olarak diyorit-kuvars diyorit ayrımı yapılmıştır.

Plajiyoklazlar, oligoklaz-andezin bileşiminde olup, çok az serisit alterasyonuna maruz kalmışlardır.

Çizelge 3.2. İnceleme alanındaki Baskil Magmatitlerine ait kayaların modal mineralojik analiz sonuçları

Örnek No	Sembol	Kayaç Adı	B İ L E Ş E N L E R (%)							
			Kuars	A. Feldispat	Plajiyoklaz	Amfibol	Klorit	Opak min.	Epidot	Kalsit
BY10	*	Diyorit	1,2	—	54,6	37,4	—	6,8	—	—
BY11		Diyorit	4,2	—	51,5	39,1	—	5,2	—	—
T22		Kuars diyorit	11,80	—	52,70	32,0	2,2	0,3	1,0	—
KA8		Kuars monzodiyorit	3,7	8,5	41,0	43,0	1,9	—	1,2	0,7
KA7			4,9	7,1	35,9	46,8	2,3	—	1,5	1,5
T28	Δ	Tonalit	43,9	—	44,1	—	6,25	—	5,75	—
T21			40,1	—	49,2	—	5,8	—	4,9	—
T24			58,9	—	35,0	—	2,6	0,8	2,7	—



Şekil 3.2. Baskil Magmatitlerinin Streckeisen (1976) KAP diyagramında dağılımı

Amfiboller, sarımsı yeşil-zeytin yeşil pleokroizma göstermektedir ve Asutay (1985) tarafından ölçülen 2V açıları 50 derece olduğundan, bunlar hornblend olarak tanımlanmıştır. Hornblendlerin, seyrekte olsa plajiyoklaz kapanımları içerdiği ve poiklitik doku gösterdiği belirlenmiştir. Kuvars diyoritte gözlenen tek aksesuar mineral ise apatittir.

3.1.2. Kuvars Monzodiyorit

Çalışma alanın güneydoğusunda yer alan Bejikan Ziyareti Tepe civarında mostra veren kuvars monzodiyorit, bu fazda ortaya çıkan alkali feldispat ile kuvars diyoritte ayırt edilmektedir. Kayaç, kuvars diyorite göre daha açık yeşil renk tonuna sahip olup, minerallerinin tane boyutları daha büyüktür. Kayaç makroskopik olarak başlıca, 2-3 mm uzunluğunda ve beyaz renkli izlenen plajiyoklazlar, seyrek olarak 1-2 mm uzunluğundaki pembemsi renkteki K-feldispatlar ile camsı kuvars ve kayacın tümüne hakim koyu yeşilimsi, siyah renkte izlenen 3-4 mm uzunluğundaki amfibollerden oluşmaktadır.

Yapılan modal analizlerle belirlenen mineral bileşim yüzdeleri çizelge 3.2'de verilmiştir. KAP diyagramına (Streckeisen, 1976) göre yapılan modal-mineralojik sınıflamada, KA7 ve KA8 nolu kayaç örnekleri kuvars monzodiyorit olarak isimlendirilmiştir. Bu numunelerden sadece KA7 nolu kayaç örneğinde kimyasal analiz gerçekleştirilmiş olup, Q-P diyagramında (Debon ve Le Fort, 1988) bu örnek diyorit alanında yer almaktadır.

Mikroskop çalışmaları sonucunda holokristalin taneler dokuya sahip olduğu belirlenen kuvars monzodiyorit, plajiyoklaz, ortoklaz, kuvars, hornblend ve apatit minerallerinden oluşmaktadır.

Genellikle özşekilli taneler halinde gözlenen plajiyoklazlar andezin bileşiminde olup, yer yer K-feldispatlar tarafından magmatik korozyona uğratılmış olarak izlenir. Bazen serisit, kil ve karbonata dönüştükleri izlenmektedir.

Seyrek olarak plajiyoklaz kapanımları içeren K-feldispatlar özsekilli kristaller halinde izlenirler. Yaygın olarak killeşme göstermeleri tipiktir. Albit ikizlenmesi ve pertitik doku gösterirler.

Kuvars, diğer minerallerin aralarındaki boşluklarda özsekilsiz olarak izlenir.

Amfiboller (hornblend) uzun prizmatik ve baklava biçimli kristaller şeklinde kayaç içinde yer alırlar. Açık sarı, yeşil ve koyu yeşil pleokroizmaları tipiktir.

3.1.3. Tonalit

Çalışma alanının kuzey batı sınırında mostra veren tonalit, grimsi beyaz-kirli beyaz rengi ve iri taneli eliptik ve yuvarlak kuvars tanelerinin camsı görünüşleri ile dikkat çekerler.

Arazi çalışmaları esnasında tonalit olarak isimlendirilen bu kayaç, hem KAP diyagramında (Streckeisen, 1976) (şekil 3.2), hem de Q-P diyagramında (Debon ve Le Fort, 1988) tonalit alanına düşmektedir (şekil 3.3).

Kuvars, plajiyoklaz ile epidot ve klorite dönüşmüş mafik minerallerden oluşan kayacın mikroskop incelemelerinde hipidiyomorf taneler dokuya sahip olduğu belirlenmiştir.

Yuvarlak ve eliptik kuvars tanelerinin boyutları 1 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Bu iri taneli kuvarslar, kesitte geniş alanlar kapsadığı için, nokta sayacı ile yapılan incelemelerde, kuvars içeriği oranını artırmaktadır.

Plajiyoklaz kuvarsdan sonra tonalitte oranı en yüksek olan mineraldir. Oligoklaz veya andezin bileşimindeki plajiyoklazlarda yer yer serisitleşme, killeşme ve epidotlaşma izlenmektedir.

Kuvarsların çevresindeki plajiyoklazlar, genellikle serisitleşmiş ve killeşmişlerdir. Plajiyoklazlarda epidotlaşma da oldukça yaygındır. Özellikle zonlu yapı gösteren plajiyoklazların iç kesimlerinde görülmektedir. Mafik minerallerin ise tamamen klorit ve epidota dönüştükleri izlenmektedir.

3.2. Bilaser Tepe Magmatitlerinin Petrografisi

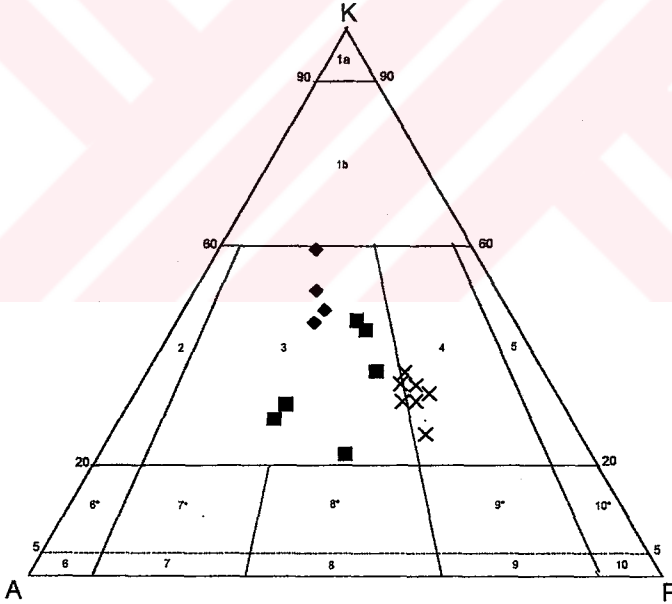
Bilaser Tepe Magmatitlerine ait sahada ayırt edilen beş fazın (granit, granodiyorit, granodiyoritporfir, granitporfir ve dasitporfir), modal-mineralojik incelemeler sonucunda belirlenen bileşimleri (çizelge 3.3) 'de verilmiştir. Bunların KAP diyagramında (Streckeisen, 1976) granit ve granodiyorit alanına düştüğü görülmektedir (şekil 3.4). Bu örnekler kimyasal-mineralojik incelemeler sonucuna göre ise Q-P diyagramında (Debon ve Le Fort, 1988) granit, adamellit ve granodiyorit alanında yer almaktadır (şekil 3.5). Saha gözlemleri ile mikroskopik incelemeler sonucunda bu beş fazda belirlenen farklılıklar çizelge 3.1'de özetlenmiştir. Bilaser Tepe Magmatitleri, özellikleri mineral parajenezi, kimyasal ve dokusal özelliklerindeki farklılıklar ile Baskil Magmatitlerinden ayrılmaktadır.

Bilaser Tepe Magmatitlerinin merkezinde Bilaser Tepe ve civarında kuvarsa zengin granitporfir yer alırken, bunlar, merkezden uzaklaştıkça tedrici olarak ince taneli granodiyorit/ adamellite geçmektedir. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait bu iki faz yaklaşık K20D yönünde uzanım sunmaktadır. Gaz Tepe, Bilaser Tepe hattından, Kiziruşağı mahallesine doğru uzanan birim, bölgedeki mineralizasyona ve alterasyona neden olmuştur. Cansızhimik Mahallesi güneyinde ise, Bilaser Tepe Magmatitleri son faz olan dasitporfir mostraları vermekte olup, DB uzanımına sahiptir.

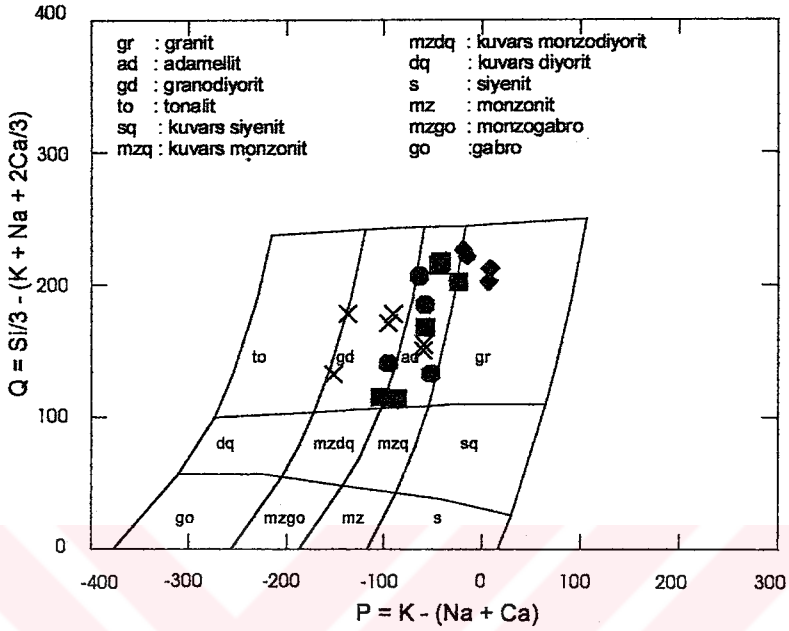
Bilaser Tepe Magmatitlerinin kuzey bölümünün en dış zonunu ise granitler oluşturmaktadır. İri taneli holokristalin, pembemsi renkli ve alterasyondan en az etkilenen taze görünümü ile Bilaser Tepe Magmatitlerinin diğer birimlerinden kolayca ayırt edilmektedirler (çizelge 3.1).

Çizelge 3.3. İnceleme alanındaki Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin modal mineralojik analiz sonuçları

Örnek No	Sembol	Kayaç Adı	B İ L E Ş E N L E R					
			Kuvaras	A.Feldispat	Plajiyoklaz	Amfibol	Biyotit	Opak min.
BY16	□	Granit	23,5	44,9	24,8	6,8		
N18			29,2	44,7	24,2	1,1	0,8	
BY13			17,4	38,6	33,3	10,2		0,5
N2			44,0	24,4	28,0	3,6		
D29			25,0	24,0	41,0	10,0		
N2-1			42,0	23,6	30,4	4		
BF-5	X	Granodiyorit/ Adamellit	28,5	21,4	39,6		7,8	2,6
TS3-P6			25,3	19,9	39,7		14,5	0,6
TS-31			22,2	22,8	40	5,4	8,6	1
KA-6			27,2	19,8	44,2	6,3	2,5	
N1			21,7	20,1	40,4	7,4	7,8	2,6
TS-17			28	21,2	41,8	1,8	6,6	0,6
TS-35	27,6	18,7	38,4	2,4	12,4	0,5		
TS7-2P	◇	Granitporfir	57,8	24,5	16,5		1,2	
TS2-P33			53,4	26,5	18,4		1,4	0,3
TS2-P26			47,6	32,4	19,6		0,4	
TS3-P10			45,2	34,8	19,6		0,4	



Şekil 3.4. Bilaser Tepe Magmatitlerinin Streckeisen (1976) KAP diyagramında dağılımı



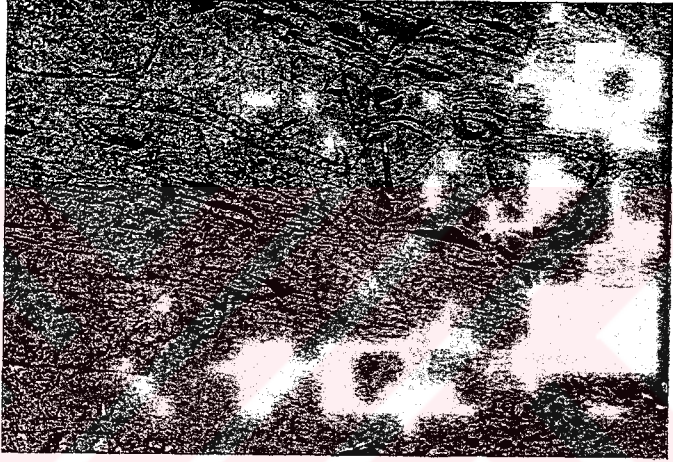
Şekil 3.5. Bilaser Tepe Magmatitlerinin Q-P adlandırma diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1988) konumu

3.2.1. Granit

Badem tepe, Hemik Tepe ve Kızıruşağı Mahallesi hattının kuzeyinden Baskil düzlüğüne kadar olan kesimde mostra verirler (şekil 3.1). Magmatik kayalar içinde, tipik pembemsi görünümleri ile diğer kayaç topluluklarından kolayca ayrılırlar.

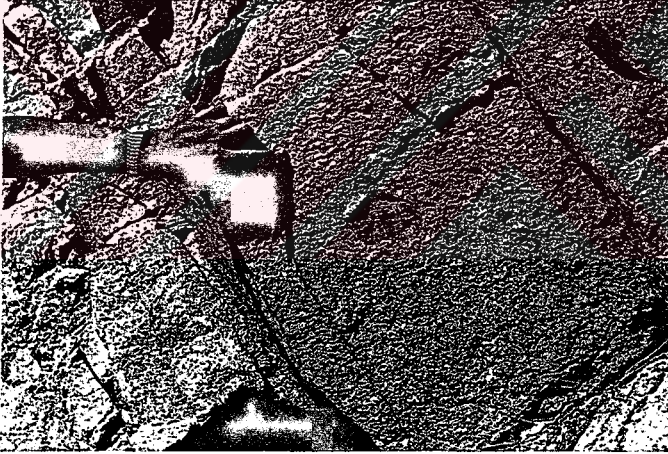
Badem Tepe civarı ile Çalışma alanın doğu ve batısında kayaç Baskil Magmatitlerine ait diyoritleri keserken, Kızıruşağı mahallesi civarında ise, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyorit/adamellit tarafından kesilmektedir. Kuzey sınırı altıvyon ile örtülüdür. K80D/30° KD yönlü eklem sistemleri (şekil 3.6) ve pembemsi beyaz arenalaşmalarıyla bölge için tipiktirler. Mostra ve el örneklerinde ilk göze çarpan camı görünümlü kuvars kristalleri ve pembe renkli, yer yer boyları 1,5 cm'ye varan K-

feldispatlardır. Plajiyoklazlar, genellikle beyaz, kirli beyaz renkleri ile tanınırlar. Mafik mineral olarak, prizmatik koyu yeşilimsi amfiboller yaygındır. Nazaruşağı civarında ise, parajeneze biyotitler katılmaktadır. İçlerin de koyu yeşil-siyah renkli, ince taneli olarak izlenen anklavlara sıkça rastlanılmaktadır. Anklavların boyu birkaç cm' den, 1m'ye kadar değişmektedir (şekil 3.7). Anklavların el örneklerinde, mikrokristalin plajiyoklaz ve mafik minerallerden oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3.6. Granit içindeki eklem sistemleri (Badem Tepe kuzeyi)

Arazideki doku, renk, mineral bileşimi ve tane boyutundaki farklılıklardan dolayı, Bilaser Tepe Magmatitleri içerisinde granit olarak haritalanan birimin mikroskop incelemeleri sonucunda, holokristalin-yarıözşekilli taneli dokuya sahip olduğu ve kuvars, alkali feldispat, plajiyoklaz, amfibol, biyotit ile apatitten oluştuğu belirlenmiştir. Bu minerallerin dağılım yüzdeleri çizelge 3.3'de görülmektedir. KAP diyagramına (Streckeisen, 1976) göre yapılan sınıflamada granit olarak isimlendirilmiştir. Bu numuneler, Q-P diyagramında ise (Debon ve Le Fort, 1988), adamellit alanında yer almaktadır (şekil 3.5).



Şekil 3.7. Granitler içerisindeki mafik magmatik anklavlar
a) Selimbaba Tepe kuzeyi
b) Baden Tepe kuzeyi

Kuvars özşekilsiz taneler halinde olup, plajiyoklaz ve K-feldispatlara nazaran daha küçük kristaller halindedir. Kuvarslar seyrek olarakta olsa, K-feldispat içinde kurtçuklar şeklinde bulunarak, grafik doku sergilerler. Çok az dalgalı sönme göstermelerine rağmen genelde ani sönmelidirler.

Plajiyoklazlar genellikle özşekilli olup, polisentetik ikizlenme ve seyrek olarak zonlu doku göstermektedirler. Plajiyoklazlar çoğu kez magmatik korozyona uğratılmıştır. Bu olay esnasında, plajiyoklaz ile diğer mineraller arasında reaksiyon kuşağı gelişmiştir ve anortit içeriklerine göre oligoklaz bileşimindedirler.

Ortoklazlar özşekilli kristaller halinde olup, yaygın killeşme gösterirler. Büyük bir bölümü ikizler halinde bulunan K-feldispatlarda (Karlsbad), peritik doku da son derece yaygındır. Amfiboller, genellikle levhamsı prizmatik kesitler şeklinde gözlenmektedir. Açık sarı-yeşil-koyu yeşil pleokroizma gösteren amfiboller, yer yer de klorite dönüştükleri izlenmektedir. Biyotit ise, parajeneze Nazaruşağı Mahallesi civarında katılmakta olup, en az rastlanan mineraldir. Levhamsı kesitleri ve belirgin koyu kahverengi pleokroizmaları ile seçilirler. Tali bileşen olarak ise apatitler izlenmektedir.

Granit içerisinde kalınlıkları 10-50 cm arasında değişen değişik yönlere sahip aplit damarları mevcuttur. Bunların mineralojik bileşimi granit ile aynı olup, aplitik doku göstermektedirler.

3.2.2. Granodiyorit/adamellit

Bilaser Tepe Magmatitleri içerisinde ayırt edilen granodiyorit/adamellit, yaygın olarak alterasyona maruz kalmış olup, tipik olarak, Kuru dere de, Kiziruşağı Mahallesi güneyinde ve Cansızhimik Mahallesi kuzeyinde mostra vermektedirler.

Diyorit ve granit ile intrusif ilişkili olarak izlenen granodiyorit, bazen bu iki kayaç içerisinde 1-20 m kalınlıklar arasında sokulum yapmış elamanlar

şeklinde de izlenmektedir (şekil 3.8). Arazide grimsi yeşil renkler sunan bu birim Bilaser Tepe Magmatitlerine ait diğer birimlere göre daha ince taneli bileşime sahiptir. El örnekleri incelendiğinde, grimsi beyaz renkli feldispatlar ve camsı renkli kuvarsların arasında dağılmış bıçağımsı şekilli daha küçük taneli mafik minerallerden oluşmaktadır.

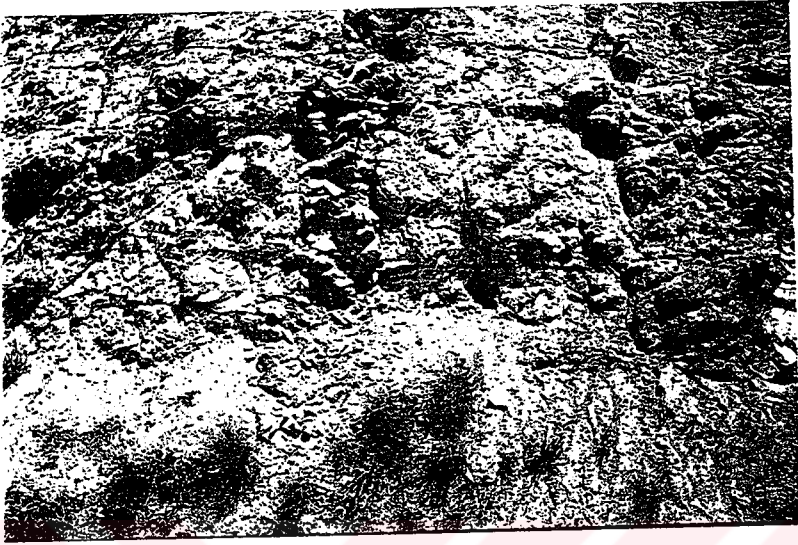
Bilaser Tepe Magmatitlerine ait bu birimden derlenen kayaç örneklerinden, alterasyondan etkilenmeyen 7 tanesi üzerinde modal mineralojik analiz ve Debon ve Le Fort (1988)'a göre kimyasal mineralojik sınıflama yapılmıştır. KAP diyagramında (Streckeisen 1976) granodiyorit-granit sınırında yer alan örnekler, Q ve P adlandırma diyagramında (Debon ve Le Fort 1988) adamellit ve granodiyorit bölgesinde kalmaktadır.

Yarı özşekilli taneli doku gösteren kayaç, kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, biyotit ve amfibolden oluşmaktadır. Plajiyoklazlar genellikle albit ikizlenmesi göstermesine rağmen, daha iri taneli olanlar zonlu yapı göstermektedir. Albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklazların oligoklaz ve andezin bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Kuvarslar, özşekilsiz olup, ortoklaz ile beraber grafik doku oluşturmaktadırlar. Grafik dokuya sahip ortoklazlarda zayıf killeşmeler izlenmektedir. Ortoklazlar, yarı özşekilli olup, az miktarda killeşme göstermektedirler. İri ortoklaz tanelerinin ise, plajiyoklaz, biyotit ve amfibol kapanımları içererek poikilitik doku oluşturdıkları belirlenmiştir (şekil 3.9).

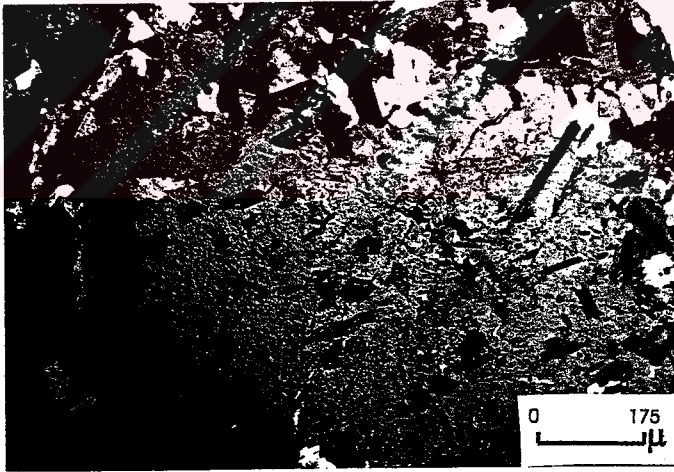
Biyotit ve amfiboller bıçağımsı şekilde olup, felsik minerallere göre tane boyu daha küçüktür. Amfiboller hornblend türündedir (şekil 3.10). Tali mineral olarak ise apatit, zirkon ve sfen belirlenmiştir.

3.2.3. Granitporfir

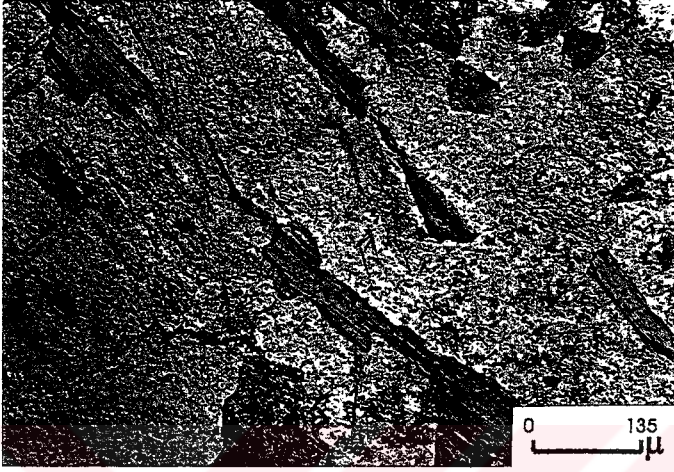
Çalışma sahasında granitporfir özelliğine sahip kayaçlar beyaz ve kırmızı renktedir. Bilaser Tepe Magmatitlerinin merkezinde yer alan birim, kuvars oranının fazla ve iri olması, mafik minerallerin daha az olması ile diğer birimlerden kolayca ayırt edilmektedir.



Şekil 3.8. Diorit içerisinde sokulum yapmış DB 85⁰K konumlu granodiyorit (Mari Dere)



Şekil 3.9. Granodiyorit içinde, biyotit, plajiyoklaz ve amfibol kapanımları içeren, poikilitik dokulu ortoklazların ince kesit görüntüsü (Çift nikel)



Şekil 3.10. Granodiyorit içindeki bıçağımsı biyotitlerin ince kesit görüntüsü (Tek nikol)

Granitporfirler makroskopik olarak incelendiğinde, porfirik dokulu, yarı derinlik kayacı özelliğindedir. İnce taneli bir matris içinde iri taneli kuvars kristalleri hemen dikkat çeker. İnce kesitte ise, mikrokristalin bir hamur içerisinde dağılmış kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz ve biyotit fenokristallerinden meydana gelmektedir (çizelge 3.1). Ayrıca mikrokristalin hamur da bu kristallerden oluşmaktadır. Yapılan kimyasal-mineralojik sınıflandırmada (Debon ve Le Fort, 1988), granit olarak tanımlanan kayacın, dokusal özellikleride göz önünde bulundurularak mikroskopik incelemelerle granitporfir olarak tanımlanmışlardır. Kayaçlarda yapılan modal mineralojik analiz sonuçları KAP diyagramında (Strecheisen, 1976) granit bölgesinin üst sınırlarında yer almaktadırlar (çizelge 3.3) (şekil 3.5).

Kayaç içerisinde en fazla bileşen olan kuvars, fenokristal olarak özşekilli ve yarı özşekilli, hamur içerisinde özşekilsiz taneler şeklinde izlenmektedir

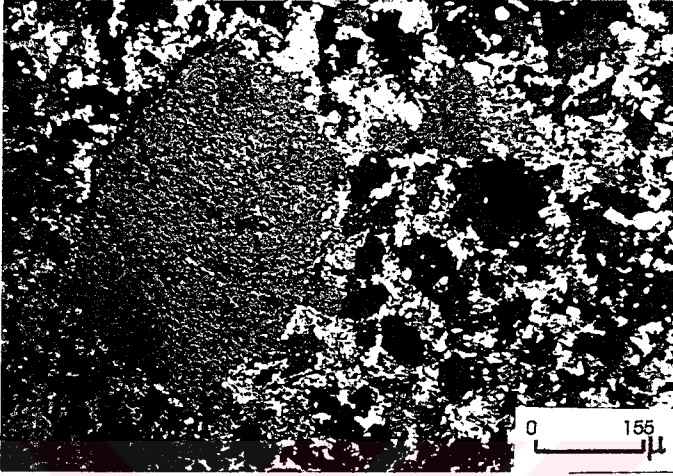
(şekil 3.11). Kuvars fenokristalleri, K-feldispat, plajiyoklaz ve seyrek olarak, turmalin kapanımları içerdikleri izlenmektedir (şekil 3.12). Plajiyoklaz ve ortoklazlar, hem fenokristaller hem de hamur içerisinde, genellikle özşekilli veya yarı özşekilli taneler halinde, zayıf kil ve serisit alterasyonu göstermektedirler. Plajiyoklazlar tipik albit ikizlenmesi göstermekte olup, bileşimleri andezin olarak belirlenmiştir. K-feldispatlar karsbald ikizlenmesine sahip olup, ortoklaz türündedir. Kuvars içerisinde kapanım olarak bulunmasının yanı sıra, kuvars ile beraber büyürken grafik dokusu oluşturdıkları da belirlenmiştir.

Fenokristal olarak izlenen biyotit tanecikleri ise, felsik tanelere göre daha küçük boyuta sahip olup, bıçağimsı şekildedirler. Belirli alanlarda kümelenme göstermektedirler.

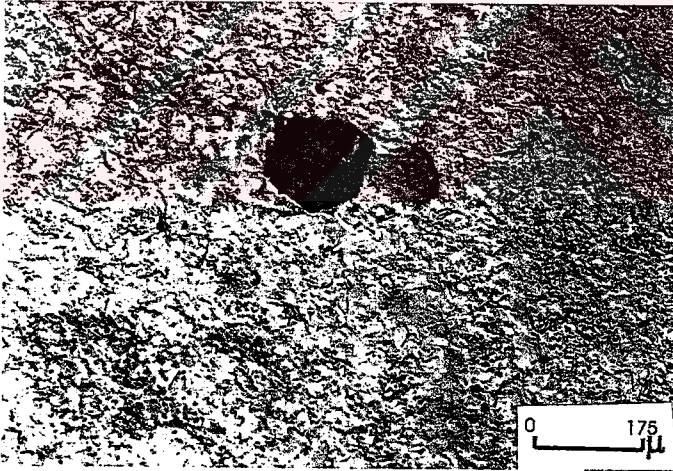
3.2.4. Granodiyorit/adamellitporfir

Bu kayalar sadece Kızıruşağı Mahallesi kuzeyinde mostra vermektedir (şekil 3.1). Granodiyorite göre bunların mafik mineral oranı artmakta ve alkali feldispat dışındaki diğer bileşenlerin ise tane boyu küçülmektedir. Alkali feldispatların boyutu 2cm. ye kadar ulaşmaktadır (şekil 3.13).

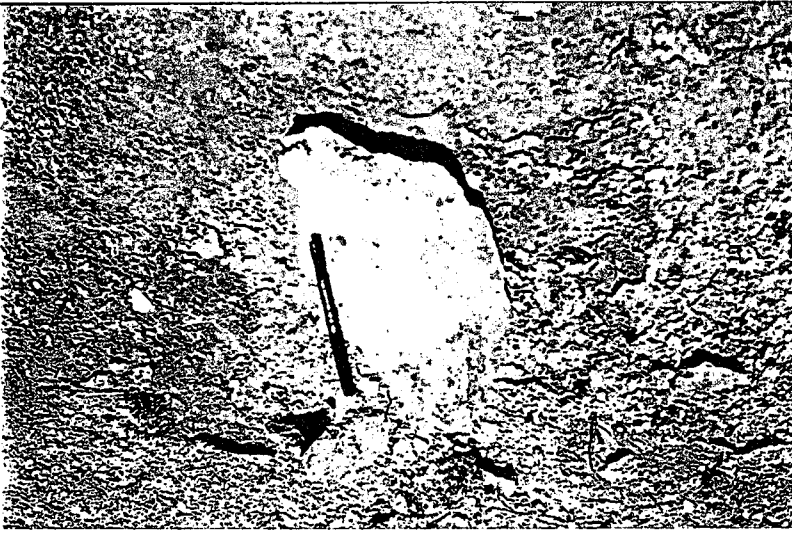
Fenokristaller ile matriks arasındaki tane boyunun çok farklı olması sebebiyle, isimlendirmede KAP (Streckeisen, 1976) diyagramı kullanılmamıştır. Q-P diyagramına (Debon ve Le Fort 1988) göre yapılan kimyasal-mineralojik sınıflamada ise, örnekler granodiyorit ve adamellit alanında yer almaktadır (şekil 3.5). Mikroskopta belirlenen özelliklerden dolayı, porfir takısı eklenmek suretiyle tanımlama yapılmıştır. Porfir dokusuyla yarı derinlik kayalar özelliğinde olan granodiyorit/adamellit de, ana mineraller olarak, alkali feldispat, plajiyoklaz, kuvars, hornblend, biyotit ve tali mineral olarak da, zirkon, apatit ve sfen mineraline rastlanmaktadır (şekil 3.14). Granodiyorit/adamellit porfilerin mafik mineral oranı granodiyorite göre yüksektir. Biyotit ve hornblendler fenokristal olarak, özşekilsiz, bıçağimsı şekilde yer aldığı gibi, ortoklaz içerisinde kapanım olarak da bulunmaktadır. Ayrıca, hamur içerisinde de mikrolitler şeklinde de bulunmaktadır. Mafik minerallerin yer yer kloritleştiği görülmektedir. Kayalar içerisinde tali mineral olarak, apatit, zirkon ile sfen mineraline ve opak minerallere de rastlanmaktadır.



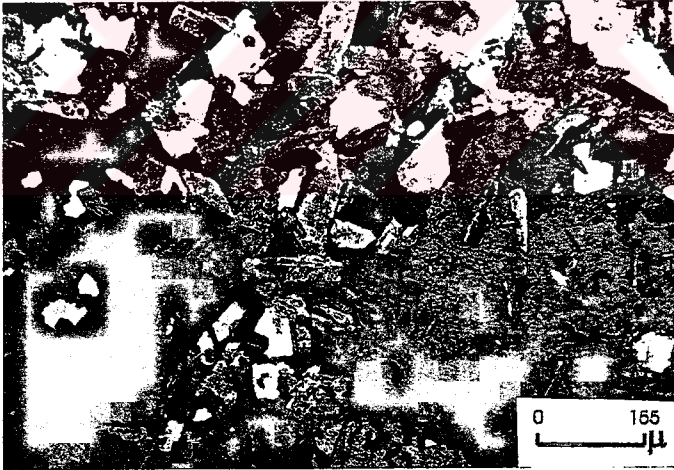
Şekil 3.11. Granitporfirin ince kesitteki genel görünümü (Çift nikol)



Şekil 3.12. Granitporfirlerdeki kuvars fenokristali içerisindeki turmalin kapanımının ince kesit görüntüsü (Tek nikol)



Şekil 3.13. Granodiyorit/adamellitporfir içerisinde iri alkali feldispat taneleri (Kiziruşağı Mahallesi 500 m Kuzeybatısı)



Şekil 3.14. Granodiyorit/adamellitporfirin ince kesitteki genel görünümü (Çift nikol)

3.2.5. Dasitporfir

İnceleme alanındaki en genç magmatik birim olan dasitporfirler, Cansızhimik Mahallesinin güneyinde DB yönünde uzanım sunmakta olup, genişçe bir alanda mostra vermektedir. Kuzey ve batı sınırında Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyorit ile tedrici geçişli olarak izlenirken, doğu sınırı genç çökeller tarafından örtülmektedir. Dasitporfirlerin, güney sınırında ise, çamurtaşı, silttaşı, kireçtaşı ve volkanik kıltaşı ardalanmasından oluşan Sağdıçlar Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Yoğun alterasyon nedeniyle arazide sarımsı beyaz renkte görülmektedir. Kayaçın el örneğinde, boyları 0,5-2 mm arasında değişen kuvars fenokristalleri ile sarımsı ve beyazımsı matriksten oluşmaktadır.

Yapılan mikroskop incelemeleri sonucunda, kayaçta kuvars dışındaki tüm minerallerin altere olduğu belirlenmiştir. Porfirik dokulu kayaçta, serisit, karbonat ve kil alterasyonuna maruz kalmış plajiyoklazlar ile, korrede kuvarslar izlenmektedir. Mikroskopta hamur malzemesi ise, kil, karbonat, serisit ve kuvarstan meydana gelmektedir.

Tamamen kayaçın ilksel dokusu ve mineralojik bileşimi alterasyon nedeniyle tahrip olmuştur. Buna rağmen porfirik doku izlerine rastlanılmaktadır. Fenokristal kuvars taneleri içinde apatit kapanımları mevcuttur.

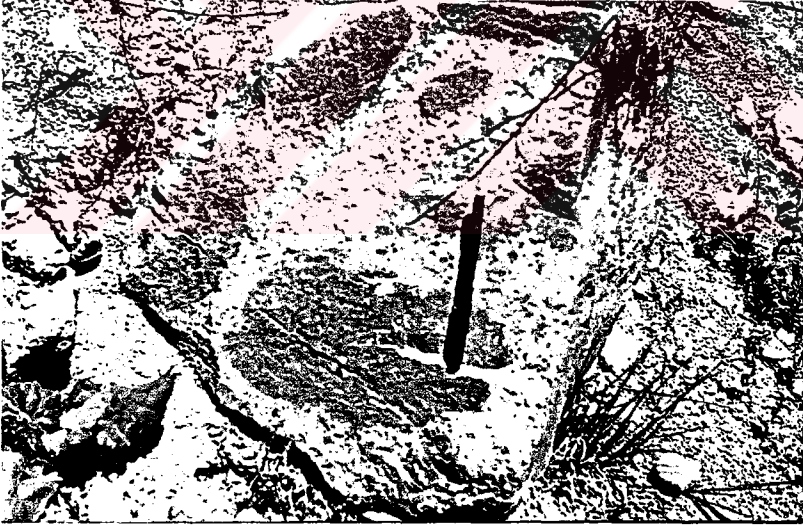
3.2.6. Mafik magmatik anklavlar

Bilaser Tepe Magmatitlerine ait tüm birimler içerisinde mafik magmatik anklavlar bulunmaktadır. Bunların boyutları cm'den-m'ye kadar değişmektedir. Granit içerisinde bulunan anklavlar, mikrogranular dokulu olup, kuvars diyorit bileşimindedir. Bu anklavlar mikroskop altında incelendiğinde, orta ve ince taneli oldukları, mineralojik bileşiminin ise,

hornblend, plajiyoklaz, ile çok azda olsa potasyum feldispat ve kuvarstan meydana geldiği belirlenmiştir. Tali bileşen olarak ise, apatit, sfen ve opak minerale rastlanılmıştır. Plajiyoklazlar, andezin bileşimindedir ve yarı özşekilli taneler ve genellikle mikrolitler halindedirler. Hornblend latalarının ise, kloritleşmiş ve karbonatlaşmış oldukları görülmektedir. Çok az rastlanan potasyum feldispat ise genellikle serisitleşmiştir. Kuvarslar ise özşekilsiz kristaller halindedir. Granit içindeki bu anklavlar genellikle elipsoyidaldırlar (şekil 3.15).

Granodiyoritporfir içerisindeki anklavlar ise, mineralojik bileşen olarak hemen hemen granodiyoritporfir ile aynıdır. Farklı olarak daha fazla mafik mineral içermekte ve daha ince tanelidirler. Porfirik dokulu bu anklavlar, mineralojik bileşim olarak iri taneli K-feldispat, kuvars, biyotit, hornblend, apatit ve opak mineral içermektedirler.

Her iki tip mafik magmatik anklavda, granitik kayalarla keskin sınırlı ve kontak metamorfizma etkisi göstermemektedirler.



Şekil 3.15. Granit içindeki elipsoyidal biçimli anklavın arazi görünümü (Selimbaba Tepe)

Mafik magmatik anklavlar, eş yaşlı mafik ve felsik magmaların fiziksel karışım (magma mingling) şeklinde etkileşimde bulduklarını göstermektedir, (Barbarin, 1991). Aşağıda verilen bazı mikroskopik dokular ise, bu magmaların, aynı zamanda kimyasal karışım (magma mixing) şeklinde de etkileşimde bulduklarını göstermektedir. Eş yaşlı, mafik ve felsik magmaların kimyasal karışım sonucu oluşan dengelenmiş hibrid sistem olarak tanımlanan magmalardan itibaren katılaştan kayalarda görülen bu dokusal özelliklerden (Hibbard,1991) Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayalarda belirlenenler ise, poikilitik kuvars ve potasyum feldispat oluşumu; bıçağımsı biyotit ve iğnemsî apatitlerdir. Ayrıca seyrek olarak sfen-feldispat kuvars dokusu ile kuvars hornblend gözlü dokusu granodiyorit/adamellit porfirde izlenmektedir (şekil 3.16).

3.2.6.1. Poikilitik kuvars ve potasyum feldispat oluşumu

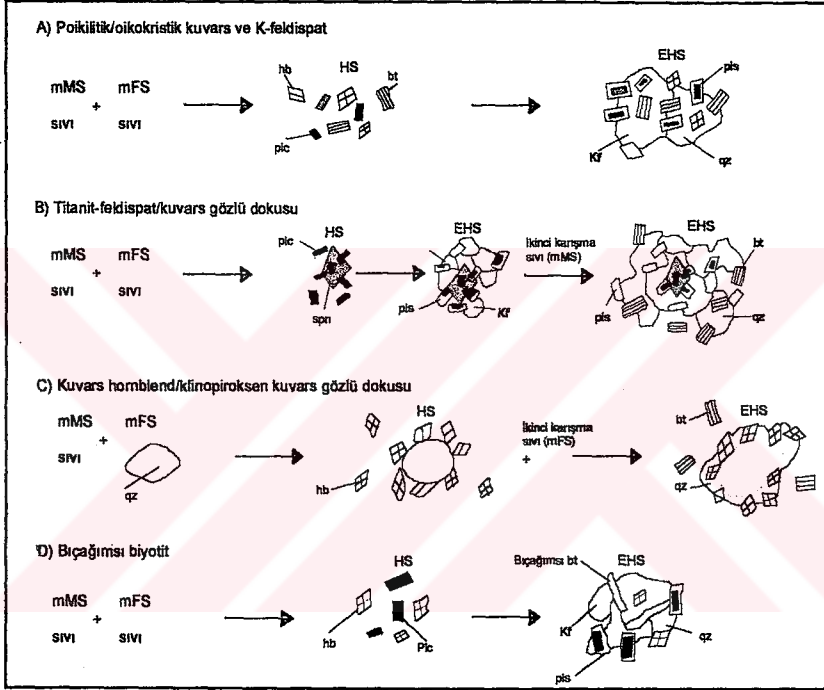
Mafik ve felsik magmaların her ikisinde eriyik halinde karışıklarında, ani ısı kaybına uğrayan mafik magmadan itibaren ince taneli plajiyoklaz, hornblend, biyotit ve benzeri kristaller oluşacaktır. Bu bileşenlerin felsik magmadan itibaren daha sonradan gelişen iri kuvars ve potasyum feldispat mineralleri içerisinde poikilitik olarak içermeleri dengelenmiş hibrid sistemin göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Hibbard, 1991) (şekil 3.16).

Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyoritporfirlerden alınan kayaç örneklerinde poikilitik potasyum feldispat mineralleri gözlenmektedir. Özşekli, 0,5 cm genişliğinde, 1,5 cm uzunluğundaki levhamsı-prizmatik biçimli potasyum feldispat mineralleri, ince taneli biyotit ve hornblend kapanımları içermektedir (şekil 3.9).

3.2.6.2. Bıçağımsı biyotit

Hibbard (1991) tarafından belirtildiğine göre, Mg ve Fe bakımından zengin alüminosilikatlı bir magmanın (mafik magma), K bakımından zengin bir diğer magma (felsik magma) ile kimyasal karışıma uğraması durumunda; mafik magmadan felsik magmaya Mg ve Fe göçü nedeniyle, “hidrojenik”

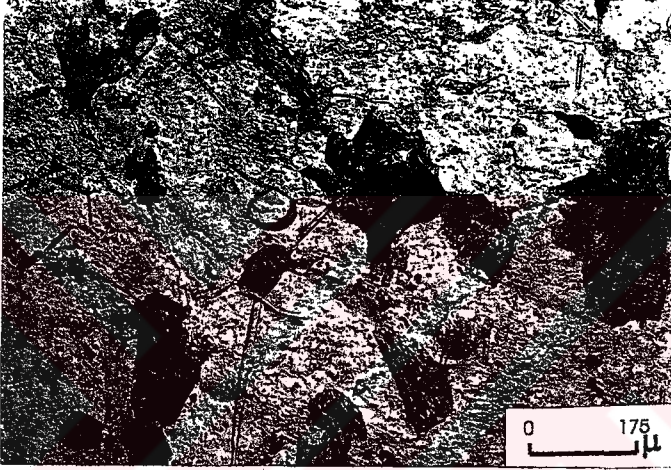
biyotit oluşumu gerçekleşmektedir. Bu şekilde oluşan biyotitlerin bazis (001) yüzeyleri, diğer bir deyişle dilinimsiz yüzeyleri, önceden oluşmuş kristalin fazların engellenmesinden dolayı biyotitin kristal yapısının gereği olan altgenimsi biçim yerine, bıçağımsı-veya çubuğumsu-prizmatik biçimlerde gelişmektedir (şekil 3.16). Bıçağımsı biyotit oluşumları granodiyorit ve adamellit-granodiyoritporfir de görülmektedir (şekil 3.10).



Şekil 3.16. Bilaser Tepe Magmatitlerinde görülen ve dengelenmiş hibrid sistemi karakterize eden (Hibbird, 1991) mikroskopik dokular mHS, daha mafik sistem; mFS, daha felsik sistem; HS, hibrid sistemi; EHS, dengelenmiş hibrid sistemi; hb, hornblend; plc, kalsik plajiyoklaz; bt, biyotit; Kf, K-feldispat; qz, kuvars; pls, sodik plajiyoklaz

3.2.6.3. İğnemsî apatit oluşumu

Eriyik halindeki mafik ve felsik sistemler birbirleriyle karıştıklarında, mafik magmanın sıcaklığının aniden düşmesi sonucunda, küt-prizmatik biçimli apatit kristalleri yerine, iğnemsî biçimli apatitler oluşmaktadır (Hibbard, 1991; Yılmaz ve Boztuğ, 1994). Bilaser Tepe Magmatitlerine ait bütün fazlarda iğnemsî apatit oluşumlarına rastlanılmaktadır (şekil 3.17).



Şekil 3.17. İğnemsî apatitlerin ince kesit görüntüsü (Tek nikol)

4. BASKİL VE BİLASER TEPE MAGMATİKLERİNİN JEOKİMYASI

Arazi ve petrografi çalışmalarının verdiği bilgiler ışığında, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait, alterasyondan en az etkilenmiş 26 adet kayaç örneği jeokimyasal analiz için seçilmiştir.

Bu örneklerden 5 tanesi Baskil Magmatitlerine (3 tanesi diyorit, 2 tanesi tonalit), diğer 21 tanesi de Bilaser Tepe Magmatitlerine aittir (6 tanesi Granite , 7 tanesi granodiyorit/adamellit, 4'er tanede granitporfir ve granodiyorit/adamellitporfir).

Ayrıca Asutay (1985)'ın aynı bölgeden derlediği ve bu araştırmada Baskil Magmatitleri içerisinde değerlendirilen 6 adet örnek de bu çalışmada kullanılmıştır (5 tanesi tonalit/granodiyorit, 1 tanesi diyorit).

Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin ana ve eser element değerleri ile bu değerlerden hesaplanan bazı oranlar ve CIPW normları, her iki grup için çizelge 4.1 ve çizelge 4.2'de ayrı ayrı verilmiştir.

4.1. Ana element jeokimyası

Çizelge 4.1 ve 4.2' den de görüleceği gibi, Baskil Magmatitlerine ait diyoritlerdeki SiO₂ değerleri % 44,8 - % 48,3 arasında iken, tonalitlerde bu değerler % 56,4 ile % 76,79 arasında değiştiği görülmektedir. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait SiO₂ değerleri % 65,15 ile % 74,6 arasında değişmektedir.

Baskil Magmatitlerinde, diyoritlerden tonalite doğru gidildikçe Al₂O₃ değerleri % 19,23' lerden % 13,93 'lere inmektedir. Bilaser Tepe Magmatitlerinde ise bu değer, granitden granitporfire doğru, % 15,46'dan % 11,98'e düştüğü görülmektedir. Granodiyorit/adamellitporfir' de Al₂O₃ değerlerinin %12,35 - %15,66 arasında değiştiği izlenmektedir.

Çizelge 4.1. Baskil Magmatitlerinin ana element yüzdeleri (%), eser element miktarları (ppm) ve bunlardan hesaplanan bazı oranlar ile CIPW normları ($A/CNK=Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$ moleküler oranı). (+ ile işaret edilen örnekler Asutay (1985)'den alınan numunelerdir)

* Ana Element analiz sonuçları (%);

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	A.K.	Toplam
BY10	45,5	19,23	11,26	7,39	13,52	1,09	0,25	0,5	0,01	0,16	0,011	1	99,92
B11	48,3	14,8	12,6	6,6	8,6	3,1	2	0,6	0,1	0,3		2	99
KA7	44,8	15	17	6	11	1,7	0,5	1,1	0,1	0,2		0,85	98,25
T21	76,2	13,18	2,3	0,55	2,75	3,98	0,27	0,19	0,01	0,03	0,006	0,4	99,86
T24	73	13,8	3,5	0,7	3,6	4,6	0,2	0,2	0,1	0,1		0,05	99,85
65*	66,8	15,3	3,5	1,07	4,7	4,13	2,36	0,21		0,07		0,77	98,91
66B*	56,4	15,3	9,9	4,74	8,9	3,08	0,75	0,66		0,19		0,94	100,85
73*	74,3	12,1	2,4	0,85	3,3	3,91	0,28	0,25		0,05			97,441
806*	47,64	16,96	9,99	7,35	11,55	2,3	0,88	0,62	0,08	0,22			97,59
815*	73,22	13,93	3,09	1,1	2,08	5,1	0,57	0,44	0,07	0,07			99,67
827*	73,57	12,87	2,7	0,84	3,29	4,14	0,26	0,27	0,04	0,09			98,07

* Eser Element analiz sonuçları (ppm);

	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	Ba	Ga	Hf	Ta	Th	Tl	U	V	W	Sb	Bi	Sc	Co	Cs	Sn
BY10	14	200,2	14,7	8,6	1,1	26	18,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	248	3,4	0,5	0,5	49	39,6	1,3	1
B11	60	291	105	19	20	223									10					
KA7	29	158	30	11	20	100									10					
T21	11,7	195,4	87,4	8,6	1,11	60	14,4	2,3	0,2	0,7	0,3	0,4	21	12	0,5	0,5	3	3,4	1,1	3
T24	5	180	85	13	20	100									10					
65		893		17		2527							46							
66B		153		41		87							269							
73		115		33		76							41							
806	19	237	30	20	2	113	16												32	
815	12	166	96	37	2	82	15												9	
827	5	123	99	33	2	71	13												11	

* CIPW Normları;

(Çizelge 4.1.'nin devamı)

	Q	Or	Ab	An	C	Di	Ap	Il	OI	Hpr
BY10	0	1,52	9,43	47,92	0	17,12	0,02	0,97	16,15	6,91
B11	0	12,5	21,0	19,64	0	20,74	0,25	1,2	21,12	0
KA7	0	3,10	15,04	33,29	0	20,09	0,02	2,19	20,79	5,5
T21	44,02	1,61	33,94	13,77	1,35	0	0,02	0,38	0	4,95
T24	34,68	1,19	39,12	16,54	0	1,25	0,02	0,38	0	6,78
65	21,37	14,26	35,73	16,77	0	6,9	0	0,41	0	4,95
66B	4,47	4,57	26,89	26,54	0	15,96	0	1,29	0	20,30
73	42,03	1,7	34,03	15,08	0	1,55	0	0,49	0	5,15
806	0	5,39	19,61	34,55	0	20,06	0,2	1,22	18,72	0
815	33,6	3,4	43,43	10,01	1,29	0	0,17	0,84	0	7,28
827	39,32	1,57	35,82	16,14	0	0,3	0,1	0,52	0	6,25

Çizelge 4.2. Bilaser Tepe Magmatitlerinin, ana element yüzdeleri (%), eser element miktarları (ppm) ve bunlardan hesaplanan bazı oranlar ile CIPW normları ($A/CNK=Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$ moleküller oranı)

*Ana Element analiz sonuçları (%);

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.K.	Toplam
BY13	65,15	14,75	6,3	1,22	3,44	3,84	3,9	0,36	0,11	0,13	0,6	99,8
BY16	66,54	15,2	5,03	0,98	3,06	3,87	4,43	0,29	0,09	0,1	0,2	99,79
D29	66,85	14,82	5,06	1,55	1,95	4,03	2,81	0,29	0,05	0,07	2,4	99,89
N2	74,66	12,33	3,44	0,25	1,48	3,11	3,92	0,16	0,01	0,06	0,4	99,82
N2-1	74,8	12,32	3,5	0,26	1,48	3,05	3,91	0,16	0,01	0,06	0,4	99,95
N18	74,76	12,94	2,82	0,17	0,94	3,25	4,59	0,12	0,01	0,05	0,2	99,85
N1	70,35	14,74	3,88	0,64	1,74	4,09	3,24	0,24	0,05	0,05	0,8	99,82
TS-17	67,19	15,13	4,55	1,02	1,78	3,51	4,1	0,36	0,09	0,11	0,9	98,74
TS-31	66,8	14,94	3,96	0,76	3,51	4,42	2,86	0,31	0,66	0,07	0,7	98,79
TS-35	67,04	15,1	4,38	1,08	2,41	3,28	4,25	0,32	0,07	0,09	1,2	99,22
Bf-5	70,7	15,6	2,6	0,3	1,2	4,2	3,2	0,2	0,1	0,1	1,95	100,15
KA6	66,7	15,7	4,67	0,61	2,59	4,26	4,26	0,27	0,08	0,1	0,7	99,94
TS3-P6	68,71	15,46	4,54	1,13	2,28	4,24	2	0,25	0,03	0,04	1	99,68
TS2P26	74,72	12,56	2,69	0,14	0,9	2,87	4,41	0,09	0,01	0,03	1,4	99,82
TS7-2P	76,79	12,27	1,89	0,1	0,66	3,11	4,38	0,07	0,01	0,02	0,5	99,8
TS3-P10	74,22	11,98	3,29	0,15	0,96	2,59	5,11	0,08	0,01	0,03	1,3	99,72
TS2-P33	74,08	12,72	3,22	0,22	0,95	2,73	5,24	0,1	0,01	0,04	0,4	99,71
K1	76,07	12,35	2,29	0,17	0,63	3,13	4,83	0,05	0,01	0,04	0,4	99,97
K3	72,09	13,87	3,2	0,55	1,64	3,4	4,21	0,21	0,01	0,05	0,7	99,93
K5	66,61	15,66	4,94	1,03	2,51	3,88	3,58	0,26	0,1	0,07	1,2	99,84
K2	69,5	14,4	3,9	0,6	1,7	3,2	5,1	0,3	0,1	0,1	0,55	99,45

* Eser Element analiz sonuçları (ppm) ;

(Çizelge 4.2'nin devamı)

	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	Ba	Ga	Hf	Ta	Th	Ti	U	V	W	Sb	Bi	Sc	Co	Cs	Sn
BY13	162	210,9	203,5	33,2	21,9	349	19,4	5,2	1,8	14,1	1	4,5	40	5,7	0,5	0,7	4	9,8	2,6	3
BY16	205	212,1	181,5	24,1	18,9	414	18,1	4,1	1,2	22,6	1	6,2	47	3,5	0,5	0,5	3	8,2	3,4	3
D29	160	124,1	211,9	25,4	15,7	331	17,7	4,9	1,1	18,8	1,9	7,1	20	8,1	0,5	2,1	3	2,7	3,3	4
N2	192	107,7	121,8	15,4	23,1	312	16,5	3,5	1,8	20,5	0,5	7,3	19	12,8	0,5	0,5	1	2,4	3	2
N2-1	199	113,1	125,3	15,9	23,8	311	17,3	3,8	1,9	20,9	0,4	7,5	23	13	0,5	0,5	1	2,4	3,3	2
N18	214	95,6	105,5	11,9	18,1	433	16,4	3,1	1,4	23,3	0,5	5,9	5	7,7	0,5	1,9	1	1,8	3	1
N1	139	224,4	171,5	19,3	17,5	298	18	4,2	1,2	17,5	0,4	5,5	10	5,5	0,5	0,5	2	3,4	1,9	3
TS-17	149	231	221	28	40	300				12										
TS-31	85	331	198	23	20	305														
TS-35	153	213	199	24	32	347														
BF-5	93	121	209	14	22	221									10					
KA8	218	255,2	193	22,9	20,2	320	20,7	4,3	1,3	17,2	0,5	3,3	15	11,2	0,5	0,5	1	5,7	4,1	2
TS3-P8	98	138	180	16	22	142		4	0,5	18,7		5,9		9	5,4		2,8	4	1	0,01
TS2-P26	189	73,1	94,5	10,5	14,1	434	13,8	2,9	1,3	19,8	0,8	8,7	5	8,9	1,4	1	1	1,7	2,8	9
TS7-2P	205	68,8	108,7	7	13	278	15,4	3,3	1,3	13	0,5	8,3	38	9,8	4,1	0,5	1	2,7	2,8	1
TS3-P10	204	88	1,8	0,3	88	489	204	0,01	27	93	10	35,8	52	13	1	4	1	3	18	23,3
TS2-P33	217	83	99	11	22	454		3	2,5	24,5		14,3		8	7,1		1,1	3	3	0,01
K1	219	72	78,5	9,7	15	338	15,8	2,8	1,5	28,8	1,5	7,8	5	7,1	0,5	0,5	1	1,7	2,2	2
K3	183	184,4	145,8	21,7	30,2	505	20,8	3,8	2,4	21,8	0,8	6,7	7	8,8	0,5	0,5	2	3,2	2,1	1
K5	172	223,6	165,4	37,7	44,8	415	23,3	4,3	4	19	0,8	8,3	23	8,3	2,4	5,4	2	5,8	2,8	3
K2	174	183	244	33	57	639									10					

*CIPW Normları;

(Çizelge 4.2.'nin devamı)

	Q	Or	Ab	An	C	Di	Ap	Il	Z	Hpr
BY13	15,62	23,45	32,96	11,66	0	4,38	0,27	0,69	0,04	11,04
BY16	16,5	26,5	33,4	11,12	0	3,26	0,22	0,56	0,03	8,89
D29	24,18	23,28	29,05	8,24	2,36	0	0,12	0,57	0,04	12,25
N2	35,77	23,46	26,55	7,47	0,26	0	0,02	0,31	0,02	6,22
N2-1	36,2	23,37	26,01	7,46	0,36	0	0,02	0,31	0,02	6,33
N18	34,09	27,38	27,67	4,78	0,89	0	0,02	0,23	0,02	5,01
N1	27,11	19,47	35,08	8,59	1,43	0	0,12	0,41	0,04	7,81
TS17	23,28	24,94	30,49	8,63	1,89	0	0,22	0,7	0,05	9,89
TS31	21,78	16,13	38,28	13,4	0	0,18	1,61	0,6	0,04	8,1
TS35	22,44	25,8	28,43	11,96	0,85	0	0,17	0,62	0,04	9,77
BF5	29,94	19,35	36,28	5,52	3,32	0	0,24	0,39	0,04	5,0
KA6	16,36	25,58	36,49	11,28	0	1,2	0,19	0,52	0,04	8,47
TS3-P6	27,07	12,07	36,52	11,41	2,26	0	0,07	0,48	0,01	10,16
TS2-P26	37,66	26,63	24,74	4,63	1,43	1,43	0,02	0,17	0,02	4,8
TS7-P2	39,28	26,2	26,55	3,34	1,21	0	0,02	0,13	0,02	3,33
TS3-P10	35,47	30,87	22,37	4,97	0,42	0	0,02	0,15	0,02	5,84
TS2-P3	33,66	31,37	23,33	4,85	0,81	0	0,02	0,19	0,02	5,84
K1	33,72	28,64	29,03	4,03	0	0,69	0,02	0,09	0,02	3,84
K3	29,81	25,23	29,08	8,37	0,7	0	0,02	0,4	0,03	6,48
K5	20,39	21,63	33,44	12,22	1,03	0	0,24	0,5	0,03	10,63
K2	20,65	30,48	32,43	7,26	0	1,58	0,24	0,57	0,05	1,58

Baskil Magmatitlerindeki, $Fe_2O_{3(T)}$ değeri, diyoritlerde % 17'e yükselirken, tonalitlerde % 2,3'e düşmektedir.

Bilaser Tepe Magmatitlerinde $Fe_2O_{3(T)}$ değeri granodiyorit/adamellite % 4,54'e kadar yükselmekte iken, granitporfirde %1,89'a düşmektedir. Ayrıca granodiyorit/ada- mellitporfir'deki $Fe_2O_{3(T)}$ değerinin % 2,29 - % 4,94 arasında değiştiği belirlenmiştir (çizelge 4.2).

Baskil Magmatitlerinin MgO ve CaO değerleri sırası ile, % 7,39 ile % 0,17 ve % 13,52 - % 0,94 arasında değişirken; Bilaser Tepe Magmatitlerinin MgO değeri, % 1,13 - % 0,1, CaO değerleri ise % 2,59 - % 0,63 arasında değişmektedir.

Baskil Magmatitlerinin K_2O ve Na_2O değerleri diyoritlerden tonalite doğru göreceli olarak azalmaktadır. K_2O ve Na_2O değerleri sırasıyla, diyoritlerde

% 0,2 ve % 1,09'a arasında değişen değerlere sahipken, bu değer tonalitlerde % 4,6'lara kadar yükselmektedir.

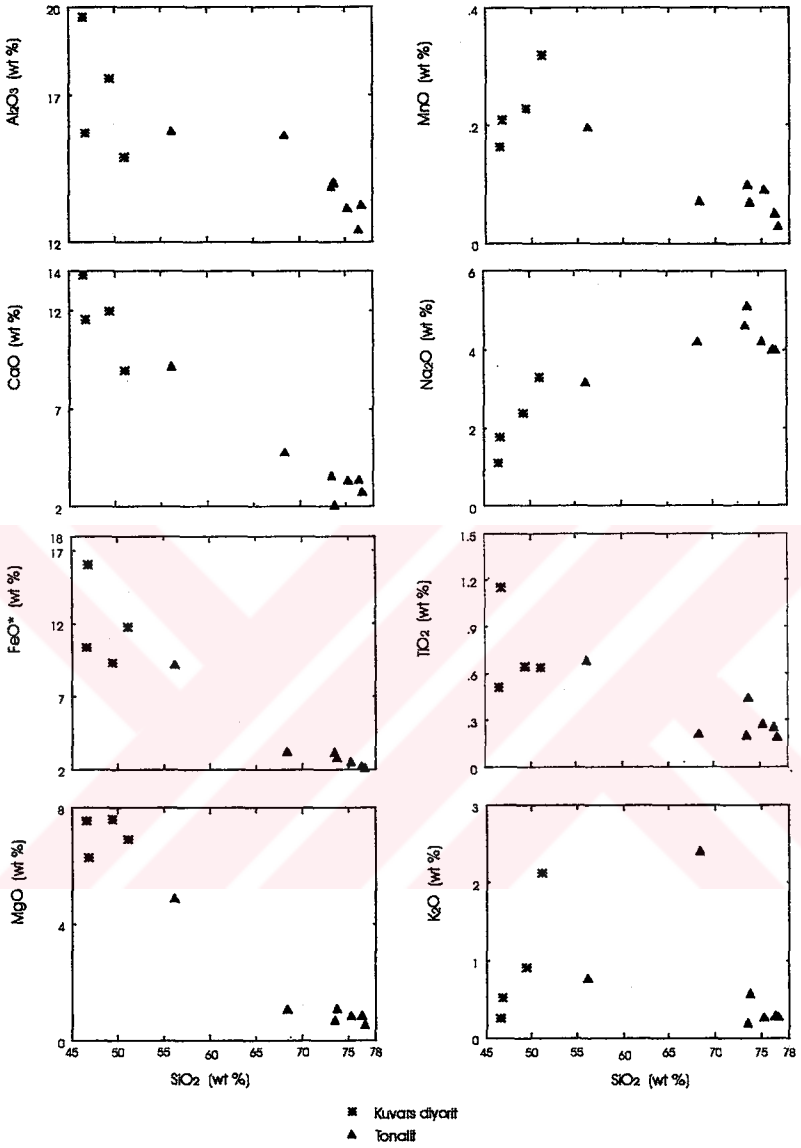
Bilaser Tepe Magmatitlerinde, K_2O değerleri % 2 ile % 5,24 arasında, Na_2O değerleri ise % 2,73 ile % 4,24 arasında değişmektedir. Baskil Magmatitlerinde TiO_2 değerleri, % 1,2 - % 0,12 arasında değişmekte iken, Bilaser Tepe Magmatitlerinde, % 0,27 ile % 0,05 arasında bir değere sahiptir. MnO miktarları Baskil Magmatitlerinde % 0,3 ile % 0,05 arasında değişirken, Bilaser Tepe Magmatitlerinde, % 0,1 – 0,02 arasında değerlere sahiptir.

4.1.1. Harker Değişim Diyagramları ve Korelasyon Katsayıları

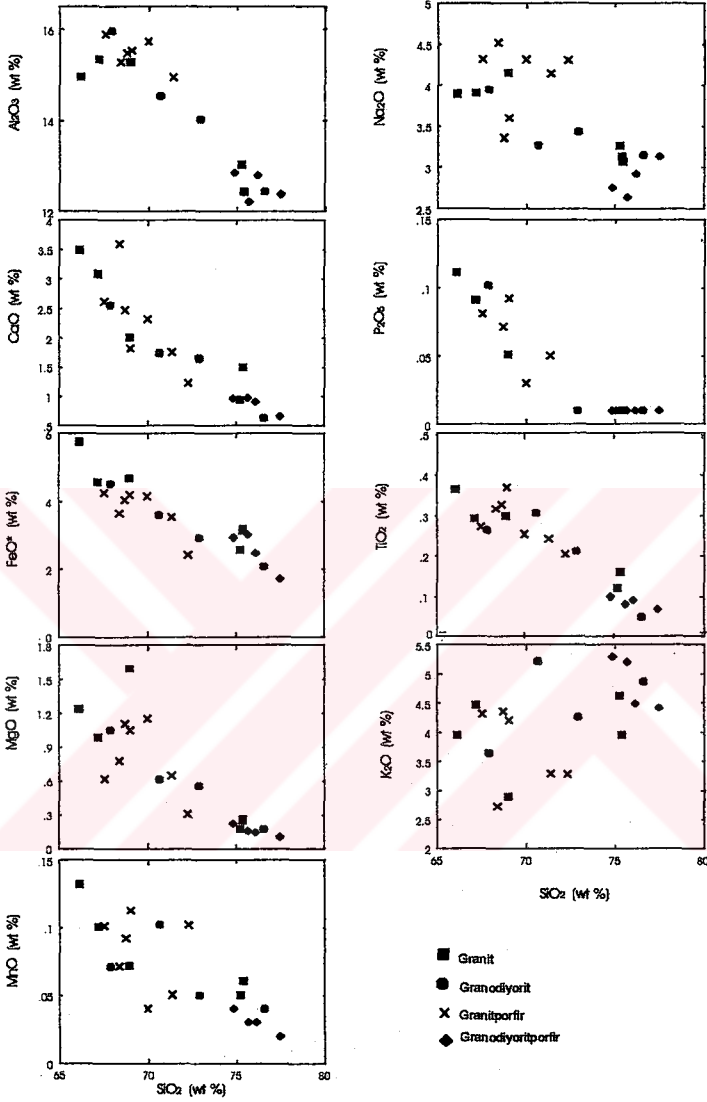
Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerinin oksit değişimlerini belirlemek için ana element analiz sonuçları Harker diyagramlarına taşınmıştır. Baskil Magmatitlerine ait diyoritten, tonalite doğru gittikçe, CaO , MgO , FeO , MgO , TiO_2 , MnO ve Al_2O_3 değerlerinde, SiO_2 artışına karşı azalmayla belirginleşen negatif trend izlenmektedir. Na_2O değerlerinde ise, diyoritten tonalite doğru pozitif trend gözükmektedir. K_2O değerlerinde, SiO_2 artışına bağlı olarak çok zayıf negatif trend izlendiği görülmektedir (şekil 4.1).

Bilaser Tepe Magmatitlerinde ise SiO_2 artışına bağlı olarak, TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O ve P_2O_5 oranlarında azalma, K_2O oranında ise artma gözlenmektedir (şekil 4.2).

Baskil Magmatitlerinde, Fe , Mg , Na , Ca , Ti , Mn ve Al oksitlerin SiO_2 ile olan korelasyonları $r = -0,68$ ile $r = -0,94$ arasında değişmektedir. Fe , Mg , Na , Ca , Ti ve Mn 'nin kendi aralarında tüm örnekler bazında $r = +0,46$ ile $r = +0,87$ arasında değişen pozitif korelasyon vardır. (çizelge 4.3a, 4.3b). Bilaser Tepe Magmatitlerinde ise, SiO_2 ile olan korelasyon katsayıları Al , Fe , Mg , Ca , Ti , Na , Mn için $r = -0,73$ ile $r = -0,94$ arasında değişmektedir,



Şekil 4.1. Baskıl Magmatitlerine ait örneklerin ana element değişim diyagramları



Şekil 4.2. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin ana element değişim diyagramları

Çizelge 4.3a. Baskil Magmatitlerinde, ana oksitlerin, ana oksitlere karşı korelasyon katsayıları

3b. Bilaser Tepe Magmatitlerinin, ana oksitlerin, ana oksitlere karşı korelasyon katsayıları

(3a)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
SiO ₂	1									
Al ₂ O ₃	-0,91	1								
Fe ₂ O ₃	-0,89	0,674	1							
MgO	-0,89	0,764	0,875	1						
CaO	-0,87	0,716	0,826	0,71	1					
Na ₂ O	-0,68	0,831	0,46	0,5	0,7	1				
K ₂ O	0,41	-0,548	-0,29	-0,44	-0,47	-0,77	1			
TiO ₂	-0,94	0,841	0,842	0,85	0,83	0,621	-0,4	1		
P ₂ O ₅	-0,45	0,374	0,217	0,25	0,61	0,538	-0,4	0,44	1	
MnO	-0,77	0,684	0,69	0,57	0,65	0,476	-0,1	0,82	0,269	1

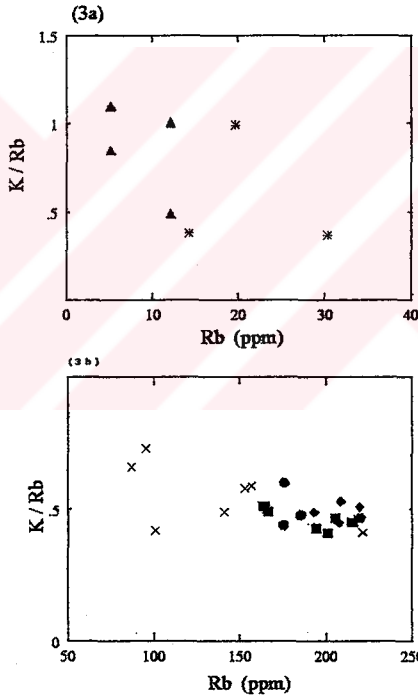
(3b)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
SiO ₂	1									
Al ₂ O ₃	-0,78	1								
Fe ₂ O ₃	-0,95	0,6	1							
MgO	-0,98	0,79	0,899	1						
CaO	-0,97	0,856	0,88	0,96	1					
Na ₂ O	0,89	-0,765	-0,84	-0,88	-0,95	1				
K ₂ O	-0,25	0,169	0,163	0,17	0,1	0,042	1			
TiO ₂	-0,81	0,406	0,922	0,75	0,72	-0,69	0,04	1		
P ₂ O ₅	-0,26	-0,179	0,384	0,18	0,07	0,1	0,5	0,47	1	
MnO	-0,87	0,516	0,858	0,88	0,77	-0,63	0,36	0,72	0,547	1

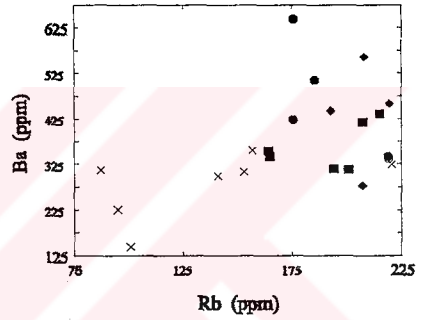
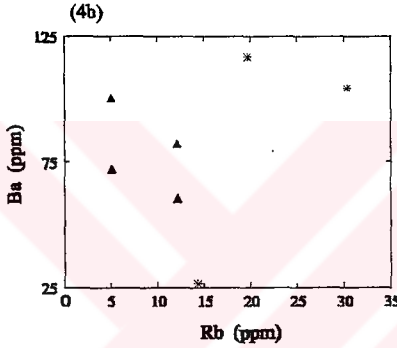
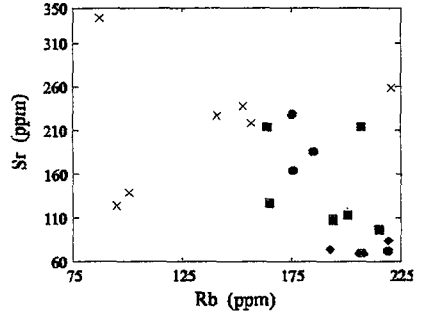
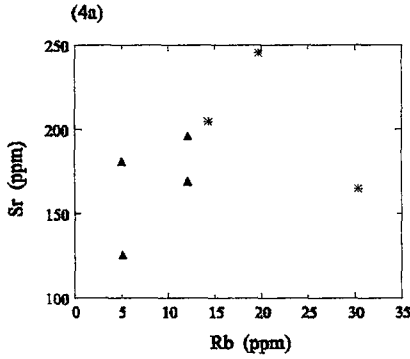
Na₂O ise SiO₂ ile pozitif korelasyon ($r = +0,89$) göstermektedir. K₂O ile SiO₂ arasında ise çok zayıf ($r = -0,26$) bir negatif korelasyon izlenmektedir. K₂O ile Na₂O arasında korelasyon katsayısı ise $r = -0,78$ 'dir.

Eser element jeokimya verilerine göre de, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait iki ana kütlelerin özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Homojen bir magmanın kristalizasyon-diferansiyasyona uğraması sonucu, oluşan kayaç türlerinin K/Rb-Rb değişim diyagramlarında çizgisel bir trendin görülmesi gerekmektedir (Jakes ve White,1970). Eğer magma kaynağı homojen özellikte olmayıp birden fazla magma getirimi söz konusu ise; her bir magma getiriminin kristalizasyonu, K/Rb-Rb diyagramında kendi aralarında topluluk oluşturacak şekilde bir trendi göstermektedir. Buna göre, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri K/Rb-Rb diyagramında farklı trendler göstermesi ve farklı iki topluluk oluşturmaları, bu toplulukların birden fazla farklı magma getirimi ile oluştuğuna işaret etmektedir (şekil 4.3a, 4.3b).



Şekil 4.3a. Baskil Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin K/Rb-Rb değişim diyagramı 3b. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin K/Rb-Rb değişim diyagramı



Şekil 4.4a. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-Sr değişim diyagramı
 4b. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-Ba değişim diyagramı

Kayaçların farklı iki topluluk oluşturması, Rb-Sr ve Rb-Ba diyagramlarında da görülmektedir (şekil 4.4a, 4.4b). Çizelge 4.1 ve 4.2'den de görüleceği gibi Bilaser Tepe Magmatitlerinin Rb içerikleri, 85 ppm-219 ppm, Sr içerikleri, 68 ppm - 255.2 ppm, Ba içerikleri ise, 142 ppm-639 ppm arasında değişmektedir. Aynı elementlerin Baskil Magmatitlerindeki değerleri ise, Rb için, 5 ppm-60 ppm, Sr için, 115 ppm-200.2 ppm, Ba için ise, 26 ppm-223 ppm arasında değişmektedir (65 no' lu tonalit örneğinde bu değer 2527 ppm olmaktadır.).

Zr ve Zr tipi olarak belirlenen Hf, Th, U ve Nb gibi elementler de her iki grup için farklı konsantrasyon aralıklarına sahiptir. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinde Zr değerleri ise, 93 ppm-244 ppm arasında değişmektedir. Baskil Magmatitlerindeki zirkon değeri, 14.7 ppm ile 99 ppm arasındadır. Buna bağlı olarak Hf, Th, U ve Nb konsantrasyonları, Bilaser Tepe Magmatitlerinde Baskil Magmatitlerine göre daha yüksek değerlere sahiptir.

Eser element SiO_2 değişim diyagramları ve eser element konsantrasyonlarındaki farklı gruplaşmalar, farklı iki ana magmatik kütleye işaret etmektedir (şekil 4.5 ve 4.6). Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerindeki eser element değişimleri, SiO_2 artışına bağlı olarak incelendiğinde, Sr, Zr, Y, Hf, Sc ve Co değerlerinde negatif bir korelasyon görülmektedir. Rb'un ise SiO_2 ile pozitif korelasyon ($r= +0,5$) gösterdiği izlenmektedir.

Baskil Magmatitlerinde ise tersi bir durum gözlenmektedir. SiO_2 'nin artışına bağlı olarak Zr ($r= +0,713$) ve Y ($r= +0,311$)'de artarken, Rb'un ($r= -0,61$) azaldığı görülmektedir.

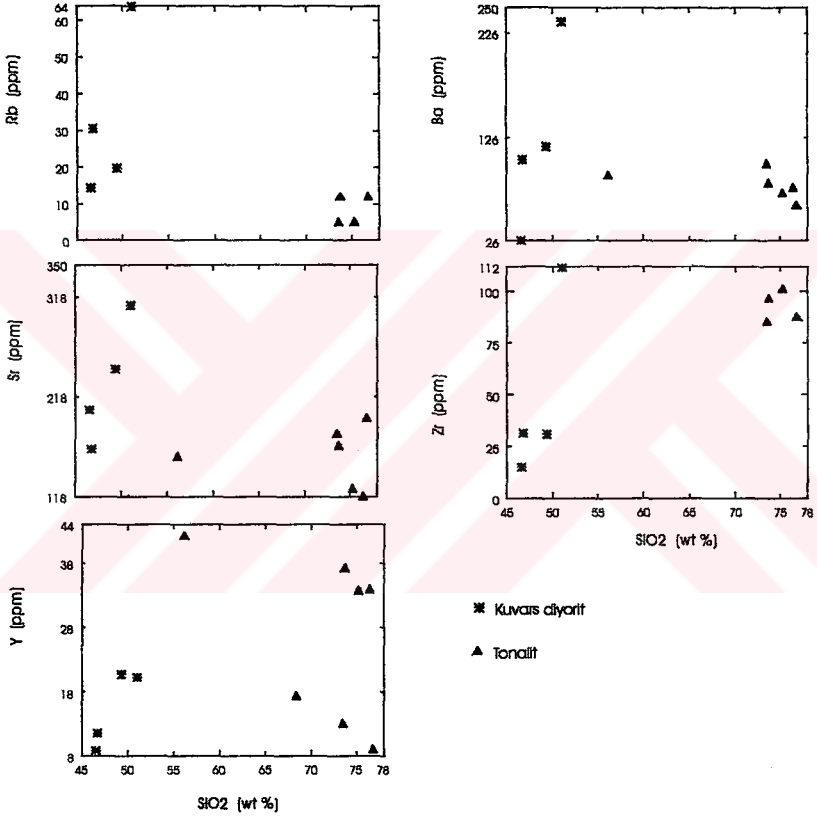
Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait eser elementlerin ana element oksitlerine karşı korelasyon katsayıları, çizelge 4.4 ve 4.5'te sunulmuştur.

Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait esas ve eser elementlerin SiO_2 değişim diyagramlarında görüldüğü gibi, Na_2O ve K_2O , Rb, Zr ve Y farklı gidişler sunmaktadırlar.

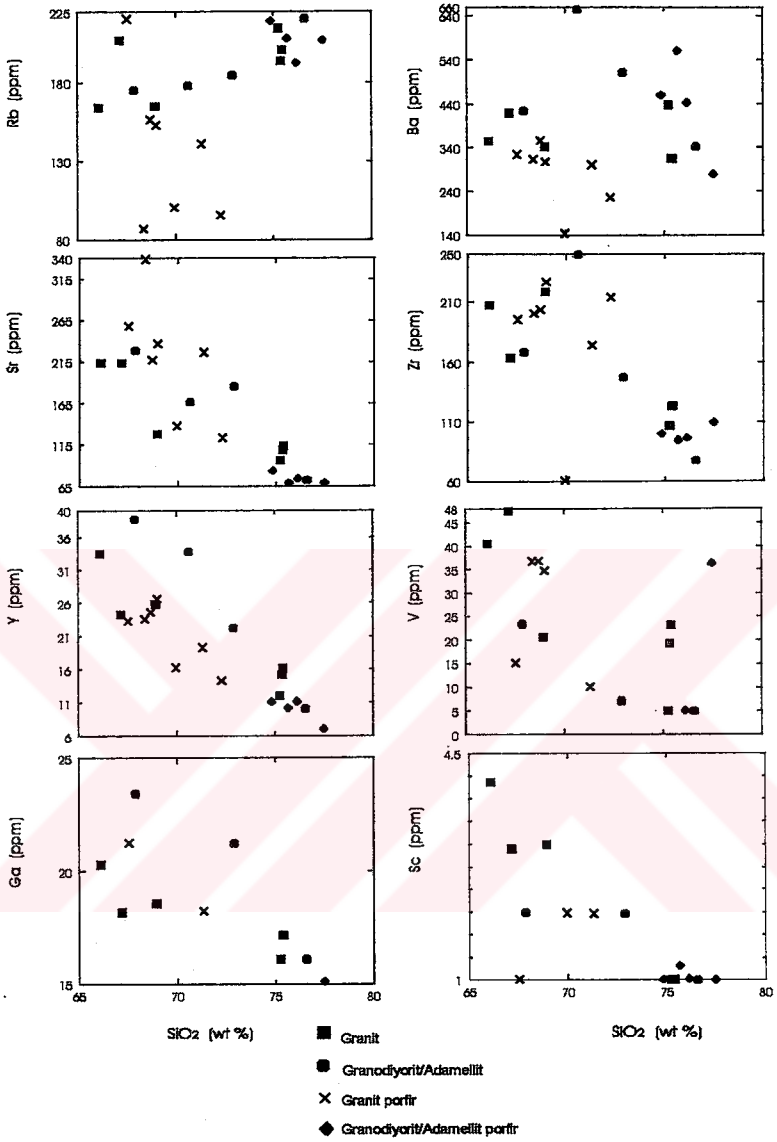
4.2. Eser Element Dağılım Desenleri

Pearce ve diğ (1984), çeşitli tektonik ortamlarda oluşan granitoidlerdeki eser elementlerin birbirleri arasındaki ilişkiyi inceleyerek bir sınıflama modeli ortaya koymuşlardır. Bu modelde kullanılan ve okyanus sırtı granitoidlerine (ORG) göre normalleştirilmiş uyumsuz eser element dağılım desenleri şekil 4.7'de görülmektedir. Pearce ve diğ (1984)

tarafından tanımlanan ORG göre normleştirilmiş Bilaser Tepe Magmatitlerine ait uyumsuz eser element dağılım deseni diyagramında, homojen bir dağılımın yanı sıra, negatif Ba anomalisi (şekil 4.8) ile belirginleşen ve çarpışma sonrası granitoidleri, “post COLG” olarak tanımlanan gidişe benzer bir özellik sergilenmektedir.



Şekil 4.5. Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, SiO₂'ye karşı iz element değişim diyagramları



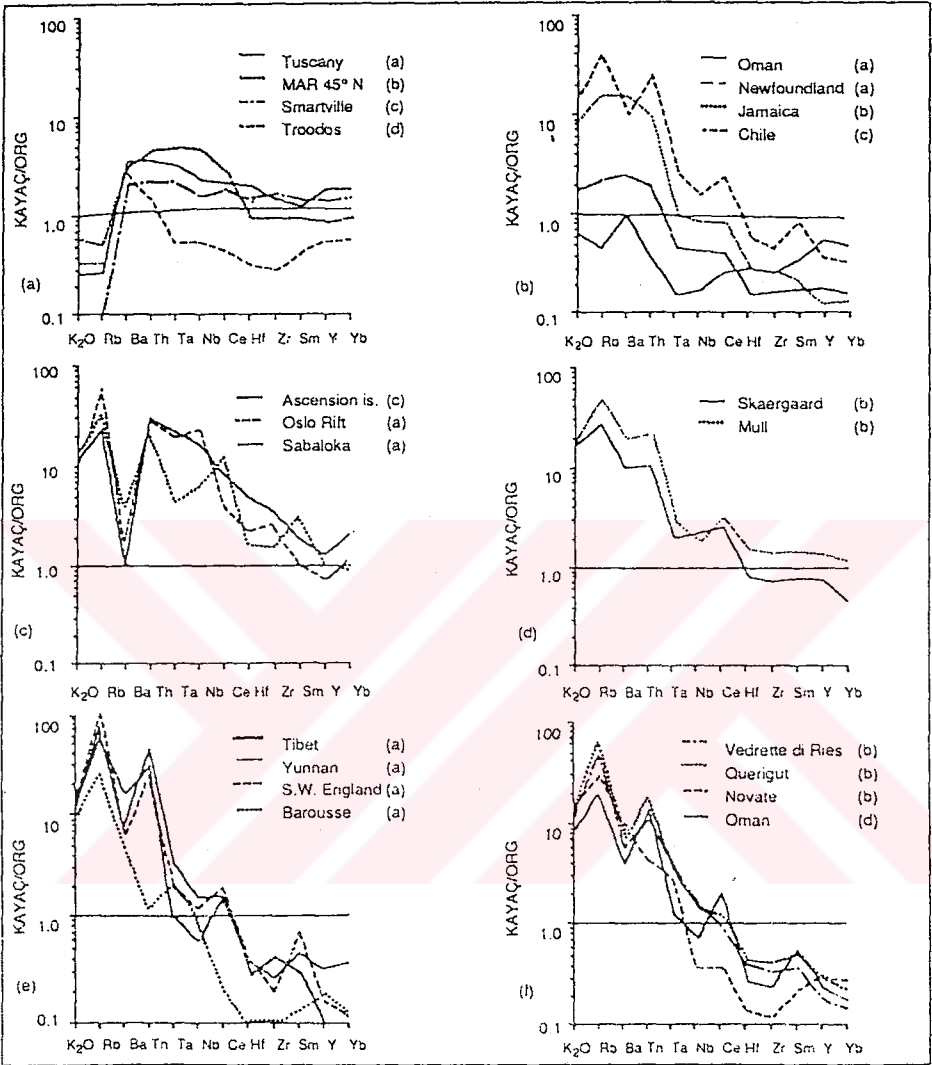
Şekil 4.6. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, SiO₂'ye karşı eser element değişim diyagramları

Çizelge 4.4. Baskil Magmatitlerine ait örneklerdeki, ana oksit değerlerinin, eser element değerlerine karşı korelasyon katsayıları

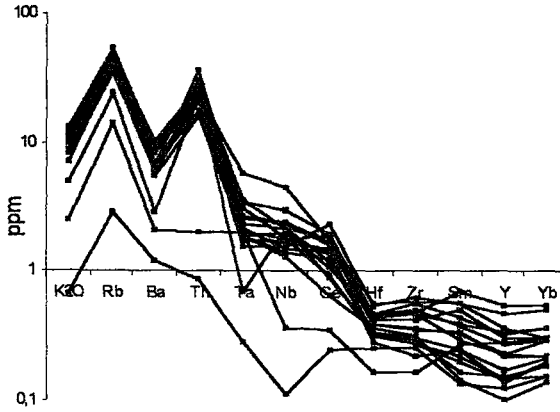
	Rb	Ba	Sr	Zr	Nb	Y	Ga	V
SiO ₂	-0,61	0,10	0,002	0,71	-0,27	0,31	-0,8	-0,91
Al ₂ O ₃	0,14	0,08	0,19	-0,82	0,18	-0,38	0,91	0,72
Fe ₂ O ₃	0,66	-0,21	-0,13	0,63	0,47	-0,29	0,86	0,98
MgO	0,60	-0,24	-0,12	-0,7	0,15	-0,25	0,85	0,93
CaO	0,41	-0,15	-0,06	-0,85	0,11	-0,33	0,82	0,90
Na ₂ O	-0,33	0,20	0,13	0,86	-0,05	0,43	-0,74	-0,78
K ₂ O	0,92	0,76	0,82	0,25	0,40	-0,05	0,36	-0,22
TiO ₂	0,53	-0,28	-0,24	-0,56	0,40	-0,06	0,78	0,97
P ₂ O ₅	0,47	0,72	0,25	0,12	0,79	0,14	0,04	-
MnO	0,8	-0,2	-0,1	-0,3	0,5	-0,1	0,6	1

Çizelge 4.5. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerdeki, ana oksit değerlerinin eser element değerlerine karşı korelasyon katsayıları

	Rb	Ba	Sr	Zr	Nb	U	Y	Ga	V
SiO ₂	0,50	0,12	-0,81	-0,78	-0,11	0,31	-0,81	0,15	-0,26
Al ₂ O ₃	-0,61	-0,25	0,75	0,81	0,01	-0,45	0,72	-0,31	0,05
Fe ₂ O ₃	-0,25	-0,06	0,63	0,58	0,13	-0,23	0,77	-0,08	0,37
MgO	-0,46	-0,19	0,59	0,68	0,02	-0,32	0,75	-0,22	0,22
CaO	-0,43	-0,14	0,85	0,61	-0,02	-0,36	0,73	-0,21	0,36
Na ₂ O	-0,67	-0,51	0,70	0,68	-0,30	-0,58	0,52	-0,45	-0,06
K ₂ O	0,80	0,71	0,38	-0,44	0,33	0,43	-0,26	-0,45	0,18
TiO ₂	-0,53	-0,091	0,82	0,87	0,13	-0,44	0,85	-0,28	0,21
P ₂ O ₅	-0,58	-0,12	0,69	0,38	-0,04	-0,31	0,31	-0,19	0,35
MnO	-0,3	0	0,6	0,8	0,1	-0,4	0,7	-0,3	0,3

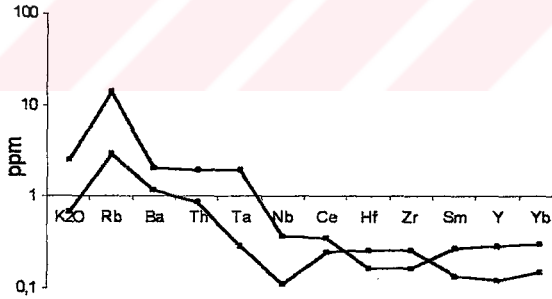


Şekil 4.7. Okyanus sırtı granitlere göre normalize edilmiş eser element dağılım desenleri (a) okyanus sırtı granitleri, (b) volkanik yay granitleri, (c) levha içi granitleri, (d) inceltmiş kıtasal kabuk granitleri, (e) çarpışma granitleri, (f) çarpışma sonrası granitleri (Pearce ve diğ. 1984)



Şekil 4.8. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, okyanus sırtı granitlere (ORG) göre normalleştirilmiş eser element dağılım desenleri (Pearce ve diğ., 1984'den alınmıştır)

Baskil Magmatitlerine ait değerlendirilen 2 adet örneğin uyumsuz eser element dağılım desenlerinin ise “ Volkanik yay granitoidleri, VAG” ile uyum sağladığı görülmektedir (şekil 4.9).



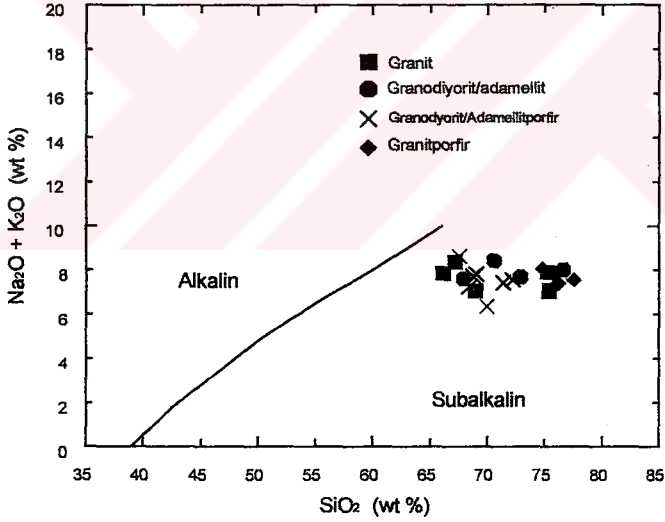
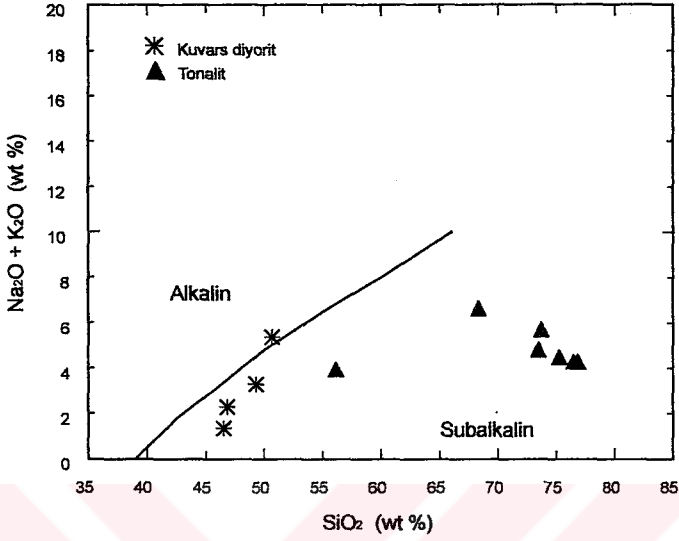
Şekil 4.9. Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, okyanus sırtı granitlere (ORG) göre normalleştirilmiş eser element dağılım desenleri (Pearce ve diğ., 1984'den alınmıştır)

4.3. Magma Tipi

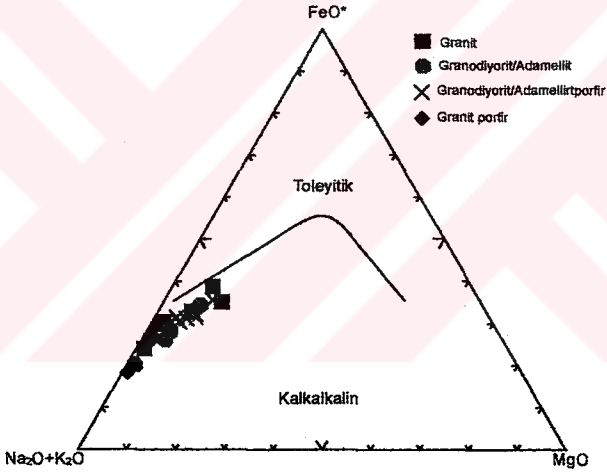
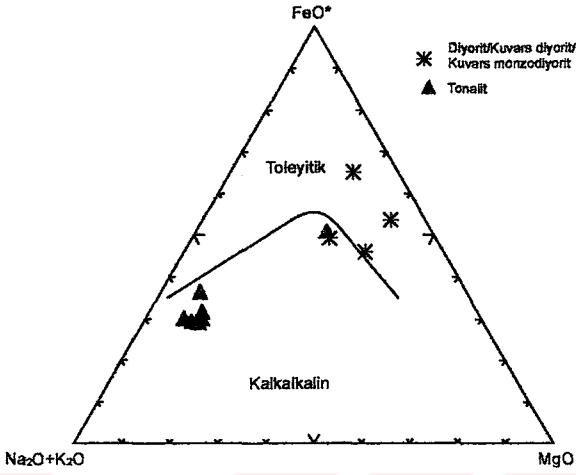
Çalışma alanındaki derinlik kayaçlarında yapılan mineralojik-petrografik ve kimyasal incelemelerinden elde edilen veriler, petrojenez ve tektojenez ile ilgili bazı ipuçları vermektedir. Magmatizmanın bileşiminin yorumlanmasında kullanılan parametrelerden birisi de, kayaçtaki SiO_2 içeriğine karşı, toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) oranıdır. Toplam alkali-silis diyagramında, Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerden, bir tanesi hariç, diğerleri, subalkalin alan içerisinde yer almaktadır. B11 no'lu (Baskil Magmatitlerine ait diyorit) örneğin ise, subalkali-alkali alanı ayıran çizginin üzerine düştüğü görülmektedir (şekil 4.10). Magmanın alt tipinin belirlenmesinde kullanılan AFM üçgen diyagramında, Baskil Magmatitlerine ait diyoritik kayaçlar toleyitik ve kalkalkali alanda yer alırken, tonalitler kalkalkali alan içerisinde yer almaktadır (şekil 4.11). Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin tamamının kalkalkali bölgeye düştükleri izlenmektedir. Bilaser Tepe Magmatitlerindeki bütün örnekler, F köşesinden A köşesine doğru uzanan bir dağılım göstermektedir. Bu da, magmatik kompleksin, Fe'ce giderek fakirleştiğine, toplam alkalilerce bakımından ise, bağlı olarak zenginleştiğine işaret etmektedir.

Baskil Magmatitlerine ait örneklerin A-B karakteristik mineral diyagramındaki (şekil 4.12) dağılımı incelendiğinde, diyoritlerin IV. Bölge ile V bölge sınırının alt bölümlerinde yer aldığı ve metaalüminyum karakterde olduğu görülmektedir. Tonalitlerin ise peralüminyum (II. ve III. Bölge) ve metaalüminyum IV ve V bölgede) karakterli oldukları görülmektedir. Şekil 4.12'de Debon ve Le Fort (1988) tarafından önerilen alümino, alüminokafemik ve kafemik toplulukların ana gidiş doğrultuları gösterilmektedir. Baskil Magmatitlerine ait örnekler iyi bir trend sunmamakla beraber, Debon ve Le Fort (1988) tarafından önerilen kafemik topluluğun gidiş doğrultusuna benzemektedir.

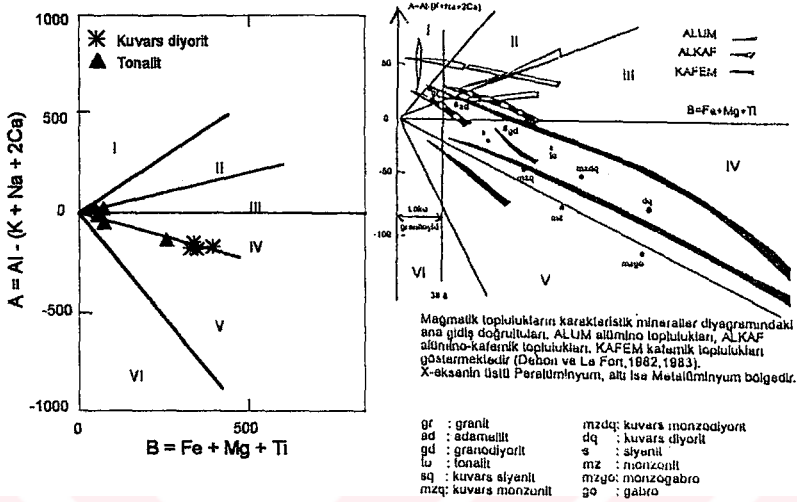
A-B karakteristik mineral diyagramında, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin büyük bir bölümü peralüminyum karakterli olup, II. ve III. bölgede yoğunlaşmaktadırlar. İkiser adet granodiyorit ve granit numunesinin ise, biyotit-amfibol kombinasyonlu IV. bölgenin üst kesimlerinde guruplaştığı izlenmektedir (şekil 4.13). Buna göre, Bilaser Tepe Magmatitleri, Debon ve Le Fort (1988) tarafından önerilen alümino-



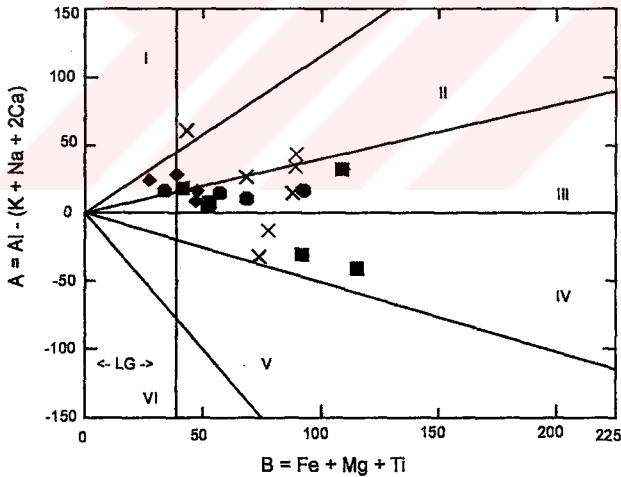
Şekil 4.10. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, (Irvine ve Baragar, 1971) toplam alkali-silis diyagramındaki konumları



Şekil 4.11. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, (Irvine ve Baragar, 1971) AFM üçgen diyagramındaki konumları



Şekil 4.12. Baskil Magmatitlerine ait örneklerin, (Debon ve Le Fort, 1988) A-B karakteristik mineral diyagramındaki dağılımı



Şekil 4.13. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, (Debon ve Le Fort, 1988) A-B karakteristik mineral diyagramındaki dağılımı

kafemik topluluklara uyan gidişlere sahiptir. Ayrıca metaalüminyum bölgedeki topluluk ise, kafemik topluluk gidişine uymaktadır. Metaalüminyum bölgenin çok yakınında veya bazen içinde yer alan alümino kafemik (ALCAF) topluluklar, genellikle biyotit ve bazen de iki mikali parajenezlere sahip olmasına rağmen, koyu renkli üyelerinde hornblendlerin bulunması normaldir. Bu mineralojik özellikler itibariyle kafemik topluluğun peralüminyum bölgede sınırlandırılmış hali olarak düşünülebilir (Debon ve Le Fort, 1988). Bilaser Tepe Magmatitlerine ait fazlarda mafik mineral olarak hornblend ve biyotit parajenezleri izlenirken, sadece biyotit veya hornblendli parajenezlere de rastlanılmaktadır.

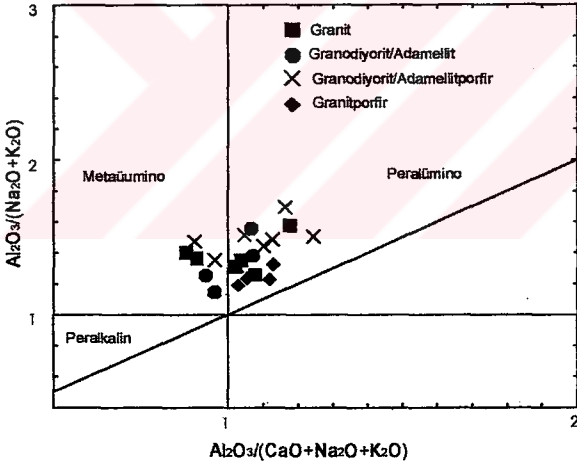
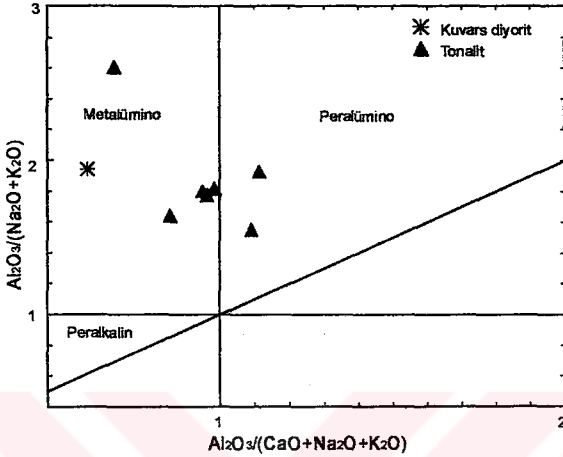
Ayrıca, Maniar ve Piccoli (1989) 'nin ana oksit verileri kullanılarak hesaplanan Shand indeksine göre, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin üçü dışındakilerin tamamı peralümino bölgededir. Baskil Magmatitlerine ait örneklerin büyük bir bölümü metalümino bölgede yer alırken, tonalitlere ait iki numunenin peralümino bölgede yer aldığı görülmektedir (şekil 4.14). Bu diyagramdaki sonuçlar Debon ve Le Fort (1988) 'ün A-B diyagramının sonuçları ile uyumludur.

Debon ve Le Fort'a (1988) göre bu magmatik topluluklar farklı kaynak malzemeden türemektedirler. Kafemik topluluklar manto kökenli bir malzemeden türeyebileceği gibi, daha yaygın olarak sialik ve manto kökenli malzemelerin karışmasından oluşan bir hibrid kaynaktan da türeyebilir. Bu hibrid kaynağın oluşumunda manto kökenli malzemenin katkısı daha fazladır. Alümino-kafemik topluluğun kökeni de muhtemelen hibrid bir malzemedir. Ancak bu malzemenin oluşumunda sialik köken katkısı daha fazla olabilmektedir. Alümino topluluklar genellikle ve tamamen sialik malzemenin kısmi girmesi sonucu oluşurlar.

Debon ve Le Fort (1988) tarafından tanımlanan kafemik ve alümino topluluklar, Chappel ve White (1974) tarafından tanımlanan I tipi ve S tipi granotoidlere karşılık gelmektedir. Çizelge 4.6 'da Chappel ve White (1974)'ın önerdiği kriterler ile Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait özellikler özetlenmiştir.

Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait Chappel ve White (1974) kriterleri çizelge 4.6'da da özetlenmiştir. Her iki gruba ait bazı numunelerin

peralüminyum ve normatif olarak korund içermesi dışındaki tüm özellikleri (I) tipi granitoidlere uymaktadır.



Şekil 4.14. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin, Shand indeks diyagramındaki konumları (Maniar ve Piccoli, 1989)

Çizelge 4.6. I ve S tipi granitoid sınıflaması (Chappel ve White, 1974) ve Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerinin tanımlanan özellikleri

I-TİPI	S-TİPI	Baskil Magmatitleri	Bilaser Tepe Magmatitleri
Geniş bir SiO ₂ aralığına sahiptir	SiO ₂ değişim aralığı dardır.	Geniş bir SiO ₂ aralığına sahiptir	Geniş bir SiO ₂ aralığına sahiptir
Bileşimi granitten diyorite kadar değişir	Bileşimi değişken değildir	Bileşimi granodiyoritten diyorite kadar değişir	Granit bileşimindedir
Genelde volkanik eşdeğerleri ile birlikte bulunur.	Genelde lökokratik monzogranitler hakimdir	Andezit ve bazalt oluşan örtü birimlerdir	Dasit
Koyu renkli mineralleri; mafik tiplerinde hornblend, felsik tiplerinde biyotittir.	Hornblend bulunmaz. Biyotit ve muskovit hakimdir.	Mafik mineral olarak hornblend ve biyotittir	Mafik mineral olarak hornblend ve biyotittir
Manyetit hakim cevher mineralidir.	İlmenit hakim cevher mineralidir.	Manyetit ilmenite göre daha yaygındır	Manyetit ilmenite göre daha yaygındır
Ortit, sfen, iğne şekilli apatit tali mineralleridir.	Monazit, kordierit, granat, andaluzit, silimanit ve iri apatit tali mineralleridir.	Tali bileşen olarak apatit içermektedir	Tali bileşen olarak apatit, sfen, zirkon ve turmalin içermektedir
Anklavlar hornblend içerikli diyorit bileşimindedir.	Anklavlar metasedimanter kayalık niteliğindedir.	Tonalit içindeki anklavlar diyorittir	Granit içindeki anklavlar diyorit veya mafikçe zengin granitlerdir
Element değişim diyagramları düzenlidir. Çizgisel veya çizgisel yakın değişim diyagramları gözlenir	Element değişim diyagramları düzensizdir.	Element değişim diyagramları düzenli	Element değişim diyagramları düzenli
Felsik tırlarda Na ₂ O normalde > %3.2, mafik tiplerde Na ₂ O > 2.2'dir.	Yaklaşık %5 K ₂ O içerikli kayalarda; Na ₂ O < %3.2 Yaklaşık %2 K ₂ O içeriklerinde ise; Na ₂ O % < 2.2'dir.	Na ₂ O= 2,09 (Diyorit) Na ₂ O=4,13 (Tonalit)	Na ₂ O= 3,5 (Granit) Na ₂ O= 4 (Granodiyorit) Na ₂ O= 2,83 (Granitporfir) Na ₂ O= 3,4 (Granodiyoritporfir)
Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) < 1.1	Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) > 1.1 Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) < 1.1	Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) < 1.1	Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) < 1.1 (14 örnek) Mol(Al ₂ O ₃) / ((CaO) + (Na ₂ O) + (K ₂ O)) > 1.1 (7 örnek)
CIPW-normatif diyopsit veya <1% normatif korund	CIPW-normatif korund >1%	CIPW-normatif korund >1% (2 tonalit örneği). Diğer numunelerde CIPW-normatif korund <1%	>% 1 (8 Örnek) <% 1 (13 Örnek)

4.4. Petrojenetik ve Tektojenetik İnceleme:

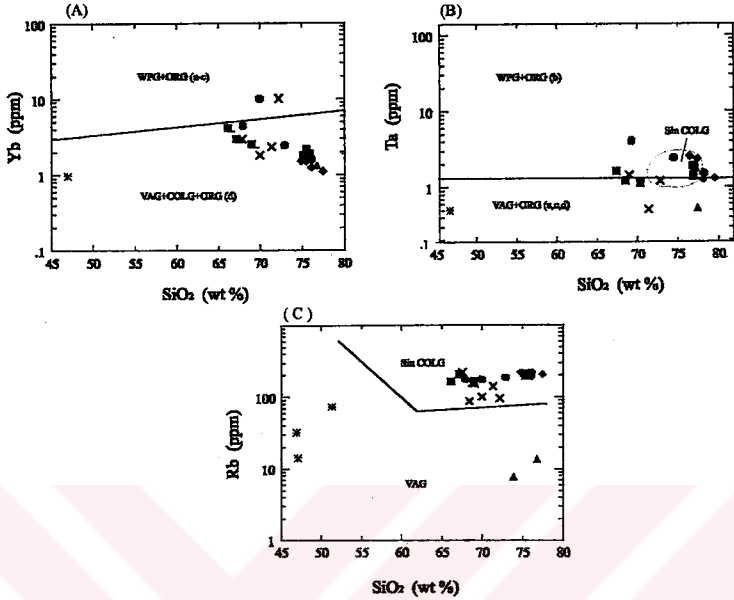
Pearce ve diğ., (1984) ise, çeşitli tektonik ortamlarda yerleşmiş granitoidlerin eser element jeokimyasalarını inceleyerek bir sınıflama modeli önermişlerdir. Bu modele göre granitoidler; Okyanus Sırtı Granitoidleri (ORG), Volkanik Yay Granitoidleri (VAG), Levha İçi Granitoidleri (WPG) ve Çarpışma Granitoidleri (COLG) olmak üzere 4 ana tektonik gruba ve her ana grup da kendi içinde alt gruplara ayrılmaktadır.

Bazı eser elementlerin SiO_2 değerlerine bağlı değişimleri, granitoidlerin ana tektonik ortamlarının belirlenmesinde de önemli bir yer tutmaktadır.

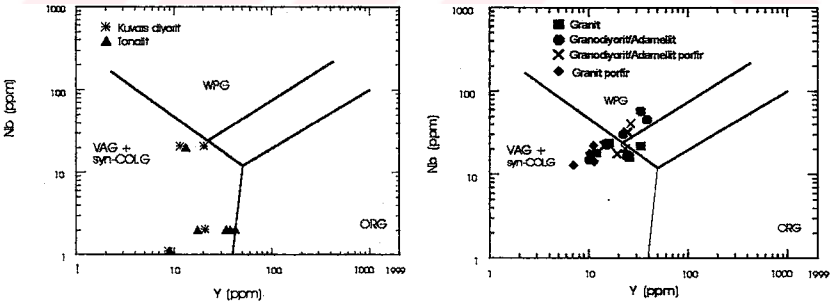
Buna göre, Yb- SiO_2 diyagramlarında, Baskil Magmatitlerine ait örneklerin tamamının VAG+COLG+ORG (d) bölgesinde yer aldığı görülmektedir (şekil 4.15a). Ta- SiO_2 diyagramında ise, Baskil Magmatitlerine ait örneklerin tamamı ile, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin bir kısmı, VAG+ORG (a, c, d) bölgesinde yer alırken, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait diğer örnekler WPG+ORG (b) bölgesi ile, syn-COLG bölgesinde yer almaktadır (şekil 4.15b).

Rb- SiO_2 diyagramında ise, Baskil Magmatitlerine ait örnekler VAG bölgesinde yer alırken, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin tamamının syn-COLG bölgesinde yer aldığı görülmektedir (şekil 4.15c). Duraylı elementler olan Nb-Y diyagramında ise, Baskil Magmatitlerine ait örnekler VAG bölgesinde yer alırken, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin VAG;WPG ve syn-COLG bölge sınırlarında yer aldıkları görülmektedir (şekil 4.16).

Kullanılan diyagramlarda da görüldüğü gibi, Baskil Magmatitlerinin kesin olarak ada yayı granitoidi oldukları belirlenmiştir. Ancak, Bilaser Tepe Magmatitlerinin, Pearce ve diğ., (1984) tarafından önerilen diyagramlarda, yay, levha içi ve çarpışma sırası granitoidlerin geçiş bölgelerinde yer almaktadır.

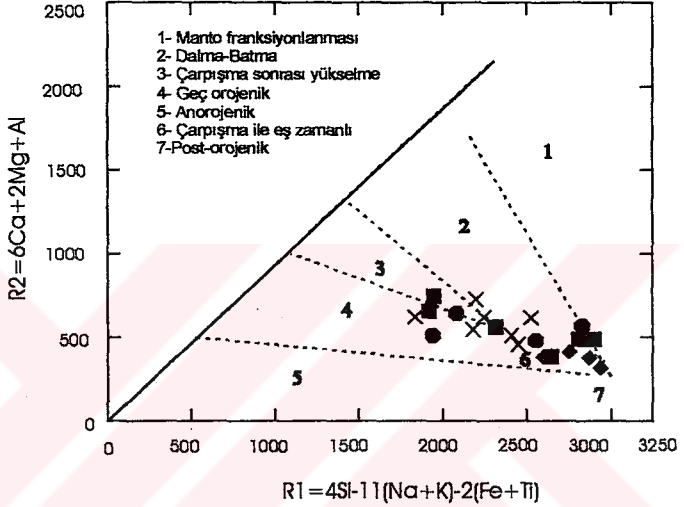


Şekil 4.15. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin ; A) SiO₂ (%) -Yb, B) SiO₂ (%) -Ta ve Cc) SiO₂ (%) -Rb diyagramlarındaki konumu (Pearce ve diğ., 1984). (VAG: Volkanik yay granitoidleri, syn-COLG: Çarpışma ile eş zamanlı granitoidler, ORG: Okyanus ortası sırtı granitoidleri, WPG: Levha içi granitoidler)



Şekil 4.16. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin (Y-Nb) diyagramındaki konumu (Pearce ve diğ., 1984)

Batchelor ve Bowden (1985) tarafından tanımlanan ve ana elementlere dayalı R1-R2 diyagramında da, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait numunelerin post orojenik ve çarpışma ile eş zamanlı bölgede yer aldıkları görülmektedir (şekil 4.17).



Şekil 4.17. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Batchelor ve Bowden (1985)'nin R_1 - R_2 diyagramındaki dağılımları

Ancak, Pearce ve diğ., (1984)'e göre çarpışma sonrası granitoidleri (Post-COLG) tektonik, jeokimyasal içerikli granitoid sınıflamasında ana sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, post-COLG granitoidlerin, diğer granitoidlerden farklı olarak sadece belirli bir jeodinamik ortamda belirli bir kaynak malzemenin ziyade, çeşitli jeodinamik ortamlarda çeşitli kaynak malzemelerden türemiş magmalardan itibaren oluşabilmeleridir. Örneğin, çarpışmayı izleyen termal rahatlamadan dolayı, alt kabuğun ve çarpışma sonrası yükselme/erozyona bağlı adiyabatik dekompresyon nedeniyle de üst mantonun kısmi erimeye uğraması sonucu, "levha içi" veya "yay" konumlu granitoidler meydana gelebilmektedir.

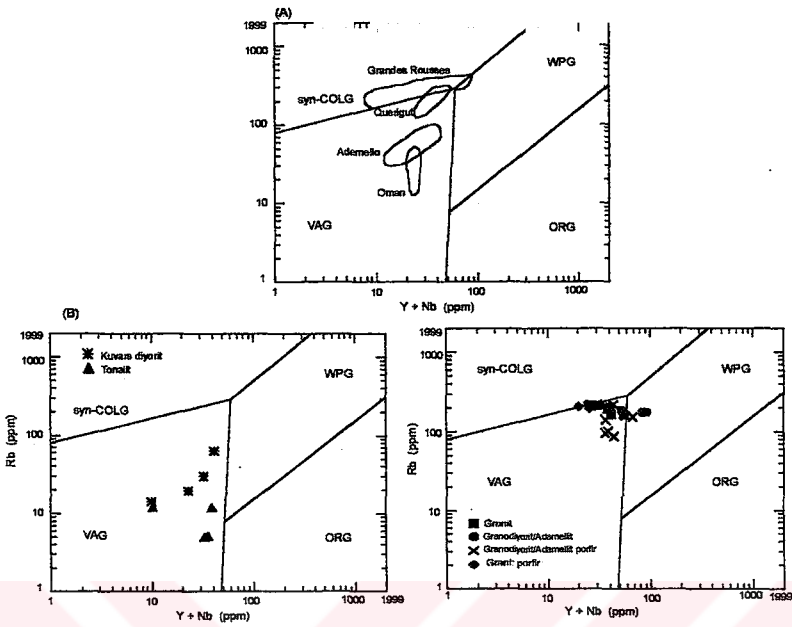
Ayrıca, çarpışma sonrası dalma-batma olayının tekrar yenilenmesiyle "çarpışma sonrası" bir jeodinamik ortamda, normal "yay" bileşimli graitoyidlerin oluşabileceği de belirtilmektedir (Pearce ve diğ., 1984). Böylece, çarpışma sonrası granitoidler, çarpışma esnasında, kısmi ergime olayına katılan kabuk ve manto malzemesinin durumuna göre, eser element diyagramlarından, özellikle Rb- (Y+Nb) diyagramında " yay-levha içi-çarpışmayla eş zamanlı" bölgelerin üçlü birleşme noktalarına yakın bir alanda yer alabilmektedirler (Pearce ve diğ., 1984).

Şekil 4.18a'da bazı tipik post COLG granitoidlerinin Rb-(Y+Nb) diyagramlarındaki konumları görülmektedir. Bu diyagramlara göre, Bilaser Tepe Magmatitlerinin yer aldığı alan (şekil 4.18b), Querigut ve Grandes Rausses plütönlara benzer bir yayılım gösterdiğini ve tipik çarpışma sonrası granitoid özelliğinde olduğu söylenebilir.

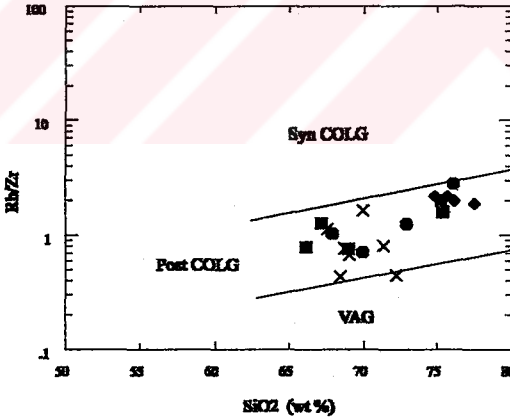
Sonuç olarak, Bilaser Tepe Magmatitlerinin, çarpışma sonrası (Post-COLG) kalkalkalin bir plütön olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu durum, Harris ve diğ., (1986) tarafından önerilen, SiO_2 -Rb/Zr diyagramı (şekil 4.19) ile Theblemont ve Cadanis (1990) tarafından önerilen, Y/44-Rb/10-Nb/16 üçgen diyagramlarda da görülmektedir (şekil 4.20). Bilaser Tepe Magmatitleri bu özellikleri nedeniyle, Harris ve diğ (1986) tarafından tanımlanan post-COLG grup-III magmatizması ile denestirilebilir.

4.5. Nadir Toprak Elementleri (NTE) Jeokimyası

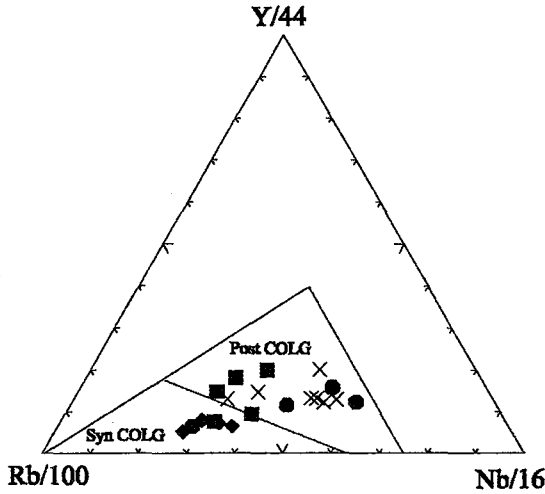
Baskil Magmatitleri ile Bilaser Tepe Magmatitleri içerisindeki granitoidlerin ana ve eser element jeokimyası verileriyle belirlenen farklı jeodinamik ortam özelliği, nadir toprak element jeokimya verileri (çizelge 4.7) yardımıyla da incelenmiştir. Bunun için, öncelikle, nadir toprak element (NTE) jeokimyasal analiz verileri, Evensen ve diğ. (1978) tarafından tanımlanan kondrit değerlerine göre normalleştirilmişlerdir (çizelge 4.8). Bilindiği gibi çift atom numarasına sahip elementlerin, tek atom numarasına sahip elementlerden daha bol olması şeklinde tanımlanan Oddo-Harkins kuralının elimine edilmesi için, çeşitli araştırmacılar tarafından tanımlanan kondrit değerleri ile bölünerek " kondrit'e göre normalize edilmiş değerleri" kullanılmaktadır (Wilson, 1989). Diğer yandan, hafif



Şekil 4.18 A. Rb-(Y+Nb) diyagramındaki bazı çarpışma sonrası granitlerin dağılımı B. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-Y+Nb diyagramı (Pearce ve diğ., 1984) üzerindeki dağılımı



Şekil 4.19. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin SiO₂-Rb/Zr diyagramındaki (Harris ve diğ., 1986) konumları



Şekil 4.20. Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Y/44-Rb/100-Nb/16 üçgen diyagramındaki (Theblemont ve Cabanis, 1990) konumları

Çizelge 4.7. Bilaser Tepe ve Baskil Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin nadir toprak elementleri (NTE) jeokimyasal analiz sonuçları (ppm cinsinden)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
BY13	28,8	62,2	7,5	25,8	5,2	0,76	4,76	0,79	5,58	1,18	3,79	0,65	4,11	0,63
BY16	27,9	51,9	5,77	19,8	3,6	0,68	3,3	0,56	3,92	0,82	2,78	0,45	2,97	0,43
D29	49,5	82,3	8,63	27,7	5,2	0,95	4,55	0,73	4,62	0,98	2,51	0,39	2,48	0,37
N2	32,8	56,3	5,92	18,8	3,1	0,43	2,34	0,38	2,54	0,54	1,58	0,29	1,8	0,28
N2-1	33,8	57,9	5,9	19	3	0,41	2,4	0,38	2,59	0,56	1,65	0,27	2,14	0,3
N18	30,1	48,5	4,91	14,8	2,2	0,3	1,77	0,29	2,05	0,41	1,32	0,22	1,72	0,23
N1	41	67,9	6,87	21,9	3,4	0,59	2,62	0,42	3,03	0,62	2,06	0,33	2,34	0,37
KA6	40,2	67,4	7,17	23,5	3,9	0,79	3,27	0,52	3,75	0,76	2,49	0,41	2,95	0,42
TS3P6	34	43		11	2,7	0,5		0,5					1,8	0,25
TS2-P26	27,3	44,7	4,32	13,3	2	0,31	1,5	0,21	1,53	0,32	1,09	0,19	1,23	0,21
TSP2-33	27,5	32		14	1,5	0,4		0,21					1,5	0,25
TS3P10	35,8	33		13	1,8	0,3		0,21					1,6	0,26
TS7-2P	14,5	22,6	2,5	7,4	1,3	0,22	1	0,15	1,03	0,22	0,72	0,13	1,1	0,17
K1	29,8	49,4	4,94	14,7	2,2	0,25	1,66	0,26	1,6	0,35	1,25	0,23	1,61	0,26
K3	38,7	68,3	7,33	24,3	4,6	0,74	3,87	0,61	3,89	0,72	2,16	0,36	2,42	0,34
K5	30,3	61,3	7,62	28,5	6,3	0,78	6,11	0,99	6,47	1,26	3,8	0,64	4,4	0,6
BY10	1,8	3,6	0,59	2,5	0,9	0,4	1,26	0,22	1,76	0,38	1,17	0,16	1,05	0,16
TS21	4,4	8,5	1,29	5,1	1,2	0,58	1,23	0,21	1,41	0,3	1,01	0,16	1,22	0,19

Çizelge 4.8. Bilaser Tepe ve Baskil Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin nadir toprak element (NTE) içeriklerinin Evensen ve diğ., (1978)'ze göre normalleştirilmiş değerleri

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
BY13	117,7	97,5	77,83	54,5	33,8	13,1	23,3	21,09	21,97	20,811	22,83	25,381	248,9	24,813
BY16	114,1	81,4	59,87	41,8	23,4	11,72	18,15	14,85	15,43	14,482	18,75	17,571	179,9	18,938
D29	202,4	129	89,55	58,5	33,8	16,37	22,27	19,49	18,19	15,52	15,12	15,228	150,2	14,573
N2	134,1	88,3	61,43	39,7	20,1	7,411	11,45	10,15	10	9,5238	9,398	11,324	109	11,026
N2-1	138,2	90,8	61,22	40,1	19,5	7,087	11,75	10,15	10,2	9,8765	9,94	10,543	129,6	11,816
N18	123,1	78	50,95	31,2	14,3	5,171	8,684	7,744	8,071	7,231	7,952	8,5904	104,2	9,0587
N1	167,8	106	71,29	48,2	22,1	10,17	12,82	11,21	11,83	10,835	12,41	12,886	141,7	14,573
KA6	164,3	106	74,4	49,6	25,3	13,82	18,01	13,89	14,78	13,404	15	16,009	178,7	16,542
TS3P6	139	87,4		23,2	17,5	8,818		13,35					109	9,8484
TS2-P26	111,8	70,1	44,83	28,1	13	5,343	7,342	5,807	6,024	5,8437	6,988	7,419	74,5	8,271
TSF2-33	112,4	50,2		28,5	9,74	6,894		5,607					90,85	9,8484
TS3P10	146,4	51,7		27,4	11,7	5,171		5,607					96,91	10,24
TS7-3P	59,28	35,4	25,94	15,6	8,44	3,782	4,895	4,005	4,055	3,8801	4,337	5,0781	88,83	8,8955
K1	121,8	77,4	51,26	31	14,3	4,309	8,126	6,943	6,299	6,1728	7,53	8,9809	97,52	10,24
K3	158,2	107	78,06	51,3	29,9	12,75	18,84	16,29	15,31	12,898	13,01	14,057	148,8	13,391
K5	123,9	98,1	79,07	80,2	40,9	13,44	29,91	28,44	25,47	22,222	22,89	24,99	286,5	23,631
BY10	7,359	5,84	6,122	5,28	5,84	8,894	8,187	5,874	6,929	6,7019	7,048	8,2478	83,8	6,3017
TS21	17,99	13,3	13,39	10,8	7,79	9,987	8,021	5,607	5,551	5,281	6,084	6,2478	73,88	7,4833

nadir toprak elementlerden (ANTE) La'un kondrite göre normalleştirilmiş değeri (kondritin değerine bölünerek elde edilmiş değeri), ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) Yb'un kondrite göre normalleştirilmiş değerine bölünerek elde edilen değer, $(La/Yb)_{CN}$; ANTE'de ANTE'ye olan zenginleşme katsayısını vermektedir. Zenginleşme katsayısı, aynı zamanda hafif nadir toprak elementleri (ANTE) (La) ile orta nadir toprak elementleri (ONTE) (Sm) arasında da hesap edilebilmektedir. Bu noktadan hareketle, Bilaser Tepe ve Baskil Magmatitlerine ait kayaç örneklerinde her kayaç grubu için, bu oranlar ayrı ayrı hesaplanmış ve incelenmiştir (çizelge 4.9).

Buna göre Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaçlar için hesaplanan $(La/Sm)_{CN}$ değerleri 3,03-8,61 arasında değişmekte ve ortalaması 7,2'dir. Baskil Magmatitlerine ait $(La/Sm)_{CN}$ oranı 2,31 iken; diyoritte bu oranın 1,26 olduğu görülmektedir

Diğer taraftan La'un Yb'a göre zenginleşme katsayısı $(La/Yb)_{CN}$ incelendiğinde, Bilaser Tepe Magmatitlerinde bu değer, 0,46 ile 1,49 arasında değiştiği ve ortalamasının 1,07 olduğu belirlenmiştir. Baskil Magmatitlerine ait tonalit ve diyoritte $(La/Yb)_{CN}$ değerlerinin ise, sırası ile, 0,12 ve 0,24 olduğu görülmektedir.

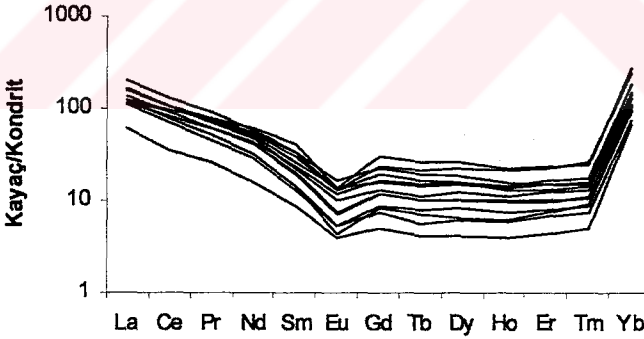
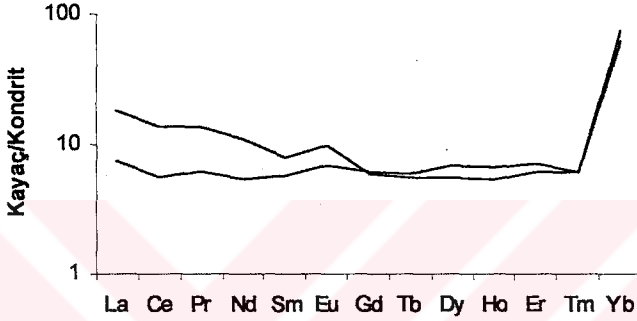
Bilaser Tepe Magmatitlerinde negatif Eu anomalisi (Eu/Eu^*) gözlenirken, Baskil Magmatitlerindeki iki örnekte, Eu anomalisinin (Eu/Eu^*) pozitif olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin $(La/Sm)_{CN}$ ve $(La/Yb)_{CN}$ değerleri

	La/Sm	La/Yb	(La/Sm) O	(La/Yb) O
BY13	3,48701	0,47297	6,12	0,99
BY16	4,87939	0,63407		
D29	5,99330	1,34723		
N2	6,66156	1,22996		
N2-1	7,09348	1,06608		
N18	8,61406	1,18121		
N1	7,59222	1,18265	7,34	1,13
KA6	6,48971	0,91980		
TS3P6	7,92828	1,27496		
TS2-P26	8,59403	1,49812		
TSP2-33	11,5426	1,23746		
TS3P10	12,5220	1,51026		
TS7-2P	7,02245	0,88974	9,92	1,29
K1	8,52820	1,24934		
K3	5,29684	1,07940		
K5	3,02807	0,46481		
BY10	1,25919	0,11571		
TS21	2,30853	0,24343		
			Baskil Magmatitleri	

$(La/Sm)_{CN}$ oranı 6,12 iken, bu değer, kuvars porfirde 9,92'ye yükseldiği görülmektedir. Aynı şekilde, (La/Yb) oranlarında, 0,99'dan 1,29 'za yükselmektedir. Bilasertepe Magmatitlerinin merkezine doğru ilerledikçe, yani son faza doğru geldikçe, sistemin orta ve ağır nadir toprak elementlerince fakirleştiği görülmektedir.

Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç grupları kendi içlerinde uyumluluk, bunların her birinin ayrı homojen magmalardan meydana geldiğini göstermektedir. Söz konusu kayaç grupları arasındaki farklılık, normalleştirilmiş nadir toprak elementlerinin dağılım diyagramında da görülmektedir (şekil 4.21a-4.21b).



Şekil 4.21. Baskil (A) ve Bilaser Tepe (B) magmatitlerine ait kayaç örneklerinin NTE içeriklerinin kondrit'e göre (Evensen ve diğ., (1978) normalleştirilmiş değerlerinin dağılımı.

5. MADEN JEOLJİSİ

Baskil (Elazığ) güneyindeki cevherleşmeler, birbirine yakın olmakla beraber, Bilaser Tepe Magmatitlerinin farklı birimleri içerisinde gelişmiş iki ayrı tipteki cevherleşmeden oluşmaktadır. Bunlardan ilki, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyorit, granitporfir ve dasitporfir sokulumu ile, bunların kondağındaki Baskil Magmatitlerine ait diyoritlerde gelişmiş olan porfiri bakır cevherleşmesidir. Diğeri ise, Bilaser Tepe Magmatitlerinin kenar zonunu oluşturan granitler içerisinde yer alan Au-Cu içeren kuvars damarlarıdır.

Her iki cevherleşme de, ilk defa, 1991 ile 1997 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan sondaj çalışmaları sonucunda, işletmenin ekonomik olmayacağı kanaatine varılarak saha terk edilmiştir.

Malatya L41 ve K41 (1/100.000 ölçekli) paftalarında jeokimyasal anomali bölgelerinin belirlenmesi için yürütülen genel jeokimyasal prospeksiyon çalışması esnasında, yaklaşık her km²'ye bir tane düşecek şekilde dere sedimanı alınmıştır. Bu çalışma sonucunda, Malatya-Elazığ arasında genişçe bir alanda mostra veren Üst Kretase yaşlı magmatitler içerisinde, bir çok alanda, Cu, Pb, Zn, As anomalileri (Baskil Cu, Pb, Zn, As, Anomalisi, Kızmehtmet Cu Anomalisi) elde edilmiştir.

M.T.A Genel Müdürlüğü'nün, GAP Maden Aramaları projesi kapsamında, 1991 yılında yapılan genel jeokimyasal prospeksiyon sonucunda elde edilen anomalilerden birisi olan, Baskil (Nazaruşağı ve Topalkem) sahasında, 1992 yılında detay dere sedimanı jeokimyası yapılarak, anomali sahası daraltılmaya çalışılmış ve bu sahada daha sonraki aşamada, detay toprak jeokimya çalışması gerçekleştirilmiştir.

Baskil Anomali sahası yaklaşık 100 km²'dir. Anomali sahasını daraltmak amacıyla detay jeokimya çalışması gerçekleştirilmiştir. Amaç doğrultusunda, derelerden daha sık dere sedimanı (yaklaşık 150 ile 200 m'den bir numune) alınmıştır. Bu çalışma esnasında alınan 540 dere sedimanı, açık havada

kurutulduktan sonra, 80 meşlik elek (177µ) elenmiş, elek altı malzeme analiz için torbalara konularak numaralanmıştır. Bu şekilde hazırlanan numunelerin Cu, Pb, Zn ve As analizleri M.T.A Diyarbakır Bölge Müdürlüğü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş olup, Cu, Pb, Zn analizleri AAS (Atomik Absorpsiyon Spektrometre) aleti ile, As analizleri ise kolorometrik metotla yapılmıştır.

Detay jeokimya çalışması esnasında, alınan dere sedimanları, jeolojik, mineralizasyon ve alterasyon özelliklerine göre 2 grup altında istatistik çalışmaya tabi tutulmuştur.

Birinci grupta, Bilaser Tepe magmatitlerine ait granodiyorit ve dasitporfirlerin hakim olduğu litolojiden beslenen derelerden alınan numuneler değerlendirilmiştir. İkinci grupta ise, Baskil magmatitleri ile Bilaser Tepe magmatitlerine ait granitlerin hakim olduğu litolojiden beslenen derelerden alınan dere sedimanları değerlendirilmiştir.

Toplam 540 adet dere sedimanı alınmış olup, bunlardan 287'si birinci gruba, 253 tanesi de ikinci gruba aittir. Analiz edilen 4 elementin taban ve eşik değerleri, her iki grup için de belirlenmiştir. Taban ve eşik değerlerinin belirlenmesi için, histogram, kümülatif frekans eğrisi ve frekans dağılım tabloları hazırlanmıştır (çizelge 5.1, 5.2, 5.3, 5.4).

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda, ikinci gruba ait As dağılımı hariç, diğer bütün dağılımların, aritmetik normal tek bir topluluktan meydana geldiği belirlenmiştir.

Baskil güneyinde gerçekleştirilen detay dere sediman jeokimya çalışması sonucunda yapılan istatistiksel değerlendirme ile, 1. ve 2. Grup için Cu/Pb/Zn/As' ne ait eşik değerler belirlenmiştir. Birinci grup için, bu değerler sırasıyla, 160/290/280/600 ppm olarak belirlenirken, ikinci grup için ise, bu değerler, 125/170/170/235 ppm olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin üstü anomali değeri olarak kabul edilmiş ve anomali haritası hazırlanmıştır (şekil 5.1).

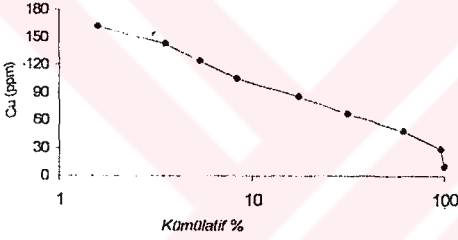
Çizelge 5.1. Dere sediman örneklerinin (Cu) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler

I. Grup		
Cu	Frekans	Kümülatif %
19	12	4,74%
38	86	38,74%
57	76	68,77%
76	35	82,61%
95	23	91,70%
114	7	94,47%
133	5	96,44%
152	5	98,42%
>152	4	100,00%

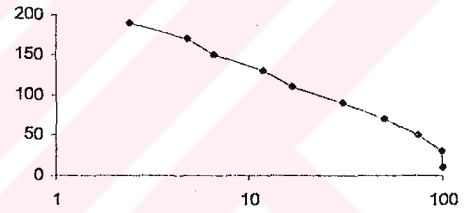
(a)

II. Grup		
Cu	Frekans	Kümülatif %
20	13	4,53%
40	59	25,09%
60	73	50,52%
80	55	69,69%
100	39	83,28%
120	14	88,15%
140	15	93,38%
160	5	95,12%
180	7	97,56%
>180	7	100,00%

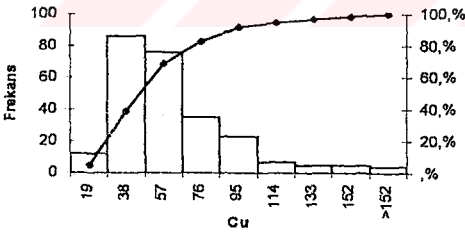
(a)



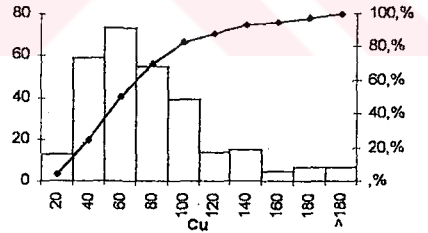
(b)



(b)



(c)



(c)

	Taban Değer (ppm)	Ortalama (m) (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)	Standart Sapma (S) (ppm)	m+2s (ppm)
I. Grup	60	73,97	10	280	42,4	158,77
II. Grup	40	50,75	10	300	37,54	125,83

(d)

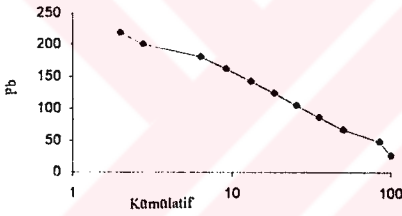
Çizelge 5.2. Dere sediman örneklerinin (Pb) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler

I. Grup		
Pb	Frekans	Kümülatif %
38	39	15,42%
57	87	49,80%
76	38	64,82%
95	25	74,70%
114	18	81,82%
133	13	86,96%
152	10	90,91%
171	7	93,88%
190	9	97,23%
209	2	98,02%
>209	5	100,00%

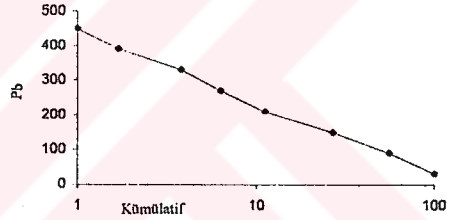
(a)

II. Grup		
Pb	Frekans	Kümülatif %
60	127	44,25%
120	84	73,52%
180	44	88,85%
240	14	93,73%
300	7	96,17%
360	6	98,26%
420	2	98,95%
>420	3	100,00%

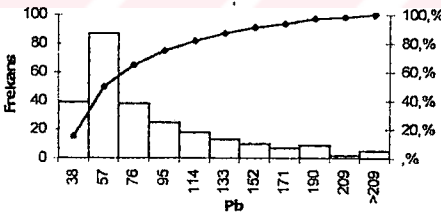
(a)



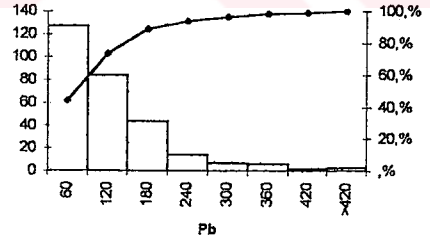
(b)



(b)



(c)



(c)

	Taban Değer (ppm)	Ortalama(m) (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)	Standart Sapma (S) (ppm)	m+2s (ppm)
I. Grup	70	101,18	20	960	94,8	290,78 ppm
II. Grup	60	74,15	30	280	48,85	171,45 ppm

(d)

Çizelge 5.3. Dere sediman örneklerinin (Zn) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler

I. Grup

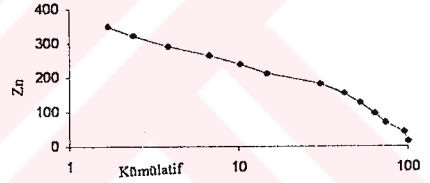
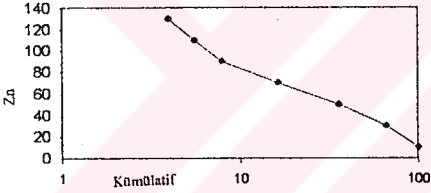
Zn	Frekans	Kümülatif %
20	88	34,78%
40	75	64,43%
60	49	83,79%
80	21	92,09%
100	6	94,47%
120	4	96,05%
>120	10	100,00%

II. Grup

Zn	Frekans	Kümülatif %
28	15	5,23%
56	62	26,83%
84	29	36,93%
112	31	47,74%
140	30	58,19%
168	34	70,03%
196	44	85,37%
224	13	89,90%
252	10	93,38%
280	8	96,17%
308	4	97,56%
336	2	98,26%
>336	5	100,00%

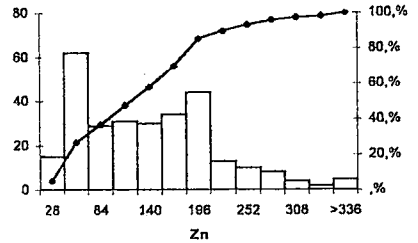
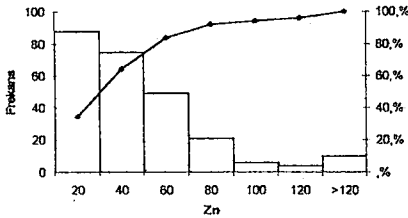
(a)

(a)



(a)

(b)



(c)

(c)

	Taban Değer (ppm)	Ortalama(m) (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)	Standart Sapma (S) (ppm)	m+2s (ppm)
I. Grup	30	42,73	10	380	94,8	279,88
II Grup	115	123,52	15	415	78,18	171,45

Çizelge 5.4. Dere sediman örneklerinin (As) elementi için a) Kümülatif dağılım b) Olasılık dağılım eğrisi c) Histogram dağılım grafiği d) İstatiksel parametreler

I. Grup

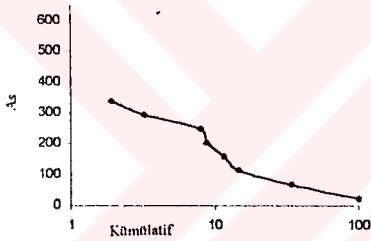
As	Frekans	Kümülatif %
45	167	66,01%
90	49	85,38%
135	8	88,54%
180	7	91,30%
225	2	92,09%
270	12	96,84%
315	3	98,02%
>315	5	100,00%

(a)

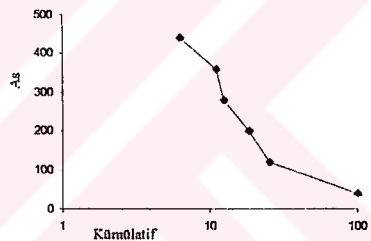
II. Grup

As	Frekans	Kümülatif %
80	215	74,91%
160	19	81,53%
240	17	87,46%
320	4	88,85%
400	14	93,73%
>400	18	100,00%

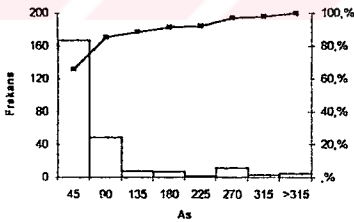
(a)



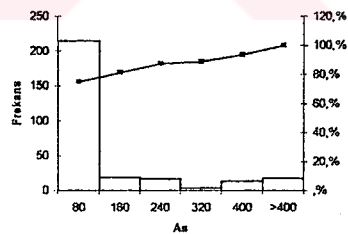
(b)



(b)



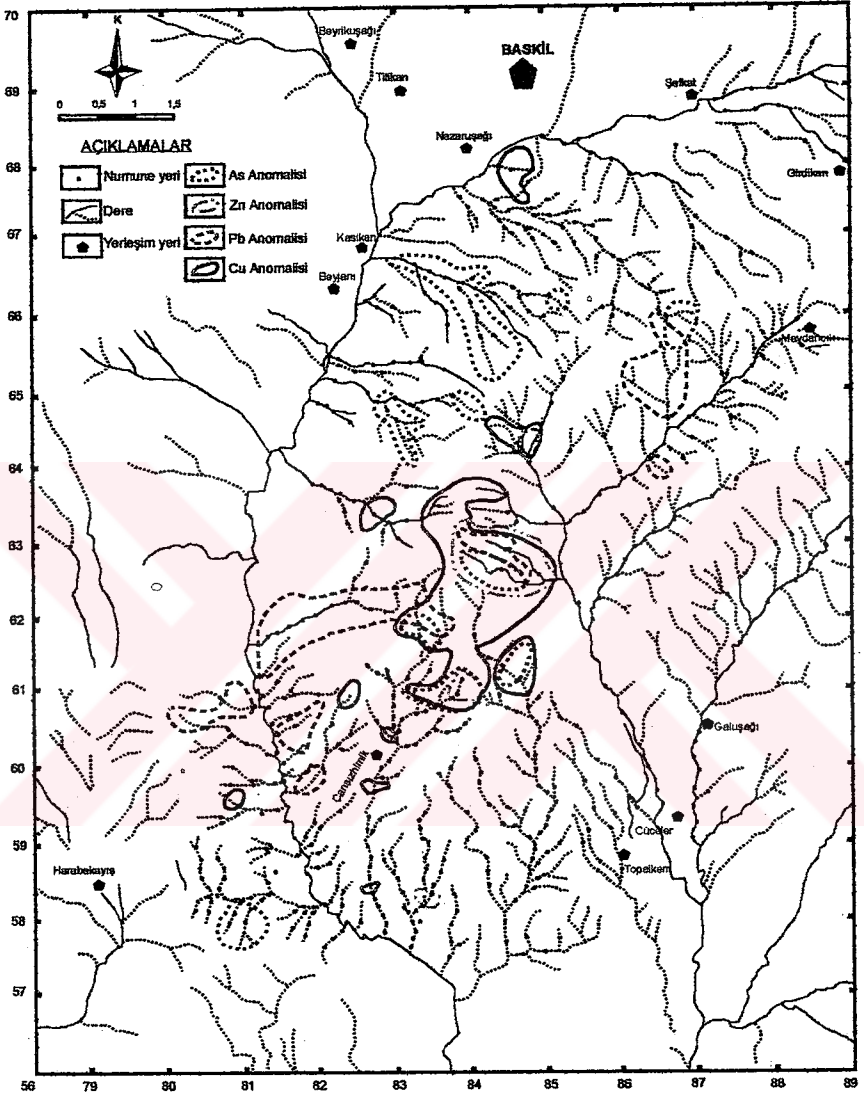
(c)



(c)

	Taban Değer (ppm)	Ortalama (m) (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)	Standart Sapma (S) (ppm)	m+2s (ppm)
I. Grup	A topluluğu için	240	5	1600		600
II. Grup	30	57,92	5	600	88,74	235,4

(d)



Şekil 5.1. Baskil güneyi Cu, Pb, Zn ve As anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)

Detay dere sediman jeokimya çalışması sonucunda, element birlikteliği, şiddeti ve alan açısından belirlenen en büyük anomali, Bilaser Tepe ve çevresinde elde edilmiştir. Bu alanda, Bilaser Tepe magmatitlerine ait granodiyorit ve granitporfir ile, bunlarla intrusif ilişkili diyoritler mostra vermektedir

Sahanın kuzeyinde Nazaruşağı civarında Cu, Pb veya As elementlerinin ayrı ayrı anomali oluşturdıkları belirlenmiştir (Şekil 5.1).

Ayrıca, sahanın güneyindeki Siyataş Tepe civarındaki 5 adet numune, As için, eşik değeri üstünde olup, anomali oluşturmaktadırlar (Şekil 5.1).

Detay dere sedimanı jeokimya çalışması sonucunda, Bilaser Tepe civarında elde edilen Cu-Pb-Zn-As anomalisinde, jeokimyasal zonalitenin belirlenmesi için detay toprak jeokimya çalışma yapılmıştır (Şekil 5.2). Bunun için sahanın güneyinde, (50x100 m) aralıklarla, sahanın kuzeyinde ise, 50x250 m aralıklarla toplam 961 adet toprak numunesi alınmıştır.

Numunelerin tamamı Cu, Pb, Zn ve As için analiz edilirken, numunelerden 786 tanesi de Mo için analize tabi tutulmuştur.

Toprak örneklerinin, Cu, Pb, Zn ve Mo analiz sonuçlarına ait istatistiksel bilgiler çizelge 5.5., 5.6., 5.7. ve 5.8., özetlenmiştir. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda, Cu, Pb, Zn ve Mo elementlerinin aritmetik normal tek topluluktan oluştuğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre As elementinin % 13,7'si üst dedeksiyon limiti olan 600 ppm üzerinde olduğundan dolayı, bu element için herhangi bir istatistiksel çalışma yapılmamıştır. Eşik değerler $X+2s$ yöntemiyle, Cu için 360 ppm, Pb için 547 ppm, Zn için 421 ppm ve Mo için ise 16 ppm olarak belirlenmiştir. As için ise üst dedeksiyon limiti olan 600 ppm eşik değeri olarak alınmıştır. Eşik değeri ve üstü değerler anomali değeri olarak kabul edilmiş olup, Cu, Mo, Pb, Zn ve As için anomali haritaları hazırlanmıştır (Şekil 5.3., 5.4., 5.5., 5.6 ve 5.7)

Kuars-serisit alterasyonun yayılım sunduğu bölgede (Şekil 5.2.) Cu ile As değerleri yükselmekte ve anomali oluşturmaktadır (Şekil 5.3., 5.7). Anomali sahası kuzeyinde kuvars-serisit alterasyonu ile kuvars-serisit-klorit alterasyonu dokanağında (Kiziruşağı Mahallesi batısında) Cu ve Mo anomalileri belirlenmiştir (Şekil 5.3, 5.4).

Sahanın güneyindeki Gaz Tepe civarındaki kuvars-serisit-klorit alterasyonunda ise, As-Zn birlikteliği görülmektedir (Şekil 5.4., 5.6.). KurŐun'daki yüksek değerler ise dağmık olup, genellikle kuvars-serisit-klorit alterasyonun içerisinde yer almaktadır (Şekil 5.7).

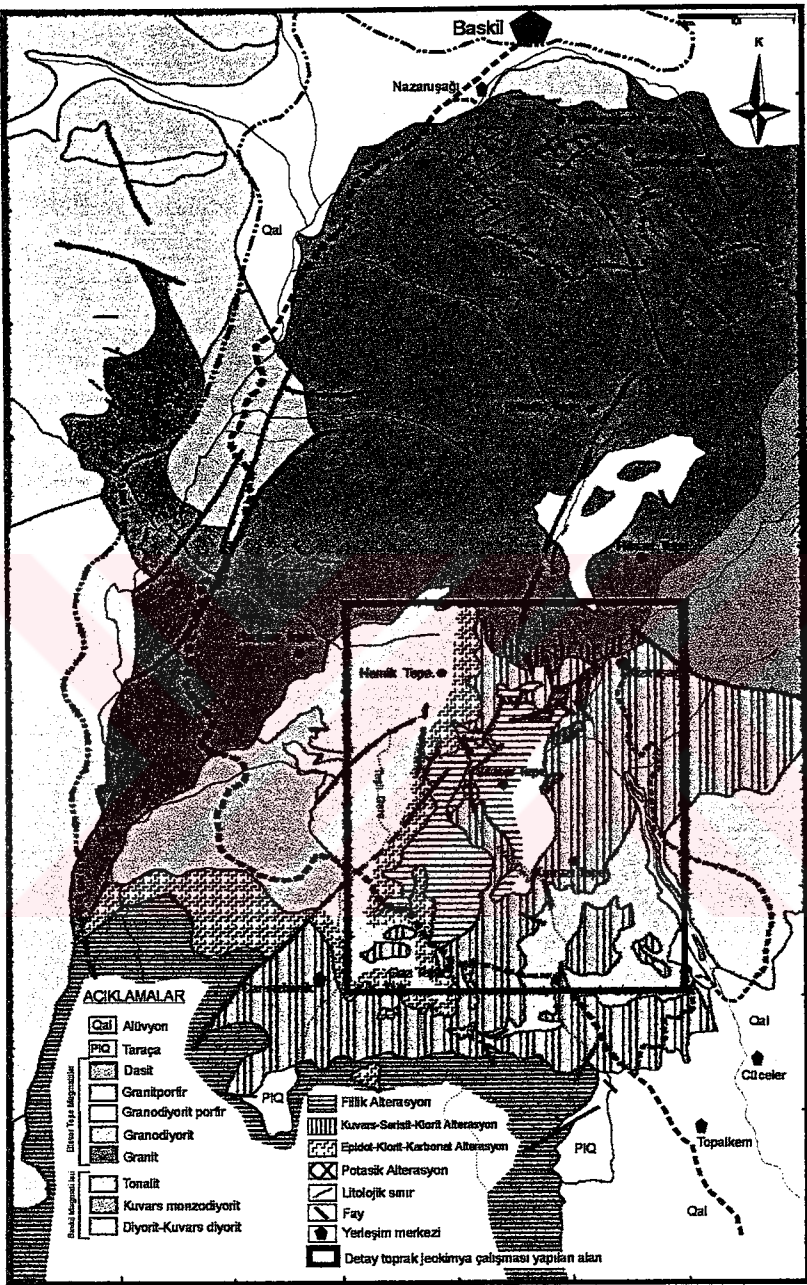
Cu anomalileri kuvars-serisit alterasyonu ve çevresinde yer alırken, Zn-Pb anomalileri ise dış zonu oluşturan, kuvars-serisit-klorit alterasyonuna paralellik sunmaktadır.

5.1. Porfiri tip bakır cevherleşmesi

Geniş alanlarda anomali ve alterasyon sunan Topalkem Mahallesi (Baskil) civarındaki cevherleşme, petrografik ve petrojenez özellikleri ile, ileriki bölümlerde anlatılacak cevherleşme özellikleri, kısmen porfiri bakır yataklarıyla benzerlik sunmaktadır.

Topalkem Mahallesi, civarında gelişen porfiri bakır cevherleşmesi Bilaser Tepe Magmatitlerine ait, granodiyorit, granitporfir ve dasitporfire bağlı olarak gelişmiştir. Bu kayaçların içinde ve bunların evre kayaçlarında, saınmılı, damar ve damarcıklar Şeklinde izlenmektedir. Cevherleşmeye, geniş alanlar da alterasyon kuşakları da eŐlik etmektedir.

Toprak jeokimyası sonucunda Cu anomalisi elde edilen bölgelerden birisi olan Bilaser Tepe sektöründe merkezde granitporfir yer alırken, çevresinde granodiyoritler izlenmektedir. Bu iki faz birlikte, Kuru Dere ile Taşı Dere arası merkez olmak üzere, çevrede yoğun alterasyon ve mineralizasyona sebep olmuştur (Şekil 5.2).

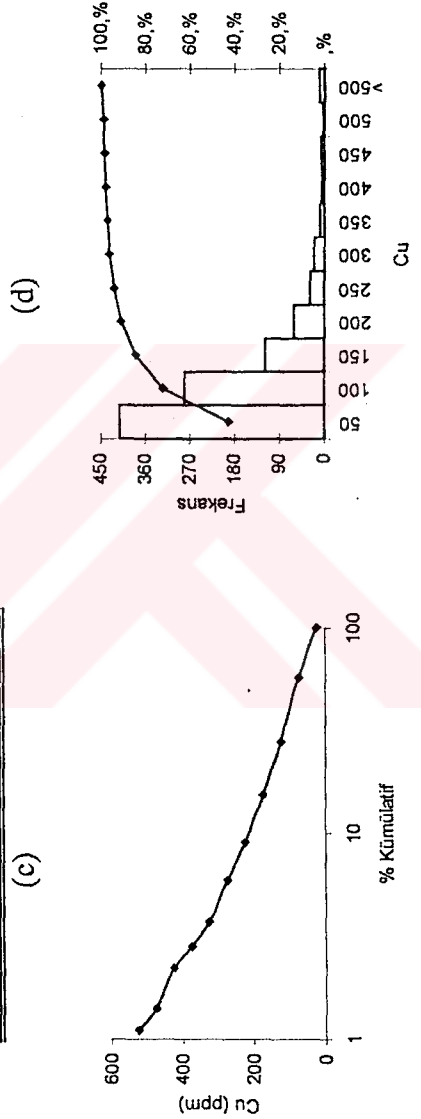


Şekil 5.2. İnceleme alanının jeoloji ve alterasyon haritası

Çizelge 5.5. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Cu) elementi için a) Kümülatif dağılım b) İstatistiksel parametreler c) Olasılık dağılım eğrisi d) Histogram dağılım grafiği

Cu	Frekans	Kümülatif %
50	412	42,87%
100	281	72,11%
150	120	84,60%
200	61	90,95%
250	30	94,07%
300	21	96,25%
350	9	97,19%
400	6	97,81%
450	7	98,54%
500	3	98,86%
>500	11	100,00%

Taban değeri (ppm) : 60
Ortalama (m) (ppm) : 97
Minimum (ppm) : 5
Maksimum (ppm) : 2474
Standart sapma (S) (ppm) : 133
m+2s (ppm) : 363

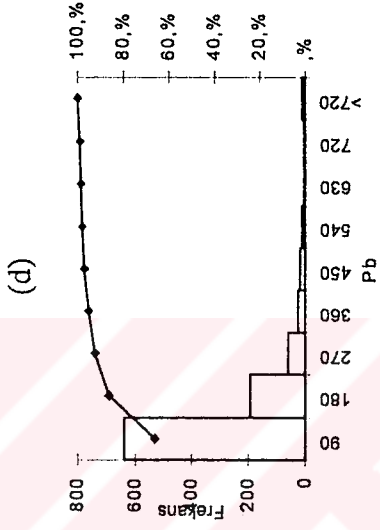
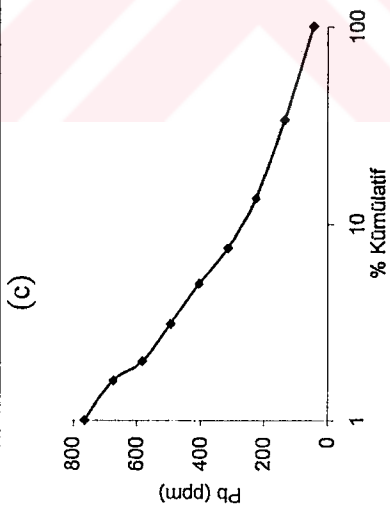


Çizelge 5.6. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Pb) elementi için a) Kümülatif dağılım b) İstatistiksel parametreler c) Olasılık dağılım eğrisi d) Histogram dağılım grafiği

Pb	Frekans	Kümülatif %
90	638	66,39%
180	193	86,47%
270	58	92,51%
360	25	95,11%
450	17	96,88%
540	11	98,02%
630	4	98,44%
720	5	98,96%
>720	10	100,00%

(b)

Taban değeri (ppm) : 55
Ortalama (m) (ppm) : 108
Minimum (ppm) : 5
Maksimum (ppm) : 4150
Standart sapma (S) (ppm) : 221
m+2s (ppm) : 550



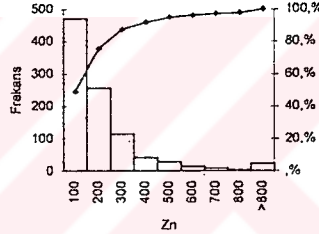
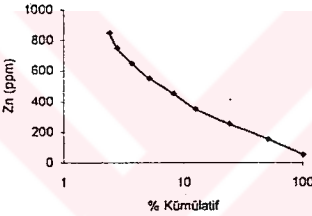
Çizelge 5.7. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Zn) elementi için a) Kümülatif dağılım b) İstatiksel parametreler c) Olasılık dağılım eğrisi d) Histogram dağılım grafiği

Zn	Frekans	Kümülatif %
100	470	48,91%
200	257	75,65%
300	114	87,51%
400	41	91,78%
500	29	94,80%
600	14	96,25%
700	9	97,19%
800	4	97,61%
>800	23	100,00%

(a)

Taban değer (ppm) : 55
Ortalama (m) (ppm) : 108
Minimum (ppm) : 5
Maksimum (ppm) : 4150
Standart sapma (S) (ppm) : 221
m+2s (ppm) : 550

(b)



(d)

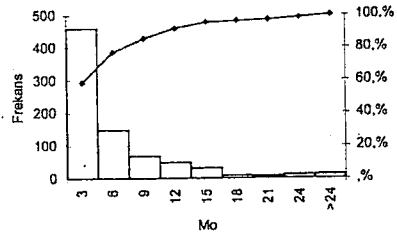
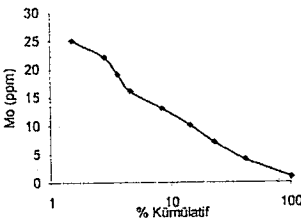
Çizelge 5.8. Bilaser Tepe'den derlenen toprak örneklerinin (Mo) elementi için a) Kümülatif dağılım b) İstatiksel parametreler c) Olasılık dağılım eğrisi d) Histogram dağılım grafiği

Mo	Frekans	Kümülatif %
3	459	58,40%
6	147	77,10%
9	67	85,62%
12	47	91,60%
15	30	95,42%
18	8	96,44%
21	6	97,20%
24	10	98,47%
>24	12	100,00%

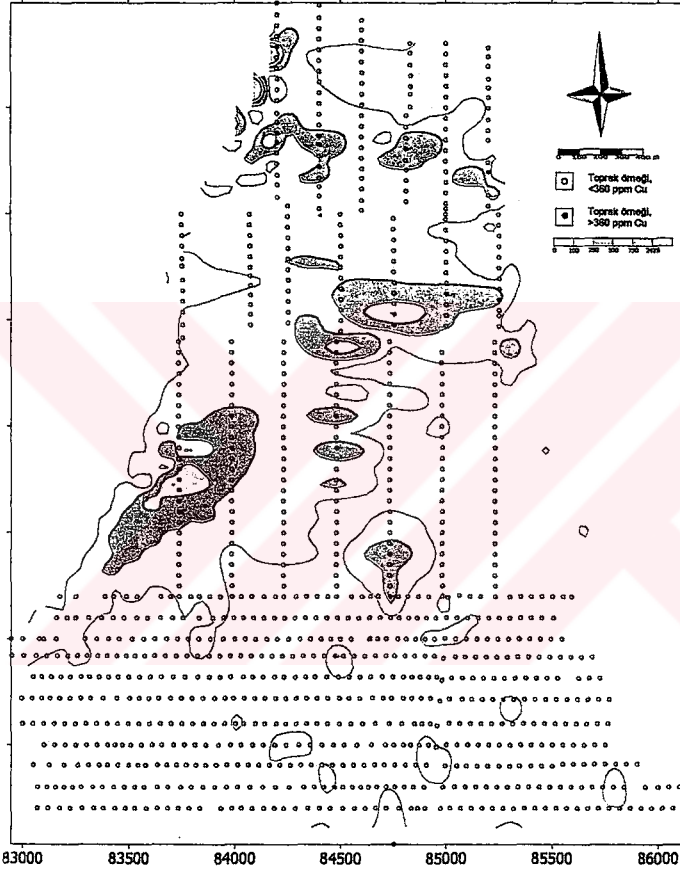
(c)

Taban değer (ppm) : 2
Ortalama (m) (ppm) : 5
Minimum (ppm) : 2
Maksimum (ppm) : 62
Standart sapma (S) (ppm) : 61
m+2s (ppm) : 14

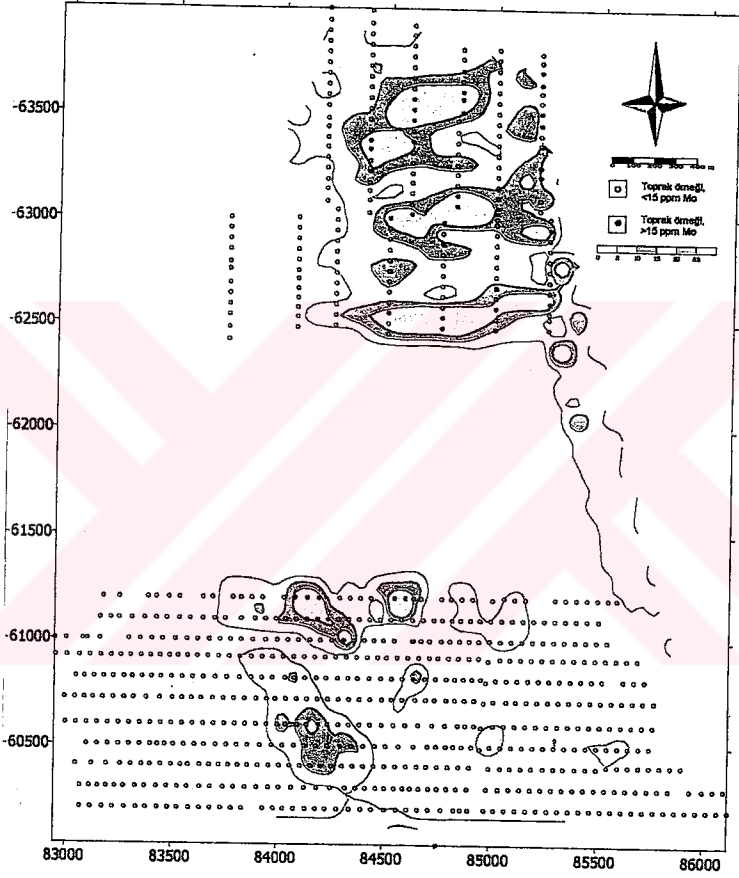
(b)



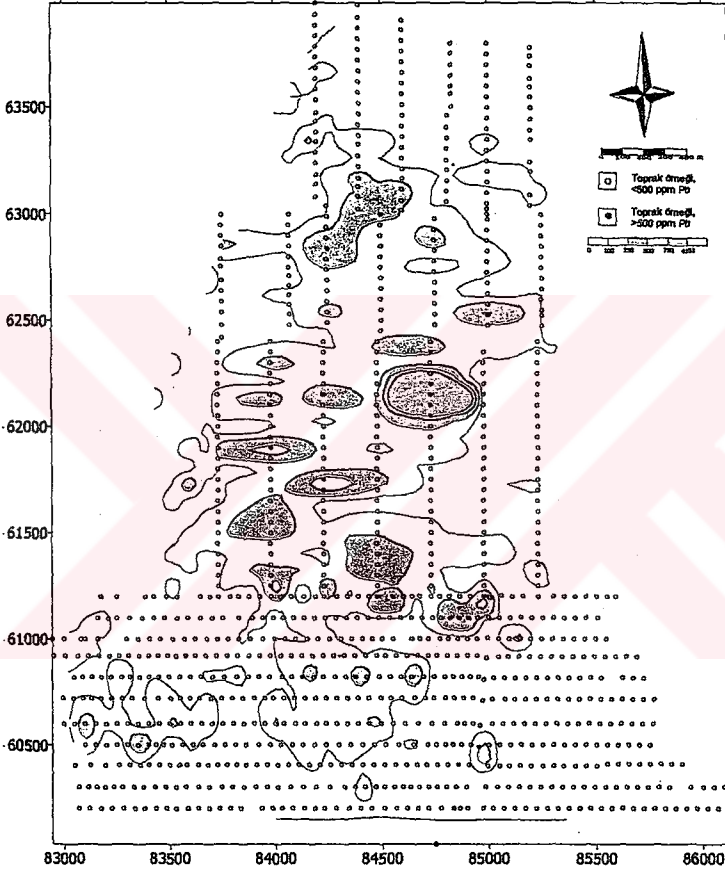
(d)



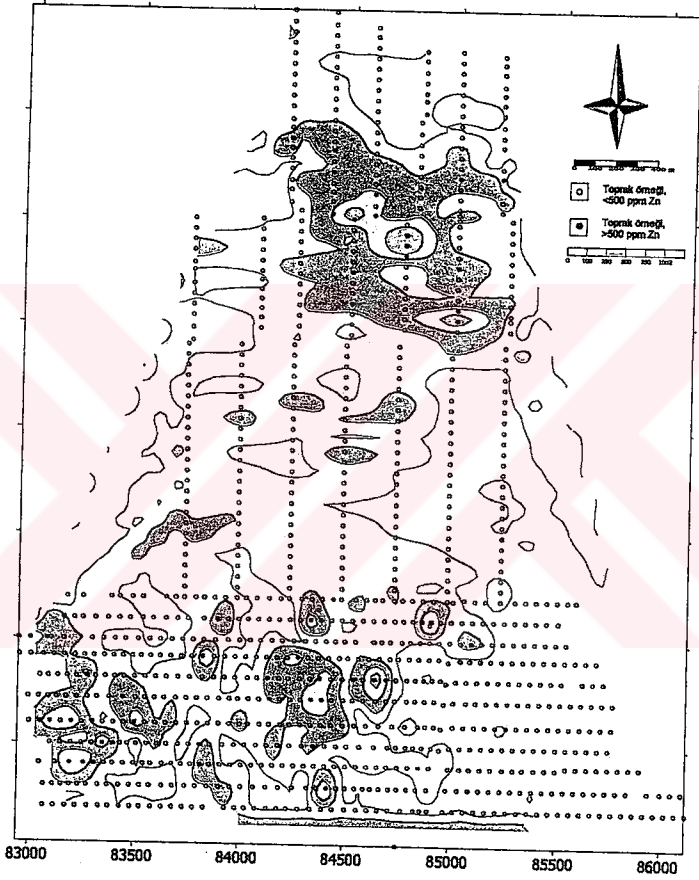
Şekil 5.3. Bilaser Tepe ve civarı (Cu) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



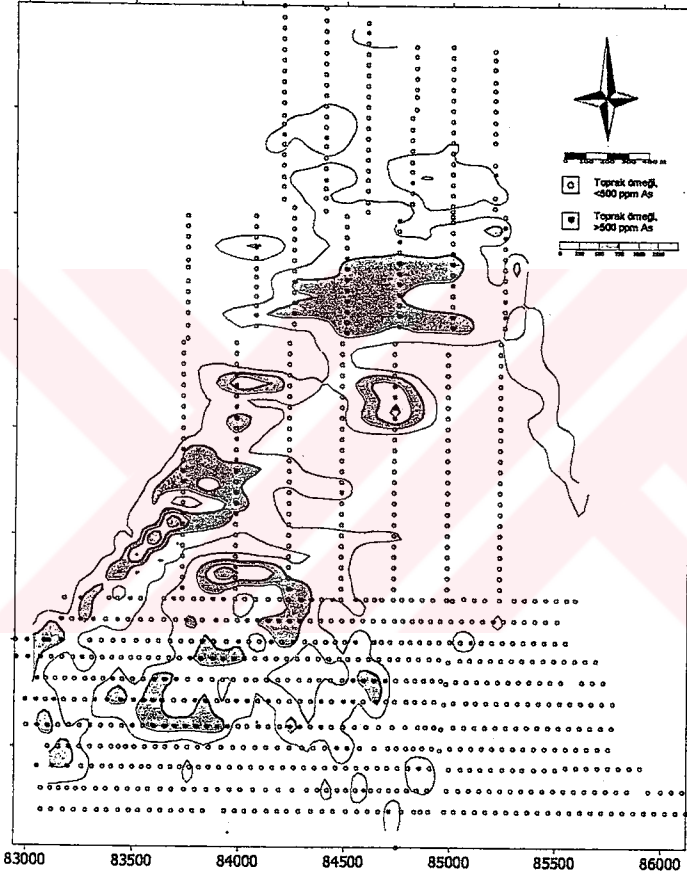
Şekil 5.4. Bilaser Tepe ve civarı (Mo) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



Şekil 5.5. Bilaser Tepe ve civarı (Pb) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



Şekil 5.6. Bilaser Tepe ve civarı (Zn) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



Şekil 5.7. Bilaser Tepe ve civarı (As) anomali haritası (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)

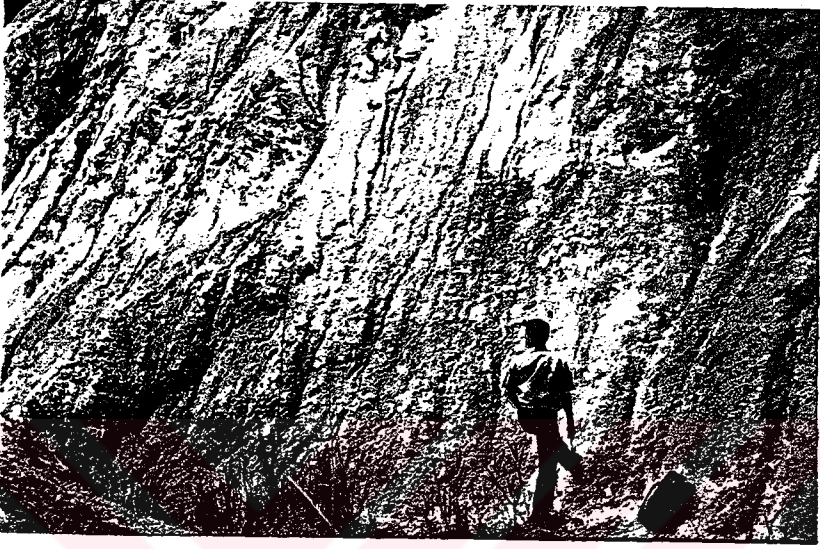
Sahanın güney sektöründe ise, yaklaşık D-B uzunumlu Bilaser Tepe Magmatitlerinin son fazı dasitporfirler mostra vermekte olup, kendi içerisinde ve çevre kayaçlarda yoğun alterasyona neden olmuştur.

Yoğun olarak alterasyona uğramış Bilaser Tepe sektöründe, Kuru Dere'nin batısında mostra veren granodiyoritlerin, kuvars-biyotit alterasyonuna uğradığı belirlenmiştir. Kuvars-biyotit alterasyonu, kuvars ve kloritleşmiş biyotit damarcıklarının ortaya çıkması ile belirginleşmekte olup, K60D konumlu, 1 m. kalınlığa varan, kuvars-serisit-pirit alterasyonu tarafından sıkça kesilmektedir. Kuvars-biyotit alterasyonu, dere tabanından güneye doğru ilerlendikçe, kuvars-serisit-klorit alterasyonuna geçmektedir. Biyotit-kuvars ve serisit-kuvars alterasyonuna uğramış granodiyoritler içerisindeki cevherleşme, saçınımlı ve kılcal damarcıklar şeklinde izlenmektedir. Cevher minerali olarak pirit, pirotin, kalkopirit ve manyetit belirlenmiştir. Bu zonların cevher içeriği, Cu için, 70-800 ppm, Mo için 20-290 ppm, Au için 2-430 ppb arasında değişmektedir. Serisit-klorit alterasyonunun dış zonlarında ise, sülfid mineralleri (pirit, kalkopirit, galenit) içeren karbonatlı kuvars damarları mevcuttur.

Kuru Dere tabanında, biyotit-kuvars ve kuvars-serisit-klorit alterasyonuna uğramış granodiyorit, her iki tarafındaki sırtlar boyunca, kuvars-serisit-pirit alterasyonu tarafından kuşatılmıştır. Kuvars-serisit-pirit alterasyonunun izlendiği granodiyoritler, ilksel dokusunu kaybetmiş, beyazımsı-sarımsı renktedir (şekil 5.8). Granodiyoritlerdeki

Kuvars-serisit alterasyonunda, saçınımlı cevherleşme ile sülfid içeren damarcıklarda ve kalınlıklarında artış görülmektedir. Buna bağlı olarak, bu zonlarda jeokimyasal olarak Cu ve Mo miktarları artmaktadır. Ayrıca, ezik ve breşik zonlarda da sülfid miktarında artış olmaktadır.

Topografik olarak alçak bölgelerde bulunan kuvars-biyotit alterasyonu, bu haliyle kuvars-serisit-pirit alterasyonunun altında ve daha derin zonlarda oluşmuştur (şekil 5.2). Biyotit-kuvars alterasyonu, yüzeyde sadece Kuru Dere'de yaklaşık 100x100 m. bir alanda mostra vermektedir.



Şekil 5.8. Kuvars-serisit-pirit alterasyonuna maruz kalmış granodiyorit
arazi görünümü (Kuru Dere)

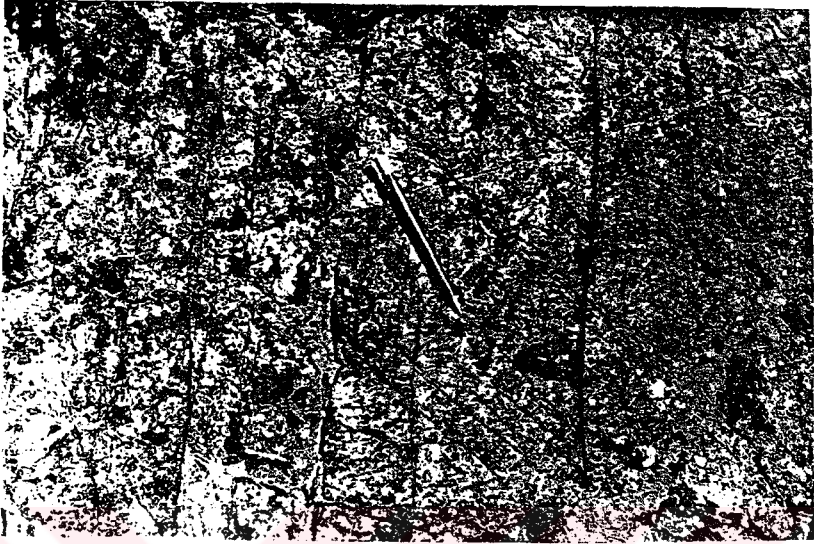
Altere granodiyorit ile altere granitporfirler, Kuru Dere ve civarında, girift-içiçe olarak bulunmaktadır. Porfiri cevherleşme ile ilgili olarak, Bilaser Tepe magmatitleri içerisinde ayırt edilen fazlardan ilki granodiyorit olup, holokristalin taneli doku göstermektedir. Daha sonra gelişen granitporfir ise, magmatik differansiyasyonun bir sonucu olarak daha asidik karakterde gelişmiştir. Alterasyon ve mineralizasyondan her iki kütle de etkilenirken, granodiyorit daha çok etkilendiği belirlenmiştir.

Benzer olarak, El Salvador (Şili) porfiri bakır yatakları, birden çok porfiri sokulumun oluşturduğu komplekste gelişmiştir. Bu porfiri stoklar, dokusal olarak büyük farklılıklar göstermektedirler. Cevherleşmenin ilişkili olduğu porfirin ise, daha az felsik olduğu belirlenmiştir (Sawkins, 1984).

Granitporfirler, Bilaser Tepe kuzey ve kuzeybatısındaki yamaçlarında kuvars-serisit-pirit alterasyonuna uğrarken, doğu yamaçlarında, kısmen taze olarak mostra vermektedirler. Kuvars-serisit-pirit alterasyonuna uğramış granitporfirler, 0,5 m ile 5 m arasında kalınlığa sahip, yaklaşık K60D doğrultulu, birbirini kesen porfiri damar sistemi şeklinde izlenmektedir. Bu damarların kontaklarında, limonit, arsenopirit ve malahitin belirlendiği kuvars damarları mevcuttur. Bu bölgeden alınan numunelerin, Au, Cu, As, Mo element içerikleri ve özellikleri çizelge 5.9' da verilmiştir. Altere granitporfirlerde, K70B 15°KB, K55D 70°KB, K30D 60°KB yönlerinin hakim olduğu çatlak sistemleri mevcuttur. Bu çatlaklarda, siyah ve kırmızı renkli oksit sıvamaları izlenmektedir (şekil 5.9). Ayrıca, doğrultuları K60D ile DB arasında değişen, 1mm-10 cm kadar yönlerdeki 0,5 cm kalınlığa değişen sülfidli kuvars damarcıklarında belirlenmiştir.

Çizelge 5.9. Bilaser Tepe kuzeyindeki mostradan alınan örneklerin element içerikleri ve özellikleri

Örnek No	Au (ppb)	Cu (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)	Litolojik Özellikler
97B-6	<40	72	520	24	Filik alterasyona uğramış granitporfir
97B-7	<40	45	326	>600	Filik alterasyona uğramış granitporfir içinde, K60D 55°GD konumlu, 7 cm kalınlığında, molibdenit içeren kuvars damarı
97B-8	80	>1000	>600	45	Kılcal çatlaklarında malahit, arsenopirit ve limonit sıvamaları içeren fillik alterasyona uğramış granitporfir.
97B-9	<40	660	>600	21	K80D 60°KB konumlu limonit içeren kuvars damarı (fillik granitporfir içerisinde)
97B-10	60	>1000	>600	18	DB 35°K konumlu hematit, limonit malahit içeren fillik granitporfir
97B-11	<40	218	>600	176	Yoğun olarak kuvars damarcıkları tarafından kesilmiş fillik granitporfir
97B-12	40	>1000	547	19	Limonitleşmiş fillik granitporfir



Şekil 5.9. Altere granitporfir içerisindeki çeşitli yönlerdeki çatlaklarda gelişmiş sülfid damarcıkları (Bilaser Tepe)

Çizelge 5.9'da da görüleceği gibi, yüzeyden alınan serisit-kuvars-pirit alterasyonuna uğramış granitporfirlerde, cevher içeren kuvars damarcıkları ile sülfid damarcıklarının ortaya çıkması, Cu değerini (200ppm- >1000 ppm) artırmaktadır. Bu damarcıklardan yoksun, kuvars-serisit-pirit alterasyonunda ise, Cu değerlerinin 100 ppm altına düştüğü belirlenmiştir. As değerlerinin büyük bir bölümünün 600 ppm'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Molibdenit ise, gri renkli kuvars damarcıklarında izlenmektedir. Bu bölgede, jeokimyasal analiz sonucunda iki numunede alınan çok düşük (60 ve 80 ppb) Au değerlerinin ise, arsenopiritli ve piritli seviyelere isabet ettiği görülmektedir. Bölgede M.T.A tarafından 14 adet sondaj yapılmış olup, sondajların derinlik ve koordinatları çizelge 5.10' da verilmiştir. Bu sektörde ise TS7, TS3 ve TS2 sondajları gerçekleştirilmiştir.

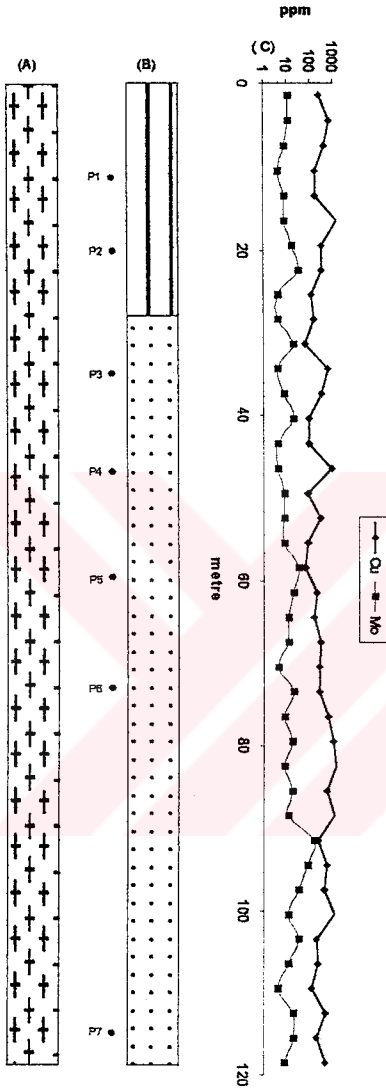
Kuru Dere'de gerçekleştirilen 119,25 m'lik TS7 sondajının tamamı granitporfirlerde ilerlemiştir (şekil 5,10). TS7 sondajının ilk 35 m'sinde, kuvars-serisit-kil-klorit alterasyonu hakim olup, bu kesimde, cevher minerali olarak, pirit ve demiroksit grubu mineraller belirlenmiştir. Bu seviyede jeokimyasal olarak belirlenen Cu miktarı ortalama 395 ppm'dir.

Çizelge 5.10. İnceleme alanında yapılan sondajların koordinat ve derinlikleri

Sondaj No	X	Y	Z	Derinlik
TS1	62160	83914	1280	137
TS2	62266	84137	1288	135,10
TS3	62342	84220	1291	117,5
TS4	62038	83645	1233	195
TS5	62051	83789	1253	225,5
TS6	62000	83939	1273	144,35
TS7	62151	84047	1258	119,25
TS8	62168	83755	1243	200,25
TS9	62104	83684	1231	152,80
TS10	62531	84136	1296	141,15
TS11	62287	83995	1284	171,55
TS12	62121	83760	1237	145,20
TS13	62113	83816	1254	120
TS14	62036	83548	1232	135,15

TS7 sondajının 35-75 metreler arasında ise kuvars-serisit-karbonat alterasyonu izlenmektedir (serisit baskın). Bu seviyeler arasından alınan numunelerden yapılan parlak kesitlerin incelenmeleri sonucunda, pirit, arsenopirit, kalkopirit, rutil ve seyrek olarak da molibdenit belirlenmiştir. Cevher mineralleri genellikle kuvars damarcıkları içerisinde saçınımlı olarak bulunmaktadır. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonuna sahip granitporfirde, jeokimyasal olarak belirlenen Cu miktarı ortalama 230 ppm'dir. TS7 sondajı 75. m'den kuyu sonu olan 119,25 m'ye kadar, kuvars-serisit-pirit alterasyonu ile, kuvars-serisit-karbonat alterasyonu birlikte gözlenmiştir. Ayrıca, 75-119,25 metreleri arasında sıkça breşik seviyeler geçilmiş olup, diğer seviyelere nazaran, cevherli kuvars stockwork'lerinde de artış görülmektedir. 75-90. m'ler arasında, 1000 ppm Cu değeri elde edilirken, 90. m'den 119,25 metreye kadar ise ortalama Cu değeri 400 ppm'dir. TS3 ve TS2 sondajlarının yaklaşık ilk 50. m'sinde kuvars-serisit-biyotit (klorit) alterasyonuna uğramış granodiyorit ile altere granitporfirde, 50. m'den kuyu sonlarına kadar ise serisit-karbonat alterasyonun hakim olduğu granitporfirde ilerlenmiştir (şekil 5.11, 5.12).

Ezik ve breşik zonlarda sülfid minerallerinin artışına paralel olarak Cu ve Mo element içeriklerinde de yükselmeler görülmektedir.



(D)

TS-7 Sondaj kuyu logu incekesit ve parlama incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri				
Örne.No	Çevre mineraleri		Alterasyon mineraleri	
	Sülfür	Oksitler	İnce kesit	Parlama
P1			Lim	Kil, ser, k
P2	pr		im	Kil, ser, k
P3	pr, ser, kpr	nit	mk	Kun, ser, herb
P4	pr, ser, kpr	nit	mk	Kun, ser, herb
P5	pr, ser, kpr, Mo			Kun, ser, herb
P6	pr, kpr	nit		Kun, ser
P7	pr, kpr		mk	Kun, ser

(E)

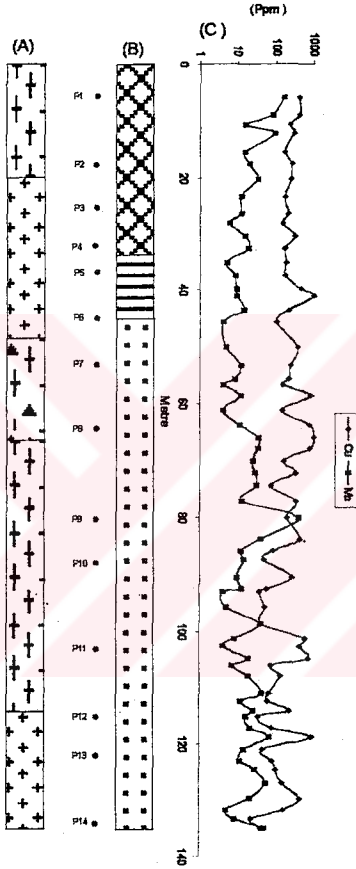
Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	405	63	1450
Mo	17,6	4	140
Pb	372	15	7800
Zn	389	30	1450

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	-0,08	1		
Pb	0,2	-0,062	1	
Zn	0,22	0,026	0,11	1

AÇIKLAMALAR

- Granitporfir
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-senit-karbonat alterasyonu
- Kuvars-senit-klorit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.10. TS7 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-2 Sondaj kuyu logu incelik ve parafina incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri

Örnek No	Çebel parajenezleri			Altıncıyon mineralleri
	Surfite	Özdeşler	İsmin renkleri	
P1	pr, kpr, apr, sf, kiz, pt		Mh	Şy, kpr, kl
P2	pr, kpr, kpr, pt	İsmk	Mh, İm	Şy, kpr, ser, kl
P3	pr, kpr	many.		Şy, kpr, ser
P4	pr, kpr	many.		Şy, kpr, ser
P5	pr, kpr, gr, kl	ret	Mh	Şar, kpr, kl
P6	pr, kpr, spr			Şar, kpr, kl, karb
P7	kpr, pr	nat.		Kar, ser, karb, İİ
P8	pr, kpr, gr	Lm		Kar, karb, ser
P9	pr, kpr, pt		Mh	Kar, ser, kl
P10	pr, spr	Many.		Kar, ser, karb
P11	pr, kpr			Kar, ser, karb
P12	spr, kpr, pt, pt			Kar, ser, karb
P13	kpr, gr	Many.	Lm	Kar, ser, kl, karb
P14	pr, kpr, apr, gr, sf, kiz			Kar, ser, karb

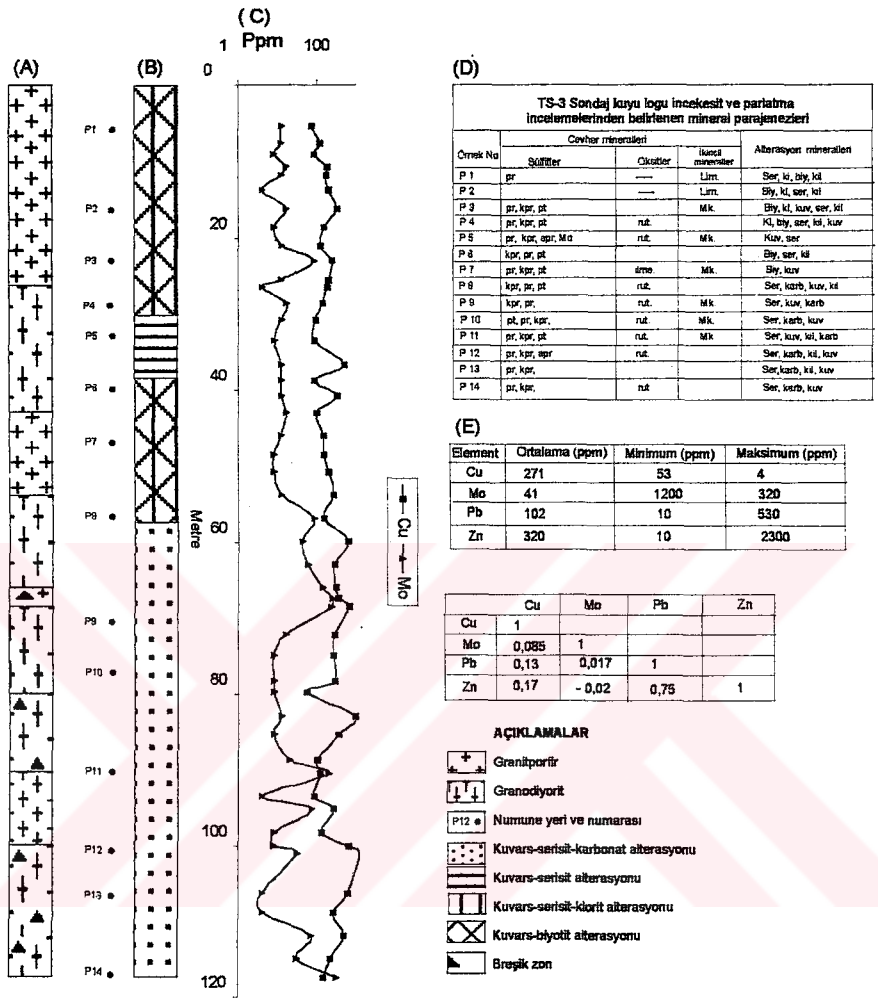
(E)

	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maximum (ppm)
Cu	274	22	>1000
Mo	29	<5	615
As	237	<10	>800
Pb	187	<10	>800
Zn	298	15	>1000

	Cu	Mo	As	Pb	Zn
Cu	1				
Mo	0,041	1			
As	0,67	0,009	1		
Pb	0,53	0,18	0,58	1	
Zn	0,48	0,47	0,47	0,71	1

- AÇIKLAMALAR**
- Granitporfir
 - Granodiyorit
 - Numune yeri ve numarası
 - Kuvans-sensit-karbonat alterasyonu
 - Kuvans-sensit alterasyonu
 - Kuvans-biyolit alterasyonu
 - Breşik zon

Şekil 5.11. TS2 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağıtımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İzotopik ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



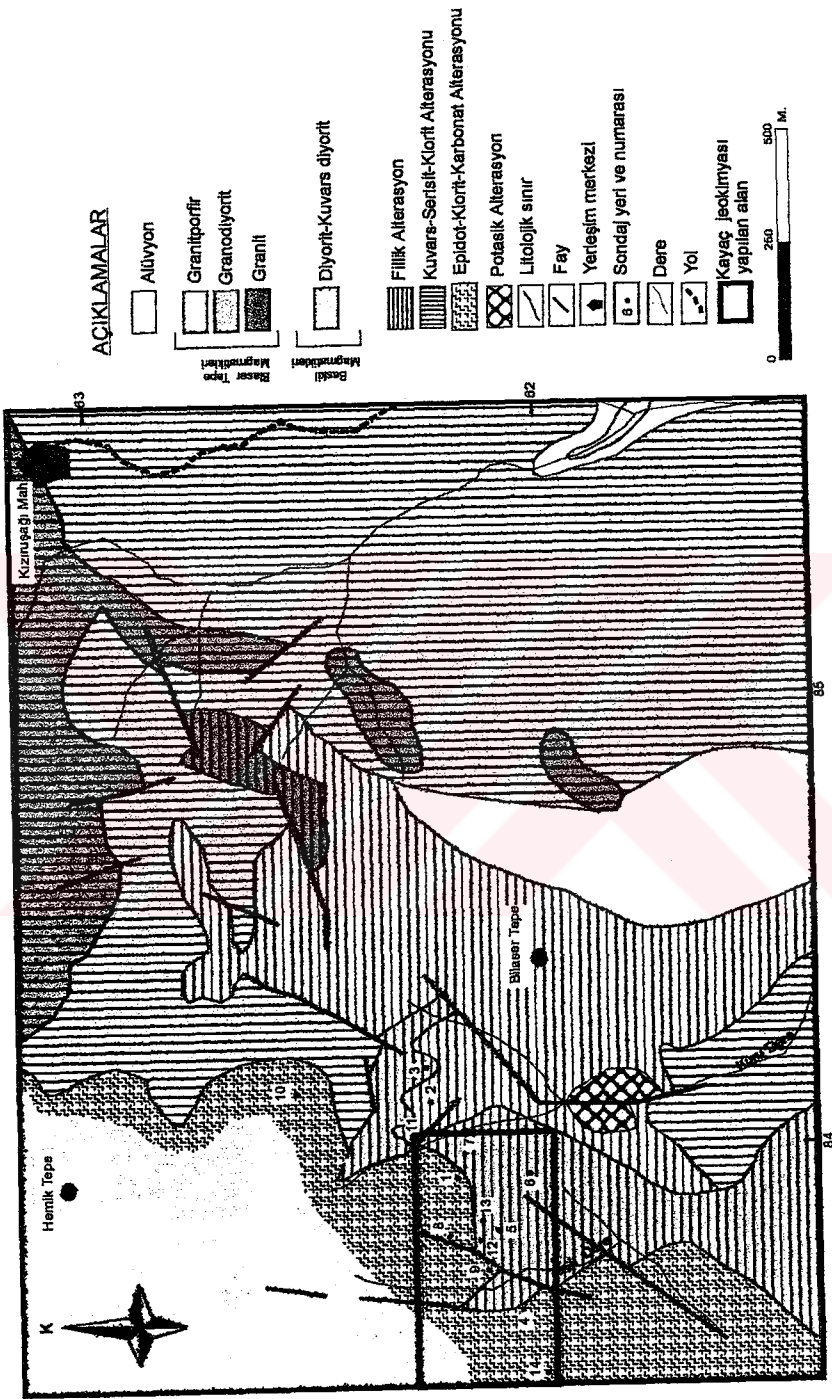
Şekil 5.12. TS3 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatistiksel veriler (Tüfekçi ve Dumantliar, 1994'den değiştirilerek)

Bilaser Tepe kuzeyinde yer alan Kuru Dere ile Taşlı Tepe arasındaki sırta kuvars-serisit-klorit ile kuvars-serisit-pirit alterasyonuna uğramış granodiyoritler mostra vermektedir. Altere granodiyorit, güney kesiminde, üstte bahsedildiği gibi, altere granitporfirlerle girift-içiçe bulunmaktadır. Kuzeyde ise, Taşlı Dere boyunca, diyoritlerle intrusif ilişkilidir. Bu sektörde yapılan kayaç jeokimyası sonucunda, 43 adet örnek alınmış, Au, Cu, As ve Mo için analiz edilmiştir. Altere granodiyorit-granitporfir kantağına yaklaştıkça, As (>600 ppm) ve Mo (>40 ppm) zenginleşmesi izlenirken, granodiyorit-diyorit kantağında, Cu (>250 ppm) zenginleşmesi belirlenmiştir (şekil 5.13a-13b). Bu sektörden alınan numunelerin Cu, As, Mo element içerikleri ve özellikleri çizelge 5.11' de özetlenmiştir.

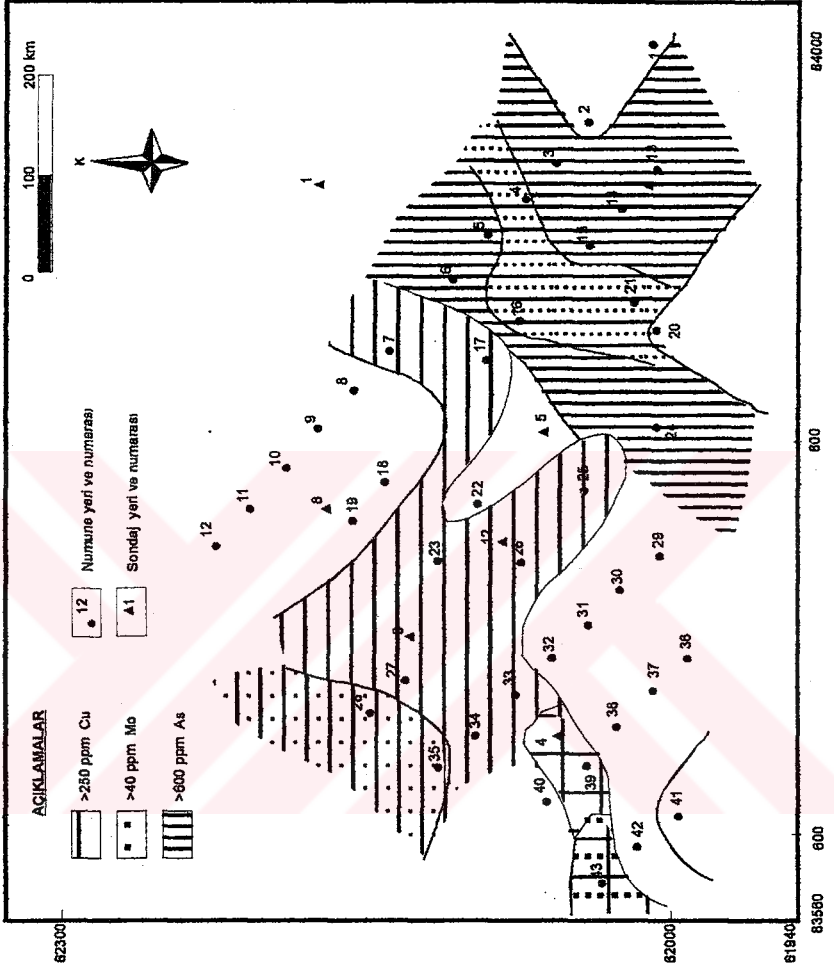
TS5, TS6, TS11, TS12 ve TS13 sondajları altere granodiyorit içerisinde yer almaktadır. Bu bölgede yapılan söz konusu sondajların, yaklaşık ilk 10-15. m'sinde, limonitleşmiş-killeşmiş (oksidasyon zonu) granodiyorit seviyesi yer almaktadır.

Oksidasyon zonu altında kuvars-serisit-klorit alterasyonu yer almakta olup, daha derinlere doğru genellikle kuvars-serisit alterasyona geçmektedir. Sondajların çeşitli seviyelerinde potasik zon ayırt edilmiş olup, kendisinden sonra gelişmiş alterasyonlar tarafından gölgelenmiştir (şekil 5.14., 5.15., 5.16., 5.17., 5.18).

Altere granodiyoritler, kuzeyde, Baskil Magmatitlerine ait diyoritlerin içerisine sokulum yapmaktadır. Dokanak boyunca, TS1, TS4, TS8, TS9, TS10 ve TS14 nolu sondajlar yapılmıştır. Diyoritler yüzeyde, genellikle klorit-karbonat-epidot alterasyonu göstermesine rağmen, TS4 sondajında ise, ilk metreden itibaren biyotit-kuvars alterasyonu belirlenmiştir. Kuvars diyoritlerdeki biyotit-kuvars alterasyonunda, saçınımlı halde, pirit, ilmenit, manyetit ile, daha az miktarda, kalkopirit ve rutil belirlenmiştir. Ayrıca, düzensiz dağılım gösteren kılcal sülfid damarcıkları ile, sülfid mineralleri saçınımları içeren kılcal karbonat damarcıkları mevcuttur. Bu damarcıklar içerisinde, kataklastik özellikte, markazit ve çok az miktarda pirit minerali belirlenmiştir. Kuvars diyoritlerdeki sülfid oranı granodiyoritlere göre daha azdır. Ayrıca, sülfid içeren damarcıkların kalınlığında granodiyoritin içinde bulunanlara oranla daha ince olup, 0,1 mm ile 0,5 mm arasında değişmektedir.



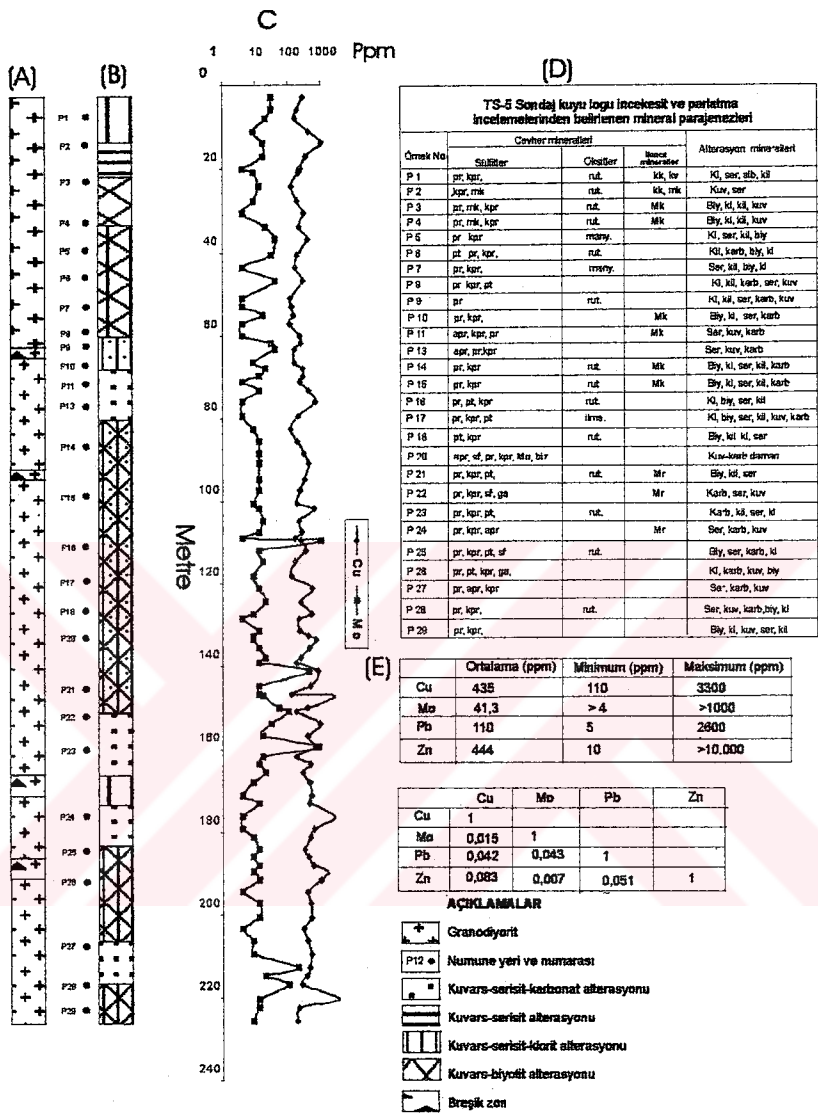
Şekil 5, 13a. Taşlı Dere civarının jeoloji ve alterasyon haritası



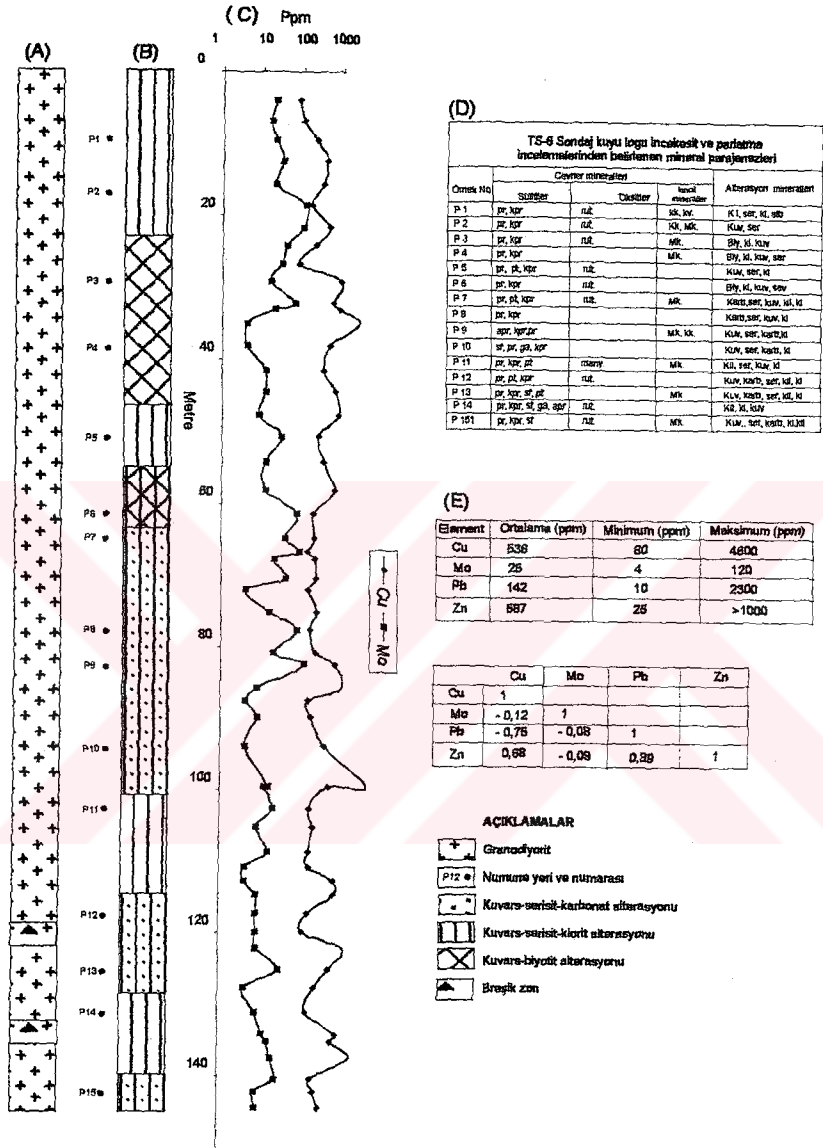
Şekil 5.13b. Taşlı Dere civarının Cu, Mo ve As anomali haritası

Çizelge 5.11. Taşlı Dere civarının mostradan alınan örneklerin element içerikleri ve özellikleri, jeoloji ve alterasyon haritası

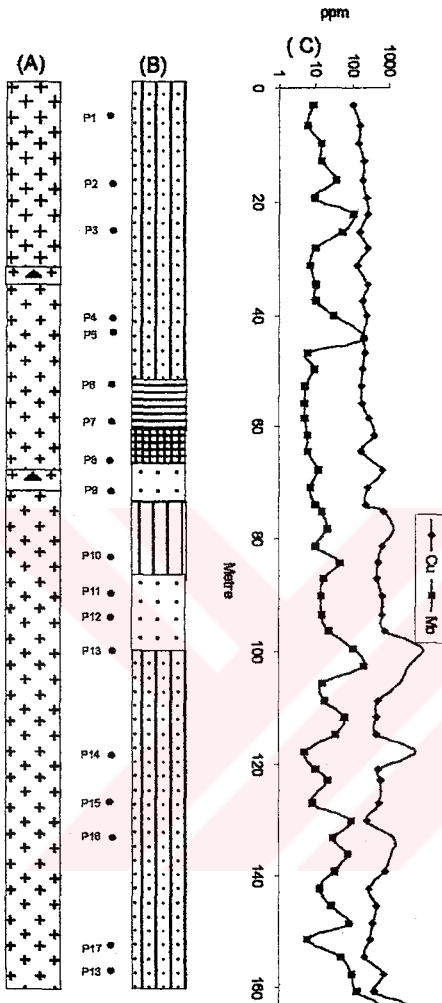
	Au (ppb)	Ca (ppm)	As (ppm)	Mo (ppm)	Litolojik Özellikler
97A-1	<40	235	57	23	K70B 65°KD ile K15D 40KB konumlu kılcal limonit damarcıkları tarafından kesilmiş (filik zon) granodiyorit.
97A-2	<40	120	117	<10	
97A-3	<40	140	144	31	
97A-4	<40	189	>600	48	
97A-5	<40	100	37	<10	
97A-6	<40	187	40	<10	Kılcal biyotit-klorit damarcıkları içeren (potasik) granodiyorit. Limonit ve hematit izleniyor.
97A-7	<40	326	311	13	K25D 35°KB filik granodiyorit-altere diyorit kantağı, 5m kalınlığında yoğun klorit, kılcal kuvars damarcıklı, hematit, limonit
97A-8	<40	52	70	<10	Serisit, klorit alterasyonuna uğramış, kalınlıkları 0,5-1 m. arasında değişen, genellikle K70D 30°KB konumlu, granodiyorit tarafından propilitik kuvars diyoritler kesilmiş
97A-9	<40	109	135	<10	
97A-10	<40	152	194	<10	
97A11	<40	193	256	17	
97A-12	<40	24	271	<10	
97A-13	<40	55	259	53	Çeşitli yönlere hematit ve limonit sıvama kılcal çatlaklar tarafından kesilmiş (filik zon) granodiyorit.
97A-14	<40	215	225	107	
97A-15	<40	227	220	33	
97A-16	<40	127	>600	54	
97A-17	<40	270	154	12	
97A-18	<40	180	111	16	Kılcal biyotit-klorit damarcıkları içeren (potasik) granodiyorit. Limonit ve hematit izleniyor.
97A-19	<40	40	17	<10	Yoğun olarak limonit, hematit ve kuvars içeren kılcal çatlaklar tarafından kesilmiş curufimsu özellikteki kuvars diyorit.
97A-20	<40	208	143	<10	Propilitik kuvars diyorit.
97A-21	<40	88	>600	36	Filik alterasyona uğramış granodiyorit.
97A-22	<40	163	106	<10	Arsenopirit içeren kuvars damarcıkları tarafından kesilmiş granodiyorit.
97A-23	<40	453	393	23	Filik alterasyona uğramış granodiyorit.
97A-24	<40	136	159	41	DB40°K ile K35D 35KB konumlu hematit ve limonit tarafından kesilmiş (filik zon) granodiyorit.
97A-25	<40	378	61	23	
97A-26	<40	281	150	21	K2D 30°KB filik granodiyorit-altere diyorit kantağı, 5 m. kalınlığında yoğun klorit, kılcal kuvars damarcıklı, hematit, limonit
97A-27	<40	274	96	13	
97A-28	<40	485	>600	33	
97A-29	60	58	42	22	
97A-30	<40	86	52	<10	
97A-31	<40	57	86	18	Filik alterasyona uğramış granodiyorit.
97A-32	<40	163	42	<10	
97A-33	<40	272	43	<10	
97A-34	50	225	156	13	
97A-35	<40	238	>600	95	
97A-36	<40	280	75	23	K70D doğrultulu filik granodiyorit-altere diyorit kantağı, 5m kalınlığında yoğun klorit, kılcal kuvars damarcıklı, hematit, limonit
97A-37	<40	166	85	<10	Filik alterasyona uğramış granodiyorit.
97A-38	<40	187	65	<10	
97A-39	<40	415	>600	21	
97A-40	<40	210	319	<10	K70D doğrultulu filik granodiyorit-altere diyorit kantağı, 5m kalınlığında yoğun klorit, kılcal kuvars damarcıklı, limonitli zon
97A-41	<40	43	28	35	Filik alterasyona uğramış granodiyorit.
97A-42	<40	62	123	21	K70D doğrultulu filik granodiyorit-altere diyorit kantağı, 5m kalınlığında yoğun klorit, kılcal kuvars damarcıklı, limonitli zon
97A-43	<40	395	>600	81	



Şekil 5.14. TS5 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatistiksel veriler (Tufekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



Şekil 5.15. TS6 sondaj kuytu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tufekçli ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-11 Sondaj kuyu logu incekesit ve parlama incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri

Örnek No	Cevher mineralleri			Aktarıyon mineralleri
	Sülfür	Oksitler	İncit mineraller	
P 1	pr, kpr	nü.	L m.	Ser, kl, kıl, kv, karb
P 2	pr, kpr	nü.	L m, kv.	Ser, kar, kar, kıl, kl
P 3	pr, kpr			Kuv-ser- karb damarı
P 4	pr, kpr			Karb damarı
P 5	pr, pl, sf, gal			kl, ser, kuv-karb damarı
P 6	pr, kpr	nü.	Mk.	Kuv, ser
P 7	pr, spr, kpr			Ser-karb-kuv damarı
P 8	pr, spr, sf, gal, kpr	nü, ant		Kuv, ser, kl
P 9	pr, sp, Mo, pl, sf, spr		Mk.	Kuv, ser, karb
P 10	pr, kpr, Mo	nü, ant	Mk.	Kuv, ser, kl, bty, karb, spr
P 11	pr, kpr, sf	nü.	Mk.	Kuv, ser, karb
P 12	pr, kpr, sf		Mk.	Kuv-ser damarı
P 13	pr, sf, kpr, gal, spr, far		Mk.	Kuv, ser, karb kl
P 14	pr, sf, kar	nü.		Kuv, ser, karb, bty
P 15	spr, pr, kpr, boy, sf	nü.	Mk.	Kuv, ser, karb, kl
P 16	spr, pr, kpr, sf, pt	nü.		Kuv, ser, karb, kl
P 17	spr, kpr, sp		Mk.	Kuv, ser, kl
P 18	pr, kpr, Mo, pt, sf		Mk.	Kuv, ser, karb, kl, bty, kl

(E)

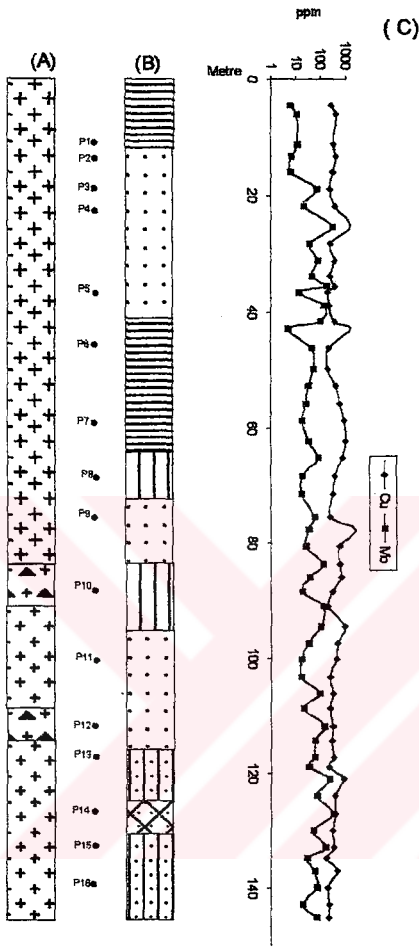
Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	783	100	8000
Mo	47	5	>800
Pb	252	10	4500
Zn	397	80	2200

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,39	1		
Pb	-0,06	-0,06	1	
Zn	0,22	-0,02	0,64	1

AÇIKLAMALAR

- Grenodiyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuvars-serisit alterasyonu
- Kuvars-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvars-biyotit alterasyonu
- Breşik zon

Sekil 5.16. TS11 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-12 Sondaj kuyu logu incelikleri ve perlitlerindeki minerallerden belirlenen mineral parajenezleri

Ornek No	Çevre mineralleri		İzleni mineralleri	Alterasyon mineralleri
	Sünger	Okulifer		
P 1	pr		Mk	Kuv, sil
P 2	pr, ser, sil, kl, kpr, pt, den		Mk	Kuv, ser, karb
P 3	pr, Mo		Mk	Karb-ser-kuv çamur
P 4	pr, ser, sil, kpr, sil, pt		Mk	Karb-kuv çamur
P 5	pr, kpr, pt, sil		Mk	Kuv, ser, karb, k
P 6	pt, kpr, pr	rut		Kuv, sil, kl, ser, karb,
P 7	pr, ser, kpr	rut	Mk	Kuv, ser, karb
P 8	pr			Kuv, ser, sil
P 9	ser, kpr, pr, sil		Mk	Ser-kuv-karb çamur
P 11	pt, pr, kpr	rut		Kuv, karb, ser, kl
P 11	pr, kpr			Kuv, ser, kl, sil, by
P 12	kpr	rut, sil		kuv, ser
P 13	pr, kpr, Mo	rut		Kuv, ser, sil, karb, sil
P 14	pr, ser,		Mk	Kuv, ser, kl, by, karb
P 15	pr, ser	rut, sil		Kuv, ser, kl, by, karb
P 16	pr, pt, kpr, sil		Mk	Kuv, ser, sil, karb, sil

(E)

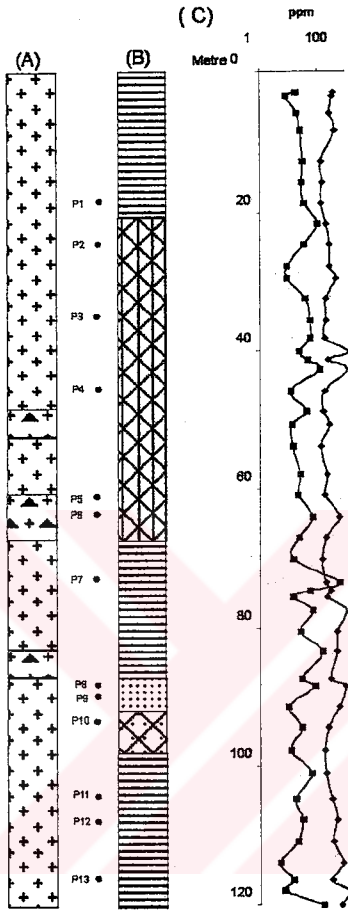
Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	457	150	2400
Mo	62	5	300
Pb	76	10	850
Zn	322	50	3600

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,15	1		
Pb	0,33	-0,15	1	
Zn	0,48	-0,048	0,88	1

AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvare-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuvare-serisit alterasyonu
- Kuvare-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvare-biyolit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.17. TS12 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-13 Sondaj kuyu logu incekesit ve parlama incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri				
Örnek No	Cevher mineralleri		İncel mineraler	Alterasyon mineraleri
	Sulfürler	Oksitler		
P 1			Lim	Kuv, ser, kl
P 2	pr, kpr		Mik	Kuv, bly, ser, kl
P 3	pr, apr, kpr			Karb-kuv daman
P 4	pr, kpr, sf	rut, ant.	mik.	Kuv, ser, kl, bly
P 5	pt, pr, kpr	rut		Kuv, karb, ser, cl
P 6	pt, kpr, pr	many		Kuv, ser, kl
P 7	pr, apr, kpr			Kuv, ser
P 8	apr, pr, kpr, Mo		mik.	Kuv, ser, karb
P 9	pr, pt, ser, kpr			Kuv-ser-karb daman
P 10	pt, kpr, pr, apr, buc		Mik.	Kuv, ser, karb, bly, kl
P 11	pr, apr, kpr			Kuv, ser
P 12	pr, kpr			Kuv, ser
P 13	pr, apr, pt, kpr		Mik	Karb-kuv daman

(E)

Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	411	140	1350
Mo	51	5	>800
Pb	104	5	1000
Zn	104	5	1000

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,02	1		
Pb	0,08	0,04	1	
Zn	0,3	-0,04	0,78	1

AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuvars-serisit alterasyonu
- Kuvars-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvars-biyotit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.18. TS13 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)

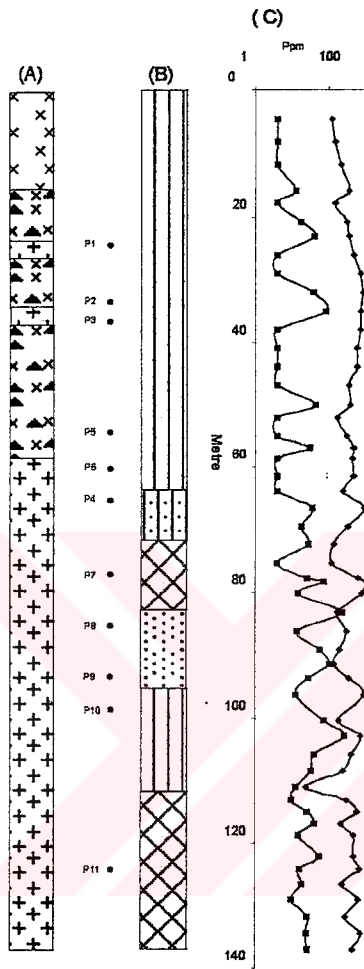
Sondaj ve arazi verileri ile kuvars diyorit - granodiyorit kantağında, 1-1,5. m kalınlığında, ezik breşik bir zon belirlenmiştir. Diyoritlerdeki ortalama Cu miktarı, 200 ppm, Mo miktarı ise 10 ppm'dir (şekil 5.19., 5.20., 5.21., 5.22., 5.23., 5.24).

Bütün sondajlarda, potasik ve propilitik alterasyonun, kuvars-serisit-karbonat alterasyonu tarafından gölgelendiği belirlenmiştir. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu, içerisinde yaygın olarak izlenen kuvarslı karbonat damarcıkları veya damarların kalınlıkları, 1 mm ile 20 cm arasında değişmektedir. Bu damarlar kataklastik özellikte olup, cevher minerali olarak; arsenopirit, pirit, kalkopirit, bizmutin, sfalerit ve galenit içermektedirler.

Mikroskopik incelemeler sonucunda damar ve damarcıklarda mineralojik olarak altın belirlenmemesine rağmen, jeokimyasal olarak 1980 ppb ulaşan değerler belirlenmiştir. Kuvarslı-karbonat damarcıklarının element içerikleri çizelge 5.12' de verilmiştir. Yapılan XRD çalışmaları sonucunda karbonatın kalsit ve dolomit olduğu belirlenmiştir.

Cansızhimik Mahallesi ile Gaz Tepe hattı boyunca kuvars-serisit-klorit alterasyonuna uğramış granodiyoritler içerisinde, tamamen asimile edilmemiş epidot-klorit-karbonat alterasyonuna maruz kalmış kuvars diyorit blokları mevcuttur (şekil 5.25). Bunların dokanaklarında yer alan kuvars damarcıkları ise, malahit ve limonit içermektedir. Bu alanlarda, kuvars-serisit-klorit alterasyonuna maruz kalmış alanlar, limonitleşmeden dolayı sarı renkte görülürken, epidot-klorit-karbonat alterasyonuna maruz kalmış kuvars diyoritler, yeşil-kırmızımsı renktedirler.

Daha güneyde ise, yoğun olarak, kuvars-serisit-pirit alterasyonuna uğramış dasitporfirler m ostra vermektedir. Ayrıca, yoğun yüzeysel alterasyon sonucunda meydana gelen limonitleşmelerle sarımsı bir renk kazanmışlardır (şekil 5.26) Bu alanda yapılan detay dere sediman jeokimya çalışması sonucunda, sadece Siyahtaş Tepe civarında (As) elementi için anomali elde edilmiştir. Bunun dışında, bu bölgede dağınık olarak bazı numunelerin Cu, Pb, Zn için eşik değer üstünde olduğu görülmektedir (şekil 5.1).



(D)

Örnek No.	Çevre türleri			Alterasyon minerali
	Skatler	Çölester	İncel mineral	
P 1	pr, kpr, pt, ga	rut, anat, öme.	Lim, Mik.	Kuv, ser, epi, kl
P 2	pr, pt, kpr, Mo	rut, anat.	Lim, Mik	Kuv, ser, epi, kl
P 3	pr	rut, anat, many.		Kuv, K, ser, epi, karb
P 4	pr, kpr		Mr.	Kuv, K, ser, epi, karb
P 5	pr, kpr	öme, rut, anat.		Kl, ser, epi, karb, kuv
P 6	pr, kpr	öme, rut, anat.		Kl, ser, epi, karb, kuv
P 7	pr, kpr	many, rut, öme.	Mt.	Bay, kuv
P 8	pr, st, kpr	rut, öme.		Ser, karb, kuv, kl
P 9	pr, st, kpr	rut, öme.		Ser, kuv, karb
P 10	pr, kpr.	öme, rut, anat.		Kl, kl, ser, karb, epi
P 11	kpr, pr, Mo	rut		Bay, ser, kl, kuv

	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	271	53	4
Mo	41	1200	320
Pb	102	10	530
Zn	320	10	2300

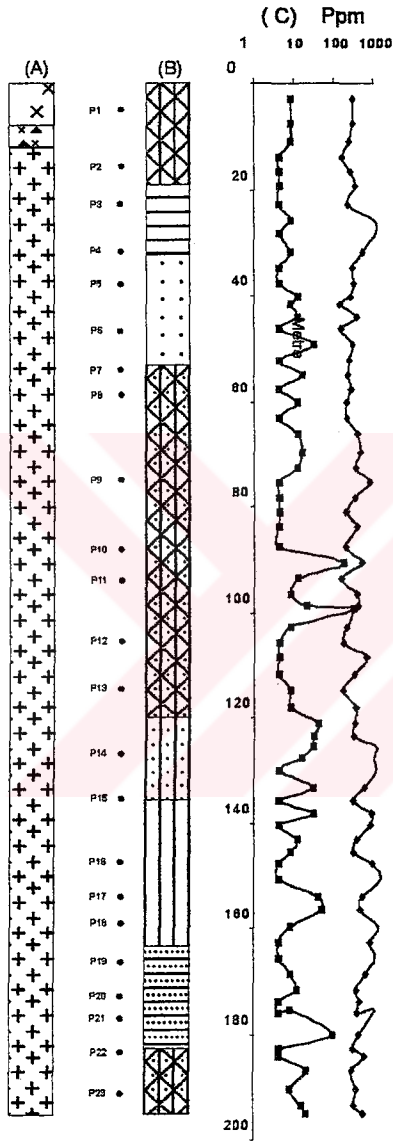
(E)

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,085	1		
Pb	0,13	0,017	1	
Zn	0,17	- 0,02	0,75	1

AÇIKLAMALAR

- Grenodiyorit
- Kuarsa çiyorit
- Numune yeti ve numarası
- Kuarsa-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuarsa-serisit-klorit alterasyonu
- Kuarsa-biyotit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.19. TS1 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-4 Sondaj kuyu logu incekesit ve paratma incelemelerinden belirlenen mineral parajenezi

Örnek No	Çevre mineralleri			Alterasyon mineralleri
	Sulfürler	Oksitler	İnert mineraller	
P 1	pr.	İmz, many.	Lim.	Ser. İ, bly, kuv
P 2	pr.	rut.	Lim.	Ser. İ, İ, bly, kuv
P 3	pr, kpr, pt, Mo.		Mk.	Ser. kuv
P 4	pr, kpr.	rut.		Ser. kuv, karb
P 5	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. kuv, karb
P 6	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. kuv, karb
P 7	pr, kpr, pt.	rut.	Mk.	Ser. İ, İ, karb, bly
P 8	pr, apr, bız, kpr, pt, Mo	rut.	Mk.	Kuv-karb daman
P 8	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. kuv, İ, karb, bly
P 10	pr, kpr, pt.	rut.	Mk.	Ser. kuv, karb, İ
P 11	pr, kpr.	rut.		Ser. kuv, İ, karb
P 12	pr, pt, kpr.			Ser. İ, İ, bly, karb, kuv
P 13	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. İ, İ, bly, kuv, karb
P 14	pr, kpr, gs, sf.		Mk.	Ser. kuv, İ, karb
P 15	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. kuv, İ, karb
P 16	pr, kpr, apr, pt.	rut.	Mk.	Ser. İ
P 17	pr, kpr, apr.		İk, kv.	Ser. İ, kuv
P 18	pr, pt, kpr.	rut.		Ser. İ
P 19	pr, kpr.	rut.	Mk.	Ser. kuv, karb
P 20	pr, pt.		Mk.	Ser. kuv, karb, İ
P 21	pr, kpr, sf.		Mk.	Ser. kuv, karb
P 22	pt, kpr, pr.			İ, bly, İ, İ, kuv, karb
P 23	pr, sf, pt.			Kuv-İ-karb daman

(E)

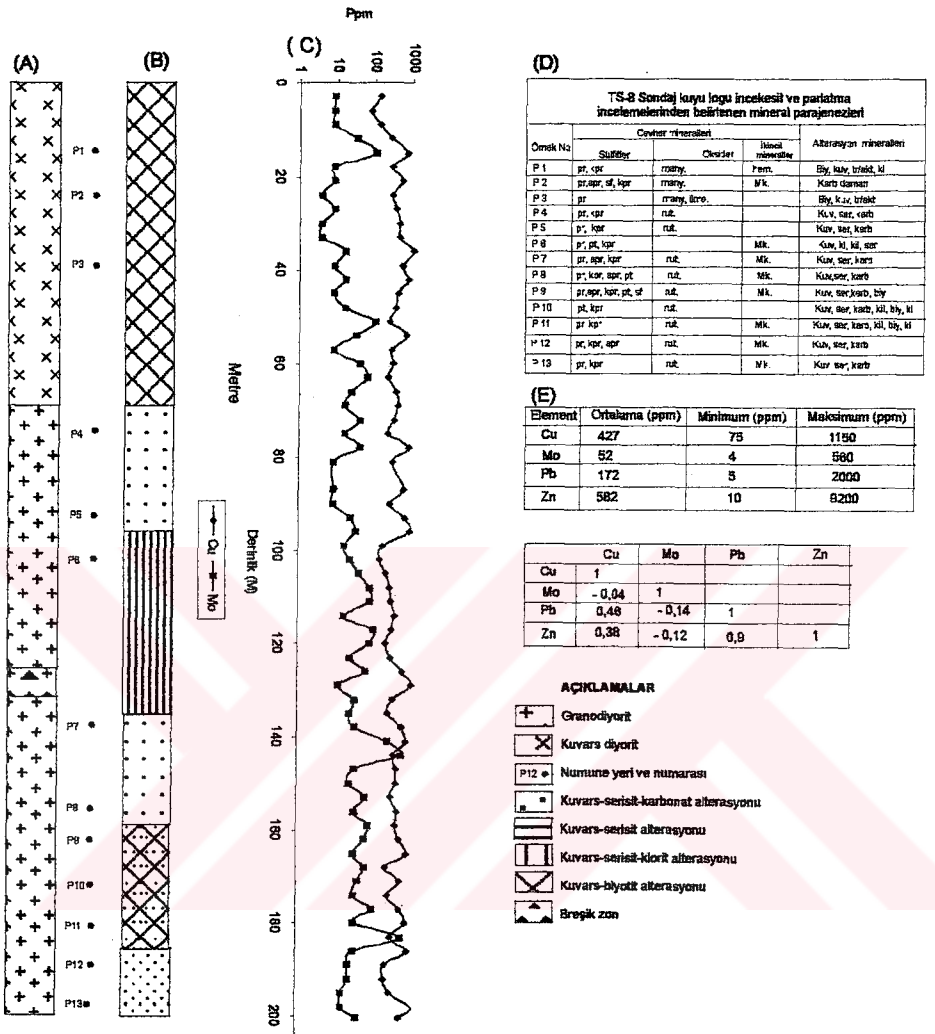
	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	500	140	1600
Mo	19	>4	320
Pb	118	>5	1500
Zn	414	15	8000

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	-0,04	1		
Pb	0,268	-0,089	1	
Zn	0,254	-0,04	0,93	1

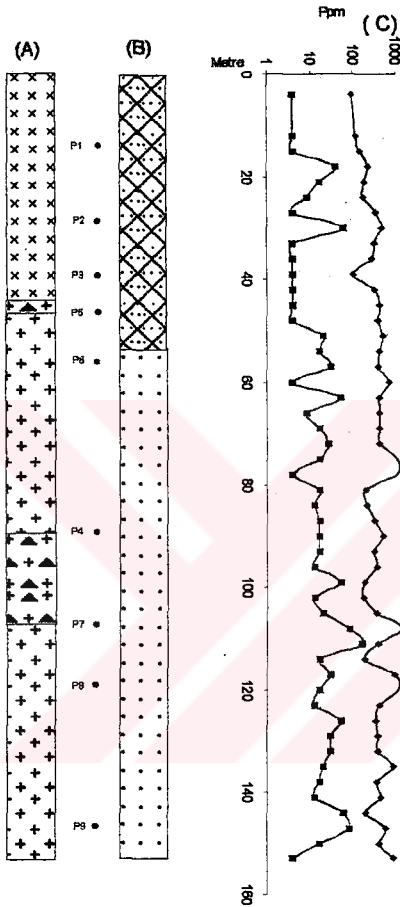
AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Kuvars diyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuvars-serisit alterasyonu
- Kuvars-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvars-blyelit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.20. TS4 sondaj kuyu logu A) Litoji B) Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Dumantürk, 1994'den değiştirilerek)



Şekil 5.21. TS8 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezi E) İstatiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-9 Sondaj kuyu logu incelesit ve parlatma incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri

Örnek No	Çerçer mineraler			Altersasyon mineraler
	Sünger	Okvaler	İncel mineraler	
P 1	pr, kpr	ime, msny, rut	Mk.	Trisit, oly, kcarb, kl, luj
P 2	pr, kpr, spr	rut	Mk.	Kl, kcarb, kuv, çarman
P 3	pr, kpr, spr	rut	Mk.	Karb, ser, kuv, çarman
P 4	pr, kpr	ime, msny	Mk.	By, ser, kuv, ka 3
P 5	pr, spr, kpr, Mo		Mk.	Karal, -uv çarman
P 6	pr, kpr	-it	Mk.	Kuv, ser, kcarb
P 7	spr, kpr, pr	rut	Mk.	Kuv, ser, kcarb
P 8	pr, kor	-it	Mk.	Kuv, ser, kcarb
P 9	pr, kpr	rut	Mk.	Kuv, ser, kcarb

(E)

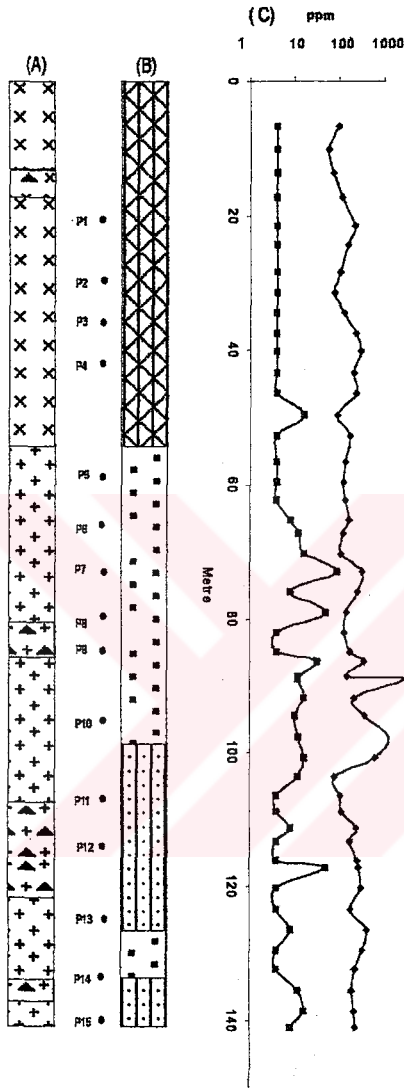
Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	437	95	1450
Mo	24	4	180
Pb	426	15	10
Zn	380	8500	1000

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,151	1		
Pb	0,098	0,03	1	
Zn	0,088	0,23	0,93	1

AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Kuvars diyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-karbonat altersasyonu
- Kuvars-serisit altersasyonu
- Kuvars-serisit-klorit altersasyonu
- Kuvars-biyotit altersasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.22. TS9 sondaj kuyu logu A) Litoloji B) Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve altersasyon mineral parajenezleri E) İstatistiksel veriler (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-10 Sondaj kuyu logu incekesit ve parlakta incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri

Örnek No	Çevre mineralleri			Aterasyon mineralleri
	Sülfür	Oksitler	İnci tı mineraller	
P1	pr	many.		Şly, serisit, kl
P2	pr, kpr	many, rut, enz.		Şly, kl, kuz
P3	pr, kpr	many, rut.	Hem.	Şly, kl, kuz
P4	pr, kpr	many, lim.		Şly, kl, kuz
P5	pr, kpr, gal	rut.	Lim.	Kuv, ser, kuz, kl
P6		rut.	Lim.	Kuv, ser, kuz, kl
P7	pr, apr, kpr, pt	rut.	Mik.	Kuv, ser, kuz
P8	pr, şf, kpr			Kuv, ser, kuz
P9	apr, pr, kpr, gal, Mo			Kuv, ser, kuz
P10	pr, apr, kpr, Mo			Kuv, ser, kuz
P11	pt, pr, kpr	rut, enz.	Mik.	Kuv, ser, kuz, kl, bry
P12	pr, apr			Sac, kuz, kuz, demer
P13	pr, kpr, pt	rut.		Kuv, ser, kuz
P14	pr, apr.	rut		Kuv, ser, kuz
P15	pr, kpr.	rut		Kuv, ser, kuz, kl

(E)

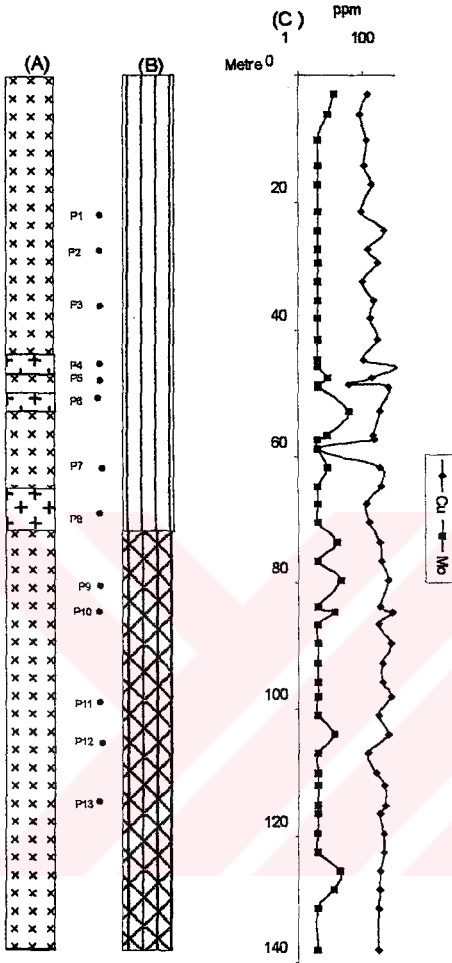
Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	276	53	2900
Mo	19	>4	90
Pb	153	10	880
Zn	232	20	2500

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,07	1		
Pb	0,4	0,28	1	
Zn	-0,015	0,03	0,71	1

AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Kuvars diyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu
- Kuvars-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvars-biyoklit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.23. TS10 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Durmanlılar, 1994'den değiştirilerek)



(D)

TS-14 Sondaj kuyu logu incekesit ve parlatma incelemelerinden belirlenen mineral parajenezleri

Örnek No	Cevher mineralen			Alterasyon mineralen
	Sülfür	Çelestir	İkinci mineral	
P 1		msny.	Hem. ltn.	Kuv. trifik. k.
P 2	br, kpr	rut.	Lm, kov	Kuv. ser. ç
P 3	pr, kpr	İms, msny.		Kuv. k, ep, karb
P 4	pr, kpr.	rut		Kuv. ser. k, karb
P 5	br			Çarb daman
P 6	br, kpr			Kuv. ser. k, ep, karb
P 7	pr, kpr			Kuv. k, ser. trifik. bay
P 8	pr, pt, sf	rut.		Kuv. k, ser. karb
P 9	pr, kpr	İms.		Kuv. bly. k, ser
P 10	pr, kpr, sf, Mo			Karb. kuv daman
P 11	pr, kpr	İms, msny		Kuv. bly. k
P 12	kpr	İms, msny.		Kuv. bly. ser. k
P-3	pr, pt, kpr			Kuv. bly. ser. k

(E)

Element	Ortalama (ppm)	Minimum (ppm)	Maksimum (ppm)
Cu	332	4	150
Mo	8,5	4	38
Pb	83	10	740
Zn	82	20	780

	Cu	Mo	Pb	Zn
Cu	1			
Mo	0,13	1		
Pb	0,018	0,28	1	
Zn	0,19	0,20	0,88	1

AÇIKLAMALAR

- Granodiyorit
- Kuvars diyorit
- Numune yeri ve numarası
- Kuvars-serisit-klorit alterasyonu
- Kuvars-biyotit alterasyonu
- Breşik zon

Şekil 5.24. TS14 sondaj kuyu logu A) Litoloji B)Alterasyon C) Cu ve Mo element içeriğinin dağılımı D) Opak mineral ve alterasyon mineral parajenezleri E) İstatiksel veriler (Tufekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)

Çizelge 5.12. Kuvarslı karbonat damarlarının element içerikleri

	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Au (ppb)	As (ppm)	Mo (ppm)	Sb (ppm)	Bi (ppm)	Ag (ppm)
A3	14,16	0,41	26,66	2119	166	1110	236000	<1	685	1100	<5
AP2	32,0	0,6	27,0	>10000	200	585	12800	<1	265	1250	34.4
TS4-P17	28,81	1,72	36,37	937	167	1980	210000	<1	1260	1170	<5

Altere olmuş kütlelerin dış zonlarında, karbonat, karbonat-kuvars ve kuvars damarları mevcuttur. Damarların, Kiziruşağı Mahallesinin kuzeybatısındaki granitler ile, Hemik Tepe-Karataş Tepe hattının güneyindeki diyoritlerin içinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Kiziruşağı mahallesi kuzeybatısında sülfid mineralleri içeren damarlarda karbonat hakim olup, bunların içerisinde karbonat-silis ve silis mercikleri mevcuttur (şekil 5.27). Damarların kalınlığı 10cm-2,5m arasında , uzunlukları ise 5m-250m arasındadır. Damarların genel konumu ise, K85B/50⁰KD ile K80D/40⁰KB olup, element içerikleri çizelge 5.13' de özetlenmiştir. Jeokimyasal olarak karbonatın hakim olduğu seviyeler, baz ve değerli metal olarak düşük değerler sunarken, silisli seviyeler de bu değerler yükselmektedir.

Hemik Tepe-Karataş Tepe hattının güneyindeki propilitik alterasyona uğramış kuvars diyoritler içerisinde, kalınlıkları 10 cm-1,5 m arasında, uzunlukları ise, 5-50 m arasında değişen onlarca karbonatlı kuvars damarı mevcuttur. Cevher minerali olarak, pirit, kalkopirit, galenit, sfalerit ile manyetit ve hematit içermektedir. Ayrıca, ikincil olarak limonit ve hematit de belirlenmiştir. Bu damarlar jeokimyasal olarak Cu, Pb ve Zn için >1000 ppm değeri verirken, Au değerleri genellikle <40 ppb olup, maksimum 150 ppb' ye ulaşmaktadır. Ag değerleri ise 2->50 ppm arasındadır. Daha kuzeyde, Nazaruşağı civarında ise, Cu-Au kuvars damarları yer almaktadır.

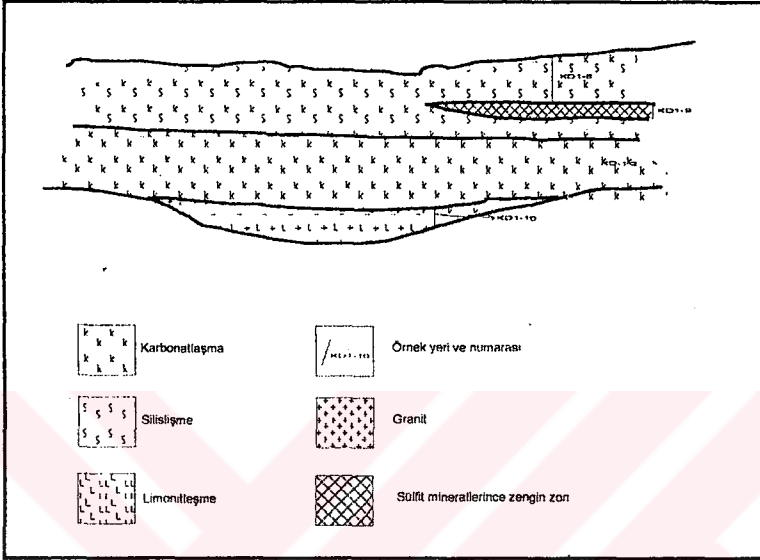
Topalkem Mahallesi civarında, alterasyon genç çökeller tarafından örtülmektedir. Çalışma alanın dışında güney sınırda Sağdıçlar Formasyonu yer alırken, doğu sınırında ise tektonik ilişkili Kömürhan Ofiyolitleri yer almaktadır.



Şekil 5.25. Filik alterasyona uğramış granodiyorit içerisinde, propilitik alterasyonun izlendiği kuvars diyorit blokları (Kırmızı Tepe)



Şekil 5.26. Fillik alterasyona uğramış ve yoğun olarak yüzeysel bozunmaya maruz kalmış dasitporfirler (Cansızhimik Mahallesi güneyi)



Şekil 5.27. Kızıruşığı Mahallesi kuzeybatısındaki damarların krokisi

Çizelge 5.13. Kızıruşığı Mahallesi kuzeybatısındaki damarların element içeriği

Örnek No	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Mo (ppm)
KD1-2	<40	2	10	16	<10	600	<10	<5
KD1-8	60	1	48	10	10	>600	<10	8
KD1-9	100	>50	>1000	660	43	>600	>600	<5
KD1-10	130	8	>1000	73	67	>600	23	<5

5.1.1. Mineralizasyon ve tektonizma

Taşlı Dere boyunca diyorit ile granodiyorit genelde K70D doğrultulu KB eğimli dokanak oluşturmaktadır. Dokanak breşik ve ezik özellikte olup, silisleşme ve killeşme göstermektedir (şekil 5.28A). Bu konum, kuvars diyorit içerisindeki altere granodiyorit daykalarıyla uyum göstermektedir (şekil 5.28B). Bunun yanı sıra, kuvars diyorit içerisindeki epidot klorit-silis-pirit dolgulu kırıkların büyük bir bölümü, granodiyoritin yerleşimiyle ilgili olmayıp, daha önce oluşmuş kırık sistemlerine (Nazaruşağı damarları ve aplitik dayklar) (şekil 5.28C) paralellik göstermektedir (şekil 5.28D). Granodiyorit içerisindeki fillik alterasyonun doğrultusu ise, K70D ile DB arasında değişmekte olup, K eğimlidir (şekil 5.28E). Bilaser tepe Magmatitlerinin son fazı olan granitporfirlerdeki hematit-limonit sıvama çatlaklar ise, ışnsal bir şekile sahip olmasına rağmen, iki ana konum belirlenmiştir. Bunlardan ilki fillik alterasyon ile uyumlu(K70B,KB), diğeri ise yine K70D doğrultulu olup, GB eğimlidir (şekil 5.28F).

5.1.2. Alterasyon

Cevherleşmeyle ilişkili olarak 4 çeşit alterasyon türü tanımlanmıştır. Ayırtılan alterasyon türleri, biyotit-kuvars (potasik), serisit-klorit-kuvars-kil (epidot-klorit-karbonat) (propilitik), kuvars-serisit-pirit (fillik), ve kuvars-serisit-karbonat-klorit mineral birliklerinden oluşmaktadır.

Harita alımı çalışmaları esnasında, kuvars-serisit-pirit (fillik), ve serisit-karbonat-kloritten oluşan alterasyon toplulukları, fillik alterasyon olarak haritalanmıştır. Yüzeyde kısmen ikincil alterasyonun gözlenmesi, haritalama esnasında bu iki alterasyonun birbirinden ayırt edilmesini imkansızlaştırmaktadır. Fakat, sondajlarda yüzeysel alterasyondan uzaklaştıkça ve detaylı numuneleme sonucunda, fillik alterasyon iki farklı alterasyon olarak ayırt edilmiştir.

N=28



(A)

N=37



(B)

N=38



(C)

N=35



(D)

N=37



(E)

N=43



(F)

Şekil 5.28. Mineralizasyon bölgesindeki çatlak, damar ve alterasyonlara ait eğim gül diyagramları. (A): Altere kuvars diyorit- altere granodiyorit kontağı (B): Altere kuvars diyorit içinde kuvars-serisit-klorit alterasyonuna uğramış granodiyoritler (C):Nazaruşağı Kuvars damarları (D): Kuvars diyorit içindeki epidot-klorit dolgulu çatlaklar (E): Granodiyorit içindeki fillik alterasyona uğramış çatlaklar (F): Granitporfir içindeki sülfid dolgulu kılcal çatlaklar (N= Ölçü sayısı)

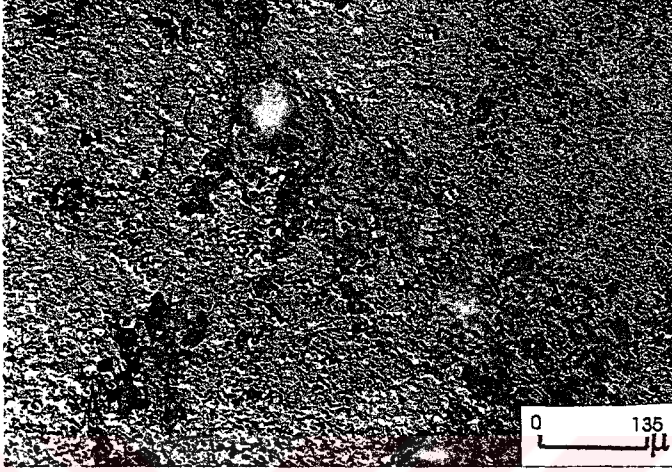
Zaluski ve diğ. (1994)'nin Babine (Kolombiya) porfiri bakır yatağında yaptığı çalışmalar sonucunda, erken evrede derin zonlarda potasik ve propilitik alterasyonun geliştiğini, daha sonraki evrede serisit-karbonat ve fillik (kuvars-serisit-pirit) alterasyonun oluştuğunu belirtmektedir. Karbonat-serisit alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1970)'in önerdiği alterasyon parajenezlerine tam olarak uymadığı için, mineral birlikteliği isimlendirmede kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, biyotit-kuvars, epidot-klorit-karbonat/serisit-klorit ve kuvars-serisit-pirit'den oluşan alterasyon parajenezleri, sırasıyla, Lowell ve Guilbert (1970)'in önerdiği, potasik, propilitik ve fillik alterasyon tanımlarıyla uyum sağlamaktadır.

5.1.2.1. Potasik alterasyon

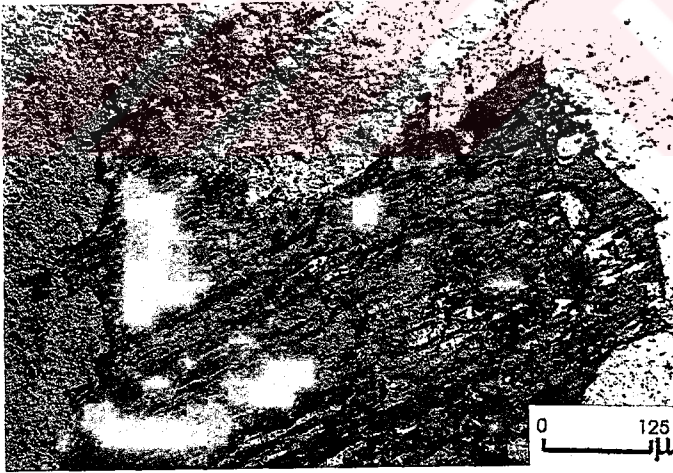
Biyotit, klorit ve kuvars mineral parajenezinden oluşan alterasyon, yüzeyde ve derin bölgelerde, diyorit ile granodiyorit de izlenmektedir.

Biyotit-kuvars-klorit alterasyonundan etkilenen kayaçlar, koyu gri renkli ve bozunmamış taneler dokulu görünüm sunmaktadırlar. El örnekleri incelendiğinde, kılcal yeşil (kloritleşmiş biyotit) damarcıklar ile, diyoritlerdeki yoğun kılcal kuvars damarcıkları dikkat çekmektedir.

Bu alterasyon mikroskop altında, biyotit-kuvars-apatit (şekil 5.29) minerallerinden oluşan mikro damarcıklar ile mafik minerallerin, biyotit ve kuvarstan oluşan agregaya dönüşümlerin ortaya çıkmasıyla belirginleşmektedir (şekil 5.30). Bu alterasyon parajenezine kayaç içerisinde kümeler şeklinde de rastlanılmıştır. Kuvars damarları içerisinde az miktarda ikincil ortoklaza da rastlanılmaktadır. Plajiyoklaz ve alkali feldispatların, serisit ve kil minerallerine dönüştükleri görülmektedir. Alkali feldispatlar ayrıca albit tarafından da ornatılmıştır. Birincil biyotitler, kuvars-klorit-opak minerallerinden oluşan bir agregaya dönüşürken, hornblendlerin, biyotit-klorit-kuvars-opak minerallerinden oluşan agregaya dönüştükleri belirlenmiştir. Diyoritler içerisindeki hornblendler, bu alterasyon esnasında, ayrıca tremolit-aktinolit, karbonat ve kuvars tarafından ornatılmaktadır (şekil 5.31). Mikrodamarları oluşturan minerallerden kuvars, özşekilsiz taneler şeklindedir. Seyrek olarak görülen, yarı özşekilli alkali feldispat ise, yoğun olarak killeşmiştir.



Şekil 5.29. Potasik alterasyon içerisinde biyotit-kuvars-apatit mikro damarcığı (Çift nikol)



Şekil 5.30. Potasik alterasyonda, Hornblendin biyotit ve kuvarsa dönüşümü (Tek nikol)

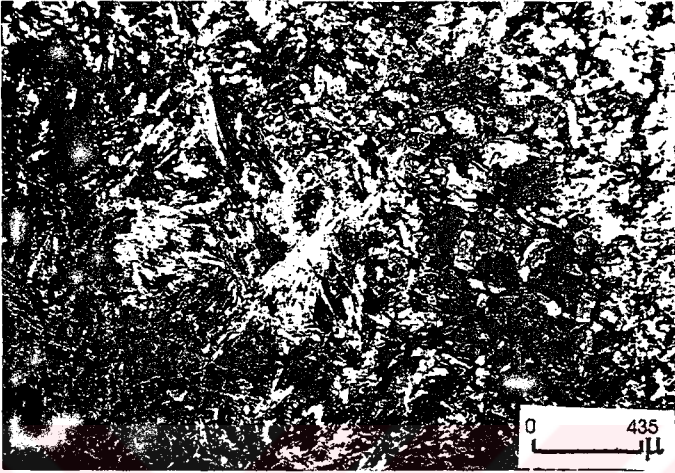
Mikrodamarlarda gözlenen ikincil biyotitler ise, yarı özşekli-özşekilsiz, elma yeşili koyu kahverenklidir. Damarlarda ikincil biyotite ek olarak, klorit-apatit-serisit-rutil-zirkon mineralleride bulunmaktadır. Mikrodamarlardaki kloritler ikincil biyotitlerin bozunması sonucu oluşmuştur.

Potasik alterasyonun, genellikle fillik veya serisit-kil-klorit alterasyonu tarafından çevrelediği ve bu alterasyonlar tarafından tahrip edildiği izlenmektedir. Bu alterasyonun tipik minerali olan ikincil biyotit, mikrodamarlar dışında, aşağıdaki doku şekillerinde de bulunmaktadır. Ortoklaz içinde, iki ortoklaz sınırı boyunca, ortoklaz-kuvars sınırında, iri taneli özşekilsiz kuvars kristalleri etrafında ve plajiyoklaz içerisinde kuvarsla beraber saçınımlı taneler şeklinde gözlenmektedir.

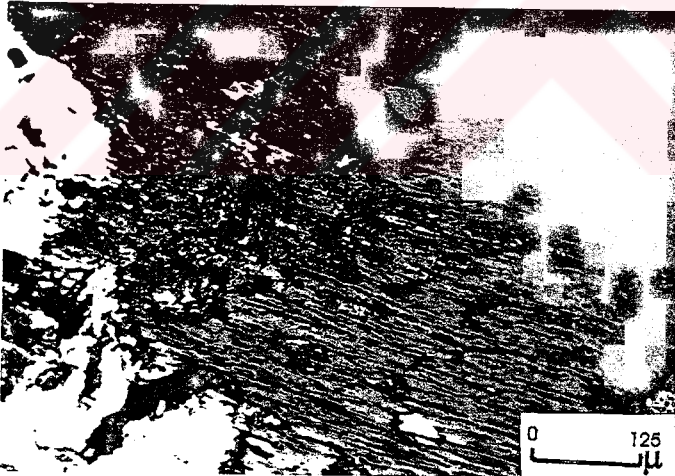
Carten (1986) faz petrolojisinden yola çıkarak, oligoklaz-aktinolit alterasyon birlikteliğinin, 360°C-480°C'de ve 300-800 bar basıncıta oluştuğunu belirlemiştir. Dilles ve Einaudi (1992) ise, Ann-Mason (Nevada) porfiri bakır yatağında, aktinolit-oligoklaz alterasyon birlikteliğinin 500-1000 bar basınç ve 375°-400°C 'de oluştuğunu belirlemiştir. Bu verilerden hareket ederek, Topalkem porfiri bakır cevherleşmesinin erken evresinde oluşan potasik alterasyondaki aktinolitlerin 300°C-400°C 'de oluştuğunu söyleyebilir.

5.1.2.2. Propilitik Alterasyon

Merkezdeki potasik alterasyonu çevreleyen propilitik alterasyon, yan kayacın bileşimine göre farklılıklar sunmaktadır. Propilitik alterasyon eğer diyorit içerisinde geliştirse, alterasyon parajenezi, epidot, klorit, karbonat ve serisitten oluşmaktadır (şekil 5.32). Plajiyoklazlar az oranda serisitleşirken, kısmende epidota dönüşmektedirler. Amfiboller ise yoğun olarak klorite ve epidota dönüşürken, yer yer de aktinolit/tremolit tarafından ornatılmaktadır. Ayrıca, bu zon içerisinde, ağsal, düzenli damarcık ve damarlar yer almaktadır. Bu damarcıklar, kuvars, kuvars-karbonat ve karbonat damarcığı şeklindedir. XRD çalışmaları esnasında, bazı kılcal çatlaklarda, jips ve lömontit (zeolit) mineralleri de belirlenmiştir.



Şekil 5.31. Dioritlerde hornblendin tremolit/aktinolit ve biyotite dönüşümü (Çift nikol)



Şekil 5.32. Dioritin propilitik alterasyona uğraması sonucunda hornblendlerin epidot ve klorite dönüşümü (Çift nikol)

5.1.2.2.1. Kuvars-serisit-klorit-kil alterasyonu

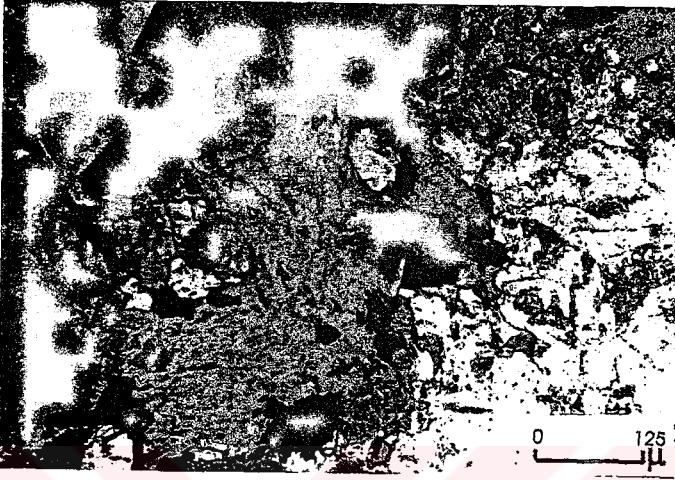
Eğer propilitik alterasyon granodiyorit içerisinde gelişmiş ise, alterasyon mineral parajenezi, kuvars-serisit-klorit'den oluşmaktadır. Feldispat grubu mineraller, çoğunlukla, serisit, kuvars ve kil minerallerine dönüşmüşlerdir. K-Feldispatlar ise, üstteki alterasyonlara ilaveten karbonatlaşmışlardır. Biotitlerin ise, klorit ve opak minerallerden oluşan bir agregaya dönüştüğü belirlenmiştir (şekil 5.33). Ayrıca klorit, opak mineral ile beraber, kılcal damarlarda da yer almaktadır. Serisit-klorit-kuvars alterasyonunun genellikle biyotit alterasyonunu üzerlediği görülmektedir. Bu gibi alanlarda, ikincil biyotitin klorite dönüştüğü izlenmektedir.

Propilitik alterasyonun sıcaklığı plajiyoklas ve epidotun birlikteliği ile sınırlandırılabilir. Dış propilitik zondaki albit, Fe' ce zengin epidot ve hematit parajenezi 350°C alt ısı sınırını tanımlar. Epidotsuz iç propilitik zon ise, muhtemelen daha yüksek sıcaklığı işaret etmektedir (Dilles ve Emaudı, 1992).

5.1.2.3. Kuvars-serisit-pirit alterasyonu

Yüzeyde oldukça geniş alanlar kapsayan kuvars-serisit-pirit alterasyonu granodiyorit ve dasitporfirin uzanımıyla paralellik sunmaktadır. Sahanın güneyinde, Gaz Tepe'den başlayarak, Taşlı Dere ile Kuru Dere arasındaki sırtı kat ederek, Ganıraşık Dere'nin üst kotlarına doğru geniş bir kuşak halinde uzanmaktadır. Gaz Tepe'nin güneyinde DB istikametinde uzanmaktadır.

Kuvars-serisit-pirit alterasyonu, granodiyorit ile, daha az oranda, granitporfiri etkilemiştir. Ayrıca, Gaz Tepe'nin güneyindeki dasitporfirler de bu alterasyondan etkilenmişlerdir. Alterasyondan etkilenen kayalar, el örneğinde, genellikle bej-beyaz-açık kahverenkli. Ama yüzeysel koşullarda gelişen oksidasyon sonucu, kayalar, kahve-bordo-kirli renkli bir görünüm kazanmışlardır. Alterasyondan kuvvetli şekilde etkilenen kayaların ilksel dokusu tamamen bozulmuş ve kuvars dışındaki ana minerallerin tümü serisite dönüşmüşlerdir (şekil 5.34). İlksel kuvarslarda ise büyüme izlenmektedir. İnceleme alanında belirlenen kuvars - serisit - pirit



Şekil 5.33. Kuvars-serisit-klorit alterasyonunda mafik minerallerin kloritleşmesi (Çift nikol)



Şekil 5.34. Serisitik alterasyondan genel görünüm (Çift nikol)

alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1970)'in tanımladıkları fillik alterasyona karşılık gelmektedir. Fillik alterasyonun yoğun olduğu bu alanlarda, sülfidli kuvars ve sülfidli damarcıkları kayacın kılcal çatlaklarında yer almaktadır.

5.1.2.4. Kuvars-serisit-karbonat-klorit alterasyonu

Bu alterasyon, yüzeyde, kuvars-serisit-pirit alterasyonu ile birlikte haritalanmıştır. Sondajlarda yapılan detay inceleme sonucunda ise, farklı bir alterasyon olarak ayırt edilmiştir. Feldispat grubu mineralleri, serisit, karbonat ve az miktarda kile (XRD sonucuna göre kaolinit) dönüştürken, mafik minerallerin karbonat ve klorite dönüştükleri belirlenmiştir.

Alterasyon, mikroskop altında, kuvars-karbonat-opak mineralleri, veya karbonat-klorit-opak mineraller şeklinde farklı iki parajenez sunan damarın ortaya çıkmasıyla belirginleşmektedir. Bu alterasyon, potasik alterasyonu ile propilitik alterasyonu maskeleymiş ve tahrip etmiş şekilde gözlenmektedir.

5.1.3. Cevherleşme tipleri

İnceleme alanındaki porfiri bakır mineralizasyonunda gözlenen cevherleşme, bulunuş şekline göre, damar, çatlak-kırıklarda ağsı ve saçımnlı tip cevherleşme olarak üç ana grup altında tanımlanabilir.

5.1.3.1. Kuvars ile kuvarşlı karbonat damar ve damarcıklarına bağlı cevherleşmeler

Bu damarlar, taze veya zayıf propilitik alterasyona maruz kalmış diyoritler ile granit içerisinde veya bunların granodiyorit ile olan kontaklarında, kuvarşlı karbonat veya karbonat damarı şeklindedir. Bunların kalınlıkları 5cm ile 1,5 m arasında değişmekte olup, 10 m ile 500. m arasında uzanımına sahiptirler (şekil 5.35). Hakim konumları, K60B 50⁰KD ile K60D 50⁰KB olup, daha az oranda da, KG'ye yakın doğrultulu damarlar belirlenmiştir.



Şekil 5.35. Granit içerisindeki karbonat damarlarının görünümü (Kiziruşığı Mahallesi'nin 500 m kuzeybatısı)

Bu tip damarın içerisinde saçınımlı olarak gözlenen cevher mineralleri, pirit, arsenopirit, kalkopirit, limonit ve malahittir. Damarlar, zaman zaman, kuvars-karbonat matriksli breşik zon özelliğide kazanmaktadırlar.

Ayrıca, fillik alterasyon ile kuvars-serisit-karbonat alterasyonuna maruz kalmış alanlarda, kuvars veya kuvarslı karbonat damar ve damarcıkları mevcuttur. Bu damarlar devamsız olup, 1mm ile 25 cm arasında değişmektedir (şekil 5.36). Bu damarlar içerisinde saçınımlı veya masif mercerler şeklinde cevherleşmeler izlenmektedir. Makroskopik olarak izlenen cevher minerali ise, pirit, arsenopirit, kalkopirit ve limonit izlenmektedir. Sondajlarda sıkça rastlanan bu damarlar, breşik özellikte olup, kuvars ve karbonattan oluşan matriks içindeki arsenopirit kümelerinden oluşmaktadır.

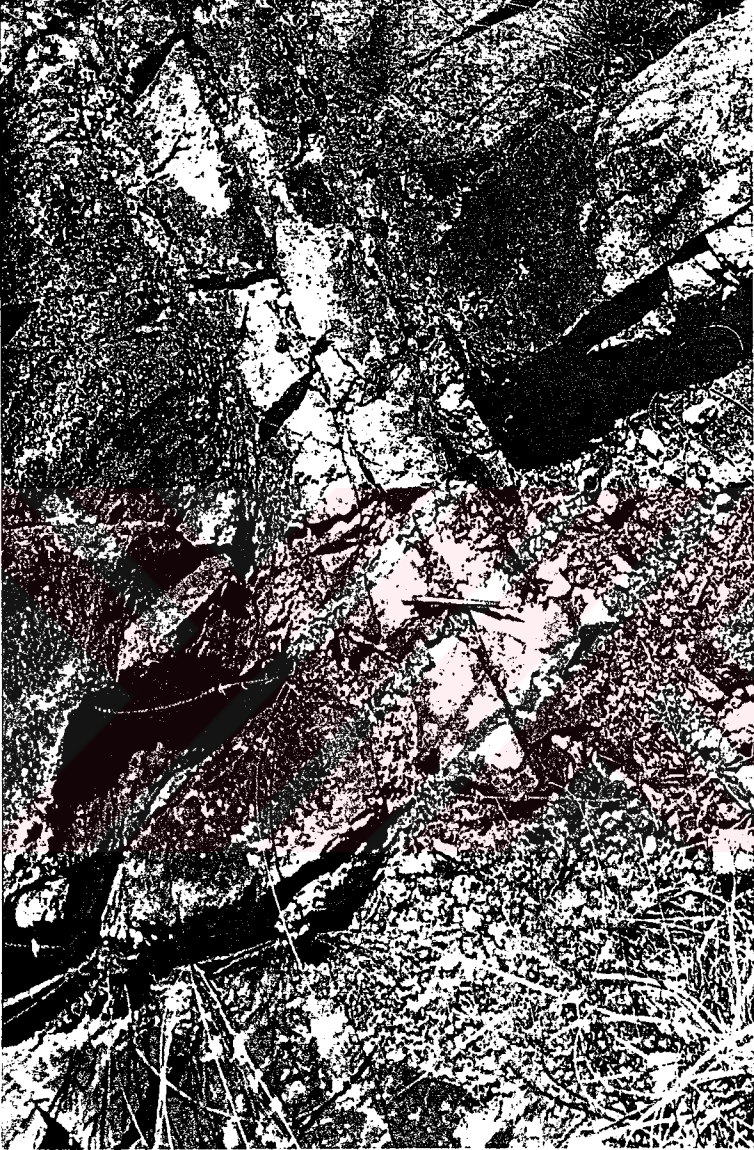
5.1.3.2. Çatlak ve kırıklardaki ağsı tip cevherleşme

Bu tip cevherleşme, kayaçların değişik yöndeki kırık ve çatlaklarında izlenmektedir. Bu kırık ve çatlaklar, sülfid minerallerince (sıvama tip) doldurulmuştur. Ağsı tip cevherleşme, tüm alterasyon türlerinde izlenmektedir. Bunlar, yüzeyde tamamen okside halde, siyahımsı-kırmızı renkli, çeşitli yönlerde gelişmiş, çatlak sistemleri olarak görülmektedir.

Çatlak ve kırıklarda, kılcal, düzensiz damarcıklar şeklinde yer alan sülfid damarcıkları (sıvama tip cevherleşme), bazen 15 cm'ye kadar varan kalınlıkları ve 10 m'ye kadar ulaşan uzanımları ile masif sülfid seviyeleri oluşturmaktadırlar.

5.1.3.3. Saçınımlı tip cevherleşme

Saçınımlı tip cevherleşme, serisitik zonda, pirit, kalkopirit ve arsenopirit şeklinde izlenirken, biyotit zonunda, pirit ve manyetit şeklinde izlenmektedir.



Şekil 5.36. Fillik alterasyon içerisindeki sülfid saçılmışlı kuvars damarı
(Kuru Dere)

5.1.4. Cevherleşmenin mineralojik bileşimi, yapı ve dokusu

Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerinin içindeki damarlarda (kuvarslı ve kuvarslı- karbonatlı), çatlak-kırıklarda ve kayaçta saçınımlı, şekillerde gözlenen cevherleşmelerdeki ana cevher mineralleri, pirit, arsenopirit ve kalkopirittir. Bu ana bileşenlerin yanı sıra, tali olarak, manyetit, pirotin, molibdenit, bizmutin, nabit bizmut, galenit, sfalerit, rutil-anataz, bornit, ilmenit ve fahlerz belirlenmiştir. Ayrıca, ikincil cevher minerali olarakta, limonit, hematit, markasit, kalkosin ve kovellin bulunmaktadır.

Aşağıda anlatılacak mineralojik ilişkilerden dolayı, oluşum sırası, yaşlıdan gence doğru şöyledir; (1) manyetit, pirotin, (2) pirit (I), kalkopirit (I), molibdenit, (3) arsenopirit, (4) pirit (II), rutil, kalkopirit (II), molibdenit, (5) bizmutin, nabit bizmut, sfalerit, bornit, galenit ve fahlerz. Cevher minerallerinin alterasyon birliktelikleri ve cevherleşme şekilleri çizelge 5.14'de özetlenmiştir. Minerallere ait özel bilgiler ise aşağıda sunulmuştur.

5.1.4.1. Manyetit

Manyetit, potasik ve propilitik zon içerisinde iki şekilde bulunmaktadır. Birinci tipi, diyorit ve granodiyoritin içerisinde, özşekilli, kısmen hematitleşmiş kayacın, ilksel bileşiminde yer alan manyetitlerden oluşturmaktadır. Bunlar genellikle kataklastik özelliktedir (şekil 5.37). İkinci tip manyetitler ise, mafik minerallerin çatlakları ve dilinimleri arasında, yarı özşekilli ve özşekilsiz bulunmakta olup, 10 ile 180 mikron arasında değişmektedir. Mafik minerallerin, klorit veya biyotite dönüşmesi esnasında, dekompozisyon ile açığa çıkan demir, mafik mineralin çatlak ve dilinimlerine geçmekte, burada oksitlenerek manyetite dönüşmektedir.

5.1.4.2. Pirotin

Pirotin, kuvars-serisit-klorit (propilitik) alterasyon zonunda saçınımlı olarak bulunmaktadır. Pirotinler, 9 ile 45 mikron tane boyutuna sahip olup, özşekillidirlir ve ince taneli çubuksu olarakta izlenmektedirler. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu tarafından gölgelenen kuvars - serisit - klorit

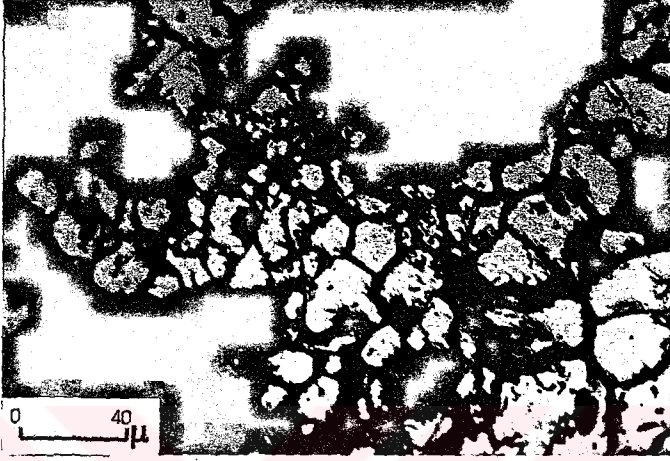
Çizelge 5.14. Topalkem (Baskil-Elazığ) porfiri bakır cevherleşmesine ait mineral parajenezi

MİNERALLER	I. CEVHERLEŞME FAZI	II. CEVHERLEŞME FAZI	ZENGİNLEŞME FAZI
Pirit	_____	_____	
Arsenopirit		_____	
Kalkopirit	_____	_____	
Molibdenit	_____	_____	
Manyetit	_____		
Sfalerit		_____	
Galenit			
Markazit			_____
Fahlerz		_____	
Pirotin	_____		
Rutil		_____	
İlmenit	_____		
Kalkosin			_____
Kovellin			_____
Bizmut		_____	
Limonit			_____

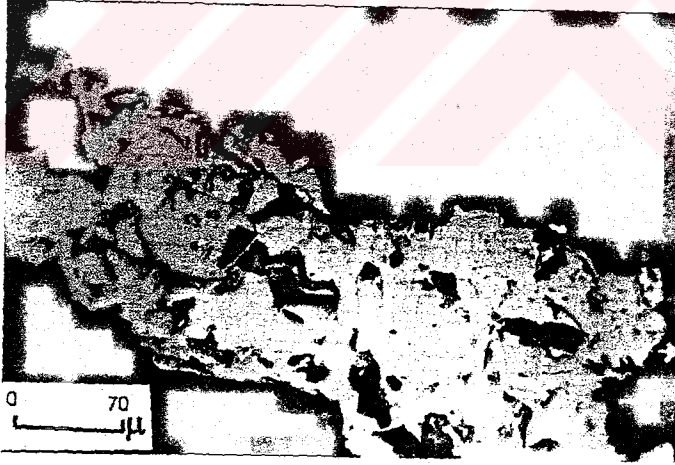
alterasyonunun izlendiği zonlarda, pirotin, arsenopirit ve pirit içinde kapanım olarak belirlenmiştir (şekil 5.38). Ayrıca, bu zondaki pirotinler markazit tarafından ornatılmaktadır. Cevher mikroskopisi incelemelerinde, pembemsi, krem-kremsi sarı, kahverengimsi krem arasında değişen kuvvetli refleksiyon pleokroizmasına sahip olan pirotinler, yüksek yansıtma gücü göstermektedir. Kremsi kahverengimsi anizotropisi belirgindir.

5.1.4.3. İlmenit

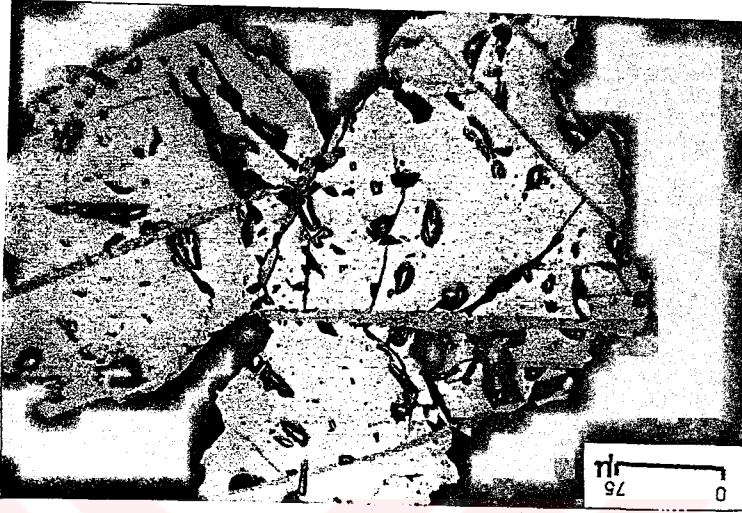
Potasik ve propilitik alterasyon zonları içerisinde, saçınımlı olarak, özşekilsiz veya yarı özşekilli bulunmaktadır. Ayrıca, manyetitler içerisinde ilmenit lamelleri şeklinde izlenmektedir (İlmenomanyetit) (şekil 5.39). Pembemsi-kahverengi tonda, gri-beyaz renkli olduğu belirlenmiştir. Belirgin refleksiyon pleokroizması ve anizotropisi vardır.



Şekil 5.37. Kataklazmaya uğramış manyetitler (Tek nikel)



Şekil 5.38. Pirit içerisinde pirotin kapanımı (Tek nikel)



Şekil 5.39. Manyetit içerisinde ilmenit lamelleri (Tek nikol)

5.1.4.4. Rutil

Serisizli zonlarda yaygın olarak izlenen rutil, iğnemsiz şekilde izlenmektedir. Rutil, cevher mikroskopisi incelemelerinde, gri renklerde olup, belirgin refleksiyon pleokroizmasına sahiptir.

5.1.4.5. Pirit

Çalışma alanı içerisinde en yaygın olarak bulunan cevher mineralidir. Kayaç içerisinde, çatlak-kırık dolgusu ve saçınımlı olarak bulunmaktadır. Ayrıca, kuvars ve kuvarslı karbonat damarları içerisinde de yer almaktadır. İnceleme alanında tanımlanan bütün alterasyon zonlarında pirit gözlenmektedir.

Parajenezde yer alan cevher minerallerinin farklılığı ve bunların farklı alterasyon toplulukları içerisinde yer alması, iki farklı fazda pirit oluşumunun varlığına işaret etmektedir. Bunlardan ilk oluşan piritler (Pirit-I), potasik ve

propilitik zonda saçınımlı ve damarcıklar (sülfid ve kuvars damarcıkları içinde) halinde bulunur. Pirit-I, aynı fazda olduğu kalkopirit ile kenetli olarak bulunduğu gibi, kalkopirit içerisinde kapanım olarak da bulunmaktadır. Diğer pirit fazı ise (Pirit-II), kuvars-serisit-karbonat ile fillik alterasyonda bulunmaktadır. Pirit-II, kuvars-karbonat-serisit alterasyonunda karbonat damar/damarcıkları içerisinde, arsenopirit ve kalkopirit ile beraber bulunmaktadır. Pirit ve arsenopiritler basınç etkisiyle kataklastik bir doku kazanmış olup, araları sfalerit galenit, kalkopirit ve bizmut tarafından doldurulmuştur. (şekil 5.40). Ayrıca, galenit ve sfalerit içerisinde de, bir kaç mikron ile 30 mikrona kadar değişen boyutlarda, özşekilli ve yarı özşekilli kapanımlar halinde bulunmaktadır. Bu da, piri II'm kalkopirit II, galenit ve sfaleritten yaşlı olduğunu gösterir. Bunun yanısıra piritler arsenopirit kapanımları içermektedir (şekil 5.41). Fillik alterasyonda ise pirit-II kayalık içerisinde saçınımlı, damar ve damarcıklarında (sülfid ve kuvars) kalkopirit-II ile beraber bulunmaktadır.

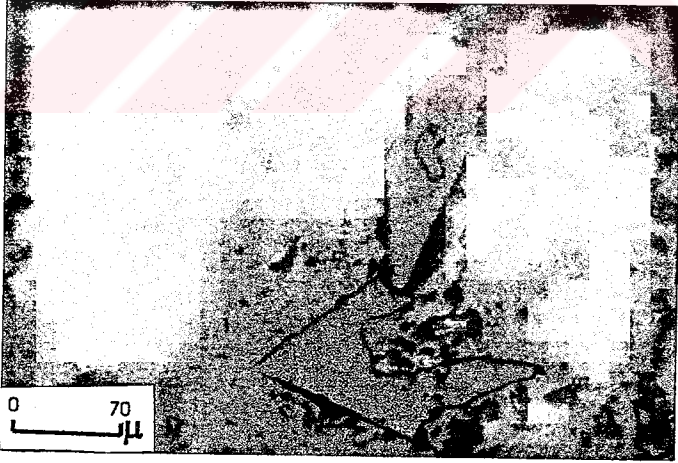
5.1.4.6. Kalkopirit

Birinci fazda, kalkopirit, potasik ve propilitik alterasyon zonunda, saçınımlı olarak bulunduğu gibi, kırık ve çatlaklar içinde, damarcıklar olarak da yer almaktadır.

Kalkopirit ikinci faz olarak ise, fillik alterasyon ile kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda saçınımlı olarak bulunmaktadır. Ayrıca kataklastik özellikteki kuvarslı karbonat damarları içerisinde yer almaktadır. Bu damarlar içerisindeki kalkopirit, kataklastik özellikteki pirit ve arsenopiritler arasındaki boşlukları doldurur şekilde izlenmektedir. Özşekilsiz izlenen bu kalkopiritler, genellikle pirit ve arsenopirit kapanımları içermektedirler (şekil 5.42). Kalkopiritin kendisi ise, sfalerit ve galenit içinde kapanım olarak bulunmaktadır. Ayrıca arsenopiritler içerisinde, özşekilli birinci faza ait kalkopirit kapanımları bulunmaktadır. Kalkopirit, oksidasyon koşullarında malahit ve limonite dönüşürken, derin zonlarda, kalkosin ve kovellin tarafından ornatılmışlardır.



Şekil 5.40. Kataklazmaya uğramış piritler ve aralarını dolduran sfaleritler (Tek nikol)



Şekil 5.41. Pirit içerisinde arsenopirit kapanımı (Tek nikol)



Şekil 5.42. Kalkopirit içerisinde pirit ve arsenopirit kapanımı (Tek nikel)

5.1.4.7. Arsenopirit

Arsenopirit kuvars-serisit içeren karbonat veya serisit-klorit damarlarıyla beraber bulunmaktadır. Bu damarlar içerisinde, arsenopirit dışında, cevher minerali olarak, markazite dönüşmüş pirit, kalkopirit, bizmut, nabit bizmut ve ender olarak molibdenit bulunmaktadır. Arsenopiritler, çoğunlukla kataklaz etkisiyle, breşik bir görünüm kazanmış olup, araları kalkopirit, pirit ve bizmutin tarafından doldurulmuştur (şekil 5.43.). Ayrıca, arsenopiritler, pirit ve kalkopirit içinde de kapanım şeklinde izlenmektedir. Eğer kılcal çatlakta karbonat yoksa, cevher parajenezine molibdenit de katılmaktadır ve arsenopiritlerin aralarını doldurur konumda izlenmektedir. Arsenopiritler 0,2-0,7 mm arasında değişen boyutlarda olup, özşekilli veya yarı özşekillidirler.

5.1.4.8. Bizmutin ve nabit bizmut

Bizmutin, kuvars-serisit-karbonat alterasyon zonunda ve bu alterasyonla eş zamanlı olarak gelişen, kuvars-karbonat damarlarında saçınımlı veya merclekler şeklinde olarak bulunmaktır. Mikroskopta, az parlaklık, grimsi tonlu, beyaz renk, belirgin refleksiyon pleokroizması ve anizotropi göstermektedir.

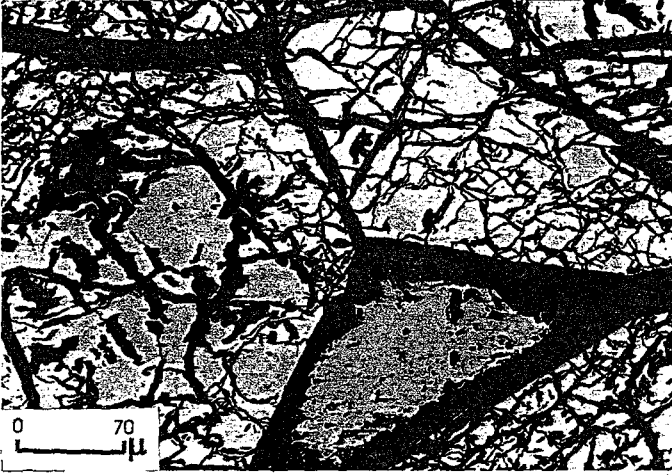
Bizmutin ve nabit bizmut çoğunlukla, arsenopiritin aralarında ve kataklastik çatlaklarında bulunmaktadır (şekil 5.44). Nabit bizmut, bizmutin içerisinde yer almakta olup, ışıldayan parlaklıkta krem tonlu beyaz renklidir. Belirgin refleksiyon pleokroizması ve anizotropisi vardır (şekil 5.45). Ayrıca nabit bizmutlar kenarlarından itibaren okr'larına dönüşüm göstermektedir (şekil 5.46).

5.1.4.9. Markasit

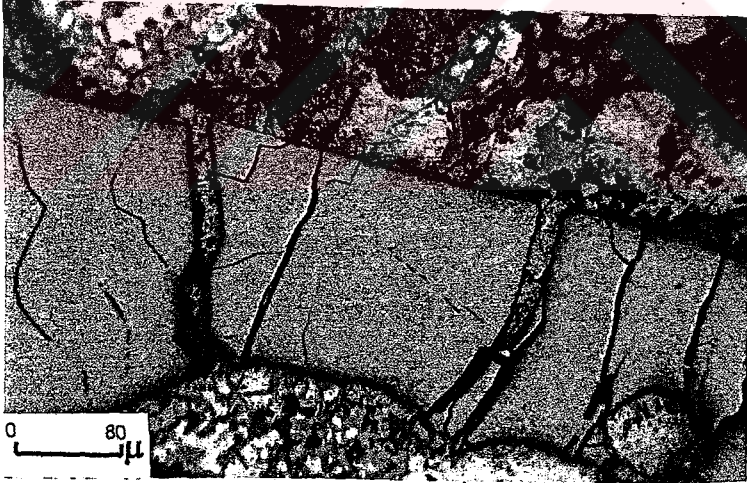
Pirit ve hegzagonal pirotinin (şekil 5.47) bozunma ürünü olarak izlenmektedir. Pirotinlerden dönüşen markazitler lameller şeklindedir. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonun gelişimi ile birlikte, pirotin ve piritler markazite dönüşmüştür. Mikroskopta incelendiğinde, yüksek parlaklıkta, ışık sarısı rengi, refleksiyon pleokroizması ve anizotropi ile belgindir.

5.1.4.10. Molibdenit

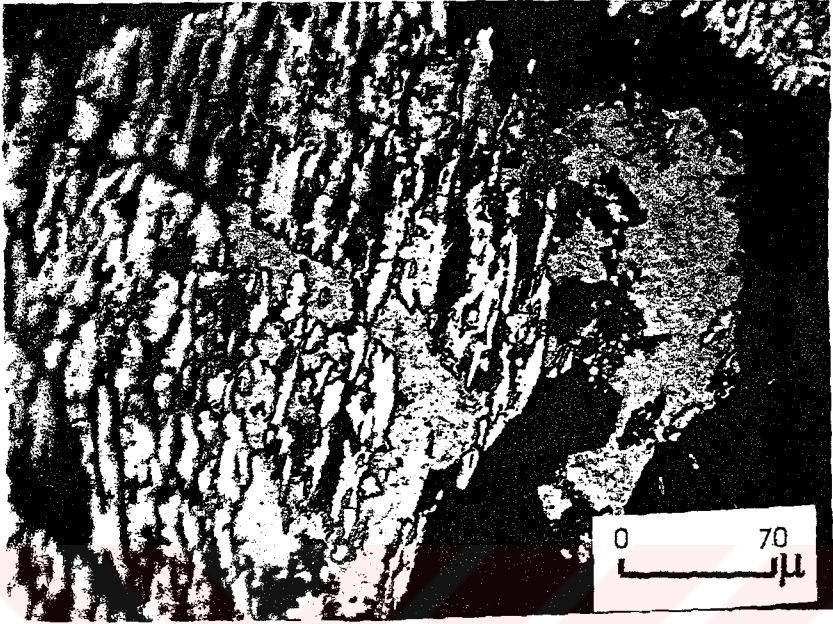
Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu içinde saçınımlı ayrıca bu alterasyonla beraber gelişmiş kuvars-karbonat damarları içerisinde, kalkopirit-II, markazite dönüşmüş pirit ile birlikte, kataklastik özellikteki arsenopirit çatlaklarını doldurur konumda izlenmektedir. Molibdenit genellikle bükülmüş levhalar şeklinde izlenmekte olup, tane boyutu 70 ile 300 mikron arasında değişmektedir (şekil 5.48). Ayrıca seyrek olarak potasik zon içerisinde saçınımlı olarak bulunmaktadır.



Şekil 5.43. Kataklazmaya uğramış arsenopirit (Tek nikol)



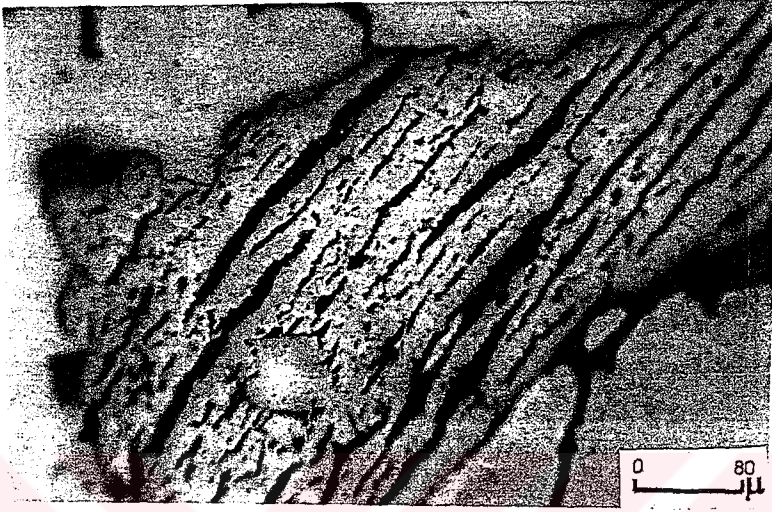
Şekil 5.44. Kataklazmaya uğramış arsenopiritlerin aralarını ve boşluklarını dolduran bizmutine dönüşmüş, nabit bizmut ve kalkopirit (Tek nikol)



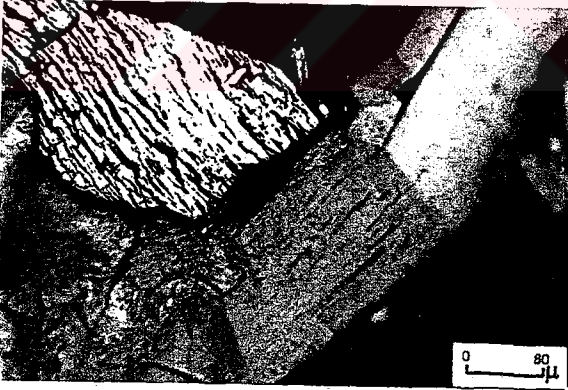
Şekil 5.45. Markasit içerisinde nabit bizmutların bizmutine dönüşümü (Tek nikol)



Şekil 5.46. Bizmutinlerin bizmut oker'lere dönüşümü (Tek nikol)



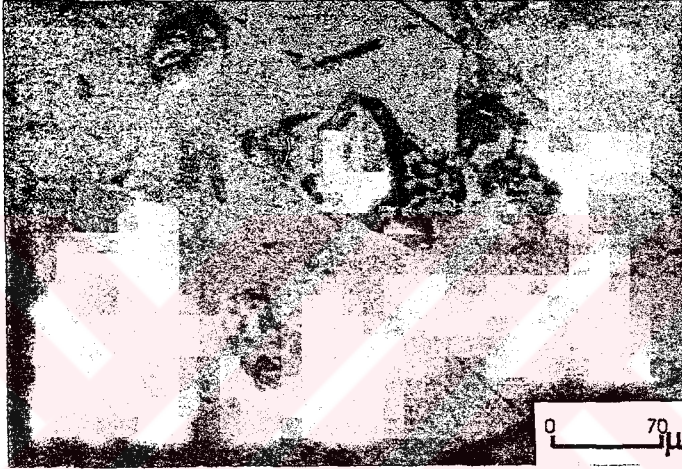
Şekil 5.47. Hekzagonal pirotinlerin bozunması sonucu oluşmuş markasitler (Tek nikel)



Şekil 5.48. Bükülme gösteren levhalar, şeklindeki molibdenit taneleri (Tek nikel)

5.1.4.11. Galenit ve sfalerit

Bu iki mineral de, molibdenit gibi, kuvars-karbonat damarları içerisinde yer almaktadır. Galenitler içerisinde pirit, kalkopirit ve fahlerz kapanımları izlenmektedir (şekil 5.49).



Şekil 5.49. Galenit içerisindeki fahlerz, kalkopirit, pirit kapanımları (Teknik mikroskop)

5.2. Nazaruşığı kuvars damarları

Bölgedeki ikinci cevherleşme ise, Topalkem porfiri bakır mineralizasyonunun kuzeyinde yer alan Nazaruşığı kuvars damarlarıdır. Baskil ilçesinin 1 km güneyinde yer alan kuvars damarları, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granitler içerisinde yer almaktadır.

Nazaruşığı güneyinde yer alan kuvars damarlarına ait rapor, Moor tarafından 1963 yılında yazılmıştır. Moor (1963) tarafından Selimbaba, Konigele ve Dayçifte de birer damar tanımlanmış ve 49000 ton rezerv verilmiştir.

MTA tarafından 1994 yılında yapılan çalışma sonucunda ise, Nazaruşığı güneyindeki irili-ufaklı toplam 28 adet kuvars damarı incelenmiştir. Bu damarlar üzerinde yapılan arazi çalışmaları ile elde edilen veriler (çizelge 5.15) ve bu damarların ölçekli dökümü ve tanımları şekil 5.50'de verilmiştir.

Granitik kütle içinde yer alan damarlar, yüksek röliyefi ve koyu gri, siyah rengiyle arazide dikkati çekmektedir (şekil 5.51). Genellikle KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli bu damarların, granit içindeki kırıklar boyunca yer aldığı gözlenmiştir. 4 m ile 312,5 m. arasında değişen uzunluğa sahip damarların kalınlığı 20 cm. ile 80 cm. arasında değişmekle beraber, 1,5-2 m. kalınlığa sahip damarlar da bulunmaktadır.

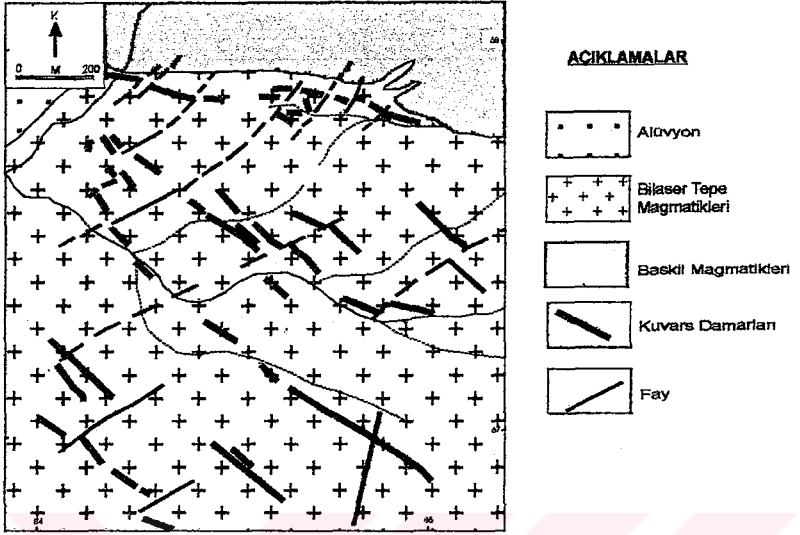
Yüzeyle oldukça zengin cevher mineralleri içeren kuvars damarlarında, pirit, kalkopirit, makroskopik olarak gözlenen primer cevher mineralleridir. Bunların bozunma ürünü olan limonit ve malahit ise sekonder minerallerdir. Yüzeyledeki bu bozunma ürünlerine bağlı olarak, damarlarda, sarımsı, kırmızımsı, turuncu, mavi ve yeşil renkler gelişmiştir.

Kuvars damarlarının çevresindeki granitlerde de alterasyon gelişmiştir (şekil 5.51). Bu alterasyon zonunun kalınlığı, damarın kalınlığına bağlı olarak, 10 cm ile 40 m varan kalınlıklarda değişmektedir. Yan kayada, alterasyon ürünü olarak killeşme, karbonatlaşma, kloritleşme, epidotlaşma ve silisleşme belirlenmiştir. Yan kayac içerisinde de, oldukça küçük taneli ender pirit, kalkopirit ve manyetit saçınımları görülmektedir.

Nazaruşığı damarlarına yönelik detaylı jeoloji çalışmaları ile sondaj çalışmaları M.T.A. tarafından 1993 yılında yapılmıştır. Sondajlarla, derinlerde ulaşılan kuvars damarlarının ümit verici değerlerde cevher içermediği belirlenmiştir. Cevher şeritleri damarlar boyunca düzensizlikler göstermektedir. Bu düzensizliklerin derinlere doğru da görülmektedir. Kuvars damarları içindeki cevherleşmeler homojen dağılmamıştır. Ayrıca, damarlar genç faylarla sık sık atılmışlardır. Bu durum cevherleşmenin takibini güçleştirmektedir.

Çizelge 5.15. Nazarusığı damarlarının özellikleri (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1994'den değiştirilerek)

Nazarusığı Damar No		Doğrultu/Eğim	Yüzye gözlenen Uzunluk (m)	Kalmık (cm)	Ortalama	
					Cu (%)	Au (ppm)
SELİMBABA DAMARI	ND 1	K85B/65°KD	312,5	20-180	1,11	3,41
	2	K35B/65°KD	20	50	0,40	0,52
	3	K60B/75°KB	60	50	-	-
	4	K50B/70°KD	16	30-50	0,41	0,42
KONİGELE DAMARLARI	5	K45B/65°KD	22	50-80	0,56	-
	6	K55B/68°KD	108	30-50	0,37	-
	7	K40B/64°KB	72	30	1,55	0,81
	8	K50B/68°KD	115	30-90	0,47	0,07
	9	K85B/670°KD	18	50	-	-
	10	K50B/70°KD	20	40	1,16	2,16
	11	K60B/65°KD	20	50	1,55	0,33
	12	K55B/60°KD	120	30-50	1,05	0,54
	13	K30B/54°KB	35	180-200	-	-
	14	K82B/68°KD	19	200	-	-
	15	K45B/75°KD	15	300	-	-
	16	K65B/85°KD	30	60	-	-
	17	K-B/64°K	46	100	-	-
	18	K-B/67°K	96	30-140	0,34	0,15
	19	K85B/65°KD	35	30	-	-
	20	K38B/67°KD	25	35-45	-	-
	21	K65B/65°KD	48	140	0,52	2,40
22	K78B/59°KD	31,5	50	-	-	
23	K70B/77°KD	35	30	-	-	
24	K87B/77°KD	25,5	160	-	-	
DAYCIÖTE DAMARI	25	K40B/70°KD	46	140	1,59	1,62
	26	K65B/82°KD	92	40-80	0,60	0,26
	27	K45B/80°KD	4	15	1,67	0,25
	28	K85B/65°KD	28	60	0,76	0,076



Şekil 5.50. Nazaruşığı damarlarının ölçekli krokisi (Tüfekçi ve Dumanlı ular, 1994'den değiştirilerek).



Şekil 5.51. Granit içinde Au-Cu içeren kvars damarları (Nazaruşığı-Selimbaba Tepe)

5.2.1. Nazaruşu Au-Cu içeren kuvars damarlarının cevher mikroskopisi

Arazi çalışmaları esnasında, gerek yüzeyde mostra veren kuvars damarlarından, gerekse sondajlarla kesilen kuvars damarlarından ve yan kayalardan alınan örneklerden parlak kesitler hazırlanmıştır. Bu kesitler, üstten aydınlatmalı cevher mikroskopunda incelenmiş ve bu çalışmalar sonucunda cevher minerallerinin mikroskopik olarak şu özelliklere sahip olduğu tesbit edilmiştir:

Kuvars damarlarındaki cevher mineralleri, genelde saçınımlı ve çok az oranlarda bulunmaktadır. Yer yer, cevher minerallerinin masif merccekler oluşturduğu bölgelere de rastlanılmıştır. Cevher mikroskopisi ile damarların mineral içeriği, çokluk sırasına göre, aşağıdaki şekilde belirlenmiştir; Kalkopirit, pirit, bizmut mineralleri, manyetit, galenit ve sfalerit. Ayrıca, bu minerallerden türemiş, kovellin, kalkosin, limonit gibi ikincil mineraller de bulunmaktadır.

Bu minerallerin belirlenen özellikleri ise şöyledir;

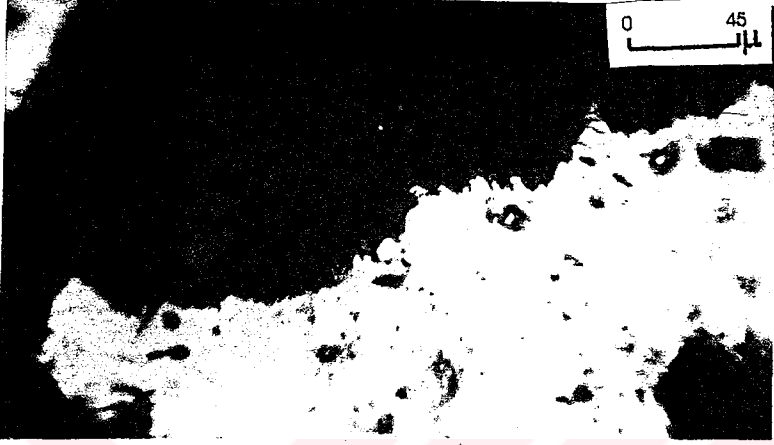
5.2.1.1. Kalkopirit

Genelde özşekilsiz taneler halinde, özşekli hidrotermal kuvarsların aralarında saçınımlı olarak görülmektedir. Kalkopiritin tane boyu oldukça değişken olup, 1-1,5 mm kadar ulaşmaktadır. Ayrıca, kuvars damarı çevresindeki altere granitler içerisinde de 0,2 mm tane büyüklüğündeki saçınımlı kalkopiritler eser miktarda, bulunmaktadır.

Kalkopirit taneleri, zayıf zonlar (kırık, çatlak ve kenarları) boyunca alterasyon ile kovellin-kalkosin ve dijenite, bu ürünlerde tenörit, limonite ve malahite dönüşmüştür. Bu dönüşümde şu sıranın takip edildiği görülmüştür.

Kalkopirit— Kovellin/Kalkosin/Dijenit— Tenörit + Limonit+Malahit

Eser miktarda görülen 10-15 mikron boyutundaki altın taneleri ise kalkopiritler ile kenetlidir (şekil 5.52).



Şekil 5.52. Özşekilli kuvars kapanımları içeren kenarlarından itibaren limonit-kovelline dönmüş kalkopirit ile kenetli nabit altın tanesi (Tek nikol)

5.2.1.2. Pirit

Özşekilli ve yarı özşekilli piritler kalkopiritler ile kenetli olarak bulunmaktadır. Ayrıca, yan kayaç içinde, ana mineral tanelerinin arasındaki boşluğu dolduran ve yer yer de bu kayaçların mafik minerali içerisinde gelişmiş pirit tanelerine de rastlanılır. Pirit tanelerinin kırık ve çatlakları boyunca limonitleşmeler gelişmiştir.

5.2.1.3. Manyetit

Cevherleşme ile ilgili olmayan ve granitin aksesuar minerali olan özşekilli ve yarı özşekilli manyetitler, saçınımlı taneler halinde görülürken, yer yer yığılımlar şeklinde de izlenmektedir. Tane boyu oldukça değişken manyetit taneleri ortalama 0,5 mm. tane boyuna sahiptir.

Manyetit tanelerinin büyük bir çoğunluğu, dilinim ve kenarları boyunca, martitleşme sonucu hematite dönüşmüştür. İğnecikler şeklinde demirhidroksite dönüşmüştür. Manyetit taneleri ile beraber bu mineralin üzerinde anizotrop ikizlenmeli çubukları ile karakteristik ilmenitleri de görmek mümkündür. Bu ilmenit çubukları içinde yer yer 40-50 mikron büyüklüğünde özşekilli-yarı özşekilli rutil ve anataza da rastlanılmıştır.

5.2.1.4. Bizmut ve bizmutin

Bizmut, bizmutin tarafından sarılmış olup, çok kuvvetli anizotropisi, krem sarısı rengi, parlaklığı ve belirgin refleksiyon pleokroizması ile tanınmaktadır. Bizmutin ise, yüksek parlaklığa sahip olup, gri-beyaz rengi, yüksek anizotropisi ve refleksiyon pleokroizması ile tipiktir. Bizmutinlerde buruşma lamelleri ve basınç ikizleride izlenmektedir. Eser miktarda bizmut okr'lara dönüşümde belirlenmiştir (şekil 5.53).

5.2.1.5. Emplektit ($CuBiS_2$)

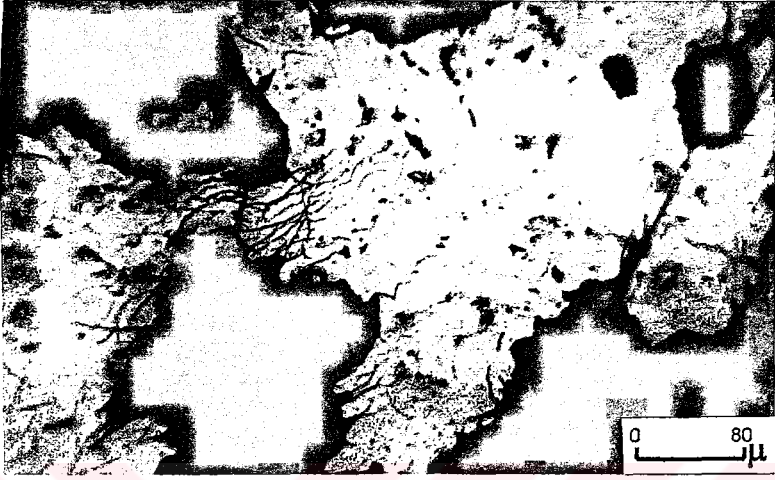
Kalkopirit ile bizmutin dokanağında eser miktarda bulunmaktadır (Şekil 5.54). Ayrıca bizmutin içinde lameller şeklinde izlenmektedir

5.2.1.6. Klamprotit ($Cu_6Bi_4S_9$)

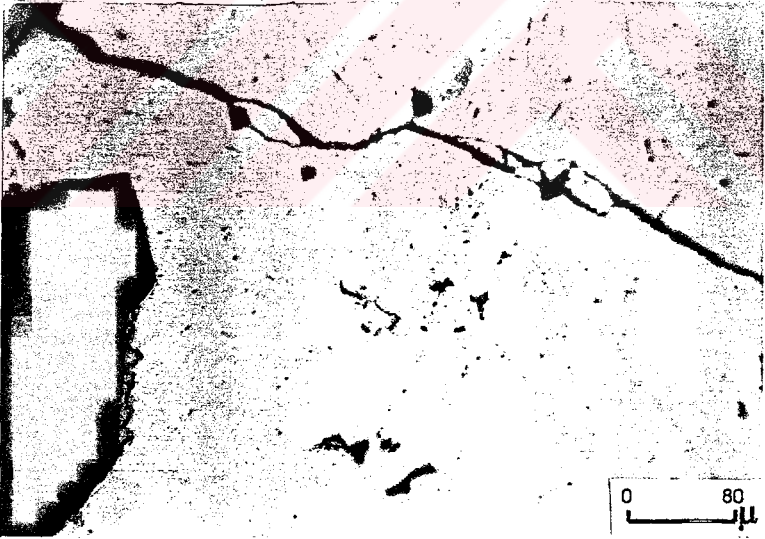
Mor-pembe renkli, yüksek anizotropiye sahip olup, bizmutin içerisinde bulunmaktadır (şekil 5.55).

5.3. Alterasyonda kütle değişim hesapları

Kayaçların, ısı yüklü akışkanlardan (hidrotermal) etkilenmesi sonucunda, yapılarında meydana gelen kimyasal ve mineralojik değişimler alterasyon başlığı altında incelenmektedir. Dolayısıyla, alterasyon sırasında, kayaç içerisinde önceden bulunan bazı elementlerin konsantrasyonunda azalma veya artma gözlenecektir. Alterasyon sonucunda, kayacın kimyasında



Şekil 5.53. Buruşma lamelleri gösteren bizmutin ve bizmut oker'lere dönüşümü (Tek nikol)



Şekil 5.54. Bizmutin ve kalkopirit dokanağında izlenen emplektitler (Tek nikol)



Şekil 5.55. Bizmutin içerisinde izlenen klamprotitler (Tek nikol)

meydana gelen değişimleri anlayabilmek için, değişik araştırmacılar tarafından bir çok kütle değişim hesaplama yöntemi geliştirilmiştir. (Greinens, 1967; Grant, 1986; McLean and Kranidiotis, 1987).

Topalkem köyü (Baskil) cevherleşmesinde, çok geniş alanlarda, değişik alterasyon türlerinin geliştiği gözlenmektedir. Bilaser Tepe magmatitlerine ait granodiyorit ve granitporfirlerden kaynaklanan hidrotermal akışkanlar, hem bu kayaları, hemde kondağıdaki kuvars diyoritleri altere ederek kimyasal değişikliklere neden olmuştur. Bu kayaç topluluğundaki alterasyonun daha iyi anlaşılabilmesi için Grant (1986)'ın geliştirdiği yöntem benimsenerek kütle değişim hesapları yapılmıştır.

Grant (1986)'a göre, taze kayacın ana ve eser element konsantrasyonları X-eksenine, altere kayacinkiler ise Y-eksenine yerleştirilerek, elde edilen grafikteki noktalar arasından en uygun doğru geçirilir. Bu doğruya izokon (isocon) denir ve izokonun alt kısmında kalan elementlerde kayıp, üst kısmında kalan elementlerde ise, kazanç olduğu kabul edilir. İzokonun üzerine düşen elementlerde ise herhangi bir kütle kaybı yada kazançı söz konusu değildir. Dolayısıyla bu element, alterasyon esnasında hareketsiz

kalmış ve miktarında bir değişme olmamıştır. İzokonun çiziminde değişik yöntemler vardır. Bunlardan ilki, grafiğe düşürülen noktalar arasında, en küçük kareler yöntemi ile orijinden geçen bir doğru çizmek, diğeri ise, Al_2O_3 veya Zr 'un hareketsiz elementler olduğunu kabul ederek, bu elementlerden birisinin üzerinden geçen ve orijinle birleşen bir doğru çizmektir. Çünkü izokon, alterasyon esnasındaki kütle değişiminin sıfır olduğu doğrudur. Bu doğru üzerine düşen elementlerin miktarı alterasyon esnasında değişmemiştir ve hareketsiz olarak kabul edilirler.

İzokon diyagramı çizilirken, taze ve altere kayaç analiz sonuçlarının birbirleri ile oranlanması yoluna gidilmiştir. Çünkü Grant (1986)'ın yönteminde, X eksenine taze kayaç ana ve eser element konsantrasyonları, Y eksenine ise, altere kayaç ana ve iz element konsantrasyonları yerleştirilir. Ancak bu durumda, grafik üzerine düşen noktalar, birbirleri ile karıştığından, hangi noktanın hangi elementin değişimini gösterdiğini takip etmek güçleşir. Bu karmaşıklığı önlenmek için, bu çalışmada Huston ve Cozenis (1994) tarafından geliştirilen yöntem benimsenmiştir. Buna göre, taze kayaç oksit ve element konsantrasyonları X ekseninde, $SiO_2=10$, $Al_2O_3=20$, $Fe_2O_3=30$, $MgO=40$... olacak şekilde sıralandırırlar. Y eksenine ise, taze kayaç ile oranlanmış ölçekli altere kayaç konsantrasyonları girilir. Mesela, taze kayaçtaki granodiyoritin ortalama MgO değeri 0,79 iken, biz bunu X ekseninde kendimiz sıraladığımızda 40 olarak kabul edersek, grafikte herhangi bir değişiklik olmaması için, Y ekseninde yer alacak olan altere kayaç (TS1-P14) MgO konsantrasyonu olan 1,5 değeri kaç olur şeklinde bir oranlamaya gidilerek, Y eksenini de yeniden düzenlenir. Bunu bütün elementler ve oksitler için tekrarlayarak, X eksenini ve Y eksenini, aşağıdaki oranlama yöntemi ile tekrar düzenleriz. Böylece, grafik üzerinde izokon ile oksit ve elementlerin bu izokona göre konumları net olarak izlenebilir. Dolayısıyla, hangi oksit yada elementin taze kayaca oranla kazancı veya kaybı söz konusu olduğu rahatlıkla anlaşılır.

Örnek olarak TS1-P14 nolu örnek üzerinde yapılan hesaplamaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

Taze kayaçta	SiO_2 konsantrasyonu	68,21 İken	Yeni düzenlenmiş X ekseninde 10 olursa
	Al_2O_3	15,23	20
	Fe_2O_3	4,08	30
	MgO	0,79	40
	CaO	2,22	50

Altere kayaçta	SiO ₂ konsantrasyonu	62 İken	Yeni düzenlenmiş X ekseninde ne olur (?)
	Al ₂ O ₃	16,8 (?)
	Fe ₂ O ₃	5,8 (?)
	MgO	1,5 (?)
	CaO	1,4 (?)

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ için } (?) = 5,8 \times 30 / 4,08 = 42,63$$

Oranlamayı bütün oksit ve elementler için yukarıdaki gibi yaparak, sıraya dizilmiş oksit ve elementlerden oluşan X eksenine karşılık gelen, yeniden düzenlenmiş Y eksenini değerlerini buluruz. Böylece grafik üzerindeki noktalar birbirleri ile karışmayacak, oksit ve elementlerdeki değişim daha kolaylıkla takip edilebilecektir.

Bu çalışmada, Al₂O₃'in alterasyon esnasında hareketsiz olduğu kabul edilerek izokon çizilmiş ayrıca elementlerdeki değişimlerde aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda her numune için çizilen kütle değişim diyagramları ile izokon eğrilerinin uyum içerisinde olduğu görülmektedir (6) (Grant, 1986).

$$(\Delta C_i / C_i) = [(C^A \text{Al}_2\text{O}_3 / C^A \text{Al}_2\text{O}_3) (C^A / C^i) - 1]$$

($\Delta C_i / C_i$) = 1 gram örnekteki değişim miktarı

(Eğer bu sayı pozitif çıkarsa kazanç; negatif çıkarsa, kayıp söz konusudur)

- C^oAl₂O₃: Taze kayaçtaki Al₂O₃ konsantrasyonu
C^AAl₂O₃: Altere kayaçtaki Al₂O₃ konsantrasyonu
C^Ai: Altere kayaçtaki herhangi bir element veya oksitin konsantrasyonu
C^oi: Taze kayaçtaki herhangi bir element veya oksitin konsantrasyonu

Altere kayacın kütle değişimleri ise aşağıdaki formüller ile hesaplanır (Grant, 1986)

Kütle Değişim Oranı: $M^o / M^A = (C^A \text{Al}_2\text{O}_3 / C^o \text{Al}_2\text{O}_3)$
M^o: Taze kayacın kütlesi M^A : Altere kayacın kütlesi

Ana ve eser element değişimleri, cevherleşme bölgesindeki altere olmuş kayaçların, taze kayaçlarla kıyaslanması ile hesaplanmıştır. Bu amaç için, 4 adet taze granodiyorit örneğinin ortalama bileşimleri, altere granodiyoritler

ile kıyaslanırken, 3 adet taze diyorit örneğinin ortalamasında, altere diyorit ile kıyaslanmıştır. Altere granodiyorit ve diyorite ait örneklerin oksit ve eser element değerleri ve alterasyon tipleri ile taze kayaç oksit ve eser element değerleri çizelge 5.16'de verilmiştir.

Grant (1986)'a göre Bilaser Tepe magmatitlerine ait granodiyoritlerdeki farklı alterasyonlarda ve Baskil magmatitlerine ait kuvars diyoritlerdeki potasik alterasyon esnasında meydana gelen kütle değişimleri şu şekilde gelişmiştir (çizelge 5.17).

Kuars diyoritlerdeki potasik alterasyondan etkilenen 3 numunede, K_2O konsantrasyonunda artış gözlenirken, CaO , MgO ve Na_2O konsantrasyonlarında ise, azalma gözlenmektedir (şekil 5.56a).

Potasik alterasyona uğramış kuvars diyoritin alterasyon parajenezinde, eğer tremolit/aktinolit varsa (TS8-3P ve TS8-P1), Fe_2O_3 konsantrasyonunda artma izlenmektedir. Ayrıca MgO 'deki kayıplar ise, bu parajenezde 8,9 ile 14,95'dir. Eğer alterasyon parajenezinde tremolit/aktinolit yoksa, Fe_2O_3 konsantrasyonunda kayıp izlenirken, MgO konsantrasyonundaki kaybın % 64,8 olduğu belirlenmiştir (şekil 5.56a).

Granodiyoritlerdeki, potasik alterasyon sonucunda ise, K_2O , MgO ve Fe_2O_3 konsantrasyonlarında genelde artma, CaO ve Na_2O 'nun ise azalma belirlenmiştir (şekil 5.56b).

Kuars-serisit-klorit alterasyonunda ise, üstte anlatılan alterasyonlara göre en belirgin farklılık, MgO konsantrasyonunda da artma gözlenmesidir (şekil 5.56c).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fer ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Be	Cu	Zn	Mo	As	Sb	Nb	Rb	ST	Zr	Y	La	Nd	Au	
DİYORIT	TS8-SP	54,56	13,77	14,06	5,2	9,3	1,37	2,2	0,65	0,05	0,12	91	311	93	6	196	6,8	10	135	96	42	21	32	32	6
	TS14-P9	53,24	21,21	7,73	3,09	8,13	2,46	1,32	0,43	0,09	53	178	20	1	1010	4,8	10	139	177	51	18	3,8	5	4	
	TS8-P1	44	15,8	15	5,5	8,2	1,8	1,1	0,6	0,1	100	818	1227	50	125	10	20	87	223	60	14	40	40	40	
	TS8-P18	72,23	13,27	3,03	0,95	1,13	2,76	5,34	0,23	0,05	0,03	343	70	73	22	376	3,2	19	181	147	169	24	39,9	21	2
Pataşık Altınyon	TS1-P14	62	16,8	5,8	1,5	1,4	2,8	8,4	0,3	0,1	381	313	109	68	587	10	20	227	101	192	14	40	40	40	40
	TS8-P3	62,5	15	7,8	2,3	3,3	2,7	1,7	0,3	0,1	153	478	424	99	100	10	20	106	120	235	14	40	40	40	40
	TS8-SP	71	13,5	4,8	1,7	0,7	2	3,1	0,2	0,1	280	372	1899	260	18	14	20	132	66	150	11	97	40	430	
	TS8-P11	67,5	14,5	5	1	1,3	3,3	5,2	0,2	0,1	370	366	390	46	585	10	20	165	156	181	16	43	40	40	
Sertit-Kaolit	TS8-SP	67,4	13,7	7,53	1,49	1,96	3,91	2,18	0,23	0,03	0,05	164	318	28	6	142	1,3	18	148	155	151	19	36,3	16	8
	TS8-8b	67,34	13,57	7,66	1,47	1,98	3,91	2,16	0,23	0,03	0,05	165	297	61	6	150	1,5	14	155	155	168	19	42	19	
	TS8-P12	70,18	12,94	7,31	0,55	0,7	0,14	3,44	0,17	0,01	0,02	71	755	486	1	1550	62,2	14	230	10	132	14	27,8	14	10
	TS8-13	76,49	9,95	3,31	0,76	0,95	0,15	2,98	0,17	0,02	0,03	56	246	20	18	42	5,4	15	228	15	112	12	16,3	10	8
GRANDİYORIT	TS13-P11	66,99	14,55	7,97	0,88	0,22	0,12	4,01	0,22	0,01	100	3498	28	1	7070	12,3	14	417	10	154	16	45	28	63	
	BF-8	68,5	15,8	5,6	0,7	0,1	0,2	4,7	0,2	0,1	186	371	189	86	413	11	20	220	7	170	15	40	40	40	
	TS8-P2	70,5	13,4	4,8	0,9	0,1	0,1	3,8	0,2	0,1	171	4400	78	182	88000	22	20	171	6	125	14	40	40	40	
	TS11-106	46	11	17	0,82	0,5	0,14	3,1	0,2	0,1	117	100000	165	95	100000	184	20	222	8	90	20	35	40	40	
Filiik Altınyon	TS4-P14	62	14,5	6,5	0,6	0,3	0,13	5	0,3	0,1	120	88000	180	34	100000	50	20	217	5	95	17	37	40	110	
	TS7-SP	77,87	10,99	4,47	0,34	0,12	0,15	2,9	0,07	0,01	0,02	136	3762	952	9	10145	0,5	189,38	31	1,4	80,4	39,9	73,2	40,7	
	TS8-P23	54,39	15,78	4,69	1,17	0,76	0,35	9,34	0,24	0,02	322	809	58	25	253	4,1	21	414	79	163	35	20,7	8	9	
	TS4-P21	69,94	11,18	7,99	0,7	1,41	0,25	3,5	0,18	0,02	0,03	68	628	35	1	11000	94,8	14	283	11	136	13	29,2	18	71
Küveler-destek-Altınyon	TS11-P18	45,46	7,91	24,26	0,37	1,01	0,08	2,27	0,13	0,04	0,02	44	1375	589	1	150000	53,2	10	194	10	165	14	24,2	5	198
	Go	66,21	15,23	4,08	0,79	2,22	4	3,38	0,26	0,15	0,068	276	41,85	66,57	13,5	97,17	3,6	24,82	134	218	193	20,74	36	19,8	
KDo	48,56	16,5	12,71	5,84	11,17	2,05	0,91	0,71	0,07	0,22	93,9	208	15	1	14	6,3	9,33	19,4	209	66,4	21,93	1,8	2,9		

Oranlar (%): Au (ppb) ve diğer iz elementler ise (ppm cinsindedir)

GO : Taze granadyorit ortalaması

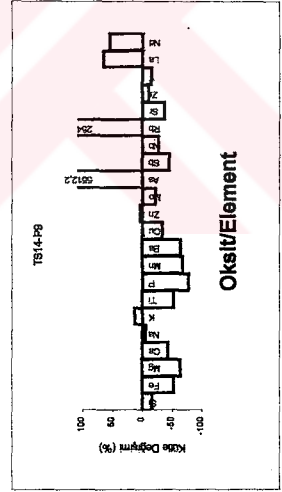
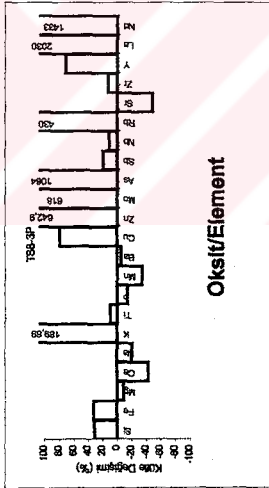
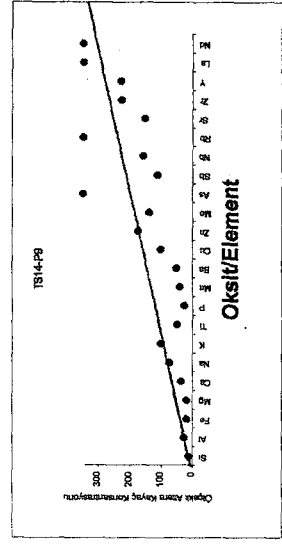
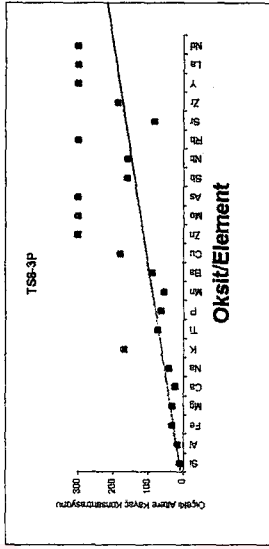
KDO : Taze kuvarsadyorit ortalaması

Çizelge 5.16. Kütle değişim hesaplarında kullanılan altiere kayaçlar ile granadyorit ve granadyorit ortalaması analiz sonuçları

Çizelge 5.17. Alterasyonlarda meydana gelen " % " değişim miktarları

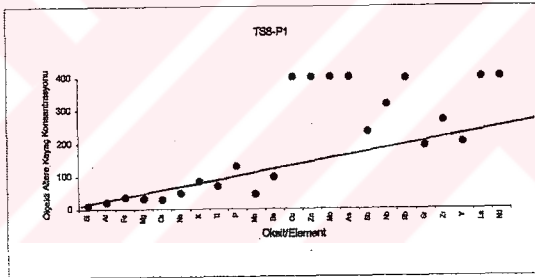
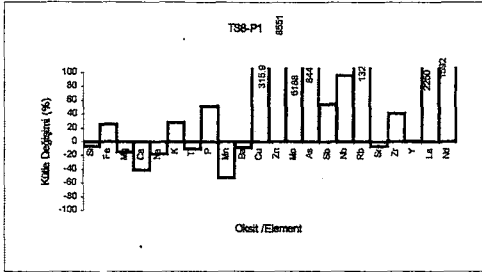
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
TS8-3P	31,91	32,55	-8,9	-43,14	-19,92	189,69	9,7	-14,41	-34,64
TS14-P9	-16,43	-52,69	-64,86	-43,37	-5,51	12,84	-52,88	-77,77	-68,18
TS8-P1	-6,1	24,82	-14,95	-4129	-17,44	27,85	-10,62	51,01	-51,92
TSS-P18	21,55	-14,77	-5,57	-41,58	-21,09	81,32	-5,72	-61,74	-56,96
TS1-P14	-17,59	28,87	72,13	-42,83	-34,28	71,65	-2,86	-39,56	13,32
TSS-P3	-6,95	94,11	195,6	50,93	-31,46	-48,93	8,78	-32,31	26,91
TS6-3P	17,44	27,193	142,8	-64,43	-43,59	3,46	-19,42	24,79	41,02
TS6-P11	3,95	28,72	32,96	-38,49	-13,35	61,59	-24,97	-29,98	31,29
TS8-6P	9,86	105,17	109,7	-0,85	8,66	-2,3	-8,68	-77,77	-30,52
TS8-6b	10,81	110,71	108,8	-0,91	9,71	-28,27	-7,81	-77,55	-29,85
TS8-P12	30,16	126,64	-11,93	-60,11	-95,57	28,74	-23,19	-91,57	-68,37
TS8-13	76,16	24,17	47,25	-34,5	-94,26	34,95	-7,06	-79,59	-42,6
TS13-P11	2,81	104,47	16,59	-89,63	-96,86	24,18	-17,75	-93,02	-86,91
BF-6	-3,18	32,3	-14,58	-95,65	-95,18	34,04	-31,014	-35,74	20,49
TS5-P2	17,48	33,71	29,48	-94,88	-97,16	27,78	18,82	-24,23	42,07
TS11-105	-6,61	476,89	8,66	-68,81	-95,15	26,98	-1,1	-7,7	73,07
TS4-P14	-4,51	67,33	-20,22	-85,8	-96,58	55,37	12,53	-29,98	31,29
TS7-3P	60,12	53,64	-39,64	-92,42	-94,74	20,32	-64,94	-90,65	-64,94
TSS-P23	-23,09	0,14	0,42	1,93	0,91	1,67	-17,33	-55	-15,6
TS4-P21	39,95	157,22	20,92	-13,32	-91,47	41,32	-12,27	-81,8	-48,82
TS11-P15	28,34	1046,3	-9,82	-12,4	-96,14	29,31	-10,61	-48,66	-51,87

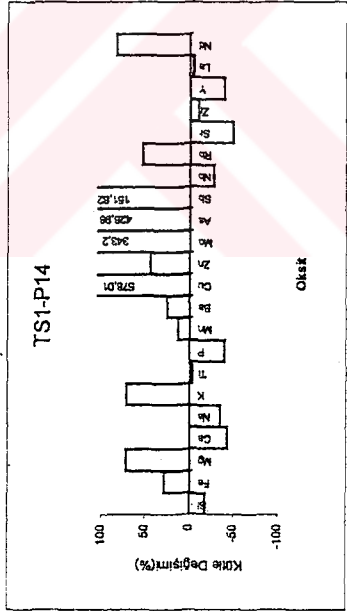
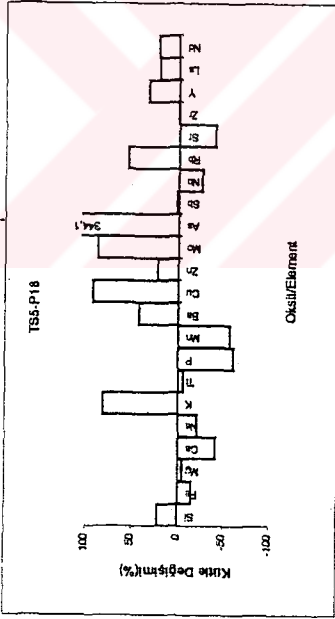
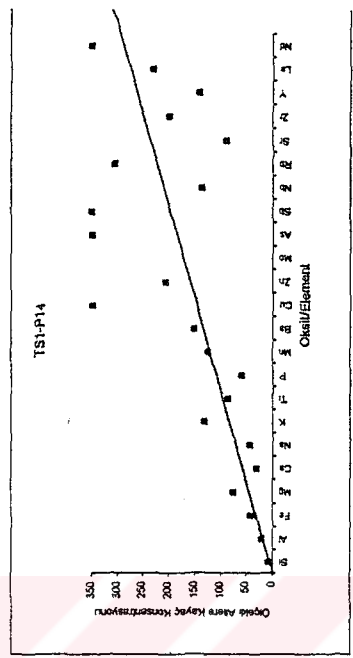
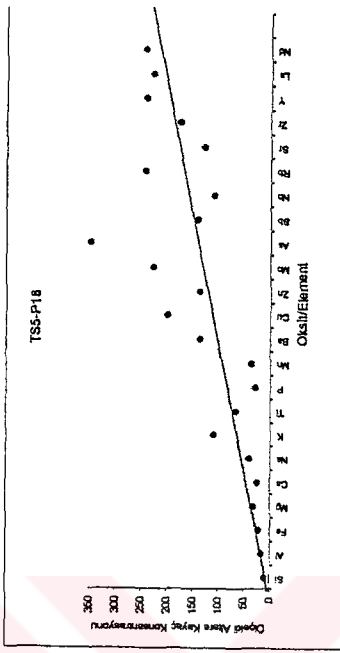
	Ba	Cu	Zn	Mo	As	Sb	Nb	Rb	Sr	Zr	Y	La	Nd	M ⁰ /M ¹
TS8-3P	-5,5	79,1	642,9	618	1064	19	11	430	-48	12	71	2030	1433	0,83
TS14-P9	-64,3	-33	3,7	-22	5512,2	-45	-27	254	-37	-11	-15	64	55	1,2
TS8-P1	-8,4	315,9	8551	5188	844	54	96	132	-6,4	41	1	2250	1592	0,94
TSS-P18	42,7	91,96	22,19	87,03	344,1	2,02	-26,01	55,35	-40,7	0,61	32,8	20,5	21,7	0,87
TS1-P14	25,2	578,01	44,11	343,2	428,98	151,8	-26,95	53,89	-48,4	-9,71	-39	-4,57	83,1	1,1
TSS-P3	-43,7	1059,7	527,8	644,6	4,49	182	-18,18	-19,5	-45,3	23,8	-31	6,87	105	0,98
TS6-3P	14,5	902,8	3024	2323	-79,1	338,7	-9,09	11,36	-72,9	-12,2	-40	188	128	0,88
TS6-P11	40,9	868,77	497,4	257,9	510,73	191,8	-15,36	45,31	-31,2	-12,3	-19	18,9	112	0,95
TS8-6P	-33,9	739,4	-54,6	-50,6	62,45	-59,9	-19,37	23,87	-35,4	-12,9	1,84	15	-10	0,9
TS8-6b	-32,9	696,49	-0,16	-50,1	73,23	-53,2	-36,69	30,09	-36	-8,02	2,82	24,1	2,03	0,89
TS8-P12	-67,4	2182,1	802,1	-90,6	1917,8	2086	-28,64	123,5	-96,3	-13,4	-15	-7,46	-11	0,79
TS8-13	-67,3	799,73	-55,4	104,1	-33,84	129,6	-7,49	161	-95,5	-11,1	-11	-34,3	-23	0,65
TS13-P11	-62,1	8644	-57,3	-92,3	7516	257,6	-40,95	226,4	-95,6	-16,4	-19	24	53,3	0,95
BF-6	-41,3	754,51	165,7	514,1	309,69	194,5	-22,32	58,58	-96,6	-15	-30	1,46	94,7	1,03
TSS-P2	29,5	11850	29,28	1432	102831	594,6	-8,4	45,34	-97,6	-26,3	-23	19,6	130	0,87
TS11-105	-41,3	330735	233,2	874,3	142386	7361	11,56	129,9	-97,3	-35,4	33,5	27,5	180	0,72
TS4-P14	-34,3	22071	175,7	164,5	107994	1359	-15,36	70,44	97,8	-48,2	-14	2,27	112	0,95
TS7-3P	-30,9	12506	640,4	-6,51	14542	80,52	970,1	-67,5	-99,5	-41,5	150	170	188	0,71
TSS-P23	12,6	1764,5	-18,4	78,61	151,13	9,85	-18,39	198,6	-62,1	-18,5	62,8	-47,5	-61	1,04
TS4-P21	-67,4	1947,9	-30,3	-89,9	15349	2349	-23,02	188,8	-96,3	-3,73	-14	4,87	10,3	0,73
TS11-P15	-69,3	6226	1551	-85,7	297123	2745	-22,43	179,3	-97,6	84,8	30	22,6	-51	0,52



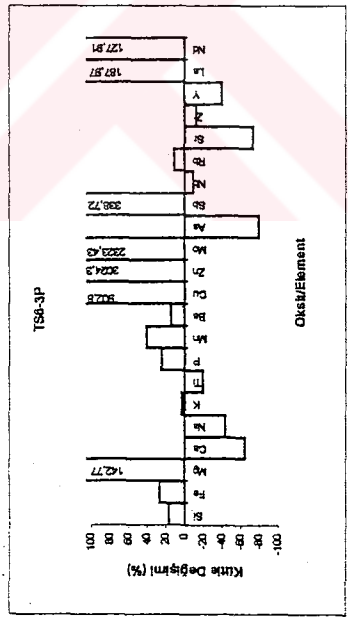
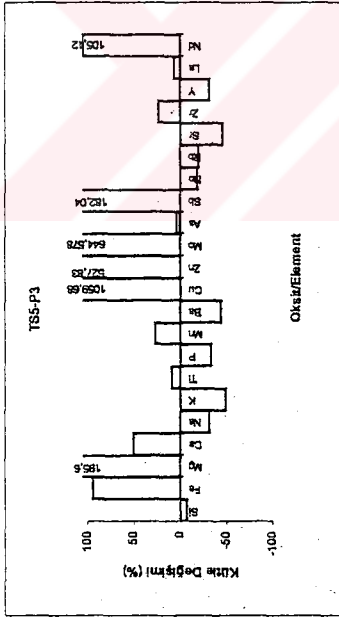
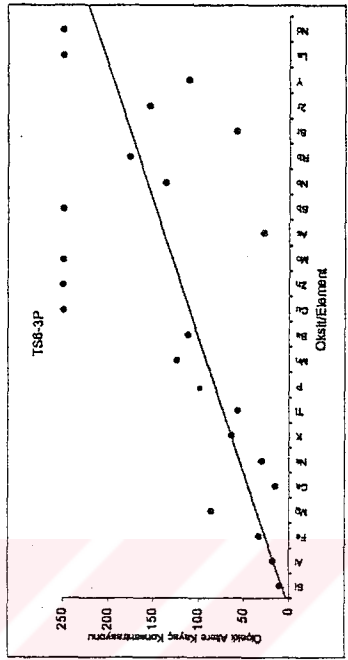
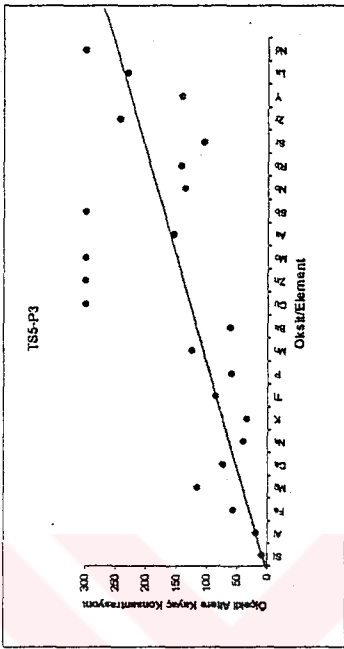
Şekil 5.56a. Potasik alterasyona uğramış kuvars diyoritlerdeki oksit ve eser elementlerin "%" değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler

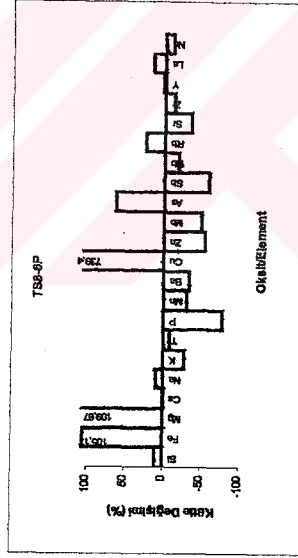
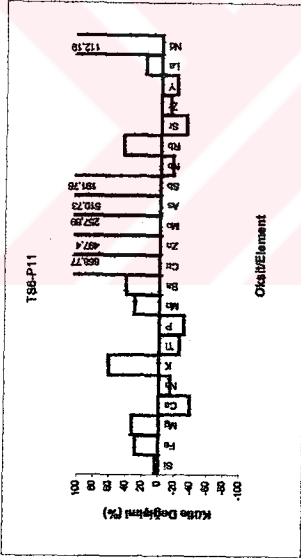
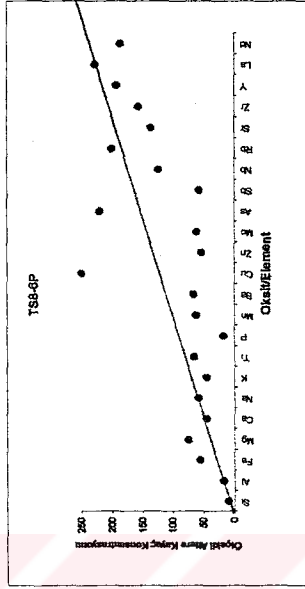
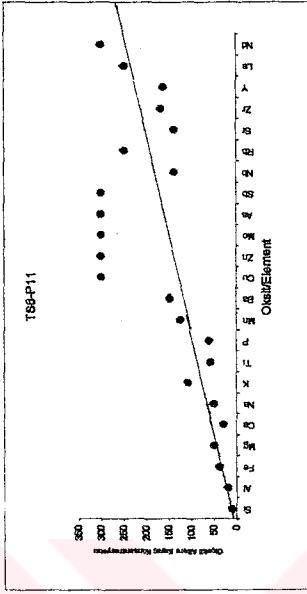
(Şekil 5.56a' nın devamı)





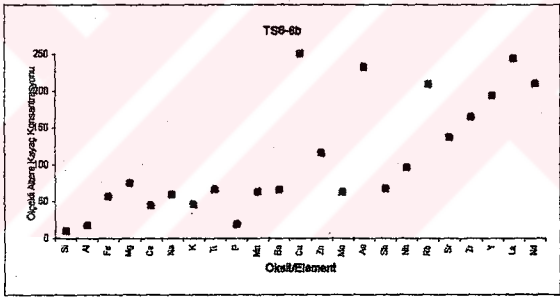
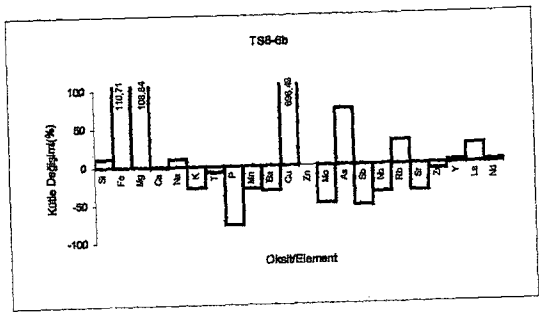
Şekil 5.56b. Potasik alterasyona uğramış granodiyorit oksit ve eser elementlerin "% "değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler





Şekil 5.56c. Serisit-klorit alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin "% değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler

(Şekil 5.56c' nin devamı)



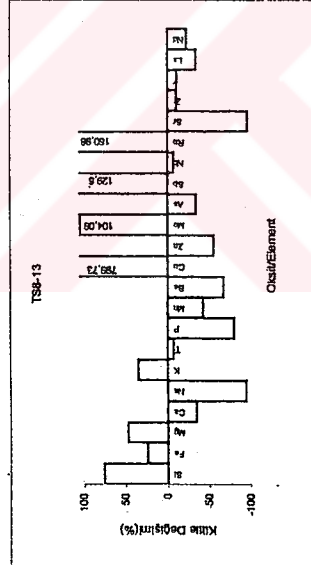
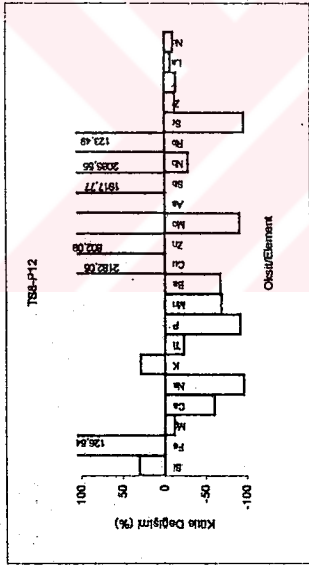
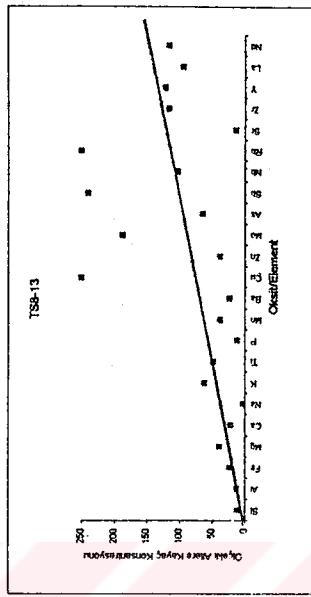
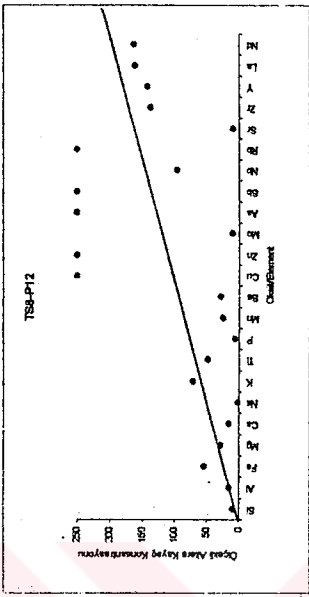
Granodiyoritlerin fillik alterasyonu sonucunda, FeO konsantrasyonlarında % 476'ya varan, K₂O konsantrasyonlarında ise % 55 varan bir artış söz konusudur. Na₂O, P₂O₅ ve CaO konsantrasyonlarında ise % 97 varan düşüşler görülmektedir. SiO₂ miktarında ise genelde artış görülürken, bazı numunelerde, % 3,2-6,6 arasında düşüşler görülmektedir. TS4-P14 rumuzlu numunede, TiO₂ ve % 12,5 oranında artarken, diğer numunelerde, % 1 ile % 65 arasında düşüşler izlenmektedir. Fillik alterasyonda MnO düzenli bir artış veya azalma göstermemektedir (şekil 5.56d).

Kuvars-serisit-karbonat alterasyonundaki CaO konsantrasyonunda azalma görülmesine rağmen bu kaybın diğer alterasyonlara göre daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir (şekil 5.56e).

Cevherleşmenin en yoğun olduğu zonu temsil eden fillik alterasyonda, sülfid içeren kılcal damarcıkların yoğunluklarına bağlı olarak, Cu'da, 3300, As 'de 1424, Sb ise 73 kata varan artışlar gözlenmektedir. Rb konsantrasyonundaki artış oranı, K₂O ile doğru orantılı olarak değişmekte olup, %226'ya varan artışlar izlenmektedir. Sr konsantrasyonu ise, CaO ile birliktelik summakta olup, ortalama %96 civarında kayıp söz konusudur.

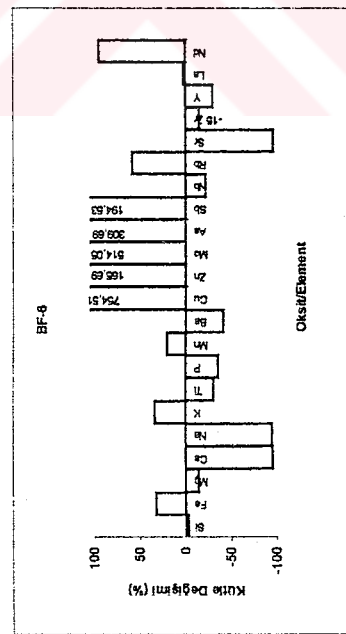
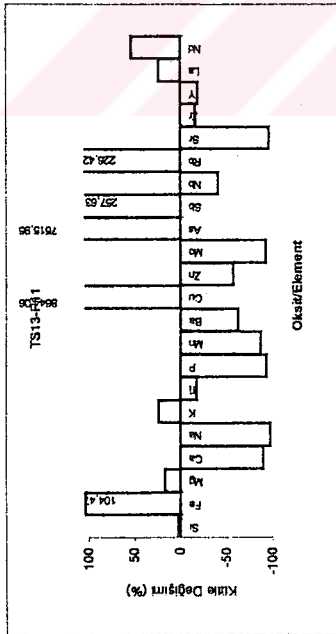
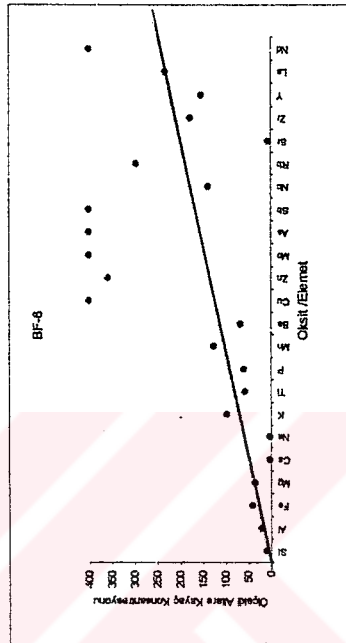
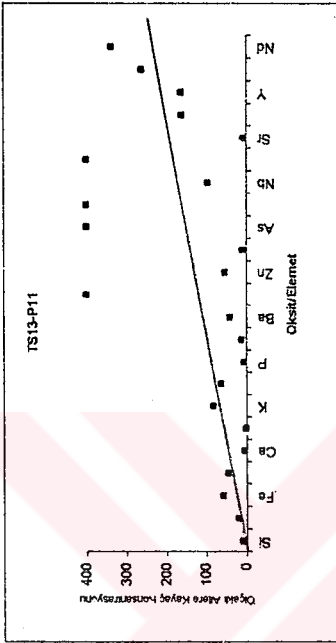
Çalışma alanı içerisinde belirlenen cevherleşmenin en yoğun olduğu fillik alterasyonda, üstte anlatıldığı gibi, Na, Ca ve Mg azaldığı ve K'un arttığı belirlenmiştir. Bu durum düşük pH ve nisbeten yüksek ısı koşullarında, plajiyoklaz ve mafik minerallerin serisitleştiklerini göstermektedir. Serisitleşmeyi sağlayan K, muhtemelen hidrotermal çözeltilerden kaynaklanmaktadır. Fillik alterasyon esnasında, ferromagnezyumlu minerallerden, açığa çıkan Fe⁺² fillik alterasyon esnasında veya daha sonra gelişen kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda piriti oluşturmaktadır.

Potasik alterasyonda maksimum % 12'lere varan kütle artışları meydana gelirken, fillik ve kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda bu miktarın % 48 ulaştığı görülmektedir (çizelge 5.17).

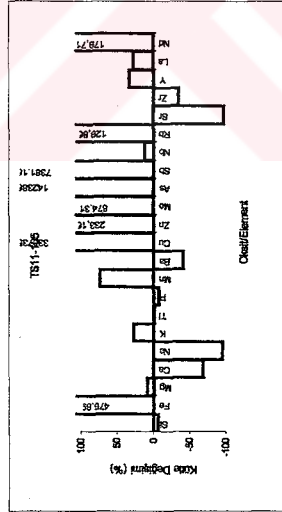
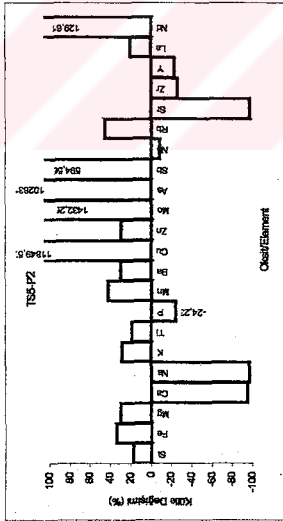
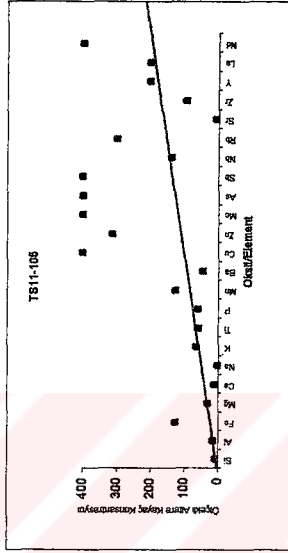
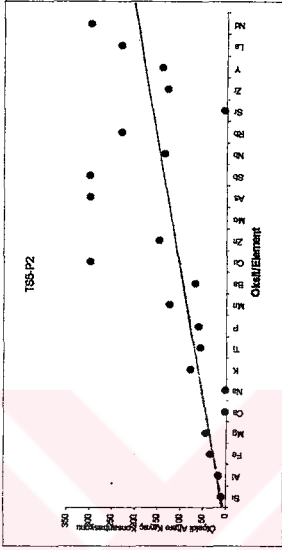


Şekil 5.56d. Filik alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin " % "değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler

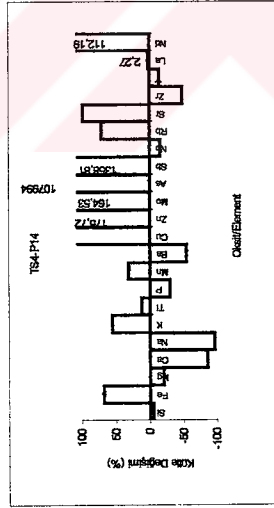
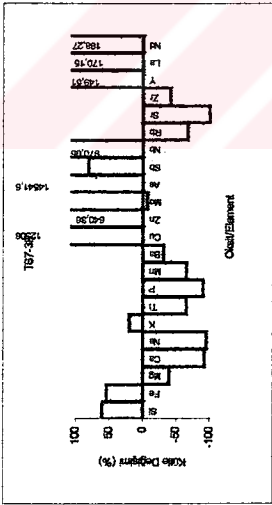
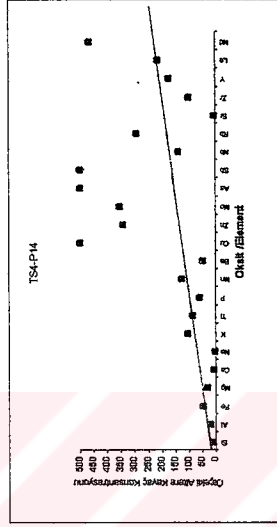
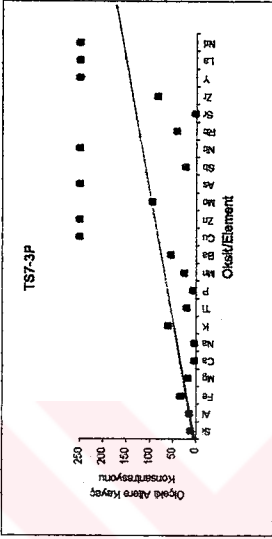
(Şekil 5.56d 'nin devamı)

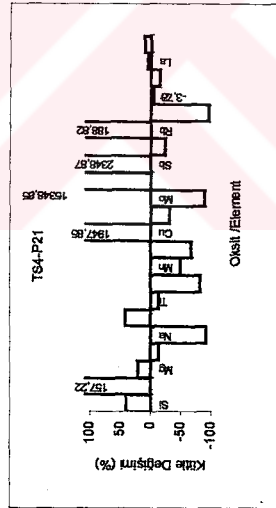
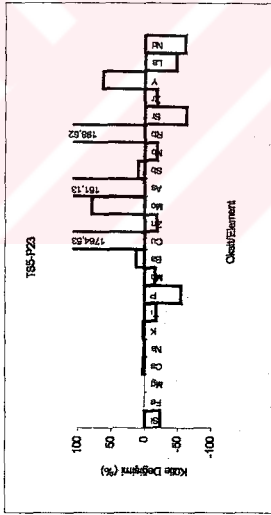
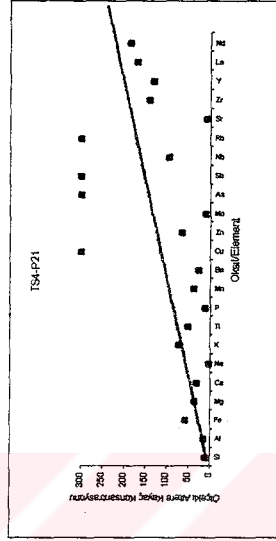
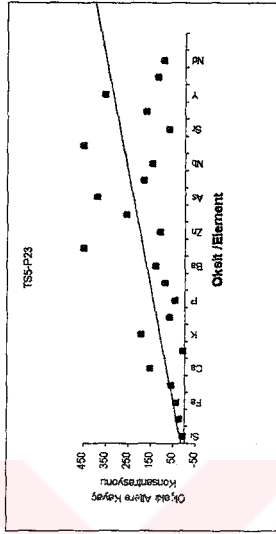


(Şekil 5.56d 'nin devamı)



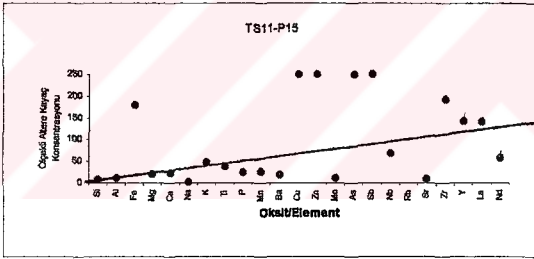
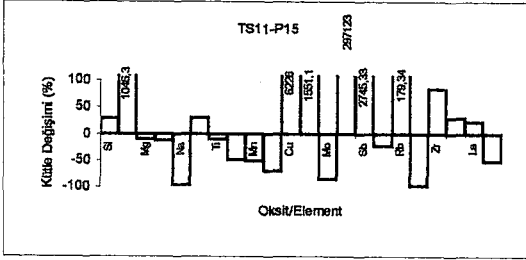
(Şekil 5.56d' nin devamı)





Şekil 5.56e. Kuvars-serisit-karbonat alterasyona uğramış granodiyoritteki oksit ve eser elementlerin " % "değişim miktarlarını ve izokonun konumunu gösteren histogram ve grafikler

(Şekil 5.56e' nin devamı)



5.4. Kükürt izotop çalışmaları

Çalışma alanında derlenen 9 adet numunede ^{34}S izotop çalışması yapılmıştır. Bu numunelerden 3 tanesi fillik alterasyona ait iken, 6 tanesi ise fillik alterasyon ile kuvars-serisit-karbonat alterasyonu içerisindeki kuvars veya kuvars-karbonat damarlarına aittir (çizelge 5.18).

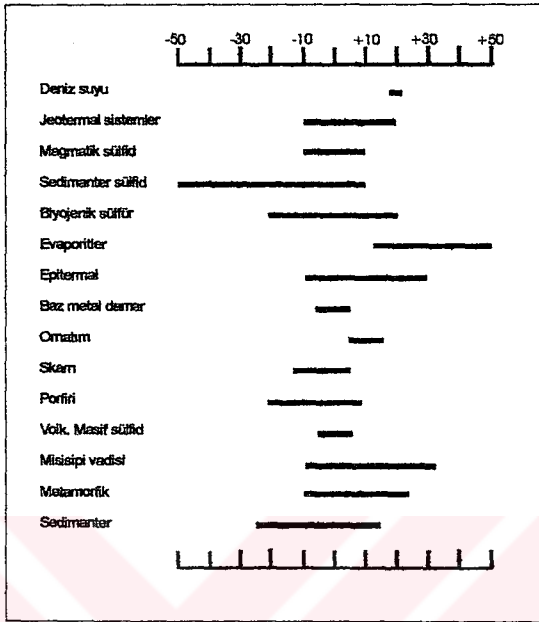
Porfiri bakır yataklarında ^{34}S izotop değerleri -3 ile +1 %₀ arasında değişen dar bir aralığa sahip olup, magmatik kayalardaki sülfid kaynaklarına benzemektedir (Ohmoto ve Rye, 1979).

Daha sonraki yıllarda porfiri bakır yataklarında, meteorik kökenli hidrotermal akışkanların etkiyle gelişmiş alterasyondan da derlenen numunelerde ^{34}S değerlerinin +10 kadar ulaştığı belirlenmiştir (şekil 5.57).

Çalışma alanından derlenen numunelerde ölçülen değerler, hidrotermal alterasyonun [muhtemelen potasik ve piropilitik alterasyon sonrası evrede serisitlik ve ileri arjilik alterasyon esnasında (Sawkins, 1984)] geç dönemlerdeki meteorik sularla gelişmiş alterasyonlara ilgili olup, ^{34}S oranları %₀ 4,6-%₀ 8,1 arasında değişmektedir.

Çizelge 5.18. ^{34}S izotop ölçümü yapılan örneklerin özellikleri

Numune No	Alterasyon Mineralleri	Cevher Mineralleri	^{34}S Değerleri
TS4-P17	Kuv, ser, karb	apr, pr, kk, kv	6,4
TS6-P14	Kuv, ser, kl	pr, mk, kpr, sf, ga	4,6
TS11-P13	Kuv, ser	pr, sf, kpr, ga	7,8
TS5-P20	Karb-kuv damarı	apr, sf, pr, kpr, mo	4,7
TS10-P9	Kuv damarı	apr, pr, kpr, gl, mo, mk	5,9
TS11-P8	Kuv-karb damarı	apr, sf, ga	5,4
TS12-P9	Kuv-ser-karb damarı	apr, kpr, mk, pr, sf	7,8
TS13-P3	Kuv-karb damarı	apr, kpr	7,5
TS13-P13	Karb-kuv damarı	apr, mk, pr, kpr	8,1



Şekil 5.57. Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin ^{34}S değerleri (Rye ve Ohmoto, 1974; Ohmoto ve Rye, 1979; Akande ve Zentilli, 1983; Shimazaki, 1988; Fonteilles ve diğ., 1989; Branam ve Ripley, 1990; Fu ve diğ., 1991; Layne ve diğ., 1991)

5.5. Sıvı kapanım çalışması

Topalkem porfiri bakır mineralizasyonundaki alterasyon zonları ile Nazaruşağı altını-bakırlı kuvars damarlarından alınan 18 adet örnekte sıvı kapanım çalışması yapılmıştır. Örneklerdeki sıvı kapanım boyutlarının çok küçük olması ve çok fazla sayıda sıvı kapanımların kapanılamaması nedeniyle çalışmalar esnasında çok fazla sayıda homojenleşme sıcaklıkları elde edilmemiştir. Tuzluluk değerlerinin belirlenmesi için soğutma deneyleri yapılmış ancak sıvı kapanımların boyutlarının küçük olması ve kararsızlık sunmaları nedeniyle alterasyon zonlarındaki tuzluluk değerleri ölçülememiştir.

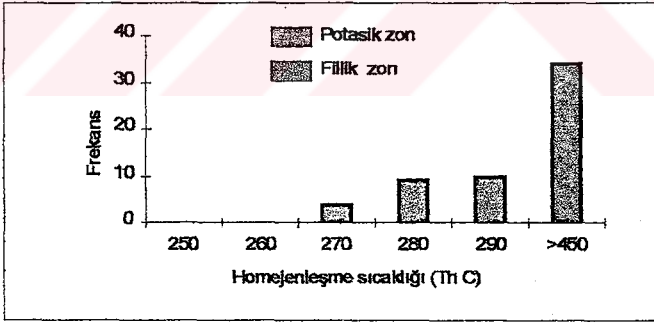
Sıvı kapanım çalışmaları potasik ve fillik alterasyondaki ikincil kuvars ve kuvars damarcıklarında yapılmıştır. Bu alterasyon zonlarındaki sıvı

kapanımlar, küçük boyutlu (3-12 mikron) ve oldukça değişik şekilde görülmektedir. Bunlar birincil kökenli olup, iki fazlı [sıvı+gaz (H₂O)] kapanımlardır.

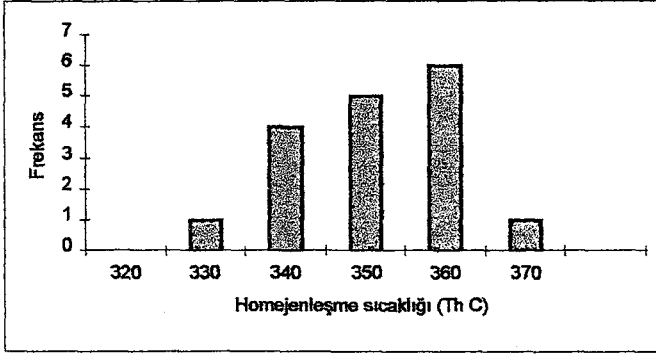
Potasik zondaki ikincil kuvarslardaki birincil kapanımlarında yapılan 28 ölçümünde 450°C üstünde sıcaklık ölçülmüştür. Fıllık alterasyondaki kuvars damarlarındaki birincil kapanımlardan ise 21 tane ölçüm yapılmış olup, 260-300°C arasında sıcaklık ölçülmüştür (şekil 5.58).

Nazarusağı Au-Cu içeren kuvars damarlarında yapılan çalışmalar sonucunda ise sıvı kapanımların 3-35 mikron arasında boyutlara sahip, birincil kökenli ve iki fazlı [sıvı+gaz (H₂O)] olduğu belirlenmiştir. 17 adet homojenleşme sıcaklığı ölçülmüş ve bu değerlerin 320°C ile 370°C arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu grup sıvı kapanımların büyük olmaları ancak yüksek kararsızlık sunmaları nedeniyle dondurma deneyleri yapılamamıştır (şekil 5.59).

Hidrotermal yatakları oluşum sıcaklıklarına sınıflayan Lindgren, (1993), ve Evans, (1987) göre, Nazarusağı Au-Cu içeren kuvars damarlarının katatermal/hipotermal oldukları görülmektedir.



Şekil 5.58. Potasik ve propilitik alterasyondaki ikincil kuvars minerallerinin birincil kapanımlarında ölçülmüş homojenleşme sıcaklıkları (Th°C)



Şekil 5.59. Nazarsağı kuvars damarlarındaki kuvars birincil kapanımlarından ölçülmüş homejenleşme sıcaklıkları (Th⁰C)

6. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

Baskil (Elazığ) güneyindeki 77 km² çalışma alanında, sadece magmatik kayalar mostra vermektedir. Bölgenin jeodinamik gelişiminin açıklanmasında bu magmatik kayalar önemli rol oynamaktadır.

Önceki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, bölgedeki Üst Kretase yaşlı magmatik kayaların oluşumu tartışmalıdır. Bu çalışma kapsamında sorunu çözmeye yönelik de araştırmalar yapılmıştır. Yapılan petrografik ve jeokimyasal incelemeler sonucunda, Baskil güneyindeki magmatitlerinin farklı iki evrede oluştuğu belirlenmiştir.

Birinci evrede oluşmuş kayalar için Baskil Magmatitleri ismi kullanılmıştır. Saha ve laboratuvar verileri birlikte değerlendirildiğinde, bu evredeki kayaların diyorit/kuars diyorit, monzodiyorit ve tonalitten meydana geldiği ve yitim sonucunda oluşmuş I tipinde, kalkalkalin bir magmatizmanın ürünleri olduğu belirlenmiştir.

İkinci evre olarak ayırt edilen Bilaser Tepe Magmatitleri ise, ilk defa bu çalışmada ayırt edilmiş olup, granit, granodiyorit ile bunların yarı derinlik ve yüzey kayalarından oluşmaktadır. Baskil Magmatitleri ile intrusif ilişkili olan bu kayaların çarpışma sonrası (post-COLG) kalkalkalin bir magmatizmanın ürünleri olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında Bilaser Tepe Magmatitleri adı altında incelenen bu kayaların petrografik özellikleri (Chappel ve White., 1974) 'ın ileri sürdüğü kriterler gözönüne alınıp ta incelendiğinde "I" tipine daha yakın oldukları görülmektedir.

Bilaser Tepe Magmatitlerinin mafik mineral olarak hornblend ve biyotit içerdiği, oksit mineral olarak ise manyetit ilmenite göre daha yaygın olduğu, tali bileşen apatit, zirkon, sfen ve turmalin içerdiği belirlenmiştir. Bu Magmatitlerin "S" tipi bir magmatizmanın ürünü olması halinde, bu mineral parajenezini görülmesi mümkün olmayacaktır (çizelge 4.6.). Ayrıca,

geniş bir SiO₂ aralığına, düzenli element dağılımı ile örneklerin büyük bir çoğunluğunun metaalfümüne özellikte olması, "I" tipi bir magmatizma görüşünü de desteklemektedir.

Esas ve eser elementler üzerinde yapılan petrojenetik incelemeler sonucunda, Bilaser Tepe magmatitlerine ait örneklerin büyük bir bölümü çarpışma sonrası granitoyid (post-COLG) olarak yer alırken, bir kısmı da, çarpışma ile eş zamanlı granitoyid (Syn-COLG) bölgesinde bulunmaktadır. Rb-(Y+Nb) (Pearce ve diğ., 1984) diyagramlarında ise, numuneler Syn-COLG, VAG ile WPG sınır çizgilerine yakın yerlerde kümelenmektedir. Bu alan, Harris ve diğ (1986) tarafından post-COLG olarak tanımlanmıştır.

Sonuç olarak Bilaser Tepe Magmatitlerinin bazı diyagramlarında yay magmatizması bazı diyagramlarda da çarpışma sonrası veya yay-levha içi geçiş özelliği göstermesi ve daha önce yerleşmiş olan bir ofiyolitik birimi kesmesi nedeniyle bu birimin çarpışma sonrası (post-COLG) kalkalkalin bir plüton olabileceği ifade edilebilir.

Topalkem Mahallesi civarındaki porfiri Cu mineralizasyonu ile Baskil güneyindeki Nazaruşağı Au-Cu kuvars damarları, Bilaser Tepe Magmatitleri içerisinde yer almaktadır. Topalkem Mahallesi civarındaki porfiri Cu mineralizasyonuna, granodiyorit, granitporfir ve dasitporfir ile Baskil Magmatitlerine ait kuvars diyoritler içerisinde, saçınımlı, stockwork ve damarlar şeklinde rastlanmaktadır. Cevherleşme geniş alterasyon alanları ile birlikte bulunmaktadır.

Alterasyon tipi olarak, Lowell ve Guillbert (1970) tarafından tanımlanan alterasyon parajenezine uygun, potasik, propilitik ve fillik alterasyonlar ayırt edilirken, bu sınıflamada yer almayan kuvars-serisit-karbonat alterasyonu da belirlenmiştir.

Alterasyondaki zonaliteye bağlı olarak ; Potasik zonda; manyetit, ilmenit, pirit, kalkopirit propilitik zonda; manyetit, ilmenit, pirit, kalkopirit, fillik zonda; ilmenit, pirit, kalkopirit, kuvars-serisit-karbonat zonunda ise; pirit, arsenopirit, kalkopirit, molibdenit, nabit bizmut ve bizmutin gibi cevher

mineralleri bulunmaktadır. Topalkem (Baskil) porfiri bakır mineralizasyonu zonunun dışında yer alan, mesotermal kuvars damarları, kalkopirit, pirit, bizmut, manyetit, galenit, sfalerit ve altın içermektedir.

Porfiri yatakların oluşumu ile ilgili olarak kabul edilen hakim iki farklı model vardır. Bunlar, ortomagmatik ve konvektif modellerdir. Ortomagmatik modelde, cevherleşmeye yol açan hidrotermal sıvılar, yüksek sıcaklıklı (400-750°C), tuzlu (% 15-60), % 95'den fazla magmatik unsur içeren, magmatik kökenli sıvılardır. Kaynama, çok fazlı olarak gerçekleşmiştir. Bunun aksine olarak, konvektif modelde cevherleşmeye yol açan hidrotermal sıvılar, düşük sıcaklıklı (250-450°C), düşük tuz içerikli (<15), % 5 civarında magmatik unsur içeren, meteorik kökenli sıvılardır. Kaynama olayı ise sınırlıdır.

Topalkem Mahallesi civarındaki fillik alterasyonda yapılan sıvı kapanım çalışmalarına göre, birincil kapanımlar, iki fazlı olup, 250-300°C arasında homojenleşme sıcaklıklarına sahiptir. Potasik alterasyonda ise, homojenleşme sıcaklığının 450°C' den yüksek olduğu belirlenmiştir.

Topalkem Mahallesi (Baskil) porfiri Cu mineralizasyonunda, ortomagmatik ve konvektif sistemler birlikte etkili olmuşlardır.

Yapılan kütle değişimi çalışmaları sonucunda, kuvars diyoritlerdeki potasik alterasyonda, SiO_2 , Fe_2O_3 ve K_2O da artış gözlenmektedir. Buna karşılık MgO , CaO ve Na_2O ' da ise, kütle kaybı belirlenmiştir. Benzer durum, potasik alterasyona uğramış granodiyoritte de gözlenmesine rağmen, farklı olarak MgO kazanç sözkonusudur. Bu da kuvars diyoritten, granodiyorite doğru, Mg geçişinin olduğunu göstermektedir. Propilitik alterasyona uğramış (kuvars-serisit-klorit) granodiyoritte ise, CaO dışındaki tüm oksitlerde, kazanç söz konusudur .

Fillik alterasyon esnasında Na_2O ve CaO kütle kaybı belirlenirken diğer ana oksitlerde kazanç söz konusudur. Benzer durum, kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda izlenmesine rağmen, CaO kütle kaybı fillik alterasyona göre daha azdır.

Bütün alterasyonlarda, metalik elementlerde büyük miktarda zenginleşme olmuştur. Zn ve Mo, potasik alterasyonda daha fazla zenginleşirken, Cu, As ve Sb'nin, fillik ile kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda zenginleştikleri belirlenmiştir. Ortomagmatik evrede gelişmiş potasik zon içerisindeki sülfid mineralleri, konverjen evrede, hareketlenerek fillik ve kuvars-serisit-karbonat alterasyon zonunda yeniden zenginleşmişlerdir.

Fillik ve kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda yapılan ^{34}S izotop çalışmaları sonucunda ise, ^{34}S değerlerinin, %0 4,6 - %0 8,1 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler iki alterasyon tipinin muhtemelen meteorik akışkanlardan itibaren geliştiğine işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akay, E., ve Herece, E., 1992. Orta Doğu Toroslar'da volkanitsiz Eosen ile volkanitli Eosen çökellerinin ilişkileri ve olası bir transform fay. Türkiye 9. Petrol kongresi T.M.M.O.B. Petrol Mühendisleri Odası. p. 350-358.
- Akande, S.O. and Zentilli, M., 1983. Geologic, fluid inclusion and the stable isotope studies of the Gays River lead-zinc deposit, Nova Scotia, Canada: *Econ. Geol.*, 79. p. 1187-1211.
- Akgül, M., 1987. Baskil Elazığ granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. *Yerbilimleri Geosound*, sayı 18, 67-78.
- Akgül, B. ve Bingöl, F., A, 1997. Piran köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaların petrografik ve petrojenetik özellikleri. *Selçuk Üniv. Müh-Mim. Fak. 20. Yıl Jeoloji Semp. Bildirileri* 13-14.
- Aktaş, G., and Robertson, A.H.F., 1984. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neothyan active margin. In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F., *Geol. Evolution Eastern Medit.*, Geol. Soc. London Spec. Pub. 14, p. 361-373
- Akyol, Z., Kadioğlu, H., ve Adıgüzel, O., 1986. Elazığ-Baskil-Karakaş demir yatağı maden jeolojisi ve rezerv raporu, M.T.A Malatya Bölge Müdürlüğü Kütüphanesi, Rapor no: 372.
- Asutay, H.J., 1985. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi: A.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, (yayımlanmamış), 156, Ankara.
- Asutay, H.J., 1988. Baskil (Elazığ) çevresinin jeolojisi ve Baskil magmatitlerinin petrolojisi. *M.T.A Dergisi*, sayı 107, 49-72, Ankara.
- Asutay, H.J., ve Poyraz, N., 1983. Kömürhan ofiyolitlerinin iç yapısı ve Doğu Toros kuşağının evrimdeki yeri. *International Symposium on the Geology of The Taurus Belt. Abstracts*, p. 58-59.
- Asutay, H.J., ve Turan, M., 1986. Doğu Toroslar Keban- Baskil dolaylarının jeolojisi. *M.T.A. Rap. No. 8008*, 1545.
- Balçık, A., Tüfekçi, M., Ş., Koyuncu, M., ve Ulutürk, Y., 1978. Keban Madeni, Derebaca ve Fırat ocağı geliştirme raporu. *M.T.A Raporu Maden Etüd No: 1581*.
- Barbarin, B., 1991. Contrasted origins for the "poligenic" and "monogenic" enclave swarms in some granitoids of the Sierre Nevada batholith, California, *Terra abstract*, 3, 32.
- Baştuğ, M.C., 1980. The nature of the interface between the Arabian autochthon and the Eastern Taurids in SE Turkey, 26 the international Geological Congress, Abstracts, 315.

- Batchelor, B. and Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chem. Geol.*, 48, p. 43-55.
- Beyarslan, M., 1991. İspendere Ofiyolitinin petrografik özellikleri: F.Ü. Fen Bilimleri Enst, Yüksek Lisans Tezi, (yayımlanmamış), 57 s, Elazığ.
- Beyarslan, M., 1997. Elazığ çevresindeki ofiyolitlerin petrografik özellikleri. Selçuk Üniversitesi Müh.- Mim. Fak. 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler, 125-134.
- Biju-Duval, B., Dercourt, J. et Le Pichon, X., 1977. From the Tethys Ocean to the Mediterranean Sea: A plate tectonic model of the evolution of the Western Alpine System. Intern. Symposium on the structural history of the Mediterranean Basins. Split, Yugoslavie 25-29 oct.1976, B.Biju-Duval et L. Montadert edit, ed. Tecnic., Paris 143-164.
- Bingöl, A.F., 1984. Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: In: O. Tekeli ve M.C. Göncüoğlu (eds), *Geology of the Taurus Belt int symp. Proceedings* 199-208.
- Bingöl, A.F., 1988. Petrographical and petrological featural setting on the intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). *Jour. Fırat Univ.* 3/2, 1-17
- Bingöl, A.F., 1994. Çermik yöresinde (Diyarbakır, Güneydoğu Yürkiye) Koçali Karmaşığ'ına ait magma kayalarının jeokimyası ve petrolojisi, *TÜBİTAK Yerbilimleri Dergisi*, 3,55-61.
- Bingöl, A.F., ve Beyarslan, M., 1995. Elazığ Magmatitleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. *K.T.Ü. 30. Yıl sempozyumu, Trabzon*, 208-224.
- Boray, A., 1973. The structure and metamorphism of the Bitlis Area S-E Turkey. Thesis Submitted for the Degree of Doctor of philosophy in the university of LONDON.
- Boray, A., 1976. Bitlis metamorfizleri (masif) üzerine, *Yeryuvarı ve insan* 1/1, 74-76.
- Branam, T.D. and Ripley, E.M., 1990, Genesis of sediment-hosted copper mineralization in south-central Kansas: sulfur/carbon and sulfur isotope systematics: *Econ. Geol.*, 85, p. 601-621.
- Carten, R.B., 1986. Sodium- calcium metasomatism: Chemical, temporal, and spatial relationships at the Yerington, Nevada, porhyry copper deposit: *Econ. Geol.*, V. 81, p. 1495-1519.
- Chappell, B.W. and White, A.J.R., 1974. Two contrasting granite types: Expanded abstract, *Pacific Geology*, 8, 173-174.
- Debon, F. and Le Fort, P., 1988. A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principles, methods, applications: *Bull. Mineral.*, V. 111, p 493-510.

- Dewey, J., F., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F., and Bonnin, J., 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine System. Geol. Soc. America Bulletins, V. 84, pp. 3137-3180.
- Diles, J., H., and Einaudi, M., T., 1992. Wall Rock Alteration and Hydrothermal Flow Paths about the Ann- Mason Porphyry Copper Deposit, Nevada- A6- km vertical reconstruction. Economic geology, 87, 1963-2001
- Dumanlılar, Ö., 1993. İspendere. (Malatya) civarı magmatitlerinin jeolojisi ve petrografisi. A.Ü Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, (Yayımlanmamış), 62s, Ankara.
- Dumanlılar, H., 1998. İspendere (Malatya) ve çevresindeki cevherleşmelerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış) A.Ü. Fen Bilimleri Enst. (yayımlanmamış). Ankara.
- Engin, T., Özkan, Y.Z., Şener, F. ve Toprak, B., 200.1/2000000 ölçekli Türkiye Metolojenez haritası MTA.
- Erdoğan, B., 1977. Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region SE Turkey, University of New Brunswick Ph.d. Thesis 288p.
- Erlar, A., 1982. Madenköy-Siirt masif sülfid yatağı çevresindeki hidrotermal alterasyonlar. O.D.T.Ü., Doç. Tezi, 131 s., (yayımlanmamış).
- Evans, A.M., 1987. An Introduction to Ore Geology. Blackwell Sci. Publ (second edition). 385s
- Evensen, N.M., Hamilton, P.J. and O'nioms, R.K., 1978. Rare earth abundances in chondritic meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta, 42, 1199-1212.
- Fonteilles, M., Soler, P., Demange, M., Derre, C., Krier-Schellen, A.D., Verkaeren, J., Guy, B. and Zahm, A., 1989. The scheelite skarn deposit of Salau (Ariege, French Pyrenees) : Econ. Geol., 84, p. 1172-1209.
- Fu, M., Changkakoti, A., Krouse, H.R., Gray, J. and Kwak, T.A.P., 1991. An O, H, S and C isotope study of carbonate-replacement tin deposits of the Dachang tin field, China: Econ.ç Geol., 86, p. 1683-1703.
- Göncüoğlu, M.C. and Turhan, N., 1984. Geology of the Bitlis Metamorphic Belt, Geology on the Taurus Belt Proceedings, O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (edit).
- Grant, J.A., 1986, The isocon diagram- a simple solution to Gresen's equation for metsomatic alteration, Economic Geology, V. 81, p. 1976-1982.
- Greinens, R.L., 1967, Composition- volume relationship of metasomatism. Chem. Geology, V. 2, p. 47-55.

- Hall, R., 1974. The structure and petrology of an ophiolitic melange near Mutki, Bitlis province Turkey. Thesis submitted for the degree of P.h.D. University of London.
- Harris, N.B.W., Pearce, J.A. and Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In Coward, M.P. ve Ries, A.C., Collision tectonics, Geological Society of London Spec. Publ., no: 19,67-81.
- Helvacı, C., and Griffin, W.L., 1983, Rb-Sr geochronology of the Bitlis massif, Avnik (Bingöl) area, S.E. Turkey: Geol.Soc.London.Jour.
- Herece, E., Akay, E., Küçümen, E., ve Sariaslan, M., 1992. Elazığ- Sivrice-Palu dolayının jeolojisi. M.T.A Genel Müdürlüğü, M.T.A arşiv no: 9634.
- Hibbard, M.J., 1991. Textural anatomy of 12 magma mixed granitoid systems, in: Didier, J. and Barbari, B., Enclaves and granite Petrology, Development in Petrology, 13, Elsevier, p. 431-444.
- Huston, D.L. and Cozens. G.J., 1994. The Geochemistry and alteration of the White Devil porphyry: Implications to the intrusion timing. Mineral. Deposita, V. 29, p. 275-287.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. , 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can. Jour. Earth Sci., 8, 523-548.
- Jakes, P. and White, J.R., 1970. K/Rb ratios of rocks from island arcs. Geochim. Cosmochim. Acta, 34, 849-856.
- Ketin, İ., 1966. Anadolunun tektonik birlikleri: M.T.A Dergisi, 6, 20-34
- Kipman, E., 1976. Keban'ın jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doktora tezi. İst. Üni. Fen fak. Mineroloji ve Petroloji Kürsüsü.
- Layne, G.D., Longstaffe, F.J. and Spooner, E.T.C., 1991. The Jc tin skarn deposit, S. Yukon Territory: 2. A carbon, oxygen, hydrogen and sulfur stable isotope study: Econ. Geol., 86, p. 48-65.
- Lindgren, W., 1933, Mineral deposits: Mc Graw Hill New York
- Lowell, J. D. and Guilbert, J. M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. Econ. Geol., 65, 373-408.
- Mclean, W.H. and Kranidiotis, P., 1987. Immobile elements as monitors of mass transfer in hydrothermal alteration: Phelps Dodge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec. Economic Geology, V. 82, p. 951-962.
- Maniar, P.D., and Piccoli, P.M., 1989. Tectonic Discrimination of Granitoids: Geol. Soc. Of America Bulletin, v. 101, p. 635-643.

- Michard, A., Bouchez, J., and Quazzani-Touhami, M., 1984. Obduction-related planer and the linear Fabrics in Oman. *J. Structure Geol.*, 6, 39-49.
- Mc Kenzie, D.P., 1970. Plate tectonics of the mediterranean region: *Nature*, p. 226-243.
- Mohr, M., 1963. Baskil-Nazarusağı bakır prospeksiyonu hakkında rapor. M.T.A Maden Etüt rapor no: 667.
- Ohmoto, H. and Rye, R.O., 1979. Isotopes of sulfur and carbon: *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits de.*, H.L. Barnes, 2. Baskı, John Wiley and Sons, p. 509-567.
- Özçelik, M., 1985. Malatya güneydoğusundaki maden magmatik kayaçlarının jeolojisi ve tektonik ortamına jeokimyasal bir yaklaşım. *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* p. 19-36.
- Özgül, N., 1981. Munzur Dağının Jeolojisi. M.T.A Rapor Der. No: 6995.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphic and tectonic evolution of the Central Taurides: *Geology of Taurus belt, proceeding.* O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu, M.T.A., Ankara.
- Özkaya, İ., 1978. Ergani-Maden yöresi stratigrafisi: *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* p. 21,129-139.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W and Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrology*, Vol. 25, P 956-983.
- Perinçek, D., 1979. The Geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ-Malatya Area: Guide Book, *Tür. Jeol. Kur. Yayını*, 33s.
- Perinçek, D., ve Özkaya, İ., 1981. Afşin-Elbistan- Göksun-Sarız alanı jeolojisi. T.P.A.O, Rapor no: 4187, Ankara.
- Poyraz, N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) Ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. *Doktora Tezi*, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Ricou, L.E., 1980. Torosların Helenidler ve Zagridler arasındaki yapısal rolü *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* V. 23, p. 101-118.
- Rigo de Righi, M.R. and Cortesini, A., 1964. Gravity tectonics in Foot Hills Structure belt of Southeast Turkey. *Bull. American Assoc. Petroleum Geol.* V. 48. P. 1911-1937.
- Rye, R.O. and Ohmoto, H., 1974. Sulfur and carbon isotopes and ore genesis: a review: *Econ. Geol.*, 69, p. 826-842.
- Sawkins, F. J., 1984. Metal deposits in relation to plate tectonics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 325s.

- Shimazaki, H., 1988. Oxygen, carbon, and sulfur isotope study of skarn deposits in Japan: Proceed. 7th Quadrennial IAGOD Symp., p. 375-381.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock, its proper name. Earth Sci. Rev., 12, 1-13.
- Sungurlu, D., ve Arpat, E., 1978. Türkiye doğu kesiminin jeolojisi ve beklenir kabuk yapısı. T.P.A.O Rapor No: 1204, (yayımlanmamış).
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophyso, 75, 181-241.
- Taponnier, P., 1977. Evolution Tectonique du Systeme Alpin En Medit Erranee. Bull. Soc. Geol. France 19. p. 431-460.
- Turan, M., 1984. Baskil-Aydınlı (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora Tezi. F.Ü. Fen Bil. Enst., 180 s. (yayımlanmamış).
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, F.A., 1995. Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. F.Ü. Fen ve Müh. Bil. Derg., 7 (2), 177-199.
- Tüfekçi, M. Ş. ve Dumanlılar, Ö., 1994. Malatya-İspendere ve Elazığ-Baskil-Nazaruşağı arasında görülen cevherleşmelerin genel görünümü ve maden jeolojisi çalışma raporu: M.T.A. Derleme Rapor No: 9739 (yayımlanmamış).
- Tüfekçi, M.Ş.ve Dumanlılar, Ö.,1998. G.A.P Elazığ ili, Baskil ilçesi, Topaluşağı köyü, M.T.A ruhsatlı Bakır- Altın sahası sonuç raporu. Maden Etüd Arşiv No: 2859.
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis, A global tectonic approach, Dept. of Earth Science University of Leeds, 466p.
- Yazgan, E., 1972. Etude geologique et petrographique du complexe ophiolitique de la region situee au Sud-Est de Malatya et de sa couverture volkano sedimentaire. Mem. Dept. Mineral. Univ. Geneve, no: 4, Doktora Tezi, 236s.
- Yazgan, E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir Paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen): H.Ü Yerbilimleri, 7,83-104.
- Yazgan, E., Asutay, H.J., Gültekin, M.C., Poyraz, N., Sirel, E. ve Yıldırım, H., 1987. Malatya güneydoğusunun jeolojisi ve Doğu Torosların jeodinamik evrimi M.T.A. raporu, No: 2268.
- Yazgan, E. and Asutay, H.J., 1981. Definition of structural units located between Arabian platform and Munzur Mountains and their significance in the geodynamic evolution of the area 35th Congr. Geol. Soc. Turkey, abstracts, p. 44-45.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the eastern Taurus region, Geology of the Taurus belt procoeding. O. Tekeli and M.C Gönçüoğlu (Edit) M.T.A., Ankara.

- Yazgan, E. ve Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. *Türkiye Petrol Jeol. Der. Bül.*, 3, 11-42.
- Yılmaz, H., 1993. İspendere-Kale (Malatya), Baskil, Hankendi (Elazığ) Genel Jeokimyasal Prospeksiyon raporu. Maden Etüt arşiv no: 2669.
- Yılmaz, O., 1971. Etude Petrographique et geochronologique de la region de Cacas: Univ. Grenoble. Doktora Tezi, 230s.
- Yılmaz, S., ve Boztuğ, D., 1994. Granitoyid Petrojenezinde Magma Mingling/Mixing Kavramı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, sayı, 44-45.
- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian Orogen. *Geological Society of America Bulletin*, 105, p. 251-271.
- Zaluski, G., Nesbitt, B., and Muehlenbachs K., 1994. Hydrothermal alteration and Stable Isotope Systematics of the Babine Porphyry Cu Deposits, British Columbia: Implications for fluid evolution of porphyry systems.
- Ziserman, A., 1969. Geological and minings study of Keban madeni, Etibank özel rapor.

ÖZGEÇMİŞ

Özcan Dumanlılar, Ankara'da 1963 yılında doğdu, ilk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1982 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden 1986 yılında mezun oldu. 1990 ile 1993 yılları arasında aynı üniversitede master çalışmasını tamamladı.

1989 yılından beri Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nde Jeoloji mühendisi olarak görev yapmaktadır.