

Baskil (Elazığ) Güneyindeki Cevherleşmelerin Jeolojik ve Mineralojik Özellikleri
Geological and Mineralogical Features of Mineralizations From Southern Part of Baskil (Elazığ)

Özcan DUMANLILAR*, **Doğan AYDAL****, **Halide DUMANLILAR*****

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara

**Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara

***Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, 06520, Ankara

ÖZ

Doğu Toros Orojenik kuşağı içerisinde yer alan çalışma alanında Üst Kretase yaşlı Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitleri ile Pliyosen yaşlı genç çökeller yüzeylemektedir. Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda, Baskil Magmatitlerinin volkanik ada yayı, Bilaser Tepe Magmatitlerinin ise çarpışma sonrası granitoidler olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanında Bilaser Tepe Magmatitlerine bağlı olarak gelişmiş farklı iki tip cevherleşme belirlenmiştir. Birinci tip, Bilaser Tepe Magmatitlerinin granodiyorit, granitporfir ve dasitporfir fazı ile bunların dokanağmdaki Baskil Magmatitlerine ait diyoritlerin içinde gelişmiş porfiri bakır cevherleşmesidir. İkinci tip cevherleşme ise Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granitler içerisinde yer alan Au-Cu içeren kuvars damarlarıdır.

Birinci tip cevherleşmede, 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 bizmutindir.

Granitler içerisindeki ikinci tip cevherleşmeyi oluşturan kuvars damarları pirit, kalkopirit ve çok az miktarda altın içermektedir. Damarların çevresinde ise killeşme ve silisleşme gözlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Çarpışma sonrası granitoid, Bilaser Tepe Magmatitleri, porfiri bakır, Baskil

ABSTRACT

The Upper Cretaceous Baskil and Bilaser Tepe Magmatites and Pliocene sediments crop out throughout the study area within the Eastern Taurus Orogenic belt. On the basis of petrographical and geochemical studies, it has been concluded that the Baskil Magmatites belong to the volcanic-arc granitoids whereas the Bilaser Tepe Magmatites belong to the post-collisional granitoids.

Two types of mineralization have been recognized, to be associated with the Bilaser Tepe Magmatites. First type is a porphyry-type copper mineralization which has developed in granitoid, granite porphyry, and dacite porphyry phases of the Bilaser Tepe Magmatites and in diorites of the Baskil Magmatites making contacts with them. Second type is characterized by Au-and Cu-bearing quartz veins hosted in granites of the Bilaser Tepe Magmatites.

First type of mineralization is accompanied by potassic, phyllic, quartz-sericite-carbonate and

İnceleme alan ve yakın çevresinde bugüne kadar jeolojik, tektonik, petrografik ve petrolojik amaçlı bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Yazgan vd., 1987; Asutay, 1985 ve 1988; Bingöl, 1984; Akgüü, 1991; Poyraz, 1988; Herece vd., 1992; Yazgan ve Chessex, 1991; Turan vd., 1995).

Baskil civarındaki maden prospeksiyonuna ilişkin ilk çalışmalardan biri Yılmaz vd. (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda doğrudan Baskil civarındaki cevherleşmelere ilişkin jeolojik, mineralojik, petrografik ve kimyasal çalışmalar Tüfekçi ve Dumanlılar (1994 ve 1998), Gerçek (1996), Türkyılmaz ve Şaşmaz (2000) ve Dumanlılar (2002) tarafından sürdürülmüştür.

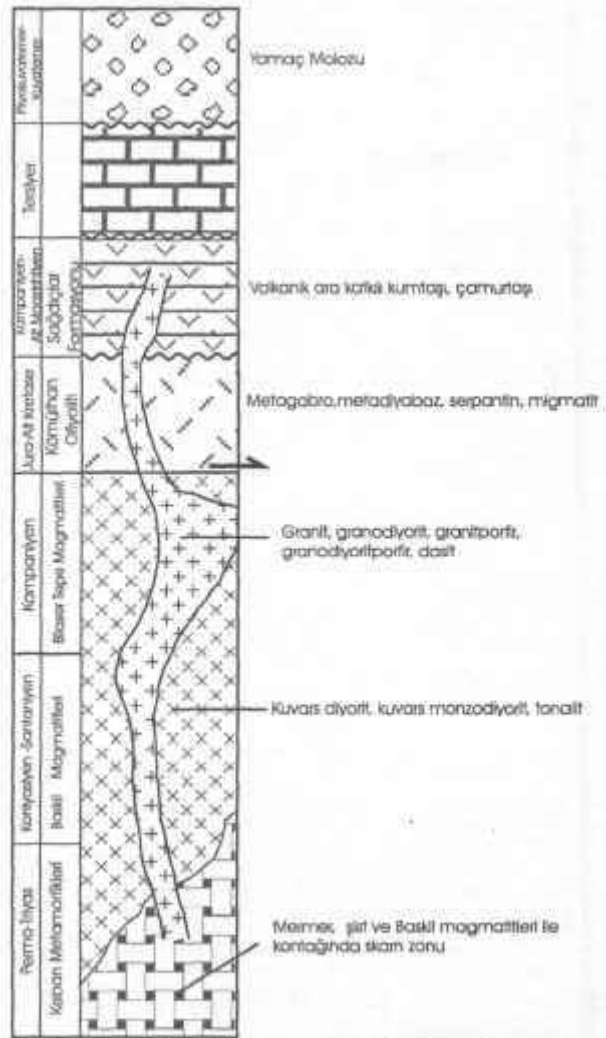
Bu araştırma, öncül çalışmalara ilave olarak, Baskil (Elazığ) güneyinde mostra veren cevherleşmeler ve bunlarla ilişkili magmatik kayaların kuşak içerisindeki konumlarını ortaya koymak ve diğer zuhurlara model oluşturabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu amaç doğrultusunda mostradan elde edilen verilerin yanı sıra MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1996 ve 1997 yıllarında yapılan 14 ayrı lokasyondaki sondajlara ait karot örneklerinde incelenmiştir.

BÖLGESEL JEOLJİ

Doğu Toroslar'ın orta kesiminde Malatya-Elazığ arasında bulunan çalışma alanında, Alt Jura-Alt Kretase sürecinde, Bitlis-Pütürge Masifi'nin kuzeyi ile Keban Metamorfitleri'nin güneyinde okyanusal bir kabuk oluşmuştur (Yazgan, 1984; Asutay, 1985). Bu süredeki genişleme rejimi, Alt Turoniyen'den itibaren yerini sıkışma rejimine bırakmıştır. Sıkışma sonucunda, okyanusal kabuğun kuzey kenarı önce kendi eşdeğeri olan okyanusal kabuk altına, ilerleyen aşamada ise Keban mikro kıtasının altına dalarak, Konyasiyen-Santoniyen yaş

aralığında yay magmatizmasının (Baskil Magmatitleri) oluşumunu sağlanmıştır (Yazgan, 1981). Daha sonra yay magmatizması ile kıta çarpışması gelişmiştir. Bu dönemde pasif olan güney kenara ofiyolitik kütleler (İspendere, Kömürhan ve Guleman Ofiyolitleri) yerleşirken, kabuk kalınlaşmasına bağlı olarak çarpışma granitoidleri (Syn COLG) (Yazgan vd., 1987; Herece vd., 1992) oluşmuştur. Kampaniyen'de ise çarpışma sonrası Bilaser Tepe Magmatitleri olarak adlandırılan granitoidleri oluşmuştur (Şekil 2).



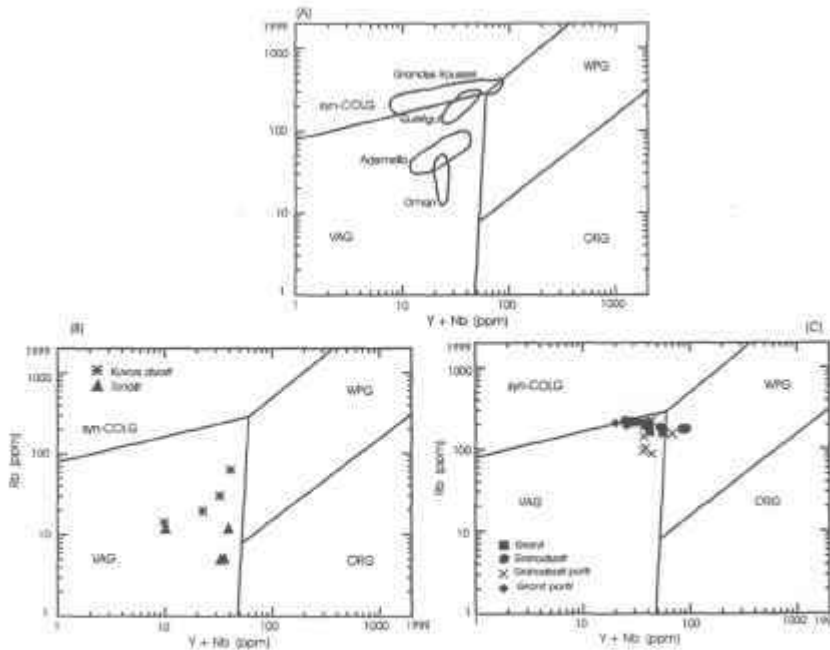
Şekil 2. Baskil çevresinin genelleştirilmiş litostratigrafik kesiti (Ölçeksiz)

Figure 2. Generalized columnar section for the study area (Schematic)

Baskil Magmatitleri ve Kömürhan Ofiyolitleri Kampaniyen-Alt Maastrichtiyen yaşlı Sağdıçlar Formasyonu tarafından örtülmektedir (Yazgan vd., 1987). Bilaser Tepe Magmatitlerine ait dasitler Sağdıçlar Formasyonu ile intrüfiv ilişkili olup, Akgül ve Bingöl (1997) tarafından Keban civarında da saptanmıştır. Bu veriler ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyoritten alınan 77.6 ± 2.0 My yaş dikkate alındığında, Bilaser Tepe Magmatitlerinin, Sağdıçlar Formasyonun çökelişi ile eş yaşlı veya sonrasında geliştiği düşünülmektedir.

Bilaser Tepe ve Baskil magmatitlerinin kökenlerine açıklık getirmek amacıyla çeşitli köken diyagramları kullanılmıştır. Pearce ve diğerleri (1984)'nin Y+Nb-R diyagramına göre. Baskil Magmatitlerine ait örneklerin tamamı volkanik yay granitoyiti (VAG) alanında yer alırken, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örnekler ise volkanik yay granitoyiti (VAG), çarpışma ile eş zamanlı granitoid (Syn COLG) ve levha içi granitoid (WPG) alanlarının kesişme noktalarına yakın bölgelerde izlenmektedir (Dumanlılar, 2002) (Şekil. 3). Pearce ve diğerleri

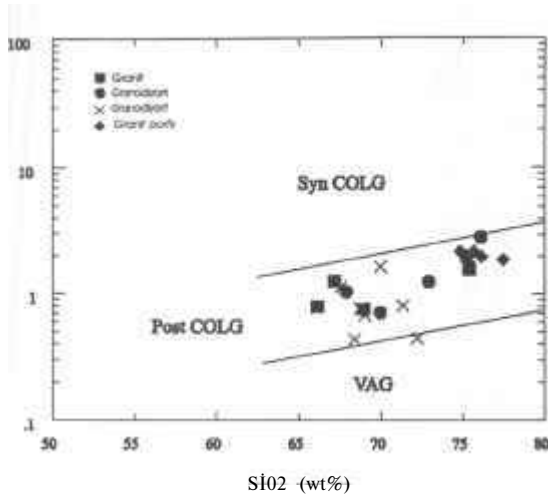
(1984) ile Pearce (1996)'ya göre çarpışma sonrası granitoidler (Post-COLG) tektojenetik sınıflamada ana sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu granitoidler kabuğun alt kesimlerindeki kısmi ergimelerden meydana gelebileceği gibi üst mantodaki kısmi erimelerden de meydana gelebilmektedir. Ayrıca, çarpışma sonrası magmatizmalan, bölgede daha önceki zamanlarda gelişmiş olan dalma-batma sürecinin jeokimyasal izlerini (düşük Nb, Ta ve Ti, yüksek Th, U ve Pb gibi) taşıyabileceklerinden, aktif ada yayı ile ilişkili olmamalarına rağmen, iz element özellikleri bakımından yay magmatizmalarına benzerlik gösterebilirler (Alıcı vd., 1997 ve 1998). Sonuç olarak, Bilaser Tepe Magmatitlerinin, çarpışma sonrası (Post-COLG) kalkalkalin bir plüton olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu durum, Harris ve diğerleri, (1986) tarafından önerilen, SiO_2 -Rb/Zr diyagramında da görülmektedir (Şekil 4). Bilaser Tepe Magmatitleri bu özellikleri nedeniyle, Harris vd. (1986) tarafından tanımlanan çarpışma sonrası (Post-COLG) grup-III magmatizması ile denestirilebilir.



Şekil 3A. Rb-(Y+Nb) diyagramındaki bazı çarpışma sonrası granitlerin dağılımı 3B ve C. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait kayaç örneklerinin Rb-(Y+Nb) diyagramı (Pearce ve diğ., 1984) üzerindeki dağılımı (VAG:Volkanik yay granitoidleri, syn-COLG:Çarpışma ile eş zamanlı granitoidler, ORG:Okyanus ortası sırtı granitoidleri, WPG: Levha içi granitoidler).

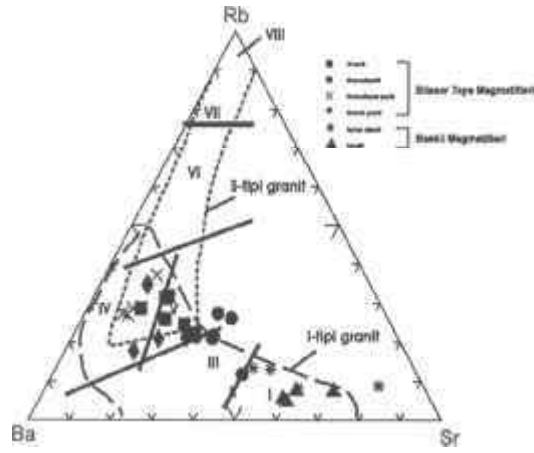
Figure 3A. Distribution of some post-collision granites plotted on Rb versus (Y+Nb) diagram

3B and C. Distribution of Baskil and Bilaser Tepe magmatites plotted on Rb-(Y+Nb) (VAG : volcanic arc granitoids, Syn-COLG: syn-collision granitoids, ORG: middle ocean ridge granitoids, WPG : within plate granitoids)



Şekil 4. Baskil ve Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin SiO_2 (%) - Rb/Zr diyagramlarındaki konumu (Pearce ve diğ., 1984).

Figure 4. SiO_2 (%) versus Rb/Zr diagram for Baskil and Bilaser Tepe magmatites (Pearce et al., 1984)



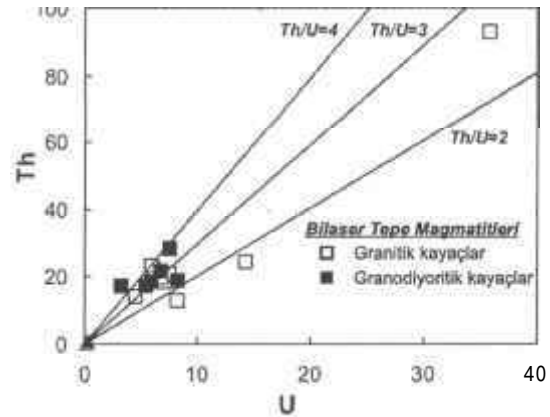
I: Toleiyitik plajiyogranitler; II: Kalkalkalin granit-granodiyorit; III: Subalkalin granit; IV: Ultrametamorfik granit; V: Kalkalkalin granit; VI: Plumasitik granit; VII: Peralkalin granit; VIII: Peralkalin granit-alaskit

Şekil 5. Baskil ve Bilaser Tepe magmatitlerinin Rb-Ba-Sr üçgen diyagramındaki dağılımı. Granitik grupların ayrımı Tauson (1974)'dan alınmıştır (Karapetian ve diğerleri, 2001)

Figure 5. Rb-Sr-Ba ternary diagram for the Baskil and Bilaser Tepe granitoids. Discrimination diagram for granitic groups is taken from Tauson (1974) (Karapetian et al., 2001)

Rb-Ba-Sr üçgen diyagramını (Tauson, 1974; Karapetian vd., 2001) incelediğimizde, Baskil magmatitlerinin, Bilaser Tepe Magmatitlerine göre Rb ve Ba bakımından daha fakir seriler oluşturduğu gözlenmektedir. Ayrıca, diyagramda Baskil Magmatitleri belirgin olarak I-tipi granitleri bölgesinde yer alırken, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örnekler ise I ve S-tipi granitlerin kesiştiği bölgeye düşmektedir (Şekil 5).

Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin Th'a karşı U değişim diyagramı Şekil 6'da görülmektedir. Taylor ve McLennan (1985)'a göre, yüksek Th/U oranı, magmatik eriyikler içerisine kıtasal kabuk malzemelerinin katılmasına işaret etmektedir. Buna göre, gözlenen yüksek Th/U oranı (Th/U=2-4) bu magmatizmanın gelişimde kabuksal kirlenmenin etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 6 Bilaser Tepe Magmatitlerinin Th-U diyagramındaki konumu.

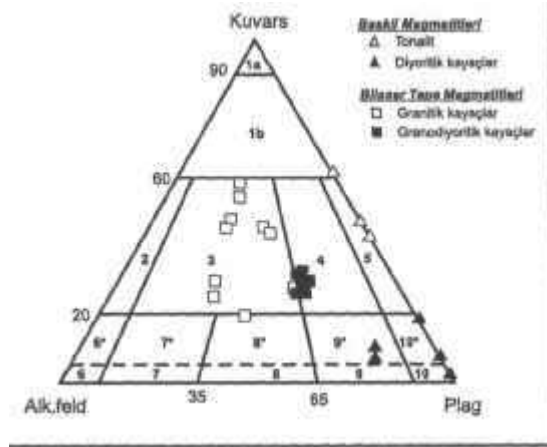
Figure 6. Th U diagram for the Baskil and Bilaser Tepe granitoids

Bilaser ve Baskil magmatitlerinin iz element özelliklerini değerlendirdiğimizde, petrojenetik açıdan iki farklı kütlelenin varlığı gözlenmektedir. Bunlardan ilki Baskil Magmatitleri olup yay magmatizmasının tipik özelliklerini gösterirken,

ikinci kütle Bilaser Tepe Magmatitleri olup çarpışma sonrası magmatizması olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, magmatizmanın gelişimde kabuksal kirlenme sürecinin etkileri belirgin bir şekilde gözlenmektedir (Dumanlılar, 2002).

PETROGRAFI

Bölgedeki magmatik kayalar, Baskil Magmatitleri ile Bilaser Tepe Magmatitleri olarak iki ana kütlede oluşmaktadır. Saha verileri, kimyasal ve mineralojik-petrografik özelliklere göre, inceleme alanındaki Baskil Magmatitleri, diyorit, kuvars diyorit, kuvars monzodiyorit ve tonalit; Bilaser Tepe Magmatitleri ise granit, granodiyorit, granodiyoritporfir, granitporfir ve dasitporfir fazlarına ayrılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7 Baskil ve. Bilaser Tepe Magmatitlerinin Streckeisen (1976) KAP diyagramında dağılımı

Figure 7. Modal mineralogical nomenclature for the Baskil and Bilaser Tepe granitoids on the KAP diagram of Streckeisen (1976)

Baskil Magmatitlerinin Petrografisi Diyorit /Kuvars Diyorit/ Kuvars Monzodiyorit

Çalışma alanı içerisinde kuvars diyorit/diyoritler, Badem Tepe-Hemik Tepe hattının güneyinden başlayıp, Cansızhimik Mahallesi'ne kadar uzanan bir kısımda mostra vermektedir. Kuvars diyoritler, kuzeyde Bilaser

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

Diyorit grubu olarak tanımlanan kayalar holokristalin-yan özşekilli tanesel dokuludur. Kayacın ana mineralleri yan özşekilli, oligoklaz-andezin bileşimindeki plajiyoklaz ve hornblenddir. Özşekilli - yarı özşekilli hornblendler seyrekte olsa plajiyoklaz kapanmaları içererek poikilitik doku göstermektedir. Diyorit grubu kayalarda gözlenen tek aksesuar mineral ise apatittir. Kuvars oranının değişimine bağlı olarak diyorit-kuvars diyorit ayrımı yapılmıştır. Bej İkan Ziyareti Tepe civarında ise parejeneze özşekilli ve pertitik dokulu ortoklazların katılmasıyla kuvars monzodiyoritlere geçiş gözlenmektedir (Şekil 8).

Tonalit

Çalışma alanının kuzeybatı sınırında mostra veren tonalit, holokristalin, yan özşekilli tanesel dokuya sahip olup, yuvarlak ve elips şekilli kuvars, plajiyoklaz ve hornblend minerallerinden oluşmaktadır. Plajiyoklazlar, yarı özşekilli oligoklaz-andezin bileşiminde olup, az oranda alterasyona bağlı olarak serisitleşme, killeşme ve epidotlaşma gelişmiştir. Yarı özşekilli hornblendler ise alterasyona bağlı olarak tamamen epidot ve klorite dönüşmüştür.

Bilaser Tepe Magmatitlerinin Petrografisi

Daha önceki araştırmalarda Baskil Magmatitlerinin son fazı olarak değerlendirilen granitik bileşimli kayalar, bu çalışmada, arazi, petrografik ve kimyasal verilere göre ayrı bir evre olarak, Bilaser Tepe Magmatitleri altında isimlendirilmiştir. Baskil Magmatitleri ile intrusif ilişkili olan Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örnekler üzerinde gerçekleştirilen modal-mineralojik çalışmalar sonucunda granit ve granodiyorit bileşimli kayalar belirlenerek; ayrıntılan aşağıda sunulan granit, granodiyorit, granitporfir, granodiyoritporfir ve dasitporfirden oluşan beş faz ayırt edilmiştir. (Şekil 7 ve 8).

Granit

Granitler, Badem Tepe, Hemik Tepe ve Kiziruşağı Mahallesi hattının kuzeyinden Baskil düzlüğüne kadar olan kesimde mostra verir (Şekil 8). Tipik pembemsi görünümleri ile diğer kayaç topluluklarından kolayca ayrılırlar. K80D/30°KD yönlü eklem sistemleri ve pembemsi beyaz arenalaşmaları bölge için tipiktir. Granit içerisinde kalınlıkları 10-50 cm arasında değişen değişik yönelimlere sahip aplit damarları mevcuttur.

Mikroskopik olarak, holokristalin-yarıözşekilli taneseli dokulu olan kayacın, kuvars, ortoklas plajiyoklaz levhamsı prizmatik şekilli amfibol ve biyotit ile apatitten oluştuğu belirlenmiştir. Öz şekilsiz kuvarslar, çok az dalgalı sönme göstermelerine rağmen genelde ani sönmelidir. Ayrıca seyrek olarak, ortoklas içinde kurtçuklar şeklinde bulunarak grafik doku sergilerler. Öz şekilli ortoklaslarda, karlsbad ikizi tipik ve pertitik doku gelişmiştir. Özşekilli, oligoklaz bileşimindeki plajiyoklazlar ise, polisentetik ikizlenme ve daha az olarak da zonlu doku göstermektedirler. Ayrıca oligoklazlar magmatik korozyona bağlı olarak kenarlarından itibaren kemirilmiştir.

Granodiyorit

Granodiyoritler, Kiziruşağı Mahallesi güneyinde ve Cansızhimik Mahallesi kuzeyinde mostra vermektedirler (Şekil 8). Diyorit ve granit ile intrusif ilişkili olarak izlenen granodiyorit, bazen bu iki kayaç içerisinde 1-20 m kalınlıklar arasında sokulum olarak da izlenmektedir. Arazide grimsi yeşil renkler sunan birim, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait diğer birimlere göre daha ince taneli yapıya sahiptir. El örneklerinde kayaç, grimsi beyaz renkli feldispatlar ve camsı renkli kuvarslar ile bunların arasında dağılmış bıçağımsı şekilli daha küçük taneli mafik minerallerden oluşmaktadır.

Yan özşekilli taneseli doku gösteren kayaç, kuvars, plajiyoklaz ortoklaz ve bıçağımsı şeklindeki biyotit ve hornblendden oluşmaktadır. Apatit, zirkon, sfen, manyetit ve daha az oranda ilmenit kayacın tali mineralleridir. Özşekilsiz kuvars, ortoklaz ile beraber grafik doku oluşturmaktadırlar. Özşekilli plajiyoklaz genellikle albit ikizlenmesi göstermesine rağmen, daha iri taneli olanlarda zonlu yapı izlenmektedir. Albit ikizlenmesi gösteren plajiyoklazlar oligoklaz ve andezin bileşimindedir. Özşekilli-yarışekilli ortoklazlarda karlsbad ikizi tipik olup, iri taneler, plajiyoklaz, biyotit ve amfibol kapanımları içererek poikilitik doku oluşturmaktadır.

Granitporfir

Bilaser Tepe Magmatitlerinin merkezinde yer alan grimsi beyaz renkli granitporfir, mafik minerallere göre kuvarsların iri kristaller şeklinde ve fazla olması nedeniyle diğer birimlerden kolayca ayırt edilmektedir (Şekil 8).

Granitporfirler, mikrokristalin bir hamur içerisinde dağılmış kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz ve biyotit fenokristalleri ile aynı bileşimdeki mikrokristalin matriksten oluşmaktadır. Modal mineralojik analiz sonuçlarına göre KAP diyagramında (Streckeisen, 1976) granit olarak tanımlanan kayac, dokusal özelliklerine göre granitporfir olarak tanımlanmıştır (Şekil 7).

Kayaç içerisinde en fazla bulunan kuvars fenokristal olarak özşekilli ve yan özşekilli, hamur içerisinde ise özşekilsiz taneler şeklinde olup, K-feldispat, plajiyoklaz ve seyrek olarak da turmalin kapanından içermektedir. Daha az oranda izlenen plajiyoklaz genellikle özşekilli-yarı özşekilli, tipik albit ikizlenmeli olup, andezin bileşimindedir. Ortoklazlar ise, genellikle özşekilli-yan özşekilli hem fenokristaller hem de hamur içerisinde yer almakta olup, karlsbad ikizi tipiktir. Kuvars içerisinde kapanım olarak

bulunmasının yanı sıra, kuvars ile beraber büyürken grafik dokusu oluşturdukları da belirlenmiştir. Fenokristal olarak izlenen biyotit tanecikleri ise felsik tanelere göre daha küçük boyuta sahip olup, bıçağımsı şekildedirler. Belirli alanlarda kümelenme göstermektedirler.

Apüt

Granitleri keser konumda izlenen apitler, ince taneli holokristalin dokulu olup, esas olarak kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz ve ender izlenen biyotit minerallerinden oluşmuştur.

Granodiyorit porfir

Kızıruşığı Mahallesi'nin kuzeybatısında dar bir alanda, gri renkli granodiyoritporfir mostra vermektedir (Şekil 8). Granodiyorite göre kayacın mafik mineral oranı artmakta ve alkali feldispat dışındaki diğer bileşenlerin tane boyu ise küçülmektedir. Alkali feldispatların boyutu 2 cm'ye kadar ulaşmaktadır.

Holokristalin porfiritik dokulu kayaçta fenokristaller ile matriks arasındaki tane boyunun çok farklı olması sebebiyle, isimlendirmede KAP (Streckeisen, 1976) diyagramı kullanılamamıştır. Kayaçta alkali feldispat, plajiyoklaz, kuvars, hornblend, biyotit ve tali mineral olarak da, zirkon, apatit ve sfen mineralleri belirlenmiştir. Yer yer ortoklaz içinde kapanım olarak izlenen biyotit ve hornblend mineralleri özşekilsiz-bıçağımsı fenokristal halinde izlenirken, hamur içerisinde de mikrolitler şeklindedir. Mafik minerallerin alterasyona bağlı olarak yer yer kloritleştiği görülmektedir. Kayaç içerisinde manyetit ve daha az oranda ilmenite rastlanmaktadır.

Dasitporfir

İnceleme alanındaki en genç magmatik birim olan dasitporfirler, Cansızhimik Mahallesi'nin güneyinde DB yönünde uzanım sunmakta olup,

genişçe bir alanda mostra vermektedir. Kuzey ve batı sınırında Bilaser Tepe Magmatitlerme ait granodiyorit ile tedrici geçişli olarak izlenirken, doğu sınırı genç çökeller tarafından örtülmektedir (Şekil 8). Dasitporfirlerin, çalışma alanı dışındaki güney sınırında ise, çamurtaşı, silttaşı, kireçtaşı ve volkanik kilaşı aralanmasından oluşan Sağdıçlar Formasyonu ile intrusif ilişkilidir.

Yoğun alterasyon nedeniyle arazide sarımsı beyaz renkte görülmektedir. Kayacın 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 kemirilmiş dokulu kuvarslar izlenmektedir. Kayacın hamuru ise kil, karbonat, serisit ve kuvars minerallerinden oluşmaktadır.

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

MADEN JEOLJİSİ

Baskil (Elazığ) güneyindeki cevherleşmeler, lokasyon olarak birbirine yakın olmakla beraber, Bilaser Tepe Magmatitlerinin farklı birimleri içerisinde iki ayrı tipte gelişmiştir. Bunlardan ilki, Bilaser Tepe Magmatitleri ile bunların kantağındaki Baskil Magmatitlerine ait kuvars diyoritlerde gelişmiş olan porfiri bakır cevherleşmesidir. Diğeri ise Bilaser Tepe Magmatitlerinin kenar zonunu oluşturan granitler içerisinde yer alan Au-Cu içeren kuvars damarlarıdır.

Porfiri Tip Bakır Cevherleşmesi

Topalkem Mahallesi civarındaki porfiri tip bakır cevherleşmesi, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granodiyorit, granit porfir ve dasitporfire bağlı olarak gelişmiştir. Cevherleşme bu kayaçların içinde ve çevre kayaçalarda (kuvars diyoritlerde) saçmımlı, damar ve damarcıklar şeklinde izlenmektedir. Cevherleşmeye geniş alanlar da alterasyon kuşakları da eşlik etmektedir.

Bilaser Tepe civarında, merkezde granitporfir yer alırken, çevresinde granodiyoritler izlenmektedir. Bu iki faz birlikte, (Kuru Dere ile Taşlı Dere arası merkez olmak üzere) yoğun alterasyon ve mineralizasyona sebep olmuştur (Şekil 8).

Sahanın güney sektöründe ise, yaklaşık D-B uzanımlı Bilaser Tepe Magmatitlerinin son fazı dasitporfir mostra vermekte olup, kendi içerisinde ve çevre kayaçalarda yoğun alterasyona neden olmuşlardır.

Altere granodiyorit ile altere granitporfirler, Kuru Dere ve civarında, içice olarak bulunmaktadır. Porfiri cevherleşme ile ilgili olarak, Bilaser Tepe magmatitleri içerisinde ayırt edilen fazlardan ilki granodiyorit olup, holokristalin taneseli doku göstermektedir. Daha sonra gelişen granitporfir ise, magmatik differansiyasyonun bir sonucu olarak daha asidik karakterde gelişmiştir. Alterasyon ve mineralizasyondan her iki kütle de etkilenirken, granodiyoritin daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Benzer ilişki El Salvador (Şili) porfiri bakır yatağında da belirlenmiştir (Sawkins, 1984).

Alterasyon

Yapılan çalışmalar sonucunda cevherleşmeyle ilişkili olarak 4 çeşit alterasyon türü tanımlanmıştır. Ayırtlanan 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 (Şekil 8). Yüzeyle, kısmen ikincil alterasyonun gözlenmesi, haritalama esnasında bu iki alterasyonun birbirinden ayırt edilmesini imkansızlaştırmaktadır. Fakat, sondajlarda yüzeysel alterasyondan uzaklaştıkça ve detaylı örnekleme sonucunda, fillik alterasyonun, iki farklı alterasyon zonundan oluştuğu belirlenmiştir.

Babine (Kolombiya) porfiri bakır yatağında Zaluski vd. (1994) tarafından yapılan çalışmalarda erken evrede, derin zonlarda, potasik ve propilitik alterasyonun geliştiği, daha sonraki evrede ise kuvars-serisit-karbonat-klorit ve fillik (kuvars-serisit-pirit) alterasyonun oluştuğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada belirlenen karbonat-serisit alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1970)'in önerdiği alterasyon parajenezlerine tam olarak uymadığı için, alterasyon isimlendirmede mineral birlikteliği 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.

Potasik alterasyon

Biyotit-kuvars-klorit mineral parajenezinden oluşan alterasyon, kuvars diyorit ile granodiyorit bileşimli kayaçalarda izlenmektedir. Potasik alterasyon mikroskop altında, biyotit-kuvars-apatit minerallerinden oluşan mikro damarcıklar ile mafik minerallerin, kuvars ve biyotitden oluşan agregaya dönüşümlerin ortaya çıkmasıyla

belirginleşmektedir. Kuvars damarları içerisinde az miktarda ikincil ortoklaza da rastlanılmaktadır. Kuvars diyoritler içerisindeki hornblendler bu alterasyon esnasında, ayrıca tremolit-aktinolit, karbonat ve kuvars tarafından ornatılmaktadır. Mikrodamarlarda ayrıca klorit-apatit-serisit-rutil-zirkon -mineralleride bulunmaktadır. Mikrodamarlardaki kloritler ikincil biyotitlerin alterasyonu sonucu oluşmuştur.

Carten (1986) faz petrolojisinden yola çıkarak, oligoklaz-aktinolit alterasyon birlikteliğinin, 360°C-480°C'de ve 300-800 bar basınçta 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 tesbit etmişlerdir. Bu verilerden hareket ederek, Topalkem porfiri bakır cevherleşmesinin erken evresinde oluşan potasik alterasyondaki aktinolitlerin 360°C-480°C 'de oluştukları öngörülebilir.

Propilitik Alterasyon

Merkezdeki potasik alterasyonu çevreleyen propilitik alterasyon, yan kayacın bileşimine göre farklılıklar sunmaktadır.

Epidot-klorit-karbonat-serisit alterasyonu

Kuvars diyorit içerisinde gelişen propilitik alterasyon parajenezini, epidot, klorit, karbonat ve serisitten oluşmaktadır. Plajiyoklazlar az oranda serisitleşirken, kısmende epidota dönüşmektedirler. Amfiboller ise yoğun olarak klorit 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. Ayrıca bazı kılcal çatlaklarda ise jips ve lömontit (zeolit) mineralleri de belirlenmiştir.

Kuvars-serisit-klorit-kil alterasyonu

Granodiyorit içerisinde gelişen propilitik alterasyon parajenezini kuvars-serisit-klorit'den oluşmaktadır. Feldispat grubu mineraller çoğunlukla serisit, kuvars ve kil minerallerine dönüşmüşlerdir. K-Feldispatlar ise üstteki alterasyonlara ilaveten karbonatlaşmışlardır. Biyotitlerin ise, klorit ve opak minerallerden oluşan bir agregaya dönüştüğü belirlenmiştir. Ayrıca klorit, opak mineral ile beraber, kılcal damarlarda da yer almaktadır. Serisit-klorit-kuvars alterasyonunu genellikle potasik alterasyonunu üzerlemektedir.

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

Kuvars-serisit-pirit alterasyonu

Yüzeyde oldukça geniş alanlar kaplayan 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 ise DB istikametinde uzanmaktadır.

Kuvars-serisit-pirit alterasyonu, granodiyorit ve daha az oranda, granitporfiri etkilemiştir. Ayrıca, Gaz Tepe'nin güneyindeki dasitporfirler de bu alterasyondan etkilenmişlerdir. Alterasyondan etkilenen kayaçlar, el örneğinde, genellikle bej-beyaz-açık kahverenkli dir. Ama yüzeysel koşullarda gelişen oksidasyon sonucu, kayaçlar kahve-bordo-kirli sarı renkli bir görünüm kazanmışlardır. Alterasyondan kuvvetli

şekilde etkilenen kayaçların ilksel dokusu tamamen bozulmuş ve kuvars dışındaki ana minerallerin tümü serisit dönüşmüştür. İlksel kuvarlarda ise büyüme izlenmektedir. İnceleme alanında belirlenen kuvars - serisit - pirit alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1970)'in tanımladıkları fillik alterasyona karşılık gelmektedir. Fillik alterasyonun yoğun olduğu bu alanlarda, sülfidli kuvars ve sülfid damarcıkları kayacın kılcal çatlaklarında yer almaktadır.

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 incelenmiştir. Feldspat grubu mineralleri serisit, karbonat ve az miktarda kaolinite dönüşürken, 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 alterasyon ile propilitik alterasyonu maskeleyiş ve tahrip etmiş şekilde izlenmektedir.

Cevherleşmenin Mineralojik Bileşimi, Yapı ve Dokusu

İnceleme alanındaki porfiri bakır mineralizasyonunda gözlenen cevherleşme, bulunuş şekline göre, damar, çatlak-kırıklarda ağsı ve saçınımlı tip olarak üç ana grup altında tanımlanabilir. Cevherleşmedeki 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. İkincil cevher mineralleri ise limonit, hematit, markasit, kalkosin ve

kovelindir.

Mineralojik birlikteliklerden hareketle yaşlıdan gence doğru oluşum sırası; (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. olarak saptanmıştır (Şekil 9). Cevher minerallerinin alterasyon birliktelikleri ve cevherleşme şekillerine ait özet bilgiler ise aşağıda sunulmuştur:

Manyetit

Potasik ve propilitik zonlarında izlenen manyetit iki şekilde bulunmaktadır. Birinci tip manyetitler, kuvars diyorit ve granodiyoritin ilksel bileşiminde yer almakta olup, özşekilli ve kısmen hematite dönüşmüştür. Bunlar genellikle kataklastik özelliktedir. İkinci tip manyetitler ise, mafik minerallerin çatlakları ve dilinimleri arasında, yan özşekilli ve özşekilsiz bulunmakta olup, 10 ile 180 mikron arasında değişen büyüklükte dirler. Bu tür manyetitler mafik minerallerin, klorit veya biyotite dönüşmesi esnasında, dekompozisyon ile açığa çıkan demirin, mafik mineralin çatlak ve dilinimlerine göç etmesi ve burada oksitlenerek manyetite dönüşmesi sonucu oluşmuştur.

MINERALLER	I. CEVHERLEŞME FAZI	II. CEVHERLEŞME FAZI	ZENGİNLEŞME FAZI
Pirit			
Arsenopirit			
Kalkopirit			
Molibdenit			
Manyetit			
Sfalerit			
Galenit			
Markasit			
Fahlerz			
Pirotin			
Rutil			
Ilmenit			
Kalkosin			
Kovellin			
Bizmutin			
Limonit			

Şekil 9. Topalkem (Baskil-Elazığ) porfiri bakır cevherleşmesine ait mineral parajenezi.

Figure 9. Mineral assemblages for Topalkem (Baskil-Elazığ) porphyry type Cu mineralization

Pirotin

Pirotin, kuvars-serisit-klorit (propilitik) alterasyon zonunda saçınımlı olarak bulunmaktadır. Pirotinler, 9 ile 45 mikron tane boyutunda özşekilli olup, ince taneli çubuksu olarak da izlenmektedirler. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonu tarafından gölgelenen kuvars - serisit klorit alterasyonunun izlendiği zonlarda pirotin, arsenopirit ve pirit içinde kapanım olarak gözlenmektedir. Ayrıca, bu zondaki pirotinler markazit tarafından ornatılmaktadır.

İlmenit

Potasik ve propilitik alterasyon zonlarında saçınımlı olarak izlenen ilmenit minerali özşekilsiz veya yan özşekillidir. Ayrıca, mineral manyetitler içerisinde lameller şeklinde de izlenmektedir (İlmenomanyetit).

Rutil

Fillik alterasyonda yaygın olarak izlenen rutil, iğnemiş şekildedir.

Pirit

Çalışma alanı içerisinde en yaygın olarak bulunan cevher mineralidir. İnceleme alanında tanımlanan bütün alterasyon zonlarında izlenen pirit, çatlak-kınk dolgusu ve saçınımlı olarak bulunmakta olup, iki farklı fazda oluştuğu belirlenmiştir.

İlk oluşan piritler (Pirit-I), potasik ve propilitik zonda saçınımlı ve damarcıklar (sülfid ve kuvars damarcıkları içinde) şeklinde izlenirken, aynı fazda oluştuğu kalkopirit (kalkopirit-I) ile hem kenetli hem de kalkopirit içerisinde kapanım halinde bulunmaktadır. Diğer pirit fazı ise (Pirit-II), kuvars-serisit-karbonat ile fillik alterasyonun damar ve damarcıklarında (sülfid ve kuvars) izlenmektedir. Pirit-II, kuvars-

karbonat-serisit alterasyonunda karbonat damar/damarcıkları içerisinde, arsenopirit ve kalkopirit (kalkopirit-II) ile beraber bulunmaktadır. Pirit ve arsenopiritler basınç etkisiyle kataklastik bir doku kazanmış olup, aralan sfalerit galenit, kalkopirit (kalkopirit-II) ve bizmut tarafından doldurulmuştur. Ayrıca bir kaç mikron ile 30 mikron arasında değişen boyutlarda, özşekilli ve yarı özşekilli pirit mineralleri galenit ve sfalerit içerisinde kapanımlar şeklinde izlenmektedir. Bu da, pirit II'nin kalkopirit II, galenit ve sfaleritten yaşlı olduğunu gösterir. Bunun yanı sıra piritler (pirit II) arsenopirit kapanımından içermektedir.

Kalkopirit

Birinci faz kalkopiritler (kalkopirit-I) pirit-I ile birlikte, potasik ve propilitik alterasyon zonunda, saçınımlı ve damarcıklar şeklinde yer almaktadır.

İkinci faz kalkopirit ise, fillik alterasyon ile kuvars-serisit-karbonat alterasyonunda saçınımlı ve bu alterasyon içindeki 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 kapanımından içermektedirler. Kalkopiritin kendisi ise, sfalerit ve galenit içinde kapanım olarak bulunmaktadır. Ayrıca arsenopiritler içerisinde, özşekilli kalkopirit-I kapanımından bulunmaktadır. Kalkopirit, oksidasyon koşullarında malahit ve limonite dönüşürken, derin zonlarda, kalkosin ve kovellin tarafından ornatılmışlardır.

Arsenopirit

Arsenopirit kuvars-serisit-karbonat-klorit alterasyonunda yer alan kuvars-serisit-karbonat veya serisit-klorit-karbonat damarlarıyla beraber

bulunmaktadır. Bu damarlar içerisinde, arsenopirit dışında, cevher minerali olarak, markazite dönüşmüş pirit, kalkopirit, bizmutin, nabit bizmut ve ender olarak molibdenit izlenmektedir. Arsenopiritler, çoğunlukla kataklazma etkisiyle, breşik bir görünüm kazanmış olup, araları kalkopirit, pirit ve bizmutin tarafından doldurulmuştur. Ayrıca, arsenopiritler, pirit ve kalkopirit içinde kapanım şeklinde izlenmektedir. Eğer kılcal çatlakta karbonat yoksa, cevher parajenezine molibdenit de eşlik etmekte ve arsenopiritlerin aralarını doldurur konumda izlenmektedir. Arsenopiritler 0,2-0,7 mm arasında değişen boyutlarda olup, özşekilli veya yarı özşekillidirler.

Bizmutin ve Nabit Bizmut

Bizmutin, kuvars-serisit-karbonat alterasyon zonunda ve bu alterasyonla eş zamanlı gelişen, kuvars-karbonat damarlarında saçınımlı veya mercekler şeklinde bulunmaktadır. Bizmutin ve nabit bizmut çoğunlukla, arsenopiritin aralarında ve kataklastik çatlaklarında bulunmaktadır. Ayrıca nabit bizmut kenarlarından itibaren okr'larına dönüşüm göstermektedir.

Markasit

Mineral pirit ve hegzagonal pirotinin bozunma ürünü olarak izlenmektedir. Pirotinlerden dönüşen markazitler lameller şeklindedir. Kuvars-serisit-karbonat alterasyonun gelişimi ile birlikte, pirotin ve piritler markazite dönüşmüştür.

Molibdenit

Mineral kuvars-serisit-karbonat alterasyonu içinde saçınımlı olarak izlenirken, ayrıca bu alterasyonla beraber gelişmiş kuvars-karbonat damarları içerisinde görülmektedir. Molibdenit her iki durumda da kalkopirit-II ve markazite dönüşmüş pirit ile birlikte, kataklastik özellikteki arsenopiritin çatlaklarını doldurur konumda

izlenmektedir. Molibdenit genellikle bükülmüş levhalar şeklinde izlenmekte olup, tane boyutu 70 ile 300 mikron arasında değişmektedir. Ayrıca molibdenit nadiren potasik zon içerisinde saçınımlı olarak bulunmaktadır.

Galenit ve sfalerit

Molibdenite benzer olarak, bu minerallerde kuvars-karbonat damarları içerisinde yer almaktadır. Galenitler içerisinde pirit, kalkopirit ve fahlerzkapanımlan izlenmektedir.

Nazaruşağı kuvars damarları

Bölgedeki ikinci cevherleşme ise, Topalkem porfiri bakır mineralizasyonunun kuzeyinde yer alan Nazaruşağı kuvars damarlarıdır. Baskil ilçesinin 1 km güneyinde yer alan kuvars damarları, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait granitler içerisinde izlenmektedir. Nazaruşağı güneyinde yer alan kuvars damarlarına ait ilk çalışma Mohr (1963) tarafından yapılmıştır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1994 yılında yapılan çalışma sonucunda ise, Nazaruşağı güneyindeki irili-ufaklı toplam 28 adet kuvars damarı tanımlanmıştır (Tüfekçi ve Dumanlılar, 1998).

Granitik kütle içinde yer alan damarlar, yüksek röliyefi ve koyu gri, siyah rengeyle arazide dikkati çekmektedir. Genellikle KB-GD doğrultulu ve KD'ya eğimli damarlar, 4 m ile 312,5 m arasında değişen uzunluğa sahip olup, 20cm ile 2 m kalınlıktadır.

Kuvars damarlarındaki cevher mineralleri, genelde saçınımlı ve masif mercekler şeklindedir. Cevher minerali olarak; kalkopirit, pirit, bizmut mineralleri (bizmut ve bizmutin, emplektit ve klamprotit), manyetit, galenit ve sfalerit belirlenmiştir. Eser miktarda görülen 10-15 mikron boyutundaki altın taneleri ise kalkopiritler ile kenetlidir. Ayrıca, bu minerallerden türemiş, kovellin, kalkosin,

limonit gibi ikincil mineraller de bulunmaktadır.

Kuars damarlarının çevresindeki granitlerde gelişen alterasyon zonunun genişliği, damarın kalınlığına bağlı olarak, 10 cm ile 40 m arasında değişmektedir. Yan kayaçta, alterasyon ürünü olarak killeşme, karbonatlaşma, kloritleşme, epidotlaşma ve silisleşme belirlenmiştir. Yan kayaç içerisinde de, oldukça küçük taneli ender pirit, kalkopirit ve manyetit saçınımları görülmektedir.

Sıvı kapanım çalışması

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

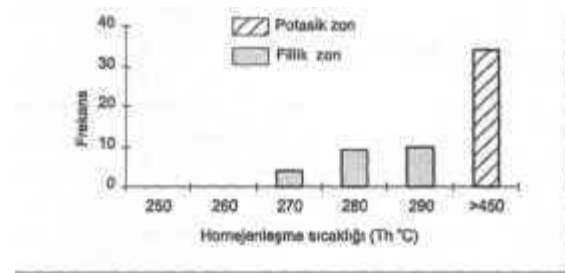
Sıvı kapanım çalışmaları potasik ve fillik alterasyondaki ikincil kuvars ve kuvars damarcıklarında yapılmıştır. Bu alterasyon zonlarındaki sıvı kapanımlar, küçük boyutlu (3-12 mikron) ve oldukça değişik şekilde görülmektedir. Bunlar birincil kökenli olup, iki fazlı [sıvı+gaz (H_2O)] kapanımlardır.

Potasik zondaki ikincil kuvarlardaki birincil kapanımlarında yapılan 28 ölçümünde $450^{\circ}C$ üstünde sıcaklık ölçülmüştür. Fillik alterasyondaki kuvars damarlarındaki birincil kapanımlardan ise 21 tane ölçüm yapılmış olup, $260-300^{\circ}C$ arasında sıcaklık ölçülmüştür (Şekil 10).

Nazaruşağı Au-Cu içeren kuvars damarlarında yapılan çalışmalar sonucunda ise

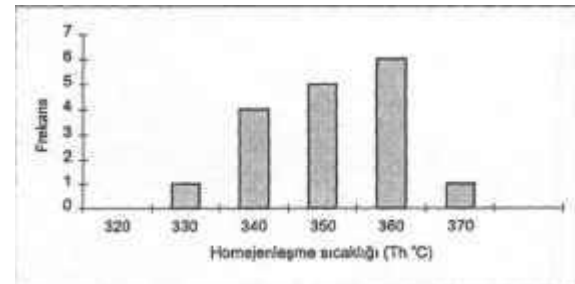
sıvı kapanımların 3-35 mikron arasında boyutlara sahip, birincil kökenli ve iki fazlı [sıvı+gaz (H_2O)] olduğu saptanmıştır. 17 Adet homojenleşme sıcaklığı ölçülmüş ve bu değerlerin $320^{\circ}C$ ile $370^{\circ}C$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu grup sıvı kapanımların büyük olmasına rağmen yüksek kararsızlık sunmaları nedeniyle dondurma deneyleri yapılamamıştır (Şekil 11).

Elde edilen veriler ışığında Lindgren (1933) ve Evans (1987)'in kriterlerine göre yapılan değerlendirmede, Nazaruşağı Au-Cu içeren kuvars damarlarının katatermal/hipotermal koşullarda oluştuğu görülmektedir.



Şekil 10 Potasik ve propilitik alterasyondaki ikincil kuvars minerallerinin birincil kapanımlarında ölçülmüş homojenleşme sıcaklıkları (Th °C)

Figure 10. Measured homogenization temperatures of primary inclusions in potassic and propylitic secondary quartz mineral (Th °C)



Şekil 11. Nazaruşağı kuvars damarlarındaki kuvars birincil kapanımlarında ölçülmüş homojenleşme Sıcaklıkları (Th °C)

Figure 11. Measured homogenization temperatures of primary quartz inclusions in Nazaruşağı quartz veins (Th °C)

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 tanımlanmış olup, granit, granodiyorit ile bunların yarı derinlik ve yüzey kayaçlarından oluşmaktadır. Baskil Magmatitleri ile intrusiv ilişkili olan bu kayaçların çarpışma sonrası (post-COLG) kalkalkalin bir magmatizmanın ürünleri olabileceği düşünülmektedir.

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

Esas ve eser elementler üzerinde yapılan petrojenetik incelemeler sonucunda, Bilaser Tepe Magmatitlerine ait örneklerin büyük bir bölümü çarpışma sonrası granitoid (post-COLG) olarak yer alırken, bir kısmı da, çarpışma ile eş zamanlı granitoid (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 vd. (1986) tarafından post-COLG olarak tanımlanmıştır.

Topalkem Mahallesi civarındaki porfiri Cu mineralizasyonu ile Baskil güneyindeki Nazaruşığı 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 saçınıdı, stockvork ve damarlar şeklinde rastlanmaktadır. Cevherleşme geniş alterasyon alanları ile birlikte bulunmaktadır.

Belirlenen alterasyon tipleri Lowell ve

Guillbert (1970) tarafından tanımlanan alterasyon parajenezine uygun potasik, propilitik ve fillik alterasyonları ile bu sınıflamada yer almayan kuvars-serisit-karbonat alterasyonudur.

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 mineralizasyon zonunun dışında yer alan mesotermal kuvars damarları, kalkopirit, pirit, bizmut, manyetit, galenit, sfalerit ve altın içermektedir.

Porfiri yatakların oluşumu ile ilgili olarak 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, 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.

KATKI BELİRTME

Bu yayın 1992-1996 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüd ve Arama Dairesi tarafından yürütülen "GAP Maden Aramaları Projesi" kapsamında birinci yazarın A.Ü Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptığı doktora çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır. Yazarlar, çalışmanın her aşamasındaki katkılarından dolayı, GAP Maden Aramaları Projesi Başkanı rahmetli Jeo. Yük. Müh. M. Şahin Tüfekçi'ye, bu çalışmaya imkan sağlayan MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüd ve Arama Dairesi Başkanlığına, çalışmanın çeşitli aşamalarındaki yönlendirici eleştirileri ve katkılarından dolayı Dr Ahmet Çağatay'a Bülent Bayburtoğlu'na (MTA), Ercan Kuşçu'ya (M.T.A.), Doç. Dr. Mehmet Şener'e (MTA), Dr. Pınar Şen'e (MTA), Selahattin Yıldırım 'a (MTA), Jeo. Yük. Müh. Gülay Sezerer Kuru'ya (MTA), Prof. Dr. Taner Ünlü'ye (A.Ü. Mühendislik Fakültesi), Jeo. Müh. Sabriye Metin'e (MTA), Dr Yasushi Watanabe'ye ve proje çalışanlarına teşekkürü borç bilirlir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- 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, 1187-1211.
- Akgül, M., 1991. Baskil Elazığ granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. *Yerbilimleri Geosound*, 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.
- Alicı, P., Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G. and Gündoğdu, M.N. 1997. Petrology and geochemistry of Lower Pliocene alkaline volcanism in the Gölcük area (İsparta, SW Turkey). *Terra abstracts, abstracts supplement, No. 1, Terra Nova, Vol.9.*
- Alicı, P., Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G. and Gündoğdu, M.N. 1998. Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölcük area (İsparta, S W Turkey): genesis of enriched alkaline magmas. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 85 (1-4), 423-446.
- 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*, 107, 49-72, Ankara.
- 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.
- Carten, R.B., 1986. Sodium- calcium metasomatism: Chemical, temporal, and spatial relationships at the Yerington, Nevada, porhyry copper deposit: *Econ. Geol.*, 81,1495-1519.
- Chappell, B.W. and White, A.J.R., 1974. Two contrasting granite types: Expanded abstract, *Pacific Geology*, 8,173-174.
- 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. *Econ. Geol.*, 87, 1963-2001.
- Dumanlılar, Ö. 2002 Baskil (Elazığ) civarındaki granitoid kayalarına bağlı cevherleşmelerin incelenmesi. Doktora Tezi A.Ü. Fen Bilimleri Enst. 196. Ankara (yayımlanmamış).
- Evans, A:M:, 1987. *An Introduction to Ore Geology*. Blackwell Sci. Publ (second edition). 385s
- Fonteilles, M., Soler, R, Demange, M., Derre, C,

KATKI BELİRTME

Bu yayın 1992-1996 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüd ve Arama Dairesi tarafından yürütülen "GAP Maden Aramaları Projesi" kapsamında birinci yazarın A.Ü Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptığı doktora çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır. Yazarlar, çalışmanın her aşamasındaki katkılarından dolayı, GAP Maden Aramaları Projesi Başkanı rahmetli Jeo. Yük. Müh. M. Şahin Tüfekçi'ye, bu çalışmaya imkan sağlayan MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüd ve Arama Dairesi Başkanlığına, çalışmanın çeşitli aşamalarındaki yönlendirici eleştirileri ve katkılarından dolayı Dr Ahmet Çağatay'a Bülent Bayburtoğlu'na (MTA), Ercan Kuşçu'ya (M.T.A.), Doç. Dr. Mehmet Şener'e (MTA), Dr. Pınar Şen'e (MTA), Selahattin Yıldırım'a (MTA), Jeo. Yük. Müh. Gülay Sezerer Kuru'ya (MTA), Prof. Dr. Taner Ünlü'ye (A.Ü. Mühendislik Fakültesi), Jeo. Müh. Sabriye Metin'e (MTA), Dr Yasushi Watanabe'ye ve proje çalışanlarına teşekkürü borç bilirlir.

DEĞİNİLEN BELGELER

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, 1187-1211.

Akgül, M., 1991. Baskil Elazığ granitoidinin petrografik ve petrolojik özellikleri. *Yerbilimleri Geosound*, 18,67-78.

Akgül, B. ve Bingöl, E, A, 1997. Piran köyü (Keban) çevresindeki magmatik kayaların petrografik ve petrojenetik özellikleri. *Selçuk Üniv. Müh-Mim. Fak. 20. Yıl Jeoloji Semp. Bildirileri* 13-14.

Alıcı, P, Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G. and Gündoğdu, M.N. 1997. Petrology and geochemistry of Lower Pliocene alkaline volcanism in the Gölcük area (İsparta, SW

Turkey). *Terra abstracts, abstracts supplement, No. 1, Terra Nova, Vol.9.*

Alıcı, P, Temel, A., Gourgaud, A., Kieffer, G. and Gündoğdu, M.N. 1998. Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölcük area (İsparta, SW Turkey): genesis of enriched alkaline magmas. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 85 (1-4), 423-446.

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*, 107, 49-72, Ankara.

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.*

Carten, R.B., 1986. Sodium- calcium metasomatism: Chemical, temporal, and spatial relationships at the Yerington, Nevada, porphyry copper deposit: *Econ. Geol.*, 81,1495-1519.

Chappell, B.W. and White, A.J.R., 1974. Two contrasting granite types: Expanded abstract, *Pasifile Geology*, 8,173-174.

Diles, J., H, and Emaudi, M., T., 1992. Wall Rock alteration and hydrothermal flow paths about the Ann- Mason Porphyry Copper Deposit, Nevada- A6- km vertical reconstruction. *Econ. Geol.*, 87, 1963-2001.

Dumanlılar, Ö. 2002 Baskil (Elazığ) civarındaki granitoid kayalarına bağlı cevherleşmelerin incelenmesi. Doktora Tezi A.Ü. Fen Bilimleri Enst. 196. Ankara (yayımlanmamış).

Evans, A:M:, 1987. *An Introduction to Ore Geology.* Blackwell Sci. Publ (second edition). 385s

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., Rrouse, 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.Geol.*, 86,1683-1703.
- Gerçek, E.,1996. Nazaruşağı (Baskil Elazığ) hidrotermal kuvars damarları ve ilgili cevherleşmeler. Yüksek Lisans Tezi Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. 51. Elazığ (yayımlanmamış).
- 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.
- Herece, E., Akay, E., Küçümen, E., ve Sanaslan, M., 1992. Elazığ- Sivrice- Palu dolayının jeolojisi. MTARaporu, No: 9634.
- Karapetian, S.G., Jrbashian, R.T. and Mnatsakanian A.Kh. 2001. Late collision rhyolitic volcanism in the north-eastern part of Armenian Highland. *Journal of Volcanology and geothermal Research*, 112,189-220.
- Layne, G.D., Longstaffe, F. J. and Spoone, 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, 930.
- Lowell, J. D. and Guübert, J. M., 1970. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. *Econ. Geol.*, 65,373-408.
- Mohr, M., 1963. Baskil-Nazaruşağı 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, 509-567.
- 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*, 25,956-983.
- Pearce, J.A., 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Epidodes*, vol. 19,4
- Poyraz, N., 1988. İspendere-Kömürhan (Malatya) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., 151 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Rye, R.O. and Ohmoto, H., 1974. Sulfur and carbon isotopes and ore genesis: a review: *Econ. Geol.*, 69,826-842.
- 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 Japon: *Proceeed. 7th Quadrennial IAGOD Symp.*, 375-381.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock, its propername. *EarthSci.Rev.*, 12,1-13.
- Tauson, L.V., 1974. Geochemical types and potential ore-bearing granitoids (in Russian). *Nauka, Moscow*, 279 pp.
- Taylor S., R. and Mc Lennan, S.M., 1985, *The continental crust: its composition and evolution: An examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks.* Blackwell Scientific Publications,46p.
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, F.A., 1995. Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civanndaki 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: MTA Raporu, No: 9739 (yayınlanmamış).

- Tüfekçi, M.Ş.ve Dumanlılar, Ö.,1998. G.A.P Elazığ ili, Baskil ilçesi, Topaluşığı köyü, MTA ruhsatlı Bakır- Altın sahası sonuç raporu. Maden Etüd Arşiv No: 2859.
- Türkyılmaz, B.ve Şaşmaz, A., 2000. Cansızhimik, Galuşığı ve Topalkem (Baskil Elazığ) köyleri arasındaki alanın toprak jeokimyası.Yerbilimleri, 22,129 - 136.
- 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. MTA Raporu, No:2268.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the eastern Taurus region, Geology of the Taurus beltproceeding. O. Tekeli and M.C Göncüoğlu (Edit) MTA, Ankara.
- Yazgan, E. ve Chessex, R., 1991. Geology and tectonicevolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. Türkiye Petrol Jeol. Der. Bült., 3,11 -42.
- Yılmaz, H., 1993. İspendere-Kale (Malatya), Baskil, Hankendi (Elazığ) Genel Jeokimyasal Prospeksiyon raporu. Maden Etüt arşiv no: 2669.
- Zaluski, G., Nesbitt, B., and Muehlenbachs K., 1994. Hydrothermal alteration and Stable Isotope Systematics of the Babine Porphyry Cu Deposits, British Columbia: İmplications for fluid evolution of porhyry systems. 89,1518-1541.