



## Mayıslar Sahası (Sarıcakaya-Eskişehir) Polimetallik Cevherleşmeleri Alterasyon Zonları İçindeki Kuvars ve Kalsitlerde Sıvı Kapanım Verileri

*Fluid Inclusion Data On Quartz and Calcite In Alteration Zones  
of Polymetallic Mineralizations at Mayıslar Area (Sarıcakaya-Eskişehir, Turkey)*

**Banu PARLAK<sup>1</sup>, İ. Sönmez SAYILI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, Mineraloji-Petrografi Bölümü, Ankara  
(banugultek@yahoo.com)

<sup>2</sup> Fe-Ni Madencilik Şirketi, Ankara  
(sonmez@fenimining.com)

### ÖZ

Mayıslar Köyü (Eskişehir-Sarıcakaya) civarında yer alan polimetallik cevherleşmeler, bölgeye tektonik olarak yerleşmiş Kretase yaşlı Dağköplü melanjinin ultramafik kayalar ile Eosen yaşlı Meyildere volkanitlerine ait andezitik kayalar içine çeşitli evreler halinde yerleşmiş ve yan kayalarda alterasyonlara yol açmıştır. Serisitleşmiş, killeşmiş, silisleşmiş ve turmalinlerce zenginleşmiş altere andezitler içinde kuvars ve karbonat damarlarının yer aldıkları görülmektedir. Makroskopik ve mikroskopik incelemeler sonucu erken ve geç olmak üzere en az iki kuvars oluşum evresi (Kuvars-I ve Kuvars-II) ve geç evre kuvarsları ile birlikte ve onların oluşumunu takip eder şekilde kalsit kristal oluşumları saptanmıştır. Cevher mikroskopisi çalışmaları sonucunda ana kayada bulunan oksit ve sülfid minerallerinin yanısıra pirotin, pirit, kalkopirit, galenit, sfalerit, fahlerz ve arsenopirit gibi sülfidli mineraller belirlenmiştir.

Kuvarslarda ve kalsitlerde yapılan sıvı kapanım incelemeleri ile birinci evre kuvarslarda (Kuvars-I) 470<sup>0</sup> - 370<sup>0</sup> C arasında değişen homojenleşme sıcaklıkları ve % 27- 41 aralığında değişen NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri belirlenmiştir. İkinci (geç) evre kuvarslar (Kuvars-II) ve onlara eşlik eden kalsitlerde 370<sup>0</sup> - 270<sup>0</sup> C arasındaki bazı istisnai ölçümler dışında 270<sup>0</sup> - 110<sup>0</sup> C sıcaklıklar ve % 7 NaCl eşdeğerinden daha az tuzluluklar sergilemektedir. Cevher minerallerinin bu geç evre ile eş zamanlı olarak oluştukları söylenebilir.

Alterasyon mineralleri, cevher mineralleri ve turmalinlerin sıvı kapanım verileri birlikte değerlendirilmesi sonucunda gömülü bir granitoidik sokulumun bulunma olası ağırlık kazanmaktadır. Bu sokulumdan, değişik zamanlarda hareketlenen silisli, karbonatlı ve cevherli çözeltilerin hem andezit ve diğer çevre kayaları değişikliğe uğrattıkları hem de cevherleşmeleri oluşturdukları düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Cevherleşme, Eskişehir-Mayıslar, kalsit, kuvars, polimetallik, sıvı kapanım

## ABSTRACT

*Polymetallic mineralizations around Mayıslar Village (Sarıcakaya-Eskişehir) are located in andesitic rocks of Eocene aged Meyildere Volcanites and in ultramafic rocks of Cretaceous aged Dağküplü Melange which is tectonically emplaced into the region. The mineralizations are formed at different stages and caused alterations in the host rocks. Quartz and calcite veins intersect the altered andesites which are silicified, sericitized, argillized and enriched by tourmalines. According to macroscopic and microscopic investigations, at least two quartz generations as early and late quartzs (Quartz-I and Quartz-II) and calcite formations together with and further than late stage quartzs have been determined. Ore microscopic studies have revealed that in addition to oxide and sulfide minerals in the host rocks, sulfide minerals such as pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, fahlore and arseopyrite are determined.*

*Fluid inclusion studies carried out on quartzs and calcites showed that Quartz-I generation exhibit the formation temperatures of 470<sup>0</sup> - 370<sup>0</sup> C and salinities of 27- 41% NaCl equivalent. Late stage quartzs (Quartz-II) and accompanying calcites with some exceptions between 370<sup>0</sup> - 270<sup>0</sup> C, display the formation temperatures of 270<sup>0</sup> -110<sup>0</sup> C and salinities under 7% NaCl equivalent. Ore minerals seem to occur with late stage quartzs and calcites.*

*Considering together of alteration and ore minerals, tourmalines and fluid inclusion data strengthen the possibility of a buried granitoidic intrusion. All these data indicate the reasonable view of siliceous, carbonaceous and ore bearing solutions moved from this intrusion due to tectonic activities as different stages altered andesites and other country rocks and caused the formation of mineralizations.*

**Key Words:** Calcite, Eskişehir-Mayısar, fluid inclusion, polymetallic mineralizations, quartz

## GİRİŞ

Metalik maden yatakları ve oluşumlarının incelenmesi sırasında jeolojik, jeokimyasal, jeofiziksel yöntemler kullanıldığı gibi cevherleşmelere yol açan çözeltilerin kökenlerinin ve özelliklerinin belirlenmesi aramaların yönlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve Türkiye’de gerek yüzeyleşmiş gerekse gömülü baz ve değerli metalik cevher oluşumlarının araştırılması sırasında kuvars, kalsit ve diğer bazı mineraller üzerinde çok sayıda sıvı kapanım araştırmaları yapılmıştır (Heinrich vd. 1999, Harraz 2000, Gleeson 2001, Wilkinson 2001, Coşkun ve Genç, 2004, Heinrich 2007, Zhang vd. 2007, Kalender vd. 2009, Coşkun 2010, Yıldırım vd. 2010, Akıska 2011, Demirela 2011, Bozkaya vd. 2011). Bu çalışmada,

inceleme alanında yapılan sondajlar sırasında alınan örneklerde yapılan cevher mikroskopik incelemeler ve jeokimyasal veriler, alterasyon alanları içinde Cu-Pb, Zn, Mo, Fe, Sb, As ve Au elementlerinin yer yer zenginleştiklerini ve ayrıca kuvars ve kalsit minerallerinin çeşitli evreler halinde oluştuğunu göstermektedir.

Makaleye konu olan çalışma sahası, Eskişehir iline bağlı Sarıcakaya ilçesi Mayıslar Köyü’nün 4 km kadar güneydoğusunda yer alır. Mayıslar adıyla anılan ruhsat sahasında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan jeolojik, jeokimyasal çalışmalar ve sondajlar sonucunda porfiri tipte ve mesotermal evreye ait Pb-Zn-Cu-Mo cevherleşmeleri ile epitermal tipte Au-Ag-Sb-As anomalileri tespit edildiği belirtilmiştir.

Bu çalışma, Adapazarı H25d3 paftasında yer alan ve 2006 yılına kadar MTA ruhsat sahasını da içinde kalan bir alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). İnceleme alanı içinde gerek yüzeyde gerekse sondaj karotlarında polimetalik damar ve damarcıklar şeklinde cevherleşmeler bulunmaktadır.

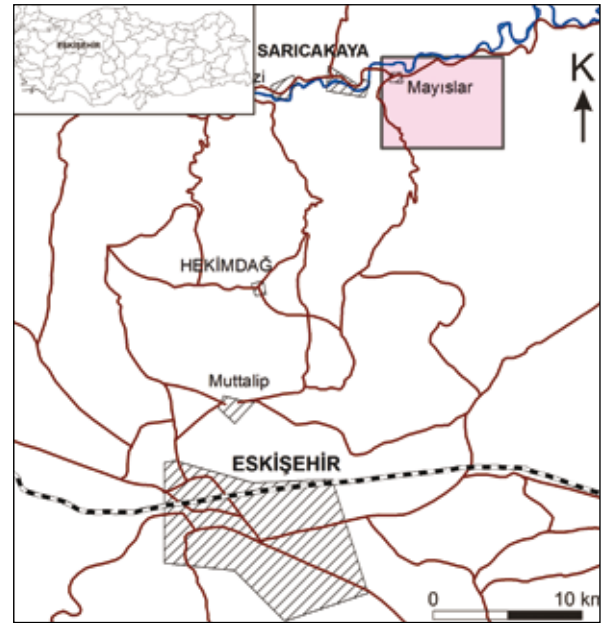
Bu makale kapsamında, belirtilen oluşumların jeolojik ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik incelemeleri kapsayan doktora çalışmasının (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) bir bölümünü oluşturan sıvı kapanım incelemelerine ait bulgular değerlendirilmekte olup, cevherleşmeyi oluşturan çözeltilerin oluşum sıcaklıkları ve tuzlulukları ile çözeltilerin kökenine yönelik yorumlar yapılmıştır.

## BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanının jeolojisinde incelenecek formasyon ve birimleri daha iyi anlayabilmek için o bölge civarına çeşitli araştırmacıların çalışmaları çerçevesince bakmak yararlı olacaktır.

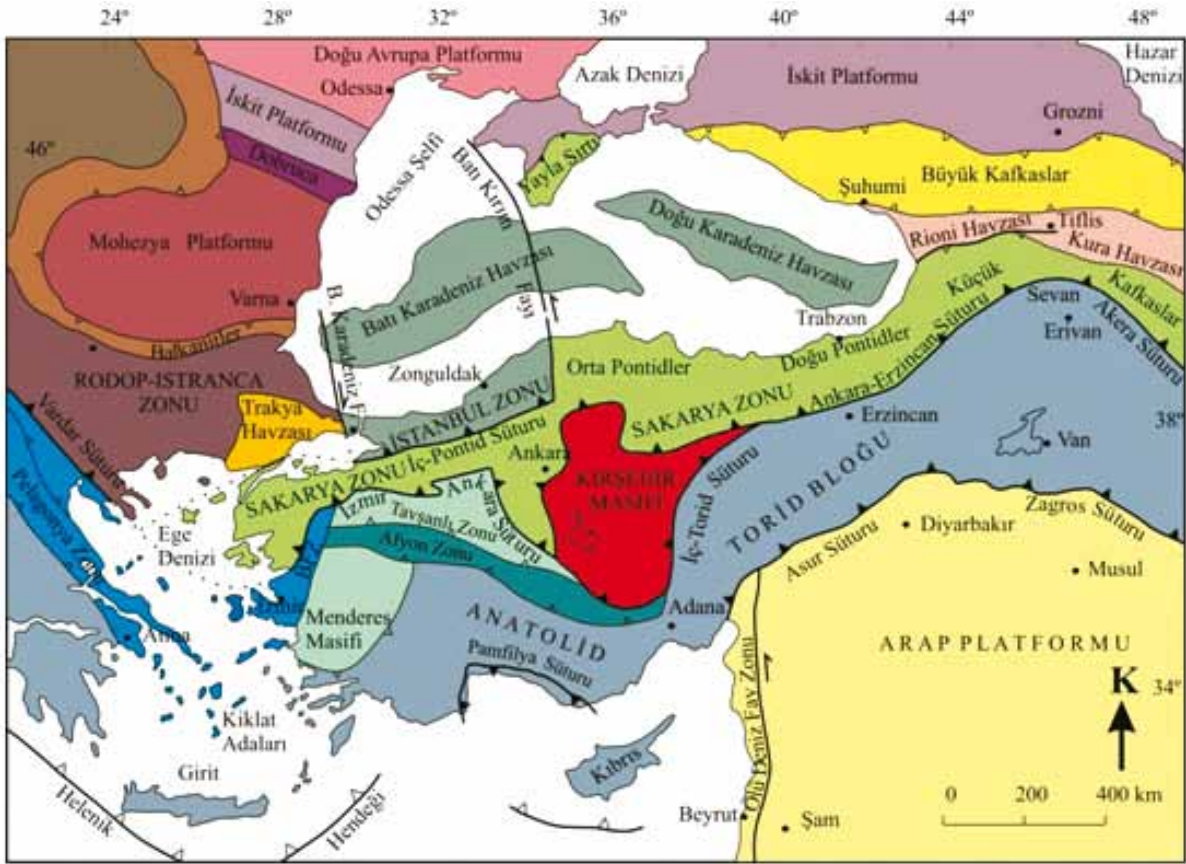
Okay (2004), Türkiye'yi oluşturan tektonik birimleri güneyden kuzeye doğru; Güneydoğu Anadolu, Anatolid-Torid bloku, Sakarya zonu, İstanbul zonu ve Istranca masifi olarak beş tektonik birliğe ayırmıştır (Şekil 2). Çalışma sahası, Kuzeybatı Anadolu'da Pontidler ile Anatolidler arasındaki sınır bölgesinde yer almaktadır. İzmir-Ankara Kenedi olarak da bilinen bu sınır, Neotetis okyanusunun kuzey koluna ait ofiyolitlerle temsil edilir. Bu okyanus Jura'da açılmış, Paleosen- Eosen aralığında

ise kuzeye dalımlı dalma-batma zonu boyunca kapanmıştır. Kenedin Bursa-İnegöl-Eskişehir arasındaki bölümlerinde BKB-DGD doğrultulu Eskişehir fayı bulunmaktadır. Okay (1984), yaptığı çalışmada, Eskişehir Fayının kuzeyinde yer alan Pontidleri; Istranca Masifi, İstanbul Napı ve Sakarya Zonu olmak üzere üç ana zona ayırmıştır. Biga yarımadasından başlayıp Bursa, Bilecik, Eskişehir ve Ankara çevresine kadar bir yay oluşturan Sakarya Zonu, Jura öncesi yaşlar sergileyen Temel birimler ile Jura-Tersiyer yaşlı örtü birimlerinden oluşur. Jura öncesi Temel, Okay (1984) tarafından Triyas yaşlı Karakaya Kompleksi, Triyas öncesi yaşlı Karakaya öncesi birimler ve Geç Karbonifer yaşlı Kazdağ Grubu olarak üçe ayrılır.



Şekil 1. Çalışma sahası yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.



Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri (Okay 2004).

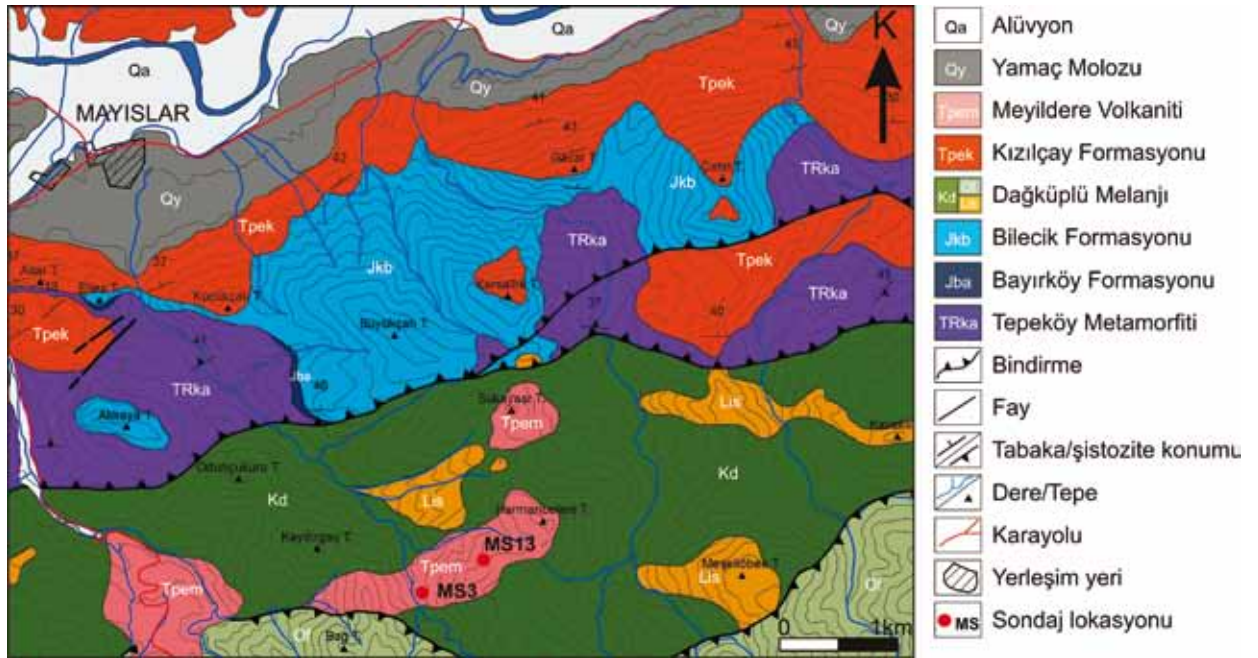
Figure 2. Tectonic units of Turkey (Okay 2004).

## ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası Duru vd. (hazırlanmakta) ile Gedik ve Aksay (2002)'den yararlanılarak revize edilmiştir (Şekil 3). Çalışma alanının stratigrafik istifi ise Göncüoğlu vd. (1996) tarafından verilen istif esas alınarak sunulmuştur (Şekil 4). Temelde Paleozoik yaşlı Tepeköy Metamorfritleri görülmektedir. Söğüt Metamorfritleri ve Soğukkuyu Metamorfritleri diğer yazarlarca verilen istiflerde (bakınız Göncüoğlu vd. 1996) yer alsalar da çalışma alanında belirlenememiştir. Jura yaşlı Bayırköy Formasyonu ve Bilecik Kireçtaşı

bu metamorfritlerin üzerine uyumsuzlukla oturmaktadır. Kretase yaşlı Dağköplü melanjı tüm bu birimler üzerine tektonik konumlu olarak yerleşmişlerdir. Bu melanjın serpantinleşmiş ultramafitlerinin bazı kesimlerde Eosen'den sonra listvenitleştikleri görülmektedir. Eosen yaşlı Meyildere volkaniti alttaki Paleosen-Eosen yaşlı Kızılcay formasyonu ile dikey ve yanal geçişlidir. Tüm birimler Kuvaterner çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Çalışma alanındaki birimler hakkında kısa bilgiler Göncüoğlu vd. (1996) ile Gedik ve Aksay (2002)'den yararlanılarak sunulmuştur.



**Şekil 3.** Çalışma sahası jeoloji haritası ve bazı MTA sondajlarının yerleri ((Gedik ve Aksay, (2002) ile Duru ve diğ.(hazırlanmakta)’den yararlanılarak hazırlanmıştır).

**Figure 3.** Geological map of study area and the location of some of MTA boreholes (taken from (Gedik and Aksay, (2002) and Duru et al. (in preparation)).

Mafik-ultramafik kayalar içeren Söğüt Metamorfileri, çok az mermer arakatlı orto ve para gnayslar ile amfibolitlerden oluşmuştur. Soğukkuyu Metamorfileri ise düşük dereceli metamorfizma gösteren kırıntılı, bazik volkanik ve karbonat kayalardan oluşur (Göncüoğlu vd. 1996). Aynı yazarlara göre; Tepeköy Metamorfileri siyah renkli piritli sleytler, gri renkli metakumtaşı, metasilttaşları, metatüfler, metabazik lavlar, dayk ve siller ile bu volkanik kayalarla birlikte yüzeyleyen metatüf ve metaradyolarit, rekristalize pelajik kireçtaşları ve serpantin şistlerden oluşmuştur. Bayırköy Formasyonu, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, şeyl, marn,

çakıl taşı ve yumru kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bilecik Kireçtaşı birimi genel olarak mikrit, biomikrit, pelmikrit, oomikrit ve kumlu mikritten oluşmuştur.

Dağküplü melanjı milonit, ultramilonit, kataklastitler, serpantinleşmiş ultramafik kayalar, peridotitler ve farklı türden bloklardan (andezitik ve dasitik volkanitler, yüksek basınç metamorfileri, rekristalize kireçtaşı blokları, çörtler ve kireçtaşı blokları) içermektedir (Göncüoğlu vd. 1996). Ultramafitler yer yer tamamen silisleşmiş ve karbonatlaşmış olup ilksel dokusunu kaybederek lisvenitlere dönüşmüşlerdir.

ZAMAN	FORMASYONLAR	
KUVATERNER	Qa	Alüvyon
	Qy	Yamaç Molozu
PALEOSEN-EOSEN	Tpem	Meyildere Volkaniti
	Tpek	Kızılçay Formasyonu
GEÇ KRETASE	Kd	Dağküplü Melanjı
JURA	Jkb	Bilecik Kireçtaşı
	Jba	Bayırköy Formasyonu
PALEOZOYİK	TRka	Tepeköy-Söğüt-Soğukkuyu Metamorfitleri

Şekil 4. Çalışma sahası stratigrafik kolon kesiti.

Figure 4. Columnar stratigraphic section of the study area.

Gedik ve Aksay (2002) tarafından Kızılçay Formasyonu olarak tanımlanan birimler, Göncüoğlu vd. (1996) tarafından grup mertebesinde değerlendirilmiştir. Bu yazarlara göre Kızılçay grubu, volkanitsiz olanı Hatıl formasyonu, volkanitli olanı Demirköy formasyonu olmak üzere iki formasyondan oluşur. Gedik ve Aksay (2002), birimin genel olarak kırmızı, alacalı renkli, ince-kalın tabakalı kötü boylanmalı konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı ardalılarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışma alanındaki andezitler Göncüoğlu vd. (1996) tarafından Demirköy Formasyonuna ait Meyildere volkanit üyesi olarak ayrılmış olup andezit, trakiandezit ve bazalt andezitten oluşan lavlar ve piroklastiklerden meydana gelmektedir.

Gedik ve Aksay (2002), Kuvaterner birimlerini yamaç döküntüsü, yer kayması, traverten, genç alüvyon ve akarsu sekileri olarak sınıflamıştır. Alüvyonlar ise çakıl, kum ve milden oluşmuştur.

## MİNERALOJİK-PETROGRAFİK İNCELEMELER

### Kayaç Petrografisi

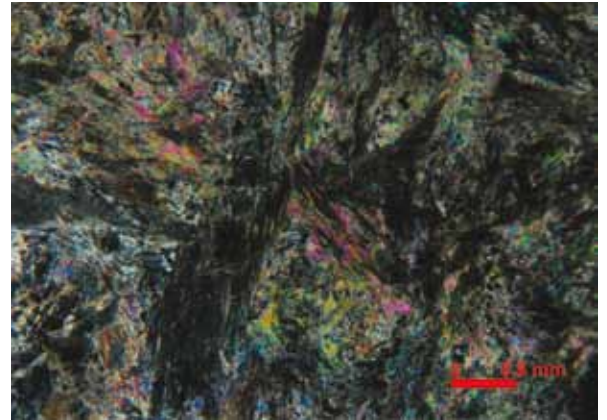
Bu bölümde, cevherleşmelerin gözleendiği kesimde yer alan kayaçların mineralojilerinin belirlenmesi amacıyla polarizan mikroskopik inceleme sonuçları verilecektir. Daha sonra da sıvı kapanım verilerinin yorumlanmasına yönelik bazı önemli alterasyon ve cevher mikroskopisi bulguları sunulacaktır.

Saha çalışmaları sırasında yüzeyden ve daha çok da sondaj karotlarından örnekler alınmıştır. Örneklerde Dağköplü Melanjı'na ait ultramafik kayaçlar ile onların silisleşme ve karbonatlaşmaları şeklinde gelişen alterasyonları sonucu oluşmuş listvenitler izlenmektedir. Ayrıca andezitik türde volkanik kayaçlar ile onların alterasyon ürünleri de izlenen en önemli kayaçlardır. Bu arada, sondaj çalışmaları

sırasında dokusal özellikleri ve kesme ilişkileri ile birbirlerinden farklılaşan diyorit porfirler ve mikrodioritler ayrılmıştır. Çok belirgin olarak gözlenen bir özellik ise genişlikleri 7-8 cm'e kadar ulaşan kuvars ve karbonat damarlarının varlığıdır. Sondaj karotlarında zaman zaman turmalinler ve jips damarları da gözlenmektedir. Bazı kuvars damarları içinde ise pirit ve diğer sülfid mineralleri bulunmaktadır. Bu özellikler ve mineralojik veriler sıvı kapanım çalışmalarında incelenen kuvars ve kalsitlerin jenerasyonlarının anlaşılması ve yörede etkin çözeltilerin karakterlerinin belirlenmesine katkı koyacak olmaları nedeniyle aşağıda daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

### Ultramafik kayaçlar

Serpantin ve serpantinleşmiş peridotitik kayaçlar olarak tanımlanan bu kayaçlarda olivin ve piroksen minerallerini ender olarak bozunmamış halde görmek mümkündür. Alterasyon bu mineralleri bazen az genellikle de çok oranda etkileyerek serpantinleşmelerine, karbonatlaşmalarına, silisleşmelerine, kloritleşmelerine, +/- talklaşma, uralitleşme ve epidotlaşmalarına yol açmıştır (Şekil 5).

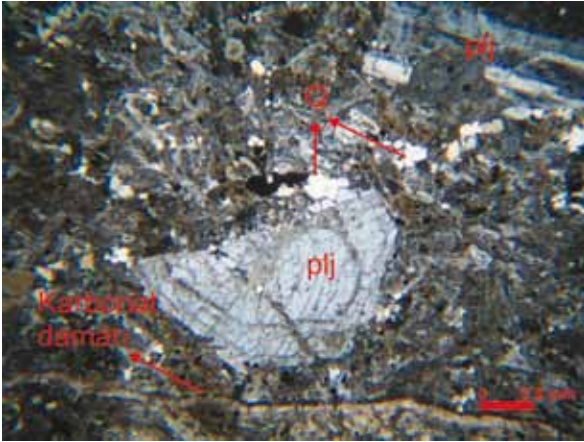


**Şekil 5.** Serpantinler içinde talklaşma, kloritleşme, opaklaşma (Örnek No: BA-13).

**Figure 5.** Talcitization, chloritization and opacitization in serpentinites (Sample Nr: BA-13).

### Diyorit porfir

Holokristalin porfirik dokulu olup fenokristal olarak plajiyoklaz, amfibol ve biyotit minerallerini içermektedir (Şekil 6). Plajiyoklazlar öz-yarı ve özşekillidir, yer yer killeşmiş, az oranda epidotlaşmış ve karbonatlaşmışlardır. Mafik mineraller, genellikle amfiboller ve/veya amfibol kafa kesitleri sunan minerallerden oluşmaktadır. Bunlar yer yer az ya da çok kloritleşmiş ve/veya karbonatlaşmıştır. Eser miktarda biyotit mikrofeno-kristali izlenmiştir. Hamur plajiyoklaz mikrolitleri ve kristalitler içermekte olup yoğun biçimde silisleşmeler göstermektedir.

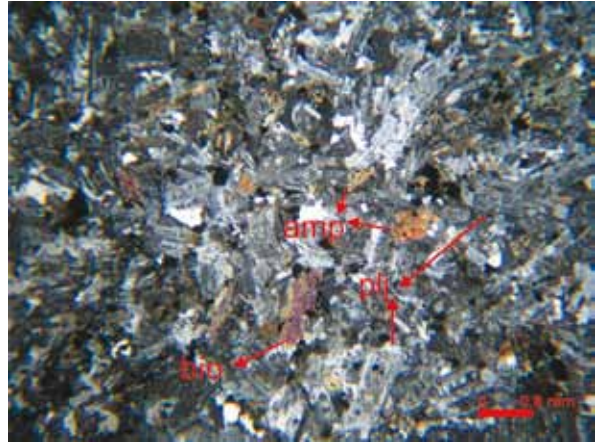


**Şekil 6.** Diorit porfir (çift nikol) (plj: plajiyoklaz, Q: kuvars) (Örnek No: 14-30).

**Figure 6.** Dioriteporphyry (crossed polarized) (plj: plagioclase, Q: quartz) (Sample Nr: 14-30).

### Mikrodiyorit

Holokristalin tanesel dokulu bu kayaçlar plajiyoklaz, kuvars ve yer yer amfibol ile biyotit minerallerinden oluşmuştur (Şekil 7). Amfiboller kısmen kloritleşmiştir. Plajiyoklazlarda az oranda serisitleşme, killeşme, karbonatlaşma ve daha az olarak da epidotlaşmalar izlenmiştir.



**Şekil 7.** Mikro diyorit (çift nikol) (plj: plajiyoklaz, amp:amfibol, bio: biyotit) (Örnek No: BA-27).

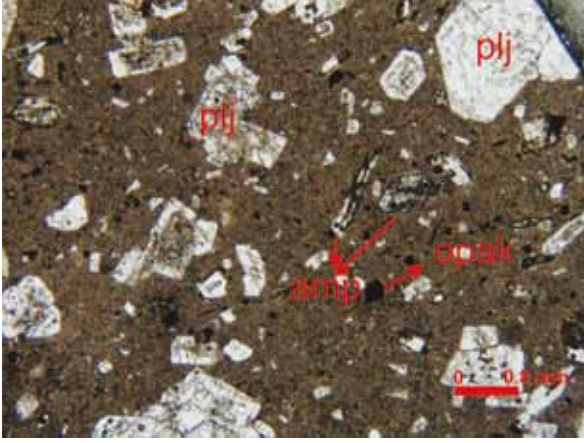
**Figure 7.** Mikrodiyorite (crossed polarized) (plj: plagioclase, amp:amphibole, bio: biotite) (Sample Nr: BA-27).

### Andezit

Bu kayaçlar porfirik dokuya sahip olup fenokristal olarak başlıca plajiyoklaz, +/- kuvars, amfibol ve biyotit minerallerini içermektedir (Şekil 8). Zonlu doku ve polisentetik ikizlenmeleriyle belirgin olan plajiyoklazlar, özşekilli ve yarı özşekilli olup serisitleşmiş, killeşmiş, bazen silisleşmiş, karbonatlaşmış ve epidotlaşmış olup karbonat damarlarınca da kesilmiştir (Şekil 9). Bazı plajiyoklazlar bir araya gelip kümelenerek glomeroporfirik dokuyu oluşturmuştur. Kuvarslar özşekilsiz olup genelde kemirilmiş taneler halindedir. Amfiboller yer yer biyotitleşmiş, karbonatlaşmış ve kloritleşmiştir. Bazı amfiboller de yer yer glomeroporfirik dokular sergilemektedir. Hamur plajiyoklaz mikrolitlerinden oluşmuş olup silisleşme, biyotitleşme, kloritleşme, killeşme, karbonatlaşma, uralitleşme ve serisitleşmeler göstermektedir. Bazı örneklerde hamur nispeten iri kristalli olarak izlenmiştir. Alterasyon andezitleri değişik oranlarda etkilemiş, bazı andezitler

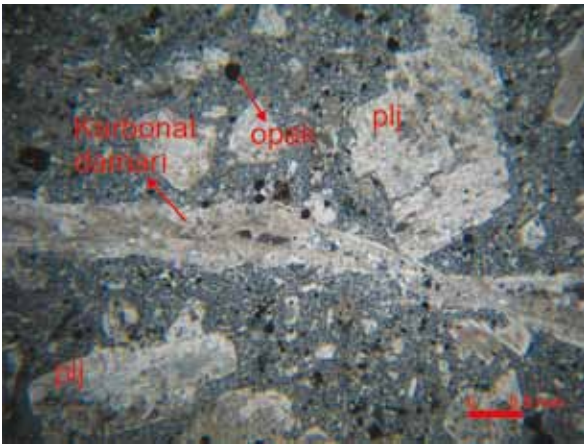


primer dokusunu tamamen kaybedecek derecede alterasyona maruz kalmışlardır.



**Şekil 8.** Andezit (tek nikol) (plj: plajiyoklaz, amp: amfibol) (Örnek No: BA-27).

**Figure 8.** Andesite (plane polarized) ((plj: plagioclase, amp: amphibole) (Sample Nr: BA-27).

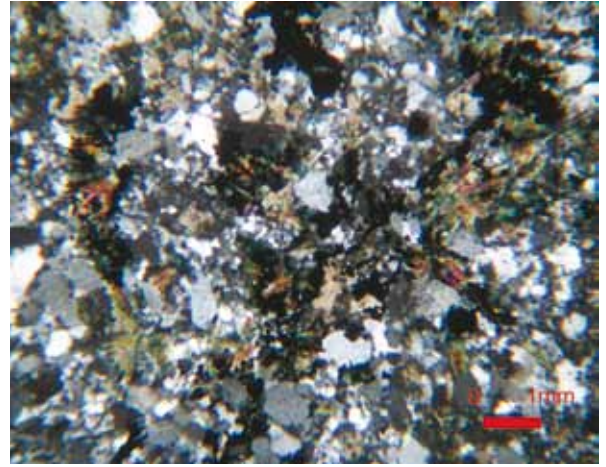
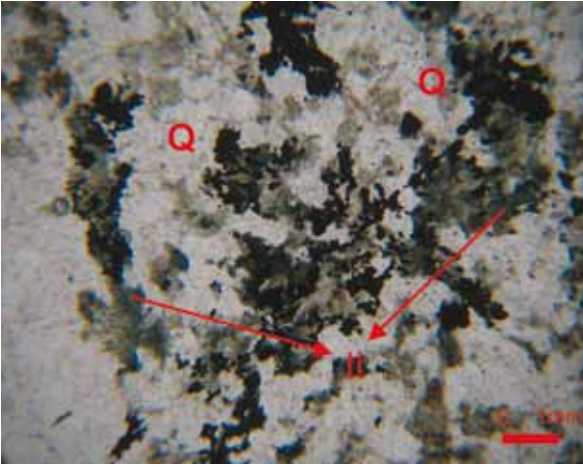


**Şekil 9.** Andezitlerin plajiyoklazlarında serisitlenme ve andezitleri kesen karbonat damarları (plj:plajiyoklaz) (Örnek No: MS7-336).

**Figure 9.** Sericitization of plagioclases in andesites and carbonate veins cutting andesites (plj:plagioclases) (Sample Nr: MS7-336).

## Alterasyon

Altere andezitlerde porfirik dokular kısmen korunmuş ancak fenokristaller tamamen altere olarak pseudomorflar haline dönüşmüşlerdir. Feldispat grubuna ait olduğu düşünülen özşekilli fenokristaller serisitlenmiş, karbonatlaşmış ve killeşmiştir. Bazı örneklerde genç biyotit ve kuvars fenokristallerine rastlanmıştır. Ana kayalara ait kuvarlar, kemirilmiş taneler halinde gözlenmektedir. Andezitlerde yapılan XRD toz çekimlerinde her örnekte kuvars belirlenirken K-feldispat ve plajiyoklazlar da sıklıkla izlenmiştir. Tespit edilen diğer minerallerin başında kaolinit, illit ve smektit grubu kil mineralleri gelmektedir. Karbonat mineralleri olarak, genellikle kalsit bazen de dolomit görülmüştür. Ayrıca bazı karot örneklerinde az miktarda turmalinler, amfiboller, kloritler, biyotitler ve opal mineralleri izlenmektedir (Parlak, 2013 hazırlanmakta). Karotlarda yer yer kataklazmalar sonucu breşleşmelerin geliştiği, damar ve damarcıklar şeklinde kuvars, karbonat mineralleri ve cevher minerallerin de altere andezitler içinde yer aldığı belirlenmiştir. Alterasyon minerallerinin incelenmeleri sırasında gerek gözle gerekse mikroskopik incelemelerde kuvars kristallerinin zaman zaman iri taneli oldukları, bazen de orta, ince taneli hatta kalsedonik ve opal türünde oldukları belirlenmiştir. Orta-ince taneli bu kuvarların, iri olanlarını kestikleri ve iri breşik kuvarların aralarını doldurdukları saptanmıştır. Her iki tür kuvarların da kalsit bazen dolomit türünde karbonat damar ve damarcıklarınca kesildikleri belirlenmiştir (Parlak, 2013 hazırlanmakta). Jips damar ve damarcıkları da özellikle MS13 sondajında sıklıkla görülmektedir.

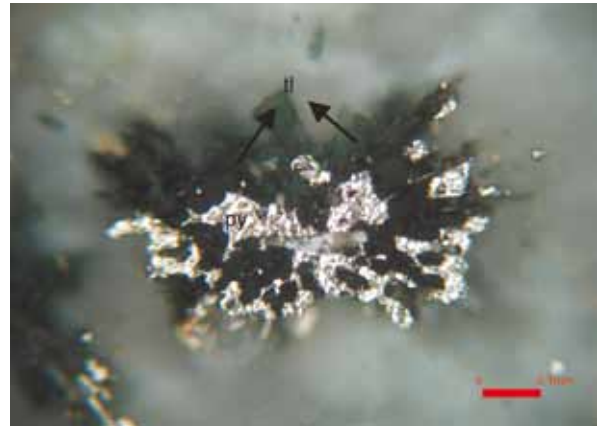


**Şekil 10.** Andezitte kuvars, turmalin, opak mineraller, a) tek nikol b) çift nikol (Örnek No.13-34).

**Figure 10.** Quartz, tourmaline and opaque minerals in andesite a) plane polarized b) crossed polarized (Sample Nr: 13-34).

### Turmalin Oluşumları

Turmalin mineralleri genellikle silisleşmeler içinde serisit ve karbonat mineralleri ile birlikte izlenmektedir. Bazı turmalinler ışınal dokular sunmaktadır. MS-3 sondajının 156,70; 230,50 ve 279,80. metrelerinde breşik doku içinde turmalinli kayaç parçaları belirlenmiştir. MS-13 sondajında ise hem petrografik incelemelerde hem de XRD çekimlerinde turmalinler türleri ile birlikte saptanmıştır. MS-13 sondajında turmalinlere 35. ile 160. metreler arasında sık sık rastlanmıştır (Şekil 10). Bu sondajın 87,20. metresinde elbaitik turmalinlere az oranda rastlanırken 130,00 ve 159,90. metrelerde şörl tipi turmalinler belirlenmiştir. 133,25. metreden alınan örnekte ise dravit saptanmıştır. MS-7 sondajından alınan bir örnekte çekilen EDAX analizine göre turmalinlerin merkezi kısımları şörl, kenar kısımları ise dravitten oluşmuştur. Pek çok yerde gözlemlendiği gibi örneğin MS13 sondajının 130,80. metresinden alınan örnekte (Örnek No. 13-33) turmalinlerin arasında daha genç olan ve onların aralarını dolduran opak mineraller (pirit, kalkopirit, galenit ve diğer sülfürlü mineraller) izlenmiştir (Şekil 11).



**Şekil 11.** Turmalinlerin aralarını doldurmuş pirit (Örnek No: 13-33) (py: pirit, rt: rutil, tl: turmalin).

**Figure 11.** Pyrite fillings in the fractures of tourmaline (Sample Nr: 13-33) (py: pyrite, rt: rutil, tl: tourmaline).

### Cevher Mikroskobisi

Burada bu incelemeler ayrıntılı olarak sunulmayacak ancak bazı cevher minerallerinin çözeltilerin yorumlanmasında önemli mineraller oldukları için kısaca isimleri ve oluşum sıraları verilecektir.

Ultramafik kayalar ve volkanitlerden oluşan ana kayalarda primer olarak yer alan cevher mineralleri; rutil, kromit, linneit, millerit, milleritlerden dönüşmüş violarit, pentlandit, bravoid ve manyetitir. Bu cevher minerallerinin çok miktarda olmamalarından dolayı ekonomik önemleri yoktur. Bu ana kayaları keser konumlarda izlenen ve sülfürlü minerallerden oluşan daha genç bir evreye özgün cevher mineralleri belirlenmiştir. Bu evrede önce pirotin daha sonrada piritlerin oluştuğu belirlenmiştir. İzlenen iki tip piritten özşekilli olanlar yaşlı, özşekilsiz olanlar ise genç piritlerdir. Yaşlı piritlerin zaman zaman kataklazma geçirdikleri, kuvarslar tarafından sarıldıkları ve içlerinde pirotin, manyetit ve rutil kapanımları buldukları ve yaşlı ve genç tüm piritlerin genellikle limonite dönüştükleri belirlenmiştir. Genç piritlerde ise yer yer markazite dönüşüm saptanmıştır. Piritten daha sonra oluşmuş molibdenitler gözlenmektedir. Pirit ve molibdenitlerden sonra daha genç olarak kalkopirit, galenit, sfalerit, fahlerz ve arsenopiritler oluşmuştur. Cevher mikroskobisi çalışmalarında pirit ve kalkopiritlerin turmalinlerden daha genç olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan cevher minerallerinin bazen breşik kayaç parçalarının etraflarını sardıkları bazen de genç kuvars ve kalsit damarcıkları tarafından kesildikleri belirlenmiştir.

## Sıvı Kapanım İncelemeleri

### Yöntem ve Örnekleme

Cevherleşme sahasından alınan el örnekleri ve bazı karot örnekleri incelendiğinde silisleşmiş, serisitleşmiş ve karbonatlaşmış andezitleri kesen ve 7-8 santimetre kalınlıklara ulaşan iri şeffaf kuvars damarları (Kuvars-I) ve onları da kesen daha genç zaman zaman iri ama genellikle orta ve ince taneli kuvars damarcıkları (Kuvars-II) belirlenmiştir (Şekil 12). Bazı Kuvars-I damarları

pirit damarcıkları tarafından kesilmiştir (Şekil 12, Şekil 13). Ayrıca sondajlarda beyaz renkli kalsit damarları tespit edilmiştir (Şekil 14). El örneği düzeyinde yapılan gözlemler ve incekesit çalışmalarında kalsit damarlarının, kuvars ve pirit damarlarından daha genç olduğu belirlenmiştir. Kuvars-I damarlarında dalgalı yanıp sönme ile belirginleşen kataklazma etkileri görülmektedir. Etkili olan basınçlar sonucunda Kuvars-I ve opak minerallerde çatlaklar gelişmiş ve bunlar daha sonraki evrelerde önce Kuvars-II ve sonrada kalsit damarları ile dolgulanmıştır.

Sıvı kapanım çalışmaları saydam olan kuvars ve kalsit minerallerinde yapılmıştır. Mikrotermometrik ölçümler sonucunda homojenleşme sıcaklıkları (Th) ve % NaCl eşdeğeri olarak tuzluluklar belirlenmiştir.



**Şekil 12.** Altere olmuş andeziti kesen şeffaf kuvars damarları (Kuvars-I) ve onları kesen (çizgili alanın içi) kuvars damarcıkları (Kuvars-II) (Örnek No: BG-31).

**Figure 12.** Transparent quartz veins (Quartz I) cutting altered andesite and quartz veinlets (Quartz II) cutting Quartz I veins (the area between parallel lines) (Sample Nr: BG-31).



**Şekil 13.** Altere andezitte şeffaf kuvars damarı içinde pirit mineralleri (Örnek No: BG-32).

**Figure 13.** Pyrite minerals in transparent quartz veins cutting altered andesite (Sample Nr: BG-32).



**Şekil 14.** Altere olmuş (serisitleşmiş, silisleşmiş) ana kayacı kesen beyaz renkli kalsit damarcıkları (Örnek No: BG-65).

**Figure 14.** White calcite veinlets cutting altered (sericitized, silicified) host rock (Sample Nr: BG-65).

### Kapanımların Petrografik Özellikleri

Gözlenen kapanımlar bileşimlerine göre tek fazlı (gaz) (Tip I), tek fazlı (sıvı) (Tip II), iki fazlı (sıvı+gaz) (Tip III), çok fazlı (sıvı+gaz+katı) (Tip

IV) ve karışmaz sıvılardan oluşan karbondioksitçe zengin (sıvı  $\text{CO}_2$ , gaz  $\text{CO}_2$  ve sıvı  $\text{H}_2\text{O}$ ) (Tip V) kapanımlardan bir veya birkaçı tespit edilmiştir.

Roedder (1984), tek fazlı (sıvı) ve tek fazlı (gaz) kapanımların bir arada bulunmasını, açık sistemleri temsil ettiğini belirten bir görüş ileri sürmüştür. Böyle sistemlerde basınç düzeltmelerine gerek olmadığı için ölçülen homojenleşme sıcaklıkları oluşum sıcaklıkları olarak alınabilmektedir.

**Kuvarslar:** Kuvars damarında yer alan 5mm'ye ulaşan tane boyundaki kuvars kristalleri genellikle şeffaf olup çok az bir kısmı da yarı mat özelliktedir. Bu kristallerde birincil ve ikincil kapanımlar tespit edilmiştir (Şekil 15). Birincil kapanımlar olarak çok bol miktarda Tip I ve Tip II, az miktarda Tip III ve Tip IV kapanımlar ile eser miktarda Tip V kapanımlar belirlenmiştir. İkincil kapanımlar ise Tip I ve Tip II' den oluşmaktadır. Kuvars örneklerinin alındığı sondajların adları ve metreleri ile kapanım tipleri Çizelge 1' de sunulmuştur. Homojenleşme sıcaklığı ölçümleri tip III ve Tip IV kapanımlarda yapılmıştır. Son Erime ( $T_{m_{\text{tuz}}}$  veya  $T_{m_{\text{buz/ice}}}$ ) ölçümleri Tip-I ve Tip-II tipi kapanımlarda yapılmamış olup, Tip-III kapanımlarda son buz erime sıcaklıkları ve Bodnar (1993)'ın eşitliği kullanılarak % NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri hesaplanmıştır. Tip-IV kapanımlarda ise kapanım halit kristallerinin erime/çözünme sıcaklıkları belirlenerek yapılmıştır.

Kuvarslarda Tip-I kapanımlar, çok fazla miktarda izlenmiştir. Çoğunlukla yuvarlağımsı şekillerdedir. Genelde 2-16 mikron arasındaki boyutlardadır.

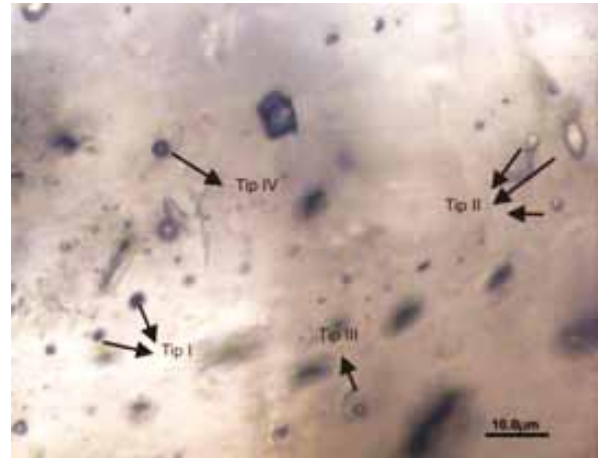
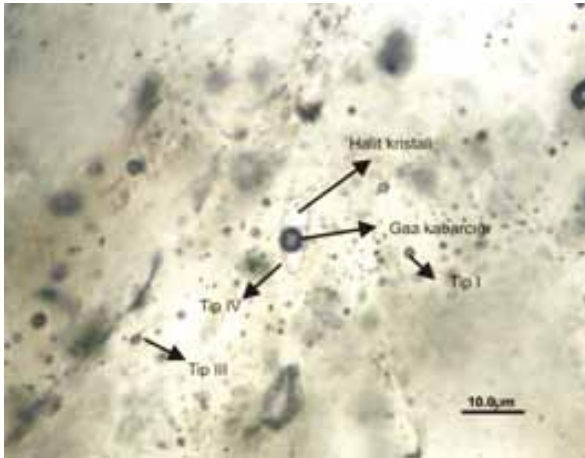
Tip-II kapanımlar ise 6-10 mikron arasındaki boyutlarda olup, düzensiz şekillerde ve Tip- I kapanımlara göre çok daha az miktarda izlenmiştir.

Bazı örneklerde orta bollukta, bazı örneklerde az ya da eser bollukta izlenen Tip-III kapanımlar, 4-20 mikron arasındaki boyutlardadır. Bu kapanımlarda sıvı fazın gaz faza olan oranı fazla olup, ısıtma işlemi sonunda homojenleşme sıvı faza olmaktadır. Bu kapanımlar çoğunlukla düzensiz şekillerdedirler. Kuvars minerallerinde yapılan iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlardaki (Tip-III) homojenleşme sıcaklıkları 155°C-468°C arasında değişmektedir (Şekil 16, Çizelge2). Tm<sub>buz/ice</sub> değerleri -0,5 ile -4,4 °C aralığında değişmekte olup (Çizelge 2) bu sıcaklık değerlerinden yararlanılarak ve Bodnar (1993)'ün eşitliği kullanılarak 0,9 ile 7,0 arasında değişen % NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri hesaplanmıştır.

**Çizelge 1.** Kuvarslı örneklerinin alındığı sondajlar ve derinlikleri ile içerdikleri kapanım tipleri.

**Table 1.** Depth and types of fluid inclusions of quartz samples collected from boreholes.

Sondaj No	Örnek No	Sondaj (m)	Kapanım Tipi
MS3	BG-17	42.40	Tip II
MS3	BG-31	68.00	Tip I, II, III, IV
MS3	BG-32	69.50	Tip I, II, III, IV, V
MS3	BG-35	80.50	Tip I, II, III, IV
MS3	BG-49	127.80	Tip I, II, III
MS3	BG-63	211.40	Tip II, III
MS13	13-16	64.65	Tip I,II, III



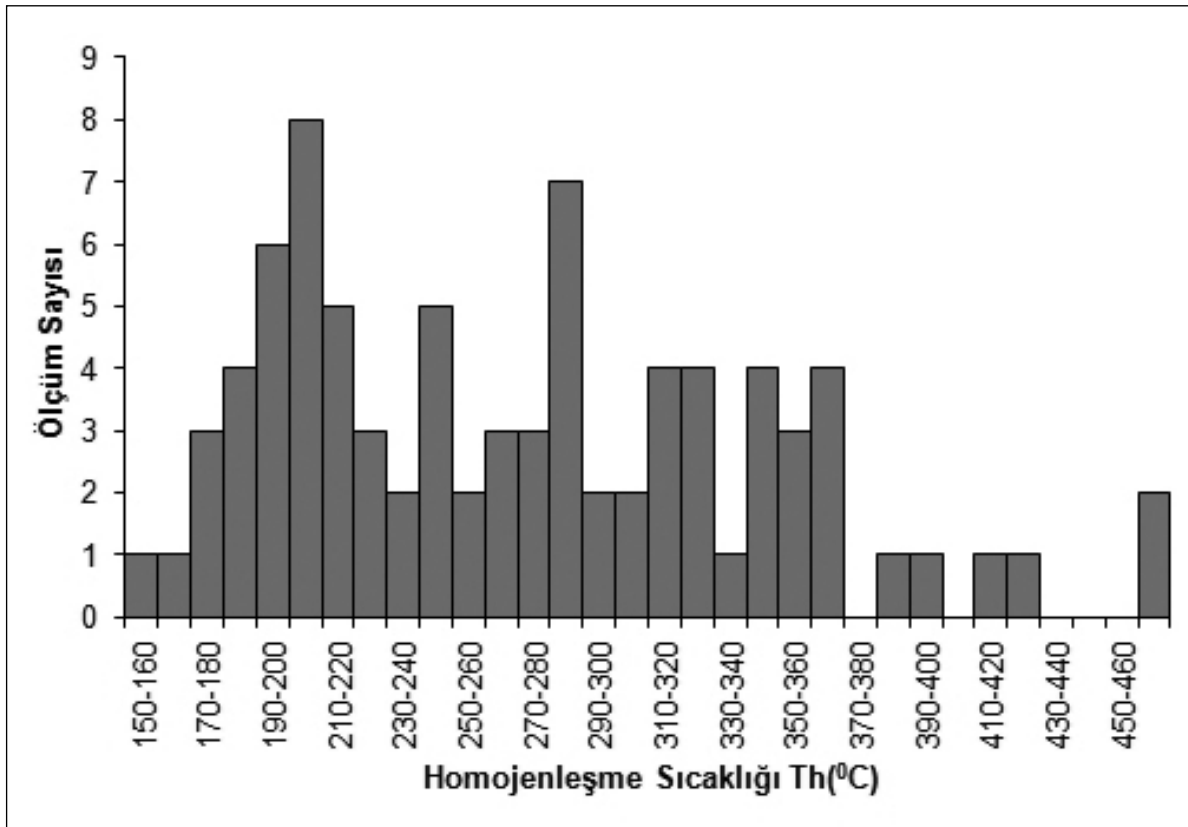
**Şekil 15. a)** tek fazlı (gaz) (Tip I), tek fazlı (sıvı) (Tip II), iki fazlı(sıvı+gaz) (Tip III), çok fazlı (sıvı+kati+gaz) kapanım (Tip IV) (Örnek No: BG-32) b) tek fazlı (gaz) (Tip I), iki fazlı (sıvı+gaz) (Tip III), çok fazlı (sıvı+kati+gaz) kapanım (Tip IV) (Örnek No. BG-35).

**Figure 15. a)** single phase (gas)(Type I),single phase (liqued) (Type II), two phases (fluid+gas) (Type III), poly phase (solid+ liquid +gas) fluid inclusion(Type IV)(Sample Nr: BG-35).

**Çizelge 2.** Kuvarlarda iki fazlı (sıvı+gaz) (Tip-III) kapanımlarda yapılan homojenleşme sıcaklık, Tm ve tuzluluk ölçümleri.

**Table 2.** Homogenization temperatures (Th°C), Tm and salinity values measured from two phase (liquid+gas) fluid inclusions (Type-III) in quartz minerals.

Örnek No	Sondaj Metresi (m)	Homojenleşme Sıcaklıkları (Th)(°C)	Kapanım tipi	Tm Min. Max.	Tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) Min. Max.
BG-31	68.00	259, 264, 282, 295, 310, 315, 315, 325, 341, 342, 343, 352, 387, 392, 416, 468	Tip I, II, III, IV	-0,5 -2,7	0,9 4,5
BG-32	69.50	178, 183, 187, 190, 201, 201, 204, 208, 216, 222, 235, 240, 242, 261, 272, 280, 283, 283, 295, 308, 322, 368	Tip I, II, III, IV, V	-0,5 -4,4	0,9 7,0
BG-35	80.50	253, 265, 358, 361, 424, 467	Tip I, II, III, IV	-3,0	5,0
BG-49	127.80	155, 167, 172, 185, 190, 193, 203, 212, 219, 228, 281, 305, 345, 355, 362, 365	Tip I, II, III	-2,5 -3,1	4,2 5,1
BG-63	211.40	179, 189, 190, 192, 193, 201, 203, 208, 215, 216, 228, 237, 248, 248, 248, 275, 276, 286, 324, 328, 335	Tip II, III	-2,1 -3,7	3,6 6,0
13-16	64.65	285, 311	Tip I,II, III	-0,8	1,4



Şekil 16. Kuvarslarda iki fazlı (sıvı+gaz) kapanımlarda yapılan homojenleşme sıcaklık değerleri dağılımı.

Figure 16. Distribution of homogenization temperatures (Th°C) measured from two phase (liquid+gas) fluid inclusions in quartz minerals.

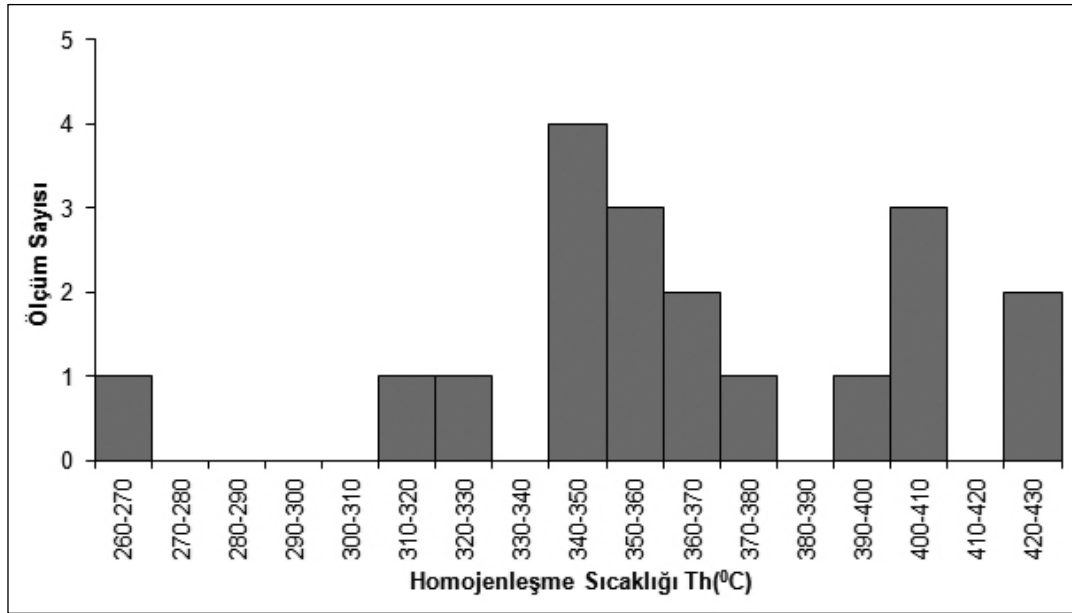
Tip-IV kapanımlar az veya çok az miktarlarda izlenmekte olup genelde düzensiz şekiller göstermektedir. Kapanım boyutları 6-20 mikron arasında değişmektedir. Kuvarslarda çok fazlı (katı+sıvı+gaz) kapanımlardaki (Tip-IV) homojenleşme sıcaklıkları ölçümleri 263-425 arasında değişmektedir (Şekil 17, Çizelge 3). Bazı örneklerde Tip-IV kapanımların oldukça ufak boyutlu olmaları nedeniyle homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk ölçümleri yapılamamıştır. Birincil kökenli çok fazlı (sıvı+gaz+katı) kapanımlarda (Tip-IV) yapılan mikrotermometrik ölçümlerde tuz kristallerinin halit ve silvin olduğu

belirlenmiştir. Kapanımların içinde bulunduğu katı halit kristallerinin, gaz kabarcığının kaybolmasından önce erimesi durumunda, bu sıcaklıktan ( $T_{m_H}$  °C) hareketle örneği oluşturan eriyiğin tuzluluğunun abaklar yardımı ile bulunabileceği belirtilmektedir (Sourirajan ve Kennedy, 1962). Tip-IV kapanımlarda ısıtma deneylerinden, kapanlanmış tuz kristallerinden halit kristalinin ergime sıcaklıkları 91-326 ( $T_{m_H}$  °C) belirlenmiş ve bunlara karşılık gelen tuzluluklar değerleri (Sourirajan ve Kennedy, 1962)'den hesaplanarak 27,73-40,3 % NaCl eşdeğerleri olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Kuvarlarda çok fazlı sıvı kapanımlarda (katı+sıvı+gaz) (Tip-IV) yapılan homojenleşme sıcaklık, Tm ve tuzluluk ölçümleri.

**Table 3.** Homogenization temperatures ( $Th^{\circ}C$ ), Tm and salinity values measured from polyphase fluid inclusions (solid+ liquid+gas) (Type-IV) in quartz minerals.

Örnek No	Sondaj Metresi	Homojenleşme Sıcaklıkları (Th)( $^{\circ}C$ )	Kapanım Tipi	Tm Min. Max	Tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) Min. Max
BG-31	68.00	263, 312, 321, 346, 347, 348,348, 352, 352, 352, 360, 364, 374, 402, 408, 421	Tip I, II, III, IV	91 326	27,73 40,28
BG-32	69.50	296, 315	Tip I, II, III, IV, V	231	33,6
BG-35	80.50	398, 409, 425	Tip I, II, III, IV	272 286	36,14 37,12



**Şekil 17.** Tip-IV türü sıvı kapanımlarda yapılan homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı.

**Figure 17.** Distribution of homogenization temperatures ( $Th^{\circ}C$ ) measured from Type-IV fluid inclusions.

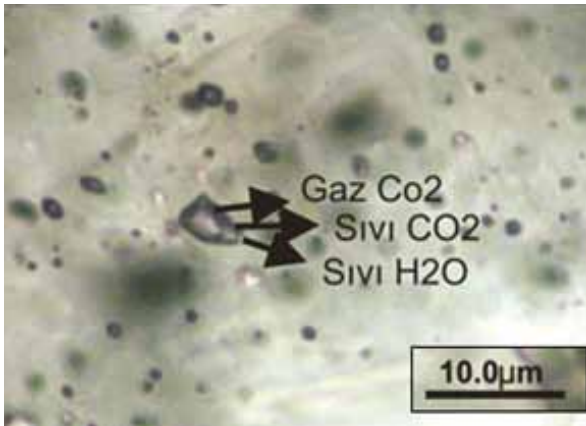
Karbondiyoksitce zengin kapanımlar olan Tip-V kapanımlarda yapılan çalışmada (Şekil 18) homojenleşme sıcaklığı ölçüm değerleri  $CO_2$  için  $Th_{CO_2} +11,6$  ,  $+11,5$  ,  $+11,4$  ve  $+11,2$  olarak belirlenmiştir. Tek bir ölçümde ise  $Th_{CO_2} +31,2$

olarak ölçülmüştür.  $+31,2$  ölçüm değeri elde edilen kapanımın içerdiği gaz, saf karbondiyoksiti temsil ederken, diğer homojenleşme değerleri karbondiyoksit dışında kapanım içerisinde farklı gazların ( $CH_4$ , HS vb.) da olabileceğini



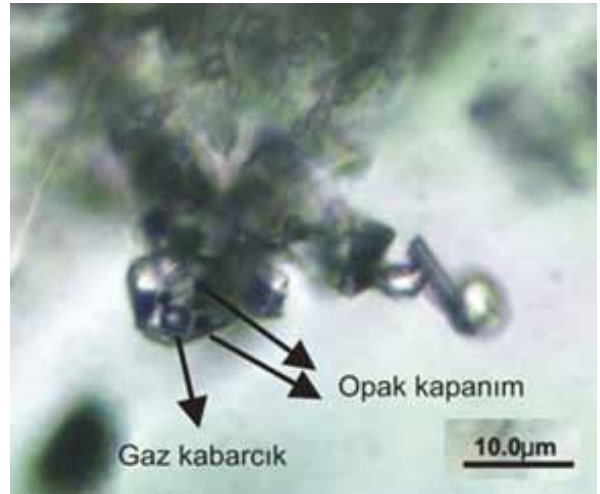
göstermektedir (Roedder 1982, Hein 1990). Aynı kapanımda yapılan soğutma analizlerinde ise  $T_{m_{CO_2}}$  -56,5 olarak ölçülmüştür. Bodnar (2003)'a göre saf  $CO_2$ 'nin  $T_m$  ve  $T_h$  sıcaklıkları sırasıyla -56,6 ve +31,1' dir.  $CO_2$  kapanımlarda homojenleşme gaz faza olmaktadır.  $T_{h_{bulk}}$  261°C, 258°C, 247°C ve 199°C olarak ölçülmüş, ancak bunların bir kısmı ısıtma işlemi devam ederken bozulmuş, bir kısmında ise soğutma sırasında kabarcık geri gelmemiştir. Bu nedenle böyle sonuçlar değerlendirilmeye alınmamıştır. Bazı  $CO_2$  içeren kapanımların gaz fazı oda sıcaklığında görülemez, ancak soğutma analizleri esnasında tespit edilebilmiştir.

Eser miktardaki iki fazlı kapanımın (Tip-III) içelti/yavru (daughter) mineral olarak opak mineraller içerdiği saptanmıştır (Şekil 19). Sıvı kapanımın içelti mineral olarak opak mineral başka deyişle cevher minerali içermesi, çözeltinin metal içerdiğini göstermektedir ancak bu içelti mineralin türü kısıtlı teknik olanaklar nedeniyle mikroskopta tespit edilememiştir. Isıtma analizleri sırasında opak mineral kapanımı bozulmuş, bu nedenle de bu mineralleri içeren kapanımların homojenleşme değerleri belirlenememiştir.



**Şekil 18.** Kuvarlarda Tip-V sıvı kapanımları ( $CO_2$  kapanımı) (Örnek No: BG-32).

**Figure 18.** Type-V fluid inclusions in quartz minerals ( $CO_2$  inclusion) (Sample Nr: BG-32).



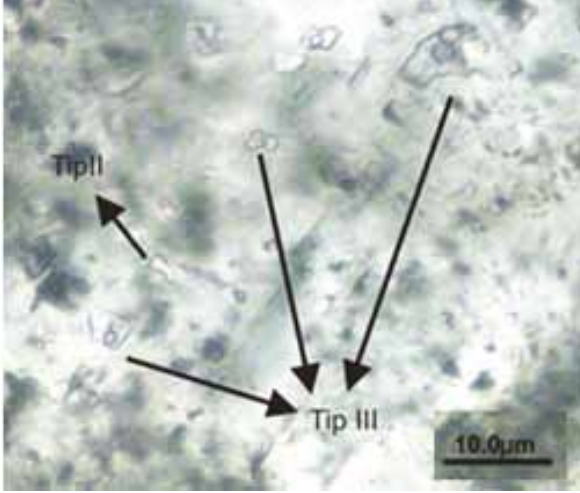
**Şekil 19.** Sıvı kapanım içinde içelti minerali olan opak kapanım.

**Figure 19.** Opaque mineral inclusions in fluid inclusion.

**Kalsitler:** Kriptokristalin olarak görülen tanecikler olduğu gibi 4 mm tane boyutuna ulaşan kalsitlerin mat, yarı mat ve şeffaf olduğu belirlenmiştir. Sıvı kapanım ölçümleri şeffaf ve yarı mat kristallerde yapılmıştır. Örneklerin alındığı sondajlar, derinlikleri, örnek numaraları ve belirlenen tipler Çizelge 4' de sunulmuştur.

Kalsitlerde birincil kapanımlar, Tip-II ve Tip-III kapanımların birini veya her ikisini de içermekte olup, Tip-II kapanımlar çok az miktarlarda gözlenmiştir. Tip-III kapanımlar ise genellikle çok az oranlarda veya bazı örneklerde orta bolluكتadır (Şekil 20). Bazı şeffaf kalsit kristallerinde eser miktarda birincil ve ikincil kökenli Tip-I kapanımlar tespit edilmiştir. Roedder (1984)'e göre kristal içinde yaygın olarak tek fazlı sıvı kapanımların izlenmesi oluşum sıcaklığının 100° C altında olduğunu göstermektedir. Tip-III kapanımlarda, sıvı fazın gaz faza oranı fazla olup, ısıtma işlemi sonucu homojenleşme genellikle sıvı faza olmaktadır. Çok az kapanım gaz faza homojenleşmiştir Bazı örnekler, genelde mat ve az

miktarda yarı mat kalsit kristallerinden oluşmuş; bu nedenle bunlarda ölçüm yapılabilecek nitelikte iki fazlı (sıvı+gaz) kapanıma rastlanmamıştır.



**Şekil 20.** Kalsitler içinde izlenen iki fazlı (sıvı+gaz) Tip-III kapanımlar (Örnek No: BG-49).

**Figure 20.** Two phases (fluid+ gas) inclusions (Type-III) in calcite (Sample Nr: BG-49).

Tip-I kapanımlar eser miktardadır. Düzensiz şekilde olup 4-6 mikron boyutlardadır.

Tip-II kapanımlar genelde köşeli şekillerde (üçgen, dikdörtgen, kare) izlenmiş olup eser bolluكتadır. Boyutları 4-12 mikron arasında değişmektedir.

Tip-III kapanımlar eser ya da az bollukta olup, düzenli sınırlara sahip, köşeli şekillerdedir. Birincil kökenli Tip-III kapanımların boyutları 4-30 mikron arasında değişmektedir. Sıvı fazın gaz faza göre hacmi daha fazla olup ısıtma işlemi sonucu homojenleşme sıvı faza olmaktadır. Homojenleşme sıcaklıkları incelendiğinde kalsitlerin ilk oluşuma 370°C'lerde başladığı, oluşumların 100°C'lere kadar farklı evreler halinde devam ettiği, ancak oluşumların 270-110°C'de yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Şekil 21, Çizelge 5). Yapılan  $T_m_{buz/ice}$  ölçümlerde -0,3 ve -3,3 arasında değerler bulunmuş olup, bunların Bodnar (1993)'in eşitliği kullanılarak hesaplanmasıyla 0,5 ile 5,4 arasında değişen % NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri tespit edilmiştir.

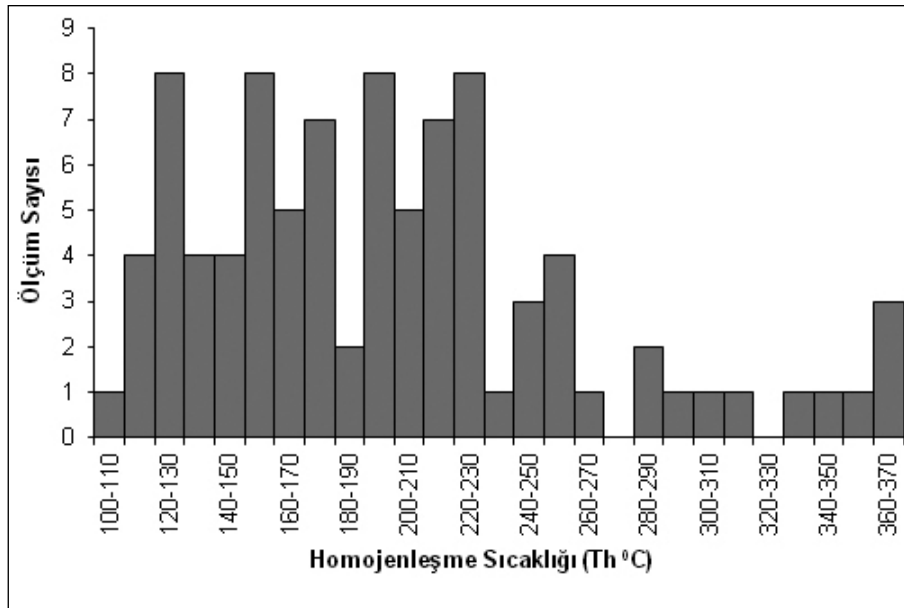
**Çizelge 4.** Kalsit örneklerinin seçildiği sondajlar, derinlikleri ve belirlenen sıvı kapanım türleri.

**Table 4.** Depth and types of fluid inclusions in calcite samples collected from boreholes.

Sondaj No	Sondaj (m)	Örnek No	Kapanım Tipi
MS3	60.50	BG-26	Tip III
MS3	64.70	BG-27	Tip II, III
MS3	127.80	BG-49	Tip III
MS3	181.50	BG-59	Tip III
MS3	211.40	BG-63	Tip II, III
MS3	223.30	BG-65	Tip III
MS3	345.40	BG-80	Tip III
MS13	70.65	13-18	TipI, Tip III

**Çizelge 5.** Kalsitlerde Tip-III sıvı kapanımlarda yapılan homojenleşme sıcaklığı (Th), Tm ve tuzluluk ölçümleri.  
**Table 5.** Homogenization temperatures (Th°C), Tm and salinity values measured from Type-III fluid inclusions in calcite minerals.

Örnek No	Sondaj Metresi	Homojenleşme Sıcaklıkları (Th)(°C)	Kapanım Tipi	Tm Min. Max	Tuzluluk (%NaCl eşdeğeri) Min. Max
BG-26	60.50	108, 119, 127, 134, 148, 171, 199, 200, 211, 218, 244, 251, 254, 258	Tip III	-0,3 -2,3	0,5 3,9
BG-27	64.70	110, 119, 126, 126, 128, 129, 133, 134, 136, 201, 201, 213, 229, 232	Tip II, III	-0,6 -2,4	1,1 4,0
BG-49	127.80	140, 176, 178, 191, 194, 198, 218, 221, 223	Tip III	-2,8 -3,3	4,7 5,4
BG-59	181.50	150, 154, 159, 228, 252	Tip III	-0,5 -2,8	0,9 4,7
BG-63	211.40	216, 225, 243	Tip II, III	-0,7	1,2
BG-65	223.30	127, 129, 162, 174, 175, 191, 193, 221	Tip III	-0,5 -2,4	0,9 4,0
BG-80	345.40	116,125,145,285	Tip III	-0,8 -1,7	1,4 2,9
13-18	70.65	141, 150, 151, 156, 169, 184, 305, 314, 345, 355, 362, 365, 367	TipI, Tip III	-1 -2,2	1,7 3,7



**Şekil 21.** Kalsitlerde Tip-III türü sıvı kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklık değerlerinin dağılımı.  
**Figure 21.** Distribution of homogenization temperatures (Th°C) measured from Type-III fluid inclusions in calcite minerals.

## YORUM VE TARTIŞMA

Sıvı kapanım çalışmaları sırasında elde edilen sıcaklık ve tuzluluk verileri ile cevherleşme arasındaki ilişkileri tartışmak ve yorumlamak için öncelikle kuvarslarda ve kalsitlerde yapılan sıvı kapanım çalışmalarına ait verilere göz atılmalıdır (Çizelge 2, 3 ve 5).

Çizelge 2 ve Çizelge 3'e bakıldığında MS3 sondajının BG-31, BG-32 ve BG-35 numaralı kuvars örneklerinde homojenleşme ve aynı zamanda oluşum sıcaklıklarının (açık sistem olması nedeniyle) 178<sup>0</sup> ile 470<sup>0</sup> C arasında değiştiği buna karşın tuzlulukların bir kısmının % 27,73 ile 40,28 NaCl eşdeğeri arasında orta ve çok yüksek arasında tuzluluk değerleri sergilerken aynı örneklerde diğer bir kısım tuzlulukların % 0.9 ile 7 NaCl eşdeğeri arasında düşük tuzluluk seviyelerinde olduğu görülmektedir. Bu evre Kuvars-I evresi olarak kabul edilmiştir. Bu iki farklı tuzluluk değerleri bu örneklerin iki farklı çözelti tarafından etkilendiğini açıkça göstermektedir. Şekil 16 ve 17 ile Çizelge 2 ve Çizelge 3 birlikte değerlendirildiğinde 370 <sup>0</sup>C'ın üstünde 470 <sup>0</sup>C' a kadar yüksek tuzluluklu sıvı+gaz+katı kapanımların (Tip-V) bir yüksek ısı ve tuzluluklu evreyi temsil ettiği söylenebilir. Bu evre pnömatolitik evreye ve hidrotermal cevherleşmelerin katatermal evresine karşılık gelmektedir. Kuvars-II kristallerinin oluştuğu ve 370 <sup>0</sup>C ile 150 <sup>0</sup>C arasında ölçülen sıcaklıklar ve % 0.9 ile 7 NaCl eşdeğeri arasında tuzluluklar sergileyen bir başka evre de görülmektedir. Bu da mesotermal ve epitermal sıcaklıkların etkili olduğu bir cevher oluşumu evresine işaret etmektedir.

Yapılan mikroskobik incelemelerde altere kayaçlarda yer yer turmalinlerin oluştuğu bir evre gözlenmiştir. Klasik olarak turmalinlerin pegmatitik ve pnömatolitik evrede oluştuğu kabul edilmektedir (Robb, 2005). Fakat jeotermal sistemler üzerinde yapılan bazı çalışmalar

şörl ve dravit tipi turmalinlerin hidrotermal süreçlerin erken evrelerinde 370 <sup>0</sup>C den daha yukarı sıcaklıklarda 400<sup>0</sup> ile 600<sup>0</sup> C arasında ve 0,75 – 1 Kb basınçlarda (hidrostatik+litostatik basınç) oluştuğuna ve biyotit, kalsik plajiyoklaz, K-feldispat, kuvars ve pirotinle birlikte bulunduğu işaret etmektedir (Cavaretta ve Puxeddu, 1990). Bu yazarlar turmalinlerin granit dokanağından uzak mesafelerde ve % 50-60'a varan tuzluluklarda anhidrit ve hematit içelti mineralleriyle birlikte oluştuğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışma ile bizim çalışmamız karşılaştırıldığında gerek sıcaklıklar ve tuzluluklar gerekse mineral birliktelikleri açısından arada büyük benzerliklerin olduğu görülmektedir. Örneğin MS3, MS7 ve MS13 sondajlarında turmalinli karotlar belirlenmiştir (bakınız turmalin oluşumları bölümü). Bu sondajların karotlarında yapılan XRD çalışmalarında turmalinlerle birlikte biyotit, plajiyoklaz, K-feldispat ve kuvars belirlenmiştir. Turmalinleri kesen piritler içinde pirotin kapanımları bulunması pirotinlerin piritlerden önce (bakınız cevher mikroskobisi bölümü) olasılıkla da turmalinli evrede oluşmuş olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışma sırasında turmalin türleri de Cavaretta ve Puxeddu (1990)'ın belirlediği turmalin türleri ile uyumludur. Öte yandan Kuvars-I evresinin sıcaklıklarının 370<sup>0</sup>-470<sup>0</sup> C arasında ve tuzluluklarında % 27,7-41 NaCl eş değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Cavaretta ve Puxeddu (1990) çalışmalarında turmalinlerin oluştuğu evrede % 50-60 NaCl eşdeğerlerine varan çok yüksek tuzluluk verilerine yakın tuzluluklar ölçüldüğünü göstermektedir. Bu da turmalinlerin, Kuvars-I evresinden önce veya onlarla birlikte oluşmuş olabileceklerini göstermektedir.

Öte yandan inceleme alanı içinde turmalin içeren kayaç parçacıklarının görülmesi ve turmalinlerin kırık ve çatlaklarında sülfütlü

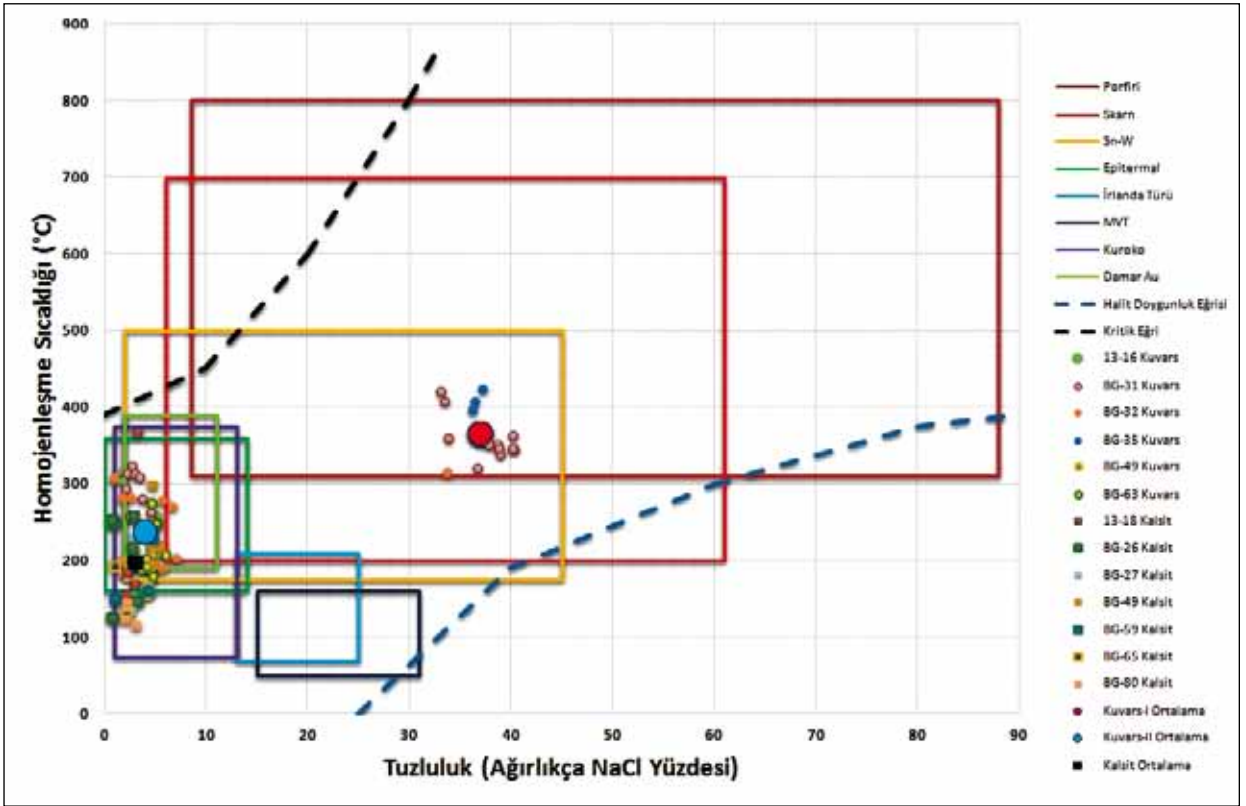
minerallerin yer aldığı belirlenmesi (bakınız cevher mikroskobisi bölümü) turmalinlerin oluşumundan sonra tektonik olayların ve hidrotermal aktivitelerin devam ettiğini göstermektedir. Nitekim bu hidrotermal süreçler sırasında 370°C ile 150°C arasındaki sıcaklıkları ve % 7 den düşük tuzlulukları olan çözeltilerden itibaren Kuvars-II jenerasyonunun oluştuğu söylenebilir.

Kalsitlerde yapılan sıvı kapanım çalışmaları, sıcaklıkların 370°C'lerden başladığını ancak genellikle 270° - 110° C arasında olduğunu göstermektedir. Tuzluluklar ise % 5,4 den az ölçülmüştür. Bu veriler Kuvars-II evresinde oluşan kuvarsların 270 °C 'den daha az olan oluşumları ile eş zamanlı olduklarını göstermektedir. Wilkinson (2001) tarafından oluşturulan ve farklı yatak tiplerini homojenleşme sıcaklıklarına karşın tuzluluk diyagramına inceleme alanının kuvars ve kalsitlerinin sıvı kapanım verileri taşınmıştır (Şekil 22). Bu diyagram, bu çalışmada Kuvars-I ve Kuvars-II jenerasyonları olarak yapılan ayırım doğruluğunu göstermektedir. Ayrıca Kuvars-II ve Kalsit jenerasyonlarının da birbirleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Kuvars-I jenerasyonu

pnömatolitik evreye ve hidrotermal evrenin katatermal alt evresine karşılık gelmektedir. Bu evrede turmalinlerin oluştuğu ama cevher mikroskobisi verilerin de göz önüne alınması ile adı geçen bu evrelerde sülfidli cevherleşmelerin (pirotin, molibdenit ve ana kayalardaki sülfidli mineraller hariç) oluşmadığını göstermektedir. Kuvars-II ve Kalsit jenerasyonları ise hidrotermal evrenin meso-epitermal alt evrelerinde oluşmuşlardır ve sülfidli Cu-Pb-Zn-Sb-As mineralleri ile Au cevherleşmelerinin oluştuğu evrelerdir.

Yukarıda sunulan tüm verilerin ışığında yörede etkin magmatik akışkanların olasılıkla meteorik sularla karışması sonucu hem soğudukları hem de tuzluluklarının düştüğü varsayımı ağırlık kazanmaktadır. Ancak magmatik ve meteorik akışkanların karşılıklı etkileşimlerinin belirlenmesi için izotop çalışmalarına gereksinim vardır.

MTA tarafından yazılan raporda (Yıldırım vd. 2002) cevherleşme alanında altere granitlerin bulunduğu ve bunların altın içeren porfiri tipte bir cevherleşmeye neden olduğu belirtilmiştir.



**Şekil 22.** Farklı tipteki cevher yataklarının homojenleşme sıcaklıklarına karşın tuzluluk değerleri diyagramında (Wilkinson, 2001'e göre) inceleme alanından alınan kuvars ve kalsit örneklerinin dağılımları.

**Figure 22.** Distribution of quartz and calcite samples on the diagram of homogenization temperatures versus salinity values of different ore deposit types (according to Wilkinson 2001).

Güllü ve Kadioğlu (2012) ise çalışma alanımızın 70 km güneydoğusunda Orta Eosen yaşlı olan Karakaya (Kaymaz) granit bileşimli intrüzif kütlelerinde merkezlerinde elbait kenarlarında şörl tipi turmalinler belirlemişlerdir. Kaymaz granitine bağlı olarak altın cevherleşmelerinin de olduğu bilinmektedir.

Çalışma alanının batı-kuzeybatısında, adını Sarıcakaya ilçesinden alan ve Sarıcakaya'nın kuzeyinde yer alan granit, granodiyorit ve kuvars diyorit türü granitoidlerin inceleyen araştırmacılardan Kibici 1990 ve Göncüoğlu vd. 1996 bunların yaşını Paleozoyik, Gedik ve Aksay (2002) ise aynı magmatitlerin yaşını Karbonifer

olarak vermiştir. Daha sonra Kibici (1999 ve 2010) yaptığı makalelerde bu granitoidin yaşını Geç Paleozoyik olarak kabul etmiştir. Son olarak aynı granitoidi ve batıya olan devamlarını da inceleyen Ustaömer vd. (2012) ise bu granitoidin yaşını Karbonifer (327 ile 319 my.) olarak vermişlerdir. Tüm bu çalışmalar bölgede Tersiyer ve daha geç yaşlı bir intrüzyonun olmadığını göstermektedir. Ayrıca bu çalışmaya konu olan tezde (Parlak 2013, hazırlanmakta), MTA ruhsat alanını içine alan yörede yüzeylemiş bir granitoidik kayaç belirlememiştir. Buna karşın, kuvarslarda elde edilen 470°C civarına çıkan sıcaklıklar ve % 40'lar civarına çıkan tuzluluklar ile Güllü ve Kadioğlu

(2012)'nin belirttiği Orta Eosen yaşlı granitlerde turmalinlerin bulunmuş olması çalışma alanında alterasyon zonlarının altında, derinde gömülü bir granitoidin varlığını düşündürmektedir. Bu granitik sokulumun yaratacağı etkiler sonucunda silisli, karbonatlı ve cevherli çözeltilerin andezitleri ve diğer çevre kayalar altere ederek onların içinde cevherleşmelerle birlikte yer aldıkları sınıvı kuvvetlendirmektedir.

Sawkins (1984 ve 1990) ise porfiri sistemlerin yüksek ısı (600<sup>0</sup> C'e kadar) ve tuzluluklu (% 60 NaCl eşdeğerine kadar) cevherli çözeltiler içerdiği belirtilmektedir. Lai and Chi (2007), yapmış oldukları çalışmada homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluğun geniş dağılımında sıcak magmatik sıvılar ve çevre kayadan gelen nispeten soğuk sıvıların rol oynadığını söylemişlerdir. Aynı çalışmada cevher çökeliminin ana mekanizmasının sıcak, tuzlu ve metal taşıyan magmatik akışkanlarla çevre kayalardan gelen nispeten soğuk sıvıların karışması olarak belirlenmiştir.

Cevherleşmelerin oluşum mekanizmaları ve karakteristikleri ile jeokimyasal ve jeostatistiksel verileri de dikkate alarak Parlak, 2013'te (hazırlanmakta) tartışılmakta ise de burada cevherleşmelerin meso ve epitermal evrelerde oluşma olasılıklarının yüksek olduğu görüşü öne çıkmaktadır.

## SONUÇLAR

Eskişehir-Sarıcakaya-Mayıslar köyü civarında yer alan ve eski MTA ruhsat sahasında jeolojik çalışmalarla 1/25 000 ölçekli harita revize edilmiştir. Bu haritaya göre, Dağköplü melanjının ultramafik kayalar ve Meyildere volkanitlerine ait andezitik kayalar çeşitli evreler halinde alterasyona uğramışlardır. Bunu sonucu serpantin ve peridotitler silisleşip karbonatlaşarak listvenitleşmiş, andezitler

ise serisitleşmiş, killeşmiş, silisleşmiş ve turmalinlerce zenginleşerek kuvars ve karbonat damarlarınca birkaç kez kesilmişlerdir. Cevher mikroskopik çalışmalar sonucunda ana kayalarda bulunan oksit ve sülfid minerallerinin yanısıra onlardan daha genç pirotin, pirit, kalkopirit, galenit, sfalerit, fahlerz ve arsenopirit gibi sülfidli mineraller belirlenmiştir.

Kuvarslarda ve kalsitlerde yapılan sıvı kapanım çalışmaları ile kayalarda belirlenen turmalinlerden hareketle şu sonuçlara varılmıştır. Birinci evre kuvarslar (Kuvars-I) 470<sup>0</sup> - 370<sup>0</sup> C sıcaklıklar ve % 27- 41 NaCl eşdeğeri arasındaki tuzluluklarda oluşmuştur. İkinci evre kuvarslar (Kuvars-II) ve onlara eşlik eden kalsitler ise 370<sup>0</sup> - 270<sup>0</sup> C arasındaki bazı istisnai ölçümler dışında 270<sup>0</sup> - 110<sup>0</sup> C sıcaklıklar ve % 7 NaCl eşdeğerinden daha az tuzluluklarda meydana gelmişlerdir. Cevher mineralleri bu son evre ile uyum içindedir.

Mineralojik ve sıvı kapanım verileri birlikte değerlendirildiğinde gömülü bir granitoidik sokulumdan evreler halinde hareketlenen silisli, karbonatlı ve cevherli çözeltilerin hem andezit ve diğer çevre kayaları tektonik etkilenmelere bağlı olarak altere ettikleri ve bu sırada da cevherli çözeltileri hidrotermal evrenin meso-epitermal alt evrelerinde çökttikleri görüşü kabul edilebilir görülmektedir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma sırasında bilimsel ve teknik konulardaki katkılarından dolayı Dr. Zeynep Ayan ve MTA Genel Müdürlüğü Mineraloji Petrografi Araştırmaları birimi çalışanlarından Dr. Ebru Coşkun'a, Jeo. Yük. Müh. Okan Zimitoğlu, Jeo. Yük. Müh. Bilgin Çiftçi, Jeo. Yük. Müh. İnciser Girgin, Jeo. Yük. Müh. İnci Ergün, Jeo. Yük. Müh. Oktay Parlak'a, ayrıca çizimlerde yardımları bulunan Mad. Müh. Erkin Ozan Yıldız

ve Dr. Sinan Akıška'ya ve sıvı kapanım kesitlerini hazırlayan Nurettin Aşıklar ile Şaban Avcı'ya teşekkürlerimizi sunarız.

### **EXTENDEN SUMMARY**

*Investigation area is located southeast of Mayıslar village of Sarıkaya province in Eskişehir, Turkey. This area is studied by a project of MTA, where general, detailed and soil geochemistry investigations were carried out. As a result of all these studies Cu-Pb-Zn-As-Sb ve Au anomalies have been detected. Many drilling sites have been given due to detailed geological studies. During drilling activities some polymetallic mineralizations are intersected. Their genesis are interpreted related with granites cropping out in the area. According to our mineralogical and petrographical studies carried out at the same area displayed that altered andesites crop out instead of granites.*

*The main aim of this study is to carry out fluid inclusion investigations on quartzs and calcites which take place in many veins of altered andesites. Getting data about homogenization temperatures and salinities of solutions which form silicate and sulfides in the altered zones will help to make interpretations about the genesis of ores.*

*Two main host rock type in the area are ultramafic rocks of Cretaceous aged Dağküplü Melange which are tectonically emplaced into the region and their silicified and carbonatized alteration products as listvenites and altered andesitic rocks of Eocene aged Meyildere Volcanites. Polymetallic mineralizations are formed at different stages and caused alterations in the host rocks. In addition to these rocks, diorite porphyries and microdiorites have been determined.*

*Ore microscopic studies have revealed that in addition to oxide and sulfide minerals in the host rocks, sulfide minerals such as pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, fahlore, arseopyrite and native gold minerals.*

*During lithological studies on cores, two different quartz generation have been observed due to intersection relationships. Quartz and calcite veins with around up to 8 cm thicknesses intersect the altered andesites which are silicified, seriticized, argillized and enriched by tourmalines. According to macroscopic and microscopic investigations, at least two quartz generations as early and late quartzs (Quartz-I and Quartz-II) and calcite formations together with and further than late stage quartzs have been determined.*

*Fluid inclusion studies carried out on quartzs and calcites showed that Quartz-I generation exhibit the formation temperatures of 470° - 370° C and salinities of 27- 41% NaCl equivalent. Late stage quartzs (Quartz-II) and accompanying calcites with some exceptions between 370° - 270° C, display the formation temperatures of 270° - 110° C and salinities under 7% NaCl equivalent. Ore minerals seem to occur with late stage quartzs and calcites.*

*Quartz-I generation represent pneumatolitic and also katathermal (hydrothermal) stages. At this stage, tourmalines, pyrotites and molybdenites occurred. Quartz-II and calcite generations are formed during meso to epithermal stages of hydrothermal solutions together with Cu-Pb-Zn-Sb-As bearing sulfide minerals and Au.*

*Evaluation of all the mineralogical and fluid inclusion data and considering of alteration, ore minerals and tourmalines, the possibility of a buried granitoidic intrusion can be postulated. Siliceous, carbonaceous and ore bearing solutions moved upward from this granitoidic intrusion due*



*to tectonic activities in different periods should have caused the alteration of andesites and other country rocks and Cu-Pb-Zn-Sb-As bearing sulfide minerals and Au ores should have been formed.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akiska, S. 2010. Yenice (Çanakkale) Bölgesi'ndeki Cu-Pb-Zn Oluşumları. A.Ü Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, 234 s. (yayımlanmamış).
- Bodnar, R.J.,1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H<sub>2</sub>O-NaCl solutions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, 683-684.
- Bodnar, R.J., 2003. Reequilibration of fluid inclusions: in I.Samson, A.Anderson,&D. Marshall, eds.Fluid Inclusions: Analysis and Interpretation. Mineral. Assoc.Canada, Short Course 32, 213-230.
- Cavaretta, G. and Puxeddu, M. 1990. Schorl-dravite-ferridravite tourmalines deposited by hydrothermal magmatic fluids early evolution of the Lardello geothermal field, Italy. *Economic Geology*, 85 no.6, 1236-1251.
- Coşkun, E., 2010. Akdağmadeni (Yozgat), Pb-Zn Yataklarında Metamorfizma etkisinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Doktora Tezi, 160s. (yayımlanmamış).
- Delibaş (Coşkun), E., Genç, Y. 2004. Terziali-Çayağzı (Kırşehir) Altın Cevherleşmesi: Kırşehir Masifinde saprolitik altın zenginleşmelerinin ilk bulguları. *Yer Bilimleri*, 23-33.
- Demirela, G. 2011. Çataltepe (Lapseki/Çanakkale) Pb-Zn±Cu±Ag Yatağı'nın Jeolojisi ve Kökeni. AÜ Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, 220 s.(yayımlanmamış).
- Duru, M., Pehlivan, Ş, Kandemir, Ö., Kanar,F.,Tok, T., Karakaya Kuşağının Jeolojisi ve Jeodinamik Evrimi , MTA Genel Müdürlüğü, (Yayına hazırlanmakta).
- Gedik, İ. ve Aksay, A. 2002, 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Adapazarı H 25 paftası, MTA yayınları, Ankara
- Gleeson, S.A, Wilkinson, J.J., Stuart, F.M. and Banks, D.A. 2001. The origin and evolution of base metal mineralising brines and hydrothermal fluids, South Cornwall, UK. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. V. 65 No. 13, 2067-2079.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş., Özcan, A. ve Işık, A., 1996, Orta Sakarya'da Nallıhan-Sarıcakaya arasındaki yapısal birliklerin jeolojik özellikleri: MTA Der. Rap. No. 10094.
- Güllü, B. ve Kadioğlu, Y.K. 2012, Turmalinli Kuvars Damarlarının Kökeni: Karakaya (Kaymaz) İntrüzif Kütlesi Eskişehir, Türkiye. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 17 (1): 20-28, Araştırma Makalesi, Van.
- Harraz, H.Z. 2000. A genetic model for a mesothermal Au deposit: evidence from fluid inclusions and stable isotopic studies at El Sid Gold Mine, Eastern Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*. Vol. 30 No.2 267-282.
- Hein, U.F., 1989, *Microthermometry, Compact Course and Exercises*, IGDL, University of Göttingen, 52s.
- Heinrich, C.A., Günther, D., Audétat, A. Ulrich, T. and Frischknecht, F., 1999. Metal fractionation between magmatic brine and vapor determined by microanalysis of fluid inclusions. *Geology*, V.27, 755-758.
- Heinrich, C.A. 2007. Fluid-Fluid interactions in magmatic-hydrothermal ore formation. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, v.65 No.1 363-387.
- Kalender, L., Sağıroğlu, A. and Kışman, S. 2009. Fluid inclusion studies in the different origin quartzs associated with Cu-Pb-Zn mineralizations at Kizildag and Köprükük-Harpur, East Anatolian District, Turkey. *Ozean Journal of Applied Sciences* 2 (1), 127-138.
- Kibici, Y. 1984, Sarıcakaya Masifinin jeolojisi, petrografisi ve petrolojik etüdü: Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 68.
- Kibici, Y. 1990. Sarıcakaya Volkanitlerinin Petrolojisi ve Kökenselel Yorumu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 33,69-77.
- Kibici, Y. 1999. Geochemical properties and genetical interpretation of the central Sakarya region granitoid belt. *Afyon Kocatepe University, Juornal of Science* 1, 143-157.
- Kibici, Y. İlbeyli, N., Yıldız, A. and Bağcı, M., 2010. Geochemical constraints on the genesis of the Sarıcakaya intrusive rocks, Turkey: Late Paleozoic crustal melting in the central Sakarya Zone. *Chemie der Erde* 70, 243-256.
- Lai, J and Chi, G, 2007, CO<sub>2</sub>-rich fluid inclusions with chalcopyrite daughter mineral from the Fenghuangshan Cu-Fe-Au deposits, China: implications for metal transport in vapor, *mineral Daposition*,42:293-299.
- Okay, A.İ., 1984, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar: Ketin Sempozyumu, TJK Yayını .
- Okay, A.İ., 2004, Türkiye Jeolojisinde paleotetis problemi, 57.TJK Bildiri Özleri Kitabı, 8-10.
- Parlak, B., Eskişehir -Sarıcakaya Mayıslar Polimetalik Cevher Oluşumlarının Maden Jeolojik İncelemesi , Ankara Üniversitesi Doktora Tezi, hazırlanmakta.
- Robb, L. 2005, *Introduction of ore forming processes*. Blackwell Publishing Company. 372pp.
- Roedder, E., 1984, Fluid inclusions, *Min. Soc. Am. Rev. in Min.*, v.12, 646p.

- Sawkins, F. J. 1984, Metal Deposits in relation to Plate Tectonics. Minerals and Rocks series, Volume 17. xiv, 325 pp. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag.
- Sawkins, F. J. 1990, Metal Deposits in relation to Plate Tectonics. 2nd. Ed. xix. 461pp. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag.
- Sterner, S.M., Hall, D.L. and Bodnar, R. J., 1988, Synthetic fluid inclusions. V. Solubility relations in the system NaCl-KCl-H<sub>2</sub>O under vapor-saturated conditions. Geochimica et Cosmochimica Acta, 52, 989-1006.
- Sourirajan, S. and Kennedy, G.C., 1962. The system H<sub>2</sub>O-NaCl at elevated temperatures and pressures. Am. J. Sci. 260,115-141.
- Ustaömer, P.A., Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., 2012. Ion probe U-Pb Dating of the central Sakarya Basement: A peri-Gondwana Terrane intruded by late Lower Carboniferous subduction/collision related granitic rocks. Turkish Journal of Earth Sciences Vol. 21, 905-932.
- Wilkinson, J.J. 2001. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. Lithos 55, 229-272.
- Yıldırım, S., Yıldız, H., Ak, S., Niğdeli, F. ve Turgut, B., 2002, Eskişehir-Sarıcakaya-Mayıslar Altın Cevherleşmesinin (Ön.İr.10415;Erişim No:240 13 67) Buluculuk Talebine Esas Maden jeolojisi ve Rezerv Raporu., MTA Derleme No:11074, Ankara.
- Yıldırım, B.A., Kalender, L. ve Şaşmaz, A. 2010. Çolaklı (Elazığ) çevresindeki Pb-Zn-Cu cevherleşmeleri ile ilişkili kuvarslarda sıvı kapanım incelemeleri. IV. Ulusal Jeokimya Sempozyumu bildirileri. S 87-88.
- Zhang, D., Xu, G., Zhang, W. and Golding, S.D. 2007. High salinity fluid inclusions in the Yinshan polymetallic deposit from the Le-De metallogenic belt in Jiangxi Province, China: Their origin and implications for ore genesis. Ore Geology Reviews. V. 31 247-260.

---

Makale Geliş Tarihi : 8 Şubat 2013

Kabul Tarihi : 11 Mart 2013

*Received* : 8 February 2013

*Accepted* : 11 March 2013