

Akgüney (Kabadüz-Ordu) Bakır-Kurşun-Çinko Yatağının Jeolojisi ve Sıvı Kapanım Özellikleri

Geology and Fluid Inclusion Characteristics of the Akgüney (Kabadüz-Ordu) Copper-Lead-Zinc Deposits

Esra ÜNAL, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

Ahmet GÖKCE, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SİVAS

e-mail: gokce@cumhuriyet.edu.tr

ÖZET

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıda bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir. Bu yataklar, aşırı derecede bozunmuş Üst Kretase yaşlı andezitik kayalar içinde fay zonları boyunca gelişmiş damar tipi oluşumlar şeklindedirler. Yörede 7 adet cevher damarı belirlenmiş olup D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 şeklinde numaralanmışlardır. D-1, D-2, D-3, D-4, D-5 ve D-6 numaralı damarlar K 70-80° B, 50-60° KD konumlu, D-7 damarı ise DB doğrultulu 25° G konumudur.

Cevher damarları ileri derecede limonitleşmiş ve hematitleşmiş kuvars damarları şeklinde yüzeylemekte olup galerilerde işletilen, D-2 ve D-3 damarlarında, birincisi küçük kristalli ve bol piritli, diğeri iri kristalli ve piritin yanı sıra kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz ve limonit; gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit içeren iki farklı yapıda cevher gözlenmiştir. Belirtilen minerallerin oluşum sıraları (süksesyon), "pirit-galenit-kalkopirit-I-sfalerit kalkopirit-II (± fahlerz) kuvars kalsit" şeklindedir.

Sıvı kapanım incelemeleri; hidrotermal çözeltiler içinde CaCl₂, MgCl₂, NaCl ve olasılıkla KCl gibi tuzların bulunduğunu, tuzluluklarının % NaCl eşdeğeri olarak % 24.34 ile 13.94 (ort. = %19.0) aralığında değiştiğini, çözeltilerin kuvars kristallerinin oluşumu sırasında sıcaklıklarının 349.0 ile 276.0 °C aralığında (ort. 307.0 °C) değiştiğini, daha sonraki evrelerde ise 211.0 °C'ye kadar düştüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akgüney, bakır-kurşun-çinkoyatağı, cevher mikroskopisi, Doğu Karadeniz bölgesi, sıvı kapanım.

ABSTRACT

The Akgüney copper lead zinc deposit is one of the widely occurring and workable deposits in the Eastern Black Sea Region of Turkey. This deposit consists of ore veins found along the fault zones hosted by hardly altered Upper Cretaceous andesitic rocks. Seven ore veins have been identified and numbered as D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 and D-7. These ore veins, excluding D-7, have strikes and dips of N 70-80° W, 50-60° NE, while the last one has a dip of E-W, 25° S.

The ore veins are crompt out as hardly limonitized and hematitized quartz veins. Two different ore types were distinguished within the D-1 and D-2 veins which are being mined in the adits. The first one consists of quartz and fine grained pyrite, while the second one consists of quartz, calcite and coarse grained sulfide minerals such as

chalcopryrite, galena, sphalerite, fahlor and secondary limonite veinlets in addition to pyrite. The succession of these minerals have been identified as: pyrite galena chalcopryrite-I sphalerite chalcopryrite-II (±fahlor)-quartz-calcite.

Fluid inclusion data indicate that the ore forming fluids contain CaCl₂, MgCl₂, NaCl and possibly KCl as salts, the salinity of the fluids is in the range of 24.34 to 13.94 (avr. = 19.0) % NaCl equivalent, and the temperature of the fluids is in the range of 349.0 to 276.0 °C (avr. 307.0 °C) during the crystallization of the quartz, going down to 211.0 °C through the later stages of mineralization.

Key Words: Akgüney, copper-lead-zinc deposit, Eastern Black Sea region, fluid inclusion, ore microscopy.

GİRİŞ

Amaç ve Kapsam

Akgüney bakır - kurşun - çinko yatağı, Ordu İline bağlı Kabadüz İlçesi'nin güneyinde, Akgüney Mahallesi yakınlarında, 1/25.000 ölçekli Giresun G39-b2 paftası içinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu yatak, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıdaki bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde, genel jeoloji ve maden jeolojisi amaçlı olarak yapılmış çok az sayıda çalışma bulunabilmektedir. Genel jeoloji amaçlı çalışmalardan; Terlemez ve Yılmaz (1980)'in inceleme alanının güneybatısında geniş bir bölgenin stratigrafik özelliklerini inceledikleri, Terzioğlu (1984, 1985a, 1985b, 1986a, 1986b, 1987)'nin bölgedeki volkanik kayaların jeokimyasal özellikleri ve kökenini araştırdığı, Boztuğ (2001)' un ise bölgedeki granitoidleri incelediği görülmektedir.

Bölgedeki maden jeolojisi amaçlı ilk ayrıntılı çalışma, Türk Yugoslav Ekibi (1970), tarafından yapılmış olup 1 : 25.000 ölçekli jeolojik harita yapımı ve ön prospeksiyon niteliğindeki bu çalışmada, yöredeki Üst Kretase'den günümüze kadar değişik zamanlarda oluşmuş volkanik ve volkano-sedimenter birimler kaya türü bazında 13 farklı birim halinde ayrıntılandırılmış ve yöredeki cevherleşmelerin Üst Kretase yaşlı andezit ve bazaltlar içinde damar tipi cevherleşmeler şeklinde oldukları düşünülmüştür.

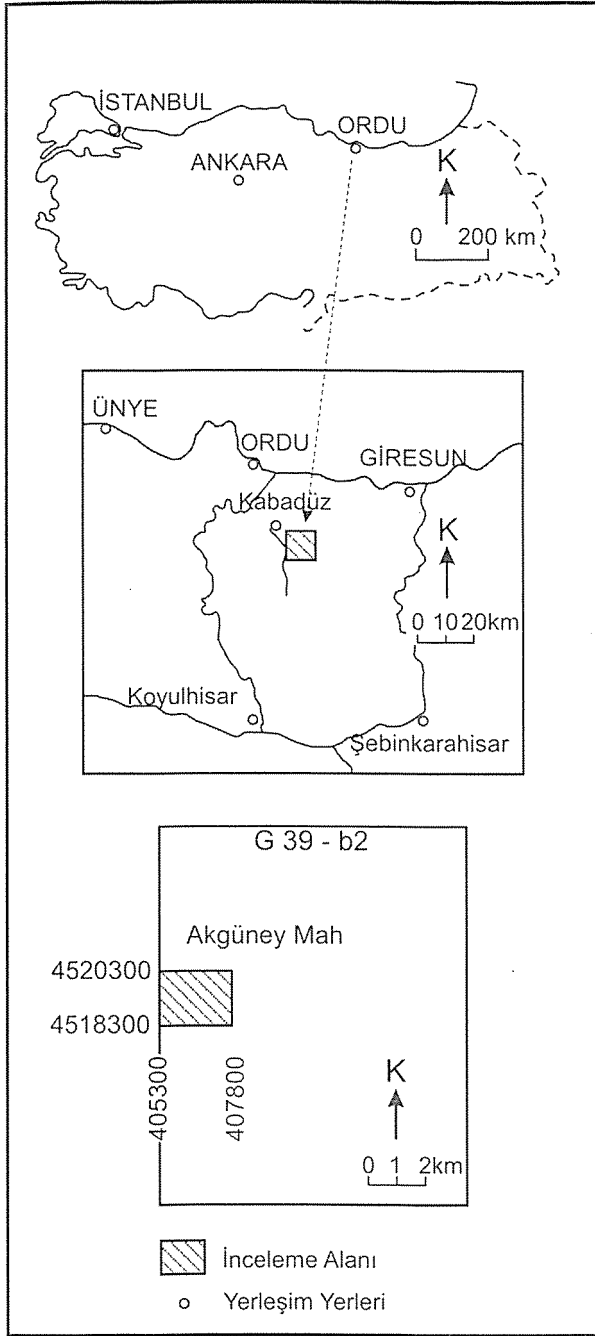
Köse (1987), yöredeki cevherleşmelerin, damar tipi Pb-Zn-Cu (Polimetallik) cevherleşmeler olduklarını, cevherleşmeler çevresinde andezit ve bazaltların bulunduğunu, cevherleşmelerin andezit ve bazaltlardaki KB GD doğrultulu çatlaklar içine

yerleştiğini ve birkaç fazda oluştuğunu belirtmektedir. 1. fazda pirit, kalkopirit, sfalcrit; 2. fazda kalkopirit, galen, tetraedrit ve Ag-tetraedrit; 3. fazda kuvars ve barit geliştiğini düşünmektedir. Araştırmacı, inceleme alanındaki cevherleşmelerin derinde yerleşmiş bir plütonik kütle ile ilişkili hidrotermal bir oluşum olduğunu düşünmektedir.

Steinmann ve Emerson (2001), bölgede iki ana damar sisteminin olduğunu ve cevherleşmelerin bu iki damar içinde hidrotermal süreçlerle geliştiğini belirtmektedirler. Kuzey damarının yaklaşık 500m uzunluğunda ve Zn içeriğinin yüksek olduğunu; güney damarının ise Cu içeriğinin yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Son olarak yöredeki cevherleşmeler Ünal (2006) tarafından Yüksek Lisans tez çalışması kapsamında incelenmiş olup yataklar çevresinde yüzeyleyen kayaç türlerinin yayılım ve petrografik özellikleri, cevherleşmenin yataklanma şekli, cevher - yan kayaç ilişkileri, mineralojik bileşimleri, yapısal - dokusal özellikleri, kükürt izotopları jeokimyası ve sıvı kapanım özellikleri incelenmiştir. Bu makalede, belirtilen Yüksek Lisans tezinde belirlenen bulgular esas alınarak yatakların öncelikli jeolojik özellikleri ve sıvı kapanımlarında yapılan mikrotermometrik incelemeler değerlendirilmeye ve yatakların oluşum koşulları tartışılmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan petrografi, cevher mikroskopisi ve sıvı kapanım incelemeleri Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Nikon Labo-Phot tipi polarizan mikroskoplar ve Linkam THMS-600 ve TMS-92 tipi mikrotermometrik inceleme sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Akgüney Cu-Pb-Zn yatağının yer bulduru haritası

Figure 1. Location map of the Akgüney Cu-Pb-Zn deposit

GENEL JEOLÖJİK ÖZELLİKLER

Bölgesel Jeoloji

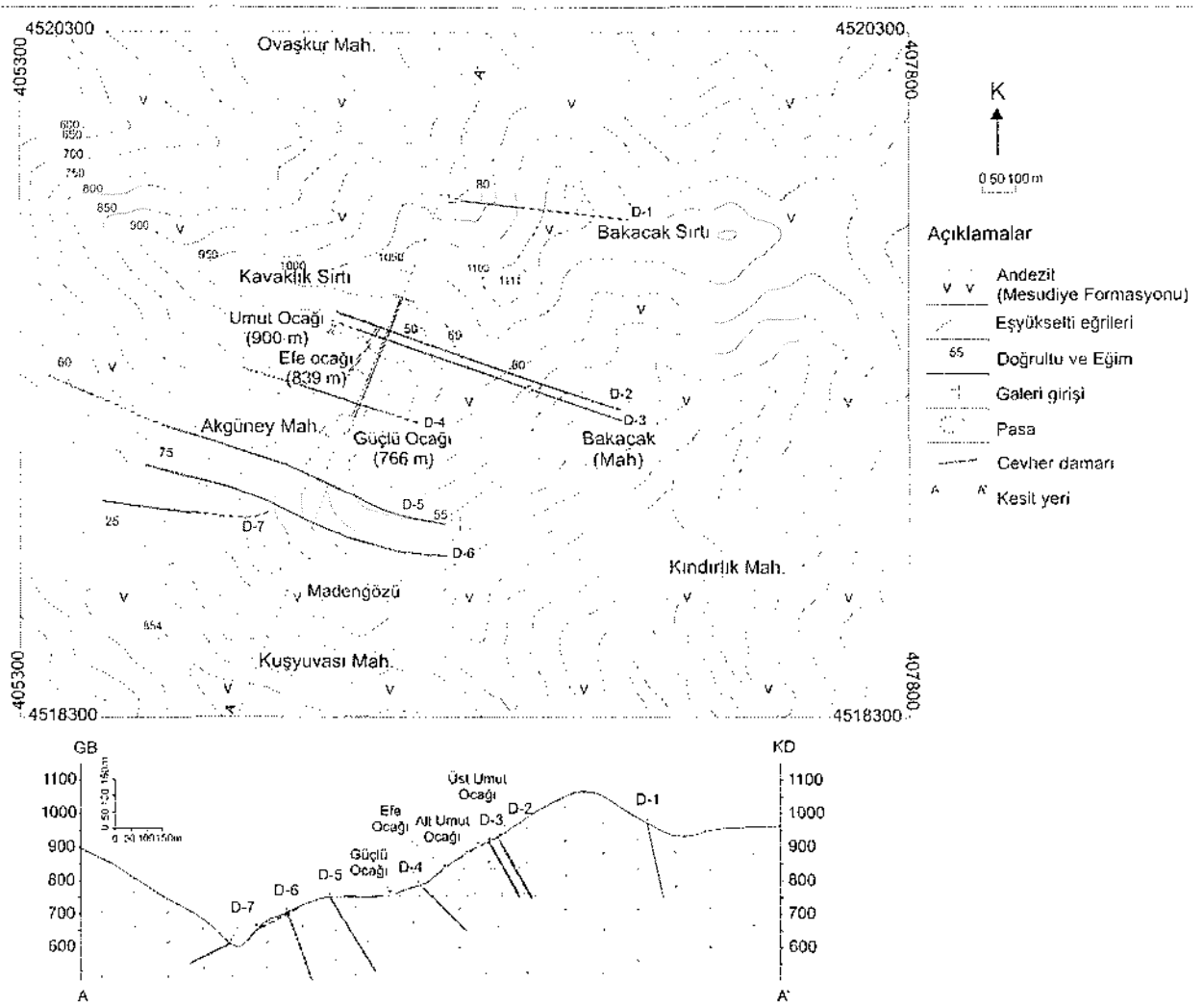
İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, kuzeyde Karadeniz, güneyde ise Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında, Ketin (1966) tarafından tanımlanan Pontidler Tektonik Birliği içinde kalmaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Paleozoyik yaşı metamorfik bir temel üzerinde Liyas'tan Kuvaterner'e kadar değişik yaşlarda volkanik ve volkano-tortul birimler ile yer yer bunları kesen plütonik sokulumlar yüzeylemektedir.

Bölgedeki bu volkanik ve volkano-tortul birimler, genel olarak Alt Bazik Seri (Liyas-Turoniyen arası yaşı), Andezitli ve Dasitli Volkano-tortul Seri (Üst Kretase-Paleosen yaşı), Üst Bazik Seri (Eosen), Genç Bazik Seri ve Genç Dayklar (Oligosen-Pliyosen) şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak yer yer değişik araştırmacılarca formasyon veya üyeler şeklinde ayrılıp adlandırıldığı da görülmektedir. Bunlar içine sokulum yapmış granitoidler ise Tersiyer yaşlı granitoidler olarak bilinmektedirler.

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki volkanitlerin bir yay bölgesi magmatizmasının ürünü oldukları çok sayıda araştırmacı tarafından benimsenmektedir (Ercan ve Gedik, 1983; Gedik ve diğ., 1996; Okay ve Şahintürk 1997; Yılmaz ve diğ., 1997; Boztuğ ve diğ., 2006 gibi). Ancak, Eosen sonrası gelişmiş volkanik faaliyetlerde riftleşme ürünü olduklarına işaret eden jeokimyasal veriler elde edilmiştir (Terzioğlu, 1984, 1985-a, 1985-b ve 1986 gibi).

Yerel Jeoloji

İnceleme alanı içinde, tek bir birim olarak, Üst Kretase yaşlı volkanikler yüzeylemektedir (Şekil 2). Bu volkanikler, 1/500000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde "krüv" simgesi ile gösterilmiş, Akıncı (1985) tarafından "Dasitik Seri" içinde değerlendirilmiş, Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından inceleme alanı güneyinde Mesudiye İlçesi çevresinde Mesudiye Formasyonu olarak, Yılmaz (1995) tarafından Şebinkarahisar Dereli arasında ve Boztuğ (2001) tarafından Bektaş Yaylası ve Çambaşı yöresinde Konuklu Formasyonu olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada, yöre yakınlığı nedeniyle Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından tanımlanmış Mesudiye Formasyonu adlaması tercih edilmiş olup araştırmacılar bu Formasyon'un yaşını Senomaniyen-Kampaniyen olarak belirlemişlerdir.



Şekil 2. Akgüney Cu-Pb-Zn yatağı yakın çevresinin jeoloji haritası

Figure 2. Geologic map of the close surrounding area of the Akgüney Cu-Pb-Zn deposit

Bu volkanikler, çoğunlukla masif lavlar halinde iken yer yer aglomeratik kesimler de gözlenmektedir. Ancak bu kısımlar çok iç içe oldukları için saha çalışmaları sırasında ayrılarak haritalanmaları mümkün olamamıştır. Aglomeratik kısımlarda matriksin tüflü olduğu ve yer yer tabakalanmanın iyi geliştiği gözlenmektedir. Masif volkanikler bol çatlaklı iken aglomeratik kısımlarda çatlaklar belirsizdir. Bu volkanikler, genellikle yüzeysel koşullarda ileri derecede bozunmuş olup bozunmamış kısımlarında yeşilimsi gri ve siyah renkli, bozunmuş kısımlarında ise kirli beyaz, sarımsı ve yeşilimsi renklidirler.

Bu volkaniklerden alınan örneklerden yapılan ince kesitlerin polarizan mikroskop yöntemi ile incelenmesi sırasında; plajiyoklas, kuvars, biyotit, muskovit ve hornblend gözlenmiş olup Streckisen (1976, 1979) sınıflamasına göre andezit oldukları belirlenmiştir. Örneklerde hipohiyalin porfirik doku yaygındır. Yer yer akma dokusu (plotaksitik) ve amigdoloidal doku da gözlenmiştir. Örnekler ileri derecede bozunmuş olup, plajiyoklaslar serisitleşmiş, killeşmiş ve silisleşmiş, biyotit ve hornblendler ise kloritleşmişlerdir. Bozunmanın fazla olduğu kısımlarda hamur bu minerallere dönüşerek camsı özelliğini kaybetmiştir. Bazı örneklerde yaygın bir

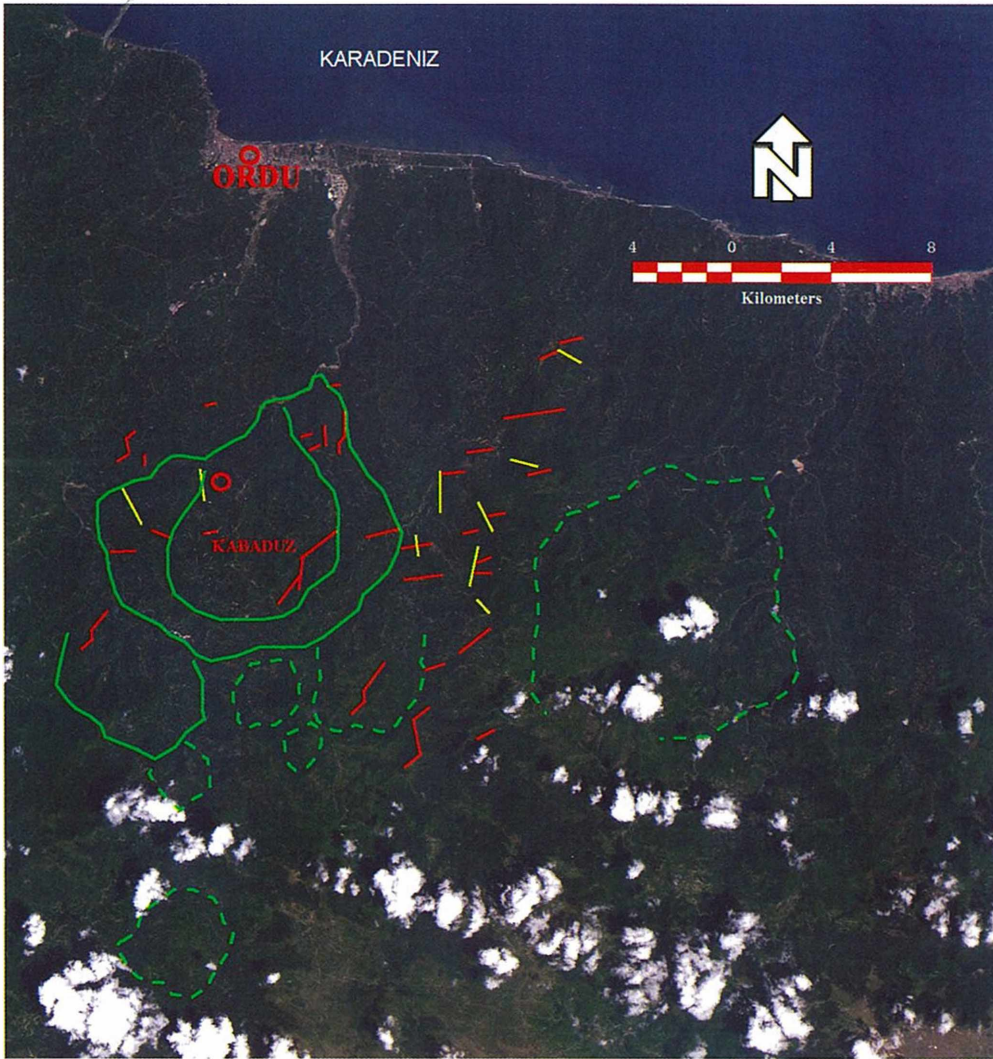
breşik doku gözlenmekte olup bu kısımlarda zonda karbonatlaşma ve silisleşmeler belirlenmiştir.

Yapısal Jeoloji

Uydu görüntüleri üzerinde yapılan değerlendirmelerde, inceleme alanı çevresindeki KD-GB, D-B ve KB-GD doğrultulu çizgisellikler ve bazı dairesel yapılar işaretlenmiştir (Şekil 3). İşaretlenen dairesel yapıların örtülü granitoid sokulumlarına işaret edebilecekleri düşünülmüş ancak ışınal kırık sistemlerinin bulunmaması nedeniyle kesin bir şey söylenememiştir. Bu görüntülerin sahadaki irdelemelerinde, inceleme alanını kuşatan içteki

dairesel yapının masif andezit ve aglomeralarla tüflü ve tüfitli kısımların dokunağına karşılık geldiği şeklinde değerlendirilmiş, dairenin merkezi kısımları, volkanik faaliyetin geliştiği baca kısmı olarak düşünülmüştür.

Saha incelemeleri sırasında, az sayıda noktada yapılan kırık ve çatlak düzlemi ölçümlerinden hazırlanan gül diyagramlarında; dağılımın çok değişik yönlerde olduğu, yoğunlaşmış doğrultular dikkate alındığında yörenin BKB-DGD doğrultulu sıkışma kuvvetlerinden etkilendiği, ölçülen eklemlerin de tansiyon eklemleri olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Landsat (174/32) uydu görüntüleri üzerinde inceleme alanı yakınında işaretlenmiş çizgisel ve dairesel yapılar

Figure 3. Lineament and ring-like structures identified on the Landsat images (174/32) of the investigation area

MADEN JEOLJİSİ

Yatakların Dağılımı ve Adlanması

İnceleme alanı içerisinde, değişik yerlerde Cu-Pb-Zn cevherleşmeleri gözlenmekte olup tamamı andezitler içindeki fay zonları boyunca oluşmuş damar tipi oluşumlar şeklindedirler. Haritaya işlenebilecek boyutta olanları, kuzeyden güneye doğru; D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 damarları şeklinde numaralandırılmışlardır (Şekil 2'de görüldüğü gibi). Belirtilen cevher damarlarından D-2 ve D-3 damarları, Üst Umut, Alt Umut, Efe ve Güçlü Ocaklarında, kuzey damar ve güney damar adlarıyla, yeraltı işletme yöntemleri ile işletilmeye çalışılmıştır. Diğerleri üzerinde ise arama ve inceleme amacıyla açılmış yarma ve kısa galeri çalışmaları bulunmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi, çok sayıda Cu-Pb-Zn yatağının bulunduğu geniş bir metalojenik provens niteliğindedir. Bölgede gözlenen Cu-Pb-Zn yatakları; Volkanik yankayaçlı, kuroko tipi masif sülfid yatakları (VHMS), Granitoidlerle ilişkili porfiri tip cevherleşmeler ($Mo \pm Cu$), Granitoidlerin dokunağında oluşmuş kontak metasomatik tip cevherleşmeler (?), Granitoidler çevresinde oluşmuş damar tipi cevherleşmeler ve Granitoidlerden uzak yerlerde, volkanik kayalar içinde oluşmuş damar tipi cevherleşmeler olmak üzere farklı oluşum ve yataklanma şekilleri göstermektedirler. İnceleme alanı içinde ve yakın çevresinde granitoid sokulumlarının varlığına işaret eden yüzlekler gözlenmediği için inceleme alanı içindeki bu cevherleşmeleri yukarıda belirtilen sonucu tip cevherleşmelerin örnekleri olarak değerlendirmek mümkündür.

Yataklanma Şekli ve Yapısal Özellikleri

İnceleme alanındaki cevherleşmeler yukarıda belirtildiği gibi andezitler içindeki fay zonlarında damar tipi oluşumlar şeklindedir. Cevher damarları, yüzeyde ileri derecede oksitlenmiş (hematitleşmiş, limonitleşmiş, yer yer malahit ve azurit içeren), sarı kahverengi renkli zonlar halindedirler.

D-1 damarı, Ovaçukuru olarak isimlendirilen yerde, eski yıllarda açılmış bir arama galerisinin girişinde gözlenmekte olup D-B, 80° K konumlu ve 20 cm kadar kalınlığı olan bir damardır. Damar içindeki sülfürlü mineraller ileri derecede oksitlenmiş olup sarı kahverengi renkli bir kuvars damarı şeklinde gözlenmektedir.

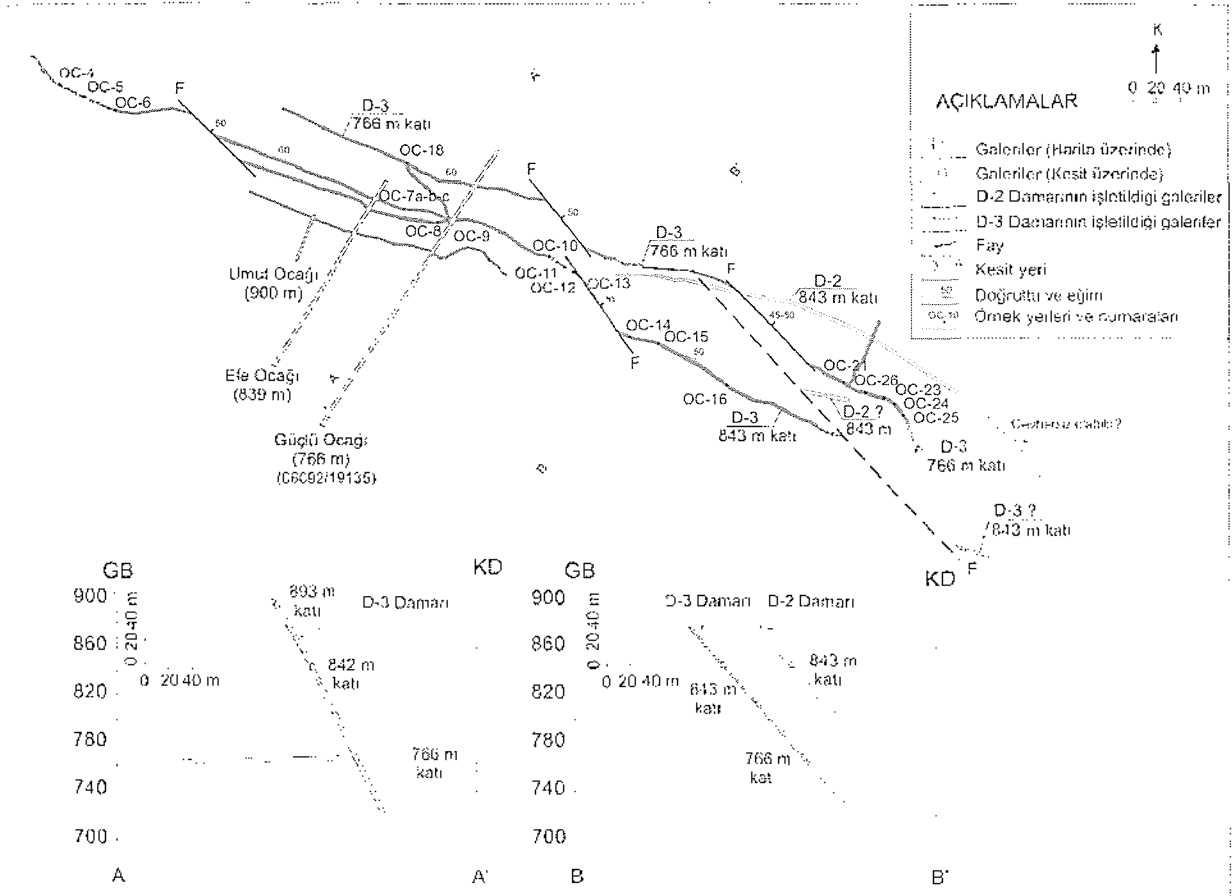
D-2 ve D-3 damarları, Akgüney Mahallesi girişinde, Karlıbel mevkiinde yüzeylemekte olup Üst Umut, Alt Umut, Efe ve Güçlü Ocaklarında, yeraltı işletme yöntemiyle işletilen damarlardır. Bu damarlar, birbirlerine paralel ve $K75-80^\circ$ B, 60° KD konumlu olup kalınlıkları 20 cm ile 3 m arasında değişmektedir. Damarların yüzeydeki devamlılıkları, toprak ve yoğun bitki örtüsü nedeniyle devamlı izlenememekle birlikte işletme galerilerinde doğrultu yönünde 500 m' den, eğim yönünde ise 160 m' den daha fazla devam ettikleri gözlenmiştir.

Bu damarlar değişik kotlarda, cevher damar doğrultularına dik yönde açılmış (cross-cut tipi) galerilerle kesilip katlar oluşturularak; Üst Umut Ocağı (kot: 902 m.), Alt Umut Ocağı (kot: 886 m.), Efe Ocağı (kot: 839 m.) ve Güçlü Ocağı (kot: 766 m.) olarak adlandırılmış ocaklarda işletilmiştir (Şekil 2 ve Şekil 4).

Galerilerin kuzeybatı kısımlarında tek damar işletilmiş gözükmekte (D-3 damarı) ve damarlardan birisinin (D-2 damarının) devamı izlenememektedir. Efe Ocağı'nda oluşturulmuş 766m katındaki galerilerin güneydoğu kısımlarında, D-2 ve D-3 damarları birbirlerinden ayrı ve birbirlerine paralel olarak açılmış galerilerde işletilmiştir (Şekil 4). Ancak, Güçlü Ocağı içinde oluşturulan 766m kat galerilerinde yalnızca D-3 damarı işletilmiş olup bu katta yapılan tüm aramalara (galeri ve sondaj ile) karşın D-2 damarı bulunamamıştır. Galeri içlerinde cevher damarlarını kesen KB-GD doğrultulu faylar gözlenmekte olup bu fayların etkisi ile galeri doğrultularında, cevher doğrultularına paralel olmayan değişiklikler gözlenmektedir (Şekil 4).

Cevher damarları içinde, bir tanesi küçük kristalli ve bol piritli, diğeri iri kristalli ve makroskobik olarak pirit, kalkopirit, sfalerit ve galenit içeren iki farklı yapıli cevherleşme izlenmektedir. I. tip oluşumlar, II. tip oluşumlar tarafından kesildikleri için I. ve II. evre oluşumlar olarak düşünülmüştür. I. tip oluşumlar, yer yer gözlenmekte olup işletilebilirlik açısından önemli olmadıkları için genellikle galerilerde topuk olarak bırakılmışlardır. II. tip oluşumlar ise galerilerde işletilen düzenli damarlar halinde olup doğrultuları boyunca devamlılık göstermektedirler.

Bu cevher damarları (II. tip oluşumlar) içinde breşleşmiş yan kayaç parçaları ve/veya aglomera blokları ana bileşenler olup cevher ve gang mineralleri



bunlar arasındaki boşluklarda yer yer birleşip yer yer ayrılan damarcıklar şeklinde gözlenmektedir. Yer yer farklı yönlerde konumlanmış kılcal damarcıklar ağısı yapıya benzer bir yapı oluşturmaktadır.

Cevher damarlarının üst kısımlarının (839 m. kotundan üst kısımlar) galenit ve sfaleritler bakımından, alt kesimlerinin (839 m. kotundan derin kısımlar) ise kalkopirit ve pirit bakımından zengin oldukları gözlenmektedir. Ayrıca kuzey damarın sfalerit ve galenitce güney damarın ise kalkopiritce daha zengin olduğu işletme çalışanlarınca ifade edilmektedir (V. Bayraktarov, 2005, sözlü görüşme).

D-4 damarı, Akgüney Mahallesi'nin kuzeyinde, D-B, 80° G konumlu ve ileri derecede oksitlenmiş olarak

gözlenen bir damardır. Herhangi bir arama ve işletme çalışması yapılmamıştır. Yüzeydeki görünümü bakımından diğer cevher damarlarından daha ümitsiz gözükmemektedir.

D-5 damarı, Akgüney Mahallesi'nin güneyinde, eski yıllarda açılmış bir arama ve/veya işletme galerisinin yakınında, D-B, 55° K konumlu ve 5-20 cm kalınlığında limonitli, hematitli ve piritli bir cevher damarıdır.

D-6 damarı, Madengözü Deresi kuzeyinde yüzeyleyen, D-B, 75° K konumlu, 40-45 cm kalınlığında, pirit içeriği yüksek bir kuvars damarı şeklindedir. Üzerinde herhangi bir inceleme ve işletme çalışması bulunmamaktadır.

D-7 damarı, Madengözü Deresi içinde yüzeyleyen, D-B, 25° G konumlu, 20-30 cm kalınlıkta, çok küçük kristalli piritler içeren bir kuvars damarı şeklindedir. Üzerinde herhangi bir inceleme ve işletme çalışması bulunmamaktadır.

Cevherleşmelerin Mikroskopik Özellikleri

Saha incelemeleri sırasında tüm cevher damarlarında yüzeyden, ayrıca D-2 ve D-3 damarlarının işletildiği galerilerden cevher damarlarını temsil edecek şekilde örnekler alınmıştır. Bu örneklerden incekesit ve parlatmalar hazırlanarak alttan ve üstten aydınlatılmalı mikroskop yöntemleri ile incelenmiştir.

Yüzeyden alınan örnekler ileri derecede bozunmuş olup genellikle sülfürlü mineraller yok olmuştur.

D-2 ve D-3 damarlarında, makroskopik incelemeler sırasında olduğu gibi mikroskopik incelemeler sırasında da; birisi küçük kristalli ve yalnızca pirit içeren (önce oluşmuş) diğeri ise iri kristalli ve diğer sülfürlü mineralleri içeren (önceki tipi kesen) iki farklı yapılu cevher oluşumu belirlenmiştir (Şekil 5a). Birinci tip cevherleşmenin daha önce oluştuğu (I. evre), ikinci tip cevherleşmenin ise daha sonra oluştuğu (II. evre) kabul edilmiştir.

Birinci tip cevherleşmeden alınan örneklerde cevher minerali olarak yalnızca pirit, gang minerali olarak ise kuvars gözlenmektedir. İkinci tip cevherleşmeden alınan örneklerde ise cevher minerali olarak pirit, sfalerit, kalkopirit, galenit, fahlerz (tennantit), gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit gözlenmiştir.

Piritler; her iki tip cevherleşmede de genellikle, özşekilli, nadiren de yarı özşekilli kristaller halinde gözlenen ve en önce oluşmuş cevher mineralidir. Galenitler; genellikle özşekilsiz, nadiren yarı özşekilli kristaller halinde gözlenmektedirler. Diğer cevher mineralleri ile olan sınır ilişkisine göre; galenitler piritlerden sonra, kalkopirit ve sfaleritlerden önce oluşmuşlardır (Şekil 5b). Kalkopiritler; özşekilsiz büyük kristaller ve sfaleritler içinde çok küçük boyutlu ayrışmalar halinde gözlenmektedir. Oluşum bakımından kalkopiritler, sfalerit ve galenitlerle olan sınır ilişkilerine göre önce ve sonra olmak üzere iki farklı evrede oluşmuşlardır (Kalkopirit-I ve Kalkopirit-II). Kalkopirit-I ler, sfaleritler tarafından ornatılmış iken (Şekil 5c), Kalkopirit-II'ler ise bu mineralleri kuşatmaktadır (Şekil 5d ve 5e). Sfaleritler;

gri renkli, özşekilsiz kristaller halinde gözlenmektedirler. İçlerinde kalkopirit kapanım ve/veya ayrışmaları yaygındır (Şekil 5c'de görüldüğü gibi). Sfaleritler, kalsitler tarafından ornatılmaktadır. Fahlerz; incelenen parlatma bloklarında ender olarak, kalkopirit içinde, galenit kapanımları ile birlikte gözlenmekte olup yeşilimsi gri renklidir ve orta derecede refleksiyon göstermektedir (Şekil 5f).

Diğer cevher damarlarından alınmış örneklerden hazırlanmış parlatmalarda sülfürlü minerallerin bozunma sonucu yok oldukları gözlenmiş olup yalnızca D-7 damarından alınan bir örnekte cevher minerali olarak pirit, sfalerit ve galenit, gözlenmiştir. Ayrıca çatlaklar içinde limonit dolguları bulunmaktadır.

Çok ender olarak sülfürlü mineraller içinde ve/veya onlarca çevrelenmiş kuvars kristalleri gözlenmekle birlikte genel olarak kuvarsların sülfürlü minerallerden sonra oluştuğu ve sülfürlü mineralleri kuşatarak aralarındaki boşlukları doldurduğu görülmektedir. Kalsitler ise en son oluşmuş minerallerdir.

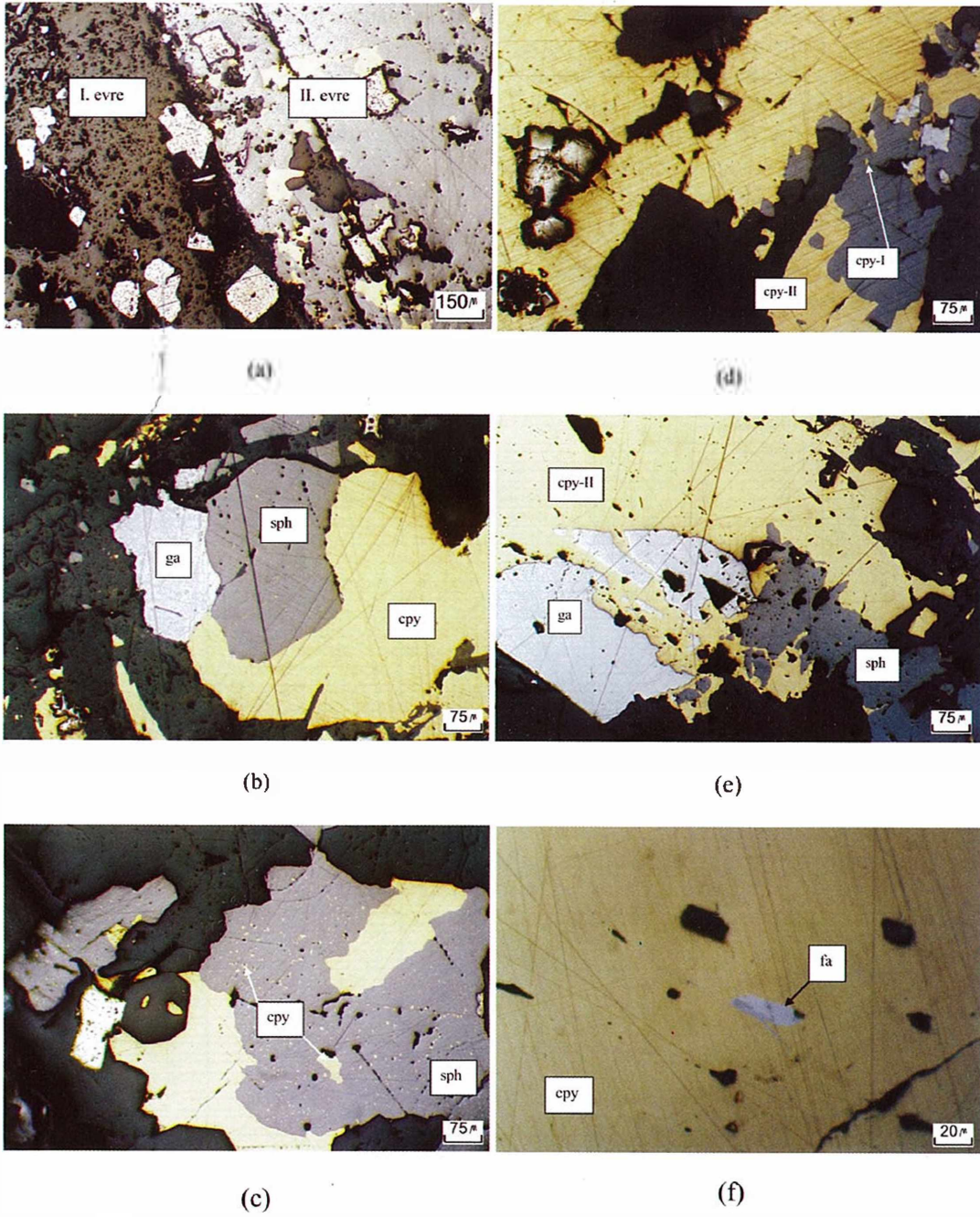
Bulgulara göre; D-2 ve D-3 damarlarında cevher ve gang minerallerinin oluşum sırası; pirit-galenit-kalkopirit-I-sfalerit-kalkopirit-II (\pm fahlerz)-kuvars-kalsit şeklindedir.

SIVI KAPANIM ÖZELLİKLERİ

Örnek Seçimi ve Yöntem

Sıvı kapanımları, mineraller oluşurken kristal yapı içinde hapsolmuş çözeltilerdir. Mineral oluşturucu çözeltileri temsil edici örnekler oldukları için, sıcak ve soğuk sulu çözeltilerden itibaren oluşmuş minerallerin ve/veya cevherleşmelerin oluşum koşullarının ve kökenlerinin araştırılmasında oldukça yararlı bilgiler ortaya koymaktadırlar.

Sıvı kapanım incelemeleri, cevher damarlarından alınan örneklerdeki kuvars kristalleri üzerinde yapılmıştır. Örneklerden hazırlanan iki yüzü parlatılmış özel kesitler, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde bulunan ve NIKON Labophot-pol tipi mikroskoplara monte edilmiş, LINKAM THMS-600 ve TMS-92 tipi ısıtma-soğutma sisteminde incelenmiştir. İncelemeler sırasında; ilk erime sıcaklığı (T_{EM}), son buz erime sıcaklığı (T_{ICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H)



Şekil 5. Cevher örneklerinden mikroskopik görünüm (Tüm görüntüler parlatma bloklarından tek nikol altında çekilmiştir); a: I. tip ve II. tip cevherleşmelerin birlikte görünümü, b: Sfalerit (sph) ve kalkopirit (cpy)'lerden önce oluşmuş galenitler (ga), c: Sfalerit (sph) tarafından ornatılmış ve kuşatılmış kalkopiritler (cpy), d: Sfaleritlerle ornatılmış (cpy-I) ve sfaleritleri kuşatan (cpy-II) kalkopiritler, e: Galenit (ga) ve sfaleritleri (sph) kuşatan ve ornatan kalkopiritler (cpy-II), f: Kalkopirit (cpy) içinde gözlenen fahlor (fa) kapanımları.

Figure 5. Photo-micrographs of the ore samples (All views taken from polished block under single nicol): a: views of Ist and IInd type ores, b: galena (ga) formed earlier than sphalerite (sph) and chalcopyrite (cpy), c: chalcopyrite (cpy) replaced and surrounded by sphalerite (sph), d: early chalcopyrite (cpy-I) replaced by sphalerite and late chalcopyrite (cpy-II) surrounding sphalerite (sph), e: late chalcopyrite (cpy) replacing and surrounding galena (ga) and sphalerite (sph), f: fahlor (fa) inclusion in chalcopyrite (cpy)

ölçümleri yapılmıştır. Dondurma işlemlerinde sıvı azot gazı kullanılmıştır. Çalışmalara başlamadan önce ısıtma soğutma sistemi, negatif değerler için heptan ($T_m = -90.61^\circ\text{C}$), pozitif değerler için ise potasyumnitrat ($T_m = 335.0^\circ\text{C}$) kullanılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sonrası heptan için T_m değeri -90.8°C , potasyumnitrat için ise T_m değeri 334.8°C olarak ölçülmüştür.

Sıvı kapağını incelemesi yapılan örneklerden 2 tanesi (OC-4 ve OC-5) D-2 (Kuzey Damar) damarından diğer örnekler ise D-3 (Güney Damar) damarından alınmıştır. Ölçüm sonuçları Çizelge 1' de toplu halde görülmektedir.

Çizelge 1. Birincil ve ikincil kapaınımlarda ölçülmüş ilk erime (T_{FM}), son buz erime (T_{ICF}) ve homojenleşme (T_H) sıcaklığı değerleri

Table 1. First melting (T_{FM}), last ice melting (T_{ICF}) and homogenisation (T_H) temprature values measured in primary and secondary inclusions.

BİRİNCİL KAPANIMLAR				İKİNCİL KAPANIMLAR			
Örnek No	Kapaını No	T_{ICF} °C	T_H °C	Örnek No	Kapaını No	T_{ICF} °C	T_H °C
OC-4	1	-18					
OC-4	2	-19					
OC-4	3		304.0				
OC-4	4		305.0				
OC-4	5		306.0				
OC-4	6		309.0				
OC-4	7		310.5				
OC-4	8		311.5				
OC-4	9		314.5				
OC-5	1	-14	303.6	OC-5	1	-17	309.0
OC-5	2	-14	303.0	OC-5	2	-18	304.0
OC-5	3		315.0	OC-5	3	-13.5	
OC-5	4		302.0	OC-5	4		272.0
OC-5	5	-13	297.0	OC-5	5	-20	265.0
OC-5	6		304.0	OC-5	6	-23	278.5
OC-5	7		306.0	OC-5	7	-12	294.0
OC-5	8		320.0	OC-5	8	-17	290.0
OC-5	9	-16	291.5	OC-5	9		284.0
OC-5	10	-12	290.5	OC-5	10	-19	279.0
OC-5	11	-15	280.0				
OC-5	12	-13	276.0				
OC-5	13	-13	277.0				
OC-5	14		280.0				
OC-7.b	1	-17	303.0	OC-7.b	1	-15	279.0
OC-7.b	2	-17	309.0	OC-7.b	2	-13	281.0
OC-7.b	3		312.0				
OC-7.b	4	-13	310.0				
OC-7.b	5		301.0				
OC-7.b	6		311.0				
OC-7.b	7		313.0				
OC-7.b	8	-14	310.5				
OC-7.b	9	-10	310.0				
OC-7.b	10	-14	315.5				
OC-7.b	11		311.5				
OC-7.b	12	-11	309.0				
OC-11	1	-19	288.5	OC-11	1		286.0
OC-11	2	-16	291.0	OC-11	2		287.0
OC-11	3	-21	278.0	OC-11	3		291.0
OC-11	4	-18	296.0	OC-11	4		299.0
OC-11	5		278.0	OC-11	5		298.0
OC-11	6	-14	291.0	OC-11	6	-11	293.0
OC-11	7	-13	294.5	OC-11	7		288.0
OC-11	8	-17	289.0	OC-11	8		289.0
OC-11	9	-17	289.0	OC-11	9		290.0
OC-11	10	-15	293.0	OC-11	10		290.0
				OC-11	11		290.0
				OC-11	12		289.0
				OC-11	13		290.0
OC-12.a	1	-23	305.5	OC-12.a	1	-13	283.0
OC-12.a	2	-22	304.0	OC-12.a	2	-12	302.0
OC-12.a	3	-20	301.0	OC-12.a	3		281.0
				OC-12.a	4	-14	295.5

Çizelge 1'in devamı

OC-13	1	-10,5	315,0				
OC-13	2	-11	313,0				
OC-13	3	-12	312,5				
OC-13	4	-10	314,0				
OC-13	5		310,0				
OC-14	1	-15	315,0	OC-14	1	288,0	
OC-14	2	-13,5	311,0	OC-14	2	290,0	
OC-14	3	-15	318,0	OC-14	3	287,0	
OC-14	4	-14	309,0	OC-14	4	285,0	
OC-14	5	-14,5	321,0	OC-14	5	-12,5	295,0
OC-14	6	-13	312,0	OC-14	6	293,0	
OC-14	7		310,0	OC-14	7	300,0	
OC-14	8		316,5	OC-14	8	-14	305,0
OC-14	9		322,0	OC-14	9	299,0	
				OC-14	10	297,0	
OC-17	1	-15	299,0				
OC-17	2	-13	299,4				
OC-17	3	-14,5	298,0				
OC-17	4	-13	307,5				
OC-17	5	-13	299,0				
OC-17	6	-12	303,7				
OC-17	7	-15	309,0				
OC-17	8	-15,6	315,0				
OC-17	9	-13	318,0				
OC-17	10	-13	310,0				
OC-17	11		315,0				
OC-17	12	-13	310,0				
OC-17	13	-12	320,0				
OC-17	14	-14	317,0				
OC-17	15	-13	324,0				
OC-17	16	-14	323,0				
OC-17	17		320,0				
OC-17	18	-12	326,0				
OC-17	19	-11	349,0				
OC-17	20		344,0				
OC-17	21		347,0				
OC-17	22		349,0				
OC-17	23		333,0				
OC-21	1	-19	310,0				
OC-21	2	-17	307,0				
OC-21	3	-19	309,0				
OC-21	4	-17	314,0				
OC-21	5	-16	309,0				
OC-21	6	-11	311,5				
OC-21	7	-14	313,0				
OC-21	8	-15	315,0				
OC-24	1		278,0	OC-24	1	-18	216,0
OC-24	2		284,0	OC-24	2	-14	
OC-24	3		282,0	OC-24	3	-13	233,0
OC-24	4		280,0	OC-24	4		224,0
OC-24	5		283,0	OC-24	5		224,0
OC-24	6	-18		OC-24	6		
OC-24	7	-17	318,0	OC-24	7	-20	213,0
OC-24	8	-18	320,0	OC-24	8		213,0
				OC-24	9		219,0
				OC-24	10		216,0
				OC-24	11		214,0
				OC-24	12		235,0
				OC-24	13		230,0
				OC-24	14		222,5
				OC-24	15		221,0
				OC-24	16		211,0
				OC-24	17		215,0
				OC-24	18		231,0
				OC-24	19		218,0
				OC-24	20		228,0
				OC-24	21	-18	
				OC-24	22	-20	
				OC-24	23	-22	
		-14,8299	307,1041			-16,0435	267,6896

Kapanımların Morfolojik Özellikleri

Kuvars kristalleri içindeki sıvı kapanımları, birincil ve ikincil kapanımlar şeklinde gözlenmektedirler (Şekil 6.a ve 6.b). Birincil kapanımlar daha yaygın olup, kuvars kristalleri içinde düzensiz olarak dağılmışlardır. İkincil kapanımlar ise kuvars kristallerini kesen çatlaklar boyunca dizilmiş olarak gözlenmektedirler. Her iki tip kapanımlar da değişik dış şekilli (genellikle elips veya armut şekilli) ve iki fazlı (sıvı + gaz) kapanımlar şeklindedirler.

Boyut olarak, birincil kapanımlar (5-15 μm) ikincil kapanımlar (genellikle 2.5 μm 'den küçük, ender olarak 5 μm)'a göre daha büyüktürler. Kapanımlardaki gaz oranı genellikle % 5-10 arası olup ender olarak % 20'ye ulaşmaktadır.

İlk Erime Sıcaklığı Ölçümleri (T_{FM})

Birincil ve ikincil kapanımlarda, -53.5 ile -50.5 $^{\circ}\text{C}$ arasında değişen (ort. -52.0 $^{\circ}\text{C}$) T_{FM} değerleri ölçülmüştür. Bu sıcaklık değerleri çeşitli su - tuz sistemlerinin ötektik sıcaklıkları ile karşılaştırıldığında " $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$," " $\text{H}_2\text{O}-\text{MgCl}_2-\text{CaCl}_2$ " ve " $\text{H}_2\text{O}-\text{KCl}-\text{CaCl}_2$ " sistemlerinin ötektik sıcaklıkları (Shepherd ve diğ., 1985; Gökce, 2000, s.34) ile uyduğu ve hidrotermal çözelti içinde CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl ve belkili olarak KCl gibi tuzların bulunduğu söylenebilir. Örnek yerlerine ve kapanım türüne göre herhangi bir farklılık bulunmaması hidrotermal çözeltilerin içerdikleri tuz bileşiminin homojen olduğunu göstermektedir. Çözelti içinde CaCl_2 ve MgCl_2 gibi tuzların bulunması hidrotermal çözeltilerin doğrudan veya dolaylı olarak deniz suyu ile ilişkili olduklarına veya denizel çökeller içinde sirkülasyon yaptıklarına işaret sayılabilir.

Son Buz Erime Sıcaklığı Ölçümleri ($T_{m,CE}$)

Birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülen $T_{m,CE}$ değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri Şekil 7a ve 7b'de görülmektedir.

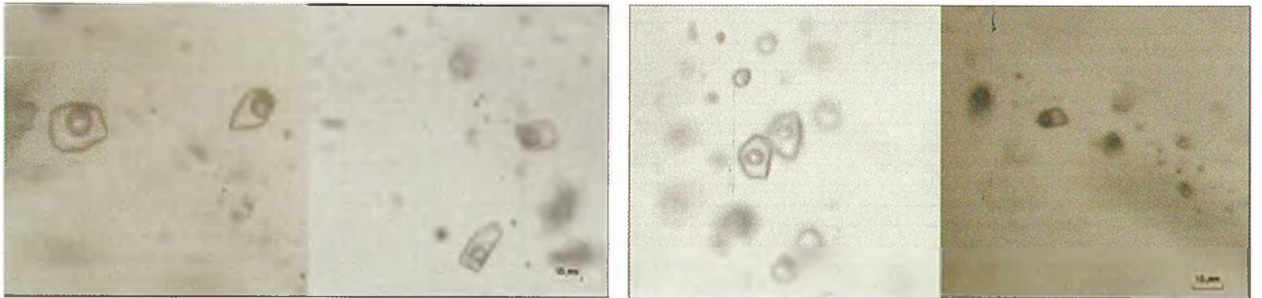
Birincil kapanımlarda $T_{m,CE}$ değerleri; -10.0 ile -23.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında (ort. -15.0 $^{\circ}\text{C}$), ikincil kapanımlarda ise -11.0 ile -23.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında (ort. -16.0 $^{\circ}\text{C}$) değişmektedir. Bilindiği gibi son buz erime sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak çözeltilerin tuzluluğu hesaplanabilmekte olup Bodnar (1993) tarafından geliştirilmiş eşitlik yardımıyla, bu değerlere karşılık gelen tuzluluk değerlerinin % NaCl eşdeğeri olarak; birincil kapanımlarda %24.34 ile %13.94 aralığında (ort. %18.64), ikincil kapanımlarda ise %24.34 ile %14.97 aralığında (ort. %19.44) değiştiği belirlenmiştir.

Birincil ve ikincil kapanımlar için hesaplanmış tuzluluk değerlerinin birbirine yakın olması hidrotermal çözeltilerin tuzluluğunun zamanla değişmediğine işaret etmektedir.

Homojenleşme Sıcaklığı Ölçümleri (T_H)

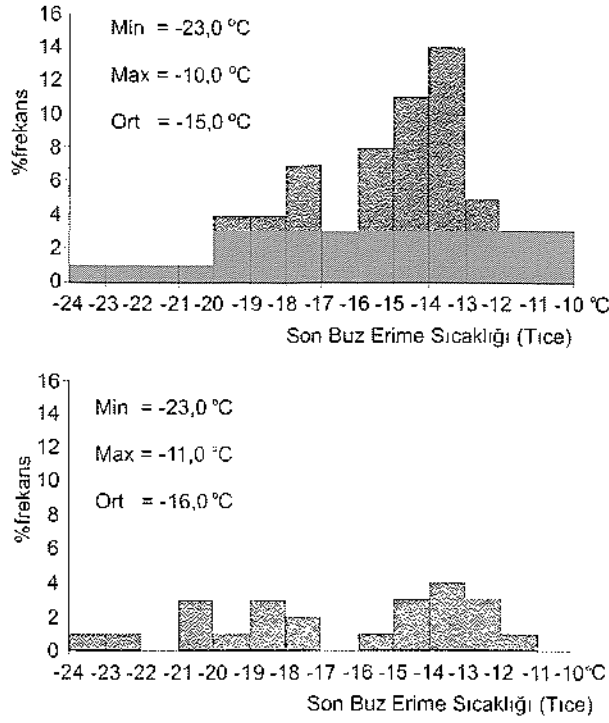
Birincil ve ikincil kapanımlarda ölçülen homojenleşme sıcaklığı değerlerinin istatistiksel dağılım grafikler Şekil 8a ve 8b'de görülmektedir.

Birincil kapanımlarda T_H değerleri; 276.0 ile 349.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında (ort. 307.0 $^{\circ}\text{C}$) değişmektedir. Ölçülen T_H değerleri; kuvars kristallerinin oluşumu sırasında hidrotermal çözeltilerin sıcaklıklarının 349.0 ile 276.0 $^{\circ}\text{C}$ arasında değiştiğini göstermektedir. İkincil kapanımlarda ise T_H değerleri; 265.0 ile 309.0 $^{\circ}\text{C}$ (ort. 290.0 $^{\circ}\text{C}$) ve 211.0 ile 233.0 $^{\circ}\text{C}$ (ort. 221.0 $^{\circ}\text{C}$)



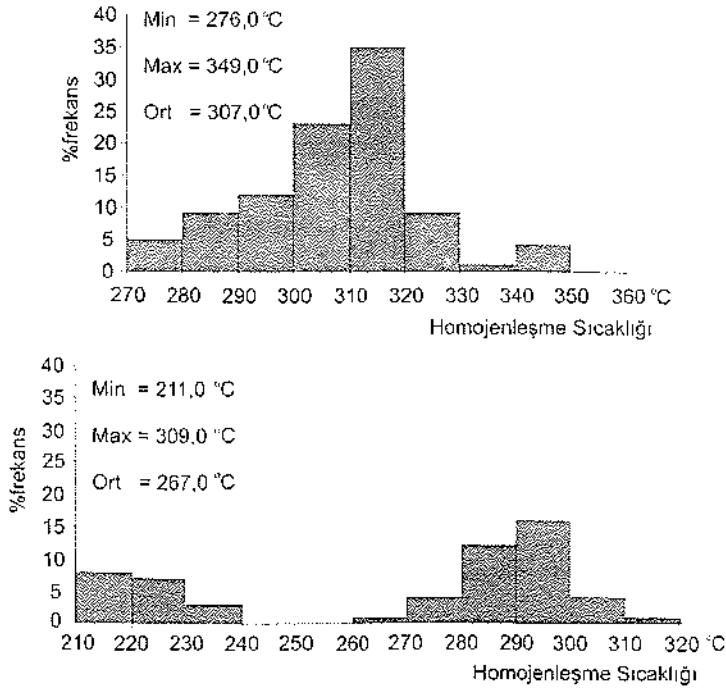
Şekil 6. Kuvars kristalleri içinde gözlenen birincil (a) ve ikincil (b) kapanımlar

Figure 6. Primary (a) and secondary (b) inclusions in quartz crystals



Şekil 7. Birincil (a) ve ikincil (b) sıvı kapanımlarında son buz erime (T_{ice}) değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri

Figure 7. Statistical distribution diagrams of the last ice melting (T_{ice}) values in primary (a) and secondary (b) fluid inclusions



Şekil 8. Birincil (a) ve ikincil (b) sıvı kapanımlarında homojenleşme sıcaklığı (T_h) değerlerinin istatistiksel dağılım grafikleri

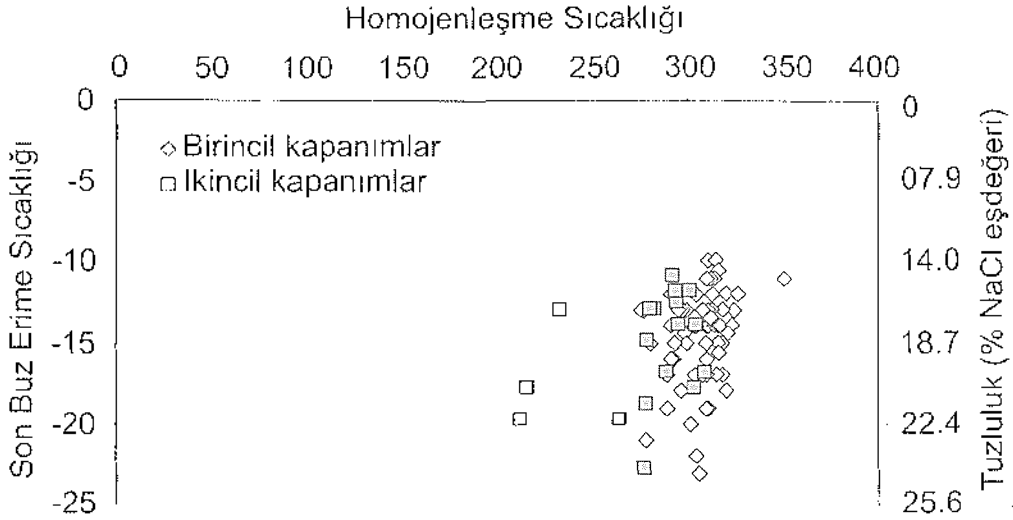
Figure 8. Statistical distribution diagrams of the homogenisation temperature (T_h) values in primary (a) and secondary (b) fluid inclusions

aralıklarında olmak üzere iki farklı grup oluşturmaktadır. Bu durum çözeltilerin sıcaklıklarının geç evrelere doğru azaldığına işaret etmektedir. Ölçülen sıcaklık değerlerine göre inceleme alanı içindeki cevher damarlarının katatermal ve mezotermal koşullarda oluştuğu görülmektedir.

Oluşum derinlikleri bilinemediği için T_H değerlerinde basınç düzeltilmesi yapılamamıştır. Bu nedenle, kapanımlarda çözeltilerin hapsolme sıcaklığını ve/veya kuvars kristallerinin oluşum sıcaklığını belirlemek mümkün olamamaktadır. Çözeltilerde kaynama belirtilerinin gözlenmemesi nedeniyle en azından söz konusu sıcaklıkların, T_H değerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

Tuzluluk ve Homojenleşme Sıcaklığı İlişkisi

Birincil ve ikincil kapanımlarda tuzluluk ve homojenleşme sıcaklığı ilişkisi incelendiğinde; homojenleşme sıcaklığı çok düşük olan birkaç ikincil kapanım dışında birincil ve ikincil kapanımların dağılım alanlarının büyük ölçüde örtüştükleri görülmekte (Şekil 9) olup cevherleşme ortamında etkin olan çözeltilerin özelliklerinin zaman içinde fazla değişmediği, bir başka deyişle birincil ve ikincil kapanımları oluşturan çözeltilerin aynı çözeltiler oldukları söylenebilir.



Şekil 9. Sıvı kapanımlarının tuzluluk - homojenleşme sıcaklığı diyagramı üzerindeki dağılımları (T_{ice} ve T_H değerlerinin birlikte ölçülebildiği kapanımlar kullanılmıştır)

Figure 9. Distribution of the fluid inclusions on the salinity - homogenisation temperature diagram (prepared using the inclusions which has both values of T_{ice} and T_H)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Akgüney bakır-kurşun-çinko yatağı, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan ve günümüzde işletilmekte olan çok sayıda bakır - kurşun - çinko yataklarından birisidir. Bu yataklar, aşırı derecede bozunmuş Üst Kretase yaşlı Mesudiye Formasyonu'na ait andezitik kayalar içinde fay zonları boyunca gelişmiş damar tipi oluşumlar halindedirler.

Yörede 7 adet cevher damarı belirlenmiş olup D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 ve D-7 şeklinde

numaralanmışlardır. D-1, D-2, D-3, D-4, D-5 ve D-6 numaralı damarlar K 70-80° B, 50 60° KD konumlu, D-7 damarı ise D-B doğrultulu 25° G konumludur.

Cevher damarları yüzeyde ileri derecede bozunmuş, sarı kahverengi renkli zonlar halinde olup D-2 ve D-3 damarları değişik kotlarda cevher doğrultularına dik yönde sürülmüş galerilerle kesilip katlar oluşturularak yer altı işletme yöntemleri ile işletilmektedir.

Cevher damarlarında breşleşmiş yan kayaç kırıntıları ve aglomera parçaları ana bileşenler olup galerilerde birincisi küçük kristalli ve bol piritli, ikincisi iri kristalli ve pirit yanında kalkopirit, sfalerit ve galenit içeren iki farklı yapıda cevher tanımlanmıştır.

I. tip cevherleşme işletilebilirlik açısından önemsiz olup galerilerde topuk olarak bırakılmış, II. tip cevherleşme ise devamlılığının iyi olması ve tenörünün yüksek olması nedeniyle işletilmiştir.

Mikroskobik incelemeler sırasında I. tip cevherleşmelerde cevher minerali olarak pirit, gang minerali olarak kuvars; II. tip cevherleşmelerde cevher minerali olarak pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz ve limonit; gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit gözlenmiştir.

Belirtilen minerallerin birbirleri ile olan sınır ilişkileri dikkate alınarak oluşum sıralarının (süksesyon) "pirit-galenit-kalkopirit-I sfalerit-kalkopirit-II (±fahlerz)-kuvars kalsit" şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Sıvı kapanım incelemeleri sırasında kuvars kristallerindeki birincil ve ikincil kapanımlarda; ilk erime (T_{EM}), son buz erime (T_{ICE}) ve homojenleşme sıcaklığı (T_H) ölçümleri yapılmış olup T_{EM} değerleri (-53.5 ile -50.5 °C aralığında; ort. -52.0 °C) yardımıyla hidrotermal çözeltiler içinde $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaCl$ ve belkili olarak KCl gibi tuzların bulunduğu, T_{ICE} değerleri (birincil kapanımlarda; -10.0 ile -23.0 °C aralığında; ort. -15.0 °C, ikincil kapanımlarda ise -11.0 ile -23.0 °C aralığında; ort. -16.0 °C) yardımıyla hidrotermal çözeltilerin tuzluluğunun % $NaCl$ eşdeğeri olarak; birincil kapanımlarda % 24.34 ile % 13.94 aralığında (ort. % 18.64), ikincil kapanımlarda ise % 24.34 ile % 14.97 aralığında (ort. % 19.44) olduğu, T_H değerleri yardımıyla hidrotermal çözeltilerin sıcaklığının kuvars kristallerinin oluşumu sırasında 349.0 ile 276.0 °C arasında değiştiğini (ort. 307.0 °C), daha sonraki evrelerde ise 211.0 °C'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Diğer yandan kapanımların sıvı ile doldurulma oranı %90 (genellikle % 5-10 arası gaz) ve ortalama tuzluluk değeri % 19 $NaCl$ eşdeğeri dikkate alınarak çözeltilerin yoğunluklarının 1.09 gr/cm³ civarında olduğu hesaplanmıştır.

Sülfürlü minerallerde, sıvı kapanım incelenmesi yapılamamış olmakla birlikte, cevherleşmelerdeki sülfürlü minerallerle kuvarsları oluşturan çözeltilerin benzer özelliklere sahip oldukları varsayılarak kuvarslarda belirlenen bu özelliklerin sülfürlü mineralleri oluşturan çözeltiler için de geçerli olduğu kabul edilmiştir.

Sonuç olarak yöredeki yatakların; fay zonları boyunca oluşmuş damar tipi yataklar oldukları, cevher minerali olarak pirit, kalkopirit, sfalerit, galenit, fahlerz ve limonit, gang minerali olarak ise kuvars ve kalsit içerdikleri, sıcaklıkları 349.0 ile 211.0 °C aralığında değişen hidrotermal çözeltilerle oluşturuldukları belirlenmiştir.

Akgüney yatağında belirlenen yukarıdaki sonuçlar, yakın dolaylardaki Bulancak (Akıncı, 1980b), Kurşunlu (Gökce ve Özgüneylioğlu, 1988; Gökce, 1990a; 1990b), İner Yaylası (Gökce ve Bozkaya, 2005a ve 2005b) yörelerindeki Cu Pb Zn yataklarında belirlenen özellikler ile karşılaştırıldıklarında; yataklanma şekli, yan kayaçları, mineral içeriği, yapısal ve dokusal özellikleri, hidrotermal çözeltilerin sıcaklığı, tuzluluğu ve tuz bileşimi bakımından tüm yatakların benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu makalenin temelini oluşturan Yüksek Lisans tez çalışması C.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nca M-297 nolu proje kapsamında kısmen desteklenmiştir. Saha çalışmaları sırasında Zamantı Madencilik Şirketi yetkilileri ve çalışanları, büro ve laboratuvar çalışmaları sırasında ise Ömer BOZKAYA (C.Ü.), K. Şevki Kavak (C.Ü.), Ahmet EFE (C.Ü.) ve Gülcan BOZKAYA (C.Ü.) uzmanlık alanları ile ilgili konularda yardımcı olmuşlardır. Bu kurum ve kişilere katkıları için teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The Akgüney copper lead zinc deposit is one of the typical examples of the volcanic hosted vein type deposits widely found within the Eastern Pontide region of Turkey and located near Akgüney Village in the Kabadüz District of Ordu Province, on the topographic map of Giresun G39-b2 in 1/25000 scale (Fig. 1).

The ore veins occur along the fault zones developed in the Upper Cretaceous andesitic volcanics and are crop out as as hardly limonitized, yellowish-brownish quartz veins. The know ore veins are numbered as D-1, D-2, D-3, D-4, D-5, D-6 and D-7. These veins, except the last one, are oriented in a N 70-80° W, 50-60° NE direction and dip. The last one shows an orientation of E W, 25° S (Fig 2).

The D-2 and D-3 veins are the only ones which were mined during the field investigations of this study. Mining operations started with cross cutting adits until the veins are reached, and continued as wings along the direction of the ore veins at different levels (Üst Umut Mine; at 902 m. elevation, Ali Umut Mine; at 886 m. elevation, Efe Mine; at 839 m. elevation and Güçlü Mine; at 766 m. elevation), (Fig. 4).

Two different types of mineralization were identified in the D-2 and D-3 veins. The first type is characterized by fine grained pyrites, while the second is characterised by quartz grained texture and a variety of ore minerals such as chalcopryrite, sphalerite, galena, fahlor and limonite, besides pyrite (Fig. 5). The second type of mineralization cuts the first one and is distinguished as early and late stage (1st. & 2nd phase) occurrences. Only the second type of occurrences were mined during the mining operations, while the second one was left as pillars. In addition, the upper parts of the veins are rich in galena and sphalerite while the lower parts are rich in chalpyrite and pyrite. Quartz and calcite are the gangue minerals and seem to have been formed later than the ore minerals. The succession of the mineral paragenesis is determined as pyrite-galena chalcopryrite (I)-sphalerite-chalcopryrite (II) ± fahlor-quartz - calcite

Fluid inclusion studies were performed on the quartz crystals collected from the various levels and parts of the D-2 and D-3 veins. Fluid inclusions are developed as either irregularly dispersed primary inclusions or linearly dispersed secondary inclusions along the small cracks (Fig. 6). Both types of inclusions show various morphologies (mostly elipsoidal or pear shaped) and are seen as two phase (liqued + vapor) inclusions.

The first melting temperature (T_{FM}) values are dispersed in the range of -53.5 to -50.5 °C (average; -52.0 °C) for primary and secondary inclusions. These temperature values are very close to the eutectic temperature of "H₂O-NaCl-CaCl₂," "H₂O-MgCl₂-CaCl₂," and "H₂O-KCl-CaCl₂," and suggest that the mineralizing hydrothermal fluid contains the salt of CaCl₂, MgCl₂, NaCl and possibly Kce.

The last ice melting temperature ($T_{m,ice}$) values range from -23.0 to -10.0 °C (average; -15.0 °C) in primary inclusions while they range from -23.0 to -11.0 °C (average; -16.0 °C) in secondary inclusions (Fig. 7a & b). The calculated average salinity values for primary and secondary inclusions are 18.64 % (from 24.34 to 13.94 %) and 19.44 % (from 24.34 to 14.97 %) NaCl % equivalent, respectively.

The homogenization temperature (T_H) values, which were not corrected for pressure, range from 276.0 to 349.0 °C (average; 307.0 °C) in the primary inclusion while they form two different populations in the secondary inclusions, in the ranges of "265.0 to 309.0 °C (average; 290.0 °C)" and "211.0 to 233.0 °C (average; 221.0 °C)" (Fig. 8a & b).

The presence of CaCl₂ and MgCl₂ in inclusion fluids points to either a direct or an indirect involment of sea water in the mineralizing fluids or the penetration of hydrothermal fluids in marinal sedimentary rocks. The similarity of the salinity values in the primary and secondary inclusions indicates that the salinity of the mineralizing fluids did not change during the various stages of mineralization. In addition, the measured T_H values indicate that the ore veins were formed in hypothermal and mesothermal conditions. Finally the plots of the primary and secondary inclusions in the same areas on the salinity versus homogenisation temperature diagram indicate that the composition and temperature of the hydrothermal fluids did not change in time (Fig. 9).

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akıncı, T. Ö., 1980b. Bulancak sülfid damarlarının mineralojisi ve kristalleşme işlemleri. MTA Dergisi, 93-94, 55-65.
- Akıncı, T. Ö., 1985. The Eastern Pontide volcano-sedimentary belt and associated massive sulphide deposits. In: Dixon, J. E. And Robertson, A. H. F. (eds), 1985. The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Special Publication of the Geological Society No. 17, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 848s.
- Bayraktarov, V., 2005. Sözlü görüşme. Zamantı Madencilik, Ordu.
- Boztağ, D., 2001. Suşehri (Sivas) Gölköy (Ordu) arasında KAFZ'nun kuzey ve güney kesimlerindeki Granitoidlerin ve çevre kayaların petrolojik incelenmesi. Türkiye Bilimsel Ve Teknik Araştırma Kurumu Projesi, No: YDABÇAG-9, 98 s.
- Boztağ, D., Erçin, A. İ., Kuruçelik, M. K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A., 2006. Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 27(3), 117.
- Bodnar, R. J., 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solution. Geochemica et Cosmochimica Acta, 57, 683-884.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983. Pontid'lerdeki volkanizma, Jeoloji Mühendisliği Bülteni, 18, 3-22.
- Gedik, İ., Kırmacı M. Z., Çapkinöğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin jeolojik gelişimi. Jeoloji Müh. Bölümü 30. Yıl Sempozyumu Bildirileri, KTÜ, Trabzon, 654-677.
- Gökce, A., 1990a. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-SIVAS) Pb-Zn-Cu yataklarında kükürt izotopları incelemesi. MTA Dergisi, 111, 111-118.
- Gökce, A., 1990b. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-SIVAS) Pb-Zn-Cu yataklarında sıvı kapanım ve jeotermometre incelemeleri. Türkiye Jeoloji Bülteni., 33(2), 31-39.
- Gökce, A., 2000. Maden Yatakları (Yeniden Düzenlenmiş II. Baskı), Cumhuriyet Üniversitesi Yayını No: 85, 335s.
- Gökce, A. ve Bozkaya, G., 2005a. Tutakdağı (Şebinkarahisar-Giresun) Pb-Zn yatağında kurşun izotopları jeokimyası incelemeleri. CÜBAP Projesi, No: M-210, 27s.
- Gökce, A. and Bozkaya, G., 2005b. Lead and sulfur isotope evidence for the origin of the Inler Yaylası lead-zinc deposits, Northern Turkey. Journal of Asian Earth Science, 26, 91-97.
- Gökce, A. ve Özgünyelioğlu, A., 1988. Kurşunlu (Ortakent-Koyulhisar-Sivas) Pb-Zn-Cu yataklarının jeolojisi, oluşumu ve kökeni. Cumhuriyet Üniv., Müh. Fak., Yerbilimleri Dergisi, 5(1), 23-36.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Dergisi, 66, 20-34.
- Köse, M., 1987. Akgüney Kabadüz (Ordu) yöresi Pb - Zn Cu damarlarının incelenmesi. KTÜ, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi, 74s.
- Okay, A. ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of the Eastern Pontides. In: A. G. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68, 291-311.
- Shepperd, T.J., Rankin, A.H., and Alderton, D.H.M., 1985. A practical guide to fluid inclusion studies. Blackie, London, 235s.
- Steinmann, M. ve Emerson, C., 2001. Zamantı Madeni Kuzey Türkiye jeolojisi, rezervleri ve sondaj programı. Zamantı Madencilik Arşivi, Yayınlanmamış.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rocks its proper name: Earth Sci. Rev, 12,1-33.
- Streckeisen, A., 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic rocks (Recommendations and suggestions of the I.U.G.S. Subcommission of Igneous Rocks): Geology, 7, 331-335.
- Terlemec, İ. ve Yılmaz A., 1980. Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23, 179-191.
- Terzioğlu, M. N., 1984. Ordu güncündeki Eosen yaşlı Bayırköy volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, 1, 43-60.
- Terzioğlu, M. N., 1985-a. Reşadiye (Tokat) kuzeyindeki Eosen yaşlı Hasanşeyh platabazaltının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, 2, 105-134.
- Terzioğlu, M. N., 1985-b. Mesudiye (Ordu) batısındaki Üst Miyosen yaşlı Kuyucak bazaltının petrolojisi ve kökensel yorumu. Yerbilimleri (H. Ü.), 12, 53-67.
- Terzioğlu, M. N., 1986-a. Doğu Karadeniz bölgesinde Pliyosen yaşlı Erdembaba volkanitlerinin petrolojisi ve kökensel yorumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 29, 119-132.
- Terzioğlu, M. N., 1986-b. Reşadiye, Gölköy ve Koyulhisar arasındaki Tersiyer Kuvaterner yaşlı volkanitlerin genel stratigrafik özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A Yerbilimleri, 3 (1), 3-13.
- Terzioğlu, M. N., 1987. Orta Karadeniz bölgesindeki Pliyosen yaşlı Canik volkanitlerinin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 30, 71-85.
- Türk - Yugoslav Ekibi, 1970. Ordu Kabadüz sahasının 1/25000 ölçekli jeolojik etüdü ve prospeksiyon raporu. MTA Raporu, No: 4596, 37s.
- Ünal, E., 2006. Akgüney (Kabadüz-Ordu) bakır-kurşun-çinko yatağının jeolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Yüksek Lisans Tezi, 70s, (Yayınlanmamış).

- Yılmaz, S., 1995. Dereli Şebinkarahisar (Giresun güneyi) arası granitoid Plütonlarının karşılaştırmalı incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Doktora Tezi, 310s, (Yayınlanmamış).
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A. M. C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. İn: A. G. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: AAPG Memoir 68, 183-226.

Makale Geliş Tarihi: 22 Ocak 2007

Kabul Tarihi : 29 Mayıs 2007

Received : *February 22, 2007*

Accepted : *May 29, 2007*