

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ KIYI KESİMİNDE BULUNAN SÜLFİT MADEN YATAKLARININ MİNERALOJİ, PARAJENEZ VE KÖKEN ÖZELLİKLERİ

Vojislav VUJANOVİĆ

Nükleer ve Diğer Hammaddeler Jeoloji ve Maden Arama Enstitüsü Belgrad, Yugoslavya

ÖZET. — Burada Doğu Karadeniz bölgesindeki çeşitli özellikteki sülfüt yataklarının mineral muhtevası, mineraller arasındaki parajenez ilişkileri, minerallerin oluşum sırası, her ayrı yatağın kökeni ve bölgenin metalojenezi konularının açıklanmasına çalışılmaktadır.

Aşağıda verildiği şekilde anlatılan zuhurlarda üç genel köken grubu ayrılabilir:

a. Riyolitik ve riyodasitik piroklastikler içinde bulunan volkanik-tortul-hidrotermal Cu-Zn-Pb yatakları. Bunlar ekonomik yönden en önemli yataklardır.

Volkanik-tortul sülfüt yatakları riyolitik ve riyodasitik ana kayaçla aynı zamanda oluşmuşlardır, öte yandan bu tipin ikinci safha mineralleri ana kayaç içinde hidrotermal şartlar altında ayrılmışlardır. Bu hidrotermal sülfüt mineral topluluğu volkanik-tortul cevherlerin remobilizasyonu sonucu oluşmuştur. Remobilizasyon işlemi sonraki volkanik kayaçlara bağlı olarak hidrotermal eriyiklerin volkanik-tortul yataklar arasında dolaşması sonucu meydana gelmiştir.

b. Cu-Zn-Pb ihtiva eden ve yukarıda anlatılan şekle benzeyen yataklar. Bu hidrotermal yataklar riyolitik, dasitik ve andezitik piroklastikler, bazı hallerde diğer çeşitten volkanik kayaçlar ve granitoidler ve kireçtaşları gibi çok çeşitli kayaçlar içinde bulunurlar. Bu çeşitten yataklar küçük boyda olup, çoğu kez ekonomik yönden pek önemli değildirlir.

Hidrotermal yataklar köken olarak sonradan yeniden hareket kazanan (reactivated) riyolitik ve riyodasitik volkanik faaliyetlerle ilişkilidir. Bu yataklardan bazıları derinde yerleşmiş volkanik-tortul yatakların remobilizasyonu ve yeniden çökmeleri sonucu oluşmuşlardır.

c. Skarn-hidrotermal yataklar çoğunlukla küçük boydadırlar. Mineral muhtevaları iki safhada oluşmuştur. Birinci safha amfibol, piroksen, epidot, granat vb. gibi yüksek sıcaklık silikat mineralleri ile beraber bulunan manyetit, musketovit ve hematit mineralleri, ikinci safha çoğu kez değişen miktarlarda kalkopirit ve bazı hallerde de sfalerit ve galen tarafından takip edilen bol piritin bulunduğu hidrotermal safhadır. Gang mineralleri kuvars ve kalsittir.

Skarn-hidrotermal yataklar amfibol, piroksen, epidot, granat, manyetit vb. gibi yüksek sıcaklık minerallerinin bulunması nedeniyle juvenildir. Bunlar belki de bu yatakların çevresinde bulunan granitik kayaçlarla köken yoluyla ilişkilidir. Skarn oluşumlarıyla beraber bulunan sülfüt mineralleri topluluğu hidrotermal kökenlidirler, fakat ilksel (primer) volkanik-tortul yatakların remobilizasyonu sonucu oluşmuşlardır.

GİRİŞ

M.T.A. Enstitüsünün çalışma programı çerçevesinde son dört yıl süresince bu yazıya konu olan sahada yazar arazi çalışması yapmış, sülfüt mineralleşmelerinden ve çevre kayaçlardan numune toplamıştır. Bu çevredeki mineral topluluğu, parajenez ilişkileri, köken özellikleri yazarın çeşitli rapor ve makalelerine konu teşkil etmiştir. Bu bölgede bulunan çok ilginç yatakların mineralojik ve köken olarak gösterdikleri birtakım özel durumlar burada tartışılacaktır.

Bu makalede 50 kadar sülfüt yatağının durumu incelenecektir. Veriler saha gözlemlerine ilâveten 1000 kadar parlak kesit ve çok sayıda ince kesitin incelenmesi sonucu derlenmiştir. Parlak kesitler yazar tarafından, ince kesitler ise S. Cvetić, D. Pešić, R. Stojanović ve başkaları tarafından çalışılmıştır. Makaleye konan fotoğraflar yazar tarafından seçilmiştir.

Bazı çalışmacılar tarafından ilginç veriler bulunmasına rağmen bu çevredeki sülfid yataklarının mineraloji ve köken özelliklerini tartışan rapor veya makale yazılmamıştır. Aslında bazı çalışmacılar bu bölgedeki sülfid yataklarının kökeni üzerinde çalışmalar yapmışlardır, fakat bunlar köken konusunda magmatik-tektonik ilişki üzerinde durmuşlardır (1,2,3,4,5,6,8,11,12,26,27 vb.). V. Kovenko (4), H. Schneiderhöhn (14), A. Kraeff (5,6), A. Maucher (7) ve G. Aslaner (28) bu yöreye ait mineralleşmeler üzerinde parlak kesit çalışmaları yapmışlardır. Ayrıca bir kısım veriler de M.T.A. Enstitüsü jeolojik etüt ve prospeksiyon raporlarında bulunmaktadır.

Bu çevredeki birçok sülfid yatağının mineralojik çalışması M.T.A. Enstitüsü uzmanları tarafından yapılmış ve bunlar 1966 yılına ait bir yayında anlatılmıştır (28).

Bu çevredeki yatakların kökeni konusundaki yaygın düşünce bunların hidrotermal ve bazı hallerde de Skarn-hidrotermal kökenli olduğudur.

A. Maucher (7) Lahanos sülfid yataklarının kökeninin hidrotermal olmayıp volkanik-tortul kökenli olduğunu belirtmiştir. Bu bölgedeki yatakların kökenlerinin hidrotermal olduğu gerekçesiyle Maucher'in bu görüşü bazı çalışmacılar tarafından kabul edilmemiştir (12 vd.).

Yazar çalışma sahasındaki birçok sülfid yataklarındaki saha gözlemleri ve bunlara ait parlak ve ince kesit çalışmalarından elde edilen verilere göre volkanik-tortul yatakların diğer tiplerden daha fazla olduğunu ve bunların sonradan gelen hidrotermal sülfid minerallerinin bulunuşu ile karakterize edildiği sonucuna varmıştır (10,15,16,17,18,19,20,21).

Bu makalenin amacı cevher minerallerinin parajenez ilişkisi, yan kayaç ve cevher mineralleri, doku özellikleri, bunların oluşum sırası, oluşum ısı derecesi konularında yazarın görüşlerini ayrıntılı olarak vermektir.

Bu makalede aşağıdaki yatak ve zuhurlar anlatılmıştır:

Murgul çevresi : Anayatak, Çakmakkaya, Akarşen, Başköy maden, Ishalka köprü, Şahinkaya, Petek'in kuzeydoğusundaki zuhurlar, Salıp dere.

Artvin çevresi : Kuvarshan, Irsa maden, Zinkot I, II ve III, Beşağıl, Umasen (Seyitli).

Rize ve Sürmene arasındaki kesimi: Tunca I, Pilargivat, Sürmene, Taşhane (Gürpınardere), Maden köy.

Trabzon'un güney, güneydoğu ve güneybatısındaki kesim: Langaz, İdiya, Gümüşhane çevresi (Hazine, Mağara, Kırkpavli, Deremaden), Köstüre, Zıgana, Ayman, Hozarak I ve II, Eski ocak (Yomra Ördil).

Espiye ve Görele arasındaki kesim: Köprübaşı, Ketençukurlu, Kepçelik, Oyraca, Eski Maden, Karalar, Lahanos, Kızılkaya.

Giresun ve Fatsa arasındaki kesim: Akköy, Darıköy, Piraziz, Kirazören, İsrail maden, Kovanlık, Karadere, Çatak, Çetili, Bakacak, Şihman, Aytepe, Büyükgüre, Sineklik.

Bütün bu yataklar Doğu Karadeniz bölgesinin kıyı kesiminde Ordu ile Murgul, Artvin arasında 350 km uzunlukta ve 50 km genişlikteki bir alan içinde bulunmaktadır.

Bu kesimdeki sülfid yataklarında aşağıdaki hâkim köken çeşitleri ayrırtlanabilmiştir:

- a) Volkanik-tortul-hidrotermal,
- b) Hidrotermal,
- c) Skarn-hidrotermal,

Birinci çeşit yataklar aşağıdaki yörelerde bulunmaktadır: Anayatak, Akarşen, Çakmakaya, Başköy maden, Tunca, Köprübaşı, İsrail maden, Akköy, Zigana, Karalar, Lahanos, Kızılkaya ve Kepçelik.

İkinci çeşit olarak verilen hidrotermal yataklar: Şahinkaya, Ishalka köprü, Satip dere, Zinkot I, II, III, Beşçalı, Tunca II, Sürmene, Taşhan, Gümüşhane (Hazine, Mağara, Kırkpavli ve Dere maden), Köstüre, Gezge, Ketençukurlu, Oruçbey, Darıköy, Piraziz, Kirazören I, II, III, Kovanlık, Karadere, Çatak, Çetili, Bakacak, Şihman, Aytepe, Büyükgüre, Sineklik kesiminde bulunmaktadır.

Üçüncü çeşit Skarn-hidrotermal yataklar; Ayman, Pilargivat, Langaz I, Hozarak, Eski maden, Oyraca kesiminde bulunmaktadır.

VOLKANİK-TORTUL-HİDROTERMAL SÜLFİT YATAKLARININ KÖKEN VE MİNERALojİK ÖZELLİKLERİ

Bu tip yataklar riyolitik ve riyodasitik piroklastiklerle (esas olarak volkanik breşler) ilişkilidir. Çoğu kez tüfler ve bazı hallerde de kumtaşları, tüfitik kumtaşları, marn ve buna benzer kayalar bu piroklastiklerin üzerinde bulunurlar. Piroklastikleri örten kayalar hiç veya çok az mineralleşme ihtiva eden ince tabakalar halindedir. Öte yandan üste gelen tuf örtüler jeokimyasal bakımdan anomali gösterirler.

Mineralojik yönden bu yataklar polimetallik olup, başlıca bakır, çinko ve kurşun mineralleri ihtiva ederler. Bu minerallerin miktarı tek bir yatak içinde bile büyük değişiklik göstermektedir. Çoğu halde pirit ve bakır mineralleri hâkim olmasına karşılık bazı hallerde sfalerit veya galen veyahut da ikisi birden hâkim mineral olarak bulunabilmektedir (Tablo 1). Hâkim kurşun minerali galen, çinko minerali ise sfalerittir. Çoğu yataklarda hâkim bakır minerali kalkopirit olmasına karşılık, bazı yataklarda (Kuarshan, Irsa maden) tetrahedrit bol olarak bulunmaktadır. Pirit hemen hemen her yatakta yaygın olup, bazı yerlerde masif haldedir. Bu çeşitten bazı yataklarda burnonit (bournonite) (Köprübaşı), enarjit (Kuarshan, Irsa maden, Kızılkaya) ve bornit (Kuarshan, Irsa maden, Tunca I, Maden köy, Zigana, Köprübaşı) mineralleri izlenmiştir (Tablo 1). Markasit genel olarak piritin dönüşümü sonucu oluşmuştur.

Volkanik-tortul-hidrotermal yataklar ve oluşumlar iki safhada oluşmuşlardır:

- a) Birinci safha, volkanik-tortul,
- b) İkinci safha, hidrotermal.

Volkanik-tortul safha süresince pirit ve kalkopirit başlıca mineraller olarak görülmektedir, bunlara daha az miktarda sfalerit, galen, bornit, tetrahedrit ve burnonit katılmaktadır. Bu minerallerin miktarı yataktan yatağa değişmektedir, burnonite oldukça nadir olarak rastlanmaktadır (Tablo 1).

İkinci hidrotermal safhadaki mineraller birinci safhadakilere benzer olup, bu safhaya bazı yeni mineraller katılmaktadır. Yukarıda konu edilen minerallerin yanısıra pirotin ve yer yer de enarjit ve hematite rastlanılmaktadır.

Volkanik-tortul safhadaki mineral topluluğunun gang minerali olarak kalseduan veya barit veya ikisi beraber bulunmasına karşılık hidrotermal safha minerallerinin gang mineralleri kuvars, kalsit, serisit, bazı hallerde barit ve karbonat çeşitleridir (siderit, ankerit vb.) (Tablo 1).

KAYA ALTERASYONLARI

Volkanik-tortul cevherlerin hidrotermal zenginleşmesi sırasında ve sonraları ana ve çevre kayalar değişik oranda alterasyona uğramışlardır. Hidrotermal sülfid damarlarının çevresinde şiddetli yan kayaç alterasyonu (wall rock alteration) özellikle şiddetli silisleşme, piritleşme, serisitleşme, killeşme (argillation) ve yer yer de kloritleşme ve geç safha limonitleşmesi izlenmektedir.

Tablo - 1
Volkanik-tortul-hidrotermal sülfür yataklarındaki mineral topluluğu

VOLKANİK-TORTUL TOPLULUKLAR		HİDROTERMAL TOPLULUKLAR																		
Mineral	Yer	Evsahibi kayas	Pirit	Galen	Sfalerit	Kalkopirit	Fahlor	Bournonit	Bornit	Bnaryit	Pirotin	Kuars	Kalsit	Bari	Karbonat	Siderit veya ankrit	Eksolüsyon yapan mineraller			
																	Sfalerit içinde	Sfalerit içinde	Bornit içinde	Bornit içinde
																	1	2	3	4
Anayarak			III	I	I	II	I	-	-	-	I	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Çalmakkaya			III	I	I	II	I	-	-	-	I	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Akarşen			III	I	I	II	I	-	-	-	I	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Petek			II	I	III	I	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Başköy m.			III	I	I	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Kuvarshan			III	I	I	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Irsa m.			III	I	I	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Tunca I			III	I	I	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Maden köy			III	I	I	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Zigana			I	II	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Köprübaşı			III	III	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Karalar			III	III	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Lahanos			III	III	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Kızılkaya			III	III	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Keççelik			III	III	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Akköy			II	I	II	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
İsrail m.			III	I	III	II	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-
Köstüre			I	II	III	I	I	-	-	-	-	+	+	+	-	-	X	X	-	-

Açıklama : I-III : Kusmen bol; + : Mevcut; X : Görülebilir; - : Görülmemştir; 1 ve 4 : Kalkopirit; 2 : Pirotin; 3 : Fahlor.

VOLKANİK-TORTUL-HİDROTERMAL MİNERAL TOPLULUKLARININ DOKU, YAPI VE İÇ BÜYÜMELERİ (INTERGROWTHS)

Volkanik-tortul kökenli minerallerin koloidal olarak çökelmeleri nedeniyle çeşitli şekiller gösterirler. Bunlar yuvarlaklaşmış, yumurta şekilli, yüzük ve benzeri şekillerde taneler halindedirler (Şek. 1,2,3,4,7,12,13,14). Öte yandan bakteri şekilli piritlere de rastlanılmaktadır (Şek. 8,10,11).

Anayatak, Çakmakçaya ve Akköy zuhurlarında bakteri şekilli piritler yaygın olmasına karşılık bu tipe ait diğer zuhurlarda da bu duruma yer yer rastlanmaktadır. Bazı yalalarda cevher mineralleri veya ana kayaç içinde ağır metalik minerallerin içerimler (inklüzyon) halinde bulunuşu oldukça yaygındır. Volkanik-tortul tipe bağlı cevher yataklarında rastlanan en çok içerimler (inklüzyon) kalkopirit, pirit, bornit veya tetrahedrittir. Köprübaşı yatağında burnonit, tetrahedrit ve pirit içerimleri, Kuvarshan ve İrsa maden yataklarında kalkopirit, pirit ve tetrahedrit içerimleri oldukça yaygındır (Foto 17,18). Çoğu halde kalkopirit ve tetrahedrit sayısız pirit içerimleri ve bu piritlerde bazı sülfid içerimleri ihtiva etmektedirler. İnce taneli sülfid karışımları ve bunların ana kayaç mineralleriyle meydana getirdiği karışımlara sık sık rastlanılmaktadır ve bazı hallerde de bu durum olağandır. Tekrarlanan (ritmik) ve özellikle konsantrik dokulara ve bazı cevher ve kayaç minerallerinin, bu arada kalkopirit ve piritin konsantrik olarak tekrarlanması olayına oldukça sık rastlanılmaktadır (Foto 1,2,3,4,5).

Cevher minerallerinin içinde bulunduğu ana kayacın dokusu da yukarıda anlatılanlara benzerlik göstermektedir. Ana kayaç mineralleri özellikle kalseduan, yuvarlaklaşmış, yumurta, yüzük veya benzer şekilli olup, ritmik veya konsantrik olarak metalik minerallerle beraber tekrarlanan doku gösterirler (Foto 1,4,7,14,15).

Cevher taşıyan piroklastik kayaçlar çakmaktaşı ile ara bantlı olduğu durumlarda çakmaktaşı bantları da genellikle sülfid bakımından zenginleşmiş olurlar ve bazı Radyolarya kalıntıları ihtiva ederler.

Cevher ve ana kayaç mineralleri içindeki iç büyümelerin (intergrowths) benzer oluşu ve yerini alma (replacement) yapısının olmayışı nedeniyle yazar volkanik-tortul sülfid minerallerinin piroklastik ana kayaçla beraber aynı anda oluştuğuna inanmaktadır. Mineralleşmiş bakteri piritlerin varlığı ve bakterilerin çapları ile piritlerin boyutları arasındaki uygunluk bunların belki de organik kökenden geldiğine işaret eder.

İkinci tip hidrotermal mineral topluluğu her ne kadar birinci tip minerallere benzerse de, özellikleri bakımından tamamen değişiklerdir. Bu tipe ait hidrotermal mineraller piroklastikler ve sülfidlerle ilişkili diğer birlikler içinde fay ve çatlaklar boyunca damar, damarcık veya metasomatik yerini alma (metasomatic replacement) şekillerinde bulunur.

İkinci tip mineral toplulukları çeşitli yerini alma yapıları ihtiva ederler. Hidrotermal safha süresince kristalleşmiş sülfid ve gang mineralleri de teşekkül etmiştir. Bunlar çoğu kez birinci safha minerallerini, ikinci safhaya ait yuvarlaklaşmış, yumurta ve yüzük şekilli mineralleri, kolloform taneleri ve bakterilerden türemiş piritleri sarar ve bazı hallerde de onların yerini alır (replase eder). Genellikle ikinci safha mineralleri iri veya kısmen İri kristaller halindedir (kuvars, pirit, karbonatlar, barit, enarjit ve bazan sfalerit, Foto 23, 24,25). İkinci safha mineral topluluğu bu yapı ve doku özellikleriyle birinci safha (volkanik-tortul safha) minerallerinden ayrılırlar.

EKSOLÜSYON YAPAN MİNERALLER

Birinci safha hidrotermal mineral topluluklarından değişik olarak ikinci safha mineral toplulukları içinde jeolojik termometre olarak kullanılabilen mineral eksolüsyonları vardır. Birinci ve ikinci safha mineral topluluklarının birçok ortak yönleri olması nedeniyle jeolojik termometre konusu beraberce ayrı bir bölümde incelenecektir.

HİDROTERMAL YATAKLARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

Bu yörede bir kısmının bu yazıda anlatıldığı çok sayıda hidrotermal yatak ve zuhur vardır. Burada verilen veriler ve varılan sonuçları 30 kadar yatağın incelenmesi sonunda sağlanabilmektedir.

Hidrotermal yataklarda hidrotermal mineraller her zaman için çoğunluktaysa da, bazı hallerde az miktarda volkanik-tortul kökenli pirit ve hatta kalkopirite rastlanmaktadır. Hidrotermal sülfür yatakları çoğunlukla Ordu şehrinin güney, güneydoğu ve güneybatı kesiminde bulunmaktadır. Bölgede diğer yerlerde de yer yer bu tip yataklara rastlanmaktadır.

Hidrotermal tip yataklarda cevher ve gang mineralleri birkaç cm den 2 m kalınlığa kadar değişiklik gösteren damar ve damarcıklar şeklindedir. Ordu şehri çevresindeki bu tip yatakların özelliği kuvars damarları ve bunların düzensiz şekilde sülfür bakımından zenginleşmiş durumudur. Cevher taşıyan bu kuvars damarları doğrultuları boyunca birkaç yüz metreden birkaç kilometre uzunluğa kadar izlenebilmektedir. Damarlara fayları, çatlakları ve kırıkları doldurmuş olarak rastlanır. Bunların doğrultulan düzenlilik göstermekte olup, çeşitli istikametteki fay sisteminin cevher minerali ile doldurulduğu durumlar azdır. Stokverk tipi mineral yatağı oldukça sınırlı olarak bulunmaktadır.

Cevher yatakları riyoilitik, riyodasitik ve andezitik piroklastik kayalarla spilitik tüf, riyoilit, dasit, kireçtaşı ve granitler içinde bulunmaktadır.

KAYAÇ ALTERASYONLARI

Çalışılan hidrotermal yatakların çevresinde birkaç metre ile birkaç on metre genişlikte, değişen şiddette bir alterasyon kuşağı görülmektedir. Alterasyon sonucu oluşan mineraller oldukça değişiktir. Bunlar her yatak veya zuhur için ana veya çevre kayacın çeşidine ve hidrotermal eriyiğin özelliğine göre değişiklik göstermektedir. Stokverk tipi yataklarda kayaların cevher mineralleriyle doldurulduğu kesimler bütünüyle altere olmuştur. En çok rastlanan alterasyon çeşitleri silisleşme, piritleşme, killeşme, serisitleşme, kloritleşme ve limonitleşmedir.

MİNERAL TOPLULUĞU

Hidrotermal cevher yatakları ve zuhurları tetrahedrit ve bazı hallerde de burnonit, bornit, enarjit, pirotin ve hematitin beraber bulunduğu pirit, kalkopirit, galen ve sfalerit gibi metalik mineralleri ihtiva eder. Gang mineralleri olarak kuvars, kalsit, çeşitli karbonatlar (siderit, ankerit) ve barit bulunmaktadır (Tablo 2).

Bazı yataklarda masif olmasına karşılık piritin yataklarda bulunuşu değişiklik gösterir. Bu değişiklik tek bir yatak içinde bile belirgindir. Bazı yataklarda bir miktar veya az miktarda bakır ihtiva eden piritik cevherler, kurşun ve çinko mineralleri (Büyükgüre, Zinkot, Seyitli vb.) bulunmaktadır. Galen ve sfaleritin bol olmasına karşılık kalkopirit genellikle azdır. Öte taraftan bütün bu yataklarda sülfür minerallerinin dağılımı büyük değişiklik göstermektedir.

HİDROTERMAL YATAKLARDA MİNERALLERİN DOKU VE YAPISI

En son safha (epitermal) yerini alma (replacement) hadisesinin görülebildiği Şihman ve diğer bazı yatakların dışında hidrotermal yataklarda sülfür minerallerinin koloidal şekilli oluşuna pek rastlanmaz. Hidrotermal mineraller çeşitli şekil ve boyutlarda çoğu kez iri kristalli olarak gerek hidrotermal mineraller kendi arasında ve gerekse hidrotermal minerallerle yan kayacın mineralleri arasında

Tablo - 2
Hidrotermal sülfür yataklarındaki mineral topluluğu

MINERAL	Eo sahibi kayaç	Pirit	Galen	Sfalerit	Kalkoprit	Fahlor	Baronit	Enargit	Hematit	Pirolin	Kuars	Kalsit	Karbonat	Siderit	Eksolüsyon yapan mineraller			
															1	2	3	4
Ishalka köprü	Sp (tüf)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Şahinkaya	Sp *	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Satıp dere	Sp *	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Zinkot I-III	Rh pyr ile Ch	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Seyitli (Umasen)	Rh pyr	III	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sürmene	Rh ve Rh (tüf)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Gürünar köy	Rh pyr	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Hazine mağ.	Dol. kireçtaşı	III	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kırkpavli	* *	III	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Dere maden	Granit	I	II	I	I	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Ketençukurlu	Dc pyr	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Darıköy	Rh pyr	II	II	III	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Piraziz	Rh pyr	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kirazören	Dc pyr	II	II	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Kovanlık	ve pyr	III	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Karadere	ve pyr	III	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Çatak	?	I	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Çetili	Pyr	I	II	III	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Balacak	ve pyr	I	II	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Şıman	ve pyr	I	II	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Aytepe	RhDc pyr	III	II	III	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Büyükgüre	ve pyr	III	I	III	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sineklik	Volkanik kayaç	I	III	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Eskiocak, Trabzon	?	III	I	I	III	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Sp : Sülfit; Rh : Riyolit; Dc : Dazit; And : Andezit; Pyr : Piroklastit; Ch : Çakmaktaşı; I-III : Kusmen bol; + : Mevcut; X : Görülebilir; - : Görülmemiştir

görülen yerini alma (replacement) yapısı ile belirgindirler. Rastlanan başlıca hidrotermal mineraller, pirit, kuvars, kalsit, barit, çeşitli karbonatlar, bazen sfalerit ve enarjittir. Metasomatik yerini almalar (replacement) en yaygındırlar.

SKARN-HİDROTERMAL CEVHER YATAKLARI

Bu yataklar pek ilginç olmamakla beraber bazıları yazar tarafından incelenmiştir. İncelenen Skarn-hidrotermal yatakların bazıları, Langaz (iki yerde), Ayman (beş yerde), Uzmesahor (bir yerde), Oyraca (bir yerde) ve Eski Maden'dir (iki yerde).

Bu kesimde granitik kayalar ve ilişkili dayıklar çevresinde bulunan kireçtaşı, mermer, diyabaz, tüf vb. gibi kayalar içinde bulunan cevher yataklar tartışılmaktadır. Bu yataklarda iki safha cevher yatağı tespit edilebilmiştir. Birinci safha aktinolit, vollastonit, granat, epidot gibi kontakt silikatları oluşturan veya manyetit, musketovit ve hematitle beraber bulunan; ikinci safha pirit, kalkopirit ile hiç veya çok az oranda gelen ve sfalerit ihtiva eden yataklardır. İkinci safha cevher yataklarında bulunan gang mineralleri kuvars ve kalsittir.

Skarn-hidrotermal yataklar granitik ve çevre kayalar çevresinde küçük metasomatik gövdeler, damar veya damar toplulukları halinde bulunmaktadır.

Kuvarshan, Çayeli gibi skarn oluşumları ihtiva eden volkanik-tortul-hidrotermal yataklar skarn mineral topluluklarının az oluşu nedeniyle Skarn-hidrotermal yatak olarak gruplandırılmamıştır.

HİDROTERMAL SÜLFİT MİNERAL TOPLULUKLARININ OLUŞUM SICAKLIKLARI

Anlatılan hidrotermal sülfid yatakları ve volkanik-tortul yatakları takip eden hidrotermal mineral topluluklarının ayrılma sıcaklıkları birbirine çok benzer. Burada bunlar tartışılacaktır.

Anlatılan mineral topluluklarının oluşum sıcaklıkları konusunda doğrudan doğruya bir verinin olmayışı nedeniyle, oluşum sıcaklıklarının saptanması ancak dolaylı şekilde aşağıda verilen özelliklerle dayanılarak yapılabilmektedir:

- Jeolojik termometreler (katı eriyikler ve eksolüsyonlar);
- Kontakt metamorfizma veya benzer şekilde oluştukları bilinen minerallerin varlığı veya yokluğu;
- Minerallerin tane veya kristal şekli, boyutları, koloidal şekillerin varlığı veya yokluğu gibi özellikler ve diğer veriler.

Skarn-hidrotermal mineral topluluğu amfiboller, piroksenler, granat, manyetit ve diğer bazı minerallerin bulunuşu nedeniyle hidrotermal eriyiklerin oluşum sıcaklıklarının üstünde bir oluşum sıcaklığını temsil ederler. Kalkopiritin içinde eksolüsyonların olmayışı ve sfaleritin bulunmayışı nedeniyle ikinci safhaya ait hidrotermal yollarla oluşan sülfid minerallerinin orta sıcaklıkta teşekkül ettiği sonucu çıkarılmaktadır.

Volkanik-tortul-hidrotermal ve hidrotermal yataklarda aşağıda verilen jeolojik termometreler tespit edilmiştir:

- 1) Sfalerit içinde kalkopirit eksolüsyonları,
- 2) Sfalerit içinde pirotin eksolüsyonları,
- 3) Sfalerit içinde tetrahedrit eksolüsyonları,
- 4) Bornit içinde kalkopirit eksolüsyonları,
- 5) Kalkopirit içinde sfalerit eksolüsyonları.

Katı eriyikler (solid solution) halinde birtakım bileşimleri içinde bulunduran minerallerin özellikleri hakkında çok yazı yazılmıştır (13). Katı eriyikler oda sıcaklığında, daha düşük sıcaklıkta veya daha yüksek sıcaklıkta duraylılık gösterirler. Katı eriyik halinde bulunan bileşimin iyon yarıçapı ile ev sahibi mineralin iyon yarıçapı arasındaki benzerliğin zayıf olduğu durumlarda katı eriyiğin duraylılığı için gerekli sıcaklık derecesi de artar, ısı düştükçe katı eriyiğin duraylılık hali zayıflamaktadır. Bu durumda yabancı bileşim eksolüsyon halinde içinde bulunduğu mineralden ayrılmaktadır ve eksolüsyon şeritlerini, gövdelerini oluşturmaktadır. Katı eriyikler ve eksolüsyonların oluşumu hakkındaki görüşler ve laboratuvar deneylerine ait bilgiler çeşitli yazıların konularını teşkil etmiştir (13). Sfalerit içindeki kalkopirit katı eriyikleri (solid solution) veya eksolüsyonları genellikle orta sıcaklık şartlarını, pirotinin yantaş içinde bol, fakat cevher içinde az veya hiç olmadığı durumlarda sfalerit içindeki pirotin eksolüsyonları oldukça yüksek sıcaklık şartlarını gösterir.

Dünyadaki çeşitli hidrotermal sülfid yataklarında kalkopiritin eksolüsyon halinde bornit içinde bulunduğu izlenmiştir. Bu durum da iki mineralin katı eriyik ilişkisi hidrotermal şartlardaki oluşumu işaret etmektedir.

Her ne kadar bazı çalışmacılar tarafından kalkopirit içindeki sfalerit eksolüsyonları kontakt metamorfizmaya işaret eder olarak kabul edilirse de, benim şahsî görüşüme göre böyle bir durum ilk safhalarda oluşmuş (katatermal) hidrotermal safha mineralleşmesini işaret eder. Sfalerit içinde tetrahedrit eksolüsyonlarını anlatan çalışmalar oldukça azdır, bununla beraber yazarın bazı bulgularına göre sfalerit içinde tetrahedrit eksolüsyonları her iki mineralin de hidrotermal kökenli olduğunu göstermektedir. Çalışma sahasında sfalerit içinde tetrahedrit eksolüsyonların bulunduğu yataklarda hâkim mineralin hidrotermal kökenli olduğu saptanabilmektedir.

HİDROTERMAL SÜLFİT MİNERALLERİ İÇİNDEKİ EKSOÜSYONLAR

Sfalerit içinde kalkopirit ve pirotin eksolüsyonları (Tablo 1, 2 ve Şek. 20). — İncelenen çoğu hidrotermal sfaleritlerde kalkopirit eksolüsyonları izlenmiştir. Kalkopirit eksolüsyonlarının olmayışı ve az miktarda sfaleritin bulunması, bu yatakların (Şihman, Darıköy vb.) hidrotermal oluşumun son yer değiştirme (replacement) safhasında oluştuğu sonucunu ortaya koymaktadır. Ana yatak ve diğer bazı yataklarda görüldüğü gibi pirotin eksolüsyonları da yer yer izlenmektedir.

Kalkopirit eksolüsyonları küçük içerimler (inklüzyon) veya iki doğrultuya yönelmiş taneler halinde bulunur (Foto 20). İğne şekilli kalkopirit eksolüsyonlarının zonal bir dağılımı olduğu veya sfalerit şeritlerinin içinde toplandığı görülmektedir.

Pirotin eksolüsyonları çok küçük ve bazen iğne şekilli içerimler halinde bulunur. İğne şekilli olduğu durumlarda eksolüsyonlar genellikle iki doğrultuya yönelmiş olarak görülürler. Eksolüsyon yapan kalkopirit ve pirotin bazı hallerde beraber, bazen de ayrı bulunmaktadır.

Sfaleritten türeyen tetrahedrit eksolüsyonları (Tablo 1). — Bu çeşitten eksolüsyonlar Irsa maden, Kızılkaya, Akköy ve Maden köy sfaleritleri gibi birkaç yatakta izlenebilmektedir. Yazar bu çeşitten eksolüsyonların Kuvarshan ve Köprübaşı sfaleritlerinde de bulunması gerektiğine inanmaktadır. Tetrahedrit eksolüsyonları küçük içerimler halinde bulunmasının yanında uzanım kazanmış taneler halinde de bulunmaktadır (Foto 21).

Bornitten türeyen kalkopirit eksolüsyonları (Tablo 1). — Bu çeşit eksolüsyonlar Irsa maden, Tunca I, Maden köy ve Zigana madende izlenmiştir. Kalkopirit çokça bulunmasına karşılık meydana getirdiği içerimler (inklüzyonlar) çok küçüktür. Eksolüsyonların küçük olduğu durumlarda bornit daha parlak bir görünüştedir. Bazı hallerde kalkopirit eksolüsyonları yoğun ve çok ince iğne şekillidir (Foto 19). Bu durumlara göre eksolüsyonların veya bornitin kalkopiritten türeyip türemediği belirgin değildir.

Gerek ev sahibi mineral bornit ve gerekse eksolüsyon yapan kalkopiritin zaman zaman kovelline (ve kalkosine) dönüştüğü göz önüne alınırsa, bu çeşitten bir karışımın optik özelliklerinin «idait»e çok benzediği ortaya çıkmaktadır.

Kalkopiritten türeyen sfalerit eksolüsyonları (Tablo 2). — Bu çeşit eksolüsyonlar Seyitli (Artvin) ve Eski Ocak yataklarındaki kalkopiritlere çeşitli boyutlarda yıldız şekilli ve bazı hallerde de küçük uzanımlı gövdeler veya küçücük adeseler halinde görülmektedir (Foto 22).

HİDROTERMAL SÜLFİT MİNERAL TOPLULUĞUNUN OLUŞUM SICAKLIĞI

Hidrotermal mineral topluluğu içinde genel bir kural olarak pirit, kuvars ve bazı hallerde de sfalerit ve kalkopiritin bulunduğu erken safha mineralleşmesinin dışında hidrotermal sülfid mineral topluluğu, hidrotermal oluşumun mezotermal safhasında orta sıcaklık şartları altında oluşurlar. Bu varılan sonuç hidrotermal sülfid ve volkanik-tortul-hidrotermal mineral toplulukları için de geçerlidir.

Murgul çevresindeki (Anayatak, Çakmakkaya) bazı yataklarda cevher içinde pirotinin az olmasına karşılık pirotin eksolüsyonları genellikle masiftir. Benzer durumlar Zigana, Piraziz, Başköy maden zuhurlarında sfaleritlerde izlenmiştir. Konu edilen bütün pirotin eksolüsyonları erken teşekküllü sfaleritler içindedir. Geç safhada teşekkül eden sfaleritler içinde masif pirotin eksolüsyonları izlenmektedir. Sfalerit eksolüsyonları ihtiva eden yüksek sıcaklık hidrotermal kalkopirit minerallerine Seyitli ve Eski Ocak yataklarında yalnızca birkaç kalkopirit tanesinde rastlanmıştır. Bu durum diğer verilerle birlikte anlatılan zuhurlarda daha sonraki mineralleşme safhasında orta sıcaklık şartları altında teşekkül etmiş kalkopiritlerin varlığı konusunda yazarın kanısını desteklemektedir.

HİDROTERMAL MİNERAL TOPLULUĞU İÇİNDE MİNERAL OLUŞUM SIRASI

Volkanik-tortul-hidrotermal ve hidrotermal yataklardaki sülfid mineralleri ve bunlara katılan minerallerin oluşum sırası benzer olup, genel anlamda aşağıda verilen şekildedir.

Pirotin-pirit-kuvars - sfalerit - enarjit - tetrahedrit - bornit - kalkopirit-galen-burnonit-kalkopirit II- bornit-karbonatlar.

Burada takip edici durumda olan ve miktarları az olan, bazen tekrarlanan ve eksolüsyon yapan mineraller verilmemiştir; bununla beraber bazı özel durumların burada tartışılması gerekmektedir. Seyitli ve Eski Ocak yataklarındaki kalkopiritin büyük bir kısmı sfaleritten önce teşekkül etmiştir; kuvars ve pirit erken safhaya ait olup, bir kural olarak pirit daha öncedir. Bu sonuç çoğu kez izlenen mineralleşmeden önce kayaçların silisleşmesi hadisesi gözönüne alındığı durumlar için geçerlidir. Buna en iyi örnek belki de Köstüre yatağıdır; burada sülfid mineral topluluğu ikinci nesil kuvarsitin oluşumundan sonra oluşmuştur. Öte yandan birçok yataklarda kuvars ara yer değiştirme safhası ürünü olarak (replacement) zaman zaman daha önce teşekkül etmiş kuvarsın boşlukları içinde kristaller halinde bulunurlar. Ordu çevresindeki yataklarda sonraki safhada oluşan kuvars sık sık rastlanır. Pirit asıl teşekkül safhasından ayrı olarak birçok yataklarda daha sonraki safha ürünü olarak bulunmaktadır. Zinkot II çevresinde pirit iki safhada oluşmuştur, ikinci safhada oluşanlar pek yaygın değildir.

Bazı yataklarda, özellikle Murgul çevresindeki yataklarda pirit oktahedral ve pentagonal dodekahedron kristal şekillerinde bulunurlar. Pentagonal dodekahedron kristal şekilleri iri olup, genellikle boyları birkaç cm ye ulaşır. Bu anlatılan piritlerin oluşum şartları açıklığa kavuşturulamamıştır, fakat genel anlamda hidrotermal yer değiştirme (replacement) işleminin özel bir ürünü olduğuna inanılmaktadır.

Son olarak bazı yataklarda (Seyitli, Maden köy) ve belki de bazı Skarn-hidrotermal yataklarda kuvars piritten daha önce teşekkül etmiştir. Sfalerit birçok yataklarda erken safha minerali veya erken orta safha minerali olarak görülmektedir. Şıhman ve Darıköy yataklarında izlendiği gibi bunlar kısmen epitermal oluşumlardır.

Burnonit gibi bazı minerallerin parajenez ilişkisi bulunduğu yere göre değişmektedir. Şıhman yatağında burnonit galenden önce oluştuğu halde, Köprübaşı'nda galenden sonra teşekkül etmiştir.

METALOJENEZ

Riyolitik ve riyodasitik volkanik-tortul kayaçlar bakır, çinko ve kurşun gibi metallerin üretilmelerine imkân sağlayan *-volkanik-tortul sülfid mineral topluluklarına* ev sahipliği yapmış olmaları nedeniyle önemlidirler. Bu tipe ait sülfid yatakları batıda Ordu ile doğuda Murgul, Artvin arasında 350 km uzunluğunda ve 50 km genişliğinde (harita uzaklığı) bir alanda yaygın olarak bulunurlar.

Riyolitik-riyodasitik piroklastik kayaçlar içinde bulunan volkanik-tortul sülfid yataklarının geniş alanda yaygın olarak bulunuşu bu zuhurları oluşturan volkanik faaliyetin kısa jeolojik zaman aralığında çokça tekrarlanışının yanında şiddetli ve yaygın olduğunu göstermektedir. Volkanik-tortul sülfid yataklarının andezitik, bazik, orta baziklikteki dasitik piroklastikler içinde bulunmayışı riyolitik-riyodasitik piroklastikler içinde bulunuşu inceleme alanında volkanik-tortul sülfid yataklarının riyolitik-riyodasitik piroklastik oluşumuyla ilişkisini kanıtlamaktadır.

Yazar tarafından çalışılan saha belki de daha büyük metalojenez provensin bir parçasıdır. Bu kesim içinde çok sayıda denizaltı volkanik faaliyetinin meydana geldiği ve diğer piroklastiklerle birlikte sülfid taşıyıcı riyolitik-riyodasitik piroklastiklerin oluştuğu büyük bir jeosenkinal dahil olarak düşünülmektedir. Konu edilen Jeosenkinalin varlığı sırasında ana magmanın riyolitler-riyodasitler ve ilişkili hidrotermal sülfid yataklarını oluşturduğuna dair veriler tam değildir, fakat bu ihtimal gözden uzak tutulmamalıdır.

Volkanik-tortul sülfid yataklarındaki hidrotermal sülfid mineral topluluğu riyolitik-riyodasitik piroklastikler ve ilgili sülfitlerin katılaşmasından sonraki geç safhada meydana gelmiştir. *Bu şekilde karmaşık volkanik-tortul-hidrotermal sülfid yatakları oluşmuştur* (Şek. 1).

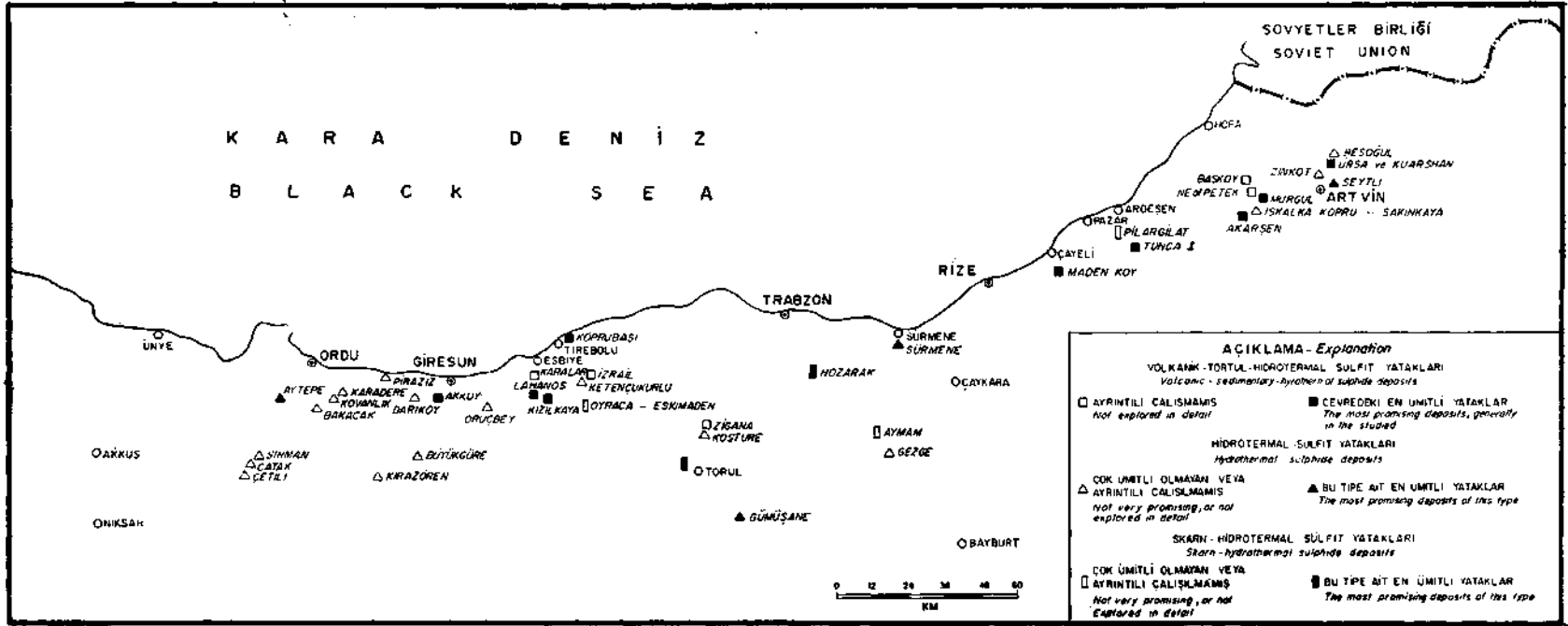
Birinci (volkanik-tortul) ve ikinci (hidrotermal) safha sülfid mineral toplulukları mineralojik bakımdan her ne kadar birbirlerine çok benzerse de, oluşum işlemi ve oluşum yaşı olarak büyük değişiklik gösterirler. Bu çeşit hidrotermal sülfid mineral topluluğu genç safha volkanik faaliyetlerin ürünü olup, köken bakımından iki şekilde izah edilebilirler:

1. Aynı metallerin sonraki, belki de riyolitik volkanizma safhasında hidrotermal olarak getirilişi bu volkanizmanın jeosenkinal kıvrımlanması ve daha sonraki safhada faal oluşu sülfid minerallerinin hidrotermal şartlar altında oluşmasını sağlamıştır.

2. Volkanik-tortul sülfid yataklar içinde faylar, çatlaklar ve boşluklar boyunca dolaşan sıcak eriyikler erittikleri malzemeyi tekrar bu yataklar içinde hidrotermal olarak çöktürmüşlerdir.

Bu sorulara tam bir cevap verebilmek için sahanın ayrıntılı olarak jeolojisinin çıkarılması, arama, madencilik ve hatta sondaj işlerini de içine alacak çalışmaların yapılması gerekir.

Yazar, yeniden faaliyet gösteren volkanizmanın ürettiği hidrotermal eriyiklerin volkanik-tortul sülfid yatakları içinde dolaştığına ve hele bu eriyiklerin, bu yataklardan çözdükleri malzemeyi hidrotermal sülfid mineralleri şeklinde, yine volkanik-tortul sülfid yatakları içinde çöktüğü görüşüne hiç katılmamaktadır. Böyle bir durum bazı özel haller için geçerli olabilir. Belirtilmesi gereken diğer bir husus da gerek volkanik-tortul-hidrotermal sülfid yataklarının ve gerekse hidrotermal sülfid mineral topluluğunun benzer mineralojiye sahip olduğudur.



Şek. 1 - Çalışılan sülfüt yataklarını gösterir harita.

Yukarıda verilen bilgilere göre konu edilen çeşitteki yataklarda bulunan hidrotermal sülfid mineral toplulukları, volkanik-tortul sülfid yataklarının hidrotermal yollarla remobilizasyonu sonucu meydana gelmiştir. Varılan bu sonuç incelenen birçok volkanik-tortul-hidrotermal yataklarda derinlerde eriyiklerin dolaşımını sağlayan kanalların olmayışı, varsa bile bu kanallarda sülfid mine-ralleşmesinin olmayışı ile de desteklenmektedir.

Sonuç olarak az oranda sülfitlerin bulunduğu bazı kesimlerin dışında volkanik-tortul-hidroter-mal yatakların riyolitik-riyodasitik seviyelerinin dışında bulunmayışı gerçeğini gözden uzak tutmamak gerekir. Öte yandan eğer anlatılan tipteki yataklarda hidrotermal sülfid mineral toplulukları,yeni hidrotermal eriyiklerin ürünü olsalardı, bunların piroklastik seviyelerinin üstünde bulunmala-rından ayrı olarak stratigrafik istifin diğer kesimlerin- de de rastlanması gerektirdi.

Hidrotermal sülfid yataklarına (Şek. 1) gelince bunlar köken olarak genç volkanik kayalarla belki de riyolitler riyodasitler ve bazen de dasitlerle ilişkilidir. Hidrotermal yataklar belki de volkanik-tortul-hidrotermal yataklar içindeki hidrotermal sülfid topluluğuyla aynı anda oluşmuştur. Çalışma sahasındaki hidrotermal sülfid yataklarının tekrar faaliyet gösteren riyolitik-riyodasitik volkanizma ile oluştuklarına inanılmaktadır. Bu volkanizmanın denizaltı şartlarında (jeosenklinal) başlayarak volkanik-tortul sülfid yataklarını oluşturmuş olması gerekir. Son jeosenklinal kıvrımlan-manın son safhası boyunca riyolitik-riyodasitik volkanizma yeniden hareket kazanarak hidrotermal sülfid yataklarını oluşturmuştur. Öte yandan bazı hidrotermal sülfid yatakları derinde yerleşmiş volkanik-tortul kökenli yatakların remobilizasyonu sonucunda oluşmuştur.

Her ne kadar *Skarn-hidrotermalyatakların kökenleri* konusundaki görüşler değişik ise de, hâkim görüş bunların riyolitik-riyodasitik sülfid ihtiva eden piroklastik kayaların güneyinde bulunan granitik kayalarla ilişkili olduğudur. Yazarın görüşüne göre granitik kayalar molibdenit ve ilişkili mineraller dışında sülfitler yönünden kısırdır. Aslında Skarn-hidrotermal yataklardaki sülfitlerde volkanik-tortul yataklardaki sülfitlerin remobilizasyonu sonucu oluşmuşlardır. Skarn-hidrotermal yatakların volkanik-tortul sülfid yataklarını ihtiva eden riyolitik piroklastiklerin çevresinde veya bunların kontaktında bulunuşu yukarıdaki görüşü destekler özelliktedir. Netice olarak, çevredeki granitik kayalar kurşun, çinko ve bakır metallerini getirici görevi yapmamışlardır.

İNCELENEN YATAKLARIN YAŞI

1. *Volkanik-tortul-hidrotermal yataklar*, M.T.A. Enstitüsü uzmanlarınca yapılan paleontolojik çalışmalar sülfid ihtiva eden riyolitik-riyodasitik piroklastikleri Kretase-Senoniyen (Alt-üst Senoniyen) yaşlı olarak tespit etmiştir. Bu veriler Artvin, Murgul, Kurdaze, Pazar, Ardeşen, Görele ve Tirebolu (Köprübaşı) çevresini kapsar. Sonuç olarak riyolitik-riyodasitik denizaltı volkanizması faaliyet gös-tererek piroklastik kayaları dar bir zaman aralığında jeosenklinal içinde oluşturmuş ve böylece vol-kanik-torml sülfid yatakları bütünüyle kalın olan bu volkanik-tortul birimler içinde gelişmiştir.

Volkanik-tortul-hidrotermal yataklardaki hidrotermal sülfid mineral topluluğu şüphesiz ki, daha gençtir ve muhtemelen Tersiyer yaşındadır.

2. *Hidrotermal yataklar*, volkanik-tortul yataklardan daha genç olup, muhtemelen bunlarda yine Tersiyer yaşlıdır.

3. *Skarn-hidrotermal yataklar*, hakkında her ne kadar yeterli veriler yoksa da, bunlar belki de çevrede en son oluşan sülfid yataklarıdır.

REFERANSLAR

- 1 — BUSER, S. (1970): Murgul bakır ocağı ve çevresinin jeolojisi. *M.T.A. Rap.*, no. 5073, Ankara.
- 2 — EGERAN, N. (1946): Türkiye maden yataklarıyla tektonik birlikler arasındaki münasebetler. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/35, Ankara.
- 3 — GÜMÜŞ, A. (1970): Türkiye metalojeni. 1:2500000 ölçekli Türkiye metalojenik haritasının izahı. *M. T.A. Yayınl.*, no. 144, Ankara.
- 4 — KOVENKO, V. (1942): Artvin bölgesi Kuvarshane bakır madenleri. *M.T.A. Mecm.*, no. 2/27, Ankara.
- 5 — KRAEFF, A. (1963): Sirya ile Ardanuç arasındaki bölgelerin jeolojisi hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 60, Ankara.
- 6 —————(1963): Hopa-Murgul bölgesi jeolojisi ve maden yatakları. *Ibid.*, Ankara.
- 7 — MAUCHER, A. (1962): Geologisch-Lagerstättenkundliche Untersuchungen im Ostpontischen Gebirge. *Bayerische Akademie der Wiss., Neue Folge*, H. 109, München.
- 8 — OVALIOĞLU, R. (1969): Türkiye bakır-çinko-kurşun madenleri ve bunların arama-değerlendirme problemleri. *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik I. Kongresi*, Ankara.
- 9 — PEJATOVIC, S. (1971): Doğu Karadeniz-Küçük Kafkasya bölgesindeki metalojenik zonlar ve bunların metalojenik özellikleri. *M.T.A. Derg.*, no. 77, Ankara.
- 10 —————; VUJANOVIC, V. ; TEŞREKLİ, M. & GÜMRÜKÇÜ, A. (1970): Metallogeny of the pyritic polymetallic ore deposits in the eastern part of the Black sea region. *M. T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 11 — PETRASCHECK, W.E. (1955): Anadolu ve güneydoğu Avrupası metal Provensleri arasındaki münasebet. *M.T.A. Derg.*, no. 46/47, Ankara.
- 12 — POLLAK, A. (1961): Karadeniz sahilinde, Giresun vilâyeti dahilinde Lahanos cevher yatakları. *M.T.A. Derg.*, no. 56, Ankara.
- 13 — RAMDOHR, P. (1969): The ore minerals and their intergrowths. New York etc.
- 14 — SCHNEIDERHÖHN, H. (1955): Die Kupferlagerstätte Murgul im Schwarzwald-Küstengebiet, Provinz Çoruh, NO Türkei. *Zeitsch. für. Erzbergbau u. Metallhüttenwesen*, Bd. VIII, H. 10, S. 468, Stuttgart.
- 15 — VUJANOVIC, V. (1969): The results of the microscopical examinations of the copper ores from Murgul, Çakmakaya and Akarşen deposits. *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 16 —————(1970): The mineralogical-genetical examinations of the ores from some localities in the Murgul area. *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 17 —————(1971): Maden köy'nden alınan materyalin cevher mikroskopi ve petrografik etütlerinden elde edilen sonuçlar (Çayeli). *M.T.A. Rep.*, no. 4992, Ankara.
- 18 —————(1971): The results of the ore microscopic and Petrographie examinations of the material from Tunca dere maden (Ardeşen). *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 19 —————(1971): Results of the ore microscopic and Petrographie examinations of some samples from Kepçelik . (Espiyel). *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 20 —————(1971): The results of the ore microscopic and Petrographie examinations of the material from Kuvarshan maden (Artvin). *M.T.A. Enstitüsü Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 21 —————& PESIC, D. (1971): The results of the ore microscopical and petrographical examinations of the material from Ürsa maden (Artvin). *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 22 —————(1971): Seyitli-Umasen (Artvin). The results of the ore microscopic and Petrographie examinations. *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt. Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 23 —————(1971): The results of the ore microscopic and Petrographie examinations of the samples from the localities Zinkot I, II and III (Artvin). *M.T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.

MİKROFOTOĞRAFLAR

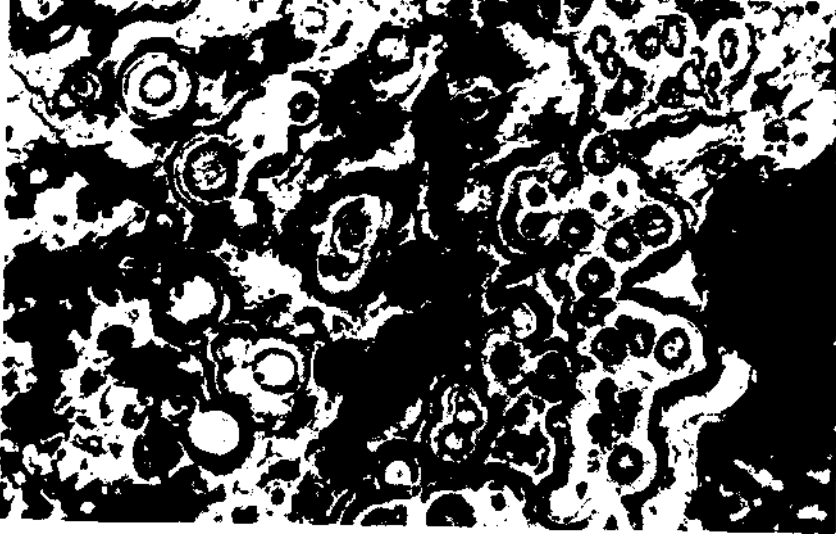


Foto 1 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul cevher: Koloidal doku gösteren pirit (parlak gri, yüksek rölyef), galen (gri) ve kalkopirit (açık gri). Bu mineraller aynı zamanda konsantrik olarak aralanmakta. Oldukça az miktarda hidrotermal pirit ve sfalerit (koyu gri) de görülebilmektedir. Siyah: riyolit, piroklastikler. Yağ içinde, 220 x.

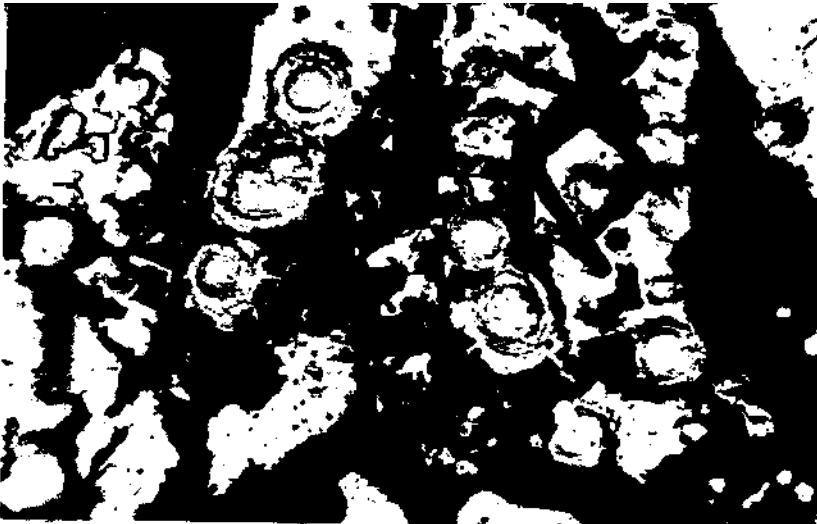


Foto 2 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul cevher: Çevresinde pirit kuşağı (yüksek rölyef) ihtiva eden galen (gri) kürecikleri ve riyolit piroklastiği (siyah) içinde kalkopirit (açık gri). Düzensiz şekilli pirit, kalkopirit ve sfalerit (koyu gri) hidrotermel kökenli. Yağ içinde, 220 x.

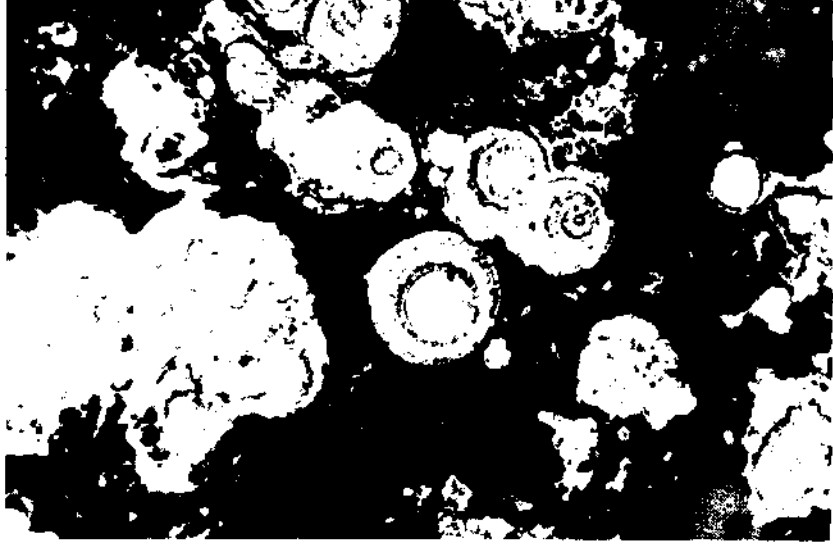


Foto 3 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul cevher: Kolooidal doku ile belirgin kon-santrik ardalımalı pirit (açık gri, belirgin rölyef), kalkopirit (açık gri) ve gale-nin (gri) yanı sıra hidrotermel sfalerit (koyu gri) çeşitli boy ve şekillerde bu-lunmaktadır. Hamur malzemesi piroklastiktir (riyolit). Yağ içinde 220x.

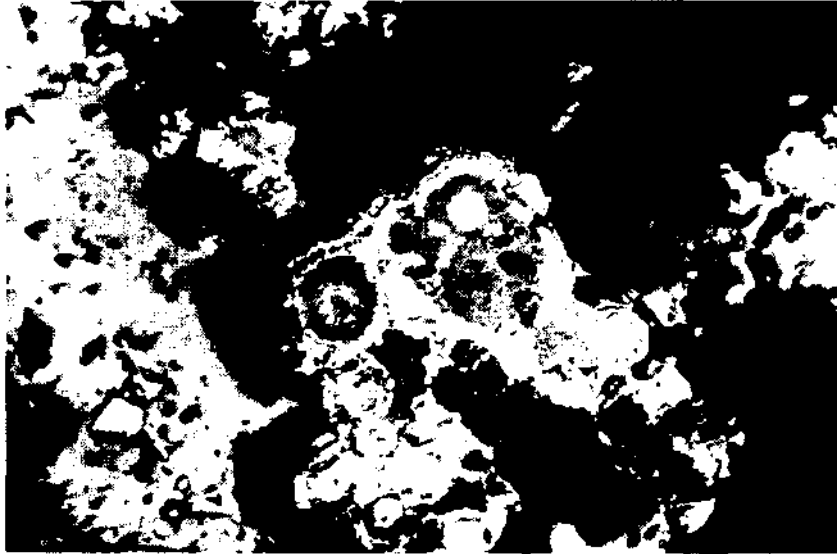


Foto 4 - Tuncat I (Ardeşen). Volkanik-tortul cevher: Yuvarlaklaşmış sfalerit taneleri (koyu gri) kalkopirit (açık gri) veya pirit (açık gri, belirgin rölyef) kuşağı tarafından çevrelenmiştir. Sol ve sağda hidrotermal sfalerit (koyu gri) görülmektedir. Hamur malzemesi piroklastiktir (riyolit). Yağ içinde, 220 X.

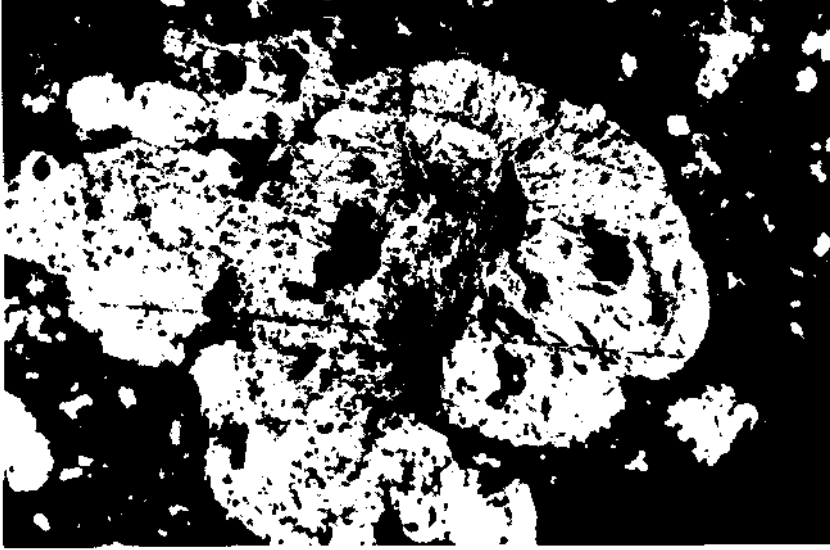


Foto 5 - Irsa maden (Artvin). Volkanik-tortul cevher: Koloidal doku gösteren pirit (açık gri, yüksek rölyef) ve tetrahedrit (gri) riyoilitik piroklastik (siyah) hamuru içinde. Yağ içinde, 180x.

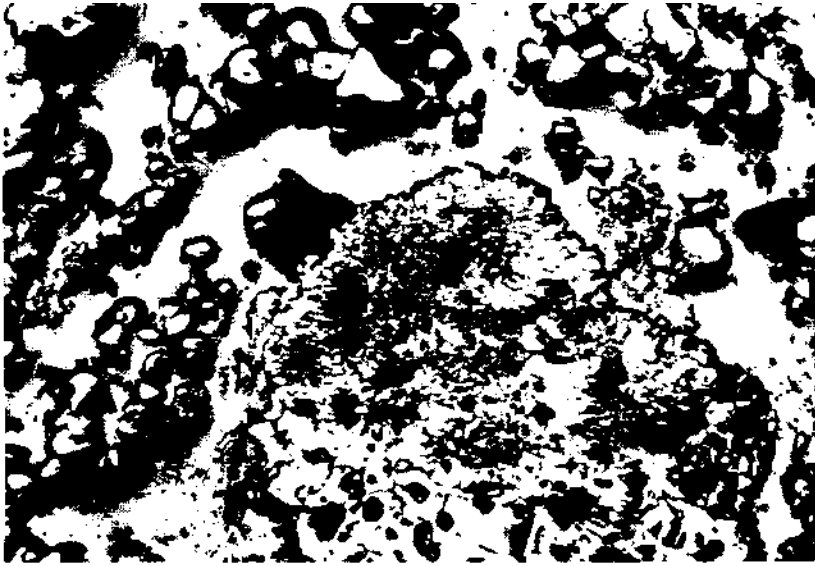


Foto 6 - Anayatak (Murgul). Volkanik-tortul cevher: İnce taneli karışık pirit (açık gri, yüksek rölyef) ve kalkopirit (gri) kristalleri. Bu beraberlik (association) hidrotermal piriti (açık gri, yüksek rölyef) saran hidrotermal kalkopirit (gri) tarafından yeri alınarak bozulmuştur (replase edilmiştir).



Foto 7 - Çakmakkaya (Murgul). Volkanik-tortul cevher: Hamur malzemesi kalkopirit (açık gri) olup baloncuklar şeklinde ışığı geçiren (transparent) bir malzeme (siyah) ve yüzük şekilli pirit taneleri (açık gri, yüksek rölyef) ihtiva etmektedir. Siyah malzeme riyolit piroklastlarıdır. Yağ içinde, 200 x.

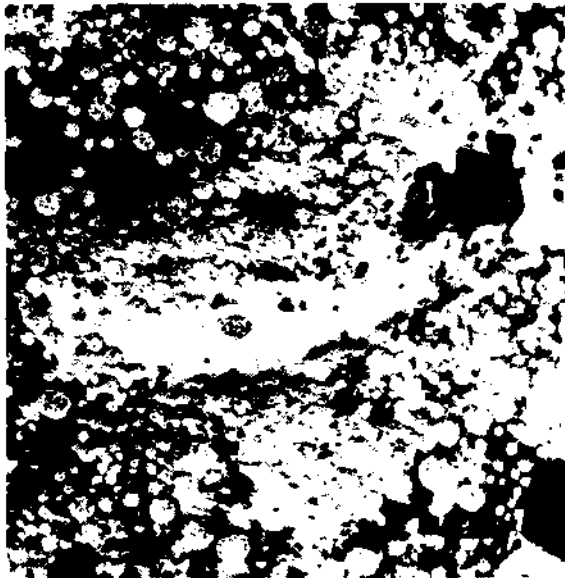


Foto 8 - Anayatak (Murgul). Volkanik-tortul cevher: Bakteri pirit (açık gri, belirgin rölyef) kısmen kalkopirit tarafından sarılmıştır. Siyah, riyolit piroklastları. Yağ içinde, 180x.

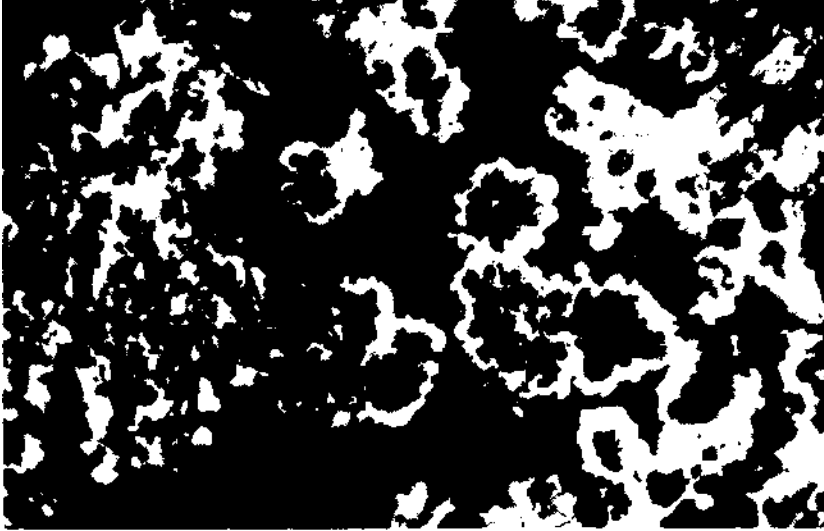


Foto 9 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul riyolit piroklastları (siyah) içinde sfalerit (gri). Yağ içinde, 220 X.

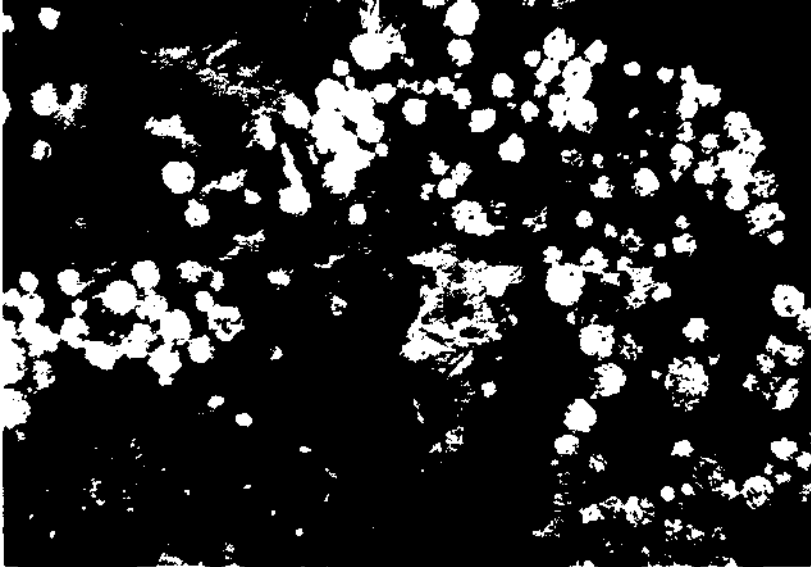


Foto 10 - Anayatak (Murgul). Volkanik-tortul cevher: Çakmaktaşı içinde (siyah) mineralleşmiş bakteri pirit (açık gri) ve sfalerit (koyu gri). Bakteri şekilli tanelerin hamur malzemesi çoğunlukla sfalerit (koyu gri, güçlükle görülebilen kalkopirit eksolüsyonları ihtiva etmekte) çeşitli boyutlarda taneler halinde şeklin ortasında görülmektedir. Yağ içinde, 220 x.



Foto II - Akköy (Giresun). Volkanik-tortul cevher: Kalkopirit (açık gri) içinde bakteri pirit (açık gri, belirgin rölyef). Siyah, riyoilitik piroklastik. Yağ içinde, 180x.

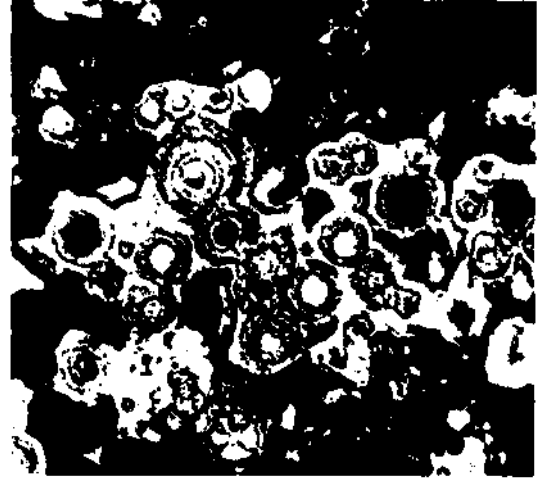


Foto 12 - Tuncat (Ardeşen). Volkanik-tortul cevher: Sfalerit kürecikleri (koyu gri) ve yüzük şekilli pirit taneleri (açık gri, belirgin rölyef) kalkopiritten yapılmış (parlak gri) hamur malzemesi içindedirler. Pirit ve kalkopiritin dairesel tekrarlanılan (concentric alternations) görülebilmektedir. Siyah riyoilitik piroklastikler. Yağ içinde, 220 x.

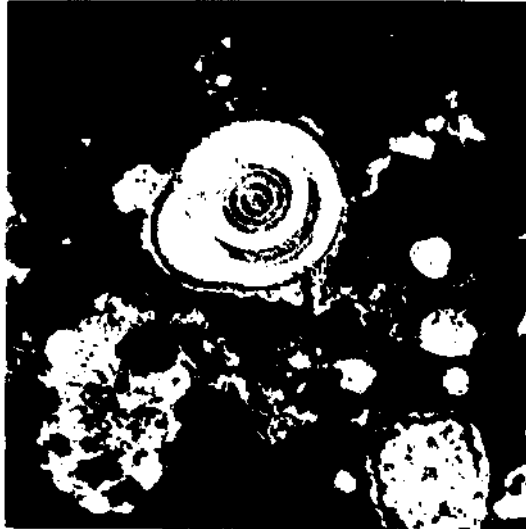


Foto 13 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul cevher: Şeklin orta kesiminde pirit (açık gri) ve galenin (gri) dairesel tekrarlanırları belirgin olarak görülmektedir. Köşede hidrotermal sfalerit (koyu gri) tanecikleri bulunmaktadır. Siyah, riyoilitik piroklastikler. Yağ içinde, 220 x .

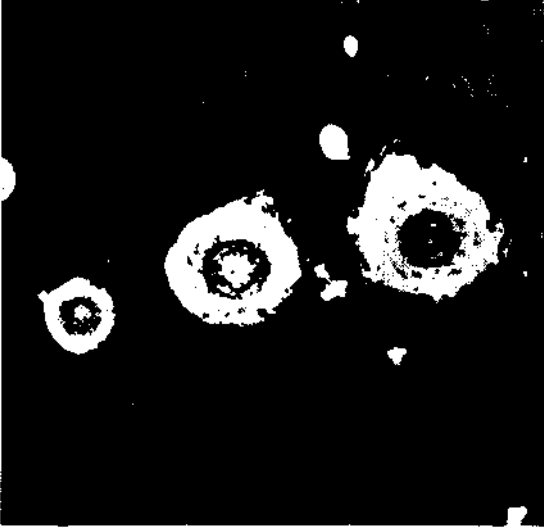


Foto 14 - Akarşen (Murgul). Volkanik-tortul cevher:
Kayaç hamuru içinde dairesel tekrarlanma
gösteren kalkopirit (açık gri), galen (gri) ve
pirit (açık gri, belirgin rölyef) ihtiva eden
üç yuvarlaklaşmış tane görülmektedir. 80 > .



Foto 15 - Maden köy (Çayeli). Volkanik-tortul cevher:
Koloidal pirit (açık gri, yüksek rölyef) iç
büyümleri (intergrowths) ve kalkopirit (açık
gri). Siyah, riyolitik piroklastik. Yağ için-
de, 220x.



Foto 16 - Akköy (Giresun). Volkanik-tortul cevher: Koloidal dokulu pirit (açık gri, yüksek rölyef) ve kalkopirit (açık gri). Siyah, riyolitik piroklastik. Yağ içinde, 180x.

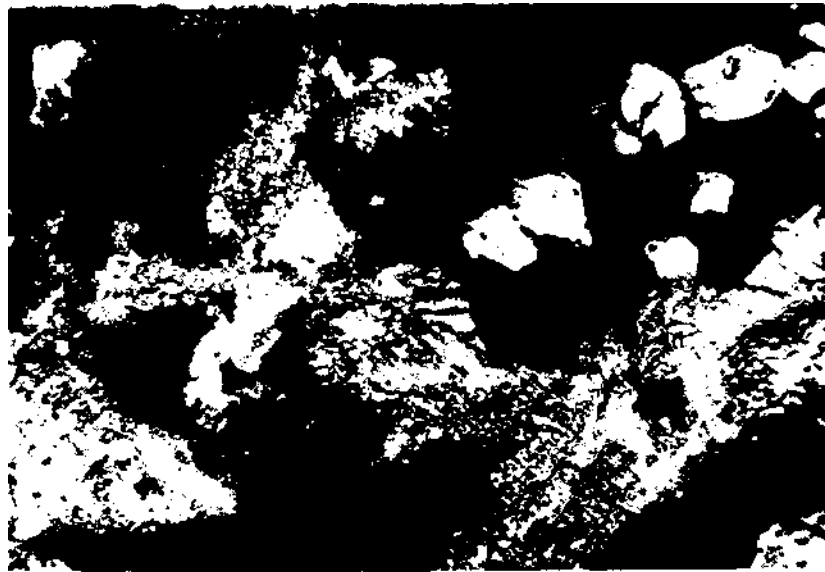


Foto 17 - Anayatak (Murgul). Volkanik-tortul cevher: Kalkopirit (açık gri) parçaları ince pirit taneleri ve içerimleri (açık gri, belirgin rölyef). Köşede birkaç hidrotermal pirit tanesi. Siyah, kayacın hamur malzemesi. Yağ içinde, 200 .

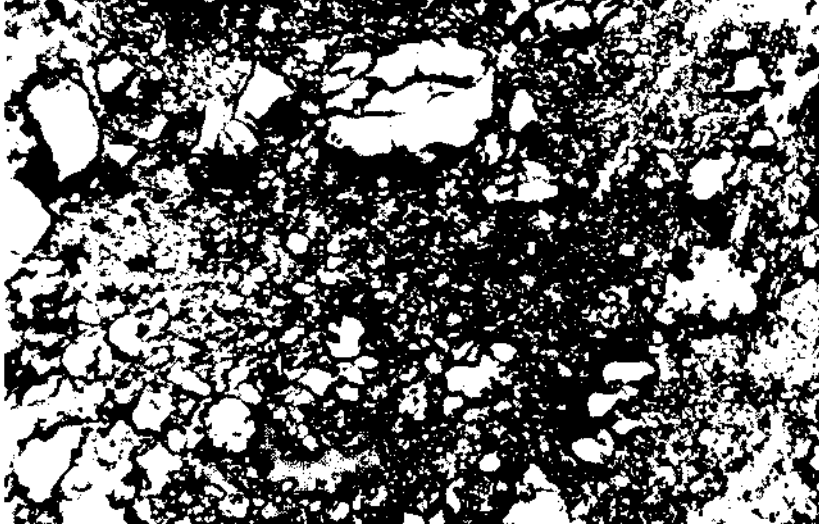


Foto 18 - Kuvarshan (Artvin). Volkanik-tortul cevher: Çok ince taneli pirit (açık gri, az rölief) ve tetrahedrit (gri) karışımı. Sağda üstte, köşede pirit ve kalkopiritin yerini alan (replase eden) hidrotermal kalkopirit (açık gri). Bazı iri pirit (yüksek rölief) ve bazı tetrahedritler hidrotermal olarak yeniden kristallesmişlerdir (recrystallized). Yağ içinde, 220 x.

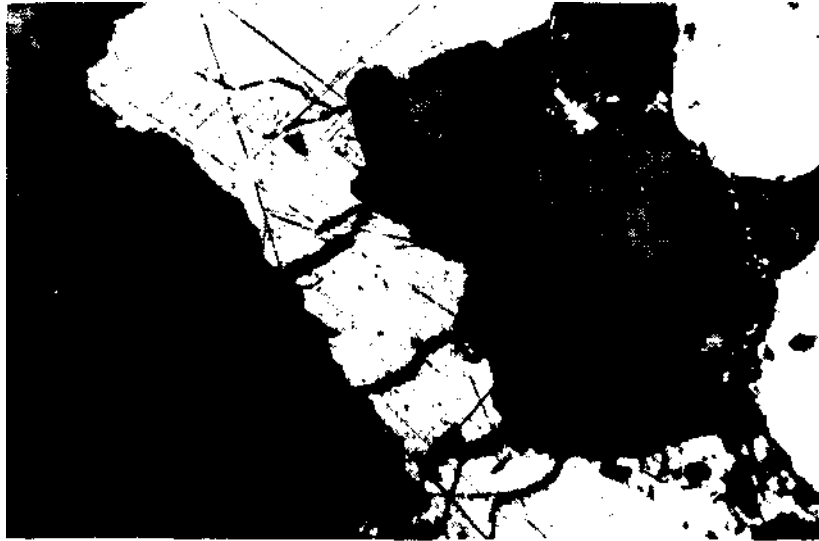


Foto 19 - Irsa Maden (Artvin). Hidrotermal cevher: Bornit (gri) içinde iğne ve iğ şekilli kalkopirit (açık gri) eksolüsyonları. Beyaz, hidrotermal pirit (belirgin rölief). Hamur malzemesi karbonattır. Yağ içinde, 200 X.

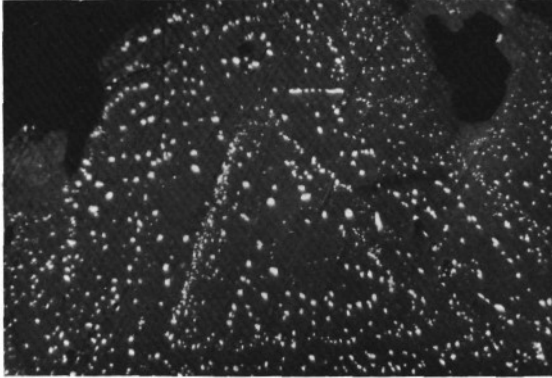


Foto 20 - Kösler (Torul'un kuzeyi). Hidrotermal cevher: Sfalerit (koyu gri) içinde kalkopirit (beyaz) eksolüsyonları. Siyah, kuvars. Yağ içinde, 180 x.

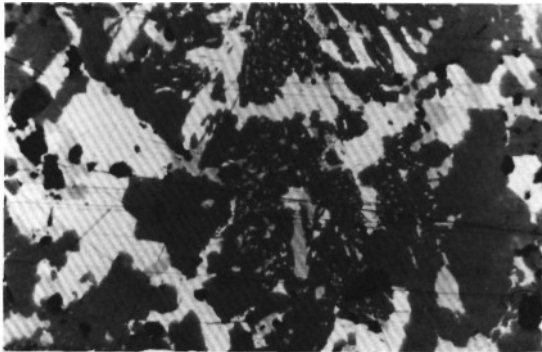


Foto 21 - İrsa maden (Artvin). Hidrotermal mineral topluluğu: Galen (beyazımsı) ve kısmen tetrahedrit (gri) tarafından yeri alınmış (replase edilmiş) sfalerit (koyu gri). Sfalerit içinde, küçük tetrahedrit eksolüsyonları görülebilmekte. Yağ içinde, 180 X.



Foto 22 - Seyitli (Artvin). Hidrotermal cevher: Kalkopirit içinde siyah sfalerit yıldızları. Sfalerit eksolüsyonları ev sahibi kalkopiritten türemiştir. Yağ içinde, 180X.

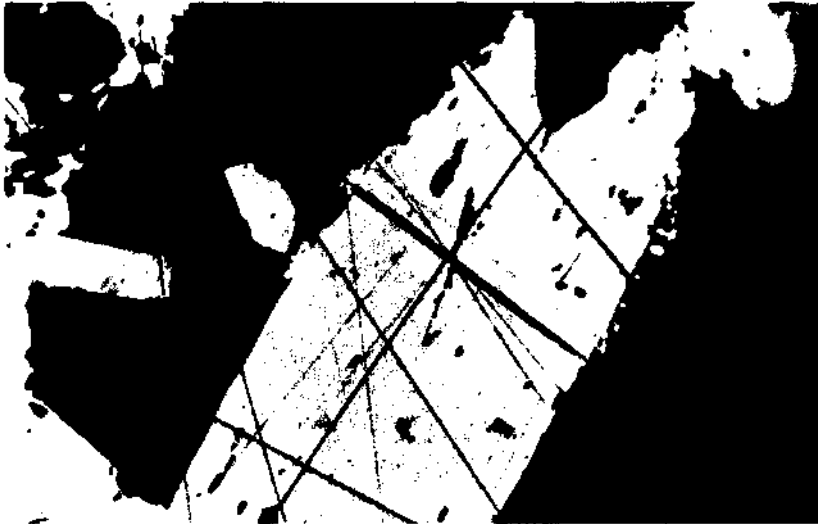


Foto 23 - Irsa Maden (Artvin). Hidrotermal kökenli kristalin enarjit (açık, koyu gri). Siyah, karbonat. Yağ içinde, x nikol 180x.

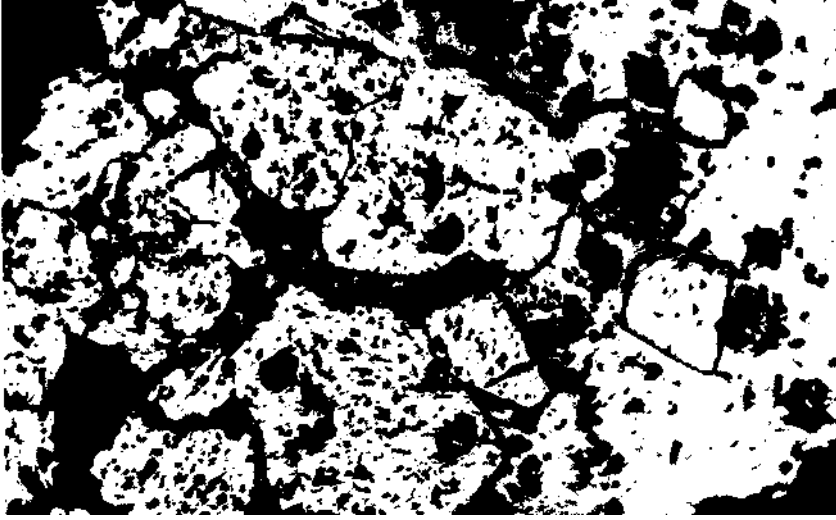


Foto 24 - Tuncat (Ardeşen). Hidrotermal cevher: Kalkopirit (değişken gri) tarafından yeri alınmış (replase edilmiş) ve çimentolanmış kristalin pirit. Siyah, yeri alınmış (replase olmuş) riyolitik piroklastik. Yağ içinde, 220 x.

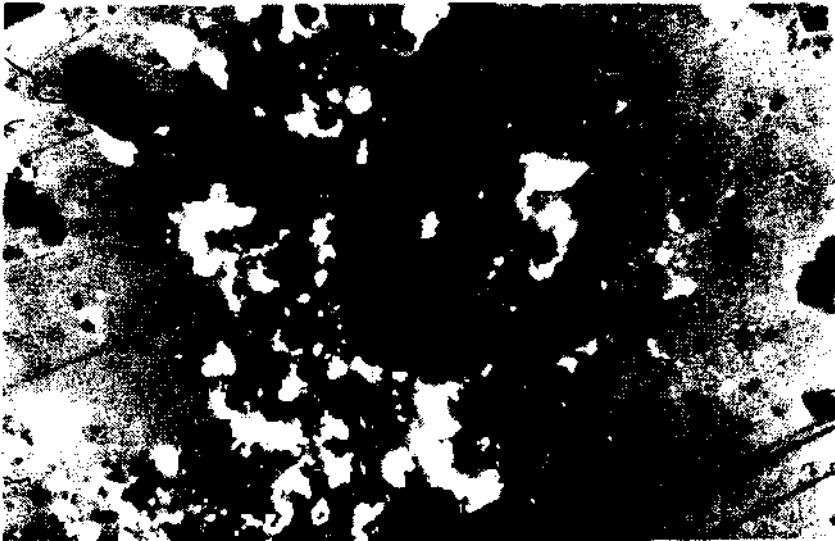


Foto 25 - Maden köyü (Çayeli). Hidrotermal mineral topluluğu: Kuvars taneleri ve kristalleri (siyah) ihtiva eden sfaleritten (koyu gri) yapılmış hamur malzemesi. Galen (beyaz) sfaleritin yerini almıştır. Yağ içinde, 220 x.

- 24 —————& JANCEVSKI, J. (1971): The results of the ore microscopic and Petrographie examinations of the samples Collected in the Vicinity of Sürmene town. *M. T.A. Enstitüsü, Maden Etüt Şb. Arşivi* (yayınlanmamış), Ankara.
- 25 —————(1972): Köprübaşı cevher zuhuru (Kuzeydoğu Anadolu). *M.T.A. Derg.*, no. 79, Ankara.
- 26 — WIJKERSLOOTH, P. de (1946): Karadeniz doğu sahilleri cevher bölgesi ve bihassa Kuvarshane bakır yatakları (Vilâyet Çoruh) hakkında bazı malûmat. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/35, Ankara.
- 27 — ZANKL, H. (1961): Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, NE Anatolien. *Geol. Rundschau*, Bd. 51, H. 1, S. 218, Stuttgart.
- 28 — M.T.A. ENSTİTÜSÜ (1966): Türkiye bakır, kurşun ve çinko yatakları. *M.T.A. Yayınl.*, no. 133, Ankara.