



Kan Yayla (Maçka-Trabzon) altınlı Zn-Pb yatağının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri

Mineralogical and geochemical characteristics of the Kan Yayla (Maçka-Trabzon) Au-bearing Zn-Pb deposit

Bülent YALÇINALP

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

Öz

Kan Yayla yöresi kayalar Jura'dan Tersiyer'e kadar değişen birimlerden oluşmaktadır. Yörenin mineralizasyon içeren birimi tabandaki Jura yaşlı spilitleşmiş bazalt, andezit lav ve piroklastlarının oluşturduğu Pontid Alt Bazik Karmaşığı üzerine gelen Üst Kretase yaşlı cevherli dasitlerdir. Bu birimi üstleyen Dikkaya Dasiti yine Üst Kretase yaşlı olup cevherleşme içermez. Bu birimlere Tersiyer yaşlı Zigana Granitoidi sokulum yapmıştır. Valles tipi kaldera oluşumuna bağlı olarak gelişen kırık sistemi, yöredeki cevherleşmelerin yerleşimini kontrol etmektedir. Kan Yayla Zn-Pb yatağı altın yönünden önemli olup, birbirine paralel konumdaki damarlar şeklinde yerleşmiştir. Sıvı kapanım çalışmaları düşük sıcaklıklı hidrotermal oluşumu işaret etmektedir. Damarlardaki eş oluşumlu parajenez başlıca: sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, fahlerz, frayberjit, nabit altın ve elektrumdur. Jeokimyasal incelemeler, altının antimon ve arseniğe, gümüşün kurşuna, kadmiyumun çinkoya bağlı olarak arttığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Zn-Pb-Au cevherleşmesi, Mineraloji, Jeokimya

Abstract

Kan Yayla area contains rocks ranging in age from Jurassic to Tertiary. Upper Cretaceous aged ore-bearing dacite is the host to various mineral occurrences, overlies Pontid Lower Basic Complex composed of spilittic basalt, andesite lavas and their pyroclastic varieties of Jurassic. The ore-bearing dacite is overlain by the barren Dikkaya Dacite of Upper Cretaceous. All the lithologies are intruded by the Zigana Granitoid of Tertiary. The fracture systems caused by the Valles Type caldera formation in the area, is the main control for the mineralization. The Kan Yayla Zn-Pb deposit contains subparallel veins and has significant concentrations of gold. Fluid inclusion studies indicate low-temperature hydrothermal conditions for mineral deposition. Syngenetic paragenesis are given as: Sphalerite, galena, pyrite, chalcopyrite, fahlore, fraybergite, native gold and electrum. Geochemical studies show that gold correlates with antimony and arsenic, silver with lead, and cadmium with zinc.

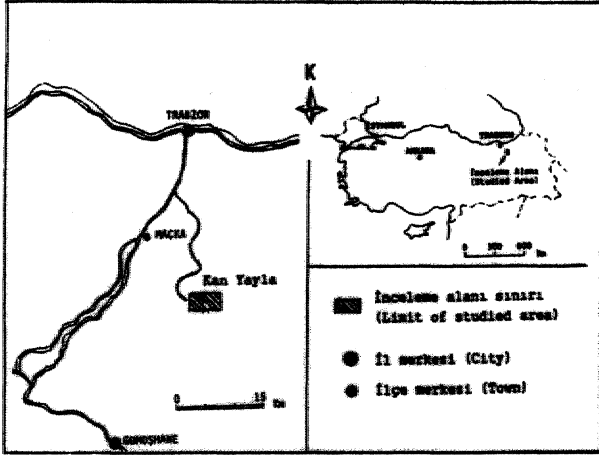
Key words: Zn-Pb-Au occurrences, Mineralogy, Geochemistry.

GİRİŞ

İnceleme alanı, Trabzon'un 45 km güneyinde Maçka İlçesi güney sınırında, Kan Yayla mevkiinde yer almaktadır (Şekil 1). Yöre, çok sayıda cevherleşmeyi içermesi nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmiştir. (Gülbrahimoğlu, 1986; Calap, 1987; Anglo-Tur, 1992). Bu çalışmaların en detaylısı, Anglo-Tur şirketi tarafından yörenin altın potansiyelini ortaya çıkartmak amacıyla yapılan jeokimyasal ve sondaj çalışmalarıdır. Bu çalışmada, Kan Yayla'yı da içine alan 35 km²'lik bir alanda toprak, dere sedimanı ve kayalar örneklerinden jeokimyasal çalışmalar yapılarak altın anomalileri saptanmıştır. En umutli sahalardan birisi olan Kan Yayla damarları civarında 21 adet kırıntılı, 3 adet de karotlu sondaj yapılarak altın dağılımı incelenmiştir. Halen özel bir şirket tarafından

işletilen Kan Yayla damarından yılda 3000 ton, 10 ppm altın ve 90 ppm gümüş içeren Zn-Pb sülfür konsantrasyonu elde edilerek ihraç edilmektedir.

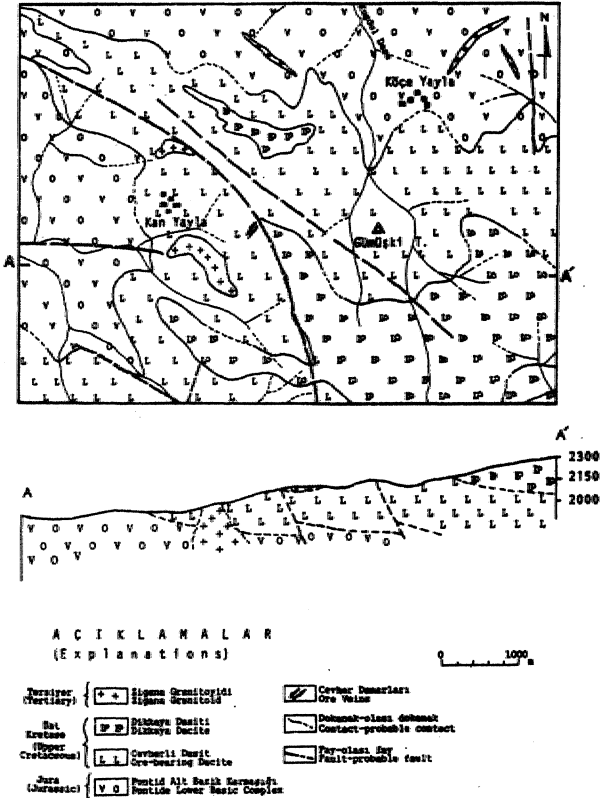
Bu incelemede, Kan Yayla yöresindeki mineralleşme ve cevherleşmelerin jeolojik ve tektonik konumunu incelemek amacıyla 1/25.000 ölçekli jeolojik; Kan Yayla yatağı civarında da 1/500 ölçekli jeolojik, cevherleşme ve ayrışma haritası yapılmıştır. Sahadan derlenen kayalar ve cevher örnekleri üzerinde ince kesit, parlatma, sıvı kapanım ve kimyasal analiz çalışmaları yapılarak yatağın yerleşimi, cevher-yan kayalar ilişkisi, parajenez ve süksesyonu ile jeokimyasal özellikleri saptanmıştır. Bu araştırmalar sonucunda ortaya konulan verilerden yararlanarak cevherleşmenin kökeni hakkında yoruma gidilmiştir.



Şekil 1. Coğrafi konum.
Figure 1. Geographical location.

GENEL JEOLJİ

İnceleme alanında, yaşlan Jura* dan Tersiyerce kadar değişen, tamamı magmatik olan kayaç birimleri gözlenir. Bunlar alttan üste doğru; Poetid Alt Bazik Karmaşığı, cevherli dasit,, Dikkaya Dasiti ve Zigana Granitoyidi'dir (Şekil 2). Bo. kayaçların belirgin özellikleri aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanının jeoloji haritası ve jeolojik kesiti.
Figure 2. Geological map and cross-section of the study area.

Pontid Ait Bazik Karmaşığı

Yörenin en eski kayaçları, "Alt Bazik Seri" veya "Fontid Alt Bazik Karmaşığı" olarak adlandırılan (Shidtz-Westnim., 1961; Gedikoğlu., 1978; Yalçınalp, 1992) Jura yaşlı kayalar oluşturmaktadır. Kan Yayla'nın batısına,, Köçe Yayla'nın da kuzeyine doğru yayılım gösteren kayaçlar, spilitleşmiş veya keratofirleşmiş, bazalt. andezit lav ve bunların piroklastiklerinden oluşmuştur (Şekil 2). Bu seriye ait kayaçların diğer yaşta kayalara oranla daha çok ayrılmış olması, bol gözenek içermesi ve bu gözeneklerin, kalsit, epidot ve pirit mineralleriyle dolu olması makroskobik özelliklerini oluşturur. Bazaltların mikroskobik incelemelerinde kısmen veya tamamen ayrılmış plajiyoklas fenokristalleri ve yarı özşekilli ojitin yanısıra nadir olarak gözlenen olivinlerin de çoğunlukla idringsite dönüştüğü gözlenmiştir. Andezitlerde ise amfiboller tamamen ayrılarak kalsit ve klorite dönüşmüştür. Pontid Alt Bazik Karmaşığının spilitleşme ve keratofirleşme gösteren kesimlerinde plajiyoklaslar tamamen albitleşmişlerdir. Andezit ve bazaltik tüller ise şiddetli ayrışma sonucu ilksel bileşimlerini kaybetmişler ve kalsit, serisit, klorit ve kil minerallerinin egemen olduğu bir kompozisyon oluşturmuşlardır.

Cevherli Dasit

Boğe Karadeniz Bölgesi'nde Jura-Alt Kretase yaşlı birimlerin hemen üzerine gelen ve bölgenin hemen her kesiminde önemli sülfürlü cevherleşmeleri içeren dasitikriyodasitik lav ve tüller araştırmacılar tarafından "cevherli dasit" olarak adlandırılırlar (Alpan, 1971; Aslaner, 1977; Özsayar vd., 1981). Gümüşki Tepe civarında, genellikle litik kristal tuf ve ignimbrit karakterinde olan bu kayaçların üst kesimleri kısmen breşik yapıda gözlenir. Mikroskopta çubuk şekilli cam parçalarının kristal parçacıklarıyla birlikte, kırılmış kuvars ve feldspat tanelerinin oluşturduğu bir matrikste beraberce lamine bir şekilde, dizildikleri görülmektedir. Ayrıca yoğun serisitlenme ve silislenmeyle birlikte pirit mineralleşmenin bolluğu dikkati çeker. Yöredeki cevherleşmeler cevherli dasitler içinde gelişmiştir (Şekil 2). İnceleme alanında, etkisinde kaldığı hidrotermal ve 'yüzeysel ayrışmanın mineral çeşidime bağlı olarak, grimsi, sarımsı ve açık yeşilimsi, renkler gösteren, bu kayaçlar, bol miktarda özşekilli pirit kristalleri içerir.. Kil, limonit,, serisit, klorit ve kalsit gibi ayrışma minerallerince oldukça zenginler. Pontidlerin hemen her yerinde olduğu gibi, Kan Yayla yöresinde de cevherli dasitlerin en önemli ayırtma özellikleri, daima serisit ayrışması ve pirit mineralleşmesi içermesidir (Aslaner, 1977; Gedikoğlu, 1978; Yalçınalp, 1983 ve Van, 1990).

Dikkaya Dasiti

Renginın ayırtman özelliğinden dolayı önceki çalışmalarda **mor** dasit adı **verilen**; **Yalçınalp** (1992) tarafından Dikkaya Dasiti olarak tanımlanan **dasitik** ve **riyodasitik kayalar** Gümüüşki Tepe- güneyinden itibaren **yüzeleyenirler**.. Ayrıca kendinden daha yaşlı **olan** birimleri kesen irili ufaklı **daykılan da mevcuttur** (Şekil 2).. Cevherli Dasitlerin hemen, üzerine gelen bu birim» sert topolra.fl.ar' **oluşturur**, cevher minerali içermez ve ayrışma göstermez.. Cevherli dasitlerde çok nadir' görülen **pirizmatik** yapı, Dikkaya Dasitinde çok yaygın izlenmektedir.. Dikkaya **Dasitine** ait tüfler yörede- genellikle riyodasitik **lav** karakterlidir ve oldukça iyi **tabakalanma** gösterirler.. **KD-GB doğrultulu tabakalanma**, 2,5-50° arasında **GD'ya** dalmaktadır.

Zigana Granitoyidi

İnceleme alanının **güneyinden itibaren** geniş yayılım gösteren, bu **kayaçların** adı, zirvelerini **oluşturduğu** **Zigana Dağları'ndan** türetilmiştir (Yalçınalp, 1992). **Granitoyidio Kan Yayla'nın güneyinde** ve kuzeyinde iki küçük **yüzleği bulunmaktadır** (Şekil 2). Zigana. Granitoyidi, inceleme alanının dışında geniş **yüzelemeler** oluştururlar'.. İnce taneli dokudaki bu birim., açık pembeden, griye kadar değişen, renkler' **göstermektedir**. Çatlak, sistemlerinin **yoğun olduğu yerlerde** .kısmi **arenalaşma** hakimdir. Mikroskobik incelemelerde kuvarslı **mikrodiyorit** karakterinde **olduğu gözlenmiştir**. Dokanak yaptığı **kayaçları** az da olsa etkileyerek dar bir **zonda (5 m) epidot**, kalsit» kuvars ve aktinolit gibi minerallerin gelişmesine neden olmuştur, Mikroskobik incelemelerde **kayacın** büyük bir kısmını **ince** taneli plajiyoklas (andezin.) **mineralinin oluşturduğu** izlenmektedir. Ayrıca dikdörtgenimsi **yeşil hornblend** ve biyotit taneleri de oldukça yaygındır.. Kuvars ise oval iri ve seyrek taneler şeklinde- görülmektedir'., **Kayaçta** yer yer masif (som)' piritte **rastlanmaktadır**.

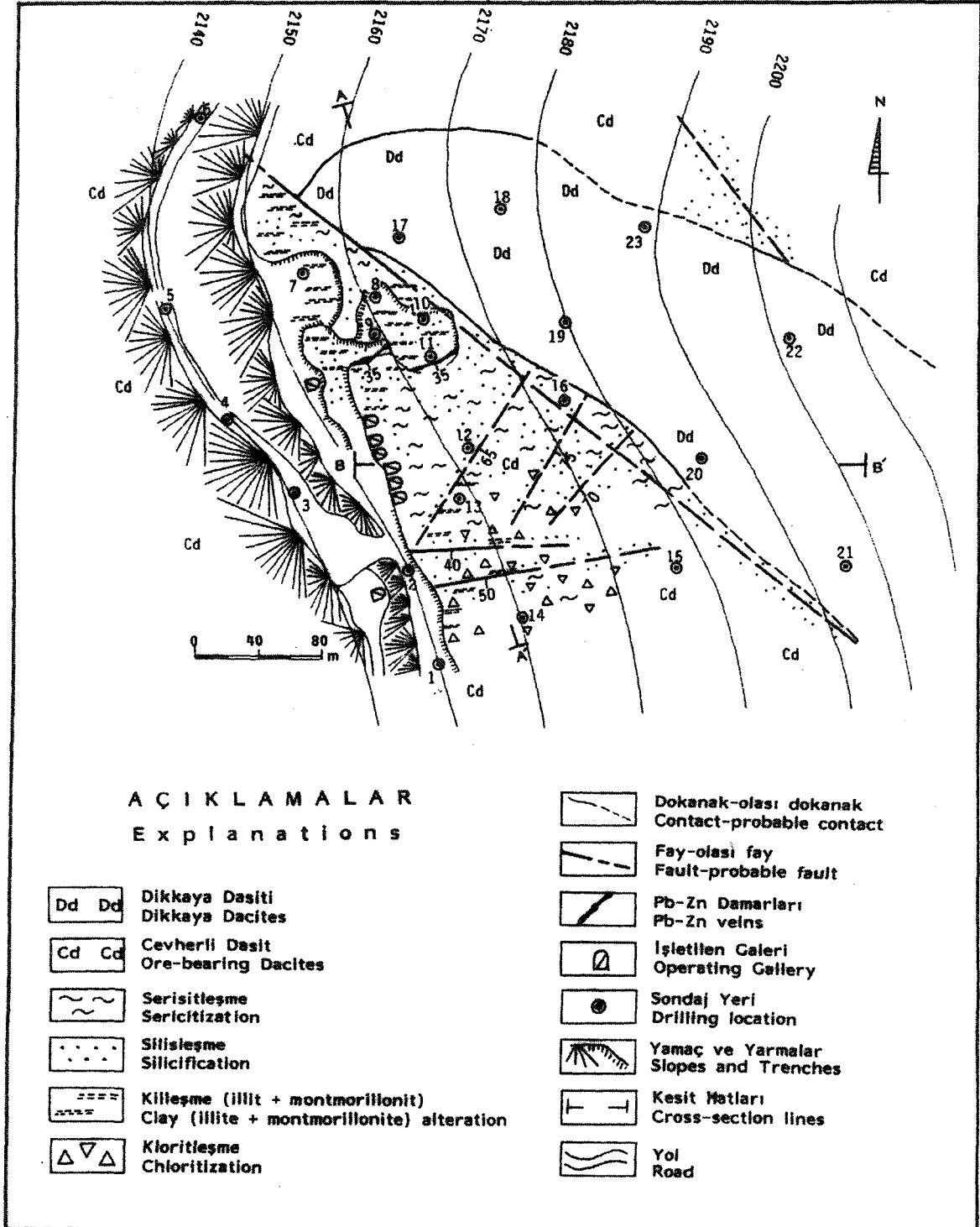
Kan Yayla. Zn-Pb Damarları

İnceleme alanının en önemli cevherleşmesi olan Kan Yayla damarları, adını aldığı yaylanın 300 m. **doğusunda**, birbirine paralel, konumda **olan K20B doğrultulu** ve **35* GD'ya** eğimli, ortalama 70 cm kalınlığındaki iki Zn-Pb damarı **olarak izlenmektedir** (Şekil. 3).., **Yantaş**, cevherli dasit'e ait. silisleşmiş litik **tüfdür**. Liflik **parçalar** önce- yoğun **hidrotermal** ayrışmayla kifleşmiş» **daha** sonra da silisleşmiştir.. **Bu** kayaçlar¹ Dikkaya Dasiti"ne ait mor renkli ve akma laminalı, ince taneli **tüfler** tarafından örtülürler (Şekil 3 ve 4).. **Cevherli dasit'in üst** kesimlerini yaklaşık 20 m kalınlığındaki bir breş **zonu oluşturur**. **Damarların konumunu** ortaya **çıkarmak için** ilk önce

doğrultu ve eğim. yönü **boyunca** yarmalar açılmış ve üst. konumdaki damarın yüzeylediği 30 m. uzunluğunda ve 50 cm. kalınlığındaki bir kesim ortaya, çıkartılmıştır. **Hal-** **len** kapalı işletmeyle üretim yapılan damarlarda **doğrul-** **tu** boyunca **üst kesimdekine** çeşitli 'uzunluklarda 8 adet, **alt** kesimdekine de bir **adet** galeri açılmıştır (Şekil 4-a ve b). Ayrıca damarların **boyutlarını** saptamak ve hesaplamak amacıyla **sondaj** çalışmaları yapılmaktadır.. Sondaj ve işletme verileri saptanan, damarların ve ayrışma **zonu-** **nun konumunu** ortaya, koymaktadır' (Şekil 4-b ve: c).

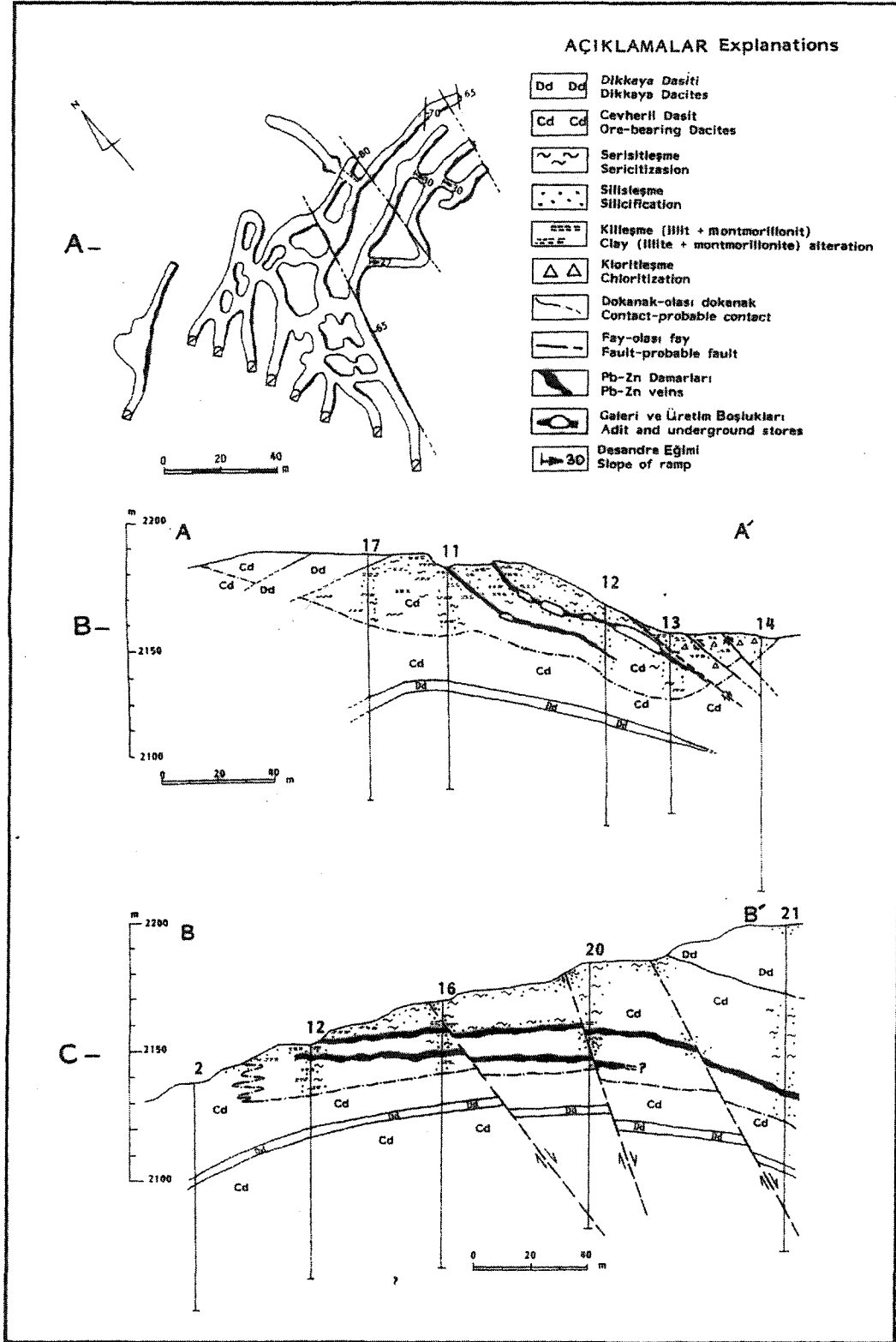
Ortalama eğim 35° olmasına rağmen her iki. damarda da değişik kesimlerde 5-10° arasında eğim değişimleri görülmektedir.. Bu küçük açılal değişimlere damar **zonu** kesen cevher öncesi **faılanmalann** neden olduğu düşünölmektedir (Şekil 3). Sondaj verileri **üst konumda-** **ki** damarın boyunun en az 165 metre olduğunu göstermektedir. Eğim **yönü** uzanımının ise 90 m olduğu; alt konumdaki damarın, **doğrultu yönünde en az 130 m**, eğim yönünde ise 70 m. **uzandığı** kabul edilmektedir. Her iki **cevher daman** da. boğumlu **bir yapıya** sahiptir. Cevher **zonu** bazı kesimlerde 35 cm'ye kadar incelme- te, bazı kesimlerde de **150 cm'ye** kadar **çıkaktadır**. Her iki **damar da cevher sonrası** eğim atımlı faylarla yer yer kesilmiştir (Şekil 4-b ve c). Faylar,, işletilen kesimde damarları **önemli** derecede: öteîemeroiştir; Atımlar yaklaşık 2 **m'ye** varmaktadır., Sondajlardan elde edilen veriler ele alınarak yapılan rezerv çalışmaları sonucunda %1ö Zn ve. %4 Pb **tenörlü 23.000 ton** rezerv hesaplanmıştır (Anglo-Tur, 1992).. Bu rezervdeki Au tenörü 4.5 **ppm**, Ağ tenörä ise 30 ppm olarak saptanmıştır. Bu **tüvenan cevher**, **jigleme** yöntemiyle **zenginleştirilmektedir**. Oluşan Jig; **konsantresindeki** cevher değerleri ise %25 .Zn, %14 Pb, 9.5 ppm. Au ve **100 ppm. Ag'tür**.

Cevherleşme **zonu** gang minerallerince fakirdir. Cevher sfalerit ve galenle, az **oranda** kalkopirit ve pirit- ten oluşur. Gang; minerali, olarak, az, miktarda kuvars, ametist, **barit** ve kalsit .izlenir. Her iki **damarın** üst seviyelerinde hakim mineral, galendir. Eğim yönünde aşağı kesimlere doğru **inildikçe** galen azalıp sfalerit artmaktadır. Pirit ve **kalkopiritte** alt kesimlere doğru, artış **göstermektedir**. Birbirine geçişli ve be.li.rgio bir şekilde **gözle-** **nen bu** zonlanmanın nedeni,,, cevherleştirmeyi oluşturan metal bi sülfid ve klorit **komplekslerinin** çökeltme- sıradaki davranışlarıdır (Barnes, 1975).. özellikle ana **kayaç** ayrışma reak.siyoin.ları» **kaynaktan** uzaklaştıkça **sı-** **caklığın** azalması, **meteorik** sularla karışma ve metal bi **sülfid iyonlarının** bağıl **duraylılıkların** gibi faktörler bu **zonlanmayı** kontrol etmektedir. Barnes (1975) tarafından **hesaplanan** duyarlılık, **değerlerine** göre cevher kütlesi boyunca yukarı ve dışı doğru **Fe-Cu-Zn-Pb-Ag-Ba**



Şekil 13. Kan Yayla cevherleşmesinin jeolojik ve ayrışma haritası.
Figure 13. Geological and alteration map of Kan Yayla deposit.

KAN YAYLA (MAÇKA-TRABZON) ALTINLI Zn-Pb YATAĞI



Şekil 4 a) Cevherleşmelerde açılmış galerilerin konumu, b) A-A' jeolojik kesiti c) B-B' jeolojik kesiti.
Figure 4 a) Position of adits of the deposits, b) A-A' geological cross section, c) B-B' geological cross section.

şeklinde bir zonlanma izlenir¹. Kan Yayla, yatağındaki zonlanma da., Barnes'in ortaya koymuş, olduğu zonlanmayla uyumluluk göstermektedir.

Hidrotennal ayrışma.

Kan Yayla damarlarının civan yoğun şekilde hidrotennal ayrışmaya uğramıştır. Başlıca ayrışma, mineralleri illit, montmorillonit, serisit ve klorittir. Silisleşme de oldukça, yaygın bir şekilde gözlenir. Gerek yüzeysel çalışmalarında. (Şekil 3), gerekse sondaj verileri değerlendirmelerinde, (Şekil 4b) cevherleşmeyle ayrışım, mineralleri, .arasındaki belirgin İlişki dikkati çekmektedir. Genel olarak en. dış. kesimden cevherleşmeye doğru serisit miktarında artma, buna .karşın klorit ve kil minerallerinde bir azalma görülmektedir. Bu cevherleşmeyle, birlikte gelişen, silis., illit, montmorillonit ve klorit zenginleşmesi., cevherleşmeyi oluşturan hidrotermal çözeltilerin sıcaklığına bağlı olarak değişir. En. içte serisitlenmenin " yoğun olması ve dış kesimlere doğru kil minerallerine ve giderek kloritçe zenginleşmenin görülmesi, cevherleşmeyi oluşturan, çözeltilerin başlangıçta nisbeten yüksek ısıya, sahip olduğunu.» bu. ısıya, bağlı olarak yoğun serisitlenmenin oluştuğunu ve yan kayaçlarla olan reaksiyonların neticesinde» sıcaklığın, gittikçe- azalması sonucunda da dış kesimlere doğru diğer' ayrışma minerallerinin geliştiğini gösterir (Riverin ve Hodgson, 1980). Diğer önemli, bir husus da. feldspatların kısmen alunitleşmeye uğramış olmasıdır; Damarların yakın, kesimlerinden incelenen birkaç ince kesitte adularyanın bolluğu dikkati çekmektedir..

Kan. Yayla Cevherleşmesinin Mikroskobik

Özellikleri:

Kan Yayla damarları orta kesimlerde masif.» kenarlara doğru. ise. ağsıl damarcık ve saçmımlı dokular göstermektedir. Cevher- damarının yan kayaç ile olan. sınırları oldukça kesindir. Cevher mineralleri genellikle iri. taneler şeklindedir. Bu cevherleşmeden alman, örneklerden yapılan parlatmalarda modal olarak %48 sfalerit, %26 galen., %6 pirit, %3 kalkopirit, %1 diğer cevher mineralleri ve %16 da gang; min.eralleri dağılım, göstermektedir.. Bu damarlarda gözlenen mineral parajenezi: Pirit, kalkopirit, galen, sfalerit, fahlerz, nabit Au, elektrom» frayberjit, Ag-As-Sb sülfofuzlan, kuvars, barit, krovellin ve dijenittir..

Pirit: Öz ve yanöz biçimli küçük pirit tanecikleri sfalerit içerisinde kapanım olarak bulunur. Daha iri taneli ve kataklastik doku gösteren pirit kristalleri bazen, kuvars kapanımları içerir;

Kalkopirit: Kalkopirit. I, sfalerit, Galen I ve kataklastik. dokulu pirit içerisinde kapanım olarak gözlenir. Kalkopirit. II. ayrılımları sadece sfalerit içerisinde benekli doku yaparlar (Levha 1, Şekil 1).. Kalkopirit III ise sfalerit. çatlaklarına yerleşmiş ve- galen Fieri orn atmıştır. Kalkopirit III çatlaklarında, kovellin ve dijen.it oluşumları gelişmiştir.

Galen.: Galen I öz biçimlidir. Genellikle dilinimlidirler ve parlatılmış yüzeylerinde üçgen şekilli dilinim boşlukları, içerirler. Galen I ayrıca kalkopirit I kristallerinin çatlaklarına yerleşmiş olarak da görülür. Galen II genellikle şekilsiz boşlukları, doldurmuştur. En önemli özellikleri» Galen Fe göre daha çok sfalerit, pirit ve kuvars kapanımları içermesidir¹ (Levha 1»Şekil 2)..

Sfalerit: Genellikle öz şekilsizdir ve en yaygın, olan mineraldir; I, faz cevherleşmede oluşmuşlardır. Sfaleritin kristalografik. doğrultulan boyunca veya benekli dokuda.» kalkopirit. II tanecikleri yerleşmiştir. Nadiren de pirit. I, kalkopirit I ve galen I kapanımları gözlenir. Ayrıca mineral içindeki çatlaklara tetraedrit ve galen. II yerleşimi, ornatımla iskelet dokusu oluşturmuştur. Parlak sarı-beyaz iç yansıma renkleri göstermesi» kristal yapısındaki demir¹ miktarının oldukça düşük olduğuna işaret etmektedir (Levha 1, Şekil 3).

Fahlerz (tennantit-tetraedrit): 30-70 mikron, boyutlarında ve özşekilsizdir. Kalkopiritlerin köşe ve kenarlarını çevreleyen bantlar¹ veya. kalkopiriti kesen ve 5 mikron kalınlığa varabilen, damarcıklar şeklinde gelişmiştir.. Doğal ışıktaki yeşilimsi gri rengi ve. izotrop özelliğiyle, diğer minerallerden kolayca ayntlanabilmektedir..

Nabit altın., **elektrom:** Kuvars içinde gelişmiş tanecikler- olduğu gibi, kuvars-galen veya kuvars-sfalerit kontaklarına, yakın kesimlerde., galen ve sfalerit içinde 40 mikrona varan boyutlarda, nabit. altın gözlenmektedir.. Nisbeten açık san renkte, olanlarının da elektrom oldukları düşünülmektedir., (Levha 1, Şekil 4)..

Frayberjit: Gümüşlü tetraedriier genellikle galen içinde 10x15 mikron boyutlu, tane.cikler¹ şeklinde izlenmektedir.

Ag-As-Sb sülfofuzlan: Galen, içinde maksimum. 10-12 mikron, boyutundaki mavimsi-gri ve yeşilimsi-gri renkler gösteren taneciklerin mikroskobik görünümlelerinden prüstit (Ag₃AsS₃> pirarjirit (Ag₃Sb₃) veya parseyit (Ag₆As₂S₁₁)- polibasit (Ag₁₆3b₂S₁₁) olduğu düşünülmektedir.

Sıvı, Kapananların Özellikleri

Kan Yayla, damarlarındaki kuvars ve sfaleritleiden alınan örneklerden iki yüzü. parlatılmış ince. kesitlerde

KAN YAYLA (MAÇKA-TRABZON) ALTINLI Zn-Pb YATAĞI

MİNERAL	Cevherleşme Evresi Ore Stage			Oksidasyon Evresi Oxidation Stage
	1. Evre 1. Stage	2. Evre 2. Stage	3. Evre 3. Stage	
Pirit Pyrite	—			
Kalkopirit Chalcopyrite	—	—	—	
Galen Galena	—	—		
Sfalerit Sphalerite		—		
Fahlerz Fahlore		—		
Nabit Au Native Au		—		
Elektrum Electrum		—		
Frayberjit Freibergite			—	
Ag-As-Sb Sülfotuzları Ag-As-Sb Sulphosalts			—	
Kuvars Quartz			—	
Barit Barite			—	
Kovellin Covellite			—	
Dijenit Digenite			—	

Çizelge 1. Kan Yayla cevherleşmesi mineral parajenezinde bulunan minerallerin olası oluşum sırası.

Table I. Mineral assemblage and probable paragenetic sequence of Kan Yayla deposit.

sıvı kapanım çalışmaları yapılmıştır. Kapanımların genel özelliklerinin incelenmesinde ve termometrik ölçümlerde,, alttan aydınlatmalı Leitz mikroskoba bağlanmış H&B tipi ısıtma seti kullanılmıştır. Alet, 20 °C basasıyetli ve 0-900 °C arasında ısıtma ve soğutma kapasitesine sahiptir.

Gerek sfaleritlerde gerekse kuvarslarda birincil kapanımlar oldukça yaygındır. İkincil kapanımlar ise nadir olarak 2-5 mikron boyutlarında ve belli doğrultularda dizilmiş olarak gözlenirler. Birincil kapanımlar;» elipsoid ve uçları yuvarlak olan üçgenimsi şekillerde;» çoğunlukla sıvı, nadiren de gaz fazlı, küçük, veya büyük baloncukta,, katı kristal bulundurmayan kapanımdan içerirler,. Boyutları 5-30 mikron arasında değişir. Kan Yayla damarlarından alınan 4 sfalerit örneğinden toplam 42 homojenleşme sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Buna göre sfaleritlerin homojenleşme ısıları 80-260 °C'dir. Esas oluşuru sıcaklığı 80-120 ve 180-240 °C arasındadır. Yüksek homojenleşme sıcaklığı veren, kapanımlar (>200°C) genellikle gaz oranı yüksek sıvı kapanımlardır. 3 örnekten toplam 22 ölçümün yapıldığı kuvars içindeki sıvı kapanımların homojenleşme sıcaklıkları ise 110-230 °C arasındadır (basınç düzeltmeleri yapılmamıştır). Bu verilere göre, yöredeki damarların nisbeten

düşük sıcaklıklı hidrotermal safhada oluştuğu gözlenmektedir;

Cevherleşmenin Jeokimyasal Özellikleri:

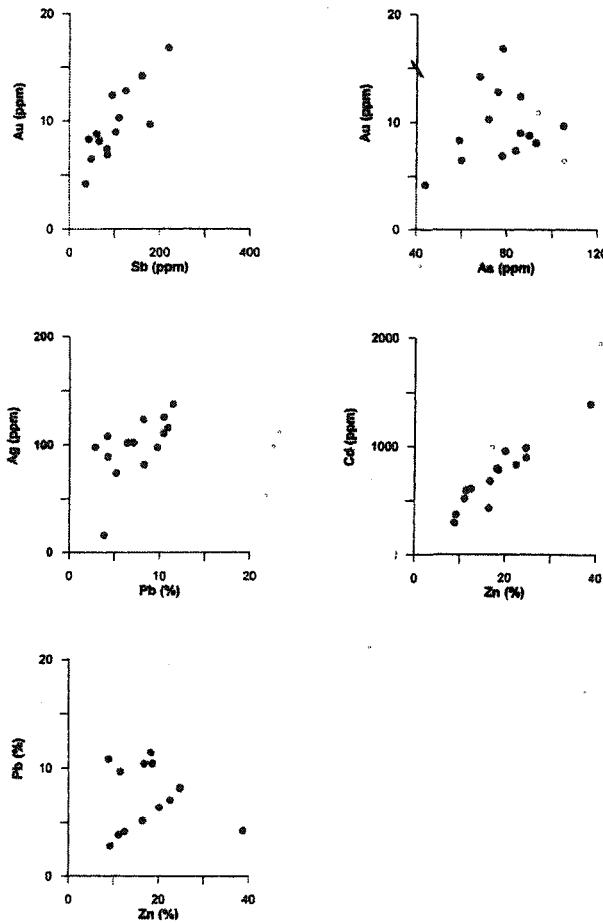
İnceleme alanındaki damarların, çeşitli kesimlerinden alınan. 14 adet oluk ve karot örneklerinden Zn, Pb, Cu, As,, Au, Ag, Sb, Cd,, Se, Ni, Co ve Cr analizleri yapılmıştır (Çizelge 2-a). Analizler, cevherleşme sahasında araştırma, yapan Anglo-Tur Şirketi tarafından Kanada'da özel bir laboratuvarında ICP-AES (plazma lambalı atomik emisyon spektrometresi) yöntemiyle yapılmıştır.

Örneklerin Zn konsantrasyonları ortalaması % 18.13, Pb değerlerinin ortalaması ise % 7.71'dir. Örneklerdeki Zn/Pb ortalamalarının, oranı 2.35'tir. Aslaner (1977)'e göre Zn/Pb oranları, Türkiye'deki hidrotermal damarlarda, ana kayaç ci.nsi.ii ve yataklanma şartlarını karakterize etmektedir; Dasitik lav ve piroklasfiklerde damar veya ağsal damarcık tipinde oluşan yataklarda 2. tortul kayalar içinde yer alan ve plütonik kayalarla belli bir ilişkisi bulunmayan yataklarda ise 1'in altındadır,. Irak'taki sedimanter veya düşük sıcaklıklı hidrotermal oluşum gösterdiği kabul edilen, Serguza Zn-Pb yatağında Zn/Pb oranı 1/71'dir (Al-Bassam ve diğ., 1982),. Volcano-tortul kökenli. Me Arthur (Avusturalya) yatağında ise bu oran 0.4 kadardır (Lambert, 1982). Ortaç sıcaklıklı Bol-kardağı (Niğde) cevherleşmelerinde bu oran 4.42'ye ulaşmaktadır (Temur, 1992),. Bu verilere göre: Kan Yayla, cevherleşmesi nisbeten düşük sıcaklıklı hidrotermal yataklara, ait bir oluşumu yansıtmaktadır.

Genel olarak sfalerite bağlı bir element olan Cd değerleri ile oluşum sıcaklığı arasında, ters orantı vardır,. Düşük sıcaklıklı Serguza (Irak) yataklarında Cd ortalaması 443 ppm (Al-Bassam, vd., 1982),, nisbeten yüksek sıcaklıklı hidrotermal kökenli Balya, (Balıkesir) Madeni'nde ise 100 ppm'dir (Gümüş, 1964), Kan Yayla damarlarındaki 7.23 ppm'ük Cd ortalaması da düşük bir oluşum sıcaklığını göstermektedir,

Kan Yayla cevher örneklerinde 42-219 ppm. arasında değişen Sb konsantrasyonlarının aritmetik ortalaması 1.00'dür. Sb ortalaması düşük sıcaklıklı oluşuma sahip Sergusa (Irak) yataklarında 153 ppm (Al-Bassam ve diğ., 1982),, Ortaç sıcaklıklı Bol-kardağı (Niğde) Zn-Pb cevherleşmelerinde 2879 ppm (Temur, 1992) ve yüksek sıcaklıklı Balya (Balıkesir) Madeni'nde ise 5300 ppm'dir (Gümüş, 1964). Bu veriler de Kan Yayla damarlarının nisbeten düşük sıcaklıkta oluştuğuna işaret etmektedir.,

Co/Ni oranları da, oluşum sıcaklıkları ile ters orantılı olarak değişmektedir; Bu oran Missisipi Vadisi yatakla-



Şekil 5. Elementler arasındaki değişim diyagramları.
Figure 5. Variation diagrams of the elements.

ında 0.8 (Mercer, 1976), volkano-tortul oluşuma sahip Me Arthur (Avusturalya) yataklarında 1.5 (Lambert, 1976), orta sıcaklıklı Bolkardağı cevherleşmelerinde 0.33 kadardır (Temur, 1992). Bu değerlere göre Kan Yayla cevherleşmesindeki **0.71'lik** Co/Ni oranı da düşük sıcaklıklı bir oluşumu göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre Kan Yayla yöresindeki damarların önemli miktarda (ort. 9.5 gr/ton) altın içerdiği görülmektedir. Altının göstergesi olarak bilinen As ve Sb'nin Au'na göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 5), Au'nun Sb ve As miktarına bağlı olarak arttığı görülmektedir. Au aynı zamanda Pb ve Zn miktarlarına bağlıdır. Mikroskobik incelemelerde elektrik ve nabit Au taneciklerinin genellikle galen ve sfalerit kristalleri içinde görülmesi bu bulguyu desteklemektedir. Cd belirgin olarak Zn'ya bağlıdır. Zn oranı arttıkça Cd miktarında artmaktadır (Şekil 5). Pb ve Zn oranları arasında da kuvvetli bir pozitif korelasyon vardır. Dikkati çeken bir nokta cevherleşmenin zengin olduğu kesimlerde selenyumun 294 ppm'e kadar ulaşabilen yüksek değerler göstermesidir (Çizelge 2-a). Selenyumun gümüş miktarına

bağlı olarak yüksek değerlere ulaşması, bu elementin cevherleşme içinde olabilecek ancak mikroskopta gözlenemeyen Ag-selenidlerine bağlı olduğu ve galende S'in yerine Se'un geçtiği ortaya çıkmaktadır. Ag miktarı da Pb'na bağlıdır ve galenitte benzer iyon yarıçapları nedeniyle Pb'uh yerine Ag'ün geçtiği anlaşılmaktadır (Şekil 5). Analiz sonuçları incelendiğinde (Çizelge 2-a) altının aynı zamanda Pb-Zn cevherleşmesinin oranına bağlı olarak artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Cevherli zondan yan kayaç içine doğru altın miktarında doğru orantıda bir azalma izlenmektedir. Selenyumun da gümüş miktarına bağlı olarak yüksek değerler göstermesi, bu elementin cevherleşme içinde olabilecek ancak mikroskopta gözlenemeyen Ag-selenidlere bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Örneklere ayrıca Bizmut analizleri yapılmak istenmiş ancak tüm örneklerde bizmut oranının dedeksiyon limitinin altına düştüğü (< 20 ppm) görüldüğü için tabloya alınmamıştır.

Kan Yayla damarlarında yapılan 16 nolu sondajdan elde edilen karotlardan, sondajın damarı kestiği seviyede, cevherin yerleştiği kırık zonunun dışında, gerek alt ve gerekse üst kesiminden ikişer metrelik kısımlar alınarak analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 2-b'de verilmiştir. Buna göre analiz edilen element konsantrasyonunda, damar zonunun gerek alt gerekse üst kesimine doğru ani bir azalma olduğu, dolayısıyla cevherleşmeyi oluşturan sıvıların sadece damar-kırık zonlarında etkisinin görüldüğü ve cevherleşmenin kırık sistemine bağlı olarak dar bir zonda yerleştiği anlaşılmaktadır. Bu durum, cevherleşmenin her kesiminde yapılan sondajlarda aynen gözlenmiş ve Anglo-Tur (1992) da Kan Yayla damarlarında altın rezervinin sınırlı olduğunu iddia ederek sahadaki araştırmalarına son vermiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kan Yayla ve yakın yöresinin kayaçlarını Jura yaşlı Pontid Alt Bazik Karmaşığı, Üst Kretase yaşlı cevherli dasit-Dikkaya Dasiti-, Tersiyer yaşlı Zigana Granitoidi oluşturur. Tüm cevherleşmeler cevherli dasit birimi içinde yer almaktadır. Çalışmalar sonucunda, yöreyi de içine alan dairesel bir çökme yapısının (kaldera) hakim olduğu ve buna bağlı olarak dairesel ve ışınal kırık yapısının gelişmiş olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç uzay ve hava fotoğraflarının incelemesi ile doğrulanmaktadır (Yalçınalp, 1997). Cevherleşme, kaldera gelişiminin son safhalarına bağlı olarak gelen hidrotermal eriyiklerin ürünü olarak görülmektedir. Kaldera gelişimi sırasında oluşmuş olan kırıklı yapının yardımıyla yük-

KAN YAYLA (MAÇKA-TRABZON) ALTINLI Zn-Pb YATAĞI

Çizelge 2 a) Cevher örneklerinin kimyasal analiz sonuçları, b) Elementlerin damar zonunun alt ve üst seviyelerindeki değişimi.

Table 2 a) Chemical analyses result of ore samples, b) Variation of elements in the lower and upper levels of the vein zone.

Örnek	ÜST DAMAR							ALT DAMAR							Art. Ort.	Stand. Sapma
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14		
Cu %	4.20	0.12	2.88	0.42	3.85	0.78	2.14	0.34	0.11	0.24	0.94	1.96	2.04	0.10	1.43	1.37
Pb	4.25	3.85	4.18	2.83	6.40	10.42	7.10	8.16	11.45	5.18	10.85	10.44	9.72	8.26	7.15	2.85
Zn	38.79	11.10	12.48	9.24	20.11	16.75	22.48	24.70	18.20	16.44	8.86	18.58	11.46	24.75	18.13	7.71
As ppm	68	78	59	86	76	84	72	105	93	60	44	90	78	86	77.07	15.19
Au	14.2	16.8	8.3	12.4	12.8	7.4	10.3	9.7	8.1	6.5	4.2	8.8	6.9	9.0	9.67	3.24
Ag	89	16	108	98	102	111	102	124	138	74	116	126	98	82	98.85	28.42
Sb	160	219	42	94	124	83	109	178	66	48	36	60	84	102	100.35	52.10
Cd	1391	517	608	372	956	680	830	988	795	432	295	785	590	896	723.92	278.69
Se	148	60	253	185	144	228	164	280	294	128	248	144	120	112	179.14	67.85
Ni	14	8	10	8	11	10	14	12	10	10	5	11	7	12	10.14	2.44
Co	4	5	11	8	16	6	6	5	5	5	7	8	8	5	7.21	2.85
Cr	40	32	70	12	43	25	10	18	26	15	10	17	18	10	24.71	16.32

(a)

Derinlik m	Örnek No	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	As	Sb	Cd	Se
35.00	S1-a	7	28	48	1	5	22	20	2	20
	S1-b	8	22	37	1	5	25	20	2	20
	S1-c	10	18	28	1	5	21	20	2	20
36.00	S2-a	16	196	198	1	5	61	20	2	20
	S2-b	20	182	202	1	5	55	20	2	20
	S2-c	24	194	185	1	5	48	20	2	20
37.00	S3-a	1800	83600	16400	8.4	76	122	68	825	264
	S3-b	9600	111500	148400	7.5	102	106	58	640	206
	S3-c	7550	98700	202500	6.2	98	145	72	535	188
38.00	S4-a	29	114	219	1	5	57	20	2	20
	S4-b	35	208	344	1	5	50	20	2	20
	S4-c	40	98	136	1	5	19	20	2	20
39.00	S5-a	17	42	105	1	5	19	20	2	20
	S5-b	30	22	85	1	5	24	20	2	20
	S5-c	28	35	45	1	5	28	20	2	20

(b)

sek poroziteli litik riyodasitik tüfler içindeki uygun çatlaklara yerleşen cevherler, bilhassa damar tipi oluşukların gelişmesine ve yoğun hidrotermal ayrışmaya neden olmuştur.

Kan Yayla damarlarının jeolojik yerleşimi ve mineralojik özellikleri, yapılan sondaj ve galeri çalışmalarından yararlanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Kan Yayla yatağında yapılan detay çalışmalar, birbirine paralel konumdaki iki damarın konumlarını ortaya çıkarmıştır. Bu damarların çevresinde görülen yoğun hidrotermal ayrışmada sıcaklığa ve jeokimyasal şartlara bağlı olarak gelişen bir ayrışma zonu gözlenmektedir. Cevherleşmeye doğru artan serisitleşme, o kesimde potasyumun arttığını işaret etmektedir. Dış kesimlere doğru artan montmorillonit ve klorit de Na ve Mg zenginleşmesini karakterize eder.

Kan Yayla cevherleşmesindeki baskın serisit ayrışması, dış zonlara doğru kloritin artması, mineralojik incelemede enarjitin yokluğu, kimyasal analizlerde bizmutun yokluğu, buna karşılık selenyum miktarındaki cevherleşmeye bağlı olarak görülen önemli artışlar, bu yatağın düşük sıcaklıklı hidrotermal oluşumlardaki düşük kükürtlü adularya-serisit tip yataklara benzer cevherleşme ve ayrışma minerallerinin birlikteliğine benzer birliktelikler gösterdiğini ortaya koymaktadır (Silberman, 1982; Giles ve Nelson, 1983). İnceleme alanındaki çinko ve kurşun cevherleşmesine bağlı olarak gelişmiş altın ve gümüşün hidrotermal çözeltilerle taşınmış olduğu saptanmıştır. 250 °C'den daha düşük sıcaklıkta altının hidrotermal sıvılar içinde taşınması bisülfid kompleksleri ile sağlanabilmektedir (Shenberger ve Barnes, 1989). Altının çökmesi ancak bisülfid komplekslerinden itibaren sıcaklık ve pH değişimlerine bağlı olarak, H₂S aktivitesindeki azalmanın yada çözeltilinin oksidasyonu sonucunda gerçekleşmesi ile mümkündür (Romberger, 1988).

Kan Yayla damarlarının parajenezi başlıca sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, fahlerz, frayberjit, gümüşlü tetraedrit, nabit altın ve elektrumdandır oluşmaktadır. Tüvenan cevherdeki yüksek altın miktarı (ortalama 9.5 gr/ton) yatağın bu element bakımından önemini arttırmaktadır. Ayrıca 100 ppm civarındaki Ag derişimi işletme masraflarının bir kısmını karşılayabilecektir.

Sıvı kapanım sonuçları nisbeten düşük ısılı hidrotermal bir oluşumu işaret etmektedir. Zn/Pb ve Co/Ni oranları ile Cd ve Sb ortalaması da bu bulguyu desteklemektedir. Jeokimyasal incelemeler Au'nun As ve Sb'a, Cd'un Zn'ya ve Ag'ün de Pb'a bağlı olarak arttığını ortaya koymaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alpan, T., 1971, Of-Trabzon arasının jeolojik etüdü. MTA Rap. No: 1177, Ankara (Yayınlanmamış).
- Al-Bassam, K.S., Hak, J. ve Watkinson, D. H., 1982, Contribution to the origin of the Serguza lead-zinc-pyrite deposits, Northern Irak. Mineralium Deposita, 17, 133-149.
- Anglo-Tur, 1992, Report on work carried out on the Gümüşki Tepe option, South of Trabzon (Yayınlanmamış).
- Aslaner, M., 1977, Türkiye bakır-kurşun-çinko yataklarının jeolojik ve bölgesel sınıflamasıyla plaka tektoniği yönünden incelenmesi. KTÜ Yer Bil. Fak. Yay. 12,70 s. Trabzon.
- Calap, K., 1987, Gümüşki (Maçka-Trabzon) yöresi madenlerinin incelenmesi. KTÜ Fan Bil. Ens. Yük. Lis. Tezi, 52 s. Trabzon (Yayınlanmamış).
- Gedikoğlu, A., 1978, Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaları (Doğankent-Giresun). Doçentlik Tezi, 176 s.
- Giles, D.L. ve Nelson, C.E., 1983, Principal features of epithermal lode gold deposits of the circum-pasific rim: Circum Pasific Energy Mineral Resource Conference, 3 rd, Honolulu, Hawaii, August 22-28, Trans., p. 273-278.
- Gülibrahimoğlu, İ., 1986, Trabzon ili Arsin-Araklı-Sürmene ve Çaykara ilçelerinin güney yörelerinde jeolojik incelemeler, MTA Rap. 980 Ankara (Yayınlanmamış).
- Gümüş, A., 1964, Important lead-zinc deposits of Turkey. Symposium on mining geology and the base metals, UNESCO, Ankara, 155-165.
- Lambert, I.B., 1976, The Me Arthur zinc-lead-silver deposits, features, metallogenesis and comparisons with some other stratiform ores; Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits (Ed.: K.H. Wolf), Elsevier, Amsterdam, 6,535-585.
- Mercer, W., 1976, Minor elements in metal deposits in sedimentary rocks, A review of the recent literature; Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits (Ed.: K.H. Wolf), Elsevier, Amsterdam, 4, 396-425.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981, Doğu Pontidler'de Kretase. KTÜ Yer Bil. Derg. 1/2,65-115, Trabzon.
- Riverin, G., ve Hodgson, C.J., 1980, Wail-rock alteration at the Milenbach Cu-Zn mine. Noranda, Quebec, Econ. Geol., 75,424-444.
- Romberger, S. B., 1988, Geochemistry of gold in hydrothermal deposits. U. S. Geol. Survey Bull. 1857-A, 9-25.
- Schlitz-Westrum, H. H., 1961, Giresun civarındaki Aksu De-

KAN YAYLA (MAÇKA-TRABZON) ALTINLI Zn-Pb YATAĞI

resinin jeolojik profili; Kuzeydoğu Anadolu'da Doğu Pontus cevher ve mineral bölgesinin jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili mütalaalar. MTA Derg. 57 63-71 Ankara.

Shenberger, D.M. ve Barnes, H. L., 1989, Solubilit of gold in aqueous sulfide solutions from 150 to 350 C. Geochimica et cosmochimica Açta, 53, 269-278.

Silberman, M. L., 1982, Hot-spring type, large tonnage low grade gold deposits. U.S. Geol. Survey, Open-file report 82-795, 131-143.

Temur, S., 1992, Bolkardağı yöresi (Ulukışla-Niğde) çinko-kurşun yataklarının jeokimyasal incelemesi. Türkiye Jeol.Bült. 35/2, 101-114.

Van, A., 1990, Pontid kuşağında Artvin bölgesinin jeokimyası, petrojenezi ve masif sülfid mineralizasyonları. Doktora Tezi, KTÜ, 175 s. Trabzon (Yayınlanmamış).

Yalçınalp, B., 1983 Sürmene-Aksu (Trabzon) yöresinin jeolojisi ve metallojenezi. KTÜ Yük. Lisans Tezi, 55s. Trabzon (Yayınlanmamış).

Yalçınalp, B., 1992, Güzelyayla (Maçka-Trabzon) porfiri Cu-Mo cevherleşmesinin jeolojik yerleşimi ve jeokimyası. Doktora Tezi, KTÜ, 170 s., Trabzon (Yayınlanmamış)

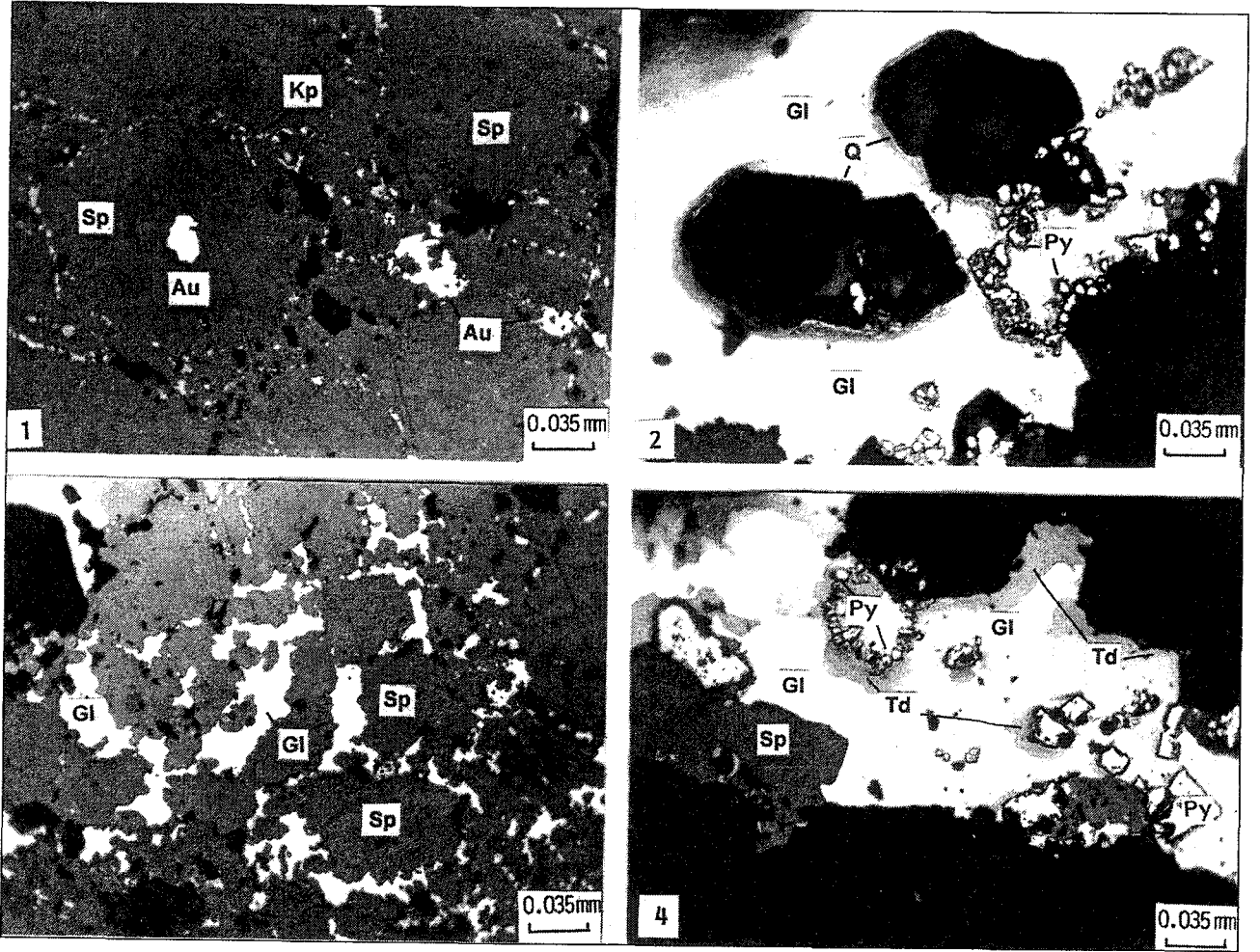
Yalçınalp, B., 1997, Valles tip kaldera cevherleşmesi örneği: Gümüşki (Maçka-Trabzon) Zn-Pb yataklarının jeolojisi ve mineralojisi. Türkiye Jeol. Bült. 40/1, 57-64.

Makalenin geliş tarihi: 10.05.1997

Makalenin yayına kabul edildiği tarih: 18.04.1998

Received May 10, 1997

Accepted April 18, 1998



Şekil 1. Sfalerit (Sp) içinde kalkopirit (Kp) kapanımları ve altın veya elektrüm (Au) taneleri. //N, yağ ortamı.

Figure 1. Chalcopyrite (Kp) inclusions and gold or electrum (Au) grains in sphalerite (Sp.) //N, oil immersion.

Şekil 3. Sfalerit (Sp) içinde iskelet dokusu şeklinde gelişmiş galen (GI). //N, yağ ortamı.

Figure 3. Galena (GI), showing skeleton texture in sphalerite (sp). //N, oil immersion.

Şekil 2. Galen (GI) içinde pirit (Py) taneleri ve kuvars (Q) kristalleri. //N, yağ ortamı.

Figure 2. Pyrite (Py) grains and quartz (Q) crystals in galena (GI). //N, oil immersion.

Şekil 4. Galen (GI), sfalerit (Sp), pirit (Py) ve tetraedritin (Td) genel görünümü. //N, yağ ortamı.

Figure 4. General microscopic appearance of galena (GI), sphalerite (Sp), pyrite (Py) and tetrahedrite (Td). //N, oil immersion.