



Küçükdere (Havran-Balıkesir) Epitermal Altın Damarının Özellikleri *The Characteristics of Küçükdere Epithermal (Havran-Balıkesir) Gold Vein*

Ali Rıza ÇOLAKOĞLU

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06532, ANKARA

Öz

Bu çalışmada Balıkesir ilinin batısında bulunan Küçükdere (Havran) altın damarının yapısal-dokusal özellikleri ve altın damarı ile çevre kayaların özellikleri incelenmiştir. Altın damarı, porfirik dokulu andezitik bir kütle içerisinde, K45°D doğrultulu olarak bulunur. Dokusal özelliklerine göre altın damarı, 'andezit parçalı breşik damar', 'breşik damar', 'bantlı damar' ve 'masif karbonat' olarak dört tipe ayrılmıştır. Bir boşluk içerisinde oluşmuş damarda küçük boşluklar, kokart, tarak, bantlı ve breşik doku yaygın doku çeşitleridir. Ayrılan damar tiplerinden 'bantlı damar', altın içeriği açısından en zengin olanıdır. Damarda altın ve gümüş ana ekonomik metal olup Hg, As, Sb, Cu, Pb, Zn gibi elementler düşük konsantrasyonlarda bulunur. Damar ve çevresinde silisleşme, killeşme, serisitleşme ve propilitleşme yaygın bozunma türleridir.

Anahtar Sözcükler: Küçükdere, altın, cevherleşme, yapı-doku, jeokimya

Abstract

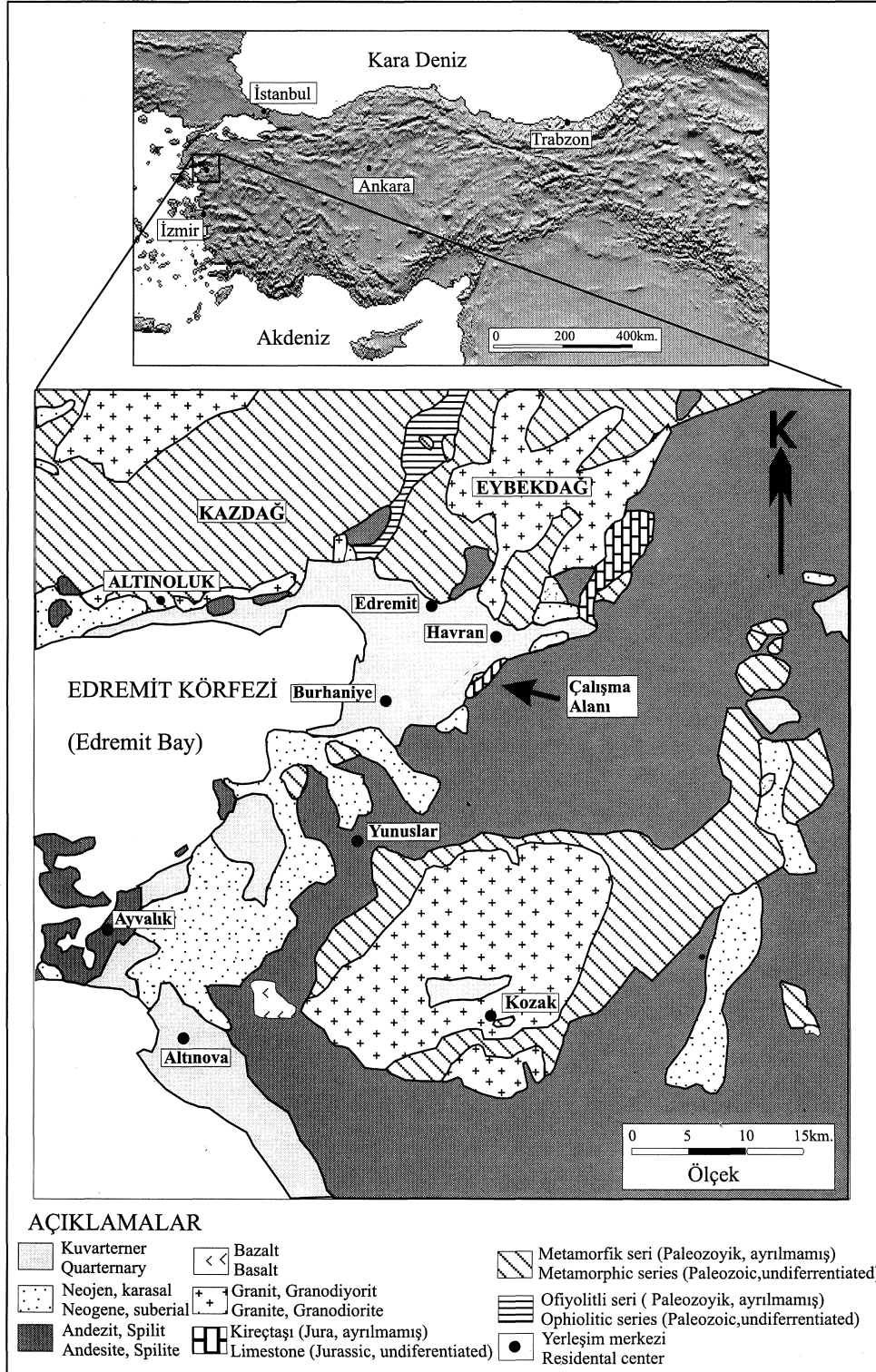
The characteristics of the Küçükdere (Havran - Balıkesir) gold vein and wall-rock and structural and textural specifications of the gold vein have been investigated. Gold mineralization is in a N 45° E trending vein which is hosted by a porphyritic andesite stock. According to the textural specifications, the gold vein can be classified as 'andesite vein breccia', 'vein breccia', 'massive carbonate' and 'banded vein'. Small open spaces, cockade, cockscomb, banded and breccia textures occurred in the vein as the type of open spacefilling textures. Banded vein is the mineralized and richest vein type. Gold and silver are the economic metals, however Hg, As, Sb, Cu, Pb, Zn are traces in the vein. Silicification, argillization, sericitization and propylitization are the significant alteration types for the vein and the wall-rock.

Key Words: Küçükdere, gold vein, ore, texture-structure, geochemistry.

GİRİŞ

Batı Anadolu bölgesinde Kartaldağ-Madendağ (Çanakkale yöresi) ve Şart çayı (Manisa yöresi) gibi çok sayıda altın zuhuru yüzyıllardır bilinmektedir. 1987 yılından itibaren özellikle yabancı şirketler tarafından bölgede başlatılan araştırmalarla yeni yataklar aranmaya başlanmıştır. Çanakkale-Kirazlı, Bahkesir-Havran-Küçükdere, İzmir-Bergama-Ovacık yatakları bu araştırmalar sonucu keşfedilen sahalarından sadece birkaçıdır. Adı geçen yataklar Tersiyer volkanitleri içerisinde bulunurlar ve epitermal altın yataklarının asit-sülfat veya adularya-serisit tipi oluşumlarının özelliklerini gösterirler. Bu yataklardan Balıkesir-Havran- Küçükdere altın

yatağı Balıkesir ilinin batısında, Havran-Edremit ilçelerinin güneydoğusunda yer alır (Şekil 1) ve Balıkesir İ18-d4 topografik haritası içerisinde Küçükdere köyünün 4 kilometre güneyindeki Karayanık ve Germe Tepe alanını kapsamaktadır (Şekil 2). 1989 yılında TÜRAG (Türag Metal Madencilik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi) tarafından yüzeyden alınan kayaç örneklerinden elde edilen altın anomalileri bölgedeki çalışmaların başlangıcını oluşturmuştur. Çalışmalar detay yarma ve sondaj çalışmaları ile devam ettirilmiştir. Cevher damarını ve damar çevresini içine alan yaklaşık 20 km² lik bir alan içerisinde 1:25000 ölçekli jeolojik harita alımı yapılmıştır.



Şekil 1: İnceleme alanının yer buldum ve bölgesel jeoloji haritası.

Figure 1: Location and regional map of the study area.

TÜPRAG jeologları tarafından yapılan çalışmada cevher damarının genel konumları ve yankayaçların türü belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, kayaçların yalnızca makroskobik özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu çalışmada alınan

örneklerle kayaçların petrografik tanımlamaları yapılmıştır. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda yatakte ortalama 5,5 gr/ton tenörlü 1,1 milyon ton rezervli yaklaşık 6 ton altın tesbit edilmiştir.

KÜÇÜKDERE (HAVRAN-BALIKESİR) ETİTERMAL ALTIN DAMARININ ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada damar ve yankayaçlardan, yapısal-dokusal ve mineralojik kriterler gözönünde bulundurularak ayrıntılanan birimlerden toplam 110 adet kayaç örneği toplanmıştır. Damarlardan yankayaçlara doğru alınan yüzey kayaç örneklerinden ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle Au, Ag, Hg, As, Sb, Cu, Pb ve Zn elementlerinin kimyasal analizleri yapılmıştır (Çolakoğlu, 1993). Çalışmada incelenen incekesit, parlatma, XRD ve jeokimyasal analiz yaptırılan yüzey ve karot kayaç örneklerinin dağılımları Tablo 1 de görülmektedir.

Çizelge 1: Arazi örneklerinin dağılımları

Table 1: The distribution of field samples

ALINAN ÖRNEK TIPLERİ			
Yapılan Çalışma	Çalışma-Yüzey	Karot Kayaç	Toplam Örnek
Türü	Kayaç Örnekleri	Örnekleri	
İncekesit	60		76
Parlama Kesiti	13	16	18
XRD	4	5	10
Jeokimyasal Analiz	24	6	24

BÖLGESEL JEOLJİ

inceleme alanı ve yakın çevresi Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı kayaç türlerini içermektedir (Şekil 1). Bölgedeki en eski kayaç topluluğu Kazdağ Grubu olarak adlandırılmış olup, Permian öncesi yaşlı metadümit, metagabro, piroksenit, amfibolit, gnays ve mermerden oluşur (Bingöl ve diğ., 1973). Bu kayaçlar inceleme alanının hemen kuzey tarafında ve Kozak plütununun çevresinde görülür (Şekil 1).

inceleme bölgesinde Üst Kretase'den sonra plütonizma etkin olmuş ve Eybek ve Kozak plütonik masifleri yerleşmiştir. Her iki masif de gerek kimyasal ve mineralojik bakımdan ve gerekse de konum ve yaş bakımından büyük benzerlik göstermektedir (Ercan ve diğ., 1984).

Çalışma alanı içerisinde geniş yayımlı olan Tersiyer yaşlı kaya birimleri, ayrıntılı olarak incelenmiş olup, Ercan ve diğerleri (1984, 1990) yaptıkları petrografik çalışmalarla Miyosen yaşlı lavların çoğunlukla andezitik, yer yer dasit ile ender olarak da riyodasitik türde, Pliyosen yaşlı lavların ise bazaltik türde olduklarını belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar ayrıca Miyosen yaşlı lavların tamamen kalkalkalen nitelikte olup kabuksal köken özelliği taşıdıklarını saptamışlardır.

Pliyosen yaşlı Dededağ bazaltı bölgede küçük yüzlekler halinde izlenmektedir. Bu kayaçlar, Tersiyer yaşlı birimleri kesmiş ve üzerlerine akmıştır (Akyürek ve Soysal, 1978). Bölgede geniş yayılım gösteren, Pliyosen-Orta Miyosen yaşlı akarsu ve göl çökelleri Neojen oluşumları olarak izlenir. Alüvyonlar, çevredeki yaşlı kayaçların erozyona uğrayarak taşınmaları sonucu gelen malzemelerle oluşmuştur (Akyürek ve Soysal, 1978).

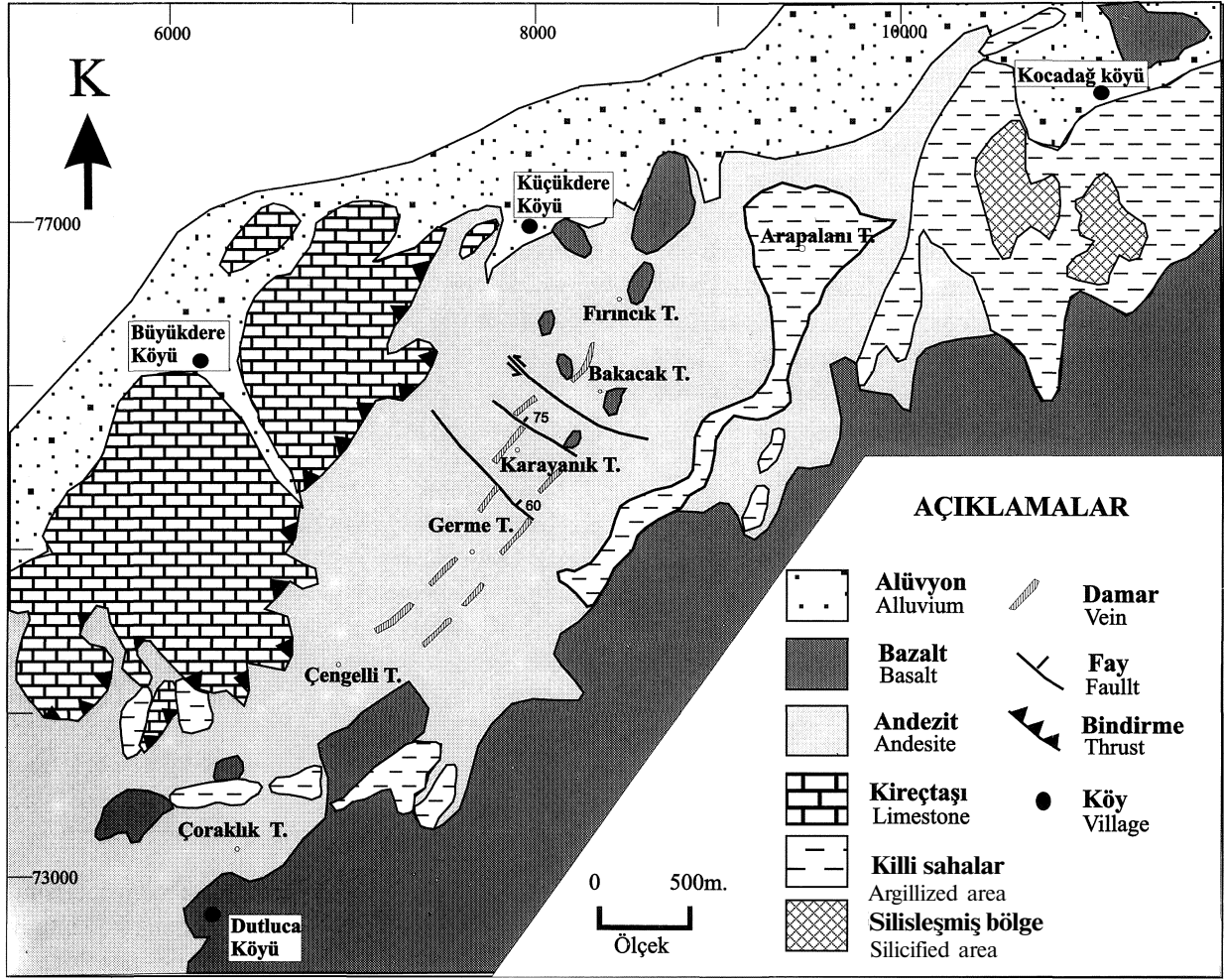
ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Makroskobik ve mikroskobik çalışmalara göre inceleme alanı ve yakın çevresinde andezit ve bazalt olmak üzere iki farklı türde volkanit ayırt edilmiştir (Şekil 2). İnceleme alanının hemen batısında ise Jura yaşlı kireçtaşları yer almaktadır. Bu kireçtaşları muhtemelen bindirme ile andezitik türdeki kayaçların üzerinde yer almaktadır. Bu bindirme inceleme sahasının güneyinde yer alan kireçtaşında görülebilmeye rağmen kuzey kesimlerde çok belirli değildir (Şekil 2). Arazi çalışmaları sırasında birim içerisinde ammonit fosili bulunmuştur.

Miyosen yaşlı andezit, inceleme alanı içerisinde cevher damarının içinde bulunduğu ana kayaçtır ve batıda kireçtaşları, doğuda ise genç bazaltlar ile çevrilidir (Şekil 2). Kayaç bozunmaya uğradığından, genel görünüm itibarıyla açık kahverengimsi sarı renkli ve porfiratik dokuludur.

Andezit içerisinde yerleşmiş olan damar, cevherleşme içeriği dikkate alınmaksızın yalnızca damarın göstermiş olduğu eğime göre 'dik' ve 'düz' damar olarak ele alınmıştır.

Pliyosen yaşlı bazalt inceleme alanı içerisinde bulunan en genç volkanik kayaç birimidir. Çalışma alanı sınırları içerisinde Bakacak Tepe üzerinde ve bu tepenin kuzeybatı uzanımındaki küçük tepelikler üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Fırmıcık Tepe, Fırmıcık Tepe'nin kuzeyi ve çalışma alanı dışındaki bölgenin doğusundaki alanları da kaplar, inceleme sahasında bu kayaç türü andezitleri örtmüş olarak görülmektedir. Makro olarak açık gri renklidir ve herhangi bir alterasyon göstermez. Kayacın bileşenleri plajiyoklaz, ojit, biyotit ve volkanik kayaç ksenolitleri olarak belirlenmiştir. Hamur volkan camı ve mikrolitlerden oluşmaktadır. Doku hiyalopilitik porfirik olarak belirlenmiştir, içerisinde herhangi bir cevherleşme görülmemiştir.



Şekil 2: Küçükdere alanının jeoloji haritası (Tüprag, 1991)

Figure 2: Geological map of Küçükdere area (Tüprag, 1991)

Alüvyonlar bölgede yer alan daha yaşlı formasyonların erozyona uğramaları sonucu taşınarak gelen malzemelerle oluşmuşlardır (Şekil 2). Haritada yapılan alan içerisinde, analizlerle belirlenen cevherleşme içermeyen silisleşmiş alanlar ve bunların yakın kısımlarında, bozunmuş killi alanlar görülmektedir (Şekil 2).

CEVHER YANKAYAÇ İLİŞKİLERİ

inceleme alanında yapılan jeolojik çalışmalar ve sondaj verilerinin de ışığı altında cevher andezit bir kütle içerisinde yer alan damar içinde bulunur. Bu damar yaklaşık K 45° D doğrultulu uzanmaktadır. Topografyanın elverişsiz olması ve arazinin örtülü olması nedeniyle cevher damarının yatak içerisindeki uzanımı her yerde açık olarak izlenememiştir. Ancak daha sonradan açılmış olan yarmalar ve sondaj çalışmaları ile cevher damarının özellikleri ve

konumları daha ayrıntılı olarak ortaya konulabilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde, göstermiş olduğu eğime göre yüzeyde iki farklı damar mostra vermektedir. Bunlar 'dik' ve 'düz' damar olarak adlandırılmışlardır. Yaklaşık K45°D olarak uzanan dik damar dikten yaklaşık 60°'ye kadar değişen değerlerde güneydoğu'ya doğru dalar. 'Dik damarın' yüzeydeki uzunluğu yaklaşık 2 kilometre kadardır ve kalınlığı 1-2 metreden 30 metreye kadar değişiklik göstermektedir. 'Düz damar', Germe Tepe'nin doğu yamacında mostra vermektedir. Bu damar, 'dik damar' ile bağlantılı olup yaklaşık düz olarak uzandığından 'düz damar' olarak adlandırılmıştır. Yapılan sondajlarda 'düz damarın' kalınlığı kuzey kısımlarda, biraz daha incelererek, 2-10 metre arasında değişmektedir. Güney kısımlarda ise kalınlık 20 metreye kadar çıkmaktadır ve yataydan 25-30° varan eğimlerde kuzeybatı'ya doğru dalar. Bu damar değişik uzunluklarda mostra verip, en iyi

KÜÇÜKDERE (HAVRAN-BALIKESİR) ETİTERMAL ALTIN DAMARININ ÖZELLİKLERİ

olarak Germe Tepe'nin güneydoğusunda görülmektedir (Şekil 2). Ayrıca daha güneydeki Çengelli Tepe'nin doğusunda ve kuzey'de Bakacak ve Firmcık Tepe'nin batı kenarında da yer almaktadır. 'Düz damar', 'dik damarın' yalnızca doğu tarafında bulunmaktadır. Cevher damarının genel görünümü ve damar şekli, sondaj verileriyle belirlenmiş olup idealleştirilmiş temsili kesiti Şekil 3' de gösterilmiştir. Cevher yerleşiminden sonra ana damar, yüksek açılı normal ve doğrultu atımlı faylarla kesilmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan en önemli sol doğrultu atımlı fay yaklaşık 100 metrelik bir atıma sahip olup Karayanık ve Bakacak Tepe'lerinin boyun yaptığı yerde yer alır (Şekil 2).

DAMAR TIPLERİ VE PETROGRAFİSİ

Damarlar; yapı doku, mineralojik özellikleri ve bileşenleri göz önüne alınarak esas olarak 'andezit parçalı breşik damar', 'breşik damar', 'bantlı damar' ve 'karbonat damarı' olarak dört tipe ayrılmıştır (Şekil 3).

Andezit Parçalı Breşik Damar (Avbx)

Dik damarın batı tarafında ayırt edilmiştir. Hem makro hem de mikro ölçekte, breşik doku görülmektedir. Açılma zonlarına silikaca zengin çözeltilerin gelişi esnasında basınç etkisiyle boşluğun kenar kısımlarından kopartılan andezit parçaları bu damar tipinin breşlerini oluşturmuştur. Kalınlığı 7 metreye kadar çıkmaktadır. Bazen doğu tarafına doğru damar breşlerine geçiş gösterir. Bu damar tipi, içinde altere olmuş andezit parçalarını içerir. İki-üç fazlı silika getiriminin varlığı tesbit edilmiştir. Bunlar birbirini kesen farklı tane boylarındaki kuvars damarcıkları ve bütün kayacın yeniden silisleşmesi şeklinde görülmüştür. Karbonat ve demir oksitler nadir olarak gözlenir. Andezit parçalı breşik damar ile yankayaç kontağı bazı kısımlarında, yoğun (% 60-70) ağsal yapı olarak kuvars damarcıkları içerir. Andezit parçalarının kenarlarından itibaren farklı boyutlu kuvars kristallerinin geliştiği gözlenmiştir. Bu birimde tespit edilen "kokart" (Cockade) doku, andezit parçalarının etrafında kuvars ve mangan minerallerinin (manganit- piroluzit) dizilimi sonucu oluşmuştur (Şekil 3). Andezit damar breşi içeren örneklerde kuvars, yaygın gang minerali iken daha az miktarlarda ise mangan mineralleri, kalsit ve opak mineraller içerir. Yapılan jeokimyasal analizlere göre bu birimde altın tenörü 0-700 ppb arasındadır ve işletilebilir tenorun altındadır.

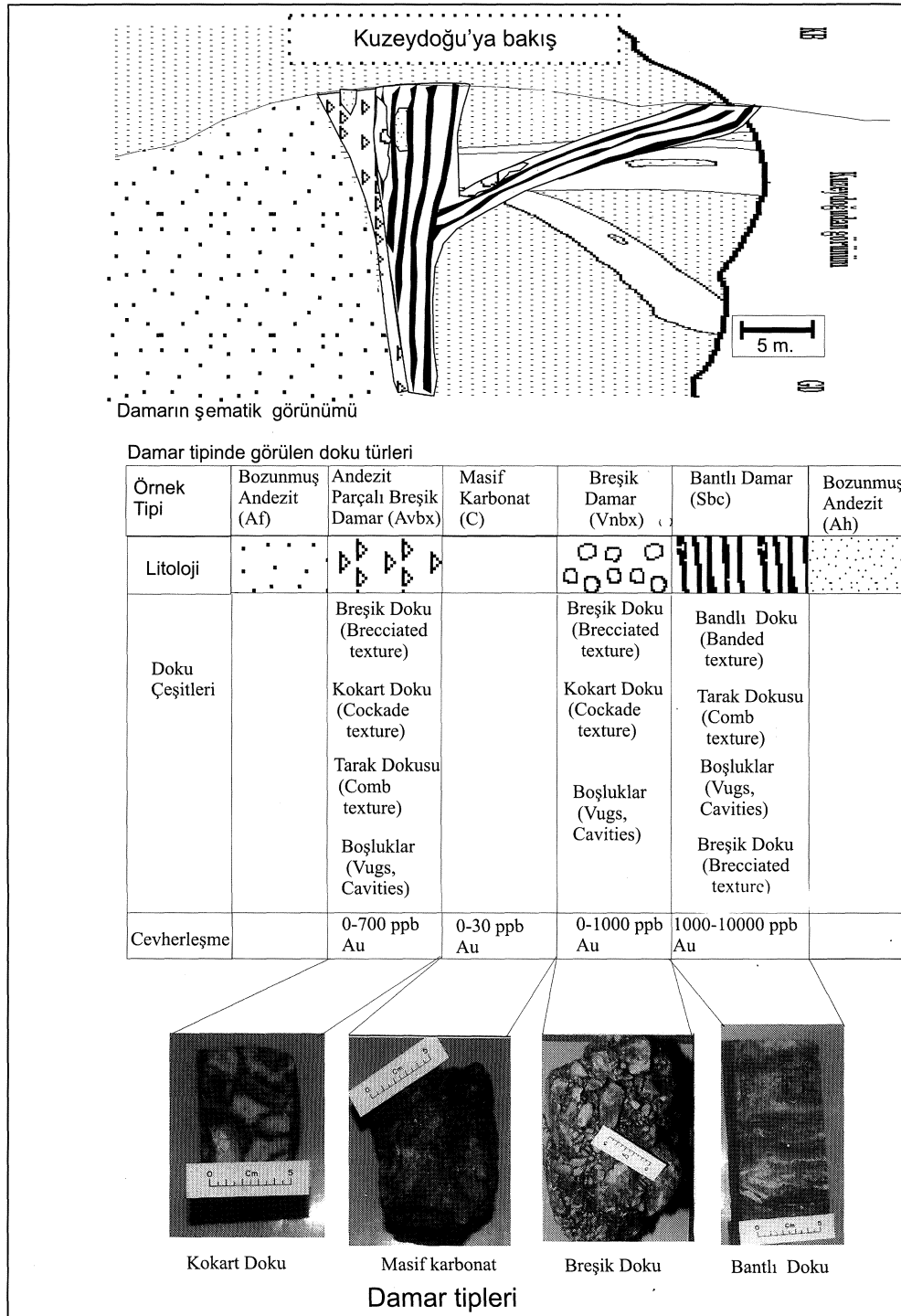
Breşik Damar (Vnbx)

'Breşik damar' olarak adlandırılan bu damar tipi, incelenen damar içinde, 'andezit parçalı breşik damar' ve 'bantlı damar' kesin bir sınırla ayrılmamaktadır. Dik damarın doğu tarafında bantlı damarla olan kontaklarında, düz damarın ise yine bantlı damarla geçişli ancak bazen, 1 metreye varan kalınlıklarda net olarak izlenebilmektedir. Sondaj karotlarında 4-5 metreye varan kalınlıklarda tesbit edilmiştir. Genelde, incelenen breşik damar örneklerindeki breş parçalarını kuvars oluşturmuştur (Şekil 3). Daha önce kristallenmiş bu parçalar daha ince taneli olup içlerinde çok küçük kristalli karbonat ve opak mineralleri içerirler. Daha iri kristalli (1-2 mm.) özşekilsiz kalsitler genelde hamuru oluşturur. Ayrıca daha iri kristalli kuvarslar (1-2.5 mm.) bazen bu temiz görünümlü iri kalsit kristalleri ile birlikte bulunmaktadır. Mineralojik olarak kuvars, karbonat ve mangan birbirleri arasında içice bulunurlar. Çok ince kuvarslardan oluşan breş parçalarının içlerinde de ayrıca 1-3 mikron boyutunda karbonat mineralleri bulunmaktadır. Karbonat kristallerinin içerildiği kuvars parçaları daha iri kristalli kalsit matriksi içerisinde görülür.

Bazı durumlarda içlerinde, 'bantlı damar' (Sbc) tiplerinin parçaları da görülmüştür. Bu örneklerin kimyasal analizleri sonucu andezit parçalı damar breşinden daha yüksek altın değerleri verdiği tesbit edilmiştir. 'Andezit parçalı breşik damar' 0-700 ppb arasında değer verirken Tüprağ tarafından yaptırılmış analizlerde genelde bu birim, altın içeriği açısından 1 ppm'e kadar değerlerde sonuç vermektedir. Genelde 'bantlı damar' tipinin (Sbc) parçalarını içeren örneklerde, altın değerlerinin daha da arttığı görülmüştür. 'Bantlı damar' tipinin parçalarını da içinde bulundurması 'bantlı damardan' daha sonra yerleştiğini de ortaya koymaktadır.

Bantlı Damar (Sbc)

İnceleme alanında 'dik' ve 'düz damar' içerisinde kuvars ve karbonat minerallerinin bantlar oluşturacak şekilde dizilmeleri sonucu oluşmuş bir damar tipi olarak ayırt edilmiştir. Kuvars/karbonat oranı sabit olmayıp her örnekte farklılıklar göstermektedir. 'Breşik damar' tipiyle olan sınırları kesin değildir. Bazen içlerinde 'breşik damar' tiplerini içerirler. Bu damar tipi ortalama olarak 6 ppm altın içeriğine sahiptir. Bu birim içerisindeki aşırı oksitlenmiş kısımlarda altın konsantrasyonunun artışı dikkat çekicidir.



Şekil 3: Damarın şematik görünümü ve damar tipleri (Çolakoğlu, 1993)

Figure 3: Schematic view of the veins and vein types

Damarın asıl cevher içeren birimi olarak ayrılan bu birimin ana gang mineralleri kuvars ve manganlı kalsittir. Ayrıca bazı cevher mineralleri de düşük miktarlarda gang olarak bulunmaktadır. Kalsit içerisindeki yaygın mangan içeriğinden dolayı bu mineraller manganlı kalsit olarak adlandırılmışlardır. Makro ölçekte genelde düzgün olarak izlenen bant-

laşma (Şekil 3) mikro ölçekte aynı ölçüde düzgün olmayıp, bantlaşma sınırlarındaki kristal şekilleri belirgindir. Ayrıca birbirleri içinde büyümüş az miktarda kuvars ve kalsit minerali gözlenmiştir.

Masif Karbonat (C)

'Dik' ve 'düz damar' içerisinde yaygın bulunan karbonatlar, Karayanık Tepe üzerinde göstermiş oldukları masif yapılarından dolayı ayrı bir damar tipi olarak ayırt edilmiştir (Şekil 3). Bu karbonatların XRD incelemelerinde genel bileşimlerin kalsit, manganokalsit ve kısmen ankerit olduğu belirlenmiştir. Karbonatların incelenmesinde, kalsit kristallerinin genelde iri (2-3 mm.) ve kısmen ince taneli oldukları tesbit edilmiştir. Makroskobik incelemelerde karbonat olarak tanımlanan örneklerde mikroskobik ölçekte yer yer özşekilli ve yarı özşekilli kuvars kristalleri gözlenmiştir, ince çatlaklar boyunca yerleşen bu kuvars kristallerinin de arasında kalsit kristalleri görülmüştür. Bu karbonatlardan alınan örneklerin jeokimyasal analizlerine göre altın içeriği bakımından boş (0-30 ppb) veya işletilebilir tenorun çok altında oldukları tesbit edilmiştir.

DAMARDA GÖRÜLEN DOKU TÜRLERİ

inceleme alanında, damar içerisinde tesbit edilen doku çeşitleri, boşluk dolguları biçimindedir. Damar içinde damar tiplerinde görülen bantlı ve breşik dokuların dışında daha küçük ölçekli boşluk ve küçük cepler (vugs & cavities), tarak dokuları (comb texture) ve kokart dokuları (cockade texture) görülür. Dowling ve Morrison (1985), bu tip boşluk dolgularının epitermal sistemlerde yaygın olarak bulunduğunu mezotermal sistemlerde ise ender olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

Büyük bir boşluk içerisine yerleşen damarlar ve breşlerin bu boşluğu tamamen dolduramayıp, eksik dolmasıyla yan küçük boşluklar (cavities) meydana gelmiştir. Bir kırık içerisinde cevher ve gang minerallerinin karşılıklı iki duvardan itibaren gelişen kristallerin düzenli olmayan kristalleşmelerinden dolayı içerilen daha küçük boşluklar da (vugs) mevcuttur. Bir kırığın karşılıklı duvarlarından itibaren gelişmiş ve genel olarak prizmatik kuvars kristalleri tarafından meydana getirilmiş tarak dokusu (comb texture) tüm damar tiplerinin boşluklarında görülmüştür. Kokart doku, (cockade texture) gelen çözeltiler esnasında yankayaçtan kopartılan parçaların çözeltideki mineraller tarafından çevrelenmesi ile oluşmuştur. Andezit parçalı breşik damar tipi içerisinde andezitik yankayaç parçalarının kuvars ve mangan içerikli kuvars kristalleri tarafından çevrelenmesi şeklinde görülmektedir.

ALTERASYON

Andezitik yankayaçta yer alan damar çevresinde propilitik ve killi alterasyon gözlenmektedir. Genel olarak damarların kenar kısımlarında killi, damar kenarlarının daha uzak kesimlerinde ise geniş yayımlı propilitik alterasyon görülmektedir. Arazide killeşme derecesi çok değişiklik göstermekle birlikte özellikle 'dik damarın' yakın çevreleri ve 'düz damarın' üst kısımları çok kuvvetli olarak bozunmuştur.

Makro olarak propilitik alterasyon killi alterasyona göre daha düşük bozunmuş şiddetinde olup, biyotit ve feldispat mineralleri ayırt edilebilmektedir. Ayrıca propilitleşmiş alanlarda kayaç yeşil renkli görünmekle birlikte yer yer asite (HCl) karşı reaksiyon göstermektedir. Buna karşın killeşmiş alanlar sarımsı kirli beyaz renkli olarak görülür. Feldispat kristalleri ise yer yer yoğun bir şekilde bozunmuştur. Bu örneklerin mikroskobik incelemelerinde ana bileşen olarak plajiyoklaz, piroksen, biyotit, tali bileşen olarak ise epidot, kuvars, titanit, apatit, zirkon ve opak mineraller tesbit edilmiştir. Plajiyoklazlar, piroksenler, biyotitler ve opak mineraller bozunmaya yaygın olarak uğramış birincil minerallerdir. Plajiyoklazlar genelde aşırı derecede tamamen bozunmuşlardır. Bu bozunmalar plajiyoklazlarda serisitleşme, karbonatlaşma, silisleşme, kloritleşme ve kil mineralleri şeklinde görülmüştür. Diğer yaygın fenokristaller ise genelde aşırı derecede veya tamamen bozunmuş özşekilsiz ve yarı özşekilli biyotit ve piroksenlerden oluşmaktadır. Bu mafik minerallerdeki bozunmalar da klorit, serisit, kalsit, demir oksidasyonu ve ince kesitte tanımlanamamış kil mineralleri şeklindedir. Yer yer bazı örneklerde iyi yuvarlaklaşmış ve bazen kemirilmiş şekilde kuvars fenokristalleri de bulunmaktadır. Yankayaçta ilksel dokuları aşırı derecede silis getirimleri ile bozulmuştur. Matris çoğunlukla tamamen kriptokristalin kuvars taneleri oluşacak şekilde ornatılmıştır. Serisit, klorit, karbonat ve nadiren epidot oluşumları ikincil ürünlerdir. Killeşmiş örneklerin kesit incelemelerinde, plajiyoklaz ve mafik minerallerde daha fazla serisit ve kil mineralleri, propilitik örneklerin kesitlerinde ise daha yaygın klorit, karbonat ve demir oksidasyonu görülmüştür. Mikroskobik gözlemlerden elde edilen bu sonuçlar kayaçların makro tamamlamalarındaki özellikleri de desteklemektedir.

Incekesitte tanımlanamayan kil minerallerinin varlığını ortaya koyabilmek için inceleme alanı içerisinde damara yakın bozunmaya uğramış andezitik kayalardan, dört adet yüzey kayaç, altı adet karot olmak üzere toplam on adet örnek alınarak XRD analizi yapılmış ve kil mineralleri ayırt edilmiştir. Örnekler makroskobik ölçekte "propilitleşmiş ve/veya killeşmiş andezit" olarak tanımlanmıştır. Tayin edilen kil mineralleri; kaolinit, illit, klorit, klorit-vermikülit ve simektit' tir (Tablo 2).

Genel olarak arazide propilitleşmiş olarak tanımlanan örneklerde kloritin, killeşmiş olarak tanımlanan örneklerde ise kaolinitin daha fazla olduğu ve illitin her iki türde de yaygın olarak bulunduğu ortaya konmuştur. Simektit bir örnekte yüksek değer gösterirken, diğer örneklerde eser miktarlarda bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre killerin yüzeye yakın kısımlarda, kaolinit- illit miktarının, derine doğru ise, klorit-simektit miktarının arttığı söylenebilir.

andezitik yankayaçlarda 0-700 ppb gibi düşük değerlerdedir. Tüprağ şirketinin almış olduğu detaylı örneklemelerle de, yalnızca 'bantlı damar' tipinden alman örneklerin altın değerleri yüksek olup ortalaması yaklaşık 6 gr/ton olarak belirlenmiştir. Çalışma için toplanan örneklerin azlığı nedeniyle 'bantlı' örneklerin ortalama değerleri arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak ortalama değerinin yüksek olmasından dolayı bu damar tipinde altının zenginleştiğini kanıtlamaktadır. Tablo 3' den de görüleceği gibi damardan alınan örnekler yankayaçlara göre farklı değerler içermektedir. Alman örnek sayısının azlığı nedeni ile değişimin daha iyi görülebilmesi için damarın değişik kesit hatlarından alman tüm örnekler, damarı dik kesecek şekilde, aynı tip örnekler tek bir grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4). Grafikler, altın-gümüş, kurşun-çinko-bakır, arsenik-antimon-civa şeklinde gruplanmış, damar ve yankayaç içerisindeki değişimleri incelenmiştir. Ancak bakır ve civa değerleri, içinde bulunduğu grup içerisinde diğer değerlere

Çizelge 2: XRD kil fraksiyonu çözümleme sonuçları *Table 2: XRD clay fraction results*

	Örnek Numarası	Örnek Yeri	Makroskobik Tanımlama	Sonuçlar
Yüzey Örnekleri	1	74375N 7080E	Killeşmiş Andezit	İllit-Kaolinit
	2	74292N 7250E	Piropilitleşmiş Andezit	Kaolinit-Klorit-İllit
	3	74830N 7950E	Killeşmiş Andezit	İllit-Kaolinit
	4	Küçükdere Köyü	Zayıf Piropilitleşmiş Andezit	Kaolinit-Klorit-İllit
Karot Örnekleri	KD21	75378N 8020E 18.5 m	Killeşmiş Andezit	Kaolinit-İllit-(Klorit Vermikülit)
	KD21	75378N 8020E 82.5 m	Piropilitleşmiş Andezit	Simektit-Klorit-İllit-Kaolinit
	KD58	74925N 8020E 82.5 m	Piropilitleşmiş ve Zayıf Killi Andezit	Kaolinit-Klorit-İllit
	KD58	74925N 7658E 11 m	Killeşmiş Andezit	Kaolinit-İllit-(Klorit-Vermikülit)
	KD41	74780 N 77624E 12.5 m	Piropilitleşmiş Andezit	(Klorit-Vermikülit) İllit-Kaolinit
	KD37-A	74954 N 7827 E 19 m	Killeşmiş Andezit	Kaolinit-İllit-Klorit+- Simektit

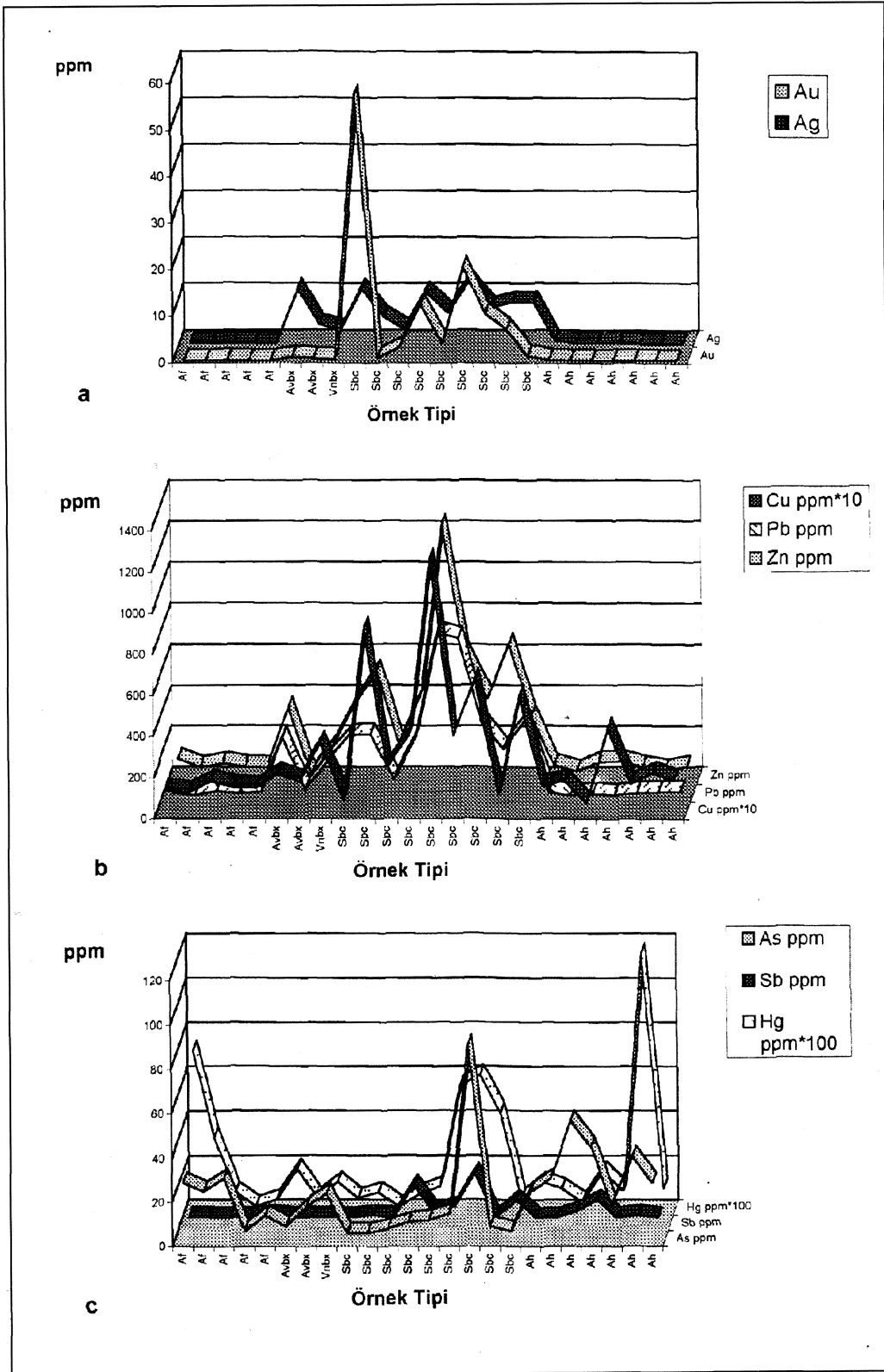
DAMARLARIN JEOKİMYASI

Cevherleşme ve yankayaç içerisindeki element dağılımlarını incelemek amacıyla damar ve yankayaçı temsil eden toplam 24 adet yüzey kayaç örnekleri alınmıştır. Örnekler Karayanık Tepe, Karayanık Tepe güneyi, Germe Tepe ve Germe Tepe doğusunda bulunan damarlardan kesitler boyunca alınarak, elementlerin damar ve yankayaç içerisindeki değişimleri incelenmiştir. Alman örnekler 8 element için analiz ettirilerek, sonuçları içerdikleri orana göre ppm cinsinden saptanmıştır (Tablo 3).

Bantlı damar¹ (Sbc) tipinden alınan örneklerde, altın değerleri yaklaşık ortalama 12 ppm gibi yüksek değerlerde elde edilirken, diğer damar tiplerinde ve

göre çok düşük görüldüğünden değişimin daha iyi görülebilmesi için grafik üzerinde bakır değerleri 10 katı, civa ise 100 katı olarak ele alınmıştır. Altın ve gümüş değerleri yalnızca damar içerisinde yüksek değerler göstermektedir (Şekil 4). Damardan yankayaça doğru gidildikçe altın ve gümüş değerleri görülmemektedir. Kurşun, çinko, bakır da (Şekil 4) damar içerisinde zenginleşmiş, ancak sonuçları açısından damar içerisinde düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Civa hareketli bir element olması nedeni ile damar ve bozunmuş yankayaç içerisinde farklı değerler göstermektedir. Arsenik ve antimon damar ve yankayaçlarda düşük oranlarda içerildiğinden damar ve yankayaç içerisindeki değişimleri açık olarak ortaya konamamıştır (Şekil 4).

KÜÇÜKDERE (HAVRAN-BALIKESİR) ETİTERMAL ALTIN DAMARININ ÖZELLİKLERİ



Şekil 4a: Au, Ag, b.Cu, Pb, Zn c.As, Sb, ve Hg değerlerinin damar ve yankayaç içerisindeki Değişimi (Çolakoğlu, 1993)

Figure 4a: Au, Ag, b. Cu, Pb, Zn c. As, Sb, and Hg values in vein and waUrocks.

Çizelge 3: Damar ve yankayaçlardan alınan örnek- lere ait eser element analizleri.

Table 3: Trace element analyses of samples collec- ted from vein and wall-rocks.

Örnek Numarası	Örnek Tipi	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm*10	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Hg ppm*100
115351	Af	0,11	0,2	121	29	106	28	5	73
115361	Af	0,01	0,1	114	16	66,9	24	5	34
115369	Af	0,068	0,1	168	37	88,1	30	5	9,4
115385	Af	0,056	0,2	142	25	69,1	6	5	3
115388	Af	0,03	0,1	135	33	66,1	13	6	6
115353	Avbx	0,77	11,7	203	297	360	8	5	20
115359	Avbx	0,46	4,1	167	43	32,3	17	5	6,6
115352	Vnbx	0,28	2,8	355	183	174	23	5	14
115355	Sbc	57	11,8	77	307	377	5	5	6,6
115362	Sbc	0,57	5,7	916	313	540	5	6	9,4
115365	Sbc	2,8	3	239	92	179	7	5	2,8
115366	Sbc	12	11	394	290	430	10	20	8,5
115368	Sbc	3,7	6,6	1250	807	1250	11	7	12
115372	Sbc	20	13,4	387	783	623	14	10	57
115377	Sbc	10	7,7	664	373	402	90	25	62
115383	Sbc	6,7	8,9	105	239	670	8	5	45
115386	Sbc	0,97	8,9	584	386	320	6	13	6,5
115357	Ah	0,15	0,7	144	33	78,8	24	5	14
115358	Ah	0,041	0,1	173	17	49,2	30	5	11
115363	Ah	0,065	0,3	62	24	92,5	56	8	4,7
115364	Ah	0,076	0,1	426	16	97	44	13	19
115378	Ah	0,026	0,1	157	28	68,1	18	5	9,9
115381	Ah	0,017	0,1	208	30	52,8	40	6	117
115387	Ah	0,07	0,1	171	34	70,3	28	5	11

CEVHER MİNERALOGİSİ

Cevher mikroskobisi sadece 18 adet 'bantlı' örneklerden hazırlanan parlatmalarda incelenmiştir. Parlak kesit incelemelerinde kuvars ve karbonat yaygın olarak bulunan gang mineralleridir. Bu minerallerle birlikte yaygın olarak mangan mineralleri ve daha az oranlarda ise kalkopirit, kalkosin, bornit, kovellin, manyetit, fahlerz, sfalerit, rutil ve altın gözlenmiştir. Mangan mineralleri piroluzit ve man- ganit olarak tesbit edilmiştir. Piritin yaygın bozun- ması sonucu hematit ve limonit oluşmuştur. Cevher mikroskobisi çalışmalarında altın genelde 1-5 mikron boyutunda gözlenmiştir. Altın partikülleri çok ince taneli olarak kuvars ve karbonatlar içinde kapanım veya kırık ve çatlakların kenar kısımlarında serbest olarak gözlenmiştir ve özşekilsizdirler. Piritlerin genel olarak diğer minerallere göre daha fazla içerildiği ve daha iri (100-300 mikron) kristalli oldukları gözlenmiştir. Yüzeiden alınan örnek-

lerinde piritler yaygın olarak limonitleşme göster- mektedir. Bu piritler kısmen yarı kısmen ise tam olarak limonitleşmiştir. Tesbit edilen diğer mine- raller ise kapanım olarak, birbirlerinin içlerinde gelişerek oluşmuştur. Ayrıca damarın yüksek altın içerikli bantlı damar tipinden (Sbc) alınan ve Mintek Laboratuvarına gönderilen örneklerin SEM-EDAX incelemelerinde aşağıdaki mineraller tesbit edilmiştir.

Yangın	Kuvars - (SiO ₂)	Piroluzit - (MnO ₂)
Ana	Kalsit - (CaCO ₃)	Pirit - (FeS ₂)
Mineraller	Manganokalsit - (Ca, Mn) CO ₃	Hematit - (Fe ₂ O ₃)
	Manyetit - (Fe ₃ O ₄)	Lepidokrokkit - (FeOOH)
	Ortoklaz - (KAlSi ₃ O ₈)	Götüt - FeO(OH)
Eser	Galen - (Pbs)	Kuprit - (Cu ₂ O)
Mineraller	Sfalerit - (ZnS)	Tenorit - (CuO)
	Rutil - (TiO ₂)	Dijenit - (Cu ₅ S ₂)
	Altın - (Au)	Kovellin - (CuS)
	Kalkopirit - (CuFeS ₂)	Bornit - (CuFeS ₄)
	Dioplas - (CuSiO ₂) (OH) ₂	Embolit - Ag (Cl, Br)

KÜÇÜKDERE (HAVRAN-BALIKESİR) ETİTERMAL ALTIN DAMARININ ÖZELLİKLERİ

SONUÇLAR

Küçükdere altm yatağı damar olarak, porfirik dokulu andezitik bir kütle içerisinde yer almış ve yüzeye yakın kısımlarda zenginleşmiştir. Damar göstermiş olduğu eğime göre 'dik' ve 'düz damar' olarak adlandırılmış ve K45°D yönlü olarak uzanmaktadır. Damarlar dokusal özelliklerine göre farklılıklar göstermektedirler. Bunlar 'andezit parçalı breşik damar', 'breşik damar', 'bantlı damar' ve 'karbonat damarı' olarak ayrılmıştır. Ayrıca boşluk içerisinde gelişmiş doku türleri olarak kokart dokuları, tarak dokuları, bantlı dokular ve breş dokuları oluşmuştur. Bu dokularla birlikte küçük boşluklar ve cepler de mevcuttur. Bu tür dokular tipik epitermal dokulardır (Kutina ve Sedlackova, 1961).

'Bantlı damar' altm içeriği açısından en zengin damar tipidir. Altın, kuvars ve karbonatların kontaklarında serbest taneler veya bu minerallerin içlerinde kapanım olarak bulunur. Damarda altın ve gümüş ana ekonomik metal iken, Hg, As, Sb, Cu, Pb, Zn gibi elementler eser olarak bulunurlar. Kuvars ve karbonatlar damarın ana gang mineralleridir.

Silisleşme, killeşme, serisitleşme ve propilitişme inceleme alanında ayırt edilmiş bozunma türleridir. Silisleşme esas olarak damarda görülmekle birlikte, mikroskobik olarak andezitik ana kayacın hamurunda da gözlenir. Killeşme, kuvvetli bozunmuş olarak 'dik damarın' yakın kısımlarında ve özellikle 'düz damarın' üst kısımlarında görülmüştür. Propilitik bozunma silisleşmiş damarı ve killeşmiş kayaları çevreleyecek şekilde, geniş yayılırdı olarak dış zonlarda görülmektedir. Serisitleşmenin ise, killeşmiş ve propilitikleşmiş örneklerin her iki türünde de yaygın olarak bulunduğu ortaya konmuştur.

Dünyada bilinen epitermal altın yataklarının karakteristik özellikleri bilinmektedir. Buna göre bu yataklar normal faylar, tansiyon kırık sistemleri, ve çekme tektoniğinin iyi gelişmiş olduğu alanlarda, boşluk dolgusu şeklinde, yaygın olarak damarlarda oluşmuş, altın ve gümüş'ün ekonomik değerli metal olarak işletildiği yataklar olarak belirlenmiştir. Bu yataklarda kuvars ve kalsit ana gang mineralleridir. Değerli metal mineralleri sık olarak silisleşmeyle birlikte oluşmuşlardır. Bu silisleşme illit-serisit ve

kil alterasyonlarıyla çevrelenmişler ve tüm bu bozunmalar daha geniş bir alanda, propilitik bir bozunma içerisinde yer almaktadır (Heald, R, ve diğ., 1987).

Tüm bu özellikler dikkate alındığında Küçükdere altm yatağı epitermal olarak oluşmuş olup, ekonomik altın ve gümüş içermektedir.

KATKI BELİRTME

Yazar, çalışmalarını sırasında XRD ve ICP analizlerinin yurt dışında yapılmasına olanak sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen TÜPRAG (Tüprag Metal Madencilik Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi) yetkililerine ve ayrıca çalışmaların çeşitli aşamalarındaki bilimsel görüşlerinden ve eleştirilerinden dolayı Prof. Dr. Berkin SALANCI ve Yrd. Doç. Dr. Yurdal GENÇ'e teşekkür eder.

EXTENDED SUMMARY

Küçükdere (Havran-Balıkesir) gold vein is situated in the western part of the Turkey. This mineralization shows the characteristics of the epithermal type of the deposits. Mesozoic Limestone, Tertiary Andesite, Basalt and Quaternary Alluvium form the lithologic units in the study area.

Mineralogy and petrography of the Küçükdere gold vein and its structural and textural specifications have been investigated. Gold mineralization is in a N 45° E trending vein, which is hosted by a porphyritic andesite stock. The gold vein has structurally been classified as main and flat vein in respect to the various dips. The main vein dips from vertical to 60° to the southeast, the flat vein dips horizontally 25°-30° to the northwest.

The vein has been classified as 'andesite vein breccia', 'Vein breccia', 'massive carbonate' and 'banded vein' according to the textural specifications. Banded vein is the most significant mineralized vein type. Gold and silver in the Küçükdere vein are the economic metals; however Hg, As, Sb, Cu, Pb, Zn are trace in the vein. Main gangue minerals are quartz and carbonate (calcite, ankerite). Manganese and pyrite are present in low amounts. Gold occurs as free particles at the contacts of quartz and carbonate or as inclusions, within these minerals.

Silicification, argillization, sericitization and propylitization are the significant alteration types for the vein and the wallrock. Argillic and propylitic alteration envelopes to silicified vein; whereas sericitic alteration are very common in both argillic and propylitic samples. Small open spaces, cockscomb texture, cockade texture, banded texture and breccia texture occurred in the vein as the type of open space filling texture.

Geologic, mineralogic and petrographic observations show that the gold mineralization in the study area were emplaced under low temperatures (epithermal) conditions, in a zone of structural weakness, related to the regional tectonic framework.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1978; Kırkağaç-Soma (Manisa), Savaştepe-Korucu-Ayvalık (Balıkesir), Bergama (izmir) civarının jeolojisi. M.T.A. Enst. Derleme Rap. no.6432, yayınlanmamış.

Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B., 1973, Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri Kitabı, 70-76, ANKARA

Çolakoğlu, A.R., 1993, Küçükdere (Havran-Balıkesir) Altın Damarının Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi. H.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Yük. Müh. Tezi. 62s. (yayınlanmamış).

Dowling, K. ve Morrison G., 1989, Application of quartz textures to the classification of gold deposits using North Queensland examples: Econ. Geol. Mon. 6, p. 1048.

Ercan, T., Günay, E. ve Türkecan, A., 1984, Edremit Korucu yöresinin Balıkesir Tersiyer stratigrafisi, magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu: T.J.K. Bült., 27, 1, 21-30.

Ercan, T, Ergül, E., Akçaören, E, Çetin, A., Granit, S. ve Asutay, J. 1990, Balıkesir- Bandırma arasındaki Jeolojisi, Tersiyer Volkanizmasının Petrolojisi ve bölgesel yayılımı: M.T.A. Derg., 110, 113-130.

Heald, P., Foley, N.K. ve Hayba, D.O., 1987, Comparative Anatomy of Volcanic-Hosted

Epithermal Deposits: Acid-Sulfate and Adularia-Sericite Types. Econ. Geol. Vol.82., p.1-27.

Kutina, J. ve Sedlackova, J., 1961, The role of replacement in the origin of some cockade textures. Econ. Geol. 56: p.149-176.

Tüprag, 1991, Küçükdere altın damarı şirket içi raporu (Yayınlanmamış).

Kısaltmalar: Af: Damarın alt tarafından alınan andezit, Ah: Damarın üst tarafından alınan andezit, Avbx: Andezit parçalı breşik damar, Vnbx: Breşik damar, Sbc: Bantlı damar, C: Karbonat

0

Makalenin geliş tarihi: 09.05.2000

Makalenin yayma kabul edildiği tarih: 24.08.2000

Received May 09, 2000

Accepted August 24, 2000