

## İZMİR-KARŞIYAKA ALTINTEPE VE ÇİLEKTEPE SEKTÖRLERİNİN JEOLJİSİ, PETROGRAFİSİ VE DEĞERLİ METAL CEVHERLEŞMELERİ

I. Sönmez SAYILI\* ve Şener GONCA\*\*

ÖZ.- İzmir-Karşıyaka Sancaklı köyü güneybatısındaki Altıntepe ve Çilektepe'de yapılan jeoloji, mineraloji ve cevher mikroskobu çalışmaları sonucunda inceleme alanında dasitik tuf ve lavlar ile Silisleşmiş dasitik lavlar, biyotit-hornblend dasit adı verilen asidik volkanik kayalar ile andezitik lav, tuf ve aglomeralar ve andezit daykları ayrılanmıştır, incelemeler sahada iki farklı tip cevherleşme olduğunu göstermektedir. Birinci tip, Altıntepe (Arapdağ) sektöründe Silisleşmiş dasitik lavlar içinde tansiyon çatlakları içine yerleşmiş ve kuvars damarlarına bağlı olarak izlenen altın ve gümüş cevherleşmeleridir, ikinci tip ise Çilektepe (Çerkeskaya veya Pilavtepe) sektöründeki dasitik tuf içerisine dağınık olarak yerleşmiş ve hidrotermal alterasyonlara bağlı cevherleşmeleridir. Altın mineralizasyonları, çıkış kanalları silis jelleri tarafından tıkaçlanan dasitik tüfler içinde dissemine ve ağsal biçimde gelişmiştir. Volkanizmanın bölgesel verilerle ortaya konan yaşı Geç Oligosen ile Orta Miyosen arasındadır, içinde cevherleşme bulunmayan ve cevherleşmeden sonra oluştuğu düşünülen Biyotit-Hornblend Dasitlerde  $14.7 \pm 0.5$  milyon yıllık yaş verisi dikkate alındığında cevherleşmelerin Orta Miyosen içinde oluştuğu görüşü ağırlık kazanmaktadır.

### GiRiŞ

Son yıllarda dünyanın bilinen altın rezervlerinin giderek azalmasına paralel olarak altın fiyatlarının 1980-1990 yılları arasında hızla artması ve düşük tenörlü yataklardan altın ve gümüşün elde edilmesi için geliştirilen yeni teknolojiler, değerli metal aramalarına hız vermiştir. Aramalara başlamak için gerekli ön koşullar özetle ısıtıcı kaynağın varlığı, bölgesel ve küçük ölçekli fay ve kırık sistemleri, sıcak su çıkışları, başta Tersiyer yaşlı volkanik kayalar olmak üzere cevherleşmenin yerleşmesine uygun ana kaya ve tektonik ortamlar olarak verilebilir. Tüm bu koşullara bağlı olarak geliştirilen modeller dünyanın belirli bölgelerini ve bu arada Türkiye'yi de aramalar açısından önemli alanlardan biri haline getirmiştir. Batı Anadolu'da eskiden beri bilinen altın zehir ve yataklarının yeniden ele alınması gündeme gelmiş ve bu nedenle de 19. yüzyıl sonunda işletilmiş bulunan İzmir-Arapdağ altın içerikli kuvars damarları ve civarı son yıllarda ayrıntılı jeolojik, mineralojik incelemelere konu olmuş ve oluşum modeli açısından irdelenmeye çalışılmıştır.

Bu makale, 1990 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılan saha çalışmalarına dayanarak İzmir-Karşıyaka-Altıntepe ruhsat alanı içindeki altın içeren kuvars damarları ve ona komşu Çilekte-

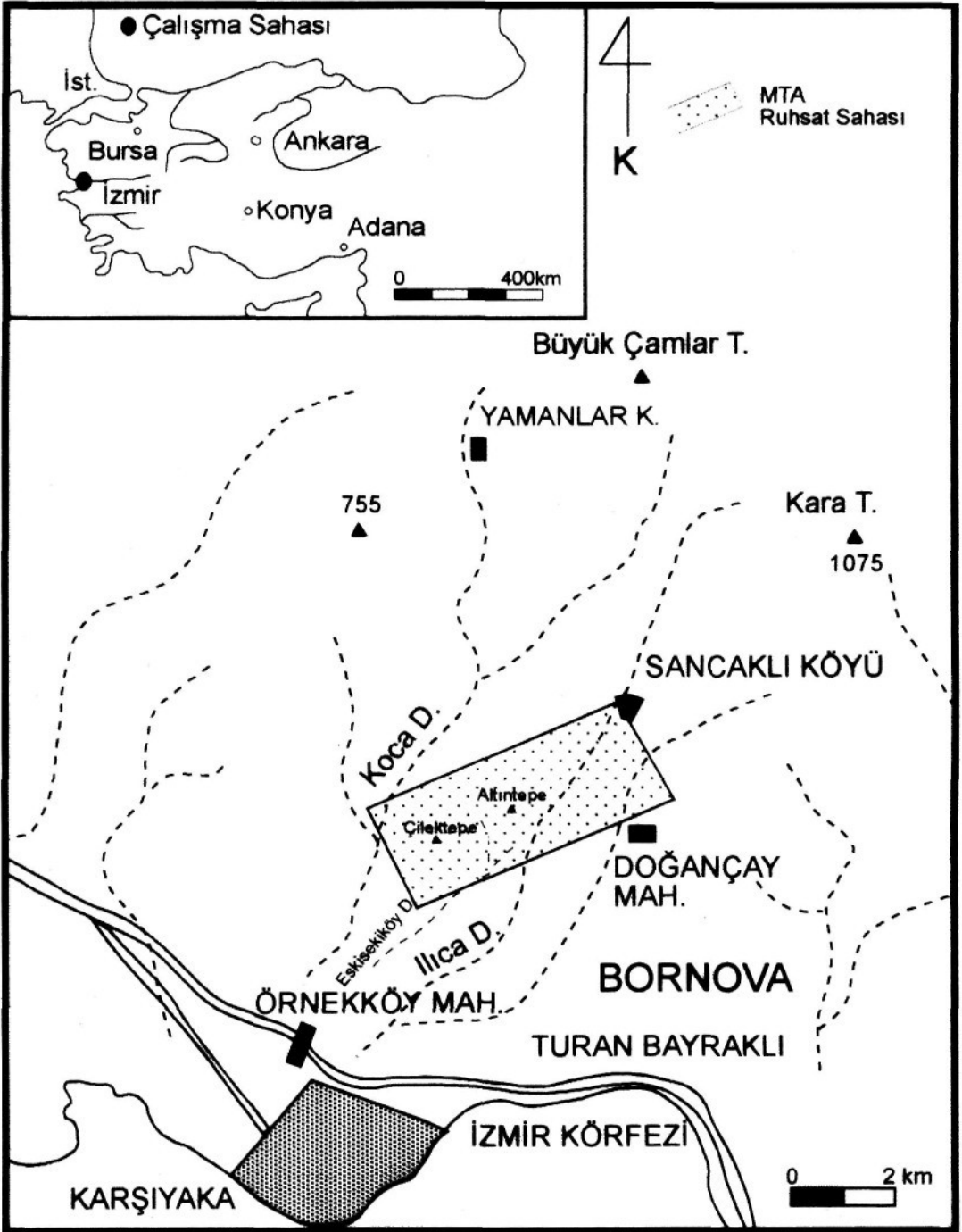
pe sahasında yüzey ve sondaj örneklerinde yapılan jeolojik, petrografik ve mineralojik incelemelerin ve cevherleşme hakkında elde edilen verilerin sunulmasını ve cevherleşmeler hakkında yorumlar yapmayı amaçlamaktadır.

inceleme alanı, İzmir ili Karşıyaka ilçesi, Sancaklı köyü güneybatısında bulunmakta olup, İzmir K 18 d 3 1:25 000 lik pafta içinde yer almaktadır. Cevherleşmeler Karşıyaka'nın 5-6 km kuzeyinde Ilıca dere, Koca dere ve Eski Sekiköy dere civarında, Altıntepe (Arapdağ) ile Çilektepe (Çerkeskaya veya Pilavtepe) mevkilerinde bulunmaktadır (Şek. 1).

inceleme alanı içinde ve civarında yapılan çalışmalarla volkanitler ve onların yaşlarını da içine alan stratigrafik istif ortaya konmaya çalışılmıştır (Dora, 1964; Borsi ve diğerleri, 1972; Düzbastılar, 1976; Akyürek ve Soysal, 1978; Kaya, 1978; Kaya ve Savaşçın, 1981; Kozan ve diğerleri, 1982; Ercan ve diğerleri, 1983, 1984a ve 1984b, Akdeniz ve diğerleri, 1986; Ejima ve diğerleri, 1987; Kissel ve diğerleri, 1987; Eşder ve diğerleri, 1991, Türk-İtalyan Ortak Projesi; 1991; Ercan ve diğerleri, 1997; Seyitoğlu ve diğerleri, 1997; Dönmez ve diğerleri, 1998; Kaya, 1999). İzmir-Karşıyaka civarındaki Yanmanlar volkanitlerinin içindeki değerli metal cevherleşmeleri de mineralojik-petrografik incelemeler,

\* Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler-Ankara.

\*\* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, İzmir Bölge Müdürlüğü, Bornova-İzmir.



Şek. 1- İnceleme alanı yer bulduru haritası.

jeokimyasal çalışmalar, oluşum biçimi ve rezerv/töner hesaplamalarına yönelik çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Weiss, 1895; Atabek, 1944; Molly, 1956; Vural, 1962; Higgs, 1962; Izdar, 1962; Dora, 1964; Dora, 1970; Çelik ve Dayal, 1976; Alpan, 1986; Gonca, 1990; Sayılı ve diğerleri, 1990 ve Türk-İtalyan Ortak Projesi; 1991).

## BÖLGESEL JEOLJİ

Bölge geniş anlamda kuzeyden Sakarya kıtasının, doğu-güneydoğudan Menderes masifinin arasında uzanan İzmir-Ankara zonunun (Brinkmann, 1966) içinde yer almaktadır.

inceleme alanındaki cevherleşmelerin içinde bulunduğu ve geniş bir bölgede yaygın olarak izlenen volkanik kayalar Dora (1964) tarafından dasitik volkanitler, andezitik volkanitler ve andezit daykaları olmak üzere üçe ayrılmıştır. Daha sonra söz konusu volkanitler Akdeniz ve diğerleri (1986) tarafından "Yamanlar volkanitleri" içine dahil edilmişlerdir. Dönmez ve diğerleri (1998) ise cevher içeren volkanitlere "Altintepe volkanitleri" adını vermişlerdir. Bu volkanitler inceleme alanı yakın çevresinde "izmir flişi" (Öngür, 1972) üzerine gelmektedir, izmir flişi ilk kez Dora (1964) tarafından "Kristalin şistler" olarak tanımlanmış ve fillit, killi şist ve bunlarla ardalanmalı zayıf metamorfik kuvarsit, grovak ve çok az metamorfize olmuş arkoz birimleri olarak haritalanmış ve yaşı Paleozoyik olarak kabul edilmiştir. Daha sonra bu birim Oğuz (1966) tarafından yapılan bölgesel korelasyonlar sonucu Üst Kretase yaşlı "fliş topluluğu" olarak tanımlanmıştır. Bu flişin tümüyle yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kloritşist, fillit, metakumtaşı, albit-epidotşist, aktinolitşist, spilit, çörtlü kireçtaşı ile meta-konglomera ve karbonlu şistler ve diğer bazı şistlerden oluştuğu ve içinde Permiyen, Triyas, Jura, Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ile serpantinitle ekzotik bloklar halinde bulunduğu belirtilmektedir. Bu birim Dönmez ve diğerleri (1998) tarafından Mestrişiyen-Daniyen yaşlı "Bornova karmaşığı" olarak adlandırılmıştır.

Yamanlar volkanitleri, Bornova'nın doğusunda, Akdeniz ve diğerleri (1986) tarafından tanımlanan Belkahve formasyonu veya Dededağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Belkah-

ve formasyonu yer yer belirgin fliş karakteri taşıyan ve içinde kireçtaşı blokları olan kırıntılı kayalardan meydana gelmiş olup bunlar çakıltaşı-kumtaşı şeylman ve killi kireçtaşı ardalanması ile bunlar içerisinde kireçtaşı blokları ve yerel olarak da radyolarit, grovak, tuf, spilit ve küçük serpantinitle kütleleri içermekte olup yaşı Kampaniyen-Paleosen olarak kabul edilmiştir. Yamanlar volkanitleri Bornova'nın kuzeyinde ve Karaçam dolaylarında ise Vişneli formasyonu ile yanall ve düşey geçişlidir. Bu formasyon; çakıltaşı, kumtaşı, kilitaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan kırıntılı kayalar topluluğudur ve diğer bölgelerdeki eşlenikleri ile korele edilerek Orta ile Üst Miyosen yaşında kabul edilmektedirler. Vişneli formasyonu Soma havzasındaki Soma formasyonunun (Akyürek ve Soysal, 1978) karşılığıdır. Menemen civarında, izmir flişi üzerine gelen Soma formasyonunun üst seviyelerinin ise bu volkanizmanın ürünleri olan tuf ve tüfitleri ile arakatlı olduğu belirtilmektedir (Nebert, 1978). Yamanlar volkanitlerinin üzerine Akdeniz ve diğerlerine göre (1986) genellikle Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları uyumsuzlukla oturmaktadır. Dönmez ve diğerleri (1998) ise Bornova karmaşığının üzerine uyumsuzlukla oturan Altintepe volkanitlerini Kuzeybatı Anadolu'daki Hallaçlar formasyonunun eşdeğeri olarak düşünmüşler ve Oligosen-Erken Miyosen yaşlı olduklarını kabul etmişlerdir. Bu volkanitlerin üzerine Erken Miyosen yaşlı Aydınlar volkanitleri ve onun üzerine de açısall uyumsuzlukla Soma grubu gelmektedir. Bornova'nın kuzeydoğusunda ise bu kayaların üstünde Alt Pliosen yaşlı olduğu belirtilen (Akdeniz ve diğerleri 1986) Yaka formasyonuna ait yer yer Silisleşmiş gösel kireçtaşları yer almaktadır. Bu da çökeltme ortamına silis getiren volkanizmanın pek uzak olmadığını işaret etmektedir.

## JEOLJİ VE PETROGRAFI

inceleme alanında, 1:5000 ve 1:2000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak 1:5000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır. Çalışma sahasında bulunan 2, 4, 6, no.lı galerilerin (G-2, G-4, G-6) tümü ve girilebilir durumda olan diğer galerilerin 1:500 ve 1:200 ölçekli yer altı jeoloji haritaları yapılmıştır. Yer üstü ve yer altından alınan kayaç örneklerinin ince kesit

ve parlatmaları incelenmiştir.

inceleme alanının dışında kalan, bu nedenle haritada gösterilemeyen izmir flişine ait fliş formasyonu yöredeki en alt birimi oluşturmaktadır. Bu birim üzerine ise alttan üste doğru sırasıyla dasitik tuf ve onlarla eş yaşlı silis jelleri (hidrotermal breşleşmeler) gelmektedir. Bunların üzerinde ise dasitik lav ile onların aşırı derecede silisleşme, serisitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, turmalinleşme ve breşleşmesiyle oluşmuş olan Silisleşmiş dasitik lavlar ve daha sonrada biyotit-hornblend dasitler yer almaktadır. Bu asidik volkanizma biraz bazikleşerek ortaç karakterli andezitik tuf ve aglomeralar ile genç andezit dayklarını oluşturmuştur (Şek. 2 ve 3). Bu dizi, Dora (1964) tarafından belirtilen dizi ile çok uyum içindedir. Türk-İtalyan Ortak projesi sırasında alman örneklerden yapılan tüm kaya K/Ar yöntemi yaş tayinlerine göre biyotit-hornblend dasit ve andezitler  $14.7 \pm 0.5$  milyon yıl, genç andezit daykları ise  $18.9 \pm 0.4$  milyon yıl gibi yaşlar vermiştir. Bu daykların dasit ve andezitlerden daha yaşlı çıkmasının nedeni argon absorpsiyonu ile ilgili olduğu ifade edilmektedir. Böylece volkanizmanın Orta Miyosen yaşlı olduğu ileri sürülmektedir.

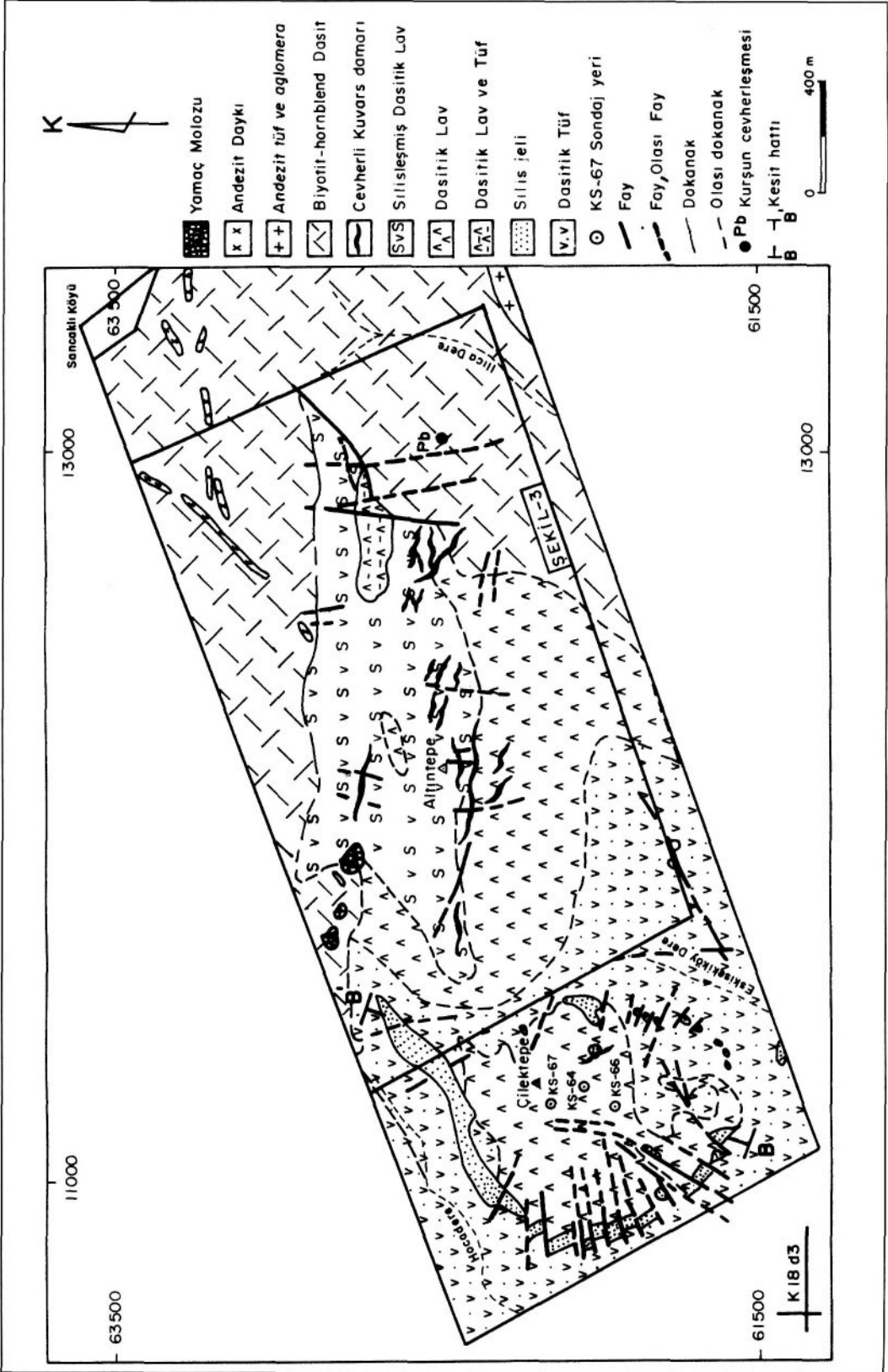
Fliş birimine ait kayaçlar Ilica dere içinde yer alan F.VII no.lu filon (damar) içinden alınan oluk örneklerinde izlenmektedir. Yapılan mikroskopik incelemelerde kömürsü materyaller içeren kuvars-serisit-klorit şist ve bitümlü şist kayaç parçalarına rastlanılmıştır. Bu kayaçlar çok ufak parçalar halinde oldukları için sahada tespit etmek çok zordur ancak yapılan sondajlarda bu tip flişe özgü kaya parçaları bulunabilmektedir.

*Dasitik tuf.* - Dora (1964) tarafından "kristal tuf" diye adlandırılan bu birim inceleme alanının batısında Çilektepe sektöründe ve Eski Sekiköy dereinde izlenmektedir. Hidrotermal ayrışmadan etkilendiğinden kırı beyaz, bej ve açık sarı renklidir. Ancak taze örneklerde açık gri ve gri renkler bulunduğu görülmektedir. Kayaç genel olarak küçük boyutlu ve köşeli birincil kuvars kristalleri, Silisleşmiş kayaç parçaları, hidrotermal kuvars parçaları, kumtaşı parçaları ve tektonizmadan etkilenmiş fillosilikat fenokristallerinden oluşmuştur. Kayacın matrisinin ise çok

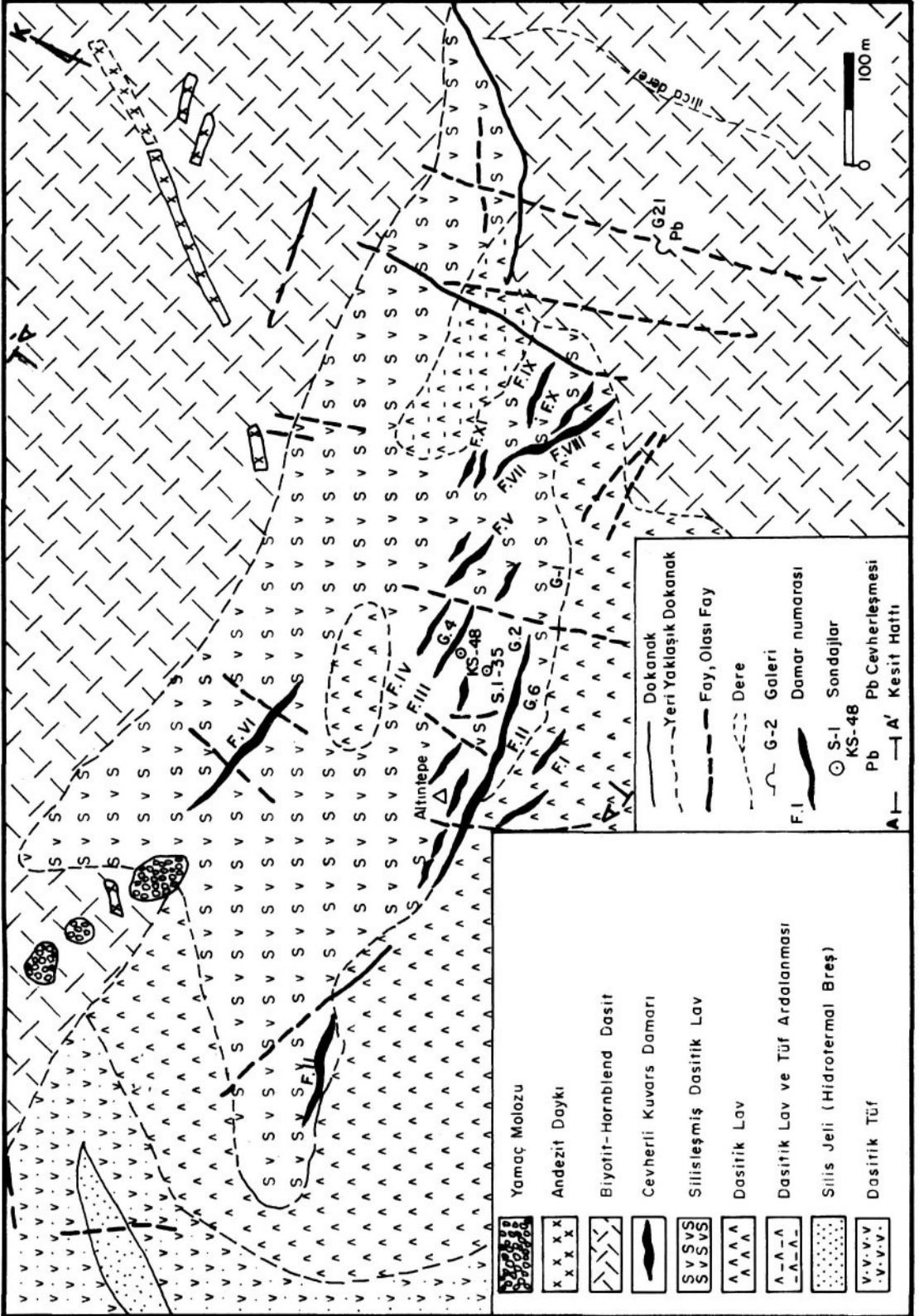
küçük boyutlu serisit, biyotit ve kloritler ile kil minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. Cevherleşmeden etkilenmiş kesimlerinde mikaların opaklaştığı, matrisin daha koyu bir renk aldığı belirlenmiştir. Ayrıca tüflerde breşimsi kesimler de izlenmektedir. Tümüyle Silisleşmiş olan dasitik tüflerde birincil kökenli irili ufaklı kuvars fenokristalleri ile Silisleşmiş volkanik kayaç parçaları görülmektedir. Bunların, hidrotermal ve rekristalize kuvars parçaları, mikrokriptokristalin silis oluşumları ve çok küçük opak minerallerinden oluşmuş bir matris içinde yer aldığı gözlenmektedir.

*Dasitik lav ve Silisleşmiş dasitik lav.* - inceleme alanının Altıntepe ve Çilektepe bölgelerinin üst seviyelerinde izlenirler. Açık gri ve açık mor renktedirler. Silisçe doymun viskoz lavların, kısa ve kalın lav akıntıları şeklinde tıkaç domları olarak oluştuğları belirtilmiştir (Dora, 1964 ve Gonca, 1990). Kayaçların çatlaklarında genellikle hematit, limonit ve kaolenleşmiş feldispatlar izlenmektedir. Bu mineraller kayaca gri, kahverengi, kırmızı, kırı beyaz ve mor renk karmalarından oluşan alacalı bir görünüm kazandırmaktadır. Porfirik doku hemen göze çarpmakta olup iri kuvars, oligoklaz-andezin türü plajiyoklazlar başta olmak üzere bir miktarda kloritleşmiş, opaklaşmış ve karbonatlara dönüşmüş biyotit ve hornblend fenokristallerinin camı ve opak minerallerce zengin bir matris içinde bulunduğu görülmektedir. Kayacın tektonik etkilere maruz kaldığı, içinde ince ve süresiz çatlak ve kırıklara sahip olmasından ve bunların opak minerallerce doldurulmuş olmasından ve fenokristallerin de kırılarak aralarına yine opak minerallerin girmesinden anlaşılmaktadır.

Dasitik volkanizmanın merkezini oluşturan Altıntepe'de hidrotermal faaliyetler sonucu ileri derecede silisleşme, karbonatlaşma, serisitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, prehnitleşme ve turmalinleşme meydana gelmiştir. Lavların gösterdikleri bu özellikler ve makroskopik ve el örneği düzeyinde yoğun silisleşme nedeniyle sertleşmesinden dolayı, bu özellikler sunan kesimleri Silisleşmiş dasitik lav olarak adlandırılmıştır. Bunlar gri-yeşil, ve maviye çalan renklere ve camı kırılma özelliğindedir. İnce kesit incelemelerinde diğer lavlarda izlenen mineral-



Şek. 2- İzmir-Karşıyaka Altın-tepe ve Çilektepe sektörleri jeoloji haritası ve cevherleşmeleri (Gonca, 1990'dan değiştirilerek alınmıştır). Cevherli kvars damarları abartılarak çizilmiştir.



Şek. 3- Altıntepe sektörü jeoloji haritası ve cevherleşmeleri. Cevherli kuvars damarları yine abartılarak çizilmiştir.

lerin yanı sıra hidrotermal kuvarslarca yer yer zenginleştikleri ve çok küçük turmalin kristalcikleri ve hatta yer yer Dora'nın da (1964) belirttiği gibi turmalin güneşleri de içerdikleri belirlenmiştir.

*Biyotit-hornblend* dasit.-Sahanın kuzeydoğu ve güneydoğusunda geniş alanlar kaplamakta olup Dora (1964) tarafından yapılan modal analiz sonuçlarına ve mikroskobik incelemelerimize göre biyotit-hornblend dasit olarak adlanmaktadır. Dasitik volkanizmanın en son evresini oluşturan bu birim ile volkanizmanın bu evrede daha bazikleşmekte olduğu anlaşılmaktadır. Taze kesimleri genel olarak yeşilimsi kahverenkli. Yüzeysel alterasyona uğramış kesimlerde ise sütlü kahverengi bir renk kazandıkları ve bozunmadan dolayı ufalanmaya başladıkları görülmektedir. Porfirik dokusu dikkat çekicidir. Taze örneklerde kloritleşmenin ve silisleşmenin egemen olduğu camsı mikrolitik hamur içinde kuvars, feldispat, biyotit ve amfibol fenokristallerinin görüldüğü belirlenmiştir. Plajiyoklazları genellikle andezin cinsinden olup zonlu yapılar sergilemektedir. Çatlaklarında karbonat dolgular görülmektedir. Altere olanlarında ise amfibollerin kuvars, karbonat ve opak minerallere dönüştüğü, biyotitlerin opaklaştığı ve kloritleştiği, feldispatlarının da killeştiği saptanmıştır. Matriksin de kaolenleşme, kloritleşme, serisitleşme ve silisleşmeye uğradığı görülmektedir.

*Andezitik tüf ve aglomera.*- inceleme alanının doğu kesiminde gözlenmektedir. Tüfler bantlaşma göstermekte, aglomeralar ise genellikle lavlar biçiminde ve cüruf aglomeraları şeklindedir. Büyük köşeli andezit blokları bazen şist ve dasit kayaç parçalarını da içerirler. Andezit lavları çok belirgin bir akma dokusu gösterirler, ince kesitlerde iri ve daha küçük boyutlu plajiyoklazlar, küçük boyutlu piroksen, biyotit ve amfibol fenokristallerinin yarı camsı yarı mikrolitik bir matriks içinde bulunduğu gözlenmektedir. Labrador ile andezin türünde oldukları belirlenen plajiyoklazlar zonlu ve ikizli yapılar sunmaktadır. Piroksenler matriks içinde de izlenmekte olup yer yer epidot ve amfibollere, amfiboller ise epidotlara ve opak minerallere dönüşmüşlerdir.

*Genç andezitik dayklar.*- Bu tür dayklar sahanın kuzey doğusunda yaygın olup en büyüğü San-

caklı köyünün kuzeybatısı ile Altıntepe arasında en fazla 5 metre kalınlıklara ulaşarak uzanmaktadır, İri plajiyoklazlar, bol piroksen az biyotitten oluşan fenokristallerin plajiyoklaz, piroksen, biyotit ve kloritten oluşan ve opak minerallerin de izlendiği bir matriks içinde bulunduğu yapılan mikroskobik çalışmalardan anlaşılmaktadır. Plajiyoklazlar andezin bileşimindedir ve çatlaklarından itibaren bozunmaya başlayarak kaolenleşme ve serisitleşmeye uğramışlardır. Piroksenler ise uralitleşme ve kloritleşme geçirmişlerdir.

inceleme alanından olabildiğince taze olarak alınan 5 örnek (Gonca, 1990 içinde Eşder, 1990) ve Türk-İtalyan Ortak Projesi (1991) sırasında alınan çok az altere 5 örnek ve Dönmez ve diğerleri, 1998 tarafından alınan 7 örneğin dasitlere ait olan 3 tanesi (toplam 17 örnek) üzerinde yapılan petrolojik çalışmalar, bu kayaların yüksek K içerikli kalkalkalen türde dasit ve andezitler olduğunu göstermiştir.

Altıntepe'deki damarların doğrultuları genellikle D-B ve ona çok yakındır. 50° den daha fazla açılarla güney kesimdekiler kuzeye, kuzey kesimdekiler ise güneye eğimlidirler. Bu damarlar tansiyon çatlakları boyunca oluşmuşlardır. Doğu-Batı uzanımlı bu boşluklu çatlaklar hidrotermal çözeltiler için kanal görevi görmüşlerdir. Bu çatlaklar daha sonra kuzey güney yönlü genç faylar tarafından kesilmişlerdir. Genç tektonik etkiler nedeniyle tansiyon çatlaklarında oynamalar olmuş ve açılan çatlaklar boyunca yükselen akışkanların soğuması sonucu geçirimsiz zonlar oluşmuştur. Alt kesimlerde dolaşmaya devam eden çözeltilerde ısı ve basınç yükselmesi sonucu patlamalar meydana gelmiş ve damarlar breşik bir yapı kazanmıştır.

## CEVHERLEŞME VE MİNERALojİK İNCELEMELER

Her iki sektörü de içine alan inceleme alanı içinde kurşun, antimuan ve altın-gümüş cevherleşmeleri yer almaktadır.

Kurşun cevherleşmesi Ilıca derenin doğusunda Sancaklı çeşmesi yakınında K-G yönlü olduğu düşünülen olası fay üzerinde bulunmaktadır (Şek. 2). Cevherleşme biyotit-hornblend dasit birimi içerisinde

de K 45-70 °D doğrultulu ve 50-60° lik açılarla KB ya eğimlidir. 3 ile 8 cm arasında değişen kalınlıklarda ve 25 metre uzunluğundaki damarcıklardan meydana gelmiştir. Cevher mineralleri olarak galenit, pirit, anglezit ve serisit, gang mineralleri olarak ise kuvars ve barit izlenmektedir. Bu damarlardan alınan örneklerde bir miktar gümüş de rastlanmıştır (Dora, 1964 ve Gonca, 1990).

Antimuan cevherleşmeleri ise Çilektepe civarında izlenmektedir. Cevherleşme KD-GB ile KB-GD doğrultulu, 5 cm ile 1,5-2 m arasında değişen kalınlıklarda 40-50 metre uzunluğa erişen devamlılıkta ki damarlardan oluşmaktadır. Bu damarlarda antimonit, pirit, zinnob ve senarmontit gibi cevher mineralleri ile kuvars ve barit gibi gang mineralleri izlenmektedir. Bunların genç tektonik hatlara bağlı olduğu düşünülmektedir.

inceleme alanı içerisinde altın ve gümüş içeren iki ayrı tipte değerli metal cevherleşmesine rastlanmaktadır. Genel hatlarıyla bu iki tipin özelliklerini belirtmek gerekirse;

Birinci tip; Altıntepe'deki Silisleşmiş dasitik lavlar içinde tansiyon çatlaklarına yerleşmiş kuvars damarlarına bağlı altın ve gümüş cevherleşmeleridir (Şek. 2, 3 ve 4). Bu damarlarda yüzey, sondaj ve galenler esas alınarak yapılan üç boyutlu incelemelere göre, kuvars damarlarına komşu kayalarda alterasyonun silisleşme, karbonatlaşma, serisitleşme, kloritleşme, aktinolitleşme, prehnitleşme ve turmalinleşme şeklinde geliştiği ve yan kayaların ileri derecede silisleştikleri görülmektedir.

ikinci tip; ise Ilica dere ve Çilektepe'de belirlenen hidrotermal alterasyon zonlarına bağlı olarak dasitik tüfler içerisinde çok ince kılcal damarcıklar ve saçılmış halde bulunan (lode tipi) altın ve gümüş oluşumlarıdır ve gerekli derecede zenginleşemediklerinden önemli yatak boyutuna ulaşamamışlardır.

Yukarıda anılan bu iki tip cevherleşme ile ilgili ayrıntılı tanımlamalar ise aşağıda verilmiştir:

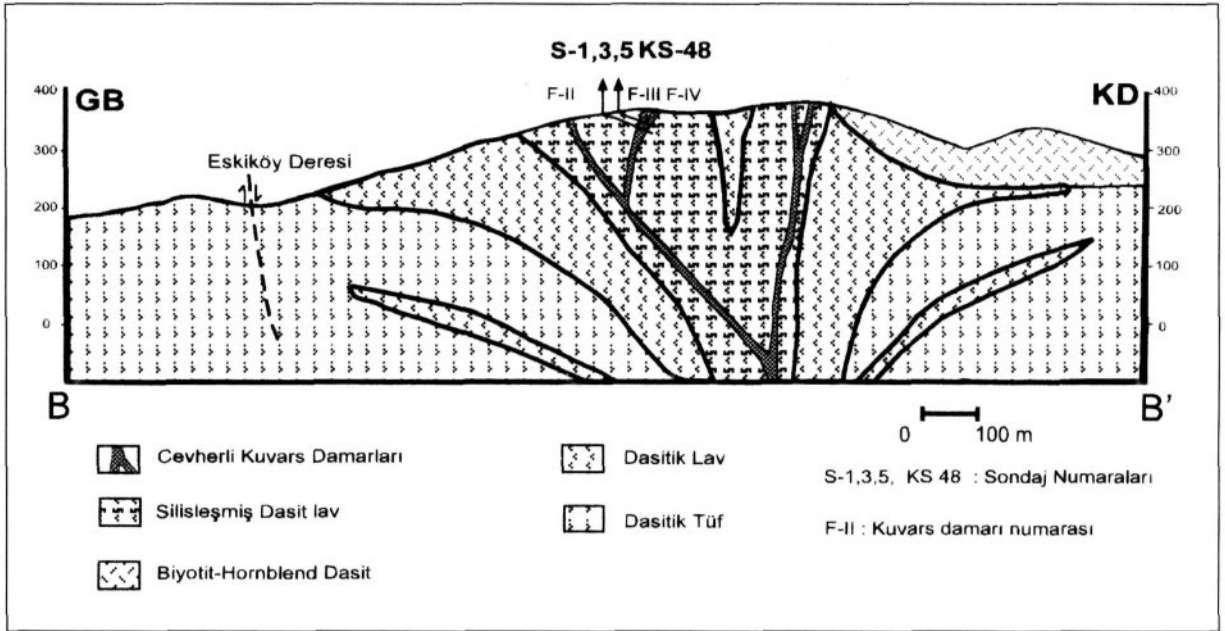
#### Altıntepe sektörü cevherleşmeleri

Altıntepe'nin dasitik ve Silisleşmiş dasitik lavla-

ri içinde 11 adet kuvars damarı belirlenmiştir. Bu damarların büyük çoğunluğu D-B doğrultulu olup sadece birkaç tanesi KB-GD doğrultuludur (Şek. 2 ve 3).

*F.1 no.lı damar.* - Altıntepe'nin güneydoğusunda yer alan bu damar, Silisleşmiş, kloritleşmiş ve turmalinleşmiş dasitik lav içinde izlenir ve K 80 ° B / 65 ° KD konumundadır. Uzunluğu 20 metre kalınlığı 4 cm-10 m arasında değişmektedir. Pirit, limonit ve nabit altın minerallerinin süt kuvarslardan oluşan gang mineraller içinde bulunduğu mikroskobik çalışmalarla belirlenmiştir. Ancak damardan oluk şeklinde alınan üç örnekte yapılan analizlere göre oluktaki süt kuvarslı kesimin kalınlığının az olması nedeniyle altın 0.2 ppm'den ve gümüş de 2 ppm'den az olarak değer vermiştir.

*F.//no.//damar.* - Altıntepe'nin hemen güneyinde yaklaşık D-B yönünde uzanır ve iki mercək halinde gözlenir. Dasitik lavların içindeki bu damarın hemen yakınında ana kayada kuvars, serisit, epidot ve klorit ile kaolen minerallerince temsil olunan silisleşme, kloritleşme ve killeşmenin arttığı gözlenmektedir. K 85 ° D doğrultulu 1. mercək 50-72 ° KB eğimli olup 350 m uzunlukta ve 2 cm ile 3 m arasında değişen kalınlıklardadır. Bu mercekte süt kuvars, çentikli kuvars, limonit, barit ve Silisleşmiş dasitik lav parçaları izlenmektedir. Bu mercəğin en doğu ucunda G-2 galerisi bulunmaktadır. Yapılan cevher mikroskobisi çalışmalarında anglezit, galenit, pirit, kalkozin-kovellin, götit, altın, fahlerz, simitsonit ve barit saptanmıştır. Bu mercekten alınan oluk örnekleri, G-2 ve G-6 galerileri ve bu mercəğe yönelik yapılan sondaj çalışmalarından alınan çok sayıdaki örnekten oluşan verilerden mercəğin 1 m ortalama kalınlığı için 4,65 g/t Au ve 60 g/t Ag ortalama tenörleri belirlenmiştir. 2. mercək ise Altıntepe'nin batı-güneybatısında yer alır ve K 63-84 ° D/ 40-74° KB konumları sunmaktadır. Silisleşmiş dasitik lav içinde dir ve 150 m uzunluk ile 10-70 cm kalınlıklar vermektedir. Yüzeyden alınan oluk ve sondaj karot örneklerine dayanarak mercəğin 70 cm kalınlık için 5.4 g/t Au ve 70 g/t Ag tenörleri belirlenmiştir. Altın ve gümüş değerleri damar dışında yan kayaca doğru da devam etmektedir.



Şek. 4- Altintepe cevherli kuvars damarlarından geçen bir kesit.

*F.III no.lu damar.* - Silisleşmiş dasitik lav içinde yer almakta olup Altintepe'nin doğu-kuzeydoğusunda K 77-88° D doğrultusunda 60-80° GD'ya eğimlidir ve 80 m uzunluk ile 5-45 cm kalınlık sunmaktadır (Şek. 4). Süt kuvars, çentikli kuvars, barit ile cevher minerali olarak nabit altın, sfalerit, galenit, pirit, kalkopirit ve limonit belirlenmiştir. Yan kayaç-damar dokanağı keskin değildir. Sondajlar damarın derine doğru (58 m) ortalama 140 cm kalınlığa ulaştığını göstermektedir. G-4 galerisinden, sondajlardan ve yüzeyden alınan oluk örneklerinde çok sayıda analiz yapılmış ve damarın 78 cm ortalama kalınlık için 10.5 g/t Au ve 90 g/t Ag tenörleri içerdiği görülmüştür.

*F.IV no.lu damar.* - Altintepe'nin doğu-kuzeydoğusunda yer almaktadır. Damarın uzunluğu 80 m olup kalınlığı 20-30 cm arasında değişmektedir. Silisleşmiş dasitik lav içinde yer alan bu damar K 78-88° D / 72-75° GD konumundadır (Şek. 4). Silisleşmiş, serisitleşmiş, kloritleşmiş yan kayaçta ve damarın kendisinde süt kuvarlar, çok miktarda pirit, limonit, galenit, sfalerit, kalkopirit ve birkaç altın tanesi görülmüştür. G-4 ve G-8 galerilerinden alınan örnekler, sondaj karotları ve yüzeyden alınan oluk ör-

neklerine dayanarak damarın 24 cm ortalama kalınlık için 13.8 g/t Au ve 160 g/t Ag tenörleri içerdiği hesaplanmıştır.

*F.V no.lu damar.* - 80 m uzunluğunda ve 3-10 cm kalınlıktaki bu damar Altintepe'nin doğu-kuzeydoğusunda, Silisleşmiş dasitik lavlar içinde yer almaktadır. Konumu ise K 88° D/82° GD'dur. Damar süt kuvars, limonit ve yan kayaç breşlerinden oluşmaktadır. Yapılan eski bir sondajın verilerine göre damarın 64 metrede 67 cm kalınlığa ulaştığı belirlenmiştir. Damardan alınan bir adet yüzey oluk örneği 14.3 g/t Au ve 70 g/t Ag değerlerini vermiştir.

*F.VI no.lu damar.* - Altintepe'nin kuzeyinde yaklaşık D-B doğrultulu 82-87° ile K'e eğimli bir damar zonedur. Damar, yaklaşık 150 metre uzunluk ve 160-530 cm arasında değişen kalınlıklar, göstermekte olup serisitleşmiş, kloritleşmiş, aktinolitleşmiş, epidotlaşmış, piritleşmiş olan Silisleşmiş dasitik lavlar içinde yer almaktadır. Yan kayaç içinde ilmenomanyetit ve rutil kafesleri izlenmekte ve piritlere rastlanmaktadır. Yan kayaçta limonit, hematit, rutilanat ve 10-20 mikron büyüklüğünde birkaç altın tanesi saptanmıştır. Damar içinde sülfür minerallerinin bazı kesimlerde zenginleştiği görülmektedir. Mi-

neralojik incelemeler bu kesimlerde silisleşme, aktinolitleşme, kloritleşme ve serisitleşme ile birlikte pirit ilmenomanyetit, rutil-anatas ve galenit minerallerinin varlığını göstermektedir. Bu damarda 12 adet yeni yarma açılmış ayrıca G-10 ve G-11 no.lu galerilerde bu damarda sürülmüştür. Yarmalardan biri içinde limonitli zonda 2 g/t civarında Au ve 0-10 g/t arasında değişen Ag değerleri bulunmuş ancak derine doğru yapılan sondajlarda yalnızca eser miktarlarda altın ve gümüş rastlanmıştır.

*F.VII no.lu damar-Altıntepe'nin doğusunda* Ilıca derenin yan kolu üzerinde yer almaktadır. Silisleşmiş dasitik lav içinde izlenmektedir. Damar K 60-85 ° B / 50-82 ° GB konumludur ve F.VIII no.lu damar tarafından kesilmektedir. Damarın uzunluğu 200 m kalınlığı ise 20-50 cm arasında değişmektedir. Bu bölgede yan kayaç içinde bitümlü şist parçalarına da rastlanmaktadır. Bu parçaların Belkahve formasyonuna ait olduğu düşünülmektedir. Şistler içinde piritle beraber 5-30 mikron büyüklüğünde altın taneleri de gözlenmiştir. Kuvarslardan oluşan damarda çok ince ankerit damarcıkları da bulunmaktadır. Damardan alınan 4 adet oluk örneğinden sadece birinde 19 g/t Au ve 100 g/t Ag'ün yanı sıra % 2.4 Pb değeri de belirlenmiştir.

*F. VIII no.lu damar.- Altıntepe'nin doğusunda* Ilıca derenin yan kolu üzerinde yer almaktadır. Bu damarın yan kayacı F.VII no.lu damarın yan kayacı ile aynıdır. 270 m uzunluğunda ve 10-50 cm arasında değişen kalınlıklardaki bu damar K 37-87 ° B doğrultulu ve 50-73 ° GB eğimlidir. Damarda gri renkli kuvarslar ve baritlerin yanı sıra sfalerit, galenit, pirit, hematit ve limonitten oluşan cevher minerallerine rastlanmaktadır. 20 mikron civarında tane büyüklüğüne sahip birkaç altın tanesi de belirlenmiştir. Yüzeysel örneklerine dayanarak damar için 1.5 g/t Au ve 30 g/t Ag tenörleri hesaplanmıştır. Damar 14 metre derinliğe kadar izlenmiştir.

*F.IX ve X no.lu damarlar.-* Bu damarlarda Ilıca derenin yan kolu üzerinde yer almaktadırlar. Silisleşmiş dasitik lavlar içinde saçılmış damarcıklar demeti şeklinde izlenirler. Yaklaşık D-B doğrultulu, 82° ile G ve GD'ya eğimli bu damarcıklar demetinin uzunluğu 40 metre kalınlığı ise 30-40 cm civarında-

dir. Değişik irilikler ve şekiller sunan kuvarsların birkaç farklı jenerasyonu temsil ettikleri sanılmaktadır. Az miktarda ankerit ve biraz da jips gözlenmekte, cevher minerali olarak pirit, sfalerit, galenit, kovelin, kalkozin, neodijenit, fahlerz (tetraedrit), limonit, bournonit, bulanjerit, markazit, altın (10-20 mikron boyutunda), kalkopirit, anataz-rutil ve hematit saptanmıştır. F.IX no.lu damardan alınan oluk örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda 45 cm kalınlık için 12.5 g/t Au ve 172 g/t Ag tenörleri hesaplanmış, F.X no.lu damarda ise yüzey ve sondaj örneklerinde altın ve gümüş eser miktarlarda rastlanmıştır.

*F.XI no.lu damar-Altıntepe'nin doğusunda* Ilıca derenin yan kolu üzerinde ve Silisleşmiş dasitik lavlar içinde K 56 ° D / 80 ° GD konumlu olarak bulunmaktadır. 5 metre uzunlukta ve 25 cm kalınlıktadır. Damarda gang minerali olarak süt kuvars, cevher minerali olarak ise pirit, limonit ve az miktarda altın tanecikleri (5-20 mikron büyüklüğünde) gözlenmektedir. Yüzeysel alınan bir oluk örneğinde 3.1 g/t Au ve 3 g/t Ag değeri belirlenmiştir.

Altıntepe civarındaki cevherli damarlar ve yan kayaların içinde izlenen alterasyonlar yukarıda ayrı ayrı kısaca verilmiş olmasına rağmen tüm yöreye özgü hidrotermal alterasyon ayrı bir yayında sunulacaktır (Gevrek ve Sayılı, hazırlanmakta). Kuvars damarları yakından incelendiğinde damarlarda tarak dokuları, kabuklanma gibi dokusal özellikler de görülmektedir.

Cevherli kuvars damarlarının mineral parajenezi

Cevher minerallerinin ayrıntılarına değinmeden önce onlara eşlik eden gang minerallerine kısaca göz atacak olursak; ana gang mineralinin Dora (1964) tarafından belirtilen ve tarafımızca da aynen gözlenen çentikli kuvars ve süt kuvarslardan meydana geldiği görülmektedir. Çentikli kuvars adını, kuvarsların baritçe zengin olması ve baritlerin çözünerek ortamdaki uzaklaşmalarından sonra yerlerinin bir miktar barit artışı ile beraber kuvarslarla alınmış olmasından almaktadır. Daha sonra kalan boşluklara mat ve beyazımsı-pembemsi renkte kuvarsların geldiği görülmekte ve bunlara da süt kuvarslar denmektedir. Süt kuvarslara limonitlerin eşlik ettiği görülmektedir. Altının her iki kuvarsla birlikte bulundu-

ğu belirlenmiş ancak çentikli kuvarsların süt kuvarslara göre altınca daha zengin oldukları saptanmıştır. Altın-tepe'de yüzeyde kalsedon derinde ise kuvarsların zonlanması görülmektedir. Kuvarsların dışında onlara eşlik eden genç ve yaşlı barit çubuklukları diğer gang mineralleridir. Dora (1964) inceleme alanımız dışındaki bölgelerde altınca steril kalsitler ve siderit mineralleri de belirlemiştir.

İnceleme alanındaki cevher minerali çalışmaları Dora (1964 ve 1970) ve İtalyanlar tarafından yapılan çalışmalarla da (1991) tam bir uyum göstermektedir. Bu çalışmadaki bulgular ile cevher minerallerinin yaşlıdan gence doğru olan sırası ve bazı önemli özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir;

**Rutil-Anataz.** - Yan kayaç ve ondan kuvarsların damarlarına geçmiş mineraller olarak izlenmektedirler.

**Pirit ve Arsenopirit.** - En fazla rastlanan sülfür minerali pirit olup arsenopiritle beraber diğer sülfür mineralleri tarafından ornatıldıklarından en yaşlı cevher mineralleridir. Başlıca barit içinecek ve lamelleleriyle birlikte büyüdüğü belirlenmiştir, içlerindeki kırık dolguları olarak 10 mikron civarındaki boyutları olan elektruma rastlanmaktadır. Piritler genellikle limonitleşmişlerdir. Ayrıca diğer sülfür mineralleri ile eş yaşlı ve onlardan daha genç jel dokulu piritlerde izlenmektedir.

**Markazit.** - Radyal, lifsi mineral toplulukları veya yarı özşekillidirler ve zaman zaman çok miktarlarda izlenmekte ve piritleri ornatmaktadır.

**Hematit.** - Çatlaklar boyunca sıvamalar halinde kuvarslar içinde ve aralarında ufak çubuk ve içinecekler şeklinde görülmektedirler. Piritlerle çok küçük kapanımlar olarak birlikte de büyümüşlerdir.

**Sfalerit.** - Kuvarslı matris içinde 2 cm ye varan düzensiz taneler halindedir. Piritten sonra en çok izlenen sülfür minerali olup genellikle öz şekilsizdirler. Galenit ve kalkopiritlerle birlikte bulunur. Yer yer katklastik yapıdadır. Kalkopirit, fahlerz ve galenit tarafından ve ikincil minerallerden de kalkozin, kovellin ve neodijenit tarafından da ornatılmaktadırlar. Çatlaklarında yer yer altına da rastlanmaktadır.

**Galenit.** - Kuvarsla birlikte onun boşluk ve çatlaklarında öz şekilsiz olarak bulunmakta genellikle

ufak bazen de 1 cm ye varan büyüklüklere de ulaşmakta ve sfalerit ve kalkopiritlerle eşlik olunmaktadır. Bazılarının ileri derecede anglezite dönüşükleri saptanmıştır. Elektrumun içinde biriktiği en önemli cevher mineralidir.

**Kalkopirit.** - Çoğunlukla sfalerit, fahlerz ve galenitle kenetli şekilde ufak, öz şekilsiz taneler halinde olup kuvarsların içi ve aralarında kapanımlar biçiminde gözlenmektedirler. Yer yer kenar ve dilinimleri boyunca fahlerz tarafından ornatılmışlardır. Ayrıca kenarları boyunca kalkozin ve kovelline dönüşmüşlerdir. Kendisi ve oksidasyon ürünleri ile birlikte elektruma da rastlanmaktadır.

**Fahlerz.** - Eser miktarlarda çok ufak tanecikler şeklinde anglezit içinde yer yer de kovellin ve Sb-As okru'larına dönüşmüş olarak izlenmektedirler. Kalkopiriti kenarlarından itibaren ornatılmaktadırlar.

**Bourbonit-Bulanjerit-Zinkenit.** - İlk iki mineral galenitin kenar ve çatlakları boyunca ornatılması sonucu oluşmuştur. Ayrıca eser olarak galenit ve daha genç olan fahlerz arasında reaksiyon minerali olarak da bulunurlar. Kuvarslar içinde ve çatlaklarında çok ufak çubukluklar şeklinde bulanjerit ve zinkenite de rastlanmaktadır.

**Altın (Elektrum).** - Çoğunlukla kuvarsların kristalleri arasında bağımsız tanecikler veya sfalerit, galenit, kalkopirit ve pirit gibi cevher mineralleriyle kenetli halde veya da limonit ve kovellin kütle ve kabuklarıyla beraber bulunmaktadır. Tane boyları 5 ile 60 mikron arasında değişmektedir, lik önce Dora (1964) tarafından gümüş içeren altın oldukları belirtilmiş ve İtalyanlar tarafından iki örnek üzerinde yapılan mikroprob çalışmaları % 23.86'ya varan Ag içerikleri nedeniyle elektrum türünde oldukları somut olarak saptanmıştır.

**Sekonder cevher mineralleri.** - En çok rastlanan mineral limonit olup mineralojik incelemelerle iki ayrı tipi olduğu görülmektedir. Birinci tip çatlak ve boşluk dolguları olarak konsantrik kabuklu ve böbreğimsi dokulu limonitler ikinci tip ise pirit psödomorfları şeklindedir. Limonitler bazen götit şeklinde izlenirler ve bunlar bazı anglezit tanelerinin dış kesimleri, çatlak ve boşluklarında görülmektedir. Ayrıca sekonder mineral olarak kalkozin, kovellin, neo-

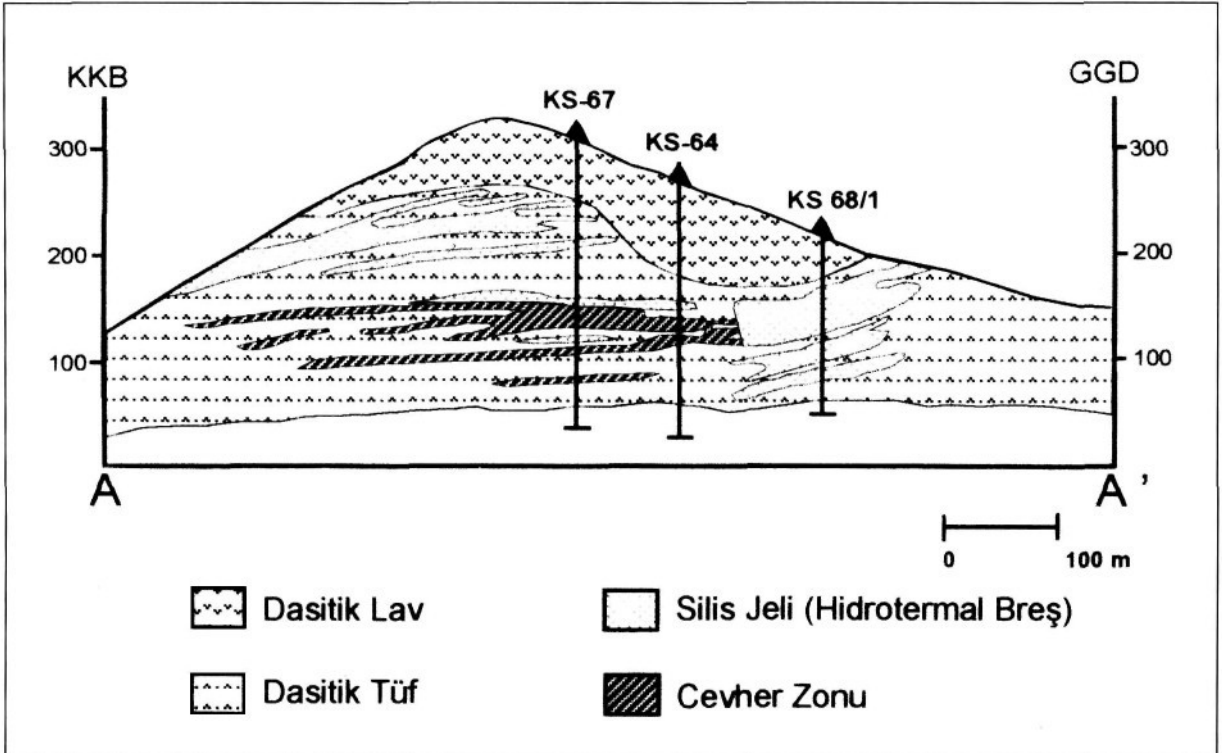
dijenit ve simitsonitte izlenmektedir.

#### Çilektepe sektörü cevherleşmeleri

Çilektepe sektörünü içine alan kesimde yapılan jeolojik harita ve kesite bakılacak olursa (Şek. 2 ve 5) bu kesimin alt seviyelerinin dasitik tüfler üst seviyelerinin ise dasitik lavlar tarafından temsil olunduğu ve tüflerin ileri derecede silisleştikleri ve içlerinde silis jellerinin (hidrotermal breş) bulunduğu görülmektedir. Silis jelleri tamamen amorf halde çökelmiş ve silisçe doygun hidrotermal çözellilerden meydana gelmiştir. Çilektepe'de görülen  $K 18^\circ D$  doğrultulu ana tektonik hat boyunca, tektonik hareketler nedeniyle tuf seviyeleri içinde ve tuf-lav dokanağında oluşan açılmalar boyunca yükselen hidrotermal çözelliler içindeki silisli fazlar adı geçen zonlara girerek silis bantlaşmalarına neden olmuşlardır. Bu bantların kalınlığı Silisleşmiş tüflerle birlikte yer yer 20 metreye ulaşmaktadır. Sahada bunlarda akma dokuları izlenmekte ve içlerinde metamorfik ve yer yer Silisleşmiş volkanik kayaç parçalarını taşı-

maktadırlar. Silis jelleri içinde köşeli tanelerin görülmesinden dolayı bu oluşumlar hidrotermal breşler olarak da adlandırılmaktadır.

Çilektepe'de ayrıca silisleşmenin yanı sıra killeşme, serisitleşme, kloritleşme ve opaklaşma tarzında gelişen alterasyonlara da rastlanmaktadır. Bu sektörde elde edilen jeolojik bilgiler ve Silisleşmiş tüfler içinde açılmış antimuan galerileri bu kesim için epitermal tipte bir cevherleşmeyi düşündürmüştür (Henley 1985, 1990). Bu nedenle Çilektepe'de 7 adet sondaj yapılmıştır. 5 sondaj dasitik lav, dasitik tuf ve içindeki silis jel seviyelerini kesmiştir (Şek. 5). Her sondajda silis jellerinin özellikle altında bazende üzerinde 1 metre ile 23 metre arasında değişen kalınlıklarda 40 ppb ile 4.37 g/t arasında değişen altın değerlerinin bulunmuş olması bu silis jeli seviyelerinin zayıf da olsa gelişen cevherli hidrotermal eriyiklerin çıkış kanallarında tıkaçlamalara sebep olduğu düşündürmektedir. Altının saptandığı bu seviyelerde belirli bir sistematığe oturtulamayan Cu değerleri 1000 ppm'e, Pb değerleri 700 ppm'e, Sb değer-



Şek. 5- Çilektepe sektörü cevherleşmelerini gösteren bir kesit.

leri 70 ppm ile % 1 aralığına ve Ag değerleri ise genellikle birkaç ppm civarında olup çok ender olarak 200 ppm'e çıkmaktadır. Altının özellikle piritçe zengin saçılımlar ve ince damarcıklar içinde bulundukları belirlenmiştir.

Daha önce yukarıda da belirtildiği gibi Çilektepe civarında izlenen antimuan cevherleşmeleri içinde antimonitin yanı sıra pirit, zinnob ve senarmonit gibi cevher mineralleri ile kuvars ve barit gibi gang mineralleri izlenmektedir. Bu kesimden alınan kuvarslı antimonit cevher örneğinde Si % 81.29, Sb % 7.3, Ba % 2.0, Pb % 0.68 ve As 617.3 ppm bulunmuştur (Türk-İtalyan ortak projesi, 1991). Bütün bu bilgilerin ışığında, bu sektörde, ayrıntılarının ayrı bir yayın içinde sunulacağı (Sayılı, hazırlanmakta) gibi, epitermal tipte bir oluşum modeli yan kaya ve onun içinde izlenen yapılar, alterasyon, sıvı kaplanım verileri göz önüne alındığında ileri sürülebilir.

#### Cevherleşme evreleri

Altıntepe altınlı kuvars damarlarında arazi gözlemleri ve mineralojik incelemeler ışığında cevherleşmenin üç evrede geliştiği düşünülmektedir. Birinci evre; en yaşlı mineraller olan pirit ve arsenopitlerce temsil olunmaktadır. Bu evreyi oluşturan hidrotermal çözeltiler Altıntepe'de silisleşme, aktinolitleşme, kloritleşme ve killeşme ile turmalin oluşumlarına neden olmuşlardır. Bu, en tipik olarak F.VI no.lu damarda gözlenmektedirler. Bu evre altın ve gümüş açısından sterildir, ikinci evre ise altın, gümüş ve sülfid minerallerinin birlikte bulunduğu evredir. Bu evrede pirit, sfalerit, galenit, kalkopirit, fahlerz, bournonit, bulanjerit, zinkenit, markazit, hematit ile gümüş minerallerinden proustit, pirarjirit, polibasit, freiberjit ve petzit(?) (Dora, 1964) oluşmuştur. Ayrıca Dora'nın (1964) verilerine göre bu evrede jamesonit, asal gümüş mineralleri, silvanit ve elektrik mineralleri de bulunmaktadır. Bu evrede sekonder mineral olarak limonit, götit, kalkozin, kovellin, anglezit, neodijenit ve simitsonit oluşmuştur. Gang mineral olarak ise çentikli ve süt kuvars, barit ve jips ile az miktarda klorit, aktinolit, epidot, serisit ve kalsedon izlenmektedir. Üçüncü evrenin cevher mineralleri galenit, pirit ve antimonit (bakınız Çilektepe

sektörü cevherleşmeleri bölümü). Tarafımızdan ve Dora (1964) tarafından antimonitin yanı sıra zinnob de belirlenmiştir. Bu evrede, Çilektepe'de silis jelleri (hidrotermal breşler) altında gelişmiş saçılımlar ve ince damarcıklar biçiminde altın oluşumları izlenmekte ancak yapılan analizlerde gümüş değerlerinin çok düşük olduğu görülmektedir. Dora (1964) ise bu evrenin Ag içerdiğini de ifade etmektedir. Sekonder mineraller olarak anglezit, serüzit ile genç kuvars ve baritlerden oluşan gang mineralleri verilebilmektedir.

#### YORUM VE TARTIŞMA

inceleme alanında yer alan kayalar ve cevherleşmeler üzerinde yapılan çok sayıdaki inceleme farklı görüşleri de gündeme getirmektedir. Burada önce kayalar, cevherleşmelerin içine yerleştiği tektonik hatlar ve cevherleşmeler hakkındaki görüşler aşağıda tartışılacak ve yorumlanmaya çalışılacaktır.

Cevherleşme civarında yer alan kayaların dasitik ve andezitik volkanizmaya ait tüf ve lavlardan oluştuğu genellikle kabul edilmektedir (Dora, 1964, 1970; Gonca, 1990; Sayılı ve diğerleri, 1990 ve Türk-İtalyan Ortak projesi, 1991). Dönmez ve diğerleri (1998) ise altere dasitik tüflerden oluşan birime Yamanlar tüfü adını vermişlerdir. Bu çalışmacıların cevherleşme sahasında çok ayrıntılı çalışma yapamamış olmalarından dolayı diğer volkanik ürünleri saptayamadıkları düşünülmektedir, inceleme alanından alınan toplam 17 örnek üzerinde yapılan petrolojik çalışmalar, bu kayaların yüksek K içerikli, kalkalkalen türde dasit ve andezitler olduğunu göstermiştir. Volkanitlerin yaşı konusunda ise, Türk-İtalyan Ortak projesi çerçevesinde yapılan K/Ar yöntemi yaş tayinlerine göre biyotit-hornblend dasit ve andezitler için  $14.7 \pm 0.5$  milyon yıl ve genç andezit daykları için ise  $18.9 \pm 0.4$  milyon yıl yaşları verilmiştir.

Tektonizma ile cevherleşme arasındaki ilişkiler irdelemek için önce bazı bulgular ortaya konulmalıdır. Bu bulgu ve yorumlara kısaca bakacak olursak;

Dora (1964), bölgenin Laramiyen fazında dağ oluşum evresini geçirdiğini ve bu sırada gerilme tek-

toniği sonucu kabuğun büyük kırılmalara maruz kaldığını, ayrıca cevherleşme alanında D-B yönlü domlaşmalar olduğu ve bu alanların volkanizmanın çıkış merkezlen olduğunu belirtmiştir. Batı Anadolu'nun karakteristik graben zonlarında 1000 - 1500 metrelik atımlarına rastlanan büyük faylar Miyosen'de başlayarak Moho süreksizliğine kadar ulaşan çatlak ve yarıkların oluşmasına sebep olduğu ve magmanın Sima'ya kadar ulaşan bu çatlaklardan yükselip geniş bölgelere yayılarak bugünkü volkanik kayaları oluşturduğunu savunmaktadır. Volkanik kayaların genel olarak ortaç kısmında asidik karakterde olması çıkış esnasında içine aldığı kabuk materyalinin kimyasal bileşimine bağlı olduğu belirtilmektedir (Dora, 1964 ve Gonca, 1990 içinde Eşder, 1990).

Bölgede, cevherleşmenin yaşını da saptamak üzere yapılan bir yorumda Yamanlar volkanitlerinin üzerine Vişneli formasyonunun kiltası, killi kireçtaşı çökel kayalarıyla ardalanmalı olarak tuf ve tüftlerle temsil olunan üst seviyelerinin geldiği bu stratigrafik ilişkiye dayanarak bölgenin Orta-Üst Miyosen yaşlı Vişneli formasyonunun kayalarının çökelmeye başlamadan önce yükselmiş olması gerektiği düşünülmektedir (Gonca, 1990).

Seyitoğlu ve diğerlerinin (1997) verdiği bir tabloda özetlendiği gibi, bazı çalışmacıların Batı Anadolu'da Oligosen'den başlayıp Orta Miyosen'e kadar uzanan zaman aralığında sıkışmalı bir tektonik rejim altında kalkalkalen volkanizmanın etkin olduğunu savunduklarını diğer bazı araştırmacıların ise aynı zaman aralığında ve hatta Pleistosen'e kadar gerilmeli tektonik rejimden söz ettiklerini belirtmektedir.

Dönmez ve diğerleri (1998) ise izmir ve kuzeyini içine alan bölgesel çalışmalarında ana tektonik hatları faylar, bindirmeler ve diskordanslar olarak ayırtlamışlardır. Fayların, KD-GB yönlü üç büyük hat izlediğini ve cevherleşme sahası olan Doğançay-Sancaklı köyü civarında aynı doğrultulu küçük-üç büyüklü fayların izlendiğini belirtmektedirler.

Kaya (1999) Batı Anadolu'da önemli sıkışma ve yayılma tektoniği evreleri ve onlarla ilişkili kırık

(fay, çizgisellik) dizgelerini Geç Kretase-Geç Pleistosen aralığında incelemiştir. Volkanizmanın yüksek-K'lu kalkalkalen türde olduğu ve D-B uzanımlı domlaşmaların varlığı göz önüne alındığında Kaya (1999) tarafından belirtilen evrelerden özellikle En Geç Oligosen-Erken Miyosen'de KD-GB kırıklarının batıdan doğuya doğru sırayla işlediğini, KD-GB grabenlerinin açılımını ve aynı yönlü reze fayları üzerinde yüksek-K'lu kalkalkalen volkanizma merkezlerinin gelişmesi ve Erken Miyosen-Orta Miyosen evresinde ise D-B gidişli bölgesel bir domlaşmanın olduğunu ifade etmektedir.

Buraya kadar sunulan tüm bilgiler ve bu makalenin Jeoloji ve Petrografi bölümünde ortaya konulan bilgi ve bulgular ışığında, çalışma alanında yüksek K'lu kalkalkalen volkanizmanın Oligosen sonlarından itibaren etkin olduğu ve Erken-Orta Miyosen'de de D-B gidişli domlaşmaların meydana geldiği kabul edilebilir görülmektedir.

Cevherleşme ile ilgili görüşler ise şöyle özetlenebilir: Molly (1956) Arapdağ altın cevherleşmesinin dasit ve andezitlerle doğrudan ilişkili olmadığını ve bir asidik magma ocağından türemiş hidrotermal (mesotermal) bir cevherleşme olduğunu savunmuştur. Izdar (1962) ise cevher oluşumunu dasit, dasit breşi ve tuf kompleksine etki eden tektonik hareketlerle oluşmuş fay zonları içine daha sonra gelen kuvarsça zengin juvenil hidrotermal eriyiklere bağlamıştır. Dora (1964, 1970) Arapdağ'da altınlu kuvars filonlarının (damarlarının) dasitik volkanizma ile andezitik volkanizma arasındaki devrede D-B doğrultulu tansiyon çatlakları boyunca yükselen altınca zengin meso-epitermal evre karakterinde hidrotermal çözeltiler tarafından getirildiğini ileri sürmüştür. Kuvars damarlarının oluşum sıcaklığının 100-200 °C arasında olduğunu belirtmiştir. Gonca (1990) ise Altintepe'de dasitik lavlar içinde D-B yönlü çatlaklara kuvars damarlarının girdiğini, bu kayaları silisleştirip altere ettiğini ve cevherleşmelerin bu damarlarda olduğunu, Çilektepe'de ise dasitik tüfler içinde silis jelleri ile tıkaçlanan kayaların altın birikimine sebep olduğunu belirtmiştir. Türk-İtalyan ortak projesi (1991) araştırmacıları ise petrografik tanımlamalarında Gonca'nın (1990) ifadelerine benzer bulgular ortaya koymuşlar ve cevher içeren kuvars damarla-

rının homojenleşme sıcaklıklarının 130-290°C arasında, tuzluluklarının ise ağırlık olarak en fazla % 1 NaCl eş değeri ile düşük tuzluluklarında olduğunu saptamışlardır. Bu homojenleşme sıcaklıkları Ayan, 1990 (Gonca, 1990 içinde) ile çok iyi bir uyum sergilemektedir.

inceleme alanında yapılan çalışmalara göre, Altıntepe'de kalınlıkları fazla olmayan ve yaklaşık D-B doğrultusunda dizilmiş ve sülfid mineralleri ile baritlerce eşlik olunan altın ve gümüş içeren kuvars damarları Silisleşmiş dasitik lavlar içinde yer almaktadır. Damarların içinde izlendiği dasitik lavların eser miktarlarda da olsa altın ve gümüş değerleri vermesi (Gonca, 1990 analizler cildi) lavların silisleşmesinin kuvars damarlarının oluşumu ile eş zamanlı olduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir. Bu durumda da hem Vişneli formasyonunun yaş verileri hem de Türk-İtalyan Projesi (1991) sırasında yapılan biyotit-hornblend-dasit kaya örneğinin 14.7 ± 0.5 milyon yıllık yaş verisi ise cevherleşmelerin Orta Miyosen'de oluştuğunu göstermektedir.

Çilektepe'de ise silis jelleri (hidrotermal breşler) ile belirginleşen birim nedeniyle dasitik tüf ve/veya dasitik lav geçişlerinin silisli çözümlerle tıkaçlanmaya uğradıkları sanılmaktadır. Yüzeyde ise antimonit ve zinnobur cevher minerallerinin izlendiği, yapılan sondajlarda düşük altın tenörüne sahip ince mineralleşmiş zonların varlığı belirlenmiştir. Anılan bu ve diğer bazı veriler bu sektörde cevherleşmenin epitermal tipte bir oluşum olduğunu düşündürmektedir (Sayılı, 1999 hazırlanmakta). Bu sektördeki cevherleşmelerin hem antimonit ve zinnobur gibi cevher mineralleri içermelerinden dolayı bazı mineralojik farklılıklar göstermeleri hem de cevherleşmenin silis jellerinin altında yerleşim biçimi nedeniyle ayrıca Çilektepe sektöründeki fayların konumları itibarıyla Altıntepe sektörü cevherleşmelerinden daha sonra olasılıkla Orta Miyosen sonlarında oluştukları düşünülmektedir.

## SONUÇLAR

inceleme alanı içinde dasitik tüf ve lavlar ile Silisleşmiş dasitik lavlar, biyotit-hornblend dasit adı verilen asidik volkanik kayalar ile andezitik lav, tüf ve aglomeralar ve andezit daykları belirlenmiştir.

Dasitik tüflerin oluşumu sırasında silis jellerinin hidrotermal faaliyetlerle breş görünümü de sergileyerek 23 metreye varan kalınlıklara ulaşarak oluşukları saptanmıştır.

Yapılan ayrıntılı petrografi, mineraloji ve cevher mikroskobu çalışmaları sonucu iki farklı tip cevherleşme olduğu bulunmuştur. Birinci tip, Dora'nın (1964 ve 1970) da belirttiği gibi, Altıntepe (Arapdağ) sektöründe Silisleşmiş dasitik lavlar içinde tansiyon çatlakları içine yerleşmiş ve kuvars damarlarına bağlı olarak izlenen altın ve gümüş cevherleşmeleridir. Üç metreyi geçmeyen kalınlıklar sergileyen, limonitlerin eşlik ettiği, yapılan sondajlarla da devamlılıkları belirlenen 11 tane kuvars damarı saptanmıştır, ikinci tip ise bu çalışma ile ortaya çıkartılan Ilıcadere ve Çilektepe (Çerkeskayası veya Pilavtepe) sektöründeki dasitik tüfler içerisine dağınık olarak yerleşmiş ve hidrotermal alterasyonlara bağlı olarak gelişmiş epitermal tipte olduğu düşünülen altın cevherleşmeleridir. Altın mineralizasyonları silis jelleri tarafından tıkaçlanan dasitik tüfler içinde dissemine ve ağsal biçimde gelişmiştir.

inceleme alanında yer alan ve Batı Anadolu'da izlenen yüksek K'lu kalkalkalen volkanizmanın Geç Oligosen ile Orta Miyosen arasında geliştiği belirtildiğinden, eldeki veriler ışığında altın cevherleşmelerinin Orta Miyosen içinde ve sonunda oluştuğu görüşü hakim olmaktadır.

## KATKI BELİRTME

Çalışma sırasında arazide çeşitli görevler üstlenerek katkıda bulunan MTA Genel Müdürlüğü elemanlarından Sayın Nevzat Karabalık, Necmi Yüce, Fahrettin Kayhan, Hasan Durgun, Erden Ağalar, Hüseyin Türkbilek, Tuncay Andiç, Faruk Gültaşlı, Şerif Akyurt ve Kemal Kral'a teşekkür borçluyuz. Ayrıca cevher mikroskobisi incelemelerini yaparak bize değerli bilgiler sunan Sayın Dr. Ahmet Çağatay'a, volkanizma konusundaki değerli görüşlerinden dolayı Sayın Ahmet Türkecan'a ve cevherleşme hakkındaki tartışmalarla daima yol gösteren Sayın Nevzat Karabalık ve Necmi Yüce'ye teşekkürlerimizi sunarız.

*Yayına verildiği tarih, 5 Mayıs 1999*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akdeniz, N., Konak, N., Öztürk, Z., ve Çakır, M.H., 1986, İzmir-Manisa dolayının jeolojisi: MTA Rap. no. 7929 (yayımlanmamış) Ankara.
- Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1978, Kırkağaç-Soma (Manisa) - Savaştepe, Korucu, Ayvalık (Balıkesir) - Bergama (izmir) civarının jeolojisi: MTA Rap. no. 6432 (yayımlanmamış) Ankara.
- Alpan, T., 1986, İzmir-Karşıyaka-Arapdağ altın prospeksiyon raporu; Bölge Arşiv No: A/21.
- Atabek, S., 1944, izmir vilayeti dahilinde tetkik edilmiş bazı linyit, antimon ve bakır madenleri hakkında rapor; MTA Rap. no. 5813 (yayımlanmamış) Ankara.
- Borsi, S., Ferrara, C., Innocenti, F. ve Mazzuoli, R., 1972, Geochronology and Petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea: Bull. Volc., 36, 473-496.
- Westanatolien. Neues. Jahrb. Geol. Palaontol. Monatsh., v. 10, 603-618.
- Çelik, O. ve Dayal, A., 1976, İzmir-Karşıyaka-Arapdağ altın yatağı jeosimi etüt raporu; Ege Bölgesi Arşiv No: A/3.
- Dora, Ö., 1964, Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen im Yamanlar-Gebirge nördlich vom Karşıyaka (Westanatolien): MTA Enst. Yayl., no. 116:
- , 1970, Arapdağ (Karşıyaka) kuvars-altın filonlarının mineralojik etüdü; Madencilik dergisi cilt IX, Sayı: 4, 25-41.
- Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A.E., Hakyemez, Y. ve Sevin, D., 1998, izmir ve kuzeyinin jeolojisi, Tersiyer volkanizmasının petrografik ve kimyasal özellikleri; MTA Rap. no. 10181 (yayımlanmamış) Ankara.
- Düzbastılar, M.K., 1976, Yamanlar bölgesi batı kısmının jeolojisi hakkında: Ege Üniv. Fen. Fak. ilmi raporlar serisi. No: 186.
- Ejima, Y., Fujina, T., Tagaki, H., Shimada, K., Iwanaga, T., Yoneda, Y. ve Murakomi, Y., 1987, The pre-feasibility study on the Dikili Bergama geothermal development project in the Republic of Turkey-Progress Report II (yayımlanmamış).
- Ercan, T., 1983, Batı Anadolu'daki Senozoyik yaşlı volkanik kayalar ve plaka tektoniği açısından kökensel yorumları; MTA Rap. no. 7294 (yayımlanmamış) Ankara.
- Ercan, T.; Türkecan, A.; Akyürek, B.; Günay, E.; Çevikbaş, A.; Ateş, M.; Can, B. ve Erkan, M., 1984a, Dikili, Çandarlı, Bergama (izmir) ve Ayvalık, Edremit, Korucu (Balıkesir) yörelerinin jeolojisi ve magmatik kayaların petrolojisi; MTA Rap. no. 7600 (yayımlanmamış) Ankara.
- ; —————; ————— ve Özkirişçi, C., 1984b, Dikili-Bergama-Çandarlı (Batı Anadolu) yöresinin jeolojisi ve magmatik kayaların petrolojisi: Jeol. Müh. Derg., 20, 47-60.
- , Satır, M., Sevin, D. ve Türkecan, A., 1997, Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu. MTA Derg. No. 119, 103-112.
- Erdoğan, B., ve Güngör, T., 1992, Menderes Masifinin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi; TPDJ Bült. Cilt. 4, 9-34.
- Eşder, T., Yakabağ, A., Sarıkaya, H., ve Çiçekli, K., 1991, Aliağa (izmir) yöresinin jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları: MTA Genel Müdürlüğü Ege Böl. Müd. raporu.
- Gonca, Ş., 1990, İzmir-Karşıyaka Arapdağ (Altıntepe ve Çilektepe Sektörleri) altın cevherleşmeleri maden jeolojisi raporu (iki cilt, II. cilt: analizler cildi); MTA Rap. no. 8978 (yayımlanmamış) Ankara.
- Henley, R.W., 1985, The geothermal framework of epithermal deposits. In: B.R. Berger and P.M. Bethke (Editors), Geology and Geochemistry of Epithermal Systems. Soc. Econ. Geol., Rev. Econ. Geol., 2: 1-24.
- , 1990, Epithermal gold deposits in volcanic terranes. In: R. P. Poster (Editör), Gold Metallogeny and Exploration. Blackie, Glaskow.
- Higgs, R., 1962, izmir (Karşıyaka) Alurca yakınında Arapdağ altın prospeksiyonu için tenor ve tonaj hesabı; Ege Bölge Arşiv No: 90 A/18.
- Izdar, K.E., 1962, İzmir-Karşıyaka Alurca K. Arapdağı Au-Ag muhtevi kuvars filonları sahasındaki on günlük arazi müşahadelelerini ve son sondaj durumlarını özetleyici ön rapor. Ege Böl Arşiv No: A/1994.
- Kaya, O., 1978, Ege kıyı kuşağı (Dikili - Zeytinadağı - Menemen - Yenifoça) neojen stratigrafisi: Ege Üniv. Fen Fak. monografiler serisi, no: 17.
- 1999, Batı Anadolu kırık dizgeleri; petrol ve je-

- otermal potansiyel yönünden değerlendirme; Baksem'99 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Semp. 8-14 Mart 1999, izmir. Bildiriler kitapçığı 1-11.
- Kaya, O. ve Savaşçın, Y., 1981, Petrologic significance of the Miocene volcanic rocks in Menemen, West Anatolia: Aegean Earth Sciences, 1, 45-58.
- Kissel, C., Loj, C., Şengör, A.M.C. ve Poisson, A., 1987, Paleomagnetic evidence for rotation in opposite senses of adjacent blocks in northeastern Aegean and western Anatolia. Geophys. Res. Lett., Vol. 14,907-910.
- Kozan, T., Ödüm, F., Bozbay, E., Bircan A., Keçer, M. ve Tüfekçi, K., 1982, Burhaniye (Balkesir) - Menemen (izmir) arası kıyı bölgesinin jeomorfolojisi; MTA Rap. no. 7287 (yayımlanmamış) Ankara.
- Molly, E., 1956, izmir yakınında bir altın madeni zuhuru; Arapdağ; MTA Rap. no. 2464 (yayımlanmamış) Ankara.
- Nebert, K., 1978, Linyit içeren Soma Neojen bölgesi, Batı anadolu. MTA Derg. 90, 20-69.
- Oğuz, M., 1966, Manisa dağının kuzey ve kuzeybatısının jeolojisi (Geology of the northern and northwestern part of Manisa Dağ) Engl. Summary: Fac. Sci. Ege Üniv., Sci. Rept., no: 33, 20 p., izmir.
- Öngür, T., 1972, izmir Urla jeotermal araştırma sahasına ilişkin jeolojik rapor. MTA Rap. no. 4835 (yayımlanmamış) Ankara.
- Sayılı, I.S., Gonca, Ş. ve Gevrek, A.i. 1990, Gold mineralization at Arapdağ, Karşıyaka, izmir. IESCA 1990, Abstracts, 29-30.
- Seyitoğlu, G., Anderson, D., Nowell, G. ve Scott, B., 1997, The evolution from Miocene potassic to Quaternary sodic magmatism in western Turkey: implication for enrichment processes in the lithospheric mantle. Jour. Volc. and Geotherm. Res. 76, 127-147.
- Türk-İtalyan Ortak Projesi, 1991, Geological and mining Studies in western Turkey with particular reference to Production of precious and rare metals using hydrometallurgical processes. Final report, 428 p.
- Vural, O., 1962, Karşıyaka Arapdağı zuhurunun 10.5.1961 - 15.9.1962 tarihlerindeki çalışmalarına ait rapor ve rezerv hesapları; MTA Rap. no. 3195 (yayımlanmamış) Ankara.
- Weiss, E., 1895, izmir civarındaki altın yatağı hakkında rapor; MTA Rap. no. 1413 (yayımlanmamış) Ankara.
-