

İZMİR-ÖDEMiŞ YÖRESİNDEKİ ARSENOPIRİTLERLE İLİŞKİLİ ALTIN OLUŞUMLARININ MADEN JEOLJİSİ

Sinan AKISKA* , Taner ÜNLÜ* ve İ. Sönmez SAYILI*

ÖZ.- Bu çalışma İzmir-Ödemiş bölgesinin kuzeydoğusunda yer alan Elmacıgediği, Zeytinlik, Yılanlıkale ve Kemer yörelerinde yüzeyleyen damar görünümlü altın içeren arsenopirit oluşumlarının ve onların yakın civarlarında izlenen mikaşist, amfibol şist ve amfibolitlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal olarak incelemelerini kapsamaktadır. Bölgede incelemeye konu olan tüm alanlar Menderes Masifi'nin Ödemiş asmasifinde yer almakta olup, bu asmasifte esas olarak şistler, gnayslar ve amfibolitlerden oluşan birimler yüzeylemektedir. Bu birimler orta derecede metamorfizma geçirmişlerdir. Çalışma alanında genellikle biyotit ve/veya muskovitçe zengin, yer yer granat da içeren mikaşistler, granat-biyotit amfibolitler ve amfibol şistler yüzeylemektedir. Uzunlukları birkaç yüz metreden fazla ve kalınlıkları birkaç on metre civarında olan mercer biçimli amfibolitler, içinde buldukları şistlerin yapraklanmalarına paralel olarak konumlanmışlardır. Sahadan seçilen 11 örnek üzerinde yapılan jeokimyasal incelemeler sonucu ana oksit-SiO₂ diyagramlarında cevher, mikaşist ve amfibollü kayaçların farklı alanlara düştüğünü görülmektedir. Zeytinlik bölgesinden alınan 7 örnekte, eser elementlerden Au-Ag-Sb-Bi ve Se arasında çok yüksek pozitif korelasyon katsayılarının varlığı saptanmıştır. Cevher mikroskobisi çalışmaları sonucunda cevher minerallerinde sinjenetik ve post metamorfik olmak üzere iki ayrı evre saptanmıştır. Cevherleşmelerin, sedimentasyon sırasında önce havzaya gelen olasılıkla bazik magmatik kayaçlarla ilişkili bazı element artışları, daha sonrada asidik çözeltilerle ilişkili element zenginleşmelerine bağlı olarak geliştiği söylenebilir. Bölgenin metamorfizmaya uğraması sırasında ve/veya sonrasında cevherleşmelerin bir kez daha hareketlendikleri düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Menderes Masifi, Ödemiş asmasifi, arsenopirit, altın, İzmir.

GİRİŞ

Metamorfik birimler içindeki altın yatakları incelendiğinde, dünyada özellikle Prekambriyen yaşlı Kanada'nın Greenstone kuşakları içinde bazı yatakların olduğu görülmektedir (Strachan ve Moffett, 1985; Kuhns, 1988; Sawkins, 1990). Türkiye'de Menderes Masifi içinde, Çanakkale, Hatay ve Kastamonu'da doğrudan metamorfik kayaçlarla ilişkili veya metamorfik temel üzerindeki kayaçlarla birlikte bulunan yataklar olduğu gibi metamorfizma geçirmiş volkanik ve/veya ultramafik kayaçlarla bağlantılı altın yataklarını da görmek olasıdır (Önal ve diğerleri, 1986; Kayhan, 1991; Aydal, 2000).

Menderes Masifi'nin Ödemiş ve Çine asmasifleri ile masifin doğuya doğru devamındaki Uşak ve Eşme yöresinde MTA Genel Müdürlüğü tara-

findan yapılan ayrıntılı çalışmalar ile altın içeren arsenopirit ve kuvars damarları halinde 73 ayrı zuhur saptanmıştır (Dilek ve Kayhan, 1987; Kayhan, 1991). Ödemiş asmasifi içinde Ödemiş civarındaki oluşumlardan Mursallı, Zeytinlik, Höyük Tepe, Elmacıgediği, Yılanlıkale, Akçakmagediği, Küçük Avulcuk ve Kemer zuhurlarında yapılan bazı analizlerle altın ve yer yer de volfram belirlenmiş bulunmaktadır (Dilek ve Kayhan, 1987; Kayhan, 199; Andiç, 1992; Gonca, 1992).

Bölgede metamorfik kayaçlar içerisinde özellikle amfibolitlerde, şelit ve arsenopiritlere rastlanmaktadır. Arsenopiritler bazı bölgelerde şistler içerisinde görülürken, bazı bölgelerde ise amfibolitler içerisinde yer almaktadır. Damar görünümlü arsenopirit oluşumları bazen şistlerin yapraklanmalarıyla uyumlu bazen de keser şeklinde

* Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan/ANKARA
e-mail : akiska@eng.ankara.edu.tr, tunlu@eng.ankara.edu.tr, sayili@eng.ankara.edu.tr

olmak üzere farklı konumlarda izlenmektedir. Bu oluşumların kalınlıkları birkaç cm ile 10 cm civarında değişmekte olup, uzunlukları en fazla 70 m'dir.

Masif içerisindeki bu arsenopirit ve kuvars damarları içindeki altın oluşumlarının kökenini hidrotermal damarlara bağlayan görüşler olduğu gibi Varistik ve Alp orojenezini yaşamış, tabakaya bağlı sedimanter kökenli cevherli seviyelerden hidrotermal mobilizasyonlar ile kırıklara yerleşme şeklindeki oluşum biçimlerine de bağlayan farklı görüşler bulunmaktadır (Uzkut, 1977; Çağatay ve Eyüpoğlu, 1979; Dilek ve Kayhan, 1987; Kayhan, 199; Andiç, 1992; Gonca, 1992). Bu çalışma ile elde edilecek tüm jeolojik verilerin ışığı altında inceleme alanındaki oluşumların kökeni irdelenecektir.

GENEL JEOLJİ, MİNERALJİ VE PETROGRAFI

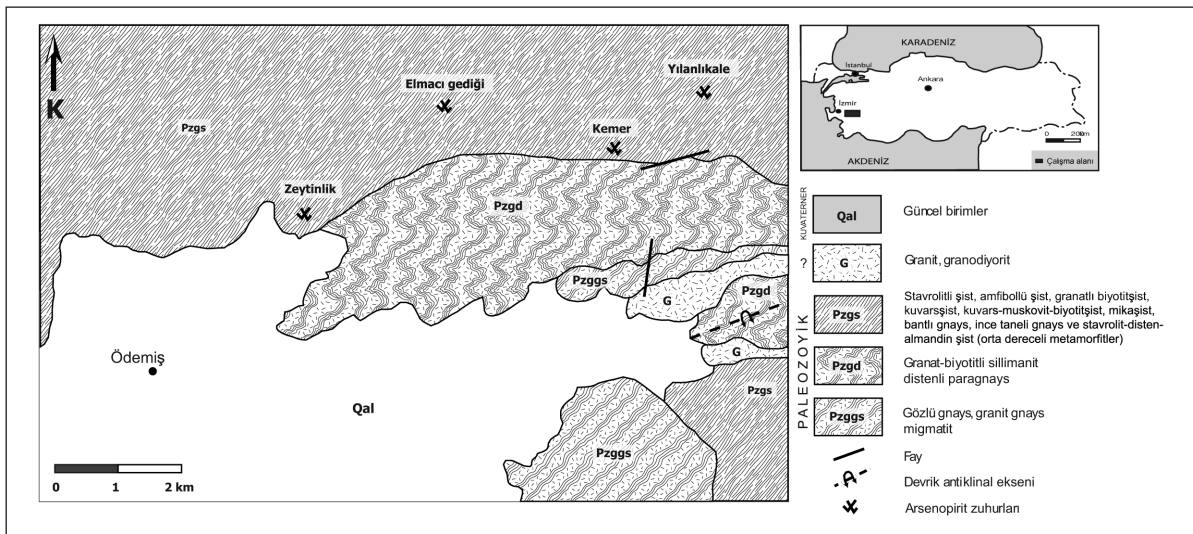
Jeolojik, mineralojik ve petrografik incelemeler İzmir L20-a4 paftasında yer alan Elmacıgediği, Zeytinlik, Kemer ve Yılanlıkale bölgelerinde yapılmıştır. Kemer ve Yılanlıkale bölgelerinin birbirine çok yakın olması nedeniyle bu iki bölge birlikte ele alınacaktır (Şekil 1).

Elmacıgediği Sahası

Bu saha, Ödemiş-Bozdağ yolunun doğusunda, Gölcük'ün 12 km kuzeydoğusunda, Elmacıgediği yöresi içinde yer alır.

Çalışma alanında, granat-mikaşistler ve amfibolitler yüzeylemektedir. Mikaşistler genellikle açık kahverengi-sarımsı renklere sahiptirler. Mikaşistlerde ölçülen şistoziteler genellikle D-B, nadiren KB-GD doğrultulu olup G veya GB'ya 40° ile 70° arasında eğimlidir. Arsenopirit içeren damarların doğrultusu D-B, KKB - GGD ve K-G'dir. Mikaşistler genellikle sillimanit, disten, biyotit, muskovit, kuvars, granat ve stavrolit gibi mineral birlikteliklerini içermektedir. Alınan örneklerin cevhere yakın kesimlerinde biyotitler genellikle hidrobiyotitleşmeye uğramışlardır. Bazı biyotitlerde ise zirkon kapanımları görülmektedir (Levha I - Şekil 1).

Amfibolitler merckek biçimli olup uzunlukları birkaç yüz metreden daha fazla kalınlıkları ise birkaç 10 metre civarındadır. Renkleri yeşilimsi, siyahımsı olup iri mineraller içermektedirler. Makroskobik olarak amfibolitlerde, amfibol, granat, biyotit ve plajiyoklas mineralleri görü-



Şekil 1- İnceleme alanının bölgenin jeolojik haritası (Dilek ve Kayhan, 1987'den değiştirilerek alınmıştır).

lebilmektedir. Mikroskobik incelemelerde amfibollerin yeşilimsi pleokroyizmalarına dayanarak hornblend türünde oldukları ve hipidiyoblastik-ksenoblastik doku sundukları belirlenmiştir (Levha I-Şekil 2). Plajiyoklaslar kesitlerde bol miktarda izlenmekte polisentetik ikizlenmeler ve genellikle ksenoblastik dokular sunmaktadır. Granatlar da hipidiyoblastik-idiyoblastik dokulu olup genellikle opak mineral kapanımlarınca zenginleşmişlerdir. Granatlarda ikincil kırılanmalar sıklıkla görülebilmektedir. Biyotitler kahverengi pleokroyizmalar gösteren porfiroblastlar halinde genellikle hipidiyoblastik şekillerde görülmektedirler. Kesitlerde ayrıca daha az oranlarda kuvars, muskovit, sfen, rutil ve opak minerallere de rastlanmaktadır.

Zeytinlik Sahası

Bu saha, Ödemiş'ten kuzeydoğuya doğru kuşuçuşu olarak yaklaşık 4 km uzaklıkta yer alan Zeytinlik Köyü'nün kuzeydoğusunda ve Gölcük yolu üzerinde bulunmaktadır. Biyotit-kuvars-muskovit-granatlı yüzleklerinin yer aldığı sahada, masif arsenopirit oluşumları damar ve damarcık biçimli olup genellikle şistlerin yapraklanmalarına uyumlu konumdadır. Bu damarların doğrultu ve eğimleri K62D/46 KB olarak ölçülmüştür. Mikaşistlerin içerisinde yer alan masif arsenopirit oluşumları 10-15 cm. kalınlığında ve birkaç metre uzunluğunda izlenmektedir. Bölgedeki bir diğer lokasyonda kalınlığı 2,5 m.'ye ulaşan ve mikaşistlerin içerisinde yer alan kuvars merceği bulunmaktadır. Bu merceğin içerisinde ise çok küçük taneli saçılımlar halinde arsenopirit taneleri gözlenmektedir. Bu alanın hemen doğusunda bulunan bir başka lokasyonda ise mikaşistlerin içerisinde, şistoziteyi keser konumda arsenopirit oluşumları izlenmiştir. Bunların kalınlıkları yaklaşık 10 cm olarak ölçülmüştür.

Sahada daha önce yapılan jeolojik ve petrografik çalışmalar sonucu, mikaşistlerin; yaygın olarak stavrolit granat ditsen mikaşistler ve granat mikaşistler olmak üzere iki tipte oldukları belirlenmiştir (Kayhan,1991). Disten kristallerinin boyları

6 cm' den fazla iken stavrolit ve granat kristallerinin boyları 1-2 cm olarak belirlenmiştir (Kayhan, 1991). Granat mikaşistler daha az yaygındır ve diğer mikaşistlerle uyumludur. Mikroskobik incelemelerde ana mineral olarak biyotit, kuvars ve plajiyoklaslar belirlenmiştir. Biyotitler, genellikle hipidiyoblastik-ksenoblastik dokuludur. Kahverengimsi renklerde pleokroyizmaya sahiptirler (Levha I - Şekil 3). Çoğunlukla kırılmış ya da parçalanmış şekilde görülmekte ve bazı kesitlerde ise kloritleşmeler ve hidrobiyotitleşmeler izlenmektedir (Levha I - Şekil 4). Demirce zengin sıvıların etkisinin görüldüğü kesitlerde biyotitler koyu kırmızı-koyu kahverengi renklerde izlenmektedir. Bu sıvıların etkisiyle bazı biyotitlerde opaklaşmalar oluşmuştur. Cevherli örneklerde bulunan biyotitlerin görünüşleri diğerlerinden oldukça farklıdır. Bazı kesitlerde ise biyotitlerin içerisinde kapanımlar görülmektedir. Kesitlerdeki muskovitler basınç etkisiyle genellikle bükülmüş ve kıvrımlanmış olup levhamsı şekillerde görülmektedir. Oranları biyotitlere göre daha az ve boyutları daha küçüktür.

Mineralojik incelemelerde iki tür kuvarsin varlığı saptanmıştır. Birinci tür, mikaşistlerin içerisinde bulunan ince taneli kuvarslardır. Damar halinde bulunan ikinci tür kuvarslar ise birincilere göre daha iri tanelidir. Kuvarslar ksenoblastik dokular sergilemektedir ve dalgalı sönmeleriyle tipiktirler.

Ayrıca bazı kesitlerde turmalin, apatit ve zirkon izlenmiştir. Bunlar çok küçük taneli olup yuvarlaklaşmışlardır. Opağımsı ve bazı bölgeleri kızılımsı renkte olan rutil de bazı kesitlerde izlenmektedir. Opak mineraller çoğunlukla yapraklanmaya paralellikler sunmaktadır.

Cevherce zengin örnek kesitlerinde kuvarslar damarcıklar biçiminde, ksenoblastik dokuda ve diğer kuvarslara göre daha büyük taneler şeklinde izlenmektedir. Biyotitler, genellikle kıvrımlanmış ve ksenoblastik dokudadır. Bazı biyotitlerde kloritleşmeler görülmektedir. Cevherli kesitlerde mineraller, çoğunlukla demir ergiyikle-

rinin etkisiyle koyu kırmızı-koyu kahverengi renkler kazanmışlardır. Bu tür kesitlerde çoğunlukla kırıklanmalar da izlenmektedir.

Kemer ve Yılanlıkale Sahaları

Kemer sahası, Ödemiş'ten kuzeydoğuya doğru kuşuçuşu olarak yaklaşık 9 km uzaklıkta ve Zeytinlik Köyü'nün doğu kuzeydoğusunda yer almaktadır. Kemer-Yılanlıkale yolunun üzerinde bulunan Kemer sahasında mikaşistler ve amfibolitler yüzelemek ve içlerinde kuvars-arsenopirit oluşumları gözlenmektedir. Arsenopirit mineralizasyonları yapraklanmaya uyumlu bir konumda görülmektedir. Yapılan ölçümlerde mineralleşmelerin konumları K55D /30GD ve K80B / 76GB olarak ölçülmüştür.

Kemer Bölgesi'nde görülen amfibolitler, merceksi şekillerde bulunur ve mikaşistlerle karşılaştırıldıklarında, geniş ölçekli budinajın neden olduğu merceksi yapıların bir sonucu olarak daha masif bir karaktere sahiptirler. Koyu yeşilimsiyahımsı renkler sunan amfibolitlerde ana mineral olarak amfibol, granat, epidot ve plajiyoklas içerirler.

Amfiboller, yeşilimsi renklere pleokroyizmaları ile hornblend olarak adlandırılmışlardır. Ksenoblastik hornblendler ince taneli olup gruplar halinde izlenmektedirler.

Granatlar, genellikle hipidiyoblastik-ksenoblastik dokular sunmaktadır. İnce kesitlerde hem izotrop hem de anizotrop granatlar görülmektedir. Bazı granatlar kırıklı ve çatlaklı yapıdadır ve bir kısmı da sulu çözeltilerin etkisiyle epidotlara dönüşmüştür. Pembemsi renkli izotrop almandin olduğu düşünülen granatların içerisinde kapanım şeklinde opak mineraller izlenmektedir. Bazı kesitlerde ise yine pembemsi renklere damarcıklar halinde ikincil kökenli granatların varlığı görülmektedir.

Epidotlar genellikle hipidiyoblastik-ksenoblastik dokularda görülmektedir. Bazı örneklerde

epidot oranları çok yüksektir (Levha I - Şekil 6). Epidotların klinozoisit türleri de gözlenebilmektedir.

Plajiyoklaslar, örneklerde genellikle ince porfiroklastlar halinde ve kenarları yuvarlaklaşmış olarak izlenmektedir. Hipidiyoblastik-ksenoblastik plajiyoklaslar genellikle polisentetik ikizlenmeler sunmaktadır. Genellikle kataklastik doku gösteren kesitlerde plajiyoklaslar parçalanmış durumda olup içlerinde izotrop mineral kapanımları izlenmektedir.

Kuvarslar ince kesitlerde genellikle çok az oranlarda gözlenebilmektedir. % 5'in altında bir içerik sergileyen kuvarslar ksenoblastik dokuludur. Kesitte tali mineraller olarak titanit, rutil, sfen (Levha I - Şekil 5), zirkon ve opak mineraller de bulunmaktadır.

Yılanlıkale sahası ise Bozdağ'ın 3,5 km güneydoğusunda, Kemer köyünün yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda ve Kemer-Yılanlıkale yol yarmasında, yer alır. Arsenopirit oluşumları mikaşistler içerisinde fay ve çatlak sistemlerini doldurmuş farklı konumlarda, damar ve damarcıklar şeklindedir. Çalışma alanında bulunan arsenopirit damarları yankayacı ağsal biçimlerde kesmektedir. Kalınlıkları 1-2 cm ile 50 cm arasında değişen kuvars-arsenopirit damar kümeleri 120 m lik bir zon içerisinde izlenir. Oldukça karmaşık tektonik olayların varlığının söz konusu olduğu bölgede kuvars damarları sıkışmış ve kırılmıştır. Mikaşistlerde şistozite genellikle K30-60B / 30-50GB konumundadır. Bu sahada yüzeleyen örnekler Kemer sahasındakilerle hemen hemen aynı mineralojik ve petrografik özellikler sunmaktadır. O nedenle burada sadece cevher örneklerinde izlenen mineraller ve özelliklerine yer verilecektir.

Bazı cevher örneklerinde kırıklar boyunca izlenmekte olan biyotitler genellikle hipidiyoblastik-ksenoblastik şeklinde ve pulsu yapıdadır. İyi bir pleokroyizmaya sahip olan biyotitler kahverengimsi renktedir. Cevherden etkilenen biyotitler

genellikle pulsu yapılarını kaybetmiş, hafif hidro-biyotitleşmeye uğrayarak kızılımsı bir renk almış ve birbirleriyle girift durumlar sergilemektedir. İnce kesitlerde muskovitler % 1-2 oranlarında hipidiyoblastlar şeklinde izlenmektedir.

Kuvarlar, çoğunlukla damarlar şeklinde yerleşmiş ikincil katakterdedir. Ksenoblastik dokuya sahip olan kuvarların tane boyları yaklaşık aynı olup birbirleriyle girift durumlu mozayik bir doku sergilemektedir. Cevherce zengin bazı kesitlerin belli bölgelerinde kuvars taneleri daha iri yapıda gözlenmektedir (Levha I - Şekil 6).

Plajiyoklaslar, genellikle hipidiyoblastik dokuludur ve bir çoğu polisentetik ikizlenme ve zonlanma göstermez. Bazı kesitlerde porfiroblastlar şeklinde görülen plajiyoklaslar, cevherli damarların da etkisiyle çok kırıklı ve çatlaklı yapılar sunar. Cevherli kesitlerde çok az sayıda çatlak dolgusu şeklinde serizitleşmiş plajiyoklaslar bulunmaktadır. Bu plajiyoklasların içerisinde ise sfenler izlenmektedir. Bu tür cevherli örneklerin çoğunda iki yönlü makaslama kırıkları gelişmiş ve cevherler kırılanıp, kesitin birçok yerine dağılmış durumda bulunmaktadır.

Ayrıca örneklerde, küçük gruplar halinde ve az sayıda amfiboller (hornblend), yüksek girişim rengine sahip olan ve biyotitlerin içerisinde kapanım olarak bulunan zirkonlar, hipidiyoblastidiyoblastlar şeklinde ve orta kısımlarında opaklaşmalar olan sfenler ve çok az sayıda da apatitler bulunmaktadır. Kırıklanmış, breşleşmiş cevherlerin çatlaklarında silisleşme, karbonatlaşma ve skoroditleşmeler görülmektedir.

CEVHER MİKROSKOBİSİ

Kemer sahasından bir örnek (KM-3), Yılanlıkale sahasından bir örnek (YK-2) ve Zeytinlik sahasından da dört örnek (ZT-1, ZT-4, ZT-5, ZT-10) cevher mikroskobik çalışmalarla incelenmiş ve belirlenen cevher minerallerinin özellikleri aşağıda sunulmuştur. İncelemeler yağ ortamında ve 250 büyütme ile yapılmıştır. Bu bölümde MTA-

İtalyan Proje (Snia Techint-Rimin-Geoexpert Italy) çalışmasındaki bilgilerden faydalanılmış, bu çalışma ile karşılaştırılması yapılmıştır. Zeytinlik yöresine özgü örneklerde (ZT-1, ZT-4 ve ZT-5) şelit mineralleri UV lamba ile tanımlanmıştır. Ancak parlatmalarda şelit tanelerinden kesit hazırlanamadığından bu minerallerin mikroskobik olarak incelenmesi verilmemiştir.

Arsenopirit.- Ana cevher minerali olarak gözlenen arsenopiritler en fazla 3.5 - 4 mm boyutlarındadır. Çoğunlukla özşekilli minerallere sahip olan arsenopiritler kataklazma göstermektedir. Kenarları ve çatlakları boyunca, tektonizmanın etkisiyle önemli bir kısmı skorodite dönüşmüştür. Bazı bölgelerde ise arsenopiritler skoroditler içerisinde artık olarak görülmektedir. Arsenopiritler, bazen masif bir yapı sergilerken, bazen de saçılım şeklinde bulunmaktadır. Saçılım şeklinde görülen arsenopiritlerin boyu en fazla 3 cm' dir. Skoroditleşme, arsenopiritlerin hem çatlakları boyunca hem de dilinimleri boyunca (Levha II - Şekil 1) izlenmektedir. Bazen de kristalin kenarı boyunca bir şerit halinde diğer silikatlarla arasında çeper oluşturacak şekilde bulunmaktadır. Arsenopiritlerin içinde ufak manyetit ve pirit taneleri görülmektedir. Arsenopiritlerin manyetit ve piritleri sarmalarından dolayı bu tanelerden daha genç oldukları düşünülmektedir.

Skorodit.- Arsenopiritin yüzeysel ayrışma ürünü olan skorodit, ikincil mineral olarak görülmektedir. Yeşil renkli olan skoroditler çoğunlukla arsenopiritlerin çatlaklarında izlenmektedir. Yılanlıkale Bölgesi'ne ait örnekte görülen skoroditler, arsenopiritleri ornatarak iskeletimsi hale getirmiştir. Bu şekilde oluşan skoroditlerde kolloform dokularda izlenmektedir.

Altın.- Değişik boyutlarda izlenen altının tane boyu en fazla 110µm x 250µm 'dur. Bazı kesimlerde tek taneler halinde görülen altın, bazı kesimlerde ise daha küçük taneli olark gruplar halinde görülmektedir. Örneklerde altınlar, nabit altınlar olarak izlenirler. Önceleri arsenopiritin içerisinde bulunan altın, arsenopiritlerin skorodite

dönüşmesiyle, skoroditin içerisinde gözlenmektedir (Levha II - Şekil 2). Altın taneleri, bazı yerlerde arsenopiritlerin çatlağını doldurmuş halde bulunmaktadır. Bu da bazı altın tanelerinin arsenopiritlerden daha genç olabileceğini göstermektedir.

Pirit.- Çoğunlukla arsenopiritin içerisinde görülen piritler bazen özşekilli-yarı özşekilli bazen de iskeletimsi yapılarda görülmektedir (Levha II - Şekil 3). Arsenopiritlerin aksine piritlerde kataklazma izlenmektedir. Piritlerin çevresini arsenopiritlerin sarması piritlerin, arsenopiritlerden daha yaşlı olduğunu göstermektedir. Bu tür piritlerin boyutu 0.3 mm - 0.4 mm arasındadır. Bazı bölgelerde pirit ile markazit arasında büyüme izleri görülmektedir. Bazı piritler hegzagonal pirotinin pseudomorfları şeklinde izlenmektedir (Levha II - Şekil 4). Arsenopiritler içerisinde pirotin tanelerinin bulunması bu piritlerin pirotinden dönüşebileceğini düşündürmektedir. Bu tür piritlerin boyları ise 1 mm'ye kadar ulaşabilmektedir. Piritle birlikte bulunan pirotin, markazit ve manyetit mineralleri hem arsenopiritlerin içerisinde hem de yankayacı oluşturan minerallerin içerisinde görülmektedir. Bazen de piritlerin etrafını kalkopiritler sarmış durumdadır.

Kalkopirit.- En büyüklerinin boyutu 0.2 mm olan kalkopiritler hem arsenopiritlerle kenetlenmiş halde hem de arsenopiritlerin çatlaklarını doldurmuş halde görülmektedir. Bazı kesimlerde ise piritlerin etrafını sarmış şekilde izlenmektedir (Levha II - Şekil 5). Örneklerdeki en genç sülfütlü mineralin kalkopirit olduğu düşünülmektedir. Arsenopiritlerle kenetlenmiş halde görülen kalkopiritlerin boyutları yaklaşık 150 µm'dur. Özellikle Kemer Bölgesi örneğinde görülen bu tür kalkopiritler çatlakları boyunca kovellin ve limonite dönüşme göstermektedir (Levha II - Şekil 6).

Diğer Opak Mineraller.- Rutiller çok ufak iğnecikler şeklinde, şistoziteye paralel biçimde dizilmiş olup 200 µm boyutundadır. Sfenler ise çok az miktardadır. Her iki mineral de biyotitlerin içinde-

dir. Ayrıca gang mineralleri içerisinde rutile dönüşmüş ilmenit mineralleri de bulunmaktadır. Zeytinlik yöresi örneklerinde amfibollerin içinde yuvarlak-elipsoidal pirotin taneleri izlenmektedir.

MTA-İTALYAN PROJESİ CEVHER MİKROSKOBİSİ ÇALIŞMALARININ KISA ÖZETİ

Elmacıgediği Yöresi

Sinmetamorfik (metamorfizma ile eşyaşlı) mineralizasyonda önce pirotin, arsenopirit, şelit, onu izleyen evrede de kalkopirit, markazit parajenezi özgünleşir. Markazit, pirotinin bir alterasyon ürünü olabilir. Pirotin, pirit, arsenopirit ve şelitlerin tane boyu ender olarak 1 mm'yi geçmektedir. Kalkopirit ve markazitlerin boyları ise 0.1 mm'den daha küçüktür. Serbest altına rastlanmamıştır.

Zeytinlik Yöresi

Arsenopiritler, boyutları 2 cm'ye kadar ulaşan özşekilli ve uzamış kristaller halinde gözlenir. Taneler genellikle silikatlar içinde poikiloblastik ve porfiroblastik büyümeler gösterir. Arsenopiritler içinde içsel büyüme veya kırık dolgusu şeklinde markazit, antimonit ve kalkopiritler bulunmaktadır.

Altın, hem iri arsenopiritler içerisinde kapanım, hem de arsenopiritin bizmutinit, kalkopirit ve kuvarsla olan birlikteliğinde arsenopiritlerde bulunan ince çatlaklar içinde 10 µm'u geçmeyen büyüklüklerde, ufak taneler halinde, nabit altın olarak izlenir.

Kalkopirit, küçük çatlaklar içinde markazit ile birlikte ayrıca bizmutinit ve altın ile beraber görülmektedir. Tane boyu en fazla 0.03 mm'dir.

Markazit, esas itibarıyla arsenopiritlerin merkezi bölümlerinde yer almakta olup tane boyları 0.5 mm'ye kadar çıkmaktadır. Parlak kesitlerde markazitin çatlak dolgusu mu yoksa arsenopirit içinde kapanım mı olduğu pek belirgin değildir. İksel pirotin olasılıkla markazite dönüşmüştür.

Bazen kalkopiritler ile birlikte büyüme de gösterirler.

Şelit, tane boyu 1 cm'ye ulaşan özşekilli ve yarı özşekilli porfiroblastlar şeklinde gözlenmekte olup şistoziteye paralel büyüme gösterirler.

Yılanlıkale Yöresi

İkincil süreçlerle kırılmış ve parçalanmış olan kırılmış arsenopirit kristallerinde poikiloblastik ve özşekilli bir büyüme izlenmektedir. Pirit, pirotin ve kalkopirit, arsenopiritin çatlaklarında gözlenmiştir. Serbest altın ve bizmutinit bulunamamıştır. Bu mineraller arsenopiritler içinde 10 µm'dan küçük kapanımlar şeklindedir.

CEVHER MİKROSKOBİSİNE ÖZGÜ DENEŞTİRME VE YORUM

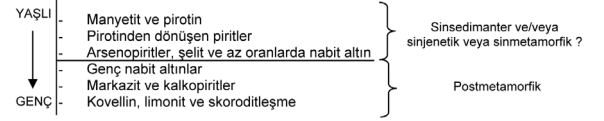
Çalışma kapsamında belirlenen cevher minerallerinden arsenopiritlerin; özşekillilikleri, silikat mineralleri arasında yer aldıkları ve kırık ve çatlaklarında markazit ve kalkopiritlerin bulunması MTA-İtalyan Projesi ile bu çalışmanın ortak noktalarıdır. Bu çalışmada ise ortaya konulan yeni bulgu arsenopiritlerin hem tanesel hem de saçılımlı görünüşleri, manyetit ve piritlerden daha genç olmaları ayrıca kataklazma geçirmeleri ve de skoroditleşmeleridir. Altın oluşumları için de hem arsenopiritlerin içinde hem onların çatlaklarında yer alması ortak noktalar iken, bu çalışma kapsamında tek tek ve bazen de gruplar halinde nabit altın oluşumlarının yer yer 250 µm'a kadar varan boyutlarının olması ile skoroditler içinde serbest altın tanelerine rastlanması özgün bulgulardır.

Çalışmada piritler saptanmışken, MTA-İtalyan Projesi'nde markazitlerin varlığından söz edilmiştir. Burada piritlerin özellikleri ayrıntılı biçimde vurgulanmıştır.

Ayrıca MTA-İtalyan Projesi'nde bizmutinit, şelit ve antimonitlerin belirlenmiş olduğu görülmektedir.

Elde edilen tüm cevher birliktelikleri birarada yorumlandığında;

1) Cevher minerallerinin oluşum sırası yaşlıdan gence doğru şöyle verilebilir :



2) Zeytinlik ve Elmacıgediği yöresinde arsenopiritlerin özşekilli olması ve yapraklanmaya uyumlulukları bu çalışmaların diğer özgün bir sonucudur. Yılanlıkale'de ise gerek cevherleşmelerin damar şeklinde olmaları, gerekse de diğer bölgelerde izlenen tipik mineral birlikteliklerine rastlanılamamış olması, olası bir geç evre mobilizasyonuna işaret eder gibi görünmektedir.

JEOKİMYA

ESAS VE ESER ELEMENT ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMELERİ

Yapılan petrografik çalışmalar sonucu, her bölgeden, o bölgelerin farklı zonlarını temsil edecek biçimde seçilen 11 tane örnekte kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu örneklerden 7 tanesi Zeytinlik'e, 2 tanesi Elmacıgediği'ne, 1 tanesi Kemer'e ve 1 tanesi de Yılanlıkale yörelerine aittir. Ayrıca MTA-İtalyan Projesi kapsamında, incelenen bölgelere özgü jeokimyasal analizi yapılan örneklerin analiz sonuçlarından da bu çalışma kapsamında yararlanılmıştır. Tüm örneklerle özgü tanımlar ve jeokimyasal veriler çizelge 1, 2, 3, 4, 5 ve 6'de toplu biçimde sunulmuştur.

Elmacıgediği Sahası

Amfibol şist örneklerinde tüm ana element oksit içerikleri birbirleriyle uyum içerisindedir. Fakat amfibol şist - amfibolit olarak adlandırılan örnekte (EG-2a), SiO₂ içeriği biraz düşük, Fe₂O₃ içeriği ise biraz yüksektir. 7579 numaralı cevher içeren örnekte yapılan analiz sonuçlarında

Çizelge 1- Çalışma kapsamında derlenen ve jeokimyasal analizi yapılan örnekler

Örnek No.	Lokalite	Tanım
EG-2a	Elmacıgediği	Granat amfibolşist-amfibolit dokanağı
EG-6	Elmacıgediği	Amfibolşist
KM-1	Kemer	Cevherli örnek (arsenopirit)
YK-2	Yılanlıkale	Arsenopirit cevheri (konsantresi)
ZT-1	Zeytinlik	Cevherli örnek (arsenopirit)
ZT-2	Zeytinlik	Biyotit-muskovit-granat-stavrolitşist
ZT-3	Zeytinlik	Biyotit-muskovitşist
ZT-4	Zeytinlik	Cevherli örnek (arsenopirit)
ZT-5	Zeytinlik	Cevherli örnek (arsenopirit)
ZT-6	Zeytinlik	Muskovit-biyotitşist
ZT-10	Zeytinlik	Cevherli örnek (arsenopirit)

Çizelge 2- MTA-İtalyan Projesi kapsamında jeokimyasal analizi yapılan örnekler

MTA-İTALYAN ORTAK PROJESİ	Örnek No	Lokalite	Tanım
	7579	Elmacıgediği	Cevherli örnek (arsenopirit)
	8368	Elmacıgediği	Amfibolşist
	8369	Elmacıgediği	Amfibolşist
	TR-M-10	Yılanlıkale	Arsenopirit cevheri (derlenmiş örnek)
	8381	Yılanlıkale	Cevherli örnek (arsenopirit)
	8414	Yılanlıkale	Arsenopirit cevheri (konsantresi)
	8415	Yılanlıkale	Cevherli örnek (arsenopirit + kuvars damarı)
	7541	Zeytinlik	Kuvars damarı (Pirit-arsenopirit-volframit)
	7544	Zeytinlik	Şist
	7545	Zeytinlik	Şist
	7548	Zeytinlik	Şist
	8375	Zeytinlik	Mikaşist
	8378	Zeytinlik	Prasinit (metavolkanit)
	8426	Zeytinlik	Granat amfibolit
	8429	Zeytinlik	Granat – mikaşist
	8432	Zeytinlik	Biyotit gnays
	8433	Zeytinlik	Mikaşist
	8441	Zeytinlik	Granat amfibolit
	TR-M-9	Zeytinlik	Arsenopirit cevheri (derlenmiş örnek)
TR-Au-Z1	Zeytinlik	Arsenopirit cevheri (derlenmiş örnek)	

örneğin kimyasının anakayaçlarla uyum içinde olması olasılıkla bu örneğin az miktarda cevher içermesi biçiminde açıklanabilir. Toplam Fe_2O_3 içeriğinin diğer örneklerden yüksek çıkması da bu örneğin cevher içeriğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca esas element oksitlerinin

amfibolit veya amfibol şistlere benzemesi, cevherli bölümlerin bu tür kayaçlar içinde yer aldığını düşündürmektedir.

Çizelge 4'te verilen eser element içeriklerinden özellikle MTA-İtalyan Projesi kapsamın-

Çizelge 3- Çalışma kapsamında alınan örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları (analizler Kanada ACME'de ICP-MS yöntemiyle yapılmıştır)

Örnek No →	ZT-1	ZT-2	ZT-3	ZT-4	ZT-5	ZT-6	ZT-10	EG-2a	EG-6	KM-1	YK-2
SiO ₂ (%)	45.74	61.64	62.68	42.02	61.64	62.54	46.75	55.85	64.54	43.76	4.17
Al ₂ O ₃ (%)	11.88	17.38	17.90	9.32	10.10	17.49	2.83	16.56	13.83	14.57	0.80
Fe ₂ O ₃ *(%)	16.94	6.95	4.91	21.45	10.63	4.49	22.29	8.49	6.15	13.29	37.97
MgO(%)	1.17	2.96	2.02	1.42	0.43	1.84	0.12	3.84	2.70	0.75	0.02
CaO(%)	3.82	1.59	1.03	2.54	3.08	1.15	0.41	8.72	7.30	21.02	0.17
Na ₂ O(%)	1.54	1.68	2.25	1.17	1.14	2.48	0.73	2.60	1.54	0.12	0.05
K ₂ O(%)	0.86	3.67	4.04	0.64	0.87	3.66	0.19	0.26	0.21	0.03	0.25
TiO ₂ (%)	0.27	0.95	0.44	0.23	0.39	0.44	0.22	0.96	0.92	0.57	0.07
P ₂ O ₅ (%)	0.55	0.19	0.02	0.62	0.18	0.05	0.11	0.68	0.25	0.08	0.04
MnO(%)	0.01	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	< .01	0.16	0.14	0.42	< .01
Cr ₂ O ₃ (%)	0.049	0.039	0.056	0.026	0.047	0.048	0.031	0.044	0.090	0.030	0.019
A.K.	10.9	2.4	3.7	18.5	9.7	3.8	17.1	1.6	1.3	4.7	51.4
Top/C	0.13	0.12	0.29	0.34	0.22	0.33	0.01	0.03	0.07	0.03	0.02
Top/S	4.37	0.03	0.03	4.92	1.17	0.04	2.72	0.10	0.02	0.13	14.34
TOP	93.89	99.72	99.41	98.02	98.34	98.29	90.93	99.98	99.36	99.44	94.98
Örnek No →	ZT-1	ZT-2	ZT-3	ZT-4	ZT-5	ZT-6	ZT-10	EG-2a	EG-6	KM-1	YK-2
Co(ppm)	10.2	9.9	12.7	11.4	2.2	9.9	27.1	21.7	19.9	11.1	30.0
Cs(ppm)	3.1	6.2	5.6	2.7	2.0	4.9	0.6	0.9	2.6	<0.1	0.7
Ga(ppm)	19.4	24.2	24.5	16.2	24.7	22.5	4.5	16.7	17.9	20.2	3.0
Hf(ppm)	2.8	5.4	4.2	2.2	3.7	4.0	1.4	4.8	5.2	2.6	<0.5
Nb(ppm)	5.7	13.8	8.4	4.2	7.6	7.8	3.2	11.9	12.0	13.4	1.1
Rb(ppm)	42.5	114.8	127.0	32.7	39.6	95.2	7.9	5.0	5.4	0.6	9.3
Sn(ppm)	<1	4	3	<1	3	3	2	4	8	25	<1
Sr(ppm)	446.8	264.1	209.6	235.6	501.0	204.3	195.0	356.6	283.6	205.5	30.4
Ta(ppm)	0.3	1.0	0.6	0.3	0.5	0.6	0.3	0.9	0.8	0.9	<0.1
Th(ppm)	5.5	10.3	9.6	5.8	11.1	10.4	1.9	9.1	7.4	17.4	1.0
U(ppm)	3.8	3.3	7.4	3.4	5.3	4.5	0.4	3.6	2.2	4.6	0.1
V(ppm)	102	124	141	77	68	131	24	94	71	140	27
W(ppm)	11.8	3.2	5.9	71.3	4005.4	15.2	14.4	2.7	4.8	3.5	18.6
Zr(ppm)	98.0	193.4	144.3	81.0	139.4	130.8	42.6	176.2	168.7	88.1	11.9
Y(ppm)	40.3	34.4	25.1	24.0	30.6	29.2	6.9	38.2	34.6	49.7	1.1
Mo(ppm)	5.8	0.8	8.5	4.4	12.1	10.3	4.5	1.3	1.3	0.7	2.7
Cu(ppm)	70.9	40.3	115.4	56.3	158.0	45.2	1.6	47.3	4.7	74.5	3.2
Pb(ppm)	11.5	3.8	8.9	6.7	18.3	7.6	2.0	4.0	5.2	8.7	2.6
Zn(ppm)	18	56	112	24	15	83	4	49	38	18	4
Ni(ppm)	979.1	975.7	1430.9	464.7	765.6	1062.9	926.8	1430.0	2337.2	829.2	362.9
As(ppm)	>9999	77.4	709.4	>9999	6938.4	2233.2	>9999	467.5	570.4	1102.9	>9999
Cd(ppm)	0.1	< .1	0.5	0.1	0.1	0.2	< .1	0.4	0.3	0.2	< .1
Sb(ppm)	58.2	0.3	0.6	79.7	2.6	1.3	147.7	0.6	0.5	1.1	103.3
Bi(ppm)	18.7	0.3	0.9	23.9	19.5	0.9	231.4	0.6	4.7	1.9	13.0
Ag(ppm)	0.6	0.2	0.5	0.9	0.7	0.3	1.7	0.5	0.3	1.1	0.2
Au(ppm)	6.17	3	0.01	8.48	2.92	0.12	86.33	0.15	0.18	0.31	4.13
Hg(ppm)	0.01	0.01	0.02	0.18	0.64	0.23	0.09	0.01	0.01	< .01	0.21
Tl(ppm)	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	0.4	0.1	< .1	< .1	< .1	< .1
Se(ppm)	10.6	0.5	1.6	15.2	7.6	2.7	18.2	0.5	< .5	0.7	29.1

* Toplam demir Fe₂O₃ olarak verilmiştir.

Çizelge 4- MTA-İtalyan Projesi kapsamındaki örneklerin ana oksit analiz sonuçları (içerikler değiştirilmeden alınmıştır)

Örnek No →	7579	8368	8369	7541	7544	7545	7548	8375	8378	8426	8429	8432
SiO ₂ (%)	59.06	63.50	59.60	56.62	61.90	59.60	66.00	60.70	51.50	47.80	63.50	68.30
TiO ₂ (%)	0.82	0.93	0.94	0.35	0.49	0.98	0.83	0.51	0.31	3.00	1.14	0.87
Al ₂ O ₃ (%)	11.74	15.10	18.90	16.08	18.29	18.50	14.90	18.70	4.50	15.60	15.90	15.00
Fe ₂ O ₃ *(%)	10.58	5.82	7.70	7.80	5.39	6.34	5.63	4.65	21.00	15.20	7.31	3.51
MnO(%)	0.08	0.21	0.10	0.11	0.12	0.10	0.08	0.05	-	0.19	0.10	0.02
MgO(%)	2.25	2.41	4.07	2.63	2.48	2.68	2.01	2.13	0.36	5.40	2.67	1.88
CaO(%)	5.12	6.66	1.15	9.28	2.43	1.81	2.25	1.34	0.54	7.14	2.21	2.30
Na ₂ O(%)	ypm	2.79	2.43	ypm	4.52	1.04	2.43	2.62	1.27	2.41	3.61	3.71
K ₂ O(%)	<0.02	0.10	3.42	0.13	2.32	4.03	1.88	3.80	1.68	1.31	2.32	2.44
P ₂ O ₅ (%)	0.29	0.40	0.23	0.69	0.26	0.19	0.21	0.09	0.17	0.51	0.31	0.12
A.K.	ypm	0.90	2.10	ypm	2.50	2.50	1.60	4.70	19.80	1.80	1.10	2.00
TOP	98.14	98.80	100.80	98.08	100.88	97.95	97.85	99.80	98.60	100.60	100.10	100.60

Örnek No →	8433	8441	TR-Au-Z1	TR-M-9	8381	8414	8415	TR-M-10
SiO ₂ (%)	69.30	42.20	45.07	39.55	37.81	2.26	95.16	11.01
TiO ₂ (%)	0.85	5.04	0.26	0.24	0.18	0.09	0.03	0.15
Al ₂ O ₃ (%)	14.80	13.80	10.27	9.76	4.81	1.85	<1	<1
Fe ₂ O ₃ *(%)	4.99	17.20	18.04	20.21	30.39	44.99	4.42	34.51
MnO(%)	0.05	0.14	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
MgO(%)	1.78	9.22	1.69	0.85	<0.50	0.89	<0.50	<0.50
CaO(%)	0.96	9.79	3.04	2.65	<1	3.49	<1	<1
Na ₂ O(%)	2.80	0.98	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	Ypm
K ₂ O(%)	2.65	0.27	0.93	0.91	0.86	0.18	<0.02	0.2
P ₂ O ₅ (%)	0.16	0.42	0.39	0.58	0.07	0.11	0.03	<0.1
A.K.	2.00	1.10	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	Ypm
TOP	100.50	100.10	101.21	102.08	85.71	60.58	110.22	92.04

* Toplam demir Fe₂O₃ ifade eder. - Aletin duyarlılık sınırlarının altında ypm : analizi yapılmayan değerler

da yapılan analizlerde aletin duyarlılık sınırlarının düşük olması ve birçok örneğin bu sınırlar altında oranlar içermeleri nedeniyle yorumlama yapmak zorlaşmaktadır. Ancak 7579 no'lu örnek ile EG-2a ve EG-6 örnekler karşılaştırıldığında; W, Mo, Cu, As, Sb ve Au ile ayrıca Ni içerikleri dışında büyük bir paralellik ve uyum görülmektedir. Bu da cevher içeren örneğin amfibolit/amfibol şist anakayacı ile ne kadar benzer olduğunu göstermektedir. Yukarıda anılan elementler ise cevherleşmeye işaret etmektedir.

Cevherli örnekte (7579) W içeriğinin yüksek olması kayaçta olası şelit varlığına işaret eder. Yine cevherli örnekte Cu ve As içerikleri de çok yüksektir.

Zeytinlik Sahası

Sahadan derlenen cevherli örneklerin (ZT-1, ZT-4 ve ZT-10) SiO₂ içerikleri diğerlerine göre % 45'ler civarında olup mikaşistlere göre daha düşüktür. ZT-5 örneği ise mikroskobik tanımlamadan da anlaşılabilir gibi % 61-62 civarındaki

Çizelge 5- MTA-İtalyan Projesi kapsamındaki örneklerin eser element analiz sonuçları (içerikler değiştirilmeden alınmıştır)

Örnek No →	7579	8368	8369	7541	7544	7545	7548	8375	8378	8426	8429	8432
V(ppm)	66.9	ypm	ypm	110.2	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	Ypm
Co(ppm)	14	12	14	25.1	31	-	14	-	-	11	17	47
Ni(ppm)	45.5	37	60	200.9	90	10	43	13	-	24	43	71
Sn(ppm)	<16	-	-	<16	-	-	-	-	-	-	-	-
W(ppm)	851.5	ypm	ypm	16	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Mo(ppm)	7.7	ypm	ypm	<4	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Cu(ppm)	510.3	30	32	84	-	-	-	15	75	97	18	39
Pb(ppm)	<20	-	-	56.4	-	-	-	18	-	-	-	-
Zn(ppm)	43	31	164	575.9	234	116	138	76	-	102	109	63
As(ppm)	32826	-	-	225	-	-	-	105	5910	-	-	68
Sb(ppm)	20	ypm	ypm	<20	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Bi(ppm)	<20	ypm	ypm	<20	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Hg(ppm)	<0.1	ypm	ypm	<0.1	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Au(ppm)	0.34	ypm	ypm	0.01	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Ag(ppm)	<1.0	ypm	ypm	<1	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Ba(ppm)	78.8	85	556	103.9	483	1090	312	809	300	265	608	869
Rb(ppm)	ypm	-	131	-	100	136	84	136	98	51	86	68
Sr(ppm)	443.5	302	250	727.4	334	181	205	280	232	300	243	177
Li(ppm)	21.2	ypm	ypm	55.1	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Nb(ppm)	11.8	10	-	9.2	-	10	-	10	-	18	10	-
Zr(ppm)	192.4	228	199	123	185	239	235	200	124	230	371	263
Y(ppm)	36.1	33	33	32.6	28	47	44	39	-	30	33	24
Th(ppm)	ypm	-	-	ypm	-	-	-	-	27	-	-	-
U(ppm)	ypm	-	-	ypm	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr(ppm)	69.1	46	67	54.8	73	100	88	80	-	34	94	72
Cd(ppm)	<2.0	ypm	ypm	4.7	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm

Örnek No →	8433	8441	TR-Au-Z1	TR-M-9	8381	8414	8415	TR-M-10
V(ppm)	ypm	ypm	90.7	103.3	17.9	56.6	4.5	36.3
Co(ppm)	-	54	13.8	27.4	12.9	27.4	2.2	30.6
Ni(ppm)	18	94	56.2	42	6.1	25.3	<6	15.8
Sn(ppm)	-	-	<16	<16	17.8	16.4	20.8	<16
W(ppm)	ypm	ypm	1669.4	1050.2	454	<16	<16	<16
Mo(ppm)	ypm	ypm	20.9	21.1	<4	<4	<4	23.4
Cu(ppm)	60	57	75.1	72.8	3.4	5.1	4.1	3.9
Pb(ppm)	-	-	20	28.1	<20	<20	<20	<20
Zn(ppm)	75	231	59.3	60.9	28.5	63.2	10.4	60.9
As(ppm)	-	-	113000	150000	50000	50000	17000	287000
Sb(ppm)	ypm	ypm	89.3	115	90.3	113.5	32.1	137.5
Bi(ppm)	ypm	ypm	21.1	47	<20	<20	<20	38
Hg(ppm)	ypm	ypm	5	<0.1	5.1	4.8	0.3	<0.1
Au(ppm)	ypm	ypm	4.5	17	1.9	2.2	0.3	6.7
Ag(ppm)	ypm	ypm	<1	1	<1	<1	<1	<1
Ba(ppm)	872	140	236.7	244	308.2	599.7	58.8	735.9
Rb(ppm)	76	10	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Sr(ppm)	180	105	347.9	302.2	95.9	395.7	9.3	120
Li(ppm)	ypm	ypm	7.8	17.1	<4	<4	<4	6.9
Nb(ppm)	-	22	3.9	5.3	6.3	<2	<2	2.7
Zr(ppm)	212	190	106.7	98.1	210.1	9.1	<2	15.6
Y(ppm)	21	15	21.2	22.7	3.7	2.8	<1	2.2
Th(ppm)	-	-	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
U(ppm)	-	-	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm	ypm
Cr(ppm)	65	150	42	78.4	18.1	21.4	9.9	8.2
Cd(ppm)	ypm	ypm	<2	<2	<2	<2	<2	<2

- Aletin duyarlılık sınırlarının altında ypm : analizi yapılmayan değerler

Çizelge 6- Grafiklerde örnekleri temsil eden simgeler

		Çalışma	İtal.Proj.
Amfibollu kayaçlar	Amfibolşistler ve amfibolitler	▲	△
Şistler	Tüm şist örnekleri (amfibolşistler hariç)	◆	◇
Cevherli örnekler	Tüm cevher örnekleri	■	□
Gnays	Biyotit gnays	-	○
Damar	Kuvars damarı	-	x
Prasinit	Meta Volkanit	-	+

- Bu çalışma kapsamında rastlanılmayan litolojiler

SiO₂ içeriği ile mikaşistlere yakındır. Al₂O₃ içerikleri cevherli ve cevhere yakın kesimlerinden alınan örneklerde (ZT-1, ZT4 ve ZT-5) % 9-10 seviyelerinde iken, mikaşistlerin içerisinde (ZT-2, ZT-3 ve ZT-6) % 17'den daha fazladır. ZT-10 cevher örneği ise % 2.83 ile en düşük Al₂O₃ içeriğine sahiptir. MgO içerikleri alınan cevherli örneklerde ZT-10 örneği hariç % 1-4 aralığında iken mikaşistlerde % 1.84'den daha yüksektir. Bu da yan kayaç ile cevherli zonlar arasında MgO içeriği için % 1-2 arasında oynamalar olduğunu göstermektedir. CaO içerikleri açısından ise yine ZT-10 örneği hariç cevherli örneklerde oranlar % 2.5-3.8 arasında iken mikaşistlerde % 1-1.6 arasındadır. P₂O₅ içeriklerinde cevherli örneklerde artışlar görülmektedir. K₂O içeriklerinde de mikaşist örneklerinde artmalar görülürken, cevherli örneklerde ise % 0.87'den az oranlar izlenmektedir.

MTA-İtalyan Ortak Projesi kapsamında alınan örneklerin kimyasına bakıldığında cevherli örnekler ve amfibolitlerde SiO₂ içerikleri şistlere göre beklenildiği biçimde düşüktür. TiO₂ içerikleri amfibolitlerde yüksek, toplam Fe₂O₃ içerikleri ise cevherli örneklerde, amfibolitlerde ve prasinit (metavolkanit) örneklerinde yükselmektedir. MgO içerikleri ise amfibolitlerde beklenildiği gibi yüksektir. Cevherli örneklerin tüm ana element oksit içerikleri, bu çalışmada alınan cevher örnekleri ile büyük bir paralellik ve/veya uyum içerisinde.

Çizelge 3'te verilen ZT-1 ve ZT-6 arasında değişen örneklerden; As, Sb, Bi, Au ve Se içeriklerinin yüksek olduğu bölümler cevherli zona işaret etmektedir. As içerikleri cevherli örneklerde yaklaşık 7000 ppm'den yüksek (ZT-1, ZT-4, ZT-5 ve ZT-10) olup mikaşistlerde ise 77-2200 ppm arasında değişmektedir. Sb, Bi ve Se elementleri de cevherli örneklerde mikaşistlere göre belirgin şekilde artmaktadır.

Zeytinlik sahasından alınan tüm örneklerin jeokimyasal sonuçları irdelendiğinde Ni'nin çok farklı sapmalar gösterdiği görülmektedir. 10-1463 ppm arasında değişen Ni içerikleri, bu çalışma kapsamında alınan mikaşist örneklerinde, cevherli örneklere göre daha yüksek oranları kapsamaktadır. W içeriğinin bir tek ZT-5 örneğinde 4000 ppm gibi yüksek bir oranda olduğu görülmektedir. Ayrıca MTA-İtalyan Projesi kapsamındaki iki adet oluk şeklinde alınan cevher örneklerinde de (TR-Au-Z1 ve TR-M-9) W içerikleri artma göstermektedir. Yine bu iki cevher örneğinde As içerikleri 113000 ve 150000 ppm ile çok yüksek oranlar sunmaktadır.

Au içerikleri açısından sonuçlar değerlendirildiğinde cevher örneklerindeki ortalama 3-9 ppm arasındaki veriler dikkati çekmektedir. Yalnız ZT-10 örneğinde 86,33 ppm ile Au çok yüksek bir içeriktedir. Buna bağlı olarak ZT-10 örneğinde; Ag, Sb ve Bi içerikleri de diğer örneklere göre

daha yüksek, Zn, Rb, Cs, Ga, Zr, Y, Th, U ve Sc içerikleri ise daha düşüktür. Öte yandan; V, Co, W, Mo ve Cu içerikleri cevher örneklerinde biraz daha yüksek iken mikaşistlerle çok belirgin bir benzeşim göstermektedir. Bu belki de yankayaç-cevher arası homojenleşme ve etkileşmenin fazla olmasındandır.

Zeytinlik sahasında değerlendirilen; amfibollü kayaçlar, şistler ve cevher örneklerinin tüm ana oksit-SiO₂ değişim diyagramlarında noktaların birbirlerinden oldukça belirgin şekilde ayrı alanlara düştüğü görülmektedir (Şekil 2).

TiO₂, Al₂O₃, MnO ve MgO'lerin SiO₂'e karşı dağılım diyagramlarında cevherli örneklerin ana oksit içeriklerinin değerlerinin şistler ve amfibollü kayaçlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Toplam Fe₂O₃ ve P₂O₅ içerikleri amfibollü kayaçlar ve cevher örneklerinde benzer olup Na₂O ve K₂O içeriklerinde ise örnekler arası belirgin bir ayrımlaşma izlenmemektedir. Amfibollü kayaçlarda TiO₂, MnO ve MgO içerikleri şist ve cevherli örneklerle göre belirgin şekilde artmaktadır. Ayrıca toplam Fe₂O₃ içeriklerinin hem amfibollü kayaçlarda hem de cevher örneklerinde birbirleriyle yaklaşık aynı oranlarda yüksek içerikler kapsadığı görülmektedir (Şekil 2).

Özellikle Zeytinlik sahasından yapraklanmayla uyumlu zonlardan derlenen az sayıdaki örneklerle ait eser element jeokimyası ile elde edilen verilerin jeostatistik yöntemlerle değerlendirilmesi sonucu (Cluster Analizleri) 3 ana birliktelik saptanmıştır. Birinci birliktelik Cr-Ni elementlerinden oluşmakta iken, ikinci birliktelik U-V-Cu-Mo-Pb-Th-Ba ve üçüncü birliktelik ise Au-Ag-Bi-Sb-Se elementlerinden oluşmaktadır (Akıska, 2003).

Kemer-Yılanlıkale Sahaları

Bu sahalardan derlenen tüm örnekler ya cevherce zengin ya da oluk cevher örneklerinden oluşmaktadır. Yapılan analizlerde SiO₂ içerikleri de bunları doğrular niteliktedir. 8415 numaralı ör-

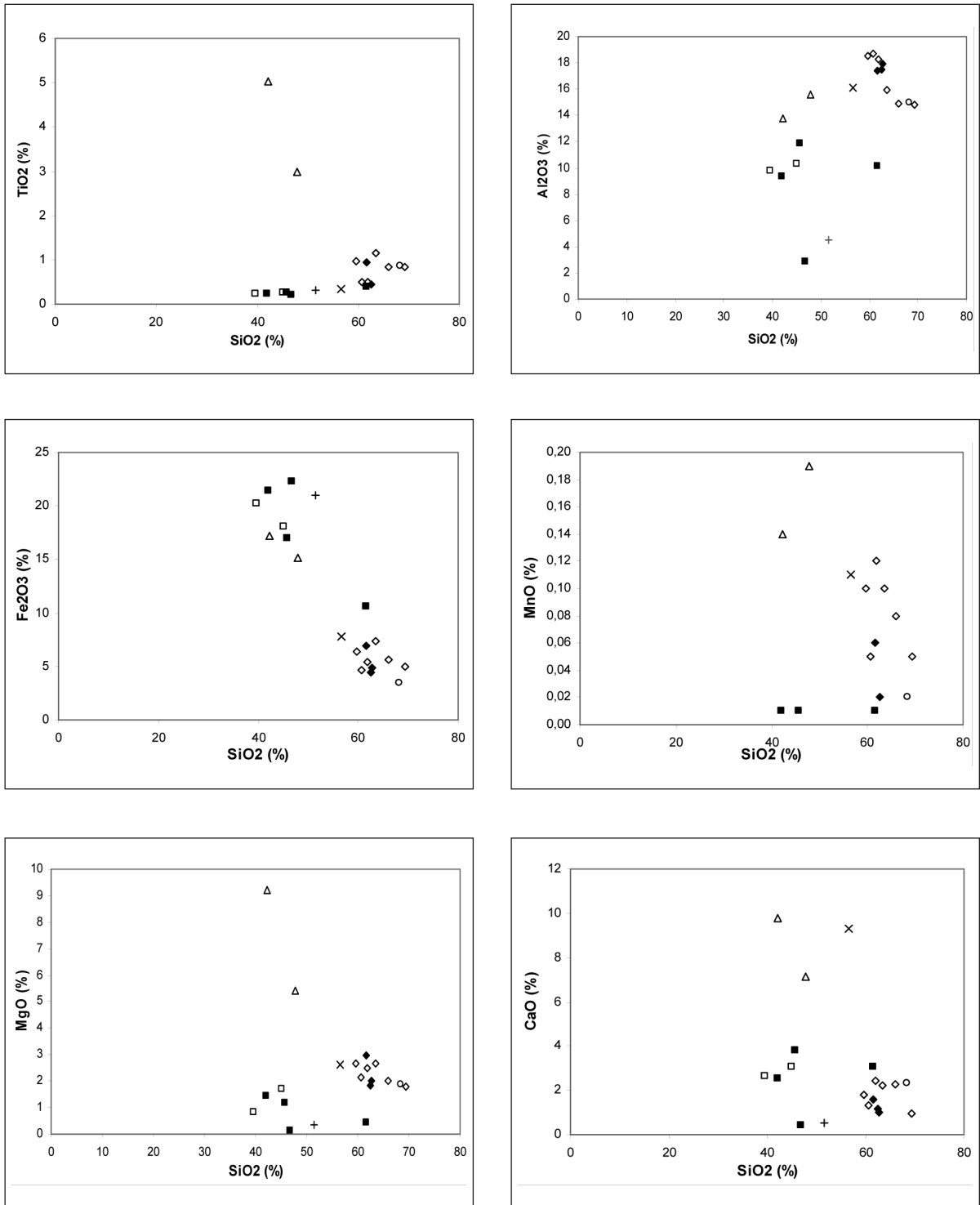
neğin % 95,16 SiO₂ içermesi, arsenopiritli kuvars damarına işaret etmektedir. 8414 ve YK-2 numaralı örnekler ise % 2-4 arası oranlarda SiO₂ içerir. Bunların arsenopirit minerallerini fazla içermeleri nedeniyle SiO₂ içerikleri daha düşüktür. Fe₂O₃ içeriğinin yüksek olması (8415 numaralı kuvars damar örneğinin göz önünde bulundurulmadığı koşullarda) bunu doğrular niteliktedir. KM-1 numaralı örnekte SiO₂, Al₂O₃ ve CaO oranlarının diğerlerine göre artması bu örneğin olasılıkla cevherle birlikte alınan yankayaç örneği olmasından kaynaklanmaktadır. K₂O oranı ise bu örnekte düşüktür. Bu arada KM-1 örneğinin CaO içeriğinin % 21 civarındaki oranı ile kendine özgü bir litoloji olduğu düşünülmektedir. Zira yapılan petrografik incelemelerde, örnekte Ca'ca zengin mineraller olan çok bol granat ve epidot saptanmıştır.

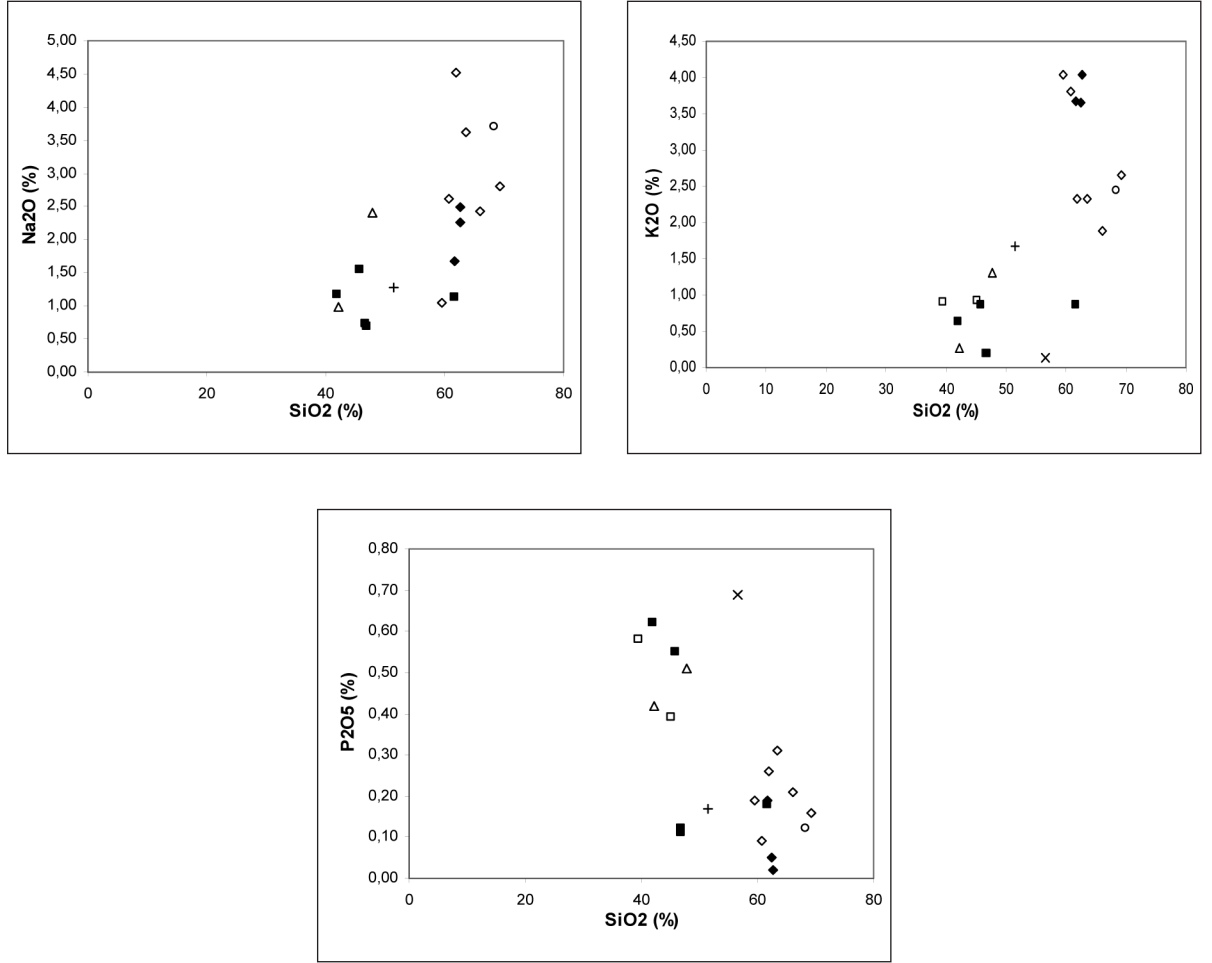
Örnekler kendi aralarında karşılaştırıldığında özellikle KM-1 örneğinin diğer örneklerle göre farklı içerikler sergilediği görülmektedir. Bu örnekte; V, Ni, Cu, Nb, Y, (olasılıkla Th ve U) içeriklerinde yüksek; W, Sb, Bi ve Hg içeriklerinde düşük oranlar saptanmıştır. 8381 numaralı örneğin W içeriğinin 454 ppm olarak belirlenmesi olasılıkla şelitin varlığını göstermektedir.

Arsenopirit cevher konsantreleri birbirleriyle karşılaştırıldığında (TR-M-10 ve YK-2) örneklerin Ba ve Sr içerikleri hariç genellikle uyum içinde oldukları görülmektedir. Özellikle As içerikleri TR-M-10 örneğinde 287000 ppm iken, YK-2 örneğinde de As içeriği çok yüksektir.

Tüm örneklerde Au içeriğine bakıldığında, Au'nun 0,3-6,7 ppm arasında değiştiği görülmektedir.

Bu yöreye özgü bir diğer dikkati çeken özellik ise, Sn içeriklerinin YK-2 örneği dışında genellikle 16 ppm'den yüksek olmasıdır. Sb içerikleri ise KM-1 örneği dışında 32.1 ppm'den daha büyük, hatta 137 ppm'lere kadar çıkan oranları sergilemektedir.

Şekil 2- Ana oksitlerin SiO₂'e karşı dağılım diyagramları



Şekil 2- Devam

Nadir Toprak Element Analizleri

Elmacıgediği, Zeytinlik ve Kemer ile Yılanlıka ile örneklerine özgü jeokimyasal analizlerle saptanmış bulunan Nadir Toprak Elementleri (REE) içerikleri çizelge 7'de toplu bir biçimde sunulmuştur. Ayrıca yerkabuğu, bazalt ve şeyllere özgü ortalama değerler de çizelgenin sonuna eklenmiştir. Bu verilerin Sun ve McDonough (1989)' a ait kondrit değerleri ile normalize edilmiş sonuçlarından faydalanılarak çizilen diyagram şekil 3'te verilmiştir.

Burada tüm örneklerin yerkabuğu ve şeyl örnek değerleri ile yakın, bazalt örnek değerleri ile ise hemen hemen yakın gidişler sergiledikleri gözlenmektedir. Ancak YK-2 örneğinin cevher konsantrasyonundan oluşması nedeni ile silikat bileşenlerinden yoksunluğu bu örneğin ayrı bir gidiş içerisinde konumlandığını göstermektedir. Aynı zamanda silikatça fakir, demir oranınca yüksek, olduğunca fazla hidrotermal etkilerle işlenmiş altınca zengin (86 ppm Au) ZT-10 örneği de diğer örneklerle göre ayrı bir gidiş sergilemektedir.

Çizelge 7- Elmacıgediği, Zeytinlik, Kemer ve Yılanlıkale bölgeleri nadir toprak element analiz sonuçları ile yer-kabuğu, bazalt ve şeyl örneklerinin ortalama nadir toprak element değerleri

Örnek No	EG-2a	EG-6	KM-1	YK-2	ZT-1	ZT-2	ZT-3	ZT-4	ZT-5	ZT-6	ZT-10
La	46.9	33.1	8	1.8	48.1	39.7	29.1	36.2	46.1	32.2	6.3
Ce	91.6	62.9	27.4	3.2	85.6	75.9	52.1	59.8	75	57.3	10.3
Pr	10.78	7.87	5.22	0.39	10.76	9.12	6.75	7.4	8.98	7.64	1.13
Nd	54.2	37	35.4	2	46.9	39	28	34.1	38.8	35.1	4.7
Sm	10	6.6	8.1	0.3	8.6	8.1	5.7	6.5	6.6	6.8	0.6
Eu	2.53	1.65	2.65	0.08	2.75	1.44	0.99	2.12	2.93	1.31	0.16
Gd	9.17	5.85	7.73	0.39	7.97	6.3	4.06	5.61	5.42	5.4	0.45
Tb	1.45	1.03	1.5	0.05	1.29	1.11	0.75	0.82	0.99	1.03	0.15
Dy	6.36	5.24	8.35	0.2	6.45	5.82	3.63	3.87	4.24	5.27	0.95
Ho	1.32	1.09	1.67	0.07	1.26	1.09	0.79	0.74	0.97	0.98	0.25
Er	3.53	3.38	4.8	0.13	3.65	3.39	2.4	1.93	2.77	2.77	0.71
Tm	0.54	0.5	0.71	<0.05*	0.5	0.54	0.39	0.32	0.41	0.44	0.13
Yb	3.99	3.27	4.93	0.15	3.56	3.4	2.57	2.3	2.94	3.05	0.8
Lu	0.52	0.47	0.62	0.03	0.56	0.56	0.41	0.4	0.47	0.4	0.12

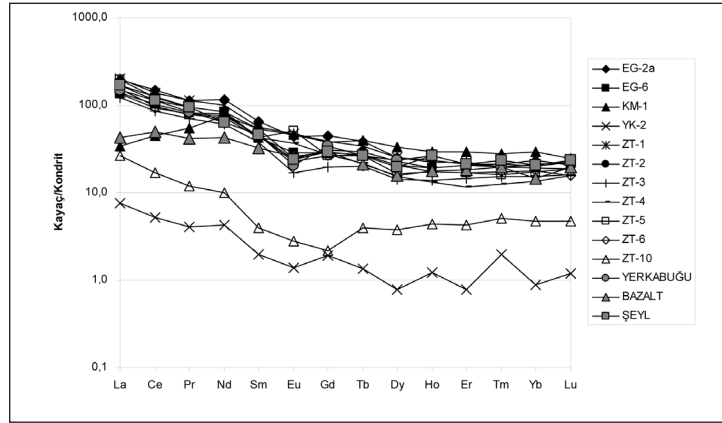
	YERKABUĞU**	BAZALT**	ŞEYL**
La	35	10	40
Ce	70	30	70
Pr	8	4	9
Nd	30	20	30
Sm	7	5	7
Eu	1,2	1,5	1,4
Gd	7	6	6
Tb	1	0,8	1
Dy	6	4	5
Ho	1,5	1	1,5
Er	3,5	3	3,5
Tm	0,5	0,5	0,6
Yb	3,5	2,5	3,5
Lu	0,6	0,5	0,6

* Nadir Toprak Element değerlerinde aletin duyarlılık sınırı altındaki değerler birlikte değerlendirilerek grafiklerde aynen kullanılmıştır

** Krauskopf 1989, s.545 (Bu kaynakta bazalt adı ile verilen değerler bazalt, diyabaz ve gabroları kapsamaktadır)

Çizelge 8- Çizelge 7'deki örneklerin kayaç adlamaları

Örnek No	Lokasyon	Kayaç adı
EG-2a	Elmacıgediği	Granat amfibol şist-amfibolit dokanağı
EG-6	Elmacıgediği	Amfibol şist
KM-1	Kemer	Cevher (asp)
YK-2	Yılanlıkale	Asp cevheri (konsantre)
ZT-1	Zeytinlik	Cevher (asp)
ZT-2	Zeytinlik	Biyotit-muskovit-granat-stavrolit şist
ZT-3	Zeytinlik	Biyotit-muskovit şist
ZT-4	Zeytinlik	Cevher (asp)
ZT-5	Zeytinlik	Cevher (asp)
ZT-6	Zeytinlik	Muskovit-biyotit şist
ZT-10	Zeytinlik	Cevher (asp)



Şekil 3- Çizelge 7'de verilen değerlerin kondrit değerlerine göre normalize edilmiş spider diyagramı (Sun ve McDonough, 1989 kondrit değerleri kullanılmıştır)

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Zeytinlik, Elmacıgediği, Yılanlıkale ve Kemer sahalarında yapılan incelemelerden elde edilen bulgular ve sonuçlar aşağıda sunulmaktadır :

Yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarında araştırma yapılan sahalarda cevherli zonların amfibolit ve/veya amfibolistler bu kayaçlar içinde veya yakınında yer aldığı belirlenmiştir. Arsenopirit kristallerinin genellikle iri ve yapraklanmaya paralel dizildikleri ve az çok şelit içerdikleri görülmektedir. Cevherli zonlarda ayrıca az ya da çok oranlarda Sb, Bi ve Ag elementlerinin zenginleştiği görülmektedir. MTA-İtalyan Projesi raporunda amfibolitlerin ortoamfibolit olduğu, yani magmatik kökenli olduğu belirtilmektedir. Bu veri, aldığımız örneklerdeki yaptığımız jeokimyasal çalışmalarda; Ti, Cr ve Ni içeriklerinin yüksek olmasıyla da doğrulanmaktadır. Tüm sahalarda sadece yapraklanmaya uyumlu arsenopirit cevherlerinin yanısıra yapraklanmayı kesen kırık ve çatlaklardaki arsenopirit cevherleşmeleri de gözlenmiştir. Bütün bu veriler ışığında cevherleşmenin yapraklanma ile olan uyumluluklarına bakılarak; cevherleşmelerin önce çökeltme sırasında havza ya olasılıkla bazik magmatik kayaçlara bağlı çeşitli element gelişleri biçiminde olduğu, bu çözeltilerin daha sonra giderek daha asidik evrede

gelen çözeltilere geçtiği ve bunların sinsedimanter olarak çökeldikten sonra da metamorfizma geçirdiği söylenebilir. Ancak daha sonraki etkileşimler ile bu cevherler mobilize olmuşlardır. Bu etkileşimler daha sonraki metamorfik evreler ve/veya granit sokulumları ile oluşan hareketlenmeler olabilir. Bazik magmatik kayaçlara işaret eden veriler için Zeytinlik sahası eser element jeokimyasında elde edilen element beraberlikleri gösterilebilir. Çünkü bu sahadan alınan örnekler yapraklanmaya uyumlu zonlardan derlenmiştir. Cr-Ni birlikteliği ilksel bazik magmatik kayaçlara, sonraki U-V-Cu-Mo-Pb-Th-Ba birlikteliği ise ortama giderek daha asidik çözeltilerin gelmesine bağlanabilir. En son Au-Ag-Bi-Sb-Se birlikteliği ise cevherleşmeye işaret etmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, 1. yazarın Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde 2. ve 3. yazarların denetiminde yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasının bir özettir. Ayrıca çalışmanın çeşitli aşamalarındaki katkılarından dolayı yazarlar; Jeoloji Yüksek Mühendisi Fahrettin Kayhan, Jeoloji Yüksek Mühendisi Nevzat Karabalık ve Dr. Ahmet Çağatay'a teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akiska, S. 2003. İzmir-Ödemiş yöresindeki metamorfik kayalar içerisinde bulunan altınlı arsenopirit damarlarının jeolojisi, jeokimyası ve kökeni. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 101 s. (yayımlanmamış).
- Andıç, T. 1992. Aydın-Denizli yöresi altın aramaları raporu. MTA Rapor No:9521. Ankara (yayımlanmamış).
- Aydal, D. 2000. Altın ve jeolojisi, 82 s., Ankara.
- Çağatay, A. ve Eyüpoğlu, T. 1979. Batı Anadolu'daki antimonit-arsenopirit, zinober şeelit yatak ve zuhurlarının mineralojisi, kısa jeoloji incelemeleri ve elde edilen jenetik bulgular. JMO Dergisi Sayı:9 s. 51-62.
- Dilek, S. ve Kayhan, F. 1987. Menderes Masifi Ödemiş ve Çine asmasifleri arsenopirit mineralizasyonları raporu. MTA Rapor No:8261. Ankara (yayımlanmamış).
- Gonca, Ş. 1992. Uşak-Eşme, Manisa-Kula, Manisa ve Uşak yöresinde altın aramaları maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No:9520, Ankara (yayımlanmamış).
- Kayhan, F. 1991. Ödemiş Asmasifinde (Menderes Masifi) ve yöresindeki altın mineralizasyonu raporu. MTA Rapor No:9350. Ankara (yayımlanmamış).
- Krauskopf, K., B., 1989, Introduction to Geochemistry, McGraw-Hill International Editions, Earth and Planetary Sciences Series, p.617.
- Kuhns, R. J. 1988. The Golden Giant deposit, Hemlo, Ontario: geologic, and geochemical relations between mineralization, alteration, metamorphism, magmatism and tectonism. PhD Thesis, Univ Minnesota 381 pp.
- Önal, G., Yüce, A.E. ve Karahan, S. 1986. Türkiye'de altın madenciligi, Yurt Madenciligini Geliştirme Vakfı yayını, 173 s.
- Sawkins, F. J. 1990. Metal deposits in relation to plate tectonics (Second Edition); (çeviri : Ünlü, T. ve Sayılı, İ.S., 366 s., 1999, Ankara).
- Strachan, D. M. ve Moffett, R. 1985. Geology of the Lupin gold deposit, N.W.T. Preprint 11 NW Min Assoc 91st Annu Conv, Spokane.
- Sun, S.S. ve McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds.), Magmatism in ocean basins. Geol. Soc. London. Spec. Pub. 42, pp.313-345.
- Uzkut, İ. 1977. Büyük Menderes-Gediz arasındaki arsenopirit yataklarının oluşumu ve altın-kobalt açısından önemi. Doçentlik Tezi, E.Ü.M.B.F., 92 s (yayımlanmamış).

LEVHALAR

LEVHA I

Şekil 1 - Biyotit-granatşistlerde gözlenen biyotitler içindeki zirkon kapanımları (Bi: Biyotit, Gr: Granat, Zr: Zirkon). Tek nikol.

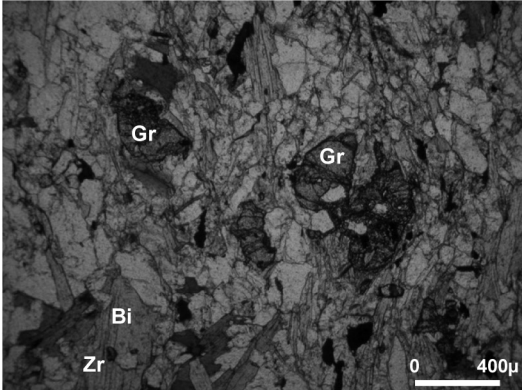
Şekil 2 - Amfibolit içinde gözlenen yeşil renkli, kuvvetli pleokroyizma gösteren hornblendler (Hb: Hornblend, Gr: Granat). Tek nikol.

Şekil 3 - Mikaşistler içerisinde izlenen biyotit pulcukları ve granat taneleri (Bi: Biyotit, Gr: Granat). Tek nikol.

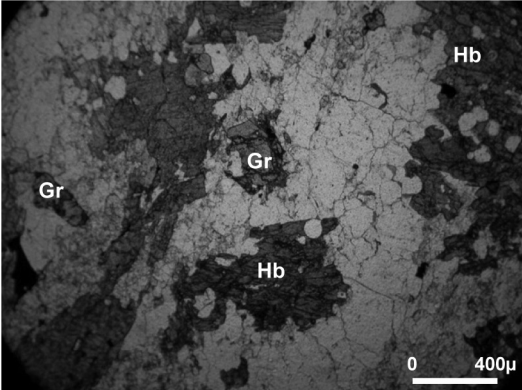
Şekil 4 - Mikaşistlerdeki biyotitlerde saptanan kloritleşmeler (Bi: Biyotit, Op: Cevher mineralleri, Kl: Klorit). Tek nikol.

Şekil 5 - Amfibolitlerde, etrafında hornblend ve epidotun yer aldığı sfen taneleri (Hb: Hornblend, Ep: Epidot, Sf: Sfen). Çift nikol.

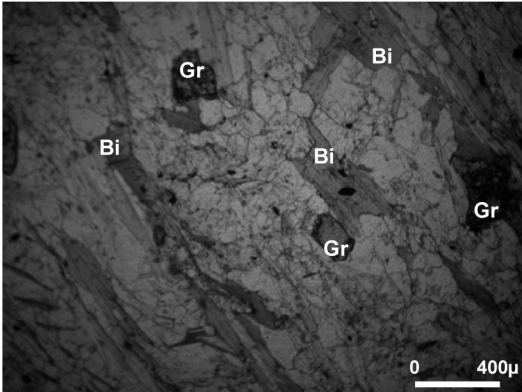
Şekil 6 - Mikaşistler içinde yer alan iri kuvars taneleri (K: Kuvars, Op: Cevher mineralleri, Sk: Skorodit). Çift nikol.



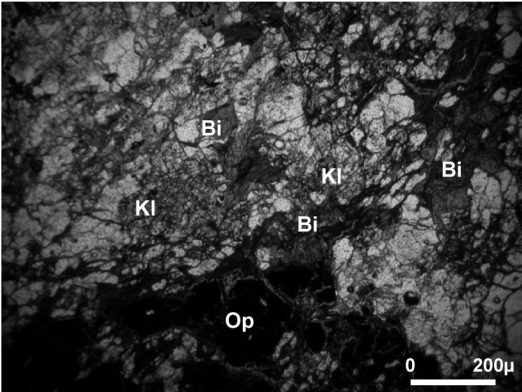
1



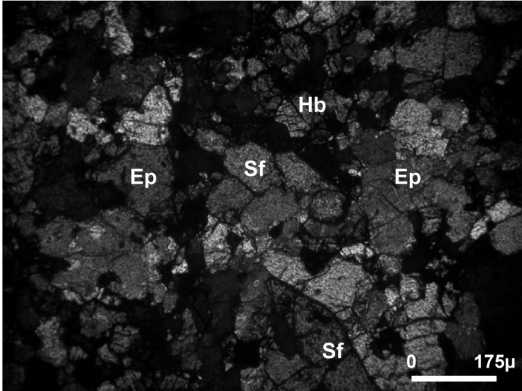
2



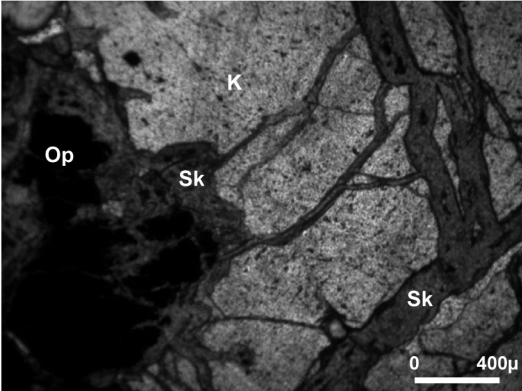
3



4



5



6

LEVHA II

Şekil 1 - Arsenopiritin dilinimleri ve çatlakları boyunca izlenen skoroditleşmeler. Tek nikol.

Şekil 2 - Skoroditler içerisinde yeralan iri taneli nabit altınların görünüşü (Sk: Skorodit, Au: Altın).
Tek nikol.

Şekil 3 - Pirit, kalkopirit ve arsenopirit birlikteliği (Py: Pirit, Kpy: Kalkopirit, Asp: Arsenopirit). Tek nikol.

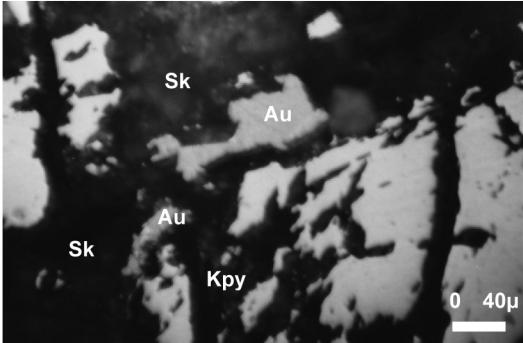
Şekil 4 - Heksagonal pirotinden dönüşmüş pirit ve markazit oluşumları (Py: Pirit, Ma: Markazit).
Tek nikol.

Şekil 5 - Etrafını kalkopirit sarmış pirit tanesi ve kalıntı arsenopiritler (Kpy: Kalkopirit, Py: Pirit,
Asp: Arsenopirit). Tek nikol.

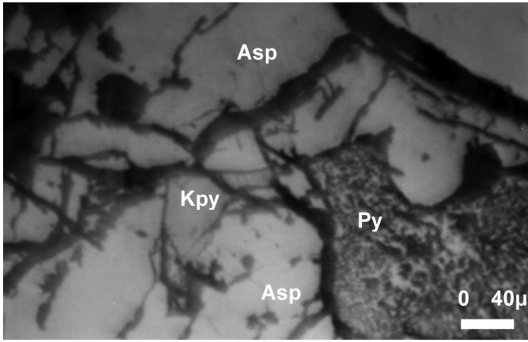
Şekil 6 - Arsenopirit ile kenetlenmiş ve çatlakları boyunca kovellin ve limonite dönüşmüş kalkopiritler
(Asp: Arsenopirit, Ko: Kovellin, Li: Limonit, Kpy: Kalkopirit). Tek nikol.



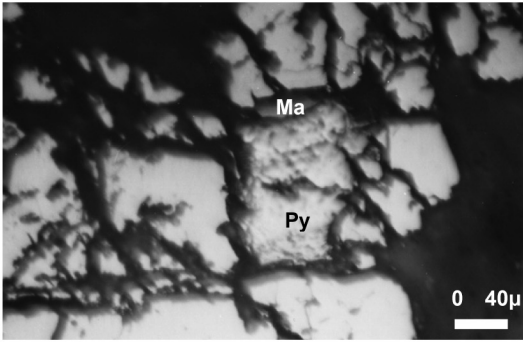
1



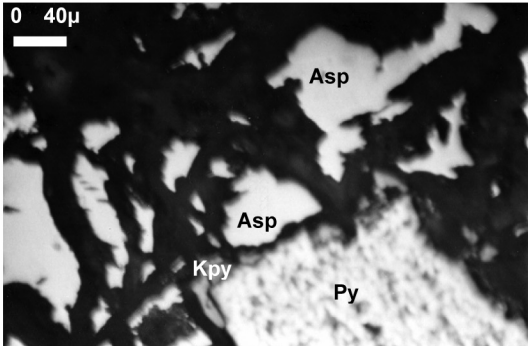
2



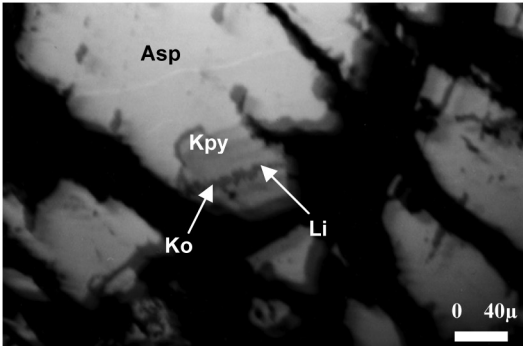
3



4



5



6

bos sayfa