

GÜNEYDOĞU ANADOLU ERGANİ MADEN BÖLGESİ OFİYOLİT VE İLGİLİ BAKIR YATAĞI

Takeo BAMBA

Geological Survey of Japan

1. GİRİŞ

Güneydoğu, Anadolu'daki Ergani madeni ofiyolitle birleşmiş halde bulunan bakırlı pirit cevheri yatakları olarak bilinmektedir, fakat rezervi son zamanlarda azalmaya başlamıştır. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünün teklifi üzerine yazar, 1971 yılından itibaren iki yıl süre ile «Ergani Maden Bölgesi Yeraltı Bakır Yatakları Bölgesel Araştırma» adlı projenin müdürü olarak jeolojik çalışmalar yapmıştır. Çoğunlukla Alpin ofiyolitleri ile kaplı olup, birkaç bakır yatağı içeren 200 km² lik sahada Kısabekir, Mızır tepe, Anayatak, Weiss ve Hacı bu araştırmanın ana hedefleri olmuştur.

Bu maden sahası Diyarbakır ve Elâzığ karayolunun ortasında, Maden kasabası yakınındadır (Şek. 1). Sahaya 1935 yılında yapılan demiryolu ve iyi asfaltlanmış bir karayolu ile ulaşılmaktadır. Ankara-Diyarbakır arasında her gün yapılan uçak seferleri de vardır.

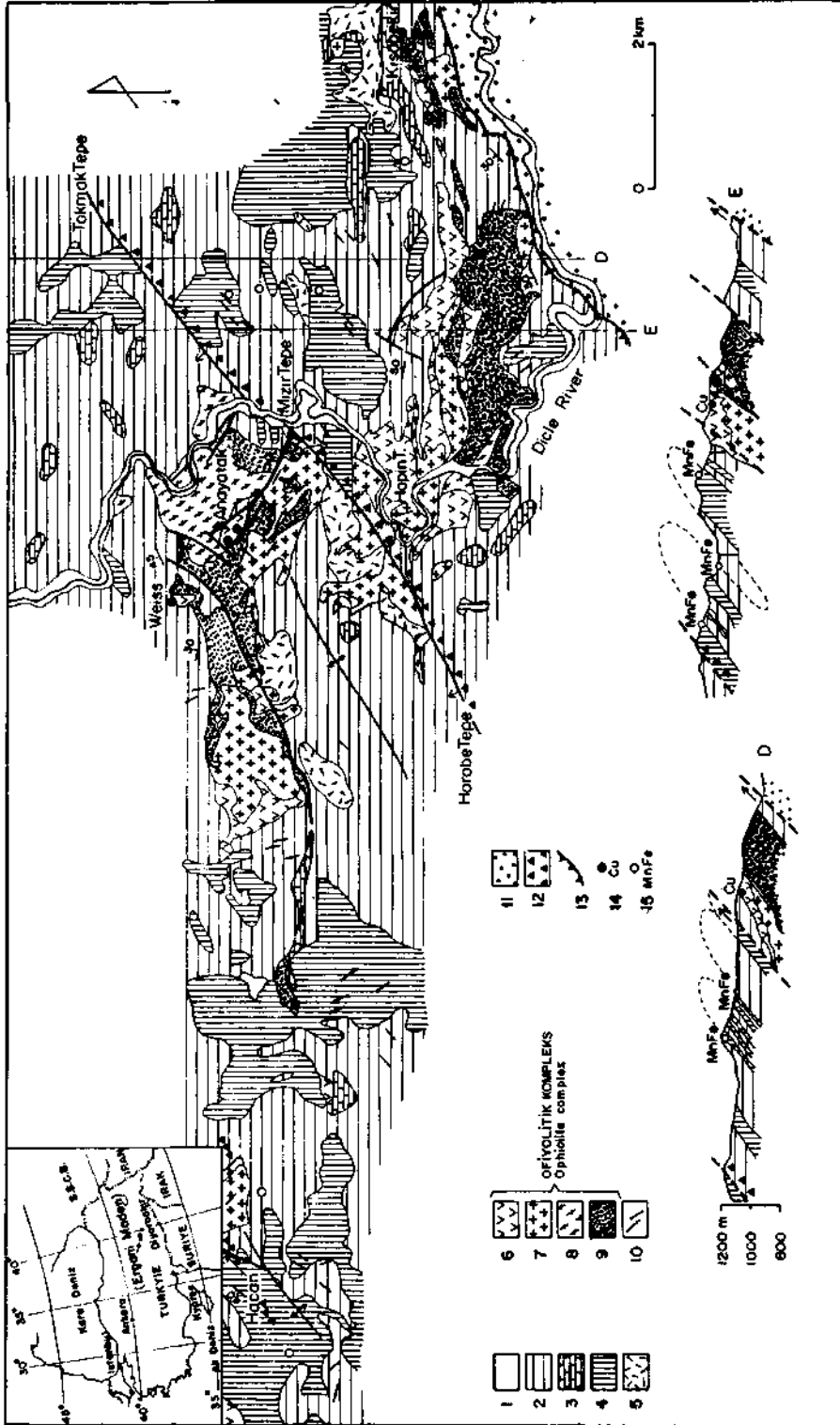
Anayatak yatağı en eski bakır madenciliği merkezlerinden biridir. Bazı yazarlara göre Anayatak yatağı M.Ö. 2000 yılından beri bilinmektedir. Ergani madeninde modern anlamda bakır üretimi 1939 yılında bir devlet kuruluşu olan Etibankın cevher çıkarmasıyla başlamıştır. Bu tarihten 1968 yılına kadar Anayatak ve civarındaki diğer bazı yataklardan ortalama % 6.5 Cu tenörlü 6.1 milyon ton masif sülfürlü cevher elde edilmiştir. Son zamanlarda yılda 10 000 ton kadar rafine bakır (% 99 Cu) üretimi yapılmaktadır.

Pilz (1917) ve Behrend (1925) sahanın jeolojisini incelemişler ve Ergani madencilik bölgesinde birçok kayaca ait kıymetli petrografik tanım yapmışlardır. Bu yazarların etütlerine dayanarak Romieux (1941) ve Wijkerslooth (1944), Anayatak cevher yatağının «mezotermal klorit bakır tipi»nde oldukları sonucuna varmışlardır. Sirel (1949) Anayatak cevher yatağının sinjenetik sedimenter kökenli olması olasılığını ileri sürmüştür. Sirel'in çalışmaları mikroskobik etütlere dayanmaktadır. Borchert (1957) Anayatak cevher yatağının jenezini volkanik bir kökene bağlarken, Helke (1964) bakır yatağının esas kısmının yükselen hidrotermal eriyiklerle, malakit ve azürit gibi bazı özel cevher minerallerinin süperjen alterasyon sonucu meydana geldiklerini kabul etmiştir. Çağatay (1968), Helke'nin (1964) Weiss açık işletmesinden masif sülfür cevherleri halinde kromit bulunması üzerine ileri sürdüğü görüşünü doğrulamış ve Griffiths ve diğerleri (1972) Anayatak cevher yatağındaki sülfür cevherlerinin bir replâsman sonucu olduğu teorisini ileri sürmüşlerdir.

Bu çalışmanın yazarı, bakır cevheri yataklarını işletme yollarını bulma amacıyla Ergani'de yataklarda bulunan ofiyoliti petrografik ve kimyasal olarak incelemiştir. Bu şekilde elde edilen sonuç yazıda belirtilip sonra bakır mineralizasyonunun tanımı yapılacaktır.

2. JEOLJİK YERLEŞİM

Anadolu yarımadası jeotektonik olarak dört üniteye ayrılmıştır; bunlar, kuzeyden başlayarak, Pontidler, Anatolidler, Toridler ve Kenar kıvrımlarıdır (Ketin, 1966). Ketin'e göre Anadolu'nun



Şek. 1 - Güneydoğu Anadolu Ergani maden bölgesinin jeolojisi haritası (Takeo Bamba ve diğerleri).

1 - Alüvyon; 2 - Çamurtası; 3 - Kalker; 4 - Yastık lav; 5 - Diyabaz tüf; 6 - Tabakalı diyabaz; 7 - Sossürit diyabaz; 8 - Şişli gabbro; 9 - Serpantinit; 10 - Diyabaz dayığı; 11 - Miltonit; 12 - Breş; 13 - Şarıyaj; 14 - Bakır cevheri yatağı; 15 - Manganlı hematit cevheri yatağı.

orojenik evriminin kuzeyden güneye devam ettiğine inanılmaktadır. İlk etkili orojenik hareketler kuzey sıradağlarda başlamış, sonra Orta Anadolu'ya, daha sonra Toroslar'a ve son olarak da güneydoğudaki Kenar kıvrımları bölgesine geçmiştir.

Güneydoğu Anadolu'daki Ergani maden bölgesi Toros (Tauridler) ofiyolit kuşağına aittir ki, bu kuşağın da Alpin orojenezi esnasında oluştuğu kabul edilmektedir. Permiyen kalkerleri bu sahanın kuzeydoğusunda bu ofiyolit formasyonu üzerinde şariyajlıdır ve buna karşılık formasyon Neojen Tersiyer sedimenter kayalardan oluşan Kenar kıvrımları üzerinde şariyaj yapmaktadır. Bu şekilde ekaylanma yapısı gösteren iki nap oluşmuştur.

Bu saha, kumtaşı, çört ve kalker gibi sedimenter kayalara ait ince tabakalarla arakatlı kalın bir Üst Kretase çamurtaşından meydana gelmiştir. Bu formasyonda yastık lav ve başlıca piroklastik maddelerden meydana gelen bir çeşit yeşil kayaç hâkim durumdadır. Yastık lavlar içinde ya da yastık lavlarla çamurtaşları arasındaki sınır boyunca ince çört tabakaları veya tabakalı manganlı hematit yatakları ile birleşmiş ince demirli kuvars tabakaları görülür.

Bu Üst Kretase formasyonda bazik-ultrabazik kayalardan oluşan ofiyolit kompleksi görülmüştür. Ofiyolitik kompleks genellikle aşağıdan yukarı doğru bir araldanma gösteren serpantinit, sossürit gabro ve diyabazdan meydana gelir. Diyabaz kütle tekrar tekrar intruzyon yapan tabakalardan meydana gelmiştir; bu nedenle bu yazıda «tabakalı diyabaz» adı verilmiştir. Jeoloji haritasında görüleceği gibi (Şek. 1), ofiyolit kompleksi haritalanmış sahanın doğu kısmında E-W doğrultusunda uzanan dar bir kuşakta görülür. Kompleksin genişliği 1.5 km kadar, uzunluğu ise 11 km dir. Diğer taraftan, haritalanan sahanın batısında, serpantinitli ofiyolit kompleksi yüzeyde 1 km çapında bir stok meydana getirir. Yastık lav da içeren Üst Kretase formasyonunun kompleksin sadece tepesinde değil, aynı zamanda kompleksin altında da bulunması kayda değer. Bu saha belirtisi ofiyolit kompleksinin yerleşme tarzını bulma bakımından önemli görülmektedir.

Ultrabazik kayalar tamamen serpantinize olmuştur. Serpantinitler iki kayaç fasiyesi halinde sınıflandırılabilir; bunlar, peridotit veya harzburgitten değişerek oluştuğuna inanılan masif serpantinit ve yapraklanmış serpantinittir. Yapraklanmış serpantinit genellikle masif olanın marjinal fasiyesi halinde ve ara sıra da ayrı ufak mostralarda oluşur. Bu ufak serpantinit kütlelerinin masif kayaktan kopmuş kayalar olduğu sanılmaktadır. Ultrabazik kayaların her iki fasiyesinde de sık sık blok halinde rodingite rastlanır.

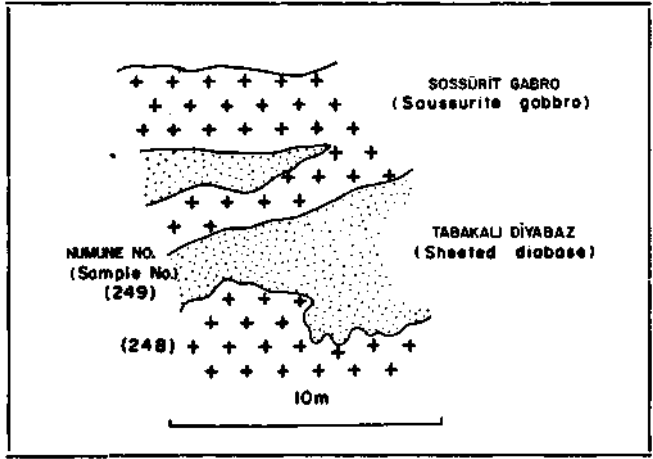
Gabro olarak masif sossürit gabro ve şistli gabro görülmüştür. Şistli gabro masif olanın çevresindedir. Her ikisi de yeşil hornblend ve kısmen serisitli plajiyoklazla birleşmiş altere piroksenden ibarettir.

100 m kadar kalınlığı olan tabakalı diyabaz genellikle sossürit gabroyu örter. Tabakalı diyabaz ile gabro arasındaki bir kontakt ilişkisi Şekil 2 de gösterilmiştir. Tabakalı diyabaz içinde bulunan soğumuş marjinal fasiyes, diyabaz kütlelerinin çok sayıda intruzyon sonunda meydana geldiği fikrini vermektedir. Kayalar esas olarak klinopiroksen ve serisitli plajiyoklazdan meydana gelmiştir. İri taneli ve ince taneli fasiyesin her ikisinde de tipik ofitik doku görülmektedir. Gabro ve diyabaz arasındaki sınırda gabronun bazen düzensiz bir şekilde tabakalı diyabaz içine intruzyon yaptığı görülür (Şek. 2). Bu, diyabazın sertleşmesinden sonra gabronun akışkan olduğunu göstermektedir.

Haritalanan sahanın her yerinde başka bir diyabaz tipi görülmüştür. Bu diyabaz ufak dayklar halindedir. Diyabaz daykları sadece görünüş tarzı bakımından değil, petrografik ve kimyasal özellikleri bakımından da tabakalı diyabazdan farklıdır. Bu nedenle bu tip diyabazı tabakalı diyabazdan ayırt etmek için bundan sonra «diyabaz dayk» diye bahsedilecektir.

Moores ve Vine (1971) Kıbrıs, Troodos masifinin «tabakalı diyabazını» tanımlamışlardır. Karşılaştıkları önlemek için Kıbrıs Troodos masifi ile Türkiye Ergani masifindeki tabakalı diyabazların karşılaştırması istenebilir. Bu yazarlar Kıbrıs Troodos masifinin kubbemsi biçimde dizilmiş harzburgit,

dünit, piroksenit, gabro, kuvars diyorit, diyabaz ve yastık lav kütlesi psödo-tabaka biçiminden oluştuğunu ve diyabazın kayda değer bir dayk yığını, ya da «tabakalı diyabaz meydana getirdiğini» belirtmişlerdir. Moores ve Vine (1971) diyabaz dayk yığını oluşum yolu hakkında şu notu koymuşlardır: «Dayk içine bir intrüzyon olduğu ve kenarlarının yankayaç karşısında soğuduğu anlaşılmaktadır. Bundan sonraki dayk bir öncekinin orta kısmı üzerine intrüzyon yapar ve soğumuş kenarlar meydana getirir; sonra bundan sonraki dayk aynı işi tekrarlar ve böyle devam eder.»



Şek. 2 - Ergani madeni yakınında Hopin tepede tabakalı diyabaz ile sossürit gabro arasındaki kontakt.

Ergani maden bölgesinde kompleks soğumuş kenarla temsil edilen tabakalı diyabazın iç yapısı, kaycağ ünıteleri arasındaki kontakt yüzeyine paraleldir. Çamurtaşı, tabakalı diyabazı uyumlu olarak örter. Tabakalı diyabaz ile altındaki gabro arasındaki kontakt yüzeyinin ayrıntıları düzensizse de, tabakalı diyabaz gabroyu uzunlamasına hemen hemen uyumlu bir şekilde örter.

Görünüş tarzındaki farkı bir kenara bırakırsak, Ergani masifinin tabakalı diyabazı Kıbrıs, Troodos masifi diyabaz dayk yığınının ilk safhası ile Ergani maden bölgesinin diyabaz dayk da Kıbrıs, Troodos masifi diyabaz daykının son safhası ile benzerlik gösterir.

3. JEOLÖJİK YAPI

Ergani ofiyolit kuşağının haritalanmış saha içindeki çamurtaşı NEE-SWW doğrultulu ve 20-30°N eğimlidir ve formasyonun homoklinal bir yapı meydana getirdiği anlaşılmaktadır. Ancak yastık lav ile çamurtaşı arasında ortaya çıkan manganlı hematit yatakları jeoloji profillerinde gösterildiği gibi (Şek. 1), bu sahanın jeolojik yapısının oldukça karışık olduğuna işaret etmektedir. Bu yapı başlıca diyabaz tüften oluşan yeşil kaycağ tabakalarının simetrik dağılımı ile de doğrulanabilir. Anayatak ve Hacan sahalarının güneybatısında ekaylı yapılar görülebilir (Şek. 1). Ofiyolit kompleksin antiklinal eksenı boyunca sık sık görülmesi kayda değer bir husustur.

N-S ya da NW doğrultusunda uzanan fay sistemi ve kırık sistemi yukarıda kaydedilen kıvrım yapısına da hemen hemen dikeydir. Saha belirtilerine bakılırsa, fayların kıvrımlardan daha genç oldukları kuşkusuzdur. Bu genç tektonik hareketin yukarıda anlatılan pek çok dayk meydana getirdiği anlaşılmaktadır.

Haritalanan sahanın güneydoğu köşesinde Üst Kretase formasyon (ofiyolit takımı) ve Neojen Tersiyer sistemi ayıran bariz şariyaj görülmektedir. Jeoloji haritasında da gösterildiği gibi (Şek. 1), şariyaj milonit ve parçalanmış maddelerin varlığı ile karakterize edilmektedir. NE-SW doğrultusunda uzanan iki başka paralel kırık zonu daha vardır. Bunlardan biri Tokmak tepeden Harabe tepeye uzanan bir breş zonu ile temsil olunmaktadır, diğeri ise haritalanan sahanın ortasında olup, yapraklanmış serpantinitin varlığı ile temsil edilen bir makaslanma zonudur. Bunların esas şariyajların oluşumu ile ilgili olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

4. YASTIK LAV, OFİYOLİT KOMPLEKSİ VE DİYABAZ DAYKI

Jeoloji araştırmalarının ilerlemesi sonunda, birçok Alpin Ofiyolitinin aşağıdan yukarı doğru ultramafikler, gabro, diyabaz, yastık lav ve derin deniz sedimentlerinin psödo-tabaka biçiminde dizilmesini gösterdiği anlaşılmıştır (örn. Coleman, 1971; Moores & Vine, 1971). Avrupa'dan Orta Doğu bölgesine kadar ofiyolit kayaçların bu tip birleşmesi ve ardalanmasına rastlanmaktadır.

Ergani maden bölgesinde, ofiyolit kompleks sabit bir sıralanma gösterirse de, yastık lavı da içeren Üst Kretase formasyonu, Şekil 1 de gösterildiği üzere, kompleksin hem altında, hem de üstünde görülmektedir. Yazar, kayaçların görünüş tarzına bakarak, yastık lavın jeosenklinal safha içindeki inisiyal magmatizmanın bir ürünü olduğu ve ofiyolit kompleksi veya bazik-ultrabazik magmatik kompleksin sinkinematik olmasına karşın diyabaz daykların post-kinematik safhasına ait olduğu sonucuna varmıştır.

Ergani maden bölgesine ait Ofiyolitinin çeşitli kayaç fasiyesi Foto 1 ve 2 de gösterilmiştir. Seçilen bazı kayaçların kimyasal analizi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 1 de verilmiştir. Kayaçların alterasyon esnasında önemli bir metasomatizmaya uğramadığından emin olduğu sürece, yastık lav, tabakalı diyabaz ve diyabaz daykın mevcut kimyasal verilerinden analiz edilen kayaçların hepsinin alkali bazalt tipe ait olduğu sonucu çıkarılabilir.

Analiz edilen diyabaz dayk, yastık lav ve tabakalı diyabaz ile karşılaştırıldığında, SiO_2 , Al_2O_3 bakımından biraz fakir ve $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ve CaO bakımından ise zengin olduğu görülecektir. Analiz edilen yastık lav yüksek alkali içeriği ile karakterize edilmektedir ve tabakalı diyabaz SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO ve K_2O içeriği bakımından bu üçü arasında orta durumdadır. Bu kayaçlar Kuno'nun alkali-alümin-silis diyagramı üzerinde gösterilmiştir (Şek. 3). Bütün kayaçlar alkali bazalt sahası içinde gösterilmiştir, yalnız diyabaz daykı toleyit ve alkali bazalt sahaları arasındaki sınır yakınında gösterilmiştir.

Tablo - 1

Doğu Anadolu, Ergani maden bölgesinden alınan diyabaz dayk, tabakalı diyabaz ve yastık lavların kimyasal bileşimi

	(1)	(2)	(3)
SiO_2	53.15	51.37	48.80
TiO_2	1.17	0.32	1.79
Al_2O_3	16.11	15.28	13.85
Fe_2O_3	3.10	1.66	5.12
FeO	7.90	7.55	8.08
MnO	0.21	0.24	0.33
MgO	4.46	9.68	7.47
CaO	3.70	4.91	5.89
Na_2O	3.85	3.32	3.37
K_2O	3.24	1.67	0.63
P_2O_5	0.30	0.04	0.20
$\text{H}_2\text{O}(+)$	3.49	3.44	3.99
$\text{H}_2\text{O}(-)$	0.26	0.38	0.34
Toplam	99.94	99.86	99.86

(1) Ergani madeni yakınındaki yastık lav.

(2) Ergani madeni Anayatak'tan alınan tabakalı diyabaz.

(3) Hacıhan madeninden alınan diyabaz dayk.

(Analizi yapan: Kömür ve Mineral Araştırma Enstitüsü, Tokyo.)

Tablo - 2
Doğu Anadolu, Ergani maden bölgesinden alınan yastık lav, tabakalı diyabaz ve diyabaz daykın normları

	(1)	(2)	(3)
Q	3.63	0.01	1.36
or	13.24	9.87	3.72
āf	32.58	28.09	28.52
an	16.57	21.86	20.82
c	1.29	—	—
wo	—	0.93	3.00
en	11.11	13.72	18.60
fs	10.41	7.03	8.26
fo	—	7.28	—
fa	—	4.14	—
mt	4.49	2.41	7.42
il	2.22	0.61	3.40
hm	—	—	—
ap	0.66	0.09	0.44

- (1) Ergani madeni yakınındaki yastık lav.
(2) Anayatak'tan alınan tabakalı diyabaz.
(3) Hacıan sahasından alınan diyabaz dayk.

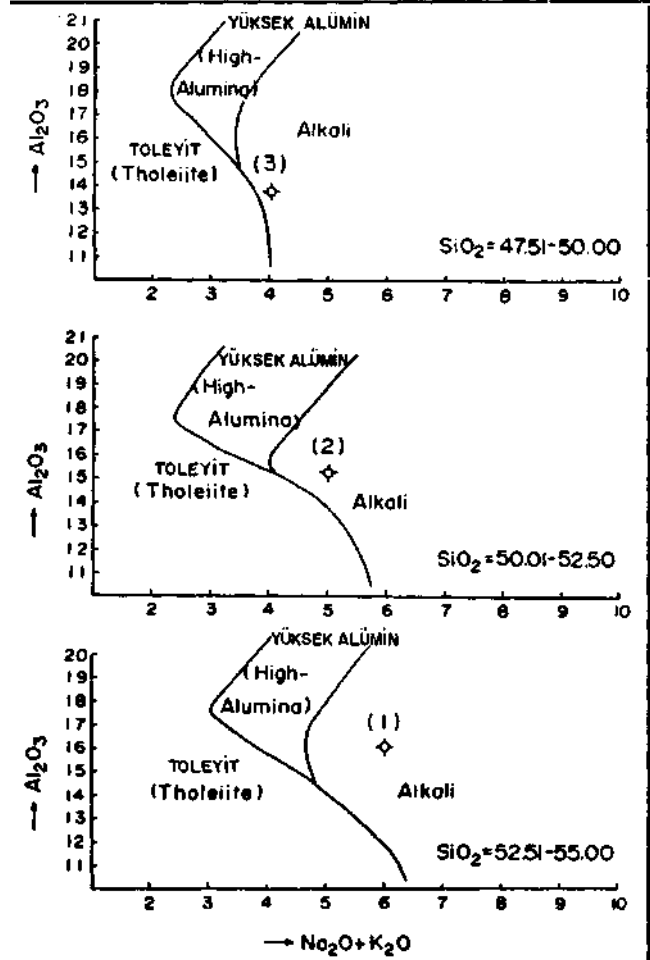
Bu üç çeşit kayacın normları Tablo 2 de gösterildiği gibi, kimyasal bileşimlerinden hesaplanmaktadır. Norm meydana getiren feldispatlar, norm meydana getiren albit-anortit-ortoklaz diyagramı üzerine işaret edilmektedir. Bu üç kayacın hepsi Şekil 4 te gösterildiği gibi Yoder'in (1967) belirttiği bir split sahası üzerine noktalanmıştır.

Yastık lav içinde asiküler albit ve az miktarda kuvars içeren çok sayıda gri-beyaz variollerden meydana gelen bir felsik kayaç görülmektedir. Bu kayaca «keratofir» adı verilebilir. Bu şekilde, haritalanan saha içindeki volkaniklerin «split-keratofir takımına ait olduğu sonucu çıkarılabilir.

5. OFİYOLİTLERİN YERLEŞME TARZI

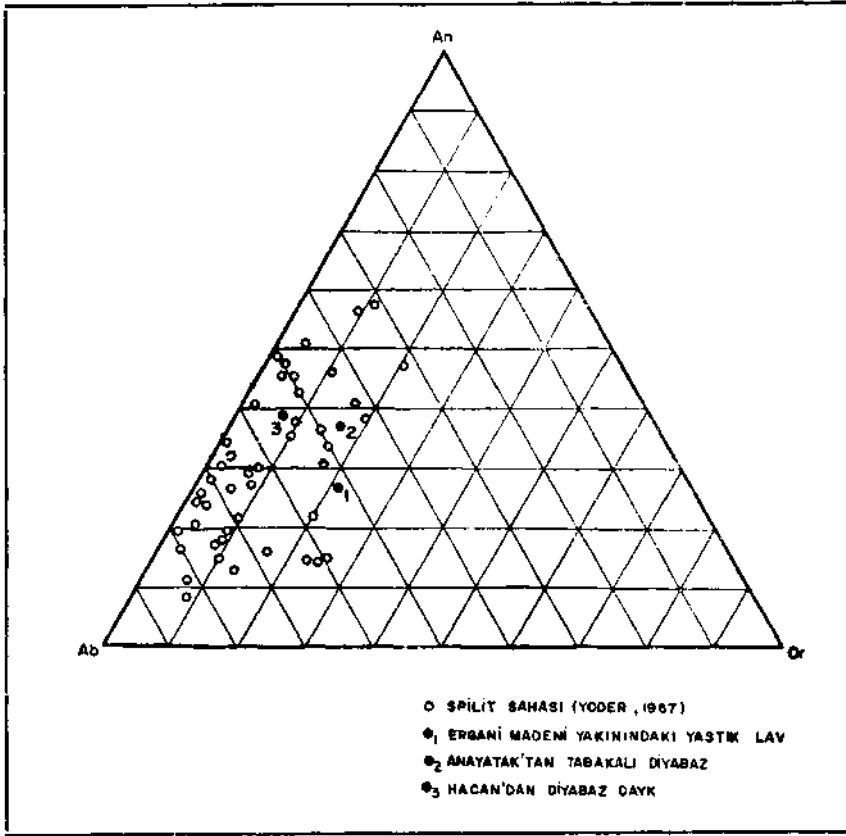
«Akdeniz Tetis kuşağı» denen kuşak boyunca Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye'de birçok Alpin ofiyolit masifi bilinmektedir. Bu masiflerin Jurasikten Kretase sonuna kadar olan periyotta meydana geldiği sanılmaktadır.

Moore ve Vine (1971) Kuzey Yunanistan'daki Vourinos ofiyoliti ile Kıbrıs, Troodos ofiyolit masifinin yapılarını karşılaştırmış ve deniz tabanı



Şek. 3 - Kuno'nun (1960) üç bazalt tipi arasındaki Al_2O_3 -toplam alkali- SiO_2 bağıntısını gösteren diyagramı ve Ergani maden bölgesinden alınan üç çeşit kayacın durumları.

- 1 - Ergani madeni yakınındaki yastık lav; 2 - Anayatak'tan alınan tabakalı diyabaz; 3 - Hacıan sahasından alınan diyabaz.



Şek. 4 - Yoder (1967) tarafından toplanan spilit feldispatı normu ve Ergani maden bölgesinden alınan yastık lav, tabakalı diyabaz ve diyabaz dayk feldispatı normu.

yayılmasına dayanan farkı açıklamışlardır. Sonra şu sonuca varılmıştır: «Troodos kıvrımları üzerinde dünit ve harzburgit düşey oldukları halde, Vourinos'ta bunlar karışık bir şekilde kubbeleşmiş merkezden uzakta ve yataydır. Bu fark şunu açıklamaktadır ki, ağır yayılma gösteren sırtlar üzerindeki örtü düşey olduğu halde, hızlı yayılan sırtlar üzerindeki örtü yatay olmaktadır. Bu açıklamadan sonra, Vourinos kompleksinde bulunan diverjan yapı daha önceki orta Tetis sıradağlarının faal kabuğunun bir parçasını temsil ediyor demektir.»

Diğer taraftan Sawamura (1971), Ketin'in (1966) Rus platosunun Paleozoyikten Mesozoyike kadar Arap platosuna doğru yayıldığı yolundaki görüşünü desteklemektedir. Aşağıdaki not Sawamura'dan (1971) alınmıştır: «Anadolu yarımadasının jeolojik olayları Türkiye'nin iki tarafında bulunan Rus ve Arap platoları Paleozoyikten zamanımıza kadar durumlarını korumuşlardır ve Anadolu'yu meydana getiren müteakip tektonik hareketler Rus platosu tarafından oluşmuştur, çünkü Rus platosu tipi ile ilgili birçok jeolojik özellik görülmüştür. Bu nedenle, Anadolu ofiyolit takımının daha önceki Tetis sıradağlarından türeyen okyanusa ait bir kabuk parçası olduğunu düşünmek zordur.»

Yazar, Ergani maden bölgesinde ofiyolit formasyonunun Üst Kretase sedimentleri ile serpan-tinitlerin altında ofiyolit kompleksinin bir taban üyesi olan yine Üst Kretase yaşlı yastık lavlardan meydana geldiğini görmüştür. Bu durum, ofiyolit takımı oluşumu ile ilgili bir magmatizma serisi içinde yastık lav çıkışı olduğunu göstermektedir; bunun ardından da ofiyolit kompleksi veya bazik-ultrabazik magmatik kompleks kıvrılma eksenine boyunca Üst Kretase sedimentleri içine intrüzyon yapmış ve sonra son intrüzyon ürünü olarak diyabaz dayklar gelmiştir.

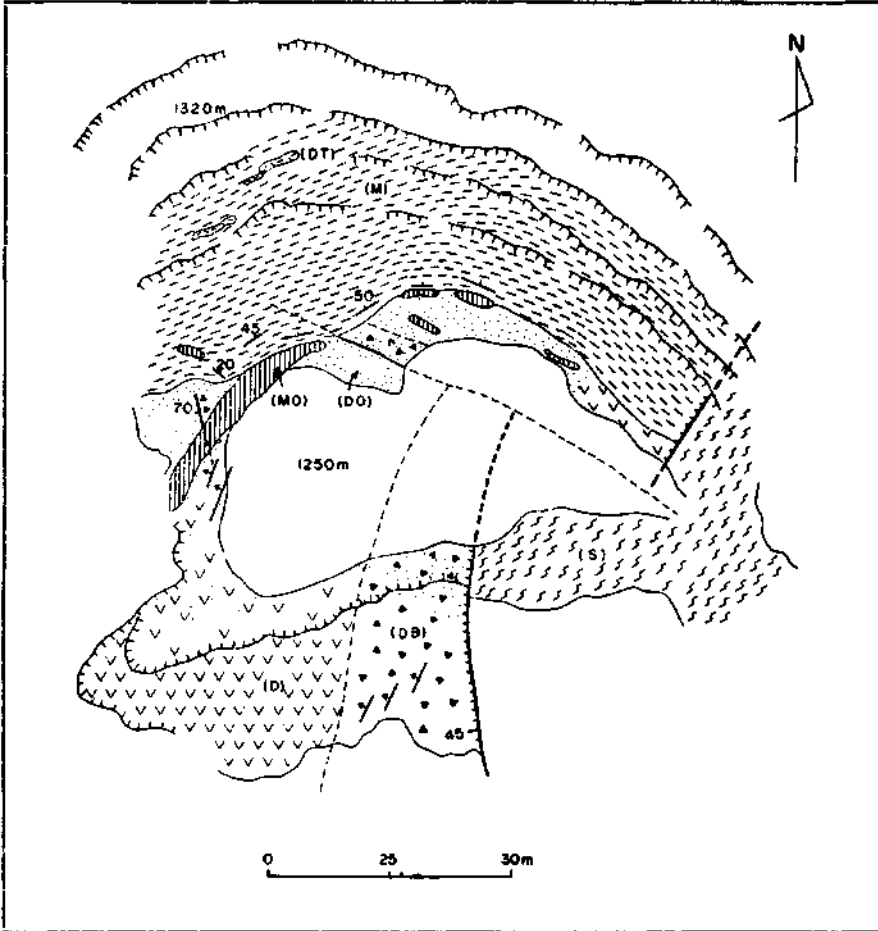
Ergani Ofiyolitinin, bugün Anadolu yarımadasının merkezindeki masif olan ve eski Anatolidler'in güney ucunda bulunan Kretase yaşlı jeosenkinal havzadan oluştuğu sonucuna varılmaktadır. Bu ofiyolit takımı Kretase sonu ile Tersiyer başlangıcına kadar olan dönem esnasındaki Alpin orojenik hareketi ile Anatolidler'in güneyindeki bazik-ultrabazik intruziflerle birlikte yükselmiştir. Sonra Üst Miyosenden Pliyosen dönemine kadar kuzeyden bastıran şariyaj hareketi ile ofiyolit takımı bugünkü yerine yerleşmiştir.

6. BAKIR YATAKLARI VE CEVHERLERİ

Üzerinde durulan bakırlı pirit yataklarının çoğu ofiyolit kompleksi içinde bulunmaktadır (Şek. 1). Bakır cevheri çıkarılan birkaç açık işletme vardır. Bunlar doğudan batıya doğru Kısabekir, Mızır tepe, Anayatak, Weiss ve Hacan yataklarıdır. Yataklar üç tip halinde sınıflandırılmıştır: (a) tabakalı tip (Weiss); (b) masif metasomatizma tipi (Anayatak, Hacan, Mızır tepe); (c) çatlak dolgu tipi (Kısabekir).

6.1. Tabakalı tip bakır yatağı (Weiss)

Şekil 5 te gösterildiği gibi, esas cevher yatağı sedimenter kayaç ile kloritli yeşil kayaç arasında görülmektedir. Tavan merceksel kalker ve ince yeşil kayaç tabakaları ile arakatlı kalın çamurta-



Şek. 5 - Weiss açık işletmesinde bakırlı pirit cevherlerinin durumunu gösteren jeoloji çizimi (Takeo Bamba).

(DT) - Diyabaz tüf; (M) - Çamurtaşı; (D) - Diyabaz; (DB) - Diyabaz breş;
(MO) - Masif cevher; (DO) - Dissemine cevher; (S) - Serpantinit.

sından meydana gelmektedir. Taban başlıca uralitli ya da kloritli yeşil kayaktan oluşmaktadır ki, bunun içinde düşük tenörlü dissemine sülfid cevherleri ve az miktarda mercekli masif sülfid cevherlerine rastlanmaktadır. 10 m kalınlıkta ve 50 m uzunluktaki esas cevher yatağı üzerindeki çamurtaş ile uyumludur.

Pirit ve kalkopirit sülfid cevherlerinin başlıca minerallerini meydana getirmektedir. Genellikle az miktarda pirotit, sfalerit de bulunur.

Mikroskop altında, masif cevher yatağının üst kısmından alınan cevherlerde kalkopiritle düşük sıcaklıkta mineralleşmenin bir ürünü olabilecek framboid halinde pirit veya kolloform piritte rastlanmıştır (Foto 3-1,2). Aynı cevherin tabanından alınan cevherde ise, daha yüksek bir sıcaklık ürünü (Foto 3-3) olması tahmin edilebilen ve kalkopirit ile sfaleritten oluşan eriyik gelişmesi görülmüştür. Altta uzanan kloritli yeşil kayaç içindeki dissemine cevherler de eriyik gelişmesinin varlığı ile karakterize edilmektedir. Dissemine cevherler içinde bunların yanında pirotit ve manyetite de rastlanır.

Masif sülfid cevheri içinde kromit kristalleri bulunması kayda değer bir husustur. Kromit yuvardır, fakat Foto 3 te de gösterildiği gibi bazen idiomorftur. İnce kesitteki renk kırmızı kahverengisi olup, tek haldeki kristalin tane büyüklüğü 0.1 mm civarındadır. Foto 4 te kromitin ikinci derecede elektron ve X ışını imajları verilmiştir.

Taban kloritleşme ile oldukça değişmişse de, mikroskop altındaki doku orijinal kayacın tabakalı diyabaza ait olduğunu göstermektedir. Buna göre, yatak tam ofiyolit kompleksi ile onu örten sedimentler arasındaki sınırda yer almaktadır.

Cevherlerin oluşum tarzı ekshalatif sedimentler kökenli olduklarını göstermektedir. Bununla beraber, yazar, cevherler içinde kromitin varlığı nedeniyle bunların epijenetik kökenli olduğuna inanmaktadır.

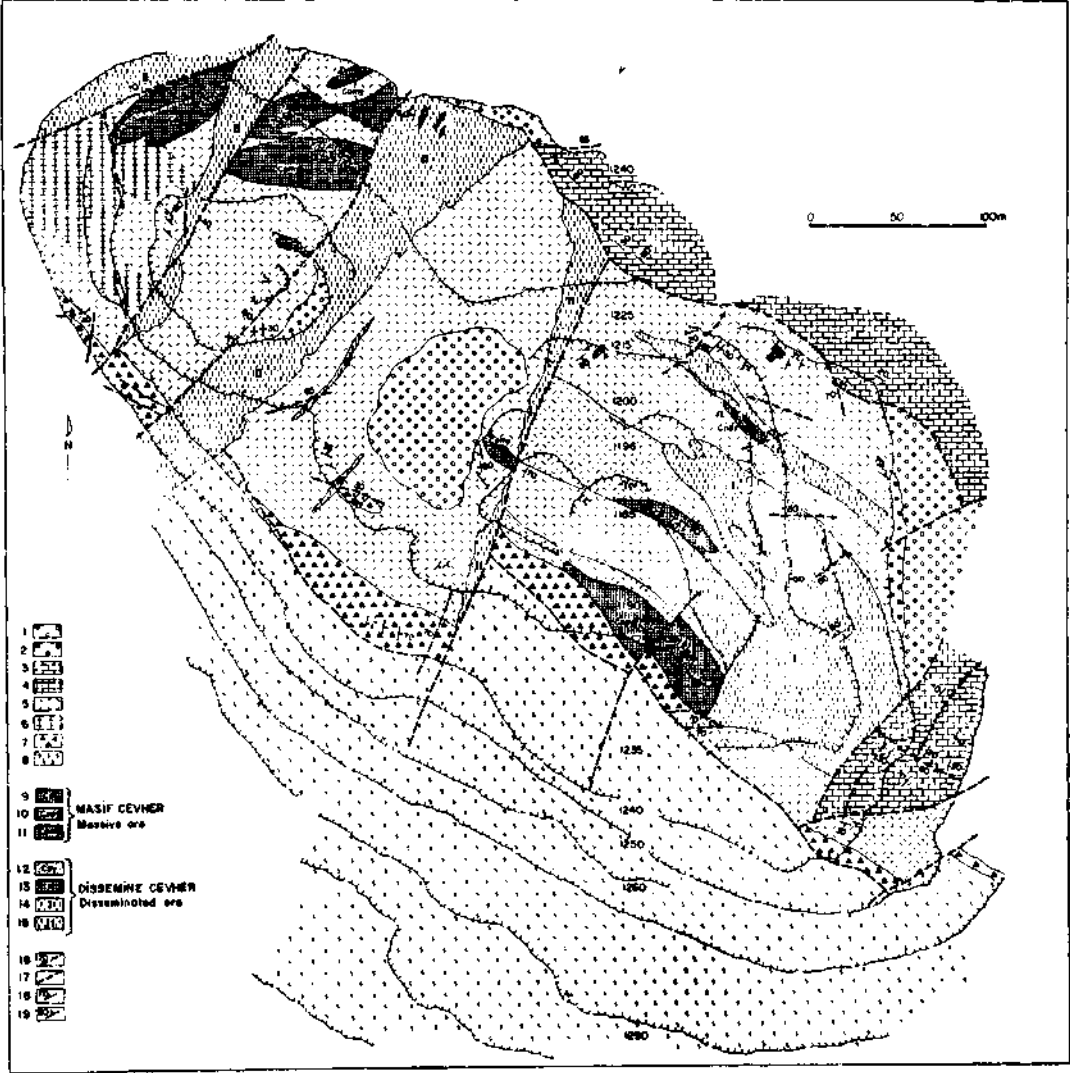
6.2. Masif metasomatizma tipi bakır yatakları (Anayatak)

Foto 5 te Anayatak'ın kuzeye bakan görünümü verilmiştir. Ergani madenindeki Anayatak'ın jeolojisi başlıca serpantin, kloritli tabakalı diyabaz ve kalkerli çamurtaşından meydana gelmiştir. Şekil 6 da gösterildiği gibi, bunlar güneyden sistemli bir dağılım gösterirler. Açık işletmenin kuzey-batı köşesinde gabro tabakalı diyabaz haline geçer. Serpantin ve tabakalı diyabaz arasında bir çeşit tektonit olan diyabaz breşi oluşur.

Anayatak'ta kayda değer üç fay sistemi görülmüştür. Birincisi (fay I) NW doğrultusunda uzanan diyabaz breşi halindedir. İkincisi (fay II) bir öncekine dikeydir. Bu durum açık işletmenin batı tarafında görülmüş olup, NE doğrultusunda uzanmaktadır. Üçüncüsü (fay III) ise, tabakalı diyabaz ile üzerini örten kalkerli sedimentler kayalar arasında ortaya çıkar. Bu üç fay arasındaki zaman ilişkisine gelince, fay I in en yaşlı ve fay III ün en genç olduğu sanılmaktadır.

Anayatak açık işletmesinde birkaç masif bakırlı sülfid cevheri yatağı bulunmuştur. «Sarı renk cevher» ve «siyah renk cevher» denen iki çeşit cevher görülmüştür. Başlıca pirit ve kalkopiritten oluşan sarı renk cevher genellikle tabakalı diyabaz içinde görülür. Diğer taraftan, çok miktarda manyetitin varlığı ile karakterize edilen siyah renk cevher, açık işletmenin batısındaki gabro ile tabakalı diyabaz arasındaki sınır yakınında görülür.

En büyük cevher kütlesi yüzeyde 100 m genişlik ve 30 m kalınlıktadır, fakat yeraltındaki uzantısı bilinmemektedir. Her cevher kütlesi, Şekil 7 de gösterildiği gibi, sayısız cevher yatağı ünitelerinden oluşmuştur.



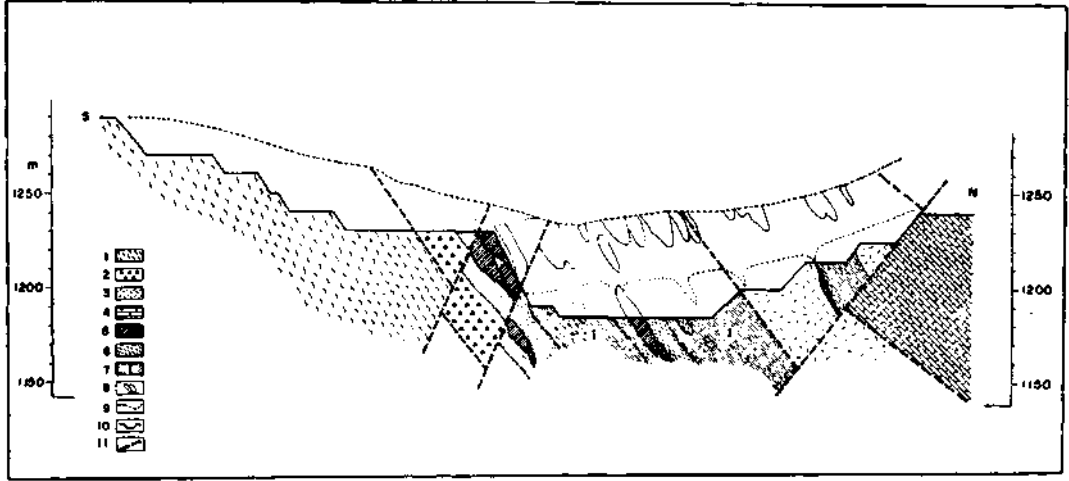
Şek. 6 - Ergani madeni, Anayatak ocağının jeoloji haritası (Takeo Bamba, Asil Tin, Hanefi Polat),
 1 - Artık sahası; 2 - Limonit; 3 - Kalkerli çamurtaşı; 4 - Kalkerli kumtaşı; 5 - Kloritli diyabaz;
 6 - Kloritli gabro; 7 - Diyabaz breşi; 8 - Serpantinit; 9 - Klorit-kalkopirit cevheri; 10 - Kalkopirit-
 pirit-pirotit cevheri; 11 - Pirotit-manyetit-kalkopirit cevheri; 12 - Klorit-kalkopirit-pirotit cevheri;
 13 - Pirit cevheri; 14 - Kuvars-serisit-pirit I; 15 - Kuvars-serisit-pirit II; 16 - Fay; 17 - Tahmini fay;
 18 - Yatım ve doğrultu; 19 - Ekleme.

Dissemine sülfür cevheri yoğun cevher kütlesi etrafında bulunmuştur. Esas olarak yoğun cevherden dissemine cevhere doğru giderek bir değişim varsa da, bazen aradaki sınır çok barizdir.

Anayatak'ın jeolojik profili (Şek. 7), Kovenko'nun (1944) açık işletmeden elde ettiği veriler ile yazarın yeni gözlemlerine göre yapılmıştır.

Ana kayaç durumunda olan yaygın diyabaz tipik ofitik doku gösterir ve başlıca kloritli klinopiroksen ile albitleşmiş plajiyoklazdan meydana gelmiştir. Bundan başka, oldukça fazla miktarda ilmenit de saçılmış halde bulunmaktadır.

Anayatak'ta kuvars-serisit-pirit mineral topluluğu ile karakterize edilen altere kayalara rastlanır. Görünüş tarzı ve petrografik özellikleri bakımından I ve II olarak ayrılabilen iki çeşit kuvars-



Şek. 7 - Ergani madeni, Anayatak cevherlerin bugünkü ve daha önceki durumlarını gösteren jeoloji profili (Takeo Bamba, Asil Tin).

- 1 - Serpantin; 2 - Diyabaz breş; 3 - Kloritli diyabaz; 4 - Kalkerli çamurtaşı; 5 - Masif cevher;
6 - Dissemine cevher; 7 - Kuvars-serisit-pirit I; 8 - Daha önceki durumda cevher üniteleri;
9 - Daha önceki yüzey; 10 - Bugünkü yüzey; 11 - Fay.

serisit-pirit kayacı görülmüştür. Şekil 6 da gösterildiği gibi, açık işletmenin güneydoğusunda masif sülfid cevherleri çevreleyen tip I bol miktardaki serisit ve dağınık haldeki kuvars ile karakterize edilmekte, tip II ise fay II boyunca yer alıp, kuvarsça zengin bulunmaktadır. Kuvars-serisit-pirit I in, bakır mineralizasyonu ile ilgili yan kayaç alterasyonunun bir sonucu olarak meydana geldiği sanılmaktadır, çünkü bu fasiyes NW doğrultusunda uzanır ve daima dissemine bakır sülfid cevherleri ile birlikte bulunur. Tip II nin yan kayaç alterasyonu ile ilgili olmadığı sanılmaktadır.

Anayatak'tan alınan sarı ve siyah renk cevherlerin tanımı aşağıda yapılmıştır.

L Bakırlı pirit cevheri (sarı renk cevher). — Genel olarak sarı renk cevher yoğundur ve başlıca pirit ve kalkopiritten meydana gelir. Pirotit, makinavit, kübanit, sfalerit tali minerallerdir.

Pirit genellikle kataklastik yapı gösterir ve çatlaklar Foto 6 da gösterildiği gibi çoğunlukla kalkopiritle doludur. Kalkopiritle birleşmiş olarak nadiren makinavit ve kübanit de bulunur. Mikroskopla bakıldığında makinavit valerite çok benzerse de, bu minerale uygulanan kromografik kontakt baskı metodu bunu makinavit olarak saptamaya yeterli Ni ortaya çıkarmıştır. Üç mineral arasındaki doku bağıntısı Foto 6 nın 3 no. lu fotomikrografında gösterilmiştir. Piritin kalkopiritten önce oluştuğu anlaşılmaktadır. Sfalerit de daha sonraki bir safhaya ait görülmektedir. Mineral çok kere kalkopirit içinde ince taneler halinde olduğundan bir eriyik içi gelişme olanağı vardır. Kurtçuk biçimi bir şekil gösteren pirotit daima kalkopiritle beraber bulunur.

2. Bakırlı manyetit cevheri (siyah renk cevher). — Siyah renkli cevher çok miktardaki manyetit ve kloritin varlığı ile karakterize edilir. Kloritli diyabaz veya kloritli gabro içinde manyetit taneleri de görülmüştür. Kloritli kayaç içinde manyetit dağılımı düzensizdir ve kayacın bazı kısımlarında mineral bol miktardadır.

Başlıca kalkopirit ve piritten meydana gelen sülfid cevheri manyetit cevheri içinde ağ damarları ve/veya sayısız ufak noktalar halinde görülür.

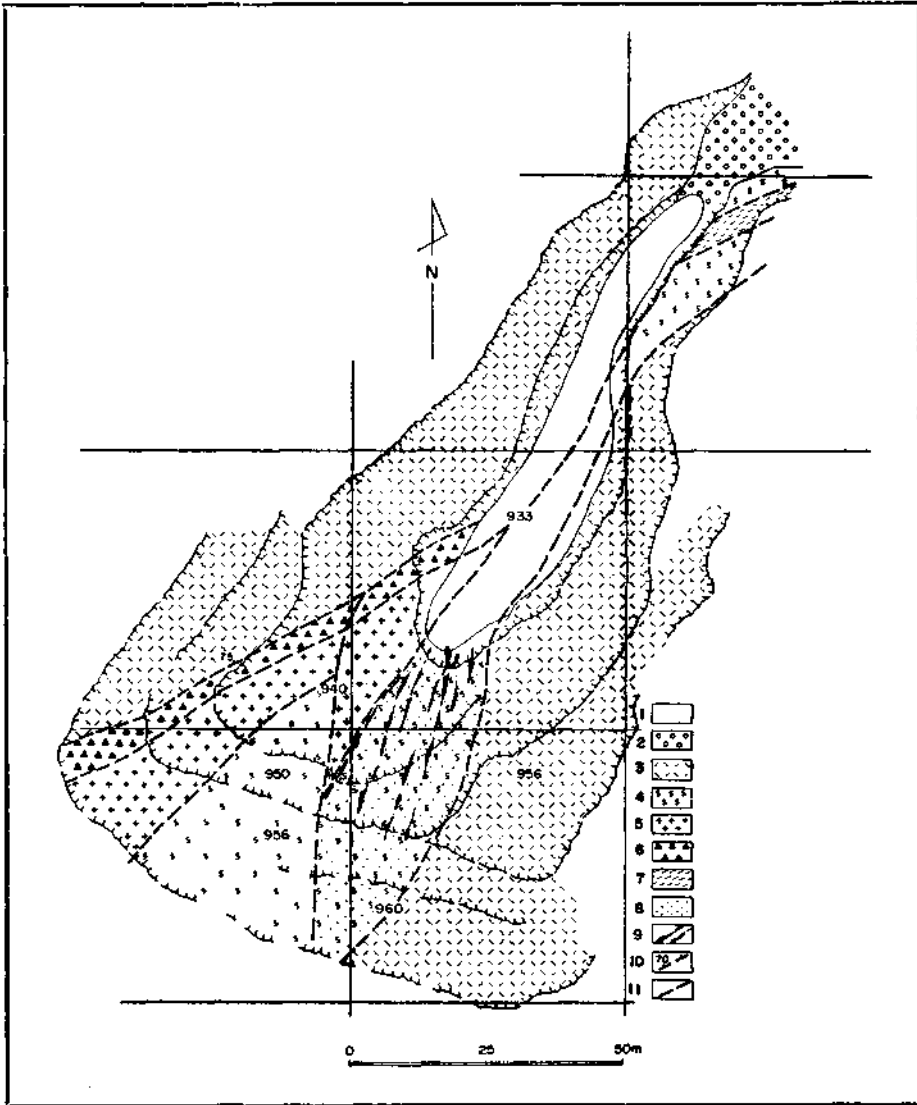
İki çeşit manyetit vardır: biri küp biçimi, diğeri kama biçimi kristaller halindedir. İkinci çeşidin hematitten meydana geldiği sanılmaktadır, çünkü kama biçimi hematite bazen cevherler içinde

kalıntı halinde rastlanır. Bu şekilde bu iki çeşit manyetitin birincisine manyetit I ve ikincisine manyetit II denmektedir. Manyetit I genellikle yukarıda anlatılan sülfid cevheri damarları tarafından kesilir, manyetit II ise, Foto 6-4 te gösterildiği gibi, sülfid minerallerine karşı kendi şeklini ortaya koyar.

Sülfid cevherleri içinde skübanit-makinavit-kalkopirit birleşmesi görülmüştür. Kalkopiritle birleşen kübanit tipik lamel yapısı gösterir ki, bunun eriyikten oluştuğu kabul edilmektedir.

6.3. Çatlak dolgu tipi bakır yatağı (Kısabekir)

Kısabekir madeni Anayatak'ın 10 km doğusundadır. Ocak şimdi kapanmışsa da, cevherin geri kalan kısmı açık işletmede bulunmuştur. Bakırlı pirit cevher damarları Şekil 8 de çizildiği gibidir.



Şek. 8 - Kısabekir açık işletmesinin jeoloji çizimi (Takeo Bamba).

- 1 - Göl; 2 - Artık sahası; 3 - Diyabaz tüf; 4 - Serpantinit; 5 - Piroksenit; 6 - Serpantinit breş; 7 - Silisli serpantinit; 8 - Kloritli fasiyes; 9 - Kalkopirit-pirit cevheri; 10 - Fay; 11 - Tahminî fay.

NE doğrultusunda uzanan makaslanma zonu boyunca piroksenitle birleşen kıvrımlı serpantinit içinde cevher damarı yığını yer alır.

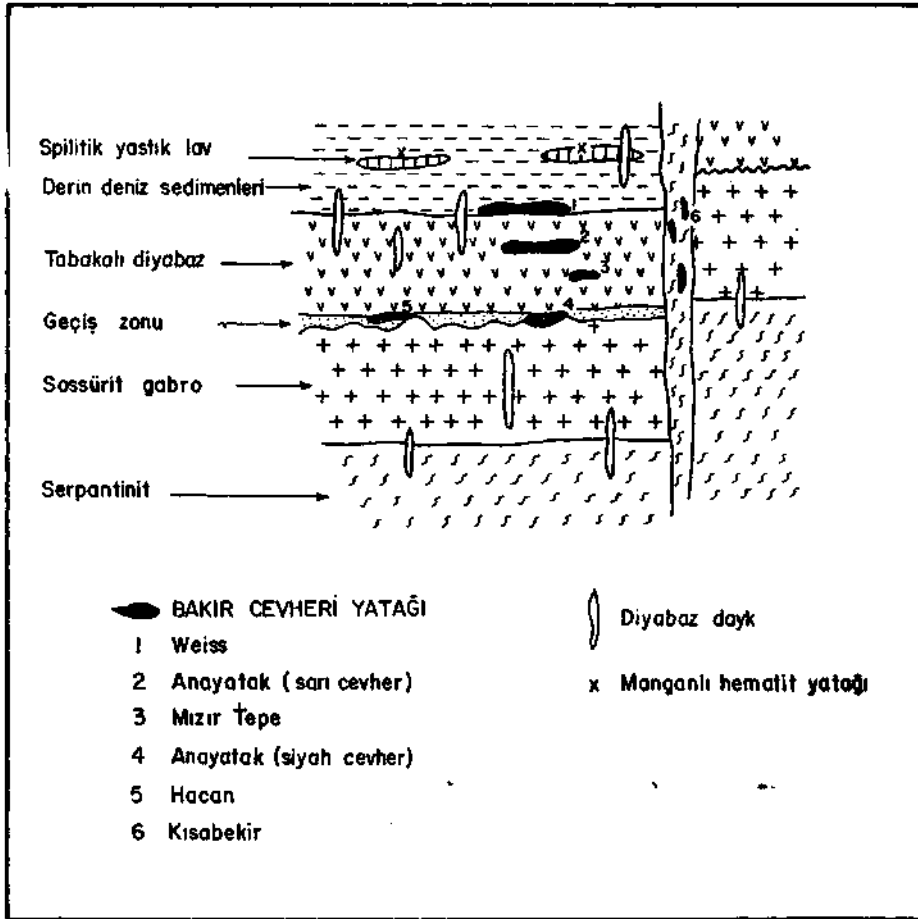
Cevher yoğundur ve mikroskop altında framboid biçimi pirit ve kolloform piritle karakterize edilmektedir. Cevherlerin fotomikrografları Foto 7 de gösterilmiştir. Cevher damarlarının tepesinde malakit ve bazen de azüritin temsil ettiği süperjen cevher alterasyonu görülmüştür.

Bu açık işletme sahasının civarındaki sahada tabakalı diyabaz içinde başlıca süperjen mineralerden meydana gelmiş pek çok ufak bakır cevheri damarı mostrası görülmüştür.

Görünüş tarzından ve cevherlerin özelliklerinden bu ocağın cevher yataklarının çatlak dolgu tipe ait olduğu anlaşılmıştır. Framboid biçimi pirit ve kolloform dokunun varlığı cevherlerin Ergani maden bölgesindeki bakır yataklarına göre daha düşük sıcaklık koşulları altında oluştuğunu göstermektedir.

7. OFİYOLİT VE ONUNLA İLGİLİ BAKIR MİNERALİZASYONU

Yukarıda kısaca anlatıldığı gibi, Ergani maden bölgesi bakır cevheri yatakları üç tip halinde sınıflanmaktadır: (a) tabakalı tip, (b) masif tip ve (c) çatlak dolgu tipi. Cevher yataklarının tek tek jeolojik durumları Şekil 9 da özetlenmektedir.



Şek. 9 - Güneydoğu Anadolu, Ergani maden bölgesi manganlı hematit ve bakır yataklarının şematik profili ve jeolojik durumları.

Bakır yataklarının hemen hepsi ofiyolit kompleksinin sınırlı kayaç fasiyesi içinde, özellikle diyabaz dayklar yakınında bulunan tabakalı diyabaz içinde görülmektedir. Buna göre, bu bakır yataklarının diyabazik kayaçların faaliyeti ile ilgili mineralizasyondan oluştuğu düşünülebilir.

Ergani maden bölgesinde yastık lav, tabakalı diyabaz ve diyabaz daykın temsil ettiği bir seri diyabazik kayaç petrografik ve kimyasal olarak incelenmiştir ve alkali bazalt tipten toleyitike doğru geçiş olanağı gösteren bir magmatizma serisi olduğu anlaşılmıştır.

Eldeki jeoloji verileri, başlangıçta jeosenkinal fazda çıkış gösteren ve bazı tabakalı tip manganlı hematit yatağı hâsıl eden yastık lavın ekshalatif sedimenter kökenli olduğunu göstermektedir. Daha sonra, son kinematikten post-kinematik safhaya kadar olan dönemde, ofiyolit kompleksinin tepesini kaplayan tabakalı diyabaz kloritleşmiş ve hidrotermal eriyiklerle kısmen mineralleşmiştir.

Bu bölgede bakır yataklarının oluşum tarzı ile ilgili yazarın görüşü şöyledir: NW doğrultusunda uzanan fay sistemi yükselen cevher eriyikleri için kanal rolü oynamıştır. Bu şekilde masif metasomatizma tipi Anayatak bakır yatağı ve tabakalı tip Weiss bakır yatağı meydana gelmiştir. Daha sonra, NE doğrultusunda uzanan çatlak sistemi rezidüel cevher eriyiğinin yukarı göçünü hızlandırmış ve Kısabekir madeni ile civarındaki sahada çatlak dolgu tipi bakır damarları meydana gelmiştir. Cevher oluşum işlemi esnasında eriyik derin çukurlar içinde daha önce var olan serpantinitten kromit kristalleri yakalamış olabilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma projesi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Direktörü Doç. Dr. Sadrettin Alpan ile aynı Enstitüde Maden Etüt Şubesi eski müdürü Dr. Mustafa Aslaner'in samimi tavsiyeleri ve yardımlarıyla yürütülmüştür. Arazide bir devlet kuruluşu olan Etibank yazarla işbirliği yapmıştır. Özellikle Ergani madeni idarecisi B. Orhan Güçkan yazara her türlü kolaylığı göstermiştir. M.T.A. Enstitüsünden yazar ile birlikte çalışanlar Aydın Dayal, Abdurrahman Ergin, Baykal Karul, Mehmet Kılıç, Selahattin Koçak, İhsan Mavi, Hanefi Polat, Asil Tin, Erdoğan Tülümen, Mahir Yazgaç, Erden Erdan, Şinasi Apaydın, Doğan Sırıkçı, İbrahim Aydın, Tuğrul Gür'dür. Japon Hükümeti Teknik İşbirliği Planınca gönderilen daha önceki Japon heyetinden Dr. K. Kawada ve Dr. H. Mado arazi çalışmalarında yazara yardım etmişlerdir. Cevherlerin mikroskobik gözlemi M.T.A. Enstitüsünden Dr. Ahmet Çağatay ve yazar tarafından yapılmıştır. Kromitin elektron mikro-probe X ışını analizleri Hokkaido, Ulusal Endüstri Kalkınma Laboratuvarından S. Sayama tarafından yapılmıştır. Makinaviti saptamak üzere kromografik kontakt baskı analizi Japonya Geological Survey'inden Bay J. Yajima'nın yardımları ile yapılmıştır. Yazar yukarıda isimleri geçen kimselere candan teşekkürlerini arz eder.

Çeviren: Leyla OKAY

Yayına verildiği tarih, 30 Eylül 1974

BİBLİYOGRAFYA

- BEHREND, F. (1925): Die Kupfererzlagertstätte Arghana Maden in Kurdistan. *Zeitschr. Prakt-Geologie*, 33, (1), 1-12.
- BORCHERT, H. (1957): Der initiale Magmatismus und die zugehörigen Lagerstätten. *N. Jb. Miner. Abh.*, 91, 541-572.



Foto 1 - Haritalanmış bölgenin batısında, Hacın sahasında, yastık lav ve keratofir zuhuru.

- (1) Spilit yastıkları birimleri arasındaki kontakt. İnce camsı fasiyes içeren dış kabuk görülmektedir. Spilitin kayış özellikleri gözlenmektedir ve kloritli fasiyes nedeniyle renk aynı şekilde devam etmez.
- (2) Keratofir amigdaloid yapı gösterir. Çok sayıda amigdaloid, askitler albit ve az miktardaki kuvarstan meydana gelmiştir.

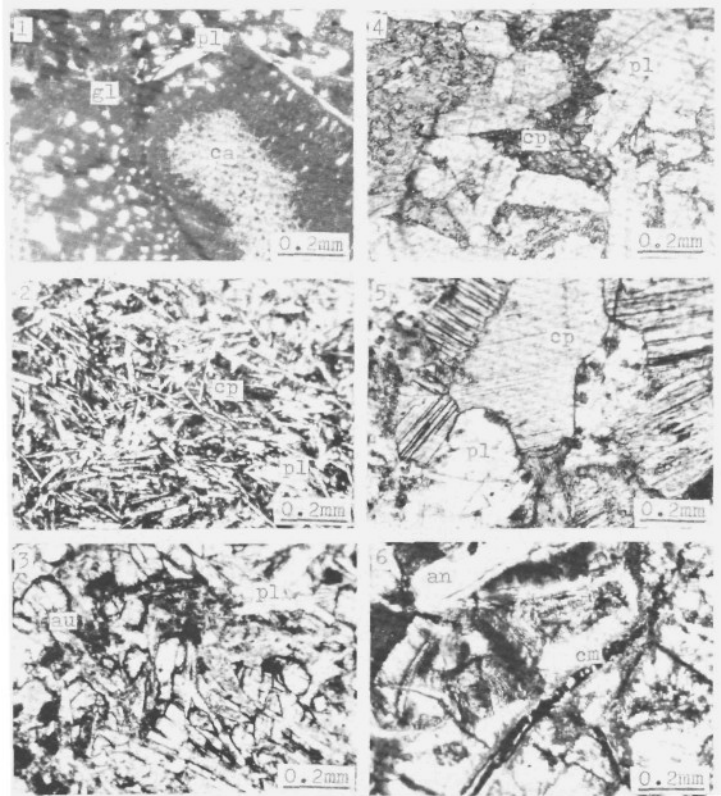


foto L - Ergani maden bölgesi yastık lav, tabakalı diyabaz, sossürit, gabro, serpantinit ve diyabaz dayklarının ince Kesitlerinin mikrofotografıları.

- (1) Ergani madeni yakınındaki Dicle nehrinden alınan yastık lav (dış kabuk). Camı fasiyesi: pl - plajiyoklaz; gl - cam; ca - kalsit (açık nikel).
- (2) Ergani madeni yakınında Dicle nehrinden alınan yastık lav (karot). Variolit fasiyesi: pl - albit; cp - klinopyroksen (açık nikel).
- (3) Haritalanan sahanın batısında Hacı sahasından alınan diyabaz dayk. pl - plajiyoklaz; au - titanyum ojit (açık nikel).
- (4) Haritalanan bölgenin doğusundan alınan tabakalı diyabaz, pl - plajiyoklaz; cp - klinopyroksen (açık nikel).
- (5) Ergani madeninden alınan sossürit gabro, pl - serisitli plajiyoklaz; cp - klinopyroksen (açık nikel).
- (6) Ergani madeninden alınan serpantinit, an - antigorit; cm - kromit (çapraz nikel).

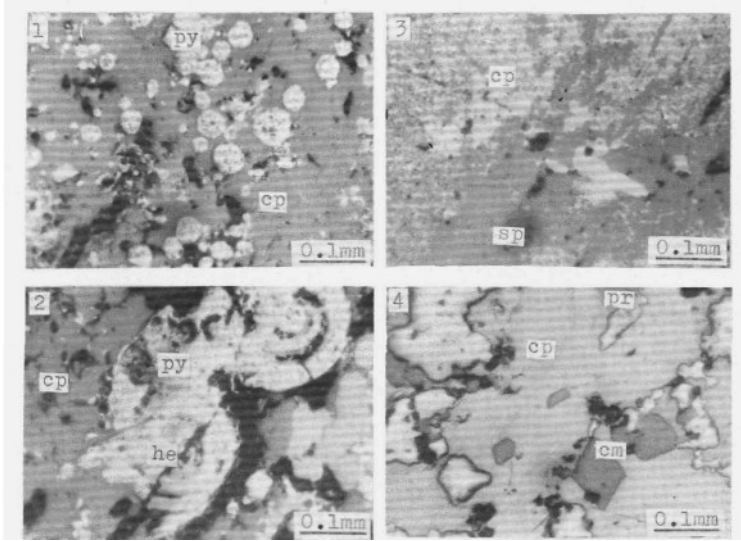


Foto 3 - Weiss açık işletmesinden alınan tabakalı tip bakırın parlak kesitlerinin mikrografıları.

- (1) Ana yatağın tepesinden alınan masif bakırlı pirit cevheri, py - framboid bitiminde pirit; cp - kalkopirit.
- (2) Ana yatağın tepesinden alınan masif bakırlı pirit cevheri, py - kolloform pirit; he - hematit; cp - kalkopirit.
- (3) Eriyik dokusu olanağına işaret eden masif bakır çinko cevheri, cp - kalkopirit; sp - sfalerit.
- (4) Ana yatağın tabanından alınan masif bakır pirotit cevheri, cm - kromit, cp - kalkopirit, pr - pirotit.

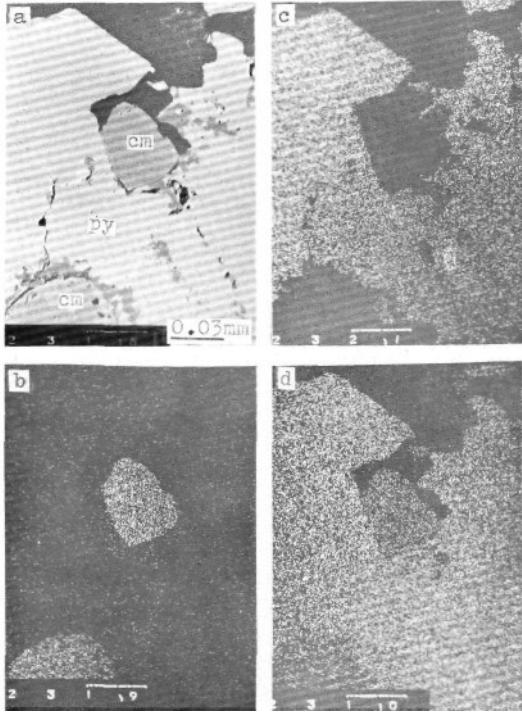


Foto 4 - (a) Weiss açık işletmesinden alınan cevherin parlak kesitinin Sekonder elektron imajı, cm - kromit; py - pirit,
(b) Aynı yerden alınan cevherin karakteristik X ışını imajı (Cr K).
(c) Aynı yerden alınan cevherin karakteristik X ışını imajı (S K).
(d) Aynı yerden alınan cevherin karakteristik X ışını imajı (Fe K).

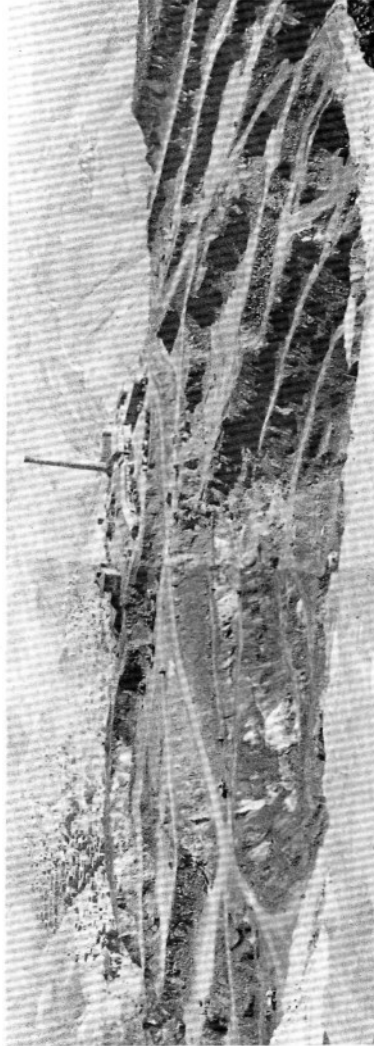


Foto 5 - Ergani madeni, Anayatak açık işletmesinin kuzeye bakan görünümü. Karşındaki binalar rafineri ve idare binaları.

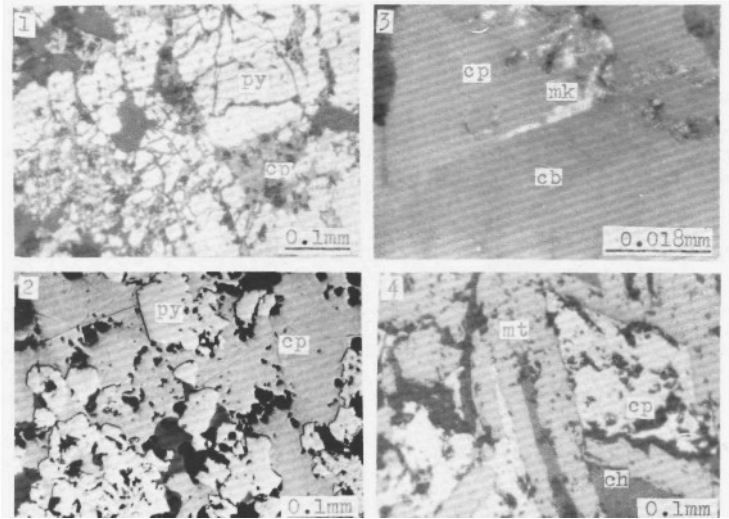


Foto 6 - Ergani madeni, Anayatak ocağından alınan metasomatik tipi bakır cevherlerinin parlak kesit mikrografları.

- (1) Masif bakırlı pirit cevheri (sarı renk cevher), py - kataklastik yapı gösteren pirit; cp - kalkopirit.
- (2) Tipik san cevher. Pirit parçaları kataklastik piritin başka bir çeşidi olarak kabul edilmiştir, py - pirit; cp - kalkopirit.
- (3) Dissemine bakır sülfid cevheri, cp - kalkopirit; cb - kübanit; mk - makinavit (yağda immersiyon, çapraz nikel).
- (4) Masif kalkopirit-manyetit cevheri (siyah renkli cevher), mt - manyetit (II); cp - kalkopirit; ch - klorit.

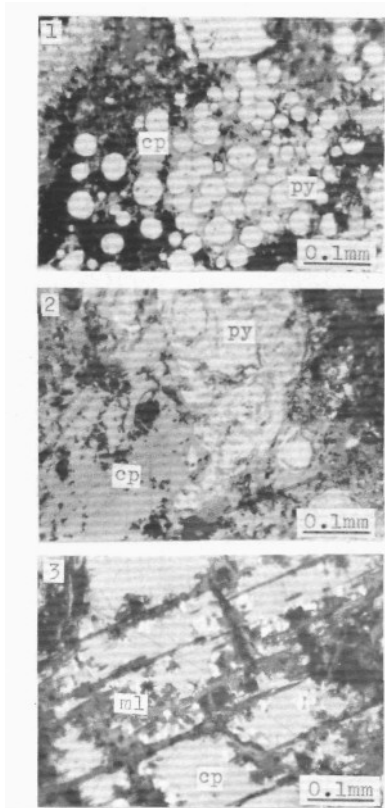


Foto 7 - Kisahekir açık işletmesi ve Mergen tepeden ahnan çatlak dolgu tipi bakır cevherlerinin parlak kesit mikrografları.

- (1) Kalkopirit-pirit cevheri, cp - kalkopirit; py - framboid biçiminde pirit.
- (2) Kalkopirit-pirit cevheri, cp - kalkopirit; py - kolloform pirit.
- (3) Mergen tepeden alınan süperjen bakır cevheri. cp - kalkopirit; ml - malakit (apraz nikol).

- COLEMAN, R.G. (1971): Plate tectonic emplacement of upper mantle peridotites along Continental edges. *Jour. Geoph. Res.* 76, 5, 1212-1222.
- ÇAĞATAY, A. (1968): Erzmikroskopische Untersuchung des Weiss-Volkommens bei Ergani Maden, Türkei, und genetische Deutung der Kupfererzlagerstätten von Ergani Maden. *N. Jb. Miner. Abh.*, 109, 131-155.
- GRIFFITS, W.R.; ALBERS, J.P. & ONER, O. (1972): Massive sulphide copper deposits of the Ergani-Maden area Southeastern Turkey. *Econ. Geol.*, 67, 701-716.
- HELKE, A. (1964): Die Kupfererzlagerstätte Ergani Maden in der Türkei. *N. Jb. Miner. Abh.*, 101, 233-270.
- KETİN, İ. (1966): Anadolu'nun tektonik birlikleri. *M.T.A. Derg.* no. 66, Ankara.
- KUNO, H. (1960): High-alumina basalt. *Jour. Petr.*, 1, 121-145.
- MOORES, E. & VINE, F. J. (1971): The Troodos massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A.* 268, 443-466.
- PILZ, R. (1917): Beitrag zur Kenntnis der Kupfererzlagerstätten in der Gegend von Arghana Maden. *Z. Prakt. Geol.*, 25, 191-198.
- ROMIEUX, J. (1941): Rapport d'ensem. geologique et minier sur les gisements d'Ergani Maden et des environs. *Eti-Bank Rap.*, no. 266, Ankara.
- SAWAMURA, K. (1971): Notes on the tectonic development of Turkey. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 22, 669-676.
- SIREL, M.A. (1949): Die Kupfererzlagerstätte Ergani Maden in der Türkei. *N. Jb. Miner. Abh.*, 80, 36-100.
- WIJKERSLOOTH, P. de (1944): Ergani madeni bakır zuhuratının primer mineralleri. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/31, Ankara.
- YODER, H.S.Jr. (1967): Spilites and serpentinites. *Carnegie Institution of Washington Year Book*, 65, 269-279.
- KOVENKO, V. (1944): Guleman-Ergani madeni metallojenik sahası. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/31, Ankara.