

Ergani (Maden) bakır yatağı ve plaka tektoniği

Ergani (Maden) copper deposits and plate tectonics

SALDIRAY İLERİ *YerbiHmVeri Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara*
BERKİN SALIANCİ *Yerbilimleri Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara*
MEHMET BİTEM *Yerbilimleri Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara*
RAMAZAN DOĞAN *Yerbilimleri, Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara*

ÖZ: Güneydoğu Anadolu'da, "Torid Tektonik Birimi'nin Ofiyolit Kuşağı" içinde birçok benzer yataklarla birlikte yer alan Ergani (Maden) bakır cevherleşmesi, deniz dibi yayılma alanında oluşmuş "Kıbrıs Tipi" yataklarla büyük benzerlik gösterir. Çalışılan Anayataktaki çok değişik cevher tipleri ve cevher minerallerinin birbirleri ile çelişkili ilişkisi, cevherleşme sırasında ve cevherleşmeden sonra, ortamın denge sağlanmadan değiştiğini, bölgenin karmaşık jeolojik olayların etkisinde kaldığını kanıtlar. Çalışmalardan elde edilen verilerin yorumlanmasından varılan sonuç, böyle bir ortamın, çok hareketli, volkanik işlevlerin yoğun ve tektonik hareketlerin çok etkin olduğudur. Böyle ortamlar ise, bugün plaka tektoniği ilkelerinin ortaya koyduğu gibi, okyanus sırtları ve sırtlara yakın alanlardır, ki bunların üst yayılma ve dalma zonlardaki çıkmaları karalarda izlendiğinde Ergani bakır yatağına özgü belirtiler gözlenebilir. Bu veri ve yorumlamalardan giderek Ergani bakır yatağının, deniz dibi yayılma alanında oluşmuş ve üst yayılma ile bugünkü konumunu almış "Kıbrıs Tipi" bir yatak olduğu söylenebilir.

ABSTRACT: Ergani (Maden) copper mineralization which takes place in "Ophiolitic Belt" of "Taurid Tectonic Unit" in Southeastern Turkey, show some similarities to the Cyprus type of deposits assumed to be formed at sites of sea-floor spreading. The occurrence of so many different ore minerals in Anayatak ore body and their puzzling relations to each other, indicate that during and after mineralization equilibrium conditions changed continuously and the area was affected by drastic geological events. Interpretation of data reveals intensive marine volcanism and extensive tectonic deformation have been taken place during and after mineralization. Such conditions, in the light of today's tectonic understanding, may occur at sites of sea-floor spreading and deposits for med at such places may outcrop on the mainland due to later obduction. With the data at hand, it is assumed that Ergani copper mineralization is a Cyprus type deposit, formed at site of sea-floor spreading and pushed on the mainland by obduction.

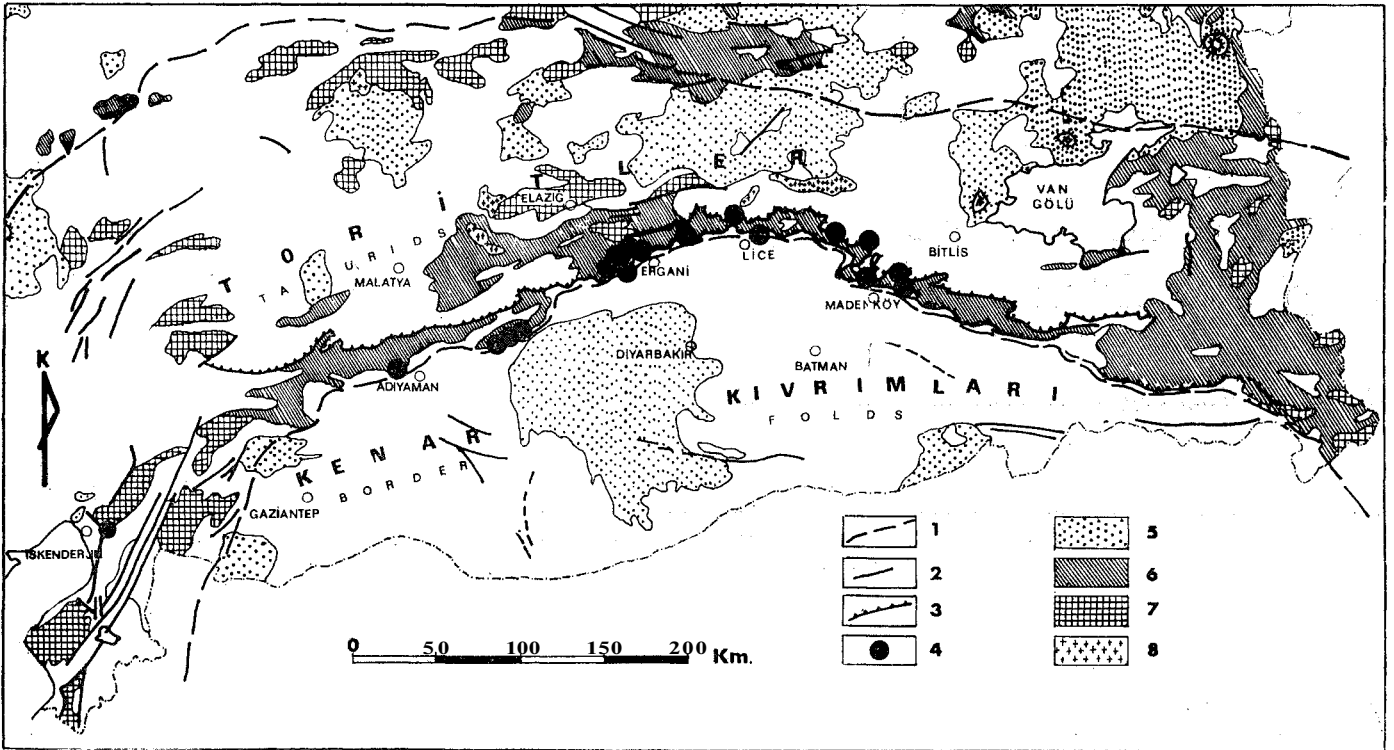
GİRİŞ

Ergani (Maden) bakır yatağı Türkiye'nin bilinen en eski ve en önemli maden yataklarından biridir (şekil 1). Bu özelliklerinin yanı sıra, karmaşık jeolojik yapısı ve ilginç cevherleşme şekliyle de birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Bu araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalardan bazıları öncekilere tümüyle karşıt görüşlerle sonuçlanmıştır. Buna yatağın jeolojik yapısının karmaşık olduğu kadar, çok değişik cevherleşme tiplerine sahip olması ve araştırmacıların çalışmalarını dar bir bölge içinde yoğunlaştırmaları neden olmuştur.

Son yıllarda plaka tektoniği bir çok jeolojik olayın açıklanmasında yardımcı olduğu gib, maden yataklarının oluşumları ve dağılımları ile ilgili yorumlamaların yapılabilmesine de olanak sağlamıştır. Soruna bu açıdan bakan bazı araştırmacılar, yeryüzündeki bir çok benzer yatakları plaka tektoniğinin neden olduğu jeolojik olayların ışığı altında gruplamaya yönelmişlerdir. Deniz dibi yayılma alanlarında oluşan yatakları bir grup içinde toplayan Sillitoe (1972), Ergani ile ilgili verilerin kısıtlı olduğunu belirtirken, yoğun bir şekilde çalışılmış Kıbrıs yatakları verilerin-

den giderek, bu bakır yataklarının da aynı gruba sokulabileceğini savunmuştur.

Çalışmalarımıza başlamadan bu görüşün doğruluğunu veya yanlışlığını kanıtlamayı amaçlamış değildik. Bölgesel, yerel ve mikroskopik çalışmaları, çelişkili bulguları da içerecek şekilde, bütün ayrıntıları ile ortaya koymaya çalıştık. Bazı eksiklikleri olmasına karşılık, bu çalışma ile daha önceki çalışmalardaki görüş ayrılıklarını da ortadan kaldıracak bir çözümün ortaya çıktığı kanısındayız.



Şekil 1: Güneydoğu Anadolu'daki tektonik birimler ve bakır yataklarının dağılımı. Harita, Ketin 01966'den sadeleştirilerek alınmış, üzerine bölgenin bakır yatakları işlenmiştir. 1 — Tektonik birliklerin sınırları, 2 — Normal ve ters faylar, 3 — Bindirmeler, 4 — Bakır yatakları, 5 — Tersiyer ve Kuvaterner volkanik kayalar, 6 — Radyolarit fasiyesi (renkli melanj), 7 — Alpin bazik intrüziyel kayalar, 8 — Alpin granitik kayalar.

Figure 1: Tectonic units of Southeastern Anatolia and the distribution of copper deposits. (Copper deposits are located on the map which is simplified from Ketin (1966). 1 — Boundary of tectonic units, 2 — Normal and reverse faults, 3 — Thrust faults, 4 — Copper deposits, 5 — Tertiary and Quaternary volcanic rocks, 6 — Radiolarite facies, 7 — Alpine basic intrusive rocks, 8 — Alpine granitic rocks.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ergani bakır yatağının 4000 yıldanberi bilindiği göz önüne alınacak olursa, bu konudaki çalışmaların da bir arada sunulamayacak kadar çok olduğu kolaylıkla düşünülebilir. Bunlar içinde birbirinden farklı görüşleri savunan birkaçı şöyle sıralanabilir:

Wijkerslooth (1943, 1944), cevherleşmenin pnömatolitik-hidrotermal geçiş sürecinde oluştuğunu ileri sürmüştü, buna karşılık Sirel (1952) mikroskop çalışmalarına dayanarak, cevherleşme ile yantaşların aynı yaşta olduğunu, cevherleşmenin sedimanter olması gerektiğini savunmuştur.

Borchert (1952), Aslaner (1968) mikroskop çalışmalarından giderek cevherleşmeyi denizaltı hidrotermal eriyik ve eksalasyonlarına bağlamışlardır, Griffiths, Albers ve öner (1971), yatağın ornatma tipi bir yatak olduğunu ve cevherleşmenin büyük faylara bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir. En son çalışmalar Bamba ve Tin (1972) ve Takashima (1975) tarafından yapılmıştır.

Bu çalışmalarda üç tip cevherleşmenin bir arada olduğu (çatlak dolgusu, ornatma, eksalatif sedimanter) belirtilmiş, aramaların daha derinlere yönelik olması gerektiği savunulmuştur.

BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ

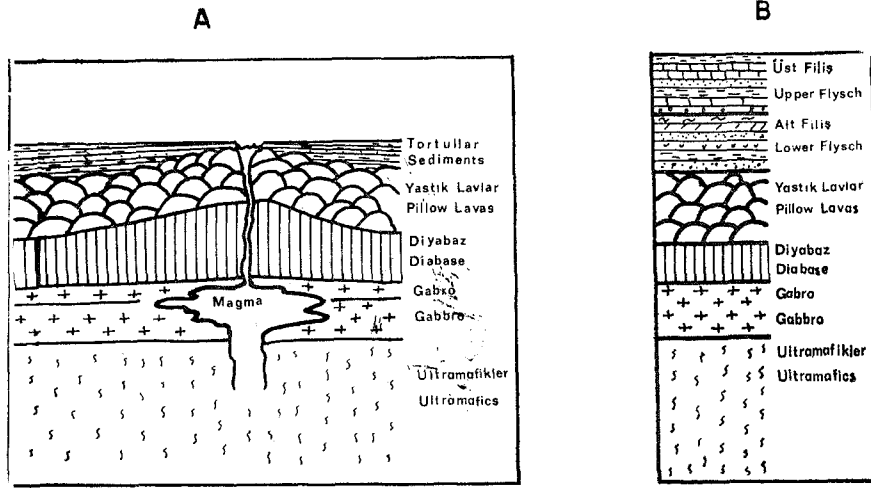
Bölgede bilinen çok sayıda bakır cevherleşmelerinin konumu gözden geçirilecek olursa, bunların Ketin (1966) tarafından "Toridler" olarak tanımlanan tektonik birimin güney sınırına paralel uzanan "Radyolarit Fasiyesi ve Alpin bazik intrüziyel kayalar" ile yakından ilişkili olduğu görülür (şekil 1). Bu konumsal ilişkinin, kökensel olabileceği göz önünde bulundurulursa, Torid tektonik biriminin güneyinde yer alan Radyolarit Fasiyesi (Renkli Melanj) ve Alpin bazik intrüziyel kayalarını ve ilgili tektonik gelişmeyi konu kapsamı içine almak gerekir.

Bu iki kayaç grubu beraberce ele alındığında, bugün tipik okyanus kabuğu olarak belirlenen ve ultramafik, mafik ve tortullardan oluşan bir dizilimle

ilginç benzerlikler gösterdiği görülür (şekil 2). Şekil 2A'da, tabandan yukarıya doğru ultramafikler, mafikler, diyabaz ve yastık lavlar ve en üstte de pelajik tortulların yer aldığı tipik bir okyanus tabanı kesiti görülmektedir. Şekil 2B'de ise, Güneydoğu Anadolu'daki Ofiyolit ve Radyolarit Fasiyesi kuşağını tanımlayan genelleştirilmiş bir kesit yer almaktadır. Dikkat edilecek olursa ikisi arasındaki benzerlik ilgi çekici düzeydedir.

Tabandaki ultrabazik kayaları Hatay-Kızıldağ Masifinde Çoğulu (1975), a) ultrabazik tektonitler ve b) tabakalı ultramafik kayalar (kümülatlar) olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Bu ayırım Ergani-Guleman yöresi için de geçerlidir. Dünit, harzburgit, piroksenit ve lertzolitten oluşan ultramafiklerin üzerine gabro ve mikrogabrolar gelir. Ultramafiklerden mafiklere uyumlu geçiş Kızıldağ masifinde olduğu gibi Maden civarında da gözlenmektedir.

Ofiyolit kuşağı boyunca hemen her yerde gözlenen diyabaz dayakları ultramafikleri ve gabroları bazan birbirlerine



Sekil 2: A — Asılma zonlarındaki tipik bir okyanus tabanı kesiti (Dickinson, 1972), B — Güneydoğu Anadolu bindirme kasağı Soyunca genelleştirilmiş bir kesit.
Figure 2: A — Section of a typical oceanic crust at sites of spreading (Dickinson, 1972), B — A generalized section of Southeastern Anatolian thrust zone.

paralel kümeler halinde bazan da tek tek keserler. Diyabaz daykları ile kesilmiş ultramafik ve mafik kayalar üzerine uyumsuz olarak yastık lavları otururlar. Bu verilerden giderek Çoğulu (1975) Hatay-Kızıldağ masifindeki serpantin ve bazik kayaların volkanizma sırasında deniz dibine kadar yükselmiş olmaları gerektiğini ve diyabaz dayk kümeleri ile deniz dibi volkanizmasının, deniz dibi yayılmasının en belirgin kanıtları olduğunu savunur. Ergani-Maden bölgesinde gözlenen ultramafik, mafik, diyabaz dayk ve yastık lav ilişkileri aynı görüşü destekler niteliktedir. Fakat tektonik olayların bu bölgede daha kesif olması nedeniyle litolojik birimler çok daha karmaşık bir görünüm almışlardır.

Yastık lavlar veya doğrudan serpantin ve gabrolar üzerine uyumsuz olarak, bazı yerlerde taban çakıldaş ile başlayan, volkanik kırıntılı, çamurtaşları, gört siltaşı ve kireçtaşlarından oluşan pelajik tortullar gelmektedir.

Bölgenin en önemli tektonik olayı Ketin'in (1966) Toridler olarak tanımladığı tektonik birimin güneydeki birimleri üzerine bindirmesidir. Bu görüş bütün araştırmacılar tarafından benimsenmektedir. Fakat bu birimler ile ofiyolitlerin kökensel olarak ilişkili olabileceği üzerinde pek fazla durulmamıştır. Ancak, Alpin tipi ofiyolitlerin mantoda oluştuğu ve bugünkü konumlarını okyanus kabuklarının üst yayılması (obduction) ile kıta kenarlarına itilerek aldıkları görüşü dikkate alınacak olursa, kuşaktaki ofiyolitler ve bindirme plaka tektoniği açısından önemli bir ilişkiyi

ortaya koyar (Ataman ve diğerleri, 1975; Dewey ve Bird, 1971).

YEREL JEOLJİ

Bir çok araştırmacı tarafından Bitlis Masifi'ni oluşturan metamorfikler bölgenin taban birimi olarak ele alınmışlardır. Bu metamorfiklerle daha genç birimler arasında kökensel bir ilişki kurmak olası değildir.

Bu çalışmada taban birimi olarak ele alınan ultramafik ve mafikler bölgede oldukça geniş alanlar kaplarlar. Kuzeyde, Guleman yöresinde bozunmamış dünit, lertzolit ve piroksenitler, güneyde Maden civarında ise serpantinleşmiş, fakat zaman zaman tanınabilen dünit ve piroksenitler gözlenir. Ultramafiklerden mafiklere (gabro ve mikrogabro) geçiş uyumludur. Maden'in kuzeyinde Putyan civarında ve işletmenin hemen güneyinde bu geçişler oldukça açık bir şekilde gözlenir.

Serpantinleri birçok yerde yastık lavlar uyumsuz olarak örterler. Bazı yerlerde bozunma gösteren lavlar, bir çok yerlerde 10-30 santimetrelilik yastıklardan oluşmuş olarak görülürler. Doğrudan yastık lavları örttüğü kadar, serpantinler üzerinde ve fliş içerisinde de görülen spilitik bazalt çakıldaşları ve bloklu volkanitler (volkanik kırıntılı çökeltiler) deniz altı volkanizmasının duraylı olmayan bir ortamda süregeldiğini kanıtlar.

Ultramafiklerin üzerine gelen tortullar ve volkanitler "Alt Fliş" ve "Üst Fliş" olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır. Alt Fliş, Ketin (1966) tara-

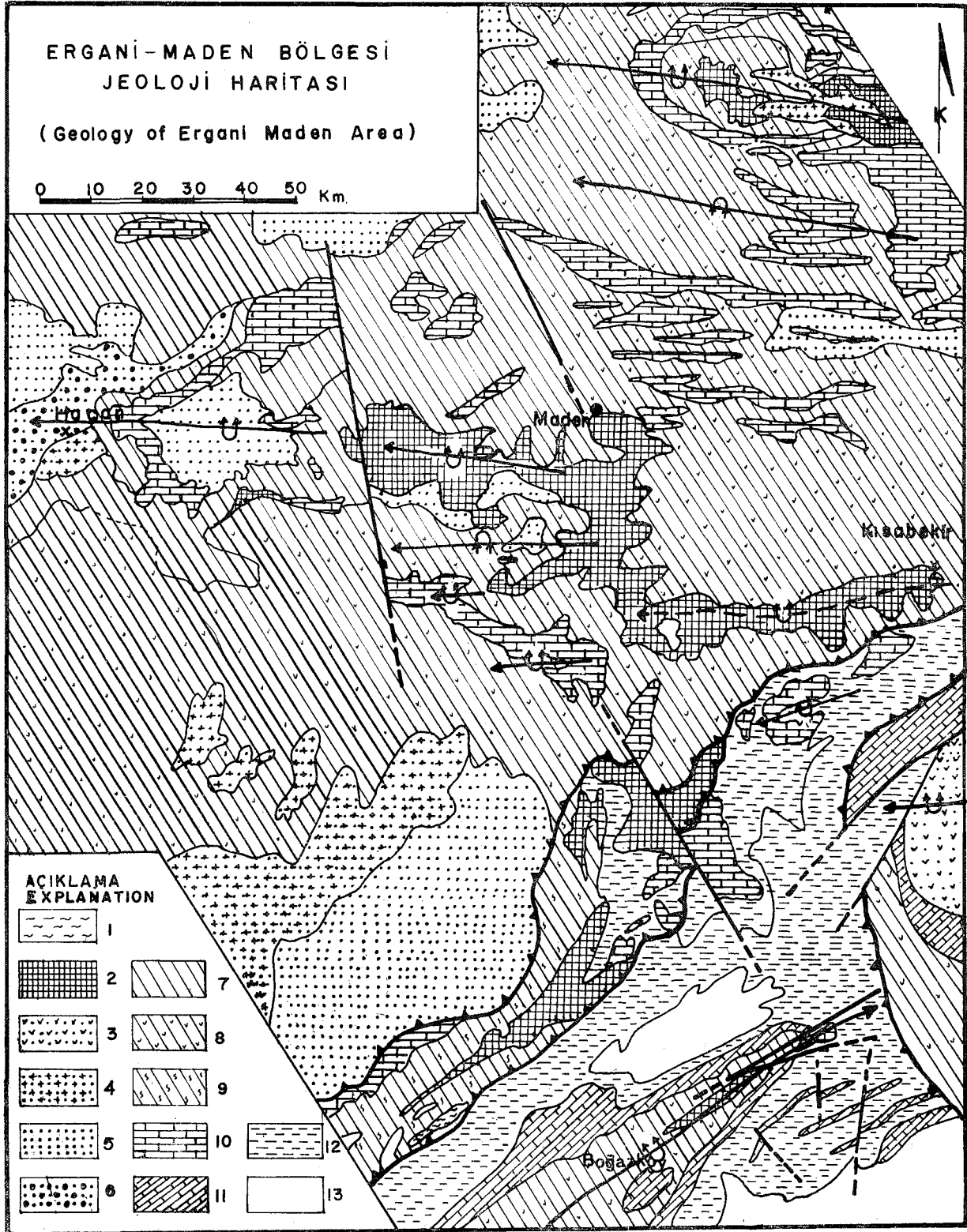
findan tanımlanan tektonik birimlerden Toridler içinde yer alır. Ketin (1948), volkanitleri de içine alan bu seriyi "Maden Serisi" olarak tanımlamıştır. Üst Fliş, ise "Kenar Kıvrımları" olarak tanımlanan tektonik birimin içindedir, iki fliş serisi birbirlerinden bir çok özellikleri ile ayrılırlar.

Alt Fliş, yastık lavlar, volkanik kırıntılı çamurtaşları, spilitik bazalt çakıldaşları, renkli marn ve renkli kireçtaşları, kumlu kireçtaşları ve radyolarit aralanmalarından oluşmuştur. Volkanitler tabanda yoğunlardır, yukarılara doğru diğer birimler içinde ara katmalar olarak görülürler. Bir çok yerde de volkanitler içinde ince bantlar halinde kırmızı çamurtaşları ve yer yer manganez içeren radyolaritler bulunur. Radyolaritler daha çok Maden'in güneyinde görülürler, kriptokristalin silisli ve demir hidroksitli bir hamurla bağlanmış radyolaryalardan oluşmuşlardır. Bu fliş içindeki fosillerin tanımından, yaşın Üst Kretase - Alt Eosen olduğu saptanmıştır.

Üst Fliş, kumtaşı, siltaşı, marn ve kireçtaşı aralanmasından oluşmuştur. Volkanitler, kırmızı çamurtaşları ve radyolaritler bulunmaz. Bu özellikleri ile Alt Flişten ayrılabilir gibi, farklı tektonik birimler içinde bulunmaları da bu ayrımı kolaylaştırır. Yalnız güneyde Boğazköy Antiklinali'nin çekirdeğinde Alt Fliş uyumsuz olarak Üst Filisin tabanında görülür (şekil 3).

Ketin (1966) tarafından tanımlanan iki tektonik birimin (Toridler ve Kenar Kıvrımları) sınıın şekil 3'de görüldüğü gibi güneybatıdan kuzeydoğuya doğru uzanan bindirmelerle belirlenir. Bindirme sınırının kuzeyinde, kıvrımlar güneye doğru devriktirler ve kıvrım eksenleri doğu-batı yönüne paralel olarak uzanırlar. Bindirme sınırının güneyinde ise kıvrım eksenleri kuzeydoğu-güneybatı yönündedir.

Bindirme çizgisinin kuzeyindeki antiklinallerin çekirdeğini çoğunlukla serpantinlerle oluşturur. Serpantinlerin tabanda kaldığı yüzeylemediği yerlerde ise çekirdekte volkanitler görülür. Kıvrımlar devrik olduğu için yastık lavlar yer yer serpantinlerin tabanında izlenimini verir. Bu bazı araştırmacıların yanılmasına neden olmuş ve yastık lavların ofiyolitlerin taban birimi olduğu savunulmuştur (Bamba ve Tin, 1972). Putyan köyü yakınlarında bazalt yumru taban çakıldaşları içinde serpantin yumruğunun bulunması bu yanılığını kanıtlar.



Sekil 3: Ergani-Maden bölgesi jeoloji haritası; 1 - Şistler, 2 - Serpantinit, 3 - Ayrılmamış, diyorit + yastık lav + serpantin, 4 - Diyabaz, 5 - Bazalt lavları, 6 - Bazalt sakıltası, 7 - Çamurtağları, 8 - Çamurtaşı+volkanit karmaşığı, 9 - Badyolaritli samurtaşları, 10 - Kireçtaşı (Eosen), 11 - Kirestası (Miyosen), 12 - Kumtaşı-f-silttaşı+marn düst filis), 13 - Alüvyon.

Figure 3: (teology of Ergani-Jladeu area; 1 - Schists, 2 - Serpentinite, 3 - Diorite+pillow lavas + serpentinite, undifferentiated, 4 - Diabase, 5 - Basalt lavas, 6 - Basalt conglomerate, 7 - Mudstones, 8 - Mudstones+volcanics, 9 - Badiolarian mudstones, 10 - Limestones (Eocene), 11 - Limestones (Miocene), 12 - Sandstone + siltstone 4. marl (Upper Flysch), 13 - Alluvium.

Kıvrımların sırasında serpantinitlerin çoğu birimlerden daha sünümlü oluşu, bunların bağıl olarak daha fazla yer değiştirmelerine yol açmıştır. Bu nedenle serpantinitler çekirdekten güneye doğru yayılarak diğer birimleri örtmüşlerdir.

Bölgede görülen faylar çoğunlukla kuzey-güney yönüne paralel uzanırlar. Bu da kuzeyden güneye bindiren bloğun, küçük parçalar halinde yer değiştirmesinden ileri geldiği şeklinde açıklanabilir.

Toridler içindeki bindirmelerin aşamalı olması, birimlerin bir çok tekrarlı çıkmaları vermesine neden olmuştur. Bu işlemler birimler çok karmaşık bir yapı kazandıkları gibi, doğrultu boyunca devamlılıkları da kaybolmuştur. Büyük bir olasılıkla bloklar arasındaki bağıl

hareketler de farklı olmuştur. Bu nedenle bloklar arasında ilişki kurma olanığı birçok yerde ortadan kalkmıştır.

ANAYATAĞIN JEOLJİSİ VE CEVHERLEŞME

Bölgede tanımlanan bütün litolojik birimler, tabandan tavana doğru, Anayatak ve çevresinde gözlenirler. Jeolojik haritaya alınabilirlikleri ve cevherleşme ile olan ilişkileri göz önüne alınarak beş litofasiyes tanımlanmıştır. Kendi içlerinde de alt birimlere ayrılan bu litofasiyesler şunlardır: 1) Serpantinit ve gabro, 2) Diyabaz-yastık lav-volkanit kırıntılı karmaşık, 3) Piritli çörtler ve manyetitli klorititler, 4) Cevherli siyah çamurtaşları, 5) Kırmızı-yeşil çamurtaşları (şekil 4).

1) Serpantinit ve Gabro

Anayatağın tabanında masif krizotil ve antigoritten oluşan serpantinitler yer alır. Anayatağın hemen güneyinde bu serpantinitler içinde yer yer bozunmamış dünit ve piroksenitler gözlenmiştir.

Gabro ise Anayatağın doğusunda küçük bir blok şeklinde serpantinitler üzerinde yer alır.

2) Diyabaz . Yastık Lav - Volkanit Karmaşığı

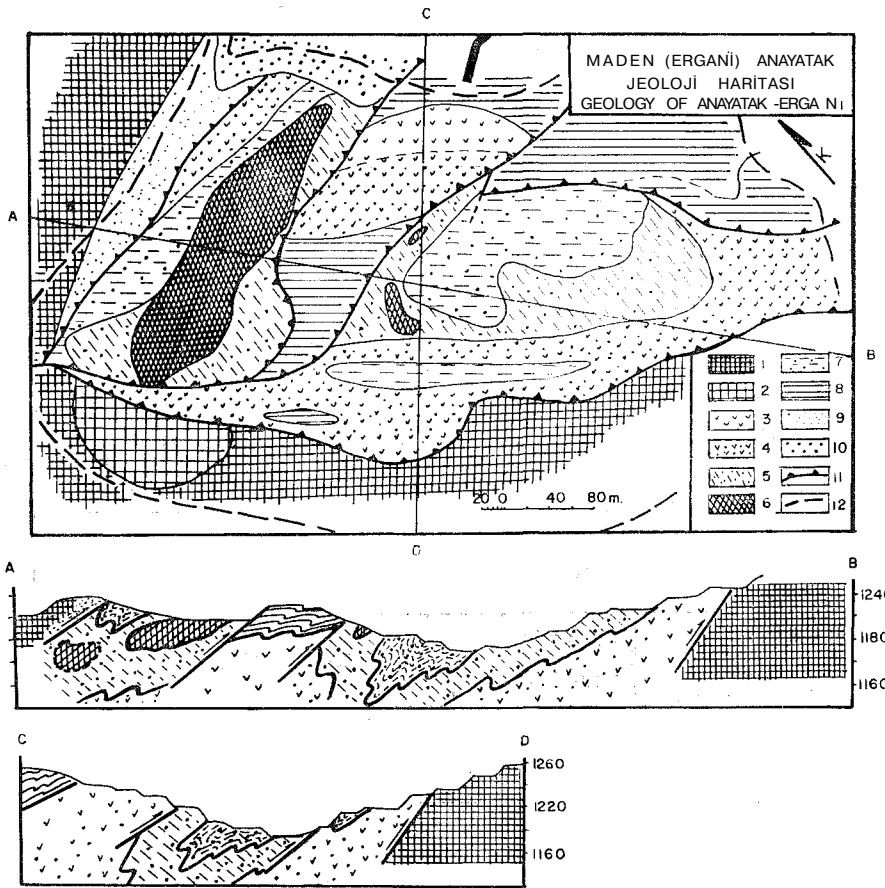
Yeşilimsi siyah renkte olup serpantinitler üzerine uyumsuz otururlar. Bu litofasiyesi oluşturan birimlerin mineralojik ve dokusal özelliklerinin birbirlerinden çok farklı olmalarına karşılık, karmaşık olmaları ve geniş ölçüde kloritleşmeleri nedeni ile, gözlemsel olarak sahada birbirlerinden ayrılamazlar.

Ofitik dokunun etkin kloritleşmeden sonra bile gözlenebildiği tipik diyabazlar, serpantinitlere yakın kısımlarda bulunmaktadır. Bu kayalar tümüyle plajiyoklas (albit-oligoklas) ve demirce zengin kloritlerden oluşmuşlardır, makro ve mikro ofitik doku gösterirler. Plajiyoklaslar çok az bozunmuşlardır. Bozunma ürünleri mikroskopta tanınmayacak kadar ince tanelidir.

Bu diyabazların yanında, mikro ofitik dokuyu andırır, çubuksu ve bozunmuş mineraller içeren kayalar yer almaktadır. Bunların yastık lav, diyaba? veya bunlardan türemiş kayalar mı olduğunu kesinlikle söylemek olanaksızdır. Maden'in güneyindeki serpantinitler üzerinde bozunmamış yastık lav ve volkanitlerin bulunuşu bu kayaların da yastık lav veya onlardan türemiş kayalar olması olasılığını destekler. Bu birimin üstteki diyabazlara benzeyen birimden dokusal olarak farklı oluşu bunların yastık lav kökenli olma olasılığını güçlendirir.

Bu karmaşık birim içinde gözlemsel olarak diyabaz ve yastık-lavlardan ayrılmayan, fakat yalnızca kloritten oluşmuş klorititler bulunmaktadır (şekil 5). Diğer iki birimden stratigrafik olarak daha üstte olan bu birimin diyabaz ve yastık lavlardan türeyen kırıntılar ve volkanik küllerle karışık olarak çökelmiş ve bozunma sonucu tümüyle kloritleştiği söylenebilir.

Diyabaz, yastık lav ve bunların türevleri olarak tanımlanan bu kayalar bazı yerlerde yoğun bir kataklastik deformasyona ve silisleşmeye uğramışlardır. Silisleşmenin yoğun olduğu yerler



Şekil 4: Maden (Ergani) Anayatak Jeoloji haritası; 1 - Serpantinit, 2 - Gabro, 3 - Diyabaz, 4 - Cevherli diyabaz, 5 - Piritli fiörtler, 6 - Manyetitli klorititler, 7 - Cevherli siyah samurtaşları, 8 - Kırmızı-yeşil «amurtaşları, 9 - Bozunmuş serpantinit, 10 - Demir şapka, 11 - Bindirme, 12 - Asık işletme sınırı.

Figure 4: Geology of Anayatak, Maden (Ergani); 1 - Serpentine, 2 - Gabro, 3 - Diabase, 4 - Mineralized diabase, 5 - Pyrite containing cherts, 6 - Magnetite containing chloritites, 7 - Mineralized black mudstones, 8 - Bed and green mudstones, 9 - Altered serpentine, 10 - Gossan, 11 - Thrust faults, 12 - Limits of open-pit.

de kuvars ve yer yer sülfürlü minerallerin egemen olduğu damarcıklar mikroskopik ve makroskopik olarak kayacı ağ gibi örmekte ve kayacın ana minerallerini oluşturmaktadır.

Bunun yanında yalnız klorititler içinde şilir yapısı gösteren ve bazı yerlerde kümeler oluşturan ve oluşum şekli kesin olarak açıklanamayan, pirotinin egemen olduğu mineral toplulukları da gözlenmektedir.

Bu birim içinde gözlenen cevher mineralleri, pirit, pirotin, kalkopirit, sfalerit, manyetit ve lökoksendir. Bu minerallerin tek veya çeşitli birleşimlerde kayaçlar içindeki dağılımları çok düzensizdir.

Pirit. Bütün birimi kesen damarlar içinde kuvarsla birlikte bulunur. Yalnız klorititleri kesen damarlarda sfalerit ile birlikte. Diyabazlar içindeki manyetitleri, klorititler içindeki pirotinleri ornatmaktadır. Bunun yanında, özbiçimli-yan özbiçimli taneler halinde kayaç içinde düzenli bir şekilde saçılmış olarak bulunur. Bu tip piritin bir kısmı, büyük bir olasılıkla piropilitleşme sonucu oluşmuştur.

Pirotin. Yalnız klorititler içinde yer yer akma dokusu gösteren saçaklı şilirler, kümelenmeler ve damarcıklar şeklinde gözlenir. Damarcıkların bağıntılı mı olduğu, yoksa büyük şilirlerin bir parçası mı olduğu söylenemez. Kümelenmeler içinde, hematite göre psödomorf manyetitlerle girift oldukları yerlerde manyetit çubuklarının aralarını doldururlar ve bazı durumlarda da manyetitleri kapanmalar şeklinde içlerine alarak ornattılar. Pirit tarafından ornatılan pirotinlerde gözlenmiştir.

Kalkopirit ve Sfalerit. Yalnız klorititler içinde çoğunlukla damarlar şeklinde bulunurlar. Demir bakımından oldukça zengin olan sfaleritler çok küçük tanecikler halinde ve daha az miktarlarda kalkopirit ayrışmaları içerirler. Kalkopirit ayrıca çok az miktarlarda pirotin kümelenmeleri içinde de yer alır.

Lökoksen. Diyabaz ve yastık lavlar içinde bulunur. Kafes yapısı gösteren diyabazlar içindeki lökoksenlerin kafes boşlukları pirit ile doldurulmuştur, ilmenit ve manyetit artıklarının gözlenmediği bu oluşumların, birincil mineralinin titanomanyetit olması gerekir. Yastık lavlar içindeki lökoksenlerin kökenini belirleyici özellikler kaybolmuştur.

Manyetit. Yalnızca klorititler içinde gözlenirler ve buldukları ortamlarda düzenli bir dağılım gösterirler. Çubuk yapısında olan bu manyetitler, he-

matitlere göre psödomorfurlar. Bir çok yerlerde kalıntı hematitlerin varlığı bu görüşü destekler.

S) Piritli Çörtler ve Manyetitli Klorititler

Bu birim birbirleri ile bileşim ve görünüm bakımından tamamıyla farklı iki tip kayaçtan oluşmuştur. Birimi oluşturan ana kayaç piritli çörtlerdir. Manyetitli klorititlerin, piritli çörtler içinde boyutları bir kaç metrelik kafalardan, 40-50 metrelik kütlelere kadar değişmektedir. Piritli çörtler içinde kloritin yok denecek kadar az, manyetitin hiç bulunmayışı, diğer taraftan manyetitli klorititler içinde çörtlerin gözlenmeyişi manyetitli klorititlerin birim içine bloklar şeklinde taşınmış olabileceğini gösterir (şekil 5).

Gerek çörtler, gerekse kloritler saf silis veya kloritten tıksı cevher kütlelerine kadar değişen birleşimler gösterirler. Çörtler içinde pirit ve kalkopirit egemendir. Cevher kütlesi piritçe veya kalkopiritçe zengin olabildiği gibi, saf pirit veya kalkopiritten de oluşabilir. Piritçe zengin kütleler, kalkopiritçe zengin olanlardan daha büyüktürler. Anayatak'da gözlenen en büyük kalkopiritçe zengin kafanın büyük eksenini yaklaşık iki metre civarındadır. Buna karşılık, klorititler içindeki cevher kütlelerinde tek egemen cevher minerali manyetitir.

Birim oluşturan her iki kayaç da bazı yerlerde yoğun silis ve sülfür mineralleri içeren damar ağları ile kesilmişlerdir.

Bu birim içinde gözlenen cevher mineralleri şunlardır: pirit, kalkopirit, manyetit, pirotin, sfalerit.

Pirit, özbiçimli veya yan özbiçimli olarak bulunabilirler. Mikroskopik boydan, birkaç santimetre boyuna kadar değişen taneler halinde, çörtler içinde saçılmış olarak bulunurlar. Kayaç içinde zaman zaman saf ve piritten oluşmuş kütleler gözlenir. Bu tip pirit, manyetitli klorititler içinde yok denecek kadar azdır.

Manyetitli klorititler içinde ise üç tip pirit gözlenmiştir: a) Kalkopirit ile birlikte oluşan ve büyük bir kısmı kalkopirit içinde adeta yüzen, özbiçimli-yan özbiçimli, tane büyüklüğü mikroskopikta incelenemeyecek kadar küçük piritler, b) Manyetit ve pirotinle ornatılan piritler, c) Daha çok damarlarda yer alan ve çok az gözlenen jel pirit.

Kalkopirit. Çörtler içinde piritten, klorititler içinde manyetitten sonra en

yaygın bulunan mineraldir. Piritle birlikte kümelenmeler, çatlak dolgusu veya benekli saçılmalar (empregnasyonlar) şeklinde bulunur. Klorititler içinde de hemen daima pirit ile birlikte gözlenmiştir. Burada manyetitlerin aralarını doldurmada ve yer yer manyetitleri ornatmaktadır.

Manyetit. Yalnızca klorititler içinde gözlenir. Yer yer saf manyetiten oluşmuş kütleler şeklinde buldukları gibi, kayaç içinde çok seyrek saçılmış taneler şeklinde de bulunurlar. Klorititler içinde beş tip manyetit saptanmıştır:

- Kayaçlarla birlikte olduğu sanılan ve büyük bir olasılıkla daha sonra özbiçimli gelişen, titanomanyetit, pirotin, pirit ve nadiren kronit kapanımları içeren manyetitler.
- Hematitten oluşan, çubuklu psödomorf manyetitler. Kayaç içinde çoğunlukla düzenli saçılmış olarak bulunurlar. Pek azında hematit artıkları izlenmiştir. Bazıları kesin olarak saptanamayacak kadar kılcal ayrışım mineralleri içerirler. Bunlar büyük bir olasılıkla ilmenitlerdir.
- Sülfürlü minerallerle, özellikle pirotinle birlikte olan ilmenitsiz, izometrik manyetitler. Bu manyetitler pirit, pirotin ve kalkopiritle girift olarak bir arada bulduklarında, manyetitlerin araları ve çatlakları sülfürlerle doldurulmakta ve hatta manyetitler, sülfürler tarafından ornatılmaktadır.
- Pirotinin ornatılması sonucu piritle birlikte oluşan psödomorf manyetitler. Bunlar çok az miktarlarda pirotinlerin çatlaklarında gözlenmişlerdir.
- Çatlak dolgusu şeklinde bulunan manyetitler. Bunlar hemen her yerde hematitlere göre psödomorfurlar.

Pirotin. Manyetitlerle birlikte mozayik dokusu gösterdiği gibi, manyetitlerin aralarını da doldurmaktadır. Bu ilkel oluşum durumlarını koruyan pirotinlerin yanında, pirit + manyetit karışımına dönüşenler de gözlenir. Bazı yerlerde ise yalnızca pirit tarafından ornatılırlar. Buna karşılık, yan özbiçimli iri piritleri, tek başına veya kalkopiritle birlikte kesen damarcıklar halinde de bulunur, özellikle manyetitlerle girift bulunanlar, pentlandit ayırışmaları içermektedirler.

Sfafer.lt. Eser¹ miktarlarda kalkopiritle birlikte bulunur.,

4) Cevherli Siyah Çamurtaşları

Boku, ve mineral toplulukları bakımından farklı fakat birbirlerine geçiş gösteren, kayaklardan, oluşmuşlardır. Gözlemsel olarak sahada birbirlerinden ayrılmazlar,, İçerdikleri cevher¹ mineraleri dışında yalnızca kloritten (\pm biyotit) oluşanlar yanında», klorit çimentolu 'kuvars-kumtaşlarını andıranlar» silt-kumtaşı özelliğinde olanlar' ve içinde çört, klorit,, sillsleşmiş Moritit, albit+opak mineral agregatları içeren klorit çimentolu kayalara kadar değişenler de yer alır. Bu kayalar sırasıyla; kloritit, kuvars-klorit-fillit, siit-kütaşı,.. ve arenit olarak adlandırılabilirler. Bu birim içinde yer yer piritleşmiş gastropod fosilleri gözlenmiş,, yaş' verilememiştir.

Bu, birim içinde dört ayrı • tip cevherleşme söz konusudur: a) -çatlak dolgusu» b) saçılmış» c) benekli-akma dokulu, d) konglomeratik (şekil 5).

Çatlak dolgusu ve saçılmış tip cevherleşme, daha çok taban kayalarda (şekil 6) benekli-akma dokulu cevherleşme bunun üzerinde (şekil 7, 8), konglomeratik, cevherleşme ise en üstte yer almaktadır. Konglomeratik cevher, hemen hemen her tipte cevher ve kayacık parçacıklarının karışmasından oluşmuştur.. Çört, silisleşmiş kloritit, kloritit,

albit+opak mineral karışımları, kuvar-sit ve kuvars-klorit-fillitlerin, köşeli-yuvarlak parçacıkları yanında daha önce tanımlanan çeşitli cevher tiplerinden. kopmuş kırıntılar da. kayacı oluştururlar.

/Çatlak dolgusu ve saçılmış tip cevherleşme içinde gözlenen cevher¹ mineraleri; pirit, manyetit, kalkopirit ve kromittir. Benekli akma dokulu cevherleşmede kromite rastlanmamıştır., Buna karşılık,, egemen, mineral, pirit ve kalkopiritle birlikte bulunan, piritindir.

Manyetit. Taban üyelerde (çatlak; dolgulu ve saçılmış cevherleşmenin yer aldığı, kayalarda) kayacık içinde düzenli dağılım gösterir. Çubuksal şekilli olan bu manyetit,, yer yer • hematite gö.re;psödomorf olduğunu kanıtlayan hematit artıkları içerir. Benekli akma. dotulu cevher içinde ise özellikle,, pirotinin yer aldığı kümelerde bulunur., Ayrıca kloritilli hamur içinde büyük bir olasılıkla titanomanyetitten türemiş lökoksensle birlikte bulunur.,,

Kromlt. Yalnızca taban üyelerde,, eser miktarlarda, kırıntılar halinde bulunur., ManyetitLegme gösterir.

Pirit. Mikroskopta İncelenemeyecek kadar küçük, 'boyutlardan santimetre boyuna kadar' değişen, özbiçimliyan özbiçimli taneler¹ faalinde, saçılmış cevherleşmenin en yaygın minerali olarak bulunur. Kayacık içinde düzenli dağılımlı bu piritler, kapammlar halinde

manyetit psödomorf lan içerirler, porfiroblastiktirler, daha sonra kataklastik olarak kırılanmış şıardır. Çatlakları dolduran cevherleşmenin de ana nimerali olan pirit, damarlarda kalkopirit ve kuvarsla birlikte bulunur.

Pirit, benekli akma dokulu cevher içinde kalkopiritle birlikte kümelenmeler oluşturur ve bir kısmı pirotine göre psödomorftur.

Sfalerit. Eser halinde benekli akma dokulu cevher içinde kalkopiritle birlikte bulunur.

Kalkopirit. Taban üyelerde, yalnızca, kılcaldan santimetre boyuna kadar değişen damarlar içinde bulunur. Bu damarlarda piritle birlikte bulunduğu, piritler arasındaki boşlukları ve piritin çatlaklarını doldurur.

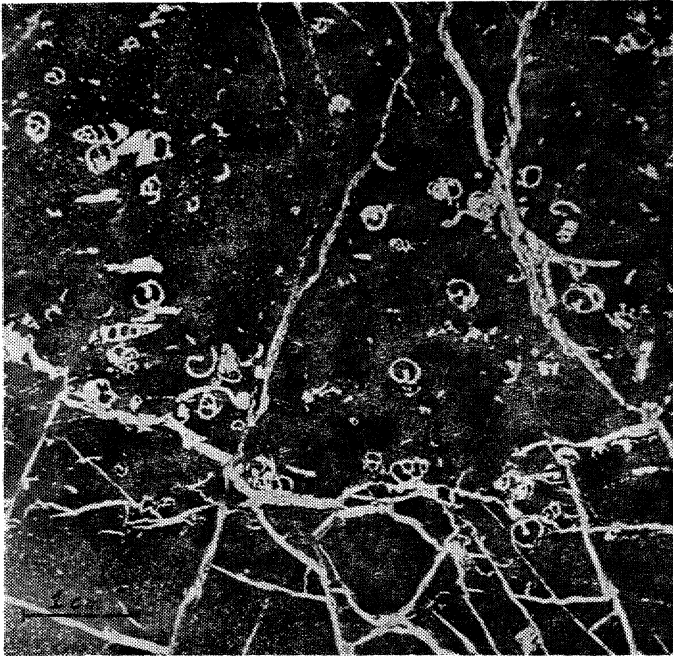
Benekli akma dokulu cevher içinde ise, tek başına serpilmiş çok küçük taneler halinde olabildiği gibi, çoğunlukla diğer minerallerle kümeler oluşturur ve buralarda- egemen mineraldir.

Pirotin. Yalnızca benekli akma dokulu cevher içinde gözlenmiştir. Tek başına makroskopik kümelenmeler ve akma dokulu şilirler oluşturduğu gibi, kalkopiritin egemen olduğu benekler içinde de çeşitli oranlarda yer almaktadır. Kısmen pirit tarafından ornatılır, Mozayik dokuya sahiptir. İkizlenme göstermezler. Yer yer pentlandit ayrışimları içerir.

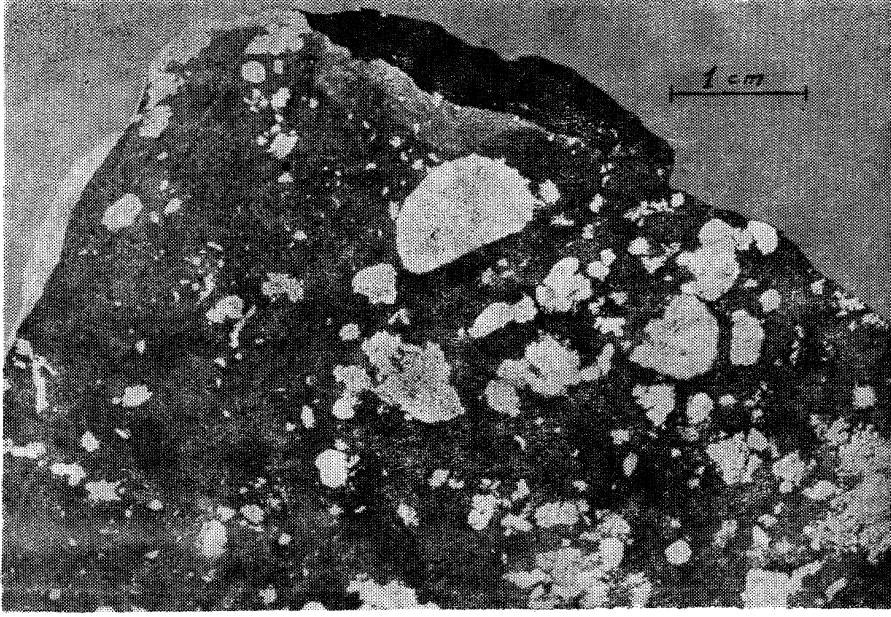
KotO. Benekli cevher içeren kayacık içinde saçılmış olarak bulunduğu gibi, pirotin ve kalporit içeren kümeler içinde en yaygın olarak gözlenir. Kayacık içindekiler; kayacı oluşturan klorit yönlenmelerine paralel konumlu, neye göre psödomorf oldukları saptanmayan uzantılar şeklinde bulunurlar.

5) Kırınızı - Yeşil Çamurtaşları

Cevherli birimleri uyumsuz olarak örten ve saçılmış piritin dışında cevher minerali içermeyen bu birim, limonit çimentolu kalkarenit, fosilli kalkarenit ve biyokalsilutitten oluşmuştur. Bu kayalar, çoğunlukla tane boyları kumsilt düzeyinde ve kısmen yuvarlaklaşmış, kalsit» kireçtaşı, az miktarda kuvars ve diğer kayacık parçacıkları (çört,, kuvar-sit ve benzeri) ile silt-kl düzeyinde, büyük bir kısmı kalsit olan limonit ile boyanmış çimento maddesinden oluşmuştur. Bu birim içinde bulunan fosil kırıntıları (*Orbitoides* sp., *Biäerolites* sp., *Rottulidae* ve bol gastropod) bu birimin en az Maestrihtiyen yaşında olduğunu gösterir.



•Şekil 6: Fosilli tamurtağlan içinde damar tipi cevherleşme.
Figure 5: Vein type of mineralization in fossiliferous mudstones.



Sekil 7: Benekli cevherleşme.
Figure 7: Disseminated are, containing rounded aggregate of globulites.

TOKUM VB TARTIŞMA

Cevherleşmenin ana İnatlarına bakıldığında bazı önemli özellikler göze çarpar (şekil 5): örneğin» tabanda diyabaz ve yastık lav gibi magmatikler, daha yukarılarda kırıntılı, çökeller görülmektedir., Dikkat edilecek ilginç bir nokta da, birim B içindeki klorititler ile birim D içindeki siyah, çamurtaşlarının gerek içerdikleri cevher tipleri ve mineralleri,

gerekse dokuları bakımından birbirlerine çok, benzemelerine- karşın., cevherli, siyah çamurtaşlarının üst katmanlarında •damar tipi cevherleşmenin bulunmayışıdır. Bu iki birim, (B ve D) birbirlerinden şörtlu C birimi, ile ayrılır, ki bu da iki birim arasında, bağıl olarak daha, duraylı bir sürecin, geçtiğini kanıtlar. Bu duraylı C birimi içinde olduğu kadar, kırıntılı ve B ve D' birimleri, içinde de saçılmış cevherleşmenin bulunuşu» ayrıca D birimi-

nin taban üyelerine kadar bütün birimleri kesen, damar tipi cevherleşmenin gözleniş, her birim oluştuğu cevherleşmeyi getiren çözümlerin» yukarıya doğru sürekli, oluşan çatlaklar boyunca: çıkarak, çökelmekte olan, yeni, birimler içinde sijnenetik sağılmış cevherleşmeyi oluşturduğu gibi, geçtiği çatlaklar boyunca taban birimler için de de damar tipi epijenetik cevherleşmeyi oluşturduğunu ortaya koyar. Yalnız bu iki birim, içinde açıklanması oldukça güç, genel-İlkle, birbirleri ile bağlantısız, çok küçük boyutlu, fakat görkemli bir akma dokusu gösteren cevher şilirleri bulunur (şekil 8). Aynı ortamlarda akma dokusu göstermeyen» fakat benzer cevher mineralleri birleşimlerinden oluşan irili, ufaklı cevher yuvarlaklarının, da bulunuşu ilginçtir (şekil 7). Bu, iki tip cevherin yan yan bulunuşu», akma dokusunu oluşturan, jeolojik etkenin bölgesel olmaktan çok, yerel olduğunu ortaya koyar. Biğer taraftan, bu iki tip cevherleşmenin ana minerali olan pirotinler deformasyon ikizlenmesi göstermedikleri gibi, granoblastik yapı da göstermezler. Graff ve Skinner (1970), piroün üzerinde yaptıkları deneysel çalışmalarda, 450°C ye kadar pirotinin kırılıp ufalanarak, sünümlülük sınırının sonuna kadar da (erime sıcaklığına, yakın;) Ükizlenerek deforme olduğunu -göstermişlerdir. Bu gözlemlerden gidilerek, yastık lavları getiren bazaltik magma» içinde, karışmaz sıvı ayrışması sonucu oluşmuş sülfür damlacık ve kümelenmelerinden hareketli magma içinde yer yer akma, dokulu cevher oluştuğu gibi, daha duraylı kısımlarda da, katılma sonucu benekli cevherleşmenin oluştuğu söylenebilir. "Hawaii'de lav gölü oluşturan, bir bazalt magmasının, soğuması sonucu, ayrışan sülfür- damlacıklarının cevher benekleri oluşturduğu Skinner ve Peck (1969) tarafından gözlenmiştir.

Birim: C nin ana kayacının çörtlü olmasına karşılık, bu ortama tümüyle yabancı manyetitli Moritit bloklarının bu birim içinde yer almasının açıklanması da oldukça güçtür. Her ne kadar tou bloklar da magmadan gelmiş manyetitçe zengin lav akıntıları şeklinde düşünülebilirse de» içinde: gubuksu hematitten, dönüşmüş psödomanyetitlerin egemen, oluşu, ve bunların bazı yerlerde kloritit içinde serpilmiş taneler halinde bulunuşu bu olasılığı çürütür.

• Fakat, bütün veriler bu çörtlü birim içine dışarıdan taşınmış olmaları gerektiğini destekler.



Sekil 8: Akma dokulu cevherleşme.
Figure 8: Ore with flow texture.,

Yatak, mineralojik açıdan ele alındığında, çok değişik cevher tipleri yanında, cevher kümelenmelerindeki mineral birleşimlerinin de yer yer çok değişik olduğu görülür. Bunun yanı sıra, mineraller arasındaki ilişkiler de çok karmaşıktır, örneğin, bazı yerlerde bir mineral bazı mineralleri ornatırken, başka bir yerde aynı mineral, ornatıldığı mineraller tarafından ornatılmaktadır. Bütün yatakta yaygın bir şekilde gözlenen bu ilişkiler, yerel olarak yukarıda tanımlandığı şekilden daha çok girifttir.

Bütün bu gözlemler bize, cevherleşmenin olduğu ortamın gerek tektonik gerekse fiziko-kimyasal koşullarının sürekli bir değişim içinde olduğunu ayrıca cevherleşmeden sonra da değişimin sürdüğünü kanıtlar. Böyle bir ortam, litolojik istiflenme de göz önünde tutulursa, ancak okyanus dibi açılma zonu olarak düşünülebilir.

Genel olarak, Ergani bölgesindeki litolojik birimler ve cevher tipleri ana hatları ile Kıbrıs yatakları ile karşılaştırıldığında, her iki tip yataklarda büyük benzerlikler olduğu görülür, örneğin, Kıbrıs Tipi Yataklar da tabandan

yukarı doğru ultramafikler, yastık lav-diyabaz karmaşığı ve pelajik tortulların birlikte gözlemlendiği ortamlarda, cevherleşme yastık lav-tortul uyumsuz geçişlerinin veya iki ayrı evrede oluşmuş yastık lavların aralarında yer alırlar (Constantinou ve Govett, 1973). Yalnız Kıbrıs bakır yataklarında manyetit ana minerallerden biri olarak bulunmayışı ve pirotinin eser mineral oluşu aradaki belli başlı farklardır.

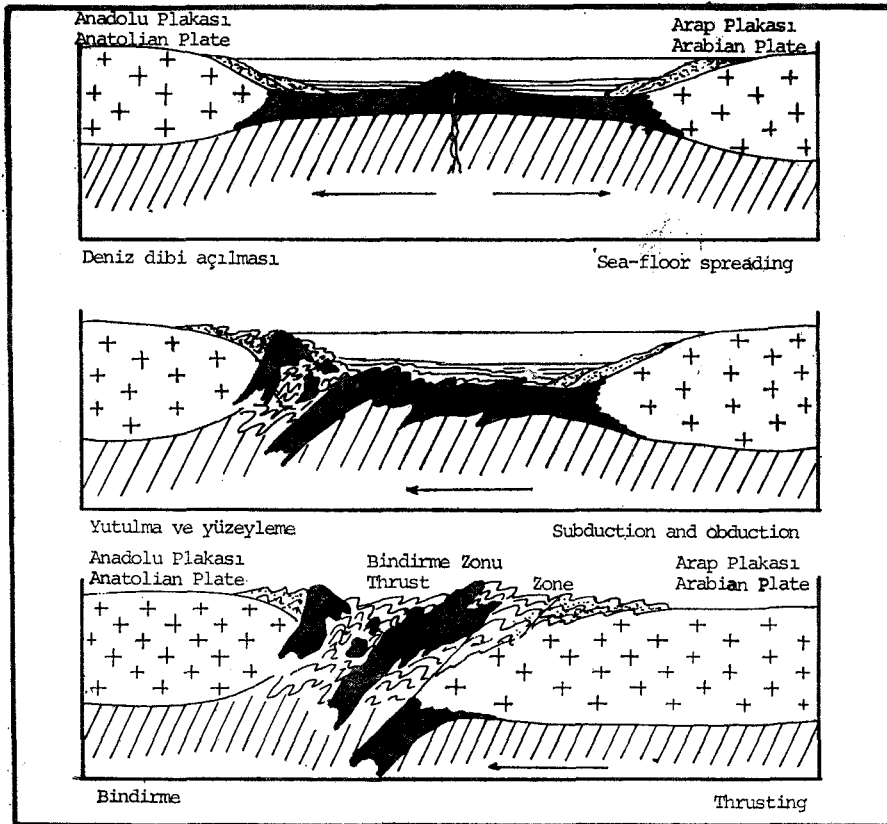
Gerek Kıbrıs bakır yataklarının okyanus dibi açılma zonlarında oluştuğunun savunulması, gerekse bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ve bölgesel jeolojik veriler, Kıbrıs'dan başlayan ve Toridler tektonik kuağının güney sınırını izleyen ofiyolit-radyolarit zonunun bir okyanus dibi açılma zonu olduğu ve bu zon boyunca yer yer oluşan cevher yataklarının daha sonraki kapanma sırasında üst bindirme ile (obduction) yüzeye, leyen ofiyolit ve radyolarit birimleri ile birlikte gözlemlendiği söylenebilir. Bu işlev şekil 9'da açıklanmaya çalışılmıştır. Başlangıçta Arap ve Anadolu plakaları arasında açılma ile oluştuğu varsayılan okyanus taban birimleri, daha sonra pla-

kaların birbirlerine doğru itilmeleri ile Anadolu plakasının altına doğru sürüklenip, yutulurken, bir kısmı da kıta üstüne itilmiştir. Daha sonra devam eden hareketlerle Anadolu plakası, Arap plakası üstüne bindirmeye devam etmiştir.

Yayıma verildiği tarih: Mart, 1976

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aslaner, G., 1968, Doğu Anadolu'da bulunan Ergani-Maden bakır yatağının ve bilhassa yan taslarının maden mikroskopik incelemesi: M.T.A. Dergisi, 72, 176-188.
- Ataman, G., Buket, E. ve Çapan, U., 1975, Kuzey Anadolu fay zonu bir Paleo-Beni-off zonu olabilir mi?: M.T.A. Dergisi, 84, 112-118.
- Bamba, T., ve Tin, A., 1972, Ergani Maden bölgesinin bakır yatakları, Güneydoğu Türkiye: M.T.A. Rapor No. 4968, yayımlanmamış.
- Borehert, H., 1952, Ergani Maden bakır cevher yataklarında yapılan tetkikata dair rapor: M.T.A. Rapor no. 2803, yayımlanmamış.
- Constantinou, G., ve Govett, G.J.S., 1973, Geology, geochemistry and genesis of Cyprus sulphide deposits: Econ. Geol., 68, 843-858.
- Çoğulu, E., 1975, Hatay-Kızıldağ Masifinin oluşumu hakkında yeni buluşlar: 50. yıl Yerbilimleri Kongresi, M.T.A. yayınları, 409-423.
- Dewey, J.F., ve Bird, J.M., 1971, Origin and emplacement of the ophiolite suite: Appalachian ophiolites in Newfoundland: J.G. R., 76, 3179-3206.
- Dickinson, W.R., 1972, Evidence for plate tectonic regimes in the rock record: Amer. Jour. Sci., 272, 551-576.
- Graff, X.L., ve Skinner, B.J., 1970, Strength and deformation of pyrite and pyrrhotite: Econ. Geol., 65, 206-215.
- Griffits, W.R., Albers, J.P., ve Öner, Ö., 1972, Massive sulphide copper deposits of the Ergani Maden area, Southeastern Turkey: Econ. Geol., 67, 701-713.
- Ketin, I., 1948, Ergani Eğil bölgesinin jeolojik etüdü hakkında memuar: M.T.A. Rapor no. 2015, yayımlanmamış.
- Ketin, I., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: M.T.A. Dergisi, 66, 20-34.
- Sillitce, R.E., 1972, Formation of certain massive sulphide deposits at sites of sea-floor spreading: I.M.M. Bull., 81, B 141-148.
- Sirel, M.A., 1952, Die Kupfererzlagerraete Ergani Maden in der Türkei: N. Jb. Miner. Abh, 80 Abt. A, 36-100.
- Skinner, B.J., ve Peck, D.L., 1969, An immiscible sulphide melt from Hawaii; Wilson, H.D.B., ed., Magmatic Ore Deposits of Econ. Geol. Monograph 4, 310-322.
- Takashima, N., 1975, Geology of cupriferous pyrite deposits in the ophiolite series between Ergani and Madenköy (Siirt), southeastern Anatolia, Turkey: M.T.A. Maden Etüd Rapor no. M-218, yayımlanmamış.
- Wijkerslooth, P., 1943, Ergani Maden bakır zuhuratının primer mineralleri: M.T.A. Dergisi, 31, 66-78.
- Wijkerslooth, P., 1944, Elazığ ili (Ergani Maden) bakır yatakları hakkındaki bilgiye yeni bir ilâve: M.T.A. Dergisi, 33, 76-104.



Şekil 9: Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağının oluşum ve ofiyolitlerin üst bindirme ile yüzeylenmesinin şematik açıklanması.

Figure 9: Development of subduction and later obduction of southeastern Anatolian thrust zone.