

Bitlis masifi apatitli demir yataklarının jeolojisi ve oluşumu

Geology and genesis of the apatite - bearing iron deposits of the Bitlis Massif

BURHAN ERDOĞAN (Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendislik Bölümü
O ÖZCAN DORA (Bornova - İzmir.

ÖZ : Bitlis Masifi metamorfikleri aralarında bir uyumsuzluk yüzeyiyle ayrılmış alt topluluk ve üst topluluk adı verilen kaya gruplarından oluşmaktadır. Yaşı Prekambriyen olarak düşünülen alt topluluk metavolkanitler, gnayslar ve bunları kesen granitlerden, yaşı olasılı olarak Silüriyen'den Kretase'ye kadar değişen üst topluluk mikaşist ve mermerlerden yapılıdır.

Bitlis Masifi apatitli demir yatakları alt topluluk içinde yer almaktadır ve belirli stratigrafik düzeyler boyunca sıralanmıştır.

Avnik (Bingöl) yöresinde apatitli demir yatakları metavolkanitlerle ardalanmaktadır ve masif, bantlı ve merceksele konumdadır. Bu yataklar volkano - sedimenter olarak gelişmiştir. Volkanik topografyadaki düzensizlik nedeniyle merceksele cevher oluşukları kısa mesafelerde yanal değişimler göstermekte ve kamalanarak kaybolabilmektedir. Cevher yatakları içindeki tabakalar ve ince sedimenter laminalar güçlükle seçilebilmektedir. Bu yöre yataklarında cevher minerali olarak magnetit baskındır. Avnik yataklarının yanal düzensizliklerine karşın, Ünalı (Bitlis) yöresi yatakları yanal yönde kilometrelerce uzanan düzeyler oluşturur. Bu ikinci bölgenin cevher oluşukları belirgin sedimenter ve çok düzenli, ince laminalı bir yapı sunar. Ünalı yataklarıyla ardalanmalı olarak ince laminalı metaçört katkıları bulunmaktadır. Apatitin baskın olduğu bu yataklarda cevherleşmenin düzenli bir sedimentasyonla birlikte geliştiği açıkça görülmektedir.

Avnik ve Ünalı bölgelerinden elde edilen veriler Bitlis Masifi alt topluluğu içinde metavolkanitler ve metaçörtlerle birlikte bulunan apatitli demir yataklarının volkanosedimenter kökenli olduğunu gösterir. Her iki bölgede de daha genç palinjen granitler cevher oluşuklarını kesmiş ve yer yer özümlemiştir. Gerek granitik özümlemeler ve gerekse yatakların geçirmiş olduğu çoklu deformasyon ve metamorfizma, karmaşık yapıların doğmasına neden olmuştur.

ABSTRACT : The metamorphic rocks of the Bitlis Massif consist of two groups which are called the lower and the upper associations separated by an unconformity. The lower association with a possible age of Precambrian is composed of metavolcanics, gneisses and crosscutting granites; the upper association, which has a probable age range of Cretaceous, is composed of mica schist and marbles.

The apatite - bearing iron deposits of the Bitlis Massif are in the lower association and located along distinct stratigraphic horizons.

In the Avnik (Bingöl) region apatite - bearing iron deposits are intercalated with metavolcanics and massive, banded and lensoidal in shape. These deposits are volcano sedimentary in origin. The ore bodies show variations along their strikes and may pinch out in short distances due to irregularities in the volcanic topography where they deposited. Stratification and thin sedimentary laminae are hard-to recognize in the ore bodies. Magnetite is the dominant mineral in the deposits of this region. Contrary to the lateral irregularities of the deposits of the Avnik region, those of the Ünalı (Bitlis) area can be followed for several kilometers along their strikes. The deposits of this second region have very regular and fine laminated distinct internal sedimentary structures. There are thinly laminated meta-chert intervals in the Ünalı deposits- It is clearly demonstrated that the deposits of the Ünalı region in which apatite is the dominant mineral, were formed by an undisturbed sedimentation.

The characteristics of the apatite - bearing iron deposits of the Avnik and Ünalı regions, which are associated with metavolcanics and metaacherts, indicate that they are volcanosedimentary in origin. In the both regions the ore bodies are cut and partially assimilated by younger palinogenic granites. Both palinogenesis and multiple metamorphism and deformation were effective in forming the complicated structures.

GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu'da Miyosen tektoniği sonucu bindirme fayları boyunca taşınmalarla bugünkü konumlarını kazanmış olan üç yapısal kuşak bulunur (Şek. 1). Bu kuşaklardan en kuzeydekini batıda Malatya - pötürge ve doğuda Bitlis Masifi olarak adlandırılan metamorfikler oluşturur. Metamorfik Masiflerin güneyinde güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağı ve bununda güneyinde ise yerli (otokton) kenar kıvrımları kuşağı bulunmaktadır. Apatitli demir yatakları Bitlis masifi metamorfikleri içinde yer almaktadır.

Bitlis Masifinin en batı uzantısını oluşturan Avnik (Bingöl) yöresinde (Şek. 1) üç yaz sezonunu kapsayan bölgesel ölçekte ve apatitli demir yataklarında ayrıntılı Jeolojik çalışmalar yapılmıştır. Bitlis ili yakınındaki Ünalı yatakları ise (Şek. 1) Avnik yataklarıyla genel özellikleri ve oluşum modelleri yönünden karşılaştırılmıştır.

Bu incelemede 1:25000 ve 1:1000 ölçekli Jeolojik harita alımları dışında metamorfiklerin petrografik özellikleri incelenmiştir. Cevher yataklarıyla yakın ilişkisi bulunan metalavrlardan 16, metatüflerden 9, Yayla granitinden 15 ve Avnik granitinden 16 örneğin toplam kimyasal analizleri xRF yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

BİTLİS METAMORFİKLERİNİN AVNİK YÖRESİNDEKİ STRATİGRAFİSİ

Bitlis metamorfikleri Avnik yöresinde aralarında açıl uyumsuzluk bulunan iki kaya grubundan oluşur (Şek. 2). Altındaki yaşlı olan gruba alt topluluk adı verilmiştir (Er-

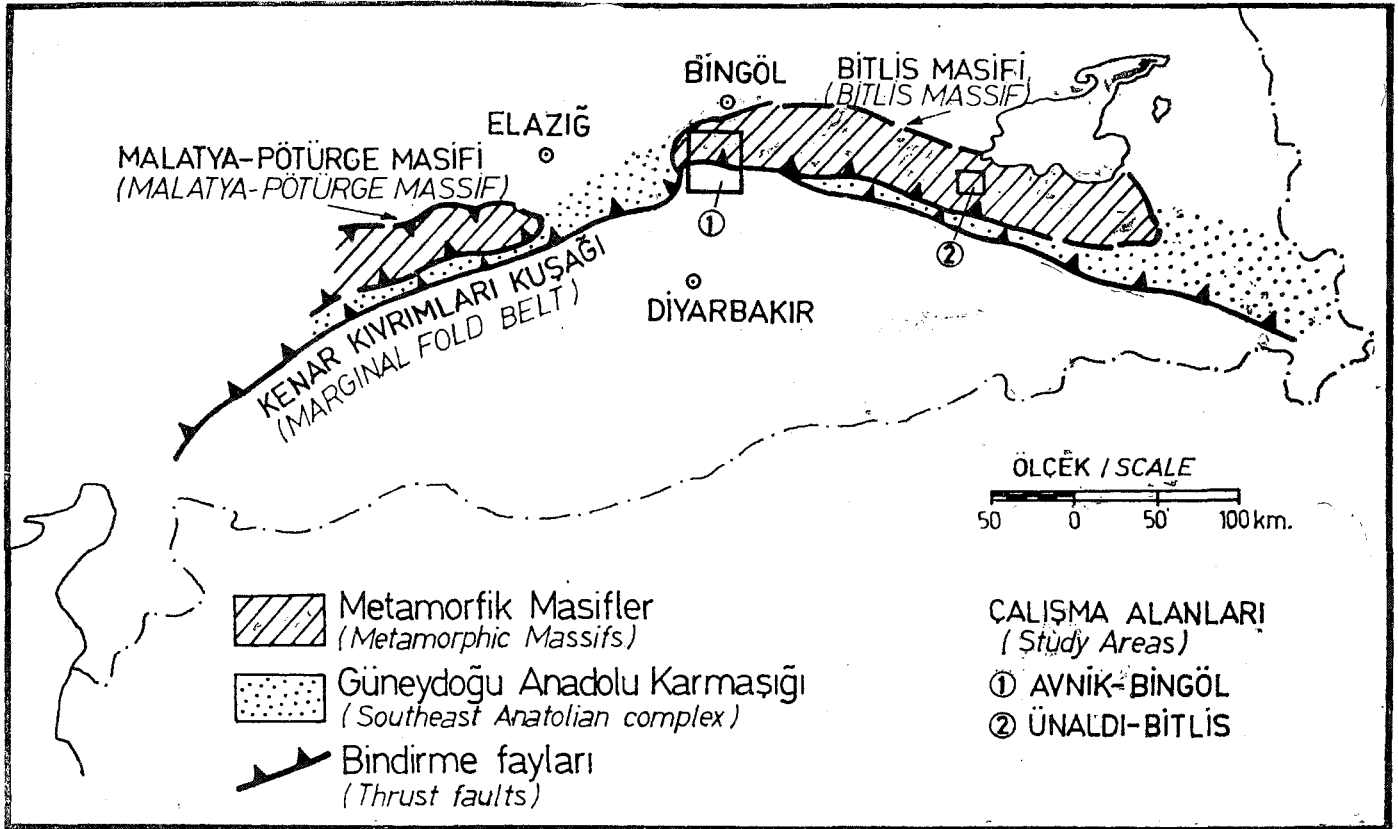
doğan, 1982. Alt topluluk birimleri granit kütleleri tarafından kesilmiş ve daha sonra her ikisini, aşınmış yüzeyleri boyunca, üst topluluk örtmüştür.

Bitlis Masifinde Cacas bölgesinde çalışmış olan Yılmaz (1971, 1975) gnays, leptinit ve amfibolitlerden oluşan yaşlı kayalara «eski temel» adını vermiştir. Bu birimler Avnik Süresindeki alt topluluk adıyla anılan gruba karşıt gelmektedir. Aynı inceleme eski temel üzerine uyumsuzlukla mermer ve şistlerden oluşan ve «epimetamorfik örtü» diye adlandırdığı grubun geldiğini belirtir. Epimetamorfik örtü, Avnik yöresindeki üst topluluğun stratigrafik eşdeğeridir. Benzer şekilde Mutki (Bitlis) çevresinde Boray (1973, 1975) Bitlis metamorfiklerinde alt birlik ve üst birlik diye iki ayrı kaya grubu ayırtlamıştır.

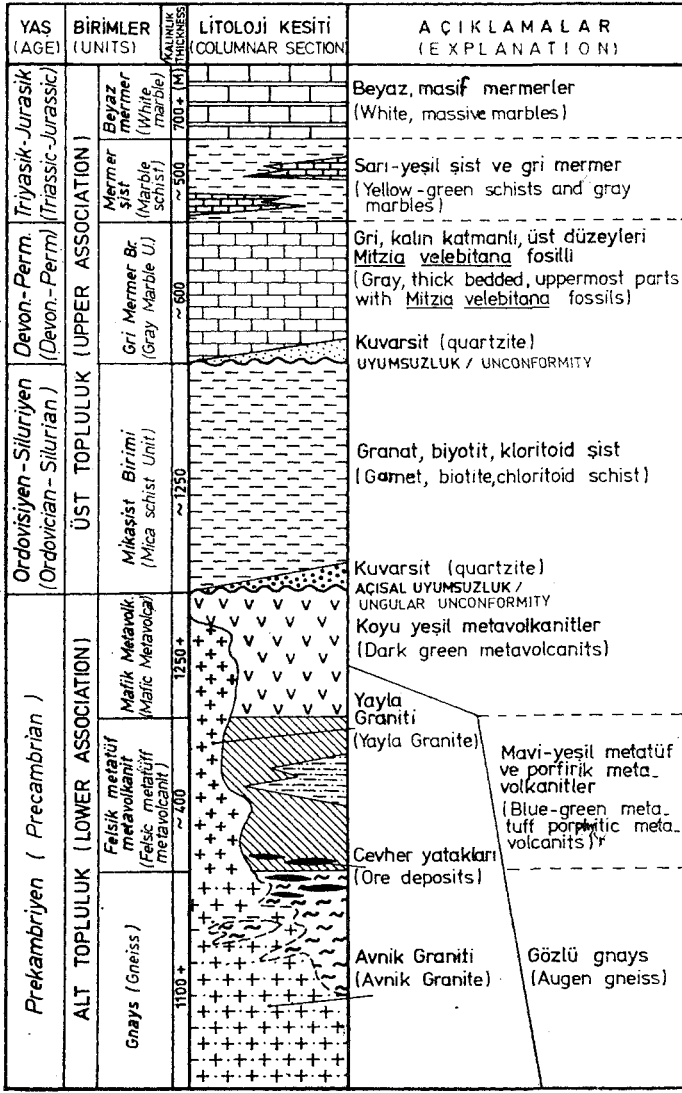
Göncüoğlu ve Turan (1983) Mutki yöresinde, bu incelemedeki alt topluluğa karşıt gelen birimlere Hizan grubu ve üst topluluğa karşıt gelenlere ise Mutki grubu adlarını vermiştir. Çağlayan ve diğerleri (1983) ise Bitlis-Gevaş yöresinde altta Prekambriyen yaşlı temel ve bunları kesen granitler ile bunların üzerinde Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı Alpin metamorfizmaya uğramış tortul kayalardan oluşmuş örtü birimleri ayırtlamışlardır. Bu son çalışmacıların ayırtladığı birimlerle Avnik yöresindeki birimler arasında da benzerlik bulunmaktadır.

Alt Topluluk

Alt topluluk Avnik yöresinde birbirleriyle düşey ve yanal yönde geçişler gösteren ve alttan üste doğru gnays, fel-



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu tektonik kuşakları ve çalışılan alanların yeri
Figure 1. Tectonic belts of southeast Anatolia and the locations of the studied areas.



Şekil 2. Bitlis metamorfiklerinin Avnik yöresindeki genel-leştirilmiş stratigrafik kesiti.
Figure 2. Generalized stratigraphic section of the Bitlis metamorphics around the Avnik area.

sik metatüf - metavolkanit ve mafik metavolkanitler olarak sıralanan üç kaya biriminden oluşmuştur (Şek. 2). Alt topluluk birimleri Avnik ve Yayla granitleri tarafından kesilmiştir.

Alt topluluğun en alt birimini oluşturan gneyslar gri renkli ve yer yer gözlu, biyotitli, granatlı feldispat - kuvars gneyslar ve yeşil renkli, magnetit ve amfibolce zengin gneyslardan yapıldır. Tabanı inceleme alanında görülemeyen ve 1100 m. üzerinde kalınlığa sahip gneys birimi, üste doğru ardalanarak felsik metatüf - metavolkanit birimine geçer. Bu geçiş zonu boyunca ve dokanağa paralel olarak mercekse demir yatakları sıralanır (Şek. 2).

Felsik metatüf - metavolkanit birimi, yer yer ilksel porfiritik dokusunu koruyan metalavlar ile bunlarla ardışıklı yeralan mavi ve yeşil renkli metatüflerden oluşmuştur. Metatüfler kimi kesimde koyu yeşil renktedir ve iri feldispat porfiroblastları içeren benekli amfibolit özelliğindedir. Amfibolitler içinde saçılmış türde magnetitce zen-

gin zonlar Avnik yöresinde yer yer yanal devamlı kuşaklar oluşturur (Şek. 3).

Mafik metavolkanitler alt topluluğun en üst birimi olup, granat içeren koyu yeşil renkli ortaç ve mafik bileşimde metaaglomeralar ile porfiritik dokuda metalavlardan yapıldır.

Alt topluluk birimlerini kesen Avnik graniti (Şek. 2,3) açık renkli (lökokratik), mafik mineralce fakir, ince ve orta kristalli ve eş taneli magmatik bir kütledir. Metamorfizma nedeniyle kazandıği foliasyonu makroskobik ve mikroskobik ölçülerde gözlemek olanaklıdır. Model mineralojik analizleri, Avnik granitinin Streckeisen'in sınıflamasına (1976) göre granit ve alkali feldispat granit olduğunu göstermiştir (Erdoğan, 1982). Alt topluluk birimlerini ileri derecede özümlemiş olan Avnik granitinin dokanağı 1-1.5 km. genişlikte migmatitik geçişli bir zon şeklindedir. Granit kütlesi içinde bu zon boyunca çevre kayalardan değişik boyutlarda koparılmış ve özümlemiş paleozomlar bulunur (Levha I, 1). Bu paleozomların ileri derecede özümlemiş olanları içinde lifsi (fibrous) sillimanit kristalciklerine rastlanır (Levha I, 2). Granit kütlesinin alt topluluğu ileri derecede özümlemiş olması nedeniyle, ancak çok ender olarak, çevre kayalarla intruzif dokanak ilişkisi saptanabilir. Avnik granitinin alt topluluk kayalarıyla ilişkisini Küçük Gonaç tepenin güneybatı yamacı boyunca açık olarak görmek olanaklıdır (Levha I, 1). Küçük Gonaç tepenin güneybatı yamacında demir tabakaları içeren gneys ve metavolkanitler granit tarafından çok belirgin bir dokanakla kesilmekte, buna karşın kuzeybatı yamacında gneys-granit dokanağı geçişli bir görünüm sunmaktadır.

Yayla graniti inceleme alanının kuzeybatı köşesinde yüzeyler (Şek. 3) ve pembe renkli, iri kristalli (5-7 mm.) holokristalen, eş taneli bir kütledir. Alkali feldispat bileşiminde olan Yayla graniti Avnik granitinden mikroklin ve biyotitçe zengin olması ve iri kristalli dokusuyla ayrılır. Ayrıca bu granit kütlesi yan kayaları keskin bir intrusif dokanakla keser ve içinde apolit, pegmatit daykları bulunur. Kaba taneli olması nedeniyle Yayla granitinde foliasyon Avnik granitindeki kadar belirgin değildir.

Üst Topluluk

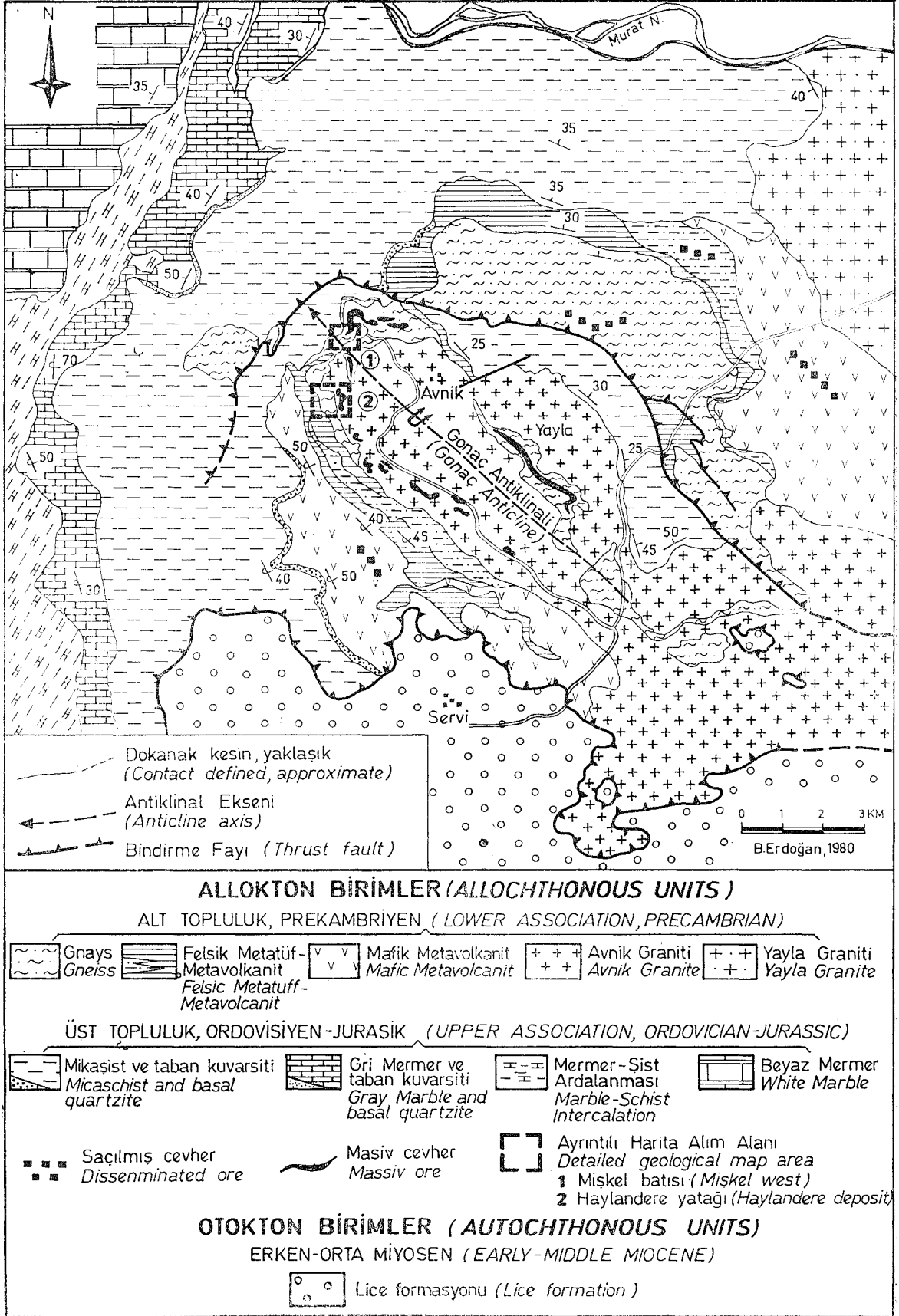
Üst topluluk Avnik yöresinde mikaşist ve mermerlerden oluşmuştur. En altta yer alan mikaşist birimi alt topluluk üzerine açısız bir uyumsuzluk yüzeyi boyunca ince (5-10 m.) ve devamsız bir kuvarsit düzeyiyle oturur (Şek. 2,3). Bu birim granat ve kloritoid içeren muskovit - biyotit şistlerden oluşmuştur ve inceleme alanında 1000-1250 m. kalınlıktadır.

Mikaşist birimi üzerine gri mermer birimi tabanında devamsız bir kuvarsit düzeyiyle gelir. Alt kesimlerinde Avnik yöresinde fosil bulunamamış olan gri mermer biriminin üst kesimlerinde Mizzia velebitana ve tanınamayacak kadar kötü korunmuş Gastropoda fosilleri bulunmuştur. Bu fosiller birimin üst düzeylerinin Permiyen yaşında olduğunu gösterir.

Gri mermer birimi üste doğru geçişli dokanakla mermer-şist ardalanmasından oluşmuş birime geçer ve bu birimin üzerine de keskin bir dokanakla beyaz mermerler oturur (Şek. 2).

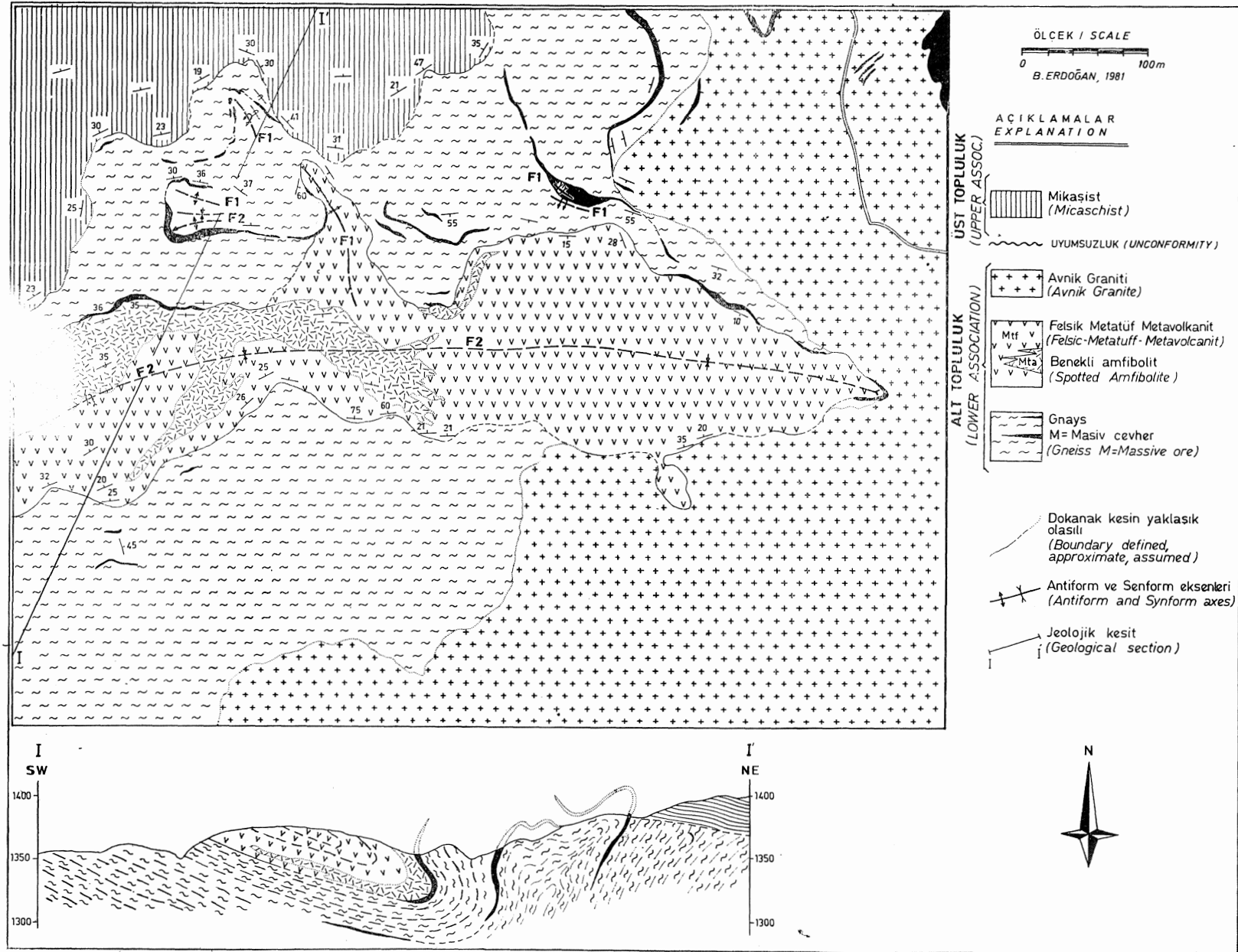
Bitlis Metamorfiklerin Yaşı

İnceleme alanında metamorfik istif içinde yalnızca gri mermer biriminin üst düzeylerinde fosil bulunabilmiştir



Şekil 3. Avnik yöresinin sadeleştirilmiş Jeolojik haritası (Erdoğan, 1982 den).

Figure 3. Simplified geological map of the Avnik region (after Erdoğan, 1982).



Şekil 4. Mişkel batısının ayrıntılı Jeolojik harita ve kesiti.
Figure 4. Detailed geological map and section of the western part of the Mişkel area.

ve Permiyen yaşını belirtmektedir. Gri mermer biriminin stratigrafik olarak eşdeğeri olan Hizan kuzeyindeki karbonatlı kayaların alt kesimlerinde Göncüoğlu ve Turhan (1983) Orta ve Geç Devoniyen yaşını belirten fosiller bulmuştur. Aynı karbonatların daha üst kesimlerinde ise bu araştırmacılar Erken ve Geç Permiyen yaşını belirten mikrofosiller saptamışlardır. Bu nedenle Avnik yöresinde gri mermer birimi diye adlandırılan birimin yaşının Devoniyen'den Permiyen'e kadar değiştiği düşünülmektedir.

Gri mermer biriminin üzerine gelen ve Avnik yöresinde içinde fosil bulunamamış olan mermer - şist ardalanmalı birimin eşdeğeri Yılmaz (1971) Triyas yaşını vermiştir. Göncüoğlu ve Turhan (1983) bu birimin eşdeğeri olduğu düşünülen karbonatlı kayalarda fosillerle Triyas yaşını saptamışlardır. Perincek (1980) incelenen bölgenin batısında bu birime benzer kayalar içinde arakatıklar şeklinde volkanitler bulmuş ve fosillerle yaşının Triyas olduğunu ortaya koymuştur-

Avnik yöresinde metamorfiklerin en üst kesimini oluşturan beyaz mermer biriminin, Kambos dağı kesitiyle karşılaştırıldığında, Kellog'un (Baştuğ, 1976) Kilisedağ dolomit birimine karşı geldiği ve yaşının da olasılı Jurasik olduğu düşünülebilir.

Güneydoğu Anadoludaki metamorfizma geçirmemiş olan otoktonla eşleştirme yapan Baştuğ (1976) Bitlis metamorfiklerinde mermerlerin altında yer alan mikaşistlerin Arap otoktonundaki denizel kırıntılı tortullardan oluşan Ordovisiyen - Silüriyen yaşlı Bedinan formasyonunun metamorfizma geçirmiş eşdeğeri olabileceğini ileri sürmüştür.

Yukarıdaki verilerin ışığı altında Avnik yöresindeki üst topluluğun yaşının olasılı olarak Ordovisiyen - Silüriyen'den Jurasik'e kadar değiştiği düşünülmektedir. Üst topluluğun açısız uyumsuzlukla üzerine oturduğu alt topluluk bu nedenle Prekambriyen yaşında olmalıdır. Alt topluluğun metavolkanitleriyle ardalanmalı olarak yer alan ve bu yazının konusunu oluşturan demir yatakları da Prekambriyen yaşlıdır.

Alt topluluğun yaşının Bitlis Masifinde Prekambriyen olduğu görüşünü Çağlayan ve diğerleri de (1983) ileri sürmektedir.

Yapısal Jeoloji

Avnik yöresinde alt topluluk ve üst topluluk arasındaki düzey önemli bir açısız uyumsuzluk sınırındadır (Erdoğan, 1982). Üst topluluğun en yaşlı birimi olan mikaşistler aşınmış olan alt topluluğun değişik birimleri veya bunları kesen granitler üzerine oturur (Şek. 4).

Üst topluluğun çökelişi ardından bölge Geç Kretase sırasında tekrar kıvrılmış ve metamorfizmaya uğramıştır. Bu deformasyon aşamasında inceleme alanında KB - GD eksen uzanımlı ve GB'ya devrik Gonaç antiklinali (Şek. 3) meydana gelmiştir. İncelenen bölgede demir yatakları antiklinal yapısını belirler şekilde uzanım sunar ve kıvrımın her iki kanadı ve KB burnu boyunca yüzeyler (Şek. 3).

Bitlis metamorfikleri Miyosen sonunda makaslama yüzeylerine karşı gelen bindirme fayları boyunca kesilmiş ve güneye Lice formasyonu (Erken-Orta Miyosen yaşında) üzerine itilmiştir (Erdoğan, 1983). Miyosen tektoni-

ği metamorfik kayalarda mikroskobik ölçeğe kadar inen yaygın kataklastik parçalanmalar neden olmuştur. Gerek kataklastik Miyosen bindirmeleri ve gerekse daha yaşlı en az iki fazlı metamorfizma ve kıvrımlanma cevher yataklarının oldukça karmaşık iç yapı kazanmalarına neden olmuştur.

AVNİK APATİTLİ DEMİR YATAKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Avnik yatakları masif ve merceksel şekilli olup, başlıca magnetit ve az oranda apatit ile amfibol mineralleri kapsar. Yer yer saçılmış magnetit zonları şeklinde cevher türüne benekli amfibolitler ve metavolkanitler içinde rastlanırlar (Şek. 3). İnceleme alanının ekonomik yönden önemli yatakları gnays birimiyle felsik metatüf - metavolkanit biriminin geçiş zonunda ve her iki birime ait kayaların ardalandığı kesim boyunca yer alır (Şek. 2). Bu zon dışında da küçük boyutta merceksel veya saçılmış türde cevher oluşukları alt topluluğun değişik birimleri içinde bulunur.

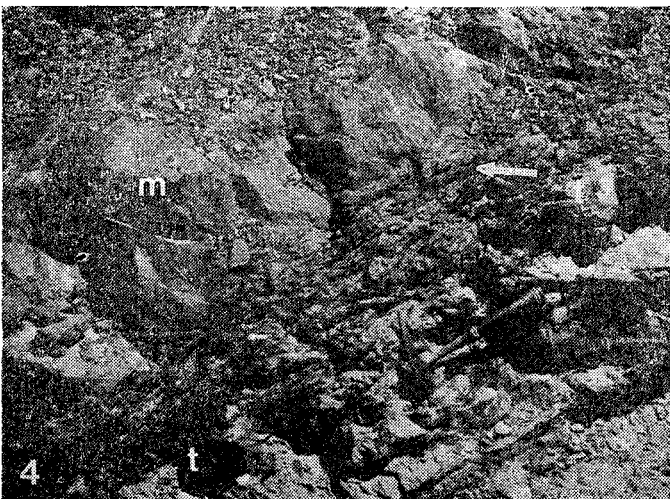
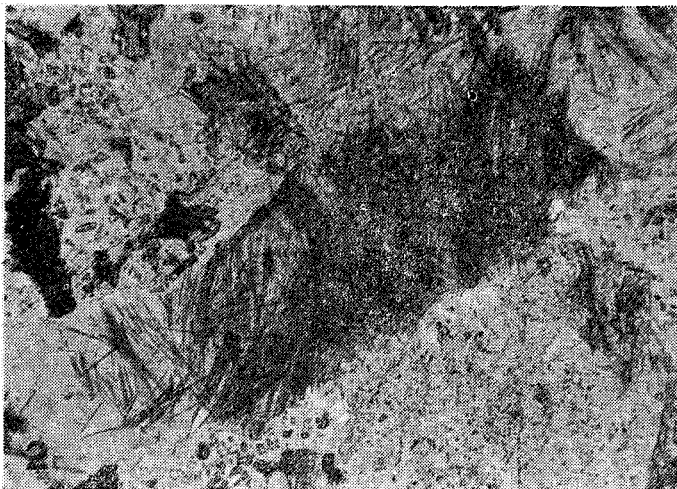
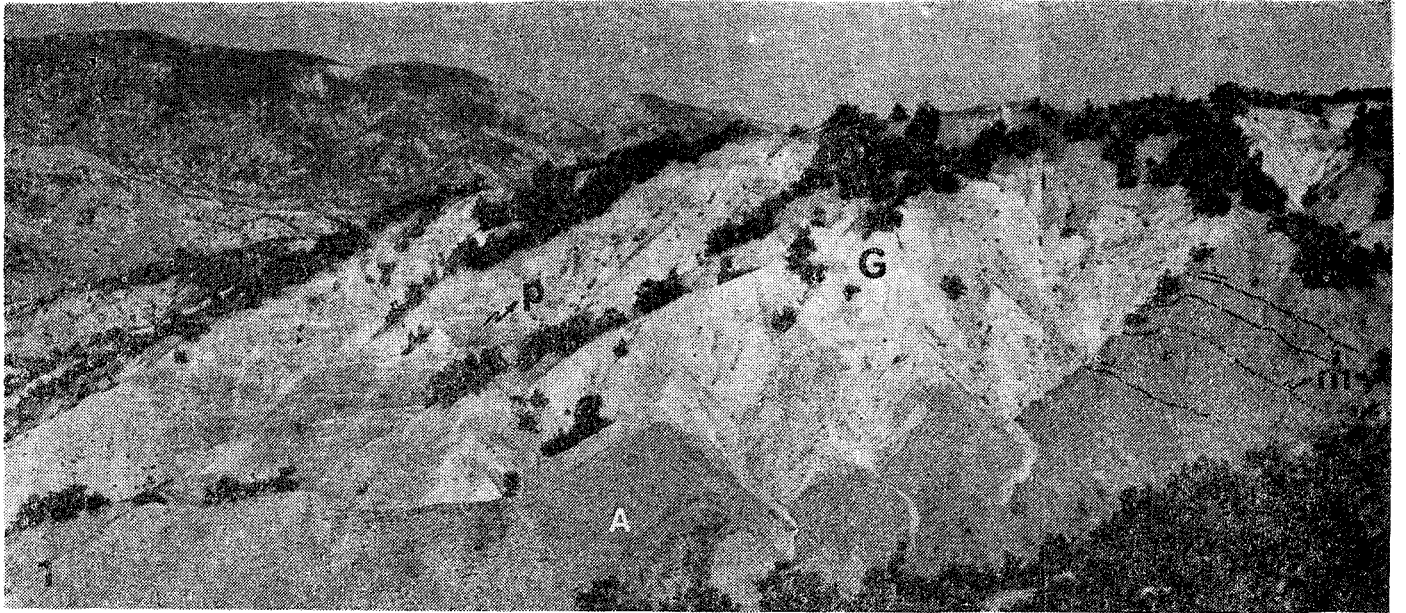
Masif merceksel cevherler kalınlıklarıyla orantılı olarak yanal yönde 100-150 m izlenebilir ve doğrultuları boyunca birden çok mercek şekline dönüşebilir (Şek. 4). Cevher mercekleri alt topluluğa ait birimlerin ve arakatıkların dokanaklarına uyumlu ve paralel olarak uzanır. Miskel yöresinin bti kesiminin ayrıntılı haritasında görülebileceği gibi (Şek. 4) alt topluluğa ait birimlerle cevher oluşukları beraberce kıvrılmıştır ve mikaşistler en üstte uyumsuz olarak oturur. Masiv cevher zonlarının alt topluluk içindeki arakatıkların sınırlarıyla uyumluluğu bu alanda açıkça izlenir. İnce cevher merceklerinin haritalanması sonucu alt topluluğun karmaşık kıvrımlı yapısı belirgin olarak ortaya konabilmiştir.

Avnik apatitli demir yatakları ortaç ve felsik özellikte metalavlar ve metatüflerle ardalanmalıdır (Levha I, 4). Metalavlar oldukça dayanımlı ve sert olup 5 ile 40 m. arasında değişen kalınlıkta akıntı birimlerinden oluşmuştur. Akıntı birimleri arasında daha ince ve yumuşak metamorfik volkanik kırıntılı arakatıklar bulunur. Kalın metalav akıntı birimlerinin orta kesimlerinde çok ender olarak ilksel porfiritik ve gözenekli dokuları metamorfizma geçirmiş olmalarına karşın korunmuş şekilde bulunmaktadır (Levha 11,1,2).

Merceksel cevher düzeyleri ilksel olarak tüf ve aglomera olabilecek kırıntılı arakatıklar içinde yer alır (Levha I, 4). Mur deresi yöresinde masiv cevher bandı çok belirgin bir stratigrafik dokanakla ilksel volkanik özellikleri en iyi şekilde korunmuş metatüfler üzerine oturmaktadır.

Masif cevherler Avnik yöresinde az belirgin mezo ve mikro bantlı iç yapı sunar (Levha I, 3). Bu bantlar 05 cm. den 10 cm.ye kadar değişen kalınlıkta magnetitce, apatitce veya amfibolce zengin tabakaların ardalanması şeklinde görülür. Bantlaşmanın belirgin olduğu yerlerde cevher ince kristallidir (1 mm) ve laminalar merceksel yatağın doğrultusuna paraleldir. Kavaklı yataklarında olduğu gibi (Şek.3) apatitce zengin kesimlerde bantlı iç yapı daha da belirgindir.

Cevher yataklarının granitlerle kesildiği yerlerde yukarıda belirtilen özelliklerde önemli değişimler meydana gelmiştir. Bu değişimler aşağıdaki bölümde incelenecektir.



- Şekil 1. Avnik graniti (G) ile alt topluluk (A) arasındaki dokanak ilişkisi; Küçük Gonaç Tepe'ye kuzeydoğu yönde bakış. m= masiv cevher tabakaları, p= granit içinde yarı özümlemiş paleozomlar-
- Figure 1. The boundary between Avnik granite (G) and lower association (A); viewing Küçük Gonaç Tepe from the northeast direction. M= massive ore strata, p= partly assimilated paleosomes in granite
- Şekil 2. Avnik graniti tarafından özümlemiş alt topluluğa ait paleozomlar içinde lifsi sillimanit kristalleri (ince kesit, polarize ışık, 10x).
- Figure 2. Fibrous sillimanites in the paleosomes of the lower association assimilated by the Avnik granite (thin section, plane polar light, 10x).
- Şekil 3. Avnik yataklarında az belirgin magnetit zengin (koyu renkli) ve apatit zengin (açık renkli) bantlı iç yapı.
- Figure 3. Partly visible banded internal structure in the Avnik deposits. Magnetite rich (dark colored) and apatite rich (light colored) intercalations.
- Şekil 4. Mur Deresi yöresinde metatüfler (t) içinde masiv magnetit cevheri (m). Metatüflerle cevher arasındaki stratigrafik dokanak okla gösterilmiştir.
- Figure 4. Massive ore (m) in the metatuffs (t) in Mur Deresi. Stratigraphic boundary between the metatuffs and the ore is shown by an arrow.
- Şekil 5. Granit tarafından özümlediği yerlerde cevherin iri kristalli ve bozulmuş bantlı yapısı. Apatit zengin bantlar (açık renkli) ve amfibol zengin bantlar (koyu renkli).
- Figure 5. Coarse crystalline and disordered banded structure of the ore where assimilated by the granite. Apatite rich (light colored) and amphibole rich (dark colored) zones.

Avnik Granitiyle Cevher Yataklarının İlişkisi

Avnik graniti olasılı olarak orta ve derin yerleşimli (Erdoğan, 1982), kenarlarında geniş migmatik zon içeren ve alt topluluk kayalarını ileri derecede özümlemiş magmatik bir küttür. Granitin çevre kayalarını özümlemesinden cevher oluşuklarında etkilenmiştir.

Cevher mercekleri granitin dokanağından uzak yerlerde yanal yönde daha düzenli ve devamlıdır. Ayrıca cevherin yoğunlaştığı stratigrafik zon, yapısal karmaşıklıklar dışında, kolayca ayırtlanıp uzantısı boyunca izlenebilmektedir.

Avnik granitiyle kesildiği yerlerde masiv mercekli cevher yanal yönde aniden son bulabilir. Haylandere yatağının jeolojik haritasından götülebileceği gibi (Şek. 5) granit, cevheri çevreleyen kayaları yer yer tümüyle özümlemiştir. Buna karşın, refrakter özelliği nedeniyle, cevher tümüyle özümlemediğinden granit içinde kimi kesimlerde zincir şeklinde korunmuştur (Şek. 3, 5). Haylandere yatağı ve bunun uzantısı olan Gonaç antiklinalinin GB kanadı boyunca sıralanan irili ufaklı yataklar birbirinin doğrultusu boyunca tümüyle granit kütleleri içinde yer alır. İlkel olarak bağlantılı olan bu yataklar granit yerleşimi sonucu küçük ve devamsız cevher oluşukları şekline dönüşmüştür. Haylandere yatağının Jeolojik harita ve kesitinde görüldüğü gibi (Şek. 5) mercekli masiv cevher yüzeyde doğrultusu ve derinde eğimi boyunca granit tarafından yenmiştir. Cevheri çevreleyen kayalar ise tümüyle granit tarafından özümlemişlerdir.

Metavolkanitlerle ardalanmalı olduğu yerlerde ince kristalli olan masif cevher granit tarafından kesildiği ve çevrelendiği yerlerde mobilizasyona uğrayarak yer yer 5 - 6 cm. irilikte amfibol, apatit ve magnetit kristallerinden meydana gelen düzensiz damar dolguları şekline dönüşmüştür. Bu dönüşüm önemli ölçüde yanal taşınma olmadan yerli yerinde veya birkaç metre içinde gerçekleşmiştir ve ilkel bantlı iç yapı çoğu kez silinmiştir (Levha I, 5). özellikle apatit zengin cevher oluşuklarında apatit kristallerinde-

ki irileşme ve zon içinde yanal düzensizlik belirgindir. Granit kütlelerinin tümüyle içinde bulunan Kavaklı yataklarında (Şek. 3) cevher dokusunda ve cevherin fosfat teröründe yanal değişimler çok yaygındır.

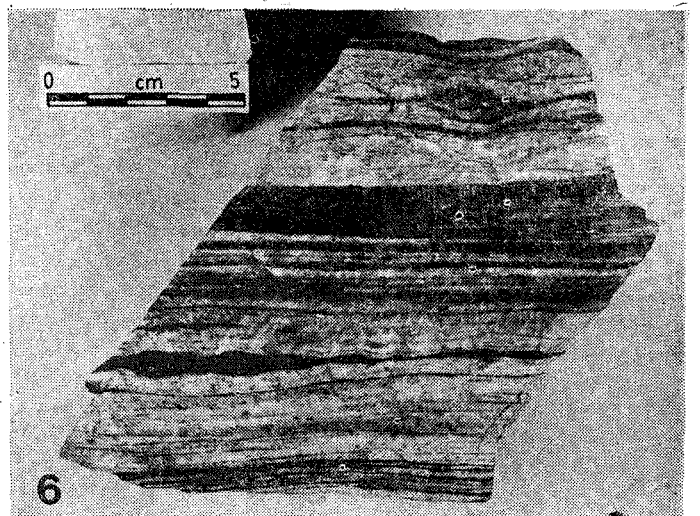
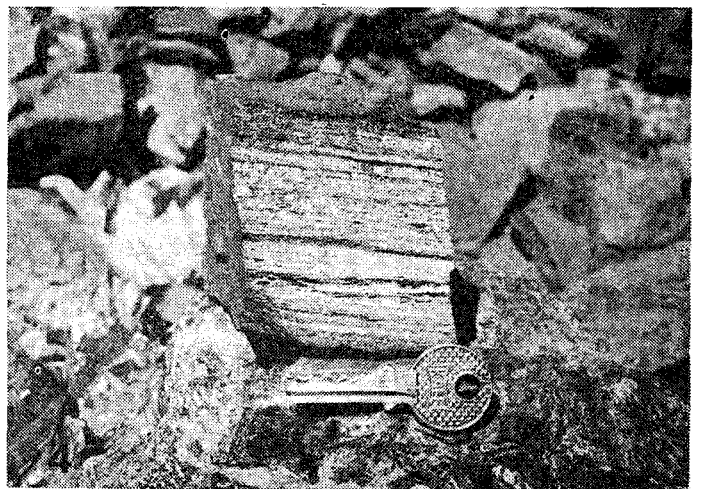
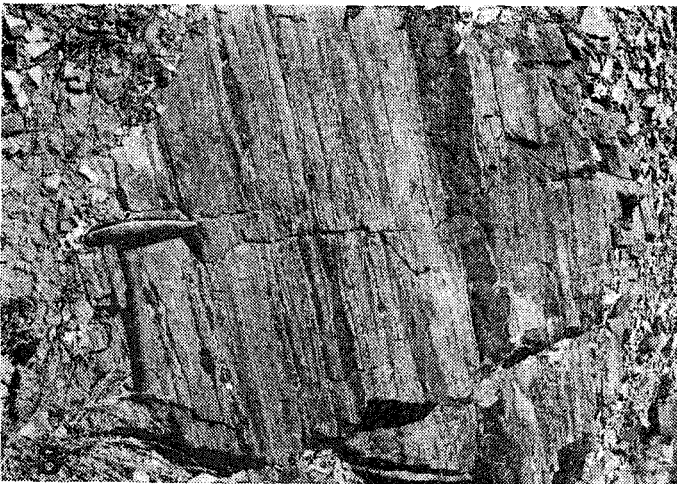
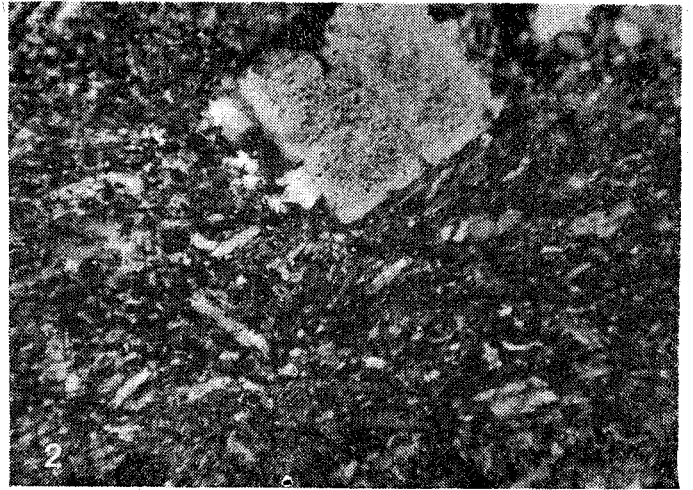
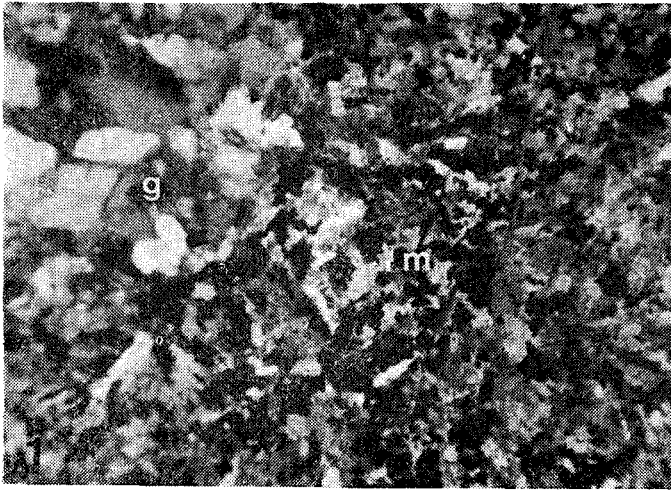
Demir Yatağı Çevre Kayalarının Jeokimyasal Özellikleri

Avnik yatakları porfiritik dokuda metalavlar ve bunlarla ardalanmalı volkanik kökenli metakırıntılı kayalar içinde bulunur. Metalavlardan birkaç örnek yatakların yakın çevresinden ve diğerleri 1 : 25000 ölçekli harita alanına yayılır şekilde 16 örneğin ve aradaki kırıntılılardan 8 örneğin kimyasal analizlerinin ortalaması şekil 6 da görülmektedir. Aynı şeklin üzerinde her iki grup volkanite bileşim olarak en yakın kaya grubu olan riyodasitlerin ortalama bileşimleri (Nockolds, 1954) verilmiştir. Metatüflerin metalavlara oranla silisçe biraz daha fakir oldukları görülmektedir. Her iki grup kayanın P_2O_5 oranları riyodasitlere benzemektedir ve fosfatça herhangi bir zenginleşme izlenmez. Buna karşın demir yüzdelinde riyodasitlere göre metalavlarda 2 ve metatüflerde 2.5 katında zenginleşme söz konusudur. Bu kayaların petrografik özellikleri kimyasal bileşimleriyle paralel özelliktedir. Metalavların ilkel dokularını korudukları ender örneklerde matriksde magnetit ve feldispat mikrolitlerinin beraberce ötektik kristalleştikleri ve simplektik doku sundukları gözlenmektedir (Levha II, 1). Metalav ve metatüflerde fosfatça zenginleşmeyi işaret edebilecek apatit kristallerine rastlanılmaz. Metatüflerin daha yüksek demir içermeleri lavların oluşumları sırasında deniz suyu ile yakınmaları ve demirin arakatıklar şeklindeki metatüfler içinde zenginleşmesine bağlanabilir.

Her iki grup kayanın kimyasal ve petrografik özellikleri (Şekil 6) cevher yataklarındaki demirin volkanitlerden kaynaklandığını, fosfatın ise başka bir kayaktan gelebileceğini işaret etmektedir.

Yataklardaki fosfatın veya demirin zenginleşmesine granitlerin ne derece etkisi olduğunu araştırmak için Yayla granitinden 15 ve Avnik granitinden 16 örneğin kimyasal analizi yapılmıştır (Şek. 7).

LEVHA II
PLATE II



LEVHA II
PLATE II

Şekil 1- Metalavlarda ender korunmuş ilksel doku. g= kuvarsla dolu gözenek, m= magnetit ve plajioklas kristallerinin simplektik doku sunduğu matris.

Figure 1. Rarely preserved primary texture in the metalavas. g= quartz filled vesicle, m= matrix with symplectic texture formed by magnetite and plagioclase crystals.

Şekil 2- Metalavlarda ender korunmuş porfiritik doku.

Figure 2. Rarely preserved primary porphyritic texture in the metalavas.

Şekil 3,4. Ünalı yataklarında düzenli ve ince laminalı iç yapı. Magnetitce zengin (koyu renkli), apatitce zengin (açık renkli) ve amfibolce zengin (gri) laminalar.

Figure 3,4. Orderly and thinly laminated internal structure in the Ünalı deposits. Magnetite rich (dark colored), apatite rich (light colored) and amfibol rich (gray) laminae.

Şekil 5,6. Ünalı yataklarıyla ardalanmalı bulunan laminalı metaçörtler.

Figure 5,6 Laminated metacherts that are found intercalated with the Ünalı deposits.

	METALAVLAR (METALAVAS) N=16 ORTALAMA (AVERAGE)	METATÜFLER (METATUFFS) N=9 ORTALAMA (AVERAGE)	RİYODASİT (RİYODASİTE) ORTALAMA (AVERAGE)
SiO ₂	67.13	62.53	66.27
Al ₂ O ₃	11.38	12.72	15.39
Fe ₂ O ₃	8.40	10.57	4.37
MgO	0.99	3.64	1.57
CaO	0.99	1.19	3.68
Na ₂ O	1.54	2.23	4.13
K ₂ O	7.38	3.65	3.01
TiO ₂	0.85	1.21	0.66
P ₂ O ₅	0.12	0.15	0.17
KIZDIRMA KAYBI (LOSS ON IGNITION)	1.10	2.26	0.68
TOPLAM (TOTAL)	100.88	100.15	99.93

Şekil 6. Avnik yöresindeki metalavlar ve metatüflerin ortalama kimyasal bileşimleri. Riyodasitlerin ortalama bileşimi Nockolds'dan (1954) alınmıştır. N= örnek sayısı.

Figure 6- Average chemical compositions of the metalavas and metatuffs of the Avnik region. Average composition of riyodasites is from Nockolds (1954). N= number of samples.

Avnik ve Yayla granitlerinin bileşimleri alkali feldispat granitlere (Nockolds, 1954) benzerlik göstermektedir (Şek- 7). Yayla graniti biyotit alkali granite, Avnik graniti ise muskovit alkali granite kimyasal yönden daha yakındır. Farklı olarak Avnik graniti potasyumca fakir ve sodyumca biraz zengin görülmektedir. Potasyum oranındaki anormal azalma petrolojik yönden kimi sorunları beraber getirmektedir ve halen üzerinde çalışılan bir konudur.

Her iki granit kütlesi fosfat ve demir kapsamları yönünden alkali granitlere tümüyle benzemektedir ve herhangi bir zenginleşme göstermez. Bu özellikler, saha verileriyle de kanıtlandığı gibi, yataklardaki apatit ve demirin

	YAYLA GRANITI (YAYLA GRANIT) N=15 ORTA. AVERAGE	AVNIK GRANITI (AVNIK GRANIT) N=16 ORTA. AVERAGE	ORTALAMA ALK. GRANIT (AVERAGE ALKALINE GRANITE)	BIYOTİT ALK. GRANIT (AVERAGE BIOTITE ALKALINE GRANITE)	MUSKOVİT ALK. GRANIT (AVERAGE MUSCOVITE ALK. GRANITE)
SiO ₂	76.21	75.66	73.86	75.01	73.84
Al ₂ O ₃	12.55	14.21	13.75	13.16	14.29
Fe ₂ O ₃	2.04	2.11	1.91	1.82	1.09
MgO	0.64	0.68	0.26	0.24	0.21
CaO	0.59	1.16	0.72	0.56	0.69
Na ₂ O	2.25	3.65	3.51	3.48	3.61
K ₂ O	4.83	0.68	5.13	5.01	5.21
TiO ₂	0.17	0.48	0.20	0.17	0.16
P ₂ O ₅	E	0.05	0.14	0.11	0.25
KIZDIRMA KAYBI (LOSS ON IGNITION)	0.57	0.79	0.47	0.37	0.60
TOPLAM (TOTAL)	99.85	99.47	99.95	99.93	99.95

Şekil 7. Avnik ve Yayla granitlerinin ortalama kimyasal bileşimleri. Alkali feldispat granit, alkali biyotit granit ve alkali muskovit granitin ortalama bileşimleri Nockolds'dan (1954) alınmıştır. N= örnek sayısı.

Figure 7. Average chemical compositions of the Avnik and Yayla granites. Average compositions of the alkali feldispat granit, alkali biotite granit and the alkali muscovite granit are from Nockolds (1954). N= number of samples.

Şekil 7. Avnik ve Yayla granitlerinin ortalama kimyasal bileşimleri. Alkali feldispat granit, alkali biyotit granit ve alkali muskovit granitin ortalama bileşimleri Nockolds'dan (1954) alınmıştır. N= örnek sayısı.

Figure 7. Average chemical compositions of the Avnik and Yayla granites. Average compositions of the alkali feldispat granit, alkali biotite granit and the alkali muscovite granit are from Nockolds (1954). N= number of samples.

kaynağının granitler olmadığını doğrular niteliktedir. Saha verileri, Avnik granitinin cevher yataklarının aleyhine çalıştığını ve onları özümlediğini veya mobilize ederek rekristalizasyona uğrattığını göstermektedir (Levha I, 5).

ÜNALDI YATAKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Ünalı yatakları bu incelemede alt topluluk diye adlandırılan kayalar içinde yer alır ve Avnik yataklarına benzer şekilde bunlarda granit kütleleri tarafından kesilmiştir. Bu yataklar apatitin baskın olduğu, az oranda magnetit ve amfibol içeren oluşuklardır.

Avnik yataklarından en önemli farkları yanal yönde kilometrelerce uzanan, kalınlıkları değişmeyen devamlı düzeyler oluşturmalarıdır. Ayrıca iç yapıları çok düzenli ve ince laminalı olmasıyla belirgindir (Levha II, 3,4). Lamina-

lı yapı milimetreden birkaç santimetreye kadar değişen kalınlıkta apatit, amfibol ve magnetitce zengin zonların araldanmasından oluşmuştur. Sahada yüzey görünümünde ince tek bir laminanın bile yanal yönde bazan 10-15 m izlenebilecek derecede düzenli olduğu görülür. Laminalar cevher zonlarının uzanımına ve eğimlerine paraleldir.

Avnik yataklarından önemli bir diğer farkı, Ünalı yataklarıyla araldanmalı veya yakın çevrelerinde porfiritik metalavların bulunmamasıdır. Buna karşın, Avnik çevresinde görülmeyen, saha terimi olarak koyu ve açık renkler nedeniyle «şeritli gnays» adı verilen ince laminalı kayalar Ünalı yöresinde cevher düzeyleriyle araldanmalı ve onlarla uyumlu olarak bulunur (Levha II, 5, 6). Şeritli gnayslar milimetreden birkaç santimetreye kadar kalınlıkta ve bazan 10 cm.lik bir kalınlık içinde 100'e yakın laminanın görüldüğü (Levha II, 6) iç yapı sunar. Laminalar açık renkli kuvars ve koyu renkli amfibolce zengin kesimlerinde araldanmasından oluşmuştur. Petrografik incelemeleri bu kayaların açık renkli laminalarının %90'nm üzerinde kuvarsdan ve koyu renkli laminalarının ise kuvars, amfibol ve az oranda magnetit ve apatitden oluştuğunu göstermiştir- Ayrıca porfiroblastlar şeklinde plajyoklas kristalleride bu kayalar içinde sık olarak bulunur.

Gerek petrografik ve gerekse saha özellikleri saha terimi olarak şeritli gnays diye adlandırılan bu kayaların ilksel olarak cevher düzeyleriyle araldanmalı çökemiş laminalı çörtler olduğunu göstermiştir. Daha sonraki metamorfizmayla çörtler laminalı iç yapısını koruyan ve ancak yer yer levha II, 6'daki fotoğrafın üst bölümünde görüldüğü gibi birkaç santimetre uzunlukta kuvars - feldispat - amfibol gözleri ve plajyoklas porfiro - blastları içeren metaçörtlere dönüşmüşlerdir. Silika laminalarının çökelişi sırasında, uzakta gelişmiş volkanik etkinlik, zaman zaman tuf arakatmanlarının çökeldiği ve bunların metamorfizma sonucu amfibolce zengin bantları oluşturdukları düşünülmektedir.

BİTLİS MASİFİ APATİTLİ DEMİR YATAKLARININ OLUŞUM MODELLERİ VE TARTIŞMA

Bitlis Masifi apatitli demir yataklarının oluşumu için birbirlerini tamamlayan ve geçişli iki model öngörülmektedir. Avnik modelinde (Şek. 8a) volkanik etkinliğin yüksek olduğu denizel bir ortam söz konusudur. Ortaç ve asidik bileşimde ve porfiritik dokuda metalavların oluşturduğu denizaltı topografyasının çukurluklarında merceksele şekilli masiv demir yatakları çöklemiştir. Riyodasit bileşimindeki metalavları oluşturan magmanın viskozitesinin yüksek olması nedeniyle çok düzensiz bir denizaltı topografyası gelişmiştir ve buna bağlı olarak masiv cevherler doğrultuları boyunca kısa mesafelerde mercekleşir veya birden çok düzey haline dönüşür. Lav ve volkanik kırıntılarının bolluğu ve etkin volkanik ekzalyonlar nedeniyle hızlı bir çökelim gelişmiş ve masiv cevher zonları içinde bantlı yapı az belirgin şekilde meydana gelmiştir.

Petrografik ve kimyasal özellikleri, cevher yataklarındaki demirin endojenik olarak volkanik kayalardan kaynaklandığını göstermektedir. Demir, volkanik kayaların deniz suyuyla ayrışmasıyla ve volkanik ekzalyonlarla çökelim ortamına taşınmıştır. Fosfatın kökeni ise, petrografik

inceleme ve kimyasal analizlerin sergilediği gibi, volkanik kayalara bağlı görülmemektedir. Bu nedenle fosfatın eksojenik olduğu ve organik veya kimyasal yollarla çözüldüğü düşünülmektedir. Avnik ve Ünalı yörelerinde apatitin zengin olduğu yataklar içinde gözlenen ince laminalı ve çok düzenli sedimenter yapılarda apatitin sedimentasyon ürünü olduğu görüşünü desteklemektedir.

Ünalı modelinde ise (Şek. 8b) cevher düzeyleriyle araldanmalı lav akıntıları bulunmaz. Bu yörede volkanik etkinliğin cevher yataklarının oluştuğu ortamdan uzakta geliştiği ve bu nedenle denizaltı topografyasının düzgün olduğu yarı kapalı bir tortullaşma alanı düşünülmektedir. Sedimentasyonun yavaş geliştiği bu havza içinde çok ince laminalı ve yanal yönde devamlılık sunan apatitce zengin yataklar oluşmuştur. Cevher bantları arasındaki amfibolce zengin laminalar ilksel olarak ince tuf düzeylerinin metamorfizma ürünüdür. Yarı kapalı denizel tortullaşma alanı içinde silikanın zaman zaman zenginleşmesi sonucu ince laminalı çörtler cevher yataklarıyla araldanmalı olarak çözülmüştür.

Ünalı yataklarında demirin ve büyük olasılıkla Silikanın kökeni Avnik modelindeki gibi volkanitlere bağlıdır. Volkanik kayaların denizaltı ayrışmaları ve ekzalyatif etkinlikler sonucu, yarı kapalı havza içinde zenginleşen demir ince laminalar şeklinde tortullaşmıştır. Fosfatın kökeninin ise burada da organik veya kimyasal olduğu ve eksojenik yollarla tortullaşma ortamına ulaştığı düşünülmektedir.

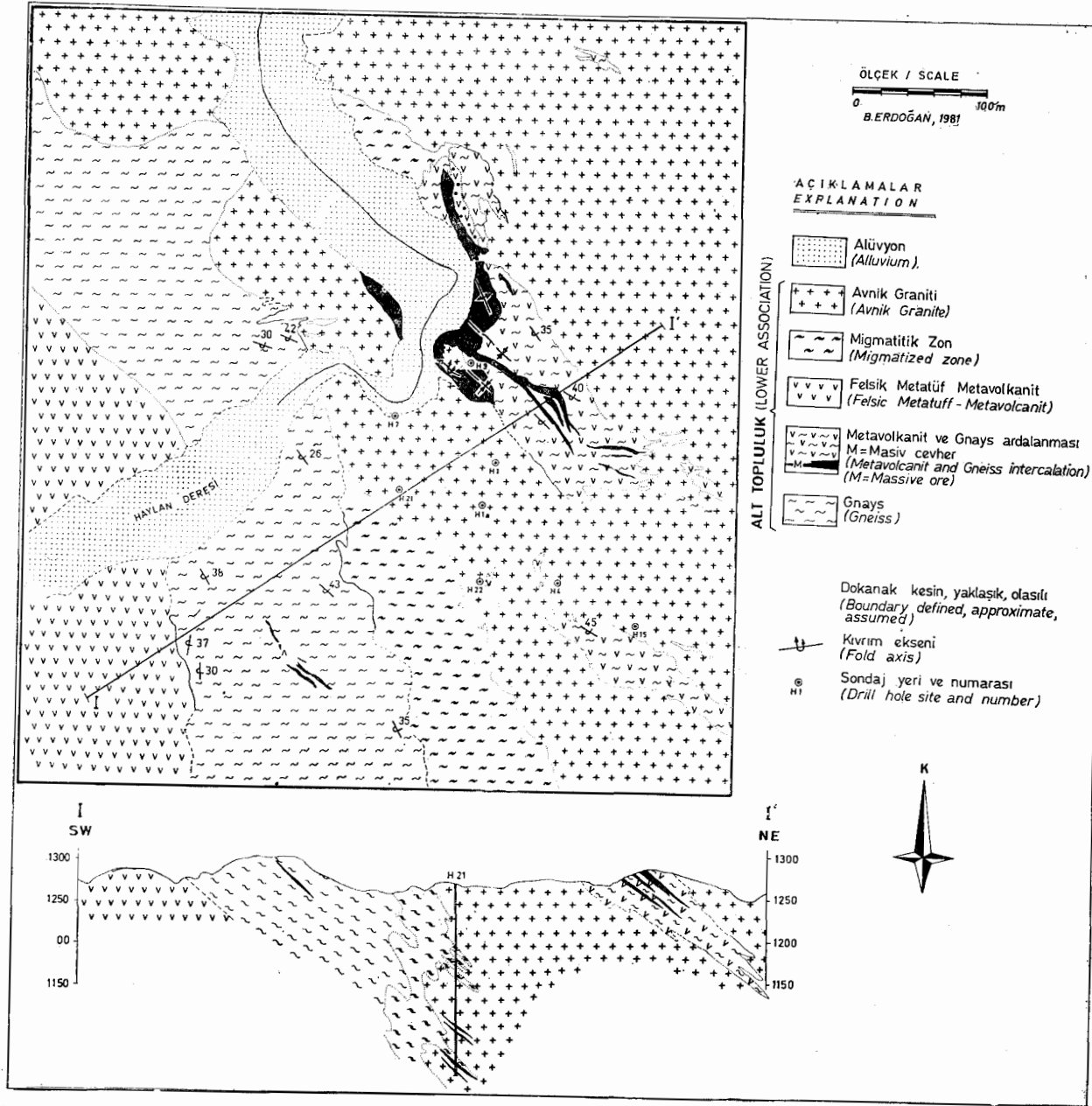
Avnik ve Ünalı yataklarının özellikleri beraber düşünüldüğünde Bitlis metamorfiklerinin alt topluluğu içinde yer alan Prekambriyen yaşlı apatitli demir yataklarının volkanik ekzalyatif ve sedimenter kökenli oldukları sonucuna varılır.

Bitlis metamorfikleri içinde yer alan yataklara benzer özellikte demir yatakları dünyanın değişik yerlerinde Prekambriyen yaşlı istifler içinde bulunmaktadır. Değişik araç, tırcılar bu yataklardan bir kısmının kökeninin volkanik etkinliklere bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

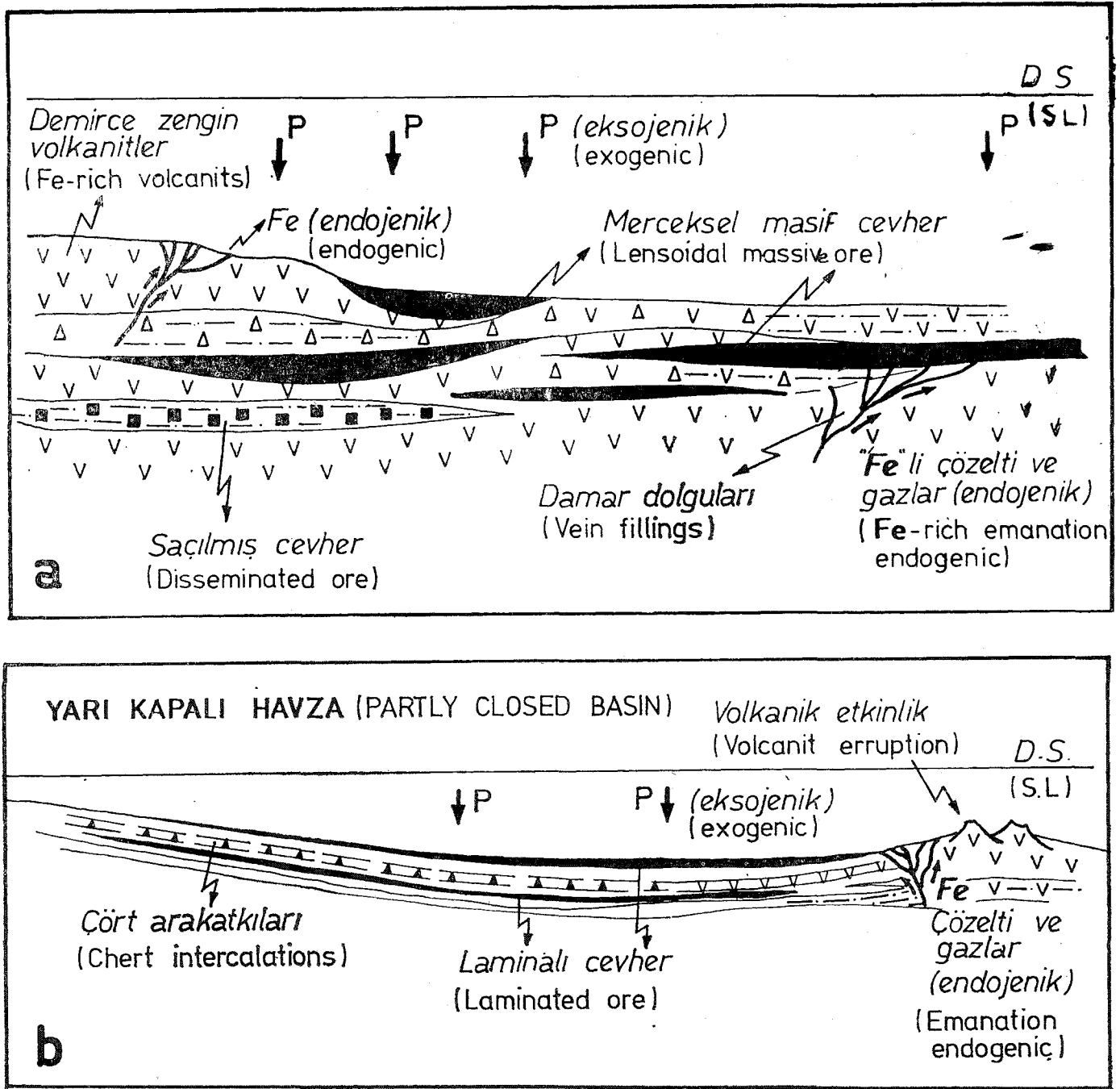
Kuzey İsveç'te Prekambriyen yaşlı Kiruna demir yataklarını içeren kuşağın geneleştirilmiş stratigrafik kesitinde Parak (1975 a,b) altta yastık lavlı «Kiruna greenstone» diye adlandırdığı mafik volkanitlerin yer aldığını belirtir. Bunların üzerinde asidik ve ortaç bileşimli volkanitlerin ve bu volkanitlerinde üzerinde fümerolik volkanik etkinlik sonucu oluşmuş demir yataklarının bulunduğunu aynı incelemeçi belirtmiştir. Parak Kiruna yataklarının demir, apatit ve amfibol minerallerinden oluştuğunu ve cevher düzeylerinin ince laminalı apatit ve magnetit bantları sunduğunu belirtmiştir. Bu incelemeçi yatakların ekzalyatif etkinlik sonucu oluştuğunu ve demir ile fosfatın kökeninin volkanik kayalara bağlı olduğunu savunmuştur.

Banerji (1977) Hindistan'da Prekambriyen yaşlı Gromahisuni grubu içinde bulunan merceksele demir yataklarının volkanik ve piroklastik kayalarla araldanmalı olduğunu belirtmiştir. İncelemeçi bu yatakların volkanik etkinliğin olduğu merkezler çevresinde kimyasal çökelimle meydana geldiği sonucuna varmıştır.

Demir ve silikanın volkanik ekzalyasyon yoluyla volkanik kayalardan geldiğini aynı çalışması vurgulamıştır.



Şekil 5. Haylandere yatağının ayrıntılı Jeolojik harita ve kesiti.
Figure 5. Detailed geological map and section of the Haylandere deposit.



Şekil 8- Bitlis masifi apatitli demir yataklarının oluşum modelleri, a- Avnik modeli, b- Ünal modeli.
Figure 8. Genetical models of apatite rich iron ore deposits in Bitlis Massif, a -Avnik model, b -Ünal model.

Goodwin (1973) Kanada kalkanında Prekambriyen demir yatakları çevresindeki volkanitlerin ada-yayı volkanizması türünde toleyitik - subalkalen ve kalkalkalen bileşimde olduğunu belirterek, volkanizmayla yataklar arasında kökensel ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Bankes (1973) Güney Afrika'da Prekambriyen yağlı demir yataklarından bazılarının Mafik ve Felsik volkanitlerde ardanmalı istif içinde bulunduğunu belirtmiştir ve

demir ile silikanın kökeninin volkanik etkinliğe bağlı olduğunu savunmuştur.

Bitlis metamorfiklerinde ortaç ve felsik volkanik kayalarla ilişkili oluşmuş volkanosedimenter kökenli apatitli demir yatakları ve bunların içinde bulunduğu alt topluluk birimleri, üst topluluğun oluşumundan önce yerleşmiş pa-Unjen granitlerle kesilmiştir. Avnik bölgesinde alt topluluk kayalarını ileri derecede özümlemiş olan Avnik graniti cev-

her yataklarını kestiği ve içine aldığı yerlerde nobilize ederek iri kristalli damar dolguları şekline dönüşmüştür. Bu kesimlerde cevher içindeki ilksel bantlı iç yapı tarunamayacak şekilde silinmiştir. Ünal'dı yöresinde ise granit kütleleri tarafından özümlemelere ve rekristalizasyon olaylarına daha seyrek rastlanır.

Bitlis metamorfikleri en az iki kıvrımlanma ve Miyosen sırasında da sürüklenme tektoniği geçirmiştir. Bu tektonik biçim değiştirmeler ve granitik özümlemeler sonucu gerek cevher yatakları ve gerekse çevre kayalar oldukça karmaşık iç yapılar kazanmıştır. Bu karışık yapı, apatitli demir yataklarının kökenini aydınlatmada ve rezervlerine ilişkin öngörülerde sorunlar yaratmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma TDCİ Hasaңcelebi Grup Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın değişik aşamalarında MTA Enstitüsünden lojistik destek sağlanmıştır.

Çalışmacılar Ünal'dı yataklarını gezdiren Sayın Dr. İsmail Seyhan'a teşekkürü borç bilirler. Ayrıca çizimleri özenle yapan Mualla Gürle'ye ve metini yazan Yılmaz Karacalıoğlu'na teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Banerji, A.K., 1977, On the Precambrian banded iron - formations and the manganese ores of the Singhbhum Region, Eastern India : Econ- Geol., 72, 90-98.
- Bankes, N.J., 1973, Precambrian iron formations of southern Africa : Econ. Geol., 68, 960 - 1004.
- Boray, A., 1973, The structure and metamorphism of the Bitlis area, south - east Turkey : London Univ. İngiltere, 233 s- doktora tezi (yayınlanmamış).
- Boray, A., 1975, Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması : Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 18, 81 - 84.
- Baştuğ, C., 1976, Bitlis napının stratigrafisi ve güneydoğu Anadolu sütünun evrimi : Yeryuvarı ve İnsan, Ankara 1. 55-61.
- Çağlayan, M.A., İnal, R.N., Şengün, M., ve Yurtsever, A., 1983, Bitlis Masifinin yapısal konumu :Toros Jeoloji Uluslararası Simpozyumu özetleri, 53 -54, Maden Tetkik ve Arama Enst. Ankara.
- Erdoğan, B., 1982, Bitlis Masifinin Avnik (Bingöl) yöresinde Jeolojisi ve yapısal özellikleri : Ege Üniv. Yerbilimleri Fak. İzmir, 106s, doçentlik tezi (yayınlanmamış)-
- Erdoğan, B., 1983, Güneydoğu Anadolu Miyosen tektoniğinin özellikleri ve Lica havzasının oluşumu : 37 Türkiye Jeoloji Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara, Bildiri özetleri, 66 - 68.
- Goodwin, A.M., 1973, Archean iron - formations and Taconic Basins of the Canadian Shield : Econ- Geol., 68, 915 - 937.
- Göncüoğlu, M.Ç. ve Turhan, N., 1983, Bitlis metamorfiklerinde yeni yaş bulguları :Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg. 95/96, 44 - 48.
- Nockolds, S.R., 1954, Average chemical compositions of some igneous rocks : Geol. Soc. America Bull., 65, 1007 -1032.
- Parak, T., 1975 a, The origin of the Kirunu iron ores : Sveriges Geol. Undersolening, Stockholm, 209 s.
- Parak, T., 1975 b, Kiruna iron ores are not «Intrusif - magmatic ores of the Kiruna Type» : Econ- Geol. 7ü, 1242 -1258.
- Perincek, D., 1980, Bitlis metamorfiklerinde volkanitli Triyas : Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 23, 201 - 212.
- Streckeisen, A., 1976, To each plutonic rock its proper name: Earth - science Reviews, 12,1 - 33.
- Yılmaz, O., 1971, Etudepetrographique de la region de Cacas (partie meridionale de Massif de Bitlis, Turquie) Univ. Scien. et Medical Grenoble, France, 230 s. Doktora tezi (yayınlanmamış).
- Yılmaz, O., 1975, Cacas bölgesi (Bitlis Masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelemesi : Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 18,33-40.

Yazının geliş tarihi : Kasım 1983

Yayına verildiđi tarih : Ocak 1984