

PULUR MASİFİ (BAYBURT) DOĞUKESİMİNİNJEOLJİSİ

Erkan TANYOLU*

ÖZ.— Doğu Pontidler'in oluşumu ve jeolojik evrimi hakkında önemli bulgular elde edeceğimizi umduğumuz Pulur masifinin doğu kesimini içine alan bu çalışma, Bayburt-Demirözü arasında 430 km lik bir alanı kapsamaktadır. Bölgedeki en eski temeli Pulur metamorfik kompleksi teşkil eder. En altta görünür kalınlığı 600 m ölçülen metamorfik şistler bulunur. Bunların üzerine 200 m kadar kalınlıktaki Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşları gelir. Alt Tura, ince bir taban konglomerası ve kumtaşlarıyla Paleozoyik yaşlı Pulur masifi üzerinde diskordansla bulunur. Bu birimi uyumlu olarak Liyas yaşlı volkano-tortul seri izler. Liyasda aynı zamanda hareketli bir volkanizma hüküm sürmüş ve dasit, andezit, diyabaz, bazalt türü magmatitler oluşmuştur. Ayrıca Türkiye'de nadir olarak rastlanan ve "analsimit" denilecek oranda primer, iri analsim kristalleri içeren bazaltlar bulunmuştur. Liyas volkano-tortul serileri üzerine uyumlu olarak 50-60 m kalınlıkta Dogger kireçtaşları, onların da üzerine yine uyumlu olmak "zere Malm ve Alt Kretase kireçtaşları gelmektedir. Bunların da üzerinde Apsiyen-Albiyen yaşlı bir melanj bulunmaktadır. Su halde Pulur masifi ve civarı, Permilen-Liyas arası zaman boşluğu dışında Karboniferden, hatta belki de Devon veya Silürden itibaren Üst Kretaseye kadar denizle kaplı bir çökelim havzası halindeydi. Bu deniz genelde sığ olup, ancak Doggerden itibaren yavaş yavaş derinleşmiştir. Bölgede iki tür metamorfizmanın varlığı belirlenmiştir. Bunlardan biri hornblend-hornfels fasiyesindeki kontakt metamorfizma, diğeri ise Barrovien türü amfibolit fasiyesinde dinamo-termal metamorfizmadır. Bölgenin strüktürel jeolojisi Alpin tektoniğinin özelliklerini yansıtmaktadır. KDD-GBB doğrultusunda uzanan antiklinal, senklinal, faylar ve uzun bir şariyaz bu tektonik izlerin en önemlilerini teşkil ederler.

GİRİŞ

Doğu Pontidler'in jeolojik önemi nedeniyle bölgede ve yakın çevresinde bugüne kadar birçok inceleme yapılmıştır (Blumenthal, 1945; Ketin, 1951, 1983; Baykal, 1952; Ağralı ve diğerleri, 1965; Zankle, 1962; Sestini ve Canuti, 1968; Taylor ve Peccerillo, 1975; Burşuk, 1975, 1979; Özsayar ve diğerleri, 1981; Buket, 1982; Özer, 1984 gibi). Pontidler'in oluşumu ve jeolojik evrimi hakkında araştırmacılarca değişik yorumlar yapılmakta, Doğu Pontid ada yayının zaman içindeki konumu, plakaların dalma yönleri, vb. konularda farklı düşünceler ortaya atılmaktadır (Adamia ve diğerleri, 1977; Dewey ve diğerleri, 1973; Tokel, 1977, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1983; Bektaş ve diğerleri, 1984 gibi).

Pulur masifi ve kuzeyindeki Gümüşhane-Köse granitleri, Doğu Pontid ada yayı kuşağı içinde en yaşlı formasyonlar olarak görülmektedir (Gattinger, 1962). Genelde bu masiflerin dışındaki tüm Doğu Pontid ku-

sağında gerek magmatik, gerekse sedimenter en yaşlı formasyonlar Liyas yaşını vermektedir. Bu durumda Paleozoyik yaşlı Pulur masifinin konumu iki şekilde düşünülebilir :

1. Pulur masifi Pontidler'e ait olmayıp, güneydeki Anatolitler'in Pontidler ile çarpışması sonunda Stürzonu üstünde Anatolitler'e ait bir parçadır.

2. Bu masif Pontid ada yayının başlangıçta (Karbonifer-Permilen) su üstüne çıkmış ilk adası olabilir ve yayın doğu uzantısı daha sonra Liyasda olgunlaşarak ada-yay kuşağını meydana getirmiştir.

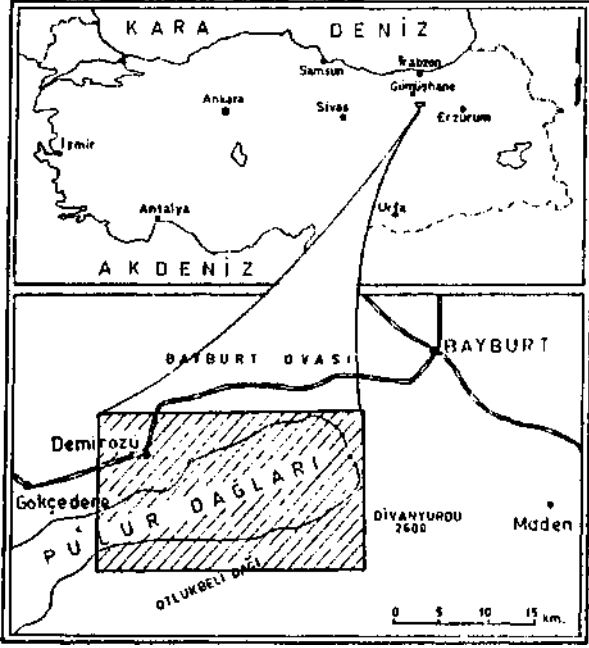
Doğu Pontidler'deki bu ve aydınlanmamış diğer birçok jeolojik sorunun açıklanabilmesi için mevcut buluların yeterli olmadığı görüşü ile Pulur masifi ve yakın çevresi araştırma konusu olarak seçilmiştir.

Mevcut olanaklarımızla masifin tümünü kısa sürede incelememiz mümkün olamayacağından, ilk adımda Pulur deresi ve Haho deresi arasındaki yaklaşık 430 km² lik saha bu çalışmada ele alınmıştır. Pulur masifinin tümünün incelenmesi, olanaklarımız elverirse, bu çalışma-

* Karadeniz Üniversitesi, Jeoloji Bölümü, Trabzon.

nin devamı olarak planlanmıştır.

İnceleme alanı, Bayburt'un 12 km GB sından başlayıp, Gökçedere'ye kadar uzanmakta ve Demir-özü'nden başka 20 kadar köyü kapsamaktadır (Şek-1 ve 2). Jeomorfolojik açıdan, 1600-2500 m kotları arasında değişen birçok tepe ve dağ sıraları ile güneyden kuzeye doğru akan 4 büyük derenin varlığı dikkati çeker.



Şek.1—Bulduru haritası.

Bitki örtüsü bakımından fakir olan bölge, yerleşim merkezleri dışında genelde çıplaktır. Fakat metamorfik şistlerin ve volkano-tortul serinin dirençlerinin düşüklüğü nedeniyle kolayca ayrılmış olmaları ve de zaman zaman benzer özellikler göstermeleri, jeolojik incelemeleri hayli güçleştirmektedir.

STRATİGRAFİ

İnceleme alanımızın çok büyük kısmı Paleozoyik ve Mesozoyik yaşta formasyonlarla kaplıdır. Senozoyik yaşlı formasyonlar çalışma alanımızda görülmemekle beraber, hemen yakın çevrede varlıkları belirlenmiştir. Kuvaterner yaşlı birimler ise alüvyonlar ve travertenlerden ibarettir. Bu formasyonların özellikleri ve yaşlıdan gence dizilimleri aşağıdaki gibidir (Şek.3).

Araştırmamızın önemli kısmını teşkil eden Pulur metamorfik masifi Paleozoyik yaşta olup, metamorfik şistler, gnays ve kireçtaşı gibi çeşitli birimlerden oluşur. Bu birimler ayrıca magmatik kayalar tarafından kesilmişlerdir (Şek.3). Pulur masifi; Cilara, Keleverek, Haşiy köylerinden başlayıp, 4-8 km arasında değişen bir genişlikte GB yönünde Zeyli, Mandafar, Zarani, Cenci, Aşutka, İshinsor köylerini içine alıp, 25 km kadar uzanarak çalışma alanımızın dışına çıkar. Bölgede en eski tabanı teşkil eden Pulur masifinin görünür kalınlığı 550-600 m kadar ölçülebilmektedir. Büyük kısmı metamorfik şistlerden oluşan masif, morfolojik yöden genelde sarp olmayan tepelerden oluşur. Yapısal jeoloji bakımından eksenini KDD-GBB doğrultusunda, kanatlan fazla dik olmayan (ortalama 30° eğimli) bir antiklinal yapar. Bölgede Paleozoyik yaşlı yegâne masif olan Pulur, aşağıdaki fasiyelerden meydana gelir :

Metamorfik şistler

Pulur masifinin büyük kısmını, çoğunluğu yeşil şist serisine ait olan metamorfik şistler teşkil ederler. Orta-iyi derecede yapraklanma özelliği gösterirler ve, küçük-orta boyutlarda bol kıvrımlıdırlar (Şek.2). Hakihtahsini köyleri arasındaki yol yarmalarında iyi izlenebilen metamorfik şist serisi, ardışık gelen ve aşağıda belirtilen şist çeşitlerinden oluşur: Aktinot şist, kalk şist, kuvars-feldispat-serisit şist, kuvars-klorit-serisit şist, kuvars-serisit-biyotit şist, albit-serisit-biyotit şist, amfibol şist ve amfibolit. Birimlerin bilinen genel özelliklerini burada tekrarlamaksızın, ancak dikkati çeken ilginç yönlerine değineceğiz.

Aktinot şist.— Gri, yeşilimsi renkte, yapraklanma özelliği orta derecededir. Genelde afanitik doku gösterir. Aktinot ve tremolit mineralleri ile oldukça bol opak minerallerden oluşur.

Kuvars-feldispat-serisit şist.— Gri, yeşilimsi renkte, yapraklanması çok iyi değil, taze kırık yüzeylerinde serisit pulcukları dikkati çeker. Mikroskopik incelemede çubuksu yapıdaki serisit kristalleri ile birlikte iri kuvars kristallerinin varlığı ve bir kısım serisit kaolene dönüştüğü görülür. İri kuvars kristalleri köşeli olup, bazı numunelerde bilhassa bol bulunmak-



Şek.2 - Pulur masifi doğu kesiminin jeolojik haritası ve kesiti.

Ü. Sistem (Zaman)		Sistem (Devir)		As Sistem (Devre)		Kat		Formasyon ve Üye		Sembol		Kalınlık		Kesit		Açıklama	
SENO-ZOYİK		KUA-TER.								Qal				Alüvyon, Traverten Alluvium, Travertine			
M E S O Z O Y İ K		K r e t a s e		Alt K r e t a s e		Otlukbeli melanjı		Kra		500 m.		Otlukbeli olistostromal melanj: Serpentine + Radyolarit + Tüfit + Dasit + Andezit + Çört.		Otlukbeli olistostromal melange: Serpentine + Radiolarite + Tuffite + Dacite + Andesite + Chert.			
				Ü. Jura		Hozbirikyayla Kireçtaşı		JKra		800 m.		Hozbirikyayla kireçtaşı: Mikritik, alt seviyeler oolitik üst seviyeler çörtlü. Hozbirikyayla Limestone: Micritic, lower levels oolitic, upper levels cherty.					
M E S O Z O Y İ K		J u r a		Ü. Jura		Ü. Dogger- (Berriasiyen) (Albiyen) Malm		JKra		1500 m.		Volkano - Tortul seri: Tüfit + Aglomera + Kumtaşı + Silttaşı + Intrasparit + Andezit + Dasit + Bazalt + Diyabaz. Volcano Sedimentary series: Tuffite + Agglomerate + Sandstone + Siltstone + Intrasparite + Andezite + Dacite + Basalt + Diabase.					
				Alt Jura		L i y a s		Volkano - Tortul seri		JKra		120 m.		Agi Konglomera ve Kumtaşı: Konglomera + Kumtaşı + Kuvarisit + Arkoz + Kömür. Agi Conglomerates and Sandstone: Conglomerate + Sandstone + Quartzite + Arkose + Coal.			
PALEOZOYİK		Perm. Karb.						Pulur metamorfik kompleksi		600 m.		Pulur Kireçtaşı: Kismen rekristalize, kısmen kumlu ve fosilli Pulur Limestone: Partly recrystallized, rarely sandy and fossiliferous.		Pulur metamorfik kompleksi: Meta. şistler + Gnays + Metakuvarisit ve Granit. Pulur metamorphic complexes: Gneiss schists + Gneiss + Metaquartzite and Granite.			

Şek.3- Çalışma alanının genel stratigrafik kesiti.

PULUR MASİFİ (BAYBURT) DOĞU KESİMİNİN JEOLJİSİ

tadır. Çatlaklar boyunca çok ince kalsit damarları gelişmiştir.

Kuvars-klorit-serisit şist.— Gri, yeşilimsi, biraz altere olanları bej renklidir. Taze kırık yüzeylerinde koyu renkli mineraller 1-2 mm büyüklükte benekli bir görünüm arz ederler. Orta derecede yapraklanma gösterirler. İçerdikleri minerallerden kuvarslar genellikle ince taneli olup, ancak bazı örneklerde iri taneli kuvars bantları mevcuttur. Bunları diklemesine kesen limonit bantları çatlaklar boyunca gelişmiştir. Serisit ve kloritler düzgün yüzeyler yaparak dizilirler. Kuvars-serisit bantları değişimli bulunurlar ve iri taneli ikincil kuvars damarları ile kesilmişlerdir. Feldispatlarda killeşme olayı görülür, yer yer ileri derecede gelişmiştir.

Kuvars-serisit-biyotit şist.— Kayaç malzemesinin büyük kısmını oluşturan kuvars, köşeli ve iri tanelidir. Bazı örneklerde köşelerde yuvarlanma ve kayaçta ince kuvars damarları görülür. Serisitler çubuksu yapıda olup, bazıları killeşmiştir. Ayrıca biyotit ve çubuksu şekillerde feldispat kristalleri, bazı örneklerde hornblend mevcut olup, limonitle boyanmış bir matriks içinde bulunurlar.

Serisit-biyotit-albit şist.— Koyu gri-yeşilimsi renkte olup, iyi yapraklanma özelliği gösterir. Bol miktarda ışınal yapıları küçük serisit kristallerine yine ışınal yapıdaki kloritler refakat etmektedir. Başkaca, biyotit ve plajiyoklazlardan albit bulunmakta ve kayaçta karbonatlaşma göze çarpmaktadır.

Amfibol ve amfibolit şistler.— Koyu yeşil, yer yer açık renkte olup, iyi yapraklanma özelliğine sahiptirler. Yönlü taneli dokuları vardır. Bol miktarda hornblend, daha az oranda albit ve orta-küçük boyutta epidot kristalleri bulunur. İlâveten sfenden başka ikincil serisit ve kalsit kristallerine rastlanır. Amfibolitler koyu yeşil-siyah renkte, oldukça sert fakat gevrek özelliktedirler. Kayaç malzemesinin hemen tamamını küçük hornblend kristalleri oluşturur. Az oranda aktinot, kuvars ve labrador türünden plajiyoklaz mikrolitleri bulunur-. Burada sözü edilen amfibolitler Karayışmak köyünün 0.5 km doğusunda, dere tabanında veya Zarani köyünün 2 km kadar KD sunda tepe üzerinde görülen örneklerde olduğu gibi şistozite özelliğine sa-

hiptirler. Diğerleri ise magmatik kayaçlar bölümünde incelenecektir.

Gnayslar

Metamorfizmanın daha şiddetli geliştiği zonlarda şistlerden gnayslara geçişler görülür. Şistler arasında bazı yerlerde rastlanan gnaysların yapısı, çalışma alanımızda orta şiddette bir metamorfizmanın geliştiğini gösterir. Kayaçı oluşturan esas malzeme, kısmen kataklastik özellikteki kuvars, feldispat kripto- ve porfiroblastları, iri-orta boyutlu mika (çoğunluğu muskovit) kristalleridir. Gnaysik yapı fazla karakteristik olmadığı gibi gözlü olanlarına da rastlanmamıştır.

Meta kuvarsitler

Çalışma alanında sık görülen bu birim, en belirgin olarak birkaç metreye varan bantlar halinde kuzeyle 20°-60° lik açılar yaparak GB-KD doğrultusunda, relatif az aşınmış dayklar halinde uzanırlar. Ayrıca değişik seviyelerde Pulur metamorfik şistleri içinde ince bantlar, mercekler ve ortalama 5-10 cm boyutlu yumrular halinde bulunurlar. Süt kuvarstan siyaha kadar değişik renkte, fakat büyük kısmı içerdiği limonit nedeniyle pembe-kırmızımsı renktedir. İnce kesitte bakıldığında, kuvarsların genelde çok küçük kristalli, ancak aralarda tek tük iri kristaller halinde bulunduğu ve ikincil olarak kuvars damarlarının varlığı görülür. Ayrıca çatlaklardaki demir dolgusu ile bazı örneklerde küçük serisit pulları dikkati çeker.

Pulur kireçtaşları

Paleozoyik yaşlı kireçtaşlarının, çalışma alanımızdaki en iyi örneği Hakih köyü güneyinde ve doğusunda görülmektedir. Burada kireçtaşları metamorfik şistler üzerine uyumlu olarak gelmekte ve genelde tepe üstlerini oluşturmaktadır (Şek.2). Gri renkte, masif, küçük kristalli ve kısmen rekristalize, tabaka kalınlıkları çoğunlukla 1 metrenin üzerinde olup, yer yer beyaz kalsit damarları ve erime boşlukları içerirler. Ara seviyelerde silis bant ve yumruları bulunduran kireçtaşları, bölgede 200 metreye varan bir kalınlığa ulaşırlar. Bazı kısımları çok kırıklanmış olan kireçtaşlarının alt seviyelerinde Fusulinoidae fosilleri bulunduğundan yaşları Permo-Karbonifer olarak belirlenmiştir. Ayrıca meta-

Erkan TANYOLU

morfik şistler arasında önemli sayılmayacak nitelikte küçük kireçtaşı mercekleri ve bantları bulunmaktadır.

Bu durumda metamorfik şistlerin yaşı Permo-Karbonifer öncesi olmaktadır.

Saraycık graniti

Pulur metamorfik masifi, kısmen haritalanabilecek büyüklükte, kısmen de daha küçük boyutlarda olmak üzere magmatik kayalar tarafından kesilmiştir. Bugüne kadar bölgede radyoaktif yaş tayini yapılmadığından yaşlan izafii olarak gözlemlerle saptanmaya çalışılmıştır. Bu konudaki arazi ve laboratuvar bulgularımıza göre Saraycık plütunu Paleozoyikte meydana gelmiş ve büyük olasılıkla Permiyende oluşmuştur. Aşağıdaki veriler bu kabulü desteklemektedir:

1. Plütunun kantağı ileri derecedeki ayrışma ve aşınma nedeniyle çoğunlukla izlenemediğinden, tektonik yapı kalıntılarından fazla yararlanılamamıştır. Morfolojik bakımdan çok yayvanlaşmış, hatta B ve GB sınırında komşu kayaç olan metamorfik şistlerden daha düşük kotlara inmiş ve çok ayrışıp, arenalaşmış durumdaki Saraycık batoliti, 5 km kadar güneyindeki, Malmden daha genç kabul ettiğimiz Haho granitine göre daha yaşlı izlenimi vermektedir.

2. Pluton, komşu kavaç olan Permo-Karbonifer yaşlı yeşil şistlerden daha eski olmamalıdır. Çünkü civardaki şistler içinde ne granit parçalanna ve ne de ince kesitlerde granit kırıntılarına rastlanmıştır.

3. Doğu Pontidler'deki magmatik faaliyetler karakteristik özellikleriyle göz önünde tutulursa, Karboniferden sonra Malmden önceki süreçte, Gümüşhane graniti gibi, ancak Permiyende meydana gelmiş olabilir.

Saraycık plütunu, araştırma bölgemizin KD köşesinde yaklaşık 12 km² lik bir alanda yüzeyler. Oldukça aşınmış, üzeri düzleşmiş ve ileri derecede arenalaşmıştır. Bu durum sınırlarının belirlenmesini ve örnek alınmasını hayli güçleştirmektedir.

Taze yüzeylerde orta büyüklükte taneli, yer yer iri kristalli doku görülür. Genelde açık renkli olan masifte birkaç cm den birkaç dm ye kadar uzun eksenli elips veya mercek biçimli ksenolitler dikkati çeker. Masifin güneyinde D-B doğrultusunda yapılan sistematik

incelemede, fazla homojen karakterde olmadığı, granit, monzonit, granodiyorit arasında değişim gösterdiği ve örneklerin çoğunluğunun monzonit veya kuvarslı monzonit olduğu saptanmıştır. Haşiyeye köyü yakınındaki örnekler, farklı taneli, monzonitik dokulu kuvars monzonit olarak belirlenmişlerdir. İnce kesitlerinde kuvars bol miktarda ve çatlaklı, bazen iri kristallidir. Plâjiyoklazlar çoğunlukla zonlu yapıda olup, alkali feldispatlar ortozdurlar. Başkaca, kısmen opaklaşmış biyotit ve oldukça bol sfen vardır. Amfibol bazı örneklerde hiç yok, bazılarında da çok az bulunmaktadır. Bu noktanın yaklaşık 500 m doğusundan alınan örnekler monzonit olarak saptanmıştır. Bunların çok kırıklı, çatlakların bol opak dolgulu olduğu göze çarpmaktadır. Masifin iç kısımlarına doğru, Saraycık köyü KB sından alınan örnekler ise bol ortozlu tipik bir granittir.

Mesozoyik yaşlı kayalar

Mesozoyik yaşlı formasyonlar, Pulur metamorfik masifi üzerine diskordan olarak gelirler. Bazı bölgelerde açılı, bazı bölgelerde açışız uyumsuzluk gözlenmiştir. Bu kayalar serileri genelde Pulur masifinin uzanım doğrultusuna yaklaşık paralel şekilde yayılım gösterirler. Yaşlıdan gence doğru aşağıdaki formasyonlar belirlenmiştir :

Aggi formasyonu

En iyi olarak Aggi köyü civarında görülen bu formasyonu silis çimentolu ve birbirine geçişli konglomera-kumtaşı-kuvarsit, silttaşı ve arkozlar oluşturur. Paleozoyik yaşlı Pulur masifi üzerine 120 metreye kadar değişen kalınlıkta, diskordan olarak gelirler. Tahsini köyünün 1 km kadar kuzeyinde yol yarmasında 8-10 metreye kadar incelik. Formasyonun esasım oluşturan konglomera-kumtaşı-kuvarsit seviyesi, gri, bazen pembemsi renklerde, orta kalın tabakalı, silis çimentolu ve birbirine geçişlidir. Çakılların çoğunluğu renksiz, beyaz, pembe gibi açık renkli kuvarstan veya Pulur metamorfitlerinden oluşur. Tane boyutları 0.5-5 mm arasında değişmektedir. Bu üyenin karakteristik bir kesitinde bahis konusu çakılın % 65 inin kuvars, % 30 unun kavaç kırıntıları ve % 5 inin de feldispat bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kuvarsların basınca maruz kaldıkları, çoğunluğu silis olan çimento içinde bir mik-

PULUR MASİFİ (BAYBURT) DOĞU KESİMİNİN JEOLJİSİ

tar feldispat ve mika pullarının bulunduğu, çatlaklar boyunca limonit getirimi görülmektedir.

Arkozlar ve arkozik silttaşları, daha ziyade bej, pembemsi, kırmızımsı renklerde, ince taneli ve içerdikleri mika pulcukları ile dikkati çekerler. Tabaka kalınlıkları inceden kalına kadar değişmektedir. Yer yer konglomera ve kumtaşları ile birlikte değişimli seviyeler halinde bulunurlar. İnce kesitlerinde, tanelerin çoğunluğunu alkali feldispat ve kuvars kristallerinin teşkil ettikleri görülür. Daha az olarak mika ve opak mineraller refakat ederler. Çimento killi ve silislidir.

Aggi formasyonu içinde yer yer, çok zengin olmayan kömür oluşuklarına rastlanmıştır. Genci ve Pekesi köyleri (araştırma alanı dışında, GB da) civarında eski kömür ocaklarından alınan örnekler yaklaşık 5000 cal/kg ısı değerindedir. Arazi gözlemlerimiz, konglomera ve kumtaşları içinde köşeli parçalar halinde de rastlanan bu kömürlerin allokon olabileceği ihtimalini düşündürmektedir. Kumtaşlarından aldığımız örnekler içinde, *Trocholina multispira* Oberhauser, *Involutina* sp. (*gr. communis*); *Endothyranella* sp. fosilleri Burşuk* tarafından saptanarak, Aggi formasyonunun yaşının büyük olasılıkla Alt Liyas olduğu, fakat bu fosillerin Üst Triyasta da bulunabildikleri belirtilmiştir. Bu durumda daha ayrıntılı bulguların eldesine kadar Aggi formasyonunun yaşının Alt Liyas kabul edilmesi uygun olacaktır.

Volcano-tortul seri

Liyas yaşlı Aggi formasyonu üzerine uyumlu olarak gelirler. İlk kez Ağar (1977), sonra Altıparmak ve diğerleri (1982) ile Korkmaz ve diğerleri (1984) tarafından Hamurkesen formasyonu olarak adlandırılmıştır. Tüf, tüfit, aglomera, kumtaşı, silttaşı, intrasparit gibi üyelerden meydana gelen formasyon, Pulur masifinin kuzeyinde ve güneyinde, masife yaklaşık paralel olarak yüzeylemektedir. Keleverek, Cilara, Hakih, Sisne, Güneşli, Karayaşmak, Demirözü, Eymür, Tahsini, öksürük, Hanzar, Lori köylerini içine alarak 100 km² den fazla bir alanı kaplar. Kalınlığı, aşınma durumuna göre

0-1500 m arasında değişmekte ve bazı yörelerde daire, andezit, diyabaz, bazalt gibi magmatik kayalarla kesilmiştir. Volcano-tortul serinin üyeleri, dikkati çeken özellikleriyle aşağıda kısaca incelenecektir.

Volkanik tüfler ve tüfitler.— Koyu gri, mavimsi, yeşilimsi, kahverengimsi renklerde, çoğunlukla ince tabakalar halinde ve formasyonun diğer üyeleri ile değişimli olarak bulunurlar. Daha çok afanitik ve taneli doku arz ederler. İnce kesitlerde kuvars (bol), feldispat, klorit, epidot, serisit mineralleri ile bir miktar opak madde bulunur. Bu minerallerin oranlarına göre kayacın rengi yukarıda belirtilen renklerden birini almaktadır. Örneklerde görülen çatlakların bazıları kalsit dolguludur. Matriks mikrolitik dokuda, az miktarda demir ve yer yer kalsit kriptokristalleri içermektedir.

Volkanik breş ve aglomeralar.— Volkanik breşler, gri, koyu gri, yeşilimsi renklerde, orta kalın tabakalı olup, tüfitler içinde ara seviyeler halinde bulunur. Güzel örnekler Hakih köyünün 1.2 km GB sında formasyon sınırı yakınında ve Demirözü'nün 2.5 km kadar GB sında (Küçük tepenin güney boynunda) rastlanmıştır. İnce kesitte, küçük taneli, sık dokulu oldukları, mineral ve kayaç kırıntılarının uzun eksenleri boyunca düzlemsel dizilimleri görülür. Fenokristal olarak gri renkte otomorf kuvarslarla, biyotit kristalleri ve ikincil klorit kristalleri bulunur. Yabancı kayaç kırıntıları genellikle 1 mm den küçük, nadiren 2-3 mm ye ulaşan boylarda ve çoğunlukla koyu renkdedirler. Bu kırıntıların büyük kısmını dasit ve andezitler oluştururlar. Matriks koyu renkli, demirli, yarı camsal-yarı mikrolitik dokudadır. Kuvars, plajiyoklaz (çoğunluğu albit) ve biyotit mikrolitleri ile bir miktar opak madde içerir. Bileşimi asitten bazıye kadar değişmektedir.

Agglomeralar genellikle gri ve mavimsi renklerde, kalın tabakalar halinde bulunurlar. Volkanik malzemenin büyük kısmını (yaklaşık % 80) oluşturan çakıllar Birkaç mm den 15 cm ye kadar değişen boyutlardadır. Bir kısmının küresel şekilliliği, uzun süre yuvarlandıklarını belirtir. Çakıllar; andezit, oosparit, biyomikrit, kumlu sparit olup, matriks ise limonitleşmiş sparittir.

Kumtaşları (litarenitler) ve kumlu intrasparitler.— Gri, koyu gri, bej renklerde olup, çoğunlukla orta boyutlu

* Doç. Dr. Aşkın Burşuk, KÜ Jeoloji Bölümü, Trabzon.

tanelidirler. Taneler genellikle köşelidir ve çoğunluğunu (% 60 kadar) kuvars teşkil eder. Daha az oranda kalsit, feldispat, yer yer yığılımlar halinde muskovit pulcukları ve pek az miktarda da limonit bulunur. Daha az olmakla beraber metamorfik kökenli kuvars çakıllarına da rastlanmaktadır. Çimento malzemesi silisli, kloritik veya kalsit olabilir.

Kumlu intrasparitler ise volkano-tortul seri içinde değişimli bulunurlar. Gri renkte, ince tabakalıdırlar. Bazen yaklaşık 50 metreye ulaşan seviyeler yaparlar. İnce kesitte, bol oranda kuvars kristalleri, volkanik kayalık kırıntıları ve intrasparit çimento içerdikleri saptanmıştır.

Hamurkesen formasyonu olarak adlandırılan volkano-tortul serinin yaşı Ketin (1951) tarafından Sine-muriyen, Ağar (1977) tarafından üst Sinemuriyen, Korkmaz ve diğerleri (1984) tarafından Liyas-Dogger olarak belirlenmiştir. Gerek çalışma alanımızda ve gerekse yakın çevresindeki volkano-tortul seriye ait birimlerden alınan örneklerde; *Vidalina martana* Far., *Involutina liassica* (Jones), *Trocholina granosa* Frentsen, *Fronicularia* sp., *Lingulinina tenera* Borneman fosilleri Erdoğan* tarafından tespit edilerek Liyas yaşı verilmiştir.

Hozbiryayla kireçtaşları

Bu formasyon, Demirözü-Köse yöresinde çalışan Ağar (1977) tarafından ilk kez bu isimle adlandırılmış olup, daha sonra Demirözü civarında çalışan Altıparmak ve diğerleri (1982) ile Korkmaz ve diğerleri (1984) tarafından aynen kullanılmıştır, inceleme alanımızın GD köşesinde 50 km²'nin üstünde bir yayılım gösterir. Ayrıca Pulur metamorfik masifinin kuzeyinde Güneşli köyü yakınındaki Şehit tepe, Gelintaş tepe, Çal tepe ile Demirözü'nün KB sındaki Kel tepe ve Çal tepesi oluşturur. Gri, mavimsi, bej, siyahımsı renklerde, genelde mikritik, yer yer kristalize, inceden orta kalınlığa kadar (10-100 cm) değişen tabakalı kireçtaşlarından oluşur. Kumlu seviyelerde renk, pembemsi olabilir. Alt seviyelerde oolitik özellikte olan ve üste doğru çört yumruları, bantları içeren bu mikritik kireçtaşları için-

de bazı marnlı ve kumlu ara seviyeler de bulunmaktadır. Genelde çok kıvrılmış olan kireçtaşları, bilhassa arazinin GD sında büyük antiklinal ve senklinal gibi tektonik yapılar oluşturmakta (Şek.2) ve Ammonidae fosilleri içermektedir. Hozbiryayla kireçtaşları, Hamurkesen formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Ketin (1951), Baykal (1952), Zankle (1962) ve Ağar bu formasyona üst Jura-Alt Kretase yaşını verdiklerinden, tabanda bir diskordansın varlığı gerekli olmaktadır. Demirözü'nün 2 km kadar KB sındaki kireçtaşlarının tabana yakın seviyelerinden üste doğru aldığımız sistematik numunelerde; *Trocholina conica* (Schwager), *Haurania* sp., *Klianina* sp., *Pseudocydammina* sp., *Ammobaculites* sp., Spirillinidae, *Pithonella ovalis* (Kaufmann), *Calcisphaerulidae*, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Crassicolaria* sp., *Globochaeta alpina* Lombard, *Saccocoma* sp. fosilleri Burşuk tarafından bulunarak, yaşı Dogger-Malm-Alt Kretase olarak belirlenmiştir. Pulur masifinin güneyinde, yaklaşık KDD-GBB doğrultusunda uzanan kireçtaşlarının farklı bölgelerinden uzanımına dik yönde sistematik alınan örneklerin paleontolojik incelenmesi, hem birbirleriyle hem de masifin kuzeyindeki Çal ve Kel tepedekilerle uyumlu sonuçlar vermiştir.

Sonuç olarak, Liyas yaşlı volkano-tortul seri üzerine 50-60 m kalınlıkta Dogger yaşlı kireçtaşları gelmekte ve Alt Kretase (Albiyen) sonuna kadar kesiksiz devam etmektedir. Daha üstte ise, aşağıda ele alınacak olan Otlukbeli melanji uyumlu olarak bulunmaktadır.

Otlukbeli olistostromal ofiyolitik melanji

Çalışma alanınının GD köşesinde Yollar tepeden Kızıtaş tepeye, oradan da Otlukbeli'ne doğru uzanan bu formasyon, en yaygın olarak Otlukbeli civarında görüldüğünden, Korkmaz ve Baki (1984) tarafından bu isimle adlandırılmıştır. Serpantinit, kireçtaşı, radyolarit çört, tuf ve kısmen ayrılmış bazalt, andezit gibi kayalardan oluşan karmaşık, genelde kireçtaşı ve andezitlerin dışında koyu renklidir.

Serpantinitler.— Yeşil, koyu yeşil, siyahımsı renklerde ve sert masif yapıdadırlar. İnce kesitte tipik kafes dokusu görülür. Malzeme çoğunlukla olivinden. İkinci derecede piroksenden oluşur. Hipersten türündeki piroksenler kloritleşmişlerdir. Sık bulunan opak mineraller

* Kemal Erdoğan, MTA Genel Müdürlüğü,
Paleontoloji Servisi, Ankara

kromit olup, ayrıca limonitleşme de görülür. Serpantin mineralleri antigorit ve bastit, orijinal kayaç ise lerzolit özelliği göstermektedir.

Bazaltlar.— Koyu gri, koyu kahve, siyah renklerde ve masif,yoğun özelliktedir.Bazıları camsıl,bazıları porfirik dokuludur. Camsıl dokuların ince kesitlerinde akıntı izleri fark edilmekte olup, içerdikleri iki değerli demir nedeniyle kahverengiye dönük renkler alırlar. Porfirik dokulu olanlar gayet yoğun, az oranda küçük boşluklu özellikte olup, 1 cm ye kadar büyüklükte piroksen kristalleri içerirler. İri piroksen kristallerinin çoğunluğunun köşeli olduğu ve kayacın bol olivin içerdiği dikkati çeker. Bazaltlarda serpantinleşme olayı yer yer ileri derecede gelişmiştir. Bu türdeki kayaçların bir kısmı ise diyabaz karakterinde olup, porfirik doku gösterirler. İri, bol feldispat ve piroksen fenokristalleri ile daha küçük boyutlu ve daha az orandaki kuvars fenokristalleri mikrolitik bir matriks içinde bulunurlar.

Kireçtaşları.— Gri, kovu gri, bej, kovu kırmızı-kahve ve siyahımsı renklerde ve genelde mikritik özelliktedirler. Tabaka kalınlıkları orta veva kalın,bol çatlaklı ve çatlaklar ince kalsit dolguludur. Kırık ve çatlak yüzeyleri boyunca limonitleşme meydana gelmiştir.

Radyolaritler.— Siyahımsı, koyu kahve-kırmızımsı renklerde ve çoğunlukla 5-10 cm kalınlıkta bantlar halinde bulunur. Bazen Kızıldaş tepede görüldüğü gibi radyolarit bantları 20-25 metrelik toplam kalınlıkta ve köşeli, stok biçiminde(onlarca metre boyutlu) yapı şekilleri meydana getirirler. Otlukbeli melanji içinde ayrıca değişik boyutlarda kireçtaşı, andezit, serpantin gibi kayaç blokları da bulunmaktadır. Bu kompleksin, Hozbiryayla kireçtaşları üzerine uyumlu geldiği görüşüne (Korkmaz ve Baki, 1984; Bektaş ve diğerleri, 1984) katılıyoruz. Melanjın kuzey sınırı boyunca uzanan büyükçe ters fay, gözlemlerimize göre stratigrafik durumu değiştirmemiştir. Buna mukabil güney sınırda bazı kesimlerde kısmen tektonik ve kısmen de farklı aşınma nedeniyle Hozbiryayla kireçtaşları melanjin -üzerindeymiş gibi görünmektedir. Melanji oluşturan birimlerden ve.matriksinden alınan ince kesitlerde (Burşuk tarafından) *Pithonella aralis* (Kaufmann), *Calcisphaerulidae* ve diğer *Incertaecedis* türlerine ait fosiller bulunarak, formasyonun yaşı Apsiyen-Albiyen olarak belirlenmiş-

tir. Bu durumda Otlukbeli melanji,büyük olasılıkla Kop ofiyolitlerine ait (Burşuk, 1979) malzemelerle oluşan ve Alt Kretase kireçtaşları üzerinde uyumlu yayılım gösteren melanj kompleksinin kuzeye doğru uzanan en uç parçasını teşkil etmektedir. Melanjın bölgede geniş yüzeylemeler vermeyişi, alttaki Hozbiryayla kireçtaşlarıyla birlikte çok kıvrımlanıp, büyük kısmının aşınmasıyla açıklanabilir.

Magmatik kayaçlar

Mesozoyik yaşlı olduklarını kabul ettiğimiz magmatik kayaçlar daha çok Liyas yaşlı volkano-tortul seri içinde ve bir miktar da Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler içinde görülür. Bunların radyoaktif yöntemle yaş tayinleri yapılmadığından, arazi gözlemleriyle izafi yaşlarının saptanmasına çalışılmıştır. Pluton türünde yalnız Haho granodiyoritine, volkaniklerden de andezit, dasit, bazalt, diyabaz gibi kayaçlara rastlanmıştır. Genelde tüfit, aglomera gibi kolay ayrışan kayaçlarla komşu olduklarından, formasyon sınırlarındaki tektonik yapı izlerini ve kontakt zonlarını incelemek çoğunlukla mümkün olmamıştır. Bu zorluklara rağmen, arazi gözlemleriyle dasit, andezit, bazalt, diyabaz ve ultramafik türdeki kayaçların volkano-tortul serileri kestikleri, kısmen onlarla eşyaşlı oldukları, özetle Liyas volkanizmasıyla hem volkanik kayaçların hem de volkano-tortul serinin birlikte olduğu sonucuna varılmıştır. Bu magmatik kayaçların belirgin özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Haho granodiyoriti.— Saraycık granitine göre daha sarp tpepler oluşturan Haho granodiyorit plütonunun kesin yaşı henüz belli değildir. Bu plütonun yamaçta uzanan doğu ve batı kontaktları ayrışmış malzemeye örtülü olduğu, güney kontakt kısmen bitki örtüsüyle kaplı Alevi dereden(muhtemel kırık hattı)geçtiği için tatminkâr gözlemler yapılamamıştır. Buna rağmen batolit çevresinde görülen fay ile kontakta yakın zonlarda metamorfizma ürünü muskovit, biyotit mineralleri ile kireçtaşlarında fark edilen termal metamorfizma izleri batolitin Malm kireç taşlarından sonra meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Gerek Doğu Pontidler'deki magmatik faaliyetlerin genel karakteri, gerekse Haho plütonunun litolojik ve mineralojik özelliklerinin Kretase yaşlı Rize masifine yakın benzerliği de bu savı doğrulamaktadır.

Çalışma alanımızın GD köşesinde yer alan Haho granodiyoriti, Haho köyünün yer aldığı Haho dereşi ile daha güneydeki Alevi dere arasında yaklaşık 20 km² lik bir yüzeyleme arz eder. Rengi, bilhassa içerdiği ortoklaz türüne göre pembeden griye, kadar değişir. Dokusu genelde faneritik olup, kuvarı ve mikası az bir granodiyorittir. Bazı örneklerde bileşiminin monzonite, bazılarında da granite yaklaştığı olur. Yer yer sık görülen ksenolit mercikleri çoğunlukla 5-10 cm boyunda, bazen 40 cm ye kadar yaklaşmaktadır. Lökokrat özellikteki Haho granodiyoritinin ince kesitlerinde bol miktarda albit türü plâjiyoklazlar, daha az oranda ortoz, yaklaşık % 8-10 oranında kuvars (küçük-orta boyutlu), çokça iri ve yeşil hornblend kristalleri, az oranda biyotitler görülür. Başkaca; ikincil minerallerden epidot, klorit, limonit, sfen az oranda bulunmaktadır. Alevi dereye masifle volkano-tortul kontaktındaki örnekte, ezilme izlerine rastlanmış ve muskovit, biyotit minerallerinin oluştuğu tespit edilmiştir.

Dasit ve andezitler.— Dasit, andezit türü kayalar bölgede en fazla rastlanan ekstruzyonlardır. Çoğunlukla ya büyük boyutlarda müşterek masifler, ya da haritalanamayacak ölçekte tekil mostralar halinde görülürler. Bunların çoğunluğu Hakih-Mandafar-Cenci-Hıgı köyleri arasındaki bölgede bulunmaktadır. Gerek sayısal ve gerekse yüzölçümü bakımından büyük çoğunluğu volkano-tortul seri içinde, geri kalanı ise metamorfik şistler içinde yer alırlar. Güneşli köyünün 1.5-2 km güneyinde ve yaklaşık D-B doğrultusunda uzanarak 2 km² kadar yüzeyleyen dasit-andezit kompleksi, Demirözü'nün 4 km kadar GB sında geniş yayılım gösteren dasit-andezitler, Hakih köyünün 2.5 km kadar güneyindeki birkaç yüz metre boyutlu mostra en önemli örnekleri oluştururlar. Çalışma alanı içindeki en ilginç örneği Karayaşmak köyünün 1 km kadar güneyinde yaklaşık 3 km⁰ lik bir alanda yüzeyleyen aplitik granitten bazalta kadar değişim gösteren stok teşkil eder. Burada dasit, andezit türü kayalar çoğunlukta olmasına rağmen, ilginç özelliği nedeniyle "Bazalt ve diyabazlar" alt bölümünde incelenecektir.

Andezitler— Gri, bej, yeşilimsi renklerde olup, çoğunlukla porfirik doku arz ederler. Fenokristal olarak feldispat, piroksen, amfibol ve az miktarda kuvars bulunmaktadır. Feldispatlar Ab₄An₆ bileşimli porfiroblast-

lardan, amfiboller iri ve kısmen ayrılmış-hornblendlerden ibarettir. Piroksenler de iri kristalli olup, bazıları kapanım şeklinde opak mineraller içerirler. Ayrıca çok oranda biyotit ve ojit de bulunmaktadır. Matriks; çubuksu şekilli küçük feldispat kristalleri ile az oranda kuvars, serisit ve kloritten meydana gelmiştir.

Dasitler.— Bej, sarımtırak, hatta açık kahvems renklerde ve porfirik dokuludurlar. Genelde çok kırıklıdırlar. İnce kesitlerinde fenokristal olarak oligoklaz-andezin bileşimli feldispat, orta boyutlu otomorf kuvars, kısmen ayrılmış hornblend, az oranda epidot görülür. Matriks, kriptokristalen dokudaki plajiyoklaz (çoğunluğu albit) ve kuvars kristalciklerinden oluşur.

Bazalt, diyabaz, doleritler.— Karayaşmak-Zarani köyleri arasında yaklaşık 3 km lik bir alanı kaplayan stok, bileşimi itibariyle büyük değişiklik gösteren heterojen özelliktedir. Aplitik granitten Hasit, andezit ve bazalta kadar giden bu değişim en iyi olarak KD-GB doğrultusunda görülmektedir. Başut tepenin (Karayaşmak köyünün 1.5 km KDD sında) 1 km güneyinde 1990 m kottundan alınan örnek diyabaz, bunun 300 m kadar batısından alınan numune aplitik granittir. Stokun orta kısmında, bilhassa tepe civarında andezit ve yer yer dasitler bulunur. Bunların özellikleri yukarıda anlatılanlardan farklı olmadığından, burada tekrarlanmayacaktır.

Stokun G ve GB sına doğru malzemenin bazikleştiği ve bazalt, diyabaz, dolerit, diyabaz-gabro arası kayaların ortaya çıktığı görülür. Bazaltlar; porfirik, mikrolitik dokuda ve siyah, koyu yeşilimsi renkdedir. İnce kesitlerde bazı örneklerin fenokristal ve bir miktar yabancı kayaç kırıntıları içerdikleri görülür. Plâjiyoklazlar ortalama 0.5 mm boyutlu, bol ikizli, kısmen ayrılmış ve kataklastiktir. Hamur, bol mikrolitli plajiyoklaz, bir miktar hornblend ve hematit içerir. Stokun GB yamacında çok ilginç olarak analsimli* bazaltlara rastlanmıştır. Analsimli bazalt Türkiye'de çok nadir bulunmakta olup, bundan önce Ataman (1976) tarafından Ankara civarında (Kalecik) rastlanmıştır. Analsim çoğunlukla sekonder olarak, çok seyrek de primer olarak meydana gelir. Bulduğumuz örneklerde ise analsim 4-5 mm büyüklükte, yeşil-koyu yeşil renkte, kayacın

* Analsim mineralinin tayini A. Van (KÜ Jeoloji Bölümü) tarafından X ışınlan difraksiyon yöntemiyle yapılmıştır.

hacimce yansına yakınıni teşkil eden primer kristaller halindedir. Analsimli bazaltlar magmanın Si bakımından fakir, alkalilerce zengin, yani alkalen karakterde olduğuna işaret ettiklerinden, plaka tektoniği açısından önemli olup, sonuçlar kısmında tekrar değinilecektir.

Diyabaz-gabro arası özellikteki kayaçlar, subofitik dokulu olup, bol oranda plajiyoklaz ve hornblend kristalleri içerirler. Kloritleşme ve kalsitleşmeden başka çatlaklarda bol miktarda opak dolgunun varlığı dikkati çeker. Diyabaz ve doleritler, yer yer küçük mostralarda halinde bulunurlar; Demirözü'nün 3 km güneyinde Çiçekli sırtında, Tahsini köyünün 1.5 km kuzeyinde yol kenarında, Guguluç tepenin güney yamacında, Saraycık köyünün 500 m kadar GD sında görüldüğü gibi. Ofitik, subofitik dokuda, damar veya nek halinde oluşmuşlardır. Plajiyoklazlar çoğunlukla labrador bileşiminde ve lata biçimindedirler. Bazı örneklerde görülen albitler, olasılıkla albitleşme olayı ile meydana gelmişlerdir. Başkaca ojit, hipersten halinde piroksen, biyotit, mikrolitik hornblend ve bazen ikincil kloritler görülür. Matris içinde bol miktarda klorit, ara boşluklarda kuvars ve manyetit bulunur.

Ultramafikler

Araştırma sahamızda, gözlemlerimize göre kırık zonları boyunca yükselen ultramafik karakterli magmatik malzemeden oluşmuş dünit, harzburgit türü kayaçlardır. Karayaşmak köyünün 2 km GB sında serpantinleşmiş harzburgit albitleşmiş (spilitik) bazik lavlar, Sisne-Mandafar köyleri ortasında Kale başı tepedeki harzburgitler, Zarani köyünün 1.7 km KD sında dere içinde (sol sahilin orta kısımlarında) bulunan dunitler en tipik örnekleri teşkil ederler. İnce kesitlerinde olivin, piroksen, serpantin, lizolit, antigorit minerallerinden başka çatlaklarda opak dolgular tespit edilmiştir. Bu türde belirlenen irili ufaklı mostralann ortak özelliklerinden biri, kink zonlarında meydana gelmiş olmaları ve yakın çevrelerinin de genellikle tektonikten etkilenmiş olmasıdır. Bu nedenle, kırıklar boyunca yükselen ultramafik karakterdeki magmatik malzemeden oluştuklarını ve zaman içinde serpantinleşme, albitleşme, kalsitleşme gibi olaylara maruz kaldıklarını kabul etmekteyiz.

Kontakt metamorfik mineral ve kayaçlar

Araştırma bölgemizde iki büyük pluton ile çoğunluğu andezit, dasit olan değişik büyüklükte volkanikler bulunmaktadır. Haho granodiyorit masifinin bir kısmı dışında kontaktların hepsi ya volkano-tortullarla, ya da metamorfik şistlerledir. Gerek volkano-tortullar ve gerekse metamorfik şistlerle kontaktlar fazla belirgin oluşmadığı gibi, bu tür kayaçların kolay ayrışmaları nedeniyle üstte biriken ayrık örtü malzemesi, kontakt zonlarının izlenmesini ya hayli güçleştirmekte veya tamamen engellemektedir. Bu nedenle yeterince kontakt zonunun incelenmesi mümkün olmamıştır. Belirlenen en ilginç örnekler; Demirözü'nün 3 km kadar güneyinde Çiçekli dere ve Kukuluç tepenin (Yukarı Sisne köyünün 2 km GB sında) 900 m kadar güneyinde Çuburluk deredeki skarn zonları, Zarani köyünün 1.6 km KD sında dere yatağındaki (sağ yamaçta) hornfelslerdir. Skarn zonlarında kalsit, muskovit, biyotit, grena, piroksen minerallerine rastlanmıştır. Aktinot hornfels olarak belirlediğimiz boynuztaşı, ince taneli dokuda olup, aktinot, tremolit, kalsit (bol miktarda), klorit, plajiyoklaz ve az oranda opak mineraller içermektedir.

MAGMATİZMA

Bölgede magmatik faaliyetlerden hem plütonizma, hem de volkanizma ürünü kayaçlar mevcuttur. Ayrıca yer yer damar kayaçlarına da rastlanmıştır. Bu kayaçlar hakkında jeokronolojik veriler olmadığı gibi, yaşı bilinen başka bir formasyonla da örtülü bulunmadıklarından, yaşlarını kesin saptamamız mümkün olmamıştır. Ancak kestikleri formasyonlara göre olabilecekleri en eski yaş sınırı belirlenip, muhtemel yaşlan gözlem ve karşılaştırmalarla irdelenmiştir.

Plütonizma

Saraycık ve Haho granitleri bölgedeki belli başlı plutonlardır. Magmatik kayaçlar bölümünde incelenen Saraycık granitinin yaşını irdelememize göre Permiyen olarak kabul etmekteyiz. Bu durumda Liyasdan önce monzonitik, yani asidik karakterdeki bir magma yükselerek Saraycık plutonunu oluşturmuştur. Masifin dokusu ve kristal boyutları göz önüne alınırsa, magmanın

yeryüzüne hayli yaklaştığı ve çok uzun sayılmayacak bir sürede katılaştığı söylenebilir.

Büyük kısmı granodiyoritik bileşimdeki Haho plütonunun gerek mineralojik, gerekse litolojik özellikleri Saraycık'tan çok Rize plütonuna benzemektedir. Malm kireçtaşlarını kestiğini ve bu nedenle Malmden daha genç olduğunu kabul ettiğimiz Haho granodiyoriti, yalnız Rize plütonuna benzediğinden değil, aynı zamanda Doğu Pontidler'in genel magmatik özelliklerinden (Ketin, 1983; özsayar ve diğerleri, 1981; Peccerillo ve diğerleri, 1975; Tokel, 1981, 1985) dolayı büyük olasılıkla Rize plütonu gibi Kretase yaşlıdır. Bu varsayımına göre Kretasede tekrar bir plütonizma meydana gelmiş ve granodiyoritik bir magma sığ denecek kadar sokularak Haho plütonunu oluşturmuştur.

Her iki masifte de bazik karakterli ayrışma ürünlerine rastlanmamıştır. Kökenleri ve diğer özellikleri hakkında ancak analiz sonuçları elde edildikten sonra yorum yapılabilecektir.

Volkanizma

Bölgedeki volkanik kayaların incelenmesinden elde edilen bulgulara göre Liyasda başlayan ve devam eden bir volkanizma meydana gelmiştir. Volkanotortul seri içinde yer alan farklı bileşimli volkaniklerin durumları, birden fazla volkanik evrenin olduğunu ve bu evrelerden en az birinde bazik karakterli bir magmanın ayrımlaşmasıyla aplitik granitten bazalta kadar değişen farklı karakterdeki kayaların oluştuğu düşünülmektedir. Karayaşmak köyü batısındaki kısmen serpanthinleşmiş harzburgit ve bazaltlarla aynı köyün güneyindeki analsimli bazaltların meydana gelişini bu şekilde açıklıyoruz.

METAMORFİZMA

Geniş ölçüde magmatik faaliyetlerin meydana geldiği çalışma alanındaki kayaların ve minerallerin değişimini kontakt ve bölgesel olarak ayrı ayrı ele almak gerekir.

Kontakt metamorfizma

Bölgede mevcut iki büyük plütonun ve çok sayı-

daki volkanik mostranın varlığı, ilk anda kontakt metamorfizma bakımından bol ve zengin zonların bulunacağı ihtimalini düşündürmektedir. Gerçekte ise litolojik ve morfolojik nedenlerle durum farklıdır. Şöyleki; -magmatik kayaların çoğunluğunun kontaktları metamorfik veya volkano-tortul serilerle olduğundan, örneğin kireçtaşı kontaktındaki gibi zengin mineral çeşitli belirgin ve geniş zonlar meydana gelmemektedir. Ayrıca böyle erozyon direnci zayıf kayalarla mevcut kontaktlar kısa sürede ayrıştıklarından, aynı malzeme ile üzeri örtülüp, kapanmaktadır. Buna ilâveten tektonik de durumu iyice karmaşıklaştırmaktadır. Yukarıdaki nedenlerle bölgede ancak birkaç metamorfik kontakt ancak kısmen incelenebilmiştir. Yapılan gözlemlere göre belirlenen aktinot-epidot-albit-klorit parajenezisi, hornblend-hornfels fasiyesine kadar çıkmakta olup, 1-2 kb lik basınç altında 400°-500° C arasında meydana gelmektedir (Carr, 1963).

Bölgesel metamorfizma

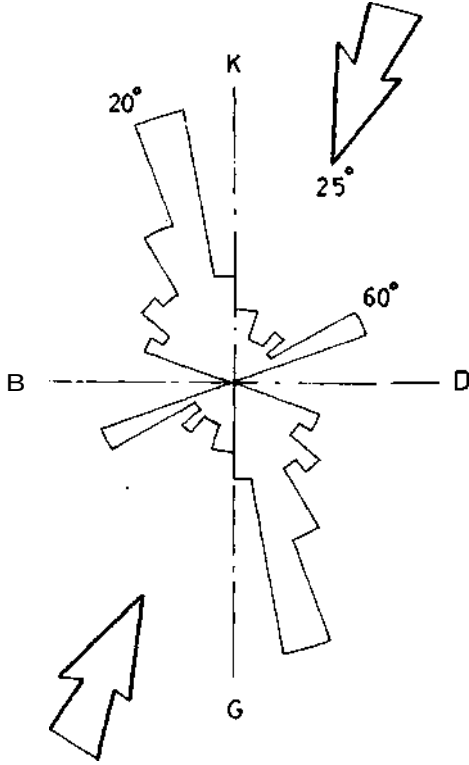
Bölgede belirlemiş olduğumuz metamorfik kayalar Barroviyen türü yüksek basınçlı bir metamorfizmanın varlığını ortaya koymaktadır. Yaygın olarak görülen yeşil şist fasiyesinin 400°C de başlayıp 550°C ye kadar devam ederek amfibolit fasiyesine geçtiği kabul edilmektedir. Arazi bulgularımızla saptanan en yüksek dereceli metamorfik kayaç amfibolit olduğuna göre, bölgede gelişen başkalaşım koşulları amfibolit fasiyesinin değerleri olacaktır. Bu sınır da 2-4 kb basınç altında 520° - 560°C olarak belirlenmiştir (Althaus ve Winkler, 1962; Winkler, 1967).

TEKTONİK

İnceleme alanımızda istatistiksel tektonik değerlendirmelere yetecek kadar ölçü alınabilecek üç formasyon mevcuttur: Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler, Liyas yaşlı volkano-tortul seri ve Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları. Bunların ilk ikisinde, mekanik dirençlerinin zayıflığı nedeniyle çabuk ayrıştıklarından, arzu edildiğince ölçüm yapılamamıştır.

Pulur masifini oluşturan metamorfikler, eksenini K70°-75°D olan bir antiklinal yapılar. Bu nedenle sistozite düzlemleri çoğunlukla antiklinal eksenini ile

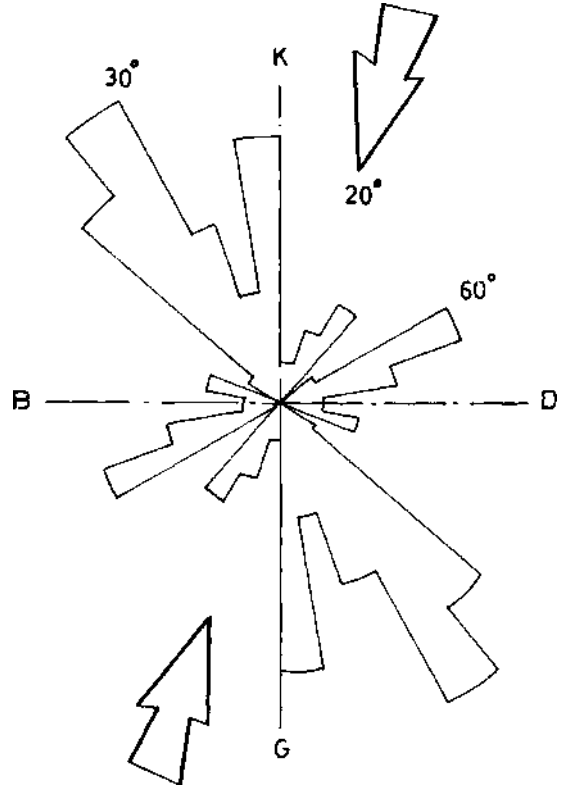
uyumlu doğrultuda uzanmaktadır. Eğimler ise, şistlerde tipik olan küçük kıvrımlanmalar nedeniyle değişmekle beraber, esas olarak kuzey ve güneye doğru 20° - 50° arasındadır. Bu formasyondan alınan ölçümlere göre iki kırık sistemi mevcuttur: $K60^{\circ}$ - 70° D doğrultusunda antiklinal eksenine paralel uzanan boyuna çatlaklar ile $K10^{\circ}$ - 20° B arasında uzanan enine çatlaklar. Şekil 4 te görüldüğü gibi enine çatlaklar diğerine göre dominnattır.



Şek.4— Metamorfik şistlerden alınan 100 kırık yüzeyi doğrultusuna ait gül diyagramı.

Liyas yaşlı volkano-tortul seriye ait tabakaların konumlan metamorfikler ile uyum içindedir. Kırık yüzeylerine ait gül diyagramı da metamorfik şistlerdeki benzerlik gösterir (Şek.5) Burada $K60^{\circ}$ - 70° D doğrultusunda zayıf bir çatlak sistemi ile $K25^{\circ}$ - 35° B arasında yoğunlaşan ikinci kırık sistemi gelişmiştir.

Dogger-Malm-Alt Kretase kireçtaşlarında yapılan ölçümler yine iki kırık sisteminin varlığını ortaya koymaktadır. Bu kez Şekil 6 da görüldüğü gibi birinci kırık sistemi $K25^{\circ}$ - 35° D doğrultuları arasında, ikinci sistem



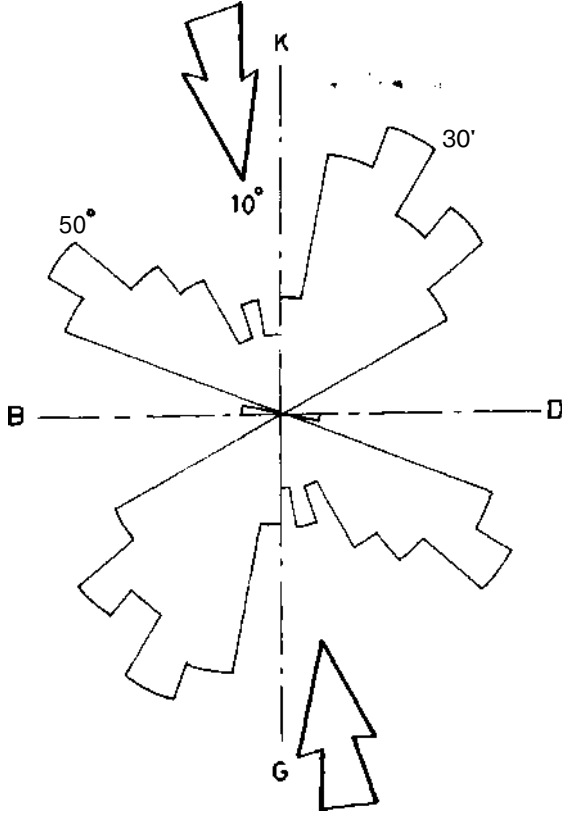
Şek.5— Volkano-tortul seriden alınan 130 kırık yüzeyi doğrultusuna ait gül diyagramı.

ise $K45^{\circ}$ - 55° B arasında yoğunluk kazanmaktadır. Her iki sistem eşdüzeyde gelişmiştir.

Bölgede meydana gelen yapıların Alpin orojeneziiyle oluştuğu ve yaklaşık K-G doğrultusunda bir kompresyonun etkideği bilinmektedir. Gül diyagramlarında belirtilen kırık sistemlerinin açığortay doğrultuları, kompresyon kuvvetlerinin yönünü gösterdiklerinden Şekil 4,5 ve 6 da oklarla söz konusu basınç kuvvetlerinin doğrultuları belirlenmiştir.

Permo-Karbonifer öncesi metamorfik şistlere ait kırık sistemlerinin açığortayı, yani deformasyonu oluşturan kuvvetlerin doğrultusu $K25^{\circ}$ D dur. Liyas yaşlı volkano-tortullarda bu değer $K20^{\circ}$ D ve Dogger-Malm-Alt Kretase kireçtaşlarında $K10^{\circ}$ B dir. Şu halde Permo-Karboniferden Liyasa kadar yaklaşık 5° lik, Liyasdan üst Kretaseye kadar 30° lik olmak üzere toplam 35° lik bir rotasyon saatin ters yönünde meydana gelmiştir. Rotasyonun miktarı tamamen çakışmamakla beraber,

bu durum Paleomanyetik verilerle de desteklenmektedir (Van der Voo, 1968; Orbay, 1979).



Şek.6— Dogger-Malm-Alt Kretase kireçtaşı serisinden alınan 150 kırık yüzeyi doğrultusuna ait gül diyagramı.

Bilhassa antiklinal ve senklinal gibi büyük ölçekli kıvrımların gelişmeleri de kompresyon kuvvetleriyle ilişkili olduğundan, kıvrım eksenleri genellikle kompresyon kuvvetlerine dik doğrultuda bulunurlar.

Gerek Pulur antiklinalinin, gerekse kuzeyinde ve güneyinde yaklaşık paralel uzanan büyük kıvrımların eksenlerine bakıldığında (Şek.2), çoğunlukla K70°-75°D doğrultularında uzandıkları ve Malm-Alt Kretase kireçtaşlarındaki kırıkları oluşturan tektonik mekanizmanın eseri olabilecekleri görülmektedir. Çalışma alanını yaklaşık K70°D doğrultusunda boydan boya kesen şariyajın oluşumu da Şekil 6 daki tektonik mekanizmayla açıklanabilir: Güneydeki blok yaklaşık G10°D yönünde kuzeydeki bloka yer yer çok belirgin şekilde sariye olmakta ve şariyajın genel uzanımı bu bindirme kuvvetine dik doğrultudadır. Mevcut bazı yerel sapsmalar veya küçük fayların doğrultularındaki uyumsuzluk-

lar, kuşkusuz kayaçların direnç anizotropileri nedeniyledir. Yeşil şistlerde ve volkano-tortullardaki kırık sistemlerinden ikisinin eş düzeyde gelişmeyip, birinin dominant olması da yine kayaçlardaki direnç anizotropisi nedeniyledir. Mohr-Coulomb kriterine göre oluşması beklenen kırık sistemlerinden birini yatan doğrultuda, gerilimleri kinksız boşaltabilecek (şistozite yüzeyleri, kaymaya uygun üst üste tabaka düzlemleri veya daha önce oluşmuş bir kırık sistemi gibi) yapı özellikleri varsa, bu kırık sistemi ya hiç oluşmaz veya zayıf oluşur (Tanyolu, 1980). Şekil 4 ve 5 te görülen tank sistemlerindeki farklı gelişme yukarıdaki gibi açıklanmaktadır.

PALEOJEOLJİK GELİŞİM

Pulur masifinde görünür tabanı oluşturan metamorfik şistlerin yaşı kesin olarak bilinmemekle beraber Permo-Karbonifer öncesi oluştuklarını, üzerlerine gelen Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşlarına dayanarak söyleyebiliyoruz. Buna göre Pulur masifi bölgesinde, Permo-Karbonifer öncesi fazla derin olmayan bir deniz bulunuyordu. Bu durumun Permo-Karboniferde de devam ettiğini Fusulinoidae'li kireçtaşları göstermektedir. Daha sonra yükselme sonucunda Liyasa kadar süren bir aşınma evresinin varlığını bölgede regresif serilerin bulunmayışı ve Liyasin diskordansla gelişinden anlıyoruz. Alt Liyasda bölgede çok sığ bir denizin varlığını ise Aggi konglomera ve kumtaşları belirlemektedir. Deniz tabanı Liyas ve Doggerde büyük bir değişikliğe uğramamış, ancak daha sonra Alt Kretase sonuna kadar yavaş yavaş fakat devamlı bir çökmeyle derinleşmiştir. Liyasda volkanik faaliyetlerin başlayıp, devam ettiğini volkano-tortul seriler ile onları kesen andezit, dasit, diyabaz, bazalt gibi ekstruzyonların oluşumu göstermektedir. Doggerde deniz henüz sığken kumlu ve oolitik özellikteki Hozbirikyayla kireçtaşlarının 50-60 m kalınlığındaki alt seviyeleri, Malmden itibaren Alt Kretaseye kadar derinleşen denizde çörtü ve mikritik özellikteki üst seviyeleri meydana gelmiştir. Alt Kretase sonuna doğru derin deniz özelliğini koruyan ortamda, olasılıkla Kop ofiyolitlerine ait malzemelerin gelmesiyle (Bektaş ve diğerleri, 1984), güneyden Otlukbeli'ne kadar uzanan melanaj oluşmuştur, üst Kretasede yaklaşık K-G doğrultusunda etkiyen kompresyon kuvvetleriyle bölgede büyük boyutlu kıvrımlanmalar, kırılanmalar

olmuş, eksenleri yaklaşık K70°D doğrultularında uzanan büyük senklinal ve antiklinaller meydana gelmişlerdir. Su üstüne yükselen kısımlar hemen, diğer kısımlar da zaman içinde yükseldikçe erozyona uğradıklarından bilhassa Otlukbeli melanji gibi üstte bulunan formasyonların bugüne ancak küçük parçaları kalabilmiştir.

SONUÇLAR

Pulur masifi doğu kesiminde ve yakın çevresinde, dar sınırlı olanaklarla yapılan bu incelemede varılan ilk sonuç, yalnız Pulur yöresinde değil, tüm Pontidler'de araştırılması gerekli pek çok sorunun halen mevcut olduğudur. Yukarıda açıklamaya çalıştığımız gerek arazi ve gerekse lâboratuvar incelemelerimizden çıkan veriler ile elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda özetlenmiştir.

1. Yaklaşık 430 km² lik inceleme alanının 1:25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır.

2. Paleozoyik yaşlı Pulur masifine ait on metamorfik ve bir magmatik kayaç birimi jeolojik ve petrografik özellikleriyle incelenmiştir.

3. Aggi formasyonunun yaşı, içerdiği fosillere göre Alt Liyas olarak kabul edilmekle beraber, bu fosillerin üst Triyasda da bulunabilecekleri ihtimali belirtilmiştir.

4. Liyas yaşlı volkano-tortul seriye ait beş birim ayrırtlanarak, jeolojik, petrografik ve paleontolojik özellikleriyle incelenmiştir. Ayrıca bu seriler ile iç içe bulunan ekstruzif kayaç ailelerinden beşi petrografik özellikleriyle tanımlanmış ve mümkün olanlar haritalanmıştır.

5. Karayaşmak köyü güneyinde, aplitik granitten bazalta kadar geniş bir arada değişim gösteren stokta "analsimit" denecek oranda iri ve bol analsim kristalleri içeren bazalt bulunmuştur. Türkiye'de nadir rastlanan bu kayaç, bölgedeki magmatizmanın alkalin karakterde olduğunun belirtisidir. Bu durumda Pulur masifinin Liyasda yay-ardı jeotektonik bir ortam olduğu görüşü desteklenmektedir.

6. Çaltepe ve Hozbirikyayla kireçtaşlarının tabandan itibaren 50-60 m kalınlıktaki zonunun yaşı

Dogger olarak saptanmıştır. Böylece Hozbirikyayla kireçtaşlarının Liyas volkano-tortullar üzerinde diskordansız bulunduğu ve Albiyen sonuna kadar kesiksiz devam ettiği ortaya çıkmıştır.

7. Hozbirikyayla kireçtaşları üzerinde uyumlu bulunan Otlukbeli olistostromal melanjinin olasılıkla Alt Kretase varsayılan yaşı, fosillerle Apsiyen-Albiyen olarak kesinlik kazanmıştır. Alt Kretase sonlarına doğru derince bir deniz hüviyetindeki Otlukbeli bölgesine, olasılıkla Kop ofiyolitlerine ait malzemelerin de gelmesiyle bu melanjin olduğu ve daha sonraki kıvrılma, aşınma işlemleri neticesinde ancak bugün görülebilen melanj dilimlerinin geriye kaldığını söyleyebiliriz.

8. Bölgede muhtemelen Permiyen intruzyonuyla Saraycık granit masifinin, Liyasdaki volkanik faaliyetlerle volkano-tortul serinin ve daha sonra Kretasedeki intruzyonla Haho granodiyoritinin oluştuğunu gösteren bulgular tespit edilmiştir.

9. Karayaşmak batısında yüzeyleyen ve önceki çalışmalarda serpantin denilen kayaçların, harzburgit ve spilitik bazik lavlardan meydana geldiği ve söz konusu malzemenin, masifin bulunduğu yerdeki kırık boyunca yukarı çıkarak zamanla büyük kısmının serpantinleştiği belirlenmiştir.

10. Bölgede saptanan genel özelliklerden biri de, ekonomik değerde mostralara rastlanmamakla beraber, limonitin yaygın olmasıdır. Birçok kayacın ince kesitinde görülen limonitleşmenin dışında, Yukarı Sisne-Yanbaksa köyleri ortasındaki örnekteki gibi limonit aflörmaları da mevcuttur. Oolitik özellikte, konsantrik dokulu bu limonitler silisiye olmuş ve deformasyon geçirmişlerdir.

11. Pulur metamorfik masifinde Barroviyen türü almandin-amfibolit fasiyesinde dinamotermal metamorfizma ile aktinot-epidot-tremolit-kalsit hornfels fasiyesinde kontakt metamorfizmanın varlığı saptanmıştır. Turner ve Verhoogen'in (1960) deneylerine dayanarak, dinamotermal metamorfizmanın 2-4 kb basınç altında ve 520°-560°C sıcaklıkta, kontakt metamorfizmanın ise 2 kb basınç altında, 400°-500°C sıcaklıkta gerçekleştiği (Winkler, 1967) kabul edilebilir.

12. Bölgede Alpin tektoniğinin izleri belirgin olarak görülmektedir. Metamorfik şistlerde ve volkanotortul seride yapılan ölçümlere ait gül diyagramlarında biri gelişmiş, diğeri zayıf iki kırık sisteminin olmasına, karşın, Malm-Alt Kretase kireçtaşlarında eş düzeyde iki kırık sistemi mevcuttur. Deformasyonu oluşturan kompresyon kuvvetinin doğrultusu Permo-Karbonifer yaşlı formasyonda K25°D, Malm-Alt Kretase yaşlı formasyonda K10°B olduğuna göre, bu süreçte deformasyon kuvvetlerinin doğrultusunda saat yönünün tersi istikametinde 35° kadar rotasyon meydana gelmiştir.

Gerek bölgeyi yaklaşık K70°D doğrultusunda kateden ters fay (şariyaj), gerekse eksenleri buna paralel uzanan Pulur antiklinali ile kuzey ve güneyindeki büyük kıvrımlar, Malm-Alt Kretasedeki kırık sistemlerinin oluşum mekanizmasıyla açıklanabilecek durumdadırlar (Şek.2 ve 6).

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın yapılması sırasında MTA Genel Müdürlüğü Bayburt Jeoloji Kampı olanaklarından yararlanılmıştır. 1984 yazında bize bu imkânı sağlayan MTA Jeoloji Dairesi Başkanı Burhan Korkmaz ile daha sonra aynı göreve atanan İbrahim Çakmak'a teşekkürlerimi arz ederim.

Kampta ve arazide ihtiyaç duyduğumuz her zaman yardımlarından ve müşaverelelerinden yararlandığımız değerli mektektaşlarımız Sadettin Korkmaz'a, İsmail Keskin'e ve Kemal Erdoğan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Paleontolojik tayinlerinin yanında kıymetli fikirleriyle de çalışmamızı destekleyen Doç.Dr.Aşkın Burşuk ile yararlı tartışmaları için Doç.Dr.Selçuk Tokel ve Yrd.Doç.Dr.Osman Bektaş'a da burada teşekkürü borç bilirim.

Yayma verildiği tarih, 29 Nisan 1986

DEĞİNİLEN BELGELER

- Adamia, S.H.A.; Lordkipanidze, M.B. ve Zakariadze, G.S., 1977, Evolution of active Continental margin as exemplified by the Alpin history of Caucasus: Tectonophysics, 40,183-199.
- Ağar, C., 1977, Demirözü ve Köse bölgesinin jeolojisi: KTÜ Doktora tezi.
- Ağralı, B.; Akyol, E. ve Konyalı, Y., 1965, Bayburt bölgesinde Dogger mevcudiyetinin paleontolojik yolla ispatı: MTA Derg., 65, 32-42, Ankara.
- Althaus, E. ve Winkler, H.G.F., 1962, Geochim.Cosmochim. Acta., 26, 145-180.
- Altıparmak, S.; Angılı, A. ve Can, A., 1982, Demirözü Permo-Karbonifer yaşlı birimlerin çökel ortamı ve taşkömürü oluşumları: MTA Rap., 298 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ataman, G., 1976, Ankara yöresinde yer alan analsimli magmatik kayalar: H.Ü. Yerbilimleri Derg., 2, 1,3-5.
- Baykal, F., 1952, Kelkit-Şiran bölgesinde jeolojik araştırmalar: MTA Rap., 2205 (yayımlanmamış), Ankara.
- Bektaş, O., 1981, Kuzey Anadolu fay zonunun Erzincan-Tanyeri bucağı yörelerindeki jeolojik özellikleri ve ofiyolit sorunları: KÜ Yerbilimleri Fak., 32.
- , 1982, Tanyeri ofiyolit karmaşığına ait trondjernerlerin paleotektonik konumu ve kökenleri: KÜ Yerbilimleri Derg., 2,39-51.
- , 1983, Kuzeydoğu Pontid magmatik yayındaki (I) tipi granitik kayalar ve jeotektonik konuları: TJK 37.Kurultayı bildiri özetleri, 49-50.
- , 1984, Doğu Pontidler'de Üst Kretase yaşlı şoşonitik volkanizma ve jeotektonik önemi: KÜ Jeoloji Derg., 3, 2,48-53.
- ; Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984, Doğu Pontid yay-gerisi havzasında manto yükselimi ve polijenetik ofiyolit olgusu: TJK 38.Kurultayı, Ketin Simpozyumu, 175-189.
- Buket, E., 1982, Erzincan-Refahiye ultramafik ve mafik kayalarının petrokimyasal karakterleri ve diğer oluşumlarla denetirilmesi: HÜ Yerbilimleri Derg., 9, 43-45.
- Blumenthal, M., 1945, Kelkit Dislokationn südlich Niksar und ihre tektonische Rolle: MTA Mecm., 2/34, Ankara.
- Burşuk, A., 1975, Bayburt yöresinin mikropaleontolojik ve stratigrafik irdelenmesi: KTÜ Doktora tezi.
- , 1979, Kop dağlarında ikinci zaman mikropaleontolojisi: KU Doçentlik tezi.

- Dewey, J.F.; Pitman, W.C.; Ryan, W.B.F. ve Bonnin J-, 1973, Plate tectonics and evolution of Alpine system: Geol. Soc.Am.Bull., 84, 3137-3180.
- Gattinger, T.E., 1962, 1:500 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası Trabzon paftası açıklaması: MTA Yayl., Ankara.
- Ketin, İ., 1951, Bayburt bölgesi jeolojisi: İÜ Fen Fak.Mecm., seri B, 16,2, 113-127.
- , 1983, Türkiye jeolojisine genel bir bakış: İTÜ Yayını.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984, Demirözü güneyinin stratigrafisi: JMO Bildiriler kitabı.
- Orbay, N., 1979, Paleomagnetism of the North Anatolian Fault Zone: Fac.Sci.Univ.d'Ist., 44, 23-39.
- Üzer, E., 1984, Bayburt yöresinin jeolojisi: KÜ Jeoloji Derg.,3, 1-2.
- Özsayar, T.; Pelin, S. ve Gedikoğlu, A., 1981, Doğu Pontidler'-de Kretase: KTÜ Yerbilimleri Derg., 1, 2, 65-114.
- Peccherillo, A. ve Taylor, S.R., 1975, Geochemistry of Upper Cretaceous vulcanite rocks from the Pontic chain, northern Turkey: Bull.Volc.Tome, 39/4, 1-13.
- Sestini, G. ve Canuti, P., 1968, Flysch facies in the Pontic mountains of Turkey: Bull.Soc.Geol.It., 87, 317-332.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1983, Türkiye'de Tetis'in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım: TJK Yerbilimleri özel dizisi, 1.
- Tanyolu, E., 1980, Tektonik deformasyonlarda direnç anizotropisi rolünün fiziksel deneylerle incelenmesi.
- Tokel, S., 1977, Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen yaşlı kalkalkalen andezitler ve jeotektonizma: TJK Bült., 20, 1, 49-54.
- , 1981, Plaka tektoniğinde magmatik yerleşimler ve jeokimya: Türkiye'den örnekler. Yeryuvarı ve İnsan, 6/3-4, 52-65.
- Turner, F.J. ve Verhoogen, J., 1960, igneous and metamorphic petrology.
- Van der Voo, R., 1968, Jurassic, Cretaceous and Eocene pole positions from Northeastern Turkey: Tectonophysics, 6(3), 251-269.
- Winkler, H.G.F., 1967, Die Genese der metamorphen Gesteine.
- Zankle, H., 1962, Gümüşhane-Kelkit bölgesi jeolojisi: MTA Rap., Ankara.