

Güneydoğu Türkiye'de Ofiyolit Yerleşmesi ve Toros Sütür Zonunun Evrimi *

ROBERT HALL Department of Geology, University College, University of London

ÖZ : Güneydoğu Toros dağlarının iç kesiminde Bitlis Masifi diye bilinen ve önceleri Permiyen öncesi yaşta olduğu düşünülen geniş bir metamorfik kaya alanı yer alır. Bitlis Masifi'nde bir ofiyolit melanji bulunur. Ayrıntılı haritalama, melanjin as bölümlendirilebileceğini ve bir iç yapının tanımlanabileceğini göstermiştir. Bu melanj içindeki geç Kretase yaşta birimlerden bazılarının metamorfik oluşu Alpin metamorfizmanın varlığını kanıtlar. Bitlis Masifinin, kuzeyde Pre-Permiyen metamorfik kayalarından, güneyde Alpin kayalardan oluşan, yüksek basınç-düşük sıcaklık metamorfizması geçirmiş yapısal bir bütün olduğunu ileri sürüyoruz.

Bitlis Masifi güneye doğru, yine güneye doğru Arap Ön Ülkesinin çökkel kayaları üzerine itilmiş olan ofiyolit-fliş karmaşığının üzerine itilmiştir. Ofiyolit-fliş karmaşığı burada üç kuşağa ayrılmıştır. Bunlardan biri, daha batıda güneydoğu Toroslar'da görülen ofiyolitli gravite kaymalarıyla denetlenen ofiyolitli yaban flışı kuşağıdır.

Güneydoğu Toroslar'ın bir kesiminin evrimi için burada sunulan geçici bir levha tektoniği modeli, ofiyolit yerleşmesini iki safhada göstermektedir. Ofiyolitli yaban flişinin yitilmeden, fakat yitilmenin son safhasıyla (Üst Kretase) ilgili yükselme nedeniyle hendek (trench) bölgesinden itilen hendek melanjlarını temsil ettiği düşünülmüştür. Metamorfik ofiyolit melanjinin, kıta çarpışmasının son safhası (Miyosen) sırasında yerleşen yitilmiş melanjin temsilcisi olduğu görüşündeyiz.

GİRİŞ

Ortadoğu, Alpin dağ zincirinde yaygın olarak yüzeylenen ofiyolit kayalarıyla iyi tanınır. Bu ofiyolit kayalarına yapısal durumları, yaşları, yerleşme mekanizmaları açısından baktığımızda bir çok sorun ortaya çıkar. Ayrıca bunlar çeşitli zamanlarda hem otokton, hem de allokton olarak ele alınmıştır (Gansser 1959, Ricou 1971). Levha tektoniğinin modern teorilerinin ışığında dağ kuşağı ofiyolit kayaları okyanusal litosferin parçaları olarak açıklanmaktadır. (Örneğin Dewey ve Bird 1971) ve bunların jeolojisinin yeniden araştırılması gerekmektedir. Ortadoğudaki (Kıbrıs, Hatay, Umman) tabakalı ofiyolit komplekslerinin durumuna özel bir önem verilmiştir. Çünkü bunlar iyi bir şekilde gözlenebilmekte ve özellikle bu günkü okyanusal litosfer yapısı modellerine açık bir şekilde benzemektedir. Bu karmaşık yapıcı (Constructional) levha kenarları işlemlerine ilişkin daha çok bilgiyi gerektirmektedir. Ancak ofiyolitli melanjlar Ortadoğu ofiyolit kuşaklarında çok daha özelliğlidirler. Jeolojileri ayrıntılı olarak çalışıldığı halde (Bailey ve Mc Callien, 1953) bunlar, son yıllarda tabakalı ofiyolitlere oranla ihmal edilmiştir. Bu bir şanssızlıktır. Çünkü ofiyolitli melanjların ayrıntılı çalışılması bozucu (destructive) levha kenarlarında oluşan işlemlerin iç yüzüne ışık tutabilir (Bu Hamilton, 1969; Haynes ve Mc Quillan, 1974 tarafından gösterilmiştir). Burada bir ofiyolitli melanjin jeolojisini ve Toros dağlarının

* R. Hall'un Geological Society of America Bulletin, July 1978, v. 87, 1078-1088 deki «Ophiolite emplacement and evolution of the Taurus suture zone, Southeastern Turkey» adlı yazısından ALİ DİNÇEL (MTA Jeoloji Dairesi) tarafından türkçeleştirilmiştir.



Şekil 1 : Güneydoğu Toros Dağlarının ana asbölümlerini ve Mutki alanının yerini gösteren genelleştirilmiş jeoloji haritası.

güneydoğusundaki ofiyolitli melanjin genel yapısını tartışacağım. Bu çalışmada Güneydoğu Toros dağlarındaki eski çalışmaları levha tektoniğinin modern teorilerinin ışığında yorumlamağa çalışacağım.

BÖLGESEL KONUM

Toros kıvrım kuşağı, Alpin - Himalaya dağ zincirinin Anadolu kesimini oluşturan iki ana kıvrım kuşağından güneyde olanıdır. Doğu Toros dağlarının iç kesiminde, Elazığ'dan Hakkari'ye kadar yaklaşık 300 km uzanan, kuzeyden güneye 40 km genişlikte olan ve Bitlis Masifi olarak bilinen bir metamorfik alan yer alır (şekil 1). Bu şekliyle doğuda İran'ın Zagros dağlarından gelen ve batıya doğru Malatya - Pötürge masifi olarak devam eden bir metamorfik kuşağın bir kısmı görünümündedir. Bu kuşak devamlı mostra vermez ve Bitlis masifi doğuda ve batıda Kretase ve Paleosen kayalarının altına dalan kemerli bir yapı (arched structure) görünümündedir (Altınlı 1966).

Bitlis masifinin metamorfik kayaları sistematik olarak çalışılmış ancak sınırlı bilgiler edinilmiştir. Yılmaz (1971) ve Boray (1973) esas olarak yeşilist ve amfibolit fasiyeslerinden bahsetmektedirler. Masifte fillit, kloritist, mikaşist, granatlı mikaşist, amfibolit, kuvarsit, mermer ve bu kayalara intrüzyon yapmış granitik kayalardan oluşan birimler saptanmıştır. Altınlı ve diğerleri (1964) derince erozyona uğramış vadilerde mostra veren bu metamorfik kayaların kalınlığını 1000 m den daha fazla olarak tahmin etmektedirler. Hiç fosil bulunmadığından bu metamorfitlerin yaşı henüz açıkça bilinmemektedirler. Bütün Türk çalışmacılar kayaların yaşını Permiyen öncesi

(Altınlı ve diğerleri, 1963, 1964) bazıları ise (Peyve, 1969) Prekambriyen olarak düşünmüşlerdir. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) bu kayalara bitişik Malatya - Pötürge Masifi'nin bir kısmını Toros öjeosenklinealinin daha derin kısımlarının temsilcisi olarak metamorfize olmuş Mesozoyik çökelleri şeklinde düşünmüşlerdir. Ketin'i (1966) izleyen Kamen - Kaye (1971) Bitlis Masifi'ni «Olasılı Erken Alpin» metamorfik kayalar olarak göstermiştir. Bazı metamorfik kaya alanlarının Ketin tarafından «Erken Alpin» veya «Orta Alpin» olarak kabul edilmekle beraber uzun ve karmaşık bir Mesozoyik öncesi tarihçeye sahip olduğu belirgindir (Van der Kaaden, 1971). Bitlis Masifi'nde Pre - Permiyen yaşlı olarak söylenebilecek bazı metamorfik kayaların bulunduğu yerler vardır. Tolun (1963) Bitlis Masifi'nde bazı yerlerde Permiyen mermerlerinin metamorfitlerin üzerine diskordan olarak geldiğini göstermiştir. Ancak metamorfitlerle mermerlerin dokanağı çoğun tektoniktir. Bundan başka Yılmaz (1971) Cacas bölgesindeki jeokronolojik çalışmasında bazı kayaların Paleozoyikte metamorfize olduğunu ve granitle kesildiğini saptamıştır. Buna göre bazıları Üst Prekambriyen veya Alt Paleozoyik'te çökelmiştir.

Bitlis Masifinin kuzey kenarı iyice görülememektedir. Çünkü diskordan olarak Neojen yaşlı ekstrüzif kayalar (bazalt, andezit, dolerit) ve çökel kayalarla örtülmüştür. Muş bölgesindeki Neojen yaşta gösel kireçtaşları, güneyde Bitlis Masifi doruklarındaki benzer kireçtaşlarından daha alçak kodlarda (700 m) bulduklarından (Altınlı 1966), kuzey sınır faylı düşünülmüştür.

Ternek (1953), daha doğudaki metamorfik ve Tersiyer kayaları arasındaki dokanağın bir bindirme

olduğunu, çünkü Gevaş yakınında metamorfik kayaların Üst Kretase ve Paleozoyik yaşlı kayaların üzerine geldiğini ve metamorfik kayaların kuzeye doğru açıkça bindirdiğini söylemiştir.

Güneye doğru Bitlis Masifi'nin kenarı tektoniktir. Bitlis Masifi'nin metamorfik kayaları Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından Elazığ gravite napı olarak nitelenen bir ofiyolit - fliš karmaşığı ile dokanak halindedir. Bu dokanak kuzeye dalımlı bir bindirme olarak tanımlanmıştır (Altınlı 1966). Ofiyolit - fliš karmaşığı kayaları esas olarak Üst Kretase - Paleosen yaşındadır. Fakat Üst Jura yaşlı parçalar da içermektedir (Altınlı ve diğerleri, 1963). Karmaşık Ofiyolit takımı kayaları (serpantin, bazalt ve radyolarit) ve flišten başka yer yer pembe kireçtaşları ve konglomeralar içerir.

Altınlı ve diğerleri (1964) bu karmaşığın üst kısmının yer yer Alplerin yaban flišine benzediklerini söylemişlerdir.

Bu kuşağın güneyinde ofiyolit - fliš karmaşığını kenar kıvrımları yapısal kuşağı ile dokanağa getiren ve ilkinde yaklaşık paralel olan ikinci bir tektonik hat vardır. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) bunu Maden - Bitlis tektonik hattı olarak adlandırmışlar ve 600 km uzunlukta, güneye doğru iç bükey olduğunu söylemişlerdir. Diğer çalışmacılar (İlhan, 1967) bunu bir bindirme olarak tanımladıkları halde onlar hattı bölgesel bir kayma yüzeyinin mostrası olarak düşünmüşlerdir. Yüzey hemen hemen yatay veya hafifçe kuzeye eğimlidir. Bu yüzeyin hemen altında yeralan Miyosen şeylleri tektonizmadan az etkilenmiş olmalarına rağmen, üstteki allokton karmaşık çok fazla tektoniktir. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) ye göre allokton karmaşık, Miyosen şeyllerinin gözlendiği Maden bölgesinde güneye doğru en az 15 km lik bir yerdeğiştirmeye uğramıştır. Bu yer değiştirme kayma yüzeyi üzerinde doğuya doğru artar.

Kenar Kıvrımları Yapısal Kuşağı, önülke tipi kıvrımlanma ve ters faylanmadan etkilenmiş bir çökel kayalar bölgesidir. Bu bölgenin güneyi Arap platformunun alt-üst olmamış şelf sıralanımına yaklaşarak, küçük kesintilerle Alt Paleozoyik'ten Miyosen'e kadar izlenebilen hemen hemen devamlı bir stratigrafik sıralanımdır (Temple ve Terry, 1962). Paleozoyik olası Prekambriyen yaşlı volkanik ve klastik çökel serileri üstüne gelen silttaşı, şeyl ve kumtaşlarından ibarettir. Mesozoyik sıralanımında başlıca karbonat kayaları, daha az olarak ta evaporitler ve klastik kayalar egemendir. Bu bölgede sıralanım Miyosen yaşlı kayalara kadar sadece küçük kesintilerle devam eder. Fakat kenar kıvrımları yapısal kuşağında sıralanım Besni ve Kevan gravite kaymaları ile kesilir. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) nin kısmen ters fay dilimleri ve kısmen de olistostromlar olarak düşündükleri bu gravite kaymaları Jura'dan Üst Kretase'ye kadar yaşta fosiller içerirler ve ofiyolit takımı kayaları, kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı ve alacalı şeyl içeren kaotik toplanma-

lardır. Bunlar Üst Kretase'de şelf sıralanımı üzerine binen Toros öjeosenkinal sıralanımının temsilcisi olarak düşünülmüşlerdir ve şelf çökel kayalarının çeşitli ve çok kesintili bir sıralanımı ile örtülmüşlerdir.

Rigo de Righi ve Cortesini (1964) jeosenkinal teorisi terimleriyle bölgesel jeolojiyi açıklamışlardır. Fakat son yıllarda ofiyolit - fliš karmaşığı Tethys sütününün bir yüzeylenmesi olarak açıklanmıştır. (Smith 1971; Dewey ve diğerleri 1973) ve Bitlis Masifi de üzerlenen Anadolu kıta parçasının kristalin temeli olarak yorumlanmıştır (Peyve 1969). Bu çalışma Bitlis Masifi'nin iç yapısına ve güneye doğru uzanan Mesozoyik ve Tersiyer kayalarıyla olan ilişkisine değin daha çok şey bulabilme amacıyla yapılmıştır.

OFİYOLİT MELANJİ

Bitlis Masifi'yle ilgili araştırma çalışmaları Mutki köyü yakınında esas olarak ofiyolit kayalarından ibaret bir tektonik melanjın varlığını ortaya koymuştur (Hall ve Mason, 1972). Daha sonraki bir detaylı çalışma (Hall 1974) bu melanjın petrolojisi ve yapısal ilişkileri üzerinedir. Yapısal olarak melanjın üstüne ve kuzeyine bir metasediment ve metabazik kayalar dizisi ve bunlarla eş metamorfik granit intrüzyonundan oluşan Bitlis Masifi metamorfik kayaları gelmektedir. Bu kayaların petrografik ve jeokimyasal incelenmesi bunların Epidot - Amfibolit fasiyesinden Amfibolit fasiyesine kadar rejyonel metamorfizma geçirdiklerini, daha sonra da çok sayıda postmetamorfik mafik dayklarla kesildiklerini gösterir. Bu kayaların yaşları için Mutki bölgesinde detaylı bir kanıt yoktur. Fakat yapısal belirtiler bunların Bitlis ve Cacas bölgesindekilerle olan benzerliğinden dolayı Pre - Alpin olduklarını (Boray, 1973 ve Yılmaz, 1971), metamorfizmanın Pre - Permian yaşta olmasının kuvvetle olası olduğunu gösterir. Melanj ile Pre - Permian kayalarının dokanağı kuzeye doğru düşük açılı eğime sahiptir ve biniklik (Imbrication) zonu görünümündedir. Milonitler yer yer biniklik zonu ile ilgili hareket düzlemleri boyunca gelişmişlerdir.

Melanj çok değişik kaya türleri kapsar. Bunlar ultramafik kayalar ve onlarla ilgili kromitler, kalsiyumca zengin metasomatik kayalar, metagabrolar, amfibolitler, metabazaltlar, radyolaritler ve çok çeşitli çökel kayalardır. Hiç yastık lav gözlenmemiş olmasına rağmen ofiyolitik karakter barizdir ve mafik ve ultramafik kayalar melanj alanı mostralarının hemen hemen % 90'ını teşkil ederler. Matriks gereci ve içerdiği çeşitli kaya blokları genellikle çok karmaşıktır. Her bir litoloji birimini tek başına haritalamak pratik değildir. Fakat melanjdaki haritalamanın esas birimleri olarak kullandığım bir çok değişik tipteki kaya topluluklarını ayırtlayabildim (Hall, 1973). Bu haritalanabilir birimler deneme ile saptanmıştır. Bunlar melanjda baştan başa bulunan matriks ve blokların litolojisi ile ilgilidir, Hsü (1968) in melanj birimlerine veya tekto - stratigrafik birim-

lerine uymaktadır. Melanjın haritalamasında beş kaya birliği ayırtlanmıştır.

Kaya Birlikleri

Serpantinit Birliği : İç yapısı tektonik melanj niteliğindedir. Şistleşmiş serpentinit matris içinde masif serpentinit, pikritik gabro, metagabro, foliasyonsuz amfibolit, kalsiyumca zengin metamorfik kayaların (Rodingitler) blokları yer almaktadır. Detaylı petrografik ve jeokimyasal çalışmalar yönlenmesiz dokulu amfibolitlerin, metagabroların rekrystalize eşdeğerleri olduğunu, ayrıca bu rekrystalizasyonun blokların ultramafik matris dahil olmadan önce gerçekleştiğini göstermiştir. Bu rekrystalizasyonun oluşum zamanının kanıtı dolaylıdır ve mafik blokların çoğunun dokusal dengeye ulaşmamasına dayandırılmıştır. Pek çok küçük (10 m den küçük) blok hâlâ magmatik mineraller (piroksen ve plajiyoklas) kapsamaktadır. Halbuki daha büyük (100 m den büyük) blokların çoğunun tamamen rekrystalize amfibolitlerden oluştuğu görülmektedir. Eğer bloklar ultramafik kayalara katılırken metamorfize olmuş olsalardı daha küçük bloklar dokusal dengeyi sağlamakta daha başarılı olacaklar, buna karşılık büyük blokların çekirdekleri daha çok dengesiz doku göstereceklerdi. Oysa bunun tam tersi söz konusudur ve blokların metamorfizmadan sonra parçalanmış olduklarını gösterecek hiçbir belirti yoktur. Bu gözlemlerin akla en yakın açıklaması gabro bloklarının ultramafik kayalara katılmadan önce amfibolitleşmeye uğramış olmalarıdır. Bunu izleyen ultramafitlerin serpentinitleşmesi, bütün tektonik blokları etkileyen kalsiyum metasomatizmasına katılmış ve kalsiyumca zengin reaksiyon zonlarının oluşmasına neden olmuştur.

Tektonik bloklar şekil ve boyut olarak değişkenlerdir. 300 m den büyük köşeli bloklardan 0,5 m lik köşeli parçacık ve dilimlere kadar boy konağı gözlenir. Tektonik blokların en belirgin özelliklerinden biri de çeşitli fosilli mermerleri bulundurmasıdır. Mermer, 20 cm ye kadar köşeli, kırıntılı serpentinit ve krom spinel parçaları ve Orbitoid fosilleri içerir. Bu fosil toplulukları Meriç (1973) tarafından Üst Maestrichtiyen olarak tanımlanmışlardır. Fakat serpentinit birlikleri sadece kendi içlerinde birer melanj değildir. Aynı zamanda yeşilist birliklerinin birkaç km ye kadar büyük olabilen çok büyük bloklarının matrisi durumundadır.

Yeşilist Birliği : Bu birlik rejonel metamorfizmaya uğramış ve tamamen veya kısmen glokofanlı yeşilist geçiş fasiyesinde rekrystalizasyona uğramış bazaltlar ve radyolaritlerden ibarettir (Winkler 1967). Yastık yapıları yoktur. Fakat magmatik dokular ve genellikle zayıf bir foliasyona sahip magmatik piroksenler korunmuştur. Yersel olarak foliasyon gelişmiştir ve bazaltlar yeşilistlere (hornblend + albit + klorit + kuvars + sfen + opaklar ± kalsit ± epidot ± biyotit) veya sodik amfibollu yeşilistlere (krossit + albit + fengit + klorit + kuvars + sfen + opaklar ± kalsit ± epidot) dönüşlerdir.

Şistlerde sodik amfibol gelişmesi tüm kaya - demir oksit oranlarına bağlı olarak görülür. Ernst ve diğerleri (1970) Sanbagawa bölgesindeki benzer kayalarda buna değinmişlerdir. Tüm kaya analizleri yeşilist birliği kayalarının; radyolaritlerle beraber muhtemelen okyanüs kökenli, alkali tipteki mafik ve volkanik kayaların bir temsilcisi olduğunu göstermiştir.

Çörtler, radiolarianın tanınabilmesi için çok fazla rekrystalizedir. Fakat Boray (1973) 20 km doğuda Bitlis bölgesinde yeşilist birliği ile korele edilebilen bir bindirme zonundaki sodik amfibollu metabazaltlarla ilişkili benzer çörtleri tanımlamıştır. Bu çörtlerdeki radiolaria, Dictyomitra olarak ve Üst Kretase yaşıyla verilmiştir. Böylece hiç olmazsa çörtler ve onlarla ilişkili yeşilist birliğinin metabazaltları için bir Üst Kretase yaşı önerilebilir.

Kromit Birliği : Melanj içinde ayırtedilebilen bir kılavuz seviye halinde olduğundan ayrı bir kaya birliği olarak tanımlanmıştır. Tektonizmanın çok zayıf görünmesine ve melanj yerleşmesinden sonra gelişmiş olmasına karşın Serpantinit Birliği'nden bir tektonik dokanakla ayrılır. Kromit Birliği (20 m kadar uzunlukta) kromit kütleleri içerir. Bunlarla birleşik saf silisten saf karbonata kadar değişen oranlarda silis karbonat kayaları mevcuttur. Opak olmayan fazlardaki petrografi ve x ışını difraksiyonu çalışmaları ve krom spinelin kimyasal analizleri (R. Wood, 1974, sözlü görüşme) kromitlerin, Greenwood (1967) ve Bames ve diğerleri (1973) tarafından tartışıldığı gibi düşük sıcaklık CO₂ metasomatizmasına uğramış serpentinitler içine kökensel olarak dahil olduğu gösterir. Kayalardaki serpantin dokuları iyi korunmuştur. Bunlar tamamen magnetit, dolomit ve kuvars bileşimindedir. Yapısal kanıt CO₂ metamorfizmasının melanjın şimdiki durumda yerleşmesinden daha sonra olduğunu kanıtlar.

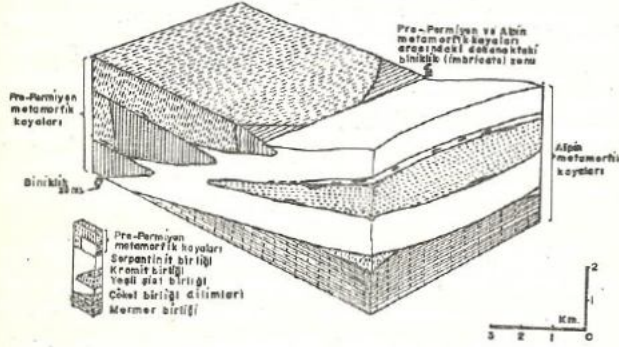
Çökel Birliği : Bu birlik fliš, çamurtaşları ve konglomeraları içerir. Hepsi serpentinit ve yeşilist birlikleri arasındaki bindirme dokanağı boyunca ince dilimler halindedir. Böylece yapısal durumları nedeniyle çökel birliğinin kayaları, haritalamada arazideki uzanımlarından daha çok önem kazanırlar.

Mermer Birliği : Çok kristalize ve fosilsiz, tali olarak klorit şistlerle beraber olan, saf beyaz mermer bloklarından ibarettir. Blokların boyu birkaç yüz metreden 1 km ye kadardır. Genellikle mermerler, melanjın içinde biraz daha küçük mermer blokları da bulunmasına rağmen, yapısal olarak melanjın altında gürülürler. Bu mermerler Bitlis'te baştanbaşa yüzeylenen saf beyaz mermerleri andırmaktadırlar ve Permiden yaşta olarak bilinmektedirler. Mutki bölgesinde hiç fosil kanıtı olmasına rağmen bu bölge için geçici olarak Permiden yaş kabul edilmiştir.

Yapı ve Metamorfizma

Kaya birliklerinin haritalanmasında melanjın içinde bir dizi yarı paralel ters fay dilimlerinin varlığı ortaya çıkar. Eksik verilerin birleştirilmesi ve

kalınlıkları değişen devamsız kütleler şeklindeki serpantininitin tektonik karakteristiği, yapının durumunu detaylı bir şekilde ortaya çıkarmada güçlükler yaratır. Fakat melanjlari serpantininit birliği ve diğer kaya birliklerinin, bu iki birliğin arasındaki dokanakları kısıtlayan bir kılıfı içine girmiş yeşilist birliğinin büyük blokları olarak yorumlayan görüş en akla yakın olanıdır (şekil 2).



Şekil 2 : Ofiyolit melanjinin üç boyutlu şekli ve Pre - Permian metamorfik kayaları ile dokanağının niteliği. Şekilde yapı çok basitleştirilmiş ve yerleşme sonrası faylanma ve röliyef dikkate alınmamıştır.

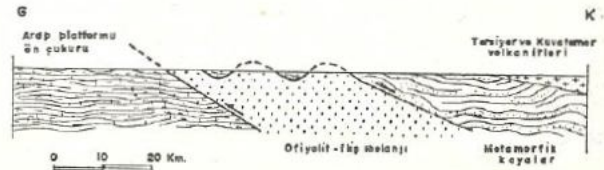
Yeşilist birliğinin metabazaltları ve onlarla birleşik çörtleri için olası Üst Kretase yaşı, melanj kayalarının bazılarını etkileyen bir Alpin metamorfik olayı tanımlar. Pre - Permian kayalardaki mineral bileşimlerinin ve mineral parajenezlerinin araştırılması bunların Alpin olaylardan etkilenmediğini göstermiştir. Bu kanıt melanjda Pre - Permian metamorfik kayalarının yokluğu ile beraber, Alpin metamorfizması ve deformasyonunun melanjin bu günkü durumu olan yüksek kabuksal düzeyden uzaklarda oluştuğunu kanıtlar. Bu metamorfizma ve deformasyon düşük ısı ve yüksek akışkan basıncı ($T \approx 350^{\circ}\text{C}$, $P \approx P_{\text{H}_2\text{O}} \sim 4,5 \text{ Kb}$) koşulları altında olmuştur. Serpantininit melanjin iç organizasyonu esnasında bir çok iç makaslama yüzeyleri boyunca olası bir batmayla yağlayıcı bir akışkan gibi hareket etmiştir. Pre - Permian ve Alpin Metamorfik kayaların bir araya gelmesi olasılıkla bu organizasyon bittikten sonra olmuştur. Çünkü bunlar arasındaki dokanakta yer alan binik zon melanj içindeki esas binme dilimlerinin dalmına obliktir. Sıralanma Pre - Permian kayalarındaki yersel milonit ve kataklastik formasyonlar ve melanj içindeki yersel serpantininit breşleri de katılmıştır.

MASİF VE OFİYOLİT - FLİŞ KARMAŞIĞININ YAPISI

Önceleri sadece Pre - Permian oldukları düşünülen Bitlis Masifi'nin bir bölgesindeki Pre - Permian ve Alpin metamorfik kayalarının keşfedilmesi Bitlis Masifi'ndeki Alpin metamorfik kayaların ve bunların diğer kayalarla olan yapısal ilişkilerinin oransal önemini bir sorun olarak ortaya çıkarmıştır. Bu sorunun gözden geçirilmesinde «Masif» ke-

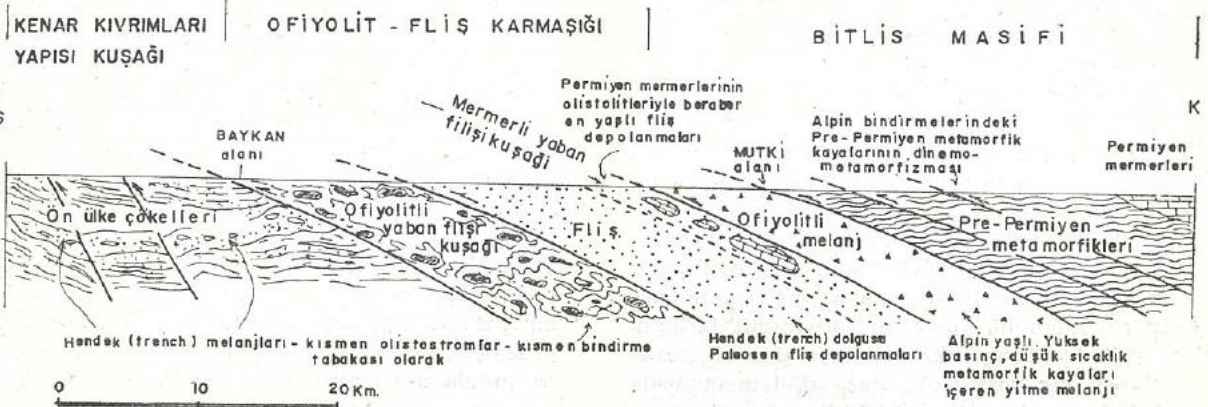
limesi hataya götürebilir. Çünkü birçok yazar için Bitlis Masifinin tek bir yapısal birim olduğu düşüncesi vardır. Birkaç ayrıcalıkla Rigo de Righi ve Cortesini, 1964) bu görüş Bitlis masifinin bütün metamorfik kayalarının aynı yaşta olduğu fikrinin yerleşmesine neden olmuştur (Altınlı, 1966; Ketin, 1966). Bu yorum, kişileri ofiyolit kayalarını ofiyolit - fliş karmaşığının bir parçası olduğunu düşünmeye ve tüm yapıyı bir tektonik pencere olarak yorumlamaya itmiştir (Peyve, 1969).

Peyve'nin enine kesitindeki Bitlis masifinin güneye doğru ofiyolit - fliş karmaşığı üzerine ters faylı olduğu biçimindeki genel yorumunun bölgede çalışan bütün jeologlarca kabul edildiği görülmektedir (şekil 3). Bu durumda Bitlis Masifi'nin güney dokanağı bir ters fay olarak kabul edilirken masifin doğuya ve batıya doğru aynı ofiyolit - fliş karmaşığı altına daldığı ileri sürülmektedir (Altınlı 1966). Eğer yapısal ilişkilerin doğru gözlemlendiğini varsayarsak Bitlis Masifi'nin tek bir yapısal oluşum olmayacağı açıktır. Çünkü güneydeki metamorfik kayalar yapısal olarak ofiyolit - fliş karmaşığının üzerindedir. Oysa doğuda ve batıda bunlar aynı karmaşığın altındadır. Bu sonuç metamorfik kayaların yapısal olarak ofiyolit - fliş karmaşığının hem üstünde hem de altında olabileceğini gösteren 1: 500.000 ölçekli jeoloji haritalarının (Altınlı ve diğerleri, 1963, 1964) incelemesiyle desteklenmiştir.



Şekil 3 : Bitlis Masifi, ofiyolit - fliş karmaşığı ve Arap önülkesinden geçen genelleştirilmiş enine kesit (Peyve, 1969 dan).

Bu büyük ölçekli yapısal ilişkilerin en iyi şekilde Bitlis masifinin ters faylarla ayrılmış çok sayıda ana dilimlerden oluştuğunu varsaymakla açıklanacağını sanıyorum. Bu görüş için yersel kanıtlar Bitlis (Boray, 1973) ve Mutki (Hall, 1974) sahalarının ayrıntılı çalışmaları ile sağlanmıştır. Fakat bu görüşü denemek ve Bitlis masifindeki Alpin metamorfik kayaların uzanımını denetlemek için Mutki bölgesinin güneyine Bitlis nehri boyunca araştırma çalışmaları ben ve R. Mason tarafından yürütülmüştür. Bitlis nehri, Bitlis masifini derince katederek takriben 50 km güney batıya doğru Bitlis'ten Baykan'a doğru devam eder. Nehir kuzeydeki Nemrut Kuvaterner volkanik kayalarından, güneydeki kenar kıvrımları yapısal kuşağına kadar sahadaki bütün ana yapısal birimleri keser. Bizim çalışmamız, Mutki güneyi çevresindeki Mutki melanji ve kenar kıvrımları kuşağının çökel sıralanımları arasında, fliş sıralanımındaki yabancı parçalar dışında hiçbir Pre - Alpin yaşta metamorfik kaya bulunmadığını göstermiştir. Çalışma ayrıca yapısal olarak Mutki melanji ve ke-



Şekil 4 : Mutki ve Baykan arasında Bitlis vadisinde tanımlanmış Bitlis Masifi ve ofiyolit - fliş karmaşığının ana yapısal bölümleri.

nar kıvrımları kuşağı arasında yer alan ofiyolit - fliş karmaşığının üç kısma ayrılabilirliğini göstermiştir (şekil 4). İki yaban flişi bölgesi kalın, genellikle fosilsiz, monoton sıralanmış, kıvrımlı fliş tarafından ayrılmıştır. Yapısal sıralanmada, üst yaban flişi bölgesi doğrudan doğruya Mutki melanji altındadır. Bu çok sayıda büyük (bazıları en az 1 km ende, diğerleri muhtemelen daha büyük) Permiyen mermer blokları ve daha küçük metamorfik ve mermer çakılları içeren fliş matriksten ibarettir. Permiyen mermerleri önceleri flişteki tektonik ardalanmalar olarak düşünülmüştür (Altınlı ve diğerleri, 1964).

Arazi ilişkilerini açıklamak için bunlardan bazılarının Permiyen değil Tersiyer yaşta oldukları ileri sürülmüştür (P. Ibbotson ve diğerleri, MTA yayınlamamış rapor). Ancak mermer blokların daha önce var olan Permiyen yaşta yüzleklerden derlenerek fliş sıralanımına olistolitler olarak katıldığını düşünüyorum. Sonraki tektonizma tektonik inklüzyonlara benzeyen sonuçlar doğurmuştur.

Yapısal olarak bu yaban flişinin altında kalın, kıvrımlı fliş sıralanımı vardır. Bunun da altında ikinci bir yaban flişi kuşağı bulunur. Bu kuşak, mermer bloklu yaban flişinden farklıdır. Çünkü yüksek oranda ofiyolit kayaları içerir. Buradaki mermer bloklarının sedimenterden çok tektonik bir mekanizmayla birleştikleri görülmektedir. Böylece bu ofiyolitik yaban flişinin bir üst yaban flişi kuşağının tekrarlanması olmadığı ortaya çıkmaktadır. Burada ofiyolitik yaban flişi kuşağının Rigo de Righi ve Cortesini (1964) nin Kevan gravite napının eşdeğeri olduğu ve ofiyolit olistostromlarının kök bölgesinin, Arap önülke sıralanımı üstüne yerleşmesinin temsilcisi olduğu önerilmektedir. Daha batıda kenar kıvrımları kuşağında görülen olistostromlar Baykan'ın güneyinde geniş Üst Tersiyer çökelleriyle örtülürler.

Araştırma çalışması Mutki melanjinin Alpin metamorfik kayalarının, yapısal olarak güneye doğru ofiyolit - fliş karmaşığının üzerine gelen dar bir dilim şeklinde olduğunu ortaya koymuştur (şekil 4).

Bunun nedeni aşağıda tartışılmıştır. Ben bu Alpin metamorfik kayaları üzerine yapısal olarak gelen Pre - Permiyen metamorfik kayalarının Bitlis masifinin pek çok yerinde mevcut olduğuna inanıyorum. Böylece Bitlis Masifini, ters fay dilimleri dizisi olarak düzenlenmiş, ters faylarla ayrılmış, Alpin tektonizmayla ilgili dinamik metamorfizmayla belirgin, Pre - Permiyen metamorfik kayalarının oluşturduğu bir kuzey bölgesi ile yüksek basınç düşük sıcaklık metamorfizmasına uğramış, Alpin metamorfik kayalarının oluşturduğu bir güney kuşağının bileşimi olarak öneriyorum. Bu öneri Bitlis Masifi'nde yine güney kenarında Kulp bölgesinde de saptanmış olan tek sodik amfibol oluşu ile desteklenmektedir (Van der Kaaden, 1966).

OFİYOLİT MELANJİNİN YORUMLANMASI

Oluşum

Melanj içindeki çört, metabazik ve ultramafik kayalar topluluğu ofiyolit topluluğu için geçerli olan tanımlamaya uyar (Dewey ve Bird 1971, Moores ve Vine 1971, Penrose arazi konferansı 1972). Şimdilerde ofiyolitlere sık sık orojenik kuşaklara tektonik olarak yerleşmiş okyanus kabuğu ve üst manto parçacıkları olarak bakılmaktadır (örneğin Vine ve Hess 1971; Dewey ve Bird 1971). Bu Mutki ofiyolitik melanjinin böyle bir parçacık olabileceğini düşündürür. Rejyonel jeolojik ortam buna uygundur; serpantiniter Alpin yaşta. Bunu teşkil eden serpantin mineralleri yüksek tektonize karakterdedir. Ayrıca bir dokanak metamorfizması olmaması, kromitlerin varlığı Alpin tip ultramafiklerle ortak özelliklerdir (Thayer, 1960; Wyllie, 1967). Bu ultramafitler genellikle kısmi erimeyle tüketilen üst manto dilimleri olarak kabul edilmektedir (Dietz 1963, Moores 1969, 1970, Maxwell 1970, Davies 1971). Greenbaum (1972, bu podiform tip kromit kütlelerinin, okyanus kabuğu - üst manto arası ara düzeyinde gelişmiş bir tabakalı sıralanımın ilksel özelliğinde olabileceğini söylemiştir. Yiten levha kenarlarının volkanik kayaları nor-

mal olarak bir toleyitik kökene (Engel ve diğerleri 1965, Miyashiro ve diğerleri 1970) ve karakteristik iz element kimyasına (Pearce ve Cann 1971, 1973) sahiptirler. Oysa Mutki bölgesinin metabazik kayaları alkali kökendir ve farklı bir izolement kimyasına sahiptir. Buna göre Mutki kayaları gerçek bir okyanus dibinden çok üst mantoyla örtülmüş bir volkan adası veya denizaltı volkanı örneğidir. Bu mafik magmatik kayaların kimyasal karakterini ve Alpin tip serpantinitle ve podiform kromitle bu tip bir kaya topluluğunun bir arada bulunmasını açıklar. Ayrıca, bunların ultramafiklerle bir araya gelmeden önce oluştuğu görünümünü sağlayan serpantin birliğindeki gabroik blokların rekristalizasyonuna ait gözlemi açıklayan bir yarı - okyanus dibi metamorfik olayın kabulü gerekir. Yeşil şist birliğindeki çörtlerin yaşı Üst Kretase'de masifin güneyine doğru uzanan orojenik bölgenin varlığını açıklar.

Rejyonal kanıt (aşağıdaki levha tektoniği modeline bakın) Üst Kretase'de oluşmuş bir yitme zonu fikrini oluşturur. Bir çok yazarlar, ofiyolit kayaları içeren kaotik toplanmalardan ibaret melanjların, yitim zonlarında levha kenarları altına taşınan okyanus tabanı olarak oluşturduklarını öne sürmüşlerdir (Hamilton, 1969; Hsü, 1971). Bu melanjlardaki deformasyonlar ayrılma, parçalanma karışımı niteliğindedirler. Bunlar üzerlenen levhanın ön kenarı üzerinde yitilen levhadan kazanarak oluşan materyaller olarak düşünülmüşlerdir. Deformasyon stili, kapsadığı litolojilerin niteliği ve metamorfizma tipi olarak, Mutki melanji ile yitme melanjları olarak yorumlanan Franciscan melanjları arasında birçok benzerlikler vardır (Maxwell, 1974). Yeşilşist birliğinin metamorfizması mavişist arazilerinin metamorfizmasının alışılmamış yüksek basınç ve düşük sıcaklık bileşimine erişmemesine rağmen (örneğin Franciscan), alışılmamışcasına düşük olan jeotermal gradyanı gerektirir ve bu metamorfik koşulların ortaya çıkabileceği en olası yer bir yitme zonedir. Van der Kaaden'e (1966) göre «Toros jeosenkinali çoğu kesiminde hiç bir zaman çok derin değildir. PT koşulları Lavsonit - glokofan veya glokofanitik yeşil şist fasiyeslerini gerektirecek duruma erişmemiştir.» Ben doğu Toros dağlarında yüksek basınç metamorfizmasının görünürdeki eksikliğini bölgede detaylı petrografik incelemelerin yokluğuna bağlıyorum.

Serpantin birliğinde bulunan Orbitoides'li yabancı mermer blokları da Bitlis masifinin güneyinin bir yitme zonu olduğu varsayımını desteklemektedir. Mermerin içindeki serpantin kırıntılarının varlığı bu zamanda bazı ultramafik kayaların serpantinleştiğini gösterir. Çünkü Bitlis masifinde bilinen Pre - Mesozoyik ultramafik kayalar yoktur. Serpantin kırıntılarının köşelilik ve boyutu da hızlı aşınma ve çökelmenin oluştuğunu destekler. Fakat Orbitoides nisbeten sığ su ortamı ve mercan içeren fosil topluluğu ile sığ, sıcak su koşullarının egemen olduğu bir kıtasal şelf üzerinde olmalıdır. Böyle bir ortam yakınındaki serpantin erozyonu ve dalga ve akıntı etkinliğinin fazla olduğu sığ sudaki depolama etkisiyle, hızlı bir şekilde çok yuvarlanmış serpantin

parçaları ve serpantin tozlarının oluşabileceği ümit edilebilir. Böyle bir malzeme bloklarda yoktur. Fakat büyük bloklarda çökel bantları gözlenebilir. Bu bantlarda daha küçük boyutta, mikrofossil sunan laminsız bloklar kuvvetli akıntılarla depolanmış olmalıdırlar. Bütün bu özellikler kıta şelfinden okyanus tabanına veya bir hendeğe gevşek malzeme taşıyan türbidit akıntılarıyla açıklanabilir. Hende (Trench) ler serpantin koparıldığı çeşitli okyanus alanları arasında bulunur (Gresens, 1970). Fisher ve Engel (1969) Tonga hendeğinin sahil yakınındaki kenarından, sürüklenmiş serpantini belirtmişlerdir. Böylece eğer bir türbidit akıntısı bir kıta şelfinden serpantin yüzeylendiği bir hendeğe malzeme taşırsa hendeğin tabanında ani olarak çeşitli köşeli parçalar halinde depolanmış serpantini aşındırabilir. Bitlis masifinin batı ucunda, Üst Kretase ve Paleosen kayalarının bulunduğu alanda Senoniyen yaşta serpantin ve krom spinel içeren benzer fosilli kireçtaşları Aykulu ve Evans (1974) tarafından tanımlanmıştır. Yazarlar bu kireçtaşlarının türbidit akıntılarınınca depolanmış gereç kapsadıklarını açıklayan özellikler taşıdıklarını kaydetmişlerdir.

Yerleşme

Melanjdaki olayların zamanlaması, izotopik yaşlar ve daha önceki paleontolojik kanıtlar olmaksızın güctür. En basit yorumlama bile karışmanın, blokların ortama katılmasının, serpantinleşmenin, metasomatizmanın ve hepsini örten yeşil şist birliğinin yüksek basınç metamorfizmasının zaman içindeki iç içeliğini belirtir. Birbiriyle sıkıca ilişkili olaylar ve rejyonal kanıtlar bunların hepsinin Üst Maestrichtiyen ve Miyosen arasında meydana geldiğini belirler. Melanjın araştırılmasında serpantinlerin hem metamorfizma ve metasomatizmanın ilerlemesi, hem de melanjın deformasyon ve yerleşmesinde büyük rol oynadığını açıklar. Arazi kanıtları, yeşil şist birliğinin metabazaltlarında denge mineral topluluklarının gelişmesinin serpantinli dokanaktardaki makaslamalarla kolaylaştığını belirler. Serpantin birliğinin metagabro bloklarının kalsiyum metasomatizmasının, ultramafik kütlelerin serpantinleşmesinin direkt bir sonucu olarak ortaya çıktığı sanılmaktadır.

En önemlisi serpantin deformasyon ve yerleşme sırasındaki rolüdür. Raleigh (1967) 300°C-600°C sıcaklıklar arasında yüksek boşluk akışkan basıncının gelişmesi ile serpantin zayıflatıldığını göstermiş ve bu zayıflamanın büyük ultramafik kütlelere yerleşmesini oldukça kolaylaştıracağını ileri sürmüştü. Serpantin, içine suyun girdiği bir kenar örgüsü etkisi ile yöresindeki soğuk ana kayaya oranla zayıflatılır ve kompresyon ve hızlı çökelme ile yüklenme sırasında boşluk basıncı örtü kayalarının basıncına eşitlenir veya onu aşarak katı yerleşmeye olanak yaratır. Benzer bir mekanizma melanjın yerleşmesi sırasında gerçekleşmiş olabilir. Yeşil şist Birliği kayaları üzerindeki mineralojik çalışma, metamorfizma esnasındaki akışkan basıncının yük basıncına yaklaştığını belirler. Doğru Toros orojenezinin kompresyonunun son fazı sırasında, yitme me-

lanjundaki akışkan basınçları serpantinlerin aniden zayıflatılması nedeniyle hızlı bir şekilde artmış olabilir. Belirgin zayıflama zonunun fosil yitme zonu- nun dalma yüzeyine benzemesi nedeniyle hareketin muhtemelen dik eğimde eğimli olmasına rağmen verilen uygun tektonik stress gradyanıyla bunlar yukarıya doğru bir diyapir tarzında yükselirler. Böylece serpantin kılıfı bir yağlı akışkan gibi davranarak içinde daha dayanımlı büyük metabazalt bloklarının yerleşmesine izin verir ve karışmayı kolaylaştırır. Serpantinlerin bu şekildeki hareketi melanjda kataklastik görünümün olmamasını ve kılıf benzeri yapıyı açıklar (yukarıda açıklandı, şekil 2 ye bakınız).

OFİYOLİTLİ YABAN FLİŞİ KUŞAĞININ YORUMLANMASI

Kenar kıvrımları kuşağının allokon birimleri Mutki bölgesi melanji ile ortak birçok özellikler taşır. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) bu allokon kayaları iki kısma ayırırlar; kenar kıvrımları çökel sıralanımında görülen Besni olistostromu ve olistostromun kökünü oluşturan Kevan gravite napı. Alt-taki Baykan bölgesi ofiyolitli yabancı fliş kuşağı bu-rada Kevan gravite napının eşdeğeri olarak önerilmiştir. Bundan dolayı kenar kıvrımları kuşağı allokonunun parçası sayılmıştır. Kevan ve Besni gravite kaymaları sadece yerleşme özellikleri esasına dayanarak Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından ayırtlanmışlar ve beraberce üç ana birime ayrılmışlardır. Fakat bu üç birimden sadece biri ofiyolit kayalarının egemen olmasıyla tanınmıştır. Diğer iki birim (Perdeso ve Hezan) esas olarak çökel kayalar ve tali olarak magmatik kaya bloklarından ibarettir. Perdeso birimi genelde alacalı şeyllerden oluşan tektonize bir küledir ve kayma karmaşığının şeylli matriksi olarak düşünülmüştür. Allokon karmaşık sığ deniz çökel kayaları ve karasal depolanmalarla örtülüdür. Bu kayaların bazıları allokonun yerleşmesi esnasında depolanmıştır. Mutki melanji ile bu allokon birimler arasındaki belli başlı farklar; magmatik ve çökel kayalar oranı, metamorfizma derecesi ve yapısal durumdur. Mutki melanji, fliş kuşağının yapısal olarak üstünde olmasına karşın kenar kıvrımları kuşağı allokonunun altındadır. Mutki melanjının egemen kayaçlarının magmatitler ve metamagmatitler olmasına karşın kenar kıvrımları kuşağı allokonunda magmatik kayalar çökellere göre daha azdır. Ayrıca Mutki Melanjının içerdiği kayaların yüksek basınç - düşük sıcaklık koşullarında metamorfize olmalarına karşılık dağeteği allokonu sadece yersel düşük dereceli dinamometamorfizmadan etkilenmiştir.

Mutki melanjinin bir yitme melanji olduğunu yukarıda ileri sürdüm. Kenar kıvrımları kuşağı allokonunun yitilmemiş hendek depolanmaları olduğunu öneriyorum. Bunların arasında farklılıklar mevcuttur. Çünkü Mutki melanji yitilmiş ve metamorfizma ve tektonizmaya uğramıştır. Halbuki dağeteği

kuşağı allokonu ters faylıdır veya yükselme fazı esnasında yer çekimi ile hendekten kaymış böylece yitilmemiştir. Çeşitli yazarlar (örneğin, Oxburgh, 1974) okyanus çökellerinin, altlarında yer alan litosfer levhasına mekanik olarak bağlı bulunmadıklarından levhanın yitilmesi esnasında hendekte kazımayla sıyrılıp hendek içine toplandıkları görüşündedirler. Böylece yitilmiş gereç (Mutki melanji) esas olarak magmatik ve metamorfik kayalardan ibaret olacaktır. Oysa hendek depolanmaları (kenar kıvrımları kuşağı allokonu) esas olarak çökel kayalardan oluşacaktır.

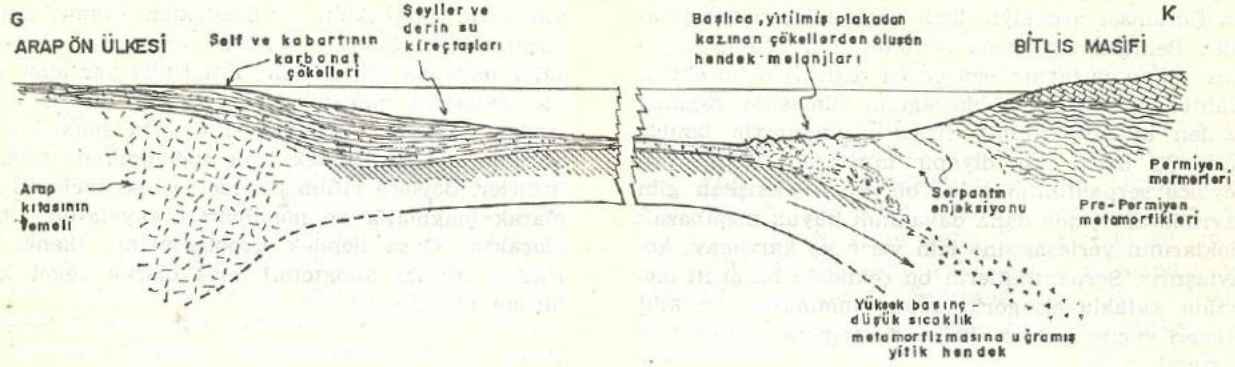
LEVHA TEKTONİĞİ MODELİ

Şu anda Türkiye'nin rejyonal jeolojisi az bilinmektedir. Levha hareketlerinin Mesozoyik ve Tersiyer tarihçesinin jeolojik koşullarının yorumu Alpin sistemin genel sentezi ile kısıtlanmıştır (Smith, 1971; Dewey ve diğerleri, 1973). Mc Kenzie (1970) Akdeniz bölgesinin bugünkü deprenselliğinin, küçük levhaların karmaşık modelleri arasındaki hareket koşullarıyla yorumlanabileceğini göstermiştir. Dewey ve diğerleri (1973) Alpin sistemin evrimi sırasında mevcut olan mikrolevha modelini tanımlamaya çalışmışlardır. Fakat, ofiyolit melanjlarının ve metamorfik masiflerin karmaşık dağılımı, bu levha tektoniği modelini Anadolu bölgesi için çok basitleştirmiştir. Rejyonal jeoloji için bilinenler, Doğu Torosların gelişmesini üç boyutta vermek için henüz yeterli değildir. Levha hareketinin tarihçesi olasılıkla orojenezde hem yer ve hem de zaman açısından önemli biçimde farklıdır. Doğu Toroslarda Bitlis - Baykan kesiti için levha hareketinin Mesozoyik ve Tersiyer tarihçesine ait iki boyutlu bir model öneriyorum. Şekil 5 te verilen şematik kesit aşağıda tartışılan modelin gelişmesinin ana safhalarını göstermektedir.

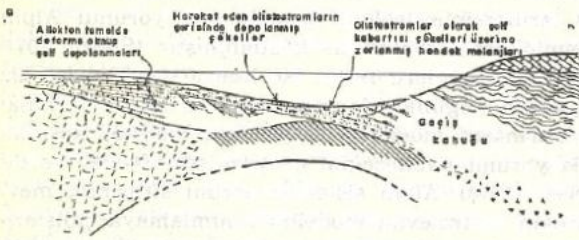
Permian'den Üst Kretase'ye Kadar

Kıtaların yeniden oluşmasını Permian için açıklamak Türkiye'nin bugünkü durumu bakımından güçtür. Birçok yazar (Dietz ve Holden, 1970; Smith, 1971; Dewey ve diğerleri, 1973) Eurasia ve Afrika - Arabistan'ı ayıran geniş bir okyanus alanı (Tethys) düşünmüşlerdir. Türkiye'nin eski masifleri genellikle bu kıtasal alanlardan biri veya diğerine dahil edilmişlerdir. Bitlis masifinin Pre - Permian metamorfik kayalarının durumuna ait bu devir için pek az şey söylenebilir. Fakat Bitlis masifinin bugünkü Arap önülkesi temelüne uygunluğunun olanaksız olduğu söylenmelidir. Bitlis masifinin Pre - Permian kayaları Alt Paleozoyikde (?Silüriyen; Yılmaz, 1971) metamorfize olmuş görünmektedir. Oysa Arap önülkesinde olasılıkla Prekambriyen yaşlı volkanik kayalar üzerinde yer alan ve Miyosenden fosilli Orta Kambriyene kadar eksiksiz bir çökel kayalar dizisi bulunmaktadır (Flügel, 1971; Van der Kaaden, 1971).

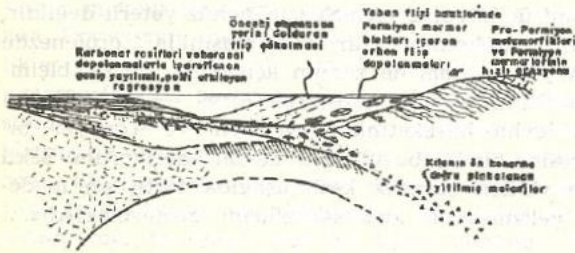
Üst Paleozoyik'te Bitlis Masifi batmış ve Permian kireçtaşları çökelmiştir. Bunlar olasılıkla, Mutki



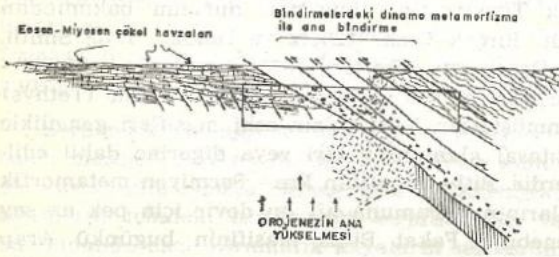
A. ... ? den Üst Kretase'ye kadar = Bitlis Masifi'nin güneyinde oluşan yitme zonu



B. Kampaniyen - Maestrichtiyen = Okyanus litosferinin yitilmesinin son safhası



C. Paleosen: Fliş depolanmalarıyla doldurulmuş önceki okyanusun yeri



D. Kıta çarpışmasının son safhası

Şekil 5: Güneydoğu Toroslardaki suture zonu nun evrimindeki ana safhaları gösteren enine kesitler. Şekil 5 B tepe yukarı hareket eden olistostromu göstermesine karşın bu sınırlı bilginin çok basitleştirilmiş bir yorumlamasının sonucudur. Sıkışma dönemi (Taconic bölgesiyle karşılaştırın) sırasında şekillenmiş geçici teknelere benzemektedir. Fakat kenar kıvrımları kuşağının çökel tarihçesi hakkındaki bilgimiz henüz bu özellikleri ayırtabilmemiz için yetersizdir. Şekil 5 deki dikeyden Şekil 4 de gösterilen Bitlis geçidindeki bugünkü suture zonu nun yaklaşık durumunu göstermektedir.

bölgesinde temsil edilen mermer birliğinin saf beyaz rekristalize mermerleridir. Bitlis Masifi'nin başka yerlerinde kireçtaşları bazen fosillidir ve fauna toplulukları bu devirde bir ılık sığ su fasiyesini belirler. Bitlis masifinde bilinen hiç bir Mesozoyik çökelmesi yoktur. Fakat Arap önülkesinde devamlı karbonat çökelmesi Üst Triyas'ta başlamış ve Jura sonuna kadar sürmüştür.

Eğer Bitlis Masifi bu devirde Arap önülkesinin kuzey uzantısı halinde olsa bile daha sonraki erozyonla üzerine çökelen bütün sedimanlara ait izlerin ortadan kalkması olağandır. Aynı derecede akla yakın bir seçenek de Bitlis Masifinin Permiyen'den daha sonra bir kıta alanı olarak kalması olasılığıdır (Tolun, 1960).

Üst Kretase'den önceki bir zamanda (şekil 5 A) Bitlis Masifi ve Arap önülkesi arasında okyanus gelişmesi başlamıştır. Mutki bölgesinde okyanus kayalarına yaş veren tek kanıt olarak Üst Kretase yaşta çökelmeyi kanıtlayan radiolarialı çörtler bulunur. Dewey ve diğerleri (1973) Üst Triyas esasında bu bölgede okyanus gelişmesi meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir. Fakat güneydoğu Türkiye'de bu yaşı destekleyen hiç bir kanıt yoktur. Altınlı ve diğerleri (1963) ofiyolit - fliş karmaşığındaki blokların en alt yaş sınırı olarak Üst Jura'yı önermişler, Rigo de Righi ve Cortesini (1964) önülkenin allokon birimlerinde bloklar halinde görülen Jura yaşlı radyolarit ve kireçtaşlarının derin su koşullarını açıkladığını ve magmatik etkinliğin hareket kuşağında Üst Jura'dan Üst Kretase'ye kadar yer aldığını ileri sürmüşlerdir. Cordey (1971, sayfa 319) Üst Jura ve Alt Kretase'de karbonat çökelimli bir ana deniz transgresyonunun bütün güneydoğu Türkiye'de devam ettiğini söylemiştir. Böylece sınırlı kanıtlar Üst Jura - Alt Kretase arasında bir zamanda okyanusun meydana geldiğini açıklar.

Okyanus alanının niteliği belli değildir. Dewey ve diğerleri (1973) Bitlis bölgesiyle Umman bölgesi arasında devamlı bir okyanus alanının meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Umman bölgesi için Glennie ve diğerleri (1973) yayılma merkezi ve Arap önülkesi arasında 400 - 1200 km lik bir minimum

mesafe tahmin etmişlerdir. Diğer çalışmalar da bu okyanus alanının karmaşıklığını belirtirler, örneğin Takin (1972) okyanus alanlarıyla ayrılmış küçük mikrokıtaların bugün İran'ın metamorfik kaya ve renkli melanaj alanlarıyla temsil edildiğini ileri sürmüştür. Bu mikrokıtalar hipotezi Türkiye'ye uygulandığında özellikle çekicidir. Çünkü Türkiye'de çok yaygın olan ofiyolit melanajlarıyla çevrili metamorfik masif alanlarını yorumlayan çok verimli bir çalışma modeli sunmaktadır. Bu modelle doğu Torosların devamsız metamorfik masifleri, Arap önülkesinden ayrılmış ve Bitlis - Umman bölgeleri arasında okyanus alanı içinde yerleşmiş kıta parçaları olarak sayılabilirler. Bu zon Bitlis Masifi'nin güney kenarında yerleşmiş Üst Kretase'de gelişmiştir (şekil 5 A).

Üst Kretase

Yitilmenin bitiş zamanını belirlemek güçtür. Fakat kanıtlar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- 1) Mutki melanajındaki pek az yaşlandırılacak parçanın hiçbirisi Üst Maestrichtiyen'den daha genç değildir.
- 2) Güneye doğru ofiyolit - fliş karmaşığı Üst Jura'dan Paleosen'e kadar parçalar içerir. Fliş sedimantasyonu Üst Kretase'de başlamıştır (Altınlı ve diğerleri 1963, 1964).
- 3) Kenar kıvrımları kuşağının ofiyolitik gravite kaymaları Üst Kretase'ye kadar yaşta parçalar içerir. Bunlar Üst Kretase yaşlı çökel kayalarla örtülmüştür. Gravite kaymalarının Kampaniyen'de yerleştikleri düşünülmüştür (Rigo ve Righi de Cortesini, 1964).
- 4) Kenar kıvrımları kuşağında Üst Kretase - Alt Tersiyer çökel sıralanımının sonunu temsil eden bir bölgesel regresyon Eosen'de meydana gelmiştir. Regresyon yersel karbonat resifleriyle belirlidir ve kuzey ve doğuya doğru yoğun bir yükselme ile ilgili görülmektedir (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964).
- 5) Bitlis masifinin batı ucunda Palu bölgesindeki Eosen ve Üst Kretase yaşta çökel kayalar şiddetli bir diskordansla ayrılırlar. Diskordans Maestrichtiyen - Paleosen yaşlıdır ve bölgedeki ana yükselme, kıvrımlanma ve ters faylanma ile kolerasyonu yapılmıştır (Aykulu ve Evans, 1974).

Veriler bir ana tektonik olayın Üst Kretase ve Alt Tersiyer'de meydana geldiğini kanıtlar (şekil 5 B). Bu olayın, yitilmenin ve Arap kıtası ile Bitlis masifi arasındaki çarpışmanın başlangıcıyla ilgili olan hendek zonunun yükselmesi olduğunu düşünüyoruz. Sınırlı veriler bu çarpışmanın zamanının; orojenik kuşak boyunca batıda daha erken olmak üzere değişebileceğini gösterir. Fakat bu izlenim, bu karmaşık sütün zonundaki bilgilerin azlığı nedeniyle olabilir. Bu koşulla evrimi aydınlatmak için daha detaylı çalışmalar gerekmesine rağmen yitilmenin dur-

ması Alpin sistemin bu kısmında Dewey ve diğerleri (1973) tarafından düşünülen Pliyosen devrinden daha önce olmuştur.

Üst Kretase'den Paleosen'e Kadar

Hızlı yükselme hendek zonuna doğru kısıtlı değildir. Bitlis masifi ve kenar kıvrımları kuşağını da etkilemiştir ve okyanus yerinin flişle doldurulması sonucunu doğurmuştur (şekil 5 C). Masifin yükselmesine katılan hızlı erozyonun Permiyen mermer örtüsünün büyük yabancı bloklarını ve örttüğü metamorfik kayaların çakıllarını içeren bir yabancı flişinin depolanmasına neden olduğunu öneriyorum. Yabancı fliş kuşağı şimdi yapısal olarak Mutki yitme melanajının altındadır ve olasılıkla Üst Kretase - Paleosen fliş sıralanımının en yaşlı kısmıdır. Daha sonra erozyon ve yükselme yavaşlamış fliş sıralanımaları monotonlaşmıştır. Bunlar yabancı parçalar içermezler. Sonunda tekne şekilli eski okyanus doldurulmuş, fliş çökmesi durmuştur (Paleosen). Teknenin sığlaşması, şelf sıralanımını etkileyen bölgesel regresyon tarafından daha ileriye, güneye doğru yansıtılmıştır. Karasal kırmızı tabakalar ve sığ deniz karbonat resifleri önülkenin Eosen depolanmalarını oluşturmuştur. Eosen'in geri kalan süresi ve Oligosen sırasında sığ su karbonatları ve evaporitler önülke alanında oluşmuşlardır. Oligosen sonuna doğru tektonizma meydana gelmiş (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964) ve daha sonraki Alt Miyosen çökelimini denetlemiştir. Bu sürede az orojenik etkinlik görülmesine rağmen Mutki melanajındaki metamorfizma, metasomatizma ve serpantinleşme bu zamanda olmuştur.

Miyosen'den Holosen'e Kadar

Doğu Toroslar'daki kıta çarpışmasının son safhaları Miyosen'de meydana gelmiştir (şekil 5 D). Bunların belirtileri; denizel çökmenin bitmesi, Bitlis masifinin fliş teknesi üzerine bindirmesi ve her ikisinin kenar kıvrımları kuşağının önülke çökel kayaları üzerine bindirmeleridir. Bu tektonik olayın tarihi Üst Miyosen'dir ve kuzeyden daha eski kayalara bindirilen Alt Miyosen çökel kayalarına ait bol veri mevcuttur. Rigo de Righi ve Cortesini (1964) güney tektonik hattının (Maden - Bitlis hattı) bir bindirmeden çok rejyonel bir kayma yüzeyi olduğu görüşündedirler. Bu yüzey ofiyolit - fliş karmaşığını kenar kıvrımları kuşağından ayırır, hemen hemen yataydır ve alttaki Miyosen şeyleri sadece az bir tektonizmadan etkilenmiştir. Fakat Mutki'deki Pre-Permiyen ve Alpin metamorfik kayalarını ayıran üst tektonik yüzey bir bindirme olmalıdır. Bindirmeye Pre - Permiyen kayalarının binikliği (fbrication) ve dinamometamorfizması da eşlik etmiştir.

Pliyosen ve Kuvaterner'de orojenezin yükselme ve erozyonu, bölgedeki karasal klastik kayaların yoğun kalınlıktaki depolanmalarını oluşturmuş ve sütün çizgisini meydana getirmiştir. Bölgedeki bugünkü levha hareketi hâlâ esas olarak yakınsama şeklindedir (Mc Kenzie, 1970) ve deprem volkanik etkinlik

belirlenmiştir. Nemrut ve Suphan volkan merkezleri tarihsel zamanlarda püskürmüş olmalarına rağmen şimdi sakindirler. Bugünkü volkanik etkinlik şilica çoğu CO₂ üreten sıcak su kaynakları ve traverten çökelimleridir. Bu sıcak su kaynaklarının, etki alanı siliskarbonat kayalarındaki CO₂ metamatizmasının devamının temsilcisi olup olmadığını söylemek olanaksızdır.

SONUÇLAR

Bu çalışma Bitlis masifinin, hem Pre - Permiyen hem Alpin metamorfik kayalarını içeren karmaşık bir yapısal kütle olduğunu önermektedir. Alpin şilice yüksek basınç - düşük sıcaklık metamorfik kayaları olasılıkla Bitlis masifinin güney kenarıyla ilişkilendirilmiştir. Bunlar, Bitlis masifi ile temsil edilen kıta kenarına doğru yitme melanjları olarak düşünülmüştür. Bu melanjların haritalanmasında litostratigrafi birimleri yerine «kaya birlikleri»nin esas alınması yerinde olacaktır. Bu melanjların dağılımının ve neye doğru ofiyolitli fliş karmaşığıyla ilişkisinin anlaşılması, suture zonundaki başlıca tektonik olayların tanımlanmasında ve Doğu Toros bölgesindeki orojenik zaman ve ilişkilerinin ve kıta çarpışmasının önemli kanıtlarının ortaya çıkarılmasına yardımcı olacaktır.

Bitlis Masifi'nin güneyindeki okyanus alanının oluştuğu tarihçe ve karakteri hala pek az bilinmektedir. Fakat bu çalışma her ikisi de ofiyolit melanjının yerleşmesiyle belirlenen iki önemli tektonik olayı açıklamıştır. Bunlar okyanus gelişmesi ve kıta çarpışmasının son safhaları sırasında olarak tanımlanabilir. Bunların ilki Üst Kretase'de olmuştur; ofiyolit elanjı, olasılıkla bir yarı sulu ortamda çekim kayması tektoniği ile güneye doğru yerleşmiştir. Bunun yerleşmesi bölgedeki okyanusal litosferin yitilmesinin bir sonucu olarak düşünülmektedir. Bu zamandaki ana kırılma Kıbrıs'tan Umman'a doğru orojenik kuşak boyunca pek çok diğer kısımlarında belgelenmekte ve çeşitli şekillerde izlenmektedir. Esas olarak kıta kenarı sığasının çökel kayalarından meydana gelen Maonia Napları (Robertson ve Hudson, 1974) Kıbrıs'ta yerleşmiştir. Kaotik ofiyolit napları güneydoğu Türkiye ve İran'da yerleşmiştir (Gansser, 1959; Ricou, 1971). Bu sırada Umman'da iyi düzenlenmiş bir ofiyolit napını içeren naplar sıralanımı yerleşmiştir (Reinhardt, 1969; Glennie ve diğerleri, 1973). Eğer kıtada ileri sürüldüğü gibi güney Tethys devamsız okyanus alanı ise (ayrıca Takin, 1972; Robertson ve Hudson, 1974'e bakınız) her okyanus havzasındaki zayıf belirtilere sahip olan bu tektonik etkinliğin farklı levhalar arasındaki nisbi hareketlerdeki değişiklikleri belirtmesi olasıdır (Dewey ve diğerleri, 1973). Böylece bu okyanus havzalarının sınırları ve boyutları orojenik kuşak boyunca kesinlikle yapılabilen regional ve tektonik korelasyonlardan önce daha etkili ve bütünüyle saptanmalıdır. Güneydoğu Toros'ta ikinci ana tektonik olayın bu çalışmayla Mi-

yosende meydana geldiği açıklanmıştır. Bu kıta çarpışmasının son safhası olarak düşünülmüş ve kabukta yüksek düzeylerde, yüksek basınç - düşük sıcaklık metamorfik kayaları içeren ofiyolitli melanjın yerleşmesiyle belirlenmiştir. Serpantinlerin önemli bir rol oynadıkları ofiyolitlerin yerleşmesi bindirmeyle olmuştur.

YARARLANILAN BELGELER

- Altunlu, I. E., 1966, Geology of eastern and southeastern Anatolia, Part II : Turkey Mineral Research Explor. Inst. Bull., v. 67, p. 1 - 22.
- Altunlu, I. E., Pamir, H. N., and Erentöz, C., 1983, Explanatory text of the geological map of Turkey — Erzurum : Ankara, Turkey Mineral Research and Explor. Inst., 131 p.
- , 1964, Explanatory text of the geological map of Turkey - Van : Ankara, Turkey Mineral Research and Explor. Inst., 90 p.
- Aykulu, A. and Evans, A. M., 1974, Structures in the Iranides of south - eastern Turkey : Geol. Rundschau, v. 63, p. 292 - 305.
- Bailey, E. B. and McCallien, W. J., 1953, Serpentine lavas, the Ankara mélange and the Anatolian thrust : Royal Soc. Edinburgh Trans., v. 62, p. 403 - 442.
- Barnes, I., O'Neil, J. R., Rapp, J. B., and White, D.F., 1973, Silica - carbonate alteration of serpentine : Wall rock alteration in mercury deposits of the California Coast Ranges : Econ. Geology, v. 68, p. 388 - 398.
- Boray, A., 1973, The structure and metamorphism of the Bitlis area, south - east Turkey (Ph. D. thesis) : London, London Univ., 233 p.
- Cordey, W. G., 1971 Stratigraphy and sedimentation of the Cretaceous Mardin formation in south - eastern Turkey, in Campbell, A. S., ed., Geology and history of Turkey : Petroleum Explor. Soc. Libya, 13 th ann. field conf., p. 317 - 348.
- Davies, H. L., 1971, Peridotite - gabbro - basalt complex in eastern Papua : An overthrust plate of oceanic crust and mantle : Australia Bur. Mineral Resources, Geology and Geophysics Bull. 128, 48 p.
- Dewey, J. F., and Bird, J. M., 1971 Origin and emplacement of the ophiolite suite : Appalachian ophiolites in Newfoundland : Jour. Geophys. Research, v. 76, p. 3179 - 3206
- Dewey, J. F., Pitman, W. C., III, Ryan, W.B.F., and Bonnin, J., 1973, Plate tectonics and the Alpine system : Geol. Soc. America Bull., v. 84, p. 3137 - 3180.
- Dietz, R. S., 1963, Alpine serpentinites as oceanic rind fragments : Geol. Soc. America Bull., v. 74, p. 947 - 952.
- Dietz, R. S., and Holden, J. C., 1970, Reconstruction of Pangea : Break-up and dispersion of the continents, Permian to present : Jour. Geophys. Research, v. 75, p. 4939 - 4957.
- Engel, A. E., Engel, C. G., and Havens, R. G., 1965, Chemical characteristics of oceanic basalts and the upper mantle : Geol. Soc. America Bull., v. 76, p. 719 - 734.
- Ernst, W. G., Seki, Y., Onuki, H., and Gilbert, M. C., 1970, Comparative study of lowgrade metamorphism in the California Coast Ranges and the outer metamorphic belt of Japan : Geol. Soc. America Mem. 124, 276 p.
- Fisher, R. L., and Engel, C.G., 1969, Ultramafic and basaltic rocks dredged from the nearshore flank of the Tonga trench : Geol. Soc. America Bull., v. 80, p. 1373 - 1378.
- Flügel, H. W., 1971, Palaeozoic rocks of Turkey, in Campbell, A. S., ed., Geology and history of Turkey : Petroleum Explor. Soc. Libya, 13 th ann. field conf., p. 211 - 224.

- Gansser, A., 1959. Ausseralpine Ophiolithprobleme: *Ecolgae Geol. Helvetiae*, v. 52, p. 659 - 680.
- Glennie, K. W., Boeuf, M.G.A., Hughes Clark, M.W., Moody-Stuart, M., Pilaar, W.F.H., and Reinhardt, B. M., 1973, Late Cretaceous nappes in the Oman Mountains and their geologic evolution: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 57, p. 5 - 27.
- Greenbaum, D., 1973, Magmatic processes at ocean ridges: Evidence from the Troodos Massif, Cyprus: *Nature Phys. Sci.*, v. 238, p. 18 - 21.
- Greenwood, H., 1967, Mineral equilibria in the system $MgO-SiO_2-H_2O-CO_2$, in Abelson, P. H., ed., *Researches in geochemistry*, Vol. 2: New York, John Wiley & Sons, p. 542 - 567.
- Presens, R. L., 1970, Serpentinities, blueschists, and tectonic continental margins: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 81, p. 307 - 310.
- Hall, R., 1973, Rock association mapping: Cong. Earth Sciences, 50th anniversary Turkish Republic, Proc. (in press).
- , 1974, The structure and petrology of an ophiolitic mélange near Mutki, Bitlis province, Turkey (Ph.D. thesis): London, London Univ., 351 p.
- Hall, R., and Mason, R., 1972, A tectonic mélange from the Eastern Taurus Mountains, Turkey: *Geol. Soc. London Jour.*, v. 128, p. 395 - 398.
- Hamilton, W., 1969, Mesozoic California and the underflow of Pacific mantle: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 80, p. 2409 - 2430.
- Jaynes, S. J., and McQuillan, H., 1974, Evolution of the Zagros suture zone, southern Iran: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 85, p. 739 - 744.
- Isü, K. J., 1968, Principles of mélanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 79, p. 1063 - 1074.
- , 1971, Franciscan mélanges as a model for eugeosynclinal sedimentation and underthrusting tectonics: *Jour. Geophys. Research*, v. 76, p. 1182 - 1170.
- Ihan, E., 1967, Toros-Zagros folding and its relation to Middle East oil-fields: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 51, p. 651 - 667.
- Jamen-Kaye, M., 1971, A review of depositional history and geological structure in Turkey. in Campbell, A. S., ed., *Geology and history of Turkey: Petroleum Explor. Soc. Libya, 13th ann. field conf.*, p. 111 - 137.
- Ketin, I., 1966, Tectonic units of Turkey: *Turkey Mineral Research and Explor. Inst. Bull.*, v. 66, p. 23 - 34.
- Maxwell, J. C., 1970, The Mediterranean, ophiolites, and continental drift, in Johnson, H., and Smith, B. L., eds., *The megatectonics of continents and oceans*: New Brunswick, N. J., Rutgers Univ., p. 167 - 193.
- , 1974, Anatomy of an orogen: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 85, p. 1195 - 1204.
- McKenzie, D. P., 1970, Plate tectonics of the Mediterranean region: *Nature*, v. 228, p. 239 - 243.
- Meriç, C., 1973, Sur la présence d'un petit affleurement du Maestrichtien supérieur au S de Mutki (Bitlis-Turquie): *Istanbul Univ. Rev. Fac. Sci.*, sec. B., v. 38, p. 49 - 51.
- Niyashiro, A., Shido, F., and Ewing, M., 1970, Crystallisation and differentiation in abyssal tholeiites and gabbro from mid-oceanic ridges: *Earth and Planetary Sci. Letters*, v. 7, p. 361 - 365.
- Picoures, F. M., 1969, Petrology and structure of the Vourinos ophiolitic complex of northern Greece: *Geol. Soc. America Spec. Paper* 118.74 p.
- , 1970, Ultramafics and orogeny, with models of the U.S. Cordillera and the Tethys: *Nature*, v. 228, p. 837 - 842.
- Picoures, E. M., and Vine, F. J., 1971, The Troodos Massif, Cyprus and other ophiolites as oceanic crust: Evaluation and implications: *Royal Soc. London Philos. Trans.*, ser. A., v. 268, p. 443 - 466.
- Oxburgh, E.R., 1974, The plain man's guide to plate tectonics: *Geol. Assoc. London Proc.*, v. 85, p. 299 - 357.
- Pearce, J. A., and Cann, J. R., 1971, Ophiolite origin investigated by discriminant analysis using Ti, Zr, and Y: *Earth and Planetary Sci. Letters*, v. 12, p. 339 - 349.
- , 1973, Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses: *Earth and Planetary Sci. Letters*, v. 19, p. 290 - 300.
- Penrose Field Conference, 1972, Report of conference on ophiolites: *Geotimes*, v. 17, no. 12, p. 24 - 25.
- Peyve, A. V., 1969, Oceanic crust of the geologic past: *Geotectonics*, v. 4, p. 210 - 223.
- Raleigh, C. B., 1967, Experimental deformation of ultramafic rocks and minerals, in Wyllie, P. J., ed., *Ultramafic and related rocks*: New York, John Wiley & Sons, p. 191 - 199.
- Reinhardt, B. M., 1969, On the genesis and emplacement of ophiolites in the Oman Mountains geosyncline: *Schweizer. Mineralog. u. Petrog. Mitt.*, v. 49, p. 1 - 30.
- Ricou, I. E., 1971, Le croissant ophiolitique péri-arabe: Une ceinture de nappes mises en place au crétacé supérieur: *Rev. Géographie Phys. et Géologie Dynam.*, v. 13, p. 327 - 349.
- Rigo de Righi, M., and Cortesini, A., 1964, Gravity tectonics in Foothills structure belt of south-east Turkey: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 48, p. 1911 - 1937.
- Robertson, A.H.F., and Hudson, J. D., 1974, Pelagic sediments in the Cretaceous and Tertiary history of the Troodos Massif, Cyprus, in Hsü, K. J., and Jenkyns, H. C., eds., *Pelagic sediments: On land and under the sea*: Internat. Assoc. Sedimentologists Spec. Pub. 1, p. 403 - 436.
- Smith, A. G., 1971, Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean, and Atlantic: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 82, p. 2039 - 2070.
- Takin, M., 1972, Iranian geology and continental drift in the Middle East: *Nature*, v. 235, p. 147 - 150.
- Temple, P. G., and Perry L. J., 1962, Geology and oil occurrence, southeast Turkey: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 46, p. 1596 - 1612.
- Ternek, Z., 1953, Geological study southeastern region of lake Van: *Geol. Soc. Turkey Bull.*, v. 2, p. 28 - 32.
- Thayer, T.P., 1960, Some critical differences between alpine-type and stratiform peridotite-gabbro complexes: *Internat. Geol. Cong. 21st, Copenhagen 1960*, sec. 13, p. 247 - 259.
- Tolun, N., 1953, Contributions à l'étude géologique des environs du sud et sud-ouest du Lac de Van: *Turkey Mineral Research and Explor. Inst. Bull.*, v. 44 - 45, p. 77 - 112.
- , 1960, Stratigraphy tectonics of southeastern Anatolia: *Istanbul Univ. Rev. Fac. Sci.*, sec. B., v. 25, p. 203 - 264.
- Van der Kaaden, C., 1965, The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey: *Turkey Mineral Research and Explor. Inst. Bull.*, v. 67, p. 36 - 67.
- , 1971, Basement rocks of Turkey, in Campbell, A. S., ed., *Geology and history of Turkey: Petroleum Explor. Soc. Libya, 13th ann. field conf.*, p. 191 - 210.
- Vine, F. J., and Hess, H. H., 1971, Sea-floor spreading, in Maxwell, A. E., ed., *The sea*, Vol. 4: New York, Wiley-Interscience, p. 537 - 622.
- Winkler, H.G.F., 1967, *Petrogenesis of metamorphic rocks* (2nd ed.): Berlin, Springer-Verlag, 237 p.
- Wyllie, P. J., 1967, Review, in Wyllie, P. J., ed., *Ultramafic and related rocks*: New York, John Wiley & Sons, p. 403 - 416.
- Yılmaz, O., 1971, Etude pétrographique et géochronologique de la région de Cacas (Ph. D. thesis): Grenoble, France. Grenoble Univ., 230 p.