

- , 1980. Atomic H/C ratios and the generation of oil from coals and kerogens. Fuel, 59, 305-307.
- STACH, E., MACKOWSKY, M., TEICHMÜLLER, M., TAYLOR, G. H., CHANDRA, D. and TEICHMÜLLER, R., 1975. Textbook of Coal Petrology, 2nd edn 198-200, Gebruder Borntraeger, Berlin.
- TISSOT, B. and WELTE, O. H., 1978. Petroleum formation and occurrence, Springer - Verlag, Berlin.
- WAHRMAN, M., 1970. The smaller molecules derived from coal and their significance, Fuel, 49, 5-16.

- VAN KREVELEN, D. W. and SCHUYER, J., 1957. Coal science aspects of coal constitution, D. Van Nostrand Co., New York.
- VASSOYEVICH, N. B., KORCHAGINA, YU. I., LOPATIN, N. V. and CHEMISHEV, V. V., 1970. Principal phase of oil formation, Int. Geol. Rev., 12, 1276-1296.
- WEHNER, H. and TESCHNER, M., 1981. Correlations of crude oils and source rocks in the German Molasse Basin, Jour. Chromatogr., 204, 481-490.
- WHITE, D., 1915. Some relations in origin between coal and petroleum. Jour. Wash. Acad. Sci., 5, 189-212.

Dalma - Batma Gerçek Bir Olay mıdır ?

Dranislav M. Ciric

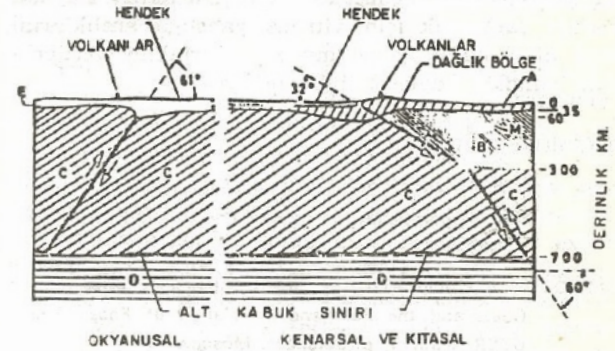
Çeviri : Ümit ULU, M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdleri Dairesi Ankara

GİRİŞ

«Mesleği ile kutsal bir İrlandalı olan Saint Dunstan bir gün küçük bir dağ üzerinde İrlanda'dan Fransa sahiline doğru yola çıktı ve St. Malo limanına ulaştı. Kıyıya vardığında kendisini selamlayan ve geldiği yoldan geri dönen dağın şükranlarını sundu».

Voltaire 1767 yılında yayınladığı Tecrübesiz Hüron. «L'Ingenü Masum», adlı eserinde gerçek hikayesine böyle başlar. Bundan hemen hemen 200 yıl sonra H. Benioff (1954), okyanus levhalarının büyük devrik fay sistemlerinden (kenar fayları) geçen kıtalar altına daldığını ya da bir okyanus levhasının diğeri altına (okyanusal faylar) daldığını ya da bir okyanus levhasının diğeri altına (okyanusal faylar) daldığını varsaydı. Okyanus tabanındaki bu faylarla derin hendekler oluşturuldu. Birinci durumda; yaklaşık 300 km. derinliğe kadar dalımlı düzlemler, yaklaşık 32°'lik bir açı ile eğimlidirler, yamaç o noktadan itibaren aniden değişir ve levhalar 60°'lik ortalama bir açıyla 650-700 km. derinliğe ulaşırlar. İkinci durumda; yamaç eğimi ortalama 60° dir ve dalma derinliği 550 km.'den 700 km.'ye kadardır (Şekil 1.). Bu yolla derin hiposantrli depremler olayının, kısmen depremlerle serbestlenen sürtünme nedeniyle üst levhada oluşan volkanizmaya olduğu kadar, daha büyük ölçüde ergimeyi sağlayan ısı nedeniyle de meydana geldiği açıklanmıştır.

Levha tektoniği kuramını izleyenler, Benioff'un varsayımını, okyanus ortası sırtlardan uzaklaşarak hareket eden, iraksayan halılar (tapis roulants) şeklinde düşünülen, okyanus tabanının durmadan yayılmasıyla, yeryüzü hacminin niçin artmadığı açık-



Şekil 1 — Genelleştirilmiş orojenik fay tipleri ile okyanusal ve kıtasal derin kabuk kesitleri (H. Benioff, 1954). Sağda : fay eğiminin aniden 60° ye kadar arttığı 300 km. derinliğe kadar 32° eğimli kenar fayları (B katmanı kıtasal yapı ve C katmanı arasındaki tektonik süreksizlik seviyesi). Solda : yaklaşık ort. 61° sabit eğimli okyanusal faylar.

lamak için isteyerek kabul ettiler. Hayali olan olaya daha sonra dalma-batma (subduction) denildi ve bu gün de aynı anlamda kullanılmaktadır (Şek. 2) (C. R. Soc. Geol. France, Fasc. 5, 1980; Colloque C5 C.G. I-26th, 1980; v.b.); ancak bu terim A. Amstutz (1951) tarafından alttan itkilene fikrine karşılık olarak kullanıldı (Unterschiebung; sous-charriage; Unterst-römung v.b.). O. Ampherer (1976) tarafından ise; yüzey kıvrımlanmaları ve üstten itkilenemeleri (K. Friedler, 1973'e göre) harekete geçirebilen derindeki her hareket biçimi şeklinde yorumlanmış, bu anlamdaki terim de benimsenmiştir. Bu yüzden bu gün bile bazı yazarlar bu terimi kullanırlar (örneğin Trümpy).

Ben bu yazımda levha tektoniği kuramı anlamında dalma-batma olayına biraz değineceğim. Çoğu jeotektonik durumlar ve jeodinamik sonuçların bu varsayımla açıklanamayacağı görülmektedir.

Vesnik A, 40, 169 - 188, 1982'deki «Is subduction a real phenomenon» adlı makalenin düzenlenmiş çevirisidir.



Şekil 2 — Levha tektoniği taraftarlarınınca dalma-batma olayının en çok kullanılan gösterimi. Bir anahtar rolü oynayan kuvvetli bir katman olan litosferdeki yeni global tektoniğin uyarlanması, astenosferin ve mezosferin rollerini ve şeklini şematik olarak gösteren blok diyagram. Bir yay'dan diğere bir yay'a olan dönüşüm fayı solda, karşılıklı birbirine bakan iraksayan zonlar arasında görülmektedir (ada yayları). Merkezde okyanus sırtı boyunca iki sırt'tan sırt'a dönüşüm fayları, sağda, basit fay yapısı. Şekil, New Hebridler, Fiji, Tonga, Doğu Pasifik yükselimi ve batı Güney Amerika'yı içeren Pasifik havzasının bir kısmını gösterir (Isaaks ve diğ., 1968'e göre).

DALMA-BATMASIZ ATLANTİK YAYILMASI

Biçim ile kıta kayması kuramının yaratılmasına, örneğin bir motif olarak levha tektoniği kuramına hizmet eden Atlantik okyanusu, ne okyanusal ne de kenar hendeklere sahiptir. Bunun ayrıcalıklı örneği küçük Porto-Rico Hendeği ile Güney Sandwich Hendeği'dir. Bunlar, Atlantik alanı için derince şekilde kesmelerine karşın, taslakların çoğunda Pasifik sisteminin elemanları gibi gösterilirler. Şimdiye değin hiç kimse böyle sürekli bir düzenli yayılmanın nedenini açıklayamamıştır ve diğer okyanuslarda olduğu gibi litosfere göre aynı kabuk, dalma-batma (ve üzerleme dahil) burada mevcut değildir.

Eğer Karayib levhası doğuya doğru hareket etseydi; dalma-batma, meridyen yönünde olmak üzere orta Atlantik sırtına paralel olacaktı (Şek. 2). İlgili hendek ve volkanik ada yayları da (Atlantik'te) doğuya doğru daha da ilerleyecekti. Ancak, Porto-Rico Hendeği, Karayib denilen levhayı kuzeyden sınırlar, yaklaşık olarak doğu-batı yönünde orta-Atlantik sırtına dik bir şekilde yönelir. Senozoyik yaşlı volkanik kuşak Karayib alanının ortasında ve onun güneyindedir.

M. Pushharovsky (1979), taranan materyalin analizi ve derin denizaltı sondajlarından elde edilen verilere göre, bu Karayib denizinin özel bir tür kıta-arası deniz olduğu sonucuna varmıştır. Porto-Rico kuşağında Geç Jurasik'ten Valanjiniyen'e kadar yaş aralığındaki birimler içinde ofiyolitler ve çörtler bulunur. Burası, Büyük Antiller'in öjeosenklinal komplekslerinin açınımı ve oluşumu yüzünden bazalt sokulumları ile birlikte Geç Kretase devri sırasında içinde denizel çökelmenin geliştiği özel bir ilgi alanıdır. Kretase sonundan itibaren bölgenin Eosen ya da Miyosen sonuna kadar 1400 m. yüksekliğe

ulaşan ve periyodik olarak artan yükselme ve çökmeye maruz kalması da ilginçtir.

Bu yüzden, bu bölgenin bir levha olarak düşünülmesi ve Pasifik örneğine benzemesi zordur. Ofiyolit kompleksinin gelişmesine ve konumuna göre; bu bölgenin, Mesozoyik'te bir Tetis karakterine sahip olduğu görülür.

Ben, Güney Sandwich Hendeği konusunda kesin verilere sahip değilim ancak onun Pasifik'le herhangi bir ilişkiye sahip olması bile küçük bir olasılıktır.

Atlantik'in kalıntı kısmı, dereceli olarak karadan okyanusa doğru yamaçlanan basamak fay sistemleriyle sınırlanır. Hatta burada nehir işlevleri, denizaltı nehir akıntıları şeklinde korunmuştur ve bunların deltayık çökelleri okyanusal derinliklere kadar devam eder (Kongo-Amazon-Parana-Nijer, v.b.)

Bu bağlamda sorun şudur: Atlantik'te taban eklenmesi nasıl dengelenmiştir? Acaba, Avrasya, Afrika ve Amerika'nın sıkışmasıyla mı? Bunların, aktif rift sistemleriyle, en azından Neojen'de, açılma durumunda olduklarını biliyoruz (Limagne, Ren-Afrika rifti, v.b.). Levha tektoniğinde kabul edilen bir öncelik olarak Atlantik sırtı, okyanus kabuğunun aynı yaştaki sokulum zonu ve taban eklenmesinin geliştiği yer midir? Atlantik okyanusu neyi temsil eder?

Bu soruların dalma-batma sorunlarıyla doğrudan bağlantısı bulunmamasına karşın, global tektoniğin birbirinden ayrı düşünülmediği soruları çerçevesinde, A.V. Peive (1976)'nın genelde Atlantik ortası sırtın ve Atlantik tabanının açıklanmasına dayanan görüşünden bahsedilmiş olmalıdır. A.V. Peive, sırtın iki kompleksten ibaret olduğunu söyler: Üstte, Oligosen (?) - Kuvaterner yaşlı volkanojenik çökeller (karbonatlarla ardalanmalı toleyitik bazaltlar ve pek çok bloklar biçiminde kurılmış absal kil çökelleri) ile altta yeşil çistler amfiboller ve tümü ile ofiyolitik malzemeden ibaret olan alt kompleks (Metamorfik püskürüklerin gerçek yaşı olasılı jura-Eosen'dir). Kretase sonu ile Paleosen başlangıcında, okyanusal kabukta kıvrımlı bir yapı gelişmiştir. Atlantik okyanusuna tüm özellikleriyle kenar miyosenklinalleri ve granitleşme olayından çok önce kıvrımlanmak ve metamorfizmaya uğramak zorunda kalan merkezi öjeosenklinal ile erken okyanus evresinde bir kıta arası jeosenklinal sistemi şeklinde bakılabilir (Şek. 3.).

Global levha tektoniği kuramında, Mesozoyik ve Senozoyik süresince yayılma ile sırtta yeni bir okyanusal kabuğun oluşum mekanizması kavramı, yapılan bu hatayı ispatlar.

Benim ilk yazı denemelerimden birinde, H. Stille (1958) ile okyanusların eskiliği konusunda, diğer bir deyimle Gondwana'nın süper bir kıta olarak mevcut olmadığı konusunda, N.A. Shtreis (1964)'ün görüşlerini aktarmıştım. Atlantik konusunda tabanın Grönland, Rockall ve İngiliz adalarında olduğu gibi



Şekil 2 — Levha tektoniği taraftarlarınınca dalma-batma olayının en çok kullanılan gösterimi. Bir anahtar rolü oynayan kuvvetli bir katman olan litosferdeki yeni global tektoniğin uyarlanmasında litosferin, astenosferin ve mezosferin rollerini ve şeklini şematik olarak gösteren blok diyagramı. Bir yay'dan diğer bir yay'a olan dönüşüm fayı solda, karşılıklı birbirine bakan iraksayan zonlar arasında görülmektedir (ada yayları). Merkezde okyanus sırtı boyunca iki sırt'tan sırt'a dönüşüm fayları, sağda, basit fay yapısı. Şekil, New Hebridler, Fiji, Tonga, Doğu Pasifik yükselimi ve batı Güney Amerika'yı içeren Pasifik havzasının bir kısmını gösterir (Isaaks ve diğ., 1968'e göre).

DALMA-BATMASIZ ATLANTİK YAYILMASI

Biçim ile kıta kayması kuramının yaratılmasına, örneğin bir motif olarak levha tektoniği kuramına hizmet eden Atlantik okyanusu, ne okyanusal ne de kenar hendeklere sahiptir. Bunun ayrıcalıklı örneği küçük Porto-Rico Hendeği ile Güney Sandwich Hendeği'dir. Bunlar, Atlantik alanı için derince şekilde kesmelerine karşın, taslakların çoğunda Pasifik sisteminin elemanları gibi gösterilirler. Şimdiye değin hiç kimse böyle sürekli bir düzenli yayılmanın nedenini açıklayamamıştır ve diğer okyanuslarda olduğu gibi litosfere göre aynı kabuk, dalma-batma (ve üzerleme dahil) burada mevcut değildir.

Eğer Karayib levhası doğuya doğru hareket etseydi; dalma-batma, meridyen yönünde olmak üzere orta Atlantik sırtına paralel olacaktı (Şek. 2.). İlgili hendek ve volkanik ada yayları da (Atlantik'te) doğuya doğru daha da ilerleyecekti. Ancak, Porto-rico Hendeği, Karayib denilen levhayı kuzeyden sınırlar, yaklaşık olarak doğu-batı yönünde orta-Atlantik sırtına dik bir şekilde yönelir. Senozoyik yaşlı volkanik kuşak Karayib alanının ortasında ve onun güneyindedir.

M. Pushharovsky (1979), taranan materyalin analizi ve derin denizaltı sondajlarından elde edilen verilere göre, bu Karayib denizinin özel bir tür kıta-arası deniz olduğu sonucuna varmıştır. Porto-Rico kuşağında Geç Jurasik'ten Valanjiniyen'e kadar yaş aralığındaki birimler içinde ofiyolitler ve çörtler bulunur. Burası, Büyük Antiller'in öjeosenklinal komplekslerinin açınımları ve oluşumu yüzünden bazalt sokulumları ile birlikte Geç Kretase devri sırasında içinde denizel çökeltmenin geliştiği özel bir ilgi alanıdır. Kretase sonundan itibaren bölgenin Eosen ya da Miyosen sonuna kadar 1400 m. yüksekliğe

ulaşan ve periyodik olarak artan yükselme ve çökmeye maruz kalması da ilginçtir.

Bu yüzden, bu bölgenin bir levha olarak düşünlmesi ve Pasifik örneğine benzemesi zordur. Ofiyolit kompleksinin gelişmesine ve konumuna göre; bu bölgenin, Mesozoyik'te bir Tetis karakterine sahip olduğu görülür.

Ben, Güney Sandwich Hendeği konusunda kesin verilere sahip değilim ancak onun Pasifik'le herhangi bir ilişkiye sahip olması bile küçük bir olasılıktır.

Atlantik'in kalıntı kısmı, dereceli olarak karadan okyanusa doğru yamaçlanan basamak fay sistemleriyle sınırlanır. Hatta burada nehir işlevleri, denizaltı nehir akıntıları şeklinde korunmuştur ve bunların deltayık çökelleri okyanusal derinliklere kadar devam eder (Kongo-Amazon-Parana-Nijer, v.b.)

Bu bağlamda sorun şudur: Atlantik'te taban eklenmesi nasıl dengelenmiştir? Acaba, Avrasya, Afrika ve Amerika'nın sıkışmasıyla mı? Bunların aktif rift sistemleriyle, en azından Neojen'de, açılma durumunda olduklarını biliyoruz (Limagne, Ren-Afrika rifti, v.b.). Levha tektoniğinde kabul edilen bir öncelik olarak Atlantik sırtı, okyanus kabuğunun aynı yaştaki sokulum zonu ve taban eklenmesinin geliştiği yer midir? Atlantik okyanusu neyi temsil eder?

Bu soruların dalma-batma sorunlarıyla doğrudan bağlantısı bulunmamasına karşın, global tektoniğin birbirinden ayrı düşünülmediği soruları çerçevesinde, A.V. Peive (1976)'nın genelde Atlantik ortası sırtın ve Atlantik tabanının açıklanmasına dayanan görüşünden bahsedilmiş olmalıdır. A.V. Peive, sırtın iki kompleksten ibaret olduğunu söyler: Üstte, Oligosen (?) - Kuvaterner yaşlı volkanojenik çökeller (karbonatlarla ardalanmalı toleyitik bazaltlar ve pek çok bloklar biçiminde kırılmış abisal kil çökelleri) ile altta yeşil şistler amfiboller ve tümü ile ofiyolitik malzemedir ibaret olan alt kompleks (Metamorfik püskürüklerin gerçek yaşı olasılı jura-Eosen'dir). Kretase sonu ile Paleosen başlangıcında, okyanusal kabukta kıvrımlı bir yapı gelişmiştir. Atlantik okyanusuna tüm özellikleriyle kenar miyosenklinalleri ve granitleşme olayından çok önce kıvrımlanmak ve metamorfizmaya uğramak zorunda kalan merkezi öjeosenklinal ile erken okyanus evresinde bir kıta arası jeosenklinal sistemi şeklinde bakılabilir (Şek. 3.).

Global levha tektoniği kuramında, Mesozoyik ve Senozoyik süresince yayılma ile sırtta yeni bir okyanusal kabuk oluşum mekanizması kavramı, yapılan bu hatayı ispatlar.

Benim ilk yazı denemelerimden birinde, H. Stille (1958) ile okyanusların eskiliği konusunda, diğer bir deyimle Gondwana'nın süper bir kıta olarak mevcut olmadığı konusunda, N.A. Shtreis (1964)'ün görüşlerini aktarmıştım. Atlantik konusunda tabanın Grönland, Rockall ve İngiliz adalarında olduğu gibi

fik Sırtının ve bu daha küçük sırtların bilateral yayılması, ya bunlar arasındaki alanın kışalmasını ve tabanın kıvrımlanması ya da dalma-batma ve okyanus hendeklerinin karşılığı olan zonların oluşmasını sağlamıştır (Şek. 4). Ancak bunların hiç birisi gözlenmemiştir. Bahsedilen morfoyoapıları ile tüm bu bölge, bazı yazarlara (Bullard) göre yıllık 4-5 cm (hatta yılda 16 cm kadar olan) yayılmayla Amerika kıtası levhaları altına dalan bir okyanus levhası olarak ele alınmış olmalıdır.

Burdaki ikilem, dalma-batma taraftarlarından önce ortaya konmuştur: Bahsedilen sırtlar dahil, eğer tüm bu yapılar Amerika kıtaları altına dalarsa, bunların dalma-batma yapabilmesi için gereken enerji nereden sağlanacaktır? Ancak bunlar hendekler içine girmez ve dalmazlarsa, o zaman aşıkardır ki,



Şekil 4 — Milli Coğrafya Kuruluşu'nun haritasına göre, Heezen ve Tharp'ın çalışmalarına dayalı Doğu Pasifik Sırtı ile Güney ve Orta Amerikanın kenar hendekleri. Yayılma hızları J. Hoirtzler (1967)e göre verilmiştir. Bir kez Doğu Pasifik Sırtından, bir kez de ikincil sırtlardan, dalma-batma tarafından ikincil yayılmanın karşılanmaması koşuluyla, çift yayılmayı göstermektedir. (Şili yükselimi, Nazca, Cargenie, Cocos ve Tehuantepec Sırtı, bunların çoğu asıl sırta diyagonal ve hendeklere diktir).

hendekler hemen hemen dalma-batma olayı ile herhangi bir bağlantısı olmayan morfoyoapılar durumunda olacaktır.

Derin odaklı depremlerin oluşabilmesinin ön koşulu olan litosfer levhalarının dalma-batması olayının, ayrıcalıklı ve zorunlu bir nedenle, daha genç sismologlar tarafından benimsenmediği de burada belirtilmelidir.

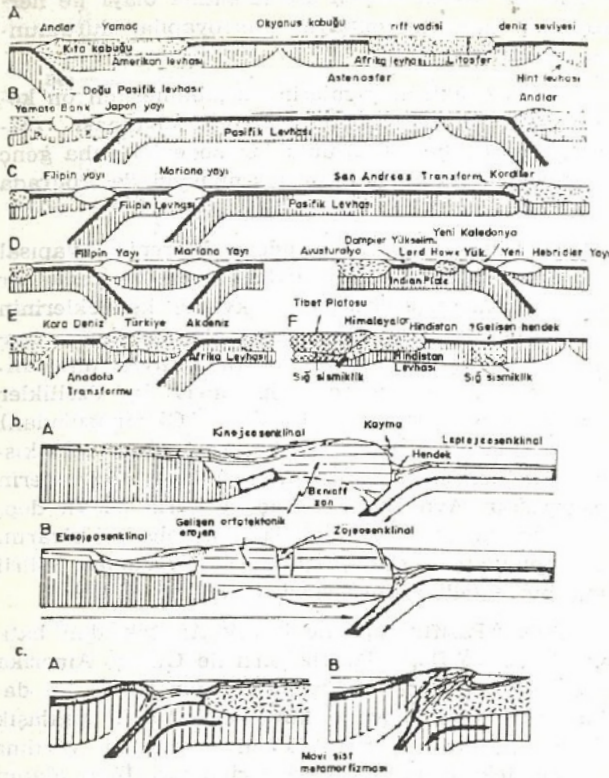
C. Lomnitz (1974), hendeği, bölgenin yapısal hatlarına kabaca paralel giden derin ve geniş bir oluk şeklinde göstermiştir. Okyanus hendeklerinin varlığı her koşulda, yeryüzü mantosuna doğru uzanan tektonik duraysızlığı belirtir (gravite anomalileri, volkanizma, ortaç depremler). Bu özellikler hendeğin merkezinden (Pasifik Okyanusu'ndan) uzağa doğru yer değiştirmiştir. Yapının en eski kısmı olan hendek, olasılıkla normal-derin depremlerin merkezidir. Aynı yazar, ortaç ve derin odaklı depremlerin, mantonun belirli dağınık bölgeleri civarında toplanır gibi gözüküğünü ve her zaman belirli tek bir eğimli yüzeyi izlemediğini de ekler.

Doğu Pasifik Sırtı ile Kuzey Amerika'dan batıya doğru ve Doğu Pasifik Sırtı ile Güney Amerika arasında biraz önce tartışılan alandan iki-üç kez daha geniş olan Pasifik havzasının tümü, yaklaşık olarak havzanın yarısına kadar çıkarsanan yayılma ile bir tek levha olarak gösterilmiştir. İlgili alanın doğusunda ve biraz kuzeyde, ne yayılma, ne ikincil sırtlar ne de yitim zonları vardır. Batı kenarı boyunca, genç volkanik dağların ya da orojenik zincirlerin hemen ötesinde, yeryüzündeki en derin deniz hendeklerinin tümü her yöne yönelmiş bir şekilde sıralanmıştır. Bunlar, levha tektoniği kuramına göre, okyanusal levhalar altına dalma-batma yapan okyanus levhalarının oluşturduğu okyanus hendekleridir.

Derin deniz hendeklerinin eski platformlara yakın hiçbir yerde bulunmadığı farkedilebilmektedir. Bunlardan hiçbiri ne Afrika tarafında, Kanada Kalkanı yanında ne de Grönland, Güney Amerika Kratonu, Hindistan, Avusturalya v.b. üzerinde bulunmazlar. Bütün bu levhalardan okyanuslara geçiş yalnızca basamak fay sistemleriyle gösterilmiş bulunmaktadır. Hareketsiz olduğu düşünülen Anktartika dışında (G.T. Wilson, 1965; J.R. Heirtzler ve diğ., 1968) tüm güney kıtaları eski platformlardan kuzeye doğru hareket etmiştir. Okyanus levhalarının, bu platformların altına dalmaları sonucu oluşan hendeklere karşılık gelmeleri beklenmektedir. Örneğin, Hint Okyanusu hendekleri (Java hendeği ve Diamantina hendeği) aniden Avusturalya kıta şeffi ile dokanak durumuna gelerek kaybolurlar.

Derin hendekler ile dalma-batma arasındaki gerçek ilişkiler nelerdir?

Diğer hendeklerde olduğu gibi, Pasifik'teki dalma-batma olayı uzun bir süreç sunmuştur. Ortalama hızının başarılması 25-30 m.y. ister. Bunun yaklaşık 700 km. derinlikte, yılda ortalama 4-5 cm dalma hızının başarılması 25-30 m.y. ister. Bunun anlamı, bu günkü dalma-batma olayının hendekte Or-



Şekil 5 — Dewey ve Bird, (1970 ve 1971) e göre, dalma-batma olayının ayrıntılı olarak gösterilmeleri (Örnekler çoğun Pasifik'ten alınmıştır).

- a — Levha, okyanus, kıta ve adayı ilişkilerini gösteren şematik kesitler. (F)'de gösterilen gelişmekte olan hendek Sykes (1970)'den dir. (C ve D) Filipinlerdeki dalma-batmanın farklı yönlerinden ziyade San Andrea, fayında Kuzey Amerikan Kordilleri altında; tüm litosferi kesen dalma-batma olayının durmasını işaret eder (Anderson 1971 ve Porter, 1976'nın verilerine ters, sözlü görüşme). (E) New Hebridler altında (Avustralya kıtasının da bulunduğu yerde) Hindistan levhasının, Tonga Hendeğindeki dalma-batma yönüne karşı olan dalma-batması. Tibet Platosu altında Hindistanın, ve Türkiye levhası altında Afrikanın dalma-batma yapmasının bu hipotezdeki yeni özelliği, bir diğeri altına kıtasal levhalardan birinin itkilenmiş olmasıdır.
- b — Jeosenkinaler, orojenik kuşaklar ve okyanusların ilişkisi (1970 a da). Bunların bütün gösterimlerinde özellikle iç hendek duvarındakiler olmak üzere hendeklerdeki çökeller kıvrımlıdır. Hendek çökellerinin deformasyonu mavi şist kuşaklarının oluşmasıyla, düşük sıcaklık - yüksek basınç koşullarında meydana gelir.
- c — Bu yazarlar, mikro - kıtalar terimi gibi (Alpin sistemdeki masifler; Carnic - Apulian Masifi ki bu Adriyatiktir, bir Tetis mikro - kıtası olabilir) kıta levhaları üzerine okyanusal levhaların itkilenmesi (obdüksiyon) tasarımı da sundular. Mavi şist kenet kuşağı, bir yüksek sıcaklık metamorfizması ile volkanik kuşağı volkanik olmayan kuşaktan ayırır.

ta Oligosen'den daha genç ya da Miyosen başından beri oluşan bütün formasyonları kapsamış olmasıdır. Hendek içindeki bütün formasyonların kıvrımlanmış olmaları ve şiddeti gittikçe artarak kıta yamacına doğru, yani üzerleyen levhaya doğru hareket edebilmeleri mantıklı olacaktır ve bazı yazırlar da hendeklerin gelişiminin bu yolla olduğunu göstermişlerdir (Dewey ve Bird, 1970) (Şek. 5.). Yayımlar yaklaşık olarak tüm dalma levha boyunca bile aynı olacaktır. Bununla birlikte, hendeklerdeki Neojen çökelleri çoğunlukla yatay konumdadır. Bu durum, kenar Pasifik hendekleri için 10 yıldan daha önce ortaya konmuştur (D.W. Scholl ve diğ., 1970; D.A. Ross, 1971) (Şek. 6.). Benzer durum Vit-yaz hendeği tabanında olduğu gibi (I. Murduca, aynı kitapta) Ryukyu hendeği ve Mariana hendeği içindeki Neojen çökelleri için de belirtilmiştir (A. Beljaev-Dmitry Mendeljeev, 1976'nın keşfi sırasında ki konferans).

Güncel deniz altı araştırmaları, üzerleyen levha üzerinde bulunması gereken volkanik kayaların dalma-batmaya bağlı volkanizma sonucu oluştuğunu doğrulamaz. Örneğin, Mariana hendeğinde (doğu yamacındaki Guam adası seviyesinde) dalma levha yani okyanus tarafında bir volkanik çekirdek tabla şeklindeki bir denizaltı dağı (guyot) vardır ve hendek içinde bazik ve ultrabazik kayalar, derin deniz çökelleriyle birlikte bulunmuştur (Keşif, Dmitry Mendeljeev, 1976).

Gözlem, dalma-batma kuramı ile ona ilişkin volkanizmanın başka mantıklı savı desteklemediğini göstermiş olmalıdır. Eğer büyük bir levha, modellerde belirtildiği gibi dalma-batmaya başlarsa volkanik etkinlik, doğrudan doğruya yitim zonuna paralel, yaklaşık olarak bütün levha boyunca olmasada levha parçasının en azından uzun kenarının tümü üzerinde gelişecektir. Bu olay bir sorun oluşturmaz. Alaska ve Meksika arasında Kuzey Amerika boyunca yalnızca Cascades bölgesi volkanik olarak etkindir. Bununla eş zamanlı olmayan St. Helen dağının son püskürmesi bile oldukça bağımsız bir olaydır ve çeşitli derinliklerde püskürmüştür. Malzeme açık renkli hipersten, hornblend dastittir fakat daha koyu renkte yoğun dastit de vardır (R.L. Christiansen, 1980). Dalma-batma olayı ile açığa çıkan tüm sürtünme ısısının bir noktada yoğunlaştırılmış olması olası mıdır?

Böyle bağımsız volkanik bölgeler ve hatta ayrılmış olan endodinamik olaylar dünyanın diğer yerlerinde de bilinmektedir. Örnek olarak, Akdeniz bölgesindeki volkanlar ve depremleri gözden geçirelim.

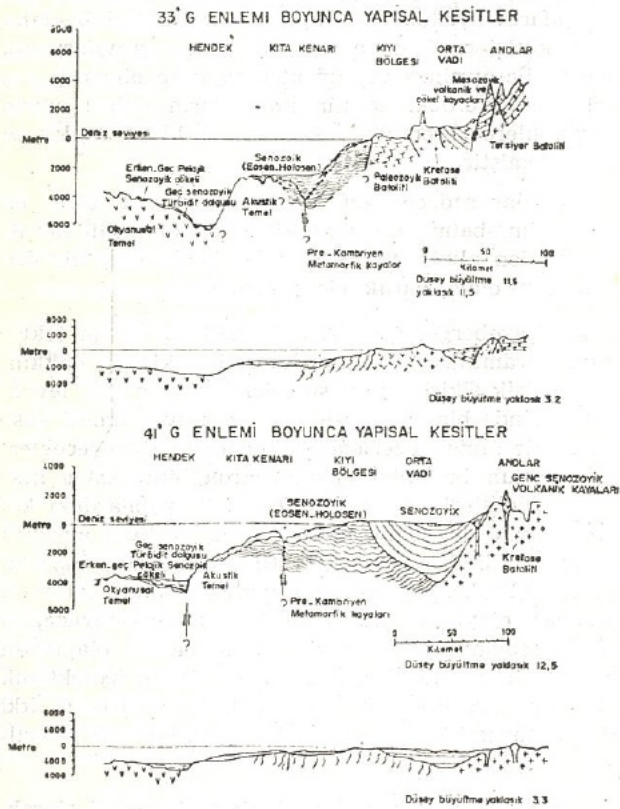
AKDENİZ LEVHA İTKİLENMESİ ALANI MIDIR?

Akdeniz, son günlerde Afrika ya da Pasifik levhası gibi aynı düzeyin bir çok sayıdaki levhaları şeklinde bölünmüştür. Örneğin, Türkiye levhası, Ege levhası ile Adriyatik levhası vardır. Bu sonuncunun oluşturulmasından gerçekten çok onurlanıyorum. Onun dünya ölçüsünde takdimi, önemli morfoyapıları benim gururumu okşamaktadır. Ancak Adriyatik bölgesi hangi bazda bir levha

olarak sınıflandırılmaktadır, hangi yönde hareket etmektedir ve hareketin etkenleri nelerdir? Bütün bunlar benim için hâlâ aydınlanmış değildir. Arkadaşım Bruno d'Argentino ve diğ. (1980), Adriyatik levhasını, Afrika levhasının bir uzantısı olarak sınıflamıştır. Bu yazının yayımlandığı bülten içindeki başka bir makalede bu konuda daha fazla bilgi verilmiştir.

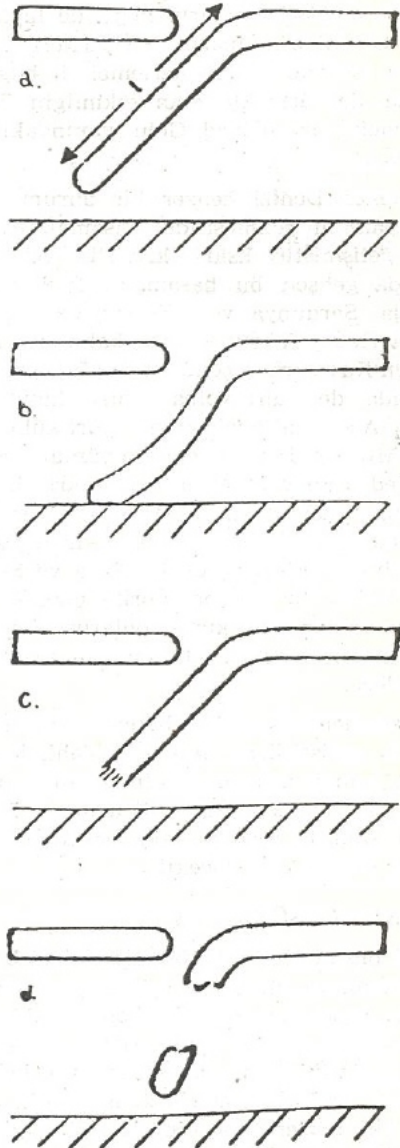
Akdeniz bölgesinde dalma-batma olayı çoğunlukla Ege denizi ile bağlantılıdır (J. Angelier ve X. Le Pichon, 1980) ve bu sismik veriler bazındaki bilgi alışverişi ile anlaşılmıştır. Bunun ötesinde Afrika'nın Orta Miyosen'den beri Hellenik yayı altına daldığı da kabul edilmiştir ki bu dalan levha yeterli derinliğe ulaştığında Pliyo-Kuvaterner'deki volkanizmayı oluşturmuştur. Ancak yazarlar bu bölgenin Jeodinamik gelişmesinin farklı bir yorumuna izin verirler ve bunlar, dalma-batma-genişleme olayına bağlı düşey hareketleri önemli bir etken olarak görürler.

Bu bölgenin Tersiyer-Kuvaterner devri (ve hatta daha erken) sırasında tektonik gelişim modeli şüphesiz günümüzden 60 yıl önce bile biliniyordu (J. Cvijic, 1924). Ege denizinin Vardar zonu ile Pe-



Şekil 6 — D. Scholl ve diğ., (1970)ne göre, Pasifik denizi tabanından Andlar'ın doruğuna kadar idealize edilen yapısal kesitler, Peru - Şili hendegindeki deforme olmamış Senozoyik çökellerini göstermektedir. Alttan - itkilene bu nedenle doğrudan doğruya hendek tabanını ya da onun çökel dolgusunu ihtiva etmemektedir.

lagoniyen masifinin büyük bir kısmını örterek uzak kuzeye doğru yayıldığı bilinmektedir. Ege'nin tabanının birçok faylar boyunca çökmesi, hacminin kü-



Şekil 7 — Isacks, Oliver ve Sykes (1968)'e göre ada yaylarında alta itkilenen levhanın dört olası şekli. Kesiksiz alanlar litosferi, beyaz kısım astenosferi, taramalı alan mezosferi göstermektedir.

- a — Uzunluk 1., deniz dibi yayılmasının en son periyodu sırasındaki alta itkilene miktarının bir ölçüsüdür.
- b — Litosfer, onun daha alt kenarı boyunca deforme olmuştur. Çünkü, burada çok dirençli bir katmanla (mezosferle) karşı karşıya gelmiştir.
- c — Sismik zonun uzunluğu alttan - itkilene oranının ürünüdür ve üst manto yanındaki dilimin asimilasyonu için zaman sabittir.
- d — Litosferin bir parçası (ya da parçaları) ya gravitasyonel batma ya da astenosferdeki kuvvetlerle ayrılmış olur.

çülmesine ve bugünkü derinliğine ulaşmasına neden olmuştur. Bu çökmenin karşılığı olan paleocoğrafik ve tektonik birimler Balkan yarımadası ve Ege adalarında bugün bile kolaylıkla tanınabilmektedirler. Yöredeki volkanların hepsi de faylarla bağlantılıdır. Özellikle bunların kesişmeleri ve bazılarının kara içlerine kadar ilerlemeleri, bugün bile günümüzde de sürmekte olan etkinliğin belirtilerini göstermektedir. (Ohrid Gölü yanındaki Solfatara Koselj).

Tyrrhenien Denizi benzer bir durum gösterir. Bunun tabanının çökmesi de, basamak-fay sistemi ne göre gelişmiştir. Eski kristalin ve Mesozoyik kayalarında gelişen bu basamaklı fayların taban bloklarında, Sardunya ve Korsika'dakilere benzer kayalar, ayrıca yaklaşık 800 m. kalınlıkta hatta yatay Neojen-Kuvaterner çökelleri ile fayların kesişme noktalarında denizaltı volkanizması kaydedilmiştir. Genellikle Aeoliyen adalarının gürültülü volkanik etkinliği Miyosen-Pliyosen'den günümüze değin sürmektedir. Bu volkanizma bazaltlarla başlar. Son oluşan volkanitler riyoit ve kuvars latitler şeklinde iken, Erken Kuvaterner yaşta olanlar andezitik karaktere sahiptir. Biraz ötede ise Etna ve Sicilya volkanları yer alır. Bu konuda otorite olan A. Rittman (1963), bu volkanların kırık zonlarına bağlı olduğunu ve bazik Atlantik tip mağma ürünü olduklarını söyler.

İleri sürülen Ege dalma-batma olayı ile bağlantılı olarak geliştirilen hipotezin lehinde olmayan olayın da belirtilmesi gerektiğini düşünüyorum: Yitim zonu, ölü deniz riftine dik açıdır. Dolayısıyla bunlar arasındaki tabanın sıkışma sonucunda kıvrımlanmış olması gerekecektir.

BAZI GENEL DÜŞÜNCELER

Başka bir görüş açısından da dalma-batma olayı ile volkanizma birbiriyle uyuşmaz. Dalma-batma olayı, hem üzerleyen levhada, hem de dalma-batma yapan levhada olduğu gibi sıkışmalı tektonik etkinliğe sahip iki levhanın çarpışmasını belirtir. Ancak, karada orojenik zincirin gelişmesinin doğrudan doğruya bir gözlem ve incelemesine girilebildiği yerde, volkanizmanın doğrudan kompresif tektonikle ilişkili bulunmadığı ispat edilmiştir; Dinaridler'deki Alpin kıvrımlanma fazlarının hiçbirisi volkanizma ile aynı zamanda meydana gelmemiştir. Bununla birlikte volkanik oluşumlar yalnızca kabuğun farklı bir açılması ile ortaya çıkarlar (P. Ciric, 1970).

Akdeniz bölgesindeki şiddetli depremlerin düzenlenmesi de benzer bir şekil gösterir. Yitim zonu ile paralel olan bir zon boyunca derin odaklı depremler yerine, ayrı tektonik birimlerde, çoğunlukla karşılaştırmalı yüzleştirme (contrasting confrontation) noktalarında (ayrıca San Andreas fayındaki sismik karşılıklar gibi) son depremlerin hiçbirisi 25 km. den daha derin bir odağa sahip değildir ve bunlar çoğunca daha da sığ odaklıdır (Agadır, El Asnam, Potenza Montenegriyan litoralı, Üsküp, Kopaonik Dağı, Bükreş, Korent). Bölgenin, Alpin orojenik yapı-

sına diyagonal ya da dik olarak düzenlenmiş depremlerden etkilenmiş olması ilginçtir (Atlas, Apeninler, Dinaridler, Karpatlar).

Levhaların dalma-batma hipotezleri gerçek fiziksel güçlüklerle karşılaşır. 30 km. den maksimum 70 km. ye kadar derinlikteki sıcaklık bütün kayaların ergime noktalarını geçecektir. Bu nedenle litosfer levhaları 100 km. üzerinde kalınlıklara sahip olabilir ve hatta 700 km. derinlikte katı oluşuklar şeklinde bataabilirlermi?

Hareket eden levhalar için gereken enerji kaynağı ikinci bir sorun oluşturur: Özellikle okyanus ortası sırtlarda ergiyen bazaltın sınırlı sokulumları, kendinden önce 1000, 2000 ve hatta 10.000 km. genişliğindeki litosferik yatay levhayı itmek, sonunda astenosferin daha yoğun ve daha ağır malzemesi içine onu batırmak zorundadır. Isacks, Oliver ve Sykes (1968), (Şekil. 7.) gerçekten üst manto tarafından daldırılan dilimin bir kısmının soğurulmasını kabul ederler. Ancak, diğer varsayımlar arasında, parçaların ya gravitasyonal batma ya da astenosferdeki kuvvetlerle daldırılan levhadan ayrılmış olabileceği şeklindeki bir hipotezi de öne sürerler. Böyle bağımsız parçaların derin odaklı depremleri ne şekilde harekete geçirebildiği, hatta dahası, ne tür parçaların ayrıldığı ve büyük basınç altındaki daha ağır kütleler ya da astenosfer içine gravitasyonal batma ile ayrılmış ve sürüklenmiş olup olmadığı veya astenosferdeki ne tür kuvvetlerin onları ayırıp derinliklere sürebildiği konusunda hiçbir açıklama verilmemiştir.

Bunlar sadece bazı örneklerdir. Bana göre en son dalma-batma olayı gelişmiş güzel kontrollü bir literatürden alınmıştır ve dolayısıyla bu olay bir jeotektonik olay olarak ele alınamaz.

Scharnberger ve Kern (1972) gibi levha tektoniği kuramına inananlar, levha hareketleri hakkında değişik fikirler ileri sürseler bile, bir kıta levhası üzerinde bir okyanusal levhanın itkileneceği şeklinde ele alınan üzerleme denen olayı söyleyeceklerdir. Bunun bugünkü okyanuslarda bilinmesine karşın, ofiyolitlerin daha eski orojenik yapılarıdaki konusu bu tezle açıklanmıştır. Konu ile ilgili ayrıntılı başka bir bildiri yazmıştım (B. Ciric, 1981). Burada, yalnız ultrabazik masifler altında kontakt metamorfizması olayının üzerleme ile açıklanamayacağını söyleyeceğim. Dolayısı ile dalma-batma olayından bile daha az görülen obduksiyon olayı, jeotektonik olaylar arasında bir yere sahiptir ve üstten itki (underthrust) terimleri tektonik yapılar için yeterlidir.

Sonuçta, yukarıda anlatılanların bir özeti olarak, bana göre burada G. Millet (1980)'nin çok güzel bir cümlesi yerinde söylenmiştir: Bir bilim adamı sadece kişiliği ile değil işlevi ile de artık bildiğine inanan biri olamaz, ancak o, sonuca varamamanın verdiği üzüntüler içindeki bir araştırmacıdır.

NOT : Makalenin orijinalindeki «Değinen Belgeler» listesi çok uzun olduğu için buraya alınmamıştır.