

## KUZEY ANADOLU FAY ZONU BİR PALEO-BENIOFF ZONU OLABİLİR Mİ?

Gürol ATAMAN; Ersen BUKET ve Ussal Z. ÇAPAN

*Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümü, Ankara*

**ÖZET.** — Bu yazıda sunulan verilerin ışığı altında Anadolu plakacığı, kuzeyde ve güneyde bir çift Benioff zonuyla sınırlanmıştır. Bugün Güneydoğu Anadolu'daki büyük bindirme, bir kıta-kıta çarpışması ve kıtalar arasındaki kenar denizin yutulmasıyla; Kuzey Anadolu Fayı kırılma zonu ise, bir kıta-ada yayı çarpışması sonucu yutulan kenar deniz tabanlarının Benioff zonlarında batmasıyla oluşmuşlardır.

### GİRİŞ

Kuzey Anadolu Fay zonu (KAF), Türkiye'nin en önemli tektonik öğelerinden biridir. Üzerinde bugüne kadar tam anlamıyla yeterli ve ayrıntılı bir çalışma yapılmamış olduğu halde, bu fay hakkında pek çok görüşler ileri sürülmüş ve çeşitli yorumlar ortaya atılmıştır (Dewey & Bird (5), Smith (19), Dewey (7)). Bu araştırmacılar kendi plaka tektoniği modellerinde KAF na transform fay olarak yer vermişlerdir. Ketin (14), Isacks ve diğerleri (12), McKenzie (15, 16), Tokay (20), Ataman ve diğerleri (1) ise, fayı sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olarak yorumlamışlardır. Bu yorumlarda, fay boyunca gözlenen atım miktarıyla hareketin yönü esas alınmıştır.

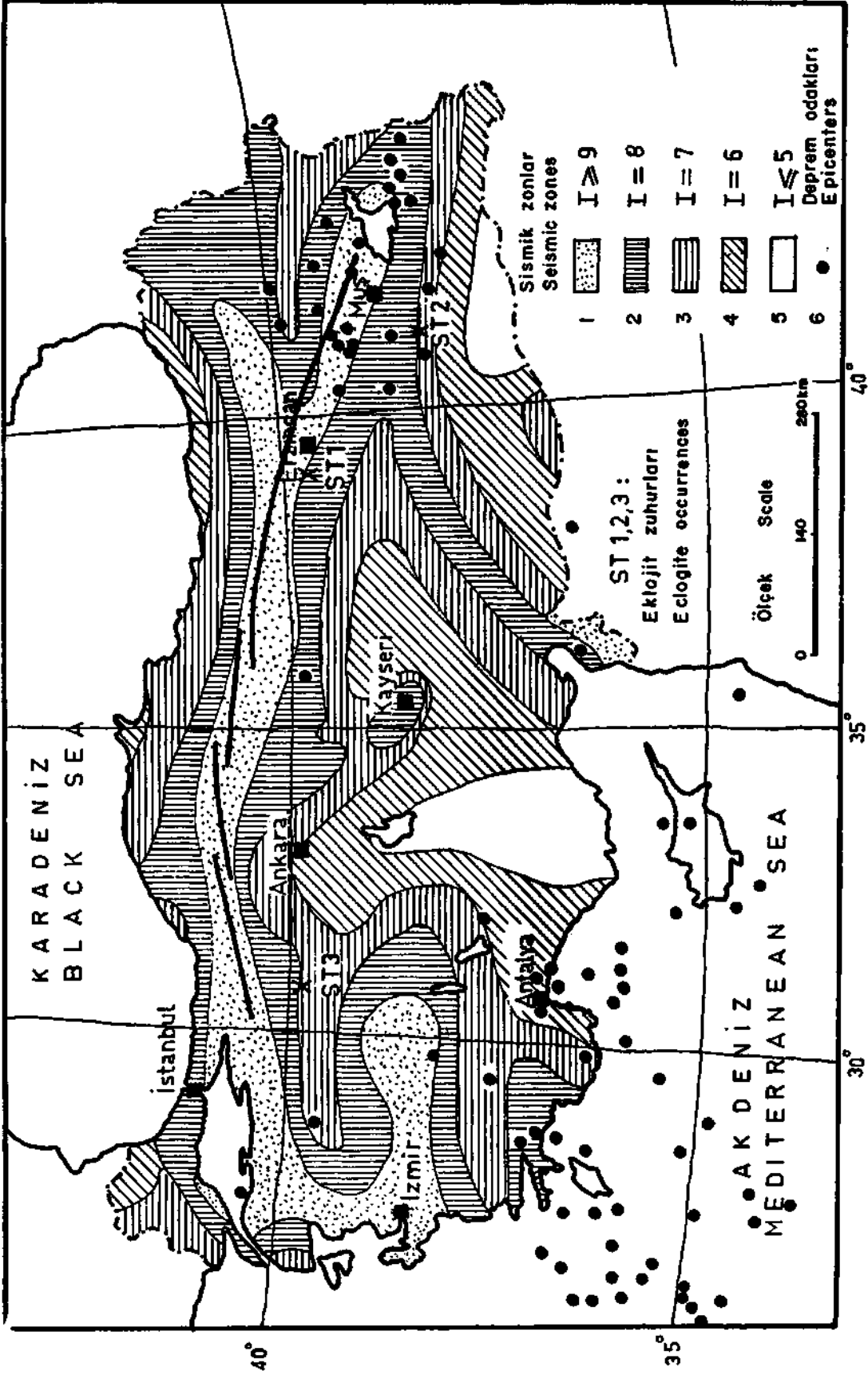
Plaka tektoniği kavramı çerçevesinde düşünüldüğü zaman Arap plakası ve Anadolu plakacığı kuzeye doğru birlikte hareket ediyor gibi görünmektedirler.

Bu hareketin sonucu olarak Doğu Anadolu Bölgesinin bir sıkışma zonu olması gerekir. Gerçekte KAF nın doğu uzantısı da bir sıkışma özelliği göstermektedir (16). Bu sıkışma, Doğu Pontid ada yayı ile Anadolu plakacığının çarpışmasından önce, bu ikisi arasında var olan kenar denizin tümüyle yutulması sonucu bir Benioff zonu oluşturmuştur.

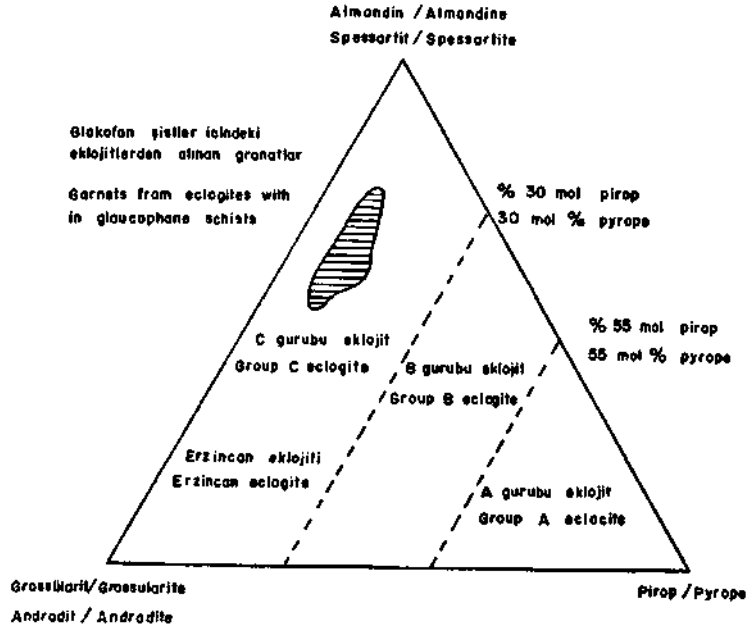
### KANITLAYICI VERİLER

Erzincan'ın 24 km kadar kuzeykuzeybatısında, Çatalarmut yöresinde Çapan ve Buket tarafından bir eklojit merceğinin varlığı ortaya konmuştur (Şek.1, İst. 1). Mikroskopik çalışmalar ve X ışınları difraksiyonu analizlerine göre, bu eklojit grossülarit-andradit tipi bir granat ile oldukça diyopsitik (kalsik) bir omfasitten oluşmaktadır. X ışınları difraksiyonu ve ışık kırma indisi araştırmalarıyla granatın, bileşiminde yaklaşık olarak % 90 andradit içeren bir Ca-granat olduğu anlaşılmıştır. Böyle bir mineral topluluğu oldukça kalsik bir karaktere sahip olmakta ve «C grubu» eklojitlere uygun düşmektedir (Şek. 2).

Türkunal (21), Bitlis masifinin güney kenarında Muş'un 30 km kadar güneybatısında Gobar tepede bir başka eklojitin varlığını belirtmektedir (Şek. 1, İst. 2). İst. 2 den alınan üç örneğin mineralojik bileşimi pirop, omfasit, rutil, biyotit, zoyisit, prehnit, kuvars ve muskovitten oluşmaktadır. Üçüncü eklojit, Çoğulu (4) tarafından bulunmuştur (Şek. 1, İst. 3). Çoğulu, eklojitin CaO bakımından oldukça zengin oluşuna (% 99.17 üzerinden % 25.10) özellikle dikkati çekmektedir.



Şek. 1 - Türkiye sismik zonları ve  $h > 50$  km olan deprem odakları. [Türkiye Deprem Araştırma Enstitüsünce hazırlanan Deprem Bölgeleri Haritası; Ergin ve diğerleri (9, 10) ve Sovyetler Birliği Deprem Odakları Atlasından (2) yararlanılarak hazırlanmıştır.]



Şek. 2 - Erzincan eklojitinin Coleman'ın (3) üçlü diyagramındaki yeri.

Eklojit, genellikle ancak büyük derinliklerde yüksek basınçlar altında, örneğin mantoda oluşabilen bir kayaç olarak kabul edilmektedir (17). Green ve Ringwood (11) eklojit oluşumu için elverişli koşulların yer kabuğunda da bulunabileceğini ileri sürmüşlerdir. Dewey ve Bird'e göre (6) eklojitler, muhtemelen batma zonlarının (Subduction zones) derin seviyelerine inen plakalardan kopup yukarı fırlayan, değişim geçirmiş, okyanus kabuğu parçaları olmaktadır. Ito ve Kennedy (13), yaptıkları deneylerin sonucunda, gabro tipi bir malzemenin 27 kbar basınç altında eklojite dönüşebileceğini belirtmişlerdir. Kanımızca eklojit, kökeni ne olursa olsun, oluşumunu ister manto ister kabuk içinde tamamlasın, çok yüksek basınçlı ve oldukça kuru bir ortamın ürünüdür. Bu fiziksel özellikler ise, Benioff zonuna özgü özelliklere uygunluk göstermektedir.

Erzincan bölgesi metamorfik kayaçları genellikle yeşil şistler ve amfibolitlerden oluşmaktadır. Yeşil şist genellikle kuvars, klorit, tremolit ve plajiyoklazlar içermektedir. Plajiyoklazların, tektonik etkenler nedeniyle, anortit yüzdeleri kesinlikle saptanamayacak derecede deforme olmuştur. Eklojitin yan kayacı olan amfibolitler, ana bileşen olarak açık kahverengi hornblendler ve andezin bileşiminde plajiyoklazlar içermektedir. Böyle bir bölgede, özellikle böyle bir litolojik toplulukta, mavi şist fasiyesi beklenebilir. Ancak çalışmanın bu evresine kadar bölgede mavi şistlere rastlanmamıştır. Mavi şist fasiyesinin yokluğu Erzincan bölgesinde jeolojik ısı eğiminin (geothermal gradient) oldukça yüksek oluşuyla açıklanabilir. Jeolojik ısı eğiminin yüksekliği, çevrede çok yaygın volkanik kayaçlar ve çok sayıda sıcak su kaynaklarının varlığıyla kanıtlanabilir. Mavi şist fasiyesinin kökeni genel olarak oldukça düşük bir ısı eğimi gerektirdiği için mavi şist yerine yeşil şist fasiyesi bulmak bu nedenle olağan sayılmalıdır.

Erzincan ovasında, KAF zonu üzerinde dizili, yedi ayrı küçük andezitik volkan konisi bulunmaktadır. Bu konilerin üçünden alınan örneklerin Rb, Sr birikimleri ile ilksel 87 Sr/86 Sr oranları saptanmıştır. Bu kayaçların yaşı çok genç olarak varsayıldığı için ölçülen 87 Sr/86 Sr oranlarının ilksel oran olarak alınmasında sakınca görülmemiştir (Çizelge 1).

**Çizelge - 1****Erzincan andezitlerinin Rb, Sr birikimleri, Rb/Sr oranları ve ilksel 87 Sr/86 Sr oranları**

<i>Numune no.</i>	<i>(87 Sr/86 Sr)<sub>o</sub></i>	<i>Rb (ppm)</i>	<i>Sr (ppm)</i>	<i>Rb/Sr</i>	<i>Yöresi</i>
E-7-3b	0.7054	120	208	1.67	Küçükçakırman
E-6-13	0.7063	101	261	1.13	Üzümlü
E-7-5	0.7055	104	260	1.16	Mollaköy

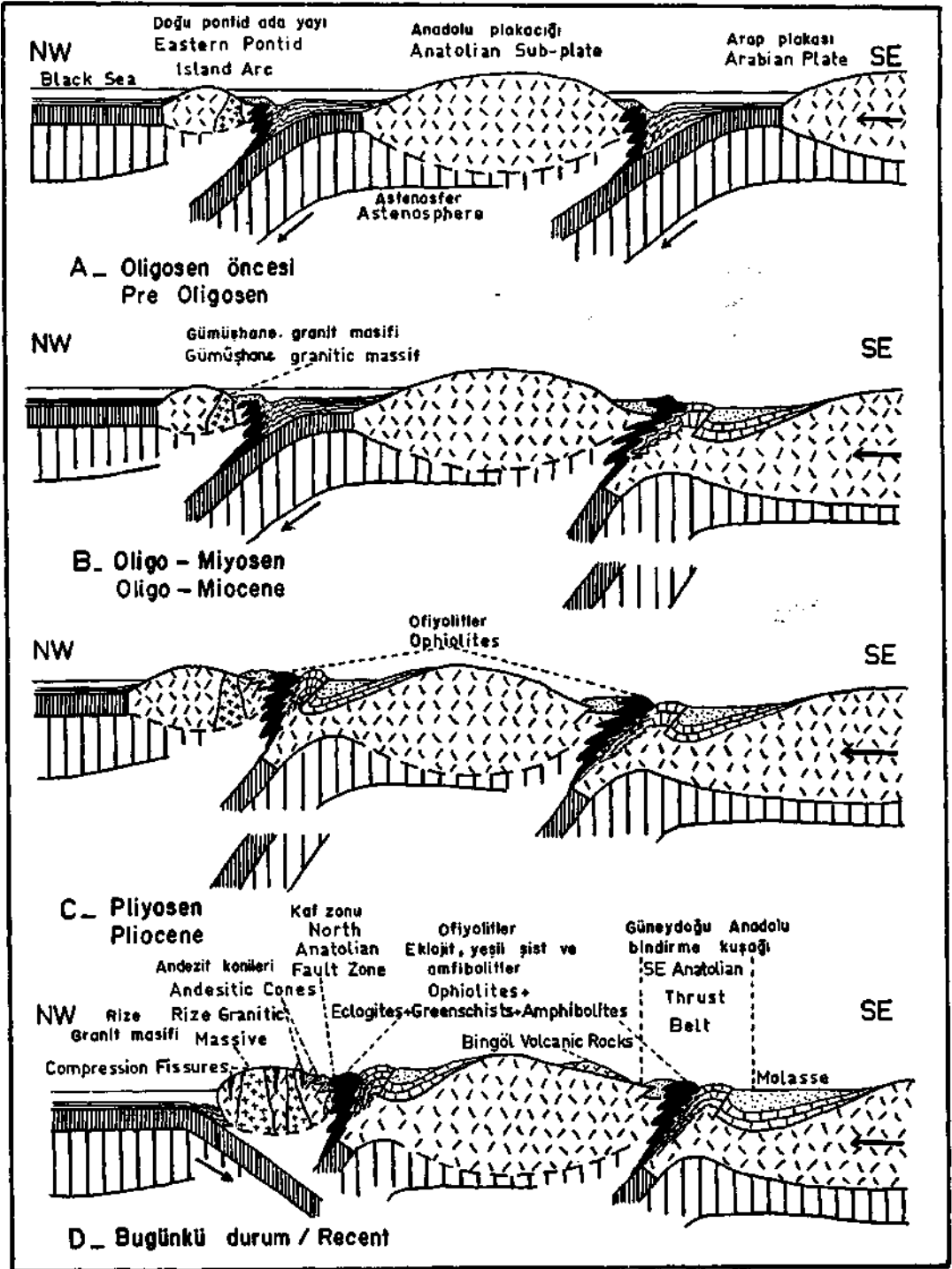
Erzincan andezitlerinin ilksel 87 Sr/86 Sr oranları Dickinson'un (8) tanımladığı üçüncü grup andezitlere uymaktadır. Dickinson'un tanımına göre, üçüncü grup andezitler eğik sismik zonlar boyunca batan litosferin kabuk veya manto malzemeli kısımlarının erimesi ile oluşan eriyikler veya bunların türevlerinden oluşan andezitlerdir. Dolayısıyla Erzincan andezitleri de muhtemelen benzer bir kökene sahip olmakta, yani yay-hendek tipi batma zonlarında oluşan eriyiklerin ürünü olmaktadır.

Erzincan bölgesi ofiyolitleri, kuzeyde oldukça belirgin bir sıralanma göstermektedir. Kuzeyden güneye doğru, ofiyolitler; peridotit, serpantinitle başlar, diyabazlar, gabrolar ve yastık yapıları bazaltlara geçiş gösterir. Öte yandan, bu ofiyolitlerin güney tarafı yapısal bakımdan oldukça karışıktır (örneğin ofiyolitli karışımlar, yerçekimi kaymaları ve olistostromlar). Yapısal açıdan düzenliden karmaşığa doğru ofiyolitlerde görülen bu sıralanma, üst yayılma (obduction) yapmış ve güneye doğru devrilmiş bir okyanus kabuğunu akla getirmektedir. Dolayısıyla Erzincan bölgesi ofiyolitleri, Anadolu plakacığı ve Doğu Pontid ada yayı arasındaki çarpışma sırasında, batma zonunun çok derin olmayan düzeylerinde batmakta olan plakadan sıyrılarak kopmuş üst manto ve okyanus kabuğu parçaları olarak yorumlanabilir.

Güney Ege denizindeki derin odaklı depremlerin buradaki Benioff zonu ile yakından ilişkili olduğu bilinen bir gerçektir (18). Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre (Şek. 1), Erzincan-Muş bölgesi birinci derece deprem bölgesi olup, derin odaklı depremler için (odak derinliği 50 km den fazla) elverişli bir bölge olmaktadır. Bu nedenle Erzincan bölgesindeki depremler Benioff zonu ile bağdaştırılabilir.

**PLAKA HAREKETLERİ İÇİN YENİ BİR MEKANİZMA**

Burada sunulan veriler, plaka tektoniği teorisi çerçevesi içinde, Anadolu plakacığının hareket kinematiki için yeni bir yorum getirmektedir. Anadolu plakacığını güneyden kuzeye doğru iten Arap plakası, aradaki kenar denizin tamamen yutulmasından sonra Anadolu plakacığına çarpmıştır. Bu çarpışmanın sonucu olarak, yüzeyde büyük bir olasılıkla Oligo-Miyosen sırasında eski bir Benioff zonunun belirtisi olan bir bindirme kuşağı oluşmuştur (Şek. 3 A, B). Aynı tip bir çarpışma, Arap plakasının kuzeye doğru itişinden aldığı hızla hareket eden Anadolu plakacığı ile Doğu Pontid ada yayı arasında, yaklaşık olarak Pliyosen sırasında meydana gelir. Arap plakası kuzeye doğru hareketini sürdürdüğü için Karadeniz tabanının Doğu Pontid ada yayı altına dalmasıyla sonuçlanan ve plaka gömülmesinde yön değişimi (flip-over mechanism) nedeniyle ters yönlü, yani güneye dalan yeni bir Benioff zonunun oluşumu ileri sürülebilir (Şek. 3 C, D).



Şek. 3 - Doğu Anadolu'nun jeolojik evrimini gösteren plaka modelleri.

**SONUÇ**

Anadolu plakacığının hareketiyle ilgili olarak yukarıda özetlenen mekanizma göz önüne alınarak şu genel sonuçlara varılmıştır: Bugüne kadar bir transform fay karakteri taşıyır gibi görünen ve böyle yorumlanagelen KAF zonu süreksizliği, gerçekte aynı yerde geçmişte var olan eski bir Benioffzonunun yüzeydeki kalıntısıdır ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olarak hareketini sürdürmektedir.

**TEŞEKKÜR**

Yazarlar, yararlı kritik ve yardımlarından ötürü Sayın Dr. K.E. Kasapoğlu'na teşekkürü bir borç bilirler.

*Yayına verildiği tarih, 24 şubat 1975*

**KAYNAKLAR**

- 1 — ATAMAN, G.; ÇAPAN, U.Z.; GÖKÇEN, S.L. & BUKET, E. (1974): Plaka tektoniği ilkeleri. *Hacettepe Fen ve Müh. Bilim. Derg.*, 4, 113-178.
- 2 — Atlas of earthquake epicenters of USSR. Results of Observations by USSR network of seismic stations (1911 to 1957 A.D.). *Seismology Branch of USSR Academy of Sciences, Moscow* (1962) (Rusça).
- 3 — COLEMAN, R.G.; LEE, D.E.; BEATTY, L.B. & BRANNOCK, W.W. (1965): Eclogites and eclogites: their differences and similarities. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 76, 483-508.
- 4 — ÇOĞULU, E. (1967): Etude petrographique de la region de Mihaliççık (Turquie). *These, Université de Geneve*, 683-824.
- 5 — DEWEY, J.F. & BIRD, J.M. (1970): Mountain belts and the new global tectonics. *J. Geophys. Res.*, 75, 14, 2625-2647.
- 6 — ————& ————(1971): Origin and emplacement of the Ophiolite süite: Appalachian ophiolites in Newfoundland. *J. Geophys. Res.*, 76.
- 7 — ————(1972): Plate tectonics. *Sci. Amer.*, 226, 5, 56-68.
- 8 — DİCKİNSON, W.R. (1970): Relations of andesites, granites and derivative Sandstone to arc-trench tectonics. *Rev. Geophys. Space Physics*, 8, 4, 813-860.
- 9 — ERGİN, K. & GÜÇLÜ, U.Z. (1967): Türkiye ve civarının deprem katalogu (Milâttan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar). *İst. Tek. Üniv. Yayını.*, no. 24, İstanbul.
- 10 — ————; ————& AKSAY, G. (1971): A Catalogue of earthquakes of Turkey and surrounding area (1965-1970). *Ibid.*, no. 28, İstanbul.
- 11 — GREEN, T.H. & RINGWOOD, A.E. (1967): The genesis of the basaltic magmas. *Contr. Min. and Petrol*, 15, 103-190.
- 12 — ISACKS, B.; OLİVER, J. & SYKES, L.R. (1968): Seismology and the new global tectonics. *J. Geophys. Res.*, 73, 18, 5855-5899.
- 13 — ITO, K. & KENNEDY, G.C. (1970): The fine structure of basalt-eclogite transition. *Min. Soc. Amer. Spec. Paper* 3, Ed. B.A. Morgan.
- 14 — KETİN, İ. (1968): Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler. *M.T.A. Derg.*, no. 71, Ankara.

- 15 — MCKENZİE, D.P. (1970): Plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature*, 226, 239-243.
- 16 —————(1972): Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
- 17 — MİYASHİRO, A. (1972): Pressure and temperature condition and tectonic significance of regional and ocean-floor metamorphism. *Tectonophysics*, 13, 141-159.
- 18 — PAPAACHOS, B.C. & COMNINAKIS, P.E. (1971): Geophysical and tectonical features of the Aegean Arc. *J. Geophys. Res.*, 76, 35, 8517-8533.
- 19 — SMITH, G.A. (1971): Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 82, 2039-2070.
- 20 — TOKAY, M.N. (1972): Kuzey Anadolu Fay Zonunun Gerede ve İlgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler. *Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simpozyumu*, mart 29-31, 12-29, Ankara.
- 21 —TÜRKÜNAL, S. (1967): 1:25000 ölçekli Muş-K46- (cl-c4-d2-d3) paftaları arazilerinin jeolojik raporu. *M.T.A. Rap.*, no. 4059 (yayınlanmamış), Ankara.