

# BATI ANADOLU'NUN JEOTEKTONİK EVRİMİ\*

Ergüzer BiNGÖL

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZET. — Jeolojik, petrografik ve jeofizik veriler, Batı Anadolu'nun Ege adaları ve Yunanistan ile birlikte Üst Tersiyere kadar aynı jeotektonik evrimi geçirdiğini kanıtlamaktadır. Kabaca Manisa-Balıkesir-Eskişehir hattı, Üst Kre-tasede bir yok olma zonuna karşılık gelmekte idi. Pliyo-Kuvaternerde Batı Anadolu'nun Ege adalarıyla birlikte Yunanistan doğusundan geçen bir hat boyunca güneye doğru hareket ettiği olasılıklı görülmektedir.

## GİRİŞ

Uzun zamandan beri yapılan jeolojik araştırmalar, Batı Anadolu, Ege adaları ve Yunanistan'ın stratigrafi, tektonik ve petrolojisine sağlam temel veriler sağlamıştır. Bu veriler bölgedeki jeofizik incelemelerle birleştirildiğinde Batı Anadolu ve Ege'nin jeotektonik evrimi bir hipotez olarak aşağıdaki şekilde ileri sürülebilir.

## JEOLOJİK VERİLER

### Eski masifler

Batı Anadolu'da temel, litostratigrafleri ve tektonik özellikleri fazla benzerlik göstermeyen metamorfik masiflerden oluşmuştur (Şek. 1).

Kuzeydeki Kazdağ masifi, orta basınç amfibolit ve yeşil şist fasiyesinde metadümit, metagabro, piroksenit, amfibolit, paragnays ve mermerlerden meydana gelmiştir. Sondan bir önceki bu metamorfizmanın yaşı kesin değildir. Son metamorfizma alçak basınç tipindedir ve yaşı 25-40 milyon yıl dolaylarındadır. Masifte hâkim lineasyonlar orta kısımlarda N-S, kuzey ve güneyde N20° ve N160° dir (Schuiling, 1959; Aslaner, 1965; Bingöl, 1968, 1971, 1975; Bingöl ve diğerleri, 1973).

Mermer ve gnayslardan meydana gelen Uludağ masifi doğrultu ve dalımı N130/20°SE ekseni bir antiklinaldir (Ketin, 1947).

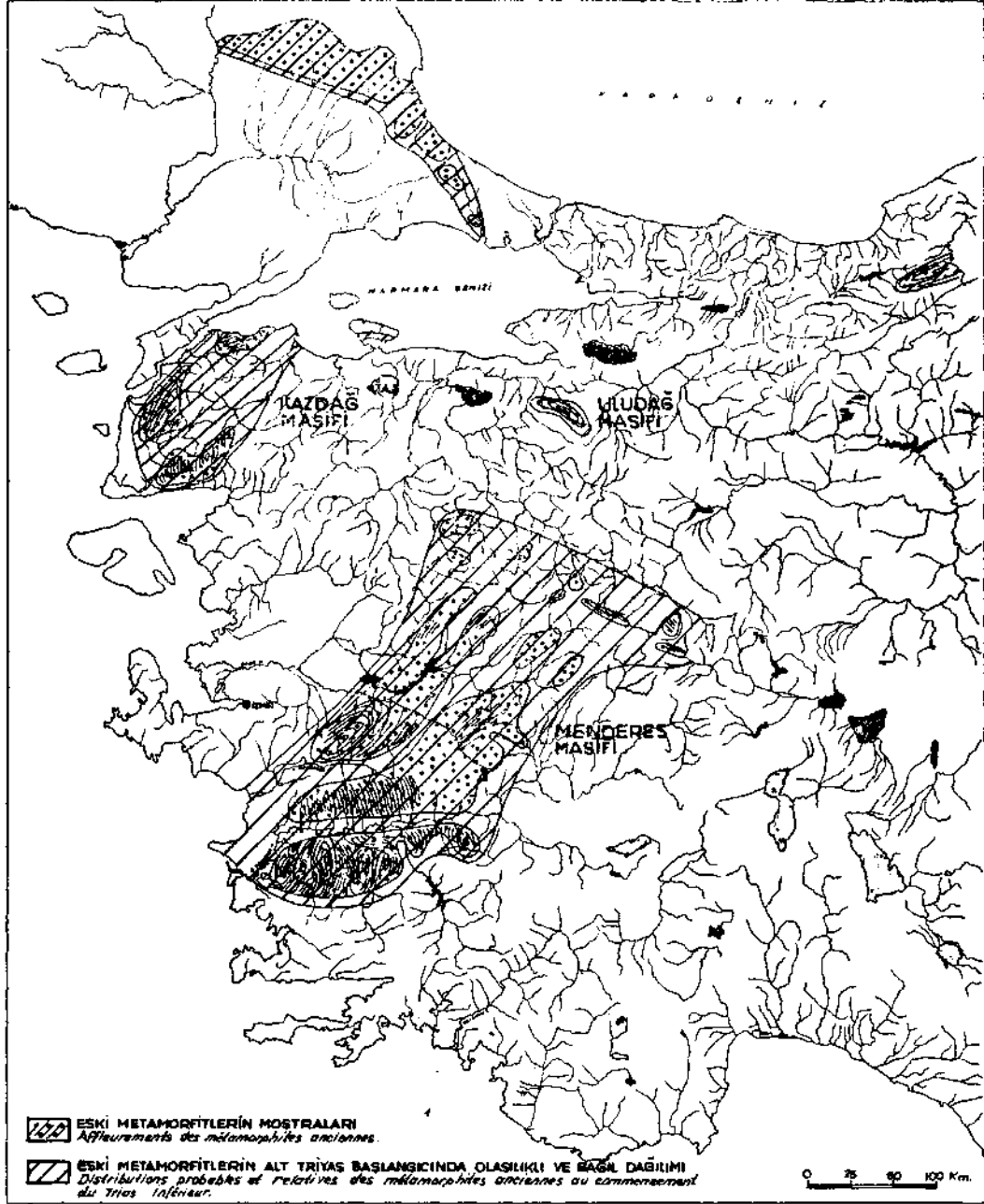
Güneyde, Menderes masifinin orta kısmı gözlü gnays, kuzeyi ise gözlü gnays ve kısmen migmatitleşmiş çeşitli diğer gnayslardan oluşmuştur.

Yaşı tam saptanmamış sondan bir önceki metamorfizma orta basınç amfibolit fasiyesine çıkmaktadır. Bu metamorfizmadaki hâkim lineasyonlar masifin orta kısmında genellikle N-S, kuzeyde N30° ve güneyde N70° ilâ 150° dir (Schuiling, 1962; Graciansky, 1965; Kaaden, 1966; Başarır, 1970; Izdar, 1971; Brinkmann, 1971; Dora, 1972; Ayan, 1973; Uz, 1973; Bingöl, 1975). Menderes masifinin aynı zamanda örtüsünü de etkileyen ve birinci ile aynı tipteki son metamorfizmanın yaşı Paleosen olmalıdır; zira güneyde fosilli Paleosen, kuzeybatıda fosilli Üst Kretase, kuzeydoğuda Üst Jura (Bin-

\* Bu makale, kısmen değişik fikir ve içerikle, 1-3 şubat 1975 yılında Orsay'da Ege Ülkeleri Jeolojisi Kollogyumunda bildiri olarak sunulmuştur ve muhtemelen Bull. Soc. Geol. de France'ta 1976 yılında yayınlanacaktır.

göl, 1974) bu metamorfizmadan etkilenmişlerdir. Son metamorfizmanın hâkim lineasyonları güneyde N70° ilâ 150° (Schuiling, 1962; Graciansky, 1965; Başarı, 1970), kuzeyde N30° dir (Ayan, 1973; Uz, 1973; Bingöl, 1974). Menderes masifinin gnayslarının kökenleri üzerindeki tartışmalar henüz kesin bir kaniya ulaştırmamıştır (Schuiling, 1962; Graciansky, 1965; Kaaden 1966; Dora, 1972, Ayan, 1973).

Litostratigrafi ve tektonik özellikleri bakımından fazla benzerlik göstermeyen bu üç masifin (Kazdağ, Uludağ, Menderes masifi) yaşı Antekambriyen görünmektedir. Büyük bir olasılıkla kendi-



Şek. 1 - Eski metamorfite mostralari ve Alt Triyas başlangıcında bu metamorfitein olasıllıklı bağılı sınırları.

lerine öze Triyas öncesi jeolojik tarihçelere sahip bu metamorfik masifler için bazı yazarların (Kaa-den, 1959; Schuiling 1962) ileri sürdüğü aynıköken ve yaş hipotezinin dayanağı veriler tam inandırıcı olamamaktadır.

### Kuzeybatı ve Güneybatı Anadolu'da Paleozoyik

Safranbolu, Zonguldak, İzmit ve İstanbul civarında Paleozoyik yaşlı metamorfik olmayan litolojiler tanımlanmıştır (Blumenthal, 1940; Fratschner, 1952; Tokay, 1954; Baykal, 1963; Baykal & Kaya, 1965; Kaya, 1973). Paleozoyik tabanı ile temel arasında, Paleozoyik sistem veya katları arasında dağ oluşumuna karşılık gelen önemli uyumsuzluklar vardır. Bunlar bu bölgede Hersiniyen örojenezinin varlığını kanıtlar.

Toroslar'da Paleozoyik yaygındır (Dean & Monod, 1970; Monod ve diğerleri, 1973; Ricou ve diğerleri, 1973; Demirtaşlı ve diğerleri, 1973).

Bu bölgede Paleozoyik birimleri arasında bir dağ oluşumunu belirtecek uyumsuzluklar yoktur. Bu durum Toroslar'da Kaledoniyen ve Hersiniyen orojenezlerinin etkin olmadığını kanıtlar.

### Mesozoyik

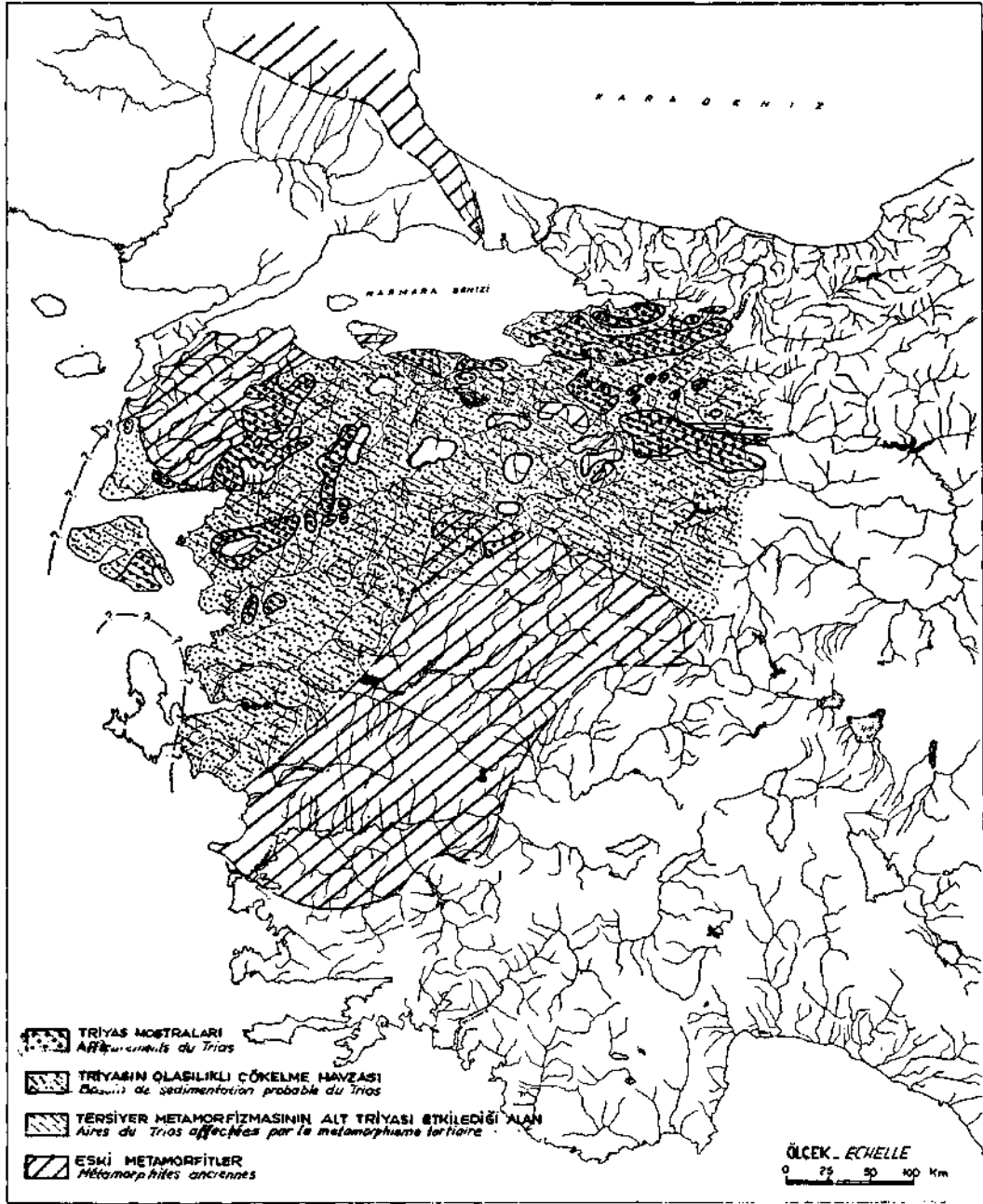
Menderes masifinin kuzeybatı ve kuzey kenarı ile Kuzey Anadolu Fayı arasında kalan kısımda Permo-Karbonifer yaşlı sığ deniz karbonat fasiyesi ile belirgin Paleozoyik, genellikle Alt Triyas yaşlı az metamorfik grovak, konglomera, silttaşı, radyolarit, spilit ve çamurtaşlarından oluşmuş bir litoloji içinde olistostromlar halinde izlenmektedir. «Karakaya formasyonu» olarak adlanan Alt Triyas yaşlı bu birim Kazdağ güney ve güneydoğusunda, Uludağ kuzeyinde, Manisa ve Simav kuzeyinde, Bilecik, Eskişehir ve Ankara dolaylarında, Amasya güneyinde mostra vermektedir (Bingöl, 1968, 1971, 1975; Bingöl ve diğerleri, 1973; Armağan ve diğerleri, 1973). Bu durumda Menderes masifi kuzeyinde Hersiniyen örojenezinin varlığını kanıtlayan veri bulunmamaktadır. Fakat Alt Triyas litolojisi ve mostra dağılımı (Şek. 2) bölgede, Tetis'i etkileyen tansiyon kuvvetleriyle oluşmuş bir çöküntü havzasının varlığını işaretlemektedir. Bölge, Alt Triyasta okyanuslaşmamış, fakat spilit-radyolarit arakatkılarının tanıkladığı gibi zaman zaman derinleşen çok hareketli bir sedimentasyon ortamına sahne olmuştur (Bingöl, 1975). İlginç bir husus, bölgedeki Üst Kretase veya daha yaşlı melanaj mostraları genellikle Karakaya formasyonu kayaları ile kontaktlı bulunmaktadır.

Bu bölgede yer yer Orta ve Üst Triyas, temel veya Alt Triyas üzerine transgresif olarak izlenmiştir (Erk, 1942; Okay, 1948; Aygen, 1956; Gümüş, 1964; Aslaner, 1965; Brinkmann, 1966, 1971; Bingöl ve diğerleri, 1973). Harmanlık batısında, Gölcük civarında Üst Triyas fosilli kumtaşı ve kireçtaşı serpantin ve diğer ultramafitlerle tektonik, glokofanlı şistler ve metavolkanitlerle genellikle normal ilişkili olarak saptanmıştır (İ. Bingöl'den sözlü bilgi).

İstanbul civarındaki Triyas (Özdemir ve diğerleri, 1973) ve Karaburun civarındaki Triyas (Höll, 1966; Brinkmann ve diğerleri, 1972) genellikle litoral ve neritik fasiyeste olup, birbirlerine litostratigrafik olarak benzemedikleri gibi Menderes masifi kuzeybatısındaki Triyas ile de hiç bir benzerlik göstermemektedirler. Bu üç Triyas litolojilerinin birbirleriyle doğrudan doğruya ilişkili olmayan, jeotektonik evrimi farklı havzalarda çökelmiş bulunmaları, bazı yazarların aksine (Brinkmann, 1971, 1974) bölgesel jeolojik gerçeklere çok daha uygun düşmektedir.

Armutlu yarımadasında Antedevoniyen yaşlı düşünülen şist ve mermerler (Akartuna, 1968) litolojik ve kartografik olarak Karakaya formasyonuna çok benzemektedirler.

Midilli'nin 1:50 000 lik jeoloji haritasında adanın güneydoğusunda Permo-Karbonifer olarak adlandırılan litolojiler ve bu litolojilerin kartografik özelliği Karakaya formasyonuna çok benzemektedir.



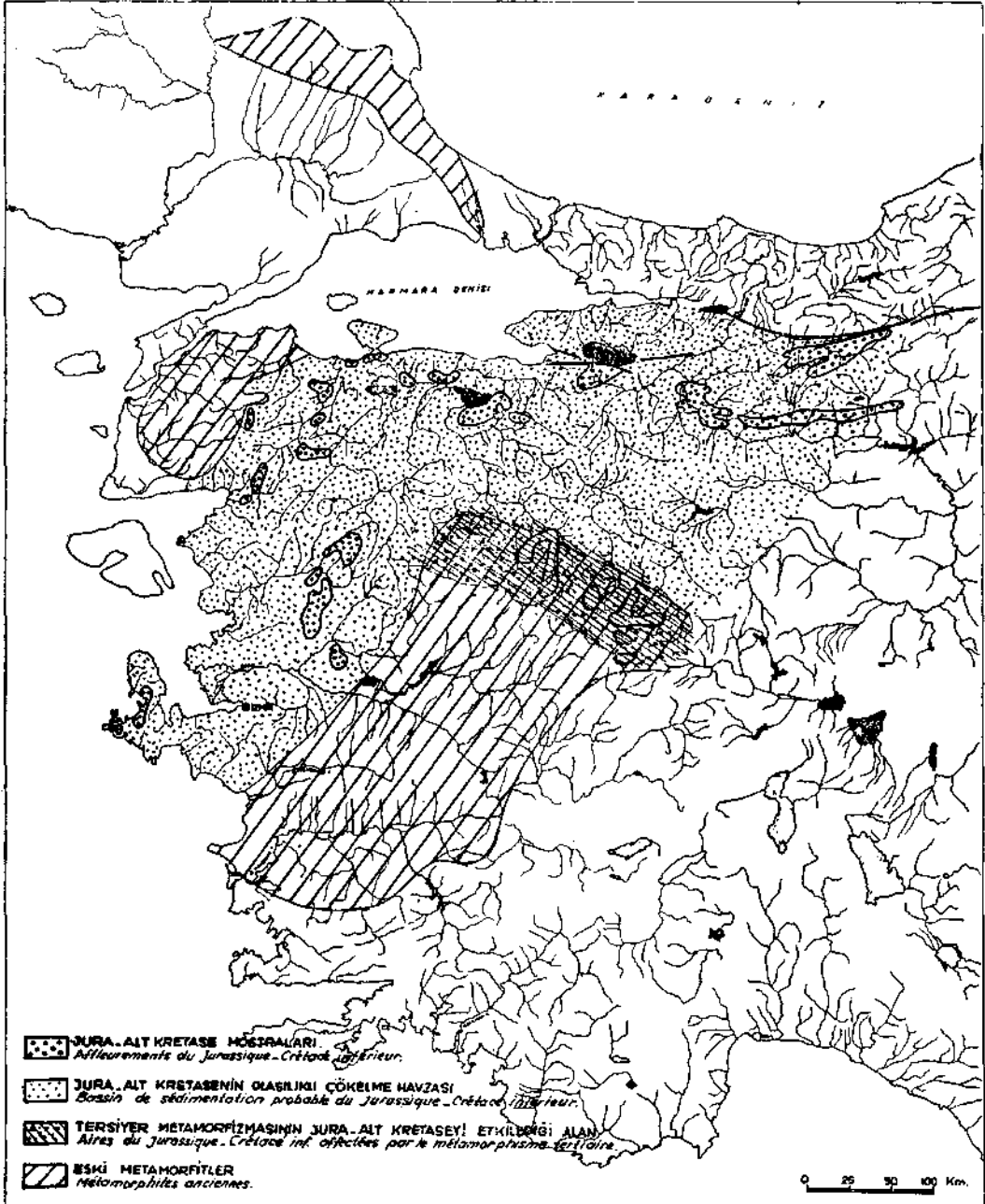
Şek. 2 - Triyas mostralari ve Triyasın olasıklı çökeltme havzası.

Menderes masifi kuzeyinde Alt Jura epikontinental klastik fasiyeste olup (Aygen, 1956; Gümüş, 1964; Aslaner, 1965; Bingöl ve diğerleri, 1973; Altınlı, 1973), tabanda özellikle Bilecik dolaylarında granit çakıllı konglomerayla başlamaktadır. Uludağ güneybatısında Üst Jura konglomeratiktir (Özkoçak, 1969; Lisenbee, 1972). Menderes masifinin kuzey kenarında, Muratdağı'nda az metamorfik detritik fasiyes Üst Juraya kadar çıkmaktadır (Bingöl, 1974). Soma dağlarında Üst Jura tabanında konglomeratik marnlar mevcuttur (Brinkmann, 1970). Üst Jura-Alt Kretase Menderes masifi kuzeyinden Marmara denizine kadar genellikle karbonat fasiyesinde olup, yer yer çört bant veya yumruları taşımakta, yer yer oolitik yapı göstermektedir (Aygen, 1956; Gümüş, 1964; Aslaner, 1965; Özko-

cak, 1969; Brinkmann ve diğerleri, 1970; Bingöl ve diğerleri, 1973). Menderes masifinin hemen kuzeyini çevreleyen bölgede, Üst Jura-Alt Kretase daha çok dolomitiktir (Akkuş, 1962; Kalafatçıoğlu, 1962, 1964; Kaya 1972; Dubertret & Kalafatçıoğlu, 1973; Bingöl, 1974) (Şek. 3). Mudurnu civarında muhtemelen Üst Jura volkanik fasiyese geçmektedir (Abdüsselamoğlu, 1959).

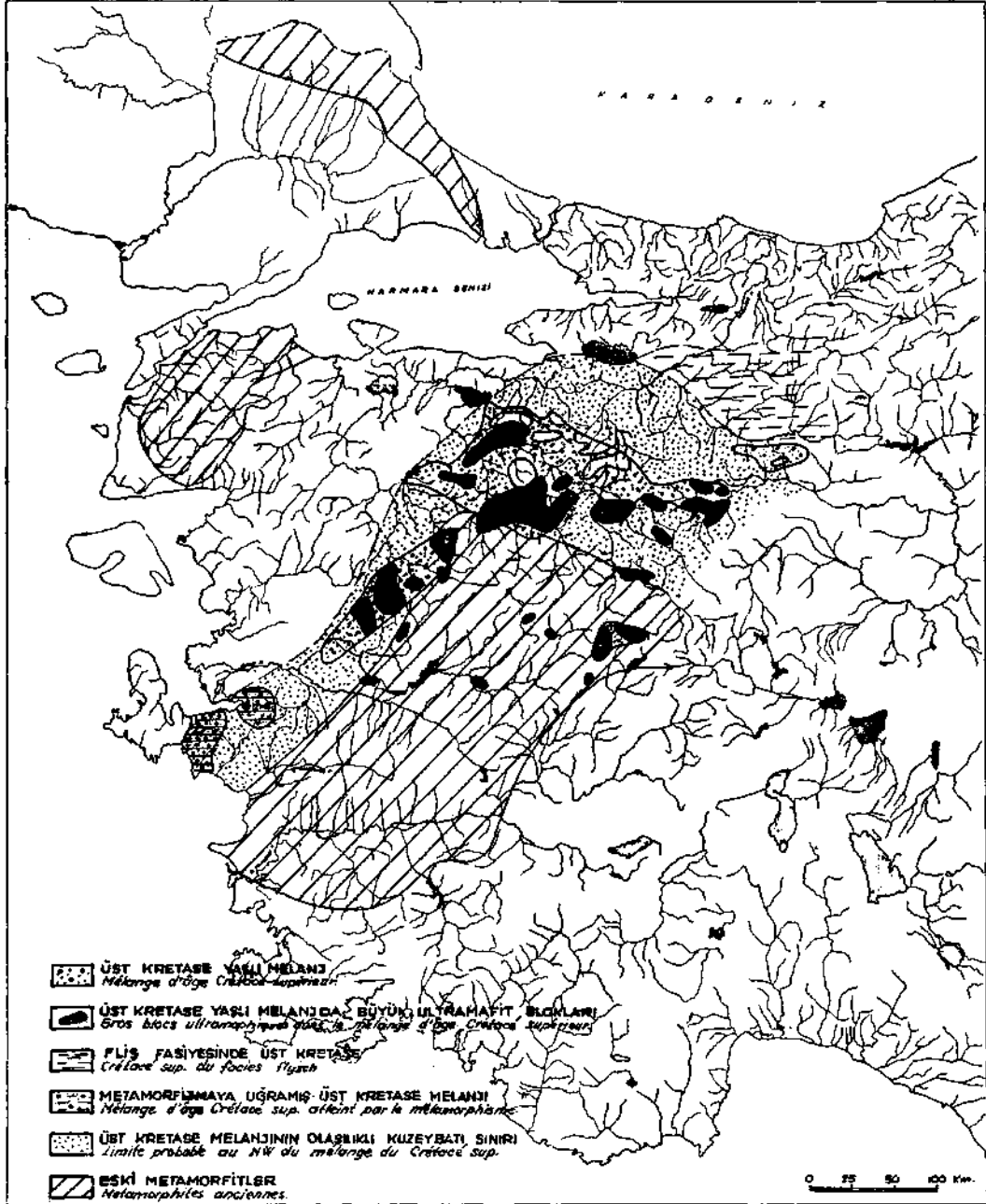
Menderes masifi güneyinde Mesozoyik, zımpara taşı seviyeli dolomitik kireçtaşlarından meydana gelmiştir (Graciansky, 1965, 1972).

Bölgedeki ofiyolitlerle ilgili masif ve ultramafik kayalar birçok yazar (Canet & Jaoul, 1946; Akkuş, 1962; Kalafatçıoğlu, 1962, 1964; Özkoçak, 1969; Lisenbee, 1972; Kaya, 1972; Dubertret &



Şek. 3 - Jura-Alt Kretase mostralari ve Jura-Alt Kretasenin olasılıklı çökeltme havzası.

Kalafatçıoğlu, 1973; Brinkmann, 1971, 1974) tarafından Üst Kretase veya daha yaşlı litolojiler içine İnzuzif olarak düşünülmektedir. Oysa bu magmatik kayalar, grovaklar, radyolaritler, çamurtaşları, çeşitli pelajik kireçtaşları, bazı asit metamorfik kütleler, bol miktarda glokofan şistler vb. çeşitli boyutlarda bloklar halinde Üst Kretase yaşlı melanjı oluşturmaktadır (Holzer, 1954; Kaya, 1972; Bingöl, 1974). Bu melanjın çeşitli blokları ile melanj-Üst Kretase öncesi arasındaki kontakt tektoniktir (Holzer, 1954; Kaya, 1972; Bingöl, 1974). Üst Kretase melanjı genellikle güneydoğuya doğru devriktir (Bingöl, 1974) ve batıda kabaca Manisa-Gönen hattıyla sınırlandırılmış olup, Menderes masifi kuzeyindeki bölgeleri, tektonik kontakla örtmektedir (Şek. 4).



Şek. 4 - Üst Kretase mostraları ve olasılıklı kuzeybatı sınırı.

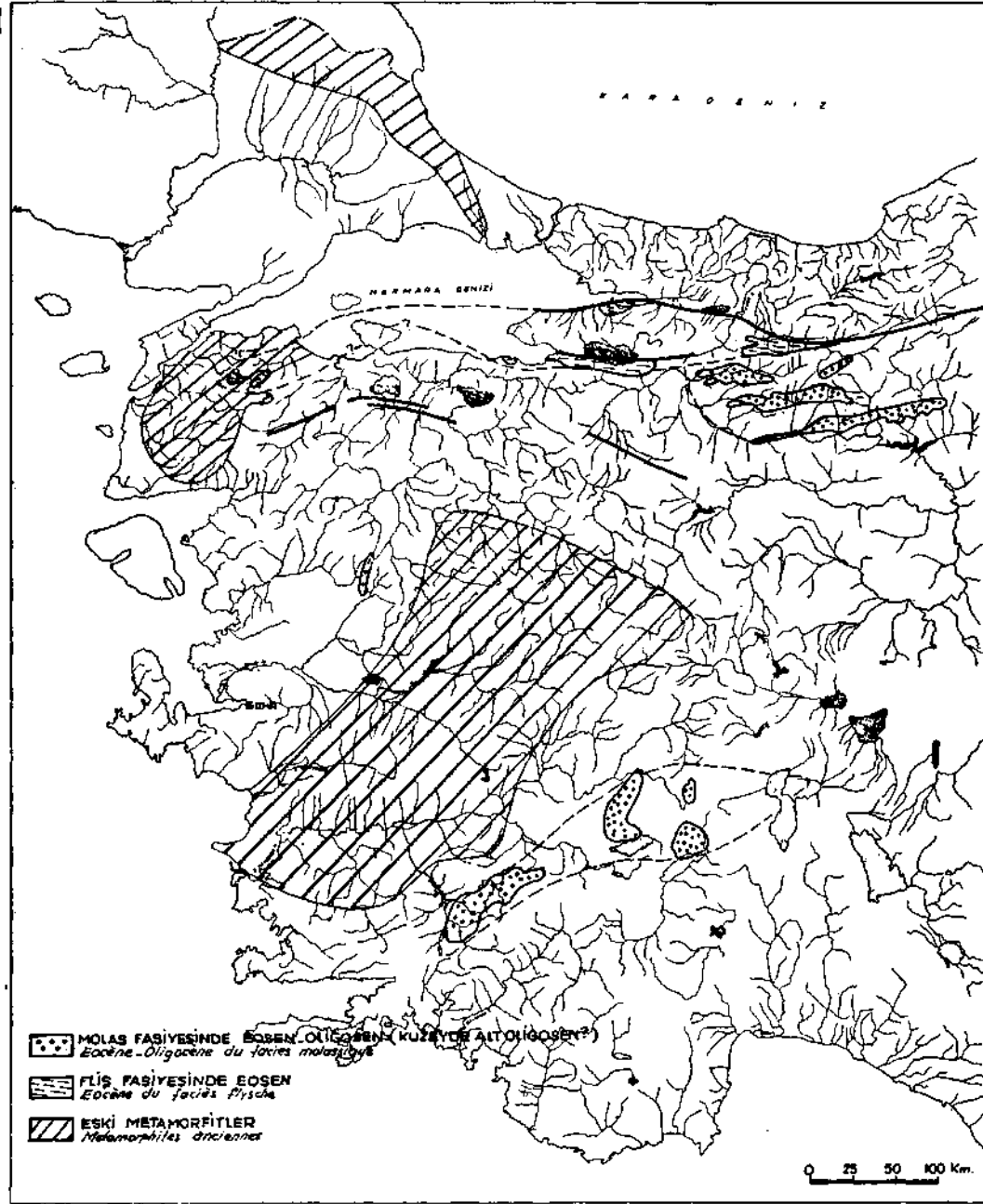
Kuzey Anadolu Fayının Marmara denizine ulaştığı bölgenin güneyinde kalan İznik gölü, Gölpaazarı-Mudurnu arasındaki bölgede Üst Kretase molas fasiyesindedir (Erk, 1942; Abdüsselam-oglu, 1959; Eroskay, 1965).

### Tersiyer

Alt Tersiyer Menderes masifi kuzeyinde granodiyoritik intruzyonlarla belirgindir (Şek. 5). Bölgedeki bu intruzyonlarda jeokronolojik araştırmalarla (Sağiroğlu & Bürküt, 1966; Bürküt, 1966; Vachette ve diğerleri, 1968; Ataman, 1972, 1973, 1974, 1975; Bingöl, 1974) genellikle Alt Tersiyer



Şek. 5 - Genellikle Alt Tersiyer yaşlı granodiyoritik intruzyonlar.



Şek. 6 - Eosen mostra dağılımı.

yaşı bulunmuştur. Jeolojik veriler de granodiyoritik intruzyonların Mesozoyikyaşlı litolojileri kontakt metamorfizmasma uğrattığını göstermektedir (Özkoçak, 1969; Lisenbee, 1972; Bingöl ve diğerleri, 1973; Bingöl, 1974, 1975).

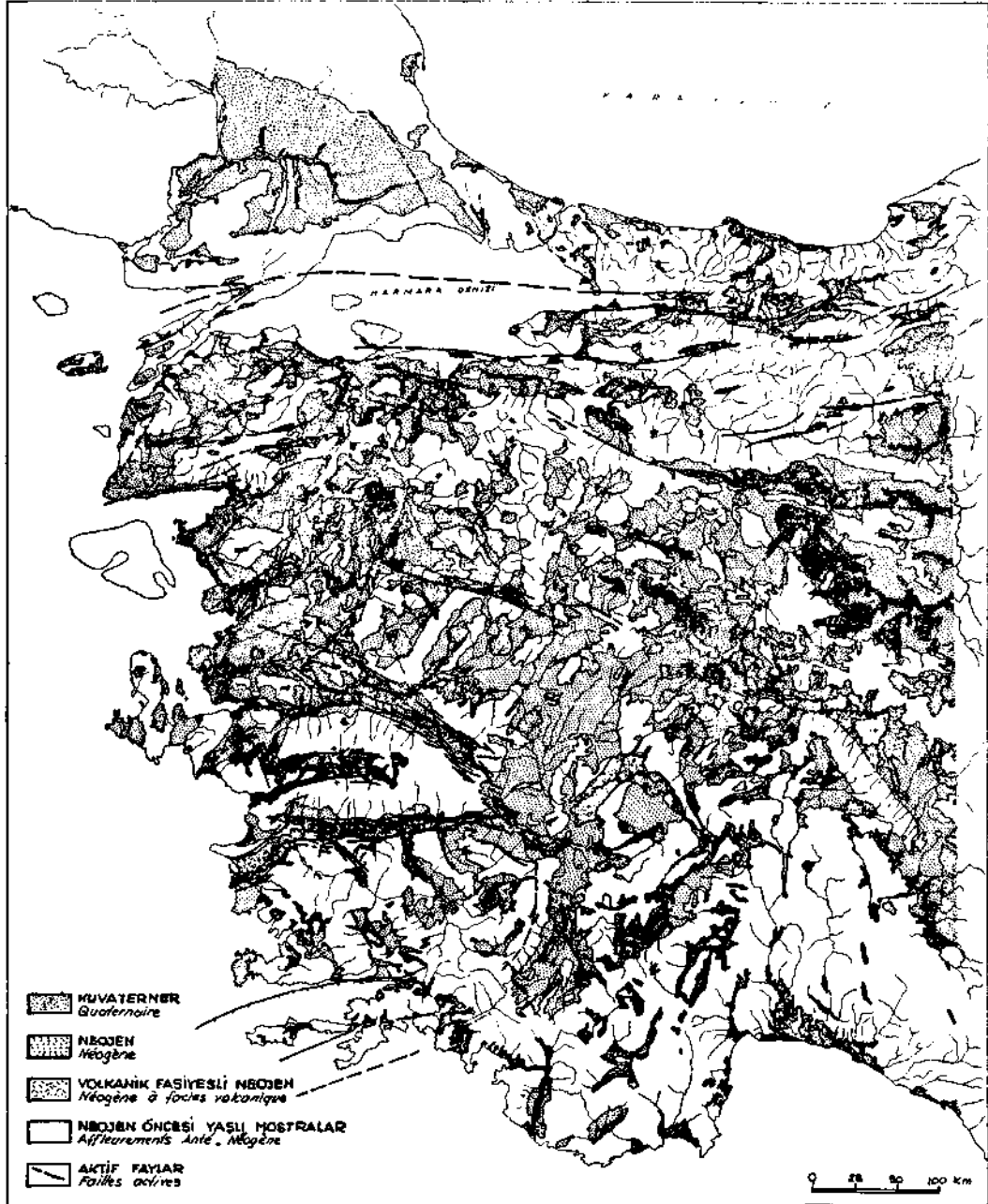
Menderes masifi güneyinde Üst Kretase-Paleosen karbonat litolojisindedir ve az metamorfiktir. Bunlar yer yer gözlü gnays çakılları taşırırlar. Bu bölgede Eosen ve Miyosen denizeldir (Kaaden & Metz, 1954).



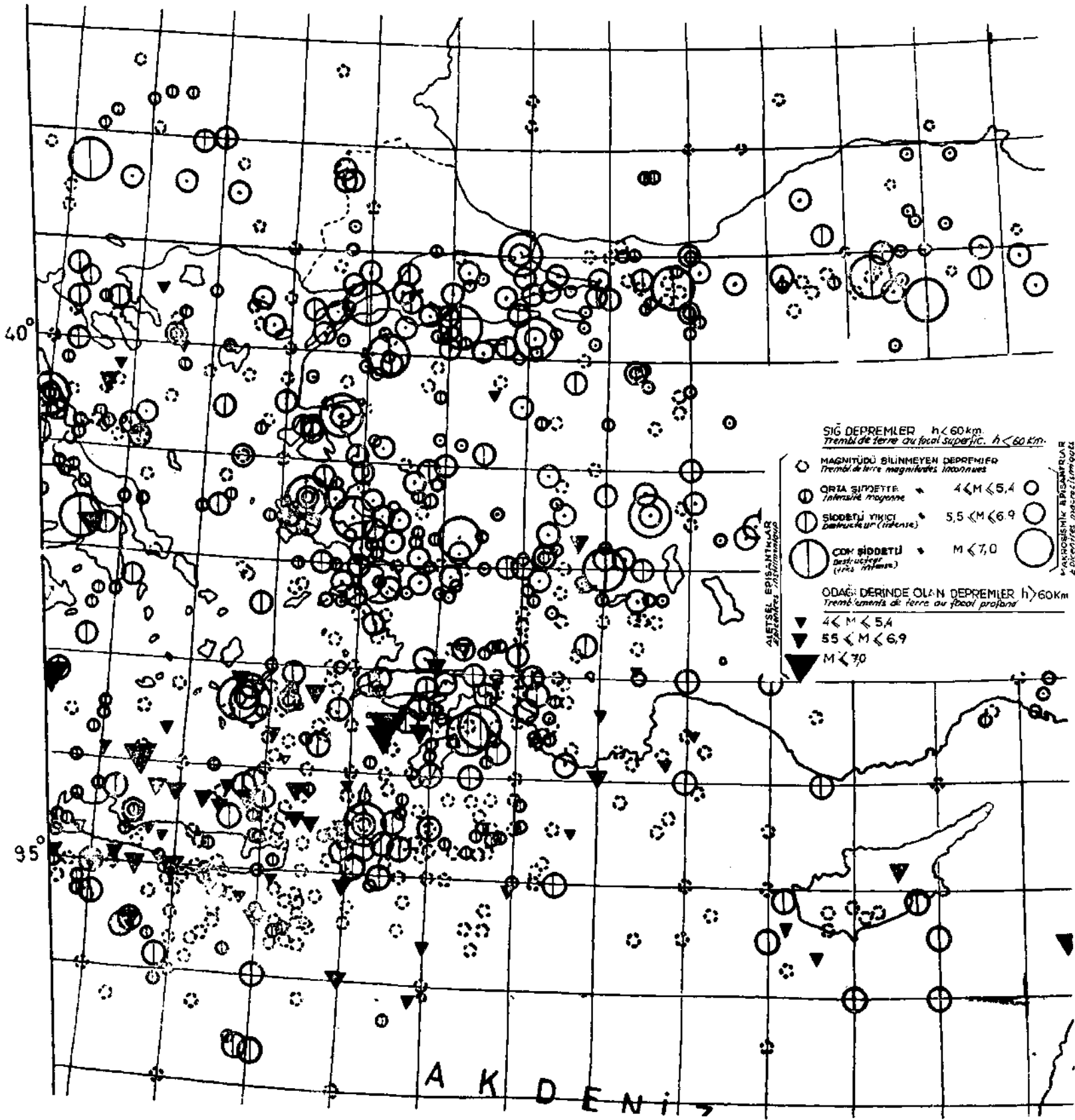
Akhisar kuzeyinde N-S yönünde uzanan Eosen, molas fasiyesindedir ve taban üzerine diskordansla gelmektedir (Canet & Jaoul, 1946). Bu fasiyes az değişikliklerle Gölpazarı-Mudurnu havzasında kabaca E-W doğrultusunda, Tavas bölgesinde NE-SW doğrultusunda gelişmiştir (Abdüsselamoğlu, 1959; Eroskay, 1965; Kaaden & Metz, 1954; Akartuna, 1968).

Armutlu yarımadası, İznik gölü güneyi ve Biga yarımadası kuzeydoğusunu kapsayan havzada Eosen fliş fasiyesindedir (Şek. 6).

Menderes masifi kuzeyinde Miyosen klastik ve volkano-sedimenter olup, eski N30° yönünü korumaktadır (Şek. 7). Volkanitler genellikle asit ve kalkalkalin bileşimlidir.



Şek. 7 - Neojen ve Kuvaterner mostra dağılımları.



Şek. 8 - Türkiye ve civarının depremleri episantre haritası (Ergin'den, 1966).

Kaba klastik ve gösel kireçtaşları litolojileriyle belirgin Pliyosen yaşlı çökellerin N90°-150° mostra doğrultuları aynı doğrultuda gelişen grabenlere paraleldir (Zeschke, 1954; Bingöl, 1968; Arpat & Bingöl, 1969; Bingöl ve diğerleri, 1973; Bingöl, 1974).

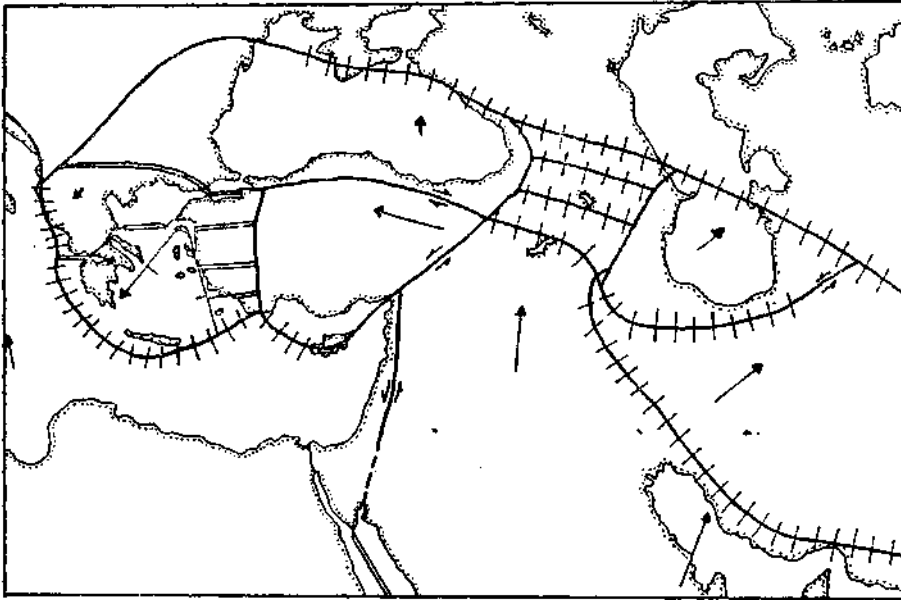
### Kuvaterner

Kaba klastiklerden, asılı teras ve travertenler ile bazaltik lavlardan oluşan Kuvaterner, Pliyosen havzaları doğrultusunu korumuştur. Bu doğrultular evrimine günümüzde de devam etmektedir (Şek. 7).

### JEOFİZİK VERİLER

Ergin (1966), Ergin, Güçlü ve Uz'un (1967) yayınladıkları Türkiye ve civarının episantr haritasında (Şek. 8), Kuzeybatı Anadolu'da sığ depremlerin kabaca E-W ve NE-SW doğrultusunda sıralandığı izlenmektedir. Ender de olsa, bölgede derin odaklı depremlere de rastlanmıştır. Ege denizinin batimetrik (Şek. 10), toplam manyetik şiddet (Şek. 11), gravine anomali (Şek. 12) ve yalın Bouguer anomali (Şek. 13) haritalarında Ege denizinin doğusunda N-S doğrultulu trendler yoktur. Bu durumda Türkiye'nin batı sahillerinde Papazachos ve Comniakis (1971) ile McKenzie'nin (1970, 1972) ileri sürdüğü şekilde (Şek. 9) kabaca N-S doğrultusunda olan bir plaka sınırı mevcut değildir. Bilakis, trendler Batı Anadolu'dakilere paralel, yani NE-SW dır. M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılmış, fakat yayınlanmamış Ege Bölgesi batısındaki gravimetrik profil ve haritalarda İzmir dolaylarında N-S doğrultulu trendler, ölçme noktaları azlığı, Karaburun yarımadası ve doğusundaki jeotektonik evrimi kuzeybatıdakilerle farklı Menderes masifi ile örtüsü arasındaki N-S doğrultusundaki kontakla ile açıklanabilir.

Alptekin (1973), bölgede yapılmış fay düzlemi çözümü sonuçlarına dayanarak (Şek. 14), Batı Anadolu'nun güneybatıya doğru hareket ettiğini ileri sürmüştür, Batı Anadolu'da genellikle tansiyon faylanmalarının hâkim bulunduğu, fakat zayıf da olsa yatay bileşenlerin de olduğunu göstermiştir (Şek. 15).



Şek. 9 - Doğu Akdeniz'deki hareketlerin yönleri (McKenzie'den, 1972).

Biga yarımadasındaki reyjonal Bouguer anomalileri (Ekingen, 1973), bölgede NE-SW doğrultuda derin yükselim ve alçalımları göstermektedir (Kavlakoğlu'ndan sözlü bilgi). Midilli adasının doğusu, Edremit kuzeydoğusuna uzanan alçalım bölgesine girmektedir (Şek. 16). Bu durum Kuzeybatı Anadolu'da mevcut NE-SW jeolojik hatlarının jeofizik yöntemlerle doğrulanması ve bu hatların Doğu Ege'de devam ettiği anlamına gelmektedir.

Reyjonal gravite anomalilerine dayanılarak ileri sürülen Girit-Ankara minimum kuşağı (Özelçi, 1973) Menderes masifi üzerinden geçmektedir.

Sanver, 1974, Ege Bölgesinin havadan manyetik haritasının iki boyutlu filtreler ve istatistiki yöntemlerle analizinde, Menderes masifinin Sediment örtüsü altında kabaca Bergama-Savaştepe-Sındırgı çizgisine kadar uzandığını göstermiştir. Bu hattın kuzeybatısındaki daha yüksek manyetik anomaliler, tabanda Biga yarımadasının altına dalan ultramafik kayalara bağlanabilir (Şek. 17 ve 19F, G, H).

1972 yılında Kuzey Ege'de yapılan jeofizik incelemeler sonucunda elde edilen Saros körfezi ve batı uzanımında, henüz katılaşmamış sedimentler kayaçların faylı bulunduğu, manyetik anomalinin 250 gamma civarında pozitif değerlere ulaştığı, Bouguer anomalisinin pozitif olduğu (Şek. 18 A, B, C, D) vb. verilerden hareket eden Le Pichon ve diğerleri (1973), Saros körfezi doğusunun önemli makaslama bileşimi ile  $N42^\circ$ ,  $E26^\circ$  civarında bir kutba göre hareket ettiğini, batısının ise genişleme zonu özelliği gösterdiğini ileri sürmüşlerdir (Şek. 18 D). Bu durumda Kuzey Anadolu Fayının doğrultu boyunca atım yönü Saros körfezinde terslenmiş olmaktadır.

#### DİĞER VERİLER

Isı akımı ölçüleri yapılmamış olmakla beraber Batı Anadolu'da, özellikle graben kenarlarında bol miktarda sıcak su kaynakları bulunmaktadır (Erentöz & Ternek, 1969) ve grabenlerde jeotermik gradyan değerleri yüksektir (yayınlanmamış M.T.A. sonuçları).

Az da olsa bölgedeki Tersiyer yaşlı volkanitler üzerinde yapılan izotopik ölçmeler kalkalkalin volkanitlerde 0.708, riyolitlerde 0.712  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  oranları bulunmuştur. Bu değerlere dayanılarak, riyolitlerin üst kabuğun kısmî erimesi, kalkalkalin volkanitlerin ise litosferik ve okyanus tabanı malzemesi karışımı ile meydana gelmiş olabileceği ileri sürülmüştür (Borsi ve diğerleri, 1973).

Bölgedeki granodiyoritik kayaçların ilksel  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  oranları genellikle düşüktür ve 0.706 ilâ 0.711 değerleri arasında bulunmaktadır. Bu küçük değer öjeosenklinallerdeki grovıkların  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  oranlarına yakındır (Peterman ve diğerleri, *in* Ataman 1973, 1975). Bu veriler ışığı altında bölgedeki granodiyoritler Paleozoyik sonrası öjeosenkinal malzemesinin alta dalma zonunda erimesinden türemiş olabilirler.

Güneydoğu Girit'te Kuvaterner stratigrafisi ve neotektoniği yapan Angelier ve Gigout (1973), lerapetra bölgesinde Kuvaterner yaşlı dört farklı devre saptamışlar ve bu denizel devrelere bağlı hareketleri östatik değişimlerden ziyade önemli bölgesel tektonik olaylara bağlamışlardır. Bölge Kuvaterner çöküntü havzalarına karşılık gelmektedir. Bu çöküntü havzaları bir yandan E-W doğrultusunda güney Girit sahili ile Libya denizi arasında, diğer yandan ise NE-SW doğrultusunda Girit'i eğik olarak kesmektedir.

Karpatos adası güneyinde denizel Pliyosen üzerine denizel Tirenien diskordan olarak gelmektedir. Ante-Tirenien fayları genellikle  $N15^\circ$  ilâ  $N36^\circ$  doğrultusunda olup, NW ve SE eğimleri göstermektedirler. Bu fayların hepsi normaldir ve yatay atımlar hemen hemen yoktur. Bu fayların yaşları kesinlikle saptanmıştır. Üst Tabianien ile Alt Plesansiyendir. Bu faylar  $N115^\circ$  doğrultusunda bir genişlemeye karşılık gelmektedir. Büyük bir olasılıkla NW-SE doğrultusundaki genişleme olayı Orta Pliyosene kadar çıkmaktadır.

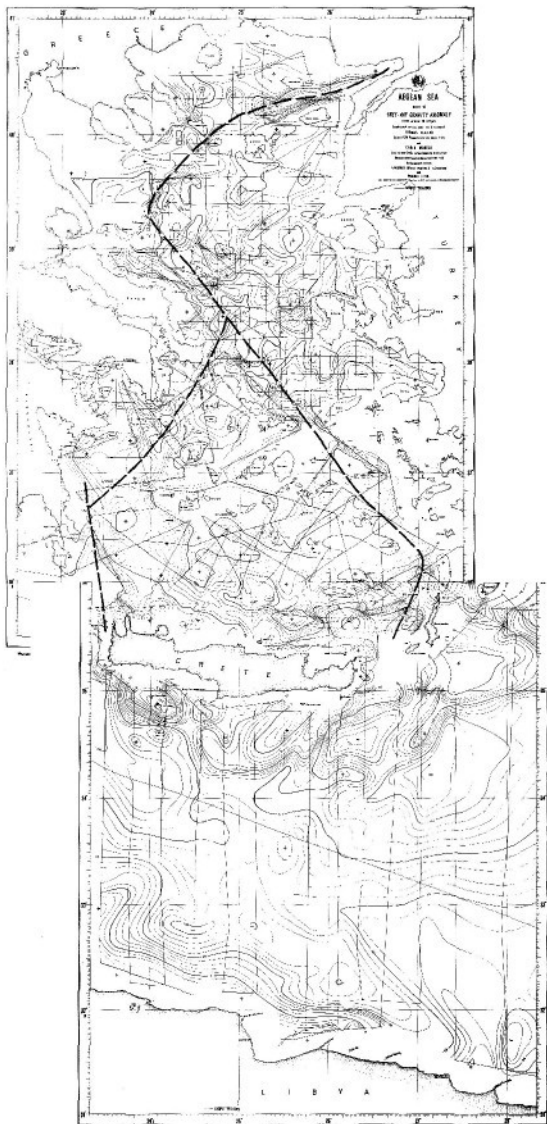
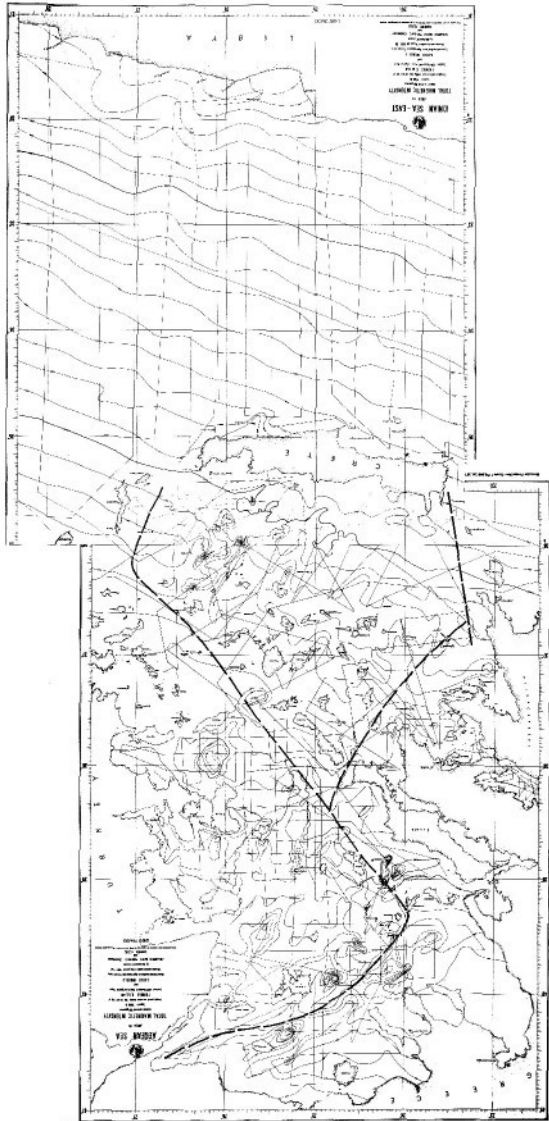
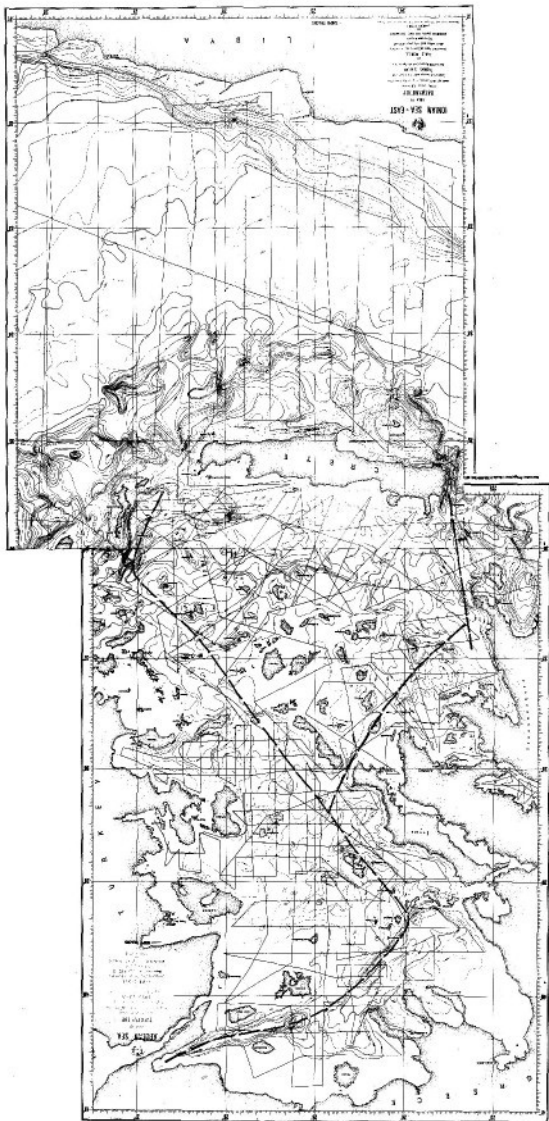


Fig. 12 - Ege denizinde bazı granit anıtları haritası.

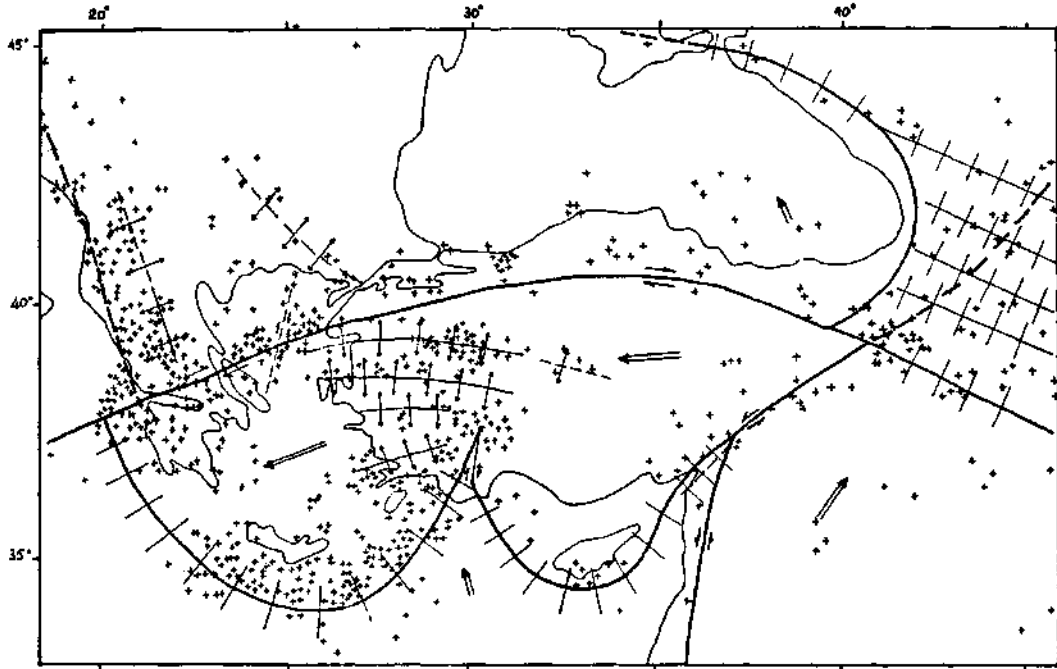
Fig. 11 - The distance between points 1000' below surface and 1000' below 1000' below surface.





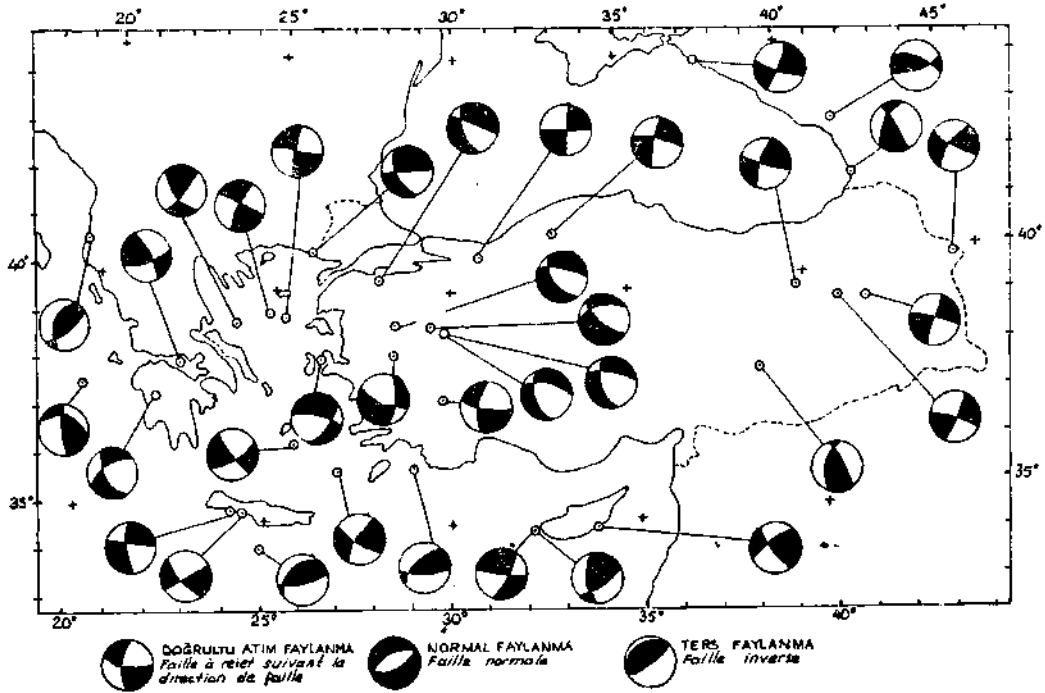




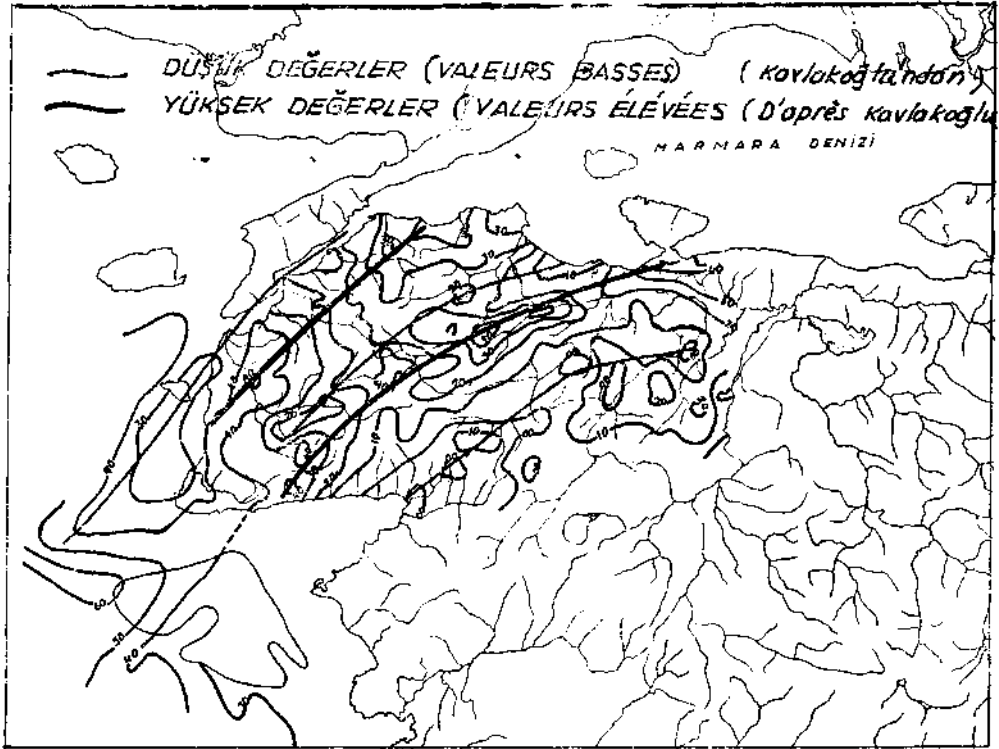


- ++ SIĞ ODAKLI DEPREMLER  
*Tremb. de terre à focal superficiel*  
 ++ SERİLİM OLAYLARI  
*Faïts tensionnels*  
 ++ SIKIŞMA OLAYLARI  
*Faïts compressionnels*

Şek. 14 - Türkiye için plaka tektoniği modeli (Alptekin'den, 1973).



Şek. 15 - Türkiye ve çevresindeki deprem mekanizması. Koyu yerler sıkışma bölgelerini göstermektedir (Alptekin'den, 1973).



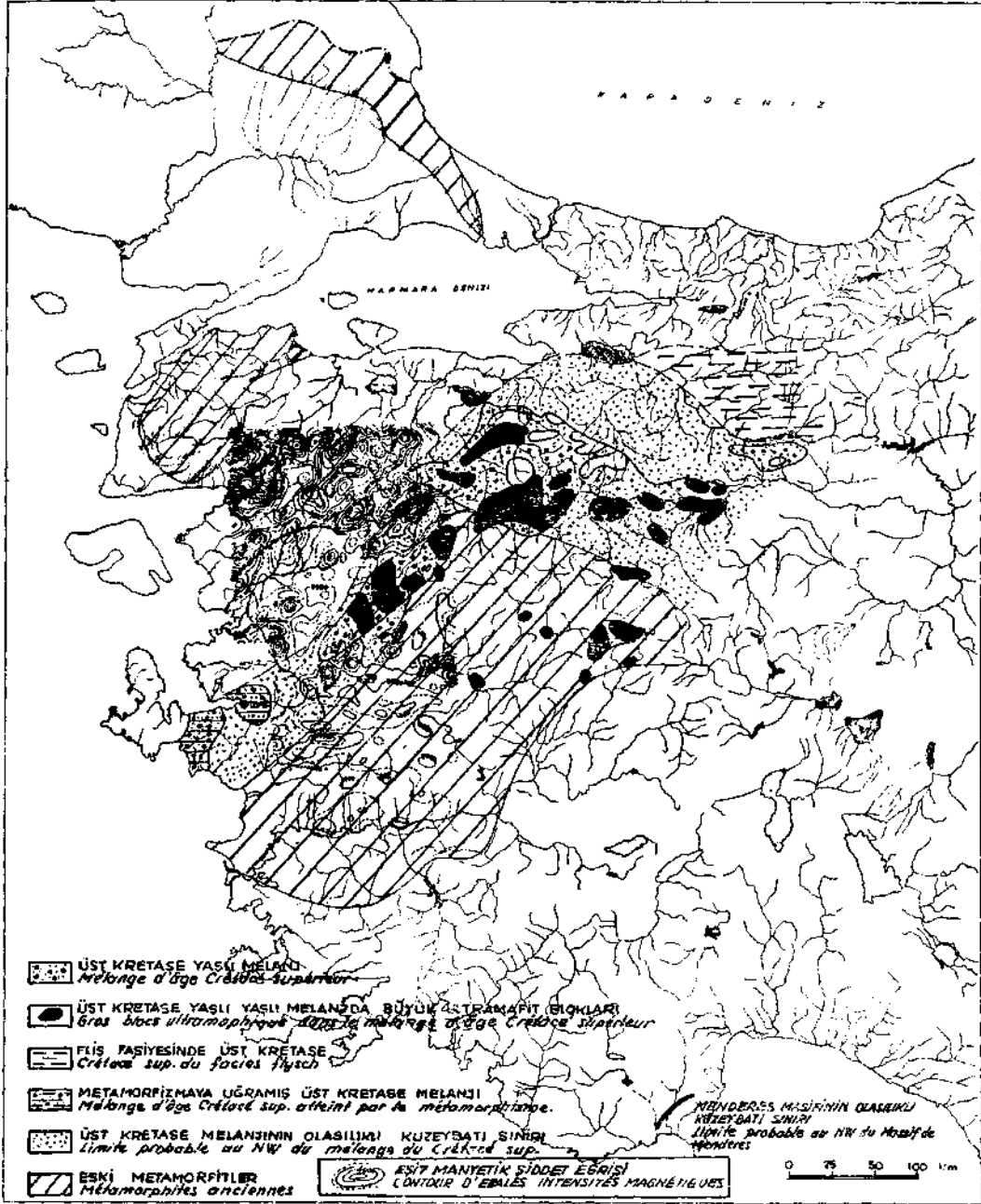
Şek. 16 - Biga yarımadası rejyonel Bouguer anomali haritası.

Tireniyen sonrası faylar iki çeşittir. Birincileri  $N15^\circ$  ilâ  $N50^\circ$  doğrultulu dik atımlı normal faylardır ve kabaca E-W doğrultusunda bir genişlemeye karşılık gelmektedir. İkincileri ters faylardır, normal faylarla aynı doğrultuludur.  $N30^\circ$  doğrultulu  $78^\circ$ SE eğimli sol atımlı dekreşmanlara Cro-tiri burnunda rastlanmıştır. Castello burnundaki  $N30^\circ$  doğrultulu ters fayların bazıları SE, diğerleri NW ya  $65^\circ$  ilâ  $80^\circ$  eğimli olup, doğrultu boyunca atımları zayıftır. Birbirlerine zıt mekanizmaları olan bu fayların nispi yaşları kesinlikle tespit edilememiştir (Angelier, 1973).

#### SONUÇLAR — BÖLGENİN JEODİNAMİK EVRİMİ

Batı Anadolu'nun temel kayaçları büyük bir olasılıkla Antekambriyende meydana gelmiş, fakat farklı jeolojik evrim ve yaşlara sahip Menderes, Kazdağ ve Uludağ metamorfik masiflerden oluşmuştur. Büyük bir olasılıkla Menderes masifi, Kazdağ, Uludağ ve Kuzey Anadolu Fayı kuzeyindeki bölgeler Alt Paleozoyikte birbirlerinden bugünkünden farklı coğrafik koordinatlarda bulunmaktaydı ve üç masifin kapsadığı bölge Permo-Karbonifere kadar karasaldı (Şek.1 ve 19A).

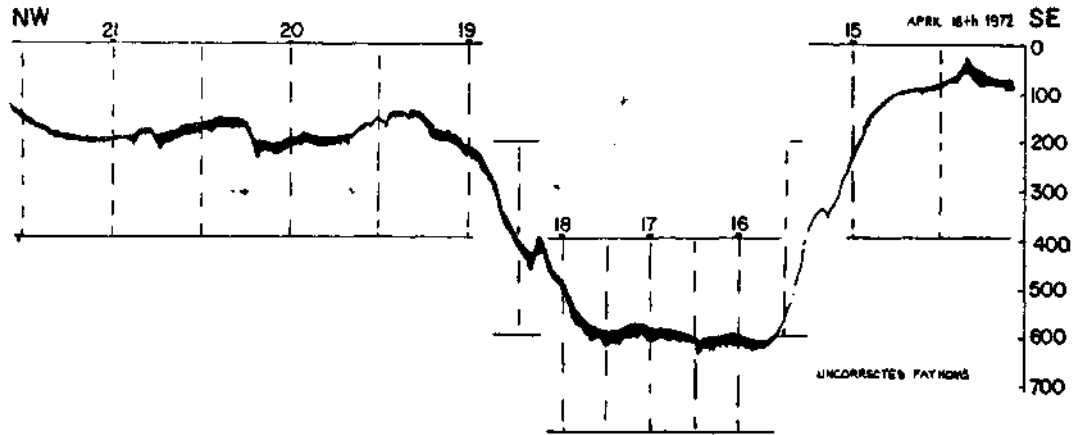
Masiflerin az derin deniz altında kalması Permo-Karboniferde olmuştur (Şek. 19B). Masiflerin birbirinden uzaklaşması — bir diğer deyimle bölgede okyanuslaşma — En Üst Permiyen-Alt Triyasta başlamıştır. Bu okyanuslaşmaya bağlı tansiyon kuvvetleri Menderes masifi ile Kazdağ arasında yukarıda özellikleri belirtilen Karakaya formasyonunu oluşturmuştur (Şek.2 ve 19C). Masifler Alt Triyas sonunda kısmen birbirlerine yaklaşmış olmalıdırlar. Zira Orta-Üst Triyas; Alt-Orta-Üst Jura-Alt Kretase kıvrımlanmış Alt Triyas üzerine transgresif gelmektedir (Şek. 2, 3 ve 19D) ve Alt Triyas mostraları genellikle melanj özelliği gösteren birimler yanında bulunmaktadır. Mesozoyik litolojilerinin yanıl değişimleri dikkate alındığında, denizaltı yükseklikleri oluşturdukları görülmektedir. Jura çökeltme havzası Alt Triyastakine paralel gelişmiştir (Şek. 3, 19D,E).



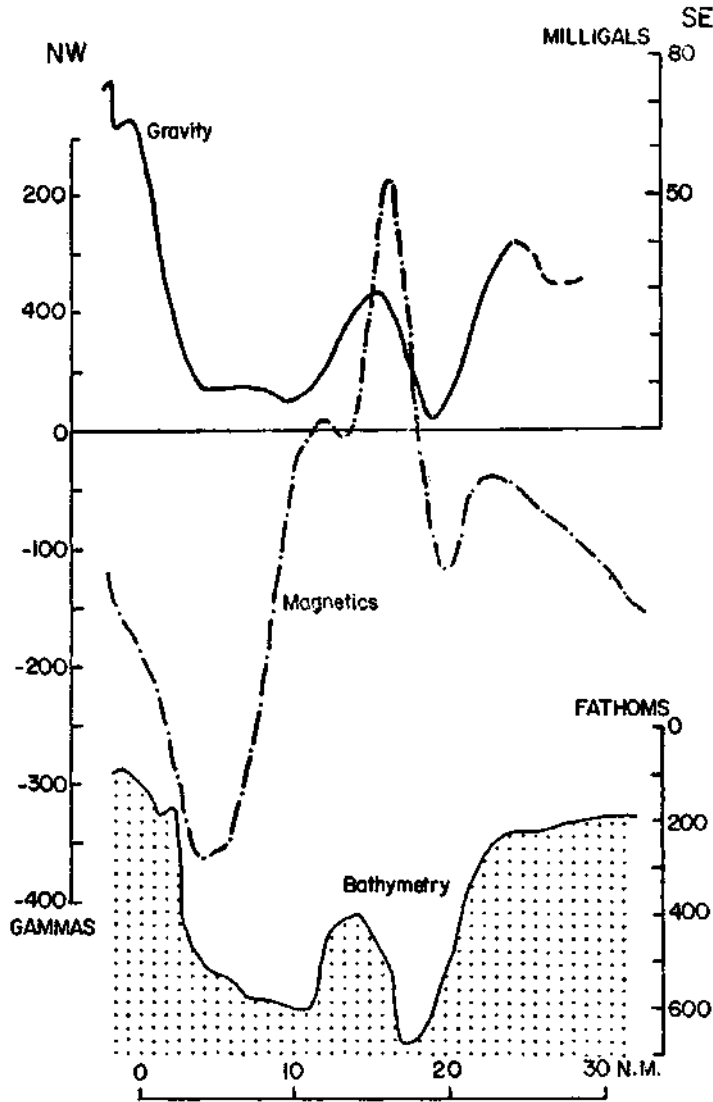
Şek. 17 - Üst Kretase mostra sınırları ve frekans analizi sonucunda elde edilen toplam şiddet manyetik anomali haritası (Sanver'den, 1974).

Birer mikrokontinentler olarak (bu Menderes masifi için daha nettir) hareket eden masiflerin en genç çarpışması ve büyük bir olasılıkla Menderes masifinin Kazdağ ve Uludağ altına doğru dalması Üst Kretasede meydana gelmiştir. Kuzeydoğuda bir molas havzasının gelişmesi bu düşüncüyü kuvvetlendirmektedir (Şek. 4 ve 19F).

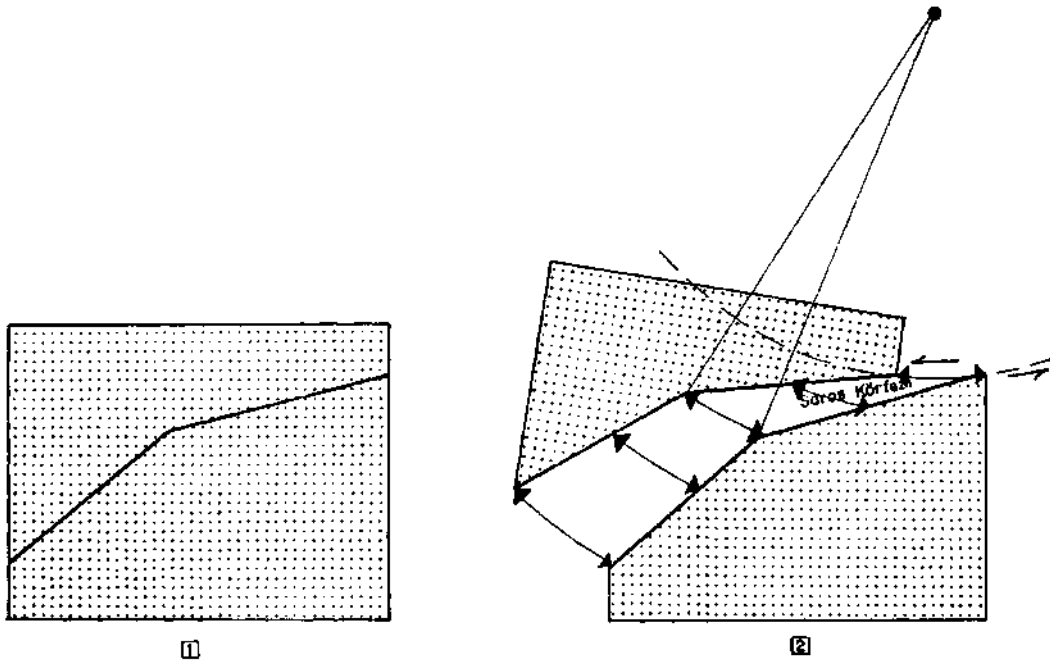
Şekil 19F de, olayları daha iyi anlatılabilmek için basitleştirilerek tek bir alta dalma zonu halinde gösterilmiştir. Hakikatte ekaylanmalar yoluyla oluşmuş birden fazla alta dalma zonu mevcuttur. Birbirine paralel melanj ve özellikle glokofan şist mostraları dağılımı bu durumu kanıtlamaktadır.



Şek. 18A - Jean Charcot'yla (nisan, 1972) Kuzey Ege çukurunda yapılan sismik refleksiyon profili.



Şek. 18B - Jean Charcot'yla (nisan, 1972) Kuzey Ege çukurunda yapılan gravimetrik ve manyetik profil (batı kısmın doğusunda).



Şek. 18C - İki plakanın bir kutup etrafında dönüşünü ve Kuzey Ege çukuruunun geometrisini açıklayan şema (Le Pichon'dan, 1973).

Üst Kretase litolojileri güney ve güneydoğuya devrilmiştir. Bu zonda oluşan glokofan şist metamorfizması çeşitli yaşlardaki litolojileri etkilemiş ve Üst Kretase yaşlı melanjin en önemli unsuru olmuş; glokofan şistler birçok parçalar halinde kuzeybatıdaki kıta (Manisa-Uludağ) boyunca sıralanmışlardır.

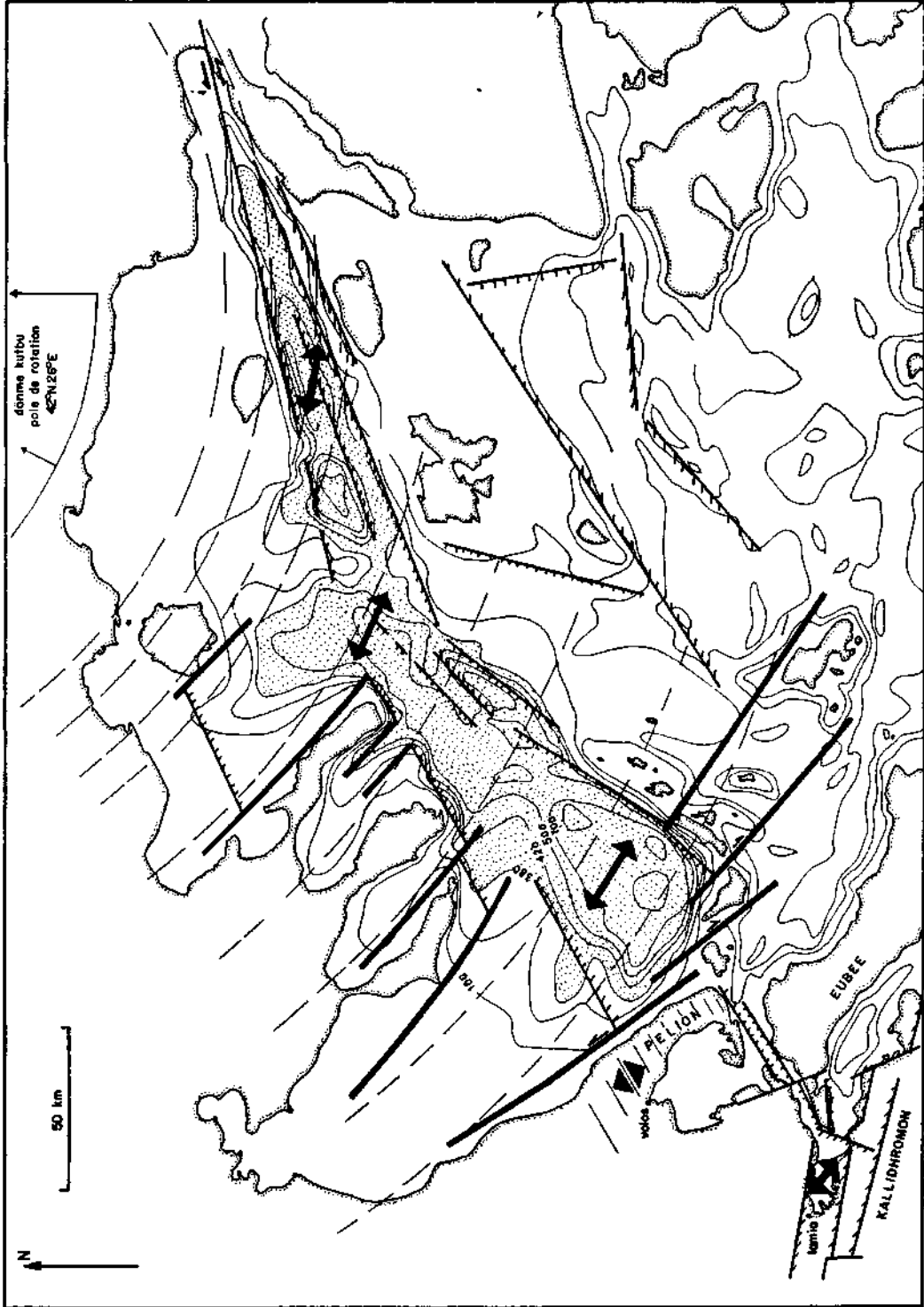
Menderes masifinin kuzey-kuzeybatıya dalması sonucunda derinlere inen kısmıyla süreklene öjeosenkinal malzemesinin mobilizasyonu, kuzeyde kabaca E-W ve NE-SVV sıralanımı gösteren Alt Tersiyer yaşlı granodiyoritleri meydana getirmiş olabilir (Şek. 5 ve 19G).

Granodiyoritlerin kuzey ve kuzeybatıda yaygın oluşu, batan kütlelerin güney ve güneydoğuda bulunduğunu geometrik açıdan aydınlatmaktadır. Granodiyoritik intruzyonların oluşumuna paralel olarak bölgede rejyonel metamorfizma gelişmiş, bu metamorfizmadan yersel koşullar altında çeşitli yaştaki kayalar etkilenmiştir.

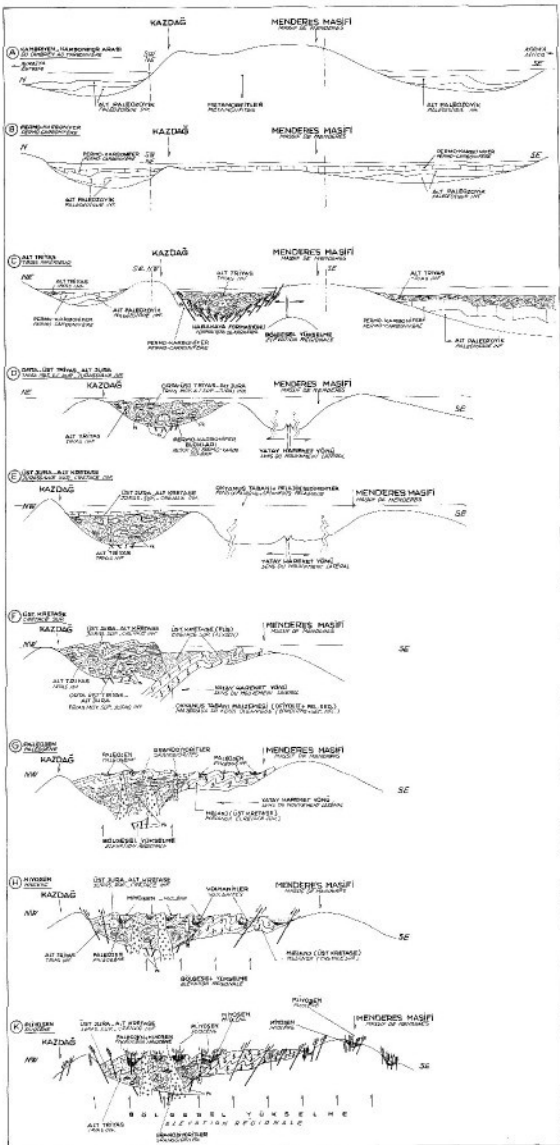
Manyetik anomaliler Menderes masifinin sedimentler altında kuzeybatıya doğru devam ettiğini ve kuzeybatı sınırın Bergama-Savaştepe-Sındırgı olabileceğini göstermektedir (Şek. 17 ve 19G,H,K).

Eosen-Oligosende Kuzeybatı Anadolu hemen tümüyle yükselmiş, yükselme sonucu Menderes masifinin bugünkü aflorman hudutları dışında masife çevreleyen molas havzaları meydana gelmiştir (Şek. 6). Yalnızca bu devirde Marmara denizi güneyinde kabaca E-W doğrultusundaki havzanın tektonik evrimi farklı olmuş, bu havzada fliş sedimentasyonu meydana gelmiştir (Şek. 6).

Miyosende NE-SW genel jeolojik doğrultuya uygun olarak daha çok senklinaller içinde daha eski litolojilerle faysız kontaktlı Miyosen kaba klastik ve gösel sedimentler çökelmiştir. Orta Miyosenden itibaren felsik, genellikle asit volkanizma yine aynı trendler boyunca gelişmiştir (Şek. 7 ve 19H). Genellikle kalkalkalin kimyasal bileşimindeki volkanik kayalar,  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  oranları nedeniyle



Şek. 18D - Kuzey Ege çukurluğunun Le Pichon ve diğerlerine göre (1973)  $N42^{\circ}$  -  $E 26^{\circ}$  dönme kutbuna göre açılış yorumunu gösterir harita (H. Philip'ten, 1974).



Şek. 19 - Kuşçular Kazdağ'ın oluştuğu jeotektonik ortamın evrimi.

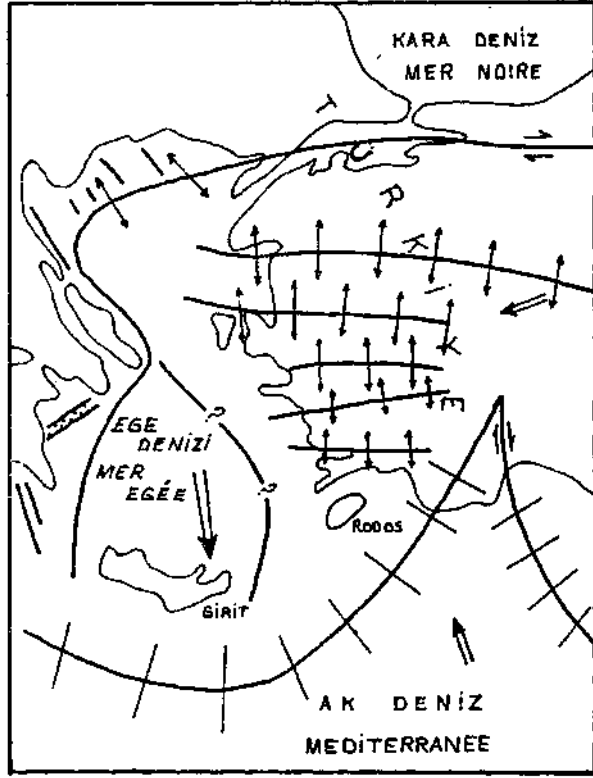
üst kabuk ve üst kabuk ile okyanus tabanı malzemesi karışımından türemiş olmalıdırlar. Böyle bir köken ve volkanitlerin sıralanışı güneydoğu kısmın kuzeybatı altına daldığını kimyasal, mekanik ve geometrik açıdan doğrulamaktadır.

Pliyosende, bölgesel yükselme devam etmiştir. Yükselmenin oluşturduğu gerilim kuvvetleriyle meydana gelen grabenlerin kabaca E-W doğrultusu (Şek. 7 ve 19K), gerilme kuvvetlerinin kabaca N-S olarak yönlendiğine işaret etmektedir. Bu ikinci yükselimin nedeni birinciyle doğrudan ilişkili görünmemektedir. Toroslar'ın güney ve güneybatısında gelişen alta dalma olayları böyle bir yükselmeye neden olabilir? (Şek. 14).

Bölgedeki episantrların yer yer karmaşık dağılımları (Şek. 8) ve deprem mekanizmalarının düzensizliği (Şek. 15) bölgedeki üç çeşit hareketin bir sonucu olmalıdır.

Bu durumda Kuzeybatı Anadolu, Ege denizindeki jeofizik veriler de dikkate alındığından (Şek. 10,11,12, 13) Anadolu'nun günümüzde Ege'deki adalar ile birlikte bir plaka oluşturduğu ve güneybatıya doğru hareket ettiği jeolojik ve jeofizik gerçeklere uygun düşmektedir.

Ege denizinde, kuzeyde NE-SW, güneyde NS ve NW-SE doğrultusunda büyük derinlik sıralanması ve diğer jeofizik anomaliler, Üst Tersiyere kadar bir bütün olarak Anadolu'yla aynı jeotektonik evrim geçirmiş olan Ege adalarının ve Yunanistan'ın Pliyo-Kuvaternerde Anadolu Ege plakasının Yunanistan'dan ayrı bir jeotektonik evrim geçirdiğini ve geçirmekte olduğunu göstermektedir (Şek. 20).



Şek. 20 - Batı Anadolu ve Ege denizi için (Pliyosenden itibaren) plaka tektoniği modeli. Oklu çizgilerle kesilen hatlar gerilim, düz çizgilerle kesilen hatlar sıkışma olaylarını göstermektedir.

Yayına verildiği tarih, 24 şubat 1975

#### BİBLİYOGRAFYA

- ABDÜSSELAMOĞLU, Ş. (1959): Almacık dağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi. *İ.Ü. Fen Fak. Monog.*, no. 14.
- AKARTUNA, M. (1968): Armutlu yarımadasının jeolojisi. *İ.Ü. Fen Fak. Monog.*, no. 20.
- AKKUŞ, M.F. (1962): Kütahya-Gediz arasındaki sahanın jeolojisi. *M.T.A. Derg.*, no. 58, Ankara.
- ALPTEKİN, Ö. (1973): Focal mechanism of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implications. *Doktora tezi. New Mexico Mining and Technology Inst.*



- ALTINLI, İ.E. (1973): Bilecik Jurasîği. *Cumhuriyetin 50 nci yılı yerbilimleri Kong. Tebliği*, s. 103, Ankara.
- ANGELIER, J. (1973): Sur la neotectonique egeenne; failles ante-tyrrheniennes et post-tyrrheniennes dans l'île de Karpathos. *Ext. C.R.S. Geol. de France*, 7e ser., t. XV, pp. 105-109.
- ARMAĞAN, F.; ÇATAL, E.; DÖKMECİ, İ.; ERCAN, T.; KAVACIKLI, Ö.; KESKİN, A.; KESKİN, E.; KIRAL, K.; ORAL, A. BOZCAN, A.; ÖZER, S.; SİREL, E.; SÜMENGEN, M. & TEKELİ, O. (1973): Lâdik-Akdağmadeni arası temel jeolojik sorunları ve muhtemel çözümleri. *Cumhuriyetin 50 nci yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğ özü*, Ankara.
- ARPAT, E. & BiNGÖL, E. (1969): Ege bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler. *M.T.A. Derg.*, no. 73, Ankara.
- ASLANER, M. (1965): Etude geologique et petrographique de la region d'Edremit-Havran (Turquie). *M.T.A. Publ.*, no. 119, Ankara.
- ATAMAN, G. (1972): Orhaneli granodiyoritik kütlelerinin radyometrik yaşı. *T.J.K. Bült.*, cilt. XV, sayı 2, Ankara.
- (1973): Gürgenyayla (Domanıç) granodiyoritik kütlelerinin radyometrik yaşı. *T.J.K. Bült.*, cilt. XVI, sayı 1, Ankara.
- (1974): Revue geochronologique des massifs plutoniques et metamorphiques de l'Anatolie. *Hacettepe Bull. Nat. Sci. and Engineering*, vol. 3, pp. 75-87.
- (1975): Plutonisme calcoalcalin d'age alpin en Anatolie du Nord-Ouest. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 280, serie D. pp. 2065-2068.
- AYAN, M. (1973): Gördes migmatitleri. *M.T.A. Derg.*, no. 81, Ankara.
- AYGEN, T. (1956): Balya bölgesi jeolojisinin incelenmesi. *M.T.A. Yayınl.*, seri D, no. 11, Ankara.
- BAŞARIR, E. (1970): Bafa gölü doğusunda, Menderes masifinin doğu kanadının petroloji ve jeolojisi. *Ege Univ. Fen Fak. Rap.*, no. 102.
- BAYKAL, F. (1963): İstanbul boğazı batısındaki sahanın jeolojik etüdü. *M.T.A. Rap.*, no. 3267 (yayınlanmamış), Ankara.
- & KAYA, O. (1965): İstanbul Silürieni hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 64, Ankara.
- BiNGÖL, E. (1968): Contribution à l'etude geologique de la partie Centrale et Sud-Est du massif de Kazdağ (Turquie). *These du Doctorat, Fac. Sci. Univ. Nancy*, 191 p., Fransa.
- (1971): Fiziksel yaş tayini metotlarını sınıflama denemesi ve Rb-Sr ve K-A metotlarının Kazdağ'da bir uygulaması. *T.J.K. Bült.*, c. XIV, sayı 1, s. 1-16, Ankara.
- (1974): Muratdağı merkezi kesiminin jeolojisi, magmatik ve metamorfik kayaların petrolojisi ve jeokronolojisi (yayınlanmamış) *Tez*, 105 s.
- (1975): 1:2 500 000 ölçekli Türkiye metamorfizma haritası ve bazı metamorfik kuşakların jeotektonik evrimi üzerinde tartışmalar. *M.T.A. Derg.*, no. 83, Ankara.
- ; AKYÜREK, B. & KORKMAZER, B. (1973): Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri. *Cumhuriyetin 50 nci yılı Yerbilimleri Kong. Tebliğleri.*, s. 70, Ankara.
- BLUMENTHAL, M.M. (1940): Gökırmak vadisi ile Karadeniz arasındaki Pontik silsilelerinin jeolojisi hakkında rapor (Boyabat-Sinop). *M.T.A. Rap.*, no. 1067 (yayınlanmamış), Ankara.
- BORSİ, S.; FERRARA, G.; INNOCENTİ, F. & MAZZUOLİ, R. (1973): Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea (West Anatolia and Lesvos Island). *C.N.R. Labo. Ricerche radiom. Applicata Geocron., Paleocol. Pisa et Istitute Internaz. Volcanol. Catania*.
- BRINKMANN, R. (1966): Geotektonische Gliederung von West-Anatolien. *N.Jb. Geol. Pal. Mh.*, S. 603-608.
- (1971a): Kuzeybatı Anadolu'daki genç Paleozoik ve eski Mesozoik. *M.T.A. Derg.*, no. 76, Ankara.
- (1971b): The geology of Western Anatolia. *Geol. and Hist. of Turkey. Petrol. Expl. Soc. of Libya*, Tripoli, pp. 171-190.
- (1971c): Das kristalline Grundgebirge von Anatolien. *Geol. Rundschau*, \, 60, no. 3, pp. 886-899.
- ; FLÜGEL, E. & JACOBSSHAGEN, V. (1972): Trias, Jura und Unterkreide auf der Halbinsel Karaburun (West-Anatolien). *Geol. et Paleontologica*, no. 6 pp. 139-150.

- (1974): Geologic relations between Black Sea and Anatolia. *The Black Sea—Geology, Chemistry, and Biology*, Mem. no. 20, pp. 63-76.
- ; FEIST, R.; MARR, W.U.; NICKEL, E.; SCHLIMM, W. & WALTER, H.R. (1970): Soma dağlarının jeolojisi. *M.T.A. Derg.*, no. 74, Ankara.
- BRUNN, J.H.; DUMONT, J.F.; GRACIANSKY, P.Ch. de; GUTNIC, M.; JUTEAU, Th.; MARCOUX, J.; MONOD, O. & POISSON, A. (1971): Outline of the geology, of the Western Taurids. *Geol. and Hist. of Turkey. Petrol. Expl. Soc. of Libya*, Tripoli, pp. 225-255
- BÜRKÜT, Y. (1966): Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jenetik etüdü. *İ.T.Ü. Maden Fak. Yayını*, 272 s.
- CANET, J. & JAOU, P. (1946): Manisa-Aydın-Kula-Gördes bölgesi jeolojisi hakkında rapor. *M.T.A. Rap.*, no. 2068 (yayınlanmamış), Ankara.
- DEAN, W.T. & MONOD, O. (1970): The Lower Paleozoic stratigraphy and faunas of the Taurus Mountains near Beyşehir, Turkey. I. Stratigraphy. *Bull. British. Museum (Nat. History)*. Geol. vol 19, no. 8. pp. 413-426.
- DEMİRTAŞLI, E.; BİLGİN, A.Z.; ERENLER, F.; IŞIKLAR, S.; SANLI, D.Y.; SELİM, M. & TURHAN, N. (1973): Bolkar dağlarının jeolojisi. *Cumhuriyetin 50 nci yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, Ankara.
- DORA, Ö. (1972): Eğrigöz Masifi çevresi migmatitlerinde ortoklas-mikroklin transformasyonu. *T.J.K. Bull.*, cilt XV, no. 2, s. 131-152.
- DUBERTRET, L. & KALAFATÇIOĞLU, A. (1973): 1:500000 ölçekli Türkiye Jeolojik Harita ve izahnamesi—izmir Paftası. *M.T.A. Yayınl.*, Ankara.
- EKİNGEN, A. (1973): Kazdağ masifindeki negatif gravite anomalisi. *Cumhuriyetin 50 nci yılı Kongr. Tebliğleri*, s. 359-364, Ankara.
- ERENTÖZ, C. & TERNEK, Z. (1969): Türkiye'de termomineral kaynaklar ve jeotermik enerji etüdüleri. *M.T.A. Derg.*, no. 70, Ankara.
- ERGİN, K. (1966): Türkiye ve civarının episantr haritası hakkında. *T.J.K. Bül.*, cilt X, sayı 1-2, s. 122-125, Ankara.
- ; GÜÇLÜ, U. & UZ, Z. (1967): Türkiye ve civarının deprem katalogu. *İ.T.Ü. Maden Fak. Arz Fizikî Enst. Yayl.*, no. 24, 169 s.
- ERK, S. (1942): Bursa ve Gemlik arasındaki muntikanın jeolojik etüdü. *M.T.A. Yayl.*, seri B, no. 9, Ankara.
- EROSKAY, O. (1965): Geology of the Paşalar gorge - Gölpaazarı area. *İ.Ü. Fen Fak. Bull.*, ser. B, vol. 30, fasc. 3-4, pp. 133-170.
- FRATSCHNER, W. Th. (1951): Amasra-Bartın-Kumluca ve Kurucuşile-Ulus bölgelerinde 19 mayıs-24 ekim arasında yapılan jeolojik etüdülere dair ilk rapor. *M.T.A. Rap.* no. 1960 (yayınlanmamış), Ankara.
- GRACIANSKY, P. de (1965): Menderes masifinin güney kıyısı boyunca (Türkiye'nin SW sı) görülen metamorfizma hakkında açıklamalar. *Al.T.A. Derg.*, no. 64, Ankara.
- (1972): Recherches géologiques dans le Taurus Lycien. *Doktora tezi. Univ. Paris 2* vol. 762. p.
- GÜMÜŞ, A. (1964): Contribution à l'étude géologique du secteur septentrional de Kalabak Köy-Eymir Köy (region d'Edremit), Turquie. *M.T.A. Publ.*, no. 117, 109 p.
- HOLZER, H. (1954): Beyce 54/4 ve Simav 71/2 paftalarının jeolojik löveleri raporu. *M.T.A. Rap.*, no. 2366 (yayınlanmamış), Ankara.
- HÖLL, R. (1966): Genese und Altersstellung von Vorkommen der Sb-W-Hg Formation in der Türkei und auf Chios/Griechenland. *Doktora tezi, Wissenschaften Akademie*, Münih, 118 p.
- IZDAR, E. (1971): Introduction to geology and metamorphism of the Menderes massif of Western Turkey. *Petrol. Expl. Soc. of Libya*, Tripoli, pp. 495-500.
- KAADEN, G. van der (1959): Anadolu'nun NW kısmında yer alan metamorfik olaylarla magmatik faaliyetler arasındaki yaş münasebetleri. *M.T.A. Derg.*, no. 52, Ankara.
- (1966): Türkiye'deki glokofan kayaçlarının önemi ve dağılışı. *M.T.A. Derg.*, no. 67, Ankara.
- & METZ, K. (1954): Datça-Muğla-Dalaman çayı (SW Anadolu arasındaki bölgenin jeolojisi. *T.J.K. Bül.*, cilt V., sayı 1-2, s. 71-76.

- KALAFATÇIOĞLU, A. (1961): Karaburun yarımadasının jeolojisi. *M.T.A. Derg.*, no. 56, Ankara.
- (1962): Tavşanlı-Dağardı arasındaki bölgenin jeolojisi ve serpantin ile kalkerlerin yaşı hakkında not. *M.T.A. Derg.*, no. 58, Ankara.
- (1964): Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisi. *T.J.K. Bült.*, cilt IX, sayı 1-2, s. 46-62, Ankara.
- KAYA, O. (1972): Tavşanlı yöresi «pfiolit» sorunun ana çizgileri. *T.J.K. Bült.*, cilt XV, sayı 1, s. 26-108, Ankara.
- (1973): Paleozoic of Istanbul. *Univ. Ege. Fac. Sciences*, no. 40, 143 p. (Editorial book).
- KETİN, İ. (1947): Uludağ masifinin tektoniği hakkında. *T.J.K. Bült.*, cilt. I, sayı 1, s. 60-74, Ankara.
- LE PİCHON, X.; NEEDHAM, H.D. & RENARD, V. (1973): Traits structuraux de la fosse Nord-éegenne. *ler Reun. Ann. Sci. de la Terre, Paris S.G.F.*
- LİSENBEER, A. (1972): Structural setting of the Orhaneli ultramafic massif near Bursa. *Ph. D. Thesis, Univ. State Pennsylvania.*
- McKENZIE, D.P. (1970): Plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature*, vol. 226, pp. 239-243.
- (1972): Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. Jr. Astr. Soc.*, vol. 30, pp. 109-185.
- MONOD, O.; MARCOUX, J.; POISSON, A. & DUMONT, J.F. (1973): Le domain d'Antalya, temoin de la fracturation de la plate-forme africaine au cours du Trias. *Bull. Soc. Geol. France*, (7), v. XVI, no. 2, pp. 116-127.
- NEBERT, K. (1960): Tavşanlı'nın batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden Neojen sahasının mukayeseli stratigrafisi ve tektoniği. *M.T.A. Derg.*, no. 54, Ankara.
- OKAY, A.C. (1948): 53/2, 54/1, 54/2 paftalarına (Orhaneli bölgesi, Mustafa Kemalpaşa bölgesi ve Çataldağbölgesi) ait izahname. *M.T.A. Rap.*, no. 2215 (yayınlanmamış), Ankara.
- ÖZELÇİ, F. (1973): Doğu Akdeniz Bölgesi gravite anomalileri. *M.T.A. Derg.*, no. 80, Ankara.
- ÖZDEMİR, Ü.; TALAY, G. & YURTSEVER, A. (1973): Kocaeli Triyasının biyostratigrafik etüdü. *Cumhuriyetin 50 nci yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri*, s. 112-127, Ankara.
- ÖZKOÇAK, O. (1969): Etude geologique du massif ultrabasique d'Orhaneli et de sa proche bordure (Bursa-Turquie). *These de Doctorat. Univ. Paris* (non publiee).
- PAPAZACHOS, B.C. & COMNIAKIS, P.E. (1971): Geophysical and tectonic features of the Aegean *Kre. Journ. Geophys. Research*, vol. 76, no. 35, pp. 8517-8533.
- RİCOU, L.E.; ARGYRIADIS, I. & LEFEVRE, R. (1973): Proposition d'une origine interne pour les nappes d'Antalya et le massif d'Alanya (Taurides Occidentale, Turquie). *Bull. Soc. Geol. France* (7), v. XVI, no. 2, pp. 107-111.
- SAĞIROĞLU, G. & BÜRKÜT, Y. (1966): Sur l'âge et la Petrographie du massif d'Uludağ (Turquie). *C.R. Soc Phys. et His. Nat., Geneve*, V. 1, fasc. 1, pp. 21-32.
- SANVER, M. (1974): Ege Bölgesi havadan manyetik haritasının iki boyutlu filtreler ve istatistik yöntemlerle analizi. *İst. Teknik. Univ. Maden Fak. Tez.* 161 s.
- SCHÜLLING, R.D. (1959): Kaz dağı kristalinin arz ettiği pre-Hersinien iltiva safhası hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 53, Ankara.
- (1962): Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaşı ve yapısı hakkında. *M.T.A. Derg.*, no. 58, Ankara.
- TOKAY, M. (1954): Filyos çayı ağzı-Amasra-Bartm-Kozcağız-Çaycuma bölgesi jeolojisi hakkında rapor. *M.T.A. Rap.*, no. 2099 (yayınlanmamış), Ankara.
- Uz, B. (1973): Les formations metamorphiques et granitiques du massif ancien d'Akdağ et leur couverture volcano-sedimentaire. *These de Doctorat. Univ. Nancy, Fac. Sciences.*
- VACHETTE, M.; BLANC, P. & DUBERTRET L. (1968): Determination de l'âge d'une granodiorite d'Orhaneli, au Sud de Bursa (Anatolie); sa signification regionale. *C. R. Ac. Sci.*, v. 267, serie D., pp. 927-930.
- ZESCHKE, G. (1954): Simav grabeni ve taşlan. *T.J.K. Bült.*, c. V, sayı 1-2, s. 179-198, Ankara.