

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN - KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

Ömer EMRE*, Tevfik ERKAL*, Andrey TCHEPALYGA**, Nizamettin KAZANCI***, Mustafa KEÇER* ve Engin ÜNAY*

ÖZ. - Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuvaternerdeki morfolotektonik evriminde; 1) Erken-Orta Miyosen, 2) Geç Miyosen-Pliyosen, 3) en Geç Pliyosen-Günümüz olmak üzere üç ana şekillenme dönemi ayırt edilmiştir. Bu dönemlerde birbirine açısal uyumsuz üç çökel istifli oluşmuştur. Erken-Orta Miyosen karasal kırıntılı, Geç Miyosen-Pliyosen karasaldan denizele geçişli, en Geç Pliyosen-Günümüz ise karasal-denizel çökellerle temsil edilmektedir. Bölge Oligosen sonunda Intra-Pontid okyanusunun kapanması sonucu karasal aşınım alanı haline dönüşmüş ve Erken-Orta Miyosen boyunca paleotektonik dönem olaylarının etkisinde kalmıştır. Orta Miyosen sonlarına kadar süren bu aşınım dönemi sonunda geniş alanlara yayılan bir peneplen morfolojisi gelişmiş ve karasal kırıntılılar çökelmiştir. Günümüz jeolojisinin belirlemiş olan neotektonizma Geç Miyosen başlarında başlamış ve birbirinden farklı stildeki iki evrede gelişmiştir. Geç Miyosen-Pliyosen'i kapsayan neotektonizmanın ilk evresinde bölgede K-G yönlü sıkışma rejimi egemen olmuş, bunun sonucunda gelişen D-B yönlü kıvrımlar ile KD-GB ve KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylarla bölge morfolojik olarak tümünden yükselime uğramıştır. Bu süreç içerisinde başlangıçta, altta akarsu çökelileri ile başlayan ve üste doğru gölsel ve denizele geçişli olan Geç Miyosen-Erken Pliyosen istifi çökelmiş, dönem sonunda ise bu çökelilerin geliştiği havzalar parçalanarak Geç Pliyosen'de bölge yüksek aşınım alanı şeklini kazanmıştır. Neotektonik dönemin ikinci evresi ise en Geç Pliyosen'de Kuzey Anadolu Fayının ortaya çıkışı ile başlamıştır ve günümüze kadar olan süreyi kapsar. Doğu Marmaranın günümüzdeki morfolojisi ve aktif tektonik çatısı Kuzey Anadolu Fayının transform hareketleri ile tanınan bu evrede gelişmiştir. Günümüz Marmara Denizi havzasının da yapısal gelişimi Kuzey Anadolu Fayına bağlı olarak en Geç Pliyosen'de başlamıştır.

GİRİŞ

Marmara denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaternerdeki yapısal ve paleocoğrafik evrimine ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Şengör, 1979, 1980, 1982; Şengör ve diğerleri, 1985; Crampin ve Evans, 1986; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve diğerleri, 1990, 1995; Görür ve diğerleri, 1995, 1997; Erol ve Çetin, 1995). Bu araştırmalarda bölgedeki paleocoğrafik değişimler, Üst Miyosen'den itibaren var olduğu kabul edilen Kuzey Anadolu Fayı (KAF) nın yapısal evrimi ile özdeşleştirilmiştir (Görür ve diğerleri 1995; 1997). Şengör ve diğerleri (1985) tarafından önerilen bu yaklaşımda, Marmara denizi ve çevresi coğrafyasının Üst Miyosen başında KAF nm ortaya çıkışı ile şekillenmeye başladığı; bölgenin KAF ile K-G yönlü gerilme rejiminin etkin olduğu Batı Anadolu arasında yer aldığı ve KAF nın güneye doğru gençleşerek yer değiştirmesi sürecine bağlı bir yapısal evrim geçirdiği vurgulanmaktadır. Çoğu araştırmada, bölgede, denizel girdiler de içeren Neojen ve Kuvaterner yaşlı kaya topluluklarının bu yapısal evrim modeli çerçevesinde gelişmiş olduğu düşünülen havzalarda çökeldiği konusunda görüş birliği vardır (Şengör ve diğerleri, 1985; Siyako ve diğerle-

ri, 1989; Erol ve Çetin, 1995; Görür ve diğerleri, 1995, 1997).

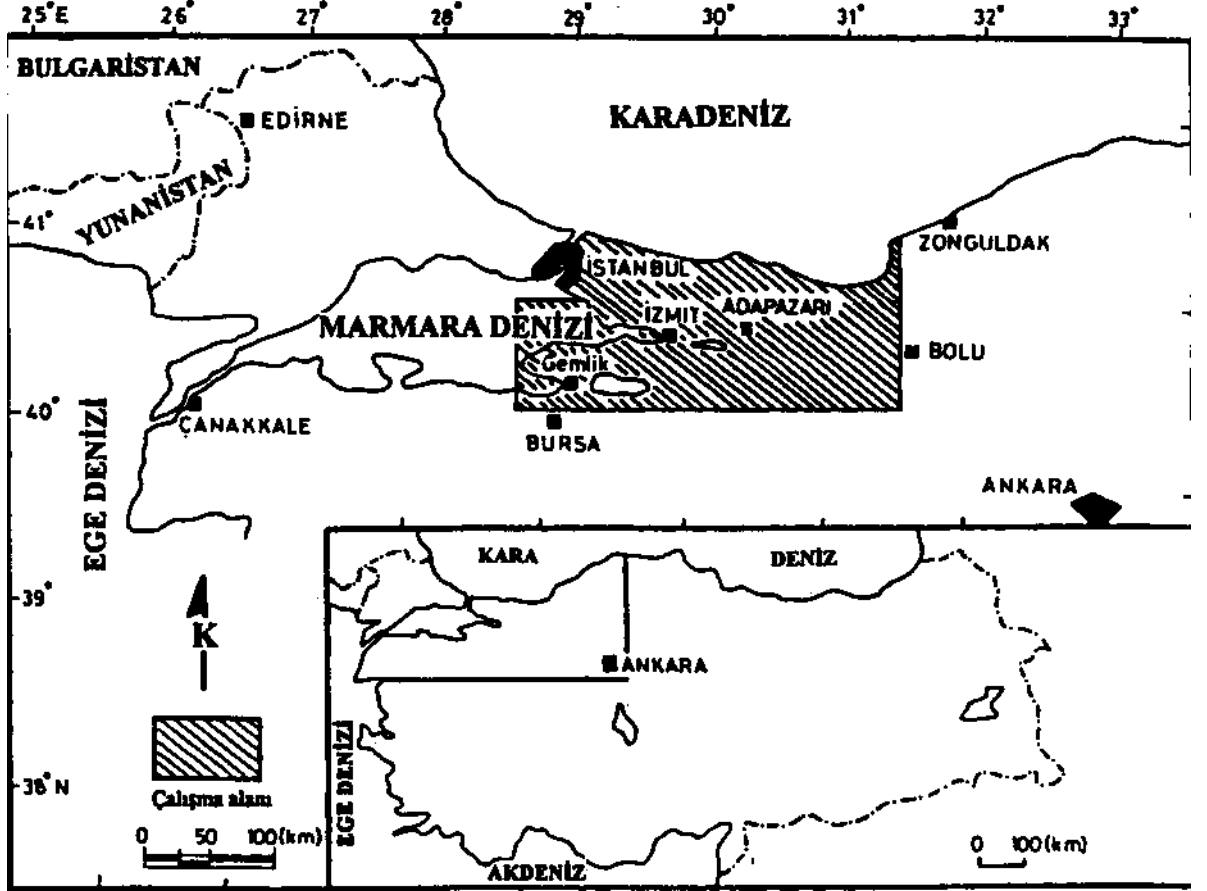
Bu çalışmada, Doğu Marmara bölgesinde geniş yayılımı olan Neojen ve Kuvaterner çökelileri konu edilmiştir (Şek. 1). Araştırmada, bu çökelilerin kaya türü ve stratigrafisi, günümüzdeki morfolojik konumları ve neotektonik dönem deformasyonları ele alınarak çökel havzaları tartışılmış, tektonizma-morfoloji-depolanma etkileşimlerinden hareketle bölgenin Neojen-Kuvaternerdeki paleocoğrafik evrimine yeni bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır.

STRATİGRAFI

Bölgenin Neojen öncesi temelini paleotektonik dönemde gelişmiş İstanbul ve Sakarya zonlarına ait kaya toplulukları oluşturur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1989; Okay ve Görür, 1995; Yılmaz ve diğerleri, 1995) (Şek. 2). Bu iki zon günümüzde KAF nın yer aldığı ve Erken Eosen Oligosen'de Intra-Pontid okyanusunun kapanması sonucu oluşan kenet boyunca bir araya gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay, 1989; Okay ve Görür, 1995). İstanbul zonu Ordovisiyen-Alt Tersiyen-

yer yaşı tortul kayalardan, Sakarya zonu ise metamorfik bir temel ve Jura-Kretase yaşlı tortul örtüden oluşur (Okay, 1989; Okay ve Görür, 1995; Yılmaz ve diğerleri, 1995).

araştırmada ortaya konan evrimin temel dayanağıdır. Bu nedenle yöre stratigrafisi her biri ayrı bir morfo tektonik üniteye karşılık gelen alt bölgelere ayrılarak verilmiştir. Geniş inceleme alanında, konuya yönelik olarak



Şek. 1- Yer bulduru haritası

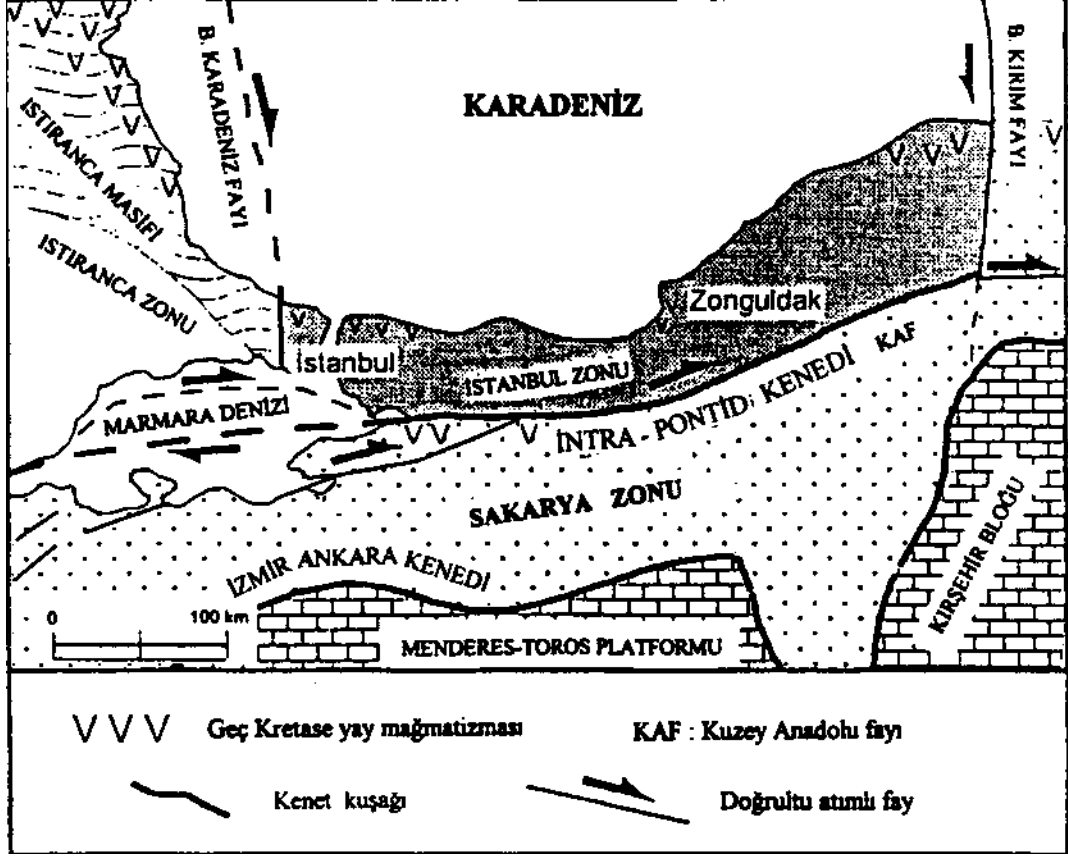
Bölgedeki Neojen-Kuvaterner yaşlı kaya toplulukları farklı yaş ve fasiyelerde gelişmiş üç ana çökel istifinden oluşmaktadır (Şek. 3 ve 4). Bunlar belirgin aşıl uyumsuzluklarla birbirinden ayrılabilir. Erken-Orta Miyosen yaşta olanlar Kocaeli yarımadası, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı olanlar Armutlu yarımadası ile Bilecik-Bursa yöresi, en Geç Pliyosen-Günümüz arasındakiler ise KAF zonu boyunca yer alan havza/koridorlarda izlenmektedir (Şek. 3 ve 5). Çökellerin günümüzdeki dağılım düzeni bölgenin neotektonik dönem yapılarının yaşı, niteliği ve oluşturdukları morfo tektonik yapı ile uyumludur. Söz konusu uyumluluk bu

jeolojik birimler sadeleştirilerek verilmiş, küçük yerleşim yerleri şekillere dahil edilmemiştir (Şek. 1-6). izleme kolaylığı sağlamak amacıyla her bir bölgenin stratigrafisi ayrıca vurgulanmıştır. Stratigrafik ayrıntı morfo tektonik evrimi açıklayabilecek kapsamda ele alındığından ayrıntılı stratigrafik tanımlamalara yer verilmiştir.

KARADENİZ BÖLGESİ

Kuzey Anadolu Fay zonu, Marmara denizi ve Karadeniz arasında kalan bölge bu başlık altında tanımlan-

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ



Şek. 2- inceleme alanı ve çevresinin tektonik konumu (Görür ve diğerleri, 1997'den alınmıştır).

miştir. Bu alanda Neojen ve Kuvaterner çökellerinin yayılımı sınırlıdır ve iki ayrı kaya topluluğundan oluşur (Şek. 3 ve 4).

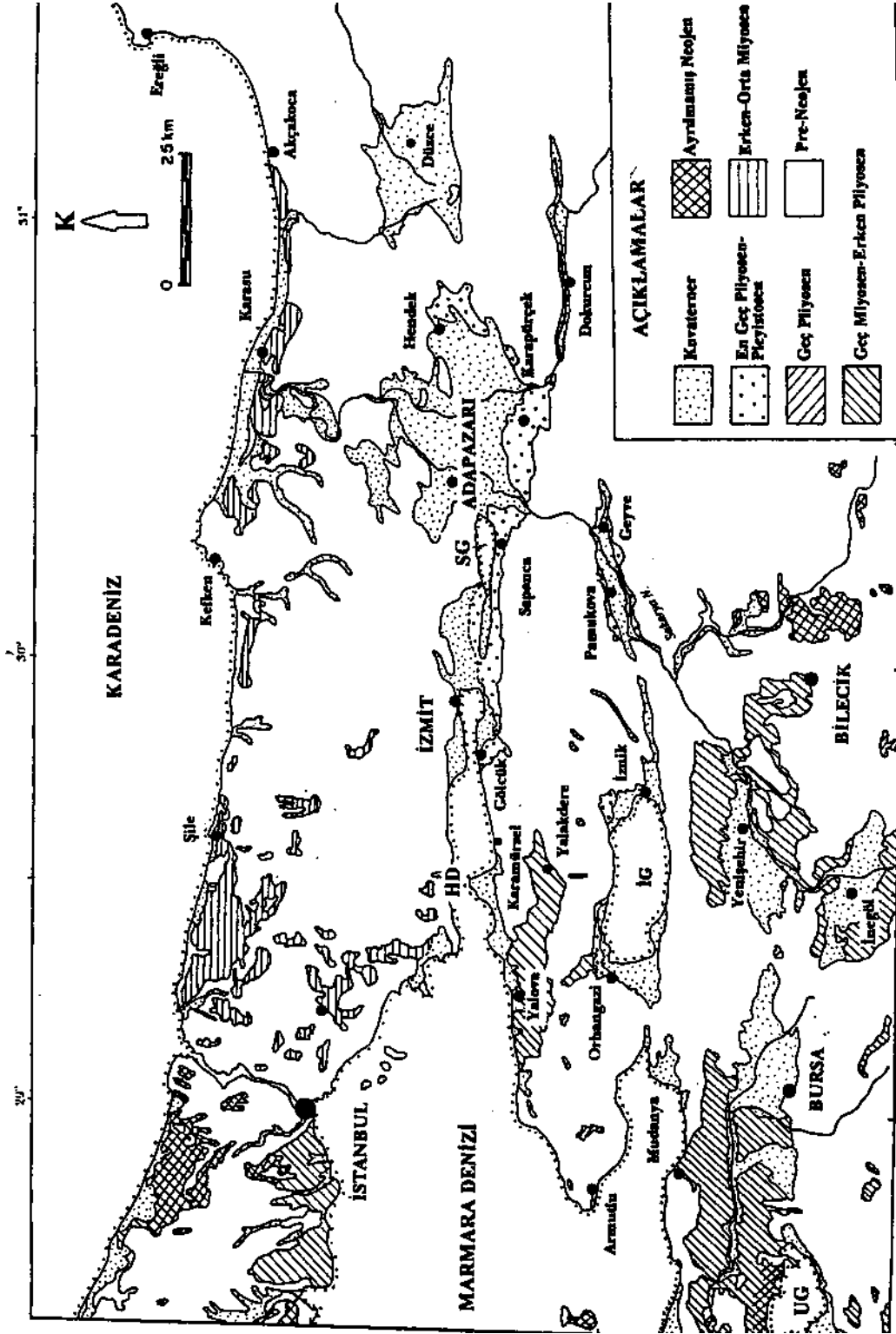
ERKEN-ORTA MIYOSEN

Karasu formasyonu

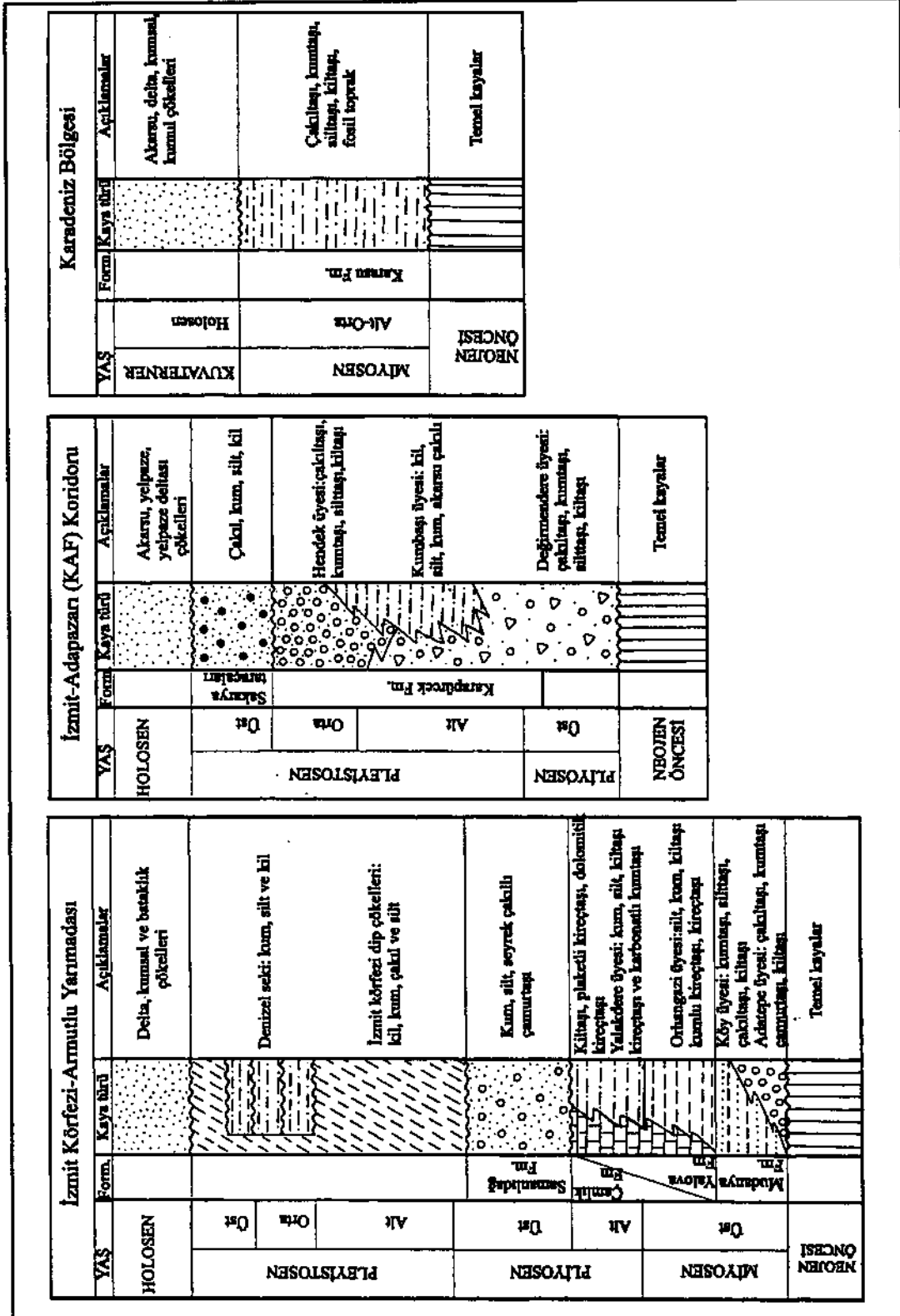
Karadeniz kıyısı boyunca Karasu-Kefken ve Kocaeli yarımadasının İstanbul bölümünde yüzelemektedir (Şek. 3). Formasyon 1: 500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında (MTA, 1964) Pliyokuvaterner, Karasu yöresinde Pliyosen yaşlı Örencik formasyonu (Aydın ve diğerleri, 1987), İstanbul yöresinde ise Pliyokuvaterner yaşlı Belgrat ormanı formasyonu (Baykal ve Önal, 1979; Seymen, 1995) olarak tanımlanmıştır. Kırmızı, sarı ve kahverenkli olan birim kumtaşı, çakıltaşı, siltaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Tip lokalitesi Karasu yö-

residir (Şek. 3). Burada Neojen öncesi temel kayalar üzerinde aşıl uyumsuzlukla yer alan birimin kalınlığı 30-40 metredir (Şek. 4). En altta, temel kayalar üzerinde, kalınlığı yer yer 10 metreye yaklaşan kırmızı, kahve ve sarı alacalı renkli paleosol düzeyi bulunur. Bunun üzerinde kumtaşı, çakıltaşı, siltaşı ve çamurtaşı ardalanması yer alır. Kumtaşları çoğunlukla kuvars tanelidir. Çakıltaşı elemanları şiddetli ayrışmaya uğramıştır. Bu detritik seviyeler içerisinde kalınlığı bir metreye ulaşabilen pedojenik zonlar (weathering crust) izlenir.

Formasyonda yaş bulgusu elde edilememiştir. Birim Karasu yöresinde Holosen yaşlı kıyı tortullarınca üzerlenmektedir. Tabanında yer alan kalın paleosol, çakıl elemanlarındaki şiddetli ayrışma ve içerdiği pedojenik zonlar nemli ve sıcak iklim koşulları altında depolandığını göstermektedir (Vwright, 1992 a, b; Mack ve diğerleri, 1993). Armutlu yarımadasında Üst Miyosen



Şek. 3- Doğu Marmara bölgesinde Neojen ve Kuvaterner çökellerinin dağılımı (MTA 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (1964) ndan değiştirilerek alınmıştır) HD: Hersek deltası, SG: Sapanca gölü, IG: Iznik gölü, UG: Uluabat gölü.



Şek. 4- Çalışma alanının stratigrafik dikme kesitleri (ölçeksiz)

yaşlı Mudanya formasyonu içerisinde bu formasyonun ayrılmış çakıllarına rastlanılır. Erol (1981)'e göre bölgesel jeomorfolojik veriler, formasyonun Erken-Orta Miyosen'deki nemli ve sıcak iklim koşulları altında gerçekleşen bir peneplenme sürecinin karasal çökelleri olarak depolandığını göstermektedir. Bu nedenlerle Karasu formasyonunun Erken-Orta Miyosen yaşta olduğu kabul edilmiştir.

HOLOSEN

Karadeniz yöresinde Kuvaterner, Holosen yaşlı çökellerden oluşur. Kara kütlesi üzerindeki Holosen çökelleri alüvyondan oluşur. Karadeniz kıyı şeridinde ise Sakarya nehri deltası, güncel kumsal, eski ve yeni kıyı kumulları ve kıyı gerisi bataklık tortulları gelişmiştir (Şek. 4).

ARMUTLU YARIMADASI-İZMİT KÖRFEZİ

Bu bölgedeki Neojen ve Kuvaterner tortulları Mudanya-Nilüfer çayı vadisi, Armutlu yarımadası ve izmit körfezi yörelerinde yüzeylenmektedir (Şek. 3). Buradaki tortullar diğer bölgelere oranla stratigrafik olarak daha çok evreli zaman dilimini kapsamaktadır (Şek. 4). Çökellerin dağılımı morfolojik açıdan incelendiğinde Neojen yaşta olanların genelde yüksek morfolojiler üzerinde bulunduğu, Kuvaterner tortullarının ise KAF zonu boyunca gelişmiş depresyonlara yerleşmiş olduğu dikkati çeker, izmit körfezi dışında, Marmara denizinin doğu kesiminde ise Neojen ve Kuvaterner tortullarının dağılımı ve niteliği konusunda henüz yeterli veri mevcut değildir.

GEÇ MİYOSEN

Mudanya formasyonu

Yalova-Yalakdere ve Mudanya-Nilüfer çayı yöresinde yüzeylenen formasyon Armutlu yarımadasındaki Neojen tortullarının tabanını oluşturur (Şek. 4). Akarsu ve yelpaze deltası ortamlarında çökelmiş olan birimin kaya türü konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve kiltası ardalanmasından oluşur. Formasyon adlaması Görmüş ve diğerleri (1997) tarafından yapılmış ve aynı yazarlar birimi Adatepe üyesi ve Köy üyesi olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Yalova yöresinde ise birim Bargu

ve Sakinç (1989)'daki Yalakdere formasyonuna karşılık gelmektedir. Kalınlığı 100-300 metre arasında değişen formasyon Neojen öncesi temel kaya toplulukları üzerinde aşıl uyumsuzlukla yer alır. Üstte ise acı su ve denizel karakterli Yalova formasyonu ile geçişlidir.

Adatepe üyesi.- Mudanya-Nilüfer çayı yöresinde geniş alanlarda yüzeyler. Temel kayalarla olan ilişkisi Yalova-Bursa karayolunda iyi gözlenir. Alacalı kırmızı, yeşil ve kahve renklidir. Konglomera, kumtaşı, çakıl serpintili çamurtaşı ve kiltasından oluşur (Şek. 4). Temel kayalar üzerinde birimin tabanı genelde kalışlı bir pedojenik zonla başlar. Kalışlar birim içerisinde de yumrular ve tabakalı seviyeler oluşturur. Bu karakteri birimin tanıtıcı özelliğidir. Kalınlığı 100 metre dolayında olan birimin tabanında moloz akması çökelleri, üst düzeylerinde ise akarsu ve alüvyon yelpazesi çökelleri yer alır (Şahbaz ve diğerleri, 1997). Fosil kapsamına göre (Sichenberg ve diğerleri, 1975) Geç Miyosen yaşlı verilen Köy üyesi ile düşey ve yanal geçişli olması nedeniyle Adatepe üyesinin de Geç Miyosen yaşta olduğu kabul edilmiştir (Görmüş ve diğerleri, 1997).

Köy üyesi.- Yalova güneyi, Karamürsel ve Bursa-Mudanya yöresinde yüzeylenen bu üye gri, sarı, boz renkli kumtaşı, silttaşı, konglomera ile grimsi ve yeşil renkli kiltaslarından oluşur (Şek. 4). Yelpaze deltası ortamında çökelmiş olan bu tortullar altta Adatepe üyesi ile düşey ve yanal geçişli olup Mudanya GB'sında ise üst düzeyleri Çamlık formasyonu ile dereceli geçişler sunar (Şahbaz ve diğerleri, 1997 ; Görmüş ve diğerleri, 1997). Mudanya-Bursa karayolu 10. km.sindeki bir yarmada Yalova formasyonunun denizel silttaşı ve karbonatlı seviyeleri uyumlu olarak birimi üzerlemektedir. Yalova yöresinde Karasu formasyonunun çakıllarını içerir. Mudanya Yörükali köyü yöresinde, içerisinde yaşlı Üst Miyosen olarak tanımlanmış memelilerden *Amebeledon* sp. ("fricki, typ) fosilleri bulunmuştur (Sichenberg ve diğerleri, 1975). Bu veriler Köy üyesi ve Mudanya formasyonunun Geç Miyosen'de çökeldiğini göstermektedir.

EN GEÇ MİYOSEN - ERKEN PLİYOSEN

Yalova formasyonu

Doğu Marmara'da geniş yayılımı olan ve farklı alan-

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

larda acı su-tatlı su, acı su ve açık deniz fasiyeslerinde gelişmiş olan Neojen tortulları bu çalışmada Yalova formasyonu olarak adlanmıştır. Önceki çalışmalarda formasyonun değişik seviyeleri Kılınc ve Yalakdere formasyonu adlarıyla tanımlanmıştır (Bargu ve Sakınc, 1989). Ancak, Bargu ve Sakınc (1989)'da tanımlanmış olan akarsu ve yelpaze deltası çökellerinden oluşan Yalakdere formasyonu, Mudanya formasyonunun Yalova yöresindeki karşılığı niteliğindedir. Transgresif bir tortul istifi oluşturan formasyon altta Mudanya formasyonu ile dereceli geçişlidir (Görmüş ve diğerleri, 1997). Araştırma alanında birim silttaşı, kiltası, karbonatlı kumtaşı, mam ve kireçtaşıdan oluşmaktadır (Şek. 4). Tabanında Mudanya formasyonunun gözlenemediği alanlarda aşmalı olarak Neojen öncesi temel kaya toplulukları üzerine yer alır. Yalova-Karamürsel yöresinde açısız uyumsuzlukla Orta-Üst Pleyistosen yaşlı Altınova ve Kaytazdere denizel teras çökellerince üzerlenir (Bargu ve Sakınc, 1989). 400 metre kalınlığa ulaşabilen formasyon Orhangazi ve Yalakdere üyelerine ayrılmıştır.

Orhangazi üyesi. - Bu üye iznik gölü kuzeybatısında Orhangazi yöresinde yüzelemektedir. Kiltası, silt, kum, kumlu kireçtaşı ve kireçtaşıdan oluşur. Kirli beyaz, beyaz, gri ve sarımsı renklerde olup ince-orta tabakalıdır. Orhangazi yöresinde Neojen öncesi temel kayalar üzerine açısız uyumsuzlukla gelir. Mudanya-Bursa karayolunun 10. km.sindeki bir yarmada ise Mudanya formasyonunun deltayık çökelleri üzerinde uyumlu olarak yer almaktadır. Buradaki kesitte kalınlığı 10 metre dolayında olan birim üste doğru, lagün ortamında çökelmiş ve kömür bantları içeren killere geçmektedir. Kömür bantlı bu killi düzeyler Orhangazi-Yalova karayolu yarmalarında da gözlenmiştir. Ancak burada, kireçtaşları ile ardalanan ve bol gastropod kavkısı içeren killerin alt seviyeleri izlenememektedir.

Bu üye Doğu Marmara'da Neojen'de çökelmiş ilk denizel birimdir. Tip kesiti Orhangazi Yeniköy yol yarmasında olan birim acı su ortamını karakterize eden mollüsk kavkıları içermektedir. Bu faunadan alınan örneklerde *Pseudocatillus Pseudocatillus* Sinzov, *Pseudocatillus sp.*, *Dreissena cf. tenuissima* Sinzov, *Dreissena sp.* belirlenmiştir. Bu topluluk Paratetis'in Ponsiyen faunasına benzer. Aynı fauna topluluğuna, Kuzey Ege'deki Serres ve Chalkidiki havzalarında da rastla-

nılmıştır. (Jacobshagen, 1986). Kuzey Ege'deki en Geç Miyosen-Erken Pliyosen faunası Akdeniz kökenli olup transgresif çökel topluluğu içerisinde yer almaktadır (Jacobshagen, 1986). Bu benzerlik, Neojen'de, Doğu Marmara bölgesine ilk denizel su girişinin Akdeniz bağlantılı olabileceğini düşündürmektedir.

Yalakdere üyesi. - Yalakdere yöresinde yüzelemektedir (Şek. 3). Tip lokalitesi Yalakdere iznik yolunun 2. kilometresindeki bir yarmadır. Bu üye Bargu ve Sakınc (1989) tarafından adlanmış olan Yalakdere formasyonunun Karasu kireçli kumtaşı üyesine karşılık gelir. Bu yazarların tanımlamış olduğu Yalakdere formasyonu ise Mudanya formasyonunun karşılığıdır. Sarı, boz, beyaz ve gri renklerde. Kum, silt ardalı kiltası ile kireçtaşı ve karbonatlı kumtaşlarından oluşur. Birimin tabanı gözlenememiştir. Ancak, Yalakdere yöresinde, kolüvyon örtüsü nedeniyle dokanak ilişkisinin net olarak izlenemediği kısa mesafeler içerisinde Mudanya formasyonunun yelpaze deltası çökellerine geçilmektedir. D-B yönlü kıvrımların gelişmiş olduğu bu üye Karamürsel yöresinde Pleyistosen yaşlı denizel teras çökelleri tarafından açısız uyumsuzlukla üzerlenir (Bargu ve Sakınc, 1989).

Yalakdere üyesinin bazı seviyeleri bol miktarda iri kavki içerir. Bunlarda acı su ortamını tanımlayan *Pontalmyra sp.*, *Dreissena ex. gr. rostriformis* Deshayes, *Dreissena sp.* türleri belirlenmiştir. Bu mollüsk faunası Paratetis'te Kimmeriyen'e benzerlik gösterir. 5.3-3.5 milyon yıl öncesini kapsayan bu evre Akdeniz kronolojisinde ise Erken Pliyosen'i karşılar.

Çamlık formasyonu

Bursa-Karacabey yolu ve Nilüfer çayı vadisinde geniş yüzlekler verir. Görmüş ve diğerleri (1997) tarafından adlanmıştır. Egemen kaya türü beyaz, krem renkli, ince-orta tabakalı, yer yer plakletli kireçtaşları ile bunlarla ardalı gri, yeşil renkli kiltasıdır. Kireçtaşlarında, altta derin acı su ortamında gelişmiş dolomitli, üstte sıg ve tatlı su ortamını yansıtan seviyeler olmak üzere iki ayrı fasiyes tanımlanmıştır (Varol ve diğerleri, 1997). Kalınlığı 250-300 metre arasında olan bu üye altındaki Mudanya formasyonu ile dereceli geçişlidir (Görmüş ve diğerleri, 1997). Bazı kesimlerde aşmalı olarak temel kayalar üzerinde izlenir. Armutlu yarım-

dasında Yalova-Orhangazi karayolu boyunca yüzeylenen yarmalarda birim bol gastropodlu kıltaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşur.

Birimde paleontolojik yaş bulgusu elde edilememiştir. Ancak, derin acı su ortamını yansıtan alt seviyeleri Geç Miyosen yaşlı Mudanya formasyonu ile geçişlidir (Görmüş ve diğerleri, 1997). Dokanak ilişkilerine göre Çamlık üyesi en Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşta olmalıdır.

Samanlıdağ formasyonu

Bu formasyon morfolojik olarak kuzey ve güneyden KAF tarafından sınırlanmış olan Samanlıdağları (Armutlu yarımadası) kütlesi (Şek. 6) üzerindeki eski alüvyonlardan oluşur (Şek. 3). Kahverengi, sarımsı ve kırmızımsı renklerde olan birimin litolojisi seyrek çakıllı çamurtaşı, silt ve kumdur (Şek. 4). Bazı kısımlarda moloz içerir. Kalınlığı 30-40 metre dolayındadır. Pamukova batısında Adliye ve Armutlu yarımadası batı kesiminde Sultaniye köylerindeki eski vadi tabanları tipik olarak izlendiği alanlardır. Neojen öncesi temel kaya toplulukları üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alan birimi üzerleyen herhangi bir kaya topluluğu gözlenmez.

Birimde yaş bulgusu elde edilememiştir. Yalakedere yöresinde çökelmiş olduğu eski vadi formlarının Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı Yalova formasyonu üzerinde de gelişmiş olduğu gözlenmiştir. İzmit-Adapazarı koridorunda ise bu çökellerin gelişmiş olduğu drenaj şebekesini kesen KAF zonunda çökelmiş en yaşlı kaya topluluğu en Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Karapürçek formasyonudur. Bu dolaylı verilere göre formasyonun görece olarak Geç Pliyosen yaşta olduğu kabul edilmiştir.

Denizel sekiler

İzmit körfezi çevresinde Pleyistosen yaşlı denizel seki çökelleri yüzeyler (Chaput, 1936; Erinç, 1956; Göney, 1964; Akartuna, 1968; Barga ve Sakıncı, 1989; Sakıncı ve Barga, 1989; Paluska ve diğerleri, 1989). Körfez güneyinde Karamürsel-Yalova arasında yaygın olan bu çökeller üç morfometrik seviyede bulunur. Karamürsel yöresinde, istif Altınova formasyonu olarak adlandırılmıştır (Barga ve Sakıncı, 1989). Farklı morfolojik

düzelelerde bulunmaları ve yer yer eğimlenmiş olmaları, oluşumları sonrasındaki tektonik hareketler sonucu basamaklandıklarına yorumlanmıştır (Erinç, 1956; Sakıncı ve Barga, 1989).

Fauna içeriği ve radyometrik yaşlandırmalar bu üç seki dolgusunun birbirinden farklı deniz seviyelerine göre çökeldiğini gösterir. En yaşlı seki çökelleri Karamürsel GB'sında, günümüz deniz seviyesinden 60-90 metre yükseklikte bulunur (Paluska ve diğerleri, 1989). Bunlar Geç Miyosen yaşlı Mudanya formasyonu üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alırlar. Lagün ortamında gelişmiş bu çökellerin faunası *Mytilus calverti galloprovincialis* Lamark, *Ostrea lamellosa* Brocchi, *Chlamys opercularis* Linne, *Venerupis* Newton, *Cerastoderma edule* Linne, *Loripes lacteus* Linne, *Cerithium* spp. türleri içermektedir. Bu seviyede TI yöntemi ile yapılan yaşlandırmada elde edilen 260.000 yıllık değer Erken Tirenien'e karşılık gelmektedir (Paluska ve diğerleri, 1989).

Diğer iki dolgu sekisi Karamürsel'in yakın doğusunda, Bursa-Izmit karayolu boyunca iyi kesit vermektedir (Sakıncı ve Barga, 1989). Burada morfolojik olarak üst seviyede yer alan seki yüzeyinin denizden yüksekliği 20-25 metredir. Eosen yaşlı kayalar üzerinde açısız uyumsuzlukla yer alır. Tabanı ise deniz seviyesinden 10 metre yüksekliktedir. Akdeniz faunası içeren kavkılı kum, silt ve çakıllardan oluşur, içerisinde *Ostrea* bankları yer alır (Sakıncı ve Barga, 1989). Paluska ve diğerleri (1989) tarafından bu seviyede yapılan U/Th yaşlandırmasında 130.000 yıl yaş elde edilmiştir.

En alt seviyedeki sekinin morfolojik yüzeyi ise deniz seviyesinden 10-15 metre yüksekindedir. Kaytazdere yöresinde iyi kesit veren bu seki çökellerinin tabanı gözlenememiştir. Bu seviye üsttekine oranla daha zengin bir mollusk faunası içerir.

İzmit körfezi dip çökelleri

İzmit körfezinde yapılan dip sondajları kalın bir tortul istifin varlığını göstermiştir. (Meriç, 1995). Bu sondajlardan en derin olanı körfez güneyindeki Hersek deltasında yapılmış ve -118 metreye inilmiştir. İstifin tabanına ulaşamamış olan bu sondajda kil, kum, çakıl, silt ve kavkılı düzeyleri kesilmiştir. Bu tortul istif çeşitli

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

yönleri ile araştırılmıştır (Meriç, 1995; Meriç ve diğerleri, 1995; Çetin ve diğerleri, 1995; Ediger ve Ergin, 1995; Gülen ve diğerleri, 1995; Toker ve Şengüler, 1995; Taner, 1995). Körfez tortullarının kaynağı büyük ölçüde karasaldır. Bunlardan en belirgin olanı Hersek deltasıdır.

izmit körfezi KAF'nın oluşumuna bağlı olarak gelişmiş bir tektonik koridordur (Emre ve diğerleri, 1997 d). Dolayısıyla tabanında yer alan çökeller KAF ile yaşittir. Hersek deltası sondajında körfezdeki çökeliimin en Geç Pliyosen'den günümüze kadar değişik ortam koşullarında süregeldiği görülmüştür (Meriç, 1995). İstifin tabanında en Üst Pliyosen'i tanımlayan *Discoaster broweri* zonu belirlenmiştir. (Toker ve Şengüler, 1995). Meriç (1995) tarafından çökel topluluğunun başlıca dört evrede ve dört ayrı ortamda depolandığı belirtilmektedir. Buna göre körfezde en Üst Pliyosen'de anoksik denizel, Alt-Orta Pleyistosen'de derin ve sıgı acı su, Üst Pleyistosen başında acı su, delta, karasal ve Üst Pleyistosen sonu - Holosen'de ise denizel koşullar egemen olmuştur (Meriç, 1995).

Körfez tortullarının en Üst Pliyosen-Orta Pleyistosen yaşlı bölümleri, KAF koridorunun doğu devamında yer alan Karapürçek formasyonunun denizel karşılığı olarak çökelmiştir (Şek. 4). Körfez çevresindeki denizel sekiler ise istifin Orta Pleyistosen evriminin kıyıdaکی karşılığıdır.

HOLOSEN

Körfezin çevresinde delta, plaj ve bataklık çökellerinden oluşurlar. Deltalar körfezin güney ve kuzey kıyıları boyunca gelişmiştir. Güneyden beslenen deltalar daha büyük loblar oluşturmuştur. Hersek deltası izmit körfezi içerisinde gelişmiş en büyük tortul birimdir. (Şek. 3). Delta üzerinde lagünler yer alır. Körfezin doğu kıyılarında ise bataklık çökelleri yaygındır.

İZMİT- ADAPAZARI (KAF) KORİDORU

Bu bölge izmit körfezi ile Karapürçek arasında kalan KAF zonunu kapsamaktadır. Buradaki Neojen-Kuvaterner tortulları üç stratigrafik üniteye ayrılmıştır (Sek. 3 ve 4).

Karapürçek formasyonu

Sapanca-Karapürçek-Hendek yöresinde Adapazarı ovasını güneyden çevreleyen bu formasyon Sapanca-Izmit körfezi arasında da izlenir (Şek. 3). Alüvyon yelpazesi ve akarsu dolgularından oluşur. Tabanı gözlenemeyen birim KAF zonunda Neojen öncesi temel kayalar üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Görünür kalınlığı 150 metre dolayında olan formasyon, Sakarya nehrinin Geç Pleyistosen yaşlı sekileri ve Holosen dolguları tarafından uyumsuz olarak üzerlenir. Birbirine yanal ve düşey geçişli üç üyeye ayrılmıştır (Şek. 4).

Değirmendere üyesi. - Formasyonun tabanını oluşturur. Adapazarı ovası güneyinde Sapanca Karapürçek arası ile Gölcük doğusunda yüzeyler. Birim alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşur. Kaya türü ise kötü boylanmış, gri, boz, sarımsı renkli çakıltaşı ile gri, siyahımsı, sarı, kahve renklerdeki kumtaşı, silttaşı ve koyu gri, siyah, yeşil ve mavimsi gri renklerdeki kilttaşı ardalanmasıdır (Şek. 4). Bu kaya türleri yanal ve düşey yönde birbirine geçer. Çakıltaşı ve kumtaşları Akçay dere vadisinde iyi kesit vermektedir. Burada çakıltaşı ve kumtaşları karbonat çimento ile sıkı tutturulmuş seviyeler içerir. Yelpazelerin distal kesimlerinde yer alan silttaşı ve kilttaşları ise tipik olarak Değirmendere vadisinde izlenir. Bunlar içerisinde bol gastropod kavkısı ve omurgalı kemikleri içeren düzeyler bulunur. Bu düzeyler içerisinde kanal dolgusu şeklinde çakıltaşı ve kumtaşları yer alır. Tabanı gözlenememiştir. Bu üye KAF morfolojisi içerisinde çökelmiş en yaşlı birimdir. Birimin çökelleme ortamını oluşturan alüvyon yelpazeleri KAF güneyindeki yüksek alandan beslenmiştir. Ancak bunların tabakaları Adapazarı çek-ayır havzasının oluşumuna yol açmış normal faylanmalar nedeniyle güney ve güneybatı yönünde 25° ye varan eğimlenmeler göstermektedir. Birim formasyonun Kumbaşı üyesi ile yanal geçişlidir. Üstte yerel uyumsuzlukla Hendek üyesi tarafından örtülür.

Birim içerisinde Şükrüye ve Değirmendere lokalitelerinde küçük memeli faunasına rastlanmıştır. Değirmenderede bu faunaya büyük memeliler de eşlik eder. Küçük memelilerden *Microtus* sp. ve *Kalymnomys* sp. türleri saptanmıştır. Bu fosil kapsamı Geç Villaniyen-Erken Bihariyen'i tanımlamaktadır. Buna göre Değir-

mendere üyesinin yaşı en Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen'dir. Bu üye izmit körfezinde yapılan deniz sondajlarında, istifin tabanında, Toker ve Şengüler (1995) tarafından en Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen, Çetir ve diğerleri (1995) tarafından ise 817.000 ± 105.000 yi olarak yaşlandırılmış çökellerin karasal karşılığı olarak yorumlanabilir.

Kumbaşı üyesi.- Adapazarı ovası güneyinde Sakarya nehri boyunca yüzeylenen akarsu yatağı ve taşkın ovası çökelleri Kumbaşı üyesi olarak tanımlanmıştır. Tip kesiti Kumbaşı köyü yakın GB'sındaki çakıl ocağıdır. Gri, boz, açık renklerde çakıltaşı, gri, sarımsı ve kahve renklerde kumtaşı, silttaşı ve koyu gri, siyah ve yeşilimsi renkli kiltası ardalanmasından oluşmaktadır. Üst seviyelerde egemen litoloji olan çakıltaşlarının kalınlığı 30 metreyi bulur. Silttaşı ve kiltalarında tabaka kalınlığı 0,5-4 metre arasında değişir. Erozyonel tabanlı ve merceksi çakıltaşı ve kumlu seviyeleri akarsu yatağı, silt ve killer ise taşkın çökeli karakterindedir.

Tabanı gözlenememiş olan üyenin kalınlığı 60 metreyi bulmaktadır. Sakarya nehrinin eski çökelleri olarak yorumlanan birim Değirmendere üyesi ile yanal geçişlidir. Üstte ise aşındırmalı dokanakla Hendek üyesi yer alır. Tip lokalitesinde birim içerisinde küçük memelilerden *Kalymnomys* sp. fosilleri bulunmuştur. Bu fosil içeriğine göre Kumbaşı üyesi Erken Pleyistosen'de çökelmiştir.

Hendek üyesi.- Adapazarı ovasında Sapanca-Karapürçek-Hendek yöresi ile izmit Körfezi-Sapanca gölü arasında yüzeylenmektedir. En iyi gözlemediği Hendek yöresindeki Balıklı dere vadisinde 80 metre kalınlığa ulaşır. Alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşan birim kırmızı, kahve ve sarımsı renklerde. Bu rengi ile formasyonun diğer üyelerinden kolayca ayrılabilir. Kaya türü kötü boylanmış, gevşek ve az tutturulmuş çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşıdır. Adapazarı çek-ay havzası güneyinde formasyonun diğer üyelerine oranla daha az tektonik deformasyon gösterir. Birim Değirmendere ve Kumbaşı üyeleri üzerinde aşındırmalı dokanakla yer alır. Sakarya nehrinin Geç Pleyistosen yaşlı akarsu sekileri ve Holosen çökelleri tarafından ise aşıl uyumsuzlukla üzerlenmektedir. Bu dokanak ilişkilerine göre birim Orta Pleyistosen yaşta kabul edilmiştir.

Sakarya nehri sekileri

Adapazarı güneyinde, Sakarya nehri batısında yüzeylenen akarsu dolgu sekileri (Bilgin, 1984) morfometrik olarak iki seviye oluşturmaktadır. Seki dolgularının üst düzeyleri kahve, sarımsı renkli silt ve kil boyutundaki taşkın çökellerinden, alt seviyeleri ise genelde kum ve iyi yuvarlanmış akarsu çakıllarından meydana gelmektedir. Bu teras dolgularına KAF'nın Adapazarı-Hendek çizgisi kuzeyinde kalan Sakarya vadisi boyunca rastlanılmamıştır. Bu çökeller Karapürçek formasyonu üzerinde aşıl uyumsuzlukla bulunmaktadır. Holosen yaşlı taşkın ovası çökelleri ise birimi üzerler. Bu dokanak ilişkisine göre seki dolguları Geç Pleyistosen yaşlıdır.

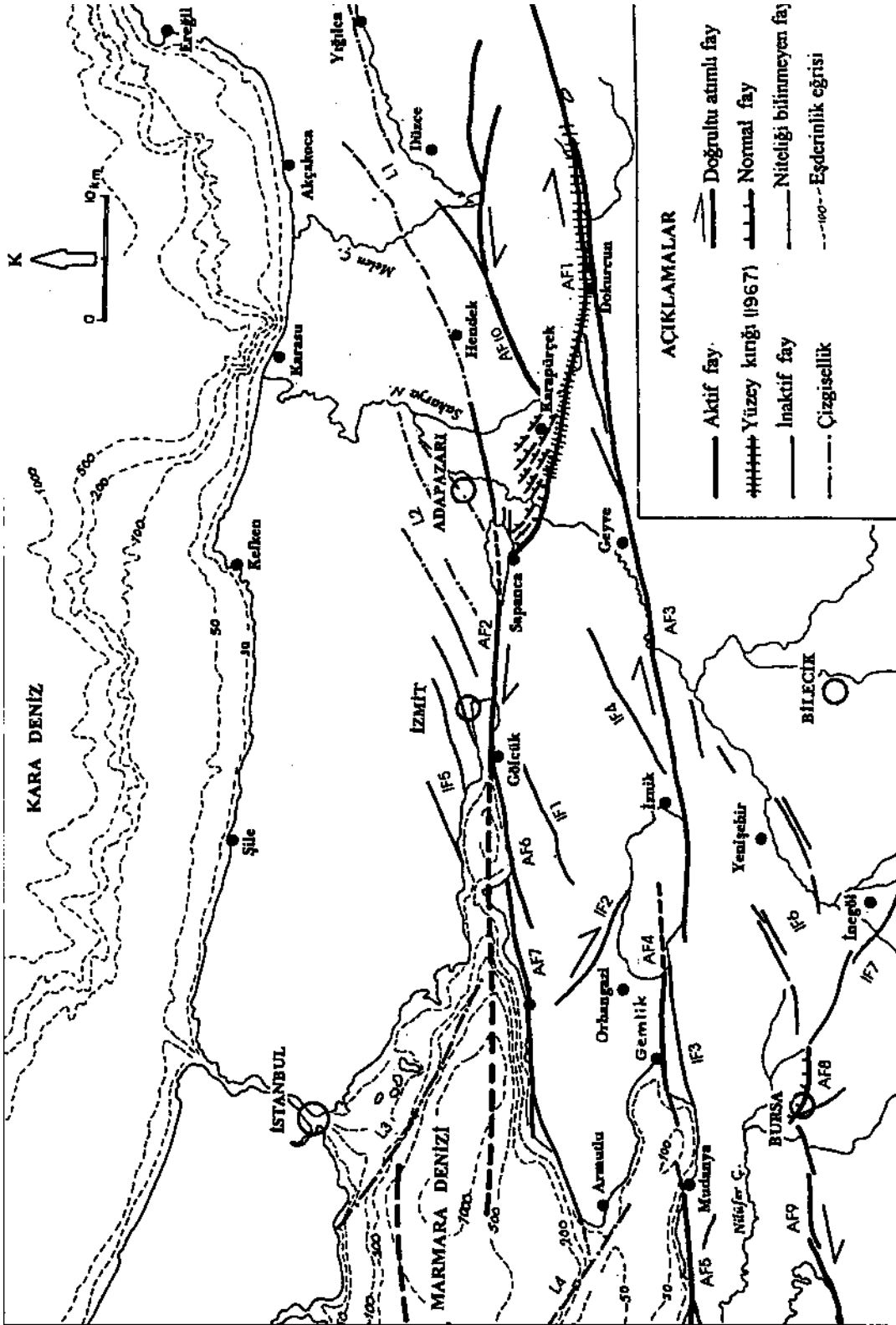
HOLOSEN

Sakarya nehrinin güncel yatak dolgusu ve taşkın ovası çökelleri ile alüvyon yelpazelerinden oluşmaktadır. Holosen'de gelişmiş Sapanca gölünün dip tortulları da bu grupta değerlendirilmiştir (Şek. 3 ve 4). Sapanca gölünün güney kıyılarında yelpaze deltası oluşumları izlenir. Adapazarı ovası tabanında Holosen çökellerinin kalınlığı 100 metreyi aşmaktadır.

MORFOLOJİ

Araştırma alanı Anadolu'da paleotektonik ve neotektonik dönem yer şekillerinin bir arada bulunduğu ender alanlardan birisidir. Paleotektonik dönem rölyef grubu ilksel morfolojisini korumuş olduğu kesimlerde, tektonik çöküntü alanları hariç bölgenin en alçak topografyasını oluşturmaktadır. Marmara denizi kuzeyi ve Karadeniz kıyılarında ise bu dönem morfolojisi su altındaki şelf düzlüklerine karşılık gelmelidir (Şek. 6). Neotektonik dönem rölyefi ise yüksek dağ kuşakları, fay zonları boyunca veya bunlar arasında yer alan tektonik çöküntü havzaları ve oluklar şeklindedir (Şek. 5 ve 6).

Neotektonik dönem yer şekilleri iki farklı tektonizma evresini yansıtmaktadır (Şek. 7). KAF'nın etkisinin gözlenmediği veya bu zon tarafından kesilmiş morfotektonik uzanımlar genelde KD-GB ve KB-GD doğrultuludur. KAF zonunda gelişmiş yer şekli grupları ise bu doğrultulardaki uzanımları D-B yönünde kesmekte ve bunlar içerisindeki morfolojik uyumsuzlukları oluştur-



Şek. 5- Doğu Marmara'nın neotektonik dönem fayları. Açıklama: 1) Aktif faylar: KAF zonu: AF 1. Dokurcun segmenti, AF 2. Izmit-Adapazarı segmenti, AF 3. Izmit-Geyve segmenti, AF 4. Gemlik segmenti, AF 5. Zeytinbağı segmenti; AF 6. Gölcük fayı (olasılı aktif), AF 7. Yalova fayı (olasılı aktif), AF 8. Bursa fayı, AF 9. Ulubat fayı, AF 10. Düzce fayı. 2) İnaktif faylar: IF 1. Yalakdere fayı, IF 2. Orhangazi fayı, IF 3. Gençali fayı, IF 4. Adliye fayı, IF 5. Izmit fay zonu, IF 6. Yenişehir fay zonu, IF 7. Inegöl fayı, IF 8. Karacabey fayı. 3) Çizgisellikler: L1. Hendek-Yığılca çizgiselliği, L2. Izmit-Karasu çizgiselliği, L3. İstanbul çizgiselliği, L4. Inralı çizgiselliği.

maktadır. Morfolojide izlenen bu uyumsuzluk Üst Miyosen-Kuvaterner çökellerinin dağılımına da yansımıştır. Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çökel kaya toplulukları KAF zonu dışındaki yüksek morfolojiler üzerinde de izlenmektedir. Buna karşın Kuvaterner çökellerinin dağılımı KAF zonu boyunca gelişmiş havza-koridor şekilli yapısal çukurluklar ve erozyonladeşilerek boşaltılmış depresyonların tabanları ile sınırlıdır (Şek. 3 ve 5)

MORFOTEKTONİK ÜNİTELER

Araştırma alanında birbirinden farklı rölyef özellikleri gösteren dört morfotektonik kuşak ayırt edilmiştir (Şek. 6). Bunlar kuzeyden güneye doğru Kocaeli penepeni, Samanlıdağ ve Bursa Bilecik rölyefleri ile KAF zonu olarak adlanmıştır (Şek. 6). Yükselim morfolojisi sunan üç rölyef grubu KAF'nın kuzey ve güney kolları üzerinde gelişmiş D-B uzanımlı oluklar ve çöküntü havzaları tarafından keskin bir morfolojik diskordansla birbirinden ayrılmıştır. Kocaeli penepeni bölgenin paleotektonik dönem morfolojisini yansıtmaktadır. Diğer üniteler ise neotektonik dönemde gelişmiş yer şekli gruplarıdır (Şek. 7).

Kocaeli penepeni

Sakarya vadisi batısında kalan Kocaeli yarımadasının rölyef grubunu tanımlar. Yarımada üzerinde ortalama yükseltisi 150-250 metreler arasında değişen bir penepen yüzeyi yer almaktadır (Şek. 6). Bu yüzey üzerindeki yüksek rölyef unsurları monadnock (monadnock)lardan oluşur. Yüzey genelde kuzeye eğimlidir. İzmit-Karasu arasında yüzey eğimi daha fazla olup bu karakteri kuzey yönde çarpılması (tilting) sonucu kazanılmıştır. Deniz dibi taban topografyası, Karadeniz şelfinin, bu penepenin su altındaki devamı şeklinde olduğunu düşündürmektedir. Adaların yer aldığı Marmara denizi kuzey şelfi de penepenin yüzeyi ile aynı topografik özellikleri sunmaktadır (Şek. 6). Yüzey üzerindeki günümüz su bölümü çizgisi Marmara denizi ve KAF zonuna çok yakındır. Su bölümünde, kuzeye yönelimli eski akarsularda asılı vadi formları ve sonradan Marmara denizi drenajına kapılmış akarsular izlenmektedir.

Penepenin yüzeyindeki düzlüklerde Karasu formasyonu yer almaktadır (Şek. 3 ve 6). Bu formasyon

penepenleşme sürecinde depolanmıştır. Tabanındaki paleosol ve içerdiği ayrışma zonları penepenleşmenin nemli ve sıcak iklim koşulları altında gerçekleştiğini göstermektedir. Anadolu'da bu iklim koşullarının Alt-Orta Miyosen'de var olduğu bilinmektedir (Erol, 1981). Öte yandan, Armutlu yarımadası ve Bursa yöresinde Geç Miyosen yaşlı Mudanya formasyonu içerisinde Karasu formasyonunun çakıllarına rastlanılmaktadır. Bu alanlardaki Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı kaya toplulukları penepen karakterindeki bir paleotopografya üzerinde yer almıştır (Emre ve diğerleri, 1997 c). Yer yer çökel örtüsü sınırlarak ortaya çıkmış olan bu diskordans yüzeyi olasılıkla Kocaeli penepenin karşılığıdır. Tüm bu bulgular Kocaeli penepenin Erken-Orta Miyosen'de şekillendiğini ve neotektonik dönem öncesinde Marmara bölgesinde geniş alanları kapsadığını göstermektedir.

Kuzey yönde çarpılması dışında, Kocaeli yarımadası, söz konusu penepenin ilksel morfolojisine yakın haliyle korunduğu tek alandır. Bu bölgenin temel jeolojisi paleotektonik dönem yapısı olan İstanbul zonuna karşılık gelmektedir (Okay ve Görür, 1995) (Şek. 2). Penepen morfolojisi bu zonun Adapazarı-Karasu çizgisi batısında korunmuştur. Bu çizginin doğusunda kalan İstanbul zonu, kıvrım ve bindirmelerin yer aldığı (Ayдын ve diğerleri, 1987) yüksek dağ morfolojisi sunar (Şek. 6). Kocaeli penepenin günümüzdeki güney sınırı ise aynı zamanda paleotektonizmada Intra-Pontid kenet zonuna karşılık gelen KAF zonu (Şengör ve Yılmaz, 1981; Okay ve Görür, 1995) tarafından belirlenmiştir (Şek. 2 ve 6).

Tüm bu veriler KAF zonu ve Adapazarı-Karasu çizgiselliği (Şek. 5) ile sınırlandırılmış olan Kocaeli yarımadasının (İstanbul zonu batı kesimi) neotektonik dönem deformasyonlarına karşı rijit bir kütle davranışı gösterdiği, bu dönem deformasyonlarının ancak kubbeleşme ve çarpılmalar şeklinde gerçekleşebildiği, dolayısıyla Erken-Orta Miyosen'de gelişmiş penepen morfolojisinin günümüze kadar korunmuş olduğunu gösterir (Şek. 7).

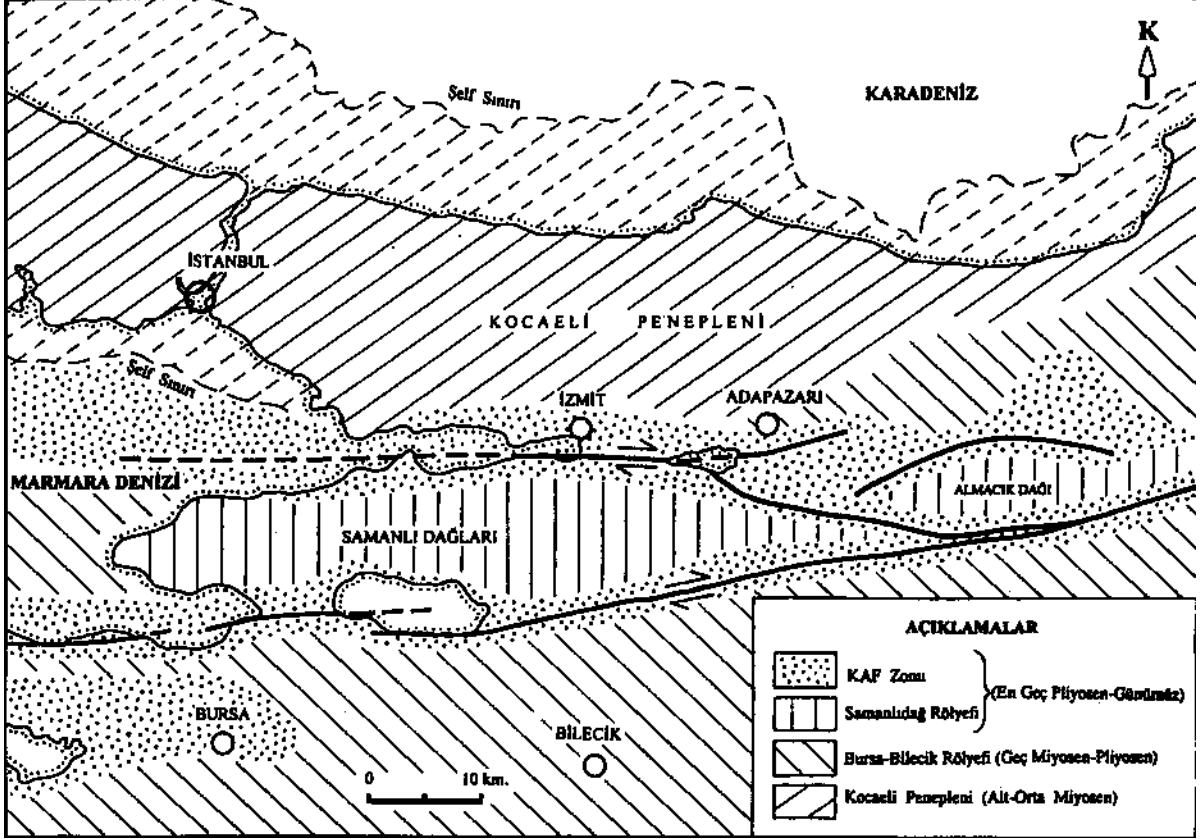
Bursa-Bilecik rölyefi

Bursa doğusu ile Sakarya vadisi arasında kalan yer şekli gruplarından oluşur (Şek. 3 ve 6). inegöl ve Yeni-

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

şehir depresyonları ile plato düzlükleri ve kütsel yükselimli ada dağlar bu rölyefin ana unsurlarıdır. Bölge Sakarya nehri drenajı tarafından derin şekilde yarılmıştır.

duklarını göstermektedir (Emre ve diğeri, 1997 c). Bu su bölümü günümüzde KAF zonu ile Yenişehir depresyonunu birbirinden ayırır.



Şek. 6- Doğu Marmara bölgesinin morfolotektonik üniteleri.

inegöl ve Yenişehir depresyonları KB-GD ve KD-GB yönünde birbirine çapraz doğrultuda uzanırlar. Tabanları Kuvaterner alüvyonlarınca doldurulmuştur. Çevrelerinde ise tabanı Mudanya formasyonuna karşılık gelen ve üstte gölsel fasiyese dönüşen Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çökel kaya toplulukları yüzylemektedir (Genç, 1986; Erendil ve diğeri, 1991). Bu çökel depresyonların günümüz morfolojisini aşarak Uludağ'ın GD etekleri ve Bilecik platosu üzerinde de yer alırlar. Aynı çökeller, Yenişehir-Iznik arasında su bölüm çizgisinde de yüzylemektedir. Burada eski alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşan birim içerisindeki paleoakıntı yönleri bunların KAF kuzeyinden beslenmiş ol-

Bilecik platosu üzerinde Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çökeller paleo-karst çukurluklarında, aşınım kalıntısı yüzleklere halinde izlenmektedir. Bu kesimde plato yüzeyi Yenişehir ve inegöl depresyonlarına doğru eğimlenmiştir. Plato yüzeyi, çökel örtüsü sıyrılarak açığa çıkmış olan paleotopografyaya (diskordans yüzeyi) karşılık gelmektedir. Bu yüzey Kocaeli penepleni bölgedeki karşılığıdır.

Depresyonları çevreleyen plato düzlüklerinde eski bir drenajın kalıntısı olan vadi formları izlenmektedir. Bu vadilerin tabanlarında Samanlıdağ formasyonu yüzleklere verir. Bu vadi formlarına KAF kuzeyinde, Armut-

lu yarımadası üzerinde de rastlanılır. Eski vadi formları bu yarımada ile Bursa-Bilecik rölyefini ayıran KAF zonu boyunca asılı kalmıştır. Sakarya nehrinin Kuva-terner yarılmaları bu vadi sistemi içerisine gömülmüştür. Ancak bu sistem Gemlik-Geyve arasında kalan KAF zonu boyunca bozulmuş ve deformasyona uğramıştır.

Bursa-Bilecik rölyefi KD-GB ve KB-GD yönlü uzanımlardan oluşmaktadır. Bu uzanımlar bölgedeki neotektonik dönem faylarının doğrultusu ile aynı yöndedir. Bulgular, bölgenin Erken-Orta Miyosen'de penneplen morfolojisi sunduğunu göstermektedir. Bu morfoloji Geç Miyosen'de tektonik deformasyona uğramış ve gelişen havzalarda akarsu ve göl fasiyesindeki tortular depolanmıştır. Deformasyonun ileri aşamasında bölge yükselmiş ve KD-GB ve KB-GD doğrultulu faylar egemen olmuştur. Bu yükselme sırasında çökel havzaları da deformasyona uğramış ve bazı kesimleri günümüz dağlarının seviyelerine yükselmiştir. Bu yolla gelişmiş olan yüksek rölyef üzerinde Geç Pliyosen'de Sakarya nehrinin drenaj sistemi kurulmuş ve vadi boylarında Samanlıdağ formasyonu gelişmiştir. KAF'nın ortaya çıkışı ile Gemlik-Geyve arasında, Armutlu yarımadasının Bursa-Bilecik yöresi ile olan morfolojik bağlantısı kesilmiştir. Pleyistosen'de hızlanan aşındırma sonucu Sakarya drenajı derine doğru yarılmış ve nehir boyunca kanyon şekilli vadiler gelişmiştir. Bu esnada KB-GD ve KD-GB doğrultulu faylar boyunca yer alan Üst Miyosen-Pliyosen çökelleri erozyonla boşalarak Yenişehir ve inegöl aşınım depresyonları şekillenmiştir. Holosen'de bu depresyon tabanları alüvyonlarla dolarak günümüz ovalan gelişmiştir.

Samanlıdağ ünitesi

Bu ünite KAF'nın kuzey ve güney kolları arasında kalan Samanlıdağ rölyefini kapsar (Şek. 6). Samanlıdağlarının Gemlik ve izmit körfezleri arasında kalan kısmı Marmara denizine sokulan Armutlu yarımadasını oluşturur. Dokurcun vadisi ile Armutlu arasında D-B yönünde uzanır ve yaklaşık 165 km. uzunluğundadır. Doğu ve batı uçlarında daralan iç şekilli bir geometrisi vardır (Şek. 6). Bu yüksek rölyef D-B uzanımlı KAF koridorları tarafından kuzeyde Kocaeli pennepleni, güneyde ise Bursa-Bilecik rölyefinden tecrit edilmiştir. Kütle doğuda Sakarya nehrinin yer aldığı Geyve boğazı, batıda ise Orhangazi-Yalova eşiği tarafından K-G yönünde

kesilmektedir. Yalova güneyindeki kademeler dışında, Samanlıdağları kütleli bir yükselime sunar ve ortalama yükseltisi 700-1000 metreler arasında değişen plato karakterindedir.

Yüksek rölyef genelde Neojen öncesi temel kayalardan oluşmaktadır (Akartuna, 1968; Bargon ve Sakinç, 1989; Erendil ve diğerleri, 1991; Yılmaz ve diğerleri, 1995). Orta batı kesimine rastlayan Yalova-Yalakdere-Orhangazi yöresinde Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı çökeller (Mudanya ve Yalova formasyonları) yüzeyler (Şek. 3 ve 4). Üzerindeki eski vadi tabanlarında ise Geç Pliyosen yaşlı flüviyal çökeller (Samanlıdağ formasyonu) yer alır.

Kütle üzerinde birbirinden farklı özellikleri olan iki drenaj sistemi bulunmaktadır. Plato düzlüklerinde, kuzeye yönelimli gelişmiş, geniş tabanlı vadi formları ile tanınan ve tabanlarında düşük enerjili akarsu rejimini yansıtan Geç Pliyosen yaşlı çökel dolgularını (Samanlıdağ formasyonu) içeren olgun bir drenaj ağı egemendir. Bu drenaj ağı yer yer bozulmuştur. Buna karşılık, KAF zonuna yakın kesimlerde kısa boylu akarsular ve sarp morfolojili "V" şekilli vadilerle tanınan genç bir drenaj şebekesi izlenir. Kuva-ternerde gelişmiş olan bu drenaj geriyeye doğru aşındırma yoluyla eski drenaja bağlanmış, yer yer de yandan kapmalarla eski şebekenin akışı yönlerini değiştirmiştir. Kütle üzerindeki olgun drenaj formları kuzey ve güneydeki KAF zonu boyunca asılı kalmış vadiler şeklinde izlenmektedir. Bu asılı vadiler söz konusu drenaj döneminde Samanlıdağlarının Kocaeli pennepleni ve Bursa-Bilecik yöresi ile aynı drenaj sistemi içerisinde bulunduğunu göstermektedir. İzmit-Adapazarı arasında Kocaeli Pennepleni ile KAF zonu ayıran su bölümünde KD'ya yönelimli eski vadi oluklarının bulunması KAF öncesinde Samanlıdağları drenajının Karadeniz yönünde açıldığını belirtmektedir.

Samanlıdağları aktif faylarla sınırlandırılmış D-B uzanımlı bir morfolojik ünite. Buna karşın kütle yüzeyinin fizyografik yapısında KD-GB ve KB-GD doğrultulu uzanımlar egemendir ve yüzey morfolojisi bloklu bir yapı gösterir. Bu bloklu yapı aynı doğrultularda uzanan çapraz fay sistemleri ile uyumludur. Bu faylar inaktiftir ve denetlenmiş uludukları fizyografik yapı KAF zonu tarafından D-B yönünde kesilmektedir (Şek. 5).

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

Bu çapraz sistemdeki faylardan KB-GD doğrultulu Orhangazi fayı sağ yönlü doğrultu atımlıdır (Erendil ve diğerleri, 1991). KD-GB uzanımlı olanların bazılarında ise sol yönlü doğrultu atım bulguları mevcuttur (Bargu ve Sakıncı, 1989). Bu doğrultu atımlı faylarla kesilmiş olan Yalova ve Mudanya formasyonlarında kabaca D-B doğrultulu kıvrımlar da gelişmiştir (Bargu ve Sakıncı, 1989). Bu veriler Samanlıdağlarının, KAF'nın oluşumu öncesinde, K-G yönlü sıkışma tektonik rejiminden etkilenmiş olduğunu göstermektedir.

Samanlıdağlarının Üst Miyosen öncesi morfolojisine ilişkin veriler sınırlıdır. Üst Miyosen sonrasında yöre morfolojisi tektonik süreçlerle belirlenmiştir. Buna karşılık kütleli yüzey morfolojisinde bu tektonik süreçlerle uyumsuz olan bir aşınım düzlüğü yer almaktadır. Yukarıda sözü edilen eski drenaj formları bu aşınım yüzeyi içerisine gömülmüştür. KB-GD ve KD-GB doğrultulu faylarla parçalanmış olan bu aşınım yüzeyi olasılıkla Kocaeli penneleininin karşılığıdır.

Samanlıdağ yükselimi KAF'nın kuzey ve güney kolları arasında fay kaması geometrisi sunan bir pozitif çukuk yapısı oluşturmaktadır. Bulgular neotektonik dönemin ilk evresinde bu bölgenin Bursa-Bilecik yöresi ile aynı morfolojik özellikler sunduğunu göstermektedir. En Geç Pliyosen'de KAF'nın ortaya çıkışı ile Samanlı dağları basınç sırtı şeklinde yükselerek Kocaeli yarımadası ve Bursa-Bilecik yöresi rölyefinden soyutlanmış ve ayrı bir morfolojik üniteye dönüşmüştür. Morfometrik olarak Kocaeli penneleini ile karşılaştırıldığında Samanlıdağlarının, neotektonik dönem başından günümüze kadar görece olarak ortalama 700-800 metre yükselmiş olduğu söylenebilir.

KAF zonu

Arayış alanında KAF'nın yapısal uzanımına uygun olarak, kuzey ve güney kolları üzerinde D-B yönünde koridor şekilli iki büyük morfolojik oluk yer almaktadır (Şek. 5 ve 6). Bunlardan, kuzeydeki İzmit-Adapazarı, güneydeki ise Gemlik-Geyve koridoru olarak adlandırılabilir, iki koridor doğu uçlarında birbirine yaklaşır, batı uçlarında ise uzaklaşırlar, İzmit ve Gemlik körfezlerinde koridorlar Marmara denizi tarafından işgal edilmiştir. Bunlar batıya doğru Marmara denizinin taban topografyası içerisinde birbirinden uzaklaşan

doğrultuda devam ederler. Marmara denizinin derin çukurluklarını oluşturan kuzey koridor, güneye içbükey bir kavisle Saros-Gaziköy oluşuna birleşir. Güneydeki ise Bandırma körfezinde sonlanır (Emre ve diğerleri, 1997e).

KAF zonu boyunca uzanan bu koridorlar diğer morfolojik üniteleri birbirinden ayırmaktadır (Şek. 6). İznik ve Sapanca göllerinin yerleşmiş olduğu koridor tabanları en Geç Pliyosen-Günümüz yaşlı çökeller tarafından doldurulmuştur. Bunlar içerisinde izlenen morfolojik bölgenin aktif tektoniğini yansıtır. Aşınım kökenli yer şekillerinin gelişim süreci iki zonda da birbirine benzer. Bu şekiller, diğer morfolojik üniteler içerisine sokulmuş olan derin ve sarp morfolojili genç vadilerle tanınır. Buna karşın birikim kökenli yer şekilleri oluşum süreçleri açısından iki koridorda farklılıklar sunmaktadır. Örneğin; İzmit körfezi kıyılarında denizel sekiler gelişmiş olmasına karşın (Erinç, 1956; Göney, 1964; Akartuna, 1968; Bargu ve Sakıncı, 1989; Sakıncı ve Bargu, 1989; Erol ve Çetin, 1995), Gemlik körfezinde böyle bir bulgu yoktur. Göllerin karşılaştırılmasında ise bu durumun tersi görülür, İznik gölü kıyılarında Pliyosen yaşlı sekilerin varlığı bilinmektedir (Ardel, 1954; Bilgin, 1968; Akartuna, 1968; Ikeda ve diğerleri, 1991). Sapanca gölü çevresinde ise herhangi bir göl sekisi izlenmemektedir. Bu iki örnek KAF'nın kuzey ve güney koridorlarındaki morfolojik gelişimin farklılığını ortaya koymaktadır. Aşağıda fayın karakteristik lokaliteleri kısaca tanıtılacaktır.

- Geyve-Gemlik arasında KAF zonu yaklaşık 150 km. uzunluğunda morfolojik bir koridor oluşturur (Şek. 3 ve 6). Bu oluşun batı devamı Gemlik-Bandırma körfezlerinde Marmara denizinin taban topografyasına karşılık gelmektedir. Geyve-Bandırma arasında KAF İznik-Geyve, Gemlik, Zeytinbağı ve Bandırma segmentlerinden oluşmaktadır (Emre ve diğerleri, 1997 c). Bu segmentler aralı-aşmalı (en echelon) bir düzen içerisinde transtansiyonel olarak birbirini tümler. Aşmaların olduğu kesimlerde İznik gölü ile Marmara denizindeki Gemlik ve Bandırma çukurlarına karşılık gelen çek-ayır havzalar gelişmiştir (Barka, 1992; Barka ve Kuşçu, 1996).

- İznik gölü çevresinde izlenen birikim düzlükleri sekiler şeklinde sıralanır (Şek. 3). Daha çok gölün kuzey

ve batı kesimlerinde izlenen sekiler dört seviye halindedir (Bilgin, 1968) ve çoğunlukla yelpaze deltaları çökellerinden oluşurlar. En alt seviyedeki seki dolgusunda yapılan C₁₄ yaşlandırılmasında 18.000 yıl değeri bulunmuştur (Ikeda ve diğerleri, 1991). Kuzeydeki yelpaze deltaları Samanlıdağ kütlesi üzerindeki Geç Pliyosen vadilerini kaparak güneye akaçlamış olan genç vadiler önünde depolanmıştır. Bu veriler iznik gölünün Pleyistosen'de şekillenmiş olduğunu gösterir.

- Iznik-Geyve arasında KAF tek bir kırıkta oluşur (Şek. 5). Fay boyunca gelişmiş olan olukta sağ yönlü doğrultu atım morfolojisi egemendir. Bu oluk Iznik-Geyve arasında Bursa-Bilecik rölyefi ile Samanlıdağ kütlelerini birbirinden ayırmaktadır (Şek. 6). Zon boyunca bu yükselimler üzerindeki Geç Pliyosen drenajı asılı vadiler şeklinde korunmuştur. Doğuda yer alan Pamukova depresyonu ise KAF üzerinde, başlangıçta Sakarya nehrinin erozyon süreçleri ile açılmış, daha sonra ise yine bu nehrin alüvyonlarınca doldurulmuştur. Havza çevresinde Pleyistosen yaşlı göl-akarsu çökelleri sekiler şeklinde izlenir. Sakarya nehrinin depresyona girdiği batı ucunda seki çökelleri deltayık bölümler içerir. Depresyonun tabanında ise Holosen yaşlı taşkın çökelleri yer almaktadır. Çökel niteliği, Pamukova depresyonunun Pleyistosen içerisinde zaman zaman gölsel bir havza niteliği kazandığını göstermektedir. Depresyon tabanında Sakarya nehrinin sağ yönde yaklaşık 22 km. dirseklenmesi (Şek. 5) ilk bakışta KAF'nin atımına yorumlanabilir (Şaroğlu ve diğerleri, 1987; Koçyiğit, 1988). Fakat, fayın güney kolunun bir paleotektonik dönem fayına karşılık gelmesi (Yılmaz ve diğerleri, 1995) bu dirseklenmenin tamamının fayın atımına bağlanmasını güçleştirmektedir.

- Marmara denizi ile Dokurcun vadisi arasında uzanan Iznik-Adapazarı koridoru ise Kocaeli pennepleni ve Samanlıdağ yükselimini birbirinden ayırır (Şek. 6). Bu oluşun üzerinde Adapazarı ovası, Sapanca gölü ve izmit körfezi gibi birbirinden farklı özellikleri olan çökel havzaları bulunur (Şek. 3). KAF'nin Dokurcun ve Iznik-Adapazarı segmentleri arasında transtansiyonal bir bölgede bulunan Adapazarı ovası bir çek-ayır havzası olarak gelişmiştir (Şek. 5). Havza morfolojisinde Düzce fayı da etkilidir. Çek-ayır morfolojisi havzanın güneyinde belirgindir. Dokurcun vadisi ile Sapanca arasında bu havza KAF'na karşılık gelen morfolojik bir diskor-

dansla Samanlıdağ kütlesinden ayrılır. KAF havzaya girdiği Karapürçek yöresinden itibaren sağ yönlü doğrultu atımın yanında normal eğim atım bileşeni de göstermeye başlar ve Sakarya nehri ile Sapanca arasında tamamen normal fay karakterini kazanır (Şek. 5). Karapürçek-Sapanca arasında KAF ile havza tabanı arasında KB-GD doğrultulu çok sayıda normal fay bulunur (Şek. 5). Bunlar basamaklı bir morfoloji oluşturmuştur. En Geç Pliyosen-Pleyistosen yaşlı Karapürçek formasyonunu kesmiş olan faylar arasındaki blokların yüzeyinde güneye doğru 20°-25° lik eğimlenmeler izlenir. Yüzey çarpılmasının derecesi ve fayların atımı KD yönünde havza tabanına doğru gidildiğinde azalmaktadır. Bu kesimde yelpazelerdeki gençleşme de KD yönlüdür. Bunun yanında, Sakarya nehriindeki yatak göçü de batıdan doğuya gelişmiştir. Havzanın KD sında ise normal faylara rastlanmamıştır. Bu veriler Sakarya ovasının yarım graben tipinde gelişmiş bir çek-ayır havza olduğunu ve KD yönünde gençleştiğini gösterir.

- Sapanca gölü ile izmit körfezi arasında koridorun morfolojisi doğrultu atım denetimlidir. Tabanı Pleyistosen ve Holosen yaşlı yelpazelerce doldurulmuştur. Yelpazelerdeki gençleşmeler Sapanca yöresinde düşey yönde, körfez bölümünde ise yanal aşmalar şeklindedir. Bu farklılık fayın doğrultu atımının doğudan batıya doğru arttığını belirler. Nitekim, Sapanca gölü batısındaki Pleyistosen yelpazelerinde 10 km.ye yaklaşan sağ yönlü ötelenmeler görülür (Emre ve diğerleri, 1997 d). Sapanca gölü KAF çizgisi üzerine yerleşmiştir. Çevresinde herhangi bir seki oluşumu gözlenememiştir. Gölün tabanı olasılıkla son buzullaşma döneminde erozyonal bir fay vadisi olarak şekillenmiştir. Holosen'de Sakarya ovasında meydana gelen alüvyon yükselimi sonucu bu vadinin doğu ucu sedlenmiş ve göl havzası oluşmuştur.

- Koridorun batı ucu izmit körfezi suları altındadır (Şek. 6). Körfezin kenar morfolojisi girintili-çukuntulu olup tabanında iki çukurluk bulunur (Şek. 5). KAF zonunun yapısal özellikleri nedeniyle bu morfoloji çek-ayır havza modelleri ile açıklanmak istenmiştir (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Barka ve Kuşçu, 1996). Günümüzde KAF körfezde tek bir kırıkta oluşmaktadır (Şek. 5). Kenarlardaki KD-GB uzanımlı faylar KAF'nin ilk oluşum evresindeki yapıları temsil ederler ve günümüzde inaktiftirler. Kıyının girintili uzanımı bu inaktif faylara bağlıdır. Körfez doğusundaki kapalı çu-

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

kurluk ise Hersek deltasının eseridir. Bu delta lobu KAF koridorunu morfolojik olarak ikiye bölmüş ve doğu kesiminin kapalı bir çukurluğa dönüşmesini sağlamıştır (Şek. 3 ve 5).

- Izmit-Adapazarı koridorunda KAF morfolojisi içerisinde gelişmiş ilk çökeller en Geç Pliyosen-Erken Pleistosen yaşlıdır. Öte yandan, Samanlıdağ kütlesi üzerinde yer alan ve kuzeydeki Kocaeli pennepleni üzerinden Karadeniz yönünde boşalmış Geç Pliyosen drenajı fay zonu tarafından kesilmiş ve deforme edilmiştir. Gemlik-Geyve koridorunda da fayın morfolojisi içerisinde Pleistosen'den daha yaşlı çökellere rastlanılmaz. Tüm bu veriler KAF'nin en Geç Pliyosen'de ortaya çıktığını göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

NEOTEKTONİZMA EVRELERİ

Anadolunun neotektonizması Orta Miyosen sonu-Üst Miyosen'de, Doğu Anadolu'da, Arap-Afrika levhası ile Anadolu levhası arasında gerçekleşen kıta-kıta çarpışması ile başlar (Mc Kenzie, 1972,1978;Şengör, 1979,1980,1982; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Jackson ve Mc Kenzie, 1984). K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi altında gerçekleşen bu süreçte, Doğu Anadolu'daki kıtasal kabuk kalınlaşmasının, ileri aşamada, kıvrım, bindirme ve doğrultu atımlı faylarla karşılanamamış olması sonucu KAF ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) dan oluşan iki büyük transform yapısı gelişmiş ve bunlar arasında kalan Anadolu levhacığının batı yönde kaçmaya başlaması ile Türkiye'nin neotektonik çatısı kurulmuştur (Şengör, 1979, 1980; Şengör ve diğerleri, 1985; Şaroğlu, 1985). Bu görüşlerde çoğunlukla, KAF ve DAF'nin ortaya çıkışının, dolayısıyla Anadolu'nun batıya kaçışının Üst Miyosen'de başladığı vurgulanmıştır.

Neotektonik dönem başında, doğu bölümünde denizel alanlarla örtülü olan Anadolu'nun karasal olan batı kesimi penneplen morfolojisi göstermektedir (Erinç, 1953,1955; Şengör, 1980, Şengör ve diğerleri, 1985; Şengör ve Yılmaz, 1981; Erol, 1981; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu, 1985). Neotektonik dönemdeki yapısal süreçlerle bu paleomorfoloji D-B ve K-G profillerinde gerçekleşen rölyef terslenmesi ile değişime uğra-

mış ve ülkenin hipsografik eğrisi batıdan doğuya doğru yükselen bir gidiş kazanmıştır (Erinç, 1953, 1955, 1973; Şengör, 1980; Şengör ve diğerleri, 1985; Erol, 1981; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve diğerleri, 1983,1987). Bu değişim sürecinde Doğu Anadolu yükselmiş, Orta Anadolu iç depresyonlara dönüşmüş, Batı Anadolu'da horst-graben yapıları gelişmiştir. Torid ve Pontid kuşakları ise yükselerek kenar kıvrım dağlarına dönüşmüştür.

Marmaraya özgü araştırmalarda da, neotektonizmanın Orta-Üst Miyosen'de KAF'nin ortaya çıkışı ile başladığı, bölgenin KAF zonu ile Batı Anadolu graben sistemleri arasında yer aldığı ve buna bağlı olarak neotektonizmanın gerilmeli tektonik rejimi yansıttığı, bölgedeki Neojen-Kuvaterner çökellerinin bu rejim altında gelişmiş graben türü yapılar içerisinde depolandığı konusundaki görüşler çoğunluktadır (Şengör, 1979, 1980, 1982; Şengör ve diğerleri, 1985; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Wong ve diğerleri, 1990,1995; Taymaz ve diğerleri, 1991; Straub, 1996; Görür ve diğerleri, 1995,1997)

Bu araştırmada toplanan bulgular yukarıda özet olarak verilen Anadolu'nun neotektonik dönem yapısal evrim modeli ile kabaca paralellik gösterir. Ancak, neotektonik olayların niteliği, zamanlaması ve bunların yol açtığı morfolojik değişimlerin jeokronolojik sıralaması, önerilen evrim modelleri ile uyumsuz.

Marmaranın neotektonik dönem yapıları iki grupta toplanır (Şek. 5). Büyük morfolojik uzanımları belirleyen faylar Doğu Marmara'da D-B, Batı Marmara ve Biga yarımadasında ise KD-GB doğrultuludur (Şaroğlu ve diğerleri, 1987,1992; Emre ve diğerleri, 1997 c). Bunlar aktif tektonik yapılarıdır (Şek. 5). ikinci grup ise KB-GD ve KD-GB doğrultularında birbirine çapraz sistem oluşturan faylardır (Şek. 5). Bu yapıların çoğunluğu inaktiftir. KAF zonu bu çapraz (conjugate) fay sistemlerine uyumsuz olarak D-B yönünde uzanır. Çapraz fay sistemlerinin oluşturdukları morfolojik uzanımlar da KAF zonu tarafından kesilmektedir.

Bulgular Marmaranın neotektonik çatısının (Şek. 5) iki farklı evrede geliştiğini ve bu evrelerin farklı tektonik stilleri yansıttığını göstermiştir. Bu dönemler Geç Miyo-

sen-Pliyosen ve en Geç Pliyosen-Günümüz olmak üzere iki zaman dilimine ayrılır. Geç Miyosen-Pliyosen K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi, en Geç Pliyosen-Günümüz ise KAF zonu ile temsil edilen transform karakterli yatay tektonik hareketler evresidir (Şek. 7).

Kuzey-Güney sıkışma evresi

Bölgede neotektonik dönemin ilk deformasyonları Üst Miyosen'de başlamıştır (Şek. 7). İlk hareketler geniş boyutlu ondülasyonlar şeklinde gerçekleşmiş ve te-

mel kayalar üzerinde gelişmiş penepren paleomorfolojisi bu ilk deformasyonlarla bozularak Ondüneli bir topografik yapı kazanmıştır. Üstte, denizel fasiyesteki Yalova formasyonu ile geçişli olan ve neotektonik dönemin ilk çökel topluluğunu oluşturan Mudanya formasyonu bu deformasyonlar sonucu gelişen havzalarda depolanmıştır, ilk çökel havzaları yapısal anlamda yayvan morfolojili senklinallere karşılık gelmektedir.

Geç Miyosen-Erken Pliyosen çökelleri günümüzde KD-GB ve KB-GD doğrultulu faylarla sınırlandırılmış

Y A Ş			MORFOTEKTONİK BÖLGELER					SÜREÇLER
			KAF ZONU			BURSA	KARADENİZ	
NEOJEN			İzmit-Sapanca Oluğu	Adapazarı Havzası	Samanlı Dağları	BİLECİK	Kuzeye doğru bölgesel eğimlenme (Tilting)	
MİYOSEN	PLİYOSEN	KUVA TERNER	Doğrultu atım deformasyonu	Sübsidans (çek-ayır mekanizması)	Yükselme (pozitif çökek yapısı)	Erozyon		
Erken-Orta	Erken	Pleyistosen						
PALEOTEKTONİK DÖNEM			NEOTEKTONİK DÖNEM					
Durağan	K-G Sıkışma Evresi	KAF Evresi	Kıvrım ve doğrultu atımlı faylarla bölgesel tümenden yükselme					
PENEPLENLEŞME			Ondülasyon					

Şek. 7- Tektonizma - Jeomorfolojik gelişim evreleri.

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

olan depresyonların tabanları ve yakın çevrelerindeki yükselimler üzerinde izlenmektedir. Bu çökel kayalarda doğrultuları genelde D-B bileşenli olan kıvrımlar gelişmiştir. Fay zonlarında ise bunlardaki deformasyon daha da fazladır. Bulgular, KD-GB ve KB-GD doğrultulu fay sistemlerinin esas olarak Mudanya ve Yalova formasyonlarının çökeliminden sonra geliştiğini ve bu çökel havzalarının söz konusu faylar tarafından parçalanmış olduğunu göstermektedir. Günümüz jeolojisinde bu birimler faylar arasındaki morfolojik çukurluklarda aşınım kalıntısı yüzlekler şeklinde izlenmektedir (Şek. 3 ve 5).

Gerek fay zonlarındaki deformasyon yapıları, gerekse morfolojik özellikleri, KD-GB ve KB-GD yönlerde birbirlerini çapraz yönde tümleyen fayların doğrultu atımlı olduklarını göstermektedir. Bunlardan KB-GD uzanımlı olanlar, Orhangazi fayı örneğinde olduğu gibi (Erendil ve diğerleri, 1991) sağ yönlü doğrultu atımlıdır (Şek. 5). Yalakdere yöresinde ise KD-GB uzanımlı olan fayların sol yönlü doğrultu atımlı olduklarına ilişkin bulgular mevcuttur (Bargu ve Sakıncı, 1989). Bu niteliklerdeki doğrultu atımlı faylara D-B doğrultulu kıvrım ve ters faylar da eşlik etmektedir. Bu yapısal bulgular Geç Miyosen-Pliyosen'de bölgenin K-G yönünde sıkışarak deforme olduğunu gösterir. Erken-Orta Miyosen'de gelişmiş penneplen morfolojisinin günümüzde yüksek dağ ve platolar seviyelerinde izlenmesi ve çeşitli yönlerde eğimlenmiş, kubbeleşmiş ve bloklanmış bir yapı sunması, sıkışarak yükselen rölyef değişiminin göstergesidir. Bilecik ve Yalakdere yöresinde olduğu gibi Mudanya ve Yalova formasyonlarının morfometrik olarak yüksek dağ ve platolar seviyelerinde de izlenmesi, yükselen bu morfolojik değişimin diğer bir verisidir.

Geç Miyosen-Pliyosen'de K-G sıkışma tektonik rejimi altında gelişmiş çapraz fayların çoğunluğu inaktiftir. Doğu Marmaranın aktif fayları ise D-B doğrultulu KAF zonunda yer almaktadır (Şek. 5). Fayların doğrultusu ile aktiviteleri arasındaki bu ilişki, söz konusu doğrultu atımlı fay sistemlerinin gelişmiş olduğu tektonik rejimin en Geç Pliyosen'de KAF'nın ortaya çıkışı ile son bulduğunu göstermektedir.

K-G yönlü sıkışma Marmara neotektonizmasının ilk evresi olarak tanımlanabilir (Şek. 7). Bu tektonizmaya ilişkin faylanmalar, günümüzde KAF'nın yer aldığı

Intra-pontid kenet kuşağı kuzeyinde kalan Kocaeli yarımadasında gözlenememiştir (Şek. 2 ve 5). Burada ki deformasyonlar bükülme ve kubbeleşme şeklindedir (Şek. 7). Buna karşılık, kenet kuşağı güneyinde kalan bölgede sıkışma rejimine ilişkin tüm yapısal unsurlar gelişmiştir. Armutlu yarımadasının morfolojik karakteri, sıkışma evresinde, bu yükselimin güneyindeki Bilecik-Bursa yöresi ile aynı davranış özelliklerini göstermiş olduğunu ortaya koymaktadır (Şek. 7).

KAF evresi

Bölgede etkin olan neotektonik rejim en Geç Pliyosen sonunda KAF'nın ortaya çıkışı ile stil değiştirmiştir. Geç Miyosen-Pliyosen'deki K-G sıkışmalı tektonizma bu fayın oluşumu ile birlikte yerini, genelde yanal yönlü yırtılma ve yer değiştirmelerle tanınan hareketlere bırakmıştır (Şek. 7). Bu evre yapıları Doğu Marmara'da transform nitelikli KAF zonunu oluşturan faylarla belirlenir (Şek. 5). Aynı yapılanma süreci, eş zamanlı olarak Batı Marmara ve Biga yarımadasında da gerçekleşmiştir. Bu alanlarda, Bandırma'dan itibaren batıya doğru, KAF'nın D-B yönlü genel uzanımından saparak KD-GB doğrultusunda uzanan faylar gelişmiştir (Şaroğlu ve diğerleri, 1987,1992; Emre ve diğerleri, 1997 c). Bu dönem yapıları Marmara denizi-Saros körfezi arasında KAF zonunu oluşturmaktadır (Şengör, 1979; Şengör ve diğerleri, 1985). Biga yarımadası bu dönemde KD-GB uzanımlı ve sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla dilimlenmiştir (Şaroğlu ve diğerleri, 1987, 1992; Emre ve diğerleri, 1997 a,b,c).

Karlıova ile Dokurcun vadisi arasında KAF genişliği 100 metre ile 10 km arasında değişen ve genelde çizgisel uzanımlı faylardan meydana gelmektedir (Şengör, 1979; Şengör ve diğerleri, 1985; Şaroğlu ve diğerleri, 1987,1992; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992). KAF'nın bu yapısı Dokurcun vadisinden itibaren değişir ve batıya doğru gidildiğinde birbirinden uzaklaşan iki kola ayrılır (Şek. 5). Bandırma-Dokurcun arasındaki güney kolun uzanımı Dokurcun doğusundaki uzanımına uygundur (Şek. 5). Bu zon tek kırıklar şeklinde gelişmiş ve batıya gidildikçe boyları kısalan Iznik-Geyve, Gemlik, Zeytinbağı ve Sardırma segmentlerinden oluşur (Emre ve diğerleri, 1997 c). Bu kesimde KAF Kretase yaşlı eski bir fay zonuna yerleşmiştir

(Yılmaz ve diğerleri, 1995). Segmentler arasında trans-tansiyonal aşmaların olduğu kesimlerde çek-ayır havzaları gelişmiştir (Barka, 1992; Barka ve Kuşçu, 1996).

Intra-Pontid kenet kuşağında gelişmiş olan KAF'nın kuzey zonu (Şengör ve Yılmaz, 1981) ise güneye oranla daha karmaşık bir yapı sunar (Şek. 2 ve 5). Burada fay Dokurcun ve Izmit-Adapazarı olmak üzere iki segmentten oluşmaktadır. Doğu ucunda KD-GB doğrultulu olan Dokurcun segmenti Adapazarı ovasına doğru yön değiştirerek KB-GD doğrultusuna döner (Şek. 5). Bu segment Adapazarı depresyonuna girdiği Karapürçek yöresinde normal bileşen göstermeye başlar. Sakarya Nehri ile Sapanca arasında ise tamamen normal fay özelliklerini taşımaktadır (Şek. 5). Izmit-Adapazarı segmenti ise doğuda, bir paleotektonik dönem fayı olan ve neotektonik dönemin ilk evresinde de çalşmış Hendek-Yığılca çizgiselliğinin (Aydın ve diğerleri, 1987) devamı şeklinde başlar (Şek. 5). Doğu başlangıcında KD-GB uzanımlı olan bu segment Sapanca batısında D-B doğrultusunda gelişmiştir. Adapazarı ile Yalova arasında bu zon boyunca KD-GB doğrultulu inaktif faylar yer almaktadır (Şek. 5). Aralı-aşmalı bir düzen içerisinde sıralanan, izmit körfezinin kuzey ve güneyinde körfezin kenar morfolojisini belirlemiş olan bu faylar KAF tarafından kesilmektedir (Şek. 5). KAF'nın aktif kırığına eşlik eden bu yapılar olasılıkla fayın ilk oluşum evresindeki makaslama zonunu temsil etmektedir. KAF ana kırığının ortaya çıkışı ile bunlar inaktif hale dönüşmüş olmalıdır. Izmit-Adapazarı segmenti üzerindeki sağ yönlü doğrultu atım 10 km.ye yaklaşır. (Emre ve diğerleri, 1997e/).

Kuzey zondaki segmentler arasında Adapazarı çek-ayır havzası gelişmiştir. Sapanca Karapürçek arasında bu havzayı oluşturmuş normal faylar ana faya verev olarak KB-GD yönünde uzanırlar (Şek. 5). Saha bulguları çok net olan normal eğim atım, episantrı bu kesime rastlayan 1967 depreminin 30 Temmuz 1967 tarihli artçı şokuna ilişkin fay düzlemi çözümleri ile doğrulanmaktadır (Mc Kenzie, 1978; Jackson ve Mc Kenzie, 1984).

Bu evrede KAF na bağlı olarak, fayın çatallandığı kesimlerde iki büyük basınç sırtı gelişmiştir. Morfolojik

olarak dağ boyutuna ulaşmış olan bu yapılar Samanlıdağ) ve Almacık dağı kütlelerinden oluşur (Şek. 6). İçerisine antedant bir boğazla yerleşmiş olan Sakarya nehri yatağındaki gömülme, KAF'nın oluşumundan bu yana Samanlıdağ basınç sırtının yükselmekte olduğunu gösterir.

PALEOCOĞRAFİK GELİŞİM DÖNEMLERİ

Doğu Marmara bölgesinin Neojen-Kuvaternerdeki jeomorfolojik evriminde birbirinden farklı yapısal süreçlerle tanıyan üç ana dönem ayırt edilmiştir (Şek. 7). Bu dönemler aynı zamanda birbirleriyle açısız uyumsuzluklar içeren üç çökel istifli ile tanınır (Şek. 4). Bunlardan, Erken-Orta Miyosen zaman aralığına karşılık gelen ilki tektonik açıdan durağan bir dönemi temsil eder ve paleotektonik dönem morfolojisini yansıtır. Geç Miyosen-Günümüz arasındaki zaman dilimi ise neotektonik dönem kapsar. Neotektonik dönemdeki morfolojik yapılanma birbirinden farklı iki tektonizma stilini yansıtmaktadır (Şek. 7). Aşağıda sunulan paleocoğrafik evrim bu üç morfolojik döneme ilişkin olaylara dayanmaktadır.

Erken-Orta Miyosen: Paleotektonik dönem

İstanbul ve Sakarya zonları Oligosen sonunda Intra-Pontid okyanusunun kapanması sonucu oluşan kenet kuşağı boyunca birleşerek (Şek. 2) su üstüne çıkmış ve bölge karasal aşınım alanı haline dönüşmüştür (Okay ve Görür, 1995; Görür ve diğerleri, 1995,1997).

Erken-Orta Miyosen boyunca bu kara kütlesi üzerinde sıcak ve nemli iklim koşulları altında gerçekleşen bir peneplenleşme dönemi yaşanmıştır (Şek. 7). Orta Miyosen sonlarında günümüz Marmara denizinin bulunduğu alanları ve Karadeniz şelfini de kapsayan geniş bölge olgun bir peneplen morfolojisi kazanmıştır. Günümüzde Kocaeli yarımadası üzerinde izlenen röl-yef bu dönem morfolojisinin kalıntısıdır. Kalın bir paleosol örtüsünün varlığı peneplenleşme sürecinin çok uzun zamanı kapsadığını ve bu dönem yer şekillenmesinde tektonizmanın önemli bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir (Brown ve Kraus, 1987; Retallac, 1990; VVright, 1992 a, b; Kraus ve Aslan, 1993; Mack ve diğerleri, 1993). Erken-Orta Miyosen

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

penepreni Marmara dışında, tüm Batı Anadolu ve Istanca'larda da gelişmiştir (Pamir, 1938; Erinc, 1955; Erol, 1981; Erol ve Çetin, 1995).

Bu peneprenleşme döneminin akarsu-göl ortamı çökellerine Biga yarımadası ve Trakya havzasında da rastlanır (Sümengen ve diğerleri, 1987; Siyako ve diğerleri, 1989; Yaltırak, 1995; Görür ve diğerleri, 1995; 1997). Buna karşın GD Marmara'da bu dönem çökelleri tanımlanmamıştır. Bu durum, batı ve kuzeyden GD Marmara yönünde gidildiğinde penepren morfolojisinin yükselen bir gidiş izlediğini ve bu kesimin erozyonal alanlar olduğunu belirlemektedir.

Geç Miyosen-Pliyosen: Neotektonik dönem K-G sıkışma evresi

Orta Miyosen sonu-Erken Geç Miyosen'de neotektonizmanın başlamasıyla tüm Anadolu'da olduğu gibi Marmara bölgesinde de büyük morfolojik değişim gerçekleşmiştir (Şengör 1979,1980,1982; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğerleri, 1985; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Görür ve diğerleri, 1995,1997; Erol ve Çetin, 1995; Emre ve diğerleri, 1997 a,b,c). Neotektonizma ile birlikte bölge K-G yönünde sıkışarak yükselmeye ve penepren morfolojisi deforme olmaya başlamıştır, ilk deformatyonlar geniş boyutlu ondülasyonlar şeklinde gerçekleşmiştir. Bu rölyef değişiminin sonucu neotektonik dönemin ilk çökeli olan Mudanya formasyonu depolanmaya başlamıştır. Formasyonun tabanında ve içerisinde yer alan kalınlı zonlar Geç Miyosen'in kurak iklim koşullarını yansıtır. Tabanındaki kırmızı alacalı renkli çamurtaşları etek düzlüğü çökeli şeklinde depolanmıştır. Bu çamurtaşları olasılıkla deforme olarak yükselen Erken Orta Miyosen penepreni yüzeyindeki kalın toprak örtüsünün havza tabanlarında yığılmasını temsil etmektedir. Bunların üste doğru temel kaya çakılları içeren alüvyon yelpazesi çökellerine geçmesi, tektonik kökenli yükselmenin genliğinin artarak sürdüğünü gösterir.

Geç Miyosen'de başlayan neotektonizma ile bölge morfolojik olarak tümünden yükselmeye başlamıştır (Şek. 7). Bu deformatyonun senklinallere karşılık gelen negatif yükselme alanları çökeli havzalarını oluşturmuştur. Deformatyonlar daha çok kıvrımlar şeklinde

gelişmiş olup, havzaların gelişiminde faylanmalar önemli bir rol oynamamıştır.

Geç Miyosen sonuna doğru bölgede akarsu-göl ortamları yaygınlaşmış ve Mudanya formasyonunun alüvyon yelpazeleri ve yelpaze deltaları gelişmiştir. Mudanya yöresinde bu çökellerdeki paleo-akıntı yönleri kuzeyden beslendiklerini (Şahbaz ve diğerleri, 1997) dolayısıyla bu dönemde Marmara denizinin bazı kesimlerinin erozyon alanı olduğunu göstermektedir.

Doğu Marmara bölgesine Neojen'de ilk denizel su girişi Geç Miyosen sonunda gerçekleşmiştir. Bu deniz Mudanya formasyonunun çökeli olduğu akarsu-göl havzalarını ve diğer morfolojik çukurlukları üzerlemiş ve bu alanlarda Yalova formasyonu çökeliştir. Bölgedeki denizel koşullar Erken Pliyosen (Kimmeriyen) sonlarına kadar sürmüştür. Söz konusu transgresyon sonucu, K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi altında dağarası havzalar (Şaroğlu ve Güner, 1981) şeklinde gelişmiş morfolojik çukurluklar denizel havza karakterini kazanmıştır. Bu denizel havzanın paleocoğrafik yayılımı neotektonik dönemde gelişmiş olan KD-GB ve KB-GD uzanımlı faylar ve KAF zonunun doğrultusu ile uyumsuzdur (Şek. 3 ve 5).

Süregeleyen K-G yönlü sıkışmanın etkisiyle gerçekleşen bölgesel daralma ve yükselmeler sonucu Erken Pliyosen sonlarına doğru denizel alanlar parçalanarak kapanmış ve tüm bölge karasal süreçlerin etkisine girmiştir. Çamlık formasyonu içerisinde altta derin acı su ortamını tanımlayan dolomitli kireçtaşlarının üste doğru sığ tatlı su ortamını yansıtan kireçtaşlarına geçmesi (Varol ve diğerleri, 1997) denizel alanların parçalanarak göllere dönüşmesi şeklinde açıklanabilir.

Denizel havzaların kapanması ile sonuçlanan morfolojik değişim kıvrımlar yanında büyük ölçüde KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların devreye girmesiyle sağlanmıştır (Şek. 5). Doğru atımlı fayların egemenliğindeki bu deformatyon evresi doğu Marmaranın morfolojik olarak maksimum yükselme dönemidir. Bu deformatyonla gerçekleşen rölyef terslenmesi sonucu Mudanya ve Yaladere yöresinde olduğu gibi Geç Miyosen sonu-Erken Pliyosen denizel havza tabanları dağların doruk seviyelerine kadar yükselbilmiştir.

Günümüz Marmara denizinin doğusunu da kapsayan ve karasal aşınım koşullarının etkin olduğu Geç Pliyosen morfolojisi Karadeniz yönünden güneye doğru yüselen bir gidış izlemiştir. Kocaeli yarımadası dışında tektonik denetimli olan bu morfoloji üzerinde günümüz Sakarya nehri drenajının atası sayılabilecek bir akarsu şebekesi kurulmuş ve bölge tümüyle Karadeniz yönünde akaçlanmaya başlamıştır (Şek. 3 ve 5).

En Geç Pliyosen-günümüz: KAF evresi

Bu zaman aralığı, neotektonizmada meydana gelen stil değişikliği nedeniyle bölgesel ölçekte büyük morfolojik değişimlerin gerçekleştiği dönemdir. Günümüzün morfotektonik çatısı esas olarak KAF'nın ortaya çıkışı ile başlayan bu evrede kurulmuştur. KAF Dokurcun batısında iki ana kol şeklinde gelişmiş ve bunlar birbirinden farklı yapısal gelişim izlemiştir. Güney kol paleotektonik dönemde gelişmiş eski bir faya yerleşmiş (Yılmaz ve diğerleri, 1995) ve buradaki faylar tek kırıklar şeklinde gelişmiştir. Zonu oluşturan segmentler arasındaki aralı-aşmalı bölgelerde çek-ayır nitelikli Subsidents alanları oluşmuş ve iznik gölü ile Gemlik ve Bandırma körfezlerinde, Marmara denizi bu oluşumlarla yerleşmiştir.

KAF'nın kuzey kolundaki faylar neotektonizmanın ikinci evresinde gelişmiştir. KAF burada, daha doğudaki kesimlerinde olduğu gibi (Şaroğlu, 1988), başlangıçta geniş bir makaslama (shear) zonu olarak belirmiş ve bu ilk evresinde birbirlerini aralı aşan KD-GB doğrultulu makaslama fayları otaya çıkmıştır (Şek. 5). Bu yırtılmanın ileri aşamasında, fayın günümüzdeki aktif tektonizmasını yansıtan ana kırıkları belirmiş ve transform niteliğini kazanmıştır.

KAF zonunun doğusunda, İzmit-Adapazarı ile Dokurcun segmentleri arasındaki Adapazarı depresyonu bir çek-ayır havzası olarak şekillenmiş, Sapanca-Izmit körfezi bölümü ise koridor morfolojisini kazanmıştır. Bu yapı içerisinde doğuda karasal, izmit körfezinde ise denizel çökeller depolanmaya başlamıştır. Körfezin çökelleri Geç Pliyosen sonu-Holosen'de Marmara denizinde dört ana seviye değişimi olduğunu gösterir (Meriç, 1995). Bu istifteki fauna ve ortam özellikleri Orta Pleyistosen'de çok etkin bir tektonizmaya işaret eder (Meriç, 1995). Benzer bulgulara koridorun doğusunda

da rastlanır. Adapazarı havzasında depolanmış olan Karapürçek formasyonu içerisindeki deformasyon yapıları en çok Orta Pleyistosen'de izlenir. Bunlardan hareketle KAF'ndaki maksimum aktivitenin Orta Pleyistosen'de gelişmiş olduğu söylenebilir.

KAF'nın ortaya çıkışı ile Geç Pliyosen'de Karadeniz yönünden güneydeki Samanlıdağlarına doğru yükselen morfolojik yapı bozulmuş, fayın iki kolu arasında yer alan Samanlıdağ kütlesi pozitif bir çiçek yapısı (basınç sırtı) şeklinde yükselmeye başlamış ve çevre morfolojisinden soyutlanmıştır. KAF kuzeyinde kalan Kocaeli yarımadasının yüzeyi ise genel olarak kuzeye doğru eğimlenmiştir (Şek. 7). Yarımada'nın Karadeniz kıyılarında denizel seki gözlenememiş olması ve Sakarya nehrinin derin bir denizaltı kanyonuna açılması (Şek. 5) günümüz şelfinin kıyı kesimlerinin, bu dönemde, henüz su altına girmemiş olduğunu göstermektedir. Güneydeki Bilecik yöresinde ise KAF rejiminin başlamasıyla erozyon süreçleri ağırlık kazanarak Sakarya drenajı tarafından yarılmaya başlamıştır.

Geç Pleyistosen sonunda (Son buzullaşma dönemi) Marmara ve Karadeniz'de meydana gelen seviye alçalması döneminde tüm bölgede erozyon maksimum düzeye ulaşmış, tektonizmanın yanında morfolojik gelişimi denetleyen önemli bir süreç olarak ön plana çıkmıştır. Bunun sonucu akarsular yataklarına gömülmüş ve bölgedeki morfolojik yanlım maksimum düzeye ulaşmıştır. Güneydeki inegöl ve Yenişehir havzaları, KAF zonunda Pamukovası, Sapanca oluşu ve Adapazarı ovası bu evrede deşilerek aşınım depresyonları şeklini almıştır. Holosen'deki deniz seviyesi yükselimi sonucunda ise bu aşınım morfolojisi çökellerle doldurulmuş ve günümüz alüvyon düzlükleri şekillenmiştir. Alüvyonla dolma süreci içerisinde, Pleyistosen sonunda KAF üzerinde fay vadisi şeklinde açılmış olan Sapanca oluşu, Sakarya nehrinin Holosen alüvyonları tarafından setlenmiş ve günümüz Sapanca gölü havzası biçimlenmiştir. Depremler, bölgedeki güncel şekillenmenin KAF'na bağlı olarak sürdüğünü göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenmiş ve Prof.Dr. Naci Görür koordinatörlüğünde, MTA ile üniversiteler işbirliği çerçevesinde yürütülen 'Ulusal Deniz

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

Araştırmaları Programı' kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar katkılardan dolayı bu kurum ve kişilere teşekkür ederler.

Yayına verildiği tarih, 30 Aralık 1997

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna, M., 1968, Armutlu yarımadasının jeolojisi, İst. Üniv. Fen Fak. Monog., 20, 105 s.
- Ardel, A., 1954, iznik depresyonu ve Gölü. İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg., 5-6, 225-229.
- Aydın, M.; Serdar, H.S.; Şahintürk, Ö.; Yazman, M.; Çokuğraş, R.; Demir, O. ve Özçelik, Y., 1987, Çamdağ (Sakarya) - Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Büt., 30,1-14.
- Bargu, S. ve Sakınç, M., 1989, iznik Körfezi-Iznik Gölü arasında kalan bölgenin Jeolojisi ve yapısal özellikleri, İst. Üniv.Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 6, 45-76.
- Barka, AA, 1992, The North Anatolian fault. Annales Tectonicae, 6, 174-195.
- ve Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-Slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics, 7,663-684.
- ve Kuşçu, L, 1996, Extents of the North Anatolian fault in the izmit, Gemlik and Bandırma bays. Turkish J. Marine Sci., 2,93-106.
- Baykal. F. ve Önalın, M., 1979, Şile Sedimanter Karışığı (Şile Olistostromu). Türkiye Jeol. Kur. Altın Simpozyumu, Ankara, 15-25.
- Bilgin, T., 1968, Samanlı Dağları, İst. Üniv. Coğ. Enst. yayl. 50,196 s.
- , 1984, Adapazarı Ovası ve Sapanca oluğunun alüvyal morfolojisi ve Kuvaterner'deki jeomorfolojik tekamülü, İst. Üniv. Ed. Fak. yayl., 2572,199 s.
- Brown, T.M. ve Kraus. M.J., 1987, Integration of channel and flood-plain suites, I.Developmental sequences and lateral relations of allüvial paleosols. J. Sedim. Petrol, 57, 587-601.
- Chaput, E., 1936, Voyages d'etudes geologigues et geomorphogenigues en Turguie. Paris. (Türkiye'de Jeolojik ve jeomorfojenik Tetkik Seyahatleri). Çev. A. Tanoğlu. İst. Üniv. Ed. Fak. yayl. 11,1947.
- Crampin, S.ve Evans, R., 1986, Neotectonics of the Marmara Sea Region of Turkey J.geol.Soc. Lond. 143, 343-346.
- Çetin, O.; Çetin, T. ve Ukav, I., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu - Kaba Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen mollusk kavkılarının Elektron Spin Rezonans (ESR) yöntemi ile tarihlendirilmesi, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E. Meriç), 269-276.
- Ediger, V. ve Ergin, M., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu - Kaba Burun) Kuvaterner istifinin jeolojisi, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E. Meriç), 241-250.
- Emre, Ö.; Erkal, T.; Kazancı, N.; Görmüş, S.; Görür, N.; Kuşçu, I. ve Keçer, M., 1997 a, Güney Marmara'nın Neojen - Kuvaterner tektoniği ve jeomorfolojisi. Marmara Denizi Araştırmaları Workshop III, 2-3 Haziran 1997. Genişletilmiş Bildiri Özleri, Ankara, 55-60.
- ; —; —; Kuşçu, I. ve Keçer, M., 1997 b, Güney Marmara'nın Neojen ve Kuvaterner Morfo-tektoniği. Kuzey Ege, Marmara Denizi ve Dolayının Jeolojisi, Deniz Yapılanmalarındaki önemi Kollokyumu. Genişletilmiş Bildiri Özleri, İstanbul, 7-18.
- ; —; —; Görmüş, S.; Görür, N.; Kuşçu, I. ve Keçer, M., 1997 c, Güney Marmara'nın Neojen ve Kuvaterner'deki morfo-tektoniği. Güney Marmara Bölgesinin Neojen ve Kuvaterner Evrimi, TÜBİTAK YDABÇAG-426/G Proje Raporu, 36-68.
- ; —; Ünay, E.; Keçer, M. ve Tchepalyga, A., 1997 of, izmit Körfezi-Sapanca Oluğunun tektonik yapısı ve Kuzey Anadolu Fayı'nın yaşı hakkında ön bulgular. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 1. Toplantısı Bildiri Özleri. 8-9 Aralık 1997. İstanbul.

- Erendil, M.; Göncüoğlu, M.C.; Tekeli, O.; Aksay, A.; Kuşçu, L.; Ürgün, M.B.; Temren, A. ve Tunay, G., 1991, Armutlu yarımadasının jeolojisi, MTA Rap. No: 9165 (Yayımlanmamış).
- Erinç, S., 1953, Doğu Anadolu Coğrafyası, İst. Üniv. Coğr. Enst. yayl. 15,124 s.
- , 1955, Orta Ege bölgesinin jeomorfolojisi. MTA Rap. No: 2217 (Yayımlanmamış).
- , 1956, Yalova civarında bahri Pleyistosen depoları ve taraçalar». Türk Coğ. Derg., 15-16,188-190.
- , 1973, Türkiye'nin şekillenmesinde neotektoniğin rolü ve jeomorfoloji-jeodinamik ilişkileri. Jeomorfoloji Dergisi, 5, 11-26.
- Erol, O., 1981, Neotectonic and Geomorphological Evolution of Turkey, Z. Geomorph. N.F.Suppl. Bd, 40, 193-211.
- ve Çetin, O., 1995, Marmara Denizinin Geç Miyosen-Holosen'deki evrimi, izmit Körfezi Kuvaterner istifisi (Ed: E. Meriç), 313-342.
- Genç, Ş., 1986, Uludağ-Iznik Gölü arasının jeolojisi. MTA Rap. No: 7853 (Yayımlanmamış).
- Göney, S., 1964, Karamürsel civarında Pleyistosene ait bazı eski kıyı izleri, İst. Üniv. Coğ. Enst. Derg. 14, 200-208.
- Görmüş, S.; Şahbaz, A.; Varol, B.; Kazancı, N.; Bayhan, E.; Emre, Ö. ve Özdoğan, M., 1997, Güney Marmara (Bursa-Karacabey) bölgesinin stratigrafisi ve yapısal özellikleri. Güney Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaterner evrimi. TÜBİTAK YDAB-ÇAG-426/G Proje Raporu, 22-35.
- Görür, N.; Sakinç, M.; Barka, A.; Akkök, A. ve Ersoy, S., 1995, Miocene to Pliocene Palaeogeographic evolution of Turkey and its surroundings. J. Human Evol., 28, 309-324.
- ; Çağatay, N.M.; Sümengen, M.; Şentürk, K.; Yaltırak, C. ve Tchepalyga, A., 1997, Origin of the Sea of Marmara as deduced from the Neogene to Quaternary Paleogeographic evolution of its frame. Intern. Geology Review, 39, 342-352.
- Gülen, L.; Kubanç, C. ve Altınsoçlu, S., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin ostrakod faunası, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E.Meriç), 153-172.
- Ikeda, Y.; Herece, E.; Sığai, T. ve Işıkara, A.M., 1991, Post glacial Crustal deformation associated with slip on the western part of the North Anatolian fault zone in the iznik Lake basin, Turkey. Bull.Dept. Geogr. Univ. Tokyo, 13-23.
- Jacobshagen, V.,1986, Geologie von Griechenland gebirger Borntraeger. Berlin, Stuttgart, 363s.
- Jackson, J. ve McKenzie, D., 1984, Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. Geoph. J.Roy.Astro.Soc., 77, 185-264.
- Koçyiğit, 1988, Tectonic setting of the Geyve basin : Age and total displacement of the Geyve fault zone. 1987 Melih Tokay Symposium. METU J. Pure Appl. Sciences, 21, 81-104.
- Kraus, M.J. ve Aslan, A., 1993, Eocene hydromorphic paleosols: significance for interpreting ancient floodplain processes. J. Sedim. Petrol., 63, 453-463.
- Mack, G.H.; James, W.C. ve Monger, H.C., 1993, Classification of paleosols. Bull. geol. Soc. Amer., 105, 129-136.
- McKenzie, D., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J. Roy. Astro. Soc., 30,109-185.
- , 1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt. The Aegean Sea and Surrounding regions, Geoph. J.Roy. Astro. Soc., 55, 217-254.
- Meriç, E., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner'inin stratigrafisi ve ortamsal özellikleri, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E.Meriç), 251-258.
- ; Yanko, V.; Avşar, N.; Nazik, A. ve Koral, H., 1995, Kuvaterner döneminde Akdeniz ile Marmara Denizi arasındaki deniz bağlantıları, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E.Meriç), 285-294.
- MTA, 1964, 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası İstanbul paftası, Ankara.

DOĞU MARMARA BÖLGESİNİN NEOJEN-KUVATERNERDEKİ EVRİMİ

- Okay, A.I., 1989, Tectonic Units and sutures in the Pontides, northern Turkey. Tectonic evolution of the Tethyan Region (Ed: A.M.C. Şengör) Dordrecht / Boston / London. Kluwer Academic Publishers, 109-116.
- ve Görür, N., 1995, Batı Karadeniz ve Trakya Havzaları'nın kökenleri arasında zaman ve mekan ilişkisi. *Sym. Geol. Thrace Basin*, Ankara, 9-11.
- Pamir, H., N., 1938, İstanbul Boğazı'nın teşekkülü meselesi, *MTA Mec.*, 3-4, 61-68.
- Paluska, A.; Poetsch, S. ve Bargu, S., 1989, Tectonics, paleoseismic activity and recent deformation Mechanism in the Sapanca-Abant region (NW Turkey, North Anatolian Fault Zone). Turkish-German Earthquake Research Project. Earth Research Institute, Ankara, Turkey, University of Kiel, West Germany, 18-33.
- Retallack, G.J., 1990, *Soils of the Past: an Introduction to Paleopedology*. Unwin Hyman, Boston, 520s.
- Sakıncı, M. ve Bargu, S., 1989 izmit Körfezi güneyindeki Geç Pleyistosen (Tireniyen) çökel stratigrafisi ve bölgenin neotektonik özellikleri. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 32, 51-64.
- Seymen, L., 1995, izmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi, izmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E. Meriç), 1-22.
- Sichenberg, O.; Becker-Platen, D.J.; Benda, L.; Berg, Detrich; Engesser, B.; Gaziry, W.; Heissig, K.; Hiner-mann, A.K.; Staesche, V.; Steffens, P.ve Tobein, H., 1975, Die Gliederung des Höneren Jungtertiars und Altquartars in der Türkei nach Vertebraten und ihre Bedeutung für die Lutemationale Neogen-stratigraphie. *Geologisches Jahrbuch Reihe B*, Heft 15,167 s.
- Siyako, M.; Burkan, A.K. ve Okay, A.I., 1989, Biga ve Gelibolu yarımadasının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPJD Bült.*, 1 (3), 183-199.
- Straub, C., 1996, Recent Crustal deformation and strain accumulation in the Marmara Sea region, NW Anatolia inferred from GPS measurements. Ph.D. Thesis, ETH, 122s.
- Sümengen, M.; Terlemeç, L.; Şentürk, K.; Karaköse, C.; Erkan, E.N.; Ünay, E.; Gürbüz, M. ve Atalay, Z., 1987, Gelibolu yarımadası ve Güneybatı Trakya Havzası'nın stratigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniği. *MTA Rap. No: 8128*, (yayımlanmamış).
- Şahbaz, A.; Özdoğan, M. ve Gömüç, S., 1997, Mudanya (Marmara Denizi Güneyi) Orta-Geç Miyosen istifinin sedimantolojik özellikleri. Güney Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaterner evrimi. *TÜBİTAK YDABÇAG-426/G Proje Raporu*, 69-86.
- Şaroğlu, F., 1985, Doğu Anadolunun neotektonik dönemde jeolojik ve yapısal evrimi, İstanbul Üniv., Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Müh. Böl., Doktora tezi (yayımlanmamış), İstanbul.
- , 1988, Age and offset of the North Anatolian fault. *METU J. of Pure and Appl. Sci.*, vol. 21, no: 1-3, 65-79.
- ve Güner, Y., 1981, Doğu Anadolunun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 24/1,39-50.
- ; Boray.A.; Özer.S. ve Kuşçu, I., 1983, Orta Toroslar-Orta Anadolu'nun güneyinin neotektoniği ile ilgili görüşler. *Jeomorfoloji Dergisi*, 11, 45-52.
- ; Emre, Ö. ve Boray, A., 1987, Türkiye'nin aktif fayları ve depremsellikleri: *MTA Rap. No: 8174* (yayımlanmamış).
- ;———ve Kuşçu, I., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, *MTA Yayl.*, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1979, The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance: *J.geol. Soc. Lond.*, 136, 269-282.
- , 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. *Türkiye Jeol. Kur. Yayl.*, 40s.
- , 1982, Ege'nin neotektonik evrimini yöneten etkenler. Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması paneli (Eds: O. Erol ve V. Oygür). *Türkiye Jeol. Kur. Yayl.*, Ankara, 59-72.

- ve Kidd, W.S.F., 1979, Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a Comparison with Tibet. *Tectonophysics*, 55,361-376.
- ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- ; Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-Slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation* (Eds: KT. Biddle ve N. Christie-Blick). *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub.*, 37, 227-264.
- Taner, G., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin Pelesipod ve gastropoda faunası, izmit Körfezi Kuvaterner istifi. (Ed: E.Meriç), 219-239.
- Taymaz, T., Jackson, J. ve Mc Kenzie, D., 1991, Active tectonics of the north and Central Aegean Sea. *Geoph.J.Int.*, 106, 433-490.
- Toker, V. ve Şengüler, L., 1995, izmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin nannoplankton florası, izmit Körfezi Kuvaterner Istifi (Ed: E.Meriç), 173-178.
- Varol, B.; Şahbaz, A.; Görmüş, S.; Bayhan, E.; Özdoğan, M. ve Emre, Ö., 1997, Karacabey-Mudanya Bölgesi Üst Miyosen-Pliyosen Karbonatlarının Sedimentolojisi ve izotop Jeokimyası. *Güney Marmara Bölgesinin Neojen ve Kuvaterner Evrimi. TÜBİTAK YDABÇAG-426/G Proje Raporu*, 87-89.
- Wong, H.K.; Uluğ, A.; Özel, E. ve Lüddmann, T., 1990, Neotectonic structure of the Sea of Marmara. *Mitt. Geol. Paleontol. Inst. Univ. Hamburg, Degens Mem.*, 69, 99-116.
- , Lüddmann, T., Uluğ, A. ve Görür, N., 1995, The Sea of Marmara: a plate boundary sea in a tectonic escape regime. *Tectonophysics*, 244,231-250.
- Wright, V.P., 1992 a, Paleosol recognition: A guide to early diagenesis in terrestrial settings. *Diagenesis III* (Eds: K.H. Wolf ve G.V. Chilingarian). *Developments in Sedimentology*, 47, Elsevier, Amsterdam. 591-619.
- , 1992 b, Paleopedology: Stratigraphic relationships and empirical models, weathering, Soil and Paleosols (Eds: I.P. Martini ve W. Chesworth). *Elsevier, Amsterdam*, 475-499.
- Yalıtırak, C., 1995, Gelibolu yarımadasında Pliyo-Kuvaterner sedimantasyonunu denetleyen tektonik mekanizması, Nezihi Canitez Sempozyumu, İstanbul, Jeofizik, 10, 103-106.5.
- Yılmaz, Y.; Genç, Ş.C.; Yiğitbaş, E.; Bozcu, M. ve Yılmaz, K., 1995, Geological evolution of the late Mesozoic Continental margin of Northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, 243, 155-171.