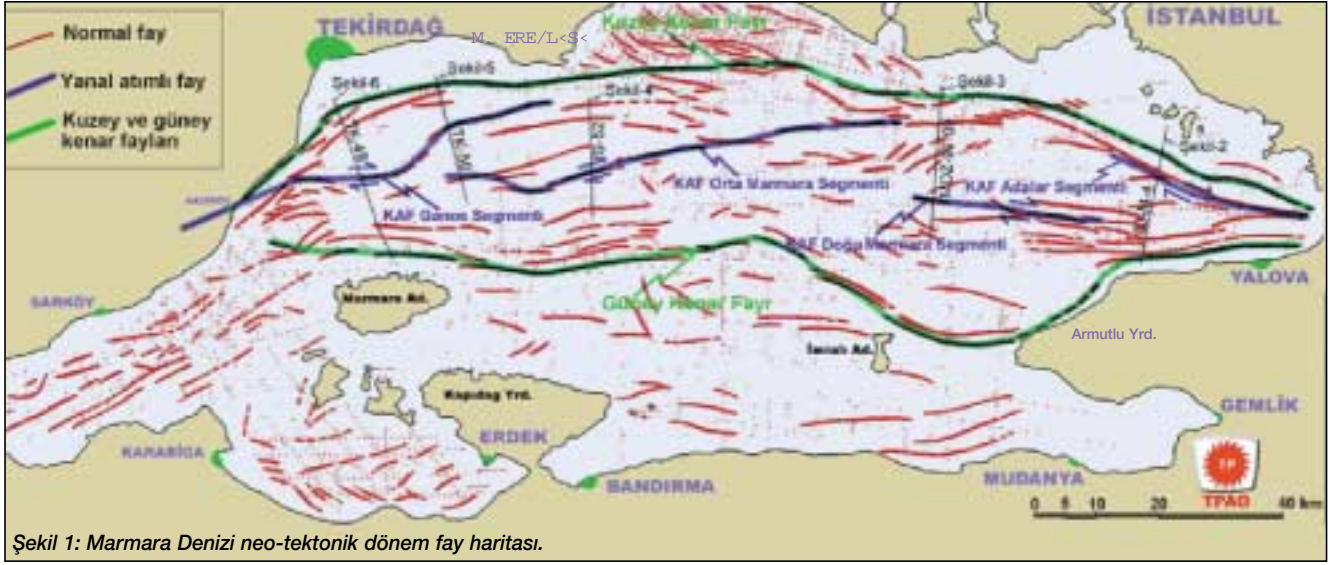


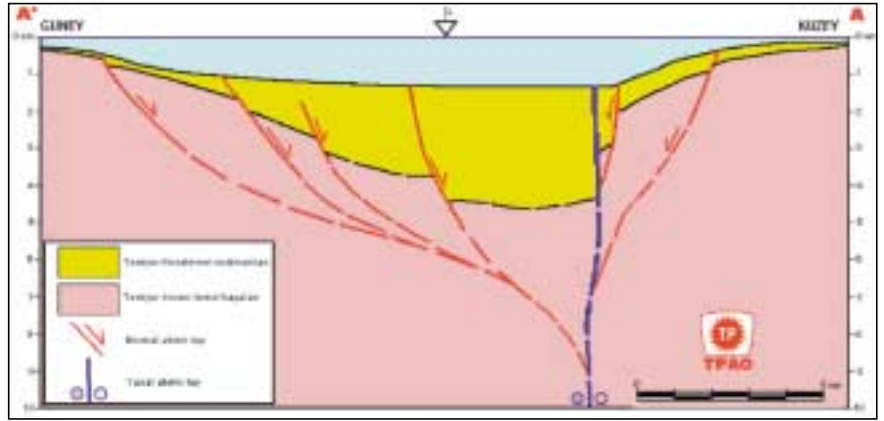
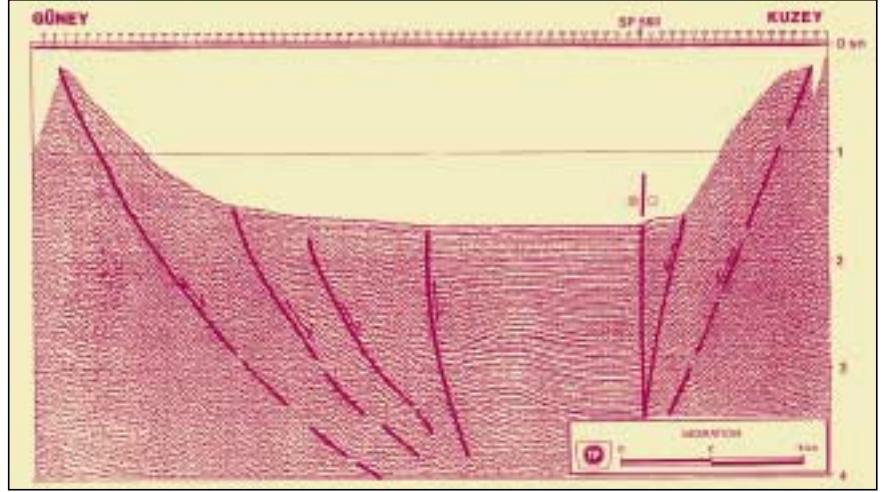
# TPAO, Fay Haritasını Yorumladı Marmara Denizi'nin Aktif Fay Geometrisi



Geçen yıl yaşadığımız iki büyük deprem felaketi, coğrafyamızın depremselliğini ve bu konuyla ilgili gerek fen bilimlerinde gerekse sosyal bilimlerde gerçekleştirilen çalışmaları ve tartışmaları ülke gündeminin ilk sırasına taşıdı. Basın ve yayın organlarının tümünde, hemen her yönüyle tartışılmaya çalışılan bu konu da, başka pek çokları gibi doğası ve doğamız gereği spekülâtifleşmekten kurtulamadı. Bu durumun kuşkusuz en büyük nedenlerinden birinin, başta yerbilimleri olmak üzere, konuyla ilgili pek çok bilim dalında araştırmalar yapan bilim adamlarımızın kamera ve mikrofon karşısındaki deneyimsizlikleri olduğu söylenebilir. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nın (TPAO) hazırladığı, kimi bilim çevrelerince duyurulan ve yayın organlarında "deprem tartışmalarına son noktayı koyan harita..." olarak sunulan basın açıklaması da bu duruma verilebilecek onlarca örnekten yalnızca biriydi. Oysa TPAO'nun hazırladığı ve Marmara Denizi içindeki aktif ve aktif olmayan tüm fayları gösteren bu harita, deprembilimcilerin yararlanması amacıyla yapılmış, ham ve yorumlanması gereken bir çalışmaydı. Bunun yanı sıra TPAO'nun yıllardır topladığı, Marmara Denizi'ne ait veriler, kurumun misyonu gereği petrol ve doğalgaz arama amacıyla toplanmıştı. Dolayısıyla deniz altının değil, deniz tabanından daha aşağıdaki bölgenin, yani yeraltının aydınlatılmasına yönelik olarak işlenmiş ve yorumlanmışlardı. Başka bir deyişle, yapılabilesine karşın deniz tabanının tektonik durumunu gösteren bir harita, kurumun araştırma alanına girmediğinden bugüne değin yapılmamıştı. TPAO, bu ilk haritanın hazırlanmasında kullanılan verileri yeniden işleyip yorumlayarak, bu kez deniz tabanındaki güncel tektonik durumu ortaya koyan bir çalışmayı geçtiğimiz ay tamamladı. TPAO'nun Marmara Denizi'nin güncel tektoniği ve fay geometrisiyle ilgili görüşünü Muzaffer Siyako, Taner Tanış ve Fuat Şaroğlu tarafından hazırlanan yazıyla sunuyoruz.

**M**ARMARA Denizi'nde 1968 yılından başlayarak, çeşitli şirketlerce yapılmış toplam 4300 km uzunluktaki sismik kesitler, petrol ve doğalgaz aramak amacıyla yıllardır değerlendiriliyor. Petrol sektöründe vazgeçilmez bir yöntem olan sismik yöntemle, yeraltındaki tabakaların geometrik biçimlerini, kalınlıklarını, fayların konum ve özelliklerini, dolayısıyla bölgenin tektonik yapısını, ortaya koymak mümkün. Bu yolla toplanan veriler uzman jeoloji ve jeofizik mühendislerince değerlendirilerek, gerek bölgesel ve gerekse yersel ölçekte, birçok harita üretiliyor. Bu haritalar, petrol ve doğalgaz aramaya yönelik olduklarından, genellikle 1000 m ve daha derindeki kayaların konumlarının sismik kesitlerle saptanmasıyla yapılıyor. Dolayısıyla, bu amaçla alınmış ve işlenmiş olan "derin sismik" kesitler kullanılarak yorumlanıyorlar. TPAO tarafından –olanaklıysa da– deniz tabanı tektonik haritası hiçbir biçimde bugüne değin yapılmamış.

Ancak böyle bir haritanın yapımına, ülkemizin 1999 yılında yaşadığı depremlerden sonra, duyulan sorumluluğun gereği olarak; bir yaklaşım sunmak amacıyla gereksinim duyuldu. Kamuoyunun bilgilendirilmesi ve deprembilimcilerinin yararlanabilmesi amacıyla, mevcut sismik kesitler kullanılarak bölgenin bir "Neotektonik Dönem Fay Haritası" yapıldı. Bu haritanın yapılmasının bir başka nedeni, TPAO'nun hidrokarbon aramaya yönelik daha önce yaptığı ve Marmara Denizi faylarını zonlar biçiminde gösteren ve deprem amaçlı olarak kullanılmaması gereken eski bir haritasının, kimi araştırmacılarca yayın organlarında kaynak olarak gösterilmesi oldu. Söz konusu yanlışlığı gidermek amacıyla yapılan bu haritadaysa, faylar zonlar biçiminde değil, kullanılacak amaca uygun olarak, hiçbir yorum katılmadan ve sismik kesitlerde görüldükleri kadarıyla, atım yönleri dikkate alınmaksızın ve birbirleriyle ilişkilendirilmeden tek tek haritalandı. Şekil 1'deki haritada kırmızı renkle gösterilen Neotektonik Dönem Fayları, çalışma süresince ayrıntılı bir biçimde yorumlandı ve burada görülen son biçimini aldı. Sadece kırmızıyla gösterilen faylar dikkate alındığında, aktif



Şekil 2: M-83-4 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 8: Şekil 2'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış A'-A jeoloji enine kesiti (altta).

olan fayların yanı sıra, Neotektonik Dönem'e ait olan fakat, günümüzde aktif olmayan, örneğin Marmara Ereğlisi'nin doğusundaki deniz alanında kalan, kuzeybatı-güneydoğu gidişli faylar da işlendi. Fakat bunlar çok az sayıda olup, çizilen faylar genellikle günümüzde de aktif olan faylardır.

Marmara Denizi'ndeki bölgesel ölçekli faylar genellikle doğu-batı gidişli olduklarından, bu yazıda yalnızca bu yöne dik olarak atılmış kuzey-güney sismik kesitler örnek olarak tanıtılacak. Daha sonra yapılacak ayrıntılı çalışmalarda, kuşkusuz doğu-batı gidişli sismik kesitler de tanıtılmalıdır.

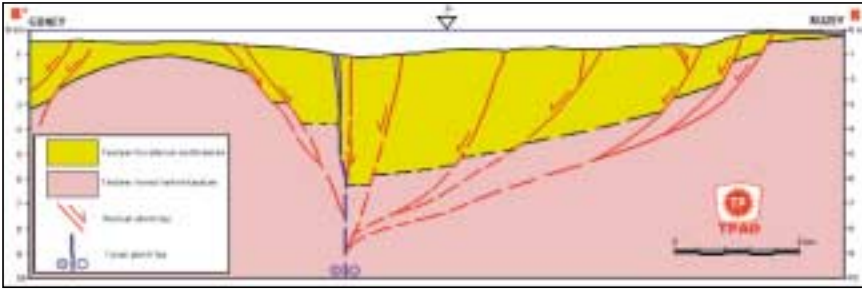
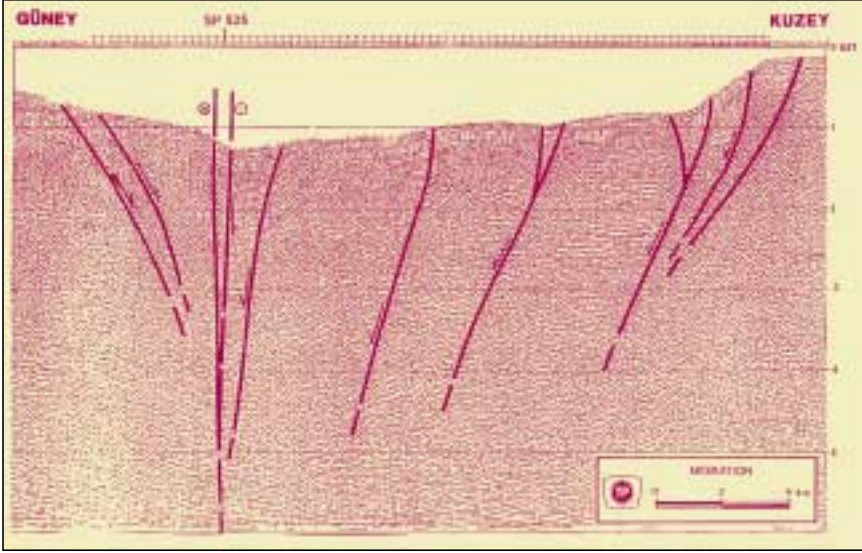
## Sismik Kesitler

Marmara Denizi'nde 1968 yılından başlayarak 1997 yılına kadar atılan sismik kesitler; hem veri kaydı hem de işleme teknolojisi yönünden birbirlerinden oldukça farklıdır. Bunun sonucu olarak da kesitler arasında sismik kalite farkı ortaya çıkar.

1968-1985 yılları arasındaki sismik kayıtlarda CDP çok düşüktür; en çok

24 civarında olmuştur. Ayrıca sismik ayrıntıyla doğrudan ilişkili örnekleme aralığı da 4 ms, kayıt uzunluğu 4-5 s arasındadır. Bu hatların –daha sonra yeniden işlenenleri hariç– migrasyon kesitleri de yoktur.

1985 sonrasında yapılan hatlardaki kalite, son yıllardaki sismik teknolojinin tüm olanaklarının kullanılmasıyla, oldukça iyi hale getirilmiştir. Örnekleme aralığı, yani sismik ayrıntılık 2 ms'ye kadar hassaslaşmış ve CDP 60-70'lere, kayıt uzunluğu ise 6 s'ye kadar çıkmıştır. Ayrıca, kayıt sonrası işleme tekniğiyle veri kalitesi de artırılmıştır. Sismik kesitlerin yorumlanabilen en büyük düşey ayrıntılığı, 10-15 m dolayındadır. Yanal yöndeysa, eski kesitlerde 12.5 m, yeni kesitlerde 6.25 m hassaslık vardır. Deniz tabanı tekrarlı yansımaları, su derinliğinin az olduğu (200 m ve daha sığ) kesimlerde sorun yaratsa da, bu çalışmanın yapıldığı derin kesimlerde sorun olmamıştır. Sismik kesitten jeolojik enine kesite (zaman ortamından derinliğe) geçerken, ortalama sismik dalga yayılım hızı; deniz suyu için 1500 m/s, sedimanter ka-



Şekil 3: MDZ-97-09 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 9: Şekil 3'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış B'-B jeoloji enine kesiti (altta).

yalar için 2500 m/s ve temel kayaları için ise 4500 m/s olarak alındı.

Bu çalışmada Marmara Denizi'ndeki ve hidrokarbon aramak amacıyla atılmış sismik kesitlerin %80-85'i yorumlandı. Sismik kesitlerin tümünde yorum yapılamayışının nedeni, bazı sismik kesitlerde sismik görüntü kalitesinin iyi olmayışı ya da eski tarihli sismik kesitlerin TPAO Arşivi'nde bulunmayışındır. Ancak, bu durum çalışmada büyük sorun yaratmamıştır.

## Sismik Kesitlerin Yorumu

İzmit Körfezi girişinde petrol arama amaçlı olarak yapılmış sismik kesitlerin en doğuda olanı, Yalova açıklarından başlayarak KKD yönüne doğru 12,5 km kadar uzanır. TPAO Arşivi'nde bulunan bu kesitten başlayarak yapılan sismik değerlendirme, batıya doğru devam ettirildi ve Çanakkale Boğazı girişine kadar sürdürüldü.

Yukarıda sözü edilen sismik kesitten sonra, batıya doğru 22 km içinde, aynı yönde (KKD-GGB) atılmış üç ayrı kesit daha yer alır. Bu sismik kesit-

lerden Marmara Denizi faylarının en doğudaki durumunu en iyi göstereni, M-83-04 no'lu kesittir (Şekil-2). Bu kesitte en kuzey ve en güneyde yer alan ve normal atımlı olan faylar, "Marmara Denizi Kuzey ve Güney Kenar Fayları" olarak adlandırıldı. Kenar fayları Marmara Denizi'nin her iki yanında bulunan şelfle yamacı sınırladıklarından daha önce kırmızı renkle gösterilen faylardan bu sınırı oluşturanları, zon biçiminde yorumlanarak yeşil çizgilerle gösterildi (Şekil-1). Marmara Denizi'nin biçimine uygun olarak, kuzey ya da güneye kavisler yaparak doğudan batıya sürekli olarak takip edilebilirler. Her iki fayın da her yerde normal fay olduğu, sismik kesitlerden rahatlıkla görülebilir. Bunlardan kuzeydeki fay güneye, güneydeki faysa kuzeye eğimlidir.

Marmara Denizi Kuzey Kenar Fayı, İzmit Körfezi çıkışından sonra, Adalar'ın 5 km güneyinden geçecek biçimde Silivri açıklarına kadar BKB-DGD doğrultulu ve güneye içbükey kavisle batıya doğru uzanır. Buradan itibaren DKD-BGB doğrultuda devam eder, Marmara Ereğlisi'nin 3-4 km açığından geçerek, Tekirdağ güneylerin-

de KD-GB yönünde ve kıyıyı kontrol edecek biçimde devam ederek Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile birleşir.

Yalova yakınlarından itibaren haritalanmaya başlanan Güney Kenar Fayı, batıya doğru kıyıya paralel olarak Armutlu Yarımadası'nın kıyısını izler. Bu kesimde doğuda genel doğrultusu D-B olan fay, yarımada'nın batısında KD-GB doğrultusunu alır. Yarımada'nın burnundan sonra kuzeye içbükey bir yay çizerek İmralı Adası'nın 2 km kuzeyinden geçer, denizin ortasına kadar KB-GD yönünde gider. Daha sonra kıyıya kadar küçük bükümler dışında D-B doğrultusunu izler.

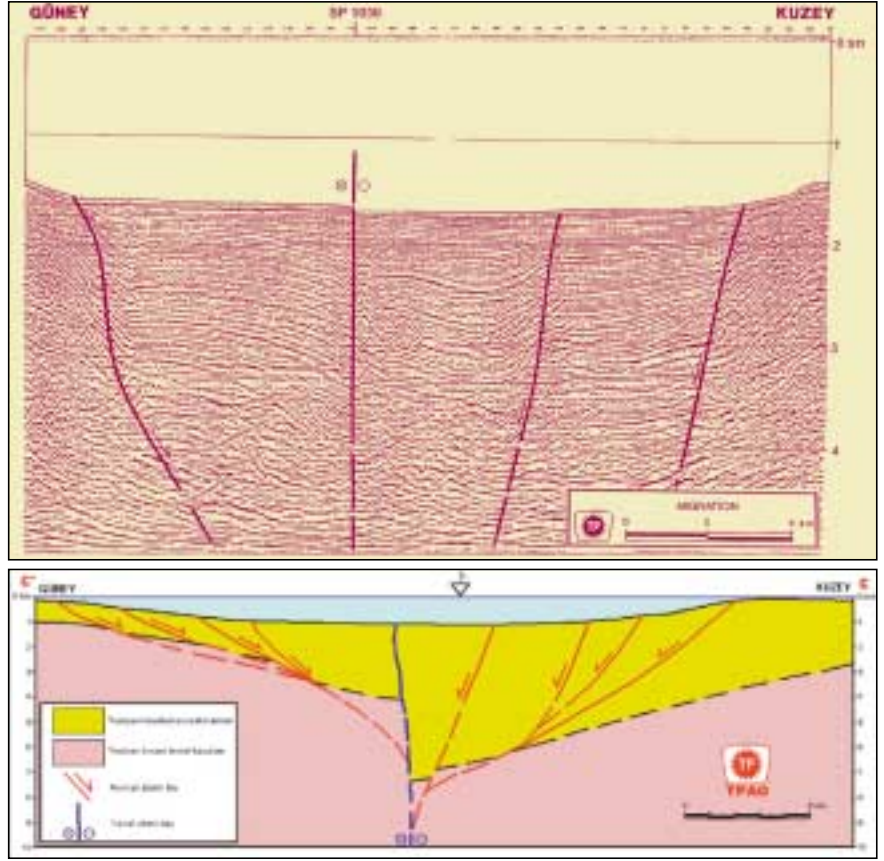
Kuzey ve Güney Kenar Faylarının yanı sıra, onlar kadar devamlı olmasa da birçok normal atımlı fay haritalandı ve şekil-1'de kırmızıyla gösterildi.

Şekil-1'de, Marmara Denizi'ndeki normal fay özelliğindeki faylardan başka, İzmit Körfezi'nden başlayarak Şarköy yakınlarına kadar uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı segmentleri de (fay parçaları) gösteriliyor. Bu segmentler hakkında şunlar söylenebilir: M-83-04 no'lu sismik kesitin (Şekil-2) 560 no'lu atış noktasında görülen fayda, deniz tabanındaki Kuvaterner sedimanlarının etkilendiği; güney blokun düşük, kuzey blokunsa yüksek kotlarda olduğu gözlemlendi. Bu nedenle, TPAO tarafından ilk yapılan haritada kırmızı renkle ayrılmış olan bu fay, yalnızca deniz tabanındaki kot farkına bakılarak, düşey atımlı bir fay olarak yorumlanabilir. Ancak kesitin bütününe bakıldığında, yanal atımlı bir fay olduğu açık bir biçimde görülür. Doğudan batıya doğru bu özelliğin görüldüğü noktalar, haritada (Şekil-1) bir zon şeklinde mavi renkle belirtilerek, "Kuzey Anadolu Fayı Adalar Segmenti" olarak adlandı. Burgaz Adası'nın 9 km güneybatısından itibaren izlenemeyen (sönümlenen veya düşey atımlı-güneye eğimli faylarla birleşen) KAF Adalar Segmenti'nin en doğudaki sismik kesitten itibaren buraya kadar olan uzunluğu, 35 km'dir. Ancak, İzmit Körfezi içinde de devam edeceği kuşkusuzdur. Fayın uzanımı KB-GD olup, kuzeye doğru içbükey, Büyük Ada'ya en yakın uzaklığı 7 km'dir. Sismik kesitte (Şekil-2), kenar faylarının ve diğer düşey atımlı fayların, yanal atımlı faya doğru eğimli oldukları görülür. Yanal atımlı fayın

güneyinde kalan sedimanların altta kıvrımlı, üstte yatay olmaları; sedimantasyonun, bu fayın hareketi sırasında geliştiğinin göstergesidir.

Kuzey Anadolu Fayı, aralı-aşmalı (en echelon) bir sıçrama yaparak, Adalar Segmenti'nin sönümlendiği yerin 11 km güneyinde tekrar belirir. Bu noktadan itibaren BKB yönüne doğru hemen hemen düz bir çizgi halinde 30 km kadar izlenir. KAF Doğu Marmara Segmenti adı verilen bu fay, en iyi MDZ-97-09 no'lu sismik kesitte (Şekil-3) görülür. Bu kesitin yaklaşık 525. atış noktası yakınlarındaki fay zonunda, deniz tabanında bulunan Kuvaterner sedimanları, kuzeyi düşük blokta kalacak biçimde etkilenmiş gibi görünürler. Aslında bu zonda yer alan faylar da, Adalar Fayı gibi yanal atımlı olup, derine doğru birleşerek tek bir fay gibi davranır. Bu kesitte, Kuzey Kenar Fayı ve aradaki diğer normal atımlı faylar görülüyor. Güney Kenar Fayı kesit dışında kalır. 2 saniye çizgisinin üzerinde, Kuvaterner sedimanları içinde görülen karmaşık refleksiyonların çoğu kayma yapıları olmalıdır ve bu da sedimantasyon sırasındaki tektonik aktiviteyi gösterir.

KAF, İmralı Adası'nın 22 km kuzeydoğusunda sönümlenen Doğu Marmara Segmenti'nden, kuzeye doğru 12 km'lik bir sıçrama daha yaparak yeni bir segment oluşturur. KAF Orta Marmara Segmenti olarak adlandırılan bu fayın en doğu ucu, Çekmece kıyılarına 10 km uzaklıktadır (Şekil-1). Bu noktadan BGB yönüne doğru, kuzeye ve güneye bükümlü dalgalanmalar yaparak 75 km devam eder, Marmara Adası'nın 17 km kuzeyinde sönümlenir veya aşağıda değinilecek olan KAF'nın Marmara Denizi'ndeki son segmentiyle birleşir. Burada yeterli sismik veri bulunmadığından sönümlenme ya da diğer kolla birleşme konusunda kesin bir kanıya varılamadı. Orta Marmara Segmenti'ni tanımlamak için S-52 no'lu sismik kesit (Şekil-4) kullanıldı. Bu kesitte atış noktası 1030'da yanal atımlı fay görülür. Ayrıca, fayın iki yanında, deniz tabanındaki Kuvaterner sedimanlarında 7-10 m'lik bir kot farkı da gözlenir. Altta kıvrımlı ve üste doğru yatay olan Pliyo-Kuvaterner sedimanları, fayların günümüze kadar aktif olduğu bir dönemde çökelmişlerdir. Marmara Deni-



Şekil 4: S-52 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 10: Şekil 4'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış C'-C jeolojî enine kesiti (altta).

zi yamacını kat eden birçok kesitte görüldüğü gibi, bu kesitin de en kuzeyinde deniz tabanında aktif tektonizmanın etkisiyle gelişmiş bir kayma yapısı görülür. Kesitin buraya alınmayan kuzey ve güney kesimlerinde de buna benzer birçok yapı görmek mümkün.

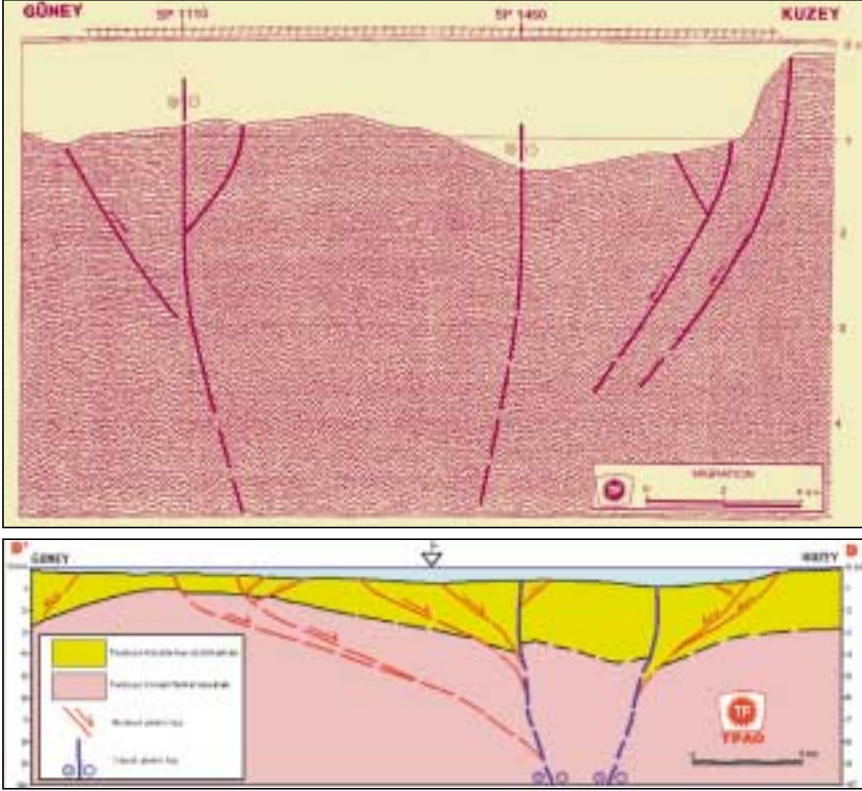
KAF Ganos Segmenti Marmara Denizi'nde, Tekirdağ ile Şarköy arasında yer alan Gaziköy'den, KD yönüne doğru, 56 km uzanır. Karadaki devamıysa Gaziköy'den, Gelibolu Yarımadası'ndaki Bolayır'a kadardır. Buradan tekrar denize (Saros Körfezi'ne) girerek yarımadanın kuzey kıyısını izler. Marmara Denizi'nde kuzeye içbükey bir görünümü vardır. Marmara Ereğlisi'nin güneyinde sönümlendiği yerin ilçeye uzaklığı 6,5 km'dir. Ganos Segmenti'nin en iyi gözlemlendiği sismik kesit TK-48'dir (Şekil-6). Bu kesitin 660 no'lu atış noktasında görülen yanal atımlı fayda, kuzey bloktaki kotta küçük bir düşme de görülür. Kuzey ve Güney fayları ile bunların arasında kalan diğer normal atımlı faylar, başka kesitlerde de olduğu gibi, ana faya (yanal atımlı faya) doğru eğimlidir. Fayların deniz tabanını etkilemiş olması; kesitte, özellikle güney yamaçta görü-

len kayma yapıları, diğer bölgelerde olduğu gibi hareketliliğin günümüzde de devam ettiğinin göstergesidir.

TK-50 sismik kesitinde (Şekil-5) Ganos ve Orta Marmara segmentlerini aynı anda görmek mümkündür. Bu kesitte kuzeyde kalan (atış noktası 1460) yanal atımlı fay Ganos; güneydekiyse (atış noktası 1110) Orta Marmara faylarıdır. En kuzeyde görülen normal atımlı fay, Kuzey Kenar Fayı'dır ve Ganos Segmenti'ne doğru eğimlidir. Kesitin buraya alınmayan güney devamında görülen normal atımlı faylarsa, Orta Marmara Segmenti'ne doğru eğimlidir.

## Jeolojik Yorum ve Tartışma

Marmara Denizi'nde yer alan, Pontid İçi Kenet Çizgisi adı verilen (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve iki kıta arasındaki okyanusun kapanarak Paleosen-Erken Eosen zamanlarında kıtaların çarpışmasıyla oluşan zon, o zamandan günümüze kadar çeşitli havzaların oluşumunda etkili olan bir zayıflık zonu olmuştur. Çarpışmadan hemen sonra



Şekil 5: TK-50 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 11: Şekil 5'de görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış D'-D jeoloji enine kesiti (altta).

gelişmeye başlayan bir fay sistemi, Orta Eosen'den Erken Miyosene kadar aralıklarla etkili olmuş ve havza bu fay sistemi kontrolünde gelişmiştir. Geç Miyosende gelişen faylar bütün Batı Anadolu'da ve Marmara Denizi'nde görülen Neotektonik Dönem faylarıdır. KAF'ın başlama yaşı olan Pliyosen'den bu yana, yukarıda anlatılan fay sistemi gelişmiştir. Marmara Denizi'nde, kıta çarpışmasında oluşanlar da dahil olmak üzere, dört ayrı fazda gelişen faylar, daha eski yapılar tarafından kontrol edilmişlerdir. Bu nedenle, Marmara Denizi'nde düzenli ve sürekli Neotektonik yapılar izlenemez.

Marmara Denizi'nde, iki tür aktif fay ayırdetmek mümkün. Bunlardan birincisi dört ayrı segmentten oluşan, genellikle dik bir düzlem oluşturan ve yanal atımlı olan faylar; ikincisiyse iki yandan bu faylara doğru eğimli olan normal atımlı faylardır.

Marmara'da görülen yanal atımlı olan fay zonu, doğuda Gölcük-Sapanca, batıda ise Gaziköy-Bolayır doğrultusunda Kuzey Anadolu Fayı'yla birleşir. Bu nedenle sismik kesitlere dayanılarak haritalanan fay zonunun, sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı olduğu kabul edilmiştir. Marmara Denizi'nde sismik kesitlerin yorum-

lanmasıyla doğrultu atımlı fayların yönünü söylemek çok zordur. Ancak, Doğu Marmara Segmenti'nin batıdaki bitiş noktasıyla Orta Marmara Segmenti'nin doğudaki bitiş noktası arasında kalan alanda görülen KD-GB gidimli fayların (Şekil-1) doğuda kalan bloklarının düşük olması, buradaki segmentlerde sağ yönlü bir atımın ve buna bağlı olarak bir açılmanın geliştiğinin belirteci olabilir. Aynı biçimde fayların sıçrama veya büklüm yaptığı diğer yerlerde de buna benzer açılma veya sıkışma yapılarının bulunması gerekir. Bunların ortaya konabilmesi için sismik kesitler üzerinde daha detaylı yorum yapılması gerekir.

Haritalanan ve düşey atımlı olan fayların tamamı, ortalarından geçen yanal atımlı faylara doğru eğimlidirler. Burada, asal bileşenlerinin düşey atım olması nedeniyle bu biçimde anılsalar da, bir miktar yanal atım bileşenlerinin de olacağı kuşkusuz. Bu nedenle, rev atımlı olduklarını söylemek de mümkün. Örneğin, Şekil-3'te görülen Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde kalan normal atımlı fayların, doğrultu atım bileşenleri de vardır.

Normal fayların en kolay izlenebilenleri kenar faylarıdır ve daha önce de sözü edildiği gibi Marmara Deni-

zi'nin şelfini sınırlarlar (Şekil-7). Bu sınır aynı zamanda Pliyo-Kuvaterner sedimantasyonunu da kontrol eder. Kenar fayları ve diğer normal atımlı faylar, aynı zamanda büyüme fayları niteliğindedir, geçmişteki sedimantasyon sırasında olduğu gibi, günümüzde de havzanın sürekli olarak çökmesine neden olurlar. Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fayı'nın çalışmaya başlamasından günümüze kadar olan 4 milyon yılda, 2-3 km'ye ulaşan kalınlıklarda sedimanın biriktiği tahmin ediliyor. Burada aynı zamanda 1200 m su derinliğine kadar ulaşan çukurluklar da bulunuyor (Şekil-7). Bu da çökme hızının sedimantasyon hızından çok fazla olduğunun açık bir göstergesidir.

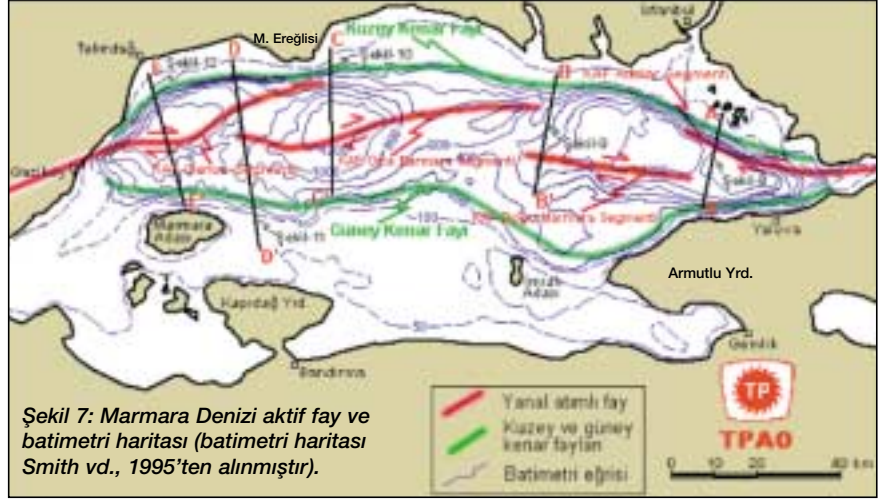
Sismik kesitlerden yararlanılarak yorumlanmış olan jeoloji enine kesitleri (Şekil-8, 9, 10, 11 ve 12), Marmara Denizi'nin bugünkü yapısını gösterirler. Aynı zamanda Marmara'nın biçimlenmesini de sağlayan buradaki fay sistemi, "negatif çiçek yapısı", olarak adlandırılan (Harding, 1985) ve doğrultu atımlı fay zonlarında sıkça görülen bir sistemdir. Bu sistemde normal atımlı faylar, hareketin asıl nedeni olan yanal atımlı faya doğru eğimli olur ve derinlerde bu ana fayla birleşerek tek bir fay olarak devam ederler. Aslında bütün Marmara Denizi, karmaşık negatif çiçek yapılarının biçimlendirmesi sonucu bugünkü halini almıştır. Bu negatif yapıların içerisinde, Şekil-5 ve 11'de görüldüğü gibi, iki yanal atımlı fayın arasında, daha küçük ölçekte pozitif çiçek yapıları da olabilir. Yer yer 1200 m'ye varan çukurlukların geliştiği bu havzayı tek bir fay segmentiyle oluşturmak oldukça zordur. Haritalardan ve sismik kesitlerden görüldüğü gibi, Marmara'yı etkileyen Kuzey Anadolu Fayı'nın yanı sıra, onunla ilişkili Kuzey ve Güney Kenar Faylarıyla çok sayıda küçük ölçekli fay bulunur. Kuzey Anadolu Fayı, İzmit Körfezi'nden Gaziköy'e kadar olan bölümde tek bir çizgi halinde olmayıp, doğrultu değişimleri de olan ve birtakım sıçramalar yaparak uzanan, dört ayrı segmentten oluşur. Kabaca Marmara Denizi'nin ortalarından geçen bu segmentler, aynı zamanda denizin uzun eksenine paraleldir. Bu geometrik biçime uyumlu olarak yayılım gösteren çökel paketiye Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır.

1999 yılında oluşan depremlerden sonra güncellik kazanan Marmara Denizi faylarıyla ilgili olarak çeşitli araştırmacılar görüş bildirmişlerdir. Bu görüşler üç ana fikirde toplanabilir:

Barka ve Kandisky-Cade (1988), önerdikleri modelde Marmara Denizi'nin, KKD-GGB yönlü ve birbirine paralel sağ yönlü faylarla bunlar arasındaki D-B yönlü normal faylar tarafından biçimlendirildiğini, bu biçimlenme sırasında bugün var olan batimetri çukurluklarının çek-ayır (pull-apart) havzaları olarak geliştiğini vurgularlar.

Okay ve diğerleri (1999a), Marmara'nın batısında yaptıkları çalışmada burada gelişen havzayı, bu çalışmayla kısmen benzerlik taşıyan, doğrultu atımlı faylarla açılan, bir negatif çiçek yapısı olarak betimler. Okay ve diğerleri (1999b), Kuzey Anadolu Fayı'nın doğuda İzmit Körfezi'nden itibaren batıya doğru, D-B genel gidişli ve yaklaşık birbirine yarı paralel üç faydan meydana geldiğini belirtir. Okay ve diğerleri (1999c) ise, üç transform fayın birleşme yerinde Doğu Marmara'daki çukurluğun açıldığını, bu faylardan ikisinin şu anda aktif olmadığını ve günümüzde burada, Batı Marmara'ya benzer bir yapının geliştiğini belirtir.

Le Pichon ve diğerleri (1999), Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi'ni yaklaşık doğu-batı yönde kesintisiz kat eden tek segment halinde uzandığını savunurlar.



Şekil 7: Marmara Denizi aktif fay ve batimetri haritası (batimetri haritası Smith vd., 1995'ten alınmıştır).

Marmara Denizi'nin batimetrisi hakkında sağlıklı bilgiler veren bir harita henüz mevcut değil. Bununla birlikte, Smith ve diğerleri (1995)'ten alınan ve Şekil-7'de görülen haritadaki batimetri, Marmara'nın ana hatlarını yansıtır. Bu harita üzerine işlenen KAF'ın, Marmara Denizi'nin bugünkü çukurluklarını kestiği görülür. Dolayısıyla, bu çukurlukların morfolojik konumlarını KAF'dan daha önce kazanmış olmaları gerekir. Aynı biçimde Marmara Denizi'nde bulunan adaların da, KAF'ın oluşumundan önce de var olan birer morfolojik yükselimler olduğu sonucuna varılır. Fayın aktivite kazanmasıyla, Marmara Denizi de şekillenmeye başlamış, önceden var olan engebeli topografyadaki çukurluklar, sedimanların ilk ve daha fazla birike-

ceği ve daha fazla çökecek alanları oluşturmuştur. Böylece, Marmara'da bulunan ve KAF'la ilişkilendirilen çukurlukların çoğunun, faydan daha yaşlı olmasına karşın, aynı zamanda fayın aktivite kazanmasıyla, en fazla çökme ve en çok sediman birikme alanları olduğu ortaya çıkar. Dolayısıyla, Barka ve Kandisky-Cade (1988)'in tanımladığı şekliyle Marmara Denizi çukurluklarının, KD-GB doğrultulu ve KAF olarak tanımlanan aktif faylar tarafından açıldığına dair bir veri yok.

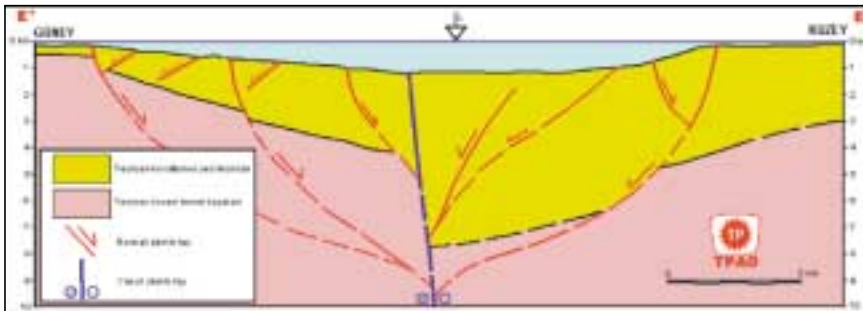
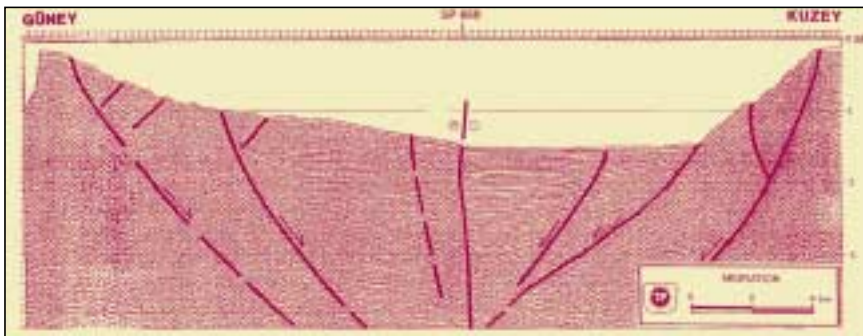
Bunun yanı sıra, Marmara Denizi'nde KAF; Okay ve diğerleri (1999b)'nin belirttiği gibi birbirine paralel üç faydan ve Le Pichon ve diğerleri (1999)'nin belirttiği gibi tek bir faydan oluştuğu da görülüyor; yukarıda da tanımlandığı gibi birbiriyle ilişkili fakat sıçramalar yapan dört ayrı segmentten oluştuğu gözleniyor.

Muzaffer Siyako, Taner Tanış, Fuat Şaroğlu  
Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü  
msiyako@petrol.tpa.gov.tr

Bu çalışmadaki uzaklıklar, büyük ölçekli gerçek sismik lokasyon haritalarından ölçülmüştür. Yazıda yer alan küçük ölçekli haritalardan uzaklık ölçmek yanıltıcı olabilir. Ayrıca bu çalışmada, TPAO'nun arşivinde bulunan sismik veriler kullanılarak, Marmara Denizi'ndeki KAF ile buna bağlı olarak gelişmiş diğer faylar haritalanarak tanımlanmış olup, bu fayların depremelliği konusundaki tartışma uzmanlarına bırakılmıştır.

#### Kaynaklar

- Barka, A.A., Kandisky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics* 7, 663-684.
- Harding, T.P., 1985. Seismic characteristics and identification of negative flower structures, positive flower structures, and positive structural inversion, *AAPG Bulletin* 69/4, 582-600.
- Le Pichon, X., Taymaz, T. ve Şengör, A.M.C., 1999. Büyük marmara Fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir? *Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi*, 20 Kasım 1999, Sayı: 661, 8-11.
- Okay, A.I., Demirbaş, E., Kurt, H., Okay, N. ve Kuşçu, İ., 1999a. An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian Fault in Turkey, *Tectonics* 18, 129-148.
- Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A. ve Kuşçu, İ., 1999b. Marmara Denizi'nde İstanbul'u tehdit eden kırıklar, *Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi*, 28 Ağustos 1999, Sayı: 649, 8-10.
- Okay, A.I., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A. ve Kuşçu, İ., 1999c. Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey (baskıda).
- Smith, A.D., Taymaz, T., Okay, F., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J.A., Kara, S., Şimşek, M., 1995. High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quaternary sedimentation and sea-level changes. *Geol. Soc. Am. Bull.* 107, 923-936.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: *Tectonophysics*, v. 75, 181-241.



Şekil 6: TK-48 no'lu sismik kesit (üstte). Şekil 12: Şekil 6'da görülen sismik kesitten yararlanılarak yapılmış E'-E jeolojik enine kesiti (altta).