

İZMİT KÖRFEZİNİN YAPISAL VE SİSMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

The Structural and Seismic Features of İzmit Bay

Hayrettin KORAL*, Ali Osman ÖNCEL**

ÖZET

Saha verileri İzmit körfezinin kademeli (en echelon) bir örnek sergileyen sağ yönlü doğrultu atımlı faylar boyunca ve fayların aşma gösterdiği yerlerde oluşan grabenlerden meydana geldiğini düşündürmektedir. Grabenleri oluşturan faylardan biri doğuda İzmit' te başlayıp KD-GB yönünde Marmaraya kadar uzanan ve Karamürsel' de yersel süreksizlik gösteren doğrultu atımlı faydır. Diğeri, yaklaşık olarak Hereke' de başlar ilkine paralel olarak batıya doğru devam eder. Bir başkası ise, İzmit' ten başlayarak diğer faylara paralel olarak doğuya doğru uzanır. İzmit Körfezinin tektoniği Marmara Denizinde gözlenen yapının değişik ölçekli benzer bir model olmakla birlikte, bazı farklılıklar da sunmaktadır. Gözlenen yapılar Marmara denizinin jeolojik tarihçesine ışık tutabilecek özelliktedir.

ABSTRACT

The signature of field data suggests İzmit Bay is composed of separate basins formed along several dextral strike-slip faults. The grabens are considered to lie at overlapping sections of the faults which display an en echelon pattern. One of these faults begins from İzmit city and extends towards the Sea of Marmara in a NE-SW' ly direction. Another starts near Hereke and extends westwardly almost parallel to the first one. The other begins from İzmit city and extends eastwardly. The geometry of these faults is similar to, but also different from structure reported for Sea of Marmara. The difference is important in that it may provide clues to the structural evolution of Marmara sea.

GİRİŞ

İzmit körfezi yıllardan beri coğrafik konumu, jeolojik ve yapısal özellikleri bakımından birçok yerli ve yabancı araştırmacının dikkatini çekmiştir (Örneğin Pavoni, 1961; Akartuna, 1968; Ketin, 1966, 1968, 1979, Brinkmann, 1976). Bu ilgi son yıllarda yoğunlaşarak artmaktadır (Örneğin Şengör et al., 1985; Barka and Cadinsky-Cade, 1989; Bargu ve Yüksel, 1993). Çalışmalar çoğunlukla bölgenin jeolojisi, stratigrafisi ve körfezdeki genç çökellerin dağılımı ile ilgilidir. Bölgenin bazı yapısal öğelerini araştıran çalışmalar bulunmasına rağmen (Örneğin Barka and Cadinsky-Cade, 1989; Suzanne, 1990; Bargu ve Yüksel, 1993), bölgenin özel tektoniğine yönelik çalışmalar azdır. Bu makale, bölgesel yapısal ve sismolojik verileri ilişkilendirerek değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

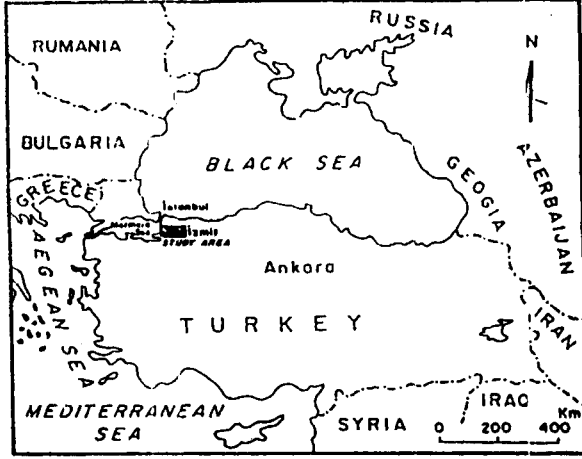
İzmit Körfezi doğuya doğru yaklaşık 49 km uzanan Marmara Denizinin bir uzantısı şeklindedir (Şekil 1). Uzay görüntülerinde kuzey ve güney yamaçları dağlarla çevrili, birbirlerine dar boğazlarla bağlanmış geniş tekneler şeklinde gözlenir. Körfezin en dar yeri Tütüncüflük-Yüzbaşılar arası (Gölcük) yaklaşık olup, yaklaşık 2 km dir. En geniş yeri Hereke-Karamürsel arasında olup, 10 km genişliğe ulaşır. Körfezin en derin yeri 204 m derinlikle Ulaşlı açıklarıdır (Ergin and Yörük, 1990).

Körfez kıyıları 1-4 km arasında değişen sahil düzlükleriyle çevrelenmiştir. Sahil düzlükleri kuzey ve güneye gidildikçe yükselti kazanırlar. Körfezin Marmara Denizinden İzmit'e kadar uzanan kuzey kıyıları genelde yüksek kıyılarıdır. Bununla birlikte, dar alanlarda biriken yamaç molozuyla alçak kıyıları oluşmuştur. Körfezin güney kıyıları ise batıda Sarısu Deresi, Kılıç Dere ve Çay Dere, ortada Yalak dere, ve doğuda Kavaklı Deresi, Hisar Dere ve Batak Derenin oluşturduğu deltalarla çevrelenmiştir. Deltalar körfezin içine kamalar halinde ilerler.

JEOMORFOLOJİ VE SU ALTI TOPOĞRAFYASI

* İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İstanbul

** İstanbul Üniversitesi, Jeolojik Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İstanbul



Şekil 1: Çalışma alanını gösteren bulduru haritası

Figure 1: Location map for study area.

Körfezin orta kesiminde yer alan Yalak Derenin alüvyonları körfezin Dil Burnu ve Kara Burnu arasında önemli derecede daralmasına neden olur. Bu üç deltanın oluşturduğu kıyı ovaları dışında körfezin güney kıyıları özellikle Karamürsel dolayında dik yamaçlıdır. Dik yamaçlı kıyıları boyunca, körfez batimetrisi de sarptır (Ergin and Yörük, 1990). Körfezin sarp kıyı topografyası doğuya doğru bir yayvanlaşma gösterir.

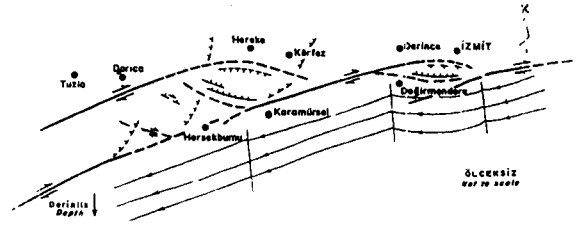
JEOLJİ VE JEOLJİK YAPILAR

İzmit Körfezi Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzey kolu üzerinde bulunmaktadır. Fay zonunda bulunuşu körfezin oluşumunda tektonizmanın etkinliğini açıkça ortaya koyan bir ilişkidir.

Saha verileri, körfezin doğrultu atımlı Kuzey Anadolu fay zonunda iki yanı faylarla sınırlanmış doğu-batı yönünde uzanan dar uzun çukurluklar oluşturan grabenlerden oluştuğunu düşündürmektedir (Şekil 2). Grabenlerden en doğuda olanı körfezin doğu ucundaki alüvyondan başlayarak Derinceye kadar devam etmektedir. Diğer bir graben Değirmendere'nin batısından başlar ve Dil (Hersek) Burnuna kadar devam eder. Bir başkası ise Dil Burnunun batısından başlayarak Marmaradaki graben sistemine doğru uzanır. Grabenlerin kuzey ve güney kanatları normal faylarla sınırlanmıştır. Normal faylardan bazıları deniz tabanına ulaşan aktif faylardır; diğerleri ise genç çökelleri etkilememişlerdir (Özhan ve diğ., 1985).

İzmit körfezinde gözlenen graben sistemleri birbirlerine paralel, fakat kademeli (en echelon) örnek gösteren yanıl atımlı faylar boyunca gelişmiştir (Şekil 2). Yazarlardan birininin (Koral) bir başka yayınımda inceleme konusu edildiği gibi faylardan biri doğuda İzmitte başlayan KD-GB yönünde Marmara'ya kadar uzanan ve Karamürsel'de süresizlik gösteren doğrultu atımlı faydır. Bu fay aynı zamanda Karamürsel fayı olarakta isimlendirilmektedir. Diğerleri ise yaklaşık olarak Hereke'

de başlayan diğer faya paralel olarak devam eden doğrultu atımlı faydır. Diğer bir fay İzmit civarında başlayarak KD-GB doğrultusunda doğuya doğru uzanır. Doğrultu atımlı faylar normal atımı egemen olan faylara dönüşerek sonlanırlar (Şekil 2). Faylanmanın bu özelliği kireçtası gibi litolojilerde belirgin bir şekilde görünmektedir. Tabakalar fleksürel biçimde birbirleri üzerinde normal atımı karşılayacak bir şekilde hareket etmişlerdir.



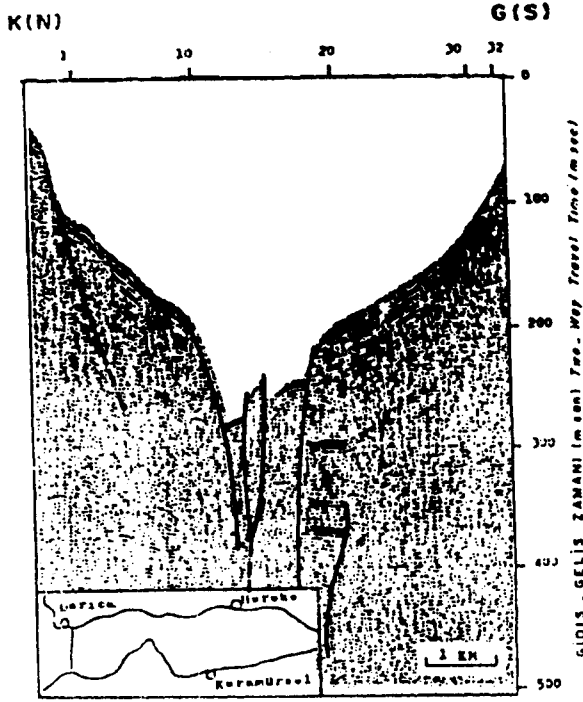
Şekil 2: İzmit Körfezi'nin ana yapısal özelliklerini gösteren şematik kesit. Kesikli çizgiler olasılık fayları göstermektedir.

Figure 2: Schematic cross-section showing main structural features in İzmit Bay. Dashed lines indicate possible fault planes.

Fayların süresiz olmaları ve en echelon örnek sunmaları körfez boyunca bazı başka küçükhavzaların oluşumunda etkili olmuştur. Buna örnek olarak Derince'den Karamürsel'e kadar uzanan Karamürsel fayı örnek gösterilebilir. Fayın Dil (Hersek) Burnu girişinde süresizliği nedeniyle burnun hemen batısında küçük bir graben oluşmuştur (Şekil 2). Benzer bir süresizlik Çatal Burnun batısında tekrarlanmıştır. Her iki graben doğuya eğimli yayvan sırtlarla ayrılmışlardır. Sırtların masif bir özellik taşıyan birimlerden oluştuğu sismik verilerden belirlenmiştir (Özhan ve diğ., 1985).

Bölgedeki fayların derinde tek bir fayda birleşme eğilimleri, körfezi K-G yönünde kesen bazı sismik profillerde gözlenebilmiş ve bu nedenle Kuzey Anadolu fayı için negatif bir çiçek yapısı önerilmiştir (Şekil 3) (Bargu ve Yüksel, 1993). Doğrultu atımlı faylar, körfezi oluşturan grabenler dolayında normal atımı baskın bir özellik sergilemektedir. Bu özellik körfez boyunca alınan sismik profiller ve yapılan saha araştırmalarında gözlenmektedir.

Tektonik hareketler körfez çökellerinde sismik ve kronolojik yöntemlerle belirlenen yersel uyumsuzlukların oluşumunda etkin olmuştur. Sismik çalışmalar çökellerde üç farklı uyumsuzluk belirlemiştir (Özhan ve diğ., 1985). Bu uyumsuzlukların bölgesellik sergilememeleri, bunların tektonik olaylar sonucunda oluşabileceğini akla getirmektedir. Ayrıca, Yalak Derenin körfeze döküldüğü yerde oluşan alüvyon'un Hersek Burnu güneyinden geçen faylanmanın etkisiyle sağ yönlü olarak ötelendiği görüntüsü (Yücel Yılmaz, 1994, sözlü görüşme) güncel tektonizmanın diğer bir bulgusudur.



Şekil 3: İzmit körfezindeki fay geometrisi (Bargu ve Yüksel)
Figure 3: Geometry of faults in İzmit Bay (Bargu and Yüksel, 1994)

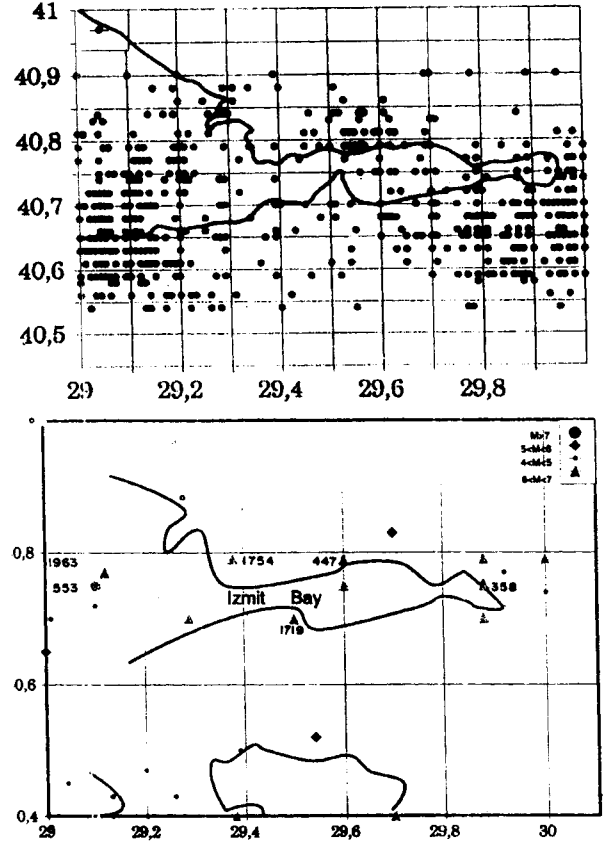
SİSMOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İzmit körfezinin sismik verileri körfezin yapısal özellikleriyle uyumlu bir örnek sergilemektedir (Şekil 4). Mikrodepremler körfezin çevresinde yoğunlaşmaktadır ve özellikle güney kıyılarda kuzeye nispeten sayıca daha fazladır. Ayrıca, körfezi ikiye bölen İzmitten Marmaraya uzanan yaklaşık D-B yönünde bir çizgi boyunca mikrodepremler gözlenmektedir. Körfezin çöküntü alanlarında mikro-deprem sayısındaki önemli sayıda bir azalma ise dikkat çekicidir (Şekil 4a).

Körfez kıyılarında kaydedilen mikro depremler körfezi sınırlayan faylarla, özellikle doğrultu atımlı faylarla ilişkili gibi görülmektedir. Deprem sayısında güney kıyıda kuzeydekine göre artış, bu kesimin çok daha aktif oluşuyla açıklanabilir. Mikro depremlerin çöküntü havzalarındaki sayıca azlığı, buna karşın körfez çevresine yoğunlaşması yersel bir sismik suskunluğu (sismik gap) gösterebileceği gibi, körfezi çevreleyen fayların göreceli aktifliğini de işaret edebilir. Körfezi ikiye bölen bir çizgi boyunca izlenen az sayıda mikro-depremler, nedeni pek anlaşılmamakla birlikte, Kuzey Anadolu Fayının derin bir bileşeninden kaynaklanabilir.

Körfezde tarihsel ve aletsel dönemde gözlenen orta ve büyük ölçekli depremler, mikro depremlerden farklı olarak, körfezin yapısını oluşturan doğrultu atımlı faylar boyunca yoğunlaşmış görüntüsü vermektedir (Şekil 4b).

Bunlara örnek olarak $M_s \geq 6.9$ ' den daha büyük olan 358,



Şekil 4: İzmit Körfezi çevresinde kaydedilen a) mikro deprem b) tarihsel ve aletsel dönemde kaydedilen orta ve büyük şiddetli depremler.

Figure 4: Micro-seismicity and medium-large earthquakes observed in İzmit Bay.

(Sosyal 447, 553, 1754, 1719 ve 1894 gibi tarihsel depremler ve Yalova-Çınarcık ($M_s=6.3$, 1963) depremi verilebilir ve diğ., 1981). Söz konusu orta-büyük ölçekli depremlerden sadece ikisi körfezi yaklaşık ikiye bölen çizgisellik boyunca meydana gelmiştir. Diğerleri kademeli (en echelon) örnek gösteren doğrultu atımlı fay boyunca meydana gelmiştir. Magnitüdüleri $M_s \geq 6.9$ olan depremlerin etki alanlarının İstanbul ve Bursa'ya kadar uzanması diğer ilgi çekici bir özelliktir.

Evans ve diğerleri (1985) deprem odakları için yaptıkları birleştirilmiş fay düzlemi çözümlerinde (composite fault plane solution) doğrultu atım bileşeni olan normal faylanmalar tesbit etmişlerdir. Bu bulgular KAFZ'nun açılma zonuna girdiğini ve bölgede gözlenen normal faylanmaları desteklemektedir. Sapanca gölü doğusunda mikro depremler üzerinde yapılan benzer bir çalışmada Iio vd. (1989) da normal faylanmaların varlığı belirlenmiştir. Bu güzergahta bulunan Yalova Çınarcık (1963) depreminin fay

düzlemi çözümünün normal faylanma göstermesi bölgede genişleme tektoniğinin bir bulgusu olabilir (Cantez ve Üçer,1967, Jakson ve McKenzie,1987).

SONUÇLAR

Saha ve deprem verilerine dayanılarak İzmit körfezinin tektonik yapısı için bir model önerilmiştir. Bu yapı, Kuzey Anadolu fayı boyunca en echelon bir örnek sunan fayların geometrik düzenlemesinden oluşan ve birbirleriyle dar boğazlarla bağlantılı olan başlıca üç grabendir. Grabenler, en echelon atım gösteren doğrultu atımlı fay sistemleri boyunca gelişmiştir. Bölgesel mikro-deprem dağılımı körfezin güney kıyısını sınırlayan fayın kuzeydekine göre daha aktif olduğunu akla getirmektedir. Mikro depremler hem doğrultu hemde normal atımlı fay zonları üzerinde gözlenmektedirler. Buna karşın, orta ve büyük şiddetli depremler ise doğrultu atımlı faylar boyunca oluşmuş izlenimi uyandırmaktadır.

DEĞİNİLENER KAYNAKLAR

- Akartuna, M., 1968, Armutlu yarımadasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri., 20,105.*
- Brinkmann, R.,1976, Geology of Turkey, Elsevier, Amsterdam, 158p.*
- Barka, A.A., and K. Kadinsky-Cade, 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, 7, 663-684.*
- Bargu, S. ve Yüksel, A., 1993, İzmit körfezi Kuvaterner deniz dibi çökellerinin stratigrafik ve yapısal özellikleri ile kalınlıklarının dağılımı. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 8, 169-187, 1973.*
- Cantez, N. and Üçer, S.B., 1967, Computer determinations for the fault plane solutions in and near Anatolia, Tectonophysics, 235-244.*
- Ergin, M. and Yörük, R. 1990, Distribution and texture of the bottom sediments in semi-closed costal inlet, İzmit Bay from the eastern sea of Marmara (Turkey), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 30, 647-654.*
- Evans, R., Asudeh, I, Crampin, S. and Üçer, S.B.,1985, Tectonics of the Marmara Sea Region of Turkey: New evidence from micro-earthquake fault plane solutions, Geophysical Journal of Research Astronomical Society, 83,47-60.*
- Koral ve Eryılmaz (yayıma hazırlanıyor) İzmit körfez tektoniği.*
- Lio, Y., Nishigami, K., Gürbüz, C. and Üçer S.B., 1989, Micro-seismic activity around the western extension of the 1967 Mudurnu Earthquake Fault, Multidisciplinary Research on the fault activity in the western part of the North Anatolian Fault zone, 2, (Eds. Y. Honkura and A.M. Işıkara) Tokyo, Inst. Tech. and B.Ü. Kandilli Obs. and E.R.I., 57-66.*
- Jackson, J. and McKenzie, D.P., 1987, The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East, Geophysical Journal, 93, 45-73.*
- Ketin, I, 1966, Tectonic units of Anatolia, Bulletin of Mineralogical Research Exploration Institute, Ankara, 66,1-42.*
- Ketin, I, 1968, Türkiye' nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler, MTA Enst. Dergisi, 71,129-134.*
- Ketin, I,1979, Kuzey Anadolu fayı hakkında, MTA Enst. Dergisi. 72,1-27.*
- Özhan, G., Kavukçu, S., Çete, M., Kurtuluş, C., 1985, Marmara Denizi-İzmit Körfezi yüksek ayırımı sığ simik etüdü raporu, MTA Jeofizik Etüdüleri Dairesi Başkanlığı.*
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınok, Y., 1981, Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem kataloğu, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu 341,122.*
- Suzanne, P., Lyberis, N., Chorowicz, J., Nurlu, M., Yürür, T., et Kasapoğlu, E., 1990, La geometrie de la faille nord anatolienne a partir d' images Lnadat-MSS, Bulletin Society Geological France, 4, 589-599.*
- Şengör, AMC, N. Görür, and F. Şaroğlu,1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, SEPM Special pub., 37,227-264.*