

16 OCAK 2001 (MD=4.2)

İSTANBUL DEPREMİ

Prof. Dr. Tuncay Taymaz*
Arş. Gör. Onur Tan*

Dünyanın önemli aktif kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde - karmaşık jeolojik ve jeodinamik yapısından dolayı- önemli büyüklükte yıkıcı deprem oluşturabilecek boyutlarda aktif kırık (fay) zonu sayısı çok. Özellikle, Marmara Denizi ve çevresinin Neojen - Kuvaterner dönemindeki yapısal ve paleocoğrafik evrimine ilişkin birçok araştırma bulunmakta ve genelde bölgedeki paleocoğrafik değişimler, Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın yapısal evrimiyle özdeşleştirilmiş durumda.

Marmara Denizi, yerbilimlerinin gözüyle bakıldığında Ege Denizi ve Karadeniz'i birleştiren, 275 km uzunluğunda ve 80 km genişliğinde, güney kısımları daha sığ fakat derinlikleri yer yer 1250 metre'ye kadar ulaşan çukurlukları içeren denizel bir çökelme ortamı (bkz. Şekil 1). KAF'ın (sağ-yönlü doğrultu atımlı kırık zonu, > 1000 km) batı ucunda bulunan çökelme ortamında, bu önemli kırık zonunun, karakterini değiştirerek çizgiselliğini, birbirlerine paralel olarak gelişmiş birtakım fay zonlarına bıraktığı ve deformasyonun oldukça geniş bir alanda (~120 km) etkinliğini sürdürdüğü gözlenmektedir. Anadolu levhasının batıya doğru kaçış hareketi, işte Marmara Denizi ve çevresindeki bu fay sistemlerinin yardımıyla Ege'nin kuzey bölgesinde de etkinliğini sürdürüyor.

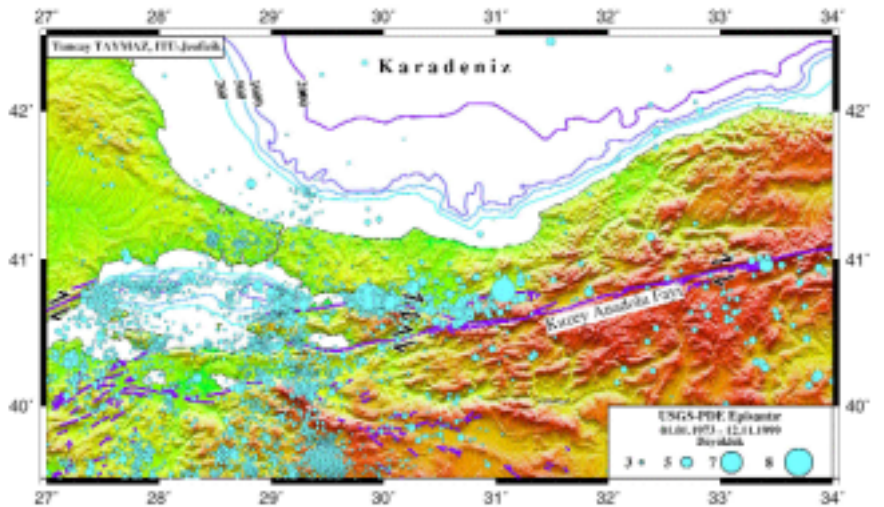
Marmara Denizi içerisinde KAF'ın davranışı ve geometrisi karasal bölgelerde gözlemlendiği gibi açık değil. Bir başka deyişle, Anadolu levhasının batıya doğru hareketi Marmara Denizi içerisindeki birtakım kırık sistemleri boyunca karmaşık bir mekanizmayla kuzey Ege'ye iletilmekte. 31° Doğu boylamının batısında KAF, çizgiselliğini, birbirine paralel doğrultuda sıralanan bir fay sistemine bırakmakta. Bu sağ-yönlü kırık zonları, Marmara Denizi ve çevresinde gözlenen sismik aktivite'nin kaynağını oluşturuyorlar. Bölgede gözlenen deformasyonlar (depremler), bu kırık

zonlarında gerek doğrultu-atımlı faylar, gerekse normal faylar boyunca oluşuyorlar.

Marmara ve Çevresinde Önemli Depremler

Marmara denizi ve çevresini 20. yüzyılda etkileyen önemli depremler şunlar:

- 9 Ağustos 1912 / Saros-Marmara (Ms=7.4)
- 4 Ocak 1935 / Marmara (Ms=6.4)
- 18 Mart 1953 / Yenice-Gönen (Ms=7.2)



Şekil 1: USGS-NEIC-PDE verilerine göre 1 Ocak 1973 - 12 Kasım 1999 döneminde Marmara Denizi ve Çevresinin sismik aktivitesi (depremlerin dağılımları - mavi daireler). Aktif kırık (fay) zonları kalın mavi çizgilerle gösteriliyor. (Şaroğlu ve diğ., 1992). Topoğrafya (eş yükseklik) verileri USGS-ETOPO30 ve batimetrik (eş derinlik) verileri BODC-GEBCO/97'den alınmıştır.

- 18 Haziran 1953 / Edirne (Ms=5.2)
- 18 Eylül 1963 / Yalova-Çınarcık (Ms=6.4)
- 6 Ekim 1964 / Manyas (Ms=6.9)
- 23 Ağustos 1965 / Saros (Ms=5.9)
- 22 Temmuz 1967 / Mudurnu-Adapazarı (Ms=7.1)
- 27 Mart 1975 / Saros (Ms=6.6)
- 17 Ağustos 1999 / Gölcük (Mw=7.4)
- 13 Eylül 1999 / Sapanca (Mw=5.9)
- 11 Kasım 1999 / Sapanca (Mw=5.6)
- 12 Kasım 1999 / Düzce (Mw=7.1)

16 Ocak Depremi

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Bayındırlık Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü'nün verdikleri bilgilere göre 16 Ocak 2001 sabahı İstanbul'da hissedilen ve Adalar-Bostancı-Kartal depremi olarak adlandırılan bu sarsıntı birçoğumuzu tatlı uykumuzdan uyandırdı (Şekil 2). Aşağıdaki tabloda sismolojik parametreleri ön bilgilere göre verilen ve 17 Ağustos 1999 (Mw=7.4) Gölcük depreminin günümüze süregelen mikrodepremlerin (artçı) devamı niteliğindeki bu olağan deprem, toplumsal olarak deprem konusundaki panik seviyesine varan hassasiyetimizi daha da arttırdı.

16 Ocak 2001 İstanbul depremi olasılıkla doğrultu (yanal) ve normal (düşey) atımlı faylanma mekanizması (oblik) sonucunda oluştu. Geçmişte bu

Oluş Zamanı (sa: dk: sn)	Enlem (Kuzey °)	Boylam (Doğu °)	Derinlik (km)	Büyüklik (Md)	Kaynak
05:33:02.50	40.90	29.14	9,7	4,2	B.Ü Kandilli
05:33:03.18	40.94	29.08	10,9	4,1	DAE-Ankara

bölgede oluşmuş depremlerin fay (odak; oluşum; kırılma) düzlemi çözümleri, bu iki tür faylanma mekanizmasının beraber işleyişini göstermektedir. İstanbul-Adalar civarında oldukça fazla hissedilmesi ve depremin yerleşim birimlerine çok yakın olması, yanal ve düşey atımlı (oblik) yer değiştirmelerin önemini vurguluyor. (bkz. Şekil 3-D; yer yapısı ve bina statığı de tartışılması gereken diğer etmenler). Doğuda çok sık gözlenen kırılma (fay) mekanizması türlerinin jeolojik-tektonik ve sismolojik-sismotektonik görünümü Şekil 3'te özetlenmiş bulunuyor.

Tartışma

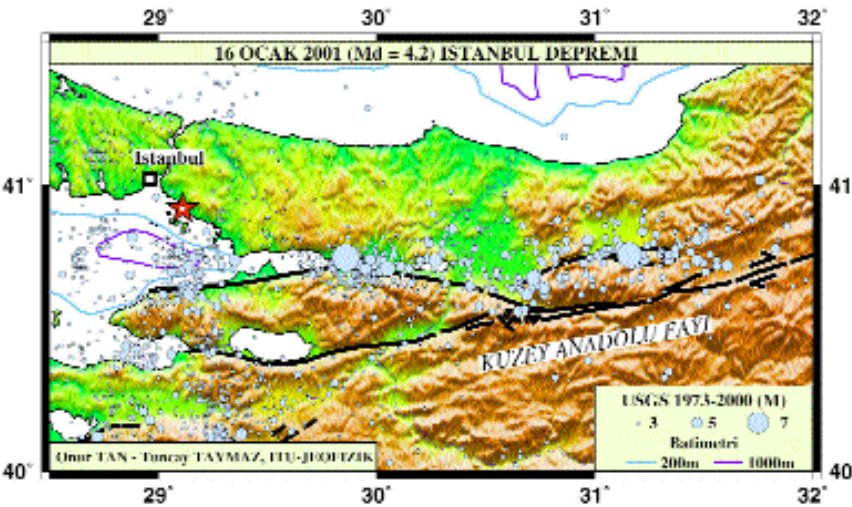
17 Ağustos 1999 Gölcük (Mw=7.4) depremi sonrasında KAF'ın kuzey kolu üzerinde yüzey kırılması gerçekleşmeyen faylar (Dokurcun segmentininin 1967 kırığının batı kesimindeki devamı) Düzce fayının doğu yarısı ve Hendek fayı ve 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminden sonra, doğu kesimde Düzce ve Hendek fayları üzerine gerilim (stres) transfer edildiği ve dolayısıyla bu faylardaki olası deprem riskinin arttığı bilinmekteydi. 12 Kasım 1999 Düzce (Mw=7.1) depremi ve artçıları bu gözlemleri doğruladı. Mar-

mara Bölgesi doğu kesiminin morfolojik ve sismotektonik yapısı 1999 Gölcük ve Düzce depremleriyle birlikte değerlendirildiğinde KAF'ın Marmara Denizi içerisindeki yapısı ve geometrisi hakkında daha güvenilir yorumlar yapılabiliyor. Her iki deprem kırığı, toplam 220 km boyunca küçük değişikliklerle birbirini izleyen alt bölümlerden oluşmuş durumda ve çok sayıda doğrusal uzanım gösteriyor. 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminin yüzey kırıkları, Sapanca Gölü ve Sakarya ovasını doğu-batı yönünde boydan boya katettiler. Sakarya ve Düzce ovalarının alüvyon altındaki taban topografyası, günümüz Marmara Denizi çukurluklarıyla benzer geometride bulunuyor. Marmara Denizi'nde toplanan ve değerlendirilen sismik veriler de bu benzerliğe işaret ediyor. Son iki depremin yüzey kırıklarının özellikleri Marmara Denizi'ne uyarlandığında, tartışılanların aksine Marmara denizi içerisinde KAF'ın çok karmaşık yapı ve geometrisi bulunmaması gerektiği sonucu ortaya çıkıyor. Bu yorum -diğer verilerin ışığında-, Le Pichon, Taymaz ve Şengör (1999; 2000 a-b)'ün belirttikleri gibi Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisinde (üst-kabukta, ~ 10 km) yaklaşık doğu-batı yönlü tek bir zon şeklinde uzandığı tezini destekliyor.

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içerisinde geçtiği ve bundan sonraki olası depremlerin bu fayın deniz içerisinde kalan kısımlarında (önemli büyüklükteki kırıkların üzerinde) gerçekleşeceği konusunda yer bilimciler görüş birliği içindeler. Marmara Denizi'nde olası depremlerin yeri ve faylanma mekanizmasının önceden kestirilebilmesi, öncelikle son depremlerin yüzey kırıkları ve sismolojik parametrelerinin iyi tanımlanmasına bağlı. Gelecekte de benzer büyüklükteki depremlerin bölgede gerçekleşeceği ise bir diğer bilimsel gerçek.

Sonuç ve Beklentiler

- Son yıllarda ülkemizi etkileyen depremlerden almamız gereken ortak



Şekil 2: USGS-NEIC-PDE verilerine göre 1 Ocak 1973 - 31 Aralık 2000 döneminde Doğu Marmara bölgesinin sismik aktivitesi (depremlerin dağılımları - mavi daireler). Aktif kırık (fay) zonları kalın mavi çizgilerle gösteriliyor. (Şaroğlu ve diğ., 1992). Büyük kırmızı yıldız, 16 Ocak 2001 (Md=4.2) depreminin lokasyonunu (episantr) belirtiyor. Topoğrafya (eş yükseklik) verileri USGS-ETOPO30 ve batimetri (eş derinlik) verileri BODC-GEBCO/97'den alınmıştır.

Deprem Bilimi ve Uzmanı ya da Sismoloji ve Sismolog

DEPREM – Yerküre içerisinde biriken elastik deformasyon enerjisinin, kayaçların kırılma direncini aşması sonucunda kayaçların kırılması ve bu kırılma hareketlerinin oluşturduğu elastik dalgaların yeryüzünde yarattığı titreşim hareketi.

SİSMOLOJİ – En genel tanımıyla, deprem bilimi. Kapsamı depremlerden elde edilen verilerin ve bilgilerin ışığında; depremlerin oluşumlarını, etkilerini, karakterlerini ve yerkürenin elastik özelliklerinin çıkarılması konularını araştıran bilim dalı.

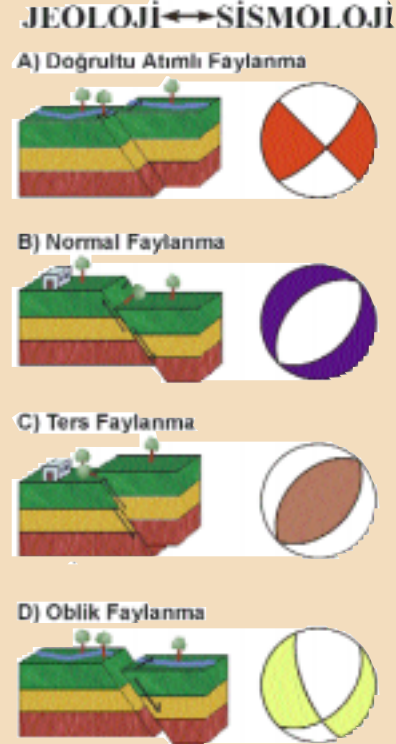
SİSMOLOG – Sismoloji bilim dalında uzmanlaşmış araştırmacı.

DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ – Deprem esnasında açığa çıkan sismik enerjinin bir ölçüsüdür ve logaritmik bir tanımlaması olup, hesaplamalarda kullanılan sismik dalga fazlarının karakterlerine bağlı olarak değişik değerler alabilir. Sismolojide en çok kullanılan büyüklük değerleri, cisim dalgası fazlarından hesaplanan mb, yüzey dalgalarından hesaplanan Ms ve dalga şekilleri (waveform) modellenmesinden hesaplanan Mw. Bunların yanında deprem kaydının süresinden hesaplanan Md ve küçük yerel depremler için hesaplanan ML büyüklükleri de var.

DEPREM ŞİDDETİ – Bağıl bir kavram olup deprem sonrasında gözlenen hasarla ilişkilidir. Episantra olan uzaklık, yerel zemin koşulları ve farklı yapı tiplerine göre çok farklı spekülatif değerler alabilir. Şiddet, değişik ölçeklerle ifade edildiğinden, yalın olarak kullanılması pek anlamlı olmuyor. Bu yüzden kullanılan ölçek mutlaka belirtilmeli.

Ne yazık ki her deprem sonrasında demec veren bilim adamlarımız ve medya mensupları, bu kavramları karıştırıyorlar. Deprem büyüklüğü, dünyanın herhangi bir noktasında gözlem yapan sismografi istasyonunda kaydedilen sismogram üzerindeki sismik fazlardan hesaplanabilir ve çok değişiklik göstermez. Ancak depremin şiddet değe-

ri, depremin oluştuğu bölgeden uzaklaştıkça azalır. Bu kavramların sorumlu bilim adamları, basın ve medya mensuplarınca doğru kullanılmasını arzuluyoruz.



Şekil 3. Sismotektonik ve jeolojik haritalarda sık kullanılan faylanma türlerinin jeolojik (doğada) ve sismolojik (sismolog gözüyle) açıdan gösterimi. (A) Doğruyu atımlı (sol yanal) faylanma, (B) Normal faylanma, (C) Ters faylanma, (D) Oblik faylanma.

ders, çok katlı betonarme yapılarda proje, yapım ve malzeme konularında yapılan yanlışların yinelenmemesi gerekliliği.

• Depremle iç içe yaşıyoruz; ama hayatımızı depremin yasalarına göre kurmuyoruz. Deprem istasyonları ağı ve araştırma merkezleri (Ulusal Deprem Ağı) kurulmasından, yer araştırmalarına (zemin etüdlerine), depremleri önceden kestirmeye, yerleşim bölgesi ve konut tipi seçimine kadar her türlü araştırmayı sıfırdan başlatmalıyız.

• Jeofiziksel ve jeolojik bulguların ışığında, Marmara Denizi ve çevresinde tahmin edilenden oldukça fazla ak-

tif fay (kırık) zonunun varlığı gözlemlenmiş bulunuyor.

• Depremler (özellikle yıkıcı depremler), bölgenin tektonik yapısının incelenmesi ve jeolojik evriminin ayrıntılarıyla anlaşılması konusunda çok değerli veriler sunuyorlar. Özellikle yıkıcı depremlerin oluşum mekanizmaları, artçı depremlerin dağılımı, faylanma hareketlerinin yeryüzünde

Depremin Enerjisini Tanımlayan Çok Sık Kullanılan Büyüklükler	
mb	Cisim Dalgası Büyüklüğü
Ms	Yüzey Dalgası Büyüklüğü
Mw	Sismik Moment Büyüklüğü
Md	Süre Büyüklüğü
ML	Yerel Büyüklük

oluşturduğu kırık zonlarının haritalanması, dökümünün yapılması ve türlerinin belirlenmesi, bölgenin depremselliğinin anlaşılmasında ve ileriye dönük yatırımların tasarlanmasında oldukça önemli bilgiler içeriyor. Dolayısıyla, her deprem sonrasında araştırma ve eğitime yönelik arazi çalışmaları yapılmalı. Arazi çalışmaları, ivme-ölçerler ve gezici sismograflar aracılığıyla artçı depremlerin dağılımının ve bölgesel salınım yoğunluğunun incelenmesi açısından titizlikle yönlendirilmeli.

Özetle, Marmara Denizi ve çevresinin deprem potansiyeli ve bölgedeki aktif fayların (kırık sistemlerinin) davranışlarının ayrıntılı olarak anlaşılması için, öncelikli olarak sismoloji araştırmaları desteklenmeli. Deprem olayına farklı bir açıdan bakacak olursak, depremin büyüklüğü ve yeri, deprem hasarları açısından en önemli faktörlerin başında geliyor. Beklenen depremin büyüklüğünün en az bugüne kadar oluşmuş en büyük deprem kadar olacağı kabul edilirse, deprem felaketinin boyutları çok daha büyük bir önem kazanacaktır. Ülkemizin neredeyse tamamı deprem tehlikesiyle karşı karşıya. Bugünlerde sadece Marmara Bölgesi'ne odaklanmış olan kamuoyu, diğer bölgelerdeki tehlikeyi gözardı etmiş durumda.

Günümüze kadar, Deprem Sismolojisi sorunlarına duyarsız kalan (yeterince önem vermeyen) resmi ve özerk araştırma kurumları, üniversite araştırma fonları, yerel yönetimler, sivil örgütler ve gönüllü kuruluşlardan araştırmaya-geliştirme ve eğitim-öğretim çabalarımıza destek bekliyoruz.

* İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı

Kaynaklar

- Ambraseys, N.N ve Zatopek, A. 1969. The Mudurnu Valley, west Anatolia, Turkey, earthquake of 22 July 1967. Bull. Seism. Soc. A. 59, 521-589.
- Emre, Ö., Taymaz, T., Duman, T.Y. ve Doğan, A. 2000. 1999 Gölçük ve Düzce Depremlerinin Yüze Kırıkları ve Sismolojik Özellikleri. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, No: 386 (Ocak 2000), 38-42.
- Le Pichon, X., Taymaz, T. ve Şengör, A.M.C. (1999). The Marmara Fault And The Future Istanbul Earthquake. Proceedings of ITU-IAGS, International Conference On The Kocaeli Earthquake 17 August 1999, Istanbul-Turkey, 2-5 December 1999, 41
- Le Pichon, X., Taymaz, T. & Şengör, A.M.C (2000a). Important Problems to be Solved in the Sea of Marmara (NW-Turkey). NATO Advanced Research Seminar: Integration of Earth Sciences Research on the 1999 Turkish and Greek Earthquakes and Needs for Future Cooperative Research, May 14-17, 2000, Istanbul-Turkey. Abstracts Book: P. 66-67.
- Le Pichon, X., Taymaz, T. & Şengör, A.M.C (2000b). The Marmara Fault and the Future Marmara Sea Earthquake. American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, S52C-10 INVITED. December 15-19, 2000, San Francisco, California, U.S.A..