

İZMİR DEPREMLERİ

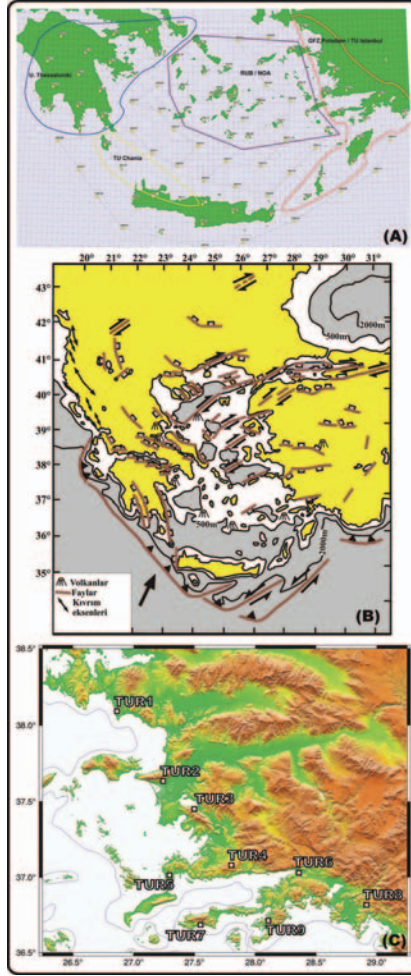
17-21 Ekim 2005

Siğacık Körfezi Depremleri:

Ege Bölgesi'nde ağırlıklı olarak normal fay sistemleri etkin ve bölgenin doğu-batı uzanımlı graben sistemleri (Gediz ve Büyük Menderes grabenleri gibi) bunun sonucu. Ancak, bölgedeki kuzey-güney açılma deformasyonunun bir sonucu olarak yanal (doğrultu atımlı) fay sistemleri özellikle deniz içinde yıkıcı depremler oluşturabilecek kabiliyete sahip (Şekil 1-B). Bunların bazıları da karasal kesimlerde bulunmakta. Bir başka deyişle, Ege bölgesi'nin güneydoğuya kaçış hareketi bölgede hem yanal atımlı fayları (Ege denizi içinde) hem de açılma sistemini temsil eden normal fayları oluşturmuş bulunuyor.

Siğacık Körfezi (Seferihisar-İzmir) civarında aletsel dönemdeki (1960 sonrası) ilk deprem 6 Kasım 1992 Doğanbey-Seferihisar depremiydi (bkz. Şekil 2-A, Tablo 1). Sismik moment büyüklüğü $M_w=6.0$ olan ve 13 km derinde meydana gelen deprem, sağ yönlü doğrultu atımlı bir kırılma mekanizmasına sahipti ve büyük olasılıkla Doğanbey Fayı üzerinde oluşmuştur. Bölgedeki yanal atımlı aktivitenin ilk kanıtı olan bu depremden sonra 10 Nisan 2003 tarihinde yine yanal atım özelliğine sahip orta büyüklükte ($M_w=5.7$) bir sarsıntı daha meydana geldi. Yeryüzünden 8 km derinde oluşan deprem bir öncekine göre daha kuzeyde ve paralel bir fay sistemi (Seferihisar Fayı) üzerinde oluşmuştu. Bu iki deprem Seferihisar bölgesinde birbirine paralel yanal atımlı fay sistemlerinin günümüzde aktif ve yıkıcı depremler oluşturabilecek kabiliyete sahip olduklarını gösterdi.

Bölgedeki yanal atımlı sistem sadece Siğacık Körfezi'nin doğusunda değil, 17 Ekim 2005 tarihinde peşpeşe gelen 3 depreme ait kırılma mekanizması çözümlerinin de gösterdiği gibi batısında da etkin (Şekil 2-A, B). ABD Jeolojik Araştırmalar Dairesi (USGS) ve Harvard Üniversitesi tarafından yayınlanan hızlı çözümlerde 17 Ekim günü meydana gelen ilk iki (Şekil 1-A'da a ve b: gri renkli) depremin yerleri ve kaynak mekanizması çözümleri birbirine paralel iki sağ yanal atımlı fayın hareket ettiğini gös-



termektedir. Karada görülen ana fay sistemleri dışında özellikle Siğacık Körfezi içinde gelişmiş olan daha küçük ölçekli faylar İstanbul Teknik Üniversitesi ile MTA tarafından yapılan ortak çalışmalarda ortaya çıkarıldı. Artık depremlerin belirli dar bir bölge-

Şekil 1. (A): EGELADOS Projesi kapsamında Ege Denizi ve çevresine yerleştirilmesi planlanan deprem kayıtçıların (sismografların) lokasyonları. Sarı daireler deniz içine yerleştirilecek OBS (Ocean Bottom Seismograph) lokasyonlarını diğer işaretler ise kara istasyonlarını temsil etmektedir.

(B): Ege Denizi ve çevresinin basitleştirilmiş tektonik haritası (Taymaz ve diğ., 1991)

(C): EGELADOS Projesi kapsamında batı Anadolu kıyı şeridinde 6-18 Ekim 2005 yerleştirilen deprem kayıt istasyonlarının konumları.

de meydana gelmeyip körfezin içine dağılmış olmaları bu fayların ana deprem sonrasında çok küçük ölçekte de olsa hareket ettiğini gösteriyor. Önemli bir rastlantysa EGELADOS Projesi kapsamında 7 Ekim 2005 günü Doğanbey Köyü'ne (Seferihisar) yerleştirdiğimiz deprem kayıt istasyonunun bölgedeki tüm depremleri şu anda kayıt etmesi ve projenin ilerleyiş sırasında bu istasyondan önemli bilgiler alınabilmesi. Siğacık körfezi depremlerinin öncesi, anı ve sonrası çok duyarlı olarak oldukça yakın mesafeden kaydedildi. Proje, Ege ve Yunanistan'daki diğer depremlerin de bu doğrultudaki kayıtları faylanma mekanizmalarının detaylı tanımı için önemli veriler sunacak.

17 Ekim'deki deprem serisinden sonra doğal olarak sismik aktivitede azalma meydana geldi. Ancak, bu azalma hiç bir zaman daha sonra önemli bir depremin olmayacağı anlamına gelmez. Öyleki, 20-21 Ekim günü gece yarısı yine orta ölçekli bir deprem daha meydana geldi. Birbirine yakın büyüklüklerdeki bu depremlerin yerleri, depremlerin farklı fay parçaları üzerinde olduğunu gösteriyor. Peşpeşe gelen bu yakın depremlerin birbirini tetiklediği düşünülebilir. Çünkü bir deprem meydana geldikten sonra çevresindeki belirli bir bölgeye gerilim yüklemesi yapar. Ancak bu alan depremin büyüklüğüyle ilişkili ve hareket eden fayın yakın çevresini öncelikle etkiliyor. Dolayısıyla bir depremin fay boyundan (uzunluğundan) daha uzaktaki bir depremi tetikleme olasılığı yok. Örneğin, ne Pakistan gibi onbinlerce

Uluslararası EGELADOS Projesi

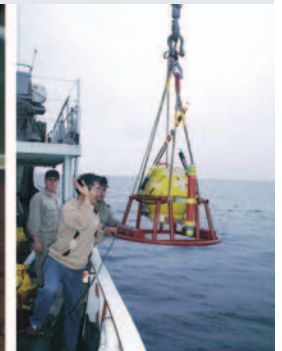
Ege Denizi ve çevresine ilişkin en detaylı sismoloji araştırması Ekim 2005 tarihinde başladı ve Haziran 2008'e kadar devam edecek. EGELADOS adı verilen bu proje bugüne kadar bölgeye yerleştirilen en kapsamlı deprem kayıtçı (sismograf) ağına sahiptir. Ruhr Üniversitesi (Bochum, Almanya), Hamburg Üniversitesi (Almanya) GeoForschungsZentrum (Potsdam, Almanya), İstanbul Teknik Üniversitesi, Selanik Üniversitesi (Selanik, Yunanistan) ve Girit Teknik Üniversitesi (Girit, Yunanistan) ile Atina (Yunanistan) Ulusal Gözlemevi tarafından ortaklaşa yürütülecek bu dev projede yaklaşık 60 adet yüksek örneklemeli geniş-

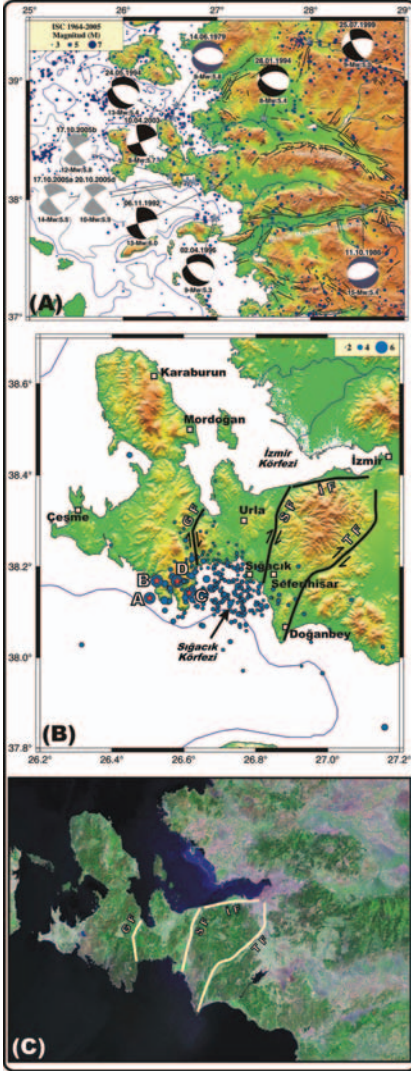
bant deprem kayıtçısı karaya yerleştirilirken, 30 adet OBS (Ocean Bottom Seismograph) tipi kayıtçı ise Ege Deniz içine yerleştirilecektir (Şekil 1-A). Projenin tüm maddi giderleri Almanya Ulusal Araştırma Kurumu (DFG) tarafından karşılanmaktadır. Yaklaşık iki yıl boyunca toplanacak deprem verileri ile,

- Bölgenin geniş ölçekte, elastik ve anelastik özellikleri yüksek çözünürlükte modellenilebilecek,
- Deprem dalgalarının yayılımının sayısal modellemesiyle küçük ölçekteki yapılar belirlenebilecek,
- Büyük ve küçük depremler arasındaki ilişkiler uzay ve zaman boyutunda incelenebilecek,

- Orta ve büyük depremlerin kırılma mekanizmaları belirlenebilecek,
- Belirli bölgelerde yoğunlaşan depremlerin özellikleri araştırılabilecek,
- Ege Bölgesi'nin derinlerindeki yapıların viskozite, plastiklik ve kırılma dayanımı gibi özellikleri anlaşılabilir (Şekil 1-B).

Yaklaşık 90 adet deprem kayıtçısından 9 tanesi Seferihisar-Dalaman kıyı şeridinde, projenin Türkiye'deki yürütücüsü Prof. Dr. Tuncay Taymaz kontrolünde 6-18 Ekim 2005 tarihleri arasında 2 Türk (Araş. Gör. Dr. Onur Tan, Araş. Gör. Yük. Müh. Seda





kilometre uzaktaki depremin Türkiye'deki fayları, ne de Seferihisar'daki depremlerin Marmara'daki sistemi etkilemesi mümkün. Ayrıca Güneş veya Ay tutulmalarıyla depremler arasında da doğrudan bir ilişki yoktur. Her yıl dünyanın çeşitli yerlerinde Ay ve Güneş tutulmaları olmakta, ancak dünya genelinde meydana gelen yıllık orta ve büyük deprem sayısı

Yolsal ve 2 Alman (Dr. Kurt Wylegalla, Urs Kind) araştırmacı tarafından yerleştirildi. Proje kapsamındaki diğer deprem istasyonları ile belirli bir doğrultu üzerinde olan istasyonların yer seçimi detaylı olarak belirlendi. Yüksek yoğunlukta yerleşim yerlerinden uzak köylerdeki sessiz ve korunaklı mekanlara yerleştirilen istasyonlar kendilerine ulaşan tüm deprem dalgalarını kayıt etmeye başlamış bulunmaktadır. Doğanbey (Seferihisar), Atburgazı (Söke), Bafa (Muğla), Fesleğin Köyü (Milas), İslamhaneleri Köyü (Bodrum), Esentepe Köyü (Gökova), Mesudiye Köyü (Datça), Kızılkaya Köyü (Dalaman) ve Selimiye Köyü (Bozburun) mevkilerine yerleştirilen bu istasyonlar projenin doğu sınırını oluşturmaktadır (Şekil 1-C). Portatif (taşınabi-

Tarih (gün-ay-yıl)	Oluş Zamanı (sa:dak:sn)	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Merkez Derinliği (Km)	Sismik Moment Büyüklüğü (Mw)	Sismik Moment ($\times 10^{17}$ Nm)	Doğrultu (°)	Dalım (°)	Kayma Açısı (°)
14.06.1979	11:44:45	38.79	26.57	8	5.8	6.5	262	41	-108
06.11.1992	19:08:09	38.11	26.96	13	6.0	15.3	225	85	-158
28.01.1994	15:45:25	38.69	27.50	8	5.4	1.46	119	54	-64
24.05.1994	02:05:37	38.69	26.53	13	5.4	1.6	273	48	-122
02.04.1996	07:59:24	37.84	26.97	9	5.3	0.93	269	46	-125
25.07.1999	06:56:53	39.33	27.96	9	5.0	0.38	255	60	-156
10.04.2003	00:40:15	38.22	26.96	8	5.7	4.2	70	85	165
17.10.2005 (a)	05:45:20	38.15	26.68	14	5.5	1.9	240	70	-167
17.10.2005 (b)	09:46:53	38.20	26.50	12	5.8	6.1	233	79	-173
17.10.2005 (c)	09:55:35	38.20	26.64	10	5.0	-	-	-	-
20.10.2005 (d)	21:40:05	38.14	26.75	10	5.9	8.4	228	74	-178

Tablo 1. İzmir ve civarında meydana gelmiş olan bazı depremlerin parametreleri Depremler oluş zamanları (Greenwich) ve lokasyonları ISC (International Seismological Center) ve USGS (US Geological Survey), Harvard-CMT kataloglarından, Taymaz ve diğ. (1991) ve Tan, O. ve Taymaz, T. (2001, 2003)'den alınmıştır.

Şekil 2. (A): İzmir ve çevresinde meydana gelmiş depremlerin faylanma mekanizmaları. Mavi noktalar 1964-2005 yılları arasında meydana gelmiş depremleri (ISC, $M > 3.0$) temsil eder. 1992, 2003 ve 2005 depremlerinin odak küreleri sağ yönlü doğrultu atımlı, diğerleri normal faylanma mekanizmalarına sahiptir. Odak kürelerinin üzerinde depremin tarihi, altında ise merkez (odak, kırılma noktası) derinliği (km) ve sismik moment büyüklüğü (M_w) verilmiştir. Topoğrafya için 2004 yılında yayınlanan yüksek çözünürlüklü (~90 metre) NASA-SRTM verisi kullanılmış. Siyah çizgiler aktif fayları temsil eder (Şaroğlu ve diğ., 1992).

(B): Seferihisar depremleri ve 17-21 Ekim tarihleri arasında meydana gelen artçı sarsıntılar. Deprem lokasyonları ve büyüklükleri BÜ-Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nden alınmıştır. Kırmızı yıldızlar 5.0'dan büyük depremleri, siyah çizgiler Emre ve diğ. (2005) tarafından belirlenen aktif fayları gösterir. GF: Güzelbahçe Fayı, SF: Seferihisar Fayı, İF: İzmir Fayı, TF: Tuzla Fayı.

(C): İzmir ve çevresinin Landsat-7 uydusundan alınan yüksek çözünürlükteki (~15 m) görüntüsü ve aktif fayların konumları.

bundan çok daha fazla. Ayrıca, tutulma bölgeleriyle depremlerin meydana geldiği yerler çok farklı. Ne yazık ki, sismoloji bilimi üzerinde çok fazla çalışma yapılmasına karşın depremlerin doğasını tam olarak anlayabilecek bir seviyeye henüz erişilebilmiş değil. Aletsel kayıtların başladığı 1960'lı yıllardan bugüne kadar önemli gelişmeler sağlansa da bir depremin nerede ve ne zaman olacağı konusunda henüz sağ-

lır özellikteki bu istasyonlar algılayıcı (sismometre), bilgisayar destekli kayıt ünitesi (sismograf) ve aküden oluşmaktadır. GPS (Global Positioning System) anteni sayesinde dünya etrafında yörüngede bulunan uydulardan zaman ve istasyonun yer bilgisini alabilmektedirler (bkz. fotoğraflar). Depremin yerinin ve zamanın çok iyi bilinmesi, zaman bilgisinin çok hassas ölçülmesiyle mümkündür. İstasyonlarda kullanılan standart aküler elektrik kesintilerine karşı kayıtçıyı 1-2 hafta besleyebilmektedir. Sismometreler ise çok hassas ve hareket edebilen küçük mıknatıs sisteminden oluşmaktadır. Kuzey-Güney, Doğu-Batı ve düşey yönlerde (3 bileşen) deprem dalgası hareketini algırlarlar. Bu üç bileşen kayıtlar deprem dalgalarının daha de-

talı bir bilimiz yok. Çünkü, yeraltı bir noktadan diğerine değişken bir yapı gösterir ve insanlığı henüz kilometrelerce yol kat ederek yer altına inip direkt gözlem yapamamakta. Tüm bilgiler ikincil yolla (deprem kayıtları, yer kabuğuna göre çok sağ kalan sondajlar, yapı patlatma kayıtları, yer altından gelen lav gibi malzemelerin incelenmesi vb.) toplanabilmekte.

Milyonlarca yıl önce başlayarak günümüzde de devam eden Avrasya-Arabistan-Afrika levhalarının birbirleriyle etkileşimi, ülkemizin ve çevresinin fay sistemleriyle bir ağ gibi sarılmasına neden olmuş. Bu nedendir ki ülkemizin tamamı deprem tehditi altında. Ülkenin belirli bölgesi ve orada yaşayanlar diğerlerine oranla daha az mı önemli? Her bölgede her an önemli bir deprem olabilir ve sağlıksız yapılaşmanın bir sonucu olarak da can ve mal kaybına neden olabilir.

Tuncay Taymaz, Onur Tan,
Seda Yolsal
İTÜ, Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Bölümü,
Sismoloji Anabilim Dalı

Kaynaklar:

- Emre, Ö. ve ark., 2005. İzmir ve Yakın Çevresinin Diri Fayları ve Deprem Potansiyeli. MTA Rapor No: 10754.
Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ., 2004. Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. Tectonophysics, 391, 67-83.
Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992. Türkiye Diri Fay Haritası, 1:2,000,000 ölçekli, MTA, Ankara.
Taymaz, T., 1990. Earthquake Source Parameters in the Eastern Mediterranean Region, Doktora Tezi, 265 sayfa, Cambridge Üniversitesi, İngiltere.
Taymaz, T., Jackson, J.A. ve McKenzie, D., 1991. Active tectonics of the north and central Aegean Sea, Geophys. J. Int., 106, 433-490.

aylı analiz edilmesine olanak sağlar. Deprem kayıtları ortalama 6 aylık dönemlerde toplanarak analiz edilmek üzere projenin ortağı kurumların sismoloji laboratuvarlarına aktarılacaktır.

Bu proje ile elde edilecek veriler ve geçmiş bilgilerin de kullanılmasıyla, Ege Denizi ve çevresinin sismotektonik ve jeodinamik yapısı daha detaylı öğrenilecek, bunun sonucunda özellikle depremlerin oluşumu hakkındaki bilgilerimiz artacaktır.

EGELADOS Projesi'nin parçası olarak ülkemiz kıyı serisindeki deprem kayıt istasyonlarının yerleştirilmesinde gösterdikleri yakın ilgiden ve yardımlarından dolayı yukarıda adı geçen belde-lerdeki Kaymakamlarımıza, Belediye Başkanlarımıza, Muhtarlarımıza, tüm köy halklarına ve İstanbul Teknik Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

