

6 KASIM 1992 İZMİR (DOĞANBEYLİ DEPREMİ SAHA GÖZLEMLERİ VE ODAK MEKANİZMA ÇÖZÜMÜ

Field Observations And Focal Mechanism Solution Of November 6, 1992 İzmir (Doğanbey) Earthquake

Niyazi TÜRKELLİ*, Doğan KALAFAT*, Oğuz GÜNDOĞDU**

ÖZET

Aletsel büyüklüğü $M_L=5.5$ (ISK) olan İzmir (Doğanbey) depremi 6 Kasım 1992 tarihinde Doğanbey yarımadasında meydana gelmiştir. Deprem, kuzeyde Manisa, Balıkesir, Bursa, Adapazarı ve İstanbul'un bazı banliyölerinde, güneyde ise Denizli, Söke, Aydın, Nazilli, Kuşadası'nda hissedilmiştir. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) artçı şokları izlemek amacıyla mevcut deprem istasyonlarına ek olarak bölgeye beş adet taşınabilir deprem kaydeder yerleştirmiştir. İki farklı zaman diliminde yürütülen bu artçı şok çalışmasında toplam 315 adet depremin dış merkezleri hesaplanmıştır. Bu artçı şokların çoğunun Kuşadası körfezi ve Doğanbey yarımadasında kümelendiği gözlenmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan makrosismik çalışmalarda ise ana şokun dış merkezinin Kuşadası körfezinde denizde olduğu saptanmış ve MSK ölçeğinde şiddet değeri $I=VII$ olarak belirlenmiştir. 88 istasyondan elde edilen P dalgalarının ilk hareket yönlerinden odak mekanizma çözümü yapılmış ve bu çözümden elde edilen doğrultu atımlı sağ yönlü faylanmanın bölgenin genel tektonik yapısıyla uyumluluk gösterdiği saptanmıştır.

ABSTRACT

The İzmir (Doğanbey) earthquake, $M_L=5.5$ (ISK) occurred on the Doğanbey peninsula on November 6, 1992. The shock was felt in Manisa, Balıkesir, Bursa, Adapazarı and in some districts of İstanbul to the north, and in Denizli, Söke, Aydın, Nazilli, Kuşadası to the south. The Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI) deployed five portable seismic instruments in addition to the existing network in the region to monitor the aftershock activity. During the aftershock studies in two different periods total of 315 events were located. Most of the events are situated in and around Kuşadası bay and Doğanbey peninsula. Macroscopic investigations which were carried out by the researchers indicate the epicenter of the mainshock to be in Kuşadası bay, in the sea and the maximum intensity of the earthquake is $I=VII$ on the MSK scale. The Focal mechanism solution using 88 P-wave first motions show a right-lateral strike-slip movement. This result agrees with general tectonic structures over the region.

GİRİŞ

Afrika ve Arap levhalarının Avrasya levhası ile çarpışması, Arap levhasının kuzey, kuzey-doğu yönündeki hareketi ve bu hareketlerin sonucu olarak Anadolu levhasının batıya doğru kaçması bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (McKenzie, 1972, 1978; Dewey ve diğ., 1973; Dewey ve Şengör, 1979). Doğu Akdeniz bölgesi için önerilen farklı levha modellerinde sebep-sonuç ilişkilerinde ortak fikirlerden birisi de levha hareketleri sonucu Doğu Anadolu'da sıkışma, Batı Anadolu'da da kuzeygüney gerilme rejimlerinin olduğudur. Batı Anadolu'daki sıkışma rejimi bu bölgede graben yapılarını meydana

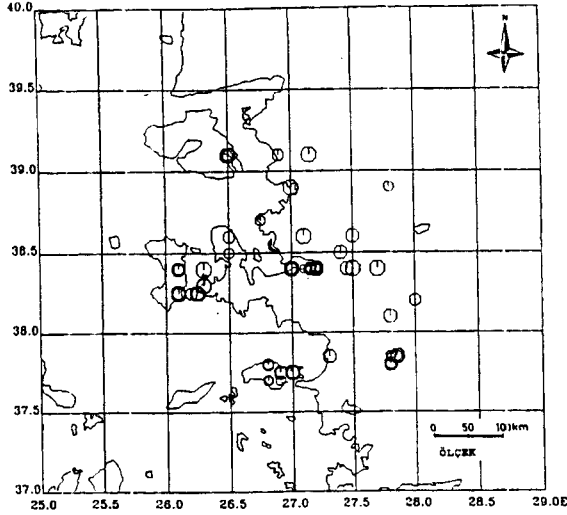
getirmektedir (Arpat ve Bingöl, 1969; Alptekin, 1973; Şengör ve diğ., 1985).

Batı Anadolu'daki deprem etkinliği, tektonik yapısı dolayısıyla oldukça yüksektir. Depremler sığ odaklı olup, genellikle doğu-batı doğrultulu graben sistemleri ile ilişkilidir. Tarihsel dönemde (1900 öncesi) bölgede meydana gelmiş birçok tahripkar depremin, dönemin önemli yerleşim birimleri olan İzmir, Efes, Aydın, Manisa, Gediz, Çeşme, Menemen, Foça ve civar adalarda etkili olduğu bilinmektedir (Soysal ve diğ., 1981). Şekil 1, kataloglarda yer alan ve 1900 yılı öncesine ait bölgede önemli derecede can ve mal kaybına neden olmuş şiddetleri $lo \geq V$ olan depremlerin

* B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü 81220 Çengelköy - İSTANBUL

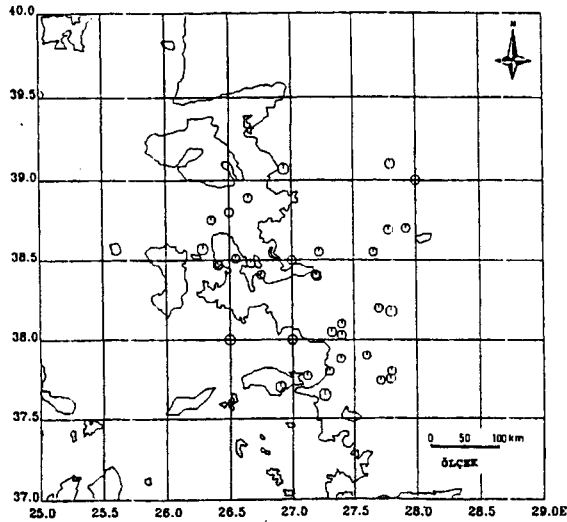
** I.Ü. Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Avcılar-İSTANBUL.

yerlerini göstermektedir. Batı Anadolu'da ve Ege Denizinde 1900 sonrası aletsel büyüklüğü (magnitüd) $M \geq 5$ olan depremlerin dış merkezlerinin dağılımları ise Şekil 2' de gösterilmektedir. Foça, Torbalı, Dikili, Söke, Menemen, İzmir ve Karaburun depremleri bu dönemde can ve mal kaybına sebep olan depremlerdir.



Şekil 1: Tarihsel dönemde (1900 öncesi) bölgede şiddeti $I_0 > V$ olan depremlerin dağılımı.

Figure 1: Distribution of historical (pre-1900) earthquakes ($I_0 > V$) in the region.

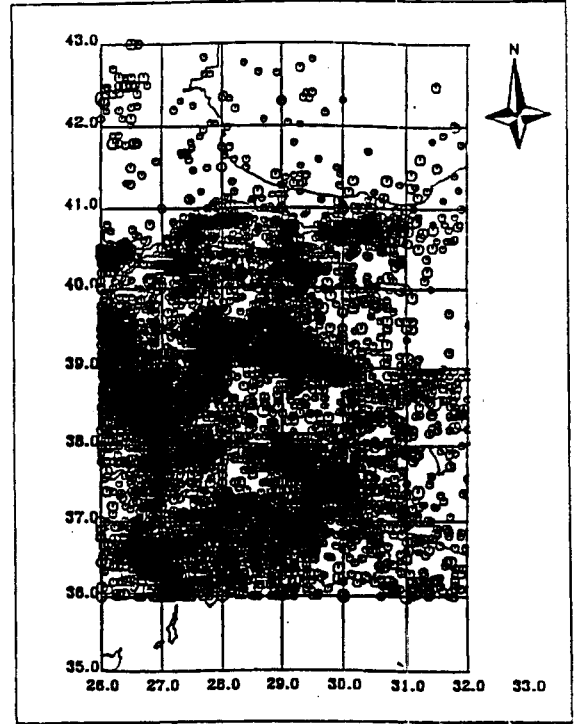


Şekil 2: 1900-1993 tarihleri arası bölgede olan ($M > 5$) depremlerin episantr dağılımı.

Figure 2: The distribution of earthquake epicenters ($M > 5$) in the region for the period 1900-1993.

1975 yılından itibaren B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün (KRDAE) ülke

genelinde alet şebekesi kurması bölgede mikro deprem etkinliklerinin izlenmesini ve sismotektonik yapıların daha sağlıklı olarak belirlenmesini sağlamıştır. Şekil 3, 1900-1993 zaman diliminde Batı Anadolu'daki deprem etkinliğini ($M \geq 3$) göstermektedir.



Şekil 3: 1900-1993 tarihleri arası batı Türkiye deprem ($M > 3$) etkinliği.

Figure 3: The earthquake ($M > 3$) activity in western Turkey in the period 1900-1993.

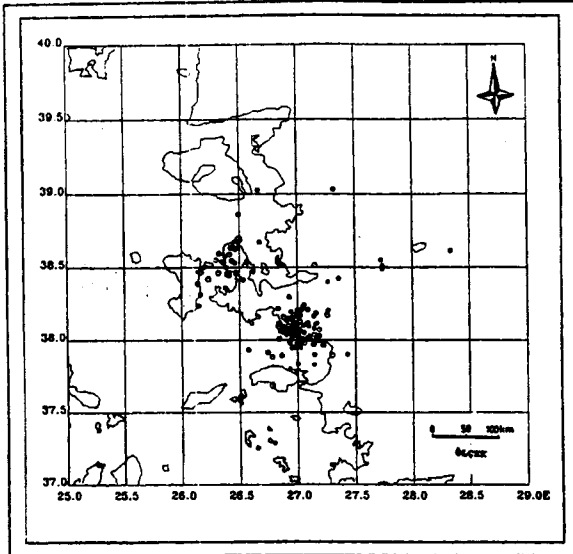
ANAŞOK VE ARTÇİŞOK DAĞILIMI

İzmir (Doğanbey) depremi 6 Kasım 1992 tarihinde KRDAE'nin belirlemelerine göre saat 21:08:06.3 'de meydana gelmiştir. Deprem kuzeyde Manisa, Balıkesir, Bursa, Adapazarı ve İstanbul'un bazı ilçeleriyle güneyde Denizli, Söke, Aydın, Nazilli, Kuşadası'nda hissedilmiş (Türkelli ve diğ., 1993) olup dış merkezi İzmir'in yaklaşık olarak 60 km güneybatısında Doğanbey yakınlarındadır. Deprem'in parametreleri farklı merkezlere göre aşağıda Tablo-1' de verilmiştir.

TABLO -1

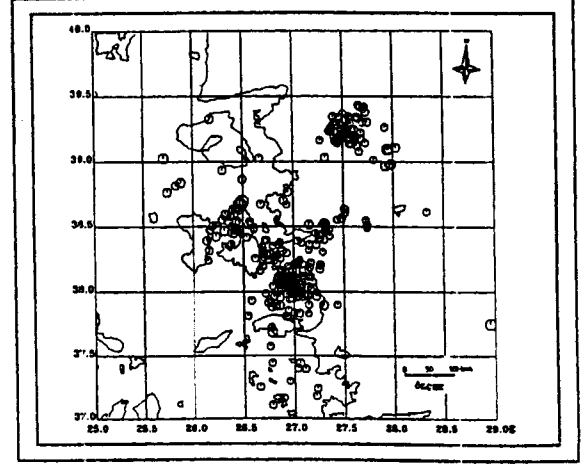
MERKEZ	OLUŞ ZAMANI (U.T.)	ENLEM (K)	BOYLAM (D)	DERİNLİK (km.)	MAGNİTÜD
ISK Kandilli	19:08:06.3	38.07	36.90	14	5.5 M_L
USGS Neic	19:08:09.2	38.16	26.99	17	5.7 mb/6.0 M_s
CSEM	19:08:09.7	38.05	27.13	10	5.9 M_s

KRDAE 8 Kasım 1992 tarihinde artçışokların izlenebilmesi amacıyla beş adet taşınabilir sismografi (MEQ-800) bölgedeki alet şebekesine ek olarak deprem yöresine sevk etmiştir. Geçici sismograf istasyonları Bademler (Seferihisar), Gülveren (Söke), Mordoğan (Karaburun), Arıkbaşı (Bayındır) ve Selçuk ilçe ve köyleri yakınlarına kurulmuştur. İlk 10 günde 155 adet artçı depremin yerleri belirlenmiştir (Şekil-4). Bu şokların beklentiler doğrultusunda Doğanbey körfezi civarında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Ayrıca İzmir körfezi ve Karaburun'da da bir etkinliğin olduğu, fakat bunun 6 Kasım 1992 Doğanbey depreminin artçı şokları değil, o yöredeki tektonik yapılarıdaki stressin tetiklenme sonucu boşalımı olduğu söylenebilir. Lojistik ve meteorolojik şartlar nedeni ilk çalışma 10 gün sürmüştür. Bölgedeki sabit istasyon verilerinden etkinliğin devam ettiğinin gözlenmesi üzerine, 8 Haziran 1993'ten itibaren 17 günlük bir çalışma yapılarak bölgedeki deprem etkinliği izlenmiştir ve 215 adet depremin dış merkezi belirlenmiştir (Şekil-5). Şekil-5' den de görüldüğü gibi Doğanbey ve Karaburun'daki etkinliğin devam ettiği buna ek olarak kuzey-doğuda Demirci-Akhisar dolaylarında bir mikrodeprem etkinliğinin ortaya çıktığı gözlenmiştir.



Şekil 4: 8-19 Kasım 1992 tarihleri arası artçışok dağılımı.

Figure 4: The aftershock activity in the period 8-19 Nov., 1992.



Şekil 5: 6 Kasım İzmir (Doğanbey) depreminin artçı şoklarının toplam dağılımı

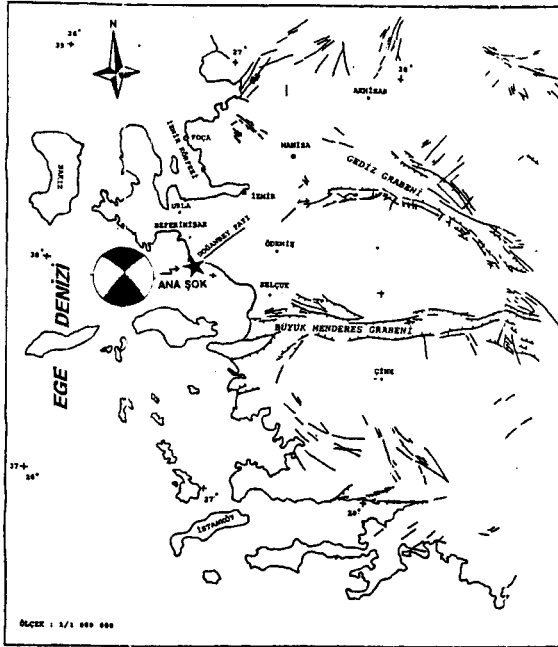
Figure 5: Total aftershock activity of the Nov., 6, 1992 earthquake.

DEPREMİN SAHA GÖZLEMLERİ

Yörede artçışok dağılımını izlemek amacıyla deprem istasyonlarının kurulması aşamasında, arazi gözlemleri ve anket çalışmaları da yapılmıştır. Arazi gözlemlerinde yüzeyde atım oluşturan bir faylanmaya rastlanmamıştır. Buna karşın, Şaroğlu ve diğ. (1992) tarafından verilen diri fay haritasında gösterilen yaklaşık KD-GB doğrultulu fayın (Şekil-6) batı ucunda Orhanlı köyü yakınlarında devamlılığı fazla olmayan yaklaşık 30-40 m. boyunca, kum fıskırmaları, kompresyon tepcikleri ve çatlaklar şeklinde fay izleri gözlenmiştir.

Halkla yapılan anket çalışmaları sırasında, depremden hemen sonra, daha önce belirtilen doğrultuya uygun olarak Doğanbey'e yakın karaya yaklaşık 400-500 m. uzaklıkta denizde su fıskırmalarının gözlemlendiği belirtilmiştir. Buna paralel olarak Doğanbey'de bazı çeşmelerin sularının kesildiği Ürkmez ve kaplıcalar mevkiinde suların bulanıklaştığı ve bazılarında su kesilmeleri olduğu belirtilmiştir. Ince (1994) ile yapılan karşılıklı görüşmede, kendisinin yaptığı araştırmada, Doğanbey köyünün içme suyunun kesildiği ve yaklaşık 6 km. uzaklıkta yeni bir kaynak oluştuğu, Osmandere köyüne yaklaşık 5 km. uzaklıktan gelen suyun kesildiği, daha sonra Alaşar mevkiinde yeni su kaynağının oluştuğu ve deprem sırasında Doğanbey Burnu kıyısında denizin kırmızıya boyandığının gözlemlendiğini belirtmiştir.

Bütün bu olgular Şekil-6' da belirtilen ve bu çalışmada Doğanbey fayı olarak adlandırılan fayın batı kesiminin harekete geçtiğini ortaya koymaktadır. Yapılan gözlemler sırasında devrilme ve yerdeğistirmelerden belirlenen hareket doğrultuları depremin makrosismik dışmerkezinin Doğanbey ve Ürkmez köyleri arasında denizde olduğu anlaşılmıştır (38.05° K-26.90° D). KRDAE ve USGS'in daha sonra yaptığı aletsel dışmerkez çözümleri ve artçışok dağılımları belirlememizi destekler niteliktedir.

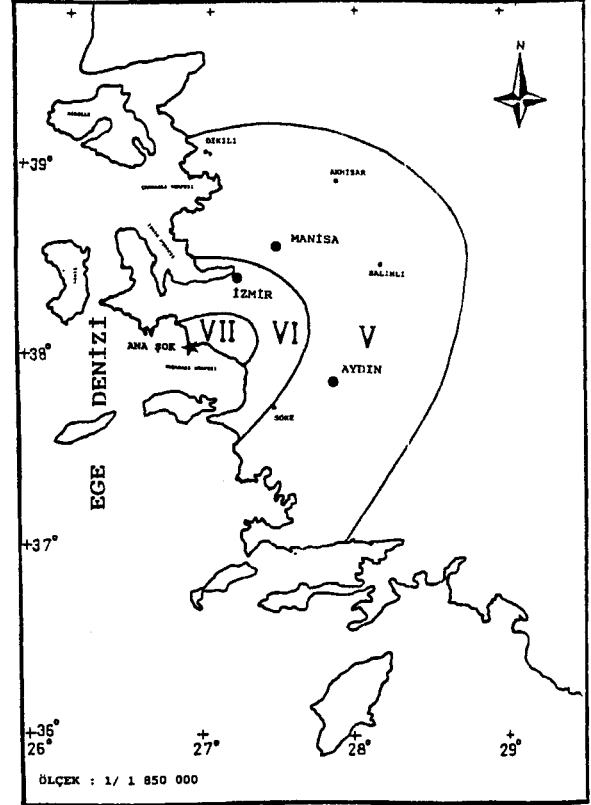


Şekil 6: Batı Anadolu Aktif Fay Haritası (Şaroğlu ve diğ.; 1992' den değiştirilmiştir.)

Figure 6: Active Faults in western Anatolia (Modified Şaroğlu et al., 1992)

Depremin insanlar, yapılar ve arazi üzerindeki etkilerini değerlendirmek, maksimum şiddetini belirlemek ve eşşiddet haritasını çizmek amacıyla yörede 22 yerleşim bölgesinde ve çevre illerde anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen verilerin yorumundan MSK şiddet ölçeğine göre maksimum şiddet lo=VII olarak belirlenmiş ve eşşiddet haritası çizilmiştir

(Şekil-7). Ayrıntılı olarak yapılar üzerindeki etkilere yerverilen Yüzüğüllü ve diğ. (1992) çalışmasında da lo=VII olarak verilmektedir.



Şekil 7: 6. Kasım 1992 İzmir (Doğanbey) depreminin eşşiddet haritası. Romalı rakamları MSK ölçeğinde şiddet değerlerini göstermektedir.

Figure 7: Isoseismal map of the Nov., 6, 1992 İzmir (Doğanbey) earthquake. Roman numerals show intensities assigned on the MSK scale.

ODAK MEKANİZMASI ÇÖZÜMÜ

Bu çalışmada İzmir (Doğanbey) depreminin odak mekanizması 48'i kompresyon, 40'ı dilatasyon toplam 88 sismik istasyondaki P dalgası ilk hareket yönü kullanılarak incelenmiştir. Kompresyon (C) ve dilatasyon (D) bölgelerinin kadransal dağılımı tespit edilip, fay düzlemi ve yardımcı düzlemler saptanmıştır (Şekil-8). Mekanizma çözümünde Herrin'in (1968) yol-zaman tabloları, kabuk yapısı ve hızları, Koehler'in (1989) bilgisayar programı kullanılmıştır.

Odak mekanizması çözümü, İzmir (Doğanbey) depreminin küçük ters bileşeni olan doğrultu atımlı faylanma özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil-8). Tablo-2, bu çalışmada elde edilen mekanizma çözümünde fay düzlemi, saha ve aletsel gözlemlerine uygun olarak K42° D doğrultulu, 75° eğimli olan düzlem seçilmiş ve fay düzleminin kayma açısı -172 olarak belirlenmiştir. ABD Jeolojik Araştırma Kurumunun (United States Geological Survey -National Earthquake Information Center, USGS) odak mekanizma çözümü Tablo-2' de verilmiştir.

TABLO-2

ODAK MEKANİZMASI PARAMETRELERİ

1. DÜZLEM			2. DÜZLEM			
D.	E.	K.A.	D.	E.	K.A.	
42.0	75.0	-172.0	310.0	82.0	-15.5	26
135.0	80.0	0	225.0	90.0	-10.0	36

Burada; her iki düzlemin D Doğrultusunu, E Eğimini, K.A. Kayma Açısını gösterir. P ve T Max. Basınç ve Gerilme eksenlerini, A ve D ise bu eksenlerin Azimut ve Dalımlarını gösterir.

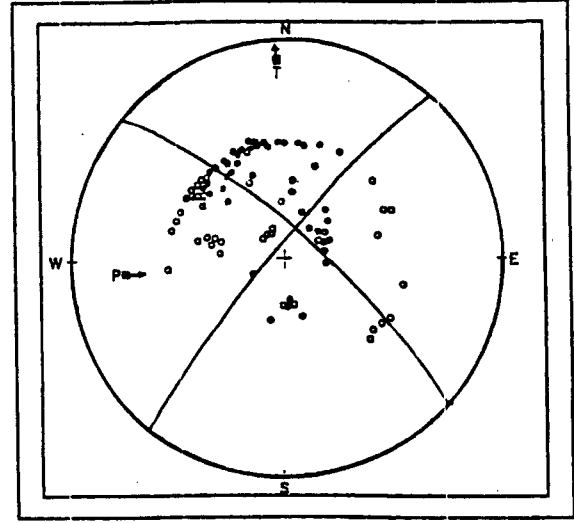
DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

Deprem saha gözlemlerine göre makrosismik dışmerkezi (38.05° K- 26.90° D), maksimum şiddeti $l_0=VII$ (MSK) olarak belirlenmiştir. Yapılan anket çalışmalarına uygun olarak depremin eşşiddet haritası çizilmiştir.

Çeşitli istasyonlardaki P dalgalarının ilk hareket yönlerinden yararlanılarak depremin odak mekanizma çözümü yapılmış ve saha ve aletsel gözlem verilerine uygun olarak fay düzlemi $K 42^\circ E$ doğrultulu ve 75° eğimli olarak belirlenmiştir. Buna göre depremin mekanizma çözümü faylanmanın küçük bir ters bileşeni olan sağ yönlü doğrultu atımlı olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Saha gözlemleri ve odak mekanizma çözümleri, Şaroğlu ve diğerlerince (1992) hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritasında "olası diri fay" olarak belirtilen ve bu çalışmada Doğanbey Fayı olarak adlandırılan fayın etkin hale geldiğini göstermektedir.

Bu depremde, orta büyüklükte bir deprem olmasına rağmen ($M_L=5.5$) VII şiddetinde hasar meydana getirmiştir (Yüzüğüllü ve diğ.; 1993). Tarihsel depremlere de bakıldığında, bölgenin çok daha büyük depremlerle karşı karşıya kalabileceği görülmektedir. Büyük bir nüfus yoğunluğuna sahip olan İzmir ve çevresi aynı zamanda ülkenin sanayi, ticaret ve turistik merkezlerinden birisidir. Bölgede baraj yapımı faaliyetleri vardır. Bu nedenlerle, bölgenin tektonik özelliklerinin ortaya çıkarılması ve deprem fiziksel parametrelerinin duyarlı olarak hesaplanabilmesi doğru yapısal modellerin ortaya konulabilmesi için var olan deprem ağının geliştirilmesi ve mikrodeprem etkinliğinin incelenmesi önem taşımaktadır. Mühendislik yapılarının denetimi ve depreme dayanıklı olarak inşaa edilmesine özen gösterilmelidir.



Pekil 8: 6. Kasım.1992 İzmir (Doğanbey) depreminin odak mekanizması çözümü. Noktalar kompresyonları, daireler dilatasyonları göstermektedir.

Figure 8: The focal mechanism solution of the Nov., 6,1992 İzmir (Doğanbey) earthquake. Dots are compression and circles are dilatation.

KATKI BELİRLEME

Bu çalışmanın yapılmasında bize enstitünün tüm olanaklarını ve desteğini sağlayan, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Prof.Dr. Ahmet Mete İŞİKARA' ya, arazi çalışmaları esnasında hertürlü lojistik desteği veren İzmir valisi Sayın Kutlu AKTAŞ' a teşekkür ederiz. Bu çalışmada kullanılan portatif sismografları (MEQ-800) kurumumuza vererek artçışokların izlenme olanağını yaratan MTA Genel Müdürlüğüne, saha gözlemlerinde elde edilen verilerin yorumlamalarına katkı koyan MTA Ege Bölgesi elemanlarına ve derlemeleriyle çalışmalarımıza yardımcı olan KRDAE Sismoloji laboratuvarı elemanlarına ayrıca teşekkürlerimizi sunarız.

REFERANSLAR

- Alptekin, Ö.1973, Focal mechanisms of earthquakes in Western Turkey and their tectonic implication, Ph.D thesis, New Mexico Inst. Mining and Tech.,189p.
- Arpat, E. ve Bingöl, E.1969, Ege bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler, MTA dergisi, 73, 1-9.
- Dewey, J.F., Püman, W.C., Ryan, W.B.F. and Bonin, J.1973, Plate tectonics and the evolution of Alpine system, Bull. Geol.Soc.Am., 84, 3137-3180.
- Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C.1979, Aegean and Surrounding Regions Complex Multiplate and Countinuum Tectonics in A Convergent Zone, Bull.of Geol.Soc.Am., 90, 84-92.

- Herrin, E.1968** *Introduction to 1968 Seismological Tables for P Phases, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 58, 1193-1291.*
- McKenzie, D.P.1972,** *Active tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J.R. Astr. Soc., 30, 109-185.*
- McKenzie, D.P.1978,** *Active tectonics of the Alpine- Himalayan Belt: Aegean Sea and surrounding regions, Geophys. J. R. Astr. Soc., 55, 217-254.*
- Soysal H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altunok, Y. 1981,** *Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (M.Ö.2100-M.S.1900), TUBİTAK, Proje No: TBAG 341.*
- Şaroğlu F., Emre, Ö. ve Boray, A. 1992,** *Türkiye Diri Fay Haritası, MTA Enstitüsü. Ankara, Turkey.*
- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F.1985.** *Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as case study. In: Strike-Slip Deformation, Basin Formation and edimentation, Soc.of Econ.Paleont. Min. Spec.Publ., 37, 227-264.*
- Türkelli N., Akkartal, B., Alçık, H., Ayhan, E., Başarır, E., Güngör, A., Ince, Ş. ve Işıkara, A.M.1993,** *November 6, 1992 İzmir Earthquake: Aftershocks Studies, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi Univ., 12-24.*
- Yüzügülü, Ö., Beyen, K., Kadakal, U., Erdik, M. 1993,** *November 6, 1992 İzmir Earthquake: Structural Damage, A Preliminary Reconnaissance Report, Printed at Boğaziçi Univ., 40-61.*