

ATAG-6

AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU
ALTINCI TOPLANTISI

BİLDİRİ ÖZLERİ



MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
21-22 KASIM 2002
ANKARA

ÖNSÖZ

Son yıllarda ülkemizde meydana gelen depremler, ülkemizin ekonomik gelişmesini ve büyüme hızını bile etkileyecek büyüklükte bir problemle karşı karşıya olduğumuzu yeniden gündeme getirmiştir. Deprem olgusu, aktif tektonik konusunda yapılan çalışmaların gerekliliğini ve artırılmasını vurgular şekilde önümüzde durmaktadır. Bununla beraber, ülkemizde özellikle son yirmi yılda aktif tektonik, depremsellik ve sismoloji konularında hızlı adımlar atılmaya başlanmış, yapılan çalışmalarla sorunun derinliğine anlaşılmasında önemli ipuçlarına ulaşılmıştır.

Ülkemizde aktif tektonik konusunda çalışan araştırmacıları bir araya getirmek amacıyla 1997 yılında oluşturulan Aktif Tektonik Araştırma Grubu'nun altıncı toplantısı bu yıl MTA Genel Müdürlüğü tarafından, MTA Genel Müdürlüğü Ankara Merkez Kampüsü'nde düzenlenmektedir. Toplantının, sona ermiş çalışmaların yanısıra belirli bir olgunluğa erişmiş, halen sürdürülmekte olan çalışmaların sunulacağı, özellikle genç araştırmacıların, öğrencilerin aktif katkılarının izleneceği bir forum şeklinde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Katılımları ile toplantıyı onurlandıran bildiri ve poster sunucularına, dinleyici olarak katılan meslektaşlarımıza ve bu olanağı sağlayan, düzenleme ve toplantı sırasında her anlamda bize destek olan MTA Genel Müdürlüğü yetkililerine teşekkür ederiz.

Düzenleme Kurulu

ONURSAL BAŞKAN

Ali Kemal IŐiker
(MTA Genel M¼d¼r¼)

D¼ZENLEME KURULU

Dr. ¼mer Emre
İsmail KuŐu
Ahmet Doğan
Dr. Tamer Yiğit Duman
Dr. Selim ¼zalp
Fatma Tokay
Cengiz Yıldırım
Rukiye ¼ıplak

BİLİMSEL KURUL

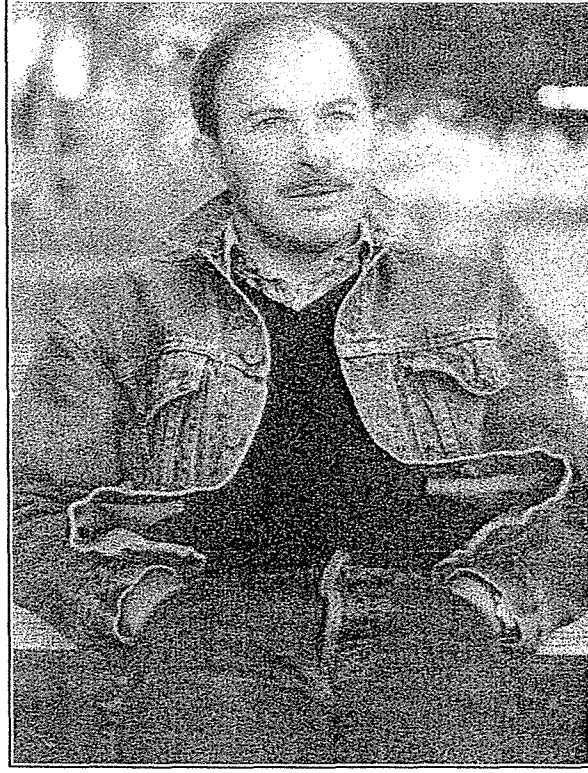
Prof. Dr. Ali Koçyiğit (ODT¼)
Prof. Dr. Tuncay Taymaz (İT¼)
Prof. Dr. Erg¼n G¼kten (A¼)
Prof. Dr. Reşat Ulusay (H¼)
Prof. Dr. Haluk Eyidoğan (İT¼)
Dr. Fuat Şaroğlu (TPAO)
Dr. ¼mer Emre (MTA)
Doç. Dr. Erhan Altunel (O¼)
Doç. Dr. Serdar Aky¼z (İT¼)
Doç. Dr. Orhan Tatar (C¼)
Doç. Dr. Semih Ergintav (T¼BİTAK MAM)
Doç. Dr. Emin Demirbağ (İT¼)
Dr. Ali Pınar (İ¼)
Dr. Doğan Kalafat (KR-DAE)
İsmail KuŐu (MTA)
Erdal Herece (MTA)

D¼ZENLEME KURULU SEKRETERLİğİ

Dr. ¼mer Emre (MTA)
İsmail KuŐu (MTA)
Ahmet Doğan (MTA)
Dr. Selim ¼zalp (MTA)

A. AYKUT BARKA ...

Bu toplantı, hayatını aktif tektonik çalışmalarına adanmış olan, aynı zamanda Aktif Tektonik Araştırma Grubu'nun fikir babası ve hayata geçirilmesinde en önemli sürükleyici güç olan sevgili arkadaşımız, hocamız **Prof. Dr. A. Aykut Barka**'nın aziz hatırasına ithaf edilmiştir.



A. AYKUT BARKA (1952 – 2002)

Sevgili arkadaşımız, dostumuz, AKTİF TEKTONİK ARAŞTIRMA GRUBU'nun kurucusu Aykut Barka aramızdan ayrıldı. Arkasında eserlerini, öğrencilerini, arkadaşlarını, yarım kalmış projelerini bırakarak ebediyete geçti. Ölüm canlılar için değişmez bir gerçekliktir, bunu bilmemize rağmen bu ayrılış bizi çok sarstı.

Çünkü Aykut, herşeyden önce, iyi bir insandı. İnsandı, gülmeyi, espri yapmayı, eğlenmeyi severdi. Edebiyat, sanat, spor onun yabancı olduğu konular değildi. Yerini seçkin insanların korunmalı localarından çok sıradan insanların arası olarak seçmişti. Çocuklarla, köylülerle, yaşlılarla, iyi ve kötü insanlarla nasıl konuşulacağını bilirdi. Toplum ona güvendi, onun sözlerini değerli bildi; bilimi, araştırmacılığı onunla sevdi.

Ona ihtiyacımız vardı; konuşmak, dertleşmek, tartışmak, yayın-kitap sormak, birlikte çalışmak, araziye gitmek için ona ihtiyacımız vardı. Onunla birlikte bir yanımız da gitti. Aykut Barka vazgeçilmez bir insandı.

Her ölüm erkendir.
Bu çok erken oldu.

EDİTÖR NOTU

Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG 6) Altıncı Toplantısı için gönderilen özler ve genişletilmiş özler, yazarların gönderdiği şekilde basılmıştır. İfadeler, kullanılan kelimeler, imla ve noktalama işaretleri orijinal metinlerde yer aldığı şekildedir. Zaman darlığı nedeniyle gerçek anlamda editörlük yapılmamıştır. Sadece başlıklar, yazar adları ve adresleri üzerinde, belirlenen formata yönelik değişiklikler yapılmıştır.

Düzenleme Kurulu

İÇİNDEKİLER

BİLDİRİLER

Marmara Denizi Aktif Faylarının Araştırılmasında Kullanılan Sismik, Batimetrik ve Sonar Çalışmaları: Jeofizik Açından Yöntem ve Sonuçların Genel Bir Değerlendirilmesi <i>Emin Demirbağ</i>	1
Marmara Örgülü Fay Sisteminde Aşmalı Deprem Serileri Modeline Göre Tarihsel Depremlerin Yerleri ve Günümüzde Deprem Olasılıkları <i>Cenk Yaltırak, Cevdet Cerit, Kezban Saki-Yaltırak</i>	3
Marmara Denizi Derin Sedimanlarında Metan Varlığı ve Bunun Tektonik Yapı ile İlişkisi <i>İsmail Kuşçu, Oya Algan, Peter Halbach, Maik Inthorn, Thomas Kuhn, Steffen Richter, Richard Seifert, Oliver Schmale</i>	7
Güney Marmara Kıyıları ve Tsunami Tortulu Arama Çalışmalarının Ön Sonuçları <i>Nizamettin Kazancı, Ediz Kırman, Ömer Emre, Ahmet Doğan, Selim Özalp ..</i>	16
Marmara Bölgesinde Yapılan GPS Çalışmalarının ve MAGNET'in Son Durumu <i>Rahşan Çakmak, Semih Ergintav, R. Bürgmann, S. McClosky, R.E. Reilinger, O. Lenk, Aykut Barka, H. Özener</i>	17
Tekirdağ-Çerkezköy İlçesinde Yer Mühendislik Özelliklerinin Jeofizik Ölçümler, Jeolojik Gözlemler ve Jeotektonik Deneylerle Belirlenmesi <i>M. Canbay, A. Yoğurtçuoğlu, C. Çakır, Cengiz Kurtuluş</i>	23
Marmara Bölgesi'nde Sismik Aktivite Habercisi Olabilecek Bulguların Araştırılması <i>Selim İnan, Cemil Seyis, Semih Ergintav, M. Baş, Ruhi Saatçılar, Kevin Cuff, Naci Görür, S. Canan, A. Belgen, D. Karakaş, S. Akar, L. Kurt, R. Kafarov, R. Çakmak, S. Çetin, H. Yakan</i>	24
Nature of Neotectonic Regime within the Isparta Angle: Origin of Eğirdir Lake <i>Ali Koçyiğit</i>	29
Akarçay Havzası (Afyon) ve 3 Şubat 2002 Çay-Afyon Depreminin Önemi <i>Kadir Dirik</i>	32
Afyon-Sultandağı Depremi (3 Şubat 2002 Mw=6.2) Artçı Deprem Çalışması <i>M. Cengiz Tapırdamaz, A. Tarancıoğlu, M. Ergin, Serdar Özalaybey, A. Yörük, Faruk Biçmen, S. Çetin, E. Tan, Mustafa Aktar</i>	34
3 Şubat 2002 Afyon-Sultandağı Depremi ve Artçı Sarsıntılarının İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi <i>Serkan Öztürk, Yusuf Bayrak</i>	42
Batı Anadolu'nun Deformasyonu <i>M. Emin Ayhan</i>	47
İzmir ve Yakın Çevresinde Üç Boyutlu Sismik Dalga Yayılımı Modellemesi <i>Gökhan Göktürkler</i>	49
Denizli Bölgesi Mikrodeprem Çalışması <i>A. Tarancıoğlu, M. Cengiz Tapırdamaz, A. Yörük, Faruk Biçmen, M. Ergin, Serdar Özalaybey</i>	52

Kuzey Anadolu Fay Zonu Güney Kolu Üzerindeki Geyve-Pamukova Havzası Neojen Stratigrafisinin Morfotektoniğinin Analizi <i>Bülent Doğan, Okan Tüysüz</i>	59
Gemlik Fay Zonunun Aktif Tektoniği <i>Gülşen Uçarkuş, Serdar Akyüz, Aykut Barka</i>	61
Gemlik Körfezi'ndeki Aktif Faylar-Ön Bulgular <i>Selim Özalp, İsmail Kuşçu, Makoto Okamura, Hiromi Matsuoka, Kunio Yamamori, Takahiro Nakaido, Cihangir Özer, Ömer Emre</i>	63
Van Şehri Kuzeyi Genç Göl Çökellerinde Aktif Tektonik Bulgular <i>Onur Köse, Çağlar Özkaymak</i>	64
Erzincan Havzası 3D ve Vp/Vs Yapısının Yerel Deprem Tomografisi ile Belirlenmesi <i>Bülent Kaypak, Haluk Eyidoğan</i>	66
Doğal Afetler Nedeniyle Yer Değiştiren Kentlere Bir Örnek: Palu <i>Fuat Şaroğlu, Ahmet Doğan</i>	73
Kuzey Anadolu Fayı Sapanca-Gölyaka Segmentinin Aksu Deresi Kesimindeki Yapısal Kontrollü Kütle Hareketleri <i>Nazım İleri, Ergun Gökten</i>	75
Kuzey Anadolu Fayı'nın İsmetpaşa Kesiminde Krip ve 1999 İzmit Depreminin Tetiklediği Hareketler <i>Ahmet Doğan, Hisao Kondo, Ömer Emre, Yasuo Awata, Selim Özalp, Fatma Tokay, Cengiz Yıldırım</i>	76
Akçşehir Formasyonunun Genel Özelliği ve Kuzey Anadolu Fayı'nın Yaşı ile İlişkisi <i>Fuat Şaroğlu, Nizamettin Kazancı, Ömer Emre, Gerçek Saraç, Ahmet Doğan</i>	78
Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Anadolu Bölümünün GPS Ölçmeleri İle Güncel Tektonik Özelliklerinin Belirlenmesi <i>Hakan Yavaşoğlu, Orhan Baykal, Serdar Bilgi, Raşan Çakmak, Turan Erden, Semih Ergintav, Cankut D. İnce, Himmet Karaman, Ergin Tari, Ufuk Tari, Okan Tüysüz</i>	79
1999 İzmit Depreminin Bölgede Neden Olduğu Statik Stress Değişimi ve Bunun Düzce Depremine Olan Etkisi <i>Ziyadin Çakır, Emre Evren</i>	84
Doğu Marmara Bölgesi'ndeki Fayların Morfoloji Evrimine Etkisi <i>Ufuk Tari, Okan Tüysüz</i>	86
Güncel Eskişehir Havzası Güneyindeki Terasların Kökeni ve Tektonik Anlamı <i>Faruk Ocakoğlu</i>	88
Mürefte - Şarköy Depremi: Ganos Fayı'nın 9 Ağustos 1912 Depreminde Atımı, Kırık Uzunluğu, Büyüklüğü, Karakteri ve Aynı Yörede Olan Tarihsel Depremler <i>Cenk Yalıtırak, Bedri Alpar, Yıldız Altınok</i>	90
Ecemiş Fayı: Morfotektoniği ve Paleosismolojisi <i>Dilek Şatır, Okan Tüysüz, Serdar Akyüz</i>	94
Çay Depremi (3 Şubat 2002, $M_w=6.2$) Yüzey Kırığı Üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları <i>H. Serdar Akyüz, Gülşen Uçarkuş, Dilek Şatır, Özgür Kozacı, A. Dikbaş, B. Birinci</i>	96
Doğrultu Atımlı Faylar Üzerindeki Hendek Çalışmalarında Karşılaşılan Bazı Tektono-Sedimanter Yapıların Anlamı	

<i>Tamer Y. Duman, Ömer Emre, İsmail Kuşçu</i>	97
Knidos (Cnidus) Antik Kentini Kesen Yüzev Kıvıkları	
<i>Erhan Altunel, Ian Stewart, Aykut Barka</i>	99
Pergamon Antik Kentini Etkileyen Tarihsel Depremler	
<i>Umut Akyüz, Erhan Altunel</i>	
Dinar Fayı Üzerinde Meydana Gelen Büyük Depremlere Ait Arkeolojik, Tarihsel ve Jeolojik Veriler Arasındaki Uyumluluk	
<i>Erhan Altunel, Serdar Akyüz, Aykut Barka</i>	103
Sismik Ağlarda Deprem Büyüklüklerinin Ampirik Olarak İlişkilendirilmesi	
<i>Doğan Kalafat</i>	105
Aktif Tektonik Çalışmalarında “Meslek Etiği” Sorunsalı ve Bir Örnek Değerlendirme	
<i>Faruk Ocakoğlu, Erhan Altunel, Volkan Karabacak, Ahmet Orhan</i>	109
Alüvyal Çökellerde (Toprak Zeminler) Deprem Kırık Yayılması	
<i>Ramazan Demirtaş</i>	111
Diri Faylar Etrafında Tampon Bölge (Emniyetli Kuşak) Oluşturma Esasları – Fay Yasası	
<i>Ramazan Demirtaş</i>	116
POSTERLER	121
Hersek Deltasında Kuzey Anadolu Fayı’nın Yalova Segmenti Üzerinde Paleosismisite Çalışmaları	
<i>Özgür Kozacı, Erhan Altunel, Scott Lindvall, Aykut Barka, Charlie Brankman, William Lettis</i>	122
Deliler Fayı’nın (Sivas Güneyi) Aktivitesi ve Paleosismisitesi	
<i>H. Serdar Akyüz, Gülsen Uçarkuş, Ç. Yalçınler, E.Evren, B. Doğan</i>	123
Gökova Fay Zonunun Paleosismisitesi	
<i>H. Serdar Akyüz, Erhan Altunel, Aykut Barka</i>	124
Denizli Neojen İstifindeki Eski Sıvılaşıma İzleri	
<i>Savaş Topal, Mehmet Özkul</i>	125

MARMARA DENİZİ AKTİF FAYLARININ ARAŞTIRILMASINDA KULLANILAN SİSMİK, BATİMETRİK VE SONAR ÇALIŞMALARI: YÖNTEMLERİN VE YENİ YAKLAŞIMLARIN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ

Emin DEMİRBAĞ

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Maslak 80626 İstanbul

ÖZ

Gölcük merkezli 1999 yılı depreminden sonra Marmara Denizi'nde denizaltı faylarının aranmasında güncel sismik ve batimetrik yöntemler ulusal ve uluslararası araştırma gemilerinin olanakları ölçüsünde yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Bir kısmı tamamlanmış, bir kısmı ise halen devam eden bu çalışmalar sonucunda Marmara Denizi'nin genç tektonizması hakkında bilgilerimizde büyük bir ilerleme sağlanması mümkün olmuştur. Sismik ve batimetrik yöntemlerin uygulanması ile elde edilen bu ilerleme elbetteki bu yöntemlerin sağladığı imkanlarla ve uygulanma şekilleri ile sınırlıdır. Bu bildiriye yöntemlerin teknik açıdan bir değerlendirilmesi yapılacak ve elde edilen değişik türde verilerin genç tektonik araştırmalarına ne şekilde daha fazla katkı sağlayabileceği tartışılacaktır.

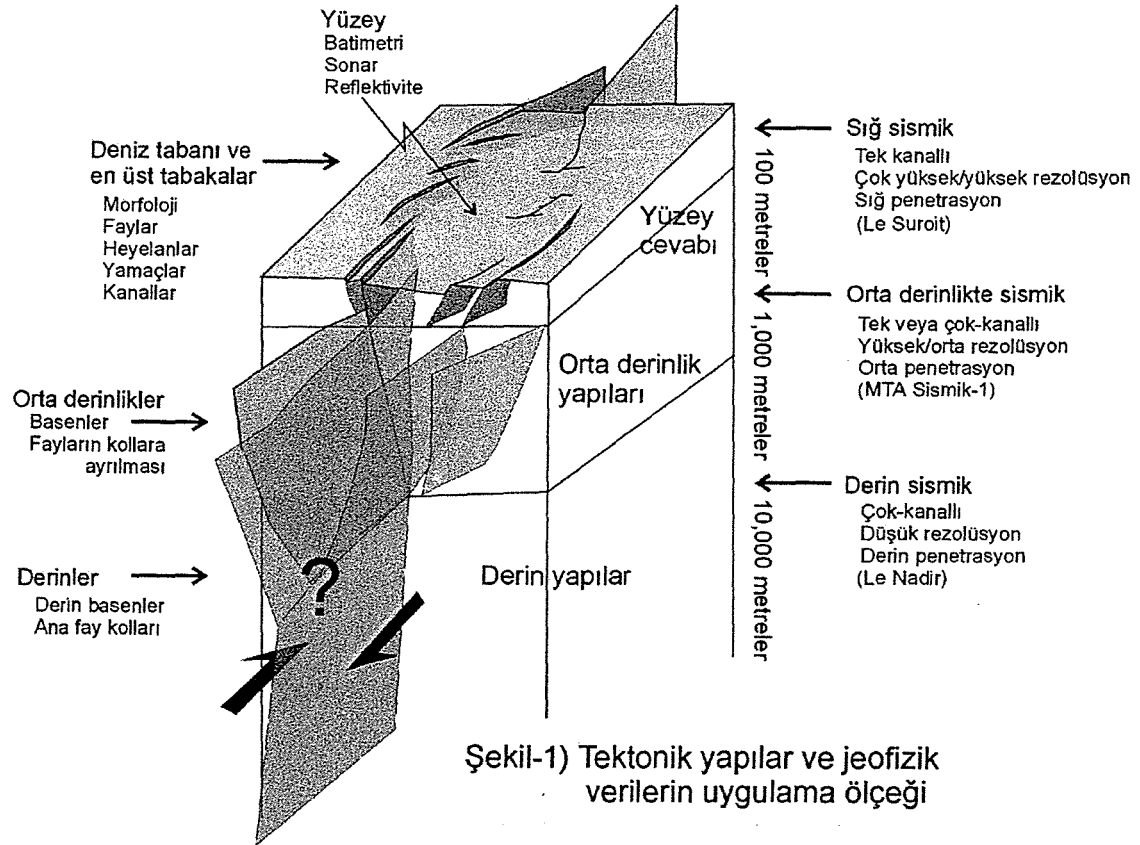
Tablo-1 de bugüne kadar Marmara Denizi'nde bazı araştırma gemileriyle yapılan çalışmalardan elde edilen sismik yansıma verilerinin genç tektonizma araştırmalarında önemli olan yatay ve düşey rezolüsyon özellikleri verilmiştir. Buna göre yıllar içerisinde elde edilen sismik veriler düşük rezolüsyona karşılık büyük penetrasyon ile yüksek rezolüsyona karşılık sığ penetrasyon arasında bir veri yelpazesini önemli ölçüde sağlamaktadır. Bu veri yelpazesi Şekil-1 de gösterildiği üzere yer kabuğunun üst kısımlarında gözlenmekte olan genç tektonik unsurların, yüzeyden orta kabuk derinliğine doğru giderek daha az bir rezolüsyon imkanıyla incelenmesine olanak verir. Son zamanlara kadar Marmara Denizi'nde yapılan araştırmalarda en önemli eksikliklerden birisi, sismojenik derinliklerdeki deprem faaliyeti nedeniyle varlığı bilinen aktif deformasyon zonu ile bu zonun deniz tabanı ve genç sedimanter birimlerde oluşturduğu yüzey deformasyonu arasında doğrudan bir bağlantı kurulamamış olmasıdır. MTA Sismik-1, Le Suroit ve Le Nadir araştırma gemileri ile toplanmış sismik ve batimetrik veriler bu amaçla kullanılabilir ve deniz tabanı ve genç çökel birimlerde gözlenen ana

deformasyon zonu ile daha derinlerde bulunan ana fay kolları arasındaki bağlantı ortaya konulabilir. Bu bildiriye bu amaca yönelik olarak sismik ve batimetrik yöntemlerin bir değerlendirilmesi ve eldeki verilerin vaad ettiği yeni yaklaşımlar tartışılacaktır.

Tablo 1. Marmara Denizi'nde toplanan sismik verilerin rezolüsyonu

Araştırma gemisi ve sismik veri türü	Ham veride gözlenen baskın frekans (Hz) ve enerji kaynağı	~ Fresnel Zonu (m)	~ Düşey rezolüsyon (m)		
		(Özdoğan Yılmaz, 1987)			
Deniz tabanı ve en üst tabakalar Morfoloji Faylar Heyelanlar Yamaçlar Kanallar	Le Suroit dipten-çekmeli tek-kanallı (pasisar)	500 (3 KJ)	< 50	< 1	Sığ sismik Tek kanallı Çok yüksek/yüksek rezolüsyon Sığ penetrasyon
	Le Suroit tek-kanallı	400 (3 KJ)	50	1	
Orta derinlikler Basenler Fayların kollara ayrılması	MTA Sismik-1 tek-kanallı	125 (2 guns)	85	3	Orta derinlikte sismik Tek veya çok kanallı Yüksek/orta rezolüsyon Orta penetrasyon
	MTA Sismik-1 çok-kanallı	30 (10 guns)	175	15	
Derinler Derin basenler Ana fay kolları	Le Nadir çok-kanallı (Hava tabancaları tam kapasite ile devrede)	10 (12 guns and 8100 cu ³)	300	40	Derin sismik Çok-kanallı Düşük rezolüsyon Derin penetrasyon

Son iki sütun 1200 m su derinliği ve 1500 m/s P-dalgası yayılım hızı kullanılarak hesaplanmış ve en yakın değerlere yuvarlatılmıştır.



MARMARA ÖRGÜLÜ FAY SİSTEMİNDE AŞMALI DEPREM SERİLERİ MODELİNE GÖRE TARİHSEL DEPREMLERİN YERLERİ VE GÜNÜMÜZDE DEPREM OLASILIKLARI

Cenk YALTIRAK¹, Cevdet CERİT², Kezban SAKİ-YALTIRAK³

1) İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Ayazağa/İstanbul

2) İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Mühendisliği
Ayazağa/İstanbul

3) İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Katıyer Anabilim Dalı,
Ayazağa/İstanbul

ÖZ

Marmara Bölgesinde kara ve deniz alanlarında, Kuzey Anadolu Fayı üç kola ayrılır. Bu çalışma, Düzce ile Saroz Körfezi arasında Marmara Denizi'ni biçen, Kuzey Kol üzerindeki tarihsel depremler ile fayın kinematik özellikleri arasındaki ilişkinin ne olabileceğine ve deprem olasılığı üzerine yaptığımız baştan kurmaya dayanır.

KAF'ın Marmara Denizi'ni biçen kuzey kolu, kökü derinde olan, at kuyruğu örgüsü olarak tanımlanabilecek, kökten başlayarak yukarı doğru burulan düzlemler ve bu düzlemlerin arasında gerçekleşen hareket transferlerinin yarattığı sırtlar ve çukurlarla tanımlanan bir yapıdır.

Marmara Denizi'nde bu özelliklere göre, derinde tek olan ve yukarı doğru burulan her bir düzlem kinematik-sismojenik bir fay parçasıdır. Bu parçalar uzunlukları ve konumlarıyla sıkışmalı, gerilmeli, doğrultu atım bileşeni hakim, derinde olan hareketin birikimini başlı başına deprem üreterek boşaltan yapılardır. Her bir kinematik-sismojenik parça, Anadolu'nun batıya kaçışında Marmara'da kendine yüklenen 16 ± 1 mm/yıllık atımı, bir süre sonra düzlemin toplam alanında oluşacak sürtünmeyi yenecek birikime getirdiğinde boşaltır. Bu boşaltmalar sonrasında kinematik-sismojenik parçada yenilme noktasına ulaşana kadar büyük depremler olmaz. Bu anlamda kinematik-sismojenik parçalar sürekli olarak depremler ve yerleriyle tanımlanabilir. Başlangıç bitiş noktaları arasında kalan düğüm noktalarında parçalanma olmadığı sürece o kesimi deforme ederek, hemen hemen aynı yerden kırılırlar. Bu anlamda maksimum atım alanları arasında kalan transfer kesimleri de iki defa boşalacak şekilde birbirini üzerler.

Öne sürdüğümüz yaklaşım, GPS hızları, haritadaki faylarla sınımlanabilir ve tarihsel depremlerin lokal olarak bir merkeze göre sınıflanmasıyla elde edilecek birikimlere göre de modellenilebilir. Böyle bir yaklaşımla kinematik-sismojenik bir parçada olan tarihsel depremler ile bölgede fayların üzerindeki deprem olasılıkları daha ayrıntılı bilinebilir.

Bu yaklaşıma göre Marmara'da Düzce'den başlayarak tanımlanabilen kinematik-sismojenik parçalar şunlardır;

Körfez-Sakarya Parçası: Bu parça Akyazı'dan başlar ve Hersek Deltası batısında Çatal Deltası önünde sona erer. Uzunluğu 110 kilometredir. Sismojenik zonun derinliği 9-15 km arasında değişir.

Doğu Marmara Parçası: Doğu Marmara Çukurunun doğusundan başlayarak çukurun güney kesimini izleyerek Doğu Marmara Sirtının doğu cephesinde güneye dönerek sonlanır. Uzunluğu 97 kilometredir. Sismojenik zon 12-15 km civarındadır.

Doğu Sırtı Batı Cephesi Parçası: Doğu sırtının batısında Kumburgaz çukurunun doğu ve güney kenarını sınırlar batıya dönere bir makaslama zonu ile diğer parçalara eklenir. Uzunluğu 34 kilometredir. Sismojenik zon 12-15 km civarındadır.

Orta Sırt Kuzey Parçası: Kumburgaz çukurunun kuzey cephesinden başlar ve orta sırttan batıya uzanan oluğun kuzey kenarından geçerek Orta Marmara Çukuru'nun biçerek batı kenarında son bulur. Uzunluğu 65 km dir. Sismojenik zon 15 km civarındadır.

Batı Marmara Parçası: Kumburgaz Çukurunun orta kesiminin kuzey cephesinden başlar, Batı Marmara Sırtı'nın güney kenarından geçip ve Gaziköy açıklarında sona erer, 79 km uzunluğundadır. Bu yörede sismojenik zon 20 km derine kadar inmektedir.

Gaziköy Parçası: Gaziköy batısında Batı Marmara Çukuru içinde başlar ve Gölcük Köyü'nde fayın iki ayrıldığı noktada sona erer, yaklaşık 60 km civarındadır. Bu yörede sismojenik zonun derinliği 15-20 km civarındadır.

Bu parçalarda yapılan tarihsel deprem analizleri için iki önemli parametre kullanılmıştır. Bunlardan birincisi İstanbul'da depremin etkisidir. İkincisi yerel yıkımlardır. İstanbul'da ağır yıkıcı depremler 557, 986 ve 1509 dur. Bunların dışında orta yıkıcı depremler 478, 732, 1011, 1332, 1542, 1754, yıkıcı depremler, 542, 795, 1032, 1346, 1556 ve Mayıs 1776 depremleridir. Yine Batı Marmara ve Gaziköy'ü kapsayan parçalarda olan 797, 824, 1063, 1083, 1343, 1354, 1569, 1659, Ağustos 1766 ve 1912 depremleridir. İzmit Körfezi civarında olan yıkıcı depremler ise 551,740, 975, 1296, 1501,1719 ve Ağustos 1999 depremleridir. 1894 gibi İstanbul'u etkileyen depremlerin olabileceği Adalar fayı üzerinde ise deprem periyotları sanıldığından daha uzundur. Aynı durum İmralı Fayı içinde geçerlidir.

Büyük depremleri yıkım alanı ve etki alanı olarak değerlendirdiğimizde ortaya çıkan tarihsel dizi üzerinde olasılık analizi yapmak, geçmişe yönelik büyüklükleri hesaplamak için,

- 1) Üzerine depremler atanan kinematik-sismojenik parçalarının uzunlukları,
- 2) Sismojenik zonun derinliği,
- 3) İki deprem arasında geçen zamanla biriken atım,

dikkate alındığında ortaya çıkan tabloda zaman kaymaları olsa da kinematik-sismojenik parçaların üzerinde olan deprem büyüklükleri ancak 0,1'lik bir değişime neden olmaktadır.

Yapılan baştan kurmaya göre ortaya çıkan tabloda; *aritmetik artan atım*, *geometrik olarak artan fay düzlem alanı* ve *logaritmik olarak artan deprem büyüklüğü* birbirine birebir uyan bir tablo inşa etmektedir. Bu durumda Marmara bölgesinde olmuş olan, yıkıcı etkileri bilinen 33 depremin, nerede ve ne büyüklükte olduğunu saptadığımız varsayımından yola çıkarak, geleceğe yönelik deprem olasılığı hakkında hesaplamalar yapma olanağı ortaya çıkar.

Bu yaklaşıma göre Marmara'da bulunan 6 kinematik-sismojenik parçada tarihsel depremlerin tamamı dikkate alındığında deprem olasılıkları için öncelikle her bir parça için standart sapmalar hesaplanmış, büyüklük ve atımla ilgili korelasyonlar yapılmış, % 95 güven aralığında, ortalama deprem sürelerine göre olasılık hesapları yapılmıştır. Bu hesaplara göre Marmara'da 7.2-7.7 Mw

büyükliğinde deprem olasılığı sanıldığından daha büyüktür. Örneğin tanımladığımız 6 parçayı kapsayan sistemde önümüzdeki 10 yıl içinde 7.2-7.7 Mw arası bir deprem olma olasılığı % 59.088 kadardır ve 15 ve 20 yıllık sürelerde daha da artmaktadır. Bu değerler yabancı araştırmacıların öngördüğü değerlendirmelerden oldukça farklıdır.

MARMARA DENİZİ'NDE METAN VARLIĞI VE BUNUN TEKTONİK YAPI İLE İLİŞKİSİ

İsmail KUŞÇU¹, Oya ALGAN², Peter HALBACH³, Maik INTHORN³,
Thomas KUHN⁴, Steffen RICHTER³, Richard SEIFERT⁵, Oliver
SCHMALE⁵

¹MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi

²İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü

³Free University of Berlin

⁴Technical University of Freiberg

⁵University of Hamburg

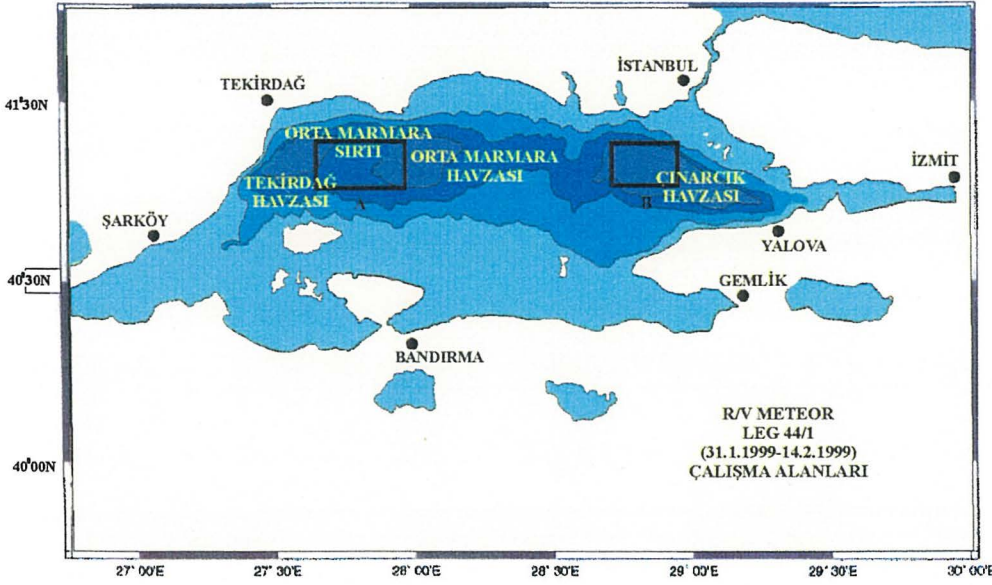
1. GİRİŞ

MTA Genel Müdürlüğü ile Berlin Free Üniversitesi tarafından yürütülen ortak deniz araştırması projesi kapsamında 1999 yılı Şubat ayında Marmara Denizi'nde, Kuzey Anadolu Fayı'nın Ganos Fayı segmentinin doğu kesimi üzerinde R/V Meteor araştırma gemisi ile bir araştırma seferi yapılmıştır. Çalışmanın amacı Marmara Denizi'nin yakın geçmişte şekillenen derin kesimlerinde tektonizmadan etkilenmiş katı ve sıvı stokların jeokimyasal açıdan incelenmesi, derin sediman *core*'ları yardımıyla Marmara Denizi'nin Kuvaterner'deki evriminin paleoşinografi ve bölgesel jeolojiden yararlanarak incelenmesi olarak belirlenmiştir.

Tektonik yapısı dikkate alındığında, Marmara Denizi'ndeki yoğun aktif faylanma ile oluşan fay düzlemlerinin akışkan göçünde taşıyıcı rolü oynayacağı ve özellikle derin kesimlerde soğuk akışkan ile gaz (esas olarak metan) çıkışının beklenmesi doğaldır. Bununla beraber, bu çalışmadan önce Marmara Denizi'nde metan yükselimi ölçümü yapılmadığı bilinmektedir.

2. MARMARA DENİZİ

Marmara Denizi, Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kesimi üzerinde yer alan 270 km uzunlukta ve 80 km genişlikte kıtaiçi denizel bir havzadır. Tektonik açıdan çok aktif olan Marmara Denizi'nde üç küçük fakat derin (en fazla 1280 m) havza vardır. Bunlar, batıdan doğuya doğru Tekirdağ, Orta Marmara ve Çınarcık havzaları olarak adlandırılır. Bu havzalar ortalama 600 m. yükseklikteki sırtlarla birbirlerinden ayrılmıştır (Barka ve Kadinsky-Cade,1988; Wong ve diğ.,1995; Okay ve diğ.,1999; Okay ve diğ.,2000) (Şek.1). Marmara Denizi'nin morfolojisi



Şekil 1. Marmara Denizi'ndeki havzalar ve çalışma alanı (A ile gösterilmiştir.)

Kuzey Anadolu Fayı'nın sağ yönlü doğrultu atımlı fay tektoniği ile kuzeybatı Anadolu'da gözlemlenen K-G doğrultudaki Ege gerilme tektoniği ile kontrol edilmektedir (McKenzie,1972; Dewey ve Şengör,1979; Şengör ve diğ.,1985; Taymaz ve diğ.1991). K-G gerilme tektoniği nedeniyle Kuzey Anadolu Fayı Marmara Denizi'nde kollara ayrılmış ve yukarıda bahsedilen havzalar ve sırtlar meydana gelmiştir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu üzerindeki en aktif segmenti, Tekirdağ ve Orta Marmara havzalarının oluşumunda önemli rol oynayan Ganos Fayı'dır (Wong ve diğ.,1995; Okay ve diğ.,1999). Karada, Gelibolu Yarımadası'nın kuzeydoğusunda, bu fayın 45 km. uzunlukta transpresif bir segmenti vardır. Bu segment, daha batıda Saros Körfezi'nin güney kıyısını takip ederek Kuzey Ege Denizi'ne girer (Çağatay ve diğ.,1998; Kurt ve diğ.,2000). Marmara Denizi içinde Ganos Fayı Tekirdağ havzasını keserek havza tabanında 2-3 km genişliğinde bir deformasyon zonu oluşturur. Burada artık transtansiyonel karakterdedir, 70°'lik bir açıyla kuzeye dalar ve daha doğuya doğru D ve KD yönelimli kollara ayrılır (Okay ve diğ.,1999). Bunlardan ilki Tekirdağ ve Orta Marmara havzaları arasındaki Orta Marmara sırtını derin bir vadi ile (-770 m) keserek doğuya doğru uzanır.

2. YÖNTEM

Çalışma alanının deniz tabanı topoğrafyasının ortaya çıkarılması, yerel tektonik ve morfolojik yapının belirlenmesi için ilk olarak Hydrosweep ve Parasound cihazları kullanılarak batimetri haritası elde edilmiştir. Seçilen tektonik açıdan aktif alanlarda video çekimleri yapılarak akışkan ve gaz çıkış alanları saptanmıştır. Akışkan çıkış alanlarından kısa sediman core örnekleri ile beraber deniz tabanının ilk bir metre üzerinden akışkan örnekleri alınmış, su tabanının fiziksel ve kimyasal parametreleri (sıcaklık, Eh, pH, tuzluluk gibi) ölçülmüş, örneklerin alınmasından hemen sonra gemide jeokimyasal analizler (ağır metal, anyon, eriyik gaz saptaması gibi) yapılmış ve özellikle *redox-sensitive* elementler belirlenmiştir. Akışkan çıkış alanları ile ilişkili oldukları düşünülen mikrobiyolojik aktivitenin yüksek olduğu alanlar tanımlanmıştır. *Piston corer* ile havzalarda ve sırt üzerinde 13 m.ye ulaşan sediman *core*'ları alınmıştır. Bunların mineralojik ve jeokimyasal kompozisyonları saptanmıştır.

3. BATİMETRİ

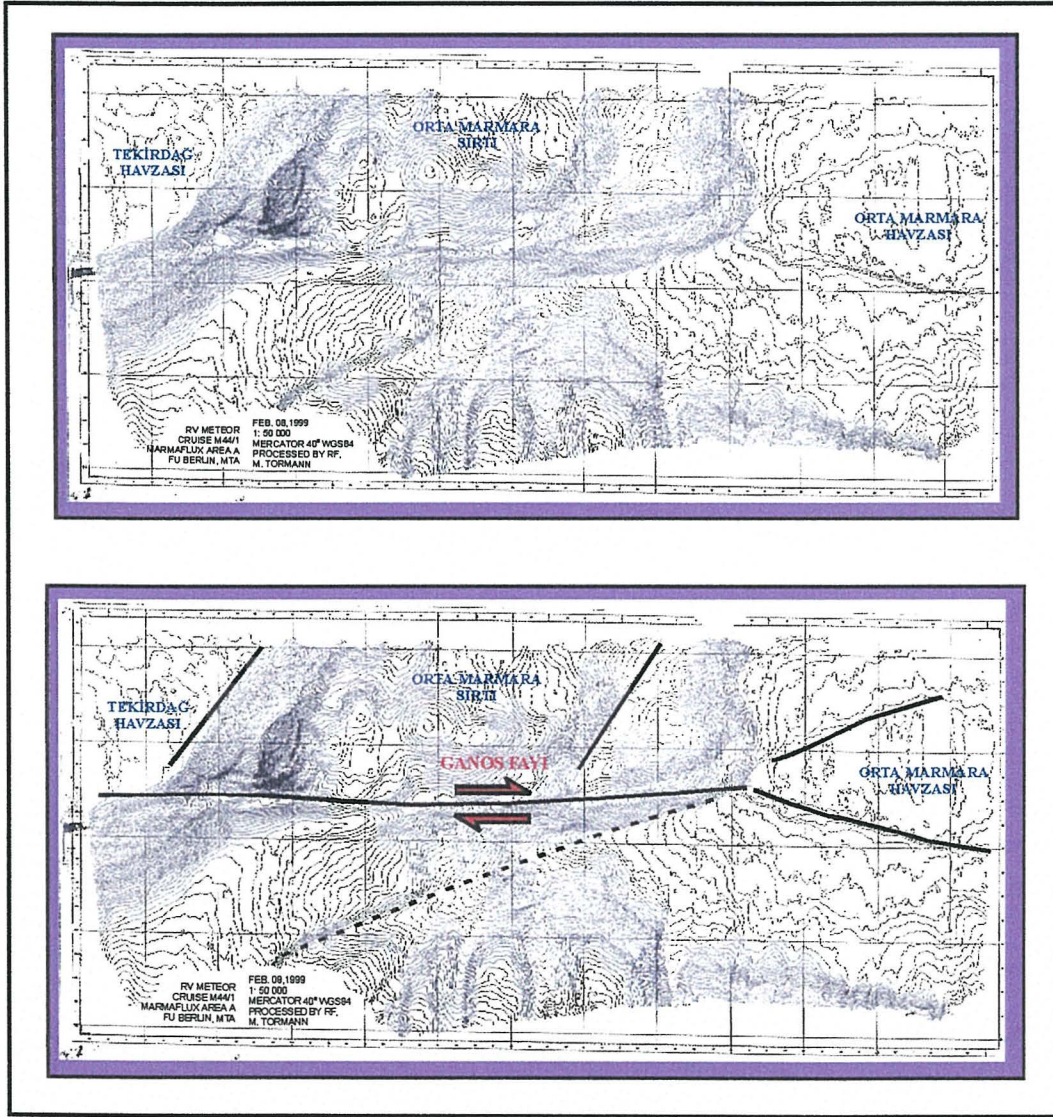
Marmara Denizi derin sedimanlarında ve hemen üzerlerindeki su kolonunda metan gazı çıkış yerlerinin belirlenmesi amaçlı bu çalışma planlanırken, yer seçimi açısından Tekirdağ havzasında MTA Sismik-1 araştırma gemisinin 1997 yılı çalışması sonucu üretilen Okay ve diğ. (1999) yayını referans alınmıştır. 1912 depreminin kırıklarının bu alana kadar uzanması ihtimali de düşünülerek, yakın geçmişte sismik aktivite göstermiş olması muhtemel bir alan çalışma sahası olarak seçilmiştir. Tekirdağ havzasının doğu kesimlerini, Orta Marmara sırtını ve Orta Marmara havzasının batı kesimlerini içine alan bu alanda ilk önce taban topoğrafyasının belirlenmesi için Parasound ve Hydrosweep cihazları kullanılarak bölgenin 1:50 000 ölçekli batimetri haritası hazırlanmıştır (Şek.2). Tüm diğer çalışmalar bu haritaya dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

4. DERİN SEDİMAN ÖRNEKLERİ

M44/1 seferi sırasında havzalardan ve sırttan *piston corer* ile derin sediman örnekleri (13 m'ye kadar) alınmıştır. *Piston corer* ile örnekleme yapılan yerlerden, deniz tabanının bozulmamış en üst 10-30 cm'lik kesiminden *multi-core* örnekleri alınmıştır. 22 örnekleme istasyonundan toplam 178 m. uzunlukta sediman ile 29 *multi-core* örneği elde edilmiştir. Örneklemedeki amaç a) Ganos fayı boyunca sediman kolonundan yükselen gaz ve/veya akışkan cephesi

etkileşimini, b) Marmara Denizi'nin glasiyel-interglasiyel değişimler açısından paleoşinografik gelişimini incelemektir.

Fay boyunca alınan sedimanların grimsi zeytin renkli taneli yeşilimsi gri siltli killer ile türbidit olarak yorumlanabilecek dereceli tabakalar içerdiği, bazı yerlerde ince laminalı olduğu gözlemlenmiştir. Sedimanlar genellikle siltli kilden oluşmaktadır. Sediman yüzeyleri zeytin renkli-kahverengi bir oksik tabaka



Şekil 2. Çalışma alanının batimetri haritası ve Ganos Fayı'nın konumu.

ile tanımlanmaktadır. Aşağı doğru bu tabakalar zeytin grisi, zeytin siyahı ve yeşilimsi gri renk alırlar. Yeşilimsi gri sedimanlarda siyahımsı kahverengi (1mm.den ince), siltli laminalar (1 mm.den kalın), siyah haleler, ince siltli

mercekler gözlemlenir. Sırt platosundan alınan örneklerde (20 KLG, 21 KL) Fe-monosülfidler, organik bileşikler ve kil mineralleri görülmüştür. Bunlar, Karadeniz'de, Pleyistosen tatlısu şartlarında oluşan bantlı killeri andırdıkları için, tatlısu çökelleri olarak yorumlanabilmektedir. Ganos Fayı boyunca alınmış bazı örneklerde gaz kabarcıkları izleri saptanmıştır. Bazı *core*'larda tefra tabakaları (Wulff ve diğ.,2002) ve türbidit olarak yorumlanabilecek kaba taneli kısmen dereceli tabakalar da görülmüştür.

5. SU KOLONUNDA AKIŞKAN KİMYASI

Sefer sırasında CTD'ye monte edilmiş Rosette sistemi (24x10 l. Niskin kabı) ile, HBS su örneklem cihazı ile ve *multi-corer* ile 120 su örneği alınmış ve bunlar uçucu hidrokarbon içerikleri açısından analiz edilmiştir. Metan konsantrasyonunun su kolonunun özellikle deniz tabanına yakın kesimlerinde arttığı gözlemlenmiştir.

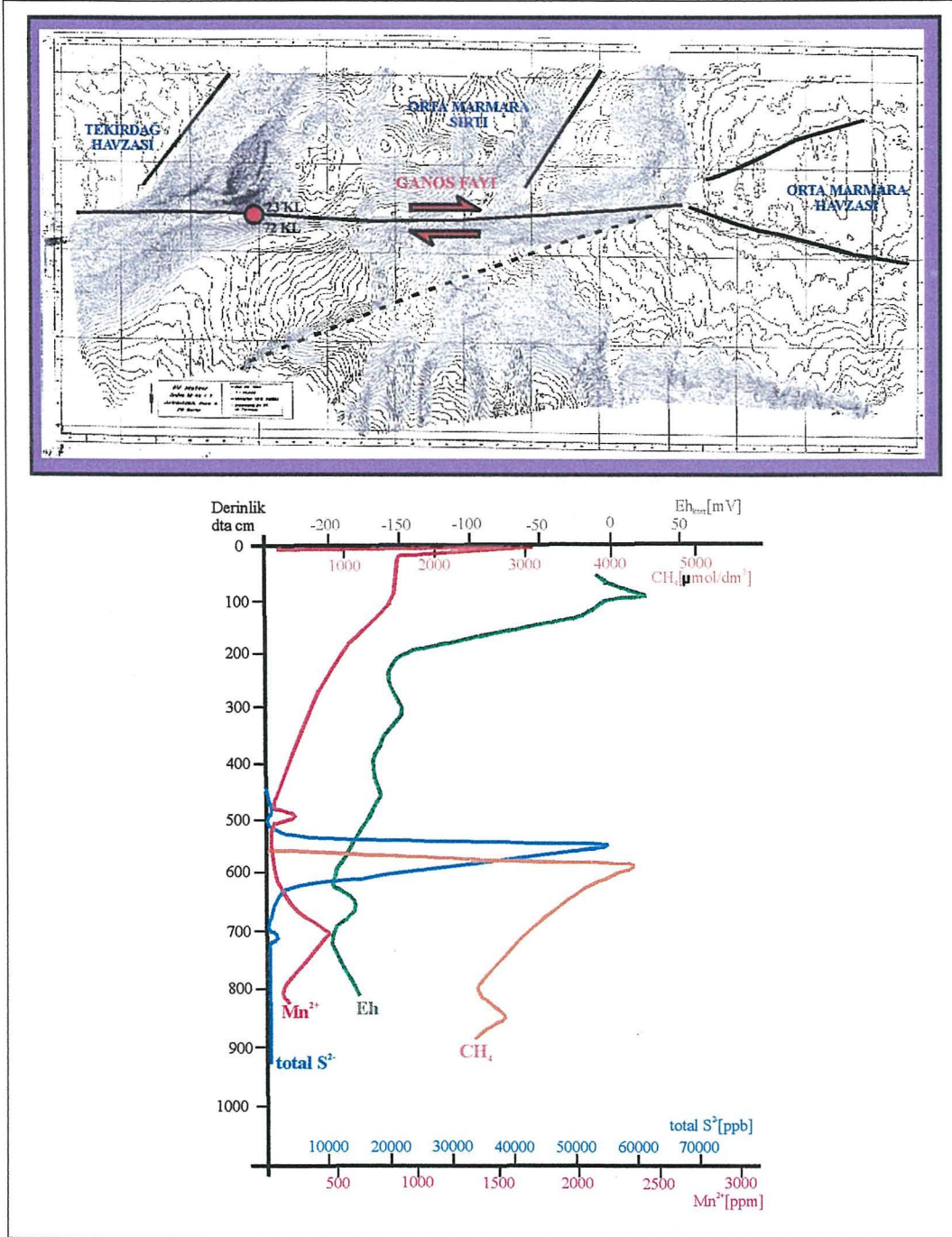
6. GÖZENEK SUYU JEOKİMYASI

Piston corer ve *multi-corer* örneklerinden gözenek suyu örnekleri alınmıştır. *Core*'ların derin kesimlerinden alınan gözenek sularında yüksek metan konsantrasyonuna (23 KL 'de 4.3 mmol/l'ye kadar, 72 KL'de 10mmol/l'ye kadar) rastlanmıştır (Şek.3). Bu *core*'larda yüksek metan konsantrasyonu izlenen derinlikler, sırasıyla deniz tabanından 6 ve 5 m.'ye rastlamaktadır.

7. DENİZ TABANI VIDEO GÖRÜNTÜLERİ

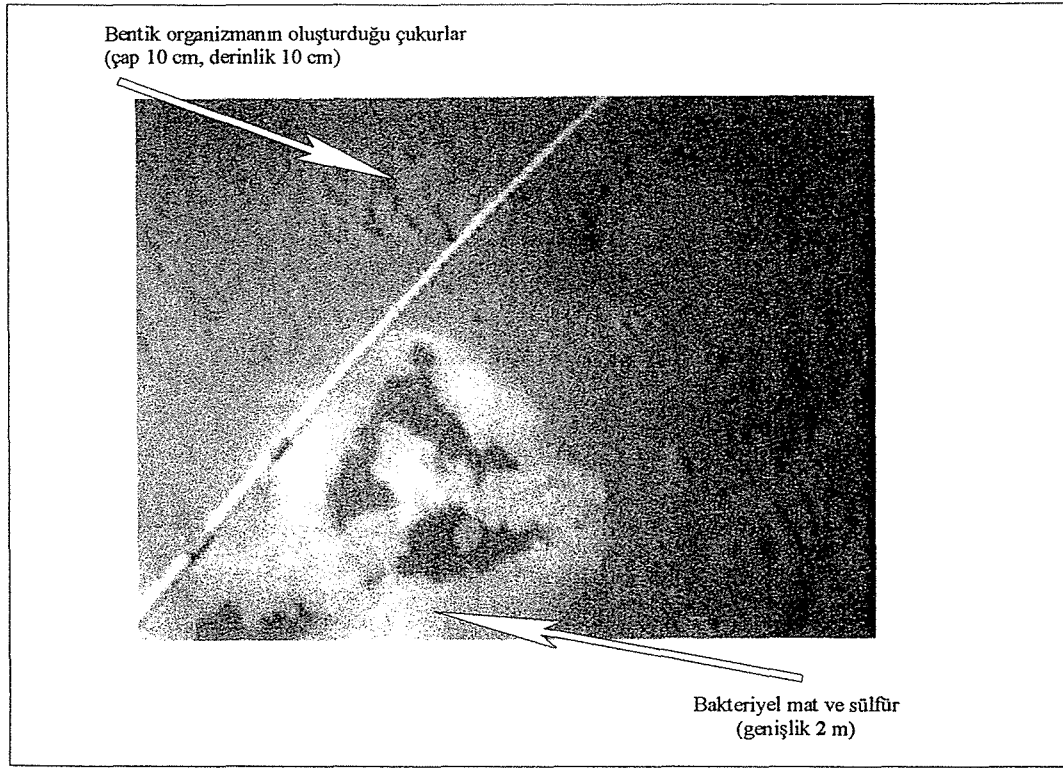
Orta Marmara Sırtı'nı kestiği yerlerde Ganos Fayı boyunca deniz tabanı video görüntüleri alınmıştır. Bunda amaç, özellikle, tabana yakın su kolonlarında saptanan yüksek gaz konsantrasyonlu alanlarda gaz veya akışkan çıkış merkezlerini saptamaktır. Video görüntülerinde Ganos Fayı boyunca deniz tabanının tamamen sedimanlarla örtüldüğü izlenmiştir. Deniz tabanındaki en çarpıcı görüntü bentik fauna izleri olmuştur. Bunlar birbirine çok yakın, yaklaşık 10 cm'den büyük genişlikte ve 10 cm derinlikte küçük çukurlar olarak izlenmiştir (Şek.4).

Fay boyunca bir çok gaz çıkış alanı belirlenmiştir. Gaz çıkış merkezleri bir kaç m²'lik alana yayılan, muhtemelen bakteri içeren, grimsi *mat*'lar ile karakterize edilmektedir (Şek.4). Deniz tabanında bir yama gibi izlenen bu *mat*'ların ortalarında koyu renkli sülfid çökelleri vardır. Ganos Fayı boyunca gözlemlenen bu *mat*'lara fay uzağında kalan alanlarda rastlanmamıştır.



Şekil 3. 23 KL örneğinin alındığı yer ve gözenek suyundaki yüksek metan konsantrasyonunu gösteren konsantrasyon/derinlik grafiği.

Bakteriler, deniz tabanının hemen altında, sediman gözenek boşluklarında oluşan metan oksidasyonundan indirgenmiş sülfür alan, sülfür okside eden organizmalardır. Tabana yakın sabit akıntılardan oluşan *ripple mark*'lar görülmemiştir.



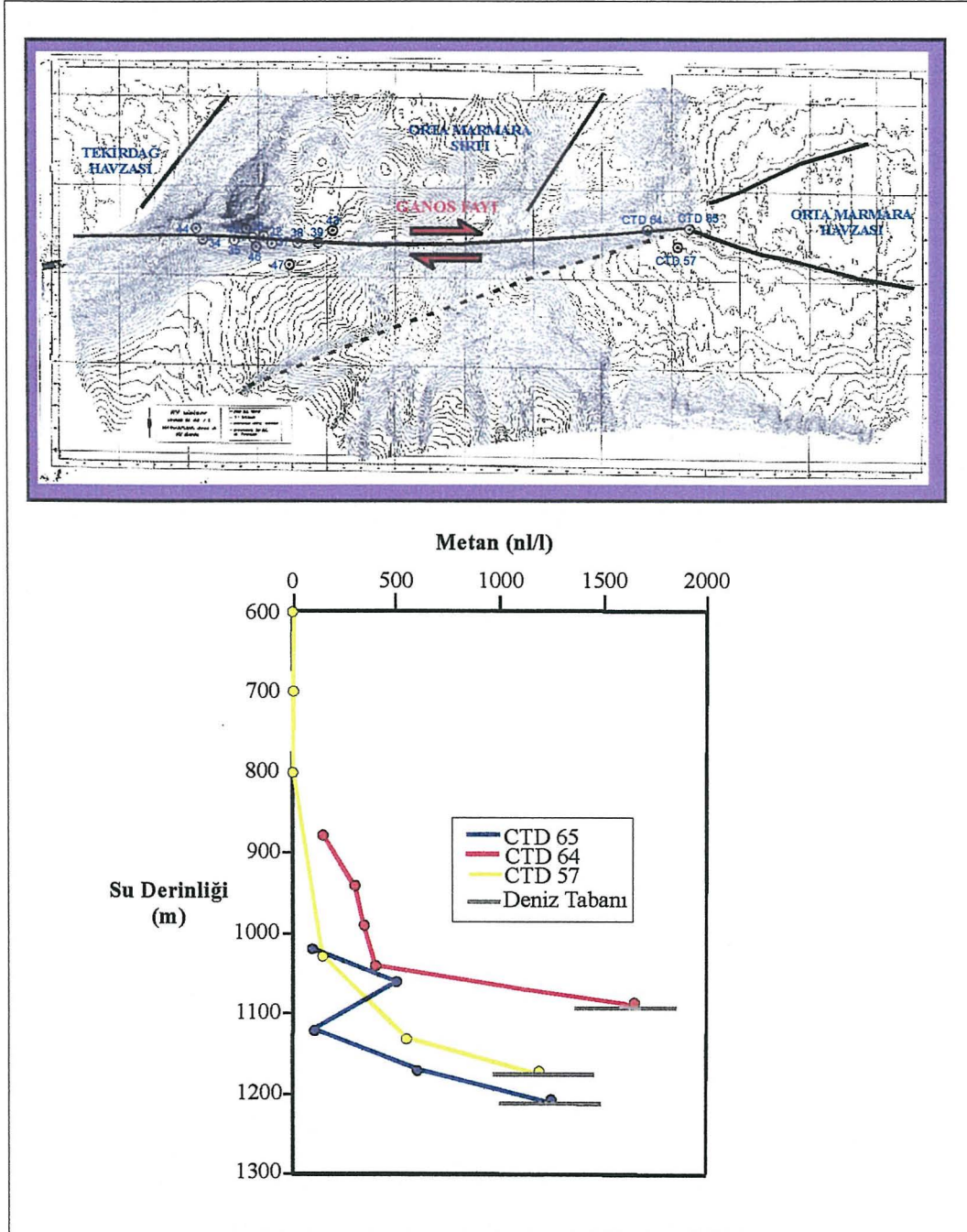
Şekil 4. HBS cihazına takılı video kamera ile alınmış deniz tabanı görüntüsü.

8. SONUÇLAR

R/V Meteor araştırma gemisinin M44/1 seferi sırasında elde edilen su örneklerinde, video filmleri ile saptanan bakteriyel *mat*'lar yakınından alınan sediman örneklerinde ve sediman gözenek sularında metan gazı anomalilerine rastlanmıştır. Şekil 5 Ganos Fayı'nın doğu kesimlerindeki üç CTD istasyonunda derinlik-metan konsantrasyonu grafiğini göstermektedir. En yüksek konsantrasyon, su kolonunda yukarıya doğru azalan şekilde tabana yakın alanlarda izlenmiştir. Bu yüksek değerler, su kolonunun hemen altındaki sedimanlardan metan çıkışı olduğuna işaret eder.

Ganos Fayı boyunca boyu 13 m.yi bulan çok sayıda sediman *core*'u alınmıştır. Sedimanların genellikle yeşilimsi gri siltli kil içerdiği, içlerinde gri-zeytin renkli clastların olduğu görülmüştür. *Core*'larda bazen ince, siyah renkli sülfid tabakaları da gözlemlenmiştir. Derin kesimlerinde, çoğunlukla önemli derecede H₂S kokusu ile birlikte gaz kabarcıkları izleri gözlemlenmiştir.

Core'ların derin kesimlerinden alınan gözenek sularında yüksek metan konsantrasyonuna (23 KL 'de 4.3 mmol/l'ye kadar, 72 KL'de 10mmol/l'ye kadar)



Şekil 5. Ganos Fayı üzerinde deniz tabanına yakın istasyonlardan alınan su örneklerinin derinlik/konsantrasyon grafiği.

rastlanmıştır. Bu *core*'larda yüksek metan konsantrasyonu izlenen derinlikler, sırasıyla deniz tabanından 6 ve 5 m.'ye rastlamaktadır.

Sediman örneklerindeki ve su kolonundaki gaz içeriği ve gaz davranımı açısından aktif Ganos Fayı boyunca yapılan bu çalışma, aktif tektoniğin gaz çıkışını kontrol ettiği konusunda ikna edici olması açısından, 12 Ağustos 1999

depremi sonrasında daha dikkat çekici hale gelmiştir. Aynı alanda, deprem sonrasında ölçümlerin tekrarlanmasıyla birlikte, ölçümlerin çalışma alanı genişletilerek Marmara Denizi içinde tüm Kuzey Anadolu Fayı boyunca yapılması yeni ve önemli bulgulara ulaşılmasını sağlayacaktır.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Barka,A.A. ve Kadinsky-Cade,1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity: *Tectonics*, 7, 663-684.
- Çağatay,M.N., Görür,N., Algan,O., Eastoe,C., Tchapylyga,A., Ongan,D., Kuhn,T ve Kuşçu,İ., Geological evolution of the Gulf of Saros: *Geo Marine Letters*,18, 1-9.
- Dewey,J.F. ve Şengör,A.M.C.,1979, Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone: *Geol. Soc. Am. Bull.*, Part I, 90, 84-92.
- Kurt,H.,Demirbağ,E. and Kuşçu,İ.,2000, Active submarine tectonism and formation of Gulf of Saros, North Aegean Sea, inferred from multi-channel seismic reflection data: *Marine Geology*, 165, pp.13-26.
- McKenzie,D.P.,1972, Active tectonics of the Mediterranean region: *Geophys. J.R. Astr. Soc.*,30, 109-185.
- Okay,A.İ., Demirbağ,E., Kurt,H., Okay,N., Kuşçu,İ.,1999, An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian Fault in Turkey: *Tectonics*, 18, 129-147.
- Okay,A.,Kaşlılar-Özcan,A.,İmren,C.,Boztepe-Güney,A.,Demirbağ,E. ve Kuşçu,İ., 2000, Active faults and evolving strike-slip basins in the Sea of Marmara, Northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics*, 321, 189-218.
- Şengör,A.M.C.,Görür,N.,Şaroğlu,F.,1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study: In: Biddle, K.T.,Christie-Blick,N.(Eds.), *Strike-slip Deformation Basin Formation and Sedimentation. Soc.Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. 37*, 227-264.
- Taymaz,T.,Jackson,J.,McKenzie,D.,1991, Active tectonics of the north and central Aegean Sea: *Geophys. J. Int.* 106, 433-490.
- Wong,H.K., Ludmann,T., Uluğ,A., Görür,N.,1995, The Sea of Marmara: a plate boundary sea in an escape tectonic regime: *Tectonophysics*, 244, 231-250.
- Wulf,S., Kraml,M., Kuhn,T.,Schwarz,M.,Inthorn,M., Keller,J., Kuscu,I. and Halbach,P.,2002, Marine Tephra from the Cape Riva eruption (22 ka) of Santorini of Santorini in the Sea of Marmara: *Marine Geology* 183, 131-141.

GÜNEY MARMARA KIYILARI ve TSUNAMİ TORTULU ARAMA ÇALIŞMALARININ ÖN SONUÇLARI

⁽¹⁾ Nizamettin KAZANCI, ⁽¹⁾ Ediz KIRMAN, ⁽²⁾ Ömer EMRE, ⁽²⁾ Ahmet DOĞAN, ⁽²⁾ Selim ÖZALP

⁽¹⁾ Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tandoğan, Ankara

⁽²⁾ MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdlere Dairesi, Ankara

ÖZ

Marmara Denizi'nin güney kıyıları çoğunlukla yüksek enerjili (aşınmalı), daha az oranda düşük enerjilidir (birikimli). Düşük enerjili / birikimli kıyılar batıdan doğuya doğru başlıca Biga, Gönen, Kocasu deltaları ile Çınarcık – Karamürsel arasında izlenir. Tsunami tortulu aramaları için bu en doğudaki kesim -İzmit Körfezi güney kıyıları- uygun bölge durumundadır. Yer yer yüksek ve/veya yükselmiş alanlar olmakla beraber Geç Holosen yaşlı kıyı düzlükleri egemendir. Bölgesel jeoloji haritalarında QDs2 olarak haritalanan bu kesim eski denizel bataklık, taşkın düzlüğü, alüvyon yelpazesinin orta-dış kesimleri, güncel lagün ve güncel kıyı gerisi bataklıklar halindedir. En geniş yerleri Hersek ve Çatalburun düzlükleri olup üzerinde 10-25 cm toprak örtüsü olan eski denizel bataklıklardır. Yarma ve sondajlar ile incelenen Çınarcık-Karamürsel arası tortulları, radyometrik yaşlandırmalarda 600-2500 yıl arası değerler vermiştir. Güncel morfoloji ve paleo-ortam özellikleri dikkate alınarak taşkın düzlükleri ve karasal ard bataklık olan yerlerde 4 adet yarma yapılmış ve hiçbir denizel tortul izine rastlanmamıştır. Bu durum, eski tsunami tortullarının bulunmayışı, tsunami oluşmaması, tsunami olup tortul çökelmeyişi veya tortulun aşınması sonucu olabilir de, birinci olasılık ağırlıktadır. Güneyde Marmara Denizi'nin adalarla bölünmüş iç deniz olması, buradaki tektonik aktivitenin doğrultu atımlı faylara bağlı olması ve son depremlerde sadece yerel deniz hareketlerinin gerçekleşmesi bu savı güçlendirmektedir.

MARMARA BÖLGESİNDE YAPILAN GPS ÇALIŞMALARININ VE MAGNET'İN SON DURUMU

Rahşan ÇAKMAK¹, Semih ERGİNTAV¹, R. BÜRGMANN², S.
McCLUSKY³, R.E.REILINGER³, Onur LENK⁴, AYKUT BARKA⁵,
H. ÖZENER⁶

¹TÜBİTAK, MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Gebze 41470, Kocaeli

² Department of Earth and Planetary Science, 301 McCone Hall, Univ. of California, Berkeley,
CA 94720, USA

³ Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of
Technology, E 34, 42 Carleton Street, Cambridge, MA 02142, USA

⁴ Harita Genel Komutanlığı, Cebeci, Ankara

⁵ İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Ayazağa, İstanbul

⁶ Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

ÖZET

Marmara Bölgesi, özellikle 1999 İzmit ve Düzce depremlerinden sonra birçok bilim dalının ve araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Deprem öncesi çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen GPS çalışmaları ile bölgedeki risk unsuru saptanmış ve bölgenin daha detaylı olarak izlenmesi gerekliliğine karar verilmiştir. Bu amaçla oluşturulan MAGNET (Marmara Sürekli GPS Gözlem Ağı) ile bölgedeki gerilme miktarını GPS tekniği kullanarak izleme yöntemi hız kazanmıştır. MAGNET istasyonları ve yapılan GPS kampanyaları sayesinde bu iki büyük depremin üç ana evresini (deprem öncesi, anı ve sonrası) izlemek mümkün olmuştur. Bu çalışmada, Marmara Bölgesi'nde 1999 depremlerinden günümüze gerçekleştirilen GPS çalışmalarından bahsedilecek ve bu çalışmaların en güncel sonuçları sunulacaktır.

GİRİŞ

Marmara Bölgesi, gerek Kuzey Anadolu Fay hattının bölgede oluşturduğu risk nedeniyle, gerekse İstanbul gibi tarihi ve ekonomik açıdan Türkiye'nin en önemli şehirlerinden birini içermesi nedeniyle uzun yıllar jeofizik, jeoloji ve jeodezi gibi birçok bilim dalından insanın ilgisini çekmiştir. Bölgenin deprenselliği ve tektonik yapısı yer bilimlerinde bir çok çalışmaya konu olmuştur. GPS tekniğinin bu tür çalışmalarda kullanılmaya başlanması ile birlikte bölgede de 1988 yılından itibaren yapılan çalışmalarda GPS tekniği kullanılmaya başlanmıştır. 1988-1999 yılları arasında, farklı ulusal ve uluslararası kurumlar tarafından bölgede kampanyalar şeklinde gerçekleştirilen GPS çalışmaları, 1999

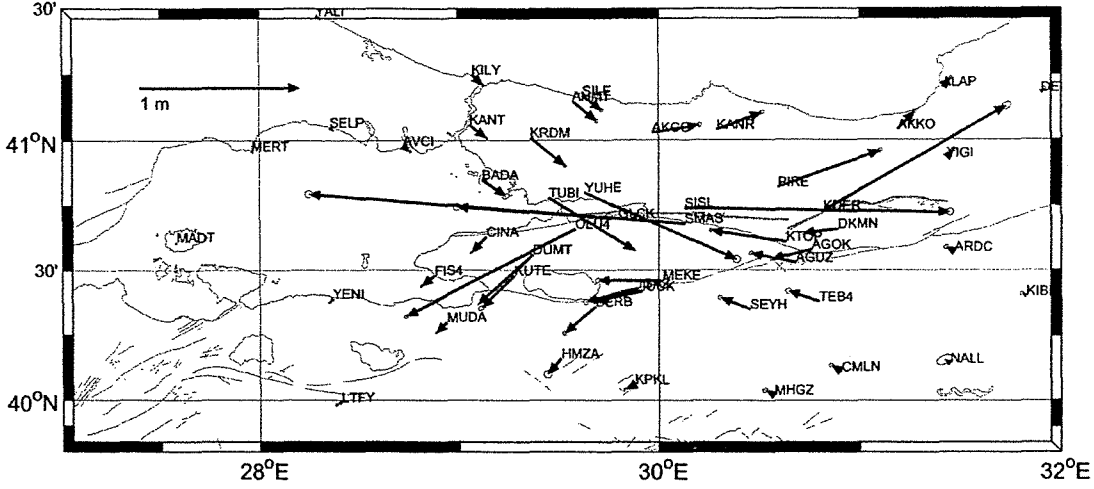
yılından bu yana sürekli GPS istasyonlarından oluşan bir ağ (MAGNET-Marmara Bölgesi Sürekli GPS Ağı) ile daha kapsamlı bir hale getirilmiştir.

MAGNET; Marmara Bölgesindeki, Kuzey Anadolu Fay sistemi ile ilişkili olan tektonik deformasyonun, sürekli gözlem yapan GPS istasyonları ile gözlenmesi ve olası deprem yerleri ile büyüklüklerinin çok disiplinli bakış açısı ile saptanması amacı ile 1999 yılında oluşturulmaya başlanan ve günümüzde de TÜBİTAK, MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü tarafından işletimi devam edilen dinamik bir ağıdır.

1988 yılından günümüze yapılan GPS kampanyaları, 17 Ağustos 1999 İzmit depremi sırasında çalışan beş sürekli GPS istasyonu ile MAGNET ağı, ve depremden hemen sonra gerek yeni kurulan geçici sürekli GPS istasyonları gerekse de sık aralıklarla gerçekleştirilen kampanyalar sonucu elde edilen veriler yardımı ile deprem anında ve sonrasında bölgede oluşan yerdeğiştirme alanını izlemek mümkün olmuştur (McClusky ve diğ., 2000, Reilinger ve diğ., 2000, Ergintav ve diğ., 2002, Bürgmann ve diğ., 2002). Bu açıdan 1999 İzmit depremi, deprem döngüsünü (öncesi, anı ve sonrası) rahatlıkla görüntüleyebildiğimiz Türkiye’de gerçekleşen ilk deprem olmuştur.

DEPREM ANI VE SONRASI DEFORMASYON ALANI

Deprem anında çalışan MAGNET istasyonları ve deprem öncesinde ve hemen sonrasında gerçekleştirilen GPS kampanyaları yardımı ile İzmit Depremi için deprem anında meydana gelen yerdeğiştirme alanı belirlenebilmiştir. Bu uygulamada, istasyonların deprem öncesi verilerine dayanarak hesaplanan konumları deprem anına extrapole edilerek, deprem anındaki konumları hesaplanmıştır. Aynı şekilde, deprem sonrası verilerle hesaplanan konumları yine geri yönlü olarak extrapole yöntemi ile deprem anındaki nokta konumlarına dönülmüştür. Bu iki hesaplama sonrasında nokta koordinatlarında meydana gelen farklardan aşağıdaki deprem anındaki noktaların yerdeğiştirme alanı elde edilmiştir. (Ergintav S. et al, 2002). Şekil 1’de görüldüğü gibi en büyük yerdeğiştirme miktarı fay zonu çevresinde görülmektedir. Faydan uzaklaştıkça ise yerdeğiştirme miktarlarındaki önemli derecede azalma dikkat çekmektedir. Fay düzlemi boyunca faya paralel davranış gösteren yerdeğiştirme yönleri elastik



Şekil 1. Deprem anındaki yerdeğiştirme alanı

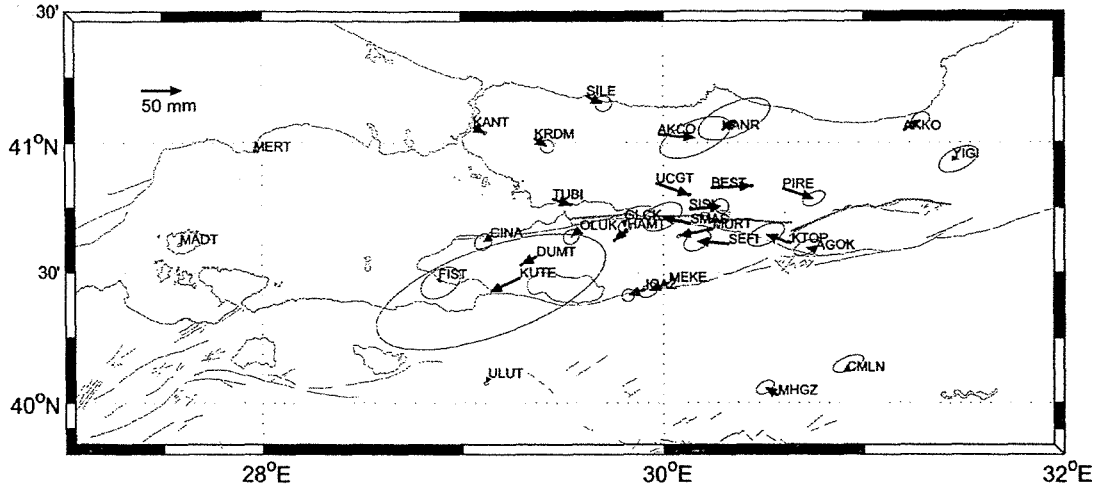
modele uyum sağlayacak şekilde kırığın sonlandığı kısımlarda belli açılarla fay düzleminde uzaklaşma eğilimi göstermektedirler.

Bölgedeki deprem sonrası oluşan yerdeğiştirme alanının en iyi şekilde izlenebilmesi için 17 Ağustos 1999 İzmit depreminden sonraki ilk iki gün içinde Gölcük, Sapanca ve Adapazarı civarında dört; 12 Kasım 1999 Düzce depreminden sonra da iki olanak üzere uygun yerlerde sürekli çalışacak GPS istasyonları kurulmuştur. Ayrıca bölgede daha detaylı çalışmayı sağlamak için deprem öncesinde ölçülmüş noktalarda GPS kampanyaları düzenlenmiştir. Bu kampanyalar ilk aylarda sık aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Toplanan bu yoğun veri ile çalışmalar sürdürülmüş ve depremden sonraki ilk 75 gün için Şekil 2'de görülen yerdeğiştirme alanı elde edilmiştir.

Haritada deprem anındaki görüntüden farklı olarak yerdeğiştirmenin fay düzlemi boyunca azalarak, geniş alanlara yayıldığı görülmektedir.

GÜNCEL ZAMAN SERİLERİ

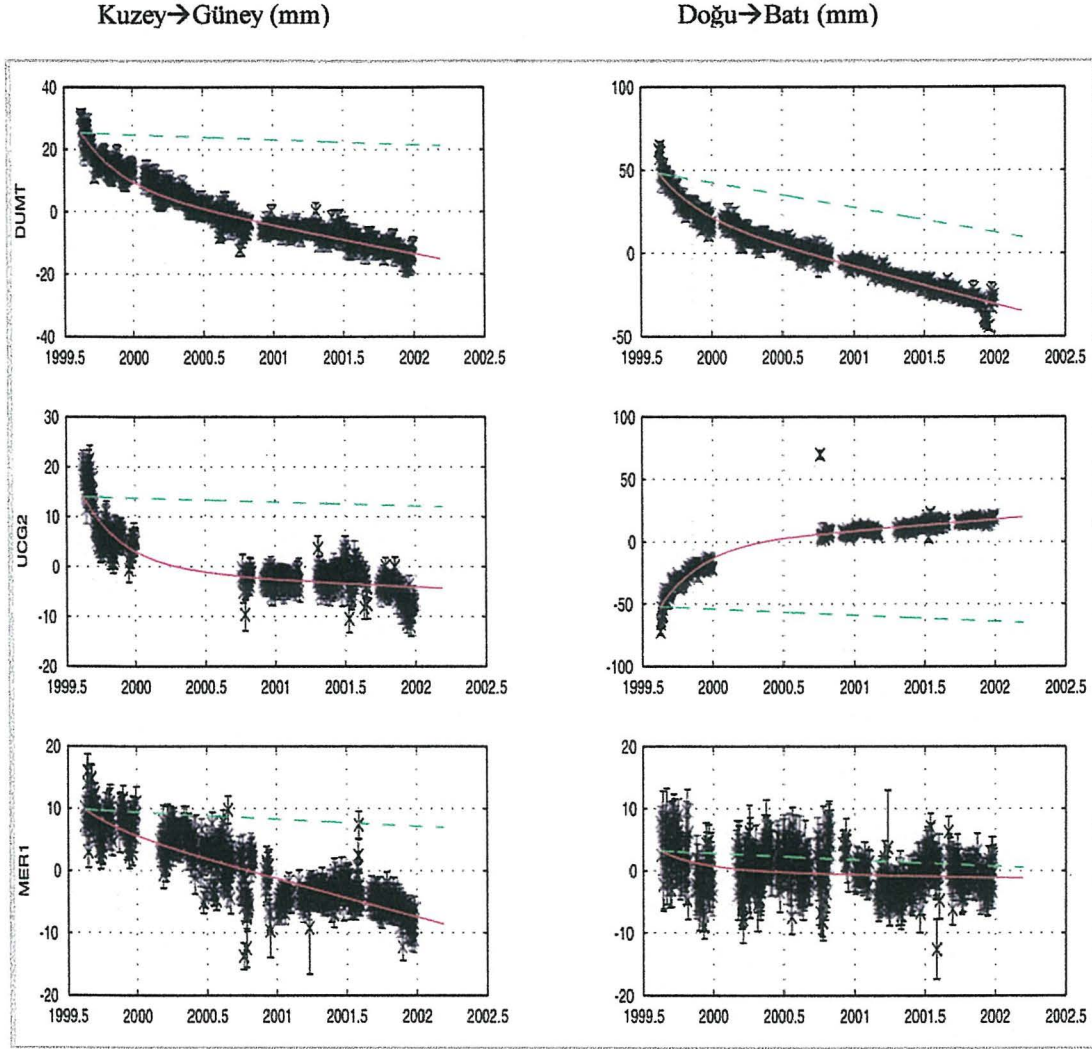
MAGNET istasyonlarından ve günümüzde de sürdürülen kampanyalardan toplanan veriler MIT (Massachusetts Institute of Technology) tarafından geliştirilen GAMIT/GLOBK yazılımı (King, 2000, Herring, 2000) ile sürekli işlenmektedir. İstasyonların zamana bağımlı değişimlerini gösteren zaman serileri GLOBK programının bir çıktısı olarak elde edilmektedir. Deprem sonrası elde edilen zaman serilerinden bölgedeki yerdeğiştirme alanının lineer bir davranış göstermediği görülmüş ve yapılan uygulamalar sonucunda "zaman bağımlı



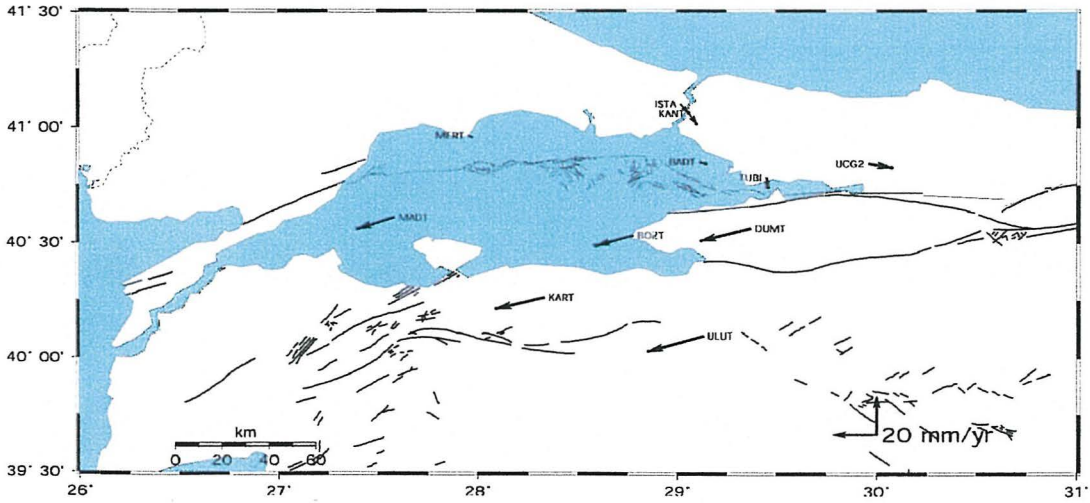
Şekil 2. Depremden sonraki ilk 75 gün için yerdeğiştirme alanı

doğrusal olmayan deformasyonların ortamın reolojik özelliklerine bağlı olarak, basitleştirilmiş fonksiyonlar ile tanımlanmasını sağlayan "Relaxation" modelin kullanılmasına karar verilmiştir. Ergintav ve diğerleri (2002)'de, ilk 298 gün verisine uyan en uygun relaxation modelin, 57 günlük relaxation time ile exponansiyel model olduğunu göstermiştir. Bu modelde temel olarak deformasyonların, zaman içinde azalan bir ivme ile orantılı olarak arttığı tanımlanmaktadır. Aynı çalışma, 2002 yılındaki veriler de dahil edilerek yapıldığı (866 gün için) zaman; deformasyonların zaman bağlı davranışı için exponansiyel relaxation modelin halen en iyi uyumu verdiği, bununla birlikte relaxation zamanının 110 ± 3 gün gibi bir süreye eşit olduğu görülmektedir (Ergintav, 2002b). Farklı zaman süreleri için elde edilen bu iki farklı 'relaxation time', ortamdaki deformasyonun karmaşık olduğunu ve birden fazla deformasyon modunun söz konusu olabileceğini göstermektedir. Depremi izleyen ilk dönem için bulunan kısa relaxation zamanının değişmesi ve uzun dönemde büyümesi, yüksek ivmeli olarak gözlenen deformasyonların; ivmelerinin azaldığını ve ortamdaki deformasyonun deprem öncesi oranlara yaklaştığı bilgisini vermektedir. Deprem anından 2002 yılı ortalarına kadar veri içeren zaman serilerinin exponansiyel modele uyumu açıkça görülmektedir.

Şekil 3'de MAGNET ağından örnek olarak seçilen DUMT, UCG2 ve MER1 istasyonlarına ait zaman serileri görülmektedir. Yeşil kesikli çizgi deprem öncesi hızları, kırmızı çizgi ise oluşturduğumuz modeli göstermektedir. Şekil 4'de, 2001-2002 yılları için MAGNET ağı istasyonlarına ait verilerden elde edilen hız alanı görülmektedir.



Şekil 3. Zaman serilerine MAGNET istasyonlarından örnekler



Şekil 4. 2001-2002 yılı hız alanı.

SONUÇLAR ve YAPILMASI PLANLANANLAR

2001-2002 yılları verilerine dayanarak oluşturulan hız alanı haritası ve zaman serilerinden deprem sonrası deformasyonun azalarak devam ettiği, doğrusal olmadığı, istasyonların deprem öncesi hızlarına henüz erişemedikleri görülmektedir.

Deprem sonrası deformasyonu izlemeye devam etmek ve olası yeni depremler için gerilme alanlarını belirlemek amacı ile, MAGNET'in zayıf olduğu Marmara Bölgesi'nin batı kısmında (Şarköy ve Saroz civarı) yeni sürekli GPS istasyonları kurmanın gerekliliği görülmektedir.

Ayrıca, mevcut MAGNET istasyonları baz alınarak ilave sürekli istasyonlarla KAF'ı dik kesen profiller oluşturularak derinlikte ve yatayda zaman bağımlı yamulma birikimlerinin izlenebileceği düşünülmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bürgman, R., Ergintav, S., Segall, P., Hearn, L., Woith, H., Zschaw, J., 2001. Time-Space Variable Afterslip on and Deep Below the İzmit Earthquake Rupture, *BSSA*, 92,1, pp. 126-137
- Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Çakmak, R., Reilinger R.E., Lenk, O., Barka, A., Özener, H., 2002. Postseismic Deformation Near The İzmit Earthquake (08/17/1999, M 7.5) Rupture Zone, *BSSA*, 92,1, pp. 194-207
- Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Çakmak, R., Reilinger R.E., Lenk, O., Barka, A., Özener, H., 2002. *TUJJB, Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 10-12 Ekim.
- Herring, T. A., 2000. *Global Kalman Filter VLBI and GPS Analysis Program*, MIT, Cambridge
- King, R. W. and Bock, Y., 2000. *Documentation for the GAMIT GPS Analysis Software*, MIT, Cambridge.
- McClusky, S. et al., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695-5719.
- Reilinger, R. E., Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Lenk, O., Barka, A., Gürkan, O., Hearn, L., Feigl, K. L., Çakmak, R., Aktuğ, B., Özener, H., Toksöz, M. N., 2000. Coseismic and Postseismic Fault Slip for The 17 August 1999, M = 7.5, İzmit, Turkey Earthquake, *Science*, Vol 289, 1519-1524

TEKİRDAĞ-ÇERKEZKÖY İLÇESİNDE YER MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN JEOFİZİK ÖLÇÜMLER, JEOLJİK GÖZLEMLER VE JEOTEKTONİK DENEYLERLE BELİRLENMESİ

M. CANBAY¹, A.YOĞURTÇUOĞLU², Ş. ÇAKIR³, C. KURTULUŞ¹

¹ Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Müh. Bölümü

² Kocaeli Üniversitesi Ömer İsmet Uzuryol Meslek Yüksek Okulu

³ Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Bölümü

ÖZ

Bu çalışmada Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesinde jeolojik, jeoteknik ve jeofizik çalışmalar yapılarak yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Çalışma alanında genelde üst seviyelerde taneli birimler (silt) ve daha aşağıda ise killi birimler yer almaktadır. Üstteki taneli birimler yer yer karbonat çimentosu ile tutturulmuş olup, içinde karbonat yumruları bulunmaktadır. Zemin özelliklerini ortaya çıkartmak için uygun görülen altı noktada derinlikleri 15 metrede olan zemin sondajı, sekiz noktada karşılıklı sismik kırılma atışları ve dört noktada ise düşey elektrik sondajı yapılmıştır. Araştırma sondajlarından sağlanan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen veriler çalışma alanının zemin özellikleri cinsinden iki ayrı kısımdan oluştuğunu belirtmiştir. Birinci bölge olarak ayrılan kısımda p dalga hızı birinci tabaka için 400-435 m/s, s dalga hızı 140-160 m/s ve taşıma gücü ise ortalama 1.146 kg/cm² olarak saptanmıştır. Bu tabakanın altında ise p dalga hızı 1000-1100 m/s, s dalga hızı 350-380 m/s ve taşıma gücü ortalama 2.903 kg/cm² olan yeşil renkli sıkı killer gözlenmiştir.

İkinci bölge olarak nitelenen kısımda yüzeyde p ve s dalgaları 490-520 m/s ve 230-260 m/s ve taşıma gücü ortalama 1.834 kg/cm² olan bitkisel toprak ve onun altında p ve s dalga hızları 1100-1250 m/s ve 490-520 m/s ve taşıma gücü ortalama 3.23 kg/cm² olan karbonatlı silt ve sıkı kilden oluşan bir formasyon gözlenmiştir.

MARMARA BÖLGESİNDE SİSMİK AKTİVİTE ÖN HABERCİSİ OLABİLECEK BULGULARIN ARAŞTIRILMASI

Sedat İNAN¹, Cemil SEYİS¹, Semih ERGİNTAV¹, Mahmut BAŞ², Ruhi SAATÇILAR¹, Kevin CUFF³, Naci GÖRÜR¹, Süleyman CANAN¹, Alpay BELGEN¹, Duran KARAKAŞ¹, Salih AKAR¹, Levent KURT¹, Reşat KAFAROV¹, Raşan ÇAKMAK¹, Suna ÇETİN¹, Hakan YAKAN¹

1 TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Gebze-Kocaeli, Türkiye

2 İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye

3 University of California at Berkeley, Lawrence Hall of Science, Berkeley, CA, USA.

ÖZ

Marmara bölgesinde olası depremlerin önceden kestirilmesine yönelik, soğuk/sıcak su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametreleri ve fay zonlarında radon gazı ile sismoloji ve GPS verileri yardımıyla kabuk deformasyonlarını işaret eden bazı parametrelerin izlenmesi ve bu parametrelerdeki anomalilerin, eğer varsa, depremlerle olası ilişkilerinin saptanabilmesi amacıyla Mayıs 2001 yılından bu yana Marmara Bölgesi'nde stratejik lokasyonlarda gözlem istasyonları kurulmuştur. Kasım 2002 tarihi itibari ile toplam 16 su gözlem istasyonu ve 8 toprak radon gözlem istasyonunda veri toplanmaktadır. Su gözlem istasyonlarında veriler bir saat aralıklarla, toprak radon gözlem istasyonlarında ise 15 dakika aralıklarla veri toplanmaktadır. Bu proje İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin katkıları ve işbirliği ilk yürütülmektedir

YÖNTEMLER

Marmara Denizi'ni çevreleyen kara alanında aktif faylar boyunca ve/veya yakın çevresinde stratejik konuma sahip soğuk ve sıcak su kaynaklarında kurulmuş olan 16 su gözlem istasyonunda suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri saatlik ve 8 lokasyonda toprakta radon gazı değişimleri 15 dakika ölçüm aralığı yoluyla izlenmektedir (istasyon lokasyonları Şekil 1'de verilmiştir). Su gözlem ve radon gözlem istasyonlarında konuşlandırılmış sistemler Şekil 2 ve 3 te gösterilmektedir. Ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nin Marmara Bölgesinde halen işletilmekte olan sismolojik ağında toplanan veriler, bu projenin amacı doğrultusunda değerlendirilmektedir. Mevcut GPS ağında toplanan verilere ek olarak, su gözlem ve radon gözlem istasyonlarının yakınlarında mikro GPS çalışmaları da yürütülmektedir. Tüm bu veri kümelerinin birbirleri veya kendi

içlerindeki ilişkileri incelenmekte, varsa anomaliler saptanmaktadır. Bölgeye ilişkin deprem kestirim karakterizasyonu çok disiplinli yaklaşımla elde edilen verilerin en az iki yıl toplanması ve değerlendirilmesi sonrası mümkün olabilecektir. Yer yüzüne çıkan suların ve toprak radon hareketinin meteorolojik koşullardan etkilenebileceği ve mevsimsel farklılıklar gösterebileceği gözönüne alınarak, meteorolojik etkilerin ayırt edilebilmesi amacıyla proje süresi iki yıl olarak öngörülmüştür.

Marmara Bölgesi'ni etkileyebilecek büyüklükte bir depremin önceden kestirilmesine yönelik metodların sınanabilmesi, geniş bir alana yayılmış çok sayıda istasyondan elde edilecek verilerin karşılaştırılması ile mümkün olabilir. Bölgeyi etkileyecek büyük bir deprem büyük olasılıkla deniz içindeki fayların hareketi ve/veya Marmara Denizi'nin doğu ve batı kesimlerindeki fayların hareketi ile gerçekleşecektir.

Marmara Bölgesinde kurulmuş olan 16 su gözlem istasyonunda suyun fiziksel ve kimyasal parametreleri günlük bazda ölçüm ve değerlendirme yoluyla izlenmektedir. Su gözlem istasyonlarında izlenen parametreler:

- Saatlik: Sıcaklık, Elektriksel İletkenliği, pH
- Günlük: Suyun Sertliği, İz Elementler (Pb, Cu, Cd, vd.)

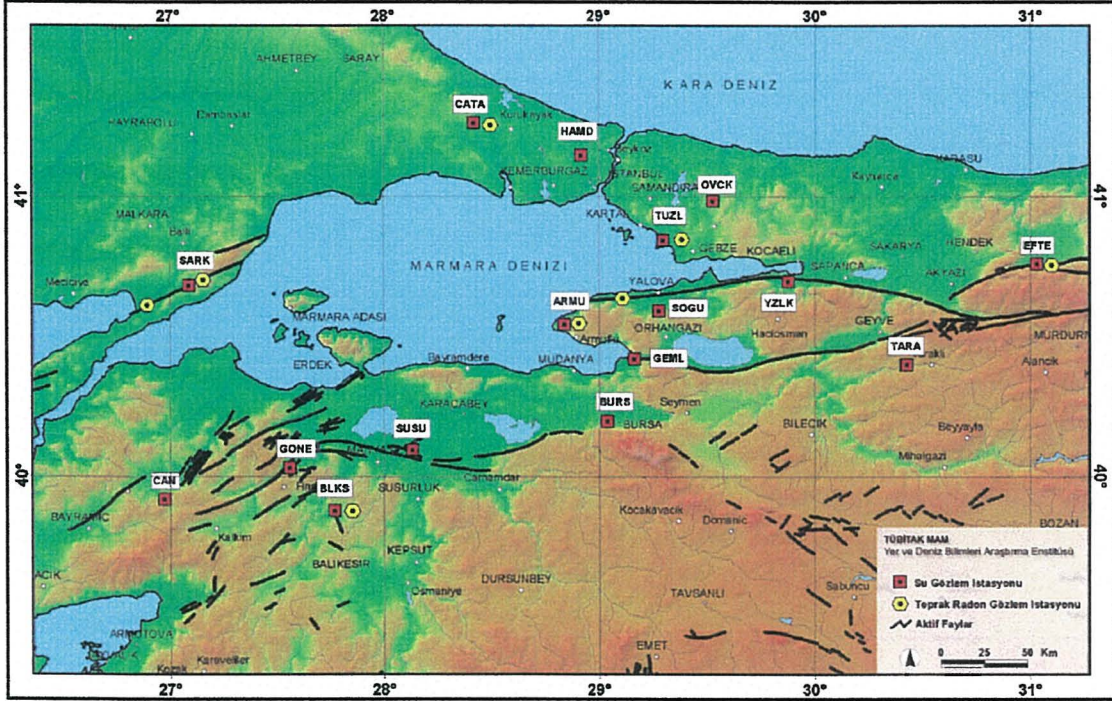
Toprak Radon Gazı ölçümleri aktif fayların ezik zonlarında radon gazı hareketinin izlenmesini kapsamaktadır. Su gözlem ve toprak radon gözlem istasyonlarında toplanan verilere örnekler Şekil 4 ve 5 te verilmektedir.

Yukarıda anılan tüm parametreler, her istasyonda kurulmuş ölçüm cihazları ile çok amaçlı probalar (sensörler) yardımıyla ölçülmekte ve kaydedilmektedir. Radon gazı, su gözlem istasyonlarına yakın ezik fay zonlarına yerleştirilen sensörlerle izlenmektedir. Toplanan veriler istasyonların büyük çoğunluğundan günlük bazda Marmara Araştırma Merkezine on-line sistemler vasıtasıyla aktarılmakta ve diğer veriler ışığında değerlendirilmektedir.

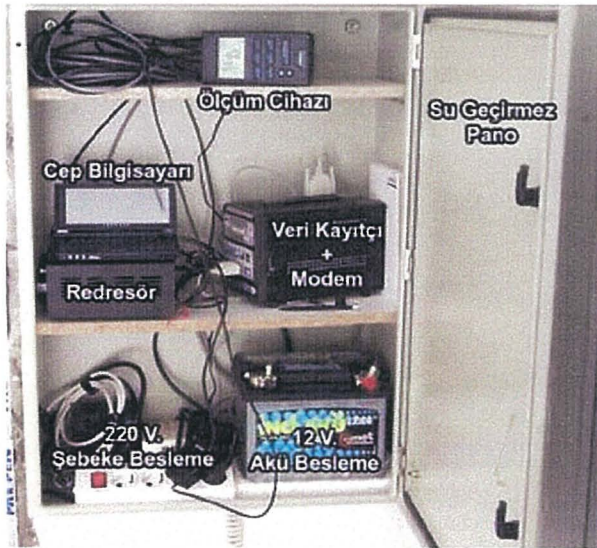
BEKLENEN YARARLAR

Deprem öncesi kabuk hareketlerinin, yüzeye çıkan suların fiziksel ve/veya kimyasal özelliklerinde ve/veya topraktaki radon gazında ölçülebilir ve güvenilir değişikliklere (anomalilere) neden olduğunun tekrar tekrar gözlenmesi durumunda, Marmara Bölgesine özgü sismik aktiviteyi işaret edebilecek

metod(lar) saptanmış olacaktır. Bilimsel anlamda güvenilirliği kesinleşen metodların eldesinden sonra ancak yetkilileri depreme karşı uyarma ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlama gibi faydası ölçülemez yararlar sağlayabilecektir.



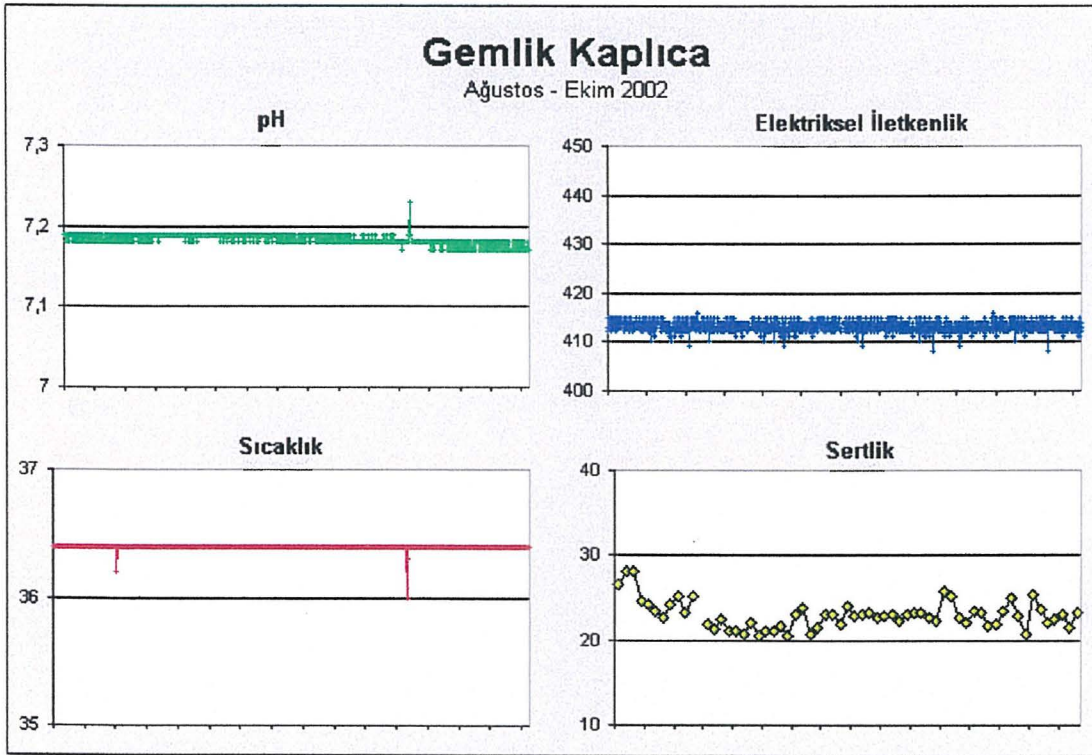
Şekil 1. Harita'da Marmara Bölgesi'nde kurulan su gözlem ve toprak radon gazı gözlem istasyonlarının yerleri görülmektedir.



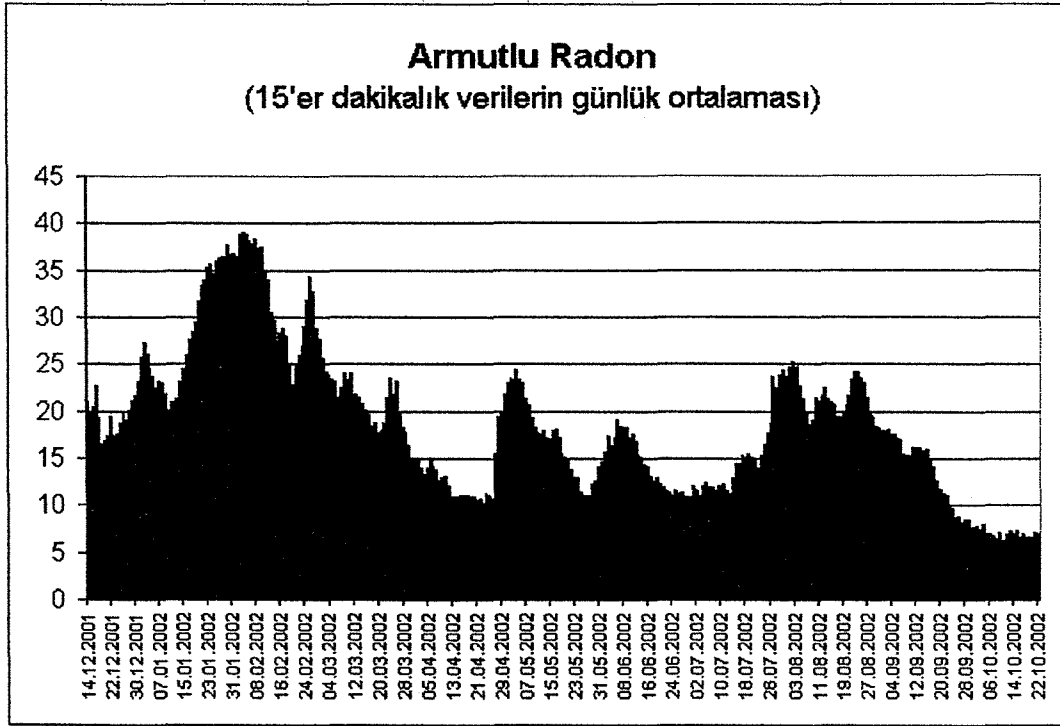
Şekil 2. Online Su gözlem istasyonlarında kurulan ölçüm sistemi ve parçaları.



Şekil 3. Toprak radon gazı hareketinin izlenmesinde kullanılmakta olan ölçüm sistemi (AlphaNuclear Co, Model 611) ve parçaları. Ölçüm cihazı 15 dakika aralıklar ile veri kaydetmektedir



Şekil 4. Gemlik Kaplıca istasyonunda 01.08.2002 ile 02.10.2002 tarihleri arasında kaydedilen pH, İletkenlik, sıcaklık ve sertlik grafikleri.



Şekil 5. Armutlu toprak radon gözlem istasyonunda, 14.12.2001 ile 22.10.2002 tarihleri arasında kaydedilen verilerin günlük ortalama değerleri alınarak oluşturulan grafik. Anomaliler sismik aktivite ışığında değerlendirilmektedir.

NATURE OF NEOTECTONIC REGIME WITHIN THE ISPARTA ANGLE: ORIGIN OF EĞİRDİR LAKE

ALİ KOÇYİĞİT

METU, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 06531-Ankara-Turkey

ABSTRACT

The Isparta Angle (IA) is a broad and northward-arched constructional landform comprising the hinge zone of both the Central and Western Taurides. It is bounded by the Göksu Canyon in the east, Afyon-Marmaris Line in the west, city of Afyon in the north and Antalya Bay in the south (Figure 1A). General trend of mountains comprising both the Western and Central Taurides also determine inner and outer outlines of the IA. It is a paleotectonic structure originated and shaped by a series of successive nappe emplacements in inwards and outwards directions, such as the Antalya Nappe (early Paleocene, early Messinian), the Beyşehir-Hoyran Nappe (Lutetian, Oligocene) and the Lycian Nappe (Late Langhian). The record of the latest compressional event within the IA is the Aksu Phase that is represented by an approximately NNW-trending and ENE-dipping high-angle thrust fault zone, namely the Aksu Reverse Fault Zone (Figure 1B), along which Upper Cretaceous Ophiolitic rocks of the Antalya Nappes have been emplaced, from E to W, onto the Tortonian molassic sequence and a shallow marine reefal limestone (the Gebiz Limestone). After Tortonian or most probably early Messinian, the compressional paleotectonic period, that prevailed throughout the IA, was replaced by an extensional neotectonic period and its structures (normal faults); i.e., the first emergence of the extensional neotectonic period within the IA is the late Messinian. However its widespread appearance and control on both the sedimentation and landforms across the Aegean-Anatolia and IA was established in the late Messinian-late Pliocene interval, i.e., initiation of the extensional neotectonic regime is a diacronic event.

In Present, the Lakes District, that also includes the IA, is shaped and characterized by a graben-horst system, namely the Lakes District Graben-Horst System (LDGHS). It is well-developed and active structure as much as the Aegean- West Anatolian Graben-Horst System (AWAGHS); i.e., the Aegean-West Anatolian extensional neotectonic regime extends in eastward direction

across the West Central Anatolia and the IA up to the Central Anatolian Sinistral Strike-Slip Fault Zone, in the further east (Figure 1A). This was proved once more by the 2000 Sultandağ and the 2002 Çay earthquakes sourced from normal faulting. The LDGHS consists of four sets of grabens-horsts of varying size and basin fill thickness. These are, from most prominent set to less prominent one, (1) NE-, (2) NW-, (3) NNE- or NNW-, and (4) ENE- or WNW- trending graben-horst systems bounded by mostly oblique-slip and conjugate normal faults on their one or both sides (Figure 1B).

One of the diagnostic structures of the LDGHS is the Eğirdir depression. It is 2-17 km wide, 50 km long and approximately N-S trending complex and composite graben that divides the IA into two major parts. The Eğirdir Graben is being shaped by the active subsidence along the NNW-, NE- and NW- trending boundary fault sets of mostly oblique-slip and conjugate normal fault character. Based on general trends of both the graben and its boundary faults, the Eğirdir Graben is divided into four structural segments. These are, from north to south, (1) NE-trending Hoyran Segment, (2) NW-trending Barla Segment, (3) NE-trending Gelendost Segment, and (4) the NNW-trending Kovada Segment .

The Eğirdir Composite Graben is also characterized by a relatively thin (100 m), loose to poorly consolidated and nearly flat-lying basin fill that rests with an angular unconformity on the erosional surface of the folded and thrust-faulted basement rocks of pre-late Pliocene age. The graben fill consists of coarse-grained marginal facies and fine-grained axial to depocentral facies. The marginal facies is composed of two sub-facies. (a) yellow-red, poorly consolidated, uplifted and tilted fault terrace conglomerates with 1-3 m thick tephra intercalations, and (b) recent loose fan-apron-delta deposits and beach sands. The tephra horizons might have been derived from the Gölcük Maar located 32 km and 54 km SW of the western and eastern margins, respectively, of the Eğirdir Graben. Tephra intercalations are early Pleistocene in age, therefore the Eğirdir Graben must have been initiated to develop at least in the late Pliocene.

Consequently, the IA is not under the control of compressional neotectonic regime as claimed by some of previous researchers, in contrast to their ideas, it is a terrane of extensional neotectonic regime since at least the late Pliocene, proved by both the kinematic analysis of faults and seismic activity in the region.

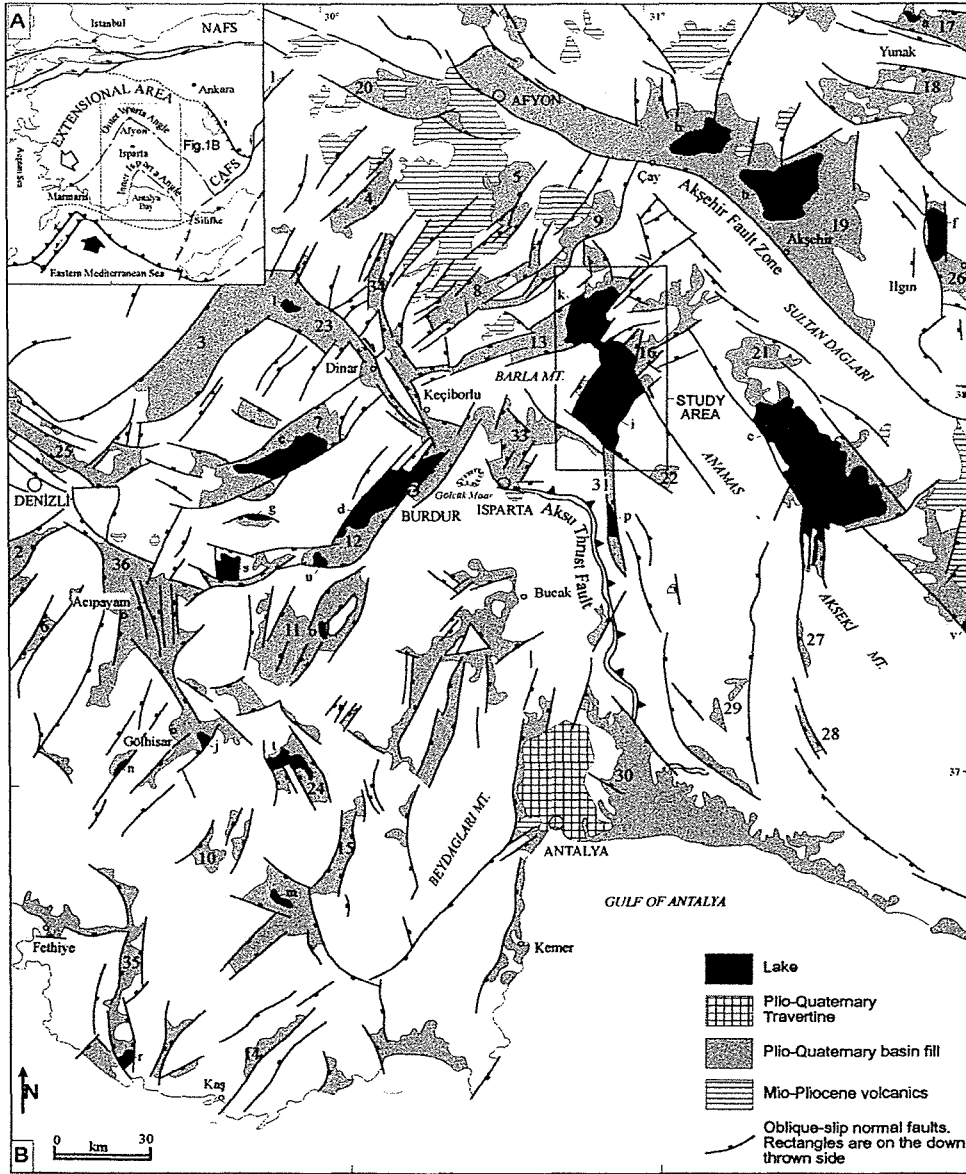


Figure 1

Figure 1A: Simplified map showing the location of the Isparta Angle. CAFS: Central Anatolian Fault System, NAFS: North Anatolian Fault system. B) Map showing the Lakes District Graben-Horst System. 1. Uşak-Banaz, 2. Tavas, 3. Çivril, 4. Karadere, 5. Şuhut, 6. Konak, 7. Acıgöl, 8. Haydarlı, 9. Karamık bataklığı, 10. Seki, 11. Tefeni, 12. Burdur, 13. Senirkent-Hoyran, 14. Kaş, 15. Elmalı-Bucak, 16. Eğirdir, 17. Akgöl, 18. Yunak, 19. Akşehir-Afyon, 20. Sincanlı, 21. Beyşehir, 22. Anamas, 23. Dinar, 24. Kızılcadağ, 25. Denizli, 26. Ilgın, 27. Gembos ovası, 28. Eynit ovası, 29. Köprüçay, 30. Antalya, 31. Kovada, 32. Kaşıkara, 33. Isparta, 34. Dombayova-Sandıklı, 35. Kocaçay, 36. Acıpayam grabens; a. Akgöl, b. Akşehir, c. Acıgöl, d. Burdur, e. Beyşehir, f. Çal-Çavuşçu, g. Çorak, h. Eber, i. Eğirdir, j. Gölhisar, k. Hoyran, l. Işıklı, m. Karagöl, n. Karaman, o. Karataş, p. Kovada, q. Ova, r. Pozat, s. Salda, t. Söğüt, u. Suğla, v. Yarışlı lakes.

AKARÇAY (AFYON) HAVZASI'NIN TEKTONİĞİ VE ÇAY-AFYON (03.02.2002) DEPREMİ'NİN ÖNEMİ

Kadir DİRİK

Hacettepe Üniv. Müh. Fak., Jeoloji Müh.Böl., 06532, Beytepe, ANKARA

ÖZ

Toros Kuşağı'nın Isparta Büklümü olarak bilinen kesiminin kuzeyinde yer alan Akarçay Havzası BKB ve KB- doğrultulu, 8-30 km genişliğinde ve yaklaşık 100 km uzunluğunda kapalı bir çöküntü havzasıdır. Kuzey ve güney kenarları normal faylarla sınırlı olan havzanın güney kenarını kontrol eden Akşehir fay zonu geç Miyosen'e kadar hüküm süren sıkışma rejimi yapılarını kesmekte olup havza Pliyosenden itibaren normal fayların denetiminde gelişmiştir. Afyon-Maltepe köyü arasında yaklaşık KB-gidişli olan fay zonu Maltepe-Pınarkaya arasında D-B ve buradan başlayarak Akşehir'e kadar olan kesimde KB-GD doğrultuludur. Havzanın kuzey kenarı boyunca KKD- ve KD- gidişli normal fayların kenar faylarını kesmesi bu fayların da bölgenin şekillenmesinde önemli rol oynadığını kanıtlamaktadır. Güneyde ise yaklaşık KKD- gidişli, içinde Pazarağaç, Karacaviran yerleşim alanları ile Demirciler Mevkiinin de yer aldığı çöküntü havzası'nın Maltepe köyü güneyinde Akarçay havzası ile kesişmesi KKD-gidişli yapıların da oldukça genç ve üzerinde önemle durulması gerekli yapılar olduğunun göstergesidir.

Akarçay havzası'nın orta kesimlerinde 03.02.2002 tarihinde değişik araştırmacılar tarafından Çay-Afyon veya Sultandağı-Afyon depremi olarak adlandırılan yer sarsıntısı bölgeyi önemli ölçüde etkilemiştir. Ancak fay düzlemi çözümleri ve yüzey kırıklarındaki farklılıklar bu depremin tek değil ardarda meydana gelen iki ayrı deprem olduğunu göstermiştir. Bunlardan birincisi yerel saat ile 9.11 de Eber Gölü'nün güneydoğusunda 6.1 (M_w) büyüklüğünde, ikincisi ise bundan yaklaşık 2 saat sonra 11.26 da Çobanlar ilçesinin doğusunda 5.3 (M_d) büyüklüğünde meydana gelmiştir. Fay çözümlenmeleri birinci depreme neden olan fayın KD-gidişli, normal-eğim ve çok az verrev atımlı bir fay olduğunu, ikinci depremin ise KKD-gidişli, normal-eğim atımlı bir fay olduğunu göstermektedir. Depremde Çay ilçesinde $K45^{\circ}$ - 80° D, Maltepe köyünde yaklaşık D-B doğrultularında; Kadıköy, Heybeli kaplıcası ve Demirciler mevkiinde ise $K20^{\circ}$ -

35°D doğrultulu yüzey kırıkları oluşmuştur. İlk depremin artçıları incelendiğinde merkez üstlerinin Akarçay havzası'nın güney kenarını kontrol eden Akşehir fay zonu boyunca, Çay ilçesinin batısında yaklaşık K75°-80°B, doğusunda ise yaklaşık K45°B doğrultusunda ve yay şeklinde yaklaşık 45 km uzunluğunda bir koridor boyunca yayıldıkları görülmektedir. Bu dağılım, fay düzlemi çözümleri ve yüzey kırıklarının konumu, depremin KD-gidişli bir normal fayın hareketiyle başladığı, muhtemelen D-B doğrultulu fayları tetikliyerek ilerlediği ve daha sonra da KKD-gidişli fayları tetiklediği izlemine vermektedir.

Çay-Afyon ve Çobanlar-Afyon depremleri olarak adlandırılan bu depremler hem Akarçay havzası'nın güney kenarını kontrol eden kenar fayların hem de bunları kesen KKD-gidişli fay sistemlerinin aktif olduğunu kanıtlamaktadır.

SULTANDAĞI (AFYON) DEPREMİ (03 Şubat 2002, Mw=6.2) ARTÇI DEPREM ÇALIŞMASI

M.C. TAPIRDAMAZ¹, A. TARANCIOĞLU¹, S. ÖZALAYBEY¹, M.
ERGİN¹, O. SELVİ¹, A. YÖRÜK¹, F. BİÇMEN¹, M. AKTAR^{1,2}

¹ TÜBİTAK-M.A.M. Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, P.K. 21, 41470 Gebze, Kocaeli
² B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 81220 Çengelköy, İstanbul

ÖZET

Şubat 2002 Sultandağı-Afyon depremi (Mw=6.2) ardçı sarsıntılarını gözlemek için bölgede 27 adet düşey bileşen kayıtçıdan oluşan geçici bir sismik ağ kurulmuştur. Ana şokta kırılan fay segmentinin detaylı sismolojik incelemesinin yapılması amacıyla, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü'nce kurulan bu ağ ile artçı deprem veri seti oluşturulmuştur. Bölgede yapılmış olan çalışmalara göre, neotektonik dönemde aktif olan Sultandağı Fayının doğrultusunun GD-KB ile D-B uzanım arasında değiştiği saptanmıştır. Yaptığımız çalışmalar ile P ve S dalgalarının geliş zamanları ve P dalgasının hareket yönlerinin analiz edilmiş, böylece bölgedeki depremlerin dağılımları ve odak mekanizması çözümleri elde edilmiştir. Yüksek duyarlılıkta yapılan ardçı deprem çalışmaları sonucunda, Sultandağı fayının kırılan segmentinin yaklaşık 37 km uzunluğunda, 7 km derinliğinde bir alan olduğu anlaşılmıştır. Kırık düzlemi üzerinde oluşan ortalama kayma miktarı ise 32 cm olarak öngörülmüştür. Sultandağı ile Çay ilçeleri arasında Akşehir-Afyon Graben sisteminin güneyinde doğrusal bir yayılım sergileyen artçı depremler, ana şokun doğudaki ani oluşumunu ve tekyönlü olarak batıya doğru kırıldığını göstermektedir. Yapılan odak mekanizması çözümleri, ortalama eğim açısı 62 ° olan D-B ve DGD- BKB doğrultulu oblik normal fayların hakim olduğunu göstermiştir. Ardçı sarsıntılarının en batıdaki grubu ise hem K-G hemde D-B doğrultulu oblik normal faylarla karakterize olmaktadır. Bu bölgede fay düzlemlerinin ani olarak yön değiştirmesinin sebebi, bölgenin K-G yönlü Karamuk ve Suhut grabeni ile D-B yönlü Afyon-Akşehir graben sisteminin kesiştiği alana denk gelmesidir

GİRİŞ

3 Şubat 2002 tarihinde yerel saat ile 09:11 de Mw=6.2, merkez üssü Sultandağı ilçesi yakın civarı olan bir deprem olmuştur. Deprem en çok Çay,

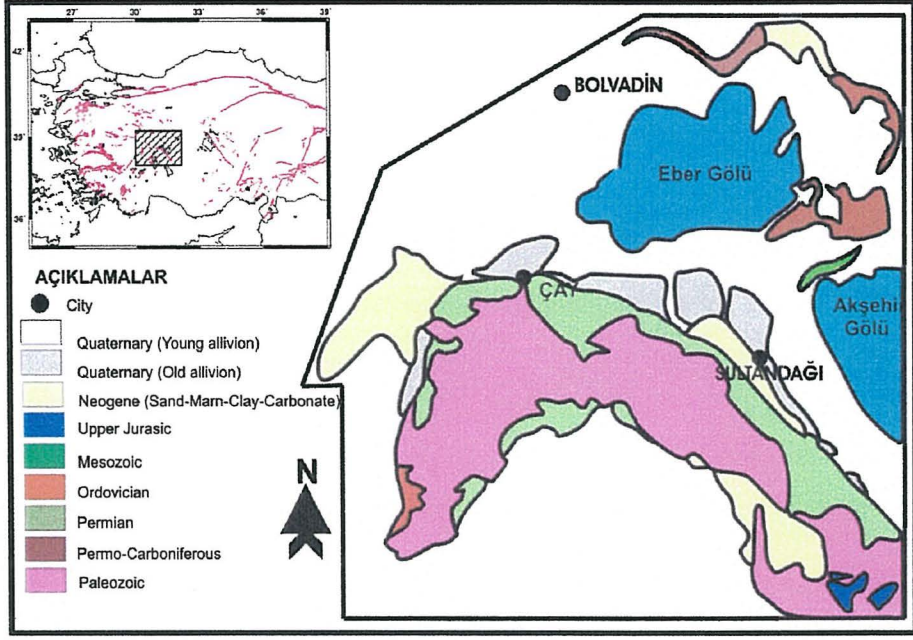
Sultandağı, Bolvadin ve Çobanlar ilçelerini etkilemiştir. Bölgede bundan önce de, 15 Aralık 2000 tarihinde $M_w=6.0$ (Taymaz ve Tan, 2002) olan kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı bir deprem olmuştu. Daha önce yapılan çalışmalarda verilen depremlerin yerleri, bugün bile tartışma konusudur ve bölgedeki fay sistemlerinin hangisi ya da hangilerinin aktif olduğu ve sismotektonik özellikleri hakkında yorum yapmak için mutlaka yüksek duyarlılıkta bir sismik ağ çalıştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle ,depremden hemen sonra **Marmara Araştırma Merkezi Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü'** ünden bir ekip hızla bölgeye hareket etmiş, artçı deprem etkinliğini gözlemek ve fay zonunun özelliklerini ortaya çıkartmak amacıyla yoğun bir sismik ağ kurmuştur.

ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı, orta Anadolu' nun doğusundaki yanal atımlı fay sistemleri ile karakterize olan tektonik rejim ile, batıdaki aktif oblik atımlı normal faylarla sınırlanan graben-horst yapıları ile karakterize olan açılmalı tektonik rejim arasında bir geçiş bölgesidir (Koçyiğit ve diğ., 2000). Bölge, güneyde Sultandağları olarak adlandırılan, metamorfik ve kalkerlerden oluşan yükselti ile kuzeyindeki Neojen-kuvaterner yaşlı genç birimleri içerisinde barındıran düzlüklerden oluşmaktadır. Atalay 1975' e göre, Sultandağlarının temeli litolojik olarak birbirinden farklı metamorfik birimlerden oluşmaktadır (Şekil-1). Bu metamorfik seriler içerisinde kuvarsitler, kuvarsit şistler, kristalize kireçtaşları ve kalkerler bulunmaktadır. Neojen ve kuvaterner birimler ise bölgenin düzlüklerinde ve ovalarında yaygın olarak görülmektedir. Konglomera, gölsel kireçtaşları, marn ve killi kireçtaşlarından oluşan genç birimler aynı zamanda yerleşim birimlerinin de kurulduğu alanlardır.

ARAZİ ÇALIŞMASI

3 Şubat 2002 Sultandağı (Afyon) depreminden ($M_w=6.2$) hemen sonra, artçı deprem dağılımının incelenmesi için, ana şokun etrafını çevirecek şekilde 27 adet sismik istasyondan oluşan yoğun bir ağ kurulmuştur (Şekil. 2). Bu ağdaki tüm istasyonlarda, örnekleme aralığı 100 örnek/saniye olan Reftek-125 kayıtçıları ile 4.5 Hz salınım frekansı olan kısa periyodlu düşey bileşen L28 sismometreleri kullanılmıştır. İstasyonlar gün aşırı servislenerek, alınan veriler Valiliğin tahsis ettiği veri işlem merkezine getirilerek bilgisayar ortamına aktarılmış ve işlemeye



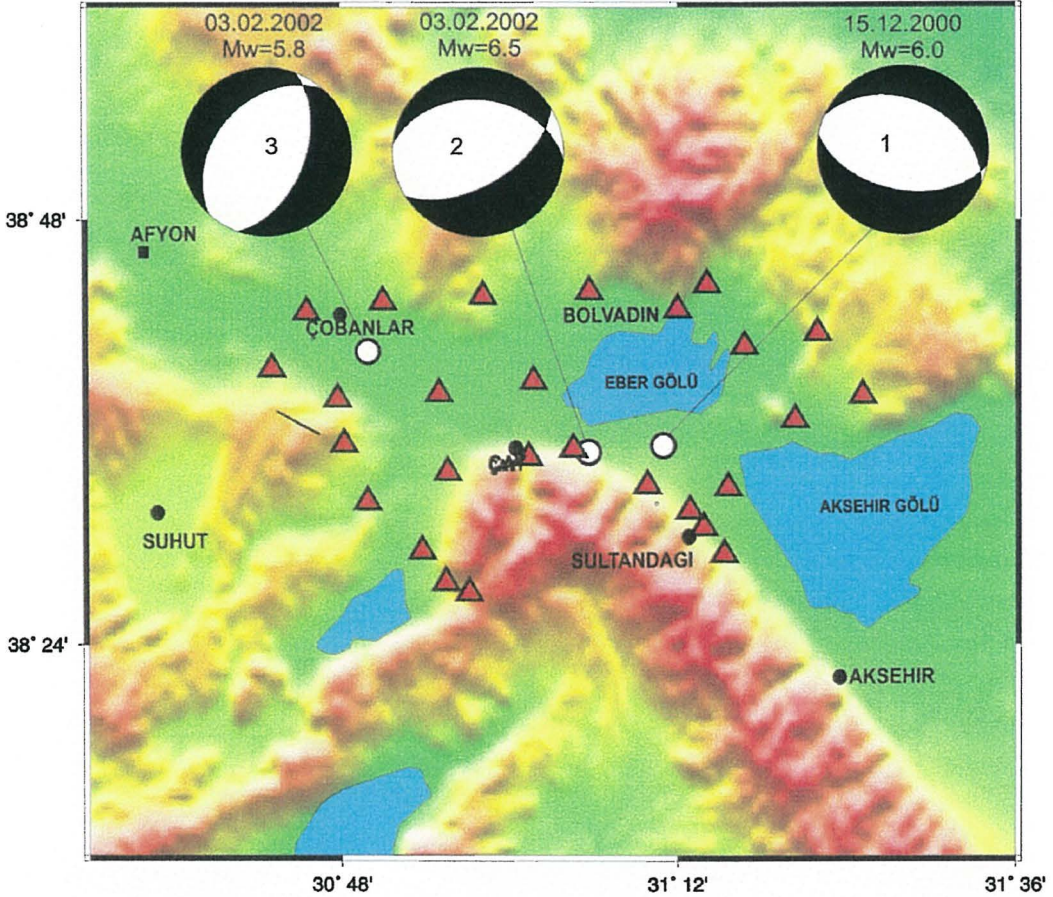
Şekil-1. Çalışma alanının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Atalay 1975' den basitleştirilmiştir).

hazır hale getirilmiştir. Veri işlem merkezinde işlenen veriler sonucunda, oluşan artçı deprem dağılımına göre istasyonların yerleri değiştirilmiş ve en iyi istasyon dağılımı elde edilmiştir. Oluşturulan sismik ağ 60 km doğu-batı ve 40 km kuzey-güney boyutlarında bir alanı kaplamıştır. Toplanan verilerin ön değerlendirmesi, geçici olarak Çay ilçesinde kurulan veri işlem merkezinde yapılmıştır. Daha sonra toplanan veriler Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü sismoloji veri işlem laboratuvarındaki bilgisayarlara aktarılarak ayrıntılı incelemeler yapılmıştır.

VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Toplanmış olan deprem kayıtlarından, depremler gruplandırılmış ve istasyonlardaki deprem fazlarının (P ve S) varış zamanları okunarak yerleri ve oluş zamanları belirlenmiştir. Yapılan gruplamaya göre 19571 P-dalgası varış zamanı, 7805 S-dalgası varış zamanı okunmuştur. Depremlerin büyüklükleri Local Richter (ML) büyüklüğü olarak kaydedilen en büyük yerdeğiştirme değerlerine göre hesaplanmıştır. Çalıştırılan sismik ağ yoğun ve yüksek duyarlıklı aletlerden oluştuğu için, çok küçük büyüklükteki depremlerin gözlenmesi mümkün olmuştur ($0 < ML < 3.3$). Deprem çözümlerinin kalitesi, varsayılan hız-derinlik modeline, faz okumalarının doğruluğuna, istasyon sayısı ve azimutal

dağılımına bağlıdır. İncelenen depremlerin dağılımını en doğru şekilde belirlemek ve tektonik koşullar hakkında bilgi edinmek için, bölgeyi en iyi temsil eden bir hız-derinlik modelinin belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla kaydedilen depremler için eş zamanlı odak, hız modeli ve istasyon düzeltmeleri için ters çözümü yapan VELEST algoritması (Kissling ve diğ., 1994) kullanılmıştır.



Şekil-2. Artçı deprem çalışması için kurulan sismik ağı. Üçgenler istasyonları, yuvarlaklar ise büyük depremlerin yerlerini göstermektedir (1- 15.12.2000 depreminin fay düzlemi çözümünü, 2- 03.02.2002 ana şokun fay düzlemi çözümünü, 3- 03.02.2002 artçı depreminin fay düzlemi çözümünü göstermektedir (Taymaz ve Tan, 2002)).

Yerleri bulunan depremlerin tümü şekil-3A' da görülmektedir. Şekildeki deprem dağılımına baktığımızda, bölgedeki sismisitenin Koçyiğit ve diğ. (2000)' nin tanımladığı horst ve graben yapısına uygun davrandığını söyleyebiliriz. Dikkat edilirse deprem aktivitesi Afyon-Akşehir ana grabeninin içerisinde 10 km genişliğinde, 45 km uzunluğunda bir alanda yer almaktadır. Deprem dağılımının uzanımına baktığımızda ise iki ayrı grup görürüz. Birincisi, Sultandağı ile Çay

ilçeleri arasında kuzey blok üzerinde yer alan kuzeybatı-güneydoğu uzanımli dağılım, ikincisi ise Çobanlar ilçesi yakınındaki dairesel dağılım gösteren alandır. Yüksek duyarlı artçı sarsıntı çalışmasına göre ana şokun yerini doğru kabul edersek, doğudaki keskin büküm yapan yerden başladığını ve tek yönlü olarak batıdaki bitim noktasına doğru yayıldığını kesin olarak söyleyebiliriz.

Artçı depremlerin derinlik dağılımı şekil-3B' deki derinlik kesitinde görülmektedir. Kesitte de görüleceği gibi depremler esas olarak 5 km ile 12 km derinlikleri arasında yer almaktadır. Batıdaki dairesel dağılım gösteren zondaki depremler daha çok ve doğudakilere göre daha derinlere inmektedir. Derinlik kesitine bakarak, ortalama kırık alanını 250 km² (37 km uzunluk * 7 km derinlik) ve Mw=6.2 olarak alırsak, kırık düzlemi üzerinde oluşan ortalama kayma miktarı 32 cm olarak hesaplanır.

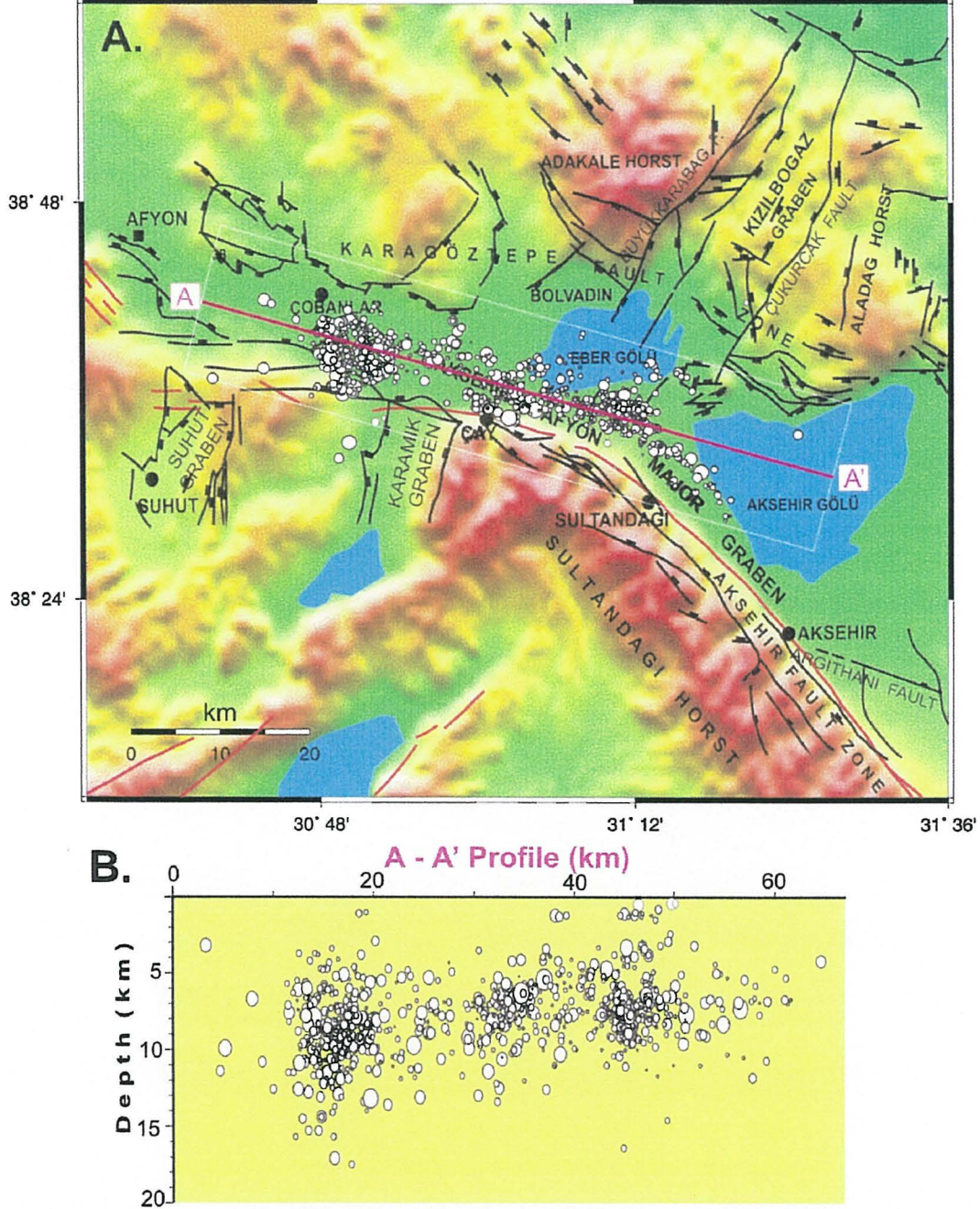
Seçilen depremler için yapılan fay düzlemi çözümleri, ana kırık boyunca kaymanın doğrultusunu ve tipini göstermektedir. Fay düzlemi çözümleri Reasanberg ve Oppenheimer (1985) tarafından geliştirilen FPFIT algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Fay düzlemi çözümleri bulunurken en az 15 ilk hareket yönü okuması kullanılmıştır. Hesaplanan ortalama doğrultu, eğim ve kayma yönlerindeki hata 15° ' den küçüktür.

Yaptığımız fay düzlemi çözümlerine göre doğu, orta ve batı olmak üzere üç ayrı zon belirlenmiştir (Şekil-4A, B, C). Çalışma alanının hem doğusunda hem de ortasındaki depremlere ait fay düzlemi çözümleri, Akşehir-Afyon ana grabeni ile aynı doğrultuyu veren, genellikle D-B ya da DGD-BKB uzanımli ve ortalama 62° +/- 10° eğim açısına sahip fayları belirlemektedir. Buna karşın batıdaki deprem fay düzlemleri çözümleri D-B ' dan K-G ' e değişen doğrultulardaki oblik normal atımlı fayları göstermektedir. Bu bölge K-G uzanımli Şuhut, Karamuk grabenleri ile D-B uzanımli Akşehir-Afyon grabenlerinin kesiştiği alana denk gelmektedir (Koçyiğit ve diğ., 2000). Batıdaki fay düzlemi çözümlerindeki farklılık, buradaki karmaşık fay geometrisi ile açıklanabilmektedir.

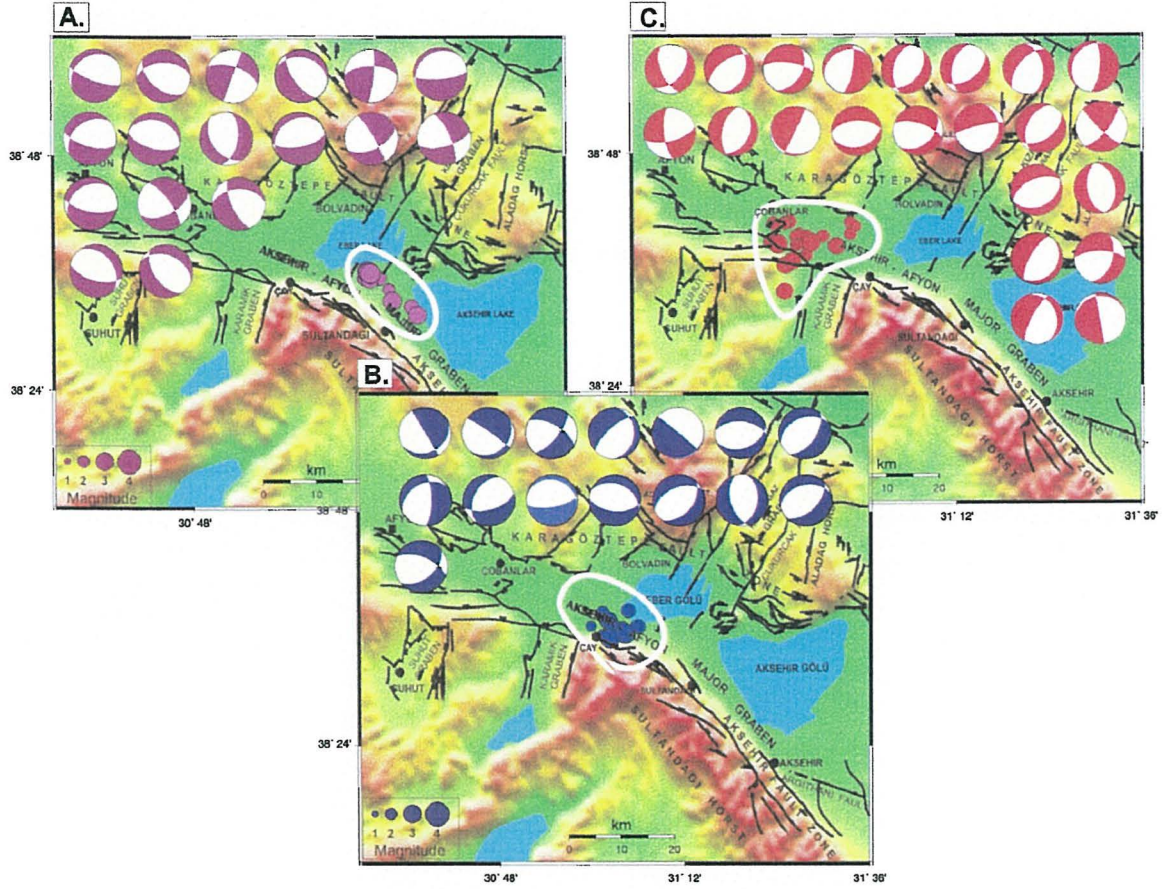
SONUÇ

Sultandağı depremi sonrası kurulan yüksek duyarlıklı yoğun sismik ağ çalışması ile elde edilen deprem dağılımı güvenilir ve yorumlamaya elverişli bir veri seti sağlamıştır. Ancak, gözlem süresinin kısa oluşu ve orta büyüklükteki depremlerin gözlenememesi bölgenin sismisitesi hakkında ayrıntılı yorum

yapmaya izin vermemektedir. Bu nedenle, bölgenin yüksek duyarlılık sismik ağıla uzun süre (2-3 yıl) izlenmesi ve karakteristik deprenselliğinin ortaya çıkartılması gerekmektedir.



Şekil-3. A-Artçı depremlerin episantr dağılımları, B-Artçı depremlerin derinlik dağılımları. Harita üzerindeki normal faylar (siyah renkli çizgiler) Koçyiğit ve diğ. (2000)' den, Sultandağı fayı ise (kırmızı çizgi) Şaroğlu ve diğ., (1992)' den alınmıştır.



Şekil-4. Seçilen depremlere ait fay düzlemi çözümleri. A- Çalışma alanının doğusundaki depremlerin fay düzlemi çözümleri, B- Çalışma alanının orta kesimine ait depremlerin fay düzlemi çözümleri, C- Çalışma alanının batısındaki depremlerin fay düzlemi çözümleri. Harita üzerindeki normal faylar (siyah renkli çizgiler) Koçyiğit ve diğ. (2000)' den alınmıştır.

KATKI BELİRTME

Çalışmamız sırasında ekibimize hem çalışma ortamı hem de kalacak yer sağlayarak katkıda bulunan Afyon valiliğine ve Çay Belediyesine teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Atalay, 1975. Eber ve Karamık gölleri havzalarının Kuvaterner depoları ve jeomorfolojisi. Proceedings of the 50th Anniversary of the Turkish Republic Earth Sciences Congress, Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publications, p.365-385.

Koçyiğit, A., Ünay, E. and Saraç, G., 2000. Episodic graben formation and extensional neptectonic regime in west Central Anatolia and Isparta Angle: a case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey. Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area (editors: Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D.A.), Geological Society, London, Special Publications, 173, p.405-421.

- Reasanberg, P.A. and Oppenheimer, D.H., 1985. FPFIT, FPLOT and FPPAGE: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions, US Geol. Surv. Open File Rep., 85-739, 109 pp.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşcu, İ., 1992. Türkiye aktif fay haritası. MTA, Ankara.
- Taymaz, T. and Tan, O., 2002. 3 Şubat 2002 Sultandağı depremi (Mw=6.5) ve göller bölgesinin depremselliği. İTÜ, Maden Fakültesi-Sismoloji Anabilim Dalı Raporu, 7sayfa.

3 ŞUBAT 2002 SULTANDAĞI-ÇAY (AFYON) DEPREMLERİ ve ARTÇI SARSINTILARININ İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Serkan ÖZTÜRK, Yusuf BAYRAK

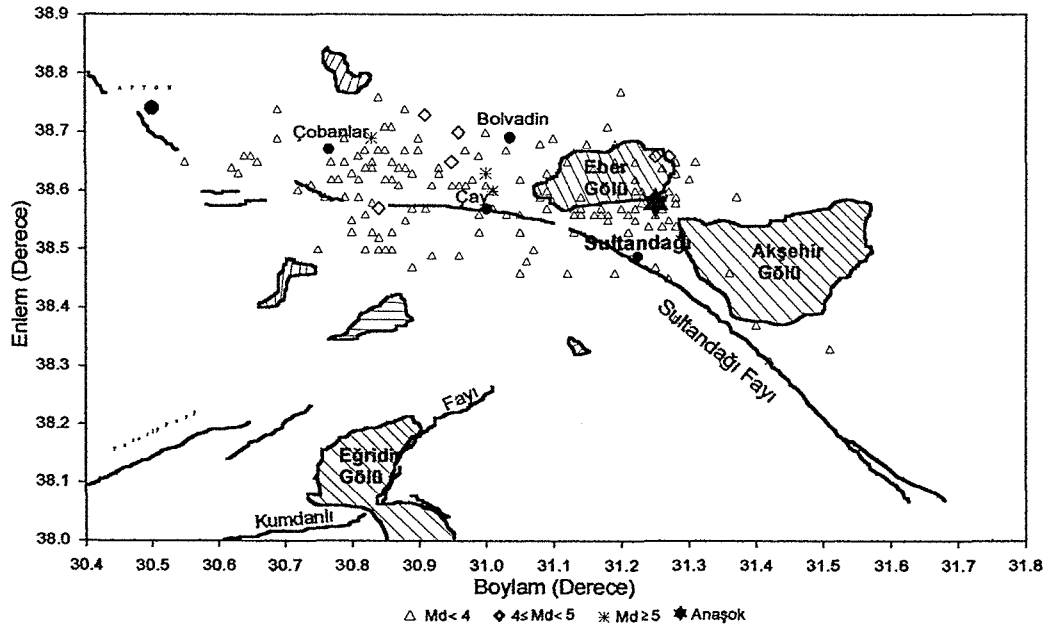
*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Trabzon*

ÖZ

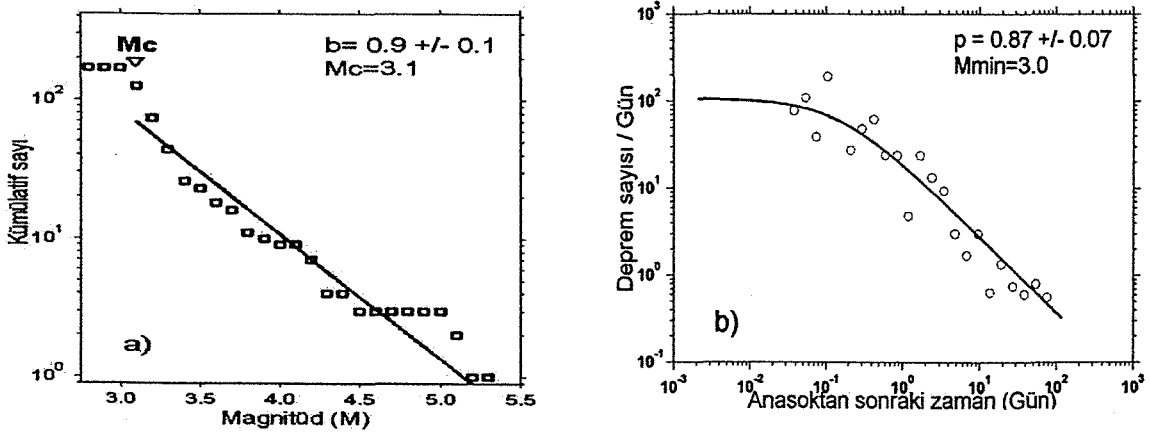
Bu çalışmada, 3 Şubat 2002 Sultandağı-Çay depremleri ve artçı sarsıntılarının uzay-zaman-magnitüd ilişkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, artçı dizilerin zamanla azalma oranını ifade eden “*p*” değeri ile magnitüde karşı üstel dağılımla ifade edilen ve depremden sonraki sismik aktivitenin uzaysal dağılımını gösteren “*b*” değerlerinin değişimi incelenmiştir. Ayrıca, artçı şok oluşumlarında açığa çıkan kümülatif momentin (M_0) zamana bağlı davranışları tanımlanmış ve böylece zamana karşı olayların sayısını modelleyen Omori ve Utsu yasaları ile ilgili olarak alternatif bir çözüm üretilmiştir. Çalışmada kullanılan veri, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Sismoloji Laboratuvarı tarafından hazırlanan ve İnternette kullanıcıya sunulan deprem kataloğundan derlenmiştir. Katalog, süre magnitüdü (M_D) için homojen haldedir ve ana şokla birlikte dört aylık bir zaman periyodunda ki 170 artçı sarsıntıyı içermektedir. Magnitüdü 3.0 ve daha büyük olan depremlerin magnitüde göre episantr dağılım haritası Şekil 1’ de verilmektedir. Artçı sarsıntılarının episantr dağılımları ağırlıklı olarak GD-KB doğrultusunda yoğunluk göstermektedir. Aktivitenin fayın KB bölümünde toplanmış olması, fayın bu bölümünde bir kırılmanın varlığına işaret eder. Artçı depremler anaşok episantrı civarında eliptik bir kümelenme göstermektedir ve bu da genel olarak artçı sarsıntılarının davranış biçimi olarak düşünülebilir.

Son yıllarda, Wiemer ve diğ. (1999), Kobe depremi artçı sarsıntıları için $b=0.841\pm 0.03$ bulmuşlardır. Bazı araştırmacılar *b*-değerinin genellikle 0.6-1.4 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Wiemer ve diğ., 1999; Olsson, 1999). Bu çalışmada, en küçük kareler yöntemi kullanılarak $b=0.9\pm 0.1$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplama, kesme magnitüdü $M_c=3.1$ alınmıştır. Artçı sarsıntılarının deprem sayısı-magnitüd ilişkisi Şekil 2a’da verilmektedir. Afyon ve

civarı için nispeten yüksek b -değeri elde edilmiştir. Birçok faktör b -değerinin değişimine neden olabilir. Yüksek b -değerlerinin gözlenmesi genel olarak, bölgede büyük olaylara nazaran küçük olayların sayısında bir artış olduğunu, açığa çıkan enerjinin ve meydana gelen yer değiştirmenin fazla olduğunu gösterir (Wiemer ve diğ.,1999). Ayrıca, yüksek malzeme heterojenitesi ve çatlak yoğunluğu ile kayma gerilmesinde veya etkili gerilmedeki bir düşüş, yüksek b -değeri ile ifade edilir (Mogi, 1962). Dolayısı ile, b -değerindeki değişim ana şok tarafından üretilen basınçta zamana bağlı ortamdan kaynaklanabilir ve ana şoktan bu derinlikteki azalan gerilme ile ilişkili olabilir.



Şekil. Sultandağı depremi ve artçı sarsıntılarının magnitüde göre episantr dağılım haritası.



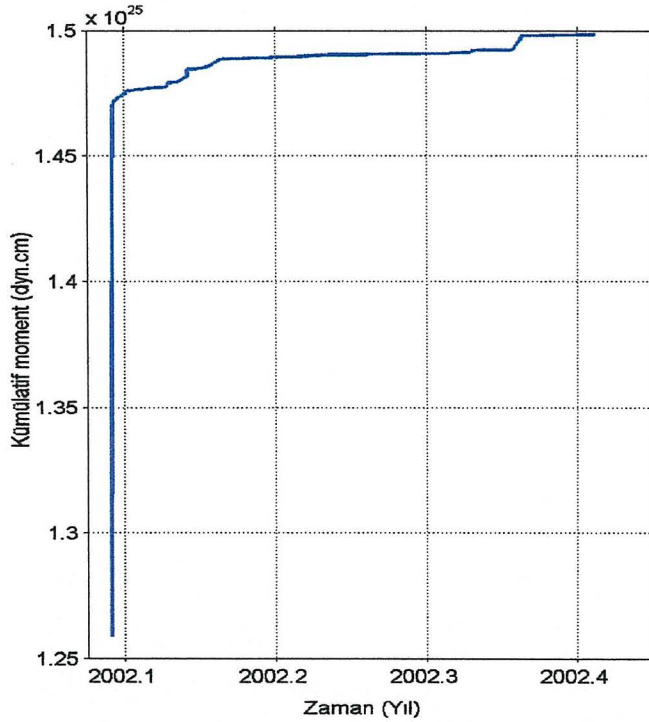
Şekil 2. Artçı sarsıntılar için a) deprem sayısı-magnitüd ilişkisi; b) zamanla azalma oranı.

b -değerinin çalışılan bölgedeki sismik seviyeye bağlı olarak değişim gösterdiği düşünülürse, bölgenin ne kadar sıklıkla depreme maruz kaldığını, depremlerle açığa çıkan enerji ve gerilme dağılımını b -değerlerinin uzaysal dağılımı ile açıklamak mümkündür. Bir bölge için b -değeri, yalnızca bölgedeki küçük ve büyük depremlerin sayılarının kısmi oranlarını yansıtmaz, aynı zamanda; bir bölgenin tektonik durumunu tanımlamak içinde kullanılabilir.

p -değeri hesaplamasında yine en küçük kareler yöntemi kullanılarak $p=0.87\pm 0.07$ bulunmuştur. Hesaplama minimum magnitüd $M_{\min}=3.0$, kesme magnitüdü olarak ve anaşok oluşum zamanı da başlangıç zamanı olarak alınmıştır. Buda, kullanılabilir veri sayısını maksimum yapar. Artçı sarsıntılar zamanla sayılarında gözlenen değişim Şekil 2b'de verilmektedir. Artçı sarsıntılar için nispeten küçük p -değerleri hesaplanmıştır. Rune Olsson (1999), p -değerinin genellikle 0.5-1.8 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bu değişim kabuksal heterojenite, gerilme ve ısı gibi bölgenin tektonik koşullarıyla ilişkili olabilir. Fakat, bunlardan hangisinin p üzerinde daha önemli faktör olduğu net değildir. Tsapanos (1992) ve Wiemer ve diğ., (1999) yaptıkları çalışmalarda, tektonik özellikler ve ısı akısının p -değeri değişimini etkilediğini, kırık mekanizmasına bağlı olarak p -değerlerinin değişebileceğini ve küçük p -değerlerinin bölgedeki düşük ısı akısından ve yüksek heterojeniteden kaynaklanabileceğini göstermişlerdir. Sıcaklığın p -değerini kontrol ettiği görüşü doğru ise, p -değerinin düşük olduğu bölgeler sıcak değildir ve bu bölgelerdeki p -değerinde gözlenen azalma, büyük depremlerin ve bölgesel kabuğun kırılma derecesinin tahmini için kullanılabilir bilgiler sağlar. Eğer ısı akısı odak derinliğinde sıcaklığın işareti olarak yorumlanırsa, artçı sarsıntılar azalma oranlarının dağılım özellikleri, en azından bölgedeki kabuksal sıcaklığın dağılımının etkisi olarak açıklanabilir. Dolayısı ile, p -değeri ısı akısıyla yükseliyor ve de ısı akısı odak derinliğiyle değişiyorsa, bir bölgeden diğerine p -değerinin derinlikle değişeceği söylenebilir. Sonuçta, odak derinliğinde sıcaklık p -değeri üzerinde etkili ise, p ' nin derinlikle ve artan sıcaklıkla yükselmesi beklenir.

Kümülatif momentin zamanla değişimi Şekil 3'de verilmiştir. Magnitüd bilgisi kullanılarak artçı şok dizisi için sismik momentin değişimi gözlenmiştir. Ana şokla birlikte sismik moment hızlı bir şekilde yükselmiş ve ana şoktan sonraki ilk birkaç gün içerisinde maksimum değerine ulaşmıştır. Marcellini

(1997), Kern County depremi artçı sarsıntıları için ana şoktan sonraki zamanla kümülatif moment arasındaki ilişkinin oldukça geçerli olduğunu göstermiştir. Bir depremin toplam büyüklüğünü gösteren sismik moment, fay alanı ve yer değiştirme ile doğrudan ilişkilidir. Esas olarak fayın hareketini sağlayan, yer değiştirmeyi meydana getiren bir ana deprem vardır. Bir deprem meydana geldikten sonra bütün bölgedeki gerilme sisteminde bir değişim olur. Dolayısıyla, sismik momentin deprem anında ortaya çıkan büyük enerji ile doğru orantılı olarak artması beklenir. Sismik momentin, ana şokla birlikte açığa çıkan enerjinin büyüklüğüyle orantılı olarak hızlı bir şekilde yükseldiği, ana şoktan sonraki dönemde gerilme dağılımında ve deprem sayısında meydana gelen azalma ile bağlantılı olarak zaman içerisinde sabit bir değere ulaştığı gözlenir.



Şekil 3. Kümülatif momentin zamanla değişimi.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, 3 Şubat 2002 Sultandağı-Çay depremleri ve artçı sarsıntıları için uzay ve zamanın bir fonksiyonu olarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Afyon ve civarı için yüksek *b*-değerleri ve nispeten düşük *p*-değerleri hesaplanmıştır. Mevcut tektonik gerilmenin ana şok ile boşaldığı düşünülürse, artçı sarsıntılar için yüksek *b*-değerlerinin gözlenmesi

normaldir. Bu yüksek değerler ise, bölgede sismik aktivitenin fazla olduğunu gösterir. Düşük p -değerli depremler ise daha uzun bir sismik aktiviteye sahiptir. p -değerinin sıcaklığa bağlılığı ve sismik moment ile p -değeri arasında zaman içerisinde davranışlarında ki benzerlik göz önüne alınırsa, sismik moment azalım oranı üzerinde bölgedeki kabuk sıcaklığının etkili olabileceği düşünülür. Artçı sarsıntılar, uzay-magnitüd dağılımları ve zamana bağlı davranışlarında gözlenen değişimlerle kullanılabilir bilgiler sağlaması açısından sismisite çalışmalarında ve hazard değerlendirmelerinde oldukça önemlidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Marcellini, A., 1997. Physical model of aftershock temporal behavior, *Tectonophysics*, 277, 137-146.
- Mogi, K., 1962. Magnitude-frequency relation for elastic shocks accompanying fractures of various materials and some related problems in earthquakes, *Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo*, 40, 831-853.
- Olsson, R., 1999. An estimation of the maximum b -value in the Gutenberg-Richter relation, *Geodynamics*, 27, 547-552.
- Tsapanos, T.N., 1992. Considerations on the global seismic sequences: the second and Third largest aftershocks, *Geophys. J. Int.*, 111, 630-636.
- Wiemer, S., Katsumata, K., 1999. Spatial variability of seismicity parameters in aftershock zones, *Journal of Geophysical Research*, 104, B6, 13135-13151.

BATI ANADOLU'DA İNTERSİSMİK GERİNİM BİRİKİMİNİN 1992-2000 YILLARI GPS ÖLÇÜLERİNDEN BELİRLENMESİ

M.E.AYHAN¹, C.DEMİR¹, O.LENK¹, A.KILIÇOĞLU¹, A. TÜRKEZER¹,
A.İ. KURT¹, Y. ALTINER², R. REILINGER³

1)Jeodezi Dairesi, Harita Genel Komutanlığı, 06100, Ankara, Türkiye

2)BKG, Frankfurt, Almanya

3)Yer Kaynakları Laboratuvarı, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, Cambridge, ABD

ÖZ

Anadolu plakasının batı yönlü hareketi ve Ege Bölgesinin Kuzey-Güney yönünde açılmasının neden olduğu yerkabuğu hareketleri, Avrasya ve Anadolu Plaka sınırı olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu-Batı uzanımlı grabenler, Fethiye-Burdur Fayı ve Isparta Dirseği tarafından karşılanmaktadır. Batı Anadolu'daki intersismik gerinim birikimini sayısal olarak ifade etmek amacıyla 1992-2000 yılları arasında gerçekleştirilen GPS ölçüleri değerlendirilmiştir. 36°-42° enlemleri ve 26°-33° boylamları ile sınırlı bölgede yer alan 190 noktada Avrasya Plakasına göre tanımlanan koordinat sisteminde intersismik hız hesaplanmıştır. Isparta Dirseği bölgesindeki 18 nokta 2000 yazında, diğerleri ise 17 Ağustos 2002 İzmit Depreminden önce gözlenmiştir. Koordinat sisteminden bağımsız gerinim parametrelerini elde etmek amacıyla, Kuzey-Güney ve Doğu-Batı yönündeki hız bileşenleri ayrı ayrı değerlendirilerek grid noktalarında değerleri hesaplanmış, daha sonra da yöne bağlı türevleri ve gerinim parametreleri belirlenmiştir. Yamulma gerinimleri, KAF çevresinde yaklaşık 100 km. genişliğinde plaka sınırı deformasyon bölgesi, Fethiye-Burdur Fayı boyunca sol-yanal atılımlı deformasyon alanı ve Orta Anadolu'da katı blok hareketini ortaya koymaktadır. KAF plaka sınırı deformasyon bölgesi saat yönünde dönerken, Anadolu Plakasının 39.5° enleminin güneyinde İç Anadolu Bölgesindeki kesimi saat istikametinde 1.5 deg/myıl hızla dönmektedir. Isparta dirseğinde 2-4 deg/myıl, Fethiye-Burdur Fayında 4-6 deg/myıl ve İzmir'de 2-3 deg/myıl büyüklüğünde saatin tersi yönünde dönme hesaplanmış olup dönüklük parametreleri güneybatı yönünde artma eğilimindedir. Hacımsal gerinim parametresi(dilatation) ise genel olarak 31° boylamının batısında bir açılmayı ortaya koymaktadır. En büyük hacımsal açılma gerinimi Büyük Menderes grabeni boyunca bulunmuştur. Marmara Denizi Bölgesinde ise doğu-batı uzanımı boyunca

komşu sıkışma ve açılma bölgeleri tespit edilmiştir. Ana gerinim bileşenleri; sıkışma ve açılma bölgeleri, temel tektonik özellikler ve Batı Anadolu'daki tektonik olguların etkilerini açıkça ortaya konmaktadır.

İZMİR ve YAKIN ÇEVRESİNDE ÜÇ BOYUTLU SİSMİK DALGA YAYILIMININ MODELLENMESİ

Gökhan GÖKTÜRKLER

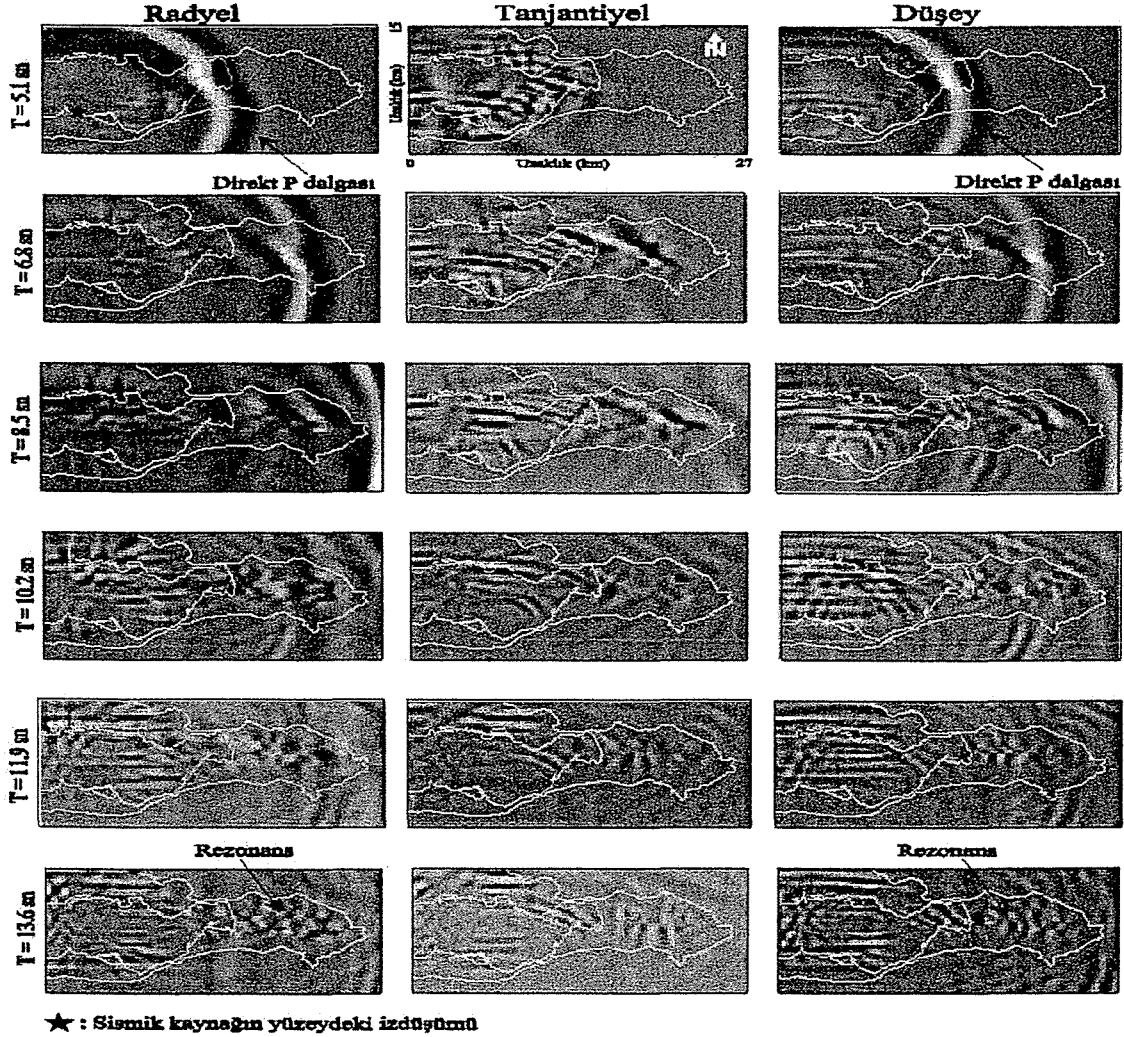
*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe
Yerleşkesi, 35160 Buca / İzmir*

ÖZ

Son on yılda bilgisayar teknolojisi ve sayısal yöntemlerdeki gelişmelere bağlı olarak deprem simülasyonları (benzetimleri), hesaplamalı sismolojide yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Deprem benzetimleri, yeraltını temsil eden bir hız modeli ve depremi temsil eden bir sismik kaynağın kullanıldığı üç boyutlu (3B) elastik dalga yayılımı modellemeleridir (örn., Yomogida ve Etgen, 1993; Frankel ve Stephenson, 2000). Bir bölgede sismik dalga yayılımı özelliklerinin belirlenmesi, o bölgenin deprem anındaki davranışının anlaşılmasına ve deprem zararı ile ilgili kestirimlerin yapılabilmesine olanak sağlar.

Tarihsel kayıtlar ve güncel deprensellik, İzmir ve çevresinin yıkıcı depremlerden büyük ölçüde zarar gördüğünü ve günümüzde de bu tehlikenin sürdüğünü göstermektedir. Bu bağlamda, İzmir ve yakın çevresinde üç boyutlu sismik dalga yayılımı modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, deprem benzetimleri çalışmalarında yaygın şekilde uygulanan bir sonlu farklar algoritması (staggered-grid finite differences) kullanılmıştır (örn., Graves, 1996). Mühendislik ve jeotermal enerji amaçlı açılan sondaj kuyuları ve İzmir körfezinde yapılan kısıtlı sismik çalışmalardan yararlanarak üç boyutlu bir hız modeli oluşturulmuştur. Model, biri sedimanter dolguyu (düşük hızlı) diğeri temeli (yüksek hızlı) temsil eden iki birimden oluşmaktadır. İzmir körfezini güneyden sınırlayan ve İzmir fayı olarak adlandırılan normal fay karakterine sahip sistem çalışma alanındaki en önemli tektonik birimdir. Bu sistemin batı segmenti üzerinde, yaklaşık 5 km derinlikte bir basınç kaynağı ($f_m=0.75$ Hz) ve varsayımsal bir depremden kaynaklanan dalga yayımları, nokta kaynak yaklaşımı kullanılarak modellenmiştir. Şekil 1 basınç kaynağı kullanılarak gerçekleştirilen 17 sn' lik bir simülasyona ait anlık dalga alanlarını göstermektedir. Direkt P dalgası geçişini takiben İzmir körfezi civarında, sedimanter dolgu ile anakaya arasındaki arayüzeyde (İzmir fayı) üretilen fazların kuzeye doğru yayılımı ve

Bornova basenindeki rezonans, dalga yayılımının en belirgin özellikleri olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 1. Üç boyutlu simülasyon sonucu elde edilen anlık dalga alanı (snapshot) görüntüleri. Bu görüntüler 5 km derinlikte bir basınç kaynağı kullanılarak gerçekleştirilen 17 sn' lik bir simülasyon sonunda, yüzeydeki yer hareketinin, çeşitli zamanlardaki radyel, tanjantiyel ve düşey bileşenlerini göstermektedir (İçteki kontur İzmir körfezin kıyı şeridini, dıştaki kontur ise sedimanter dolgu ile anakaya arasındaki sınırı temsil etmektedir).

DEĞİNİLEN BELGELER

- Frankel, A. ve W. Stephenson (2000). Three-Dimensional Simulations of Ground Motions in the Seattle Region for Earthquakes in the Seattle Fault Zone, Bull. Seism. Soc. Am. 90, 1251-1267.
- Graves, R. W. (1996). Simulating seismic wave propagation in 3D elastic media using staggered-grid finite differences, Bull. Seism. Soc. Am. 86, 1091-1106.

Yomogida, K. ve J. T. Etgen (1993). 3-D wave propagation in the Los Angeles Basin for the Whittier-Narrows earthquake, Bull. Seism. Soc. Am. 83, 1325-1344.

DENİZLİ BÖLGESİ MİKRODEPREM ÇALIŞMASI

Adil TARANCIOĞLU, M. Cengiz TAPIRDAMAZ, Ahmet YÖRÜK,
Faruk BİÇMEN, Mehmet ERGİN ve Serdar ÖZALAYBEY

*TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü,
P.K. 21 41470 Gebze-Kocaeli / Türkiye*

ÖZET

Denizli bölgesinde 2000 yılının ilk 6 aylık dönemi içinde büyüklüğü 5.2 ve daha küçük bir seri deprem aktivitesi olmuştur. Bu çalışmalarda amaç Denizli il merkezi ve çevresinde hissedilen deprem aktivitesinin yoğun ve modern bir sismik ağ ile izlenerek yüksek duyarlık ve doğruluk ile belirlenmesi, aktivitenin odaklandığı diri fayların sismotektonik özelliklerinin anlaşılmasıdır. Bu amaçla Marmara Araştırma Merkezi – Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü tarafından bölgeye 24 adet tek bileşen, 4 adet 3 bileşen olmak üzere toplam 28 sismolojik istasyondan oluşan bir sismik ağ kurulmuş ve 1 ay süre ile çalıştırılmıştır. Ayrıca bu sismik ağ ile incelenecek depremlerin kaydedildiği bir veri bankası oluşturulmuştur.

Yapılan çalışma sonucunda, Denizli bölgesinde 3 ana mikrodeprem aktivitesi bulunmuştur. Birincisi Üzerlik- Pamukkale arasında uzanan, Denizli baseni kuzey sınır fayı üzerindedir. İkincisi Denizli Baseni içinde uzanan, Kaleköy-Denizli il merkezi arasında yer alan fay sistemi ile ilişkilendirilmiştir. Üçüncüsü ise Denizli baseninin doğu ucunda yer almakta ve Jeolojik veriler ile haritalanmış bir fay ile ilişkili bulunamamıştır. Depremlerin derinlik dağılımlarından sismolojik zonun 12 km derinliğe kadar uzandığı saptanmıştır. Fay düzlemleri çözümleri Denizli baseninin normal fay mekanizması vermekte olduğunu ve KD-GB yönünde açıldığını göstermektedir. Bu yönelim, basenin açılmasının birbirini etkileyen birkaç ana graben sisteminin (Büyük Menderes, Küçük Menderes, Alaşehir, Gediz Grabenleri), Denizli baseni üzerindeki bileşkesi ile temsil edilebileceğini göstermektedir. Denizli baseni için Gutenberg-Richter analizi sonucunda elde edilen $b=1.0$ değeri bölgenin deprenselliğinin normal bir tektonik süreç içinde geliştiğini göstermektedir.

GİRİŞ

Denizli bölgesinde 2000 yılının ilk 6 aylık dönemi içinde büyüklüğü 5.2 ve daha küçük bir seri deprem aktivitesi oluşmuştur. Bu sismik aktiviteyi oluşturan depremlerin yerleri ve büyüklükleri mevcut sismik ağlarla ancak düşük bir duyarlılıkla saptanabilmektedir. Buda bölgedeki mevcut kırık sistemlerinin hangisi yada hangilerinin bu aktiviteye neden olduğunun anlaşılmasını engellemektedir.

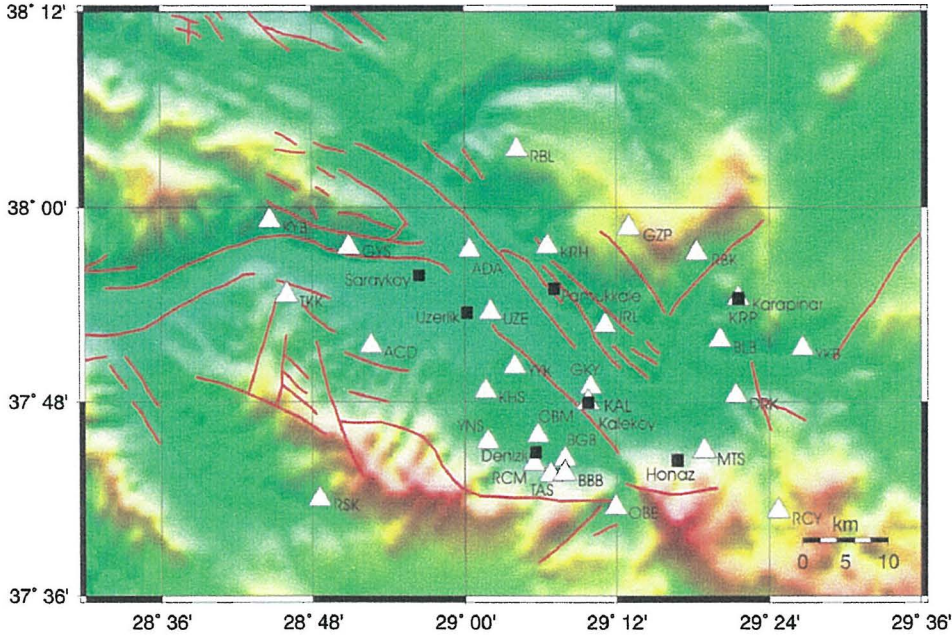
Bu çalışma ile Denizli il merkezi ve çevresinde hissedilen deprem aktivitesinin yoğun ve modern bir sismik ağ ile izlenerek yüksek duyarlık ve doğruluk ile belirlenmesi ve bu aktivitenin odaklandığı diri fayların sismotektonik yapılarının anlaşılmasına çalışılmıştır.

Bölgelerin depremsellik çalışmalarının başarısı, öncelikle yoğun bir sismik ağ ile yeterince uzun bir zaman için gözlem yapılmasına bağlıdır. Bu amaçla Denizli ve çevresinde toplam 28 istasyondan oluşan bir sismik ağ TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü tarafından kurularak işletilmiştir. Bu ağdaki tüm istasyonlarda kayıtlar sayısal Reftek-125 kayıtçıları ile 100 örnek/saniye örnekleme aralığı ile sürekli olarak toplanmıştır. Çalışma süresince istasyonlarda 4.5Hz salınım frekansı olan kısa periyotlu düşey bileşen L28 sismometreleri kullanılmıştır. RSK, RCM, RCY, RSK ve RBK kod isimli istasyonlarında ise 0.033Hz salınım frekanslı, geniş-bandlı, üç-bileşen CMG-40T sismometreleri ile Reftek 72A-07 sayısal kayıtçıları kullanılmıştır. İstasyonlar gün aşırı servislenerek, toplanan veriler Denizli Orman Bölge Müdürlüğü'nde (OBM) oluşturulan veri işlem merkezine aktarılmıştır. Sismik ağın bölgedeki mikrodeprem aktivitesini en yüksek duyarlılık ve doğruluk ile saptayabilmesi için ilk iki gün içinde toplanan veriler işlenerek mikrodeprem aktivitesinin yoğunlaştığı alanlar belirlenmiştir. Bu belirlemelere göre sismik ağın son düzenlemesi yapılarak 60km doğu-batı ve 45km kuzey-güney uzanan bir istasyon ağı serilmiştir (Şekil 1).

GÜNCEL TEKTONİK

Denizli bölgesinin sismotektonik yapısı ve önerilen neotektonik süreçlerle ilişkisi ayrıntılı olarak bilinmemektedir. Güncel tektonik anlamında, Denizli bölgesi Batı Anadolu genişleme rejimi ile oluşan graben sistemleri içinde yer alır (Şengör vd, 1987). Genel olarak bütün Batı Anadolu için 40-60 mm/yıl oranında

kuzey-güney yönlü bir genişleme rejimi belirlenmiştir (McKenzie, 1978; Jackson ve McKenzie, 1988). Batı Anadolu'da tektonik deformasyon 30km x 10km'lik aktif normal faylanmalar ve 6.0 büyüklüğüne ulaşabilen depremler ile açığa



Şekil 1. Denizli geçici sismik gözlem ağı istasyonlarının dağılımı.

çıkılmaktadır (Jackson and McKenzie, 1988). Daha küçük boyutlu faylar ve dolayısıyla daha küçük depremler bu ana faylara dik olarak gelişmiş (cross-faults, T şekilli graben, bkz. Şengör, 1987) açılma faylarında oluşmaktadır (Paton, 1992). Jeomorfolojik olarak Doğu-Batı yönelimli graben sistemleri arazi gözlemleri ve LANDSAT uydu görüntü verileri ile kolaylıkla tanımlanmaktadır.

Denizli Baseni Batı Anadolu'da açılma tektonik rejimini büyük ölçüde karşılayan Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Alaşehir fay zonlarının doğu ucunda yer alır. Basen 50km uzunlukta ve yaklaşık 25 km genişlikte olup KD ve GB dalımlı normal faylar ile sınırlıdır (Koçyiğit, 1984). Denizli il merkezi, ilçe ve köyleri bu basen içinde yer alır. Basenin kuzey ve güneyini sınırlayan ana graben faylarının yanısıra, basenin ortasında KB-GD doğrultulu gömülü normal fayların varlığı jeologlar tarafından önerilmiştir (Pamir ve Erentöz, 1974; Westaway, 1993). Pamukkale travertenleri ve kaplıcaları, ve Kızıldere jeotermal alanı bölgenin önemli jeolojik ve turistik yapıları arasındadır. Denizli Baseninin güncel

tektonik rejim ile uyumlu ve aktif olarak açıldığı, bölgedeki yıkıcı tarihsel ve yakın geçmişteki orta büyüklüklü depremlerin varlığı ile bilinmektedir.

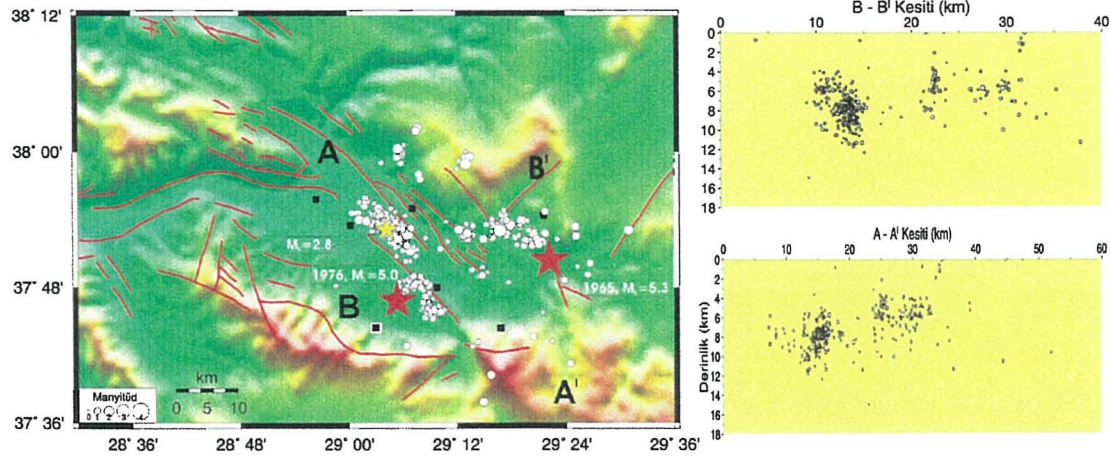
VERİLERİN İŞLENMESİ

Toplanmış olan sismogramlardan saptanan depremler guruplandırılmış, istasyonlardaki deprem fazlarının (P ve S) varış zamanları okunarak, depremlerin yerleri ve oluş zamanları belirlenmiştir. Depremlerin büyüklükleri Local Richter (M_L) büyüklüğü olarak kaydedilen enbüyük yerdeğiştirme değerlerine göre hesaplanmıştır. Yoğun ve yüksek duyarlıklı aletlerin yerleştirilmesiyle çok küçük büyüklükteki depremlerin gözlenmesi mümkün olmuştur. Depremlerin büyüklükleri $0 < M_L < 2.9$ arasındadır. Çalışma dönemine ait depremlerin büyüklük-histogram dağılımından $M_L=0.6$ ve daha büyük depremlerin tam olarak belirlendiği gözlenmiştir. Gutenberg-Richter deprem istatistiği analizi ile $a=3.15$ ve $b=1.0$ değerleri elde edilmiştir. Elde edilen b-değeri tektonik depremler için normal bir b-değeri olarak kabul edilen ortalama değere eşittir. Bu şekilde bölgedeki depremler, tektonik depremlerin oluşum istatistiğini tanımlayan Gutenberg-Richter ilişkisine göre normal olarak değerlendirilen doğal bir deprem oluşum sürecine uymaktadır.

Deprem çözümlerinin kalitesi, varsayılan hız-derinlik modeline, faz okumalarının doğruluğuna, istasyon sayısına ve azimut dağılımına bağlıdır. İncelenen depremlerin dağılımını en doğru biçimde belirlemek ve tektonik koşullar hakkında bilgi edinmek için bölgeyi en iyi temsil eden bir hız-derinlik modelinin belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla kaydedilen depremler için eş zamanlı odak, hız modeli ve istasyon düzeltmeleri için ters çözümü yapan VELEST algoritması (Kissling ve diğ., 1994) kullanılmıştır. Bu algoritma ile bölgeyi en iyi şekilde tanımlayabilecek bir hız modeli elde edilmiştir. S dalga hızları, Wadati diyagramından elde edilmiş olan $V_p/V_s=1.75$ oranı kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, hız yapısı ve istasyon düzeltmeleri yapılmaksızın elde edilen tüm depremlere ait sonuçlar 0.4s RMS seviyesindeyken, istasyon residüellerinin giderilmesi ve hız modeli ayarlamasından sonra RMS değerini 0.2s gibi çok düşük bir değere indirgenmiştir.

En az 8 istasyon veya daha fazla istasyonlarda kaydedilen depremlerin sayısı 309 olup, bu depremlerin ortalama yatay konumlama hatası 1.2km, düşey konumlama hatası 2.1km, RMS hata değeri 0.18 saniye, ve azimutal boşluk

değerleri 60 derecedir. Bu değerlerin kalitesi göz önüne alındığında, kullanılmış olan hız modelinin üst kabuk yapısını (üst 10km) oldukça iyi temsil ettiği söylenebilir. Değerlendirme ve yorumlarda üstteki parametreler ile temsil edilen depremler kullanılmıştır. (Şekil 2.)

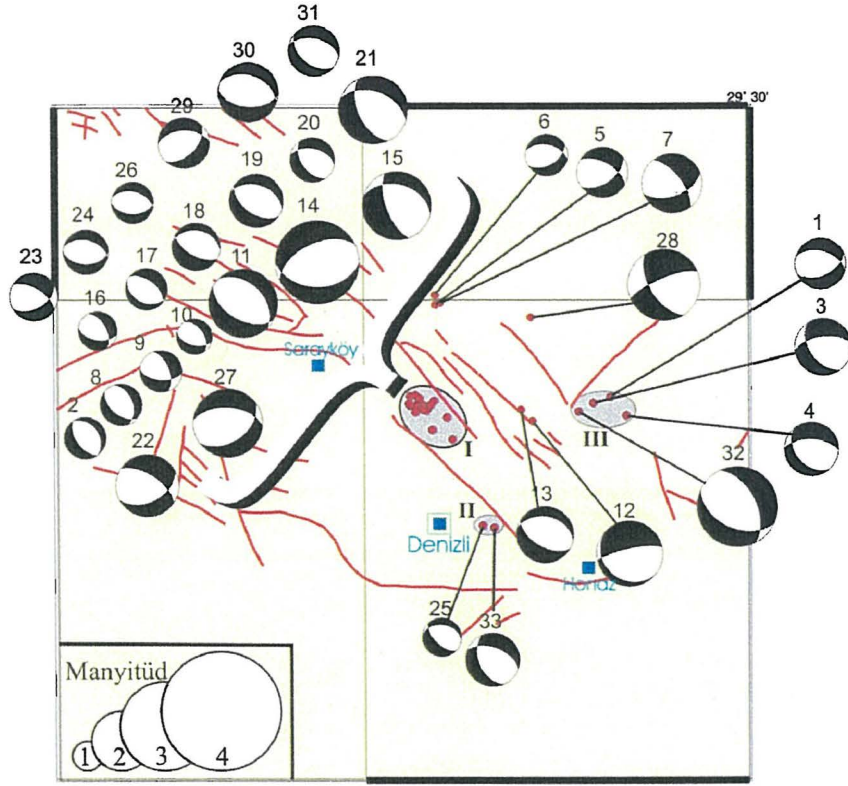


Şekil 2. Denizli Bölgesinin çalışma dönemi boyunca sismik aktivitesi ve A-A' B-B' doğrultuları boyunca derinlik kesitleri.

FAY DÜZLEMİ ÇÖZÜMLERİ

Kaynak bölgesi etrafındaki sismotektonik koşullar hakkında bilgi edinmek ve kaynak etrafındaki hareketin özelliklerini incelemek üzere fay düzlemi çözümlerinden (FDC) yararlanır. FDC ile bir depremde gözlenen ilk hareket polaritelerini en iyi temsil eden kuvvet-çifti bulunur. Bu yöntemle, depremin oluştuğu fay düzleminin doğrultusu, eğimi ve kayma açısı belirlenebilir.

Küçük manyetütlü ($M_L < 1.5$) mikrodepremlerin FDC'lerinin belirlenmesi genellikle zordur. Bunun sebebi yeterli sayıda ve farklı azimutları kaplayan istasyonlarda polarite okumalarının sağlıklı olarak yapılamamasıdır. Bu sınırlama nedeniyle her deprem kümesi için eş kalite ve sayıda FDC yapılamamıştır. Çalışma dönemi boyunca en az 11 istasyon tarafından kaydedilmiş ve ilk varış polariteleri sağlıklı olarak belirlenmiş depremlerden 33 adet depremin FDC hesaplanmıştır. Elde edilen çözümler Şekil 3. te gösterilmektedir.



Şekil 3. Seçilen depremlerin Fay Düzlemi Çözümleri.

SONUÇLAR

Denizli bölgesinde gözlem süresi boyunca yüksek doğruluk ile saptanan 300'ün üzerinde mikrodepremin merkezüssü dağılımı Şekil 2'de görülmektedir. Bu dağılımdan Denizli bölgesindeki deprenselliğinin oldukça odaklanmış 3 ayrı deprem kümesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu aktivitenin birincisi Üzerlik-Pamukkale arasında uzanan, Denizli Baseni kuzey sınır fayı üzerindedir. İkincisi ise Denizli Baseni içinde uzanan, Kaleköy-Denizli il merkezi arasında yer alan fay sistemi ile ilişkilendirilmiştir. Üçüncüsü ise Denizli Baseninin doğu ucunda yer almakta ve yüzey jeolojik verilerle haritalanmış bir fay ile ilişkili bulunmamaktadır. Denizli Baseni'nin güneyden sınırlayan ana graben fayları ile kuzeyde Büyük Menderes grabeninin doğu ucu sınır fayları üzerinde ise, gözlem dönemi içinde, deprensellik görülmemektedir. Aktif olduğu belirlenen fayların geçmişte oluşan 1965 ve 1976 Denizli depremlerini ürettiği belirlenmiştir. Fay düzlemleri çözümleri Denizli baseninin normal fay mekanizması vermekte olduğunu ve KD-GB yönünde açıldığını göstermektedir. Bu yönelim, basenin açılmasının birbirini etkileyen birkaç ana

graben sisteminin (Büyük Menderes, Küçük Menderes, Alaşehir, Gediz Grabenleri), Denizli baseni üzerindeki bileşkesi ile temsil edilebiliriz. Ayrıca depremlerin derinlik dağılımı sismojenik zonun 12km derinliklere kadar ulaştığını göstermiştir.

KATKI BELİRLEME

Çalışma süresince çalışmalarımız süresince konaklama, araç ve laboratuvar imkanları sunan Denizli Orman Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Jackson, J. A. and D. P. McKenzie, 1988. Rates of active deformation in the Aegean Sea and surrounding regions. *Basin Research*, 1, 121-128.
- Kissling, E., W. L. Ellsworth, D., and U. Kradolfer, 1994. Initial reference models in local earthquake tomography, *J. Geophys. Res.*, 99, 19,635-19,646.
- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve yakın dolaylarında levha içi tektonik gelişim. *Bull. Geol. Soc. Turk.*, 27,1-16.
- McKenzie, D. P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 55, 217-254.
- Pamir, H. N. and C. Erentöz, 1974. Explanatory Text of the Denizli Sheet of the Geological Map of Turkey, 1:5000,000 scale. Mineral Research and Exploration Institute, Ankara, Turkey.
- Paton, S., 1992. Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey. *Jour. of Geol. Soc. of London*, 149, 1031-1044.
- Şengör, A. M. C., 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low angle normal: Examples from western Turkey. In *Continental Extensional Tectonics* (eds. M. P. Coward, J. F. Dewey, and P. L. Hancock), Geological Society Special Publication 28, 575-579.
- Westaway, R., 1993. Neogene evolution of the Denizli region of western Turkey. *J. Struct. Geol.*, 15, 37-53.

KUZAY ANADOLU FAY ZONU, GÜNEY KOLU ÜZERİNDEKİ GEYVE-PAMUKOVA HAVZASININ MORFOTEKTONİĞİ VE ÇÖKELLERİNİN STRATİGRAFİSİ (G-GB MARMARA BÖLGESİ, TÜRKİYE)

Bülent DOĞAN, Okan TÜYSÜZ

İ.T.Ü Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü. 80626. Maslak / İstanbul

ÖZ

Kuzey Anadolu Fayı uzunluğu yaklaşık 1500 km olan sağ yanal doğrultu atımlı fay zonu şeklinde Türkiye'yi Varto'dan Ege Denizi kuzeyine kadar kateder. Bu zona ait segmentler Doğu Marmara bölgesinde iki kola ayrılır. Kuzey kol Mudurnu, İzmit Körfezi, Marmara Denizi ve Saros Körfezi şeklinde batıya devam eder. Güney kol ise Mudurnu Çayı, Kuru Boğazı (Geyve), Mekece ve İznik Gölü güneyini takiben Gemlik Körfezine kadar zon şeklinde uzanır.

Çalışma alanı, güney kol üzerinde olup, Geyve – Pamukova havzasının çevresini kapsar. Bölgede neotektonik dönemin başlangıcından günümüze kadar gelişen stratigrafi ve morfoloji aktif tektonik dönemin yapısal unsurlarını taşır. Kuzey Anadolu Fayı güney kolu bölgede iki önemli segment halinde olup, bunlar KD'dan GB'ya doğru uzanan, Geyve-Ciciler ve Mekece-İznik segmentleridir. Geyve – Pamukova havzası morfolojik konumu ve içerisini dolduran çökellerini nitelikleri dikkate alınarak; Güney zon, Orta zon ve Kuzey zon olmak üzere üç farklı zona ayrılmıştır. Güney zonda litostratigrafik olarak; Geyve formasyonu olarak adlanan birim; kuzey zonda ise Pamukova formasyonu olarak tanımlanan birim yaygın olarak mostra verir. Bu iki birim olasılıkla Sakarya nehrinin güncel çökelleri altında yanal geçişli olup, Sakarya nehrinin örgülü akarsu, kanal ve taşkın ovası çökellerini temsil etmektedir. Güney zondaki Bayat formasyonu ise aktif sağ yanal doğrultu atımlı fay zonu ve buna bağlı ikincil normal fayların denetiminde çökelmiş olup bu birimleri örter. Orta zondaki güncel Sakarya nehri alüvyonları ise bütün bu çökelleri üzerler. Yukarıda tanıtılan üç zonda farklı morfolojik elemanlar izlenir. Güney zonda sağ yanal fayların neden olduğu dere ötelenmeleri, basınç sırtları ve güneye doğru hızla yükselen bir morfoloji dikkat çeker. Orta zonda Geyve – Ciciler Segmentinin en-echelon yapısı ve bu zon içinde yer alan fay diklikleri başlıca morfolojik unsurlardır. Orta zonun en önemli morfolojik unsuru yarı menderesli bir yapı sergileyen Sakarya nehridir.

Kuzey zon ise havzadan itibaren kuzeye doğru yükselen normal faylar ile denetlenen basamaklı bir yapıya sahiptir. Bu basamaklı yapı ile gelişmiş fay öntü çökelleri ise Gökgöz formasyonu olarak adlanmıştır.

Geyve-Pamukova havzası; Kuzey Anadolu Fay Zonuna ait güney kolu üzerinde oluşmuştur. Havza; güneyden sağ yanal doğrultu atımlı fay zonu ve kısmen bu zonun güneyinden buna bağlı normal faylar ile denetlenirken, kuzeyden de aynı sistemin daha az aktif ikincil normal faylarının etkin olduğu, doğrultu atım bileşeni baskın, asimetrik negatif çiçek yapısı şeklindedir.

GEMLİK FAY ZONU'NUN AKTİF TEKTONİĞİ

Gülşen UÇARKUŞ¹, Serdar AKYÜZ², Aykut BARKA¹

¹ İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 80626, Maslak, İstanbul

² İTÜ Maden Fakültesi, Genel Jeoloji ABD, 80626, Maslak, İstanbul

ÖZ

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) orta kolunun, İznik Gölü ile Gemlik Körfezi arasındaki segmentlerinden oluşan Gemlik Fay Zonu'nun (GFZ) aktif tektonik özellikleri bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır. Orta kolun batıdaki devamı olan GFZ, İznik gölü ile Gemlik Körfezi arasında birkaç segmentten oluşmaktadır. İznik Gölü GB'sında kademeli bir yapı gösteren fay bu alanda Gemiç dağlarının kuzey etekleri boyunca ilerler. Fayın morfolojideki normal bileşeni oldukça belirgindir. Gemiç dağları önündeki alüvyal yelpazede de yaklaşık D-B doğrultusunda fayla ilişkili olabilecek şevler görülmektedir. Batıya doğru fay Karsak boğazı güneyindeki yüksek topoğrafyayı izleyerek Gemlik düzlüğüne ulaşmakta ve Gemlik Körfezi'ne girmektedir. Körfezin batısında Tuzla Burnu güneyinde başka bir morfolojik çizgisellik bulunmaktadır. Bu çizgiselliğin de fay ilişkili olduğu sondaj çalışmalarında litojiler arasındaki süreksizlikten anlaşılmıştır. Karsak batısında, Gemlik'e uzanan faydan GB yönünde ayrılan diğer bir kol ise Gençali Fayı'dır.

GPS verilerine göre orta kol üzerindeki hareket hızı 1-2 mm/yıl'dır. Bu düşük hareket hızı bu kola ait fay segmentleri üzerindeki deprem tekrarlanma aralığını da etkilemektedir. Dolayısıyla GFZ'ni üzerinde büyük bir deprem olması için gereken süre, daha yüksek hareket hızına sahip olan kuzey kola göre daha uzun olmaktadır. Üzerinde uzun zamandır büyük bir deprem olmamış olsa da GFZ aktif bir fay zonudur. Aletsel dönem içerisinde alınmış olan kayıtlarda bu zon üzerinde deprem kümeleri olduğu görülmektedir. Aletsel dönem içerisinde meydana gelmiş en büyük magnitudlü deprem M 4.2'dir. Tarihsel deprem verileri İznik ve Gemlik'i etkilemiş olan birçok depremden bahsetse de bu depremler KAFZ'nunun kuzey ya da güney kollarından biri üzerinde de meydana gelmiş olabilir. Ancak deprem kataloglarındaki bir takım hasar tanımlamaları 368 ve 1857 depremlerinin bu fay zonu üzerinde gerçekleşmiş olabilecek M 6-6.5 büyüklüğündeki depremlere işaret etmesi mümkündür.

Çalışma alanında yüzey kırığı yaratmış olabilecek tarihsel depremleri bulabilmek amacıyla yapılan dört kazı çalışmasında deformasyon izine tek bir kazıda rastlanılmıştır. Bu deformasyonu yaşlandırmak için yapılan karbon-14 yaş tayinine göre deformasyonu oluşturan hareketin 2000 yıl önce meydana geldiği varsayılmıştır.

GEMLİK KÖRFEZİNDEKİ AKTİF FAYLAR-ÖN BULGULAR

Selim ÖZALP¹, İsmail KUŞÇU¹, Makoto OKAMURA², , Hiromi
MATSUOKA², Kunio YAMAMORI², Takahiro NAKAIDO², Cihangir
ÖZER³ ve Ömer EMRE¹

¹ MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, ANKARA

² Kochi Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Bölümü, KOCHI – JAPONYA

³ MTA Marmara Bölge Müdürlüğü, KOCAELİ

ÖZ

2002 yılı Ağustos-Eylül aylarında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Kochi Üniversitesi (Japonya) ve Japon Jeoloji Kurumu (GSJ) ortak projesi kapsamında gerçekleştirilen bu araştırmada Kuzey Anadolu Fayı Gemlik Segmenti'nin Gemlik Körfezi içerisinde kalan aktif faylarının geometrisi, jeolojik ve morfolojik karakteri, sismik aktivitesi ve paleosismolojisine ilişkin ön veriler toplanmıştır.

Bu araştırma sırasında Sono-Probe 3 sistemi ile 85 hat boyunca (toplam yaklaşık 1500 km) tek kanallı yüksek çözünürlüklü sığ sismik veri elde edilmiştir. Penetrasyonu oldukça düşük olan (yaklaşık 50m) bu sistemle deniz tabanını kesen fayların en üst kesimlerinin ayrıntılı olarak incelenebilmesi hedeflenmiştir. Hatlar çoğunlukla N-S yönünde alınmıştır. Hat aralıkları körfezin iç kesimlerinde 1000 m, batıya doğru ise 500 m olarak seçilmiştir. Sismik etüt sırasında batimetrik veriler de toplanmıştır.

Sismik veri toplama aşamasından sonra Kurşunlu açıklarında saptanan bir alanda, belirli bir profil üzerinde körfez tabanından her biri yaklaşık 6 m uzunluğunda olan 4 adet karot alınmıştır. Örneklerde *magnetic susceptibility*, paleontolojik inceleme ve tane boyu analizi yapılacak, elde edilen sonuçlara göre fay üzerinde oluşan tarihsel depremler yaşlandırılacaktır. Böylece fayın aktivitesi ve deprem oluşum aralığına ilişkin daha detaylı verilere ulaşılabilecektir.

VAN ŞEHİRİ KUZEYİ GENÇ GÖL ÇÖKELLERİNDE AKTİF TEKTONİK BULGULAR

Onur KÖSE, Çağlar ÖZKAYMAK

*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
65080 Kampüs, Zeve, VAN*

ÖZ

Van Gölü, Nemrut Volkanının aktiviteleriyle çıkan türünlerin Bitlis Vadisini doldurup daha önce birleşik durumda bulunan doğu – batı uzanımlı Van-Muş ovasında doğal set oluşturması ve doğu yönünden havzaya dökülen akarsuları barajlamasıyla meydana gelmiştir. Kapalı Van Gölü havzasının meteorolojik koşullara paralel şekilde su bütçesindeki değişimlere bağlı gelişen göl suyu seviye dalgalanmaları gözönüne alınmazsa, Van Gölü'nün deniz seviyesinden standart yüksekliği 1646 m'dir. Van Gölü yaşının en fazla 100,000 yıl olabileceğini ifade eden önceki çalışmalarda, son buzul döneminin sona ermesiyle günümüzden yaklaşık 16000 yıl kadar önce göl su seviyesinin bugünkü seviyesinden yaklaşık 70-75 m daha üst seviyelere, deniz seviyesinden 1720 m yüksekliğe ulaştığı belirtilmektedir. Son buzul dönemi sonrasına ait göl çökelleri, Van Gölü doğusunda yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç göl çökellerinin üst seviyelerinde izlenebilmektedir.

Van şehir merkezinin kuzeyinde yapılan çalışmalar ile, genç göl çökellerinin yüzeylediği sahalarda fayların varlığı tespit edilmiştir. Son buzul dönemi sonrası çökeller ile birlikte genç istifi yüzeye kadar kesen bir ters fay üzerinde yapılan incelemeler kuzey-güney sıkışmasını önermektedir. Yine Van şehir merkezinin kuzey çıkışındaki Beyüzümü fosil delta ortamında sıkça gözlenen lokal fayların, istifin alt birimlerine ulaşmayıp sadece üst birimlerinde gözlenmesi, sedimantasyon eş zamanlı bir tektonik aktiviteye de işaret etmektedir. Faylanmaların deprem aktivitelerine bağlı yer sarsıntıları ile geliştiği düşünülen Beyüzümü delta ortamında, normal fayl düzlemlerinin ağırlıklı olarak kuzey-güney doğrultulu olması ve ters fay düzlemlerinin ağırlıklı olarak doğu-batı doğrultulu olması, yine kuzey-güney sıkışmalarıyla ilişkilendirilebilmektedir.

Tüm bunlarla birlikte, son yıllarda Van Gölü içersinde ve çevresinde, küçük ve orta şiddetli deprem aktivitelerinin sayısında yoğun bir artış gözlenmektedir. Van şehri kentsel yerleşim alanlarına yakın bölgelerde 2000 –

2002 yılları arasında meydana gelen orta şiddetli depremlerin odak çözümlenmeleri de bölgede kuzey-güney sıkışmalarının güncel varlığını göstermektedir.

ERZİNCAN HAVZASI 3-D V_P VE V_P/V_S YAPISININ YEREL DEPREM TOMOGRAFİSİ İLE BELİRLENMESİ

Bülent KAYPAK, Haluk EYİDOĞAN

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, 80626 Maslak-İstanbul.

GİRİŞ

13 Mart 1992 Erzincan depremi ($M=6.9$) artsarsıntılarını kullanarak, yerel deprem tomografisi yöntemi ile Erzincan havzası ve dolayının üç-boyutlu (3-D) P - dalga hızı ve V_P/V_S yapısının belirlenmesi çalışmanın esas amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmada elde edilen 3-D hız tomografisi sonuçları, Erzincan havzası ve dolayının üst kabuk hız yapısı hakkında önemli bilgiler verirken, ileride yapılacak olan bilimsel çalışmalar için de bir kaynak niteliği taşımaktadır.

VERİ

3-D tomografik ters çözüm için kullanılan veri, artsarsıntılara ait P - ve S -dalgalarının seyahat zamanlarıdır. Ana şok sonrası İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi)-IPGS (Strasbourg Yer Fiziği Enstitüsü), DAD (Deprem Araştırma Dairesi)-FÜ (Frankfurt Üniversitesi) ve IPGP (Paris Yer Fiziği Enstitüsü) gibi araştırma grupları tarafından bölgeye yerleştirilen ve farklı türde kayıtçılara (Telemetrik, Geostras, MEQ-800, MLR ve Reftek) sahip geçici 58 istasyon ile çok sayıda artsarsıntı kaydı alınmıştır. 0.5 Hz (Geostras), 1 Hz (Telemetrik, MEQ-800, MLR) ve 2 Hz (Reftek) doğal frekansa sahip sismometreler tek ve üç bileşenden oluşmaktadır. 3-D ters çözüm için kullanılan artsarsıntılar, azimutal gap değerleri 180° 'den küçük, en az 10 P - ve 5 S - gözlem sayısı olması koşullarına göre seçilmiş ve bunun sonucunda 17854 P - faz okuması V_P , 15845 P - ve 7826 S - faz okuması ise V_P/V_S ters çözümü için elde edilmiştir.

YÖNTEM

Tomografik hesaplamalar için sönümlü en küçük kareler yöntemi (Marquardt-Levenberg) ile yinelemeli ters çözüm yapan SIMUL2000 adlı yazılım kullanılmıştır. Bu yazılım ile P - dalga hızı, V_P/V_S oranı ve soğurulma faktörü Q_P gibi parametrelerin yer içindeki 3-D değişimleri hesaplanabilmektedir. Modelleme tekniği olarak, ayrık blok yaklaşımını kullanan algoritmada hız değerleri, düğüm noktaları arası doğrusal B-spline iç değer bulma yöntemi ile hesaplanmaktadır. Işın yolları ise eğme (bending) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

UYGULAMA

Erzincan havzası ve dolayı için uygulanan 3-D tomografik ters çözümler, iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamada V_P , ikinci aşamada ise V_P/V_S için ters çözümler yapılmıştır. Her iki aşamada da üç farklı grid aralığına sahip model kullanılarak en uygun çözümün elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu modellerden ilki, yatay yönde 10x10 km düğüm noktası aralığına sahip "kaba model", ikincisi yatay yönde 5x5 km düğüm noktası aralığına sahip "ince model", sonuncusu ise yatay yönde 5x5 km ve 2.5x2.5 km gibi iki farklı düğüm noktası aralığının kullanıldığı "esnek model"dir. Burada sadece yatay yönde 5x5 km'lik düğüm noktası aralığına sahip ince modelden elde edilen sonuçlar tartışılmaktadır. Bu modelin düşey yöndeki düğüm noktası aralıkları ise değişkenlik göstermektedir. Modellenen yapının ilk 10 km'sine kadar 2 km'lik, 10 km'den 20 km'ye kadar ise 5 km'lik düğüm noktası aralıkları kullanılmıştır.

Tüm 3-D hız modellemelerinde, hem düşey yöndeki katman kalınlıkları hem de bu katmanlara ait P - dalgası hız değerleri, daha önce 1-D ters çözüm ile hesaplanmış olan en uygun 1-D P - hız modelinin referans alınmasıyla oluşturulmuştur. 3-D V_P/V_S ters çözümü için hazırlanan model de ise her bir katman için Wadati diagramından bulunan ortalama 1.81 değeri, düğüm noktalarına atanmıştır.

Önemli bir parametre olan indirgeme değeri, V_P ters çözümünde P - dalga hızı için 50, V_P/V_S ters çözümünde ise P - dalga hızı için 1000 S - dalga hızı için 50 olarak belirlenmiştir. Küçük indirgeme değerleri, yüksek veri değişimisine sahip karmaşık modellerin elde edilmesine olanak verirken, yüksek indirgeme değerleri ise veri değişimisi küçük daha yumuşak modellerin elde edilmesini sağlamaktadır.

Erzincan havzası ve dolayına ait 3-D V_P ve V_P/V_S yapısının belirlenmesi amacı ile her biri 5 yinleme adımından oluşan iki ardışık ters çözüm yapılmıştır. İlk ters çözüm sonucu elde edilen hız modeli, ikinci ters çözüm işlemine başlangıç modeli olarak girilmiştir. İkinci 5 yinlemeli çözümleme sonunda, V_P ters çözümünde RMS ve veri değişimisi değerleri başlangıç modeline göre RMS için 0.214 sn'den 0.082 sn'ye düşerek % 62, veri değişimisi ise 0.046'dan 0.007'e düşerek % 85 azalmıştır. V_P/V_S ters çözümünde ise RMS değerleri 0.339 sn'den 0.118 sn'ye düşerek % 65, veri değişimisi değerleri ise 0.115 sn'den 0.014 sn'ye düşerek % 88 azalmıştır.

Tomografik hesaplamalar sonucunda elde edilen 3-D V_p ve V_p/V_s oranı değişimleri Şekil 2-5'de yatay ve düşey düzlem kesitlerinde görülmektedir. Şekillerden de görüleceği üzere, Erzincan havzası ile dolayı arasındaki hız farklılığı 8-10 km derinliğe kadar kolayca ayırt edilebilmektedir.

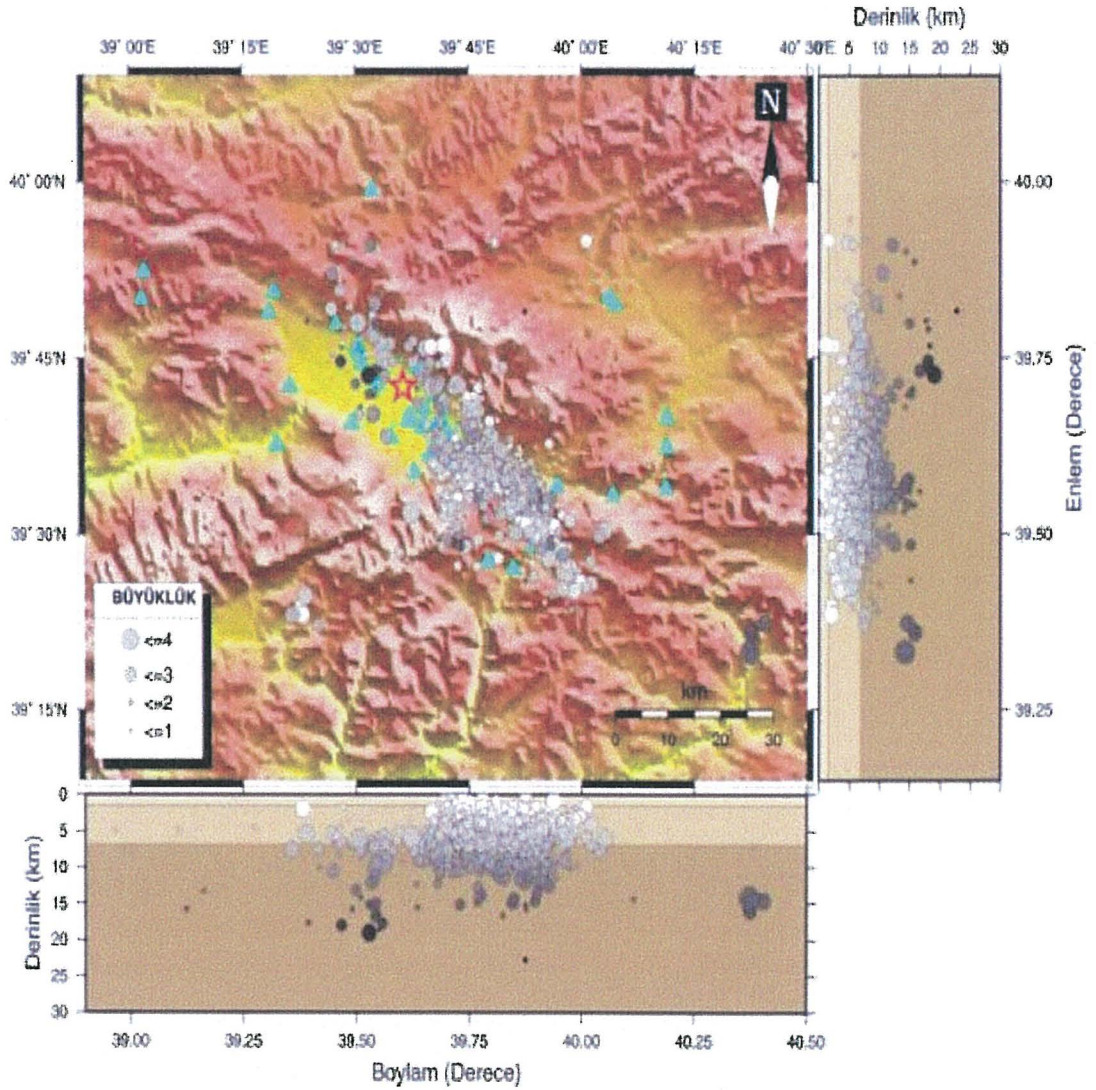
SONUÇLAR

Erzincan havzası ve dolaylarında farklı hız anomalilerinin varlığı tespit edilmiştir. En üst katmandan, çözülebilen en derin katmana kadar hesaplanan P -hızları, 1.0 km/sn ile 7.3 km/sn arasında değişmektedir. En belirgin anomali, yaklaşık 10 km derinliğe kadar, çevre birimlere ve başlangıç modeline göre daha düşük hız sergileyen, Erzincan havzasında saptanmıştır. Benzer hıza sahip yapılar, düşey tomografik kesitlerde de görüldüğü gibi kuzeyden güneye doğru gittikçe derinleşmektedir. Faylanmanın neden olduğu zayıflık zonları boyunca yüzeye doğru yükselen ve havzanın kuzey ve güney sınırında görülen genç volkanitlerin neden olduğu yüksek hızlı anomaliler, yatay ve düşey tomografik kesitlerde de kolayca izlenebilmektedir.

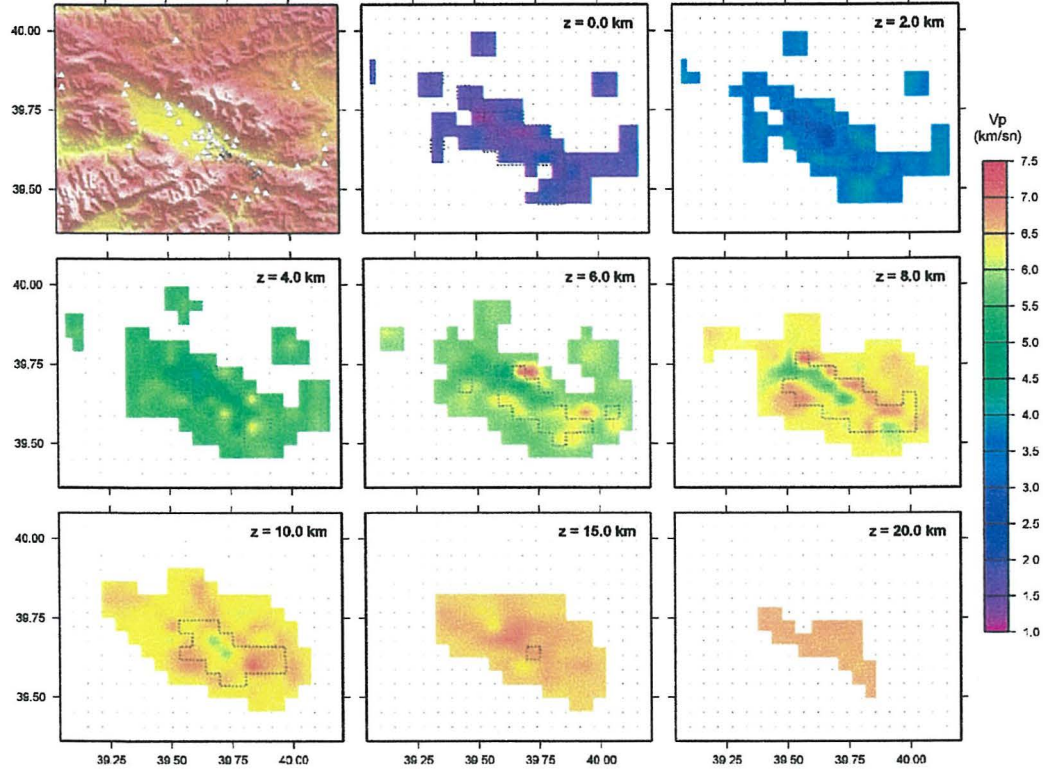
3-D tomografi sonucu hesaplanan V_p/V_s oranları incelendiğinde ise, V_p için elde edilenlerden çok daha farklı görünüşler elde edilmiştir. Bu tamamen, temelde aynı fakat amaçta farklı fizik esasların ön plana çıkmasının neden olduğu bir durumdur. 3-D tomografide, P - hızındaki değişimler yapısal farklılıklara karşılık gelirken, V_p/V_s oranındaki değişimler ise kayacın fiziksel özelliklerindeki değişimler ile ilgili olmaktadır. Erzincan havzası ve dolayı için elde edilen 3-D V_p/V_s oranı tomografik sonuçlarından, belirlenen anomalilerin çoğunun fay zonlarına karşılık geldiği görülmüş ve tüm bölge için elde edilen V_p/V_s oranlarının 1.3 ile 2.1 arasında değiştiği bulunmuştur. Düşük V_p/V_s anomalileri, havzanın kuzeybatı ucundan güneydoğu ucuna kadar üstteki 5 km'lik derinlikte etkili olurken, daha güneydoğuda ise 10 km derine kadar inmektedir. Ayrıca KAF'nin, arazi gözlemleri ile belirlenen doğrultusundaki değişimin ve dolayısı ile F1 kolundan F2 koluna geçişin izleri, tomografik olarak da saptanmıştır. Artsarsıntuların tamamının düşük V_p/V_s oranı veren bölgelerin altında meydana geldiği gözlenmiştir. Tomografik kesitlerden, düşük V_p/V_s oranına sahip anomalilerin yanısıra, hayli yüksek V_p/V_s oranına sahip anomaliler de tesbit edilmiştir. Havzanın güney sınırında, Ovacık fayının havza sınırını kestiği

noktadan başlayan ve güneydoğuya doğru yaklaşık 15 km daha devam eden, 5 km derinlikte çok yüksek V_p/V_s anomalisi elde edilmiştir.

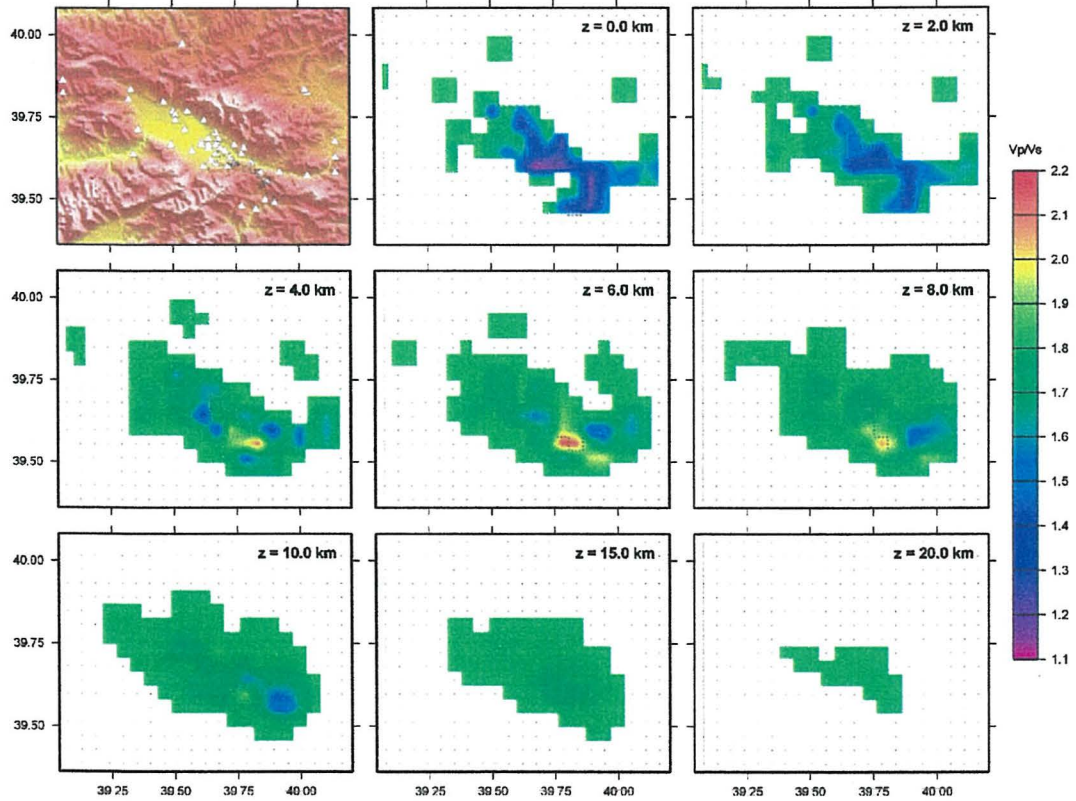
Tomografik sonuçlara dayanarak, P - hızı bölgenin jeolojik unsurlarını öne çıkarırken, V_p/V_s oranı ise tektonik unsurlarını öne çıkarmaktadır. Bu genel sonuç elde edilen tüm tomografik kesitlerden de görülebilmektedir.



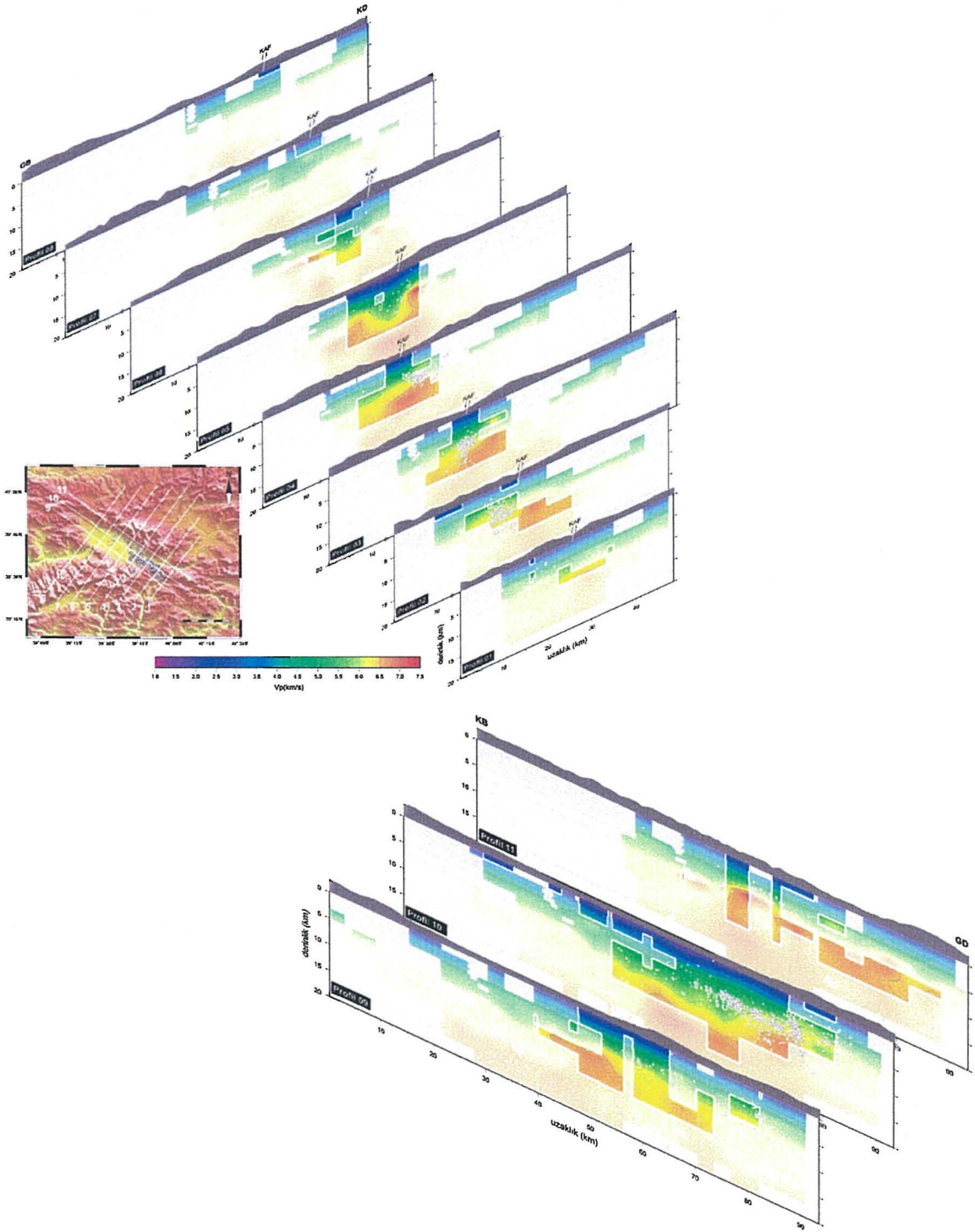
Şekil 1. Erzurum depremi sonrası kaydedilen artsarsıntılar. İstasyonlar üçgenlerle, ana şok ise yıldız ile gösterilmiştir.



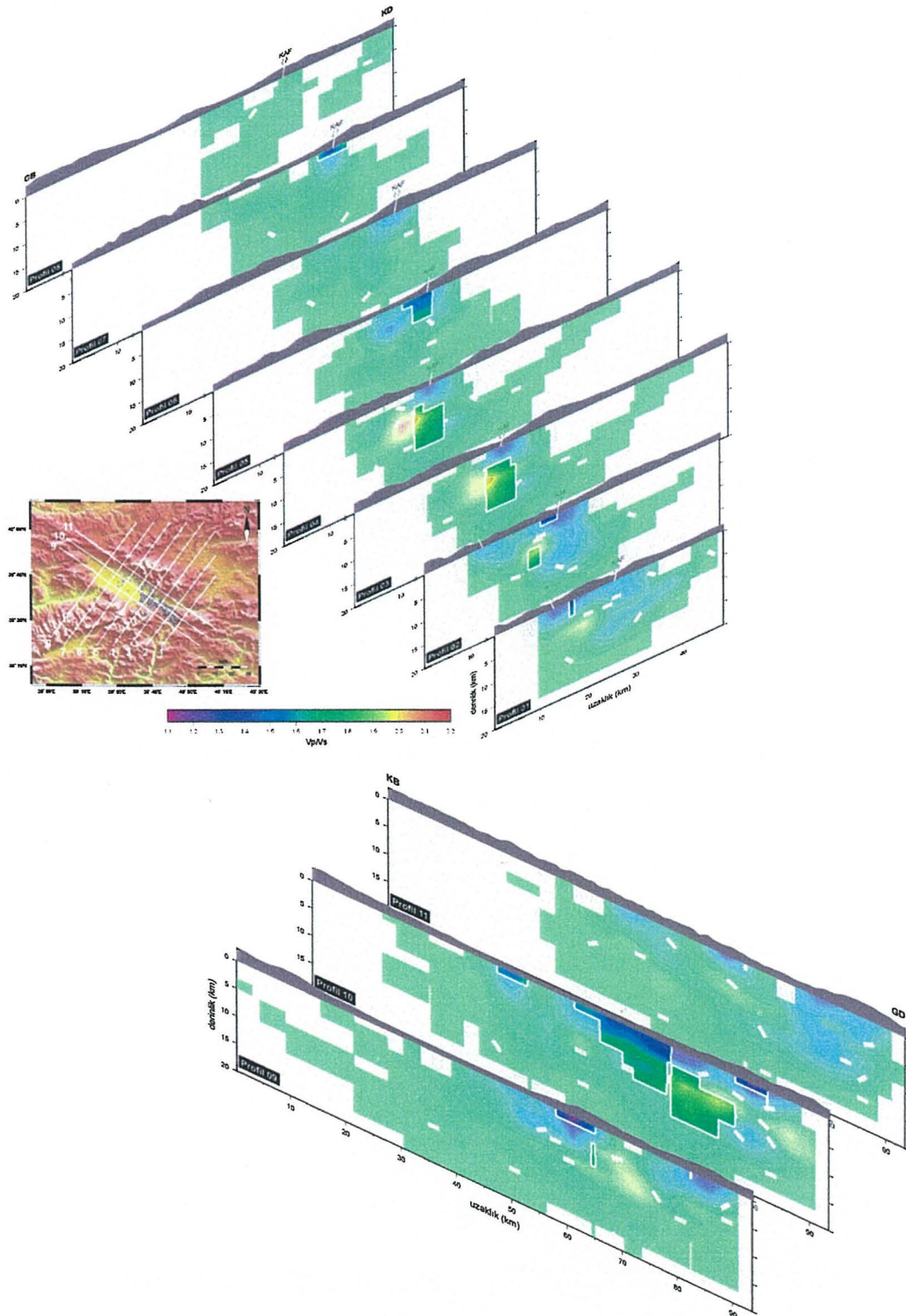
Şekil 2. 5×5 km düğüm noktası aralığı için 3-D ters çözüm sonucu her bir katmandan elde edilmiş düzlemsel P- hızı haritaları.



Şekil 3. 5×5 km düğüm noktası aralığı için 3-D ters çözüm sonucu her bir katmandan elde edilmiş düzlemsel V_p/V_s oranı haritaları.



Şekil 4. Erzurum havzası doğrultusuna dik ve paralel olarak alınan profillerden elde edilen V_p hızı düşey kesitleri. Profil doğrultuları, harita üzerinde gösterilmiştir. Kesitler üzerindeki güvenilir çözümlülük alanları parlak renklerle gösterilerek beyaz çizgi ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca her bir kesit üzerine düşen artsarsıntılar dairelerle gösterilmiştir.



Şekil 5. Erzincan havzası doğrultusuna dik ve paralel olarak alınan profillerden elde edilen V_p/V_s oranı düşey kesitleri. Profil doğrultuları, harita üzerinde gösterilmiştir. Kesitler üzerindeki güvenilir çözümlülük alanları parlak renklerle gösterilerek beyaz çizgi ile sınırlanmıştır.

DEPREM VE YER DEĞİŞTİREN KENTLER: PALU ÖRNEĞİ

Fuat ŞAROĞLU¹ ve Ahmet DOĞAN²

¹ Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü, ANKARA

² Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, ANKARA

ÖZ

Doğal afetler açısından riski yüksek olan Anadolu'da Kentlerin büyük bir kısmı riskli alanlarda bulunmaktadır. Bu tip kentlerin tarihine bakıldığından özellikle deprem nedeniyle birkaç kere yıkıldıkları görülür. Yıkım sonucunda ortaya çıkan yeni yerleşim sorunu aynı yerde veya yakın çevresinde yeniden yapılanma ile karşılanmaktadır. Diri fay zonları Anadolu'nun değişik yerlerinde kentler için uygun alan olarak seçilmiştir.

Doğal afet riski olup zaman zaman yerleşim için seçilen diğer bir alan ise heyelanlardır. Fay zonları ve heyelanlar boyunca su kaynakları yapıya uygun malzeme, kazılabilir zemin, tarıma uygunluk ve zona kolay yerleşebilen akarsu şebekesi bu gibi alanların seçimine neden olan kriterlerdir. Sosyal, Ekonomik ve Psikolojik faktörler de eklendiğinde deprem riskine rağmen aynı alanların tercih edildiği görülür.

Anadolu'da doğal afet nedeniyle yer değiştiren kentlere örnek olarak Erzincan, Denizli, Palu ve Susehri gösterilebilir. Palu kenti doğal afet etkileri açısından incelenmeye değer bir yapıya sahiptir. Palu kenti Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde ve Fırat Nehri kenarındadır.

Doğu Anadolu Fayı sol yönlü doğrultu atımlı ve diridir. Tarih boyunca yıkıcı depremlere neden olan bu fay son yüzyıldaki suskunluğunu halen korumaktadır. Bugün nüfusu onbini geçmeyen Palu en az beşkere yer değiştirmiş ve zaman zaman nüfusu ellibini geçmiştir. Deprem kataloglarındaki bilgilere göre Palu'da meydana gelen bir depremde ellibin kişinin öldüğü belgelenmiştir. Tanımlanan afetlerin büyük oluşu kentin yer değiştirmesine neden olmaktadır.

Değişen alanların içinde yerbilim verilerine göre Palu kentinin en uygun yerleşimi M.Ö. 5000 yılına ait ilkidir. Aynı verilere göre 1977 deprem sonrası seçilen ve bugün süregelen yeri ise en uygunsuz olanıdır. Palu için yerleşim alanı olarak seçilen en son yer Doğu Anadolu Fay zonundadır. Kent yeraltısuyu tablasının yüksekte olduğu ve tutturulmamış alüvyon malzemesinden meydana

gelen zemin üzerindedir. İleride meydana geleceği beklenen büyük bir depremde kentte yıkımın büyük olacağı açıktır.

Palu kentinin yer değiştirdiği alanların jeolojik özellikleri bir proje olarak incelenmektedir. Nedeni ve zamanı kesin olarak ortaya çıkarılmamış olan bu araştırmanın ön sonuçlarını tartışmak bu bildirinin ana konusudur.

KUZEY ANADOLU FAYI SAPANCA (ADAPAZARI) - GÖLYAKA (DÜZCE) SEGMENTİNİN AKSU DERESİ VADİSİ KESİMİNDE YAPISAL KONTROLLÜ KÜTLE HAREKETLERİ

H.Nazım İLERİ, Ergun GÖKTEN

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü - Ankara

ÖZ

Bu çalışmada, Kuzey Anadolu Fayı Sapanca (Adapazarı) – Gölyaka (Düzce) segmentinin Aksu deresi vadisi kesimindeki neotektoniği ve yapısal kontrollü kütle hareketlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Aksu vadisi kesiminde en yaşlı kaya birimi Geç Kretase yaşlı Abant karmaşığı olup vadi tabanına yakın güney yamaçlarda mostra verir. Vadi yamaçlarında ise başlıca Eosen yaşlı parçalı volkaniklerle kumtaşı, marn ve kireçtaşı ardalanmaları yüzeyler. Kuzey Anadolu Fayı vadi tabanından BGB-DKD doğrultusunda geçerken Paleotektonik dönem yapıları başlıca KB-GD doğrultulu kıvrımlanmalar halinde belirirler. İnceleme alanının sarp topografik yapısı yamaçlardaki birikinti malzemeyle bir kısım altere anakayanın kütle hareketlerine neden olmakta ve bu hareketler bölgenin yüksek depremselliği yüzünden süreklilik sunmaktadır. Bölge magnitüdü 4 ve 4 den daha küçük olan depremlerin sürekli etkisi altında olduğundan erozyonal malzemenin gerek yamaçlarda depolanması gerekse yeniden hareketlenmesi sözkonusu olmaktadır. Yapılan çalışmada Aksu deresi vadisi yamaçlarında yer alan heyelanların 1999 Gölcük-Arifnye ve Düzce-Kaynaşlı depremlerinden önce de var oldukları fakat bu depremle daha da geliştikleri ve yeni kütle hareketlerinin öncekilere eklendikleri belirlenmiştir. İnceleme alanı içerisinde meydana gelen bu heyelanlar çoğunlukla düzlemsel bazan da dairesel kayma türündedirler ve altere ana kaya kesiminin çatlaklı yapısı bu kaymaları kontrol eden faktörlerden birisi durumundadır.

KUZEY ANADOLU FAYI'NIN İSMETPAŞA KESİMİNDE KRİP VE 1999 İZMİT DEPREMİNİN TETİKLEDİĞİ HAREKETLER

Ahmet DOĞAN¹, Hisao KONDO², Ömer EMRE¹, Yasuo AWATA³, Selim
ÖZALP¹, Fatma TOKAY¹ ve Cengiz YILDIRIM¹

¹ MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

² Hiroshima University, Department of Geography, Japan

³ Active Fault Research Center, Geological Survey of Japan / AIST, Japan

ÖZ

Kuzey Anadolu Fayı'nın 1944 Bolu-Gerede (Ms 7.3) ve 1951 Kurşunlu (Ms 6.9) depremleri sırasında kırılmış olan İsmetpaşa kesiminde krip olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada krip hızı ile ilgili yeni bulguların yanısıra 1999 İzmit depreminin tetiklediği slip ile ilgili bilgiler verilecektir.

İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu'nun doğu duvarı (N 40°52'15", E 32°37'30") üzerinde 31 Ağustos 2002 tarihinde total station kullanarak 41 cm ötelenme ölçülmüştür. Ambraseys (1970) 1969 yılında duvar üzerinde 24 cm, Aytun (1995) ise 18 cm ötelenme olduğunu rapor etmektedir. 1969 ve 1972 yılları arasında Aytun (1995) krip hızını jeodezik yöntemlerle ortalama 0.6 cm/yıl olarak hesaplamıştır. Altay ve diğ. (1991) 1982-1990 yılları arasında aynı yerde kripmetre ile yaptığı ölçümlere dayanarak krip hızının 0.77 cm/yıl olduğu sonucuna varmıştır. Bu verilere göre 1969-2002 yılları arasında kümülatif ötelenmenin 23 cm, ortalama krip hızının ise yaklaşık 0.7 cm/yıl olduğunu söyleyebiliriz.

2002 yazında İsmetpaşa civarında 3 km uzunlukta bir alanda fay boyunca 3-6 cm arasında değişen, muhtemelen 1999 İzmit depremi (Ms 7.4) tarafından tetiklenmiş, sağ yönlü yüzey ötelenmeleri ölçülmüştür. Depremin episanturu 225 km uzakta, yüzey kırığının doğu ucu ise İsmetpaşa'nın 155 km batısındadır. Bu ölçüm yerleri aşağıda sıralanmıştır:

- 1) **Bakım İstasyonu'nun 2 km batısında:** Burada bir benzin istasyonunun beton duvarında 3 cm ötelenme ölçülmüştür ve istasyon sahibi İzmit depreminden sonra duvarda önemli miktarda hasar meydana geldiğini belirtmiştir.
- 2) **Bakım İstasyonu'nun 200 m batısında:** 1997 yılında revize edilmiş demiryolu üzerinde 6 cm ötelenme ölçülmüştür.

3) Bakımevi İstasyonu'nun 1 km doğusunda Hamamlı Köyü'nde: İzmit depremi sonrasında bir ahırın briket duvarında ve evin yanındaki yolda bir kaç cm.'lik ötelenme olmuştur. Burada 6 cm yatay, 2 cm düşey ötelenme ölçülmüştür. 1999 depreminden önce 1) ve 2) no.lu yerlerde krip olduğuna dair bilgi yoktur.

Bu kesimde sabit krip olduğu ya da 1999 depreminde olduğu gibi, ara ara küçük kaymalar olup olmadığına dair 1990 yılından beri bilgi yoktur. Buna ek olarak, Kuzey Anadolu fayı boyunca gözlemlenen deprem tekrarlanma aralığı dikkate alınır, bu derecede yüksek krip hızı ihmal edilecek gibi değildir. Bu gerçekler dikkate alınarak, İsmetpaşa'daki krip periyodik olarak jeodezik yöntemlerle ölçülmeye başlanmıştır.

AKÇAŞEHİR FORMASYONUNUN GENEL ÖZELLİĞİ VE KUZEY ANADOLU FAYININ YAŞI İLE İLİŞKİSİ

Fuat ŞAROĞLU¹, Nizamettin KAZANCI², Ömer EMRE³, Gerçek SARAÇ³
ve Ahmet DOĞAN³,

¹ Türkiye Petrolleri Ananım Ortaklığı Genel Müdürlüğü, ANKARA

² Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, ANKARA

³ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, ANKARA

ÖZ

Akçaşehir Formasyonu Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı bölümünde yüzeyler. Karasal fasiyeste olan birimin Yeniçağa-Gerede-Eskipazar arasındaki alanda tipik kesitleri gözlenir. Etkin olarak çakıltaşlarından meydana gelen Akçaşehir Formasyonu'nda yer yer çamurtaşları ve kilittaşları egemendir. Yüksek enerjili bir ortamı karakterize eden bu çökeller yer yer hiç yuvarlanmamış ve boylanmamış şekle dönüşür. Taban ve tavan dokanakları uyumsuz olan birim kırmızı renkli ve fay zonunun her iki blokunda da izlenmekte olup, çamurtaşı düzeylerinde Erken Pliyosen'i karakterize eden fosiller içerir.

Akçaşehir Formasyonu'nun genel özelliği olasılıkla tektonik denetimli bir ortamda çökeldiğini ifade eder. İzlenebildiği kadarıyla birim Kuzey Anadolu Fayı tarafından ötelenmektedir. Diğer taraftan formasyonun yayılım alanının geometrisi Kuzey Anadolu Fayı'nın tam kontrolünde olmadığını belirtmektedir. Akçaşehir Formasyonu'nun jeolojik özelliği bölgenin jeodinamik evrimi ile ilişkilendirildiğinde birimin Neotektonik dönemin ilk evresinde ve Kuzey Anadolu Fayı'nın ilk evresine karşılık gelen bir makaslama zonu etkinliğinde geliştiği şeklinde yorumlanabilir. Akçaşehir Formasyonu'nun yaklaşık 4 milyon yıl önce çökeldiği kabul edildiğine göre Kuzey Anadolu Fayı'nın şekillenmesi bu birimden daha sonra ve yaklaşık 3 milyon yıla karşılık gelmektedir.

Yeniçağa-Gerede-Eskipazar arasındaki alanda Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisiyle morfolojik şekiller, jeolojik birimler ve drenaj sistemlerinde ölçülebilen ötelenme ± 25 km. kadardır. Bu toplam atım 30 km. olarak kabul edildiğinde Kuzey Anadolu Fayı için hareket miktarı olarak 1 cm/yıllık değer ortaya çıkmaktadır.

KUZEY ANADOLU FAYI'NIN ORTA ANADOLU BÖLÜMÜNÜN GPS ÖLÇMELERİ İLE GÜNCEL TEKTONİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hakan YAVAŞOĞLU¹, Orhan BAYKAL¹, Serdar BİLGİ¹, Rahşan
ÇAKMAK², Turan ERDEN¹, Semih ERGİNTAV², Cankut D. İNCE¹,
Himmet KARAMAN¹, Ergin TARI¹, Ufuk TARI³, Okan TÜYSÜZ³

¹ İTÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü

² TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü

³ İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), ürettiği depremlerin sebep olduğu can ve mal kayıpları nedeniyle ülkemizin en önemli faylarından birisidir. Fay boyunca kurulmuş olan yerleşim ve sanayii bölgelerinin yoğunluğu, KAF'nın önemini bir kat daha arttırmaktadır. KAF üzerinde yapılmış ve yapılmakta olan çok sayıda sismik, jeodezik, jeolojik ve jeofiziksel araştırmalar bulunmaktadır. İTÜ jeodezi ve fotogrametri Mühendisliği Bölümü, TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi-Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü ve İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü Tarafından , TÜBİTAK ve İTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenen yeni bir projeye daha başlanmıştır. Bu projenin ana amacı, KAF 'ın Ladik-Ilgaz arasındaki kollarının kinematığının GPS ölçmeleri ile belirlenmesidir. Bu bölgede KAF, güneye doğru uzanan içbükey kollar içerir ve bu kollar genellikle sağ yanal atılımlıdır. Bu kollardan en bilinenleri ve önemli olanları; Niksar'dan başlayıp Çankırı Havzasına kadar devam eden Sungurlu Fayı ve Merzifon , Laçın faylarıdır. Proje 2001 yılı ağustos ayında GPS ağıнын dizaynı ile başlamıştır. Yine 2001 yılı ağustos ayı içinde 1. periyot ölçmeleri ve değerlendirmeleri tamamlanmıştır. 2002 ağustos ayı içinde de 2. periyot ölçmeleri tamamlanmıştır. Bu bildiri de, ORTA-KAF GPS ağı tamamlandıktan sonra 2. kampanyanın ardından elde edilen ilk sonuçlar ile KAF'nın orta kısmında yer alan faylarla sınırlı blokların kinematiklerine ait bilgiler sunulacaktır.

1. GİRİŞ

Coğrafi konumu ve tektonik çeşitliliği nedeni ile Anadolu, tektonik olayları izlemek ve anlama açısından bir laboratuvar alanı oluşturmaktadır. Son yüzyılda ve özellikle son yüzyılın sonlarında Anadolu plakasında görülen hareketlilik (depremler, 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999), ulusal ve uluslararası yer bilim

çevrelerini, Anadolu plakasının önemli faylarından birisi olan KAF'nın kinemetiğini ve tektoniğini araştırmaya yöneltmiştir.

Son yüzyılda KAF'nda oluşan önemli depremler göstermektedir ki deprem silsilesi batıya doğru bir göç halindedir (Barka, 1992). 1939 Erzincan depremi ile başlayan ve Marmara Denizi'ne doğru hareket eden deprem silsilelerinin Marmara bölgesinin ve tüm Kuzey Anadolu'nun deprem riskini arttırdığı söylenebilir. Bu nedenlere bağlı olarak Anadolu plakasının ve Anadolu plakası üzerindeki fayların kinematik ve tektonik özelliklerini belirlemek ayrıca önem kazanmıştır.

Böyle önemli bir projenin ölçmelerinde en son teknolojinin ve en etkin donanımın kullanılması gereklidir. Bu nedenle proje ölçmeleri GPS teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2. GPS ÖLÇMELERİ

2.1. GPS Ağının Tasarımı

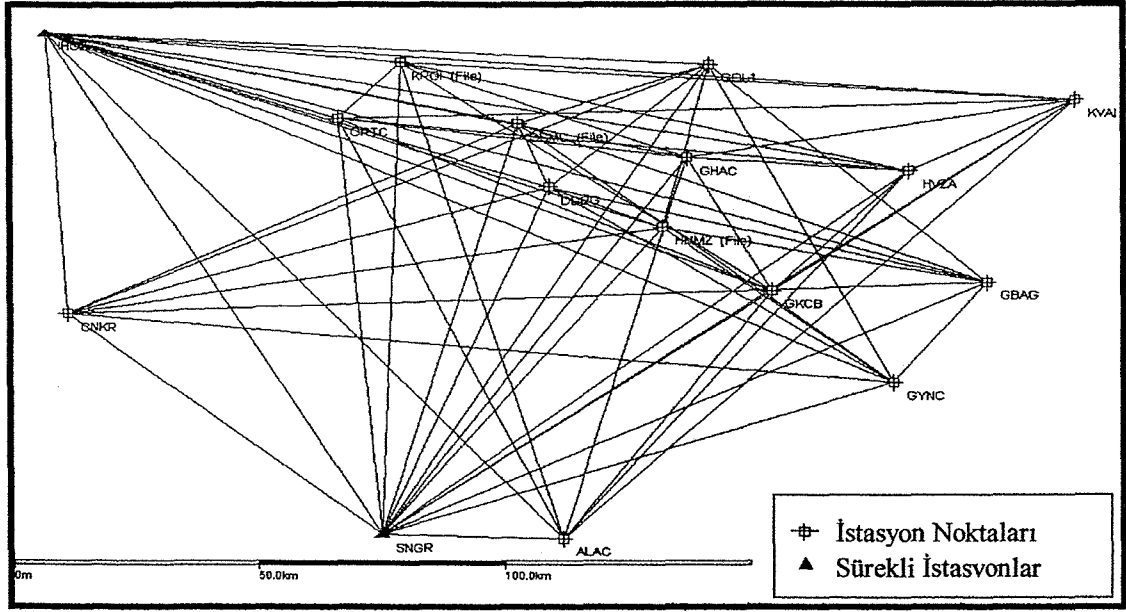
KAF'nın Orta Anadolu bölümünde yıllık tahmin edilen hareket miktarı 2-3 cm civarındadır. Yıllık 2-3 cm değişikliği belirlemek için kurulacak GPS izleme ağının zorunlu merkezleştirme sistemine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle GPS ağı oluşturulurken, noktaların pilyelerden veya kayalara sabitlenmiş çelik çubuklardan oluşması kararlaştırılmıştır.

Belirlenen amaçlar doğrultusunda yapılan arazi çalışması sonucunda bölgede 25 adet pilye bulunmuş ve bunlardan 21 tanesinin kullanılabilir olduğu anlaşılmıştır. Gerek ölçme maliyetinin yüksekliği, gerekse ölçme donanımının kısıtlı olması nedeniyle bu 21 istasyon noktasından 15 tanesinin kullanımına karar verilmiştir. Yalnızca Osmaniye civarında bir istasyon noktası bulunamadığı için çelik çubuk ile istasyon noktasının tesis edilmesi yoluna gidilmiştir.

Bölgede birçok fay olmasına karşın bu faylardan son dönemde aktif olanlar ve yıkıcı depremlere neden olanlar dikkate alınarak nokta seçimine gidilmiştir.

2.2. GPS Kampanyaları

Orta-KAF GPS ağında 1. periyot ölçmeleri 2001 ağustos ayında ve 2. periyot ölçmeleri 2002 yılı ağustos ayında gerçekleştirilmiş ve eğer devam edilirse bundan sonraki kampanyaların da yıllık olarak yapılması planlanmıştır. Her istasyon noktasında en az 3 gün boyunca en az 8 saatlik ölçmeler yapılmış ve ölçmeler



Şekil.1. ORTA-KAF GPS Ağı

sırasında 15 saniyelik zaman aralığı temel alınarak GPS verisi toplanmış, değerlendirme sırasında 30 saniyelik zaman aralığı baz alınmıştır.

Seçilen istasyon noktaları kendilerine en yakın yerleşim birimini karakterize eden dört harf ile isimlendirilmişlerdir. GKCB-Gökçebel, ORTC-Ortalca, KRGI-Kargı, ALAC-Alaca, GHAC-Gümüşhacıköy, HVZA-Havza, KVAK-Kavak, GBAG-Amasya Göllübağlar, DDRG-Dodurga, OSMC-Osmancık, CNKR-Çankırı, GYNC-Göynücek, SNGR-Sungurlu, GOL1-Göl, HMMZ-Hamamözü. Çalışma bölgesi yaklaşık olarak 16500 km²'dir. Bölgede ölçülen en uzun baz IHGZ(Ihsangazi)-KVAK(Kavak) arasında ve yaklaşık olarak 200 km'dir, ölçülen en kısa baz OSMC (Osmancık)-DDRG(Dodurga) arasında ve yaklaşık 16 km'dir. Kampanyalar sırasında İTÜ, TÜBİTAK-MAM ve Ashtech Türkiye Temsilcisi Geomatics Şirketine ait GPS alıcıları ve ek donanımları kullanılmıştır.

2.3. GPS Verilerinin Değerlendirilmesi

Kampanyalara ait GPS verileri GAMIT/GLOBK yazılım paketi kullanılarak değerlendirilmektedir. Birinci kampanyaya ait verilerin değerlendirilmesi bitmiş, ikinci kampanyaya ait verilerin değerlendirilmesine devam edilmektedir. Her iki kampanyanın verileri GAMIT modülünde günlük olarak çözülmüştür. Buradan elde edilen sonuçlar GLOBK modülünde birleştirilerek bir referans yüzeyine

oturtulacaktır. Ayrıca her iki kampanyanın birlikte değerlendirilmesi de yapılacaktır. Devam eden değerlendirme sırasında elde edilen ilk sonuçlara göre, (wrms) ağırlıklı karesel ortalama hatalar ve (nrms) normalize edilmiş karesel ortalama hatalar Tablo.1 ve Tablo.2 de verilmiştir.

Tablo.1. Birinci Kampanya için (nrms) ve (wrms) Değerleri

SITE (* Global İstasyonlar)	nrms			wrms		
	North	East	Up	North	East	Up
ALAC	0.84	0.55	0.69	2.6	2.4	11.1
ANKR*	0.80	0.53	0.90	1.1	1.1	6.2
CNKR	0.71	0.55	0.14	2.1	1.9	2.0
DDRG	1.51	0.08	0.44	3.7	0.2	5.4
GHAC	0.64	0.32	0.33	3.7	2.1	8.8
GOL1	1.02	0.28	0.34	4.4	1.2	7.3
GRAZ*	0.64	0.76	0.74	0.9	1.3	5.3
GYNC	0.83	0.47	0.74	3.4	2.3	4.0
HMMZ	0.84	0.86	0.20	2.3	2.7	2.8
HVZA	0.54	1.36	0.71	1.8	6.5	11.7
IHGZ	0.48	0.58	0.63	1.2	1.9	8.0
ISTA*	0.60	0.94	0.74	1.1	2.2	7.6
KIT3*	1.06	0.63	0.57	3.7	4.2	7.0
KRGI	0.32	1.10	0.59	2.1	8.2	20.2
KVAK	0.85	1.61	0.73	4.6	12.6	17.9
MATE*	0.70	1.35	0.71	1.1	2.8	5.9
NICO*	0.99	1.22	0.66	1.9	2.7	5.7
ORTC	1.03	0.49	0.45	4.1	2.0	9.5
OSMC	1.82	1.35	0.81	4.4	4.0	9.9
SNGR	0.72	0.75	0.49	1.5	2.2	5.1
SOFI*	0.79	1.11	0.58	1.3	2.7	5.6
TELA*	0.35	0.58	0.59	0.8	1.6	6.2
TUBI*	0.82	0.80	0.76	1.7	2.1	8.9
WTZR*	0.59	0.86	0.85	0.7	1.3	5.3
ZECK*	1.10	1.01	0.45	2.0	2.9	3.7

Tablo.2. İkinci Kampanya için (nrms) ve (wrms) Değerleri

SITE (* Global Sites)	nrms			wrms		
	North	East	Up	North	East	Up
ALAC	0.92	1.09	1.70	3.6	5.9	28.2
ANKR*	0.64	0.81	0.85	1.7	2.9	5.8
CNKR	0.80	0.29	0.70	3.6	1.5	13.8
DDRG	0.76	1.47	0.57	2.5	5.3	7.7
GHAC	1.57	0.85	0.55	5.9	3.7	8.7
GOL1	1.21	0.99	0.70	5.3	5.1	13.5
GRAZ*	0.74	0.96	0.36	1.4	2.0	2.0
GYNC	1.26	1.47	0.51	4.1	5.6	6.9
HMMZ	1.42	1.20	0.50	5.4	5.5	8.7
HVZA	0.26	1.28	0.30	1.0	5.1	5.6
IHGZ	0.87	1.00	1.30	2.8	3.8	16.5
ISTA*	0.79	1.06	0.5	2.6	4.0	7.8
ONSA*	0.34	0.66	0.90	0.7	1.4	5.1
KRGI	0.60	0.16	0.35	4.3	1.2	11.6
KVAK	0.75	1.41	0.17	2.5	5.5	2.4
MATE*	1.18	0.47	0.60	2.4	1.2	4.2
NICO*	1.12	1.30	0.80	3.6	5.5	9.8
ORTC	1.25	0.38	0.12	5.1	1.7	2.2
OSMC	0.77	0.96	0.40	2.5	3.5	5.4
SNGR	0.66	0.33	0.65	2.4	3.7	6.9
SOFI*	0.84	0.80	0.99	2.2	2.8	9.7
MERS*	0.61	0.69	0.45	1.9	2.9	8.9
TUBİ*	0.83	1.08	0.66	2.4	3.7	6.9
WTZR*	0.48	0.51	0.51	0.9	1.0	1.0
ZECK*	1.11	0.77	0.49	3.5	3.3	5.1

1999 İZMİT DEPREMİNİN BÖLGEDE NEDEN OLDUĞU STATİK STRESS DEĞİŞİMİ VE BUNUN DÜZCE DEPREMİNE OLAN ETKİSİ

Ziyadin ÇAKIR¹, Emre EVREN²

¹ İTÜ Maden Fak. Genel Jeoloji Böl. Maslak, İstanbul

² Avrasya Yerbilimleri Enst. Maslak, İstanbul

ÖZ

Kuzey Anadolu fayının Marmara bölgesindeki yaklaşık 150 km'lik bölümü 17 Ağustos 1999 İzmit depreminde kırıldı. Bu depremden yaklaşık üç ay sonra oluşan 12 Kasım 1999 Düzce depremi İzmit kırığının ucunu doğuya doğru yaklaşık 40 daha uzattı ve bu şekilde iki deprem yaklaşık 200 km'lik bir yeryüzü kırığı meydana getirdi. İki kırığın uç uca birleşik olması ve Kuzey Anadolu fayı üzerinde geçen yüzyılda ardarda meydana gelen depremler zinciri gözönünde bulundurulduğunda İzmit depreminin Düzce depremini tetiklemiş olma ihtimalinin hayli yüksek olduğu aşikardır. Son on yıldır kullanılan Coulomb kırılma gerilimi yöntemi bu tür deprem etkileşimlerinin sayısal olarak ortaya konmasında başarı ile uygulanmaktadır. Coulomb kırılma gerilimi hesaplamaları temel olarak deprem kaynağı parametrelerine bağlıdır: kullanılan fay parametreleri ve kayma miktar ve dağılımı ne kadar gerçeğe yakınsa hesaplanan gerilme dağılımı ve miktarıda o kadar daha doğru olacaktır. Bu nedenle İzmit depreminin Düzce kırığı üzerinde meydana getirdiği statik gerilim değişimini ortaya çıkarmak için SAR interferometrisi ve GPS verilerinden modellenerek elde edilen İzmit depremi kaynak parametreleri ve Düzce depreminin kırık geometrisi kullanıldı. Yapılan hesaplamalardan İzmit depreminin Düzce depremi odak bölgesi civarında yaklaşık 2.5 bar'lık bir gerilim artışına neden olduğu ortaya çıkartıldı. Marmara bölgesinde yapılan GPS gözlemlerinin modellenmesinden KAF'ın kuzey kolu üzerinde yıllık gerilim birikimi yaklaşık 0.37 bar olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu miktarın Mudurnu fayı ile Düzce fayı arasında eşit miktarda paylaşıldığı var sayıldığında Düzce fayı üzerinde yıllık gerilim birikimi 0.185 bar olarak alınabilir. Dolayısı ile İzmit depreminin neden olduğu 2.5 barlık gerilim normal olarak 13-14 yılda birikmektedir. Buradan İzmit depreminin neden

olduğu gerilim artışı Düzce depreminin en azından 13-14 yıl daha erken olmasına yol açtığı sonucu çıkartılabilir.

DOĞU MARMARA BÖLGESİ'NDEKİ FAYLARIN MORFOLOJİ EVRİMİNE ETKİSİ

Ufuk TARI¹, Okan TÜYSÜZ²

¹Jeoloji Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul

²Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul

ÖZ

Anadolu ve Avrasya levhaları arasındaki sınırı oluşturan ve yılda ortalama 25 mm hızla hareket eden sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) son yüzyılda büyük depremler oluşturmuştur. Fay, Marmara Denizi ve çevresinin yakın jeolojik dönemlerdeki tektonik ve morfolojik evrimini denetlemiştir. Doğu Marmara Bölgesi'nde meydana gelen 17 Ağustos 1999 İzmit ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri ise bu fayın kuzey kolunun yarattığı son depremlerdir.

KAF Bolu'nun batısında üç ana kola ayrılır. Kuzey kol Bolu-Mudurnu vadisinden başlayıp Sapanca, İzmit Körfezi ve Marmara Denizi içine girmekte; orta kol Adapazarı'ndan KD-GB doğrultuyla Geyve istikametine, güney kol ise Almacık dağından Gemlik körfezine uzanır. Sismoloji, jeoloji ve GPS verilerine göre; Kuzey Anadolu Fayı'na ait bu kollar aktif olup, kuzey kol orta ve güney koldan daha aktiftir.

Marmara Denizi'nin evriminin anlaşılması bakımından önemli bölgelerden biri İzmit Körfezi'dir. İzmit Körfezi, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun bir parçasını meydana getiren bir çöküntü havzasıdır. Burası, batı uzantısında Marmara Denizi'nin üç derin çukurunu içerir. Doğu uzantısında ise, İzmit-Sapanca alüvyal düzlüğü, Sapanca Gölü ile Adapazarı ovasını içine alır.

İçerisi Pleistosen ve daha genç çökellerle doldurulmuş olan bir çukurluk halindeki körfez çevresinde kuzeydoğu-güneybatı uzanlı faylar bulunmaktadır. Körfezin her iki yakasındaki bu faylar Pleistosen ve Kuvaterner çökellerinin evrimini denetleyen ana unsurlardır. İzmit çöküntüsü içerisindeki çökeller üzerinde yapılan araştırmalar bu birimlerin fay denetiminde gelişmiş alüvyal yelpazeleri temsil ettiğini göstermektedir. Bu fayların geometrisi ile Kuzey Anadolu Fayı'nın hareket yönü arasındaki kinematik ilişkiler ise gerek İzmit Körfezi'nin gerekse onun karadaki doğu devamının başlangıçta çek-ayır havzalar dizisi olarak geliştiğini göstermektedir. Ancak İzmit Körfezi içerisinde yakın

zamanda yapılan sismik çalışmalar körfezi dolduran çökellerin bugün aktif faylar tarafından doğu-batı yönünde biçildiğini göstermiştir.

Körfezin doğusunda yeralan İzmit-Sapanca çöküntüsü ise genç bir çukurluktur ve yukarıda belirttiği gibi bazı çek-ayır havzalar içermektedir. Kalın alüvyal yelpaze çökelleri ile doldurulmuş olan çukurluk, Geç Pliyosen boyunca normal bileşenin hakim olduğu KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların kontrolü altında şekillenmeye başlamıştır. Bu periyod, Kuzey Anadolu Fay sisteminde gelişen bir dizi çek-ayır havzalarla temsil edilmektedir. Geç Pleyistosen boyunca D-B uzanımlı sağ yanal atımlı faylar gelişmiş ve bunlar daha yaşlı çek-ayır yapıları kesmiştir. Böylece, günümüzde havza kenarlarında aşınma, içlerinde ise çökme sürmekte, bölge morfolojik gelişimine hızla devam etmektedir. Çalışma bölgesinde, akarsu ağı fayın hareketinden etkilenerek yapısını oluşturmuştur. Bu bağlamda akarsu ağı ve başlıca çizgisel yapıların morfolojik evrimdeki rolü irdelenecektir. Ayrıca, Doğu Marmara Bölgesi'nin morfolojisi, genç tektoniği ve bunun morfoloji üzerindeki etkisi ortaya konulacak ve tartışılacaktır.

GÜNCEL ESKİŞEHİR HAVZASI GÜNEYİNDEKİ TERASLARIN KÖKENİ VE TEKTONİK ANLAMI

Faruk OCAKOĞLU

*Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir*

ÖZ

Eskişehir Fay Zonu, Anadolu Levhacığının KB kesiminde, sağ yönlü, doğrultu atım bileşenine sahip normal faylardan oluşan bir aktif tektonik kuşak olup KB'da Bursa'dan GD'da Cihanbeyli'ye (Konya) kadar uzanmaktadır. Bu zon, daha önce bazı araştırmacılar tarafından doğrultu atımlı faylarla karakteristik Orta Anadolu'yu, genişlemenin daha büyük ve normal faylarla gerçekleştiği Batı Anadolu ve Ege bölgesinden ayıran bir yapı olarak tanınmış ve ona özel bir önem atfedilmiştir.

Eskişehir Fay Zonu, Eskişehir kenti civarında kabaca D-B uzanımlı Güncel Eskişehir havzasının oluşumunu sağlar. Henüz bütüncül olarak ele alınmamış ve aktif yapılarla ilişkisi netlikle ortaya konmamış olan bu havza, kuzey ve güneyden oldukça belirgin sarplıklarla sınırlanır. Güneyde yer alan yüksek alanların stratigrafisi, tektonik özellikleri ve özellikle birer jeomorfik izleç olarak teraslar birlikte değerlendirildiklerinde Eskişehir havzasının ve dolayısıyla Eskişehir Fay Zonunun gelişimi ile ilgili, mutlak yaş tayinleri ile geliştirilmeye muhtaç bazı erken sonuçlara ulaşmak mümkün gözükmemektedir.

Eskişehir havzasını güneyden sınırlayan yüksek alanlar, Eosen yaşlı sedimanter kayalarla daha yaşlı ultramafik ve metamorfiklerden ibaret bir temel üzerinde uyumsuz olarak, yer yer piroklastikleri içeren 100 m kadar kalınlıkta bir terrijenik sediman paketi ile başlar. Mutlak yaşı henüz bilinmeyen, litolojik korelasyonla Miyosen olarak yaşlandırılan bu birim üzerindeki sedimantolojik çalışmalar birimin terrijenik bölümünün kuzeyden (bu günkü çöküntü bölgesinden) beslendiğini, ancak piroklastik seviyelerin (başlıca piroklastik akma ve düşme çökelleri) güneyden geldiğini göstermektedir. Bu kıvrımlı sedimanter paket 30m'yi bulan bir bazaltik lav seviyesiyle örtülür. KB-GD uzanımlı, baskın olarak doğrultu atım bileşenine sahip faylar lavlara kadarki stratigrafik seviyeleri kesmektedir. Lavlar, bir diskonformite ile bir başka sedimanter istif tarafından

örtülür ki, bu, baskın olarak akarsu çakıl ve kumları ile yer yer gölsel karbonatlardan oluşur. Birim, geniş alanlarda hiç bir tektonik deformasyon emaresi taşımaz. Sedimentolojik gözlemler bu paket içindeki sedimanter seviyelerin büyük oranda güneydeki bir volkanik provensten epiklastik süreçlerle geldiğine işaret etmektedir. Bu sedimanter paket önceki çalışmalarda “yaşlı altüviyon” olarak tanınmış ve omurgalı fosillerine dayanılarak Villafransiyen (Pliyosen-Erken Pleyistosen) olarak yaşlanmıştır.

Havza güneyindeki yüksek alanlarda 900-1000 m kotlarında konumlanan geniş bir düzlük izlenmektedir. Bu düzlük, Villafransiyen sedimanlarıyla birlikte bazaltik lavları ve ofiyolitik temeli de taşıdığından bir yontukdüz olarak yorumlanmıştır. Bu yontukdüz, Eskişehir’in 15 km kadar batısında çok belirgin bir şekilde BKB uzanımlı Eskişehir havzasının kenar fayı tarafından kesilmektedir. Kent merkezinin GD’sundaki Sultandere civarında, aynı yontukdüzün eğim atımlı bir havza kenar fayı segmenti ile 1000 m’den 950 m kotuna düşüp güneye eğimlendiği izlenmektedir. Aynı bölgede bir başka segmentte ise 120 m’yi bulan yontukdüz düşey atımları izlenmektedir. Bu veriler güney havza kenar fay(lar)ının Villafransiyen sedimanlarından da genç 900-1000 m yontukdüzünden daha genç olduğunu ortaya koymaktadır. Eskişehir kent merkezi GB’sında Karacaşehir köyü civarında 900 m’de konumlanan bir başka yaygın akarsu terasına ait kalıntı morfoloji bulunmaktadır ki, bu jeomorfik yüzey, havzanın ortaya çıkmasından sonra oluşmuştur ve bugünkü havza tabanının 50-80m yukarısında bulunmaktadır. Bu ise bu son terasın gelişmesinden bu yana 50-80m kadar bir düşey atımın gerçekleştiğini göstermektedir.

Elde edilen erken sonuçlar, jeomorfik yüzeylerin ayrıntılı morfometrik çalışmalarla tanınıp radyometrik olarak yaşlandırılması sayesinde faylardan kaynaklanan deformasyon oranına yaklaşım sağlanabileceğini de göstermektedir.

MÜREFTE-ŞARKÖY DEPREMİ: GANOS FAYI'NIN 9 AĞUSTOS 1912 DEPREMİNDE ATIMI, KIRIK UZUNLUĞU, BÜYÜKLÜĞÜ, KARAKTERİ VE AYNI YÖREDE OLAN TARİHSEL DEPREMLER

Cenk YALTIRAK¹, Bedri ALPAR², Yıldız ALTINOK³

- 1) *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Ayazağa/İstanbul*
2) *İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa/İstanbul*
3) *İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Avcılar/İstanbul*

ÖZ

9 Ağustos 1912 depremi hakkında yakın bir zaman olmasından dolayı tarihsel bilgiler ve halen korunabilmiş jeolojik veriler bulunmaktadır. Mürefte-Şarköy Depremi olarak anılan 1912 Depremi Perşembeyi Cumaya bağlayan gece yarısının hemen arkasında olmuş, 2800 den fazla ölü, 7000 civarında yaralı bırakmış, Biga ve Trakya'da 300 yakın köyü etkilemiştir. Yüzeysel dalgası Avrupa istasyonlarındaki mekanik aletler tarafından $M_s=7.3$ olarak saptamıştır (Ambraseys ve Jackson, 2000). Sadi (1912), depremin 40-50 saniye sürdüğünü bildirmiştir. Depremden sonra 13 Eylülde büyük bir artçı şok olmuştur (Papadimitriou vd., 2001). Yıkılan ev sayısı 12,600 dür. Büyük yıkım alanı Şarköy ve Mürefte olduğundan deprem Mürefte Şarköy Depremi olarak anılsa bile esas yeri Gaziköy ile Kavak arasında bulunan Ganos Fayıdır.

Bölgede tarihi fotoğraflar ve gözlemler yüzeysel kırığın Gaziköy, Güzelköy, Mursallı, Yayaköy, Yörgüç ve Gölcük civarında olduğunu göstermektedir (Sadi, 1912; Macovei 1912, Mihailovic, 1927; 1933), Bu bölgede arazi çalışmalarımızda ayrıntılı haritalanan Ganos Fayı (Yaltırak, 1996) üzerinde atıma yönelik yapılan gözlemleri (Altunel vd., 2000) geliştirmek amacıyla, 2001 yazında yaptığımız çalışmada, fayın maksimum atımlı olan kesiminin belirlenmesi ve bunun nerelerde sonlandığına yönelik çalışmamız bizlere aşağıdaki verileri sunmuştur.

1912 Depreminde, kırığın Batıda ulaştığı en son nokta, Gölcük Köyü'nün batısıdır. Bu kesimlerde K-G yönlü genç dere yataklarında belirgin bir ötelenme yoktur. Böyle bir ötelenme sadece Gölcük Köyü'nün doğusunda yer alan bir dereye, sağ yanal 1.5 ± 0.5 m dir. Doğuya doğru, Yörgüç köyünün 1.5 km batısında, yine fay tarafından biçilen bir derenin içine yığılmış genç çökeller, sağ

yanal 4.5 ± 0.5 m. kadar ötelenmiştir. Burada fay, Eosen ve Miyosen birimlerinin arasından geçer. Aynı şekilde Yörgüç köyünde, Altunel vd. (2000) eski bir köy yolunda benzer bir ötelenme bulmuşlardır. Yayaköy doğusunda yamaçtan akan bir genç derenin biçilmiş yatağında yine 10 m lik bir atım görülür. Daha doğuda Mursallı köyü yolu, ölçümümüze göre sağ yanal 4.5 ± 0.5 m ötelenmiş, bugün var olan asfalt yol da aynı güzergahı izlemiştir. Mursallı Güzelköy arasındaki eski bir yolda da benzer atım bulunmaktadır. Güzelköy batısında, tarihi fotoğraflardan yarık oluştuğu görülen bir sırtın batısındaki genç bir dere, atım sağ-yanal 14-15 m arasındadır. En batıda Gaziköy'de, kıyı çizgisi bugün bile görülecek şekilde fayın çıktığı noktada yaklaşık sağ yanal 2.5 m bir atım yapmaktadır. Bu anlamda, 1912 kırığının Gölcük batısı ile Gaziköy arasındaki kara alanında ve Gaziköy doğusunda deniz içinde yön değiştirdiği alana kadar olan uzunluğu, yaklaşık 56 km dir. 1912 kırığının Ganos heyelanını hareketlendirdiği ve bir tsunami oluşturduğuna dair veriler bulunmaktadır (Altınok vd., baskıda). Altınok vd., (baskıda), sığ sismik kesitler ve heyelanın morfolojisi ile, 1912 depreminde oluşan atıma göre, kırılmanın deniz içinde Ganos Heyelanının batısında sonlandığını düşünmektedir. Arazide yapılacak çalışmalar ile, deniz çalışmasını bir araya getirdiğimizde yeni verilere ulaşılabilecektir.

Bir örnek olarak saha ve deniz verilerinden yola çıkarak 1912 depremin büyüklüğü hesaplanabilir. Yaptığımız hesaplara göre, maksimum atımın 4.5 m olduğu gözlemi ile elde edilen büyüklük $M_s=7.3$ dür. Bu da, Ambraseys ve Jackson (2000) ın yaptıkları moment hesabına uymaktadır. Bu atımla önceki depremi bulmak için ise, 16 ± 05 mm/yıllık birikimleri geri döndürmek yeterlidir. Bu durumda, bir önceki deprem 280 ± 20 yıl önce olmalıdır ve 1659 depremi Gaziköy ve Barbaros'da etkin olduğu bilinen tek uygun depremdir. Aradan geçen 253 yılı, 17 mm/yılla çarptığımız zaman ortaya 4.3 m atım çıkar. Bu da, yine yaptığımız hesaplama göre $M_s=7.28$ 'e denk gelir. Bu ise sismologlar tarafından önerilen $M_s=7.3$ lük büyüklüğe eşit sayılabilecek bir büyüklüktür. Diğer bir yandan, 1912 depreminden önce olan depremi bazı araştırmacılar 1766 olarak önermektedir. Oysa 1912 ile 1766 depremleri arasında geçen 146 yılda birikebilecek atım 2.5 metreyi geçmeyecektir. Arazideki genç atımlar bu olasılığın olmadığını göstermektedir. Bu deprem dışında yeri saptanabilecek bir deprem de

1354 olmaktadır. Gelibolu ve Mürefte'de benzer yıkım yapan, 1354 ile 1659 arasında geçen zaman 305 yıldır. Bu da, 5.2 m atım birikimi yapar. Böylelikle Altunel vd (2000) ve bizim arazide gözlediğimiz 9-11 m arası atımlar açıklığa kavuşur. 1659 Depremi'nin 1354 ün ardılı olarak yapılacak büyüklük hesabı $M_s=7.4$ vermektedir. Bu da geçen zamana rağmen benzer büyüklükte depremlerin benzer bir şekilde olduğu fikrini verir. Bunun nedeni fayın batıda çatallanması, doğuda ise Batı Marmara'da yön değiştirmesi olabilir. Gaziköy batısında bulduğumuz 14-15 m arasındaki toplam atımı ise, 1912-1659-1354 öncesi depremin tarihini bularak açıklığa kavuşturabiliriz. Yine bölgede çok zayıf tarihsel anlatımlara ve A.C. Yalçın ve arkadaşları tarafından Şarköy civarında C14 tarihlendirmesi yapılan 1082? depremine göre yapabiliriz. 1082-1354 arasında geçen 272 yılda 4.6 m atım birikmiş olmalıdır. 1354 Depremi de yine $M_s=7.35$ olarak gerçekleşmiş olmalıdır. Böylece üç depremde toplam atım $4.3+5.2+4.6=14.2$ m olacaktır. Bu yaklaşımla Gaziköy-Kavak arasında bulunan KAF parçasında olduğunu öne sürdüğümüz tarihsel depremler ile atımlar ve deprem büyüklükleri birbirini desteklemektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Altınok, Y., Alpar, B., Yaltırak, C., (baskıda) Şarköy-Mürefte 1912 Earthquake's Tsunami, Extension of the Associated Faulting in the Marmara Sea, Turkey, *J. Seismology*
- Altunel, E., Barka, A.A., and Akyüz, S., 2000, Slip distribution along the 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake, North Anatolian Fault, Western Marmara, in Barka A., Kozacı O., Akyuz S., and Altunel E. (eds), *The 1999 Izmit and Duzce Earthquakes: Preliminary Results*, published by Istanbul Technical University, Turkey, pp. 341--349.
- Ambraseys, N. N., and Jackson, J. A., 2000, Seismicity of Sea of Marmara (Turkey) since 1500, *Geophys. J. Int.* 141, F1--F6.
- Papadimitriou, E.E, Karakostas, V.G., and Papazachos, B.C., 2001, Rupture zones in the area of the 17.08.99 Izmit (NW Turkey) large earthquake (M_w 7.7) and stress changes caused by its generation, *Journal of Seismology* 5, 269--276.
- Sadi, 1912, Marmara Havzasının 26-27 Temmuz Hareket-i Arzi 15 Eylül 1328, Istanbul, Resimli Kitap Matbaası, 45p (Ottoman Language).
- Macovei, R., 1912, Sur le Tremblement de Terre de la Mer de Marmara le 9 aout 1912, *Bull. Section Sc. Academic Roumaine* 1, 1--9.
- Mihailovic, J., 1927, Memoir-Sur les Grands Tremlement de Terre de la Mer de Marmara, Belgrade, 215--222.
- Mihailovic, J., 1933, La seismisite de la Thrace, de mer de Marmara et de l'Asie Mineur, *Monograph. Et Travaux Sci. Inst. Seism. No. 2B*, Belgrade.

Yaltrak, C., 1996, Tectonic history of the Ganos Fault System, Bull. Turkish Assoc. Petrol. Geologists 8, 137—156

ECEMİŞ FAYI: MORFOTEKTONİĞİ VE PALEOSİSMOLOJİSİ

Dilek ŞATIR¹ Okan TÜYSÜZ¹ Serdar AKYÜZ²

¹ İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü 80626 Maslak /İSTANBUL

² İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. 80626 Maslak İSTANBUL

ÖZ

Orta-Üst Miyosen'de Arap-Afrika Levhası ile Anadolu Levhası arasında meydana gelen kıta-kıta çarpışması sürecunda gelişen Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca Anadolu Levhası batıya doğru kaçışa başlamıştır. Neotektonik süreçlerin başlaması ile Orta Toraslar bölgesi Orta/Geç Miyosen'den itibaren K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejiminin etkisinde kalmış ve morfolojik olarak yükselmiştir. Orta Anadolu'nun en önemli neotektonik unsurlarından biri olan Ecemiş Fayı, Erciyes Dağı ile Mersin arasında uzanan K20D doğrultulu, 300 km uzunluğunda sol yönlü doğrultu atımlı aktif bir faydır. Güneyde uzan Toros Dağ Kuşağını Orta ve Doğu Toros bölümlerine ayıran fayın 80±10km toplam atıma neden olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada Ecemiş Fayı'nın Yahyalı-Pozantı arasındaki kesimi incelenmiş, fayın morfotektonik ve paleosismik özellikleri araştırılmıştır.

Ecemiş Fayı inceleme alanında büyük alüvyal yelpazeler, sıralı tepeler, taraçalar, ötelenmiş ya da dönmüş vadiler ve çöküntü havzaları gibi morfolojik yapıların gelişimine yolaçmıştır. Bu yapılardan en belirgin olanı alüvyal yelpazelerdir. Bunların gelişiminde 3 ana evre ayrılmıştır. Birinci evrede Aladağlar bir ana fay ile yükseltilmiş ve kaba malzemeli, çoğunlukla yakınsak, yer yer iyi çimentolanmış yelpaze çökelleri oluşmuştur. İkinci evrede gelişen ve ilk evre çökellerini üzerleyen yelpaze çökelleri tutturulmamış çakıllarla temsil edilir. İkinci evre ile yaşıt gelişmiş faylar ilk evre çökellerini kesmiş, bunlar üzerinde sıralı tepeler, ötelenmiş dereler ve belirgin çizgisellikler geliştirmişlerdir. Birinci ve ikinci evre yelpaze istifleri yer yer belirgin diskordansla birbirinden ayrılmaktadır. Üçüncü ve son evrede gelişen Çukurbağ Fayı daha yaşlı yapı ve litolojileri kesmiş ve yakın çevresinde belirgin doğrultu atımlı fay morfolojisi geliştirmiştir.

Diğer yandan bölgedeki deprem riskini belirlemek ve Ecemiş Fayının tekrarlanma aralığını tesbit etmek için paleosismolojik çalışmalar yapılmıştır.

Paleosismolojik çalışmalar kapsamında Ecemiş Fayı'nın en iyi gözlemlendiği kesiminde 2 adet veri sağlanabilen trench açılmış ve buradan elde edilen veriler değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu bildiride bölgede yapılan morfolojik ve paleosismolojik çalışmalardan elde edilen veriler sunulacaktır.

ÇAY DEPREMİ (3 ŞUBAT 2002, $M_w=6.2$) YÜZEY KIRIĞI ÜZERİNDE PALEOSİSMOLOJİ ÇALIŞMALARI

H. Serdar AKYÜZ¹, Gülsen UÇARKUŞ², Dilek ŞATIR², Özgür KOZACI²,
A. DİKBAŞ¹, B. BİRİNCİ

1 İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı

2 İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü

ÖZ

Afyon ilinin Çay ilçesi ve civarında 3 Şubat 2002 tarihinde meydana gelen 6.2 büyüklüğündeki (USGS) deprem 50 ye yakın can kaybına ve önemli hasara neden olmuştur. Bu depremde Çay ilçesinde ve Çay'ın batısındaki Maltepe köyünde yüzey kırıkları meydana gelmiştir. Çay ilçesi içinde meydana gelen yüzey kırığı 1.5 km uzunluktadır. Düz bir hat izlemeyen yüzey kırığının genel gidişi yaklaşık K60-70 D dur. Maltepe köyündeki yüzey kırığı 4 km uzunluktadır. Yüzey kırığı K80B gidişli ve doğuya devamında K60B gidişli iki düz hat halindedir. Her iki yüzey kırığında da kuzey blokta düşmeler ve açılmalar meydana gelmiştir. Maksimum düşey yerdeğiştirme Çay ilçesi içinde 30 cm olarak ölçülmüştür. Maltepe'deki yüzey kırığı üzerinde bir, Çay'daki yüzey kırığı üzerinde de iki adet fay kazısı çalışması yapılmıştır. Maltepe'deki hendekte bir önceki deprem belirlenmiştir. Çay'daki hendeklerden birinde de muhtemelen bir önceki depreme ait veriler bulunmuştur. Alınan karbon örneklerinin yaşlandırılmasıyla bu deprem tarihlenebilecek ve deprem tekrarlanma aralığıyla ilgili bir yaklaşımda bulunulabilecektir.

DOĞRULTU ATIMLI FAYLAR ÜZERİNDEKİ HENDEK ÇALIŞMALARINDA KARŞILAŞILAN BAZI TEKTONO- SEDİMANTER YAPILARIN ANLAMI

Tamer Y. DUMAN, Ömer EMRE ve İsmail KUŞÇU

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 06520, Ankara

ÖZ

Eski depremler hakkında bilgi edinebilmenin bir yöntemi, depremle oluşan yüzey kırıklarını güncel çökellerde araştırmaktır. Genellikle hendek araştırmalarıyla yapılan bu çalışmaların üç önemli aşaması yer seçimi, olay tanımlaması ve yaşlandırma. Yer seçiminde başarı, öncelikle diri fayın son dönemlerinde oluşturduğu yüzey kırığını bulmaya, olayları yaşlandırabilme ise hendeğin açıldığı çökel içerisinde bulan kömür, ağaç, kemik, seramik vb malzemelere bağlıdır. Deprem-olaylarının tanımlanmasında, yüzey kırığı gelişirken neden olduğu tektono-sedimanter yapılar ve yüzey kırığı zonunda aşınma ve/veya çökelme süreci ilişkileri anahtar işlevi görürler.

Normal, ters ve doğrultu atımlı faylarda deprem-olayı tanımlama verileri, bu fayların oluşum mekanizmalarına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Normal ve ters faylarda düşey yönde yükselme ve alçalma hareketine bağlı, deprem-olayı belirtisi olan kolüvyal kamanın oluşmasına daha yatkın fay dikliği oluşabilmektedir. Doğrultu atımlı faylarda ise eski depremlerin ayırdı daha karmaşıktır.

Doğrultu atımlı faylar genelde yanal yönde hareket olarak tanımlansa da kırılma sistemindeki sıçrama ve bükülme yapılarına bağlı, yerel anlamda normal ve ters fay davranışı gösterebilirler. Aynı zamanda, düz olmayan kesimlerde, pür doğrultu atım ötelemesiyle yüzeyde düşey atım yaratabilir. Bu özelliklerin yer seçimi sırasında bilenebilmesi ve tercih edilmesi açılacak hendekte deprem-olayı tanımlamasını kolaylaştıracak yapıların bulunmasını sağlar.

Doğrultu atımlı bir fayın çökel istifle eski deprem belirtileri; yüzeye doğru kırığın sonlaması, alta doğru büyüyen atım, çökel ortamı değişikliği, kılcal çatlak ve kum fişkırması, açısal uyumsuzluk ve kolüvyal kama. Doğrultu atımlı fayların oluşturduğu yüzey kırığında sıkışmalı ve açılmalı sıçrama, sıkışmalı ve açılmalı bükülme, aralı-aşmalı kırılma çökellerde deprem-olayı belirtisi olan bazı

tektono-sedimanter yapıların nedeni olurlar. Ayrıca, deprem kırığının yüzey şekilleri olan köstebek-izi yapıları kolüvyal kamayı şekillendiren etkenlerdendir.

KNİDOS (CNIDUS) ANTİK KENTİNİ KESEN YÜZEY KIRIKLARI

Erhan ALTUNEL¹, Ian STEWART², Aykut BARKA³

1)Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

2)Brunel University, Department of Geography and Earth Sciences, Uxbridge, London

3)ITU, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul

ÖZ

Knidos antik kenti, Batı Anadolu' daki kıyı kentlerinden en önemlilerinden biridir. Güneye eğimli bir yüzeyde M.Ö. 4.yy da teraslar üzerine kurulan kent, bir tiyatro gibi kıydan kuzeye doğru yükselir. Ticareti gelişmiş ve döneminin en önemli sanat eserlerini barındıran Knidos, tarihin en önemli astronom ve matematikçilerinden Eudoxos ve dünyanın yedi harikasından biri olan İskenderiye Feneri' nin mimarı Sostratos' un doğup yaşadığı yerdir. Kent, M.S. 7.yy dan sonra önemini yitirmiş ve kentin terkedilişi arkeologlara göre Arap akınlarına ve depremlere bağlanmaktadır.

Knidos antik kentinde yapılan arazi çalışmaları kentin aktif bir fay üzerinde yer aldığını ortaya koymuştur. Yüzeyde en az 8 km uzunluğunda izlenebilen fay, yaklaşık D-B uzanlı normal faydır ve güney blok düşmüştür. Kent kalıntıları güneydeki düşen blokta yer almaktadır ve kalıntılar kuzeyde kireçtaşlarında görülen bir fay şevi ile sınırlıdır. Afrodit Tapınağı ve Demeter Temenosu ana kayada görülen fay aynası üzerine inşa edilmiştir. Afrodit Tapınağı' nın dairesel altarı fay tarafından kesilmekte ve güney blok 35 cm düşmüştür. Demeter Temenosu' na ait duvarlar fay tarafından kesilmekte ve kuzey blokta 20 cm ye varan düşmeler görülmektedir. Bu fayın doğrultusu üzerinde yer alan tiyatrodan da fay morfolojik olarak izlenebilmektedir. Ayrıca, stoaya ait blokların aynı yönde yıkılması ve kent merkezinde yer alan diğer binalarda görülen yıkıntılar kentte görülen hasarların sistematik olduğunu göstermektedir.

Anadolu' daki diğer önemli antik kentlerin terk edilmiş tarihleri Knidos ile karşılaştırıldığında, Knidos antik kentinin terk edilmiş tarihi daha öncedir. Bu kadar önemli bir kentin çok erken dönemlerde terk edilmesi dikkat çekicidir. Yapılan arazi çalışmaları kenti kesen bir fay zonu olduğunu ortaya koymaktadır. Her ne kadar

mevcut veriler ile bu yüzey kırığını oluşturan depremin tarihi belirlenemese de kent muhtemelen bu depremden sonra terk edilmiştir.

PERGAMON ANTİK KENTİNİ ETKİLEYEN TARİHSEL DEPREMLER

Umut AKYÜZ, Erhan ALTUNEL

*Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Eskişehir*

ÖZ

Pergamon antik kenti Ege açılma bölgesinde, Bakırçay Grabeni'nin kuzeyinde yer almaktadır. Modern adı Bergama olan Pergamon antik kenti Helenistik dönemin en önemli kültür ve sanat merkezlerinden biridir. Helenistik dönemde Pergamon Krallığı'nın başkenti olan şehir, Roma egemenliği döneminde Asya Eyaleti'nin merkeziydi. Pergamon dünyada ilk parşomen kağıdının bulunduğu, ilk seramik atölyesinin kurulduğu, dönemin en büyük kütüphanesine sahip (en az 200 bin cilt kitap), sağlık alanındaki uygulamaları ile çağının ilerisinde olan önemli bir antik yerleşim yeridir.

Pergamon antik kentindeki kalıntılarda, kentin tarihsel depremlerden etkilendiğine ait hasarlar mevcuttur. Kalıntılarda görülen hasarlar: (1) Asklepiyon kompleksi M.Ö.2.yy' da büyük bir onarım geçirmiştir, günümüzde de kutsal yoldaki taban blokları dönmüş ve kırılmıştır,(2) KD-GB uzanımı Heroon yolundaki taban bloklarının bir kısmı kırılmış ve dönmüştür, (3) Kentin surlarında geniş çaplı tamiratlar yapılmıştır, (4) Roma dönemine ait evlerin kuzey ve güney duvarlarında onarımlar yapılmıştır, (5) Agoranın taban taşları yer değiştirmiş ve kırılmışlardır, (6) Trian Tapınağı'ndaki sütunların özellikle alt kısımları çevreleri boyunca kırılmışlardır, (7) Ayrıca şehir merkezinde yer alan dükkanların, Helenistik ve Roma evlerinin duvarları, tiyatro terası ve agora gibi yapıları değişik zamanlarda restore edilmiştir.

Pergamon antik kentinin en önemli binalarından olan ve inşasına M.Ö. 3.yy' da başlanan Asklepiyon sağlık merkezi ve hamamlar Bakırçay Grabeni'nin kuzey kenarında yer almaktadır. Asklepiyon M.Ö.2.yy başlarında büyük bir onarım geçirmiştir. Ayrıca bugün Pergamon antik kentinde görülen kalıntıların büyük bir kısmı ya M.Ö.2.yy'da yapılmış ya da bu dönemde büyük onarımlar geçirmişlerdir. Bu veriler göz önüne alındığında M.Ö.2yy' da meydana gelen ve Pergamon' un da içinde bulunduğu antik kentleri etkileyen deprem muhtemelen Bakırçay Grabeni' nde meydana gelmiştir. Ayrıca, M.Ö.2.yy' dan, Pergamon' un terk

edilişine kadar geçen süreye bakıldığında, kentte M.S.2.-3.yy' da ve 14.yy' da önemli onarımlar olduğu gözlenmektedir. Bu dönemlerde grabenin kuzey kenarında yer alan Asklepion kompleksinde onarım yapıldığına dair veriler olmadığından bu hasarlar muhtemelen yakın faylar üzerinde meydana gelen büyük depremlere bağlıdır.

DİNAR FAYI ÜZERİNDE MEYDANA GELEN BÜYÜK DEPREMLERE AİT ARKEOLOJİK, TARİHSEL VE JEOLOJİK VERİLER ARASINDAKİ UYUMLULUK

Erhan ALTUNEL¹, Serdar AKYÜZ², Aykut BARKA^{3*}

1)Osmangazi Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

2)ITU, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ayazaga, İstanbul

3)ITU, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ayazaga, İstanbul

ÖZ

Aktif tektonik bölgelerdeki arkeolojik kalıntılar ve tarihsel kayıtlar büyük tarihsel depremlerin tarihlerini, lokasyonlarını ve büyüklüklerini belirlemek için önemli veriler sağlarlar. Ancak bu tür verileri kullanırken dikkatli olunması gerekmektedir çünkü aynı deprem farklı kişiler tarafından farklı tanımlanabilir dolayısıyla kayıtlara iki veya daha fazla deprem olarak geçebilir. Ayrıca, uzakta meydana gelen bir deprem hissedildiği yerde olmuş gibi kayıtlara geçebilir. Dolayısıyla tarihsel depremlerin değerlendirilmesinde farklı disiplinlere ait verilerin birlikte ele alınması gerekmektedir.

1 Ekim 1995 tarihinde meydana gelen $M=6.1$ büyüklüğündeki Dinar depremi, KB-GD uzanlı Dinar fayı üzerinde meydana gelmiş ve yaklaşık 10 km uzunluğunda yüzey kırığı meydana gelmiştir. Bu yüzey kırığı boyunca 50 cm ye varan düşey yerdeğiştirmeler meydana gelmiştir. Antik dönemlerdeki adı Apamea Kibotos olan Dinar bölgesinde yerleşimin M.Ö. 8.yy la kadar inmesi o tarihten günümüze kadar olan süre içinde bölgede meydana gelen büyük depremlerin kayıt edilmesini sağlamıştır. Tarihsel deprem kayıtlarına göre Apamea Kibotos antik kentinde M.Ö. 400, 88 ve M.S. 53 yıllarında büyük depremler meydana gelmiştir. Daha sonra meydana gelen 1875, 1914, 1925 ve 1971 depremleri de Dinar kentinde hasarlara neden olmuş ancak bu depremler Dinar fayında meydana gelmemişlerdir.

Dinar fayı üzerinde yapılan paleosismolojik çalışmaların bölgeye ait arkeolojik ve tarihsel kayıtlar ile birlikte değerlendirilmesi M.Ö. 88 depreminin Dinar fayı üzerinde meydana geldiğini desteklemektedir. Ancak, M.Ö. 400 ve M.S. 53 depremlerinin kataloglarda yer almasına rağmen Dinar fayı üzerinde meydana geldiğini destekleyen jeolojik veri yoktur. Dolayısıyla bu depremler

* 1 Şubat 2002 tarihinde vefat etmiştir.

uzak faylar üzerinde meydana gelmiş ancak Apamea Kibotos antik kentinde de hissedilmiştir.

SİSMİK AĞLARDA DEPREM BÜYÜKLÜKLERİNİN AMPİRİK OLARAK İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Doğan KALAFAT

B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve DAE Sismoloji Lab., 81220, Çengelköy-İSTANBUL

ÖZ

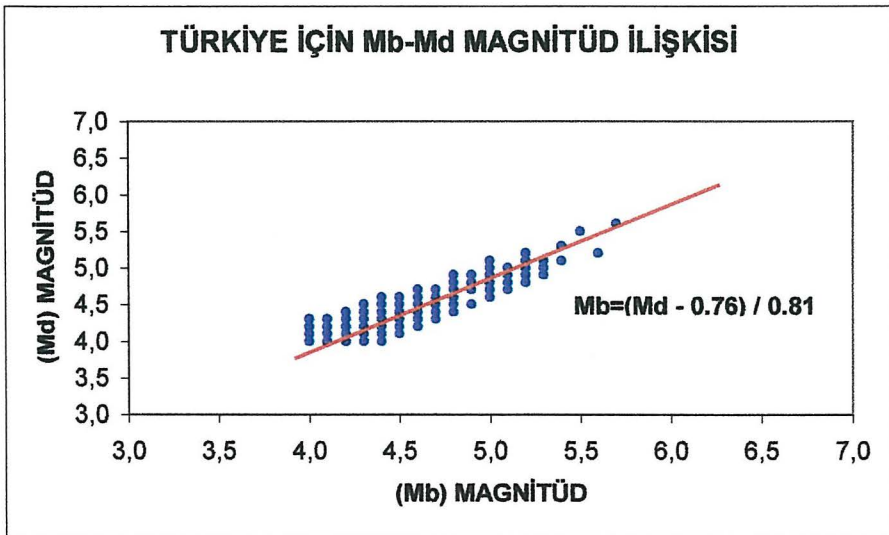
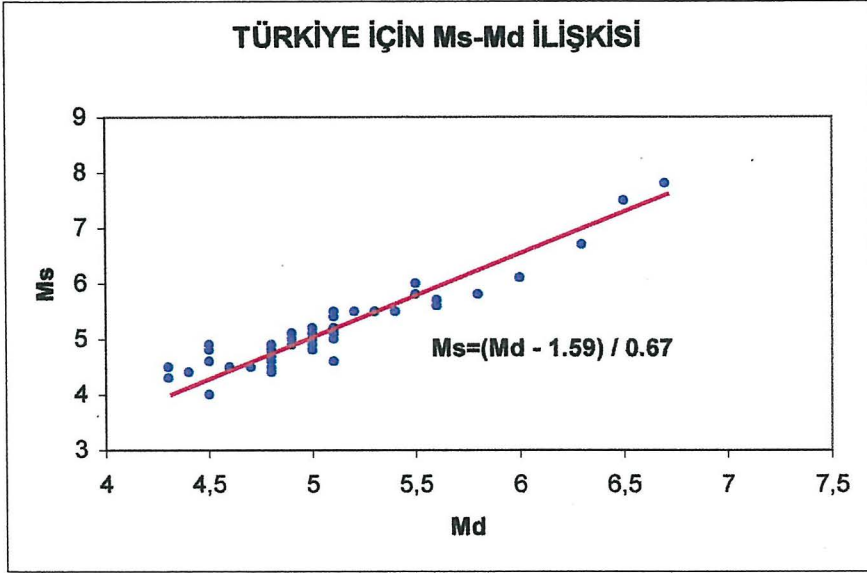
Aletsel Sismoloji'nin gelişmeye başlaması ile birlikte depremlere Yüzey Dalgası büyüklüğü (Ms Manyitudü) verilmeye başlanmıştır. Özellikle orta ve şiddetli sınıftaki depremlere Ms büyüklüğü verilerek depremlerin fiziksel olarak daha iyi tanımlanması olanağı sağlanmıştır. Yüzey dalgaları yakın istasyonlarda iyi gelişmezler, ortalama olarak depremin kaynağından yaklaşık 500-600 km. uzaklıktaki mesafelerdeki istasyonlarda ve daha uzak istasyonlarda çok iyi gelişirler. Ms büyüklüğü verilememiş depremlere, ampirik olarak bağıntılardan elde edilen Ms değerleri uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Çünkü Ms büyüklüğünün her zaman verilme imkanı bulunmamaktadır. Yüzey dalgalarının iyi gelişmediği, büyük olmayan ve yerel (lokal) depremlerde bu büyüklüğü verme şansı doğmamaktadır. Özellikle ülkemizde, Yunanistan - Bulgaristan -Romanya v.b. komşu ülkelerde çalıştırılan yerel ağlarda genellikle yerel büyüklük (MI), süreye bağlı büyüklük (Md), cisim dalgası büyüklükleri (Mb) vermektedirler. Nitekim, Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) Sismoloji Laboratuvarı'nın çalıştırmakta olduğu Türkiye Deprem Ağı'nda, 17 Ağustos 1999 öncesi yalnızca ISP (İsparta) ve ISK (İstanbul-Kandilli) Çok Geniş Bantlı (VBB) deprem istasyonlarından genliğe bağlı olarak Ms tayini yapılabilmekte idi. Ancak 17 Ağustos 1999 Depremi'nin ISK'ya 90 km. uzakta olması ve kullanılan CMG-320T Güralp (VBB) çok geniş bantlı sismometresinin saturasyon olması-genliklerinin traşlanması ve depremin çok yakında meydana gelmiş olması, bu depreme Ms büyüklüğü vermeyi olanaksız kılmıştır. Yani teknik nedenlerden ve işin doğası gereği bu imkan oluşmamıştır. Bu nedendir ki 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi'ne süreye bağlı büyüklük verilmiştir (Md=6.7). Bunun yanında ISP istasyonundan, o anda telekom data hatlarının kesikliği veri transferinin yapılamamasına neden olmuştur. Bu yüzden Sismoloji Laboratuvarı gelişme stratejisini, deprem anında oluşabilecek olumsuzlukları ve riskleri de göz önünde bulundurarak bu doğrultuda geliştirmiş ve bugün başta VAN (Van),

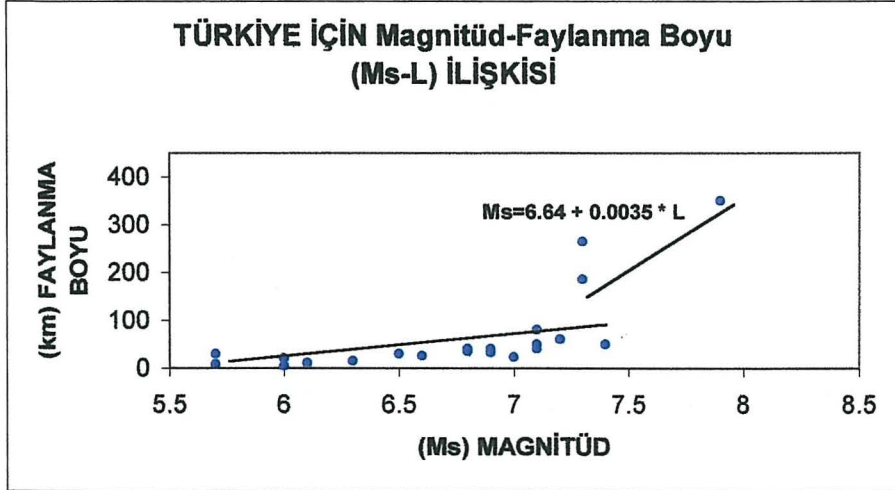
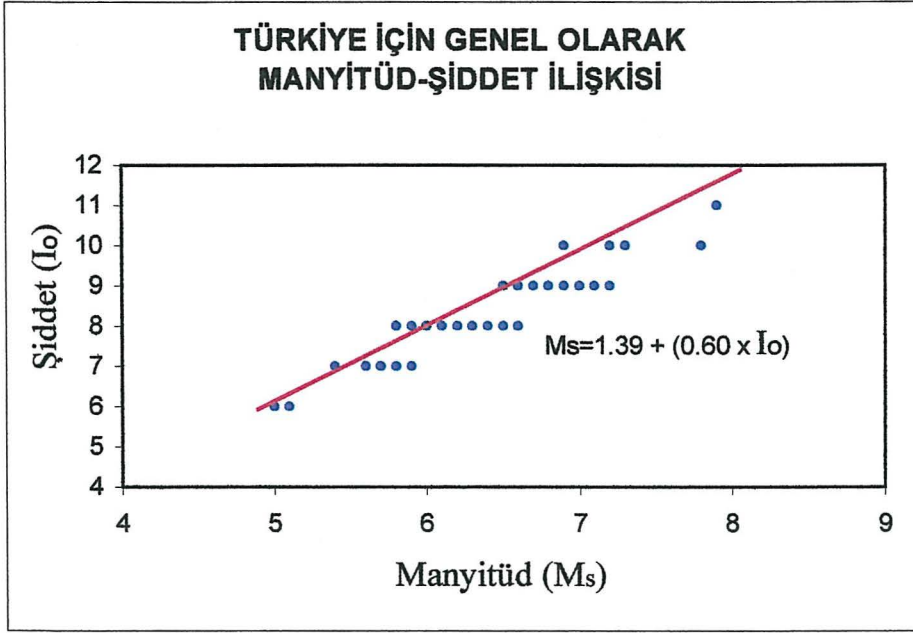
MALT (Malatya), BAL (Balıkesir), EDI (Edirne) geniş bantlı istasyonları uluslararası standartlarda kurmuş, bugün itibarı ile de aktif hale getirmiştir. Bunu yanında ISP ve ISK VBB istasyonları da aktif olarak çalışmaya devam etmektedir. Yine Türkiye Deprem Ağı'nın geliştirilmesi ve teknolojik olarak günün şartlarına uygun hale getirilmesi stratejisi kapsamında MIL (Milas), COR (Çorum), GAZ (Gaziantep), MUS (Muş), istasyonlarını da geniş-bantlı olarak 2003 yılı sonuna kadar aktif hale getirme hedefindedir. Burada hedeflenen uluslararası standartta veri toplamak, sağlıklı dış merkez çözümü yapmak ve ülkemizin herhangi bir yerinde olan büyük depremlerde Ms büyüklüğü verebilmektir. Örnek vermek gerekirse, Van'da olan bir depreme EDI (Edirne) istasyonundan Ms büyüklüğü verebilmek mümkün olacaktır. Çünkü yüzey dalgaları, depremin büyüklüğü de göz önüne alındığında uzak istasyonlarda çok daha iyi gelişirler, bu yüzden Ms büyüklüğü vermek mümkün olacaktır.

1992'li yıllarda ülkemizde 30 000 km²'ye 1 deprem istasyonu düşerken, bugün bu rakam 12 000 km²'de 1 'e kadar inmiştir. Hedeflenen ise 3000 km²'de 1 istasyon düşecek şekilde deprem istasyonlarının çoğaltılması olacaktır.

Ülkemizde yapılan deprem kataloglarında veri bütünlüğünün sağlanması, depremin büyüklüğünün fiziksel anlamda daha iyi temsil edilmesi için magnitüd değerlerinin Ms cinsinden verilmesi, araştırmacılar, mühendislik çalışmaları yapan mimar-inşaat mühendisi ve yer bilimciler için çok faydalı olmaktadır. Ancak genelde ISK'nın büyüklükleri Md (süreye bağlı) şeklinde olmaktadır. Ayhan ve diğ. 1981 tarafından yayınlanan "Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu 1881-1980; Ms≥4.5" adlı çalışmada tüm manyitüdüler Ms' e dönüştürülerek bir veri bütünlüğü ve standartı sağlanmıştır. Daha sonra Kalafat ve diğ., 2000 tarafından " Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu M≥4.0" adlı çalışmada magnitüdüler değişik şekilde Mb (cisim dalgası büyüklüğü), MI (yerel büyüklük), Md (süreye bağlı büyüklük), Ms (yüzey dalgası büyüklüğü) şeklinde araştırmacıların kullanımına sunulmuştur. Ancak bu büyüklüklerin veri bütünlüğünün sağlanması için Ms'e dönüştürülmesi daha uygun olacağından Mb-Md, Ms-Md arasında ülkemiz için geçerli ampirik bağıntılar bulunmuştur. Böylece tüm manyitüd değerlerinin Ms'e çevrilebilme olanağı doğmuştur. Ülkemizdeki tarihsel depremlerde ise genellikle Manyitüd değerinin

bulunmaması, Şiddet (I_0) -Manyitüd (M_s) ilişkisinin araştırılmasını ve bu depremlere M_s verilmesini zorunlu kılmıştır. Bu yüzden ülkemiz depremleri için geçerli M_s (yüzey dalgası büyüklüğü) - I_0 (şiddet) bağıntısı geliştirilmiştir. Aynı zamanda Faylanma boyu L (uzunluğu) ve M_s Büyüklüğü arasında da ilişki aranmıştır. Burada dikkat çeken $M_s \leq 7.4$ 'e kadar iyi bir ilişkinin olduğu bu değerden sonra ise linear bir ilişkinin sağlıklı olmadığıdır.





AKTİF TEKTONİK ÇALIŞMALARINDA “MESLEK ETİĞİ” SORUNSALI VE BİR ÖRNEK DEĞERLENDİRME

**Faruk OCAKOĞLU, Erhan ALTUNEL, Volkan KARABACAK,
Ahmet ORHAN**

*Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Eskişehir*

ÖZ

Genel anlamda belirli bir mesleğin uygulanması sırasında izlenecek normlar, kurallar topluluğu olarak tanımlanan “Meslek Etiği”, insanlığa hizmet etme amacını güden mesleklerin insanlığı ve kendilerini koruyan bir sigorta olarak düşünülebilir. Nihai olarak insanın gerçekleşmesini (insanın refahı, mutluluğu, gelişmesi vb.) hedefleyen hemen hemen her meslek, ürettiği hizmetin kalitesini, bilginin doğruluğunu ve toplum tarafından yararlanılma ölçüsünü ön planda tutar. Değişik nedenlerle sıklıkla yanlış bilgi ve eksik hizmet üretilmesi belirtilen amaçları güden mesleklerin ve onların aktörlerinin güvenilirliklerini azaltır.

Son dönemde ülkemiz insanının bilgilene umduğu disiplinlerden biri olan jeoloji (bunun içinde özellikle aktif tektonik), etik mekanizmalarının olmaması ya da çalıştırılmaması yüzünden önemli prestij kaybına uğramıştır. Aktif tektonik alanında apaçık etik sapmalar (kariyerizm, uydurma bilgi, çıkar sağlama vb.) bir yana bırakıldığında, bilgi üretimi sürecinde verilerin toplanması ve yorumlanmasında –tamamen araştırma sürecinin doğasına atfedilemeyecek- bir etik sorunsalı saptanmaktadır. Veri güvenilirliğinin farkındalığı ile ilgili bu boyut, kaba/kötüye kullanımlara açıktır ve bazı önlemleri gerektirmektedir.

Bu çalışmada Eskişehir bölgesinde Aktif Tektonik kapsamında, düşük güvenilirlikli verilerle kesin sonuçlara varılan bir çalışmanın anatomisi ele alınmıştır. Araştırmacıları bu türden yanlış yargılara iten nedenlerle bunun sonuçları bir durum çalışması olarak değerlendirilmiştir. Belediye İmar Planlarına esas olması amaçlanan bu çalışmada uydu görüntülerindeki çizgiselliklerden itibaren bir aktif yapının varlığı ileri sürülmüştür. Çalışmada, bu fay zonunun, Eskişehir yerleşkesine yaklaşıldıkça devamlılığının arttığı, bir kaç parçadan oluştuğu ve genişliğinin 2-4 km arasında değiştiği belirtilmiştir. Aktif tektonik çalışmalarında kullanılan disiplinlerden sadece biri olan ve güvenilirliği diğer verilerle mutlaka desteklenmesi gereken uydu görüntülerine dayalı sonuçlar

Eskişehir’de sarsıcı etkiler yaratmıştır. Varlığı ileri sürülen aktif fay üzerinde tarafımızdan yapılan morfotektonik, paleosismolojik ve jeofizik çalışmalar fayın varlığına ait hiç bir veri ortaya koymamıştır. Ancak, Afet İşleri tarafından da onaylanan bu “hayali” fay zonu aynı çalışmada kent yerleşimini planlayacak sismik risk analizlerine girdi oluşturmuş; yine bu “hayali” fay zonu dikkate alınarak yerel yöneticiler tarafından hat üzerindeki inşaatların durdurulması kararı alınmıştır. Asıl önemlisi, aktif fay haberleri ile birlikte asıl teyakkuz haline geçmesi gereken “gerçek” fay hattı üzerindeki sakinler herşeyden habersiz günlük yaşamlarını sürdürmektedirler.

Bu durum değerlendirmesi, yerli Aktif Tektonik araştırmacıları arasında kavramsal birlik ve netliğin sağlanması ve bunun uzantısı olarak verilerin güvenilirlik derecesi ile ilgili bir uzlaşmanın gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ek olarak, sonuçları itibarıyla yüksek öneme sahip çalışmalarda ilgili Meslek Odaları, Kamu Kurumları ve Üniversitelerde denetleyici merci olarak farklı disiplinlerden aktif tektonik uzmanlarından oluşan heyetlerin oluşturulmasının önemine işaret edilmiştir.

ALÜVYAL ÇÖKELLERDE (TOPRAK ZEMİNLER) DEPREM KIRIK YAYILMASI

Ramazan DEMİRTAŞ

Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

ÖZ

Bu yazıda, önce alüvyal çökellerde kırık ilerlemesiyle ilgili yapılan önceki çalışmalardan bahsedilecektir. Alüvyal çökellerdeki kırık ilerlemesini anlayabilmek amacıyla, teorik çalışmalar, laboratuvar deneyleri (kum-kutusu modelleri, santrifüj modelleri, çapa çekip-çıkarma modelleri), yüzey kırıkları ve hendek - kazı çalışmaları ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Toprak zeminlerde ya da alüvyal çökellerde deprem kırık ilerlemesi, çok karışık ve şimdiye kadar tam olarak anlaşılammıştır. Anakayadaki faylanma, farklı yırtılma (yenilme) düzlemleri biçiminde alüvyonlar içerisinde yayılarak zemin yüzeyine doğru ilerler. Diri ve potansiyel diri fayları örten pekişmemiş gevşek alüvyal çökellerdeki yırtılma şekilleri, bu tür faylar yakınında ya da üzerinde kritik yapıların planlaması ve tasarımı açısından çok büyük önem taşır.

Yüzey faylanma izinin her iki tarafından birkaç on metre ile birkaç yüz metre uzaklık içerisinde yer alan bölgede zeminde yamulmalar (deformasyonlar) olmakta ve yapılar çarpılmaktadır. Diri fayları dikine geçen özellikle galeri, otoyol, metro, tünel, baraj, sulama kanalları, doğal gaz boru hatları, petro-kimya rafinerileri, hidrolik santraller ve nükleer reaktörler gibi büyük mühendislik yapıları çok yüksek risk taşırlar. Bu tür büyük mühendislik projelerinin olası bir fayın üzerinde ya da paralel olup olmadığı veya fay hattından ne kadar uzaklıkta bulunması gerektiği çok ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Buna karşılık, örneğin düz bir arazide fayı enine geçmesi zorunlu olan otoyol ya da tren yolu gibi çizgisel mühendislik yapılarının kısa bir bölümü faylanmadan etkilenecektir. Fakat dağlık bir bölgede bu yapılar sadece faylanmadan değil aynı zamanda heyelan gibi yer-kaymalarından da ağır derecede hasar görecektir. Sulama tüneline faylanmadan dolayı, hasar çok ciddi olabilir. Çünkü tektonik hareketlerden bir başka deyişle yerdeğiştirmelerden dolayı fay bloğunun bir tarafı diğerine göre yükselecektir. Bu durum suyun tamamen boşalması anlamına gelir. Tünellerde ise faylanmadan dolayı hasar az ya da sınırlı olabilir. Fakat tektonik

yükselimle doğal akıntıların engellenmesi nedeniyle tünelin büyük bir bölümü kullanılmaz hale gelebilir.

Yüzey faylanması ve yerdeğiştirme, geniş bir yamulma zonu içerisinde ana fay izi olarak tanımlanan dar bir hat boyunca gelişir. Yamulma zonu, ana fay izi ve ona verev olarak ya da yarı-koşut olarak gelişen ikincil kırıklardan oluşur. Yamulma zonu, birkaç on cm ile 15 m ve yaygın olarak birkaç metre ile yüzlerce metre genişlikte olabilir.

Örneğin 1906 San Fransisko depreminde ($M_w=7.9$), bir bahçe çiti, yaklaşık 127 metre genişliğinde bir yamulma zonunda toplam 3.7 m; sadece 4.6 m genişlikte bir alan içerisinde 2.3 m sağ yönlü olarak ötelenmiştir.

1940 Imperial Valley depremi ($M_w=6.9$) 30 ile 90 metre arasında değişen bir zon içerisinde 1 m – 5.9 m arasında değişen yatay atımlar meydana getirmiştir.

1930 İdu (Japonya) depremi, 40 m kalınlıklı kumlu kil birimlerinde örtülen volkanik kayalar içerisinde 150 m derinlikte açılmış bir tünelde 2.4 m; yüzeyde ise 0.9 m yatay atımlara neden olmuştur. 1.5 m'lik atım, tünelin üzerindeki 150 m kalınlıktaki malzeme içerisinde soğurulmuştur.

1972 Managua (Nikaragua) depremi ($M_w=6.3$) ortalama 17 cm yatay atım oluşturmuştur. Deprem kırığı, gömüldüğü kum ve çakıl malzemesinden daha dirençli masif katı bir beton yeraltı yapısına rastladığı yerde normal gidişinden saparak devam etmiştir.

1964 Alaska depremi ($M_w=9.2$), Patton Bay fayı boyunca 300 m genişliğinde bir zonda 6.0 m yerdeğiştirmeye neden olmuştur. Bu miktarın sadece 2 – 2.5 metresi, yalnızca 1 m genişliğinde bir zon içerisinde; geri kalan 3-3.5 metrelik miktar ise tavan bloğunun fleksürlenmesi şeklinde gelişmiştir. Deprem, Jeanie Point yakınında kıyı boyunca uzanan Patton Bay fayında 2.3 m'lik bir düşey atım oluşturmuştur. Fakat aynı yerde 150 m yükseklikte çok kırıklı bir yapıya sahip kayalığın yüzeyinde hiç bir atım meydana getirmemiştir. Bu atım, kayalığın tabanı ile tavan yüzeyi arasında soğurulmuştur.

1971 San Fernando depreminde ($M=6.6$), 2.4 metrelik sol yanal atım bileşenli ters atım, 107 m genişliğinde bir yamulma zonu içerisinde; sol yanal atımın hemen hemen tamamı ve düşey atımın yarısı (50 cm) ise 30 metrelik bir zon içerisinde gelişmiştir. Sismolojik çalışmalar, fayın eğiminin odakta 45° ; çok sayıda arazi çalışması ise, Tersiyer yaşlı sedimanter tabakalar ile Kuvaterner yaşlı

alüvyonlar içerisinde 30° ve zemin yüzeyine doğru daha düşük değerlerde olduğunu ortaya koymuştur.

1954 Dixie Valley ve Fairview Peak depremleri ($M_w=6.9$ ve 7.2), yaygın olarak alüvyal çökeller ile anakaya dokunağı boyunca gelişmiştir. Anakayadaki fayın eğimi $55^\circ - 65^\circ$; alüvyonlar içerisinde ise artarak $70^\circ - 90^\circ$ 'ye ulaşmıştır. Fay sarplıklarının yükseklikleri, Fairview Peak yakınında alüvyonlarda $0.9 - 1.5$ m; anakayada ise 2.0 olarak gözlenmiştir.

1959 Hebgen Mont. depremi ($M_w=7.3$), 25 km genişlikte 50 km uzunlukta bir çökme zonu oluşturmuştur. Tavan bloğu (125 km karelik bir alan) 3 metreden daha fazla çökmüştür. 1983 Borah Peak depremi ($M_w=6.3$), 135 m genişlikte bir zon içerisinde kompleks grabenler ve kademeli kırıklar oluşturmuştur. 5 m yükseklikte fay sarplıkları gözlenmiştir.

Yamulma zonunun genişliği, (1) faylanma tipi, (2) faylanma miktarı, (3) fay düzlemi eğimi, (4) üstteki malzemenin kalınlığı ve geometrisine ve (5) yüzey jeolojisine bağlı olarak değişir. Yamulma zonun genişliği, diri fayları dikine geçen hayati yapıların (ana mühendislik yapıları, çizgisel yapılar, hayati sistemler, insanların barınması için gerekli yapılar) yerseçimi ve tasarım için gerekli koruma bölgelerinin oluşturulmasında büyük önem taşır. Tampon bölgelerinin oluşturabilmesi için ilk önce gelecekte olabilecek olası yüzey faylanmasının izlerini tespit etmek gerekmektedir. Yakın gelecekte olabilecek olası bir depremin yüzey faylanması, o diri fayın yakın jeolojik zaman ve tarihsel dönem içerisinde kullandığı iz boyunca ya da çok yakınında gelişir.

Çok sayıda değişken yırtılma davranışını etkileyebilmektedir. Arazi gözlemleri ve deney sonuçları, tabanda, anakayadaki faylanmaların, üstte yer alan toprak zeminlerde çok farklı şekilde geliştiklerini ortaya koymuştur. Bulgular, deprem kırıklarının alüvyonlar içerisinde geçerek zemin yüzeyine doğru yayılırken geniş bir zonda dağıldıklarını ve toprak zeminin karakteristik özelliklerinden (kalınlık, genişleme açısı, yenilme özellikleri) etkilendiklerini göstermiştir. Zeminin özellikleri ile birlikte, fay tipi, yönelimi ve hareket miktarı da toprak zeminlerdeki yırtılma şekillerini önemli derecede etkilemektedir. Ters faylarda, zemin yüzeyi yakınında eğimler dereceli olarak azalmaktadır. Buna karşılık normal faylarda, fay düzlemleri anakaya-toprak zemin dokunağında kırılmakta ve zemin yüzeyine yaklaşırken eğimleri artmaktadır. Normal faylarda

bu tür kırılma ve eğim artması çekim fayları (grabenler) oluşturmaktadır. Doğrultu atımlı faylarda kırık zonu çiçek yapısı oluşturmakla beraber, yüzey yakınında, deprem kırığı, hemen alttaki anakayadaki düşey fay düzleminin yönelimiyle hemen hemen aynı yönelimde gelişmektedir. Bu tür faylarda göreceli hareket, anakayadaki fay üzerinde yer alan toprak zeminde, nispeten dar bir zon içerisinde gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle yırtılmanın başlamasıyla birlikte, hareket ince, belirgin bir fay düzlemi boyunca oluşmaktadır. Buna karşılık sünümlü malzemelerde ise faydaki hareket, belirgin bir kesme kırıkları gelişmeksizin yüzeyde bükülmeler şeklinde gelişmektedir. Bir yandan fay zonu boyunca hareketler, tek bir kırık boyunca yoğunlaşmakta ve böylece bu tür fay zonları ile ilgili sorunlar, yerel ölçekte dar zonlar içerisinde sınırlı kalmaktadır. Diğer yandan bazı faylarda ise hareketler, ana faydan belirli uzaklarda ikincil faylar ya da kırıklar şeklinde geniş bir deformasyon zonu içerisinde gerçekleşmekte ve mühendisler sadece ana fay izine yoğunlaşmakta güçlüklerle karşılaşmaktadır.

Ters faylanma sırasında, taban bloğu üzerinde bir zorlanma olurken tavan bloğunun aşağıya doğru bükümlenmesi, önemli ikincil deformasyonlara neden olmaktadır. İkincil faylardaki hareket ve tansiyon kırıkları, oldukça yamulmuş tavan bloğunda oluşurken, halbuki taban bloğunda herhangi bir deformasyon gerçekleşmemektedir. Buna karşılık, normal faylarda taban bloğunda herhangi bir hareket gözlenmezken, tavan bloğunda ikincil deformasyonlar gerçekleşmektedir. Normal faylanma sırasında tavan blokta gerçekleşen kırılma, ters faylanma sırasında tavan blokta gerçekleşen kırılmadan daha az olmaktadır. Genellikle eğim atımlı faylara göre doğrultu atımlı faylarda ikincil fay hareketleri ve deformasyon zonu, çok dar bir zon içerisinde gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle kırık zonu oldukça dar olmakta ve fay bitişiğindeki ana kaya oldukça az deformasyona uğramaktadır.

Arazi gözlemleri, yüzey kırıkları boyunca herhangi bir noktadaki ortalama yerdeğiştirme miktarının, en büyük yerdeğiştirme miktarının hemen hemen yarısına (0.2 – 0.8) eşit olduğunu göstermiştir. Ana fay izinden 12 km uzaklığa kadar yer alan ikincil kırıklardaki yerdeğiştirme miktarı, ana fay izindeki yerdeğiştirme miktarının % 20'si kadar olabilmektedir. Gravite etkileri dikkate alınmadığında, normal faylarda, alüvyal çökellerde yerdeğiştirme miktarı, anakayadaki yerdeğiştirme miktarından daha küçük olmaktadır. Benzer şekilde

ters faylarda, sarplık yüksekliği anakayadaki düşey ötelenmeden daha küçük olmaktadır. Kum kutusu deney sonuçları, ters faylarda yüzeydeki sarplıkların yüksekliklerinin, tabandaki ötelenme miktarının %20 - %40'ı arasında; normal faylarda ise %70 - %100'ü arasında değiştiğini göstermiştir. Kum-kutusu deney sonuçları, kuru kumlarda bir kırığın tabandan yüzeye kadar ilerleyebilmesi için, üstteki zemin kalınlığının % 1 - 15'i kadar bir taban ötelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Sıkışabilir gevşek kumlarda bir kırığın yüzeye çıkabilmesi için, daha sıkı kumlardakine göre daha büyük bir taban ötelenmesi gerekmektedir. Kırık zemin yüzeyine doğru yayılırken, faydaki hareket miktarı, toprak zeminlerde olduğu gibi, oldukça kırıklı kayaçlar içerisinde de azalma eğilimi göstermektedir. Gerek arazi gözlemleri gerekse laboratuvar deney sonuçları, hem gerilme hem de kinematik özelliklerin anakayadaki faylanma üzerinde yer alan zeminin davranışlarını denetlediklerini göstermiştir.

Bir fay üzerinde ya da civarında bir mühendislik projesi ya da yapısı tasarımında, o fayın diri olup olmadığını tanımlamak her zaman yeterli değildir. Tasarımda temel yaklaşım, o proje ya da yapının ömrü içerisinde olabilecek olası bir depremle ilgili olarak, yüzey faylanmasının tipi, yeri, yerdeğiştirme miktarı ve deprem yinelenme olasılığını kestirebilmeye dayanır. Bir başka deyişle yapı "tasarım olayına" göre tasarlanır. Tasarım olayı (deprem büyüklüğü ve yerdeğiştirme miktarı), zamana bağlı olmaksızın "olabilecek en büyük deprem" ya da belli bir zaman periyodu içerisinde "beklenen en büyük deprem" olarak tanımlanabilir. Hayati sistemlerde faylanma sonucu oluşabilecek ötelenme miktarı, gerilme ve daralma, fay tipine, yapının fay düzlemine göre yönelimine, yerdeğiştirme miktarına ve fay düzleminin eğim açısına bağlıdır. Çarpılma miktarı ve deformasyon, ayrıca fay tipi ve yerel zemin koşullarına bağlıdır. Önemli yüzey faylanmaları ile karşı karşıya kalacak diri faylar üzerinde yer alan ya da tasarlanacak hayati sistemler için alınabilecek hafifletme önlemleri; 1- faydan uzaklaşmak, 2- beklenen yerdeğiştirme miktarına göre tasarım yapmak, 3- hızlı bir onarıma olanak verecek ihtimal planları hazırlamak olarak sıralanabilir.

DİRİ FAYLAR ETRAFINDA TAMPON BÖLGE (EMNİYETLİ KUŞAK) OLUŞTURMA ESASLARI – FAY YASASI

Ramazan DEMİRTAŞ

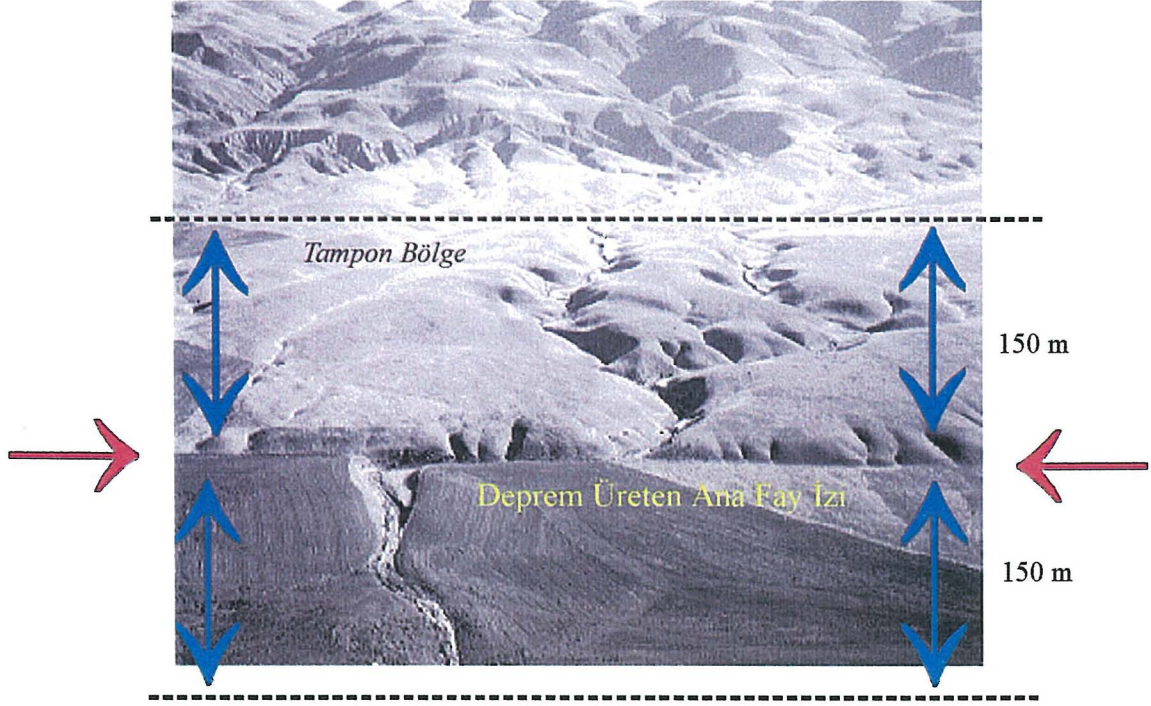
Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara

ÖZ

Bu yazıda, Kaliforniya Eyaleti'nde bilinen diri faylar etrafında tampon bölgeler oluşturulmasına ilişkin ölçütleri içeren yasal düzenlemelerden bahsedilecektir. Yapıların yer sarsıntısına karşı dayanıklı olmasını sağlayacak tasarım ölçütleri geliştirilmiştir. Benzer şekilde faylanma ve deprem etkilerini en aza indireyecek ölçütlere ilişkin güvenlik amaçlı bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Ancak diri ya da potansiyel diri faylar yakınında yapılacak yapılarla ilgili sadece birkaç yasal düzenleme bulunmaktadır. Örneğin, dünyanın 28 ülkesinde Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmelikleri bulunmaktadır. Ancak bunların hiç biri diri faylar yakınında yer alan yapılarla ilgili ölçütler içermemektedir. Bazı yapı yönetmelikleri ve düzenlemeler, diri ve potansiyel faylar civarında "tampon bölgeler" oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde diri ya da potansiyel diri faylar yakınında yer alan yapılar için tampon bölgelerinin oluşturulmasında bazı ölçütler geliştirilmiştir. Ancak bu tampon bölgeler, alüvyonlar içerisindeki yırtılma şekilleri ve uygun ölçütler dikkate alınmayarak oluşturulmaktadır. Örneğin:

- (1) Sıvılaşmış Doğal Gaz tankı, diri bir faydan en az 35 metre uzaklıkta yer alması gerekmektedir;
- (2) Sıvılaşmış Doğal Gaz depolama tankı (temel 1.5 m'den daha derin olduğu zaman), Kuvaterner'den beri yüzey faylanması oluşturmuş bir faydan en az 1.6 km uzaklıkta bulunması gerekmektedir;
- (3) Nükleer Santrallerin yeri için ayrıntılı jeolojik-jeoteknik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Faylanma sırasındaki yerdeğiştirmelere karşı santralin içerisindeki bazı yapıların, sistemlerin ve elemanların işlevini engellemeyecek şekilde güvenliğini sağlayacak, yüzey faylanmasına ilişkin esaslar gerekmektedir. Tasarım hazırlıkları, nükleer santralin herhangi bir bölümünde herhangi bir yönde yüzey faylanmasına maruz kalacağı varsayımına dayanılarak yapılmalıdır;

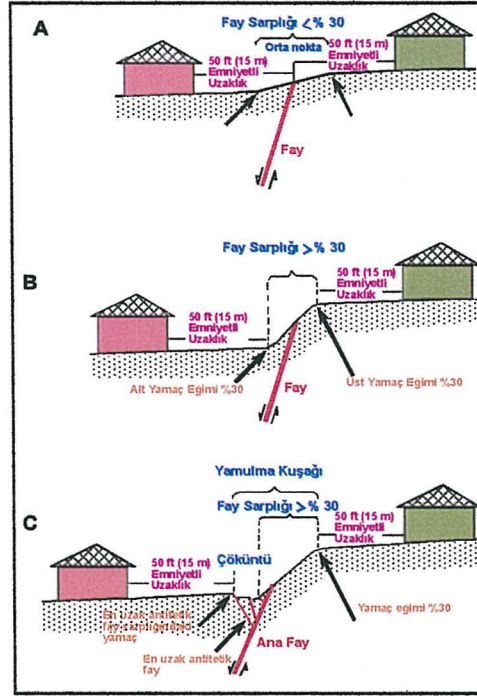
- (4) Alquist-Priola Özel Çalışma Zonları Yasası (Deprem Fay Zonları Yasası), diri fay üzerinde yerleşim amaçlı hiç bir yapıya kesinlikle izin verilmeyeceğine dair esaslar getirmektedir.



Şekil. San Andreas Fayı'nın Carrizo Plain, Wallace Creek bölgesinde tampon bölge oluşturmaya bir örnek.

Alquist-Priola Özel Çalışma Zonları Yasası, 22 Aralık 1972 günü yasalaşmış ve 7 Mart 1973 günü yürürlüğe girmiştir. Kamu Kaynakları Yasası Taksim 2, Bölüm 7.5'de toplanılan yasada yedi kere değişiklik yapılmıştır. Yasanın amacı, Kaliforniya Eyaleti'ndeki deprem üreten diri fayları tanımlamak, özel jeolojik araştırmaların yapılması gereken alanları belirlemektir. Yasa gereği, Kaliforniya Eyaleti'nde bilinen diri faylar boyunca Özel Çalışma Zonlarını (Tampon Bölgeleri) belirlemek, tehlike zonları ile ilgili haritaları derlemek, yayınlamak, şehir – ilçe- (yerel yönetimler) ilgili devlet kurumlarının hizmetine sunmak, yeni verileri gözden geçirmek ve yerel yönetimlerce bildirilen feragat talebini onaylamak amacıyla *Devlet (Eyalet) Jeologuna* (Maden ve Jeoloji Dairesi Başkanı) gereksinme duyulur. *Eyalet Madencilik ve Jeoloji Kurulu*, şehir ve ilçe yönetimlerinin yasayı uygulayabilmesi için gerekli politika ve ölçütleri belirler ve

Danışma Kurulu olarak hizmet verir. Dokuz üyeden oluşan Kurul, Eyalet Başkanı tarafından atanır. **Şehir ve İlçe Yönetimleri**, yasa gereği, yasa, yönetmelik ve tüzükleri yürürlüğe koyar, Özel Çalışma Zonları Haritaları'nı ilan eder, Proje ruhsatı vermeden önce gerekli jeolojik raporları ister ve onaylar.



Fay Sarplığına göre en düşük (minimum) emniyetli uzaklık sınırının şematik gösterimi. Tavsiye edilen uzaklık A: sarplık eğimi % 30 dan düşük olan kesimde sarplık orta noktasından 60 ft (16m), B: sarplık eğimi % 30 dan yüksek olan kesimde sarplık yamaç eğiminin alt ve üst kesiminden 60 ft (16m), C: sarplık yamaç eğimi % 30 dan büyük ve çöküntü olması durumunda, sarplık üst kesiminden ve en uzak antitetik faydan 60 ft (16 m) uzaklık (McCalpin 1987).

Yasada Devlet Madencilik ve Jeoloji Kurulu tarafından *son 11 yıl (Holosen)* içerisinde hareket etmiş ya da yüzey faylanması meydana getirmiş bir fay *diri fay* olarak tanımlanmıştır. 1977 yılından önce Kuvaterner'de (son 1.6 milyon yıl) yüzey faylanması oluşturmuş faylar " *Potansiyel diri faylar* " olarak tanımlanmış ve kuşaklama yapılmıştır. Ancak program geliştirildikçe, eyalet içerisinde çok sayıda potansiyel diri fayın (Kuvaterner fayları) olduğu gözlenmiş ve bu fayların tümünü kuşaklamanın anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır. 1975 yılı sonlarına doğru Eyalet jeologu, yüzey faylanma oluşturma potansiyeli yüksek olan bu tür potansiyel diri fayların kuşaklanması için bazı politika ve ölçütler geliştirmiştir. 1977 yılından itibaren Kuvaterner'de yüzey faylanması meydana getirmiş faylarla ilgili deliller kuşaklama kriteri olarak kullanılmamaya başlanmıştır. Yasada ismi geçen dört ana fay (San Andreas Fayı, Calaveras Fayı, Hayward Fayı ve San Jacinto Fayı) dışında diğer fayları kuşaklamada kolaylık sağlamak için " *yeterince diri ve kesin diri fay* " terimleri tanımlanmıştır. Bir fayın

bir ya da birkaç parçası ya da kolu, Holosen içerisinde yüzey faylanması meydana getirmişse, o fay yeterince diri fay; herhangi bir jeoloji eğitimi almış jeolog tarafından zemin yüzeyinde ya da hemen altında yer alan herhangi bir fiziksel özelliğe bağlı olarak kolayca tanımlanan herhangi bir fay kesin diri fay olarak tanımlanmaktadır.

1 Ocak 1992 tarihi itibarıyla toplam 534 adet Resmi Özel Çalışma Zonları (deprem fay zonları) Haritaları (tampon bölge oluşturulmuş diri faylar) yayımlanmıştır. Bu haritalardan 124 adeti revize edilmiş ve 2 adeti iptal edilmiştir. Kaliforniya Eyaleti'nde 36 ilçe ve 92 şehir, Özel Çalışma Zonları kapasamına girmiştir. Özel Çalışma Zonları, 1:24.000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerine çizilir. Kuşak (koruma bölgeleri) sınırları, dönüş noktaları arasında düz çizgilerle gösterilir. Dönüş noktaları, yollar, dereler gibi belirgin yapılarla uyumlu olarak seçilir. 1974 ve 1976 yıllarında yayımlanmış Özel Çalışma Zonları haritalarında gösterilen faylar, arazide denetlenmemiştir. Ancak 1 Ocak 1977 tarihinden itibaren kuşaklanmış fayların hemen hemen tamamının yeterince diri ve kesin diri fay kriterlerine uygun olup olmadığı konusunda arazide denetlenme yoluna gidilmiştir.

Yasa gereği, diri faylar üzerinde "*proje (yerleşim amaçlı yapı)*" olarak tanımlanan insan barınması için gerekli hiç bir yapıya izin verilemez. Ayrıntılı jeolojik çalışmalar yapılmadıkça ve yapıncaya kadar, *bir diri fay izinin her iki tarafından 15'şer metrelik uzaklık* içerisinde yer alan kuşakda fayın diri kollarının uzanabileceği varsayılır. Elbette bu 15 metre ölçütü, faydan en düşük uzaklığı ifade etmektedir. Buna karşılık yasa, gökdelenler, hastaneler ya da okullar gibi kritik yapılar için çok daha sıkı ölçütler içermektedir. Önceki haritalarda kuşak sınırları, *kesin olarak belirlenmemiş fay izleri ve diri kollarından itibaren 200'er metre uzaklıklardan* geçirilmiştir. 1977 yılından itibaren Kuşaklama *Sınırları ana faylardan itibaren 150'şer metre; kesin olarak belirlenmiş küçük faylardan itibaren 60 ile 90'ar metre uzaklıklardan* geçirilmiştir. Ancak yerel olarak karmaşık olan faylar ve düşey olmayan faylar (ters ve normal faylar) da bu kriterler geçerli kılınmamıştır. Sismik sarsıntı sonucu ikincil etkilerden (heyelan, farklı zemin oturmaları, sıvılaşma) ileri gelen yüzey kırıkları haritalarda ihmal edilmekte ve kuşaklamada bir ölçüt olarak kullanılmamaktadır.

Yasada gevşek çökellerin olduğu bölgelerde kırık ilerleme şekilleri esasına dayanan tampon bölgeler ile ilgili hiç bir ölçüt yer almamaktadır. Bu amaçla bu yazıda, ayrıca bu tür gevşek zeminlerin bulunduğu bölgelerde, yüzey kırıklarının olası yerleri, etkilenme zonlarının genişlikleri ve olası fay sarplık yükseklikleri esas alınarak tampon bölgelerinin nasıl oluşturulacağı konusunda kısa bilgiler sunulmaktadır.

Kamuoyuna hizmet amacıyla Özel Çalışma Zonları haritaları satışa sunulmuştur. Ayrıca Maden ve Jeoloji Dairesi'nin herhangi bir bürosuna ya da Özel Çalışma zonları kapsamında yer alan tüm şehir ve ilçelerdeki planlama Müdürlükleri'ne başvurulabilir. Özel Çalışma Zonları Haritalarının kopyalarının yapılabileceği çoğaltılabilir kalıpları (1/24.000), kuşaklanma yapılmış her bir şehir ve ilçeden temin edilebilir. Şehir ve ilçe yönetimlerinden haritaları elde edemeyenler için "Blue Print Service Company" şirketi ile bir antlaşma yapılmıştır. Bu şirket sipariş verilerek istenilen haritaların mavi baskı kopyaları temin edilebilir. Bu haritaların fiyatları önemsiz miktarlarda olup sadece yapılmış masrafları kapsamaktadır. Bu haritalar Maden ve Jeoloji Dairesi'nde satılmamaktadır.

POSTERLER

HERSEK DELTASI'NDA KUZEY ANADOLU FAYI'NIN YALOVA SEGMENTİ ÜZERİNDE PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

Özgür KOZACI¹, Erhan ALTUNEL², Scott LINDVALL³, Aykut BARKA¹,
Charles BRANKMAN³, William LETTIS³

1 İstanbul Teknik Üniversitesi

2 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

3 William Lettis&Associates Inc.

ÖZ

Bu çalışmada paleosismoloji yöntemi ile Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Hersek Deltası'ndaki fay geometrisi belirlenmiştir. Bu çalışmalar kapsamında stereografik hava fotoğrafları incelenmiş, mikrotopografya haritalarından sayısal yükseklik haritaları elde edilmiş, inceleme alanının jeoloji ve jeomorfoloji haritaları yapılmış, delta üzerinde VLF ve sismik yansıma jeofizik yöntemleri uygulanmış, fay kazıları yapılmış, inceleme alanının arkeosismoloji ve dendrosismoloji potansiyeli değerlendirilmiş, elde edilen veriler için yarı elastik uzayda sonlu elemanlar kullanarak deformasyon modellemeleri yapılmıştır. Modellemelerde karada yapılan fay kazısı ve sismik veriler kullanılmış, daha önce yapılan deniz içi araştırma sonuçları ile uyumu karşılaştırılmıştır. Tüm bu araştırmalar sonucunda Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Hersek Delta'sının doğusunda sola sıçrama yaptığı ve inceleme alanındaki morfolojiyi bu şekilde oluşturduğu ortaya konmuştur.

DELİLER FAYININ (SİVAS GÜNEYİ) AKTİVİTESİ VE PALEOSİSMİSİTESİ

H. Serdar AKYÜZ¹, G. UÇARKUŞ², Ç. YALÇINER³, E. EVREN²,
B. DOĞAN¹

1 İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı
2 İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü
3 Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

ÖZ

Deliler Fayı, Şaroğlu ve diğ. (1991) tarafında hazırlanan Türkiye diri fay haritasında Sivas güneybatısı ile Kayseri kuzeydoğusu arasında yer alan yaklaşık 100 km uzunlukta bir olası aktif fay olarak gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı Deliler fayının aktivitesinin ve paleosismik özelliklerinin ve Anadolu'nun levha içi deformasyonundaki yerinin araştırılmasıdır. Deliler fayı batıda Sarioğlan beldesi'nin doğusundan başlar ve Gemerek-Şarkışla güneyinden yaklaşık K60-70D konumla geçerek Ulaş ilçesi yakınlarına kadar devam eder. Ulaş batısında yapılan gözlemlerde Deliler fayının aktif olduğunu ve belirli alanlarda morfolojiyi denetlediği görülmüştür. Sol yanal ötelenmiş dereler, çizgisel şevler, uzamış tepeler bu fayın aktif olduğunu göstermektedir. Belirlenen fay geometrisi üzerinde yapılan jeofizik ölçümler de bu süreksizliği ortaya koymaktadır. Ulaş'ın 30 km güneybatısındaki Altınyayla havzası, segmentler arasındaki sola sıçrama nedeniyle açılmış bir çek-ayır havzasıdır. Altınyayla çek-ayır havzasının uzun eksenine dayanarak Deliler Fayı üzerindeki toplam atımın yaklaşık 10 km olduğu söylenebilir. Deliler Fayı, geometrik sürekliliği ve benzer kinematiki nedeniyle sol-yanal atımlı olduğu bilinen Ecemiş ve Kayseri faylarının devamı olarak düşünülmektedir. Ulaş-Altınyayla arasındaki Boğazdere ve Alaca köyleri civarında yapılan fay kazısı çalışmalarında süreksizlikler belirlenmiştir, ancak deprem tekrarlanmasına yönelik veriler elde edilememiştir. Trençlerden alınan karbon örnekleri en azından sismik olarak sakin görülen bu bölgedeki son depremi yaşlandırmamıza olanak sağlayacaktır.

GÖKOVA FAY ZONUNUN PALEOSİSMİSİTESİ

H. Serdar AKYÜZ¹, E. ALTUNEL², A. BARKA³

1 İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Genel Jeoloji Anabilim Dalı, İstanbul

2 Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Eskişehir

3 İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul

ÖZ

Gökova Körfezi'nin kuzey kenarını sınırlayan doğu – batı uzanımlı Gökova Fay Zonu, GB Anadolu' nun önemli aktif tektonik yapılarından biridir. Kuzeydeki yüksekliklerden körfeze akan dereler körfezin kuzeyinde değişik boyutlarda deltalar oluştururlar ve bu deltalar kuzeyde fay zonu ile sınırlanmıştır. Morfolojik olarak çok belirgin olan Gökova Fay Zonu'na ait en belirgin fay şevleri Ören kasabası civarında yer alır. Ören kasabası ile termik santral arasında kireçtaşlarında görülen ve süreklilik gösteren fay, santral ile Türkevleri arasında alüvyon içinde 2.5 m ye varan belirgin bir şev sunmaktadır. Tarihsel dönemlerde oluştuğu düşünülen bu şevin doğuya doğru devamı büyük deltanın GB ucuna kadar uzanır. Ören kasabasının kuzeyini sınırlayan şevlerde Keramoslar'a ait kaya mezarları bulunmaktadır. Mezarların ne zaman inşa edildikleri bilinmemekle beraber, Keramoslar'ın yaklaşık 2000 yıl önce bu bölgede yaşadığı bilindiğinden, bu şevler Keramoslar'dan önce oluşmuş olmalıdır. Fay üzerindeki yerdeğişirmeleri belirlemek ve deprem tekrarlanma aralıklarını araştırmak amacıyla Ören Kasabası ile santral arasında iki ayrı yerde fay kazısı yapılmıştır. Birinci kazıdan elde edilen veriler, bu fay şevinin tarihsel bir depremi içerebileceğini ortaya koymuştur. İkinci kazı içinde iki uyumsuzluk yüzeyi belirlenmiştir. Ana faya paralel olan alttaki uyumsuzluk tektonik, yataya yakın üstteki uyumsuzluk ise iklimsel değişimler ile açıklanabilir. Biri tektonik uyumsuzluğun hemen üstünden, diğeri iklimsel uyumsuzluğun hemen altından alınan iki örnekte yapılan C¹⁴ yaş analizleri, birinci örnek için 14.670±70, ikinci örnek için ise 10.310±60 yıl vermişlerdir. Bu yaş verilerine göre Holosen öncesi çökme hızı yaklaşık 1 m / 2000 yıl olarak belirlenmiştir.

DENİZLİ NEOJEN İSTİFİNDEKİ ESKİ SIVILAŞMA İZLERİ

Savaş TOPAL, Mehmet ÖZKUL

Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20017, DENİZLİ

ÖZ

Bu çalışma, Denizli il merkezi ve yakın çevresinde yüzeyleyen Neojen dolgusundaki eski sıvılaşma izlerinden yararlanarak, çökellemeyle eş yaşlı ve çökelleme sonrası meydana gelmiş olası büyük depremlerin varlığının kanıtlanmasını amaçlamaktadır. KB-GD uzanımlı Karakova yükselimi boyunca yüzeylenmiş olan Denizli Havzası Neojen çökelleme istifinin kum ve çakıllı kumlardan oluşan orta ve üst düzeyleri yoğun sıvılaşma yapıları içerir.

Sismik olayların (deprem) en belirgin kanıtlarından biri sıvılaşmadır. Eğer sismik olaylar belirli bir büyüklüğün üzerinde olursa, yeraltı suyu taşıyan çökellerin dinamik yükler altındaki sıkışma hali, yani suya doygun taneli materyalin makaslama gerilmesinin kaybı olarak bilinen sıvılaşmaya yol açar. Sıvılaşan malzeme, deprem öncesinde gösterdiği katı davranış yerine, bir sıvı gibi davranarak, suyla birlikte yüzeye doğru hareket eder ve yüzeyden çıkmaya başlar, herhangi bir sebeple yüzeye ulaşamadığı durumlarda ise kum daykları oluşur. Sıvılaşan malzeme genellikle silt-kum boyutundadır. Yapılan bazı çalışmalarda çakıl boyu kaba taneli çökellerin de sıvılaşabileceği belirtilmiştir.

Eski sıvılaşma izleri paleosismolojik çalışmalarda kullanılan en önemli verilerden birisidir. Bu tür eski sıvılaşmalar için ön görülen en düşük deprem büyüklüğü 5-5,5M olarak kabul edilir.

Bazı dayklardaki çakıl boyutlarının kaba olması, bu dayk oluşturulan depremin büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Sıvılaşma olgusu genelde kum boyutundaki zeminler içinde yaygın olarak meydana geldiğinden, sıvılaşan zeminin tane boyu arttığında sıvılaşma zorlaşmaktadır. Dolayısıyla çakıl boyutundaki çökellerin sıvılaşabilmesi için çökelleme ortamına gelen maksimum yer ivmesinin ve deprem büyüklüğünün artması söz konusudur.

İnceleme alanında gözlenen kum ve çakıllı kum dayklarında yapılan paleosismolojik analizler, bölgede Geç Miyosen'den bu yana çökellemeyle eş yaşlı ve çökelleme sonrası büyük depremlerin olduğunu kanıtlamaktadır.

ADI, SOYADI	E-MAIL ADRESİ	KURUMU
AKAR, SALİH		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
AKOĞLU, AHMET M.		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ 806262 MASLAK - İSTANBUL
AKTAR, MUSTAFA		BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ KANDİLLİ RASATHANESİ VE DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ ÇENGELKÖY - İSTANBUL
AKYÜZ, SERDAR	akyuz@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ 806262 MASLAK - İSTANBUL
AKYÜZ, UMUT		OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR
ALGAN, OYA	algan@istanbul.edu.tr	İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ VEFA - İSTANBUL
ALPAR, BEDRİ		İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ VEFA - İSTANBUL
ALTINER, Y.		BKG, FRANKFURT - ALMANYA
ALTINOK, YILDIZ		İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ AVCILAR - İSTANBUL
ALTUNEL, ERHAN	ealtunel@ogu.edu.tr	OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR
AWATA, YASUO	awata-y@aist.go.jp	GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN
AYHAN, MEHMET EMİN	eayhan@hgk.mil.tr	HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI JEODEZİ DAİRESİ - ANKARA
BARKA, AYKUT		...
BAŞ, MAHMUT		İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ZEMİN VE DEPREM İNCELEME MÜDÜRLÜĞÜ İSTANBUL
BAYKAL, ORHAN		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
BAYRAK, YUSUF		KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ - TRABZON
BELGEN, ALPAY		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
BİÇMEN, FARUK		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
BİLGİ, SERDAR		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL

BİRİNCİ, B.		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
BRANKMAN, CHARLES		WILLIAM LETTIS&ASSOCIATES INC. DEPT. OF EARTH AND PLANETARY SCIENCE, UNIV. OF CALIFORNIA, BERKELEY, ABD.
BÜRGMANN,R.		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
CANAN, SÜLEYMAN		KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ KOCAELİ
CANBAY, M.		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN- EDEBİYAT FAKÜLTESİ MATEMATİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ AYAZAĞA - İSTANBUL
CERİT,CEVDET		UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT BERKELEY, LAWRENCE HALL OF SCIENCE, BERKELEY, CA. USA
CUFF, KEVIN		KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ - KOCAELİ
ÇAKIR, Ş.		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
ÇAKIR, ZİYADİN	cakirz@itu.edu.tr	TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
ÇAKMAK, RAHŞAN	Rahsan.Cakmak@posta.mam.gov.tr	TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
ÇETİN, SUNA		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ 80626 MASLAK - İSTANBUL
DEMİRBAĞ, EMİN	demirbag@itu.edu.tr	AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ ANKARA
DEMİRTAŞ, RAMAZAN	demirtas@depem.gov.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ 80626 MASLAK - İSTANBUL
DİKBAŞ, A.		HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ - ANKARA
DİRİK, KADİR	kdirik@hacettepe.edu.tr	MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
DOĞAN, AHMET	dogan@mta.gov.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MASLAK - İSTANBUL
DOĞAN, BÜLENT		MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
DUMAN, TAMER YİĞİT	tduman@mta.gov.tr	MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLJİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
EMRE, ÖMER	emre@mta.gov.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
ERDEN, TURAN		

ERGİN, MEHMET		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
ERGİNTAV, SEMİH	Semih.Ergintav@posta.mam.gov.tr	TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
EVREN, EMRE		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
EYİDOĞAN, HALUK		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
GÖKTEN, ERGUN	Y.Ergun.Gokten@eng.ankara.edu.tr	ANKARA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANKARA
GÖKTÜRKLER, GÖKHAN	gokhan.gokturkler@deu.edu.tr	DOKUZEYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ TINAZTEPE YERLEŞKESİ BUCA-İZMİR
GÖRÜR, NACİ	director@yunus.mam.gov.tr	TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
HALBACH, PETER	hbrumgeo@mail.zedat.fu-berlin.de	FREE UNIVERSITY OF BERLIN, GERMANY
İLERİ, NAZİM		ANKARA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANKARA
İNAN, SEDAT	sedat.inan@posta.mam.gov.tr	TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
İNCE, CANKUT D.		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
INTHORN, MAIK		FREE UNIVERSITY OF BERLIN, GERMANY
KAFAROV, REŞAT		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
KALAFAT, DOĞAN	kalafato@boun.edu.tr	BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ KANDİLLİ RASATHANESİ VE DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ ÇENGELKÖY - İSTANBUL
KARABACAK, VOLKAN		OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR
KARAKAŞ, DURAN		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
KARAMAN, HİMMET		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL

KAYPAK, BÜLENT	kaypak@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
KAZANCI, NİZAMETTİN	nkazanci@penta.gyte.edu.tr	ANKARA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANKARA
KIRMAN, EDİZ		ANKARA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANKARA
KOÇYİĞİT, ALİ	akoc@metu.edu.tr	ORTADOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANKARA
KONDO, HISAO		UNIVERSITY OF HIROSHIMA DEPARTMENT OF GEOGRAPHY HIROSHIMA - JAPAN
KOZACI, ÖZGÜR	ozgurkozaci@yahoo.com	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
KÖSE, ONUR	onurkose@vyu.edu.tr	YÜZÜNCÜYIL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEVE-VAN
KUHN, THOMAS	Thomas.Kuhn@mineral.tu-freiberg.de	TECHNICAL UNIVERSITY OF FREIBERG, GERMANY
KURT, A.İ.		HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI JEODEZİ DAİRESİ - ANKARA
KURT, LEVENT		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
KURTULUŞ, CENGİZ		KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ - KOCAELİ
KUŞÇU, İSMAİL	environ@mta.gov.tr	MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLojİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
LENK, ONUR		HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI JEODEZİ DAİRESİ - ANKARA
LETTIS, WILLIAM		WILLIAM LETTIS&ASSOCIATES INC.
LINDVALL, SCOTT		WILLIAM LETTIS&ASSOCIATES INC.
MATSUOKA, HIROMI	matsuoka@cc.kochi-u.ac.jp	KOCHI UNIVERSITY DEPARTMENT OF GEOLOGY KOCHI-JAPAN
McCLUSKY,S.		DEPT. OF EARTH ATMOSPHERIC AND PLANETARY SCIENCE, M.I.T.CAMBRIDGE, ABD.
NAKAIDO, TAKAHIRO		KOCHI UNIVERSITY DEPARTMENT OF GEOLOGY KOCHI-JAPAN
NALBANT, SÜLEYMAN	SS.Nalbant@ulster.ac.uk	GEOPHYSICAL RESEARCH GROUP, UNIV. OF ULSTER, N. IRELAND
OCAKOĞLU, FARUK		OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR
OKAMURA, MAKOTO	mako-ok@cc.kochi-u.ac.jp	KOCHI UNIVERSITY DEPARTMENT OF GEOLOGY KOCHI-JAPAN
ORHAN, AHMET		OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR

ÖZALAYBEY, SERDAR		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
ÖZALP, SELİM	ozalps@mta.gov.tr	MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLojİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
ÖZENER, H.		BOĞAZIÇI ÜNİVERSİTESİ KANDİLLİ RASATHANESİ VE DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ ÇENGELKÖY - İSTANBUL
ÖZER, CİHANGİR		MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ KOCAELİ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ - KOCAELİ
ÖZKAYMAK, ÇAĞLAR		YÜZÜNCÜYIL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEVE-VAN
ÖZKUL, MEHMET		PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ DENİZLİ
ÖZTÜRK, SERKAN	s_ozturk@risc01.ktu.edu.tr	KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ - TRABZON
REILINGER,R.E.		YER KAYNAKLARI LABORATUVARI, MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ CAMBRIDGE - ABD
RICHTER, STEFFEN		FREE UNIVERSITY OF BERLİN, GERMANY
SAATÇILAR, RUHİ		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
SAKİ-YALTIRAK, KEZBAN		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ AYAZAĞA - İSTANBUL
SARAÇ, GERÇEK		MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLojİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
SCHMALE, OLIVER		UNIVERSITY OF HAMBURG, GERMANY
SEIFERT, RICHARD		UNIVERSITY OF HAMBURG, GERMANY
SELVİ, O.		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
SEYİS, CEMİL		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
STEWART, IAN		BRUNEL UNIVERSITY DEPT. OF GEOGRAPHY AND EARTH SCIENCES, UXBRIDGE LONDON-UK
ŞAROĞLU, FUAT	fsaroglu@petrol.tpao.gov.tr	TPAO ARAMA GRUP BAŞKANLIĞI ANKARA
ŞATIR, DİLEK	satirdi@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ AYAZAĞA - İSTANBUL
TAN,E.		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
TAPIRDAMAZ, CENGİZ		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ

TARANCIOĞLU, ADİL		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
TARI, ERGİN		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
TARI, UFUK		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MASLAK - İSTANBUL
TOKAY, FATMA		MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLOJİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
TOPAL, SAVAŞ	savastopal@pamukkale.edu.tr	PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ DENİZLİ
TÜRKEZER, A.		HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI JEODEZİ DAİRESİ - ANKARA
TÜYSÜZ, OKAN	tuysuz@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MASLAK - İSTANBUL
UÇARKUŞ, GÜLSEN	ucarkusl@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ AVRASYA YERBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MASLAK - İSTANBUL
YAKAN, HAKAN		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ
YALÇINER, C.Ç.		OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ESKİŞEHİR
YALTIRAK, CENK	valtirak@itu.edu.tr	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MADEN FAKÜLTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
YAMAMORI, KUNIO		KOCHI UNIVERSITY DEPARTMENT OF GEOLOGY KOCHI-JAPAN
YAVAŞOĞLU, HAKAN		İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT FAKÜLTESİ JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ MASLAK - İSTANBUL
YILDIRIM, CENGİZ		MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ JEOLOJİ ETÜTLERİ DAİRESİ 06520 ANKARA
YOĞURTÇUOĞLU, A.		KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ ÖMER İSMET UZUNYOL MESLEK YÜKSEK OKULU - KOCAELİ
YÖRÜK, AHMET		TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ YER-DENİZ BİLİMLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ GEBZE-KOCAELİ

ATAG-6

21 KASIM 2002

S A B A H	9:00-9:30	Kayıt
	9:30-10:00	Saygı Duruşu ve Açılış
	1. OTURUM (BAŞKAN: FUAT ŞAROĞLU) MARMARA DENİZİ	
	10:00-10:20	Marmara Denizi Aktif Faylarının Araştırılmasında Kullanılan Sismik, Batimetrik ve Sonar Çalışmaları: Jeofizik Açından Yöntem ve Sonuçların Genel Bir Değerlendirilmesi (Emin Demirbağ)
	10:20-10:40	Marmara Örgütü Fay Sisteminde Aşmalı Deprem Serileri Modeline Göre Tarihsel Depremlerin Yerleri ve Günümüzde Deprem Olasılıkları (Cenk Yalıtırak, Cevdet Cerit, Kezban Saki-Yalıtırak)
	10:40-11:00	Marmara Denizi (Tekirdağ Açıkları) Derin Sedimanlarında Metan Varlığı ve Bunun Tektonik Yapı ile İlişkisi (İsmail Kuşçu, Oya Algan, Peter Halbach, Maik Inthorn, Thomas Kuhn, Steffen Richter, Richard Seifert, Oliver Schmale)
	ARA	
	2. OTURUM (BAŞKAN: ALİ KOÇYİĞİT) MARMARA DENİZİ ÇEVRESİ	
	11:15-11:35	Güney Marmara Kıyıları ve Tsunami Tortulu Arama Çalışmalarının Ön Sonuçları (Nizamettin Kazancı, Ediz Kırman, Ömer Emre, Ahmet Doğan, Selim Özalp)
	11:35-11:55	Marmara Bölgesinde Yapılan GPS Çalışmalarının ve MAGNET'in Son Durumu (Rahşan Çakmak, Semih Ergintav, R. Bürgmann, S. McClosky, R.E. Reilinger, O. Lenk, Aykut Barka, H. Özener)
11:55-12:15	Tekirdağ-Çerkezköy İlçesinde Yer Mühendislik Özelliklerinin Jeofizik Ölçümler, Jeolojik Gözlemler ve Jeotektonik Deneylerle Belirlenmesi (M. Canbay, A. Yoğurtçuoğlu, C. Çakır, Cengiz Kurtuluş)	
12:15-12:35	Marmara Bölgesinde Sismik Aktivite Habercisi Olabilecek Bulguların Araştırılması (S. İnan, C. Seyis, Semih Ergintav, M. Baş, Ruhi Saatçılar, K. Cuff, Naci Görür, S. Canan, A. Belgen, D. Karakaş, S. Akar, L. Kurt, R. Kafarov, Rahşan Çakmak, S. Çetin, H. Yakan)	

ÖĞLE YEMEĞİ ARASI

Ö Ğ L E D E N S O N R A	1. OTURUM (BAŞKAN: NİZAMETTİN KAZANCI) SULTANDAĞI DEPREMİ	
	13:30-13:50	Nature of Neotectonic Regime within the Isparta Angle: Origin of Eğirdir Lake (Ali Koçyiğit)
	13:50-14:10	Akarçay Havzası (Afyon) ve 3 Şubat 2002 Çay-Afyon Depreminin Önemi (Kadir Dirik)
	14:10-14:30	Afyon-Sultandağı Depremi (3 Şubat 2002 Mw=6.2) Artçı Deprem Çalışması (M. Cengiz Tapırdamaz, A. Tarancıoğlu, M. Ergin, Serdar Özalaybey, A. Yörük, Faruk Biçmen, S. Çetin, E. Tan, Mustafa Aktar)
	14:30-14:50	3 Şubat 2002 Afyon-Sultandağı Depremi ve Artçı Sarsıntılarının İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi (Serkan Öztürk, Yusuf Bayrak)
	ARA	
	2. OTURUM (BAŞKAN: EMİN DEMİRBAĞ) BATI ANADOLU'NUN DEPREMSELLİĞİ	
	15:05-15:25	Batı Anadolu'nun Deformasyonu (M. Emin Ayhan, C. Demir, O. Lenk, A. Türker, A.İ. Kurt, Y. Altın, R. Reilinger)
	15:25-15:45	İzmir ve Yakın Çevresinde Üç Boyutlu Sismik Dalga Yayılımı Modellemesi (Gökhan Göktürkler)
	15:45-16:05	Denizli Bölgesi Mikrodrepm Çalışması (A. Tarancıoğlu, M. Cengiz Tapırdamaz, A. Yörük, Faruk Biçmen, M. Ergin, Serdar Özalaybey)
ARA		
3. OTURUM (BAŞKAN: ERDAL HERECE) KUZEY ANADOLU FAYI (1)		
16:20-16:40	Kuzey Anadolu Fay Zonu Güney Kolu Üzerindeki Geyve-Pamukova Havzası Neojen Stratigrafisinin Morfotektoniğinin Analizi (Bülent Doğan, Okan Tüystüz)	
16:40-17:00	Gemlik Fay Zonunun Aktif Tektoniği (Gülşen Uçarkuş, Serdar Akyüz, Aykut Barka)	
17:00-17:20	Gemlik Körfezi'ndeki Aktif Faylar-Ön Bulgular (Selim Özalp, İsmail Kuşçu, Makoto Okamura, Hiromi Matsuoka, Cihangir Özer, Ömer Emre)	
ARA		
4. OTURUM (BAŞKAN: CENGİZ KURTULUŞ) DOĞU ANADOLU'NUN DEPREMSELLİĞİ		
17:35-17:55	Van Şehri Kuzeyi Genç Göl Çökellerinde Aktif Tektonik Bulgular (Onur Köse, Çağlar Özkaymak)	
17:55-18:15	Erzinca Havzası 3D ve Vp/Vs Yapısının Yerel Deprem Tomografisi ile Belirlenmesi (Bülent Kaypak, Haluk Eyidoğan)	
18:15-18:35	Doğal Afetler Nedeniyle Yer Değiştiren Kentlere Bir Örnek: Palu (Fuat Şaroğlu, Ahmet Doğan)	
18:45-20:30	KOKTEYL (MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ)	

ATAG-6		22 KASIM 2002
S A B A H	1. OTURUM (BAŞKAN: ERGUN GÖKTEN) KUZEY ANADOLU FAYI (2)	
	9:15-9:35	Kuzey Anadolu Fayı Sapanca-Gölyaka Segmentinin Aksu Deresi Kesimindeki Yapısal Kontrollü Kütle Hareketleri (Nazım İleri, Ergun Gökten)
	9:35-9:55	Kuzey Anadolu Fayı'nın İsmetpaşa Kesiminde Krip ve 1999 İzmit Depreminin Tetiklediği Hareketler (Ahmet Doğan, Hisao Kondo, Ömer Emre, Yasuo Awata, Selim Özalp, Fatma Tokay, Cengiz Yıldırım)
	9:55-10:15	Akçayşehir Formasyonunun Genel Özelliği ve Kuzey Anadolu Fayı'nın Yaşı ile İlişkisi (Fuat Şaroğlu, Nizamettin Kazancı, Ömer Emre, Gerçek Saraç, Ahmet Doğan)
	ARA	
	2. OTURUM (BAŞKAN: M. EMİN AYHAN) KUZEY ANADOLU FAYI (3)	
	10:30-10:50	Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Anadolu Bölümünün GPS Ölçmeleri İle Güncel Tektonik Özelliklerinin Belirlenmesi (Hakan Yavaşoğlu, Orhan Baykal, Serdar Bilgi, Rahşan Çakmak, Turan Erden, Semih Ergintay, Cankut D. İnce, Himmet Karaman, Ergin Tari, Ufuk Tari, Okan Tüystüz)
	10:50-11:10	1999 İzmit Depreminin Bölgede Neden Olduğu Statik Stress Değişimi ve Bunun Düzce Depremine Olan Etkisi (Ziyadin Çakır, Emre Evren)
	11:10-11:30	Doğu Marmara Bölgesi'ndeki Fayların Morfoloji Evrimine Etkisi (Ufuk Tari, Okan Tüystüz)
	ARA	
	3. OTURUM (BAŞKAN: SERDAR AKYÜZ) KARMA OTURUM (1)	
	11:45-12:05	Güncel Eskişehir Havzası Güneyindeki Terasların Kökeni ve Tektonik Anlamı (Faruk Ocakoğlu)
	12:05-12:25	Mürefte - Şarköy Depremi: Ganos Fayı'nın 9 Ağustos 1912 Depreminde Atımı, Kırık Uzunluğu, Büyüklüğü, Karakteri ve Aynı Yörede Olan Tarihsel Depremler (Cenk Yaltrak, Bedri Alpar, Yıldız Altınok)
	ÖĞLE YEMEĞİ ARASI	
Ö Ğ L E D E N S O N R A	1. OTURUM (BAŞKAN: ERHAN ALTUNEL) PALEOSİSMOLOJİ	
	13:30-13:50	Ecemiş Fayı: Morfotektoniği ve Paleosismolojisi (Dilek Şatır, Okan Tüystüz, Serdar Akyüz)
	13:50-14:10	Çay Depremi (3 Şubat 2002, $M_w=6.2$) Yüzeysel Kırığı Üzerinde Paleosismoloji Çalışmaları (H. Serdar Akyüz, Gülsen Uçarkuş, Dilek Şatır, Özgür Kozacı, A. Dikbaş, B. Birinci)
	14:10-14:30	Doğrultu Atımlı Faylar Üzerindeki Hendek Çalışmalarında Karşılaşılan Bazı Tektono-Sedimanter Yapıların Anlamı (Tamer Y. Duman, Ömer Emre, İsmail Kuşçu)
	ARA	
	2. OTURUM (BAŞKAN: KADİR DİRİK) TARİHSEL DEPREMLER	
	14:45-15:05	Knidos (Cnidus) Antik Kentini Kesen Yüzeysel Kırıkları (Erhan Altunel, Ian Stewart, Aykut Barka)
	15:05-15:25	Pergamon Antik Kentini Etkileyen Tarihsel Depremler (Umut Akyüz, Erhan Altunel)
	15:25-15:45	Dinar Fayı Üzerinde Meydana Gelen Büyük Depremlere Ait Arkeolojik, Tarihsel ve Jeolojik Veriler Arasındaki Uyumluluk (Erhan Altunel, Serdar Akyüz, Aykut Barka)
	ARA	
	3. OTURUM (BAŞKAN: CENK YALTIRAK) KARMA OTURUM (2)	
	16:00-16:20	Sismik Ağlarda Deprem Büyüklüklerinin Ampirik Olarak İlişkilendirilmesi (Doğan Kalafat)
	16:20-16:40	Aktif Tektonik Çalışmalarında "Meslek Etiği" Sorunsalı ve Bir Örnek Değerlendirme (Faruk Ocakoğlu, Erhan Altunel, Volkan Karabacak, Ahmet Orhan)
	16:40-17:00	Altüvyal Çökellerde (Toprak Zeminler) Deprem Kırık Yayılması (Ramazan Demirtaş)
ARA		
17:10-17:50	TARTIŞMA (BAŞKAN: İSMAİL KUŞÇU)	
KAPANIŞ		