

TÜBİTAK - MAM'ın Gözlem Ağından Adana Depremi



temlerle işlenerek değerlendirilmelidir. Bu bağlamda Adana Depremi gibi büyük depremler, yol açtıkları insan ve mal kayıplarına ve başka olumsuzluklarına karşın, yerbilimcilerde deprem sürecinin anlaşılması yönünde

27 Haziran 1998 Adana Depremi'nin, Türkiye'de bu beklentinin yukarıda açıklanan anlamda ilk kez karşılanıyor olması açısından özel bir önemi vardır. Bunun sağlanmasında en önemli etken, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi (MAM), Yerbilimleri Bölümü'nün 1991'den başlayarak yörede oluşturmaya başladığı ve 1993'ten bu yana modern sismolojik verilerin toplanmasına ve değerlendirilmesine olanak sağlayan gözlem ağıdır. Bu ağ sayesinde, Adana Depremi modern yerbilimlerinin gerekleri yerine getirilerek, çok yönlü incelenebilmiştir.

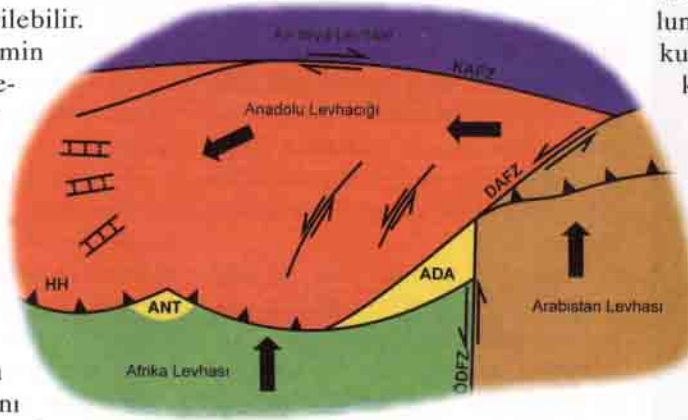
Deprem süreci yeryüzünden binlerce metre derinde meydana gelir. Bu sürecin ne ve nasıl olduğunun anlaşılması, bu tür doğa olaylarını anlamayı ve açıklamayı amaçlayan yerbilimlerinin uğraş alanına girmektedir. Bu konudaki bilimsel çalışmalar, şu temel soruya yanıt arar: "Herhangi bir depreme yol açan kırılma (kayma) neden ve nasıl oluşur?" Bu soruya doyurucu bir yanıt, ancak çok sayıda yerbilim dalının ortak çabasıyla verilebilir.

çok önemli olanaklar da sağlar. Çok yüksek bir bedel ödenerek elde edilen bu tür olanaklardan en büyük yararın sağlanması ve elde edilen bilgi birikiminin, deprem zararlarının en aza indirilmesi yönündeki etkinliklerde yararlanılmak üzere, depremler yaşamak zorunda olan Türkiye gibi ülkelerin kullanımına sunulması gerekir. Toplumun yerbilimcilerden beklediği en önemli hizmet budur.

İzleyen bölümlerde "Adana Depremi neden ve nasıl oluştu?" sorusu geniş bir yerbilimleri yelpazesinde yanıtlanmaya çalışılacaktır.

Adana ve yöresi, Afrika, Arabistan ve Avrasya levhaları arasında bulunan, Arap ve Afrika levhalarının kuzeye hareketi sonucunda arada sıkışarak deforme olan Anadolu levhacığının veya Şengör'ün (1998) tanımıyla Anadolu bloğunun güneydoğu sınırında yer almaktadır. Anadolu levhacığının, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Zonları boyunca batıya doğru kaçması, hem söz konusu levhacığın içinde karmaşık bir deformasyonun meydana gelmesine

hem de levhacığın güney sınırında, Adana ve Antalya havzaları gibi genç çöküntü alanlarının oluşmasına yol açmıştır (1. şekil). Arabistan levhasının kuzeye hareketinin Afrika levhasına göre daha hızlı oluşu, bu ke-

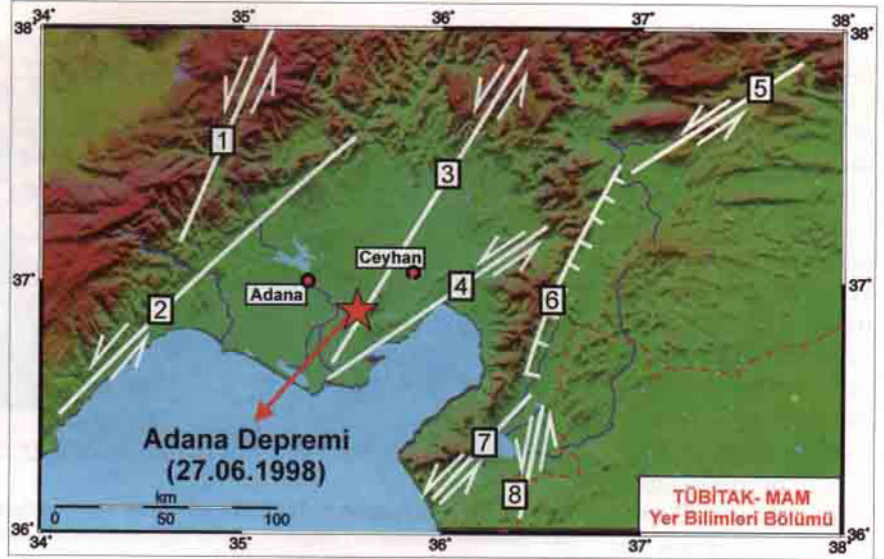


Afrika, Arabistan levhalarıyla Anadolu levhacığının (bloğunun) hareket yönleri ve ana tektonik yapılar. KAFZ=Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ=Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖDFZ=Ölü Deniz Fay Zonu, HH=Helenik Hendeği, ANT=Antalya Havzası, ADA=Adana Havzası (1. şekil)

Öncelikle, depremin meydana geldiği bölgenin global tektonik konumuna, neotektonik unsurlarına, aktif fayların özelliklerine, yer kabuğunun hız yapısına, depremselliğine ait özellikleri güvenilir bir biçimde ortaya konmalıdır. Bunun yanı sıra büyük bir depremin öncesindeki ve sonrasındaki sismolojik aktivitenin modern bir gözlem ağıyla izlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, değişik disiplinlerce toplanan tüm bu veriler çağdaş bilimsel yön-

simde yerel bir gerilmenin ortaya çıkmasının temel nedenidir (Şengör vd. 1980, 1985). Yörede hem Anadolu levhacığının iç deformasyonlarına ait hem de Afrika, Arabistan ve Anadolu levhalarının bir araya geldiği üçlü kavşak çevresinde, levha sınırları boyunca gelişmiş çok sayıda neotektonik unsur (aktif fay sistemi) bulunmaktadır. Bu unsurların önemli olanları genelleştirilmiş olarak 2. şekilde gösterilmiştir. Aktif fay sistemlerinden Anadolu levhacığının iç deformasyonlarına ilişkin olanları, K 30-45 D gidişli, doğrultu atımlı fay sistemleridir. Ecemiş ve Göksun fay zonları (2. şekil, 1 ve 3 numaralı yapılar) bunların en tipik iki örneğidir. Bunlar sol yönlü doğrultu atımlı fay sistemleridir. Bir başka açıklamayla fayların kuzeybatı blokları bağlı olarak güneybatıya doğru hareket etmektedir. K 60-70 D gidişli (doğrultulu) Tarsus, Yumurtalık-Karataş, Doğu Anadolu ve Antakya fay zonları (2. şekil, 2, 4, 5 ve 7 numaralı yapılar) levha sınırlarını oluşturan sistemlerdir. Aynı biçimde Ölü Deniz Fay Zonu da Afrika ve Arabistan levhalarını ayıran ve en kuzey ucu Antakya yöresinden Türkiye'ye uzanan bir diğer doğrultu atımlı aktif yapıdır (2. şekil, 8 numaralı yapı). Tarsus, Yumurtalık-Karataş, Doğu Anadolu, Antakya ve Ölü Deniz fayları da sol yönlü doğrultu atımlı faylardır. 2. şekildeki 6 numaralı yapı ise Amanos yükselimini doğudan sınırlayan normal bir faydır.

Bölgedeki depremler bu aktif fay zonları boyunca oluşan kayma, kırılma türünden yer değiştirmelere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Daha bilimsel bir söylemle, ortalama 30-35 km kalınlığındaki Afrika ve Arabistan levhalarının kuzeye, Anadolu levhacığının da batıya doğru hareketi, bu devasa kütlelerin sınırlarında ve/veya içlerinde gerilimlere yol açar. Bu gerilimler, belirli yörelerde kabuğun yenilmesiyle oluşan kırılma/kayma türü deformasyonlar yoluyla dengelenir. Bu tür deformasyonlar yer kabuğunun, genellikle 20



Adana ve yöresindeki ana yapısal unsurlar: 1- Ecemiş Fay Zonu, 2- Tarsus Fay Zonu, 3- Göksun Fay Zonu, 4- Yumurtalık-Karataş Fay Zonu, 5- Doğu Anadolu Fay Zonu, 6- Amanos Fay Zonu, 7- Antakya Fay Zonu, 8- Ölü Deniz Fay Zonu (2. şekil).

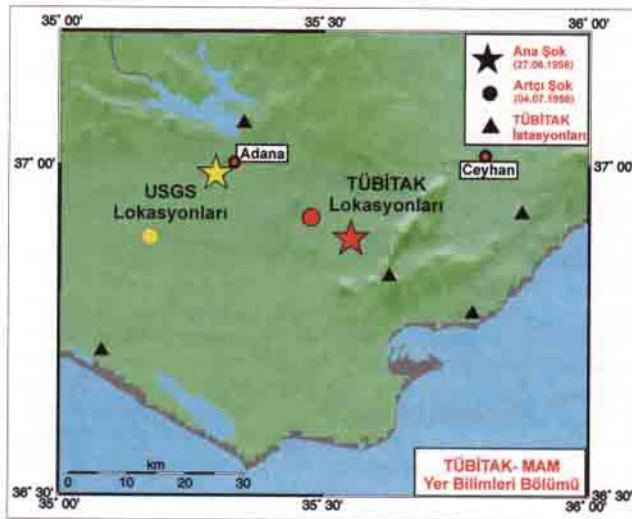
km derinlerine kadar var olan bir zayıflık düzlemi boyunca kayarak kırılmasıyla ya da yeni bir kırık hattının oluşmasıyla meydana gelir. Deprem, bu kayma/kırılma hareketi sırasında açığa çıkan enerjinin, (kırılmanın/kaymanın başladığı noktadan) elastik dalgalar halinde çevreye yayılması olayıdır.

Adana depremi de (3. şekil) deprem merkezi olarak gösterilen noktanın 22 km altında meydana gelmiş yaklaşık 1 m'lik bir kayma hareketi sonucunda oluşmuştur. Bu hareket sırasında 10 x 10 km'lik bir alanın kırılmış olması beklenir. Ana şokun merkezi TÜBİTAK ağına ait 12 istasyondaki kayıtlar yardımıyla 36 53,26 K enlem ve 35 33,10 D boyla-

mındaki nokta olarak saptanmıştır (3. şekil). Çok rutin bir işlem olarak algılansa da bir deprem merkezinin doğru bir biçimde (en az hatayla) saptanması son derece karmaşık bir optimizasyon sürecidir. Bu nedenle, ancak depreme olabildiğince yakın çok sayıda istasyonun bulunması halinde hata en aza indirilebilmektedir. Özellikle büyük bir depremin hemen ardından afet planlarının yönlendirilmesinde, deprem merkezinin doğru bir biçimde saptanmasının kritik bir önemi vardır. Ülkemizde meydana gelen depremlerin pek azının merkezi, çok doğru bir şekilde saptanabilmektedir. Bunun nedeni bir iki bölge dışında yeterli gözlem ağlarının bulunmamasıdır.

27.6.1998 Adana Depremi ve 4.7.1998 tarihinde meydana gelen 5.1 büyüklüğündeki artçı depremin merkezlerine ait TÜBİTAK'ın çözümleri başka bazı kuruluşların çözümleriyle karşılaştırıldığında, 25 km'ye kadar çıkan farkların bulunduğu görülür (3. şekil).

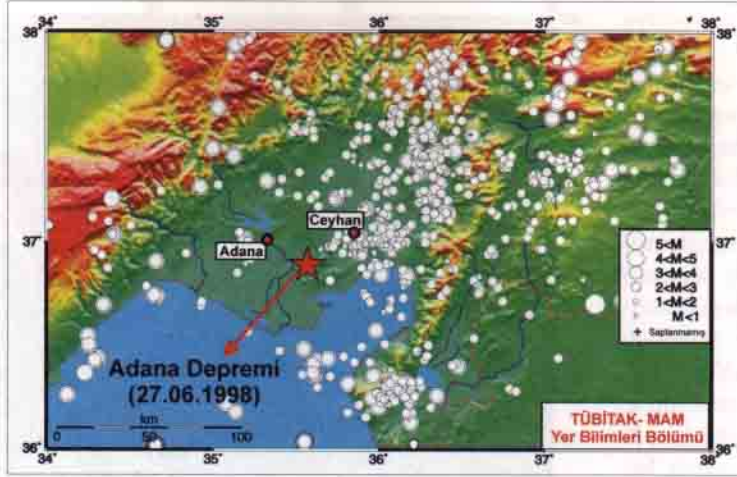
Adana ve yöresindeki 1993-98 yılları arasındaki TÜBİTAK ağına izlenen sismik aktivite, bölgede bu beş yıllık dönemde 4 ve hatta 5'ten büyük depremlerin meydana geldiğini ve daha küçük büyüklükler gözetildiğinde ise yörenin



TÜBİTAK ve USGS (US Geological Survey) tarafından saptanan, 27.6.1998'deki Adana Depremi ile 4.7.1998'deki artçı şoka ait merkezlerin lokasyonları (3. şekil).

son derece aktif olduğunu göstermektedir (Aktar, vd., 1994). 4. şekildeki deprem merkezleri haritası son derece kısa bir dönemi kapsamaktadır. Buna karşın, bölgenin kuzey ve doğu kesimlerinin daha aktif olduğunu ve bazı depremlerin aktif faylar boyunca dizildiklerini göstermesi açısından çok ilginçtir. Bir başka ilginç nokta, Adana Depremi'nin merkezinin bulunduğu kesimin, bu dönem süresince oldukça suskun oluşudur. Ayrıntılı çalışmalar sürmektedir. Bunların sonuçlarının alınması belirli bir zaman alacaktır. Bu nedenle bunun anlamı hakkında bir görüşün öne sürülmesi için zaman erkendir. Ancak bu, üzerinde ayrıca durulması gereken bir konudur.

Adana Depremi'ne ve 4.7.1998 tarihindeki artçı depreme ait fay düzlemi çözümleri, yazının hazırlanacağı tarihe değin yapılan değerlendirme çalışmalarının ışığında, sol



1993 - 1998 yılları arasında TÜBİTAK ağı tarafından kaydedilen deprem merkezlerinin (episantr) dağılımı. Farklı büyüklüklerdeki daireler depremlerin büyüklüğüyle orantılıdır (4. şekil).

yönlü doğrultu atımlı bir hareketi göstermektedir (5. şekil). Bu çözümler, hareketin çok küçük bir bindirme bileşeni olduğunu da işaret etmektedir. Sol yönlü hareket, bölgedeki aktif fay sistemlerinin tümünün genel özelliğidir. Adana Depremi'nin bu sistemlerden hangisiyle ilişkilendirileceği, bugüne değin yapılanlardan daha ayrıntılı ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç gösterirse de depremin merkezi ve artçı depremlerin dağılımı, Göksun Fay Zonu

olarak adlandırılan kırık sisteminin (2. şekil) en olası aday olduğunu düşündürmektedir. TÜBİTAK ağı tarafından, Adana Depremi'ni izleyen ilk üç günlük dönemde 200'den fazla artçı deprem kaydedilmiştir. İlk değerlendirme sonucunda, merkezleri güvenli bir biçimde belirlenebilen 36 önemli artçı deprem incelenmiştir. Bunların merkez üsleriyle derinlik ve büyüklükleri saptanmıştır (5. şekil). Derinlikler 22 ile 51 km, büyüklükler 2,7-5,1 arasında değişmektedir. Artçı depremlerin merkezlerinin dağılımı, bunların daha çok ana şokun kuzeyinde oluştuğunu göstermektedir. Kabaca Göksun Fay Zonuna paralel K 45-50 D gidimli bir dizilim söz konusudur (5. şekil). Bu, Adana Depremi'nin bu fay zonuyla ilişkilendirilebileceğinin bir başka göstergesidir. Ancak, fay düzlemi çözümlerinde saptanan doğrultu, Göksun fay zonunun doğrultu-

Bilim Depremi Nasıl Araştırıyor?

Bundan 30 yıl önce, yerbilimlerini derin biçimde etkileyen bir devrim yaşandı: Levha Tektoniği. Bu dönemden itibaren depremlerin büyük bir bölümünün, hangi nedenle oluştuğu açıklanmış oldu. O yıllarda bu büyük buluşun etkisinde, yeni bir ümit de doğdu: Artık depremler önceden haber verilebilecek! Dönemin yaygın düşüncesi şuydu: Depremler, hareket halindeki levhaların birbirlerine sürtünmelerinden kaynaklanmaktadır. Buna göre yapılması gereken iş, bu levhaların sınırlarındaki fiziksel ve kimyasal süreçleri yakından incelemek ve gerilme birikiminin kabuğun kaldıramayacağı bir noktaya erişmesini beklemek olacaktır.

70'li ve 80'li yıllarda levha kenarlarında yer alan kırıklar, bir başka deyişle aktif faylar, çok yakından izlenmeye başlandı. Özellikle Kaliforniya'daki San Andreas Fayı bu konuda en fazla ilgi odağı oldu. Bu tercihte, San Andreas'ın büyük Amerikan metropollerinin (Los Angeles, San Francisco, vb.) yakınında olması kadar, Amerikan toplumunun bilimsel araştırmalara olan güveninin de etkili olduğunu unutulmamak gerekir. Yüksek teknolojinin de çok yoğun olarak kullanıldığı bu gözlemler sonunda şu iki gerçek bütün açıklığıyla ortaya çıktı: Yerin fiziksel ve kimyasal yapısını bütün özellikleriyle ortaya çıkarabilmek, hiç de sanıldığı kadar kolay bir iş değildi. Onlarca yıl sürebilecek ayrıntılı gözlemleri, beraberindeki bütün maddi yükü

de göğüsleyerek sabırla sürdürmek gerekti.

Yer yapısı bütün ayrıntısıyla ortaya çıkarılmış bile olsa, burada geçerli olan süreçlerin anlaşılması hiç de kolay değildi. Özellikle, klasik fiziğin yeterli olmadığı davranışların izleri ortaya çıkıyordu. Bu durumda yeni kuramlara gereksinim vardı; son yıllarda gelişmekte olan kaos, özbenzeşlik gibi yeni yaklaşımların katkıları gerekiyordu.

Sorunun bu denli karmaşık oluşunun ortaya çıkmasıyla, deprem araştırmaları 20-30 yıl öncesindeki aşın iyimserliğini belli ölçüde yitirdi. Ancak araştırmaların ivmesi hiçbir biçimde azalmadı; tersine hızlandı. Günümüzde depreme ilişkin bilimsel çalışmalar en fazla, yukarıda söz edilen iki alanda yoğunlaşıyor.

ABD ve Japonya başta olmak üzere bilime güvenen ülkeler, kendi coğrafyalarında yer alan kabuk hareketlerini, bunlara bağlı gelişen fayların giderek daha fazla ayrıntıyla belirlemeye ve tanımayla başladılar. Örneğin, Kaliforniya'nın her bir noktasının her yıl, hangi doğrultuda ve ne ölçüde gerildiği artık büyük ölçüde biliniyor. Bu gerilme birikimlerinin, hangi noktalarda boşalma olasılığı bulunduğu da giderek belirlenmeye başladı. Burada, her fayın geometrisi, geçmişi, davranış biçimi sanki bir kişilik gibi ele alınmaya başlandı. Belki de buna bağlı olarak bu yöredeki küçük-büyük her fayın, artık ayrı bir adı var. Kuşkusuz gelecekte, Kaliforniya'da ya-

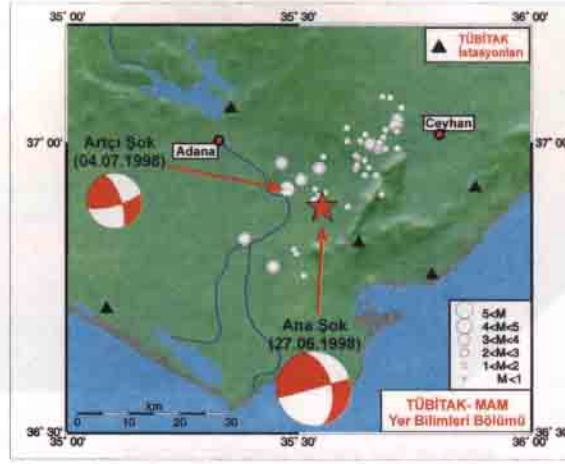
şamını sürdürecektir kuşaklar bu bilgileri toplamış olan bilim adamlarına çok şey borçlu olacaklar.

Araştırmaların yoğunlaştığı ikinci alan ise kırılma dinamiğinin kendisi ile ilgili. Yer kabuğunu bir yana bırakalım; laboratuvarında en yalın bir taş parçasının bile basınç altında ne zaman, ne yönde kırılacağını kestirmek oldukça zordur. Deprem gibi büyük boyutlarda olunca saniye, küçük bir kaya parçasında ise milisaniye düzeyinde meydana gelen kırılma süreci bugün bile tam anlaşılamamıştır. Ancak, son yıllarda bu konuda önemli gelişmeler olmuştur. Örneğin, çok ayrıntılı ölçümler kullanılarak, Kaliforniya'daki Landers (1992) Depremi'nde, fayın kırılma anı ağır çekim bir film şeridi gibi resimlendirilebilmiştir. Beklenmeyen bir anda, yerin 10 km altında oluşan birkaç saniyelik bir olayı bu denli ayrıntısıyla ortaya çıkarabilmek jeofizik biliminin eriştiği aşamayı göstermesi bakımından önemlidir.

Yer süreçlerinin bu denli karmaşık olması, yer sistemleriyle uğraşan bilim adamları için hiç de sürpriz değil. Nitekim benzer durumlar başka birçok alanda yaşandı. Örneğin, yağmurun ya da selin nasıl oluştuğu çok iyi bilinmesine karşın, nereye, ne zaman, ne miktarda yağmur yağacağını ya da sel basacağını önceden olarak bilmek halen mümkün değil. Bu noktada yapılacak şey, söz konusu süreci ayrıntılarıyla daha uzun süreler izlemek ve sonuçta bütün davranış özelliklerini açıklayabilen bir dinamik model ortaya koymaktır.

sundan çok Karataş-Yumurta-
lık fay zonuna uymaktadır. Bu
uyumsuzluğun açıklanması
önümüzdeki aylarda yerbilim-
cileri bir hayli uğraştıracaktır.

Adana bölgesinde, jeoloji
ve TÜBİTAK ağıının sağladığı
veriler kullanılarak yapılan sis-
molojik öndeğerlendirmeler
sonucunda, Adana Depre-
mi'nin enlemi 36 53,26 K, boy-
lamı 35 33,10 D olan noktada,
22 km derinde büyük bir olası-
lıkla Göksun Fay Zonu'na ait
kırık hattı boyunca oluşan
yaklaşık 1 m'lik kayma sonu-
cunda meydana geldiği, dep-
rem sırasında 10x10 km'lik ye-
ni bir kırılmanın oluştuğu so-
nucuna varılmıştır. Ana şokun ardın-
dan meydana gelen artçı depremler-
in, aynı kırık hattının kuzeydoğu
uzantısı üzerinde ya da ana şokun 5
km batısında ancak bu kez 30 km
derinde oluştuğu saptanmıştır. Bu
iki depremin aynı kırık düzleminin
farklı derinliklerde yenilmesiyle mi
oluşup oluşmadığı, araştırılması ge-
reken bir bilimsel sorundur. Depre-
me ilişkin bu ilk sonuçlar, 6. şekilde
üçboyutlu olarak gösterilmeye çalış-
ılmıştır.



Adana depremine ait ana şok ve 4.7.1998 tarihli artçı şoka ait fay düzlemi çözümleri ile 27-29.6.1998 tarihleri arasındaki üç gün süresinde meydana gelmiş artçı şoklardan bir bölümünün merkezleri ve büyüklükleri (5. şekil).

Başlatılan bu kapsamlı çalışmalara-
nın sonucunda "Adana Depremi ne-
den ve nasıl oluştu?" sorusu, yukarı-
da verileden daha ayrıntılı olarak
yanıtlanabilecek ve özellikle kırıl-
manın nasıl geliştiği, yön ve hız gibi
unsurları da saptanarak, ortaya kona-
caktır.

Bu noktada doğal olarak "Tüm
bu bilimsel araştırmaların depre-
den zarar gören insanlara ve dolayısı-
yla ülke ekonomisine ne yararı
var?" sorusu akla gelecektir. Bilim-

den beklenen, insanlığın dep-
remden en az zarar görmesini
sağlayacak bilgileri üretmesidir.
Bu doğrultuda ideal katkı,
depremlerin önceden belir-
lenmesini sağlayacak bilgi bir-
ikiminin sağlanması ve ge-
reklili yöntemlerin geliştiril-
mesidir. Depremlerin önceden
haber verilmesini amaçlayan
bilimsel çalışmalar büyük
yatırımlar yapılarak çok uzun
yıllardır sürdürülmektedir.

Ancak, bugün varılan noktada,
bir depremin kesin yeri,
özellikle zamanı ve büyüklüğü-
nün önceden bilinmesinin
olanaksızlığı anlaşılmıştır. Bu
da son derece karmaşık bir

doğa olayı olan depremin, henüz
yeterince anlaşılamamış olmasından
kaynaklanmaktadır.
Son yıllarda depreme yönelik bi-
limsel araştırmalar, deprem zararları-
nın en aza indirilmesini sağlama
amacına yönelmiştir. Bir başka de-
yişle deprem riski bulunan yörelerde,
günün birinde yıkıcı bir depremin
meydana gelmesinin kaçınılmaz
olduğu gerçeğinden yola çıkılarak,
önüne geçilemeyecek bu olgunun,
insan ve onun ürünü olan kültürel

MİDAS ve TÜBİTAK Gözlem Ağı

MİDAS sözcüğü, Anadolu mitolojisinde çok
büyük kulaklarıyla bilinen bir Frigya kralını çağ-
dırır. Bu kez, MİDAS, TÜBİTAK'ta geliştirilmiş
deprem kayıt cihazı için, Marmara Institute Data
Acquisition System sözcüklerinin baş harflerinden
oluşmuş bir kısaltmadır. Bir anlamda da
Anadolu'nun sismik sinyallerini daha iyi dinle-
meyi amaçladığı için kulak benzetmesine çok
uzak sayılmaz.

TÜBİTAK MAM Yerbilimleri Bölümü, 1984 yıl-
ında ilk kurulduğunda, ana hedeflenen biri ola-
rak, o yıllarda sayısallaşma devrimini yaşayan
sismoloji bilimine, TÜBİTAK'ta o güne değin
oluşturulmuş olan teknoloji birikimini
de devreye sokarak katkıda bulun-
maktı. Özellikle bütün dünyada hızla
çehre değiştiren yerbilimlerinin yeni
gelişmelerine, Türkiye'nin de belli bir
ölçüde ayak uydurması gerekiyordu.
Yerbilimleri, uydu, bilgisayar, sayısal
haberleşme gibi olanaklardan yarar-
lanmazsa çağdaş bilim kimliğini taşı-
ması mümkün değildi. Nitekim ilk iş
olarak, o günün koşullarında çok yar-
dınlanmış bile olsa, Yerbilimleri Bölü-
mü bünyesinde bir elektronik sistem
geliştirme birimi kuruldu. Yıllar süren
çabalar, adım adım istenilen amaç
doğru ilerlemeyi sağladı. Bu çalış-
malar sonucunda elde edilen en önem-

li ürünlerden bir tanesi, depremlerin izlenmesi
için geliştirilen sayısal kayıt cihazlarıdır. MİDAS
adı verilen bu cihazlar sayesinde, bugün Adana
Depremi'ni son derece ayrıntılı biçimde izleyebil-
mek mümkün olmuştur. Bu ayrıntı, gerek depre-
m mekanizmasının anlaşılması ve gerekse yö-
redeki aktif fayların güvenilir biçimde belirlenebil-
mesi açısından son derece yararlı olmuştur.

Modern sismik kayıt cihazları, genelde yük-
sek teknoloji kullanılmasına ve çok özel amaç-
lı olmalarına bağlı olarak, yüksek maliyetli ve iş-
letilmeleri son derece güç cihazlardır. Bu ne-
denle ülkemizin sınırlı araştırma kaynaklarıyla



TÜBİTAK, Kilikya Gözlem Ağı ve 27.6.1998 Adana Depremi'nin Merkezi.

bu onların yeteri sayıya ulaşması hiçbir zaman
mümkün olamamıştır. Türkiye'deki aktif fayların
ayrıntılı kantitatif bir envanterinin çıkarılmama-
sının arkasında yatan en önemli neden budur.
Ancak, ülkemizdeki bir araştırma kuruluşunda
tasarlanarak üretilmiş olan ve maliyet, bakı-
m/onarım konularında birçok avantaja sahip
olan MİDAS gibi bir cihazın çok sayıda üretil-
mesiyle, Türkiye depremlerinin, bugüne ve ge-
lecek kuşaklara ışık tutacak biçimde ayrıntı-
lı olarak izlenmesi olanağı doğmuştur. Bu bağ-
lamda, Adana ve çevresi bir-pilot bölge olarak
seçilmiş ve 1991 yılından bu yana, maddi kay-
naklar çok sınırlı olmasına karşın, toplam 20
gözlem istasyonu kurulmuştur. Bu istasyonlar
yöredeki deprem etkinliğini sürekli izle-
mekte ve belirledikleri tüm depremleri
belleklerine kaydetmektedir. İstasyonlar,
merkez Gebze'den her gün bilgisayarlar
aranır ve çalışma koşulları kontrol edilir.
Toplanan veriler tümüyle sayısal olduğundan,
merkezde yine bilgisayar tarafından
otomatik olarak işlenir ve depremlerin
merkezleri, büyüklükleri, kaynak para-
metreleri belirlenir. Derlenen bu bilgiler ışığı-
nda yörenin tektonik yapısı yavaş yavaş
ortaya çıkarılabilmektedir.

Bu sonucu, Türkiye'de deprem ve yer-
bilimleri konusunda ele geçen bir fırsat
olarak değerlendirmek gerekir. Bu yaklaşımın,
Türkiye'nin risk içeren başka bölgele-
rine de uygulanması gereklidir.

varlıklara yapacağı olumsuz etkilerin en aza indirilmesini sağlayacak araştırmalara ağırlık verilmektedir. Bu bağlamda, deprem sürecinin (depremin neden ve nasıl oluştuğunun) anlaşılması, en kritik unsur olarak tekrar karşımıza çıkmaktadır. Yerbilimlerinde bunu günün birinde olanaklı kılacak araştırma alanları şunlardır:

a- Depremlerin güncel ve yüksek teknolojiyi kullanan bir altyapıyla, sürekli ve ayrıntılı olarak gözlenmesi

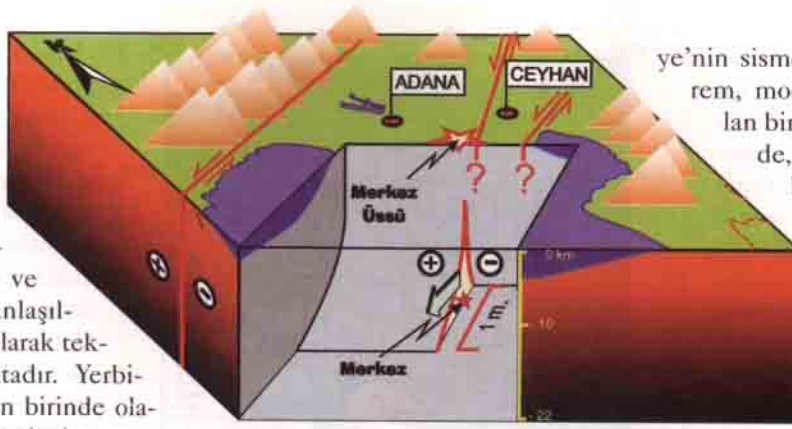
b- Riskli bölgelerde aktif fayların jeolojik ve sismolojik olarak ortaya konması

c- Yerkabuğunun sismik hız yapısının belirlenmesi

d- Yerel, jeolojik ve zemin koşullarının saptanması

e- Değişik büyüklüklerde depremler sonucunda ortaya çıkan ve depremlerin yıkıcı etkisini belirleyen ivme değerlerinin, bölgenin deprem riski faktörleri, aktif faylarının yerleri, depreme neden olan kayma/yırtılma hareketinin mekanizması, depremin olası derinliği, yerel jeolojik ve zemin özelliklerinin ışığı altında kestirilerek olası bir depremden farklı şekillerde etkileyecek bölgelerin saptanması.

Soruna Türkiye özelinde yaklaşıldığında karşımıza şöyle bir tablo çıkmaktadır. Türkiye'nin % 90'ı



Adana Depremi'ni oluşturan kayma hareketini ve ilgili yapısal unsurları şematik olarak gösteren blok diyagram (6. şekil).

yüksek bir deprem riski taşımaktadır. Tarihsel (1900 yılı öncesi) ve aletsel döneme (1900 yılı sonrası) ait kayıtlarla Türkiye'nin neotektonik özellikleri bunu kesinlikle doğrulamaktadır (Ambraseys ve Finkel, 1987; Eyidoğan, vd. 1991; Şaroğlu vd., 1992). Bunun anlamı, ülkemizde yeni yıkıcı depremlerin mutlaka meydana gelecek olmasıdır. Bundan kaçınılması olanaksız olduğundan, yukarıda değinilen bilimsel araştırmaların Türkiye genelinde yapılması gereklidir. Bir deprem ülkesi olan Türkiye'de bu tür çalışmaların büyük ölçüde tamamlanmış olması beklenirse de bu alanda ne yazık ki büyük yetersizlikler söz konusudur.

Adana Depremi, bu yetersizliğin giderilmesi için neler yapılması gerektiğinin anlamlı bir örneğini oluşturmuştur. Bu nedenle önemli bir görevi yerine getirmiştir. Türkiye'nin sismoloji tarihinde bu deprem, modern teknoloji kullanılan bir gözlem ağıyla öncesinde, sırasında ve sonrasında bu kadar yakından izlenen ilk örnektir. Bunun olanağı kılan, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi (MAM), Yerbilimleri Bölümü'nün, böyle bir gereksinimin bilincinde olarak başlattığı bir araştırma projesidir. Bunun sonucunda, hem Adana yöresi deprem zararlarının azaltılmasına olanak verecek bir yeterlilikte araştırılmış hem de benzer çalışmaların başka yörelerde başlatılmasını gerçekleştirecek bilgi birikimi ve deneyim sağlanmıştır. Gereklilik aletsel altyapısının da Bölüm'de geliştirilmiş sismograf sistemleri sayesinde benzerlerine oranla çok daha ucuz sağlanabileceği gözletildiğinde, bu tür çalışmaların yaygın olarak başlatılabilmesi için gerekli koşulların büyük ölçüde bulunduğu söylenebilir. TÜBİTAK, MAM, Yerbilimleri Bölümü bu konuyu yeni bir program kapsamında ele almak üzere hazırlıklara başlamıştır. Adana Depremi ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalarla ilgili sonuçlar, sürekli güncellenen <http://www.nemrut.mam.gov.tr> WEB sitesinden izlenebilir.

M. Namık Yalçın*
Mustafa Aktar**

*Prof. Dr., İC, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü ve TÜBİTAK, MAM, Yer Bilimleri Bölümü

**Prof. Dr., BÜ, Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü ve TÜBİTAK, MAM, Yer Bilimleri Bölümü

Bu yazıda kullanılan fotoğraflar Afet İşleri Genel Müdürlüğü arşivinden alınmıştır.

Kaynaklar

- Aktar, M., Yörtük, A., Kaplan, H., 1994, Kurtuluşlu Events in the Cilician Basin and its Aftershocks, European Seismological Commission, Athens, 74-80.
- Ambraseys, N. N., ve Finkel, C., 1987, Seismicity of Turkey and neighbouring regions, 1899-1915. Annales Geophysicales, B, 701-726.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Ürku, Z. ve Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988): İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 198 ss.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, I., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, 1/1.000.000: MTA, Ankara, 3 pafta.
- Şengör, A.M.C., 1998, Adana'da N'oluyo? Cumhuriyet Bilim Teknik, 590, 12-14.
- 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: Biddle, K.T. and Christie-Blick, N., (Eds), Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. 37, 227-264.
- Şengör, A. M. C., Yalçın, M. N., Canitez, N., 1980, The origin of the Adana/Cilicia Basin: an incompatibility structure arising at the common termination of the East Anatolian and the Dead Sea transform faults: Internat. Conf. Sed. Basins of Mediterranean Margins, Abstracts, p.45-46.



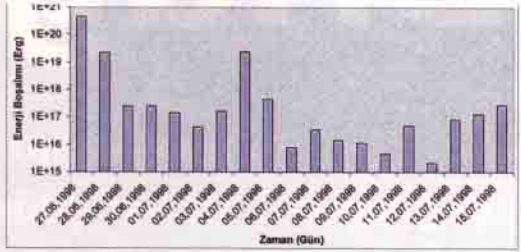
Adana Gözlemleri

27 Haziran 1998 Adana Depremi'nin meydana geldiği bölge; jeoloji literatüründe Ecemiş fay zonunun doğusu ile Doğu Anadolu fay zonunun batısı arasında, dar ölçekte ise doğrultu atımlı sol yönlü Kozan fayı ile Yumurtalık bindirmesi arasında kalmaktadır. Diğer bir deyişle afete uğrayan bölge, Adana baseni ile İskenderun baseni arasında kalan Misis-Andırın basenini içeren bölgede yer almaktadır.

Depremden sonra yapılan arazi gözlemleri sonucunda, betonarme yapılar (yol, köprü, sulama kanalı gibi) dışında herhangi bir yüzey kırığına rastlanmamıştır. Ceyhan Nehri boyunca, nehir yatağına doğru küçük ölçeklerde çökme/heyelan olayları gözlenmiştir. Genel olarak bakıldığında çökme/heyelan yapıları Ceyhan Nehri ve kenarındaki alüvyon zeminler üzerinde oluşmuşlardır. Diğer bir deyişle depreme neden olan Göksun fay zonu boyunca oluşan çökme yapıları Ceyhan Nehri yatağına paralel şekilde meydana gelmişlerdir. Bu depremin jeolojik açıdan en büyük özelliği çok sayıda zemin sıvılaşmasına rastlanmıştır. Bu zemin sıvılaşmaları genellikle depreme neden olan fay zonu

boyunca yer almıştır. Ülkemizde meydana gelen depremlerde ender olarak görülen sıvılaşma olaylarına Misis-Ceyhan depreminde sıkça rastlanmıştır. Ceyhan Nehri'nin bulunduğu alan ince taneli gevşek çakıl, kum ve mil malzemesinden oluşmuş alüvyonla kaplıdır. Nehir yatağına yakın yerlerde yeraltı su seviyesi de yüzeye yakındır. Böylece zeminin su ile doygun olduğu bu kesimlerde deprem sırasında sıvılaşma olaylarının gözlenmesini beklemek gerekir. Çevrede depreme tanık olan insanlarla yapılan görüşmelerde, deprem anında sıvılaşma gözlenen alanlarda 10 metre yüksekliğine varan kum fıskırmalarından bahsedilmiştir. Sevindirici bir olay olarak zemin sıvılaşması gözlenen bölgelerde mühendislik yapılarının (yol, konut, köprü vs.) bulunmaması hasarın olmasını engellemiştir.

Deprem yerel saatle 16:55'de meydana gelmiştir. Aletsel büyüklüğü 5,9, odak derinliği 23 km ve koordinatları 36,85 K- 35,55 D olan deprem 20 saniye sürmüştür. Deprem 148 kişinin hayatını kaybetmesine ve 18.7.1998 tarihli hasar



tesbit raporlarına göre 816 konut ile 63 işyerinin yıkılmasına, 859 konut ve 46 işyerinin orta derecede ve 1830 konut ile 71 işyerinin de hafif derecede hasar görmesine yol açmıştır.

Deprem Araştırma Dairesi'nin ülke geneline yayılmış bulunan deprem kayıt istasyonlarından bölgeye yakın olan 15 istasyondan elde edilen kayıtlar değerlendirildiğinde, deprem odak mekanizması çözümü normal fay (çok az miktarda sol yönlü doğrultu atım bileşenine sahip) vermektedir. Fay düzleminin kuzeyden 27° doğu doğrultusunda ve kuzeybatı yönünde eğimlidir. Arazi gözlemleri ve literatür bilgileri ışığında depreme neden olan fay, Göksun fay zonuna karşılık gelmektedir.

Depremden sonra oluşan artçı sarsıntılar halen devam etmektedir. Bu artçı depremlerin günlere göre dağılımına (grafikten) bakıldığında, ana deprem sonrası birkaç gün içinde yoğun bir şekilde depremler meydana gelmiştir. 4.7.1998'de olan M=5,0 büyüklüğündeki depremden sonra bölge sakin bir duruma geçmiştir. Aynı olayı, ana depremin ve artçı sarsıntılarının günlük enerji boşalımını grafiğinde de gözlemlemekteyiz. Artçı şokların dışmerkez dağılımlarına bakıldığında, Göksun fay zonuna paralellik gösterdiği söylenebilir.

Deprem Araştırma Dairesi'nin mevcut kuvvetli yer hareketi kayıt şebekesince ana deprem 5 yerel istasyon tarafından kaydedilmiştir. Her depremde olduğu gibi Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün jeoloji, jeofizik ve inşaat mühendislerinden oluşan ekipleri depremden hemen sonra bölgeye giderek ayrıntılı incelemeler yapmışlardır. Deprem sonrası oluşan artçı sarsıntılarının kaydedilebilmesi için hız ve ivmeölçerlerden oluşan 19 adet modern teknolojiye sahip cihaz bölgede konuşlandırılmıştır.

Kadircan Aktaş, Murat Nurlu
Afet İşleri Genel Müdürlüğü



Ceyhan Nehri kıyısındaki tarlalarda 1,5 m'ye varan çökme/heyelan olayları saptanmıştır(sol alt). Yine Ceyhan Nehri boyunca, Güveloğlu ve Kütüklü köylerine ait, nehre yakın tarlalarda 2-10 cm açıklıklı, yaklaşık 30 cm düşey atımlı çökme/heyelan yapıları oluşmuştur (sol üst). Güveloğlu Köyü tarafında sıvılaşma alanlarındaki kum volkanlarının doğrultusu K 23 D olarak saptanmıştır (sağ üst).