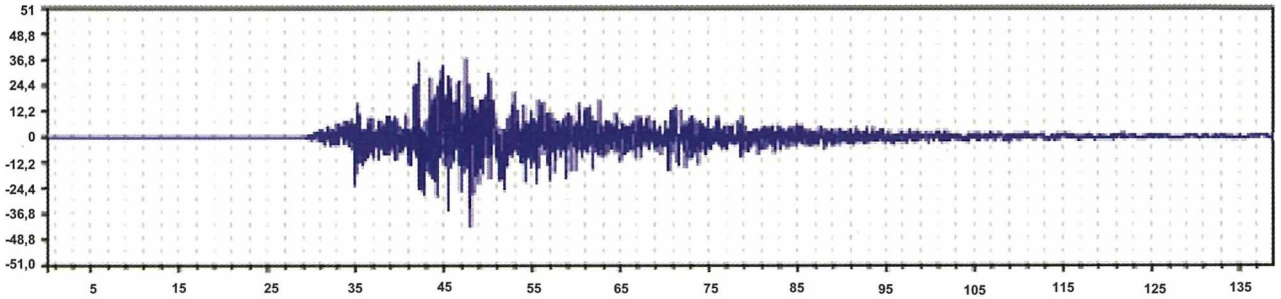
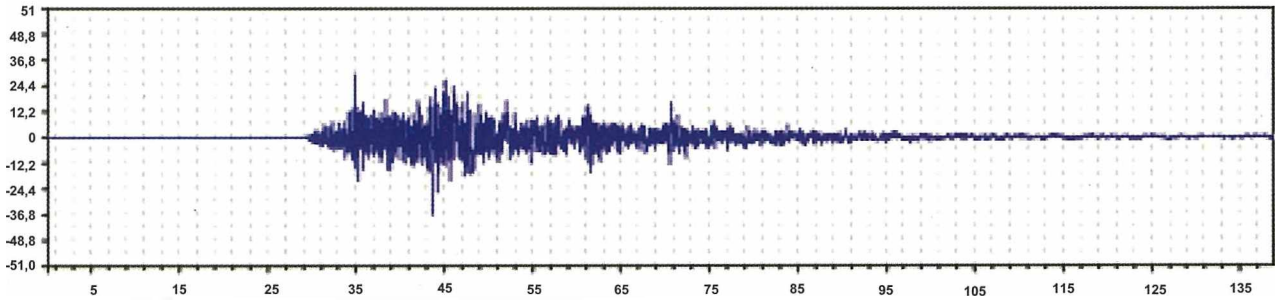


+T East Max 42.6636 MG



-VUP Max 36.2244 MG



# 17 AĞUSTOS 1999 İZMİT KÖRFEZİ DEPREMİ

Çığ, volkan, heyelan, tsunami, kasırga, hortum ve sel baskını gibi doğal afetlerden biri olan deprem en yıkıcı olanıdır. Yerkabuğu içinde faylar boyunca biriken enerjinin kayaların direncini aşmasıyla aniden boşalarak karmaşık elastik dalgalar şeklinde yayılması sonucu yeryüzünün titreşmesine deprem denir.

Her yıl dünyada 20 bin civarında can kaybı ile fiziksel ve ekonomik kayıplar oluşturan ortalama 10 yıkıcı deprem ve 12 milyon civarında da küçük depremler meydana gelmektedir. Sadece 1976 yılında, Guatemala, İtalya ve Çin'de olan yıkıcı depremler 300.000 den fazla insanın ölmesine neden olmuştur. Çin resmi

kayıtları, 23 Ocak 1556 tarihinde Shensi bölgesinde oluşan depremde 830.000 kişinin hayatını kaybettiğini yazmaktadır. 1939 Erzincan depremi ise (M= 7.9) 32.000 kişinin ölmesine neden olmuştur.

Depremlerin neden olduğu maddi kayıplar da hemen hemen can kayıpları kadar korkunç olmaktadır. Söz gelimi, 1985 Mexico depremi 4 milyar dolar, 1989 Loma Prieta (Kaliforniya) depremi 6 milyar dolar maddi kayba neden olmuştur. 1988 Spitak (Ermenistan) depremi, birkaç sanayi kentinin yıkılmasına ve tüm ulusal ekonominin iflasına sebep olmuştur. Bu deprem sonucu oluşan ekonomik kayıp 16 milyar dolara ulaşmıştır.

17 Ağustos 1999'da İzmit Körfezi'nde 03:02'de Richter ölçeğine göre 7.4 büyüklüğündeki depremde yaklaşık 16 bin kişi hayatını yitirmiş ve 30 bin kişiden fazla kişi yaralanmıştır. Depremde 100.000 den fazla binanın hasar gördüğü ve maddi kaybın 10 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir. 17 Ağustos 1999 depreminin en büyük şiddeti X (MSK) ve en büyük yer ivmesi Adapazarı'nda 0.4g\* olarak belirlenmiştir. Depremde sırasıyla Adapazarı, Gölcük, Değirmendere, İzmit, Yalova, Çınarcık, Avclar (İstanbul) ve Düzce'de çok sayıda bina tamamen çökmüştür. Deprem, elektrik, su ve iletişim hatlarının tamamen kesilmesine ve Ankara-

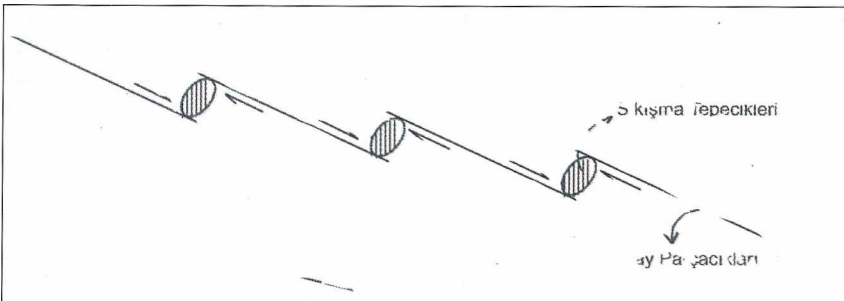
\* Depremde en büyük yer ivmeleri, İzmit'te K-G yönünde 162 mG, D-B yönünde 219 mG, Düşey (V) yönde 123 mG; Gebze'de K-G yönünde 261 mG, D-B yönünde 140 mG, Düşey (V) yönde 179 mG; Düzce'de K-G yönünde 363 mG, D-B yönünde 291 mG, Düşey (V) yönde 201 mG; Adapazarı'nda D-B yönünde 407 mG, Düşey (V) yönde 259 mG; İstanbul'da K-G yönünde 60 mG, D-B yönünde 42.7 mG, Düşey (V) yönde 36.2 MG kaydedilmiştir. adapazarı ve Düzce'deki ivme değerleri İzmit'e göre 2 ve 3 kat büyütülmüştür. Bundan dolayı Adapazarı ve Düzce'deki bina hasarı faydan değil zemin koşullarından kaynaklanmıştır.

İstanbul demiryolu ve otoyolundaki sivilaşma ve zemin oturmasından dolayı, ulaşımın durmasına ve aksamasına neden olmuştur. Ayrıca altyapıda önemli oranda hasar oluşmuştur.

Deprem yeri	Büyüklik (Richter)	Kırık Uzunluğu (km)	En büyük yatay atım miktarı (m)	Odak derinliği (km)	Ölü Sayısı
17 Ekim 1989 Loma Prieta depremi (Kalifornia)	7.1	35	1.9 - 2	19	62
16 Temmuz 1990 Luzon depremi (Filipinler Adası)	7.7	120	6.2	24.8	1666
17 Ocak 1995 Kobe depremi (Japonya)	7.2	40	1.6	14.3	5502



17 Ağustos 1999 depremine neden olan fayın yüzeydeki izi (Fotograf: Lütfü Nazik)



Bu yazıda, 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depreminin sonucunda ortaya çıkan yüzey faylanmasının özellikleri anlatılmakta ve depremin zemin üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Daha sonra depremlerde ortaya çıkan hasarların nedenleri incelenerek deprem riskinin belirlenmesi ve zararlarının azaltılması için yapılması gerekenler belirtilmektedir. Son olarak da

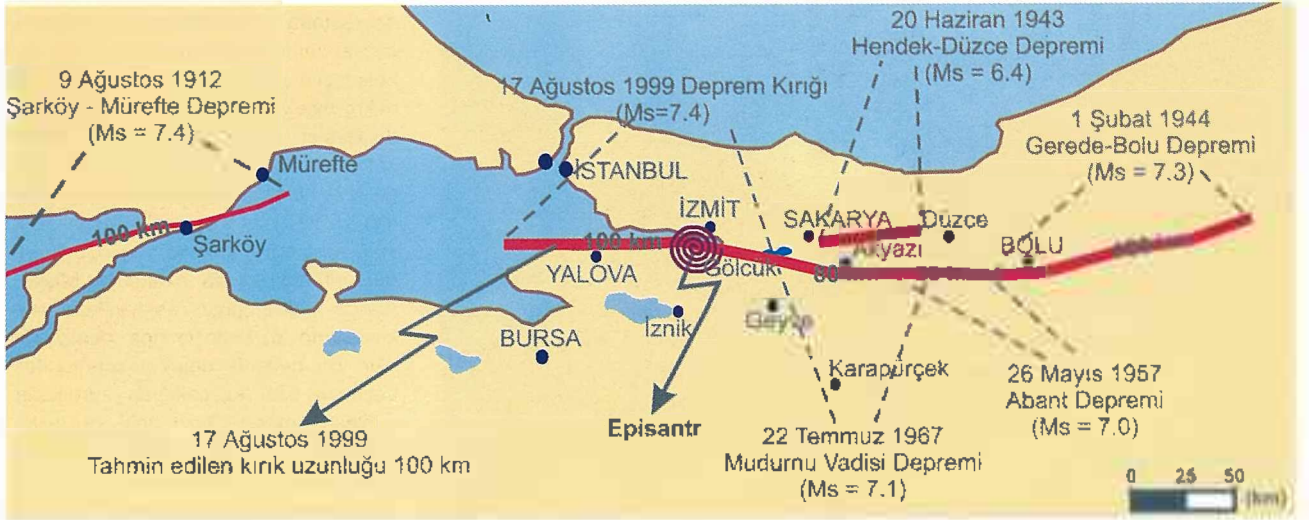
### GAZ / SU ÇIKIŞI

Depremle birlikte kabukta bazı değişimler olur. Bu değişimler deprem öncesi ve sonrasında da gözlemlenebilir. Deprem öncesi sürekli biriken gerilmeler sonucu bölgesel ölçekte kabukta yamulmalar ve mikro-ölçekte çatlaklar oluşur. Bu değişimler, ancak hassas eğim ölçer, deformasyon ölçer ve gerilim ölçer gibi aletlerle belirlenir. Deprem öncesi radon gibi gazlarda artışlar başlar ve deprem sırasında en yüksek değere ulaşır ve deprem sonrasında azalmaya başlar. Ayrıca yeraltısuyu seviyesinde ve kayaların öz-dirençlerinde değişimler olur. Bu nedenle deprem sonrası fay boyunca bazı kaynaklarda kurumalar meydana gelirken, bazı yeni kaynaklar oluşabilir. Hareketle birlikte sürtünme sonucu fay düzlemi boyunca yer alan kayalarda değişimler gözlenir. Deprem sonucu fay boyunca gaz çıkışları devam edebilir. Örneğin bu depremde Başiskele-Rahmiye köyü arasında gelişen yüzey kırığı boyunca otlarda sarma ve çürümeler olmuştur.

1999 İzmit Körfezi depreminde lav çıkışı kesinlikle mümkün değildir. Lav çıkışı olabilmesi için fayın, kalınlığı 100 km olan taşküreyi tamamen kesmesi gerekir. Bu depremin odak derinliği 15-20 km civarındadır. Diğer taraftan Kuzey Anadolu Fayı'nda (KAF) olan depremlerin hiç birinde lav çıkışı olmamıştır ve olması da sözkonusu değildir. Çünkü şimdiye kadar KAF'da olan depremlerin odak derinliği ortalama 10 km olarak saptanmıştır.



Marmara Bölgesi Aktif Fay Haritası ve 17 Ağustos 1999 deprem kırığı



depremlerin yıkıcı etkilerinden korunmak için, yer bilimlari açısından, öneriler sunulmaktadır.

## Yüzey faylanması

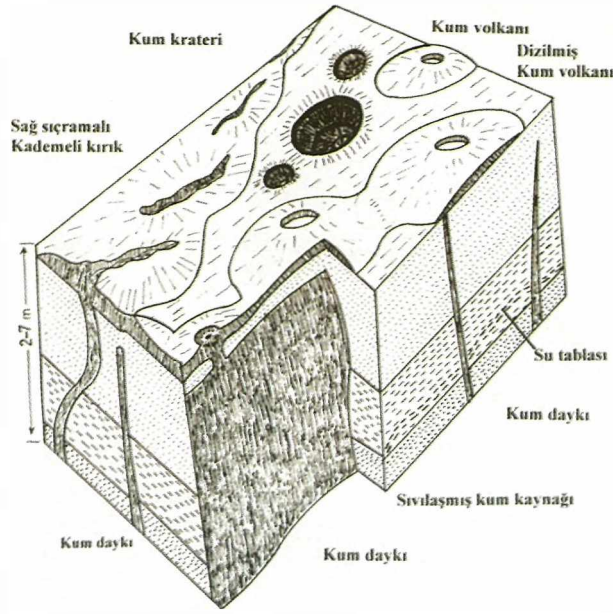
Dış-merkezi Başiskele-Kullar arasında yer alan 7.4 büyüklüğündeki (Richter) deprem, Kuzey Anadolu Fayı'nın Arifiye-Yalova arasında uzanan yaklaşık 100 km'lik bölümünü hareket ettirmiştir. Deprem kırığı, 1967 Mudurnu Vadisi ile 1943 Düzce-Hendek deprem kırıklarının batısında yer almıştır. 10 Temmuz 1894'de aynı fay segmentinde 100

km uzunluğunda faylanmaya neden olan bir deprem daha olduğu bilinmektedir. Sahada yapılan çalışmalarda kırık doğrultusu genelde Doğu-Batı olarak ölçülmüştür. Yırtılma, iç-merkezden iki yöne doğru, doğuda (karada) Gölçük-Arifiye, batıda (denizde) sahile paralel Gölçük-Yalova arasında gerçekleşmiştir. Deprem iç-merkezi (Hiposantr) yakınında, yırtılmanın başladığı faylanma bölgesinde en büyük atım beklenilir. Bu nedenle deprem, iç-merkezinin yeryüzündeki iz düşümü olan dış-merkez (Episantr)

civarında en büyük sağ yönlü yatay atıma (2.70 m) neden olmuştur. Deprem odak derinliği ise 15-20 km olarak açıklanmıştır.

## Zemin Sıvılaşması- Heyelan-Zemin Yenilmesi

Yüzece yakın kum seviyelerinde kum tanecekleri arasındaki boşluklara ani bir sismik kuvvet etkidiginde, tanecekler arasındaki denge bozulur ve kum ile su birlikte yüzeye



Sıvılaşma mekanizmasının blok diyagramı üzerince görünümü

doğru hareket ederek zemin yüzeyinden çıkmaya başlar. Bu olaya zemin sıvılaşması adı verilir. Sıvılaşma, genellikle suya doymun gevşek kumlu zeminlerde ve sonradan kurutulmuş ve ıslah edilmiş göl, akarsu ve deniz kenarlarında oluşur. Sıvılaşma sonucu kum ve su birlikte

hareket ederek zemin sıvı gibi davranmaya başlar. Böylelikle üzerinde bulunan binalarda yana yatmalar ve devrilmeler gelişir. Ayrıca kanalizasyon, içme suyu, doğal gaz ve iletişim gibi alt yapı sistemlerinin hasar görmesine neden olabilir. Bu tür olaylar, 1964 Nigata (Japonya) 1989 Loma Prieta (Kaliforniya), 1995 Kobe (Japonya), 1998 Ceyhan-Misis ve 1999 İzmit Körfezi (özellikle Adapazarı kent merkezi) depremlerinde çok belirgin olarak görülmüştür. Sıvılaşma kum fıskırması, kum dayk ve silleri ve yanal yayılmalar gibi üç farklı tipte gelişebilir.

Kum fıskırması, kratercik ve bacalı-kum volkanları şeklinde görülür. Sıvılaştırılmış kum yüzeye doğru baca şeklinde çıkarken yüzey mal-

zemesini (genellikle toprak seviyesini) bir tarafa doğru hareket ettirir ve zemin yüzeyinde kratercik şeklinde çukurluklar oluşturur. Baca açıldıktan sonra zemin yüzeyinde 1-3 m çapında ve 1-2 m derinliğinde çukurlar gelişebilir. Örneğin 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depreminde Abdioğlu köyü civarında 2 m derinlikte ve 4 m çapında büyük kum kraterleri meydana gelmiştir.

Kum volkanları ya da kum konileri, kum fıskırmasının en yaygın tipidir. Kum konileri 10-30 cm yüksekliğinde, 15-60 cm çapında ve birkaç on cm derinliğinde olabilir.

Yanal yayılma, genellikle bölgesel boyutta çok düşük yamaçlarda sıvılaştırılmış bir tabakanın üzerinde yamaç aşağı hareket eden dilimler şeklinde gelişen kütle hareketleridir. Serbest bir yüzeye doğru dilimler şeklinde gelişen yanal yayılma, metreler boyutuna eriştiği zaman, topuk boyunca ters kesmeler ve çökmeler gelişir. Dar ve açık yarıklar şeklindeki yanal yayılma, özellikle dere ve taraça kenarları boyunca yaygın olarak gözlenir. 27 Haziran



Sahada görülen sıvılaşma konilerine bir örnek (Adana-Ceyhan Depremi)



17 Ağustos 1999 Depremi sırasında sivilaşma sonucu oluşmuş yapı hasarı, Adapazarı II Merkezi (Fotograf: Hamdi Mengi)

1998 Ceyhan-Misis depreminde Ceyhan nehri kenarları boyunca gelişmiş yarıklar, sivilaşmaya bağlı olarak gelişmiş yanal yayılmalar sonucu oluşmuşlardır. Bu tür yanal yayılma, 17 Ağustos 1999 depreminde Sapanca gölü güney kenarlarında, Değirmendere, Gölcük ve İzmit Körfezi boyunca da meydana

gelmiştir.

Bazı durumlarda sivilaşma yüzeye kadar erişemez ve yüzeyin birkaç metre aşağısında dayk ve sil şeklinde gelişebilir. Bu durumda yüzeyde herhangi bir kum fişkırmaları olmazken, alttaki düşey ve/veya yatay yöndeki yayılma sonucu yüzeyde farklı oturmalar gelişebilir.

Bu tür sivilaşma yarıkları, 17 Ağustos 1999 depremi sonucu eski göl ve akarsu yatakları üzerinde kurulmuş Akyazı, Adapazarı ve Gölyaka gibi ovalık bölgelerde yaygın olarak görülmüştür.

Deprem Adapazarı kent merkezinde kum kaynaması şeklinde zemin sivilaşmalarına neden olmuştur. Sivilaşma sonucu merkezdeki Kavaklı Caddesi boyunca kaldırımlar 1-2 m yükselirken binaların zemin katları zemin içerisine gömülmüşlerdir. Bazı binalarda ise yan yatmalar ve devrilmeler olmuştur. Sapanca gölü güney kenarında birkaç metre yüzeye çıkan kum fişkırmaları olmuş ve zemin tamamen sivilaşmıştır. Sivilaşmaya bağlı olarak Sapanca oteli ve Olympia restaurant binalarının kıyıdaki bölümleri ve kafeterya bölümleri su içerisinde kalmıştır. Benzer şekilde, Düzce, Akyazı ve Gölyaka'da da küçük ölçekte zemin sivilaşmaları olmuştur.

Adapazarı kent merkezi başta olmak üzere, Sapanca gölü güneyi,



17 Ağustos 1999 Depremi sırasında oluşan yanal yayılma; yığlıkların denize doğru hareketi, Gölcük (Fotograf: Adil Bina)

Düzce, Akyazı ve Gölyaka, eski göl ve akarsu yatakları üzerinde suya doygun gevşek zeminler üzerine kurulmuştur. Bundan dolayı bu tür zeminlerde depremin etkisi önemli oranda büyütülmüş ve hasarların çoğu yapılar için elverişsiz olan zemin koşullarından kaynaklanmıştır.

Ayrıca, gevşek ve kalın dolgu zemin üzerinde yer alan Arifiye TEM otoyolu ve tren raylarında zemin yenilmeleri ve sıvılaşmadan kaynaklanan büyük ölçekli oturmalar, çökmeler ve kaymalar meydana gelmiştir. Bu tür zemin yenilmeleri, yüzey faylanmaları ile karıştırılmamalıdır. Otoyoldaki kabarmalar ve raylardaki bükülmelerin olduğu kesimin 100 metre güneybatısında doğrultu atımlı faylara özgü sağ kademeli kırıklar gelişmiş ve yatay atım miktarı 5 cm civarında ölçülmüştür. Burası (Arifiye), deprem yüzey kırığının doğu ucudur ve deprem merkezinden 40-50 km uzaklıkta bulunmaktadır. Öte yandan gerek Arifiye gerekse Sapanca ilçelerinde herhangi bir bina çökmemiştir. Yalnızca zemin sıvılaşmasından dolayı bazı binalarda yan yatmalar ve üst geçitte



Depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerine uygun olmayan yapı elemanları na bir örnek (Fotoğraf: Adil Binal)

çökme olmuştur. Üst geçitteki çökmeye, 1995 Kobe depremindeki ekspres yolunda olduğu gibi, zemin sıvılaşması neden olmuştur.

İzmit, Gölcük, Değirmendere, Yalova ve Çınarcıkta çöken ve "Depreme Dayanıklı Yapı Şartnamesi"ne göre yapılmamış binaların büyük bir çoğunluğu sahile paralel eski alüvyon yatağı ve üzeri doldurulmuş, denizden kazanılmış dolgu zeminler üzerinde bulunmaktadır. Bu tür sonradan ıslah edilmiş ze-

minler, deprem hareketine karşı son derece zayıf zeminleri oluştururlar. Dolayısıyla İzmit Körfezi sahili boyunca deniz-dolgu zeminlerde binalar tamamen çökerken, hemen sahilden uzak kayalık zeminlerde hiç hasar olmamıştır. Aynı şekilde Adapazarı kent merkezinin dışında, yüksek kayalık zeminlerde kurulmuş kenar semtlerde hiç bir binada yıkılmamıştır. 1989 Loma Prieta depreminde kurutulmuş bataklık alan üzerine kurulmuş Mariana böl-

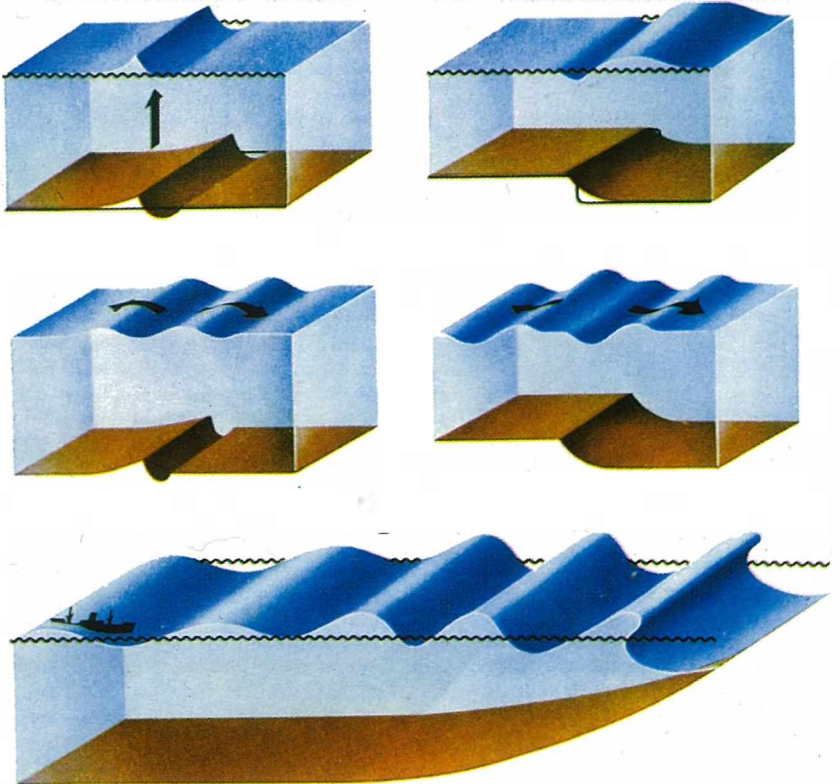
## Tsunami

Deprem sırasında, okyanus kıyıları boyunca, dev deniz dalgaları kıyılara doğru akın eder ve kıyı kuşağındaki yerleşim yerlerinde önemli hasara ve can kayıplarına neden olur. Bu tür dalgaların sarsıntıdan ziyade yıkıcı etkileri vardır. Bu dalgalara, gel-git dalgaları ile karıştırılmaması için tsunami adı verilmiştir.

Bir depremin tsunami oluşturabilmesi için;

- 1- Düşey yönlü bir hareket (normal ya da ters fay)
- 2- Deprem hiposantrının (iç-merkezi) deniz içerisinde olması
- 3- Deniz altında çok büyük boyutlu bir heyelanın oluşması
- 4- Deniz içinde volkanik adalardaki patlamalar gibi doğal olayların oluşması gerekir.

Açık denizde tsunami dalgalarının hızı saatte 700 km'yi geçer ve uzunlukları olağan okyanus dalgalarını gölgede bırakır. Dalganın iki zirvesi arasındaki uzaklık 100 km'yi aşabilir. Ancak, açık denizde dalga genlikleri 1 m'den daha küçük olduğu için, dalgalar gemiler tarafından farkedilemeyebilir. Tsunami dalgaları



gesinde de benzer hasar gözlenmiştir. Ayrıca 1995 Kobe depreminde bu tür zeminlerde hasar meydana gelmiştir. Avcılar (İstanbul) bölgesinde çöken binalar da kıyı şeridi boyunca dolgu zemin ve heyelanlı alanlarda yer almaktadır.

Deprem Düzce ve Gölyaka civarında çok sayıda heyelanın meydana gelmesine ve yamacın kaymasına neden olmuştur. Heyelan ve yamaç kayma yüzeylerinin derinde olması nedeniyle yüzeyde büyük ölçekte yarılmalar ve kırılmalar gelişmiştir. Bundan dolayı doğuya bakan yamaçlarda kuzey tarafın kayması, sanki doğrultu atımlı faylanma sonucu sağ-yanal kayma olmuş gibi yanlış bir izlenim vermektedir. Bu nedenle bu tür heyelan-kırıklar, gerçek yüzey faylanmaları ile kesinlikle karıştırılmamalıdır. Ayrıca, yırtılmanın şeklini ve uzunluğunu yaklaşık olarak gösteren artçı-deprem dağılımına bakıldığında, kırığın Kuzey Anadolu Fayının Arifiye-Yalova arasında uzanan 100 km'lik bölümünde olduğu açıkça görülmektedir.

Deprem, Akyazı, Adapazarı, Düzce ve Gölyaka'da çok sayıda zemin oturma ve yenilmesi sonucu

siğ derinliklere eriştiklerinde hızları aniden azalır. Buna karşın, dalga yüksekliği açık denize oranla kat kat artar ve bazen 25 m yüksekliğe kadar ulaşabilir.

6 Nisan 1946 depreminin etkisiyle oluşan tsunami dalgalarının Aleut Adaları'nda önemli sayılabilecek hasara yol açmasından sonra, tsunamilerin sıkça görüldüğü Pasifik Okyanusu kıyısındaki ülkeler arasında ortaklaşa çalışmalar yürütülmüş, ve tsunami tehlikesini belirlemek için Tsunami Erken Uyarı Sistemi geliştirilmiştir. Bölgedeki sismograflar büyük bir depremin olduğunu saptadıklarında, yerini belirleyip, Hawaii'deki merkezi arayarak muhtemel tsunami oluşumu hakkında uyarır. Tektonik levhaların okyanus kenarları boyunca oluşan depremlerin tümü dikkate değer ölçüde tsunami oluşturmayabilir. Tsunami dalgasının üretilmesi için okyanus tabanında fay boyunca düşey hareketin olması gerekir. Bu hareketler, özellikle yitim zonları boyunca gözlenir.

Deprem sonucu göl ve büyük su rezervuarlarında istinat duvarlarının çökmesi veya büyük boyutta heyelanların oluşması sonucunda, akarsu akış-aşağı yörelerde yaşayan insanlar ve rihim, baraj ve kanalizasyon sistemleri için ciddi riskler

gelişmiş yüzey kırılmalarına neden olmuştur. Bu tür kırılmaların da faylanma ile herhangi bir ilişkisi bulunmamaktadır.

## Deprem hasarlarının nedenleri

Deprem hasarı, yapı ile zemin arasındaki etkileşim ile ilişkili olduğundan, herbir yıkıcı depremde aynı faktörler rol oynamaktadır.

1- Depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerine uygun olmayan bina üretimi.

2- Jeolojik faktörler/zemin koşulları: Deprem odak noktasında (hiposantri) faylanma sonucu sert kayalar yırtılır ve sismik dalgalar yayılmaya başlar. Sismik dalgalar yeryüzüne yaklaştığı zaman, gevşek ve suya doygun zeminlerde oldukça karışık kırılma ve yansımalar uğrarlar. Sismik dalgaların hareketleri, yeryüzüne yakın tabakaların bileşimi ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişir. Genellikle yeryüzüne yakın tabakalar ne kadar yumuşak ve kalın olursa, sismik hareketler de o kadar büyük ve hareket süresi de o kadar fazla olur. Bu nedenle deprem merkezi ve kırılmış faydan uzakta

sözkonusudur. 9 Temmuz 1958 tarihinde Lituya Körfezi'ndeki (Alaska) 7 büyüklüğünde bir deprem, körfez içinde büyük bir heyelanı tetiklemiş ve 60 m yüksekliğinde su dalgaları meydana getirmiştir. Bu dalgalar, kayıklar, 25 m yükseklikteki ağaçların üzerine taşımış ve dalga hızı, kıyı boyunca bulunan bitki örtüsünü tahrip edecek ölçüde olmuştur.

" Seiche " adı verilen su yüzeyindeki salınımlar, zeminin sarsılması sonucu oluşur. Bu olay, tabakadaki suyun ileri-geri hareket ettirilmesi sonucu taşmasına benzetilebilir. Büyüklüğü yüksek olan depremlerin oldukça uzak mesafelerde bu türden seiche olaylarına neden oldukları bilinmektedir. Örneğin, 1755 Lizbon depremi, Hollanda, İsviçre, İskoçya ve İsveç gibi çok uzak ülkelerdeki göl ve su kanallarında gözle görülür salınımlara yol açmıştır.

17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depreminin herhangi bir tsunami oluşturması mümkün değildir. Çünkü bu depremin yüzey faylanması sırf doğrultu-atımlı faylanma (yatay yönlü hareket) şeklinde gerçekleşmiştir. Deprem hiposantrinin Gölcük yakınında olması ve en büyük enerjinin buradan çıkması, fayın İzmit Körfezi güney sahiline yakın uzanması, yani yırtılmanın burada başlaması ve güneydeki sahilin eski alü-

bulunan Adapazarı, Düzce, Akyazı ve Gölyaka gibi düzlük alanlarda kurulan kentler, gevşek ve suya doygun genç çökeller üzerinde kuruldukları için, bu tür zeminlerde hareketler önemli miktarda büyütülmüş ve ağır hasar olmuştur. Benzer olarak 1989 Loma Prieta depremi merkezinden 100 km uzaklıkta bulunan sonradan kurutulmuş ve ıslah edilmiş Marina bölgesinde (San Fransisko) ağır hasar meydana gelmiştir. Bu bölge oldukça kalın yumuşak körfez çamurlarının üzerine kuruludur. Bu nedenle deprem hasarları özellikle kalın ve suya doygun yumuşak zeminlerde yoğunlaşmaktadır.

3- Topografik faktörler/havza tabanı topografyası: Hasar dağılımında zemin koşullarının yanında topografik faktörler de önemli rol oynamaktadır. Aynı zemin yapısındaki tepelerde bulunan yerleşim yerleri, düzlük alanlara göre daha şiddetli sarsılırlar. Bu tepeler yüksek katlı binalar gibi davranış gösterirler. Dolayısıyla tepelerin salınım periyodları daha büyüktür. Topografik faktörlerden kaynaklanan hasarlar 1998 Ceyhan-Misis ve 1995 Kobe depremlerinde açık olarak

yon ve dolgu zeminden oluşması nedeniyle sahil boyunca bir çökme meydana gelmiştir. Bu çökme, İzmit sahilini vuran 1 m yüksekliğe erişen deniz dalgalarının oluşmasına neden olmuştur. Bu oluşan dalgalar tsunami olarak nitelendirilemez. Eğer bu deprem tsunami dalgası oluşturmuş olsaydı, depremden bir süre sonra sonra İstanbul, Tekirdağ, Bandırma, Kapıdağ ve Marmara adasında da tsunami dalgaları ve etkilerinin sahil boyunca olması gerekirdi. Örneğin, Hokkaido güneybatısından 70 km uzaklıkta Japon Denizi içinde, 12 Temmuz 1993 Hokkaido-Nansei-Oki (Japonya) depremi (Ms=7.8) oldukça yıkıcı sonuçlar doğuran tsunamiye neden olmuştur. Depremin odak derinliği 34 km denizin altında yer almış ve tsunami sonucu Japon denizinde 270 kayık batmıştır. Tsunami, Hokkaido ve Okushiri adasını oldukça fazla etkilemiş ve 200 kişinin ölmesine ve 690 evin haritadan silinmesine neden olmuştur. Burada dalgalar 5-10 metre, bazı yerlerde 30 metre yüksekliğe erişmiştir. Erken Tsunami Uyarı Sistemi depremden beş dakika sonra devreye girmiş, ancak deprem merkezinden yalnızca 20 km uzakta bulunan ve oldukça hızlı ilerleyen dalgalar nedeniyle bu adada yaşayan insanların yükseklere kaçacak kadar zamanları olmamıştır.

gözlenmiştir. Diğer taraftan havza tabanı topoğrafyası da hasarların farklı olmasına neden olmaktadır. Çünkü bu tür süreksizlik yüzeylerinde dalgalar farklı yansıma, kırılma ve karışmalar göstermektedir. 17 Ağustos 1999 depreminde Akyazı, Düzce, Gölyaka ve Adapazarı ovalarındaki hasarların bir kısmı da havza tabanı topoğrafyasından kaynaklanmıştır.

4- Dalga yayılma yönü: Depremde enerji faya dik alanlara göre, faylanma yüzeyi boyunca daha fazla açığa çıkar ve yırtılma boyunca bulunan yerleşim yerlerinde diğer üç faktörlere bağlı olarak hasar daha fazla olabilir. Dolayısıyla bu etki, dalganın yayılma yönü ile ilgilidir. Buna karşın, eğer zemin sert kayalardan oluşmuşsa faylanma yakınında olan yapılarda herhangi bir hasar olmayabilir. Örneğin 1995 Kobe depreminde Awaji Adası'nda 1.5 m'lik sağ yanallı atımın geliştiği faylanmanın 1 metre yakınındaki evde hiç bir hasar olmamıştır. Sadece fayı enine kesen bahçe çiti 1.5 m ötelenmiştir. Benzer biçimde depremin dış merkezinin bulunduğu Gölcük'te fayın hemen yanındaki binalar çok az hasar görmüştür.

5- Dalgaların uzun periyod etkisi: Deprem sonucu yer-çindeki bazı süreksizlik yüzeyleri yeryüzü boyunca uzun periyodlu yüzey dalgalarının yayılmasına ve merkezden çok uzak yumuşak düzlük alanlarda kurulmuş yerleşim yerlerinde ağır hasar meydana gelmesine neden olurlar. Örneğin 1999 İzmit Körfezi depreminde Eskişehir'de oluşan hasarın, depremin uzun periyod etkisinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

## Deprem riskinin belirlenmesi ve deprem zararlarının azaltılması

Dünyada doğal afet zararlarını azaltmak için ilk adım, Birleşmiş Milletler tarafından, 1990-2000 yıllarını "Doğal Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı" (IDNDR) olarak ilan edilmesi ile atılmıştır. Birleşmiş Milletler, Ulusal kurum

ve kuruluşlar, mühendislik büroları ve jeolojik örgütler, deprem ve tsunami gibi doğal afetlerin zararlarını en aza indirmek için ortak çalışma programları hazırlamışlardır. Depremden etkilenen ülkeler, depremleri önlemede çaresiz kalmıştır. Fakat Birleşmiş Milletler, deprem riskini, insanlık üzerindeki etkilerini büyük ölçüde azaltabilecek programlar hazırlamıştır.

IDNDR Komisyonunun yaptığı bu tür çalışmaların en başarılı örneği "Tsunami Uyarı Sistemi"nin geliştirilmesidir. IDNDR toplantısına katılan ülkeler, deprem riskini azaltma konusunda her ülkenin kendi başına çalışması yerine birlikte hareket etmeyi önermiştir. Büyük bir barajın arkasında yer alan su dalgalarını analiz edebilmek için, baraj ve kanyon tabanı ile kenarı arasındaki temas bölgesinde oluşabilecek sismik hareket hakkındaki verilerin bilinmesi gerekir. Bu tür bilgileri elde edebilmek için her ülke barajların civarına sismik faaliyet ölçen araçlar yerleştirilerek uzun süre gözlemek zorundadır. Sismik olarak aktif olan birkaç ülkede IDNDR sismik faaliyet ölçen araçlar kurarak çok yakın zamanda bilgi elde etmeyi ümit etmektedir.

Sismik tehlikeleri belirleyebilmek için planlanmış birçok proje arasında IDNDR özellikle kabuk içerisindeki P ve S dalgalarının hızlarını kullanarak kısa-sürelili uyarı sistemlerinin geliştirilmesini hedeflemektedir. Büyük bir deprem olduğu zaman, yoğun yerel sismograf ağı tarafından elde edilen odak yeri ve zamanına ait kayıtların bilgisayar aracılığı ile hızlı bir şekilde (örneğin 4 saniye içerisinde) belirlenmesi ve telefon ya da radyo hattı vasıtasıyla mesajın birkaç yüz km uzaklıktaki yerlere haber verilmesi düşünülmektedir. Hasar yapıcı S dalgaları yaklaşık yarım dakika sonra ulaşacağı için, özellikle depreme duyarlı sistemlerin kapatılabilmesi için bu süre yeterli bir zamanı oluşturabilir. Benzer bir deprem uyarı sistemi yaklaşık 25 yıldır Japon Demiryollarında başarı ile uygulanmaktadır. Hızı saatte 240

km'ye erişen Shinkansen adlı hızlı trenler, bir deprem anında raylarda oluşabilecek hasarlardan dolayı büyük bir tehlike altında bulunmaktadır. Ray yakınlarına yerleştirilmiş sismograflar, zemin ivmesinin yerçekimi ivmesinin belirlenmiş bir miktarını aştığını belirtir belirtmez, Shinkansen'e bağlı elektrik sistemi otomatik olarak kesilmektedir.

IDNDR'in hedeflediği diğer programlar arasında, sarsıntı derecesini, zemin sıvılaşmasını ve diğer tip sismik etkileri önceden belirleyebilecek şiddet haritalarının hazırlanmasını kapsamaktadır. Bu tür haritalar, bir deprem tarafından oluşturabilecek hasarı en etkili bir biçimde azaltabilmek için mühendislere depreme dayanıklı bina yapımı ile ilgili tekniklerin geliştirilmesi yönünde hizmet edecektir.

Çoğu insanın evde olduğu anda büyük bir depreme yakalanma olasılığı oldukça yüksektir. Maalesef birçok yerde iskan alanları sismik olarak tehlikeli bölgelerde kurulmuştur. Akdeniz bölgesi ülkeleri ile birlikte, Ermenistan, Türkiye, İran, Güney ve Orta Amerika ile Asya ülkelerinde, yığma taş ve briket yapılar ile ağır çatı malzemeleri, orta büyüklükte bir depremde bile yüksek ölümlere neden olmaktadır.

A.B.D ve Yeni Zelanda ile birlikte Japonya'da da tek ya da çift katlı ahşap evlerin, bir deprem sırasında en güvenli yapılar oldukları gösterilmiştir. Bu tür binaların hasar görmelerine karşın, tamamen çökme olasılıkları oldukça düşüktür. Çünkü ahşap kısımlar arasındaki kuvvetli bağlantılar, kuvvetli düşey ya da yatay ivmelerde bile çatıyı veya üst katları kolaylıkla destekleyebilmektedir.

Yapıları güçlendirerek veya yeniden yaparak sismik risk azaltma çalışmalarının pahalı olduğu anlaşılmıştır. Şehir plancuları, para tahsislerinde, deprem tehlikesi altında olan bölgelerdeki can ve mal kaybı olasılığı ile risk azaltma maliyeti arasında mutlaka bir dengenin olması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu tür çalışmalarda ilk adım potansiyel tehlikenin belirlenme-



## DEPREMLERİN ÖNCEDEN KESTİRİLMESİ

sidir. ABD'de belirli bölgelerin ve tüm ülkenin zemin-titreşim tehlike haritaları hazırlanmaktadır. Bu haritalar, belirli bir zamanda, (örneğin 50 yıl içinde) sismik şiddet parametrelerinin (örneğin ivmenin) aşılp aşılamayacağı ile ilgili bilgiler sunmaktadır. Bu tür haritalar yapılırken daha önceleri tarihsel sismik faaliyet ve şiddet haritaları gözönüne alınmaktaydı. Fakat bugün bu tür yaklaşımlar terkedilmiştir; bunun yerine aktif fay hatları boyunca değişik büyüklükteki depremlerin oluşum sıklıkları dikkate alınmaktadır.

Eski yapılar, en fazla deprem riski altında bulunan yapılardır. Can kurtarma ile bina fiyatlarını düşürme arasındaki ilişki, Kaliforniya'da devlete ait binalardaki sismik dayanımla ilgili çalışmalarda en iyi şekilde sergilenmektedir. 20 milyar aşan değerdeki devlet binalarının çoğunun, bir deprem anında hasar görebileceği belirtilmektedir. 1974 yılında, Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesi'nde, bu problemle ilgili ilk sayısal çalışmayı yürüten komite hayat kurtarılmasını en öncelikli tercih olarak almıştır. Bir bina güçlendirildiği veya yeniden inşa edildiği zaman, can kaybını önlemek için hedeflenen kuralların yerine getirilemeyeceği yaygın bir kandıdır.

Deprem riski taşıyan ülkelerde ekonomik kaybı önlemekten ziyade can kurtarmanın çok daha önemli olduğu konusunda kamuoyu baskısı bulunmaktadır. Yine de en düşük bina standartları uygulandığı zaman, can kaybı düşük olsa bile yapılarındaki hasar önemli olabilir. Elbette en iyi çözüm hem can kaybını hem de maddi kaybı önlemektir.

17 Ekim 1989 Loma Prieta depreminden alınan önemli derslerden birisi de elektrik trafoları, su, kanalizasyon, iletişim ve taşıma hatları gibi hayati sistemlerin sismik davranışlarıdır. Bu depremde sismik kaynaktan 70 km uzakta, San Francisco'daki elektrik sistemlerinde gözlenen yıkım bu görüşü desteklemektedir. Aynı sorun Japon yetkilileri de kaygılandırmıştır. Yükselen emlak fiyatları, kıyı dolgu yoluyla

Yerkabuğu içerisindeki deformasyon-miktarının anlaşılması ve yer-zaman boyutunda büyük depremlerin düzenli aralıklarla yinelenmesi, yakın gelecekte deprem oluşturma potansiyeli çok yüksek olan ve arada kırılmadan kalan sismik boşlukların belirlenmesine yardımcı olmuştur.

Son yıllarda depremlerin önceden kestirilmesi çalışmalarında, sismik olarak faal kıtasal alanlarda kabuk içerisindeki kayalarda, fiziksel parametrelerin düzensiz değişimlerinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu parametrelerdeki uzun-sürelili değişimleri izlemek amacıyla özel algılama aygıtları kurulmuştur. Bununla birlikte, ölçüm sayıları sınırlı kalmış ve şimdiye kadar elde edilen sonuçlar üzerinde bazı uyumsuzluklar gözlenmiştir. Bazen bir yerel depremden önce, olağan olmayan davranışlar farkedilmiştir; bazen de hiç bir şey gözlenememiştir. Diğer yandan, bazı değişimler ise bir depremin habercisi olmamıştır. Aşağıda beş önemli deprem habercisi sıralanmıştır.

- 1- P dalgası hızı
- 2- Zemin yükselimi ve eğimlenmesi
- 3- Kuyularda radon gazı çıkışı

arazi kazanımını teşvik etmiştir ve nüfus yoğunluğu çok fazla olan sanayi ve ticaret bölgelerinin bu alanlarda gelişmesine neden olmuştur. 1923 Kanto depreminde olduğu gibi 7.9 büyüklüğündeki bir depremin oluşturduğu sıvılaşma, şhrin dolgulanmış 69 km<sup>2</sup> lik alanında ana su yolları gibi hayati sistemlerin çökmesine neden olabilir.

"Uluslararası Doğal Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı" süreci içinde hedeflenen noktalara ulaşılmış mıdır? Şüphesiz bu son on yıl içinde yapıım kurallarında önemli ilerlemeler kaydedilmiş ve mühendisler büyük bir deprem esnasında, çeşitli tip yapıların davranışları ile ilgili olarak önemli bilgiler elde etmişlerdir. Yapımın zeminden yalıtılması gibi sarsıntı şiddetini sınırlayabilecek yeni yapıım teknikleri geliştirilmiştir. IDNDR'in hedeflediği çalışmalarda, fiyatların yükselmesi ve parasal desteklerin azalmasına bağlı olarak, aksamalar sözkonusu olmuştur. Ekonomik açıdan

4- Kayaçlardaki öz-direnç değişimleri

5- Deprem sıklık sayısı

Bir kasırgadan önce havada olan bazı değişiklikler gibi, ana fay boyunca bir kayma başlamadan önce de kayaçların elastik özelliklerinde bazı değişiklikler oluşur. Bu değişiklikler, faydaki kırılmadan saatler ya da aylar öncesinde izlenebilir. Kaya mekaniği laboratuvarı çalışmaları, suya doygun kayaçlarda basınç artarken, kayacı zayıflatan küçük kırıkların geliştiğini, gözeneklerin suyla dolduğunu ve kayacın tamamına yayıldığını göstermiştir. Saha çalışmaları ile ilgili birkaç önemli gözlem şöyledir: Kayaç, hacim olarak genişlemektedir. çözücü gazlar yüzeye doğru kaçış yolları bulmakta, P dalgasının hızı S dalgasından farklı olarak değişmekte, ve su kayaçların öz-dirençini değiştirmektedir.

Bu parametreler deprem habercisi olarak nasıl kullanılabilir?

1- P ve S- dalgalarının seyahat zamanlarında, saniyenin yüzde biri kadar değişimler modern sismograflarla kolaylıkla ölçülebildiği için, P-dalgasındaki değişimler son derece önem taşır. P ve S-dalgaları, odak bölgesi içerisindeki daha küçük depremler, ya da odak bölge-

karşılaşılan en ciddi sorunlardan biri de hasar görebilecek bina ve hayati sistemlerin yeniden inşası için mali kaynak bulunmasıdır. Ayrıca dünyada deprem mühendisleri ve bilimcileri, 1985'den beri araştırma için ayrılan bütçenin azaltılmasından şikayet etmektedirler. Diğer bir sorun sismik risk haritalarının hazırlanamaması olacaktır. Bilindiği gibi zemin titreşiminin etkisi bir depremden diğerine, veya bir bölgeden diğerine oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Dünyada sadece birkaç bölgenin ayrıntılı sismik risk haritası mevcuttur. Bu nedenle risk altında bulunan bir bölgenin tüm yeraltı özellikleri bilinmediği sürece, sayısal haritalamanın tam bir yararı olmayacaktır.

Diğer taraftan emniyet hedefine ulaşmak için deprem risk azaltma çalışması geniş bir politik desteği yanına veya karşısına alabilir. Bununla birlikte, ulusal refahı tehdit eden deprem riski, deprem mühendisleri, jeoloji mühendisleri, şehir

si dışındaki daha büyük depremler tarafından, patlatmalar ve/ya mekanik darbe ile üretilebilir. ABD'de, San Andreas Fayı boyunca oluşan çok sayıda küçük ve orta büyüklükteki depremlerden önce seyahat zamanlarında önemli değişimler görülmüştür.

2- Diri faylar yakınında zemin eğimlenmesi şeklinde zemin seviyesindeki değişimlerdir. Birkaç bölgesel ölçekte yükselmin olduğu alanda yapılan çalışmalar, bu tür ölçümlerin güvenilirliği hakkında kesin olmayan bilgiler vermiştir.

3- Diri faylar boyunca radon ve diğer gazların, özellikle derin kuyulardan atmosfere yayılması. Sovyetler Birliği'nin (şimdiki BDT) bazı bölgelerinde depremlerden önce önemli derecede artan radon yoğunlaşması saptanmıştır. Normal olarak, suskun dönemlerde, diri fay zonlarında özellikle yapısal olarak zayıf olan fay bükümü ve kesişme alanlarında yoğunlaşan bazı gazlar bulunmaktadır. Toprakta, havada ve yeraltı-suyundaki radon gazı yoğunlaşmasında değişimler, büyük bir depremin hem birkaç km'lik dış merkez bölgesinde, hem de yüzlerce km uzaklıktaki alanlarda saptanır. Radon gazının yoğunlaşmasındaki düzensiz dalgalanmalar, depremden önce, sonra ve hiç

deprem olmayan bölgelerde ayrı ayrı ölçülür. Jeolojik ortamların, değişken olmasından dolayı, gaz yoğunlaşmasındaki normal değişimlerin deprem habercisi olup olmadığını belirlemek mümkün olmamaktadır.

4- Deprem bölgelerindeki kayaların elektrik iletkenlikleri: Yüksek basınç üreten cihazlarda, kayaç örneklerinde yapılan laboratuvar deneyleri, granit gibi suya doygun kayaçların öz dirençlerinin kaya kırılmadan önce çok fazla değiştiğini göstermiştir. Fay zonları boyunca, bu özelliği belirlemek için birkaç saha deneyi yapılmış ve depremden önce kayaların öz dirençlerinin azaldığı gözlenmiştir. Diğer bazı saha çalışmaları ise hiç bir değişikliğin olmadığını göstermiştir.

5- Sismik faaliyetteki değişimler: Bu parametre, önceki dört parametreye göre daha çok bilgi sağlamaktadır; ancak sonuçlar kesin değildir. Bir bölgede arada bir normal deprem oluşumlarından çok farklı değişimler gözlenebilir. Bu değişimler, genellikle küçük deprem sayısındaki artışlarla ilgilidir. Bu tür depremler bazen, hasar yapıcı bir depremin öncüsü olabilir. Bu öncül depremlere dayanan ilk başarılı tahminler İtalyan sismologlar tarafından gerçekleştirilmiştir. İtalya'nın kuzeyinde

Friuli bölgesinde, 6 Mayıs 1976 tarihindeki bir ana şoktan sonra oluşan artçı-depremlerin sayısı ve büyüklüğü araştırılmıştır. 1976 yılı Eylül ayı başlarında bölgede günlük deprem sayısında önemli artışlar gözlenmiştir. Bu gözleme dayanarak, dayanıklılığı kuşkuyla olan binalarda yaşayan insanların dışarıda veya çadırlarda yaşaması için genel bir uyarı ilan edilmiştir. 15 Eylül 1976 tarihinde 5:15 sularında Ms=6.0 büyüklüğünde büyük bir artçı-deprem olmuş, çok sayıda dayanıksız bina çökmüş ve deprem en az can kaybı ile atlatılmıştır.

Deprem Zararlarının azaltılması çalışmalarına paralel olarak, depremlerin önceden kestirilmesi çalışmaları da yürütülmelidir. Depremlerin önceden kestirilmesi çalışmalarında son derece güvenilir bilgilerin derlenmesi ve eski Sovyetler Birliği ve Çin'de gerçekleştirilmiş olan, depremlerin önceden kestirilmesi programları dikkate alınmalıdır. Bu, sözü edilen yer kabuğundaki eğimlenme ve yükselmeler, su seviyesi değişimleri, jeomanyetik ve elektrik ile sismik faaliyetteki yer-zaman dağılımları ve anormal hayvan davranışları gibi deprem habercileri sürekli olarak izlenmelidir.

plancıları ve sismik emniyeti artırmak için uğraşan diğer meslek sahipleri ve bilimciler tarafından öne sürülen bütçe ve kaynaklar üzerine olumlu etkiler sağlayabilir; ancak geçmişte bu tersine işlemiştir.

Metropoller ve yakın çevresinde oluşabilecek büyük yıkıcı depremlerin yalnızca bölgesel değil aynı zamanda ulusal anlamda da önemli ekonomik kayıplara neden olduğu açıkça görülmektedir. Depremden sonra sanayi ve ticaret kuruluşlarının çalışmaları duraksayacak ve tüm ülkenin yaşam standartları gerileyecektir. Tokyo, Los Angeles, Mexico City, Manila ve İstanbul gibi megakentler gelecek birkaç on yıl içinde büyük bir deprem yaşama olasılığı yüksek olan şehirlerin başında gelmektedir. Depremlerin önceden kestirilmesindeki sorunlara ve bazı teknik boşluklara rağmen, gelecek on yıl içinde deprem riskinin kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi mümkündür. Yer yapısı ve dinamiği ile ilgili jeolojik bilgi-

lerin geliştirilmesi ana unsurları teşkil etmektedir. Deprem oluşum mekanizması hakkında ne kadar çok bilgi elde edilirse, deprem tehlikesi de o ölçüde doğrulukla belirlenebilecektir.

## Doğal afet zararlarının azaltılmasına ilişkin yerbilimsel öneriler

Ülkemizin % 96'sının deprem riski altında olması, ayrıca Karadeniz bölgesinden Ege bölgesine, İstanbul'dan İzmir'e büyük şehirlerde, her yağış sonrasında pek çok alanın heyelan, su baskını, çığ düşmesi vb. gibi doğal afetler ile karşı karşıya kalması nedeniyle, her şeyden önce toplumumuzun afetler konusunda bilgilendirilmesi ve bu afetlere karşı hazırlıklı duruma getirilmesi bir zorunluluk olarak ön plana çıkmaktadır. Bunun için de ülkemizde afetlere hazırlık önlemleri ve afet sırası davranışları ile ilgili genel bilgilendirme, uyarı sis-

temleri kurma ve geliştirme, sivil örgütlenme, medyanın kullanımı, kamu yararı gözetmeyen uygulamalara karşı denetleme ve alınacak cezai yaptırımların yanısıra, halkta Afet Kültürü oluşturmak son derece önemlidir.

Ülkemizde meydana gelen afet zararlarının azaltılmasında alınabilecek etkili önlemler her şeyden önce tutarlı ve kararlı bir denetim sisteminin kurulabilmesine bağlıdır. Çünkü yapılan imar planları üzerinde ciddi ve kararlı bir sistemin kurulamayışı, imar planlarının keyfi değiştirilmesine ve olası afet risklerine karşı yapılan önlemlerin dikkate alınmamasına, sonuçta sistemin iflasına yol açmıştır.

İmar planlarının ve yapı projelerinin kamusal-mesleki denetimi TMMOB'ye bağlı meslek odalarının yapılması bir an önce yasal güvenceye kavuşturulmalıdır. Yerbilimleri açısından önlemler şöyle özetlenebilir:

1- Diri fayların ayrıntılı bir şe-

kilde haritalanması: Türkiye'deki diri faylar ve bunların depremselliği ile ilgili son bilgiler ışığında Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritası'nın yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

2- Diri fayların oluşturduğu morfolojik yapıların araştırılması ve bu faylarda hendek açımının (trenching) yaygınlaştırılması,

3- Deniz ve göl kıyılarında taraçaların ayrıntılı olarak incelenmesi,

4- Ülke çapında depreme hassas olan akarsu, göl, alüvyial yelpazeler gibi genç suya doymuş çökellerin haritalarının yapılması,

5- Tsunami çökellerinin tespit edilmesi,

6- Yerel zemin koşullarının ayrıntılı olarak saptanması,

7- Yerel zeminlerde (jeolojik bilgilerin ışığı altında) en büyük ivme değerlerinin hesaplanması.

8- Bölgesel ve yerel ölçekte mikro-bölgelendirme haritalarının yapılabilmesi için mutlaka Kuvvetli Yer Hareketi İvme ölçerlerinin ülke çapında yaygınlaştırılması,

9- Sıvılaşabilecek zeminlerin ayrıntılı olarak haritalanması,

10- Yıkıcı depremlerin olduğu bölgelerle ilgili ayrıntılı mühendislik haritalarının, kritik alanların neotektonik haritalarının ve ayrıntılı jeolojik çalışmalarının yapılması,

11- Deprem sonucu hareket edebilecek heyelan alanlarının saptanması,

12- Türkiye'deki depremleri kaydetmek üzere yeterli sayıda bölgesel-yerel boyutta sismograf ağıının yaygınlaştırılması,

13- Geçmiş depremlerle ilgili doğru ve ayrıntılı katalogların hazırlanması,

14- Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) yaygınlaştırılması,

15- Büyük bir depremin ardından ayrıntılı gözlemsel çalışmaların yapılması,

16- Deprem habercisi olabilecek olayların çok ayrıntılı olarak çalışıl-

ması ve ayrıntılı yasal düzenlemelerin yapılması,

17- Baraj ve yapay göller gibi büyük su rezervuarlarında su yükü ve gelişen gerilmeler sonucu olabilecek faaliyetin ayrıntılı olarak incelenmesi,

18- Tsunami oluşmasına neden olabilecek kaynak alanların tespit edilmesi ve tsunami dalgalarının muhtemel yayılabileceği alanların simüle edilmesi,

19- Profesyonel ve teknik personelin eğitilmesi: Türkiye jeolojisine yönelik sağlıklı bilgiler elde etmenin yanı sıra, depreme ilgili kamu kuruluşlarında çalışan jeoloji mühendislerinin meslek-içi eğitimlerinin sağlanması; üniversitelerdeki ilgili bölümlere Neotektonik ve Sismotektonik derslerinin konulması; kurumlarda ve üniversitelerde doğal afetlerle ilgili araştırma ve projelerinin artırılması,

20- Bölgesel, ulusal ve uluslararası ortamda depremlerin önceden kestirilmesi ile ilgili programların yakından izlenmesi, yurt dışına bu konuda kısa ve uzun dönemli öğrenci ve teknik eleman gönderilmesi; ayrıca üniversitelerde bu konuda yüksek lisans ve doktora çalışmalarına yer verilmesi veya sayılarının artırılması,

21- Depremlerin önceden kestirilmesi ve zararlarının en aza indirgenmesi ile ilgili olarak konferanslara, seminerlere katılınması, bu tür organizasyonların düzenlenmesi ve bilgi alış-verişinde bulunulması,

22- Zemin etüdlerinin yasal zorunluluk haline getirilmesi,

23- Kent planlarının ayrıntılı olarak hazırlanması,

24- MTA, DSİ, Köy Hizmetleri, Belediyeler, Atom Enerjisi Kurumu, Nüfus İdaresi gibi kuruluşlarda bulunan bilgilerin Afet İşleri Genel Müdürlüğü gibi bir kurumun bünyesinde toplanması (doğal afet bilgi bankası kurulması),

25- Türkiye'de deprem poli-

tikasına yeni bir boyut kazandırılması, Kandilli, Erzurum ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nde yürütülmekte olan Sismoloji istasyonların tek bir merkez altında toplanması, deprem sonrası iyileştirme politikaları yerine, deprem-öncesi önleyici ve koruyucu politikaların geliştirilmesi,

26- Mühendislerin ekonomik koşullarının mutlaka iyileştirilmesi, beyin gücüne önem verilmesi ve bu sayede ülkenin dünyadaki bilimsel yerini alması,

27- Deprem Sigorta Sisteminin hayata geçirilmesi; denetleme hizmetlerine yeni bir esas getirilmesi; bu amaç için yapı polisi, deprem sigortası gibi konuların, ilgili meslek odaları, belediyeler ve üniversitelerle birlikte ele alınması,

28- Türkiye'deki deprem tehlikesi ve boyutları, örneğin deprem kuşakları, geçmişte olmuş depremler ve meydana getirdiği zarar ve kayıplar, gelecekteki deprem tehlikesi ve riski hakkında topluma ayrıntılı bilgi verilmesi ve toplumun bu konuda uyanık tutulması.

Sonuç olarak, devlet, doğa olaylarının afetlere dönüşmemesi için yerleşim alanlarının seçilmesi, planlanması, sanayi tesisleri, otoyol, tünel, baraj vb. gibi büyük altyapı projelerinin gerçekleştirilmesinde ayrıntılı jeolojik/jeoteknik etüdlerin yaptırılmasını zorunlu kılacak ve bunların denetiminin ilgili meslek odaları tarafından yapılmasını sağlayacak yasal ve kurumsal değişiklikleri mutlaka yapmalıdır. Bu şekilde de afet zararlarını en aza indirmeye çalışmalıdır.

**Ramazan Demirtaş**

Afet İşleri Genel Müdürlüğü  
Deprem Araştırma Daire Başkanlığı  
Jeoloji Mühendisleri Odası Bilimsel Teknik Kurul Doğal Afetler Üyesi