

MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARINDAN

Eğitim Serisi  
No. 34

D E P R E M

Eşref ATABEY



ANKARA, 2000

**GENELMÜDÜR**  
Ali Kemal IŞIKER

**BASIN VE YAYIM SORUMLUSU**  
Bilimsel Dokümantasyon ve  
Tanıtma Dairesi Başkanı  
Sevim YILDIRIM

**YAYIM YÖNETMENİ**  
Neşriyat Birim Yöneticisi  
N.Gülgün HASBAY

**REDAKSİYON KURULU**  
Ergün AKAY (Başkan)  
Ahmet AKSAY  
Berk BESBELLİ  
Ali İŞCAN  
Erhan ÖNDER  
İsmail İNEL  
Yavuz HAKYEMEZ

**Yazışma Adresi**  
MTA Genel Müdürlüğü Bilimsel Dokümantasyon ve  
Tanıtma Dairesi Başkanlığı Neşriyat Servis Şefliği  
06520 - ANKARA  
Tel : (0.312) 287 34 30 / 2286  
Faks : (0.312)285 42 71

Yayımlarımız ücreti karşılığında Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü  
BDT Dairesi Neşriyat Servisinden doğrudan veya posta ücreti ödenerek  
yazışma ile elde edilebilir.

Dizgi ve Baskı işlemleri  
BDT Neşriyat Servisi tarafından yürütülür ve takip edilir.  
©

## ÖNSÖZ

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü kurulduğu 1935 yılından bu yana, yer altı kaynaklarının aranıp bulunmasının yanı sıra ilgili olduğu meslek disiplini gereği, depreme neden olan diri faylarla da ilgilenmiş ve Türkiye'nin ilk diri fay haritasını hazırlayıp 1992 yılında basmıştır.

Ülkemiz, depremler açısından dünyanın en aktif bölgelerinden biri üzerinde yer alır. İlkçağlardan bu yana, depremler nedeniyle büyük felaketlerin yaşandığı, bazı tarihi kalıntı veya yazıtlardan da anlaşılmaktadır. Ülkemizde son 60 yılda olan depremlerde yaklaşık 60.000 kişi hayatını kaybetmiş, 125.000 kişi yaralanmış ve 415.000 bina da yıkılmıştır. Deprem nedeniyle yılda ortalama 1000 vatandaşımız hayatını kaybetmekte ve de 7000 binanın yıkılmakta olduğu açık olarak görülmektedir. Ülkemiz topraklarının %96'sı ilk dört derecedeki deprem bölgelerinin dağılımını göstermekte olup toplam nüfusun %98'i de bu bölgelerde yaşamaktadır. Ayrıca santrallerin %90'ı da ilk üç derecedeki deprem bölgelerindedir. Bu nedenlerden dolayı deprem konusunda her an hazır durumda olmamız ve yerleşim yeri plânlamalarında da deprem unsurunun her zaman göz önüne alınması gerekmektedir. Depremden korunmanın birinci yolu, sanayii ve yerleşim yerleri için uygun alanların seçimidir. Daha sonra da uygun yapılar inşa edilip, Sivil Savunma yönünden hazırlıklı olunursa, depremden korkulması için bir neden kalmamaktadır. Ayrıca depremler sırasında ve sonrasında insanların, neler yapması gerekiği konusunda da bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Sonuç olarak, bilinçli olursak, duruma hakim oluruz. Doğadan gelecek tehlikelere karşı koyabiliyoruz. Yok, eğer bilinçli olmayıp, tedbir almazsa, can ve mal kaybı kaçınılmaz olur. Bu bağlamda, yararlı olacağı düşüncesiyle hazırlanan bu kitap, insanlarımızı, birlikte yaşamaya mecbur oldukları deprem konusunda, yer bilimleri ile ilgili olarak bilgilendirilme ve bilinçlendirilme amacıyla hazırlanmıştır.

Bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen arkadaşlara teşekkür ederim.

A. Kemal IŞIKER  
Genel Müdür

## iÇİNDEKİLER

GİRİŞ.....	1
DÜNYANIN OLUŞUMU.....	1
DÜNYANIN İÇYAPISI.....	2
LEVHA TANIMI VE LEVHALARIN (BİR BİRLERİNE GÖRE) YER DEĞİŞTİRMESİ .....	3
YER DEĞİŞTİREN LEVHALAR.....	8
Levhaların birbirinden uzaklaşması.....	9
Levhaların birinin diğerinin altına dalması.....	9
Levhaların birbirlerine sürtünerek hareket etmesi.....	11
FAY OLUŞUMU VE TIPLERİ.....	12
Normal fay.....	13
Ters fay.....	14
Doğrultu atımlı fay.....	14
DEPREM OLUŞTURAN FAYLAR.....	15
DEPREM NEDİR? NASIL OLUŞUR?.....	15
DEPREMIN ODAK NOKTASI VE MERKEZ ÜSSÜ.....	19
DEPREM DALGALARI.....	20
Cisim dalgaları.....	20
Yüzey dalgaları.....	20
DEPREMIN OLDUĞU YERİ SAPTAMAK.....	22
ODAK DERİNLİĞİ.....	23
DEPREMIN ŞİDDETİ VE BÜYÜKLÜĞÜ.....	23
Mercalli şiddet ölçeği.....	24
TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ (SİSMİSITESİ).....	27
ZEMİN SİVİLÂŞMASIVEZEMİN YENİLMESİ.....	38
DEPREM İŞIKLARI.....	39
TSUNAMİ (DEV DENİZ DALGALARI).....	41
KENT YERİ SEÇİMİNDE VE YAPI İNŞASINDA JEOLOJİK VE JEOTEKNİK ETÜTLERİN ÖNEMİ.....	43
Bölgesel jeolojik ve jeoteknik etütler.....	44
Yerel jeolojik ve jeoteknik etütler (zemin etütleri).....	46
DEPREM SIRASINDA VE SONRASINDA YAPILMASI GEREKENLER, EVİMİZİ VE AİLE FERTLERİNİ DEPREME NASIL HAZIRLAYALIM?.....	51
DEPREM SIRASINDA YAPILMASI GEREKENLER.....	51
Kapalı mekânlarda.....	51
Bina dışında.....	52
Araba içinde.....	52
DEPREMDEN HEMEN SONRA YAPILMASI GEREKENLER.....	52
EVİMİZİ DEPREME NASIL HAZIRLAYALIM?.....	53
Acil malzemeler.....	54
AİLE FERTLERİNİ DEPREME KARŞI NASIL HAZIRLAYALIM?.....	54
KATKI BELİRTME.....	56
DEĞİNİLEN BELGELER.....	56
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	57
ÜLKEMİZDE İZ BIRAKAN DEPREMLERDEN GÖRÜNTÜLER	

## GİRİŞ

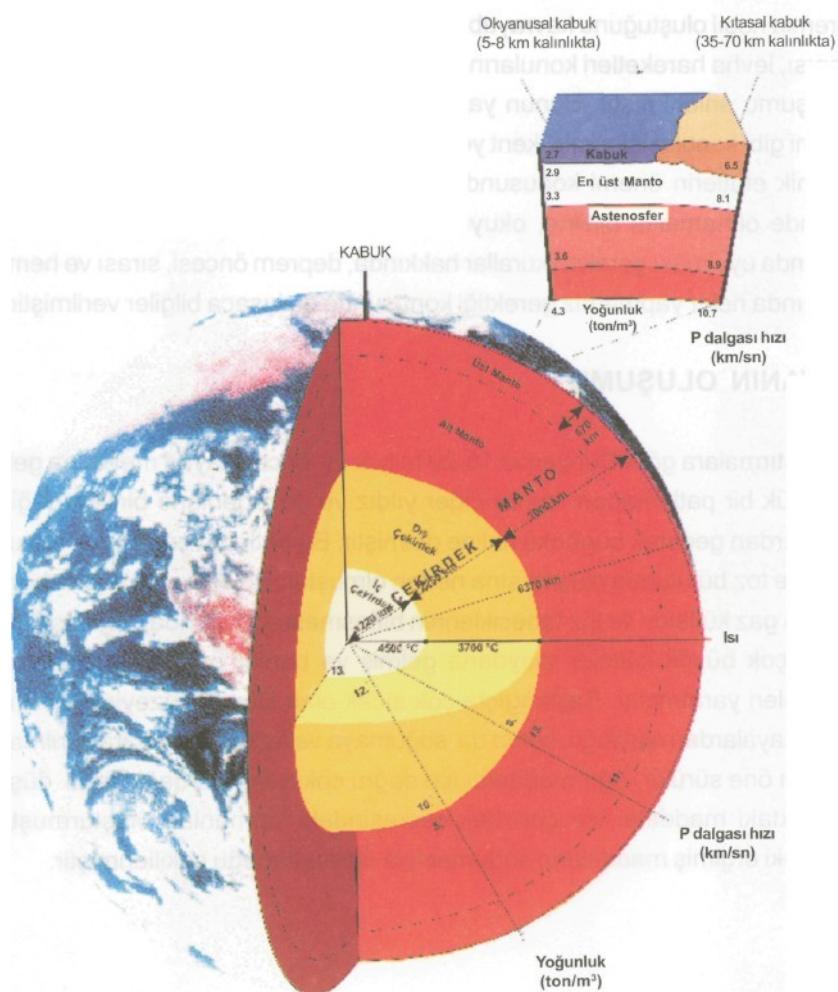
Deprem insanlık için hayatı önemi olan bir olgu olup yer bilimleri, eğitim, ilkyardım vb. çok sayıdaki konularla ilişkilidir. Depremle ilişkili olarak yer bilimleri kuruluşları ve insanların deprem konusunda eğitimiyle ilgili olarak, değişik kurumlar ve üniversiteler tarafından araştırmalar yapılmaktadır. İlk yardımla ilgili bazı kurumların yanı sıra, birçok gönüllü grup da bulunmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü, depremle ilgili olarak, ancak yer bilimleri bölümyle ilgilenmektedir. Bu kitapta depremin nasıl olduğunu kavrayabilmemiz için öncelikle dünyanın oluşumu ve iç yapısı, levha hareketleri konularına yer verilmiş, daha sonra depremin tanımı ve oluşumu anlatılmıştır. Bunun yanında zemin sıvılaşması, deprem ışıkları, tsunami gibi konular işlenmiş, kent yeri seçiminde ve yapı inşaasında jeolojik ve jeoteknik etütlerin önemi konusunda bilgiler verilmiştir. Ayrıca, ilgi alanımız içerisinde olmamakla birlikte, okuyucuya cevap niteliğinde olması için; bina yapımında uyulması gereken kurallar hakkında, deprem öncesi, sırası ve hemen sonrasında neler yapmamız gerektiği konusunda da kısaca bilgiler verilmiştir.

## DÜNYANIN OLUŞUMU

Araştırmalara göre Dünyamız 15-20 milyar yıl önce uzayda meydana gelen çok büyük bir patlamadan sonra diğer yıldız ve gezegenlerle birlikte değişik aşamalardan geçerek bugünkü haline gelmiştir. Bu patlama çok büyük boyutta bir gaz ve toz bulutunun oluşmasına neden olmuştur. Büylesi ortamda birbiriyle çarpışan gaz küteleri ile toz taneciklerinin birleşmesi sonucunda, ergimiş toplar halinde çok büyük küteler meydana gelmiş ve bunlar bugünkü yıldızlar ile gezegenleri yaratmıştır. Başlangıçta çok sıcak olan Dünya yüzeyinin ilk önce ergimiş kayalardanoluştuğu, sonra da soğumaya ve farklı katmanlara ayrılmaya başladığı öne sürüür. Ağır maddeler içe doğru çokerek çekirdeği, daha düşük yoğunluktaki maddeler ise çekirdek çevresindeki katmanları oluşturmuştur. Yüzeydeki ergimiş maddelerin soğumasıyla da yer kabuğu şekillenmiştir.

## DÜNYANIN İÇ YAPISI

Dünyanın şekli tam bir küre olmayıp, kutuplarda hafif basıktır. Yerküremiz; yer kabuğu, manto ve çekirdek olmak üzere üç ana katmandan oluşur (Şek. 1). Dünya'nın yarıçapı 6371 kmdir.

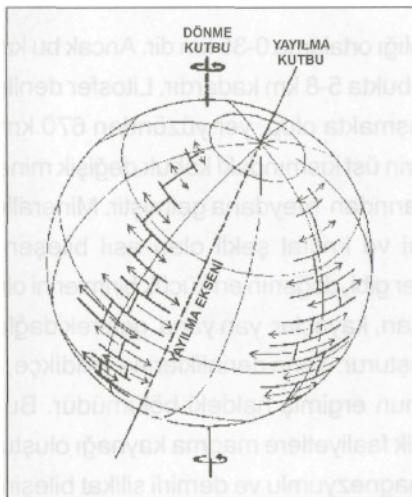


Şek. 1- Dünyanın içinin ve yer kabuğunun yapısı (TDV'den düzenlenmiştir).

Yer kabuğunun kalınlığı ortalama 0-35 km dir. Ancak bu kalınlık kitasal kabukta 35-70 km, okyanusal kabukta 5-8 km kadardır. Litosfer denilen kısım yer kabuğu ile en üst mantodan oluşmakta olup, yer yüzünden 670 km derinlere kadar bir kalınlığa sahiptir. Litosferin üst kısmındaki kabuk değişik minerallerin oluşturduğu çok değişik kayaç gruplarından meydana gelmiştir. Mineraller doğada bulunan, belirli kimyasal bileşimi ve kristal şekli olan asıl bileşenlerdir. Bunlar canlı organizmalardaki hücreler gibi, doğanın en küçük birimlerini oluştururlar. Mineraller yan yana gelerek kayaçları, kayaçlar yan yana gelerek dağları, ve dağlar da yan yana gelerek kıtaları oluşturur. Yerin derinliklerine inildikçe, Astenosfere geçilir. Astenosfer üst mantonun ergimiş haldeki bölümündür. Bu bölüm bazaltik lav bileşiminde olup, volkanik faaliyetlere magma kaynağı oluşturmaktadır. Onun da altındaki alt manto ise magnezyumlu ve demirli silikat bileşiminde olup; 1900 °C sıcaklığı sahiptir. Litosfer ile birlikte mantonun kalınlığı 2900 km dir. Dış çekirdek ergimiş haldeki demir ve nikel karışımında, 3700 °C sıcaklıkta ve 2250 km kalınlıktadır. Dünyanın merkezindeki iç çekirdek ise 1220 km kalınlıkta ve 4500 °C sıcaklıktadır.

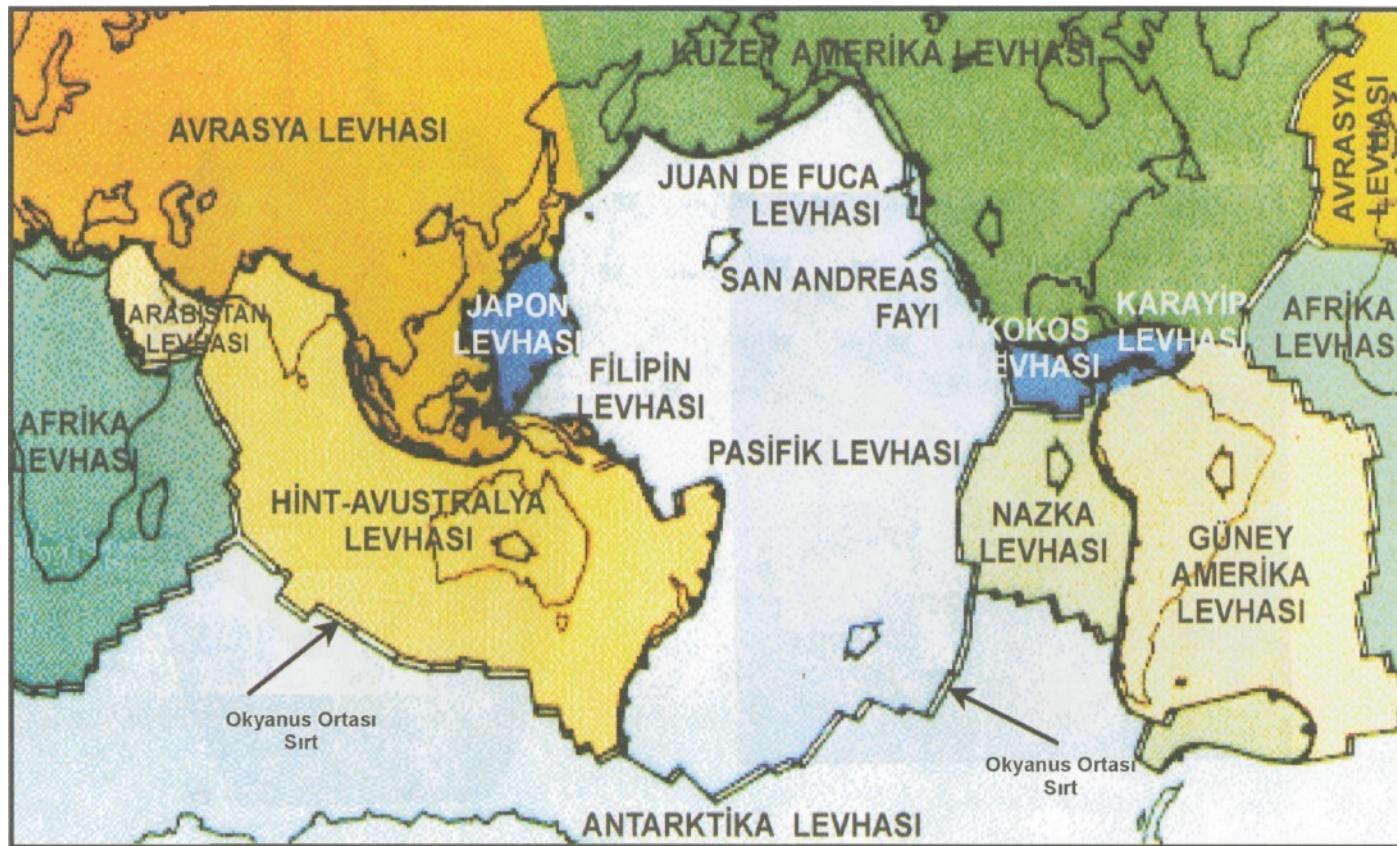
## LEVHA TANIMI VE LEVHALARIN (BİRBİRLERİNE GÖRE) YER DEĞİŞTİRMEŞİ

Milyarlarca yıldır var olan dünyamızın çehresi, bugüne kadar birçok kez değişmiştir. Yer kabuğunun yüzeyi lastik toptaki gibi tek bir bütünsel kabuktan değil de, küresel şeklini bozmanadan; çatlaklı yumurta kabuğu gibi pek çok parçalardan oluşmuştur. Bazen üzerinde okyanusal ve kitasal kabuk alanlarını birlikte kapsayabilen bu tek, dev ya da küçük kabuk parçalarına levha denilmektedir. Bu levhalar şekil 2 de görüldüğü gibi bir yayılma kutbu ekseni etrafında hareketlerini sürdürmektedirler.

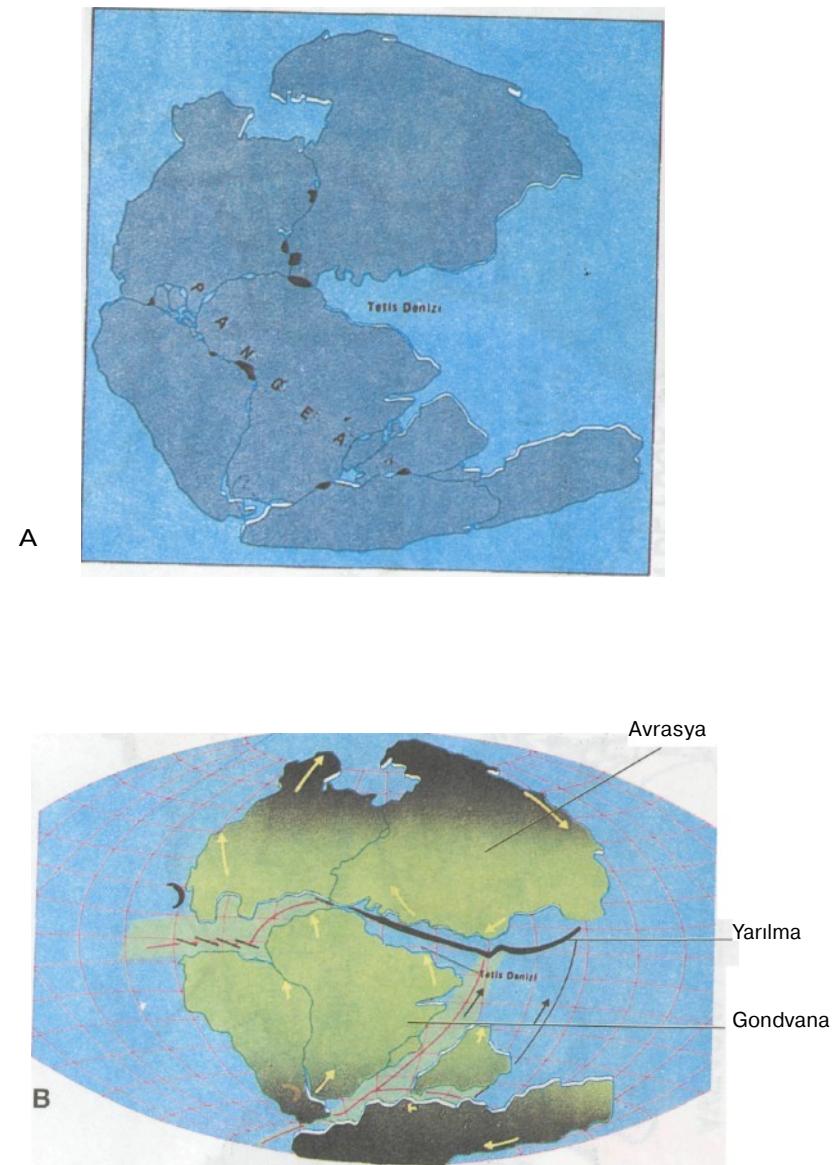


Şek. 2- Levhaların yayılma kutbu çevresindeki hareket yönleri (Ketin ve Canitez, 1979).

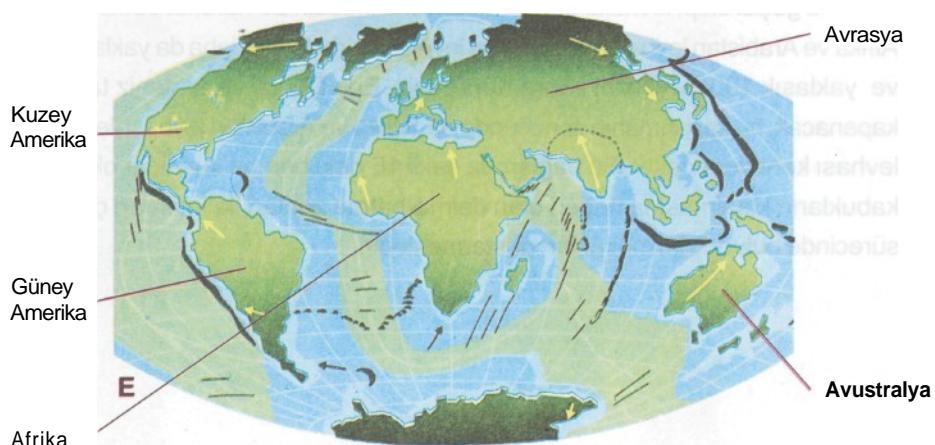
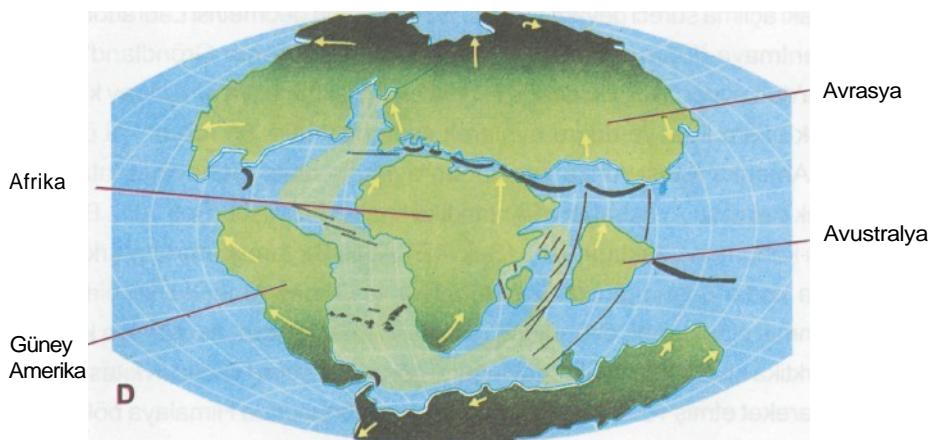
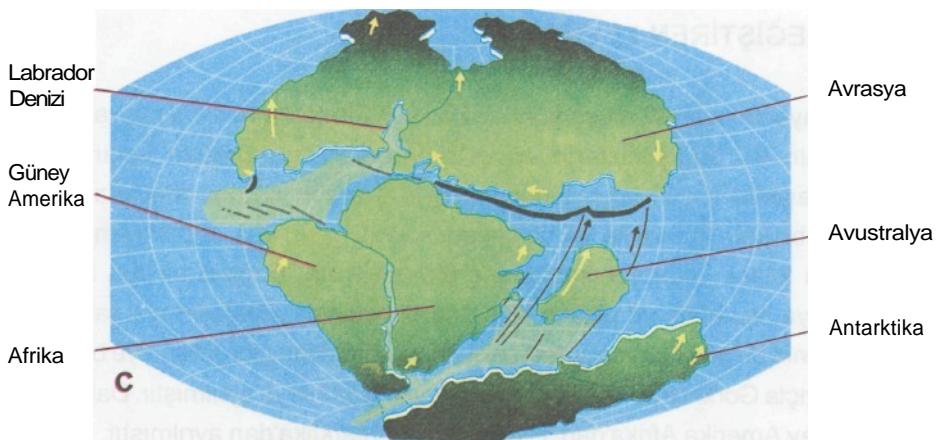
Yer kabuğunda Büyük Okyanus, Avrasya, Arabistan, Güney Amerika, Kuzey Amerika, Afrika, Nazka, Hindistan-Australya, Antarktika, Kokos, Tongo, Anadolu levhası gibi levhaların dışında birçok küçük levha daha bulunmaktadır (Şek. 3). Levhalar kıtları oluşturan kıtasal kabuk ile okyanusların tabanındaki kısmı oluşturan okyanusal-kabuktan, ya da sadece bunlardan birinden meydana gelebilirler. Dünyanın merkezi kısımlarında üretilen ısı mantodan geçerek daima dışarıya doğru ilerlemeye çalışır. Bu olay üst mantonun hareketlenmesine ve burada konveksiyon akımlarının gelişmesine neden olur. Bu hareketler yeryüzünü kaplayan kırılgan yer kabuğu parçalarıyla (levhalar) sürdürme nedeniyle, onların hareket etmesine, buna bağlı olarak oluşan kırıklardan da yanardaşların püskürmesine, kıtlar arasındaki okyanusların açılmasına ya da kapanmasına neden olurlar. Levhaların kıtasal kabukları kimi zaman gölde serbestçe yüzen sallar gibi birbirinden uzaklaşırken, kimi zaman da birbirine yaklaşırlar. Yakınlaşma, okyanusal kabuğun kırılarak yerin içerişine doğru dalmasına, bu şekilde okyanusal kabuğun dalarak tükenmesinden sonra da çarşışmasına neden olur. Kıtasal kabuk kesimlerinin, birbirinden uzaklaşan konveksiyon akımlarının etkisi altında kalmasıyla ise, kabuk iki parça ayrılır ve parçalar birbirinden uzaklaşmaya başlarlar. Bu uzaklaşma iki parça arasında genişleyen bir okyanus ile büyüyen bir okyanusal kabuğun gelişmesini sağlar. Levhaların hareket hızları 24 cm/yıl kadar değişiklik göstermektedir. Bu da şek. 4 de görüldüğü gibi kıtların coğrafyasında ve mekânında sürekli değişikliklere neden olmaktadır.



Şek. 3- Yer kabuğunda bulunan belli başlı levhalar



Şek. 4- Levhaların geçmişten günümüze hareket tarzları (Dietz ve Holden, 1970).



## YER DEĞİŞTİREN LEVHALAR

Dünyanın cehresi, oluşumundan beri sürekli olarak ve yavaş yavaş değişen bir süreçtir. Bu değişikliklerin en iyi tanımlanları, günümüze yakın olarak gerçekleşenleridir. Örneğin günümüzden 200 milyon yıl önce dünyada Pangea adlı tek bir kara kütlesi ile tek bir okyanus vardı (Şek. 4A). 180 Milyon yıl önce Pangea kıtası, yılda santimetrelerle ölçülen hızla, çizgisel bir hat boyunca yarılmaya başlamış ve oluşan iki parça birbirinden uzaklaşmaya çalışmıştır. Pangeanın bu parçalanma süreci Şekil 4B de görüldüğü gibi gelişmeye başlamış, başlangıçta Gondvana ve Avrasya olmak üzere iki kıtaya ayrılmıştır. Daha sonra da Kuzey Amerika Afrika'dan, Hindistan da Antarktika'dan ayrılmıştır. Şekil 4C de görüldüğü üzere, 135 milyon yıl önce Gondvana ile Avrasya kıtaları arasındaki açılma süreci devam etmiştir. Bu açılmanın geometrisi Labrador denizini açan yarılmaya doğru ilerlemiştir. Bu gelişme daha sonra Gröndland'ı Kuzey Amerika'dan ayıracaktır. Bu sırada Hindistan kıtası da Asya'nın güney kıyılarına çarpmak üzere kuzeye doğru ayrılarak ilerlemektedir. 65 milyon yıl önce ise Güney Amerika kıtası Afrika kıtasından ayrılmış olup, Gondvana kıtasından ayrılacak yalnızca Avustralya ve Antarktika kıtaları kalmıştır (Şek. 4D). Bugünkü kıtaların konumuna baktığımızda (Şek. 4E) Atlas Okyanusunun Antarktika'dan Afrika'ya kadar uzandığını, Kuzey Amerika ile Güney Amerika'nın birbirlere kenetlenmiş olduğunu, Gröndland'ın Kuzey Amerika'dan, Avustralya kıtasının da Antarktika kıtasından ayrılmış olduğunu görüyoruz. Ayrıca Hindistan kıtası kuzeye doğru hareket etmiş ve Asya kıtasına çarpması sonucunda Himalaya bölgesinde yüksek dağ silsilesi oluşmuştur. Günümüzdeki dünya coğrafyasında kıtaların konumu geçici olup, levhalar sürekli hareket halindedir. Bu hareket devam ettikçe, Afrika ve Arabistan levhaları ile Avrasya levhaları birbirlerine daha da yaklaşacaklar ve yaklaşık 100 milyon yıl sonra Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz tamamen kapanacak, bu kapanmanın sonucunda da, Afrika ve Arabistan levhası ile Avrasya levhası kenetlenecektir. Bu bağlamda Şekil 4E deki pembe kuşaklar okyanusal kabukların kısamasına neden olan dalma-batma zonları ile kıtaların çarpışma sürecinde bulunduğu mekânları göstermektedir.

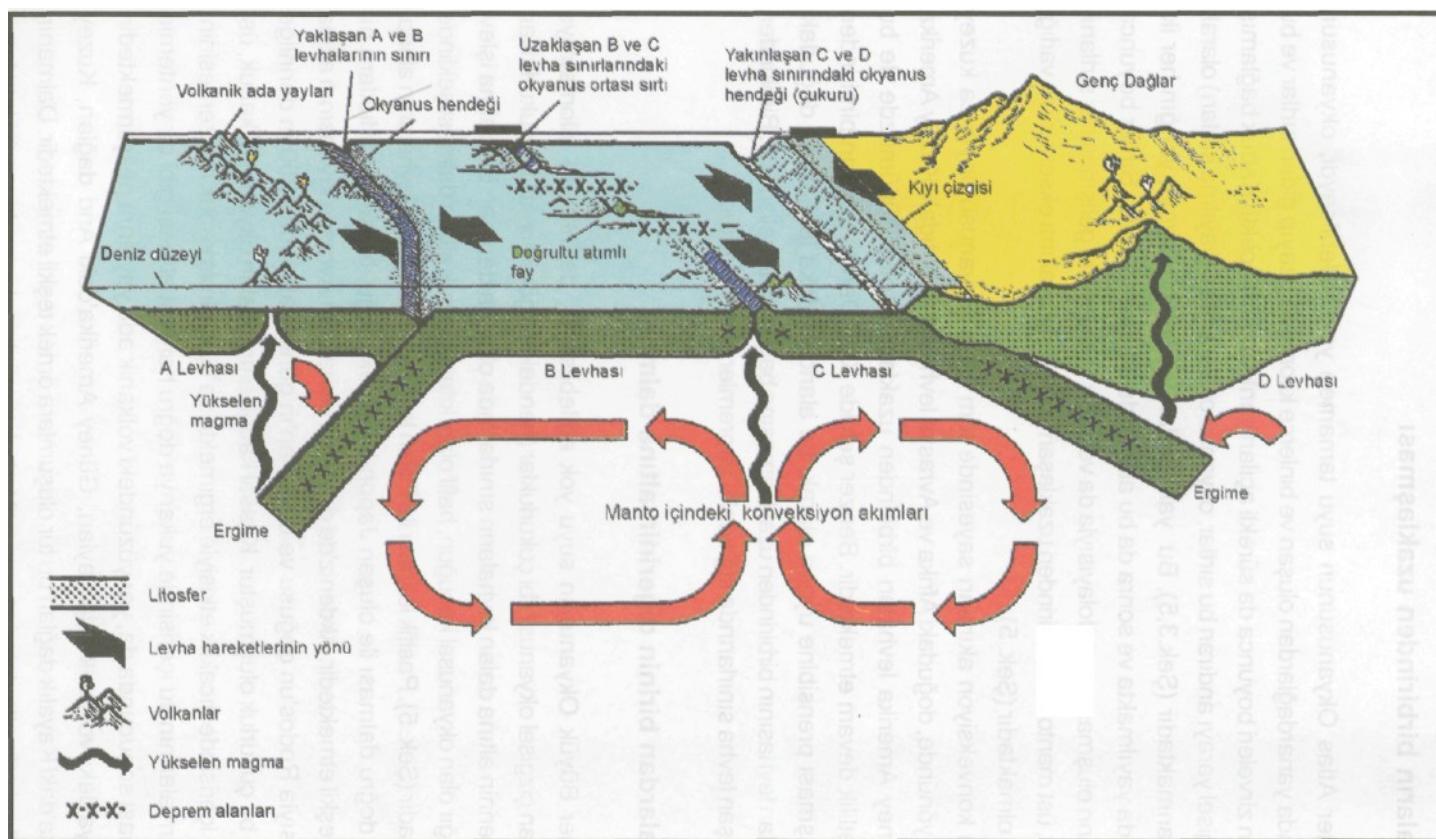
### Levhaların birbirinden uzaklaşması

Eğer Atlas Okyanusunun suyu tamamen yok edilebilseydi, okyanusun ortasında yanardaqlardan oluşan ve binlerce kilometre uzayıp giden sırtlar ve bu sırtların zirveleri boyunca da sürekli açılan yarıklar görülecekti. Kabuk bağlamış bir çizgisel yarayı andıran bu sırtlar, okyanus ortası sırtları (yayılma sırtları) olarak tanımlanmaktadır (Şek.3,5). Bu yarıklardan yükselen magma, yarığın her iki tarafında yayılmakta ve sonra da bu alanlarda katılaşmaktadır. Sırtlar boyunca yarıkların oluşmasına ve dolayısıyla da volkanik faaliyetlerin gelişmesine; sırtların altında, üst mantodaki birbirinden uzaklaşan konveksiyon akımı eksenlerinin varlığı neden olmaktadır (Şek. 5).

Bu konveksiyon akımları sayesinde tüm Atlas Okyanusu boyunca kuzey güney yönünde, doğudaki Afrika ve Avrasya levhaları ile batıdaki Kuzey Amerika ve Güney Amerika levhaları birbirinden uzaklaşmış olup günümüzde de bu hareketlilik devam etmektedir. Benzer şekilde Kızıl Deniz, kıtaların birbirinden uzaklaşması prensibine uygun olarak, bu alanda Afrika levhası ile doğudaki Arabistan levhasının birbirinden uzaklaşmasına bağlı olarak gelişmiştir. Birbirinden uzaklaşan levha sınırlarında siğ odaklı depremler oluşmaktadır.

### Levhaldan birinin diğerinin altına dalması

Eğer Büyük Okyanusun suyu yok edilebilseydi, derinliği 11 kilometreye yaklaşan çizgisel okyanus dibi çukurluklar (hendekler) görülecekti. Bu çukurluklar, biri diğerinin altına dalan levhaların sınırlarında oluşmaktadır. Bu dalma işlevi daha ağır olan okyanusal kabuğun, hafif olan kıtasal kabuk altına dalması şeklinde olmaktadır (Şek. 5). Pasifik levhası ile Filipin levhasının, Avrasya levhasının altına, batıya doğru dalması ile oluşan Japon-Kuril çukuruğu, bu tür çukurluklara bir örnek teşkil etmektedir. Akdeniz'de de Afrika levhasının Avrasya levhasının altına dalmasıyla Rodos'un doğusu ve Dalaman'ın güneybatısında 4250 m derinlige ulaşan bir çukurluk oluşmuştur. Kıtasal kabuk altına dalan okyanusal kabuk, üst manto içerisinde sıcaklık etkisiyle ergimekte ve bu ergimiş kabuk malzemesinin, yağ damalarının su içerisinde yukarıya doğru hareket etmesi gibi bir yöntemle taşınması sonucunda da, yer yüzündeki volkanik ada yaylarını geliştirmektedir. Japonya'daki volkanik ada yayları, Güney Amerika'daki And dağları, Kuzey Amerika'daki Kayalık dağları bu tür oluşumlara örnek teşkil etmektedir. Dalmanın ileri safhasında alta dalan okyanusal kabuk tümyle yok olmakta ve iki kıta karşı



Şek. 5-Levhaların birbirinden uzaklaşması ve biri diğerinin altına dalan levhalar. B levhasının C hevhasından uzaklaşması sırasında, B levhasının A levhası altına ve C levhasının D levhası altına dalması sırasında gelişen olaylar (FEMA, 1999).

karşıya gelerek çarpmaktadır. Bu çarpışma sırasında kita kabuğu bu kesimlerde eğilip büükülmekte, tortul kayaçlar kıvrılarak yukarıda doğru yükselmekte ve kabuk kalınlaşması oluşmaktadır. Hindistan levhası ile Asya levhalarının çarpışması sonucunda Himalaya dağ kuşağı, Afrika levhası ile Avrasya levhasının çarpışmaları sonucunda da Alp dağ kuşağı oluşmuştur. Hint-Avrasya levhaları çarpışması sürecinde, Himalaya dağları 100 yılda 1 metre yükselmektedir. Birbirinin altına dalan levha sınırları depremselliğin en yoğun olduğu bölgelerdir. Ve bu şekilde birbirine yaklaşan levha sınırlarında hem sıç ve hem de derin odaklı depremler birlikte oluşurlar (Şek. 5).

#### Levhaların birbirlerine sürtünerek hareket etmesi

Levhaların kafa kafaya geldiği sınır zonu boyunca birbirine sürtünerek yanal yönde hareket etmeleri de söz konusu olup bunlar iki şekilde gözlenmektedir. Birincisi, sürtünen iki levhadan birinin diğerine göre ters yönde yanal olarak hareket etmesi şeklindedir. Yaklaşık 1500 km uzunluğundaki Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı bu tipe örnek teşkil etmektedir (Şek. 6A). Kuzey Anadolu Fayı, Anadolu levhası ile kuzeyindeki Avrasya levhası arasında sınır oluşturmaktır ve en azından 2 milyon yıldan bu yana da sıç odaklı depremler oluşmasına neden olmaktadır.

Diğer bir hareket biçimi ise levhaların her ikisinin de aynı yönde fakat farklı hızlarda hareket etmesi şeklindedir. Bu tipe en iyi örnek ise Kuzey Amerika levhası ile Pasifik levhası arasındaki sınırı oluşturan, 1300 km uzunluğundaki San Andreas fayıdır (Şek. 6 B).

## FAY OLUŞUMU VE TİPLERİ

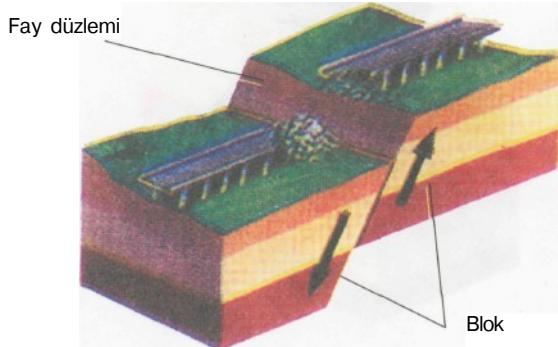
Kitasal kabuk levhalarının, yan yana geldikleri orojenik kuşaklarda, birbirlerine doğru hareket etmelerinden dolayı, yer kabuğunun kendisi ile okyanuslar ve denizlerin tabanındaki sedimanter kayalar birlikte, üst üste bulunan defter sayfaları gibi kıvrılır ya da yırtılır-kırılırlar. Oluşan bu türden kırılmalara fay denilir. Faylar, yer kabuğundaki birbirine doğru hareket eden sıkışma kuvvetleriyle oluşabileceği gibi, birbirine göre ters yönde oluşan genişleme kuvvetleriyle de gelişebilirler. Üç tipte fay oluşur: Normal fay, ters fay ve doğrultu atımlı fay. Fayın her iki tarafında kalan kaya kütlelerine blok denir. Yeryüzündeki fay çizgisinin derinlere uzanan şecline de fay düzlemi denir (Şek. 7A, B).



Şek. 6- Birbirine sürtünerek hareket eden levhalar: A) Kuzey Anadolu Fayı ile B) San Andreas Fayının karşılaştırması(USGSWeb sitesi).

### Normal fay

Fay düzlemi eğimli olan ve bu düzlem üzerindeki bloğu da aşağıya doğru hareket etmiş olan faylara normal fay denir (Şek. 7A, B).



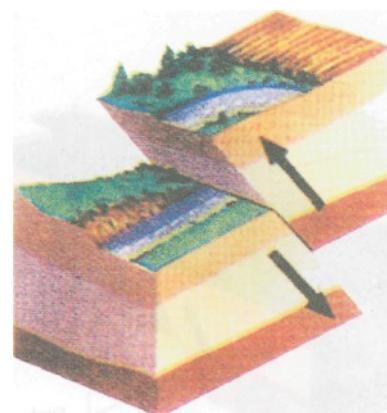
Şek. 7A- Normal fay.



Şek. 7B - Normal fayın arazi görünümü, Mut-İçel, (Fotoğraf: Eşref Atabey)

### Ters fay

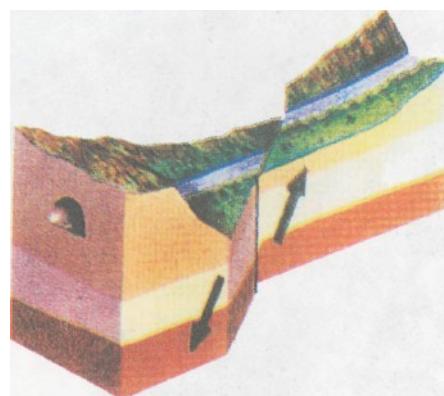
Fay düzleme eğimli olan ve bu düzlemin üzerindeki bloğu da yukarıya doğru hareket etmiş olan faylara ters fay denir (Şek. 8).



Şek.8-Ters fay.

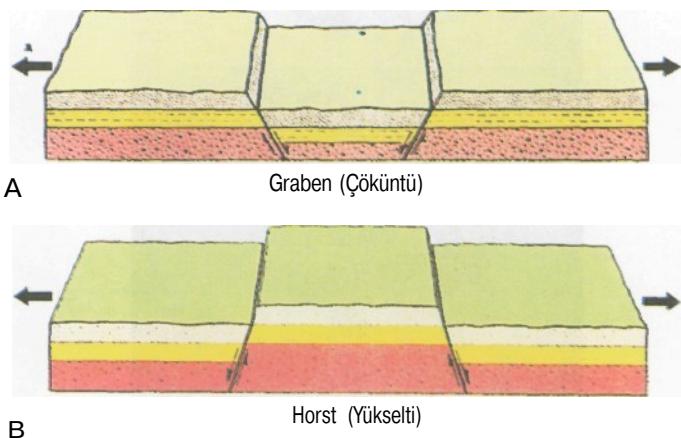
### Doğrultu atımlı fay

Fay düzleme düşey olan ve bu düzlemin iki tarafındaki blokları, yatay olacak şekilde birbirinden ters yönde hareket etmiş olan faylara doğrultu atımlı fay denir (Şek. 9).



Şek. 9-Doğrultu atımlı fay.

Normal fayların hareketliliğiyle birlikte gelişen topografik yükselim alanlarına horst, çöküntü alanlarına ise graben denir (Şek. 10A, B).



Şek. 10-A-Graben, B-Horst.

## DEPREM OLUŞTURAN FAYLAR

Deprem oluşturan faylara diri (aktif) faylar denir. Diri faylar çakıl, kum, mil, kil ve çamur yığınlarından oluşan ve alüvyon olarak tanımlanan, henüz yeterince sıkışmamış ve sıkışmaya devam etmekte, çoğunlukla en genç yaşta olan çökelleri kesmektedir (Şek. 11 A, B). Aktif olmayan eski faylar ise alüvyon çökelleri ya da daha yaşılı sedimanter kayalar tarafından örtülmüşlerdir. Bu tür fayların hareketliliklerinin durmasından dolayı, örten kayalarda herhangi bir hareket izi veya etkisi görülmemektedir. Güncel çökel kayalarını kesen diri faylar, ya hareket etmeyece ya da hareket etme potansiyeli olan ve bir depreme neden olabilecek faylardır.

## DEPREM NEDİR? NASIL OLUSUR?

Fayların oluşmasında yer kabuğundaki sıkışma ve genişleme kuvvetleri en önemli rolü oynamaktadır. Bu tür kuvvetler kırıklar boyunca kaya kütlelerini hareket ettirmektedir. Ancak kırıklar boyunca kaya kütleleri hareket ettilerlemediği bazı bölümlerde ise yoğun bir enerji birikmesine neden olmaktadır. Yerin derinliklerinde biriken enerjinin, sonuçta bir şekilde boşalması gerekmekte olup, bu enerjinin boşalması sırasında da yer sarsıntıları (depremler) olmaktadır. Kısaca deprem



Şek. 11A- Kocaeli depremine neden olan fayın alüvyondaki izi (Fotoğraf: Lütfi Nazik)

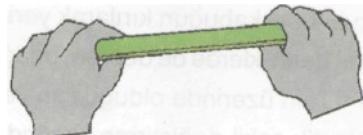


Şek. 11B- Düzce depremine neden olan fayın alüvyondaki yolu keserek ötelemesi (Fotoğraf: Ahmet Doğan)

## DEPREM 17

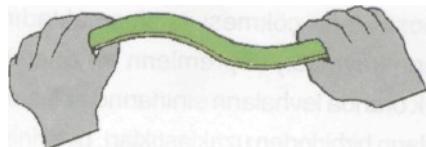
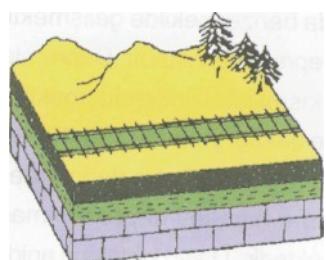
yer içerisinde fay düzlemi olarak tanımlanan kırıklar üzerinde biriken enerjinin aniden boşalması sonucunda gelişen bir olgudur. Şekil 12 de görüldüğü üzere kırılma anına kadar bir çubukta olan değişiklikler, kaya kütlelerin kırılma anına kadar da benzer şekilde gelişmektedir. Kayaların kırılma anında enerji boşalımı ya da deprem olmaktadır. Depremlerin çoğu yer kabuğunun 20-35 km derinlikteki elastik kısmı içerisinde oluşmaktadır. Ancak okyanusal kabuğun kırılarak yerin içerisine daldığı yerlerde 350-400 km ye kadar olan derinliklerde de deprem odağı oluşabilmektedir. Daha derinlerde sıcaklık  $400^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerinde olduğu için yer değiştirmeye hareketi deprem olmadan, yavaş plastik şekil değiştirmeye şeklinde olabilmektedir. Dalan kütlelerin aniden kırılması sırasında depremler oluşmaktadır. Japonya kıyıları bu duruma iyi bir örnek oluşturur. Sonuçta, elastik olan yer kabuğundaki enerji birikmesi, her yıl bir kaç santimetrelük yer değiştirmelerle ya da belirli bir sükunet döneminden sonra kabuğun bir kaç metre aniden yer değiştirmesiyle kırılmasıyla sökümlenmektedir. Hoernes'e (1878) göre depremler tektonik, volkanik ve yer içindeki büyük boşlukların çökmesi ile oluşmaktadır. Bunlar arasında tektonik işlevler (levhaların kayması) depremlerin en önemli nedenidir (Taymaz, 1999). Depremler, büyük oranda levhaların sınırlarında oluşan kıvrımlanma ve kırımlarla ilişkili olup, levhaların birbirinden uzaklaştıkları, birbirinin altına daldıkları ya da birbirine sürtündükleri sınırlarda meydana gelirler (Şek. 5). Duraylı olan kita içlerinde de bazen depremler olabilmektedir. Dünyada depremlerin yoğun biçimde olduğu asıl kuşaklar, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'nın batı kıyıları, Asya ve Japonya'nın doğu kıyıları ve Pasifik Okyanusu çevresi şeklindedir (Şek. 13). Pasifik Deprem Kuşağı depremlere neden olan enerji yoğunlaşmasının en yüksek olduğu bir zondur. İkinci bir deprem kuşağı ise Alp-Himalaya Deprem Kuşağı olup, bu İspanya, Fransa, Güney Avrupa, Anadolu, İran ve Hindistan'dan geçip Çin'e kadar uzanır (Şek. 13). Deprem sırasında yer yüzünde görülen en önemli etki yer yüzündeki kırılmadır. Diğer etkiler ise heyelanlar, kopmalar, çökmeler, toprak ve çamur akmaları, sivilaşma, yangınlar ve su baskınları, tsunami dir.

## ÇUBUK DEĞİŞİMLERİ



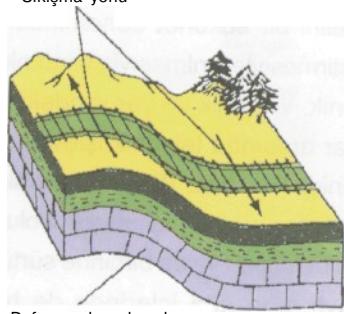
Kayalardaki ve çubuklardaki gerilmesiz ilkel konum

## KAYA DEĞİŞİMLERİ

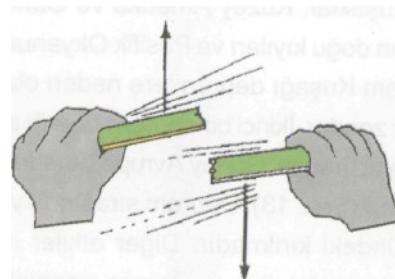


Deforme olmuş kayalar ve eğilmiş çubuklardaki potansiyel enerji birikimi

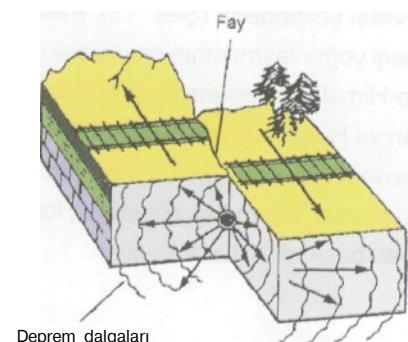
## Sıkışma yönü



Deforme olmuş kayalar

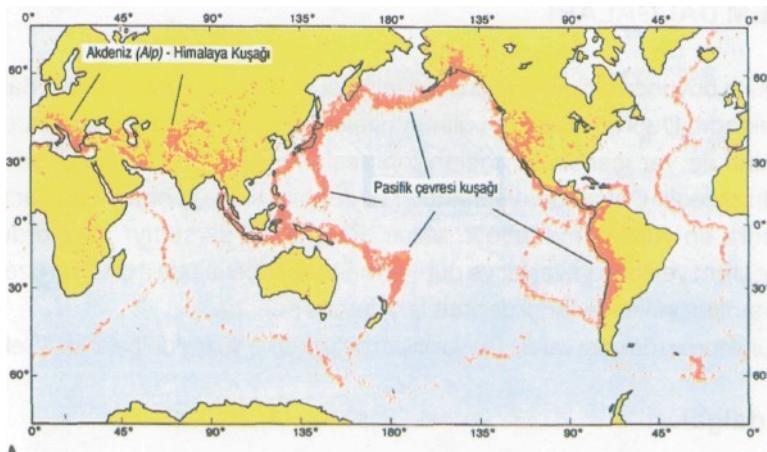


Kırılan çubuk ve kayalar, kırık (fay) ve enerji boşalımı ya da depremi oluşturur



Deprem dalgaları

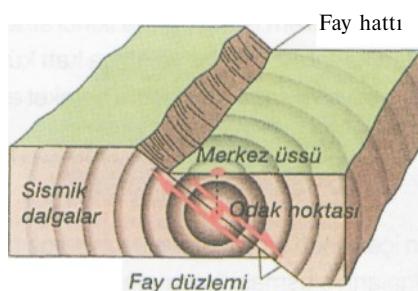
Şek. 12- Deprem oluşum mekanizması (FEMA.1999)



Şek. 13- Deprem kuşakları

## DEPREMİN ODAK NOKTASI VE MERKEZ ÜSSÜ

Deprem enerjisinin ilk boşalmaya başladığı yer ve aynı zamanda sismik dalgaların çıkış kaynağı olan merkez (nokta) depremin odak noktası ya da merkezi olarak tanımlanmaktadır (Şek.14).



Şek. 14- Depremin odak noktası ve merkez üssü.

Odak noktası fay üzerindeki ilk hareket noktasıdır. Fay üzerinde oluşan yer değiştirme, bu noktadan başlayıp hızla fay düzlemine yayılmaktadır. Odak noktasının yeryüzündeki izdüşümü ise depremin merkez üssü ya da dış merkezi olarak adlandırılmaktadır. Bu merkez depremin en çok hissedildiği ve en çok hasar verdiği yerdir.

## DEPREM DALGALARI

Bir kırık boyunca biriken enerjinin boşalması sırasında çevreye sismik dalgalar yayılmaktadır. Deprem dalgaları olarak nitelenen bu sismik dalgalar, önce hafif bir sarsıntı ile yer içerisinde gelen top seslerini andıran gürültüler şeklinde hissedilmektedir. Daha sonra sarsıntılar birdenbire şiddetlenmeye başlar ve bir süre sonra en yüksek mertebe ulaşır. En şiddetli sarsıntıyı oluşturduktan sonra deprem yeniden yavaşlar ve gün-yıl mertebesi içerisinde aynı kırık üzerinde hafif sarsıntılar şeklinde (artçı depremler) devam ederler.

İki tür deprem dalgası vardır. Bunlar cisim dalgaları ve yüzey dalgalarıdır (Şek. 15).

### Cisim dalgaları

Cisim dalgaları P dalgaları ve S dalgaları olmak üzere iki şekilde görülür (Şek. 15 A, B).

*P Dalgaları.* -P İngilizcedeki birincil anlamına gelen "Primary" sözcüğünün baş harfinden alınmıştır. P dalgaları yayılma sırasında kayaları ileri-geri itip-çekerek, dalgaların ilerleyiş yönüne paralel hareketlilik yaratırlar (Şek. 15A).

Tıpkı bir ucu sabit olan bir spiral yayı gerip te bıraktığımızdaki salınımı gibi hareket ederler. Bu dalgaların hızları saniyede yaklaşık 8 km'dir. Deprem ölçüm merkezine en önce gelen bu dalgaların en önemli özelliklerinden birisi de her türlü ortamda (Kati, sıvı ve gaz) ilerleyebilmeleridir.

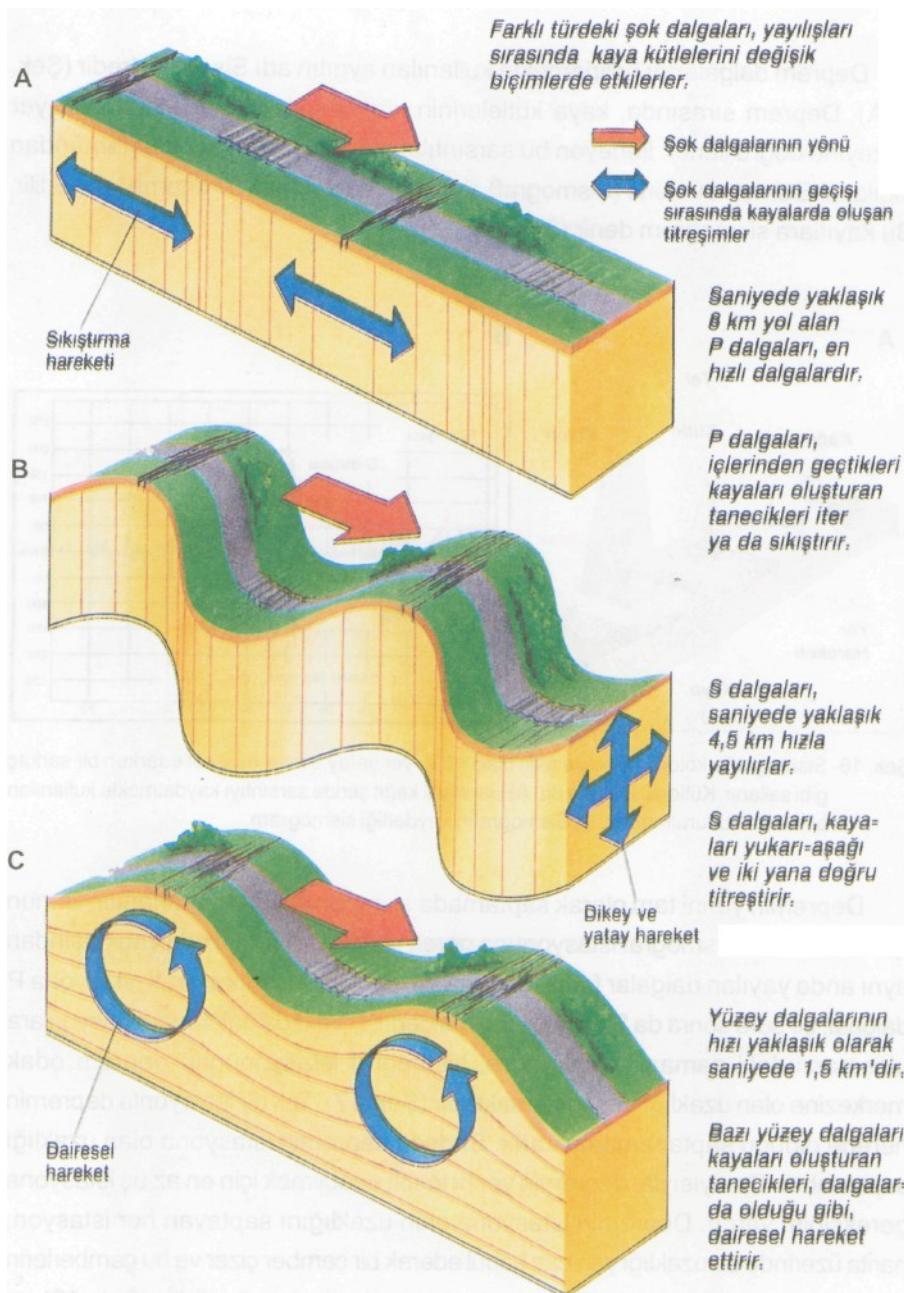
*S Dalgaları.* -S İngilizcedeki ikincil anlamına gelen "Secondary" kelimesinin baş harfinden alınmıştır. Deprem istasyonuna ikinci sırada ulaşan dalgalar olup, hızları saniyede 4.5 km kadardır. Bunlar yalnızca katı kütlelerde ilerleyebilmekte ve cisimleri aşağıya-yukarıya ve sağa-sola doğru hareket ettirmektedirler (Şek. 15B).

### Yüzey dalgaları

Deprem dalgaları içerisinde en yavaş ilerleyen dalga tipi olup daha fazla hasara neden olurlar. Bu dalgaların olması sırasında yerin hareket etmesi ve dolayısıyla dalganın etkisi de büyük olmaktadır. Yüzey dalgalarının "Love dalgaları" ve "Rayleigh dalgaları" olmak üzere iki türü vardır.

*Love dalgası.* - Yüzey dalgalarının en hızlısı olup, yeri yatay düzlemede hareket ettirir.

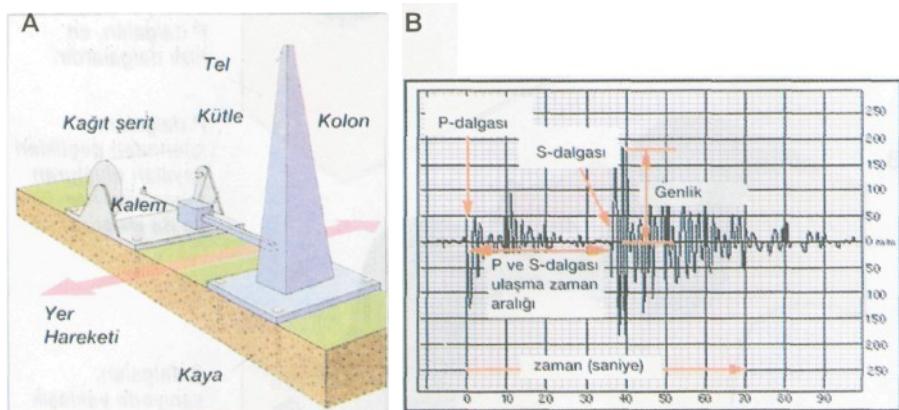
*Rayleigh dalgası.* - Bir göl veya okyanusun üzerinde yuvarlanan dalga salınımı gibi yer üzerinde hareket eder (Şek. 15C). Deprem sırasında hissedilen sallantıların çoğu, diğer dalgalarдан çok daha büyük genlikli olan Rayleigh dalgalarından kaynaklanmaktadır.



Şek. 15-Deprem dalgaları: A) P dalgaları, B) S dalgaları, C)Yüzey dalgaları (Watt, 1993).

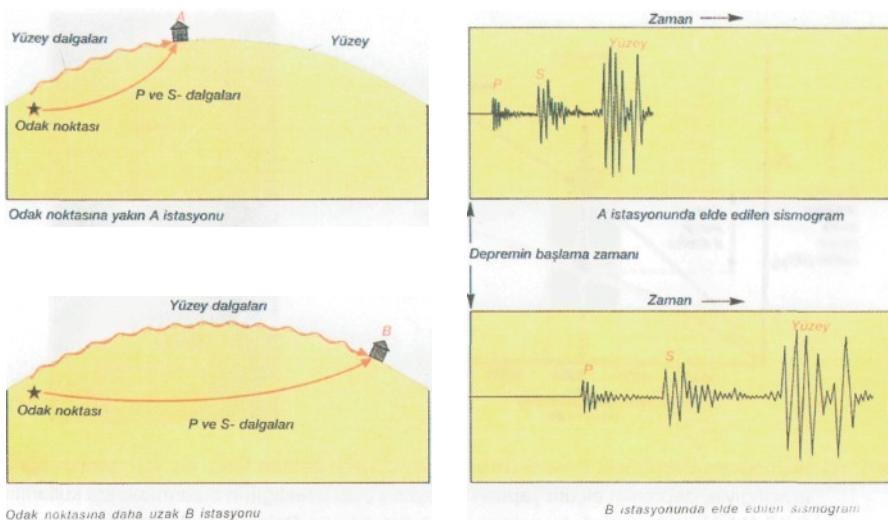
## DEPREMİN OLDUĞU YERİ SAPTAMAK

Deprem dalgalarını belirlemekte kullanılan aygıtın adı Sismometredir (Şek. 16A). Deprem sırasında, kaya kütlelerinin kırılmasıyla oluşan sarsıntılar yer yüzeyine doğru ilerler. İlerleyen bu sarsıntılar, deprem ölçen aygıtlar tarafından algılanır. Sismometrelerle (Sismograf) algılanan bu dalgalar bir ortama kaydedilir. Bu kayıtlara sismogram denir (Şek. 16B).



Şek. 16- Sismografta kolona bir tel ile asılı olan kütle, yer yatay olarak hareket ederken bir sarkaç gibisallanır. Kütlenin ucundada, A) Hareketli kağıt seride sarsıntıyı kaydetmeye çalışan bir kaleml tutturulmuştur, B) Sismografinin kaydettiği sismogram.

Depremin yerini tam olarak saptamada sismograflardan yararlanılır. Bunun için ikiden fazla sismograf istasyonuna gerek vardır. Depremin odak noktasından aynı anda yayılan dalgalar farklı hızlarda hareket ederler. İlk olarak istasyona P dalgası, bir süre sonra da S dalgası ulaşmaktadır. P ve S dalgalarının, istasyonlara ulaşmasındaki zaman farkına göre, sismograf istasyonunun deprem odak merkezine olan uzaklığını hesaplamaktadır (Şek. 17). Tek bir istasyonla depremin nerede olduğu saptanamamaktadır. Sadece depremin istasyona olan uzaklığını saptanabilir. Dolayısıyla, depremin yerini tesbit etebilmek için en az üç istasyona gereksinim vardır. Depremin istasyona olan uzaklığını saptayan her istasyon, harita üzerinde bu uzaklışı yarı çap kabul ederek bir çember çizer ve bu çemberlerin en az üçünün birden kesiştiği nokta da depremin merkez üssüdür (Şek. 18).



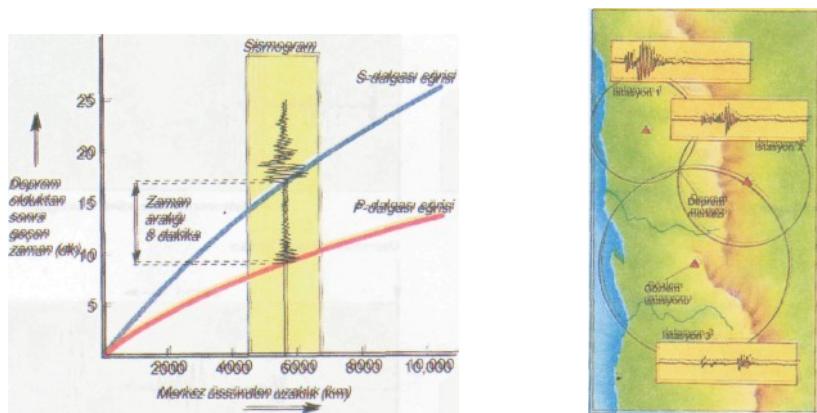
Şek. 17- Depremin odak noktasından yayılan P ve S dalgalarının yakın bir istasyon ile daha uzaktaki bir istasyona ulaşma zaman aralıkları görülmektedir. İstasyon ne kadar uzaksa ise bu aralık sismogramda o kadar uzun kaydediliyor.

## ODAK DERİNLİĞİ

Depremin odak noktası ile merkez üssü arasındaki uzaklığı denilmektedir. Sismogram analizleriyle depremin odak derinliği ölçülebilmektedir. Odak derinliğine göre depremler; sıç, orta ve derin odaklı depremler diye sınıflandırılmaktadır. Sıç odaklı depremler, yerin 0-60 km derinliklerinde, orta odaklı depremler yerin 60-300 km derinliklerinde, derin odaklı depremler ise 300 km ve daha derinlerde olmaktadır. Bugüne kadar, depremlere ait bilinen en büyük odak derinliği 670 km'dir.

## DEPREMİN ŞİDDETİ VE BÜYÜKLÜĞÜ

Depremin şiddeti, yalnızca deprem nedeniyle oluşan hasarı yansımakta olup, depremin kaynağında ne kadar enerji boşalımı olduğu hakkında bilgi vermemektedir. Aşağıda Mercalli şiddet ölçeğindeki deprem şiddet değerleri zeminin jeolojik yapısına ve yapılan binaların kalitesine göre değişmektedir. Daha sonradan bu gibi faktörlere bağlı kalmadan, deprem odağından boşalan enerjinin miktarı esas alınarak yeni ölçme yöntemi ortaya konulmuş ve bu ölçülen değere de depremin büyüklüğü (magnitüd) denilmiştir. Depremin büyüklüğü tanımı



Şek. 18- Sismogram üzerindeki P ve S dalgalarının ulaşma zaman farkı, bir yol-zaman eğrisi aracılığıyla, depremin ölçüm yapılan istasyona olan uzaklığının bulunmasında kullanılır. Şekil A'daki sismogramda bu zaman aralığı 8 dakikadır. Dolayısıyla deprem bu istasyona 5500 km uzaklığındadır. Şekil B de üç istasyonun, buldukları uzaklığı yarıçap kabul ederek çizdikleri çemberler görülmektedir. Depremin yeri, bu çemberlerin kesiştiği noktadır (Watt, 1993).

1935'de C.F. Richter tarafından yapılmış olup Çizelge 1 de de Richter büyülüklük ölçüği verilmiştir.

#### Mercalli şiddet ölçüği

Sismografların olmadığı dönemlerde depremin ölçüsünü belirleme amacıyla depremlerin canlılar, yapılar ve toprak üzerindeki etkileri sınıflanmış ve **ŞİDDET** adı verilen ölçek ortaya çıkmıştır. Çok çeşitli deprem şiddet ölçekleri vardır. Rossi-Forel (RF), Mercalli-Sieberg (MS), Omori-Cancani (OC), Mercalli-Cancani (MC), Değiştirilmiş Mercalli (MM), Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK) ve Japon (JM) ölçekleri en çok kullanılan ölçeklerdir. Ülkemizde değiştirilmiş Mercalli (MM) ve Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK) ölçekleri kullanılmaktadır. MM ölçüği 12 şiddet grubuna ayrılmıştır:

**Şiddet I.**- Genellikle insanlar tarafından duyulmaz, ancak duyarlı sismograflar tarafından kaydedilir.

**Şiddet II.**- Ancak istirahat eden (oturan, yatan) ve özellikle yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulur. Asılmış konumda bazı eşyalar sallanabilir.

**Şiddet III.**- Yapıların içinde ve özellikle yapıların üst katlarında bulunan kişiler tarafından duyulur. Asılı cisimler sallanır. Birçok kişi bunun deprem olduğunu

anlayamaz. Duran motorlu araçlar hafifçe sallanabilir. Ağır bir motorlu araç geçiyormuş gibi duyulur. Süresi algılanabilir.

*Şiddet IV.-* Gündüzleri yapıların içinde bulunan birçok kişi, dışında ise bazı kişiler tarafından duyulabilir. Büyük bir kamyon geçiyormuş gibi algılanabilir. Geceleri bazı kişileri uyandırabilir. Tabaklar, pencereler, kapılar sallanır, duvarlar gıcırdama sesleri çıkarır. Duran araçlar sallanır.

*Şiddet V.-* Hemen herkes tarafından duyulur, birçok kişi uyanır. Yönü izlenebilir. Mutfak eşyalarından ve pencere camlarından bir bölümü kırılabilir. Sıvalar çatlayabilir ya da düşebilir. Kararlı olmayan eşyalar devrilebilir. Bazen ağaçların, direklerin ve diğer yüksek eşyaların sallandığı görülür. Sarkaçlı saatler durabilir. Kötü yapılmış bacalar ve bahçe duvarları yıkılabilir.

*Şiddet VI.-* Herkes tarafından duyulur. Birçok kişi korkar ve dışarı fırlar. Yürüme zorlaşır. Pencere camları, tabaklar ve eşyalar kırılır. Ağır eşyalardan bir bölümü yerinden oynar. Kitaplar raflardan düşer. Sıvalar ve D türü yapılarda çatlaklar oluşur. Bacaların düşüğü görülür. Ağaçlar ve çatılar sallanır ya da hisıldar.

*Şiddet VII.-* Ayakta durmak zorlaşır. Herkes dışı koşar. Araç kullanan kişiler depremin farkına varırlar. Asılı cisimler düşer. Eşyalar hasar görür. D türü yapılarda çatlak ve hasar oluşur. Zayıf tutturulmuş bacalar düşer. Sıva, zayıf tutturulmuş tuğla, taş ve fayans, korniş, parapet ve yapı dekorasyon malzemeleri gibi cisimler düşer. C türü yapılarda çatlaklar oluşur. Havuzda dalgalanma, su birikintilerinde çamurlanma, kum ve çakıl birikintilerinde küçük ölçekli kaymalar ve çukurlar oluşur. Beton kanaletlerde hasar olur.

*Şiddet VIII.-Araba* sürmek zorlaşır. C türü yapılarda hasar ve kısmen yıkılma, B türü yapılarda az hasar, A türü yapılarda hasar yok. Zayıf duvarlar yıkılır. Heykeller, yüksekte duran su tankları, yiğilmiş malzemeler, kuleler ve bacalar yıkılır. Temeli zayıf ahşap yapılar yıkılır. Ağaç dalları kırılır. Ağır eşyalar ters döner. Araç kullananlar rahatsız olur. Su kaynaklarının debisi ve sıcaklığı değişir. Arazide kum fışkırmaları (sıvılaşma), çatlaklar ve faylar (kırıklar) olur. Kayalar düşer ve heyelanlar olabilir.

*Şiddet IX.-* Genel bir panik olur. D türü yapıların tümü yıkılır. C türü yapılar ağır hasara uğrar. B türü yapılar önemli derecede hasar görür. Birçok yapının temelinde hasar olur. Yeryüzünde büyük yarık ve çatlaklar oluşur. Yeraltındaki borular kopar. Kumlu zeminlerde sıvılaşma olur.

*Şiddet X.-* B, C ve D yapıların büyük çoğunluğu yıkılır. İyi yapılmamış ahşap karkas, betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma başlangıcı görülür.

Baraj ve bentlerde önemli hasar gözlenir. Yeryüzünde büyük çatıtlaklar ortaya çıkar. Raylar büükülür. Irmak kıyılarında ve dik yamaçlarda heyelanlar olur. Kum ve çamur akmaları (sıvılaşma) görülür.

*Şiddet XI.*- Pek az yapı ayakta kalır. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde büyük çatıtlaklar oluşur. Yer altı boruları tümüyle işe yaramaz duruma gelir. Yumuşak zeminde yer kaymaları ve toprak yığıntıları olur. Raylar çok fazla eğilir.

*Şiddet XII.*- Tüm yapılar yıkılır. Deprem bölgesindeki yeryüzü biçimi değişir. Cisimler havaya fırlar. Yeryüzünde deprem dalgalarının ilerleyışı görülür. Ufuk ve yataylık kavramı kaybolur.

*A Türü Yapı.*- İyi işçilik, harç ve tasarım. Yatay kuvvetlere dayanmak üzere demir, beton vb. malzeme ile donatılı olarak inşa edilmiş sağlam yapı.

*B Türü Yapı.*- İyi işçilik ve harç, donatılı. Yatay kuvvetlere dayanıklı olarak tasarlanmıştır.

*C Türü Yapı.*- Alelade işçilik ve harç. Çok zayıf bir yapı olmamakla birlikte donatılı olarak yatay kuvvetlere dayanıklı olarak yapılmamış yapı.

*D Türü Yapı.*- Kerpiç, taş gibi zayıf malzeme, kötü harç, standart dışı işçilik ve yatay kuvvetlere karşı zayıf yapı.

Çizelge 1 - Richter büyüklük ölçüği (FEMA 1999).

Büyüklük	Depremin etkileri	Yılda yaklaşık kaç kez görüldüğü
1.0-3.0	Hissedilmez, sismografla kaydedilir.	3.000.000
3.1-4.0	Sık hissedilir. Çok az hasar	50.000
4.1-6,0	Binalarda ve diğer yapılarda hasar	15.000
6,1-6,9	Nüfusun yoğun olduğu yerlerde büyük hasar	120
7,0-7,9	Şiddetli deprem. Ciddi hasar.	20
8,0-daha büyük	Çok şiddetli deprem. Bir yerleşim yeri tümüyle yok olabilir.	1

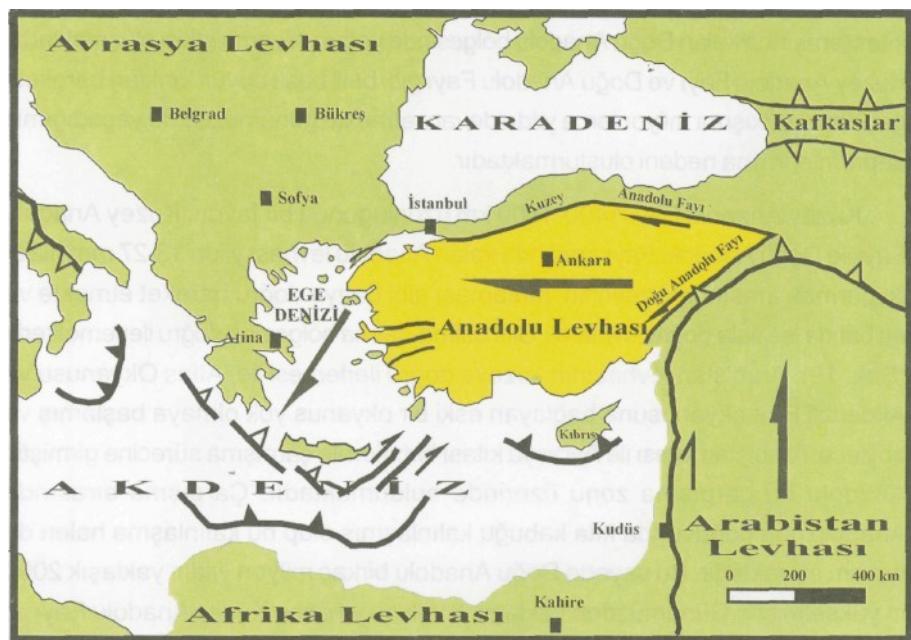
Aletsel olarak hesaplanan Richter ölçüğine göre rakamlarla ifade edilen ve deprem büyüklüğü logaritmik olarak artan bir değerdir. Başka bir deyişle, artan her bir tek değer, bir önceki değerin 10 misli büyük bir miktarı göstermektedir. Bu durumda 7 büyüklüğündeki bir deprem 6 büyüklüğündeki bir depreme göre 10 kat daha büyük bir deprem anlamına gelmektedir. Enerji açısından ise her bir değer, bir önceki değere göre 31,5 kat daha fazla enerjinin açığa çıkması anlamına gelmektedir.

## TÜRKİYE'NİN DEPREMSELLİĞİ (SİSMİSITESİ)

Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan ülkemizde olan depremler, Atlantik Okyanus ortası sırtının iki tarafa doğru yayılmasına bağlı olarak Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğuya doğru hareket etmeleriyle ilişkilidir. Ayrıca, Kızıldenizin uzun ekseni boyunca bugün de devam eden deniz tabanı yayılması nedeni ile Arabistan levhası kuzeye doğru itilmekte ve Avrasya levhasının altına doğru dalmaya zorlanmaktadır. Bu zorlanma ile Arabistan levhası ile Avrasya kıtası arasında kalan Doğu Anadolu bölgesinde yoğun sıkışma etkisi oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı gibi belli başlı büyük kırıkları harekete geçiren bu sıkışma milyonlarca yıldır devam etmekte günümüzde de yaşadığımız depremlerin ana nedeni oluşturmaktadır.

Kuzey Anadolu Fayı 1400-1500 km uzunlığında bir faydır. Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı arasında kalan Anadolu levhası yılda 13-27 mm hızla, iki parmak arasındaki zeytinin pırtlaması gibi batıya doğru hareket etmekte ve en batıda ise sola doğru kıvrılarak Girit dalma-batma bölgesine doğru ilerlemektedir (Şek. 19). Arabistan levhasının kuzeye doğru ilerlemesi ile, Atlas Okyanusu ve Akdenizi Hint okyanusuna bağlayan eski bir okyanus yok olmaya başlamış ve böylece Arabistan kıtası ile Avrasya kıtası birbirleri ile çarpışma sürecine girmiştir. Anadolu bu çarpışma zonu üzerinde bulunmaktadır. Çarpışma sırasında Anadolu'nun doğusunda kita kabuğu kalınlaşmış olup bu kalınlaşma halen de devam etmektedir. Bu sayede Doğu Anadolu birkaç milyon yıldır yaklaşık 2000 m yükselmiştir. Günümüzden yaklaşık 5 milyon yıl önce Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı Karlıova'da birleşmiş olup, Anadolu levhası da 100 yılda 2 metre kuzeye doğru ilerleyen Arabistan levhasının sıkıştırması sonucunda, o tarihten beri batıya doğru kaymaktadır. Anadolu levhasının batıya hareketi, Yunanistan-Ege coğrafyasındaki yer kabuğu tarafından engellenmeye çalışılmaktadır. Bu engellemeye Batı Anadolu'da "bir süpürgenin ucunun duvara sıkıştırılmasıyla tel aralarının açılarak oluşturduğu yelpaze gibi", genişlemelere yol açmaktadır, ve bu bölgede graben ve horst adı verilen çöküntü ve yükseltim alanları oluşturmaktadır. Afrika levhasının kuzeyindeki, Akdenizin tabanındaki kalıntı okyanusal kabuk yaklaşık 15 milyon yıl önce Girit Adası'nın güneyinde, Avrasya levhasının altına dalmaya başlamış ve dalan bölüm Manto içinde ergiyerek magma dönüşmüştür ve bu magma tekrar yükselerek Ege Denizi'ndeki volkanik ada yayı kuşağını oluşturmuş olup bu sürecin halen de devam ettiği bilinmektedir. Afrika levhasının kuzeye doğru Anadolu levhası ile Avrupa kıtasının altına dalmayı

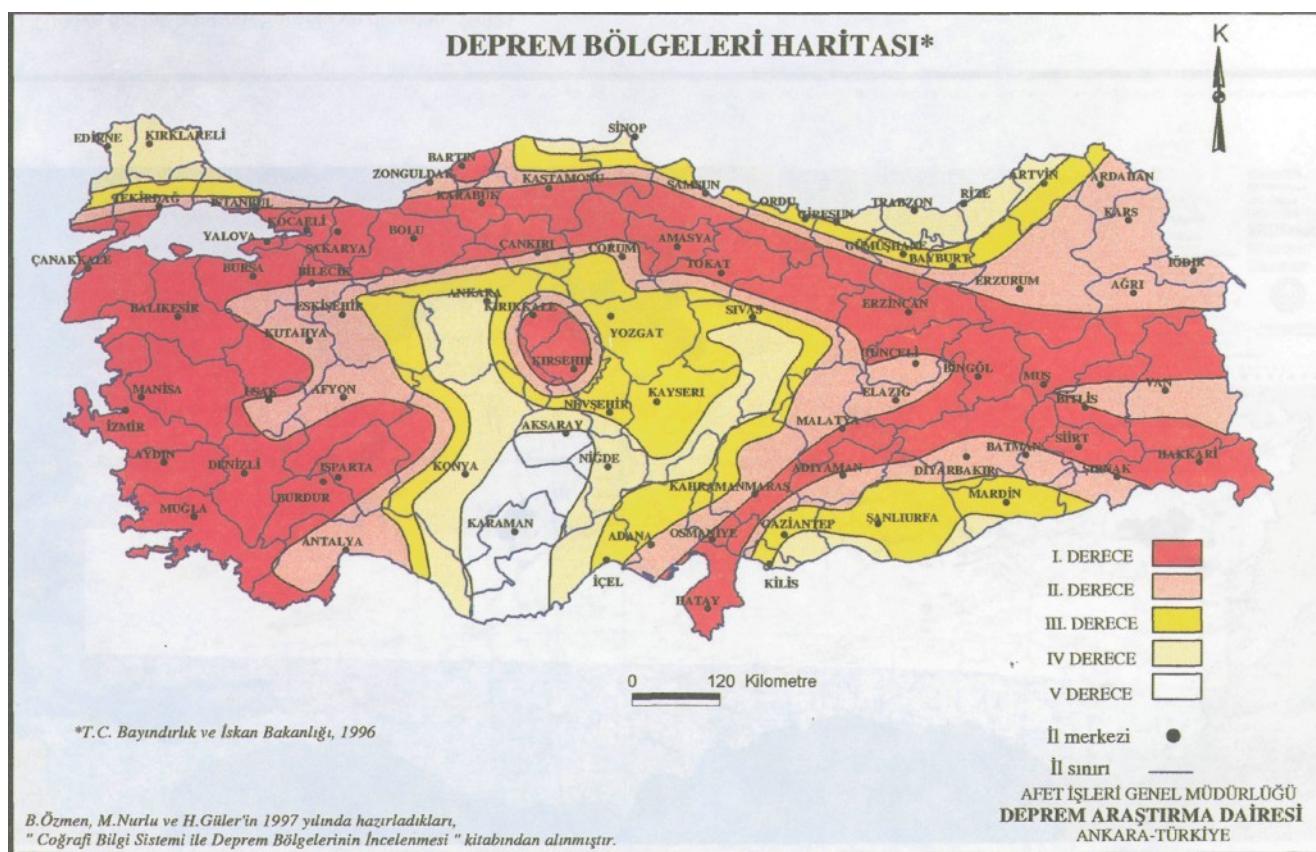
sürdürümesiyle yaklaşık 100 milyon yıl sonra, Afrika kıtası ile Avrupa kıtası ve Anadolu levhası birleşecektir. Anadolu levhasındaki yaşanan bu süreç beraberinde de bir çok fayın gelişmesine ve buna bağlı olarak da depremlerin oluşmasına neden olmaktadır. Türkiye deprem potansiyelinin daha iyi anlaşılabilmesi için şekil 20 deki Türkiye diri fay haritası, şekil 21 deki Türkiye deprem bölgeleri haritası ile şekil 22 deki Türkiye episantır dağılım haritasına bakmak yararlı olacaktır.



Şek. 19-Anadolu levhasının batıya kayışının mekanizması (Okay ve diğerleri, 1999 dan düzenlenmiştir).



Şek. 20-Türkiye diri fay haritası (Şaroğlu ve diğerleri, 1992)



Şek. 21-Türkiye deprem bölgeleri haritası (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1996).



Şek. 22-Türkiye episantır dağılım haritası (Özmen ve diğerleri, 1999).

Türkiye'nin depremselliğini ve olan depremlerin tekrarlanma sıklıklarını kavrayabilmemiz açısından Çizelge 2 de Milattan Önce (MÖ) 411 ile 1999 yılları arasında ülkemizde olan önemli depremlerin listesi ve Çizelge 3 de de yeryüzünde tarih boyunca kaydedilmiş önemli depremlerin listesi verilmiştir.

Çizelge 2-Türkiye'de Millattan Önce (MÖ) 411 yılı ile 1999 yılları arası olan önemli depremler.

TARİH	YER	BÜYÜKLÜK	ŞİDDET	ÖLÜ SAYISI	HASARLI BİNA SAYISI
MÖ.411	Kerime Körfezi	7			
MÖ.282	Saros Körfezi	7			
MÖ.227	Rodos Bölgesi	7,2			
MÖ.197	Rodos Bölgesi	7			
MÖ.183	Rodos Bölgesi	7			
17	Aydın	7,5			
29	Bursa	7			
60	Denizli	7			
65	Denizli	7			
142	Rodos Bölgesi	7			
170	Bursa	7			
358	İznik	7,6			
447	Güneybatı İstanbul	7,5			
450	Bandırma	7			
477	İstanbul	7			
488	Gebze (Gebze)	7			
528	Antalya	7,5			
543	Erdek (Balıkesir)	7			
554	Bodrum (Muğla)	7			
555	İstanbul	7,5			
557	İstanbul	7			
688	İzmir	7			
715	Bursa	7			
740	İstanbul batısı	7,4			
986	İstanbul Kadıköy	7,5			
1010	Güneybatı Tekirdağ	7,3			
1045	Erzincan	7			
1063	İstanbul batısı	7,2			
1111	Van	7			
1115	Urfa	7			
1205	Kayseri	7			
1268	Erzurum doğusu	7,2			
1344	Tekirdağ doğusu	7,2			

1354	Çanakkale	7,5			
1458	Erzurum batısı	7,5			
1482	Erzurum batısı	7,5			
1509	Gebze (İzmit)	7			
1510	Merzifon (Çorum)	7			
1653	Ödemiş (İzmir)	7,5			
1688	İzmir	7,5			
1766	Tekirdağ	7,7			
1851	Rodos doğusu	7,2			
1852	Erzurum	7			
1853	Bursa	7,5			
1855	Bursa	7			
1872	Antakya	7,5			
1875	İsparta kuzeybatısı	7			
1880	İzmir batısı	7			
1880	İzmir	7			
1881	İzmir batısı	7,3			
1883	İzmir batısı	7			
1886	Bodrum (Muğla)	8,4			
1893	Malatya	7			
10.07.1894	İstanbul	7	IX	474	387
12.07.1900	Kağızman (Kars)	5,9	VIII	140	2.000
08.11.1901	Erzurum	6,1	VIII	500	10.000
09.03.1902	Çankırı	5,6	IX	4	3.000
28.04.1903	Malazgirt (Muş)	6,7	IX	2.626	4.500
28.04.1903	Patnos (Ağrı)	6,3	IX	3.560	12.000
28.05.1903	Göle (Kars)	5,8	VIII	1.000	8.000
10.02.1903	Zara (Sivas)	5,8		0	1.000
04.12.1905	Malatya	6,8	IX	500	5.000
1905	Çemişgezek (Tunceli)	6,8			
19.01.1909	Foça (İzmir)	6	IX	8	1.700
09.02.1909	Menderes (Aydın)	6,3	IX	500	5.000
09.08.1912	Mürefte (Tekirdağ)	7,3	X	216	5.540
03.10.1914	Burdur	7,1	IX	4.000	17.000
1914	Bolvadin (Afyon)	5,1		400	1700
24.01.1916	Tokat	7,1	X	500	5.000
18.11.1919	Soma (Manisa)	6,9	IX	3.000	16.000
13.05.1924	Çaykara (Rize)	5,3		50	700
13.09.1924	Pasinler (Erzurum)	6,9		310	4.300
13.09.1924	Horasan (Erzurum)	6,8	IX	50	25.000
07.08.1925	Dinar (Afyon)	5,9	IX	330	2.043
1925	Ardahan	5,9		140	
18.03.1926	Finike (Antalya)	6,9		27	190
22.10.1926	Kars	5,7	VIII	355	1.100

1926	Milas (Muğla)	4.7	2	1.100	598
31.03.1928	Torbalı (İzmir)	7	IX	50	2.100
18.05.1929	Suşehri (Sivas)	6,1	VIII	64	1.357
06.05.1930	Hakkari	7,2	X	2.514	3.000
1930	Torbalı (İzmir)	8	X	170	
19.07.1933	Çırvıl (Denizli)	5,7	VIII	20	200
1934	Bingöl	4,9		12	200
04.01.1935	Erdek (Balıkesir)	6,7	IX	5	600
01.05.1935	Digor (Kars)	6,7		200	1.300
19.04.1938	Kırşehir	6,6	IX	149	3.860
22.09.1939	Dikili (İzmir)	7,1	IX	60	1.235
21.11.1939	Tercan (Erzincan)	5,9		43	500
26.12.1939	Erzincan	7,9	XI	32.962	116.720
10.01.1940	Niğde	5,0		58	586
20.02.1940	Develi (Kayseri)	6,7	VIII	37	530
13.04.1940	Yozgat	5,6		20	1.250
23.05.1941	Muğla	6		2	500
1941	Başkale (Van)	7		.192	500
10.09.1941	Erciş (Van)	5,9	VIII	194	600
12.11.1941	Erzincan	5,9		15	500
13.12.1941	Muğla	5,7		0	1.000
15.11.1942	Bigadiç (Balıkesir)	6,1	VIII	7	1.262
21.11.1942	Osmancık (Çorum)	5,5		7	448
02.12.1942	Çorum	5,9	VIII	26	300
11.12.1942	Çorum	5,9		25	816
20.12.1942	Niksar (Tokat)	7	IX	3.000	32.000
20.06.1943	Hendek (Adapazarı)	6,6	IX	336	2.240
1943	Ladik (Samsun)	10		4000	
26.11.1943	Tosya (Kastamonu)	7,2	X	2.824	25.000
01.02.1944	Gerede (Bolu)	7,2	X	3.959	20.865
10.02.1944	Düzce (Bolu)	5,4		0	1.000
5.4.1944	Mudurnu (Bolu)	5,6		30	900
25.6.1944	Gediz (Kütahya)	6,2	VIII	21	3.476
06.10.1944	Edremit (Balıkesir)	7	IX	27	1.158
20.03.1945	Ceyhan (Adana)	6	VIII	10	650
29.07.1945	Van	5,8	VIII	12	2.000
20.11.1945	Van	5,8		0	1.000
21.12.1945	Denizli	6,8	IX	190	400
21.02.1946	Ilgin (Konya)	5,6	VIII	2	509
31.05.1946	Varto (Muş)	5,7	VIII	839	1.986
05.02.1949	Harmancık (Bursa)	5,2		0	1.000
23.07.1949	Karaburun (İzmir)	7	IX	1	1.000
17.08.1949	Karlıova (Bingöl)	7	IX	450	3.000
1950	Kığlı (Bingöl)	4,6		20	100

08.04.1951	İskenderun (Hatay)	5,7		6	13
13.08.1951	Kurşunlu (Çankırı)	6,9	IX	52	3.354
03.01.1952	Hasankale (Erzurum)	5,8	VIII	133	701
22.10.1952	Misis (Adana)	5,5	VII	10	511
18.03.1953	Gönen (Balıkesir)	7,4	IX	265	9.670
02.05.1953	Karaburun (İzmir)	5,1		0	1.000
18.06.1953	Edirne	5,1	VI	10	323
1953	Kurşunlu (Çankırı)	6,4		2	250
16.07.1955	Söke (Aydın)	7	IX	23	470
20.02.1956	Eskişehir	6,4	VIII	2	1.219
25.04.1957	Fethiye (Muğla)	7,1	IX	67	3.100
26.05.1957	abant (Bolu)	7,1	IX	52	4.201
07.07.1957	Başköy (Erzincan)	5,1		0	1.000
25.04.1959	Köyceğiz (Muğla)	5,7	VIII	6	266
25.10.1959	Varto (Muş)	5		18	300
1960	Bitlis	4			80
1961	Marmaris (Muğla)	6,5		0	1.000
04.09.1962	İğdır	5,3		0	1.000
11.03.1963	Denizli	5,5	VII	0	1.000
18.09.1963	Çınarcık (Yalova)	6,3	VII	1	230
22.11.1963	Tefenni (Burdur)	5,1	VII	0	362
14.06.1964	Malatya	6	VIII	8	678
06.10.1964	Manyas (Balıkesir)	7	IX	73	5.398
02.03.1965	Salihli (Manisa)	5,8	VIII	12	150
13.06.1965	Honaz (Denizli)	5,7	VIII	14	488
31.08.1965	Karlıova (Bingöl)	5,6		0	1.000
07.03.1966	Varto (Muş)	5,6	VIII	14	1.100
19.08.1966	Varto (Muş)	8	IX	2.964	20.007
07.04.1967	Bahçe (Adana)	5,3		0	1.000
22.07.1967	Adapazarı	7,2	IX	89	5.569
26.07.1967	Pülümür (Tunceli)	6,2	VIII	97	1.282
30.07.1967	Akyazı (Adapazarı)	6		0	1.000
03.09.1968	Bartın	6,5	VII	29	2.073
1968	Bingöl-Elazığ	5,1		2	
14.01.1969	Fethiye (Muğla)	6,2		0	1.000
03.03.1969	Gönen (Balıkesir)	5,7		1	20
23.3.1969	Demirci (Manisa)	6,1	VII	0	1.000
25.03.1969	Demirci (Manisa)	6		0	1.000
28.03.1969	Alaşehir (Manisa)	6,6	VIII	41	4.372
06.04.1969	Karaburun (İzmir)	5,6		0	1.000
28.03.1970	Gediz (Kütahya)	7,2	IX	1.086	9.452
19.04.1970	Çavdarhisar (Kütahya)	5,9		0	1.000
23.04.1970	Demirci (Manisa)	5,7		0	1.000
1970	Gürün (Sivas)	4,8		1	150

12.05.1971	Burdur	6,2	VIII	57	1.389
22.05.1971	Bingöl	6,7	VIII	878	5.617
16.07.1972	Van	5,2		1	400
1972	Sarıkamış (Kars)	4.7			100
1972	Ezine (Çanakkale)	5			400
01.02.1974	İzmir	5,2	VI	2	47
27.03.1975	Gelibolu (Çanakkale)	6,4	VII	7	980
06.09.1975	Lice (Diyarbakır)	6,9	VIII	2.385	8.149
25.03.1976	Susuz (Kars)	5,1	VI	2	762
02.04.1976	İğdır	5,1	VIII	4	80
30.04.1976	Ardahan	5		4	300
1976	Denizli	4.9		4	3200
24.11.1976	Çaldıran (Van)	7,2	IX	3.840	9.552
26.03.1977	Palu (Elazığ)	5,2	VII	8	842
1977	Lice (Diyarbakır)	4.8		8	210
14.06.1979	Foça (İzmir)	5,9		0	1.000
27.03.1982	Bulanık (Muş)	5,2		0	1.000
30.10.1983	Horasan (Erzurum)	6,8	VIII	1.155	3.241
1983	Biga (Çanakkale)	4.9		3	85
18.09.1984	Balkaya (Erzurum)	5,9	VII	3	187
05.05.1986	Sürgü (Malatya)	5,8	VII	8	824
06.06.1986	Sürgü (Malatya)	5,6		1	1.174
07.12.1988	Akyaka (Kars)	6,9		4	546
13.03.1992	Erzincan	6,8	VIII	653	6.702
01.10.1995	Dinar (Afyon)	5,9	VIII	94	4.909
05.12.1995	Pülümür (Tunceli)	5,6	VIII	0	26
14.08.1996	Mecitözü (Çorum)	5,6	VI	1	2.606
09.10.1996	Kıbrıs	6,8	VII	2	
22.01.1997	Hatay	5,5	VI	1	1.841
27.06.1998	Ceyhan (Adana)	6,3	VIII	145	10.401
17.08.1999	Kocaeli-Gölcük	7,4	X	17500	120000?
				(+25000)	
13.09.1999	Sapanca-Adapazarı	5,9			
9.1999	Şanlıurfa	5.0			
05.10.1999	Marmaris (Muğla)	5.4			
21.10.1999	Adalar (İstanbul)	4.4	X		
11.11.1999	Sapanca-Adapazarı	5.7			
12.11.1999	Düzce-Kaynaşlı (Bolu)	7.2		800 (+1200)	850

NOT: MÖ. 411 yılı ile 1894 yılı arasında olan depremlerin 7 ve 7'nin üzerinde büyüklikte olanları alınmış, daha sonrakiler ise büyüklik gözetilmeksızın verilmiştir (USGS/NEIC Database, TDV, Özmen ve diğerleri, 1997).

Çizelge 3-Dünyada meydana gelen büyük depremlerden bazlarının büyüklükleri ve yol açtığı can kayıpları (FEMA, USGS, TDV).

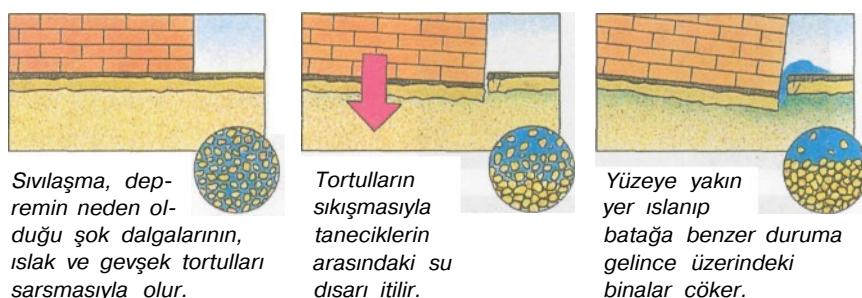
YIL	YER	BÜYÜKLÜK	ÖLÜ SAYISI
365	Girit	-	50.000
526	Antakya	-	250.000
856	Damgan /iran	-	200.000
1201	Yukarı Mısır	-	1.000.000
1556	Şançı /Çin	11	830.000
1737	Kalküta/ Hindistan	-	300.000
1897	Assam/Hindistan	8.7	
1899	Alaska	8.6	
1906	San Fransisco/ABD	8.2	
1906	Ekvator	8.9	
1920	Gansu / Çin	8,5	200.000
1923	Kwanto/Japonya	8,3	99.000
1939	Erzincan	8	32.962
1960	Güney Şili	8.5	
1964	Alaska	8.6	
1966	Varto (Muş)	6,5	2.934
1970	Kuzey Peru	7,8	66.794
1975	Lice (Diyarbakır)	6,7	2.385
1976	Çaldıran (Van)	7,5	3.840
1976	Tangsan /Çin	7,8	240.000
1976	Guatemala	7,5	22.778
1977	Endonezya	8.0	
1983	Erzurum / Kars	6	1.226
1985	Mexico City	8,1	10.000
1988	Kuzeybatı Ermenistan	6,9	25.000
1989	Kaliforniya/ABD	7.1	62
1990	Kuzeybatı İran	7,7	50.000
1990	Luzon/Filipinler Adası	7.7	1666
1994	Bolivya	8.2	
1995	Kobe/Japonya	7.2	5502
1997	Kuzey İran	7,1	1500
1998	Kuzeybatı Afganistan	6,1	5.000
1999	Batı Kolombiya	6,1	1.171
1999	Gölcük-Adapazarı	7,4	17500
1999	Tayvan	7.2	2400
1999	Meksika	7.3	
1999	Kaliforniya/ABD	7.4	
1999	Düzce-Kaynaşlı (Bolu)	7.2	800 (+1200)

## ZEMİN SİVILAŞMASI VE ZEMİN YENİLMESİ

Su kapsayan çakıl, kum, mil, kil ve çamur yığınlarından oluşan zemine sismik kuvvet etki ettiğinde, kum tanecikleri arasındaki denge bozularak kumla birlikte su yarıklardan yüzeye çıkmakta zeminin bir sıvı gibi davranışmasına yol açmaktadır. Bir sıvı gibi davranışan zemin üzerindeki binalarda, hasarlar ve yana yatmalar olmaktadır. Bu olaya sivilaşma ya da zemin yenilmesi denilmektedir. Sivilaşma suya doygun olan kumlu, çamurlu zeminlerde, sonradan kurutulmuş göl ve akarsu taşkın düzlüklerinde, akarsu ve deniz kıyılarında olmaktadır (Şek.23 A). Denizden kazanılmış dolgu zeminleri, eski alüvyon yatağındaki zeminler depreme karşı son derece dayanımsız zeminlerdir. Bazen sivilaşma yüzeye kadar erişemeden, yüzeyin birkaç metre derinliklerinde de olabilmektedir. Bu suretle yüzeyde kum fışkırması olmazken, alttaki düşey ve yatay yönde yayılmalar sonucunda yüzeyde oturmalar gözlenebilmektedir. Sivilaşma olayı sırasında yer altı suyunun yüzeye çıkması sonucunda binaların altındaki zemin duraysız, kaygan bir hal almaktadır(Şek. 23 B,24).



Şek. 23 A- Gölcük deltasında doldurulan alanın deprem sırasında denize doğru kayması ve deniz suyunun açılan boşlukları doldurması (Fotoğraf: Ahmet Doğan)



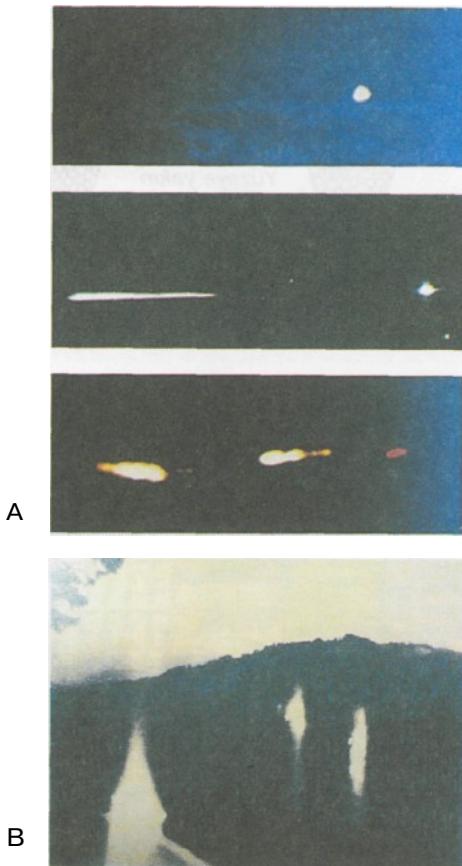
Şek. 23B-Zemin sivilaşması (Watt, 1993).



Şek. 24-Zemin sivilaşması sonucunda binaların devrilmesi (Fotoğraf: Hamdi Mengi)

## DEPREM IŞIKLARI

Dünya atmosferinde görülebilen dünya kaynaklı olan, fakat kökeni henüz açıklanamayan ışıklar mevcuttur. Bunlar genellikle yıldırım topları ve deprem ışıkları ile ilgili olup, oluşumları için mutlaka elektrik fırtınası veya deprem olması şart değildir. Çok eski zamanlardan beri Deprem ışıkları atmosferde görülmekte ve özellikle fay hatlarında deprem olmadan da tektonik sıkışma ve gerilmelerden dolayı bu ışıklar görülebilmektedir. Araştırmalara göre dünya ışıklarının %80 i kırıkların olduğu yerlerde gözlenmiştir. Bir teoriye göre tektonik stres, kayaların



Şek. 25-(A) Deprem ışıkları ve (B) 1977 Romanya depreminden hemen sonra görülen deprem ışıkları (Kurtuluş, 1999).

tektonik gerilme bölgeleriyle çakışması sonucunda ışık olayları olabilmektedir. Deprem ışıklarının sık rastlanan şekilleri; daire, elips ve üçgen biçiminde olanlardır. Bunların renkleri kavuniçi, sarı, beyaz ve yeşil olup %70 i deprem merkez noktasına 35 km, bazıları ise 150 km uzaklıkta gözlenmiştir (Derr ve Persinger, 1999). Diğer bir deprem ışığı Sonoilüminesans olgusuyla açıklanabilmektedir. Sonoilüminesans; suyun, güçlü ultrasonik titreşimlerle uyarılması sonucunda ışık saçmasına verilen addır. Saf suyun yaydığı ışının suyun tipik tayfindaki mavi ya da mavimsi beyaz rengi verirken, çözelişmiş başka maddelerin varlığı, parlak sarı ya da kırmızı ışık üretilmesine olanak sağlar. Johnston laboratuvara elde ettiği verilere göre, depremlerde oluşan P dalgalarıyla ilişkilendirilebilen deprem ışıklarının, bu olgu sonucunda olduğunu açıklamaktadır. Bunun için ortamda tatlı

ısınmasına ve dolayısıyla içerisindeki yer altı suyunun buharlaşmasına neden olmaktadır. Buharlaşan su, kuvars kristallerinin piezoelektrik özelliğiyle birlikte davranışarak tektonik sıkışma anında yüzeye çıkmakta ve bir dünya ışığı olarak görülebilmektedir (Şek. 25).

Diğer bir teori ise, yerkabuğu çatlıklarındaki basınç bir metre karedede 100.000 volt gibi bir enerji biriktirebilmekte ve bu yüksek voltaj, bir elektrik kolonu halinde atmosfere bir hat boyunca boşalırken havayı ionize etmekte ve havanın akkorlaşarak ışık saçmasına neden olmaktadır. Ayrıca ayın dünya çevresinde saatte yaklaşık 1000 km hızla dönmesi sırasında bir çekim gücü olmaktadır. Bu çekim gücü dünya çevresinde sürekli hareket eden bir gerilim noktası olmasını sağlamaktadır. Bu özelliğin belli

ya da tuzlu su bulunması, ya da toprağın suya doygun olması yeterli olabilmektedir.

Kocaeli-Adapazarı, Düzce depremlerinden önce ve hemen sonrasında deprem ışıkları olarak nitelenen ışık topları ve kolonlarına tanık olunmuştur. Örneğin, Düzce depremi anında, Bolu dağından Adapazarı istikametine doğru otomobil ile inmekte olan Pınar Gürel isimli kişi, bu sırada yerden gökyüzüne doğru iki ışık kolonunun gelişğini ve hemen peşinden de arabanın ön tarafında deprem sırasında oluşup, yolun kapanmasına neden olan heyelanın gerçekleştiğini ifade etmiştir.

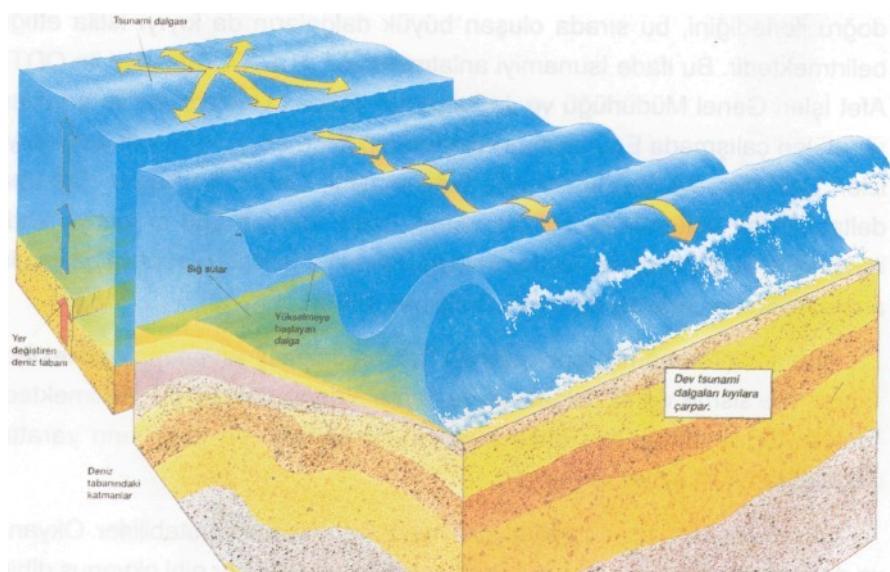
## TSUNAMİ (DEV DENİZ DALGALARI)

Leonardo Da Vinci, 1504 yılında tamamladığı teknik notlarında, 1489 yılında, Adalya körfezinde denizin yarılarak, sularının çekildiğini, sonra tekrar karaya doğru ilerlediğini, bu sırada oluşan büyük dalgaların da kıyıyı istila ettiğini belirtmektedir. Bu ifade tsunamiyi anlatmaktadır. TÜBİTAK desteği ile ODTÜ, Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Japonya'nın Tohoku Üniversitesi ile ortaklaşa yürütülen çalışmada Ege kıyılarında Vinci'nin ifade ettiği 1489larındaki olayın izleri Dalaman (Muğla) kıyılarında bulunmuştur. Deniz, o yıllarda Dalaman deltasının bir bölümünde, bir kez olmak üzere kıyıdan 250 m içeriye kadar ilerlemiştir. Bu doğal afetin Tsunami olduğu, alınan örneklerin Japonya'da yapılan analizleri sonucunda belirlenmiştir (Yalçiner, 1999).

Tsunami (Tsu-nami) Japon dilinde "Liman dalgası" anlamına gelmektedir. Tsunamiye sismik deniz dalgası ya da deprem deniz dalgası da denilmektedir. Tsunamileri anlamak için önce bunların rüzgârların ve gelgitlerin yarattığı dalgalardan ayırt etmek gerekiyor.

Okyanuslarda esen rüzgârlar yüzeyde dalgalanmalar yaratabilirler. Okyanus ve deniz tabanlarını ileri-geri süpüren gel-gitler, tsunamiler gibi okyanus dibine kadar ulaşabilen akıntılar oluşturabilirler. Bu dalgalar rüzgârın, ayın ve güneşin etkisine bağlı olarak gelişmekte olup, tsunami ile ilgili değildirler. Tsunamilerin oluşabilmesi için: Yer kabuğunda 1-Düşey yönlü bir hareket olmalıdır (Normal ya da Ters fay hareketlerinde olduğu gibi), 2-Depremin odak noktasının deniz ya da okyanusun altında olması gereklidir, 3-Deniz altında büyük boyutlu kayma-oturmaların olması gereklidir, 4-Deniz altında volkanik patlamalar olması gereklidir (Demirtaş, 1999). Dev deniz dalgalarının okyanuslardaki hızları saatte 750 km ye ulaşabilmektedir. Tek bir dalga yüksekliği birkaç metre, uzunluğu açık denizlerde

750 km olabilmektedir. Derin denizlerde tehlikesiz olan bu dalgaların yüksekliği sıç kıyılarda 30 metreye çıkabilmekte ve yıkıcı olabilmektedir. Tsunamilerin oluşması için, su kütlesinin bir kuvvet tarafından etkilenmesi gerekmektedir. Derin sularda oluşan dalga daha sonra, sıç kıyılara doğru hareket etmekte ve bu kıyılarda sel ve tufan benzeri hasarlara neden olmaktadır (Şek. 26,27). Sıç sularda özellikle "V" şeklinde daralan körfelerde, körfəz tabanının düşük eğilimli olması halinde, dalga içerisindeki enerjinin sıkışmasıyla çok büyük bir tsunami (dev deniz dalgaları) ortaya çıkmaktadır (Oksay, 1999). Tsunami ilk oluştuğunda tek dalga şeklinde olup, daha sonra iki, üç ya da beş dalgaya bölünerek çevreye yayılmaktadır. Bu dalgaların ilki ve sonucusu zayıf enerjili olmaktadır. Kıyıda görülen hafif ve anormal su değişimi ilk dalganın izidir ve gelecek olan kuvvetli dalganın da habercisi olabilmektedir.



Şek. 26 - Tsunami (Watt, 1993).

Tsunami daha çok okyanus kenarlarında bulunup, okyanuslara açık olan ülkelerde olmaktadır. Okyanuslarda olan deprem ve yanardağ patlamaları tsunamiye yol açmakta ve oluşan dalgalar ada ve kıyı ülkelerinde büyük çaplı hasarlara yol açmaktadır. 1755 Portekiz depreminden İspanya, Portekiz ve Fas kıyılarında tsunami olmuş olup, 1883 deki Krakatao adası volkan patlamasında oluşan tsunamiide Sumatra'da 36 500 kişi, 1933 Japonya depreminden oluşan



Şek. 27- Tsunaminin yol açtığı hasar (Değirmendere/izmit) (Fotoğraf: G. Tan).

tsunamide 3000 kişi, 1946 Aleutian adaları (Alaska) depreminden oluşan tsunamide 122 kişi, 1998 Papau Yeni Gine depreminden oluşan tsunamide de 3000 kişi hayatını kaybetmiştir. Ülkemizde, Dalaman sahilleri dışında Didim ve Fethiye'de günümüzden 3500 yıl önce tsunami oluşmuştur (Yalçiner, 1999).

#### KENT YERİ SEÇİMİNDE VE YAPI İNŞASINDA JEOLOJİK VE JEOTEKNİK ETÜTLERİN ÖNEMİ\*

Ülkemizde olan depremlerden sonra görülmektedir ki; kalitesiz ve plânsız yapılaşma ile jeolojik ve jeoteknik faktörler gözardı edilerek ve buna bağlı olarak hatalı yer seçimi ve yapı inşası deprem anında büyük can ve bina hasarlarına yol açmaktadır.

Baraj, tünel, otoyol vb. mühendislik yapılarının tasarımında olduğu gibi, kentsel gelişmede yapıların üzerinde inşa edileceği zeminlerin jeolojik ve yapısal özelliklerinin, mühendislik girişimi öncesinde, sırasında ve sonrasında davranışlarının jeoteknik özelliklerinin, yeraltı suyu koşullarının ve jeolojik çevrenin

\* Ulusay'dan (1999) alınmıştır.

yapılar ve kentin gelişimi üzerindeki etkilerinin kentsel planlama sürecinde ve inşaat öncesinde ayrıntılı şekilde değerlendirilmesi ve tasarımda dikkate alınması gerekmektedir. Yapılar, tanımları şekil 28 de verilen pekişmiş (kayaç), pekişmemiş ve/veya ayrılmış (toprak) zemin veya her iki tür zemin arasında yer alan ayrılmış kayalar gibi farklı davranış gösteren zeminler üzerinde inşa edilmektedir. Bu durumda, söz konusu malzemelerin üç boyutta dağılımının, jeolojik, yapısal ve jeoteknik özelliklerinin ve değişik yükleme koşulları altında (statik ve dinamik) gösterecekleri davranışın önceden belirlenmesi mühendislik tasarımda hayatı önem taşımaktadır. Dolayısıyla jeolojik, jeoteknik etütler, yer seçiminin, kent planlamasının ve yapı tasarımının ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır. Ülkemizde bu tür etütler daha çok baraj, köprü, tünel, yüksek binalar vb. yapılar için uygulana gelmiş olup, kentleşme sürecinde önemli ölçüde ihmal edilmiştir. Gelişmiş ülkelerde, yapının (projenin) boyutlarına bağlı olarak, bu etütler için yapı maliyetlerinin yüzde 0.5'i ile yüzde 5'ine kadar bir bütçenin ayrıldığı, ancak beklenmeyen olumsuz zemin koşullarıyla karşılaşması halinde bu payın yüzde 10'a kadar çıkabildiği dikkate alınırsa, konunun ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

Ülkemizde son yıllarda sıkça yaşanan depremler ile diğer doğal afetlerden sonra ve yukarıda dephinilen hususlar çerçevesinde kentleşme sürecinden ve inşaattan önce,

a- Sadece yapı alanındaki (Parsel bazında) zeminlere ait zemin emniyet gerilmesi ve zemin oturması gibi hususların belirlendiği klasik zemin etüdünün kapsamı dışına çıkararak, özellikle depreme karşı hassas bölgelerde; aktif (diri) fayların konumları başta olmak üzere, jeolojik faktörlerin yanı sıra, sivilaşma riski (gevşek toprak zeminler) ve zemin hakim periyodu gibi zeminin dinamik özelliklerini kapsayan jeolojik-jeoteknik etütlerin yaygınlaştırılması,

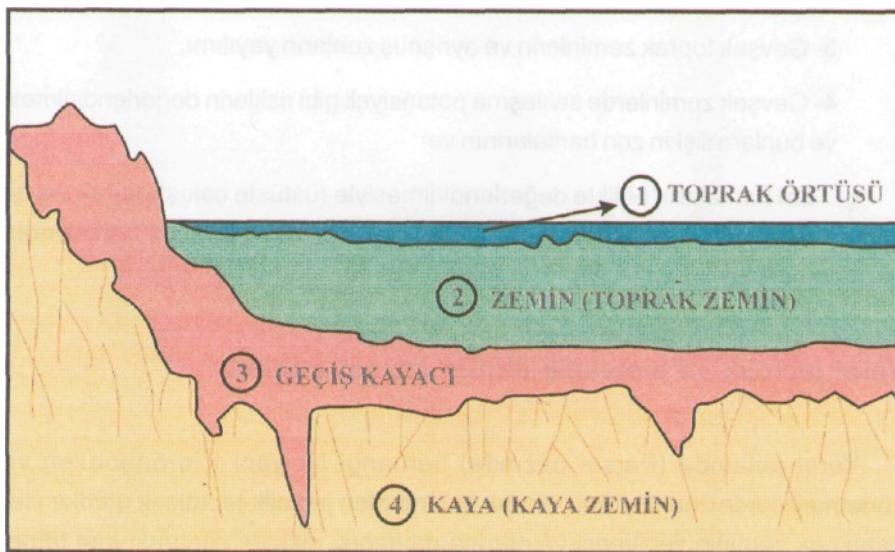
b-Jeolojik-jeoteknik etütlerden sağlanan veriler esas alınarak, uygun yer seçimine, temel tipine ve uygun zemin iyileştirme tekniklerine karar verilmesi bir zorunluluk olarak kabul edilmelidir. Jeolojik ve jeoteknik etütler önce bölgesel ölçekte sonra da yerel ölçekte ele alınmalıdır.

#### Bölgesel jeolojik ve jeoteknik etütler

Özellikle yeni yerleşim bölgelerinin belirlenmesinde ve mevcut yerleşim bölgelerinin imara yeni açılacak kesimleri için gerçekleştirilecek olan yerleşim

alanı seçiminin planlanmasında esas alınacak bölgesel etüdler, aşağıda belirtilen aşamalardan/unsurlardan ve bunlara ilişkin teknik belgelerden oluşmalıdır.

- a- Topografik koşullar (morpholojik harita),
- b- Jeolojik koşullar (jeoloji haritası ve kesitleri),
- c- Bölgenin sismisitesi, aktif fayların konumu, uzanımı ve yapılışma için planlanan alana uzaklığı (sismotektonik harita),



Şek. 28- Mühendislik açısından zemin ortamları ve tanımlamaları (Yüzer ve Vardar, 1999; Ulusay'dan 1999 düzenlenmiştir)

1- Toprak örtüsü.- Yeryüzünde veya yeryüzüne yakın kesimlerde atmosfer, su ve organizmaların neden olduğu fiziksel, mekanik ve kimyasal olayların etkisi altında kalarak gevşek taneli bir yapı oluşturan mineral ve kayaçların zamanla biyolojik ve iklimsel işlevlerle de yoğunlaşması sonucu meydana gelen, katı (ayrılmış mineral ve kayaçlar), sıvı (su) ve gaz (hava) bileşenlerinden oluşan, besin maddelerinin esas kaynağı durumundaki ince yüzeysel örtü ve/veya malzemedir.

2- Zemin (toprak zemin).- Ayrık katı bileşenleri arasında doğal çimento görevi üstlenecek bir bağlayıcı bulunmayan veya çok gevşek olarak bulunan bir bağlayıcının su etkisiyle ortamdan kolayca uzaklaştırılarak tanelerin serbest hale geçebildiği ayrık kayaçlar ve mineraller topluluğudur.

3- Geçiş kayacı.- Yeri ve tüm nitelikleri zemin ile kaya arasında bulunan ve mekanik özellikleri açısından zeminden daha dirençli olan kayaç ve mineral topluluğudur.

4- Kaya (kaya zemin).- Külesel, çimentolanılmış taneli veya kristalli yoğun kayaçlardır. Kristalleri ve/veya taneleri su etkisi altında bile zamanla bozulmayan sağlam bağlarla birlleştirilmiş, az ya da çok süreksizlikle sınırlanmış olan birim kayaç elemanlarının oluşturduğu doğal koşullar altındaki kayaçlardır.

- d- Hidrojeolojik değerlendirme (yer altı suyu haritası),
- e- İncelenen alan genelinde kaya ve toprak zeminlerin sınırlarının ayırtlanarak bunların inşaat mühendisliği tasarımında önem taşıyan jeoteknik parametrelerinin ve dinamik özelliklerinin tayini,
- f- Doğal afetlere ilişkin değerlendirmeler:
  - 1 - Aktif potansiyel heyalan alanları,
  - 2- Taşkın potansiyeline maruz kalabilecek alanlar,
  - 3- Gevşek toprak zeminlerin ve ayrılmış zonların yayılımı,
  - 4- Gevşek zeminlerde sıvılaşma potansiyeli gibi risklerin değerlendirilmesi ve bunlara ilişkin zon haritalarının ve
- g- Tüm haritaların birlikte değerlendirilmesiyle (üstüste çakıştırılarak tek bir harita haline getirilmesiyle) "mühendislik jeolojisi" ve "arazi kullanım" haritalarının hazırlanması.

#### **Yerel jeolojik ve jeoteknik etütler (zemin etütleri)**

Yerel anlamda (Parsel bazında) herhangi bir yapı için öngörülen ve yönetmeliklerde zemin etüdü olarak adlandırılan jeolojik-jeoteknik etütler ise, daha çok zeminin yenilmesi ve oturma davranışının dikkate alınarak yapı tipinin seçimi, depremden kaynaklanacak dinamik yüklerin belirlenmesine ve zeminin iyileştirilmesine gerek olup olmadığına karar verilmesine yönelik olup, planlanan yapının alanı ve yakın civarıyla sınırlıdır. Yapı alanında yürütülmlesi gereken çalışmalar, ayrıntısına girilmeksızın, aşağıda verilmiştir.

- a- Tamamen karot alınarak yapılan sondajlarda standarda uygun şekilde jeoteknik kuyu loğlarının hazırlanması,
- b-Toprak zeminlerin bulunduğu alanlarda,
  - 1- Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) veya Konik Penetrasyon Deneyi (CPT) nin yapılarak verilerin zemin mekaniği prensiplerine göre değerlendirilmesi (zemin parametrelerinin tayini ve sıvılaşma analizi),
  - 2- Yer altı suyu seviyesinin ölçülmesi ve permeabilite katsayısının tayini (hidrojeoloji uygulaması),

c- Jeoteknik amaçlı laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere karot veya toprak zemine ait örselenmemiş tüp örneklerinin alınması,

d- Zeminin dinamik parametrelerinin tayini (planlanan yapı alanı da içeren bölgenin imara açılmadan önce yapılan etüdlerin kapsamında bu parametrelerin tayin edilmemiş olması halinde veya zemin koşullarının gerektirdiği durumlarda jeofizik teknikler kullanılarak),

e- Yapının niteliğine ve zemin koşullarına bağlı olarak sorumlu mühendis tarafından gerek görüldüğü takdirde yerinde bazı arazi deneyleri de yapılabilir.

Laboratuvara ise, zeminin türüne bağlı olarak (kaya veya toprak) kaya ve/ veya zemin mekaniği prensiplerine ve yönetmeliklerde belirtilen standartlara uygun olarak;

a- İndeks ve mühendislik sınıflaması deneyleri,

b- Dayanım parametrelerinin tayini için deneyleri,

c- Toprak zeminlerde konsolidasyon deneyleri yapılmaktadır.

Elde edilecek ve hesaplanacak parametreler temel mühendisliği çözümlemelerinde inşaat mühendisi tarafından;

a- Uygun temel tipinin seçimi ve depreme dayanıklı yapı tasarımlı,

b- Gerekiyorsa ve ekonomik ise, zemin iyileştirme çalışmalarının planlanması,

c- Çok kötü zemin koşullarıyla karşılaşılması durumunda öngörülen alanın terk edilerek yeni yer seçimine gidilmesine karar verilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

Kocaeli ve Düzce depremlerinde de görülmüştür ki, zemin iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmeden, yapılan binaların depreme dayanıklı olması için gerekli yapı inşası kuralları yerine getirilmeden inşa edilen binalar genellikle yıkılmıştır. Kolonu dayanıksız, döşemesi ağır olan çok katlı betonarme binalar yıkılmış (Şek. 29), buna karşın kırık üzerinde olmasına rağmen 1-3 katlı hafif binalar ile kolonu dayanıklı yapılar yıkılmamıştır (Şek. 30A,B).

Ayrıca şekil 31 de de binaların yapılması sırasında uyulması gereken bazı kurallar verilmiştir.



A



B

Şek. 29- Kolonu dayaniksız, kolon kiriş bağlantıları zayıf, döşemesi ağır olan binaların depremden sonraki durumu. Düzce, (Fotoğraf, A: Eşref Atabey; Fotoğraf, B: Selim Özalp).

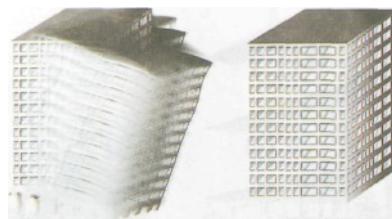


A



B

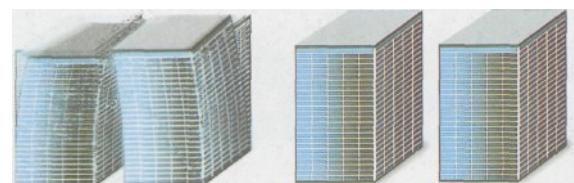
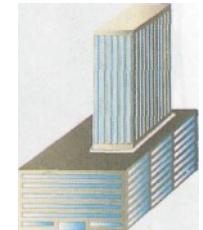
Şek. 30- Kırık üzerinde bulunan 1-3 katlı hafif binaların depremden sonraki durumu (Fotoğraf: Eşref Atabey), Düzce.



Restoran, mağaza otomobil galerisi olarak kullanmak amacıyla giriş katlarının dolgu duvarlarının kaldırılması binalarda yıkımlara neden olmaktadır (Soldakiler YANLIŞ, sağıdakiler DOĞRU'yu göstermektedir)



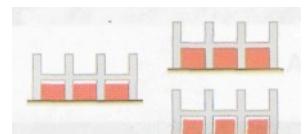
Düsey doğrultuda düzensiz yapılar tercih edilmemeli, binaları derelerle birbirinden ayırmalı.



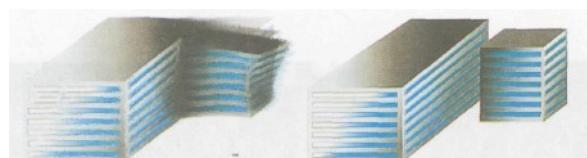
Komşu iki bina arasında, deprem titreşimi sırasında birbirlerine çarpmayacakları kadar aralık bırakmak gereklidir.



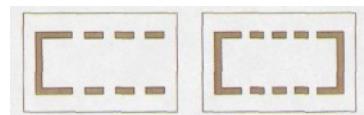
Ağır ve toprak dolgu çatıdan kaçınmalı.



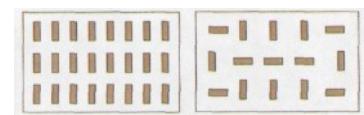
Kısa kolonların olması önlenmeli; duvar ile kolon arasında boşlu bırakılmamalı.



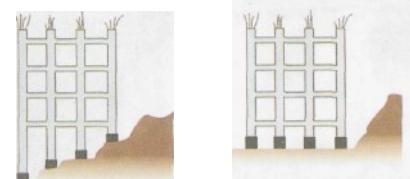
Yatay düzlemede farklı şekillerde mimari plan gerektiren binalar, burulma hasarının önlenmesi için dikdörtgen planlı parçalara ayrılmalıdır.



Kolon ve perdelerin dengeli ve burulmayı oluşturmayan biçimde düzenlenmesi gerekiyor.



Kolonlar her iki doğrultuda dengeli hizimde dağıtılmalı.



Binanın yapıldığı arazi eğimli de olsa temeller aynı kotta inşa edilmeli.

Şek. 31 - Bina yapımında uyulması gereken bazı kurallar (Atlas Dergisi, TDV).

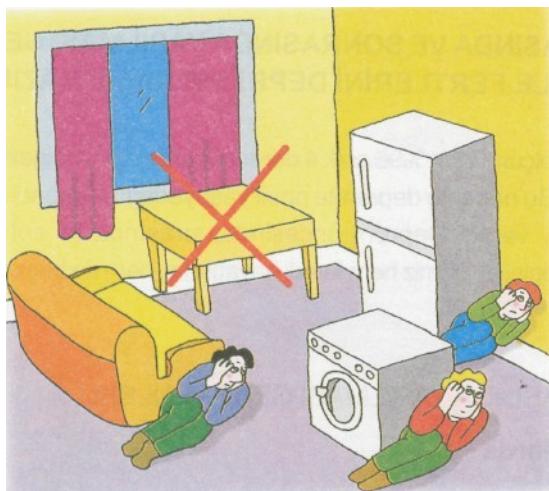
## DEPREM SIRASINDA VE SONRASINDA YAPILMASI GEREKENLER, EVİMİZİ VE AİLE FERTLERİNİ DEPREME NASIL HAZIRLAYALIM?

Ülkemiz yüz ölçümünün %96 sı ilk 4 derecedeki deprem bölgelerinin dağılımını yansımaktadır. Bu nedenle depremle nasıl yaşayacağımız konusunda bilmemiz gereken çok şey vardır. Deprem öncesinde, sırasında ve sonrasında, neler yapmamız gerektiğini bilmemiz hem kendi hayatımıza, hem de başkalarının hayatını kurtaracaktır.

### DEPREM SIRASINDA YAPILMASI GEREKENLER

#### Kapalı mekânlarda

1. Deprem sırasında alt katlardaysanız çıkışbiliyorsanız, dışarıya çıksın.
2. Üst katlardaysanız, içeride kalın, dışarı çıkmaya çalışmayın. Sakin olun. Paniğe kapılmayın ve koşturstmayın. Depremler genellikle hafif sarsıntı ve gürültüyle başlar ve birkaç saniye sonra daha yıkıcı sarsıntılar gelir. Büyük bir depremde ayakta durmak, koşmak mümkün değildir. Dışarı çıkarken binalardan düşen cam ve molozlardan korunun. Önceden "Ev Deprem Plânı" yaptıysanız, hemen uygulamasına geçin.
3. Deprem sırasında şekil 32 de görüldüğü gibi çamaşır veya bulaşık makinası gibi kolayca devrilmeyecek ağır eşyaların yanına uzanıp, kendinizi korumaya alın. Böylece çöken duvar veya kirişle makine arasındaki boşlukta kalıp, hava alabilirsiniz.
4. Yatıyorsanız ve kaçma şansınız yoksa, kendinizi yatağın kenarındaki boşluğa atın.
5. Masaya tutunun, onunla birlikte hareket etmeye hazır olun. Deprem geçinceye kadar pozisyonunuza değiştirmeyin.
6. Pencere, şömine, vitrin, mutfak dolabı gibi kolayca devrilebilecek eşyalardan uzak durun.
7. Yüksek katlı binadaysanız, asansörleri kullanmayın.
8. Sinema, tiyatro, okul, büro gibi kalabalık yerlerde bulunuyorsanız, deprem anında merdivenlere veya asansöre koşmayın. Koltuk, sıra gibi en yakındaki güvenli yerde kendinizi korumaya alın.
9. Olası gaz sızıntılarına karşı kesinlikle çakmak, kibrit ve mum yakmayı, sigara içmeyin.



Şek. 32- Deprem sırasında çamaşır, bulaşık makinası ve buzdolabı gibi daha sağlam eşyaların yanında kendinizi korumaya alabilirsiniz

### Bina dışında

Deprem sırasında binalardan dökülen yıkıntılar ve camlardan, bacalardan, elektrik direk ve tellerinden uzakta, güvenli bir alanda sarsıntıının durmasını bekleyin.

### Araba içinde

1. Araba kullanıyorsanız, sarsıntı başladığında, eğer bulunduğunuz yer güvenli ise durun. Sarsıntı bitene kadar araç içinde kalın.
2. Normal yol trafiğinden uzaklaşın, köprü, üst geçit, tünel gibi çökmesi muhtemel yapılardan uzaklaşın.
3. Elektrik direkleri, enerji nakil hatları ve ağaçlardan uzak durun.

### DEPREMDEN HEMEN SONRA YAPILMASI GEREKENLER

1. Depremden sonra yanın ve parlamlalara yol açabilecegi için kesinlikle çakmak, kibrıt, mum yakmayın. El feneri kullanın.
2. Deprem durduğunda elektrik şartelini, gaz ve su vanalarını, yanın ocaklarını hemen kapatın. Yangına yol açabilecek kimyasal maddeler dökülmüşse, temizleyin.
3. Kendinizi ve yakınınızdakilerin sağlık durumlarını kontrol ediniz. Yaralılara ilk yardım uygulayın. Ciddi yara alanları tehlike altında değilse hareket ettirmeyiniz, güvenli bir yerde yetkililerin gelmesini bekleyin.

4. Kesilmeler olabileceğini düşünerek çiplak ayakla yürümeyin. Bulabiliyorsanız, kalın bot veya spor ayakkabı tercih edin.

5. Bina içinde canlı olup olmadığını kontrol edin. Canlı kurtarma ekiplerine haber verin.

6. Portatif radyonuzu açın ve yetkilerin açıklamalarını dinleyin.

7. Acil durumlar dışında (itfaiye, ambulans çağrıma gibi), yakınlarınıza haber vermek için dahi olsa, telefonu kullanmayın. Telefon şebekesi kilitlenir, acil ihtiyaçlara dahi cevap veremez duruma gelir.

8. Evden acil ayrılmaman gerekmiyorsa, kırılan camları bantlayın.

9. Evi terk ederken yanınızda el feneri, pilli radyo, su, kuru yiyecek, ilk yardım çantası, hava şartlarına uygun giysi, battaniye, para ve kredi kartı alın.

10. Büyük bir depremden sonra, artçı depremler mutlaka devam eder. Hasar gören evlere, uzmanlar kontrol etmeden kesinlikle girmeyin. Bazı artçı depremlerin yayılmış yapılarda ana deprem kadar büyük hasar verebileceğini unutmayın.

11. Aracınızı itfaiye, ambulans gibi acil yardım getiren araçların yolundan çekin, şehirden uzaklaşmaya çalışmayın. Çünkü kurtarma araçlarının gelmesini engelleyebilirsiniz ve yollar kapalı veya çökmüş olabilir.

12. Yetkililere ve kurtarma ekiplerine yardımcı olun. Enkaz ve yıkıntılar arasında, sokaklarda acil olmadıkça dolaşın, görevlilerin işini engellemeyin.

13. İhtiyacınızdan fazla yardım malzemesi almayın.

14. Temiz su bulamıyorsanız ve kaynatma imkânınızda yoksa, 20 litre suya bir çorba kaşığı çamaşır suyu katarak dezenfekte edebilirsiniz. Klorlanmamış su içmeyin,

## EVİMİZİ DEPREME NASIL HAZIRLAYALIM?

1. Evdeki raflar duvara sıkıca monte edilmeli. Ağır eşyalar rafların alt katlarında durmalı.

2. Cam eşyalar (Yiyecek kavonozları, bardak, porselen gibi), yanıcı sprey ve ilaçlar alçak dolaplarda saklanmalı ve kapıları sıkıca kapatılmalı. Yangın riski yüksek mekânlarda, mutlaka söndürme aleti bulunmalı.

3. Ağır tablolar ve aynalar oturulan ve yatılan yerlerden uzağa asılmalı.

4. Avize ve aydınlatma araçları oturma alanlarının uzağına monte edilmeli.
5. Potansiyel yanım tehlikesi olan elektrik ve gaz sistemi sürekli kontrol edilmeli, bozukluk varsa tamir edilmeli.
6. Buzdolabı, şohben gibi ağır ev alet ve makineleri duvara sıkıca bağlanmalı.
7. Evinizi deprem uzmanlarına ve yetkililere kontrol ettirin ve yapılması gerekenleri uzmanlara yaptırın. Bina duvarındaki çatlak ve yarıkları tamir ettirin.
8. Acil durumda alıncak gereklili malzemeleri kolayca ulaşabileceğiniz yere koyun.

#### Acil malzemeler

1. İşıldak veya fener, yedek pil,
2. Pille çalışan radyo,
3. İlkyardım çantası,
4. Kuru gıda, konserve ve su,
5. Konserve açacağı da olan çaklı,
6. Sürekli kullanım gerektiren ilaçlar,
7. Yedek gözlük veya lens,
8. Bot veya spor ayakkabı,
9. Para ve kredi kartı.

#### AİLE FERTLERİNİ DEPREME KARŞI NASIL HAZIRLAYALIM?

1. Aile fertlerini deprem sırasında nasıl davranışları konusunda eğitin. Evinizin içinde ve çevresinde, deprem sırasında sığınılacak yerleri belirleyin ve aile üyelerine öğretin. "Ev Deprem Plâni" hazırlayın.
2. Aile fertlerine acil durumda elektrik, gaz, su vanası ve yanınan ocakları nasıl kapatmaları gerektiğini öğretin.
3. Acil durumlarda nasıl ilk yardım uygulanacağını mümkünse bütün aile öğrensin. Evde ilk yardım çantası bulundurun.
4. Depremden sonra yanım, ağır yaralanma gibi durumlarda haber verilecek itfaiye, ambulans ve kurtarma ekiplerinin telefon numaralarını ezberleyin ve telefon rehberinin üzerine görülebilecek büyülüklükte yazın.

5. Deprem sırasında ve sonrasında şehir dışını aramak daha kolay olacağı için, şehir dışındaki bir yakınınzın telefon numarasını belirleyin. Bu numarayı (aile iletişim numarası) aile fertlerine ve yakınlarına verin. Böylece herkes birbirinden kolaylıkla haber alabilir.

6. Aşağıdaki bilgileri içeren kartları aile bireyleri, yakın akraba ve komşulara verin. Böylece deprem sonrasında kaybolan yakınlar birbirlerini kolayca bulur ve haber alır. Kartta olması gereken bilgiler;

- a) Acil durumda aranacak itfaiye, ambulans, polis numaraları,
- b) Fertlerin birbirini kaybetmesi halinde buluşacakları üç yer ismi,
- c) Acil durumda aranacak şehir dışında bulunan akraba veya arkadaşın ismi, adresi ve telefon numarası,
- d) Deprem sonrasında kapatılacak elektrik şarteli, su ve gaz vanalarının yeri,
- e) Aile bireyleri; anne ve babanın iş adresi ve telefon numarası, çocukların okul adresleri ve telefon numaraları,
- f) Aile doktoru varsa; ismi, telefon numarası ve çalıştığı hastahane,
- g) Ev yakınındaki en yakın hastahane, itfaiye istasyonu adresi ve telefon numarası.

Binayı terk ederken başınızı tavandan düşen cisimlerden kask, baret, kalın kitap veya bir tahta parçası ile koruyunuz. Okullarda masaların altları birbirine birleştirilmiş çelik kafes gibi yapılmalıdır. Deprem anında evlerde buzdolabı, çamaşır makinası, bulaşık makinasının yanına yatılıp cemin pozisyonu alınırsa koruyucu olur. Dar mutfak, banyo ya da odalar geniş salonlara göre daha güvenli olabilmektedir. Çelik ve ahşap kapı pervazları zannedildiği gibi güvenli değildir. 10-15 saniyede binadan çıkma fırsatınız varsa paniğe kapılmadan çıkışın. Apartmanların dış duvarları tehlikelidir. Apartmandan 10-15 saniyede çıkışmıyorsanız üst katlara doğru gidin. Elektrik direklerinden, balkonlardan devrilebilecek eşyalardan uzak durun. Evde dolapları mümkünse devrilebilecek her şeyi sabitleyin.

## KATKI BELİRTME

Bu kitabın hazırlanmasında depremlerle ilgili derlemiş olduğu notları yararlanmam için bana veren Murat Erendil'e, metni inceleyerek gerekli eleştiri ve katkılarda bulunan Ergün Akay'a, metni okuyarak katkıda bulunan Erdal Herece ve Ahmet Aksay'a, şekil ve resimleri bilgisayarda tarayarak gerekli çizim ve düzenlemelerinde yardımcı olan Bora Gürçay, Şükrü Yurtsever, Ayhan İlgar ve Dursun Bayrak'a metnin bilgisayarda yazımına yardımcı olan Hayati Alkan ve Hatice Güderoğlu'na teşekkür ederim.

## DEĞİNİLEN BELGELER

Atlas Dergisi, Ekim 1999, Sayı 79, s. 114-116.

Bayındırılık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1996, Türkiye deprem bölgeleri haritası.

Demirtaş, R., 1999, 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi, Mavi Gezegen, Popüler Yerbilimleri Dergisi, Sayı. 1, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayıını, Ankara.

Derr, J. S. ve Persinger, M. A., 1999, Tuhaf ışık olayları ve depremler: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı :383, s. 42-43.

Dietz, R. S. ve Holden, J. C., 1970, The breakup of Pangaea, Sci. Amer. October, 1970.

Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1999, Earthquakes, Natural Science Teachers Associations, 159 p. ABD.

Ketin, İ. ve Canitez., 1979, Yapısal jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1143, İstanbul.

Kurtuluş, Ö., 1999, Fayların çevresindeki tuhaf gök olayları, Deprem ışıkları: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 383,40-43.

Okay, A., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A ve Kuşçu, İ., 1999, Marmara depreminde İstanbul'u tehdit eden kırıklar, Cumhuriyet Bilim Teknik, 648/9.

Oksay, R., 1999, Tsunami: Katil dalgalar, Cumhuriyet Bilim Teknik, 25 Eylül 1999,653/12-13.

Özmen, B., 1999, İzmit Depreminin eşsizlilik haritası, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi (Baskıda), Ankara.

- Özmen, B., Nurlu, M. ve Güler, H., 1997, Coğrafi bilgi sistemi ile deprem bölgelerinin incelenmesi: Afet İşleri Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- \_\_\_\_\_, 1999, Deprem Bölgeleri Haritası ile ilgili bazı bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası haber Bülteni, Sayı: 99/2-3, 32-37.
- Şaroğlu, R, Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, MTA yayını,
- Taymaz, T, 1999, Deprem:Cogito, Deprem Özel Sayısı.Yapı Kredi Yayınları, Sayı: 20, 72-87.
- Türkiye Deprem Vakfı (TDV), 1997, Deprem Her an gelebilir: 21 s.
- Ulusalay, R., 1999, Kentleşme sürecinde yer seçimi ve depreme dayanıklı yapı inşasında jeolojik-jeoteknik etütlerin önemi ve işlevi, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 51, Teknik Kılavuzlar serisi, 6,23 s, Ankara.
- United States Geological Survey (USGS), National Earthquake Information Center, ABD.
- Watt, F, 1993, (Çev.A. Yurtsever), Depremler ve Yanardağlar: TÜBİTAK Popüler Bilim kitapları.
- Watts, P, 1999, Deprem ve Tsunami haberleri: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 383, s.38.
- Yalçınler, A. C., 1999, İzmit Tsunamisi: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı 383, s.34-39.
- \_\_\_\_\_, 1999, Sabıkalı dalga, Ege Tsunamileri, Atlas Dergisi, Sayı: 80.
- Yüzer, E. ve Vardar, M., 1999, Yerleşim bölgelerinin plânlamasında yerbilimleri, 5, Hacettepe Univ., (yayınlanmamış), Ankara.

#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Ambraseys, N. N., 1988, Engineering seismology, Earthquake engineering and structural Dynamics, 17,1-105.
- ve Finkel, C., 1995, Seismicity of Turkey and adjacent areas, A historical Review. 1500-1800. Eren Yayıncılık ve Kitapçılık Ltd. 224pp.
- Ansal, A., 1999, Depremlerde yerel zemin davranışları, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 384.

- Atlas Dergisi, Eylül 1999, Sayı 78, s.28-32.
- Aydinoğlu, M. N., 1999, Bina hasarlarının yapısal nedenleri, Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı: 650.
- Barka, A., 1999, Marmara Denizi'nin deprem mekanizması ,TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 383.
- , 1999, The 17 August 1999 İzmit Earthquake, Science, 17 September.
- ,Kadinsky-Cade. K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, 7, 663-684.
- , Altunel, E., Akyüz, S., Sunal, G., Hartleb, R., Uslu, O. B. ve Toroman, E., 1999, 12 Kasım 1999 Düzce depremi, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 385.
- Bates, R. L. ve Jackson, J.A. 1980, Glossary of Geology, Amer, Geol. Inst. Falls Church, Virginia, 751 s.
- Bayrak, D., 1999, Deprem ve Plaka Tektoniği, Mavi Gezegen, Popüler Yerbilimleri Dergisi, Sayı. 1, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayıncı, Ankara.
- Brandy, B.T. 1986, Laboratory Investigation of the Electrodynamics of Rocks Fracture, Nature, 29 Mayıs 1986.
- Buğdayıcı, İ. 1999, Depremin dili, Sismoloji: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı 382, 26-29.
- Bullard, E., 1969, The origin of the Oceans, Sci. Amer. September, 1969.
- Büyük Dünya Atlası, MTA Yayıncı, 1990.
- Cogito, 1999, Deprem özel sayısı, Yapı Kredi yayınları, Sayı: 20.
- Cumhuriyet Bilim Teknik, 1999, Çocuklar deprem felaketiyle nasıl başa çıkar?, Sayı: 650.
- Çakmakçı, M., 1999, Felakette sağlık düzeni, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 382.
- Demirel, O., 1999, Sismometre, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı 382, 30-33.
- Demirtaş, R., 1998, 27 Haziran 1998 Ceyhan-Misis depremi; sivilaşma ve hendek çalışması, Jeoloji Mühendisliği, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayıncı, 53, 40-57.

- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., 1996, Türkiye'nin sismotektoniği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Derr, J. S., 1986, Luminous phenomena and their relationship to rock fracture, Nature, 29 May.
- Deveciler, E., 1999, Deprem ışığının tanıkları, Cumhuriyet Bilim Teknik, 11 Eylül 1999, 651/21.
- Dewey, J. R., 1972, Plate Tectonic, Sci. Amer. Bull., May, 1972.
- Dirican, M., 1999, Deprem: TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı 382, 18-21.
- Emre Ö. ve Duman, T. Y., 1999, 17 Ağustos 1999 Doğu Marmara depremi saha gözlemleri ve ön değerlendirme raporu; 25 Ağustos 1999, Ankara.
- ; Taymaz, T., Duman, T. Y. ve Doğan, A., 1999, Gölcük ve Düzce depremleri, yüzey kırıkları ve sismolojik özellikler, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 386.
- Gençoğlu, S., Özmen, B. ve Güler, H., 1996, Yerleşim birimleri ve deprem, Türkiye Deprem Vakfı (TDV).
- Herece, E., 1999, Kocaeli depremi kırık haritası ve ilgili gözlem noktalarının tanımları: MTA Rap: 10230 (yayınlanmamış), Ankara.
- Johnston, A. C., 1991, Light from seismic waves, Nature, 5 November.
- Kadioğlu, M., 1999, Bir Dünya ışığı UFO değil, Cumhuriyet Bilim Teknik, 11 Eylül 1999, 651/120.
- Kazancı, N. ve Emre, Ö., 1999, Depremle birlikte Marmara'da tsunami oluştu mu? Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı: 655.
- Ketin, İ., 1988, Genel jeoloji, Yerbilimlerine Giriş, Cilt. 1, İTÜ Kitap yayın no: 22, İstanbul.
- Levy, M. ve Salvadori, M., 1999, Earthquake games, 116 p., USA.
- Öztürk, H., 1999, Körfez depremi ve su hareketleri, Cumhuriyet Bilim Teknik, 25 Eylül 1999, 653/9.
- Plummer, C. C. ve McGary, D., 1993, Physical Geology, ABD.
- Sucuoğlu, H., 1999, Depreme dayanıklı yapı tasarımları, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik, Sayı: 384.

- Stein, R. S., Barka, A. A. ve Dietrich, J. H., 1997, Progressive failure on the North Anatolian fault: Since 1939 by Earthquake stress triggering, *Geophys, J. Int.* 128, 599-604.
- Synolaksis, C. E. ve Borrero, J. 1999, Son yıllarda tsunamiler, *Bilim Teknik,* Sayı. 383, s. 36.
- Şengör, A. M. C., 1983, Levha tektoniğinin dünü, bugünü, yarını: TÜBİTAK, İTÜ Maden Fak. Jeoloji-Jeofizik Yaz okulu Levha tektoniği ders notları, İstanbul.
- ; 1999, Akıl, Bilim, Deprem, İnsan: Cogito, Deprem Özel Sayısı, Yapı Kredi Yayınları, Sayı: 20, Ek, 39 s.
- ; 1999, Kuramın gücü: Bilim ve Teknik, Sayı 382, 24-25.
- ; 1999, KAF gene hapşırıldı: Cumhuriyet Bilim Teknik, 28 Ağustos 1999, 649/15.
- Taymaz, T, 1999, Türkiye'nin gerçeği: Deprem, Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı: 650.

ÜLKEMİZDE  
İZ BIRAKAN DEPREMLERDEN  
GÖRÜNTÜLER



A

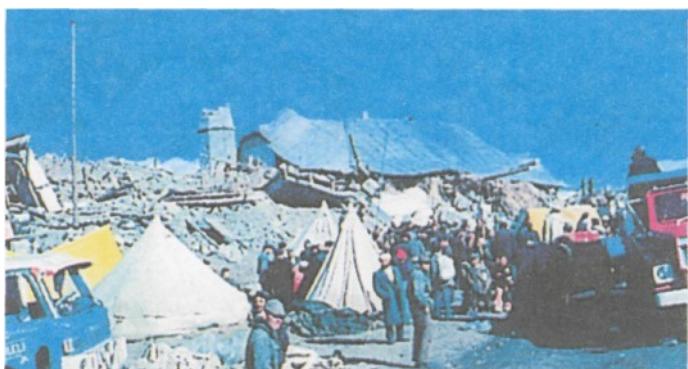


B

Burdur, 1971 (A) ve Gediz, 1970 (B) depremleri (Fotoğraf: MTA arşivi)



Bingöl, 1971, (Fotoğraf: Afet işleri Genel Müdürlüğü Arşivi), Dayanıksız kolonlu ve kuvvetli dösemeli binadaki hasar.



Çaldırıran, 1976, (MTA Arşivi)



Erzincan, 1992, (Fotoğraf: Fahrettin Şener) Kolon ve kiriş bağlantıları zayıf binadaki hasar



Dinar, 1995, (Fotoğraf: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi). Dayanıksız kolon ve dayanıklı döşemeli ağır betonarme binadaki hasar.



Ceyhan (Adana), 1998, (Fotoğraf: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi). Uygun yapı kuralları yerine getirilmeden yapılan binadaki hasar.



Gölcük (Kocaeli), 1999, (Fotoğraf: Afet işleri Genel Müdürlüğü Arşivi). Zemin sıvılaşması sonucunda binanın yan yatması.



Yalova, 1999, (Fotoğraf: Afet işleri Genel Müdürlüğü Arşivi). Zemin sıvılaşması ile binanın bir bölümünde oluşan hasar.



Kaynaşlı (Düzce-Bolu), 1999, (Fotoğraf: Eşref Atabey). Kolon ve kırışları zayıf bağlılıklı binadaki hasar



Adapazarı, 1999, (Fotoğraf: Ömer Aydan). Kuzey Anadolu Fayının konumuna göre binalarda oluşan hasar. Fayın kuzeyindeki binalar sol yönde, fayın güneyindeki binalar sağ yönde paketlenmişlerdir.



Depreme neden olan yüzey kırığının yolu ötelemesi, Düzce (Fotoğraf: Tamer Y. Duman)



Kırık üzerinde yer alan bir ağacın yarılması, Tepetarla (İzmit) (Fotoğraf: Lütfi Nazik)