Dersin Adı:

AFET BİLGİSİ VE FARKINDALIĞI

Kredi: 2 (2-0-0)

Dersin kodu: INS4910

Prof Dr Şükrü Ersoy

YTÜ Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi

YTÜ YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

DEPREMLER



Konu Başlıkları

- Depremler nasıl oluşur?
- Odak ve merkez üssü
- Deprem dalgaları
- Hayvanlar ve depremler
- Depremin şiddetini arttıran faktörler
- Depremin etkileri
- Depremin büyüklüğü ve şiddeti
- Dünyanın ve Türkiye'nin depremselliği
- Türkiye'nin fay zonları
- Tarihsel depremler
- Depremde yapılacaklar



Yerin iç yapısı ve deprem

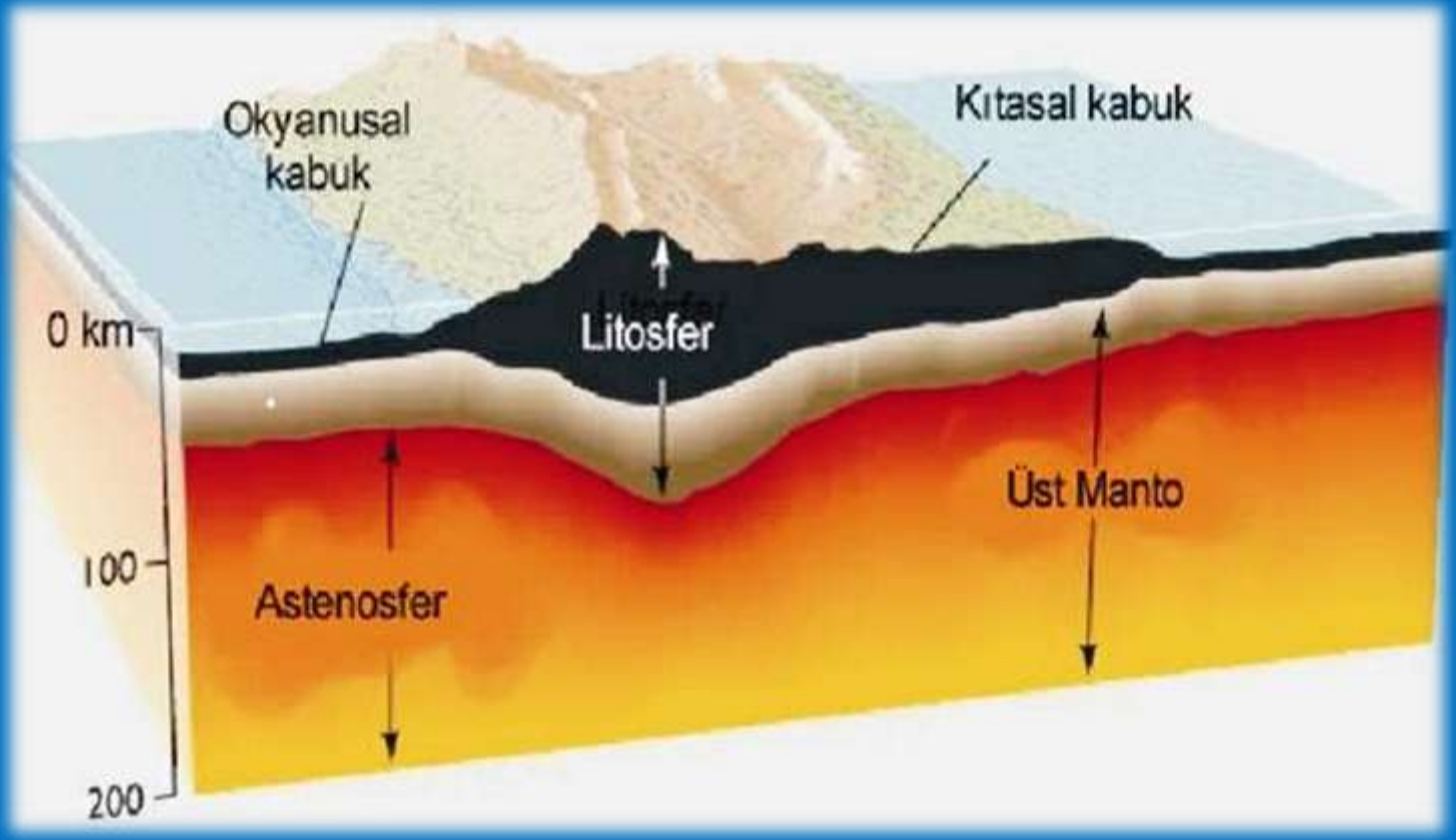


Kıtalar yerin içindeki enerjiyle hareket eder



Kıtaların hareketi çoğunlukla yavastır. (birkaç cm)

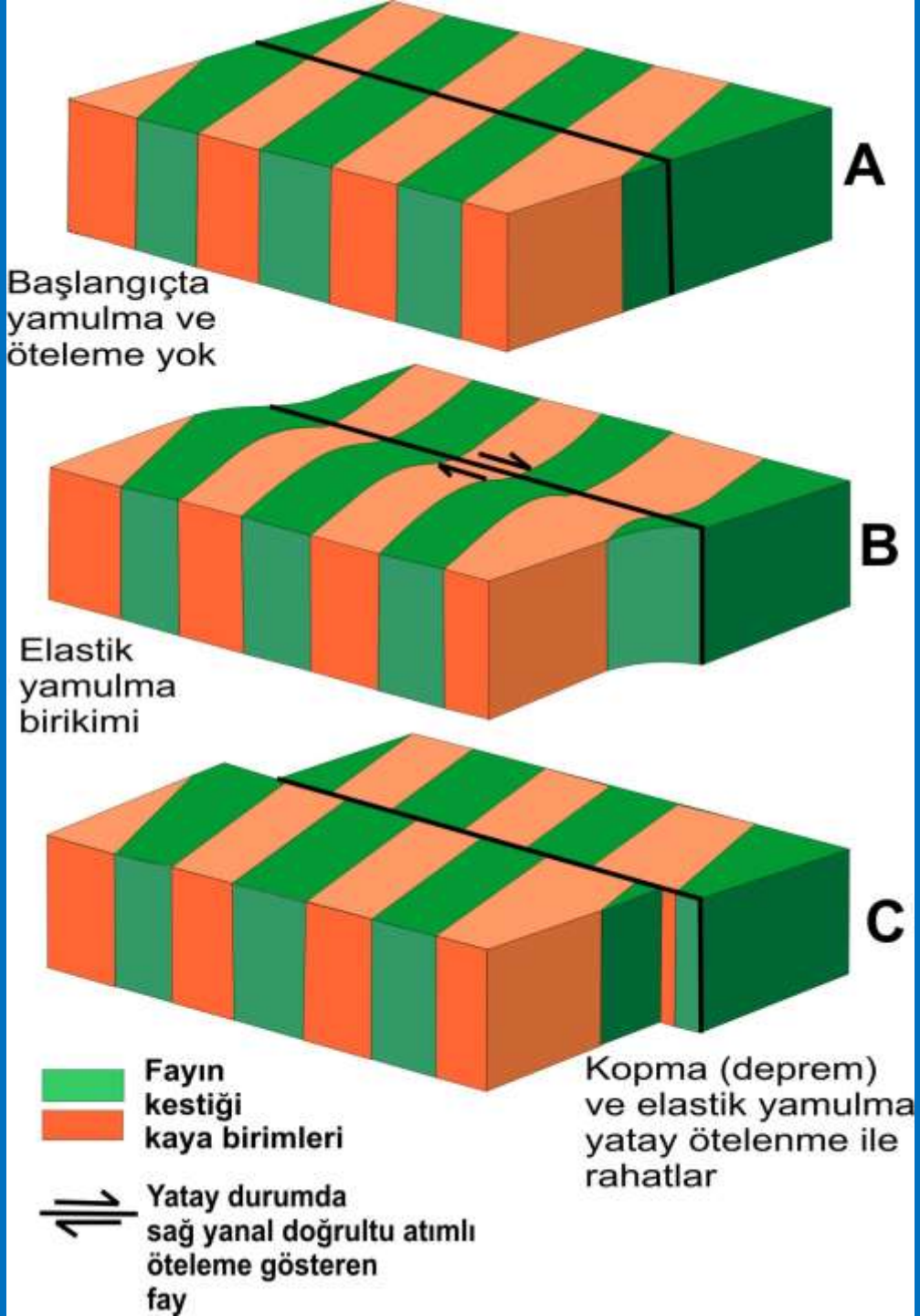
Litosferdeki hareketler çoğunlukla gözle göremeyecek kadar yavaştır. Ama bu hareketler dağları ve kıtaları oluşturur. Biz bunlara orojenik ve epirojenik hareketler diyoruz

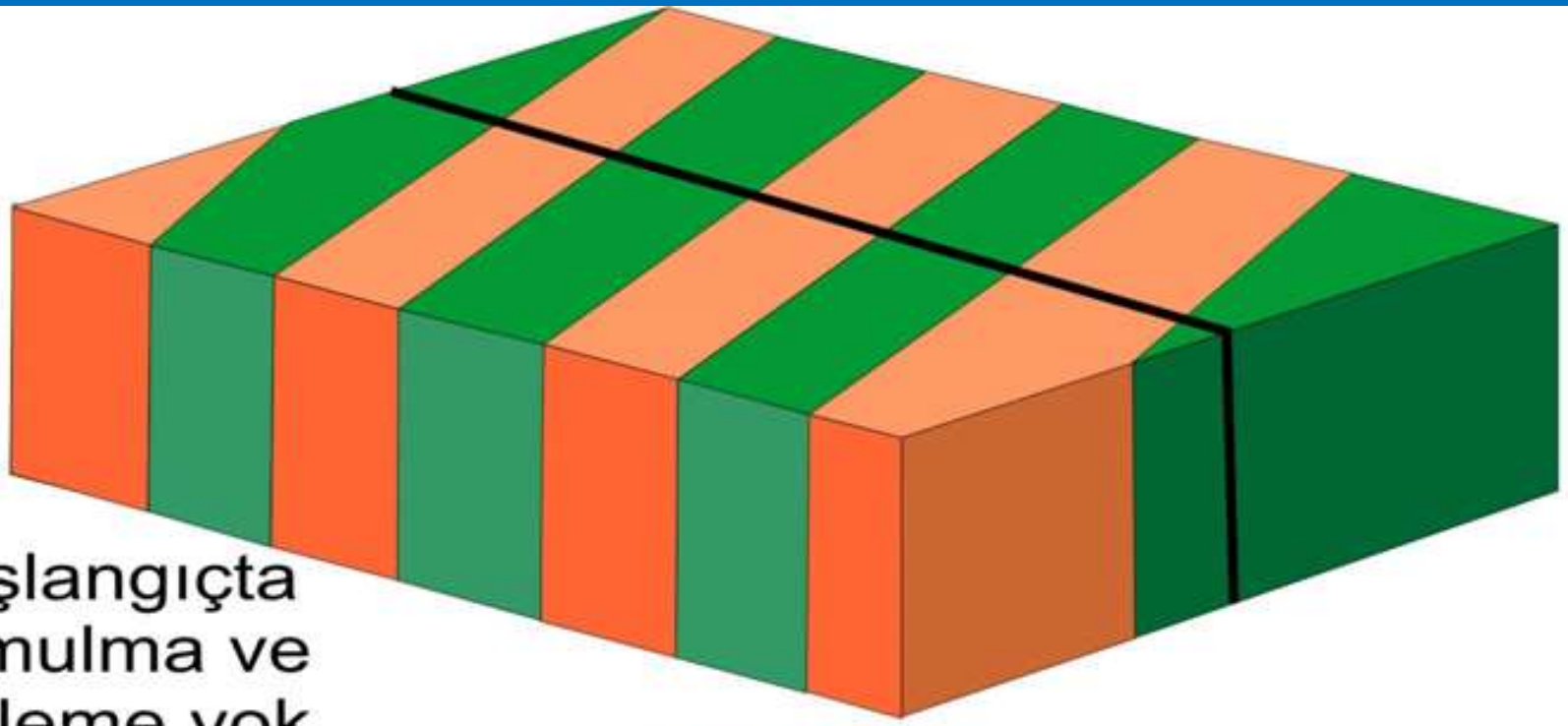




Litosfer hızlı hareket ederse DEPREM meydana gelir.

DEPREM, katı ya da rijit taşküre (litosfer) bloklarının kırılmaları ve kaymaları sonucu açığa çıkan elastik deformasyon enerjisinin deprem dalgaları şeklinde titreşmesidir

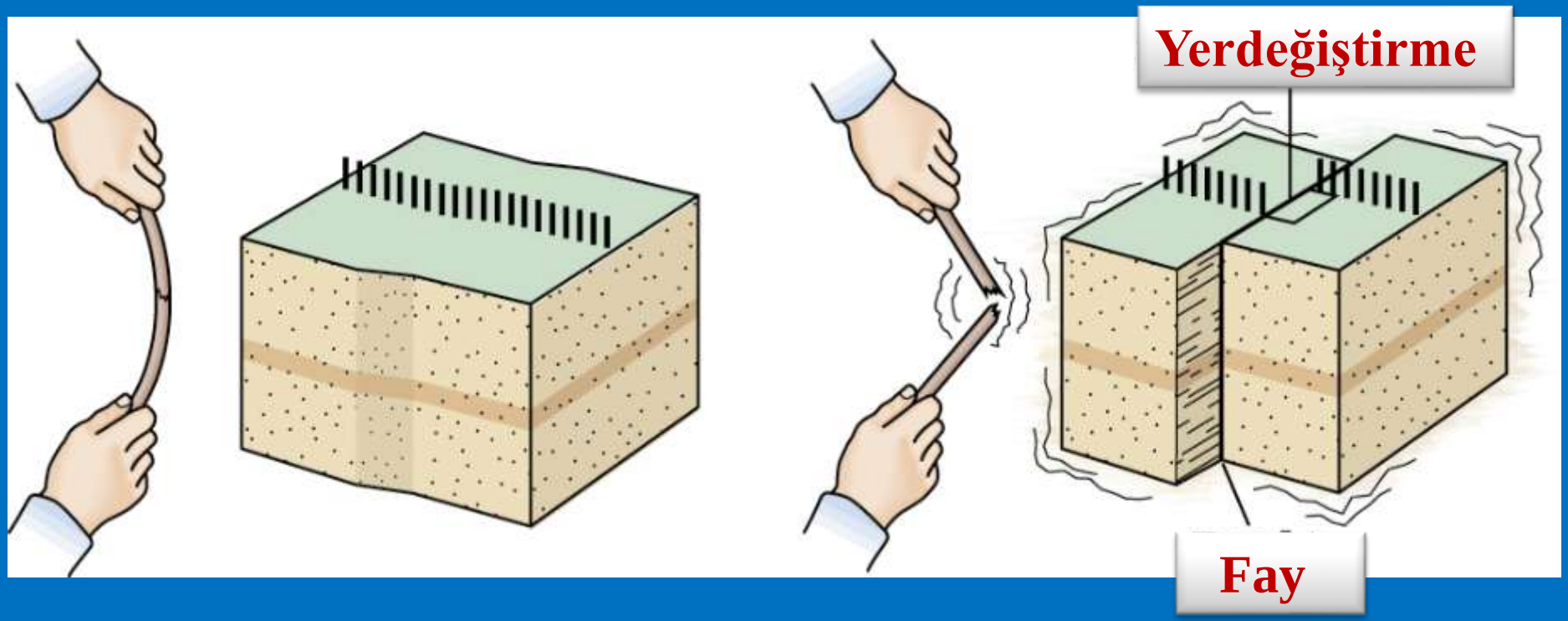

A
Başlangıçta yamulma ve öteleme yok
B
Elastik yamulma birikimi
C
Kopma (deprem) ve elastik yamulma yatay ötelenme ile rahatlar
Fayın kestiği kaya birimleri
Yatay durumda sağ yanal doğrultu atımlı öteleme gösteren fay

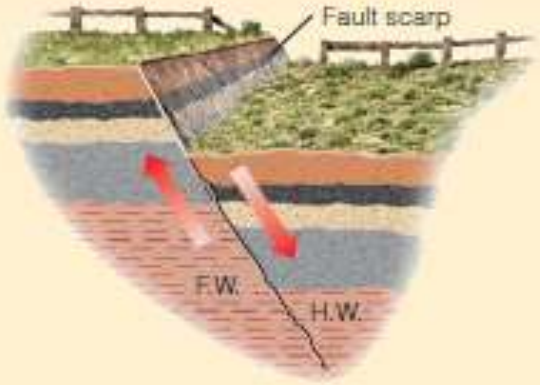


Başlangıçta yamulma ve öteleme yok

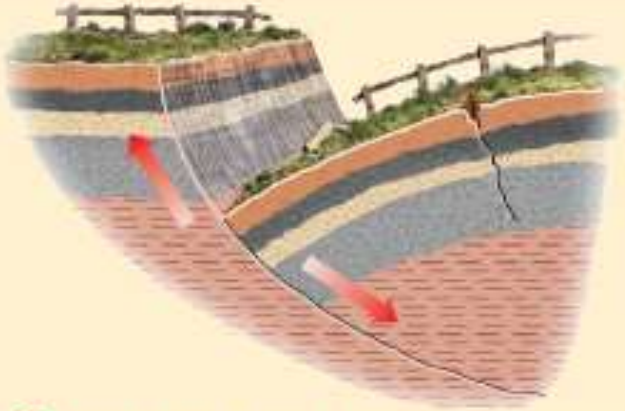
Kırılma nasıl gerçekleşiyor?

Gerçekte ise kırılma değil kopmadır

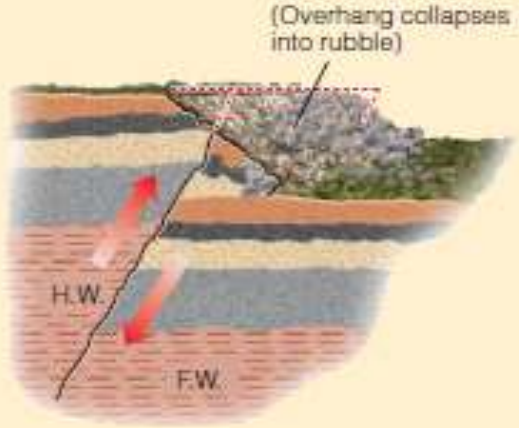




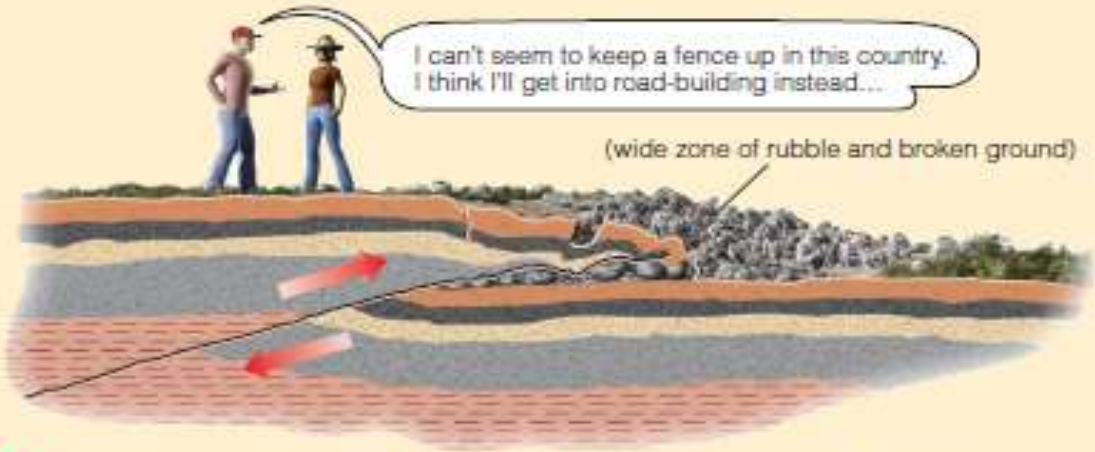
a Normal fault—hanging wall block moves down relative to the footwall block.



b On this type of normal fault, called a listric fault, the fault becomes flatter with depth.

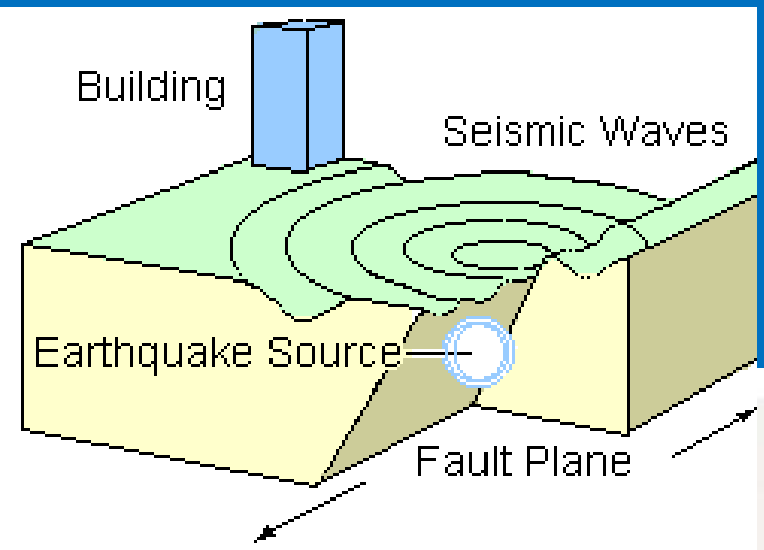


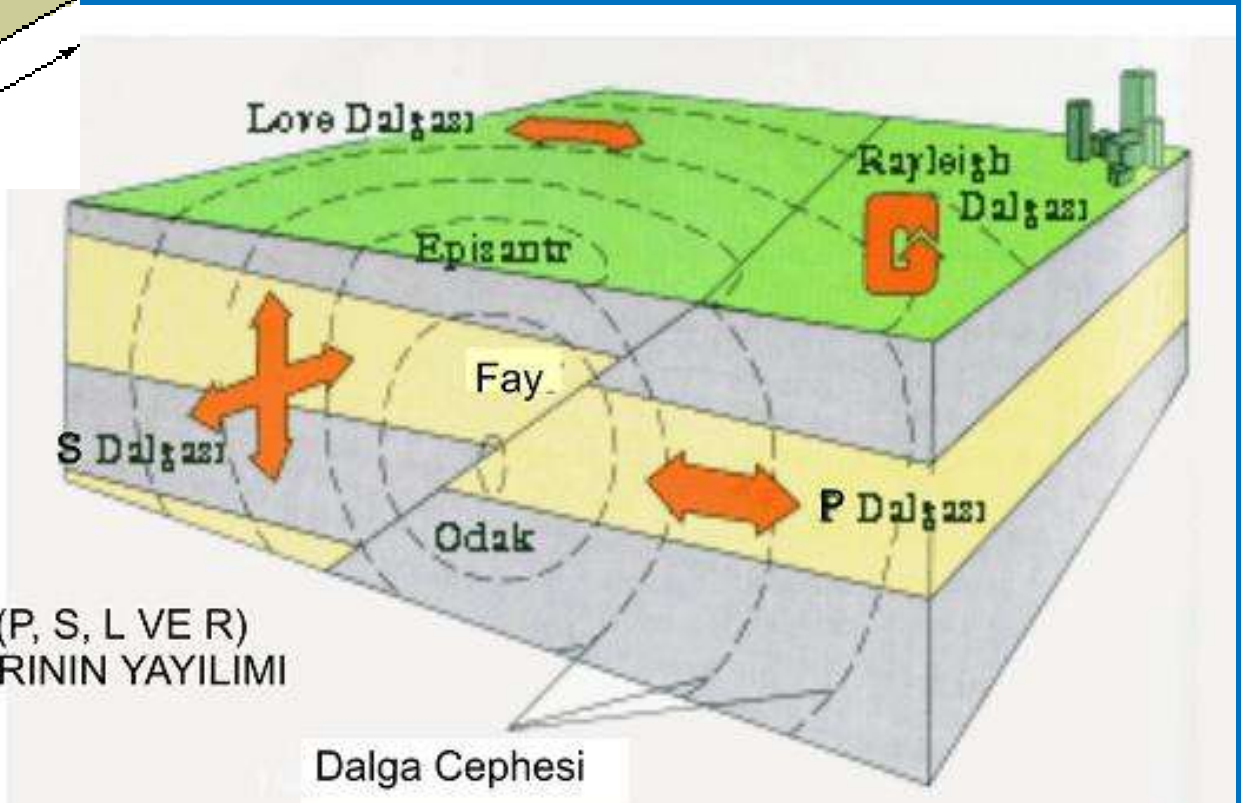
c Reverse fault—hanging wall block moves up relative to the footwall block.



d A thrust is a type of reverse fault with a fault plane dipping at less than 45 degrees.

Depremin Odağı Ve Merkez Üssü

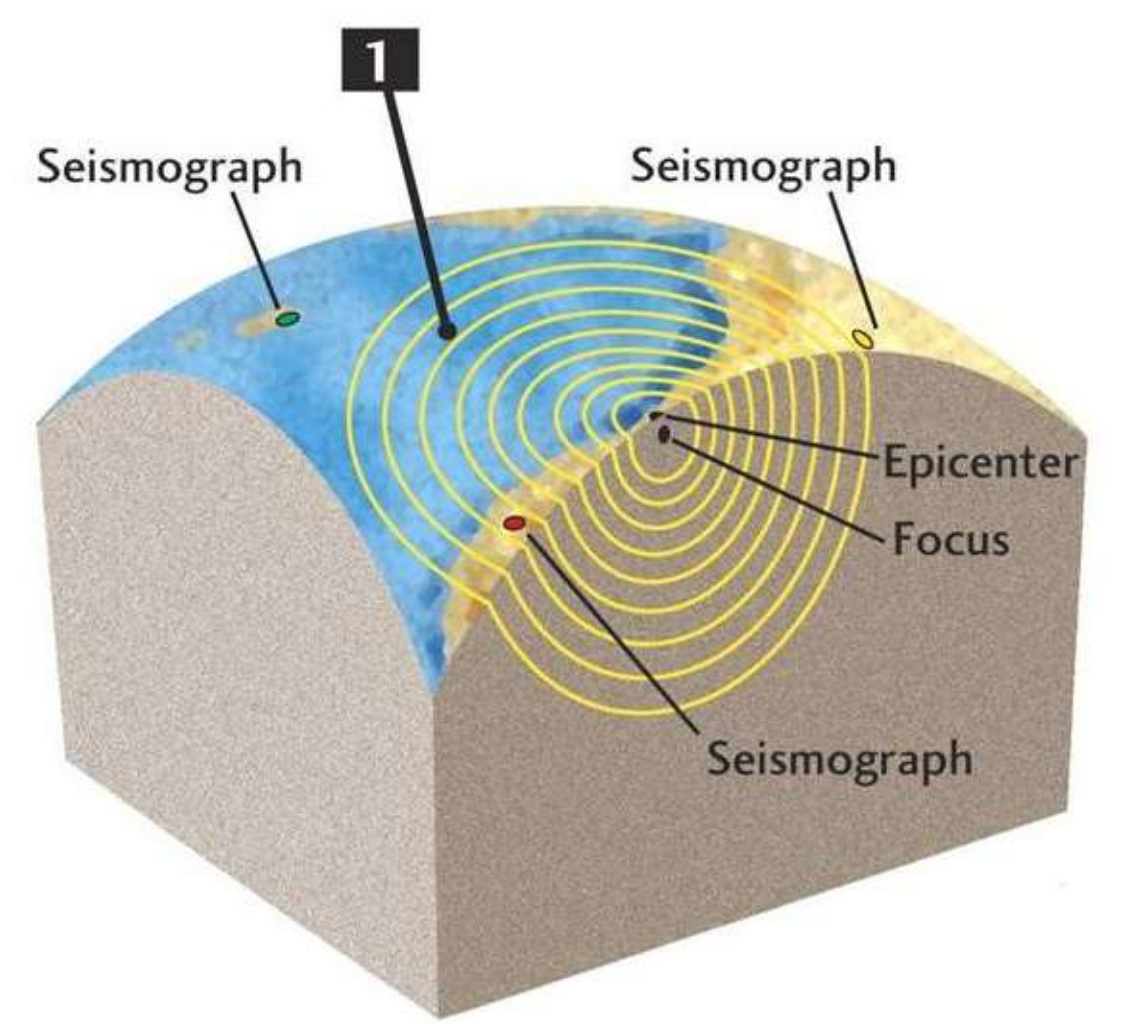




DEPREM (P, S, L VE R)
DALGALARININ YAYILIMI

Depremin Odağı (Hypocenter) ve Merkez Üssü (Epicenter)

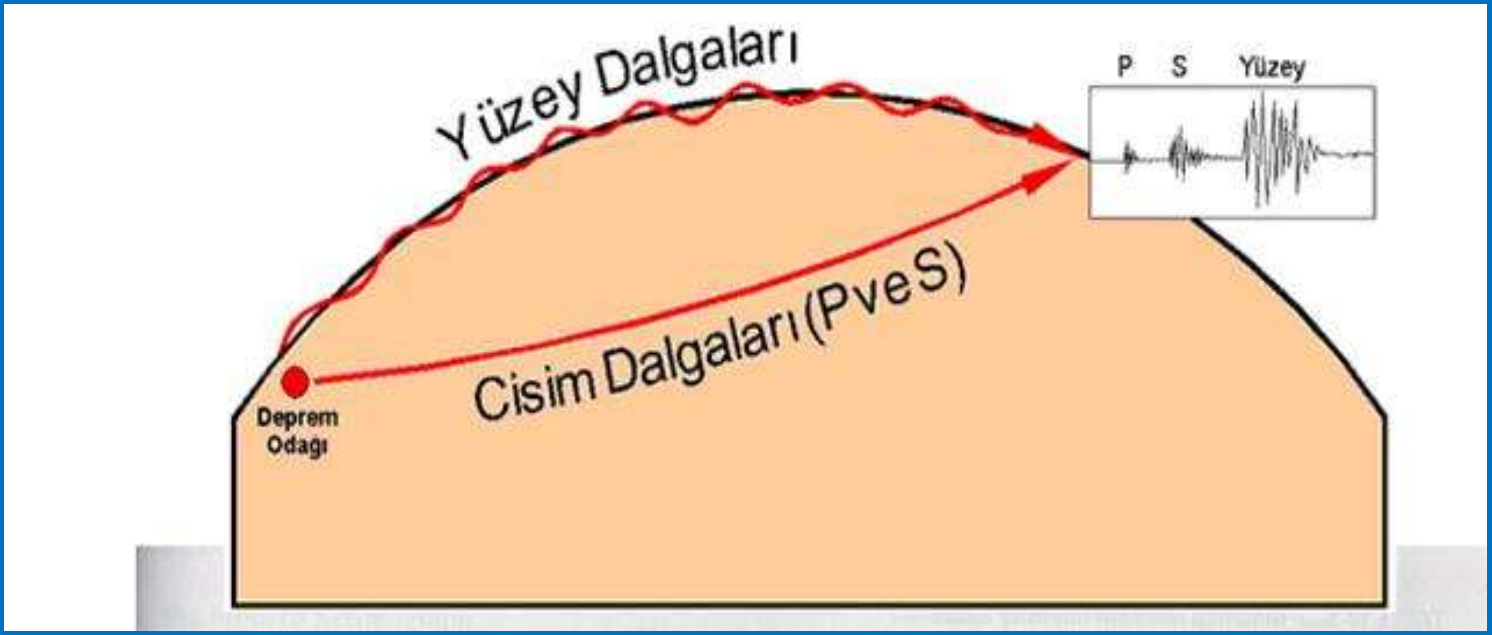
Depremin merkez üssü nasıl bulunur?



Depremin merkez üssü nasıl bulunur?



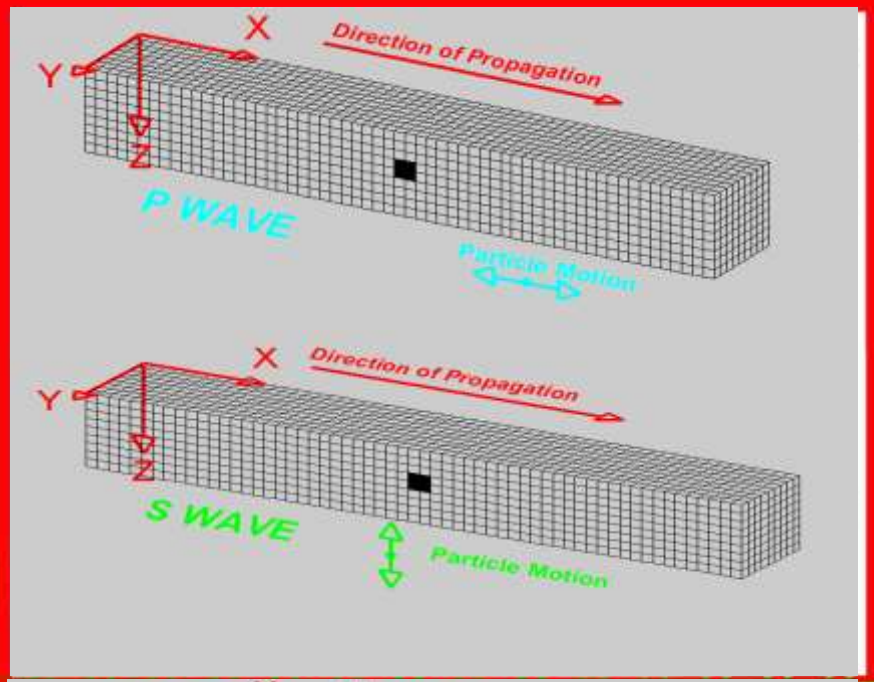
Deprem Dalgaları

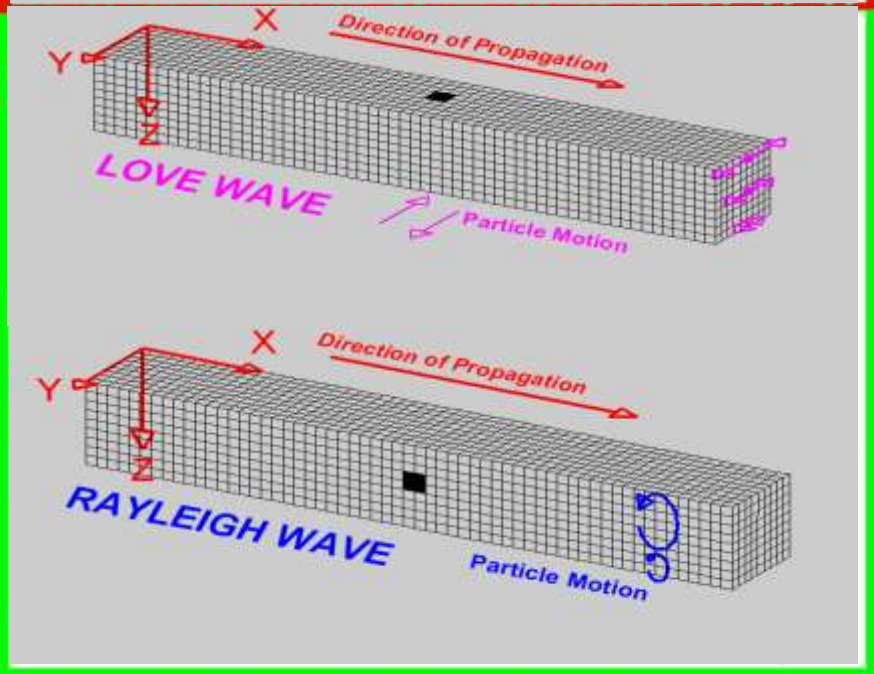


Cisim Dalgaları (P ve S dalgaları) Frekansları 5- 20 Hz (Hertz)

Yüzey Dalgaları (L Dalgaları) Frekansları 1 Hz'den küçüktür

Periyot değerleri ise F=1/T den bulunur



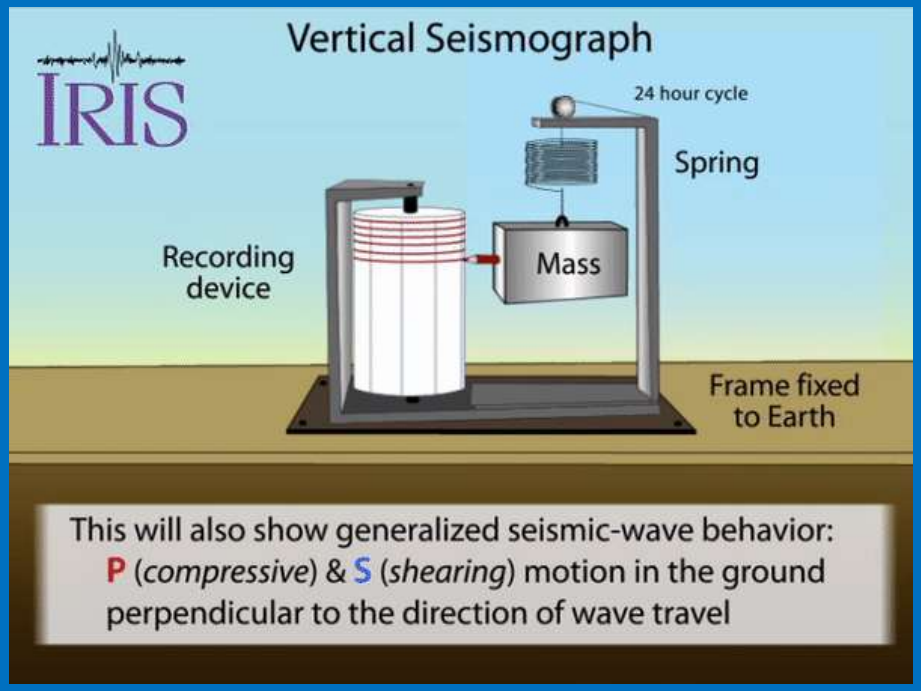


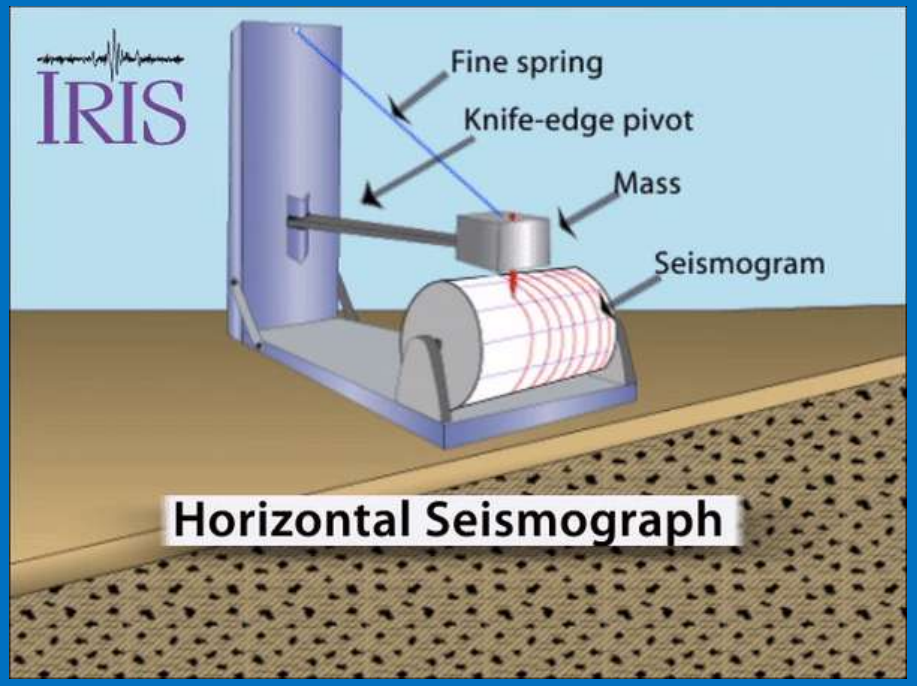
P-Dalgaları, birincil boyuna=dilatasyon= kompresyon dalgaları
Hızı 6-7 km /sn

S-Dalgaları=İkincil= Makaslama=kayma=Enine dalgalar. 3.5-4 km/sn hızındadır

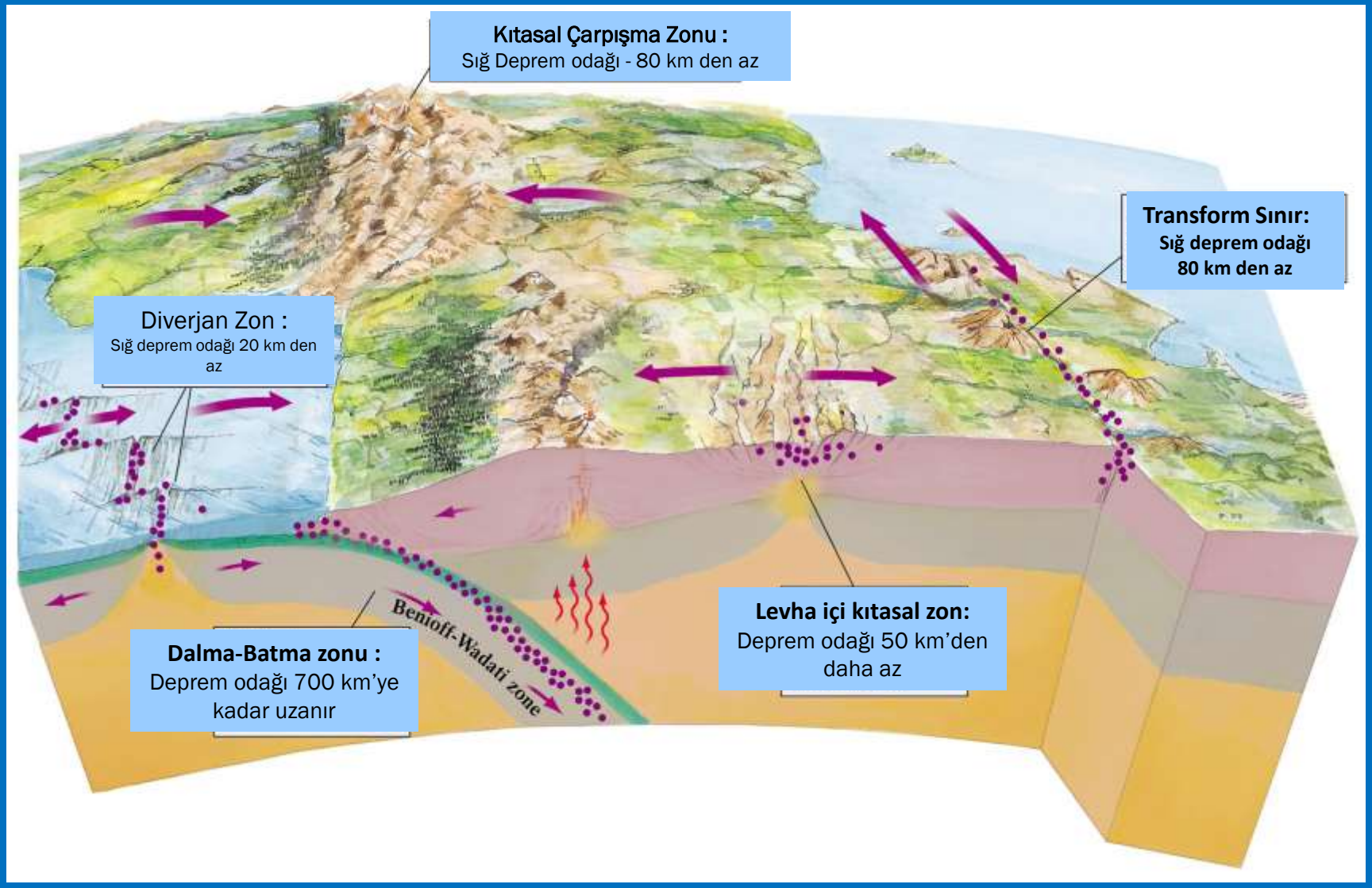
L-Dalgaları= Boyuna dalgalar
Dalga uzunluğu 30-40 km
Hızları S-Dalga hızının Yüzde 92 si kadardır

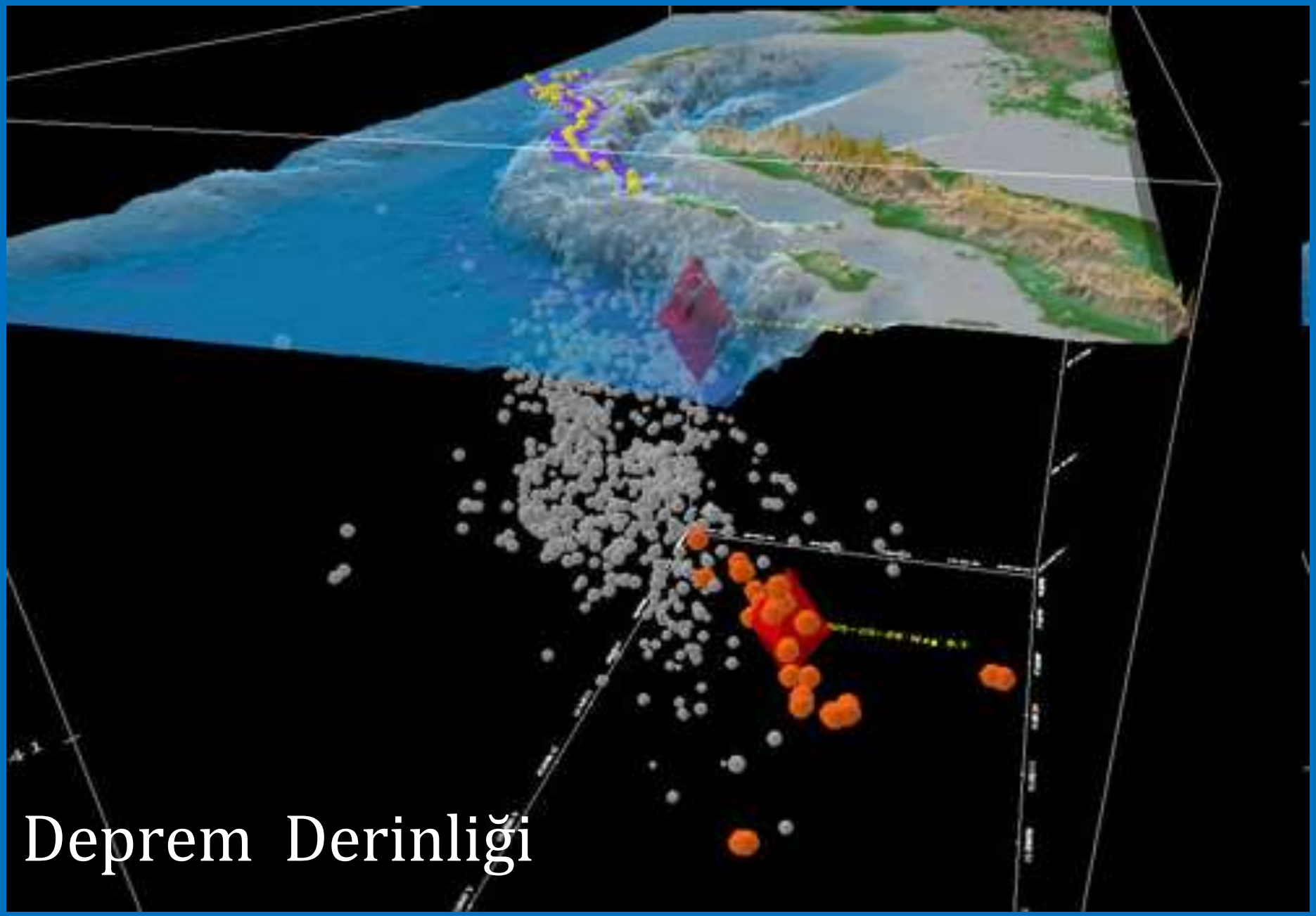
Sismometre


IRIS
Vertical Seismograph
24 hour cycle
Spring
Recording device
Mass
Frame fixed to Earth
This will also show generalized seismic-wave behavior:
P (compressive) & S (shearing) motion in the ground perpendicular to the direction of wave travel


IRIS
Fine spring
Knife-edge pivot
Mass
Seismogram
Horizontal Seismograph

Deprem Derinligi



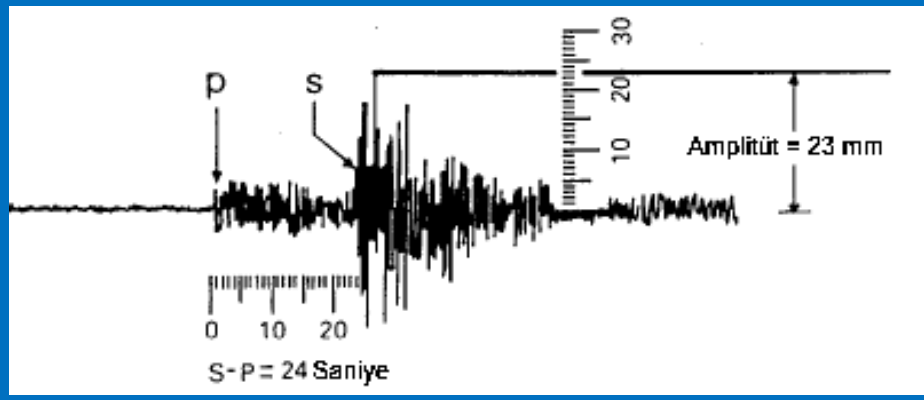

Deprem Derinliği

Depremin büyüklüğü (M) ve Richter Ölçeği (M_L)

- **Depremin merkez üssüne 100km uzaklıkta bulunan bir sismografın kaydettiği deprem dalgalarının en büyük genliği dikkate alınarak bulunur. Yerel büyüklük(manyitüd) olarak ifade edilir. En büyük genlik logaritmik bir ölçekle Richter büyüklüğüne (M_L) dönüştürülür. M=7 büyüklüğünde olan bir deprem, M=6 büyüklüğündeki bir depreme göre sismograf üzerinde 10 kat daha büyük öteleme oluşturur. Depremde ortaya çıkan enerji açısından baktığımızda ise arada 30 katlık bir fark gözlenir.**

Depremin Büyüklüğü (Manyitüd)

MOMENT MAGNİTÜD (Mw) EN GÜVENİLİR BÜYÜKLÜK OLARAK KABUL EDİLMEKTEDİR



- **Richter ölçeği=yerel Büyüklük (M_L)** M<6.0 için geçerli
- **Moment Büyüklüğü (M_w)** M>4.0 için geçerli
  - *Sismik Moment* (M_0)
- **Süreye göre büyüklük (M_d)** M>5.0 için geçerli
- **Cisim(P)dalgalarına göre Büyüklük (mb)**
- **Yüzey dalgalarına göre (M_s)** M>6.0 için geçerli
- **Enerjiye göre (M_e)**

Moment Büyüklüğü (Mw)

M>4.0 depremler için geçerlidir

Richter ölçeğinden sonra en fazla kullanılan güvenilir bir büyüklüktür. Daha sayısal ve fiziksel ölçekli bir büyüklüktür. Sismik Momente dayalıdır.

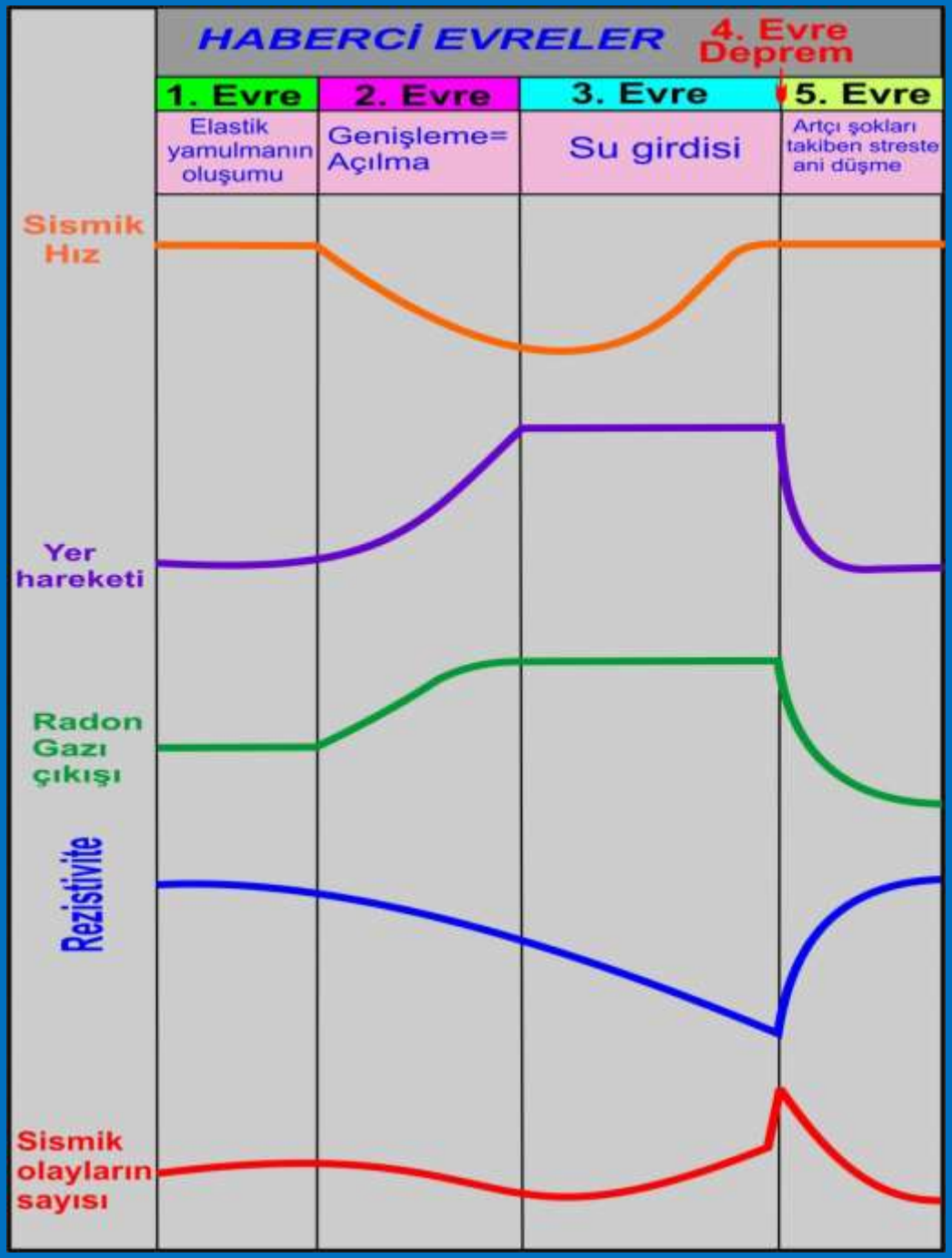
Sismik Moment 1- deprem üreten fayın ortalama atım miktarı, 2- Kırılan bölgenin alanı, 3- kırılan kayaların makaslama modülü (*bir kayacın makaslama stresine olan direnci*) ile bulunur. Richter ölçeğine göre daha geniş bölgelere uygulanabilir.

- **Moment Büyüklüğü (M_w) :**

$$M_w = 2/3 \log M_o - 10.7$$

Deprem Büyüklüğü (=Magnitüd) ile Şiddetinin Karşılaştırması

MAGNİTÜD Magnitude (Richter Scale)	ŞİDDET Intensity (Modified Mercalli Scale)	ETKİLERİ (Effects) *	ENERJİ (Energy)		YILLIK DEPREM SAYISI (Number of Quakes per Year)
			PATLAYICI GÜCÜ Explosive Power	ERG (Ergs)	
0 -1.9	I	Sadece Aletler kaydeder	Yaklaşık 1lb lik TNT (0.45Kg)'ye eşit	2×10^{10} den az	Çok Fazla Sayıda
2 -2.9	II	Çok hassas olanlar hisseder. Asılı objeler salınır.	100lbs lik TNT	4 den 9000 x 10^{10}	300,000
3 -3.9	III	Bazı insanlar hisseder. Ağır bir kamyon geçiyor gibi titreme olur.		1 den 7 x 10^{15}	49,000
4 -4.9	IV - V	Pek çok insan hisseder. Asılı objeler sallanır. Tabak çanak ve pencereler şangırdar. Ve kırılabilir.	Yaklaşık 20 kilo tonluk küçük bir atom bombası	1 den 30 x 10^{16}	6,200
5 -5.9	VI	Herkes tarafından hissedilir. İnsanlar korkar. Bacalar devrilir.		1 den 200 x 10^{18}	800
6 -6.9	VII - IX	Panik durumu. Binalar güçlü sarsıntıdan etkilenirler.	Minimum 1 megatonluk hidrojen bombası	4 den 230 x 10^{20}	120
7 -7.9	X - XI	Yaygın bir panik durumu. Sağlam binalar ayakta kalır. Yer kabuğunda büyük çatlaklar oluşur. Heyelanlar meydana gelir.	Yaklaşık 100 hidrojen bombası	4 den 50 x 10^{22}	18
8 >	XII	Her yer harap olur.	En az 60,000 hidrojen bombası	1 x 10^{25} den daha fazla	0.2 Her birkaç yılda bir kere



AYRILMA-DÜFUZYON (Dilatation-diffusion) DEPREM OLUŞUM MODELİ

Deprem oluşumunda 5 aşama vardır

1- Elastik Yamulma

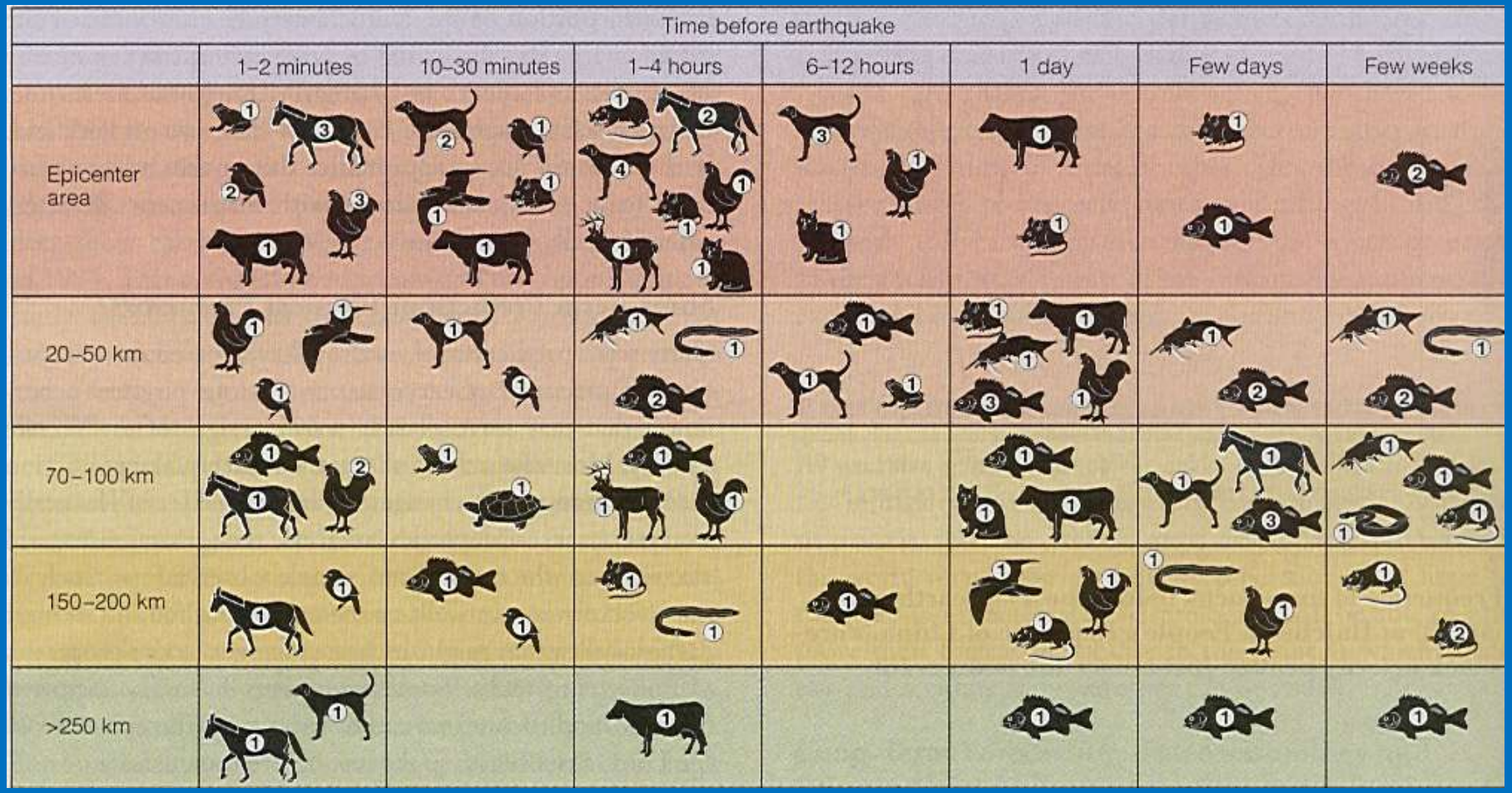
2- Genişleme=Açılma

3- Su girişi

4- DEPREM oluşumu

5- Stres düşmesi

Deprem ve Hayvanlar



Deprem ve hayvanlar

Hayvan Türü	Deprem öncesi davranış*	Davranışın Görülebildiği Diğer Durumlar
Kedi	Saklanma, dışarı çıkmayı reddetme	Psikojenik şok
Tavuk	Yükseklere tüneme, birbirine sokulma, histeri	Ani karanlık, şiddetli patlama
Köpek	Havlama	Alan savunması ve yabancılar
Köpek	Sahibini odadan odaya sürekli takip etme	Aşırı bağımlı hayvan
Balık	Sudan dışarı fırlama	Hızlı dönüşler, yakamoz kovalama
Balık	Sudaki derinliğini değiştirme	Basınç değişimi, yüzme kesesi yaralanması
Fare	Sallantılı yürüme ve kasılmalar	Odyojenik nöbet
Midye	Deniz kenarında yüksek yerlere yapışma	Fırtına öncesi su yükselişi
Domuz	Birbirinin kuyruğunu ısırma	Fazla kalabalık şartlarda
Sıçan	Tetikte olma, endişe, dikey zıplamalar	Yer avcılarına karşı alarm tepkisi
Sıçan	Çömelir gibi hareketler, kas kasılmaları	Akustik irkilme tepkisi

*Lee ve ark. 1976 & Anonim 3) Karadeniz, A 2003'den alınmıştır.

Karadeniz, A. (2007), **Deprem ve Anormal Hayvan Davranışları,** *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 2 (3) 99-102.*
Anonim 3. http://biology.about.com/od/animalbehavior/a/aa123104a.htm.[Erişim 15.06.2006].

Depremlerden önceki anormal hayvan davranışlarının zamansal dağılımı*

(% olarak): Çin, Haicheng Depremi (M = 7,3), 4 Şubat 1975, 19:36 Yerel Saat

*Anonim 4, n = Toplam gözlem sayısı.

Tür	Aralık	Ocak	1–2 Şubat	3 Şubat	4 Şubat	n
Tavuk	0	6	12	19	63	121
İnek ve at	10	0	0	28	61	174
Köpek	0	13	0	33	54	74
Balık	24	17	8	18	33	61
Fare ve sıçan	6	27	4	21	42	243
Domuz	0	5	28	14	53	359
Yılan	16	71	8	2	3	23

Ali KARADENİZ1 (2007), **Deprem ve Anormal Hayvan Davranışları,** *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 2 (3) 99-102*



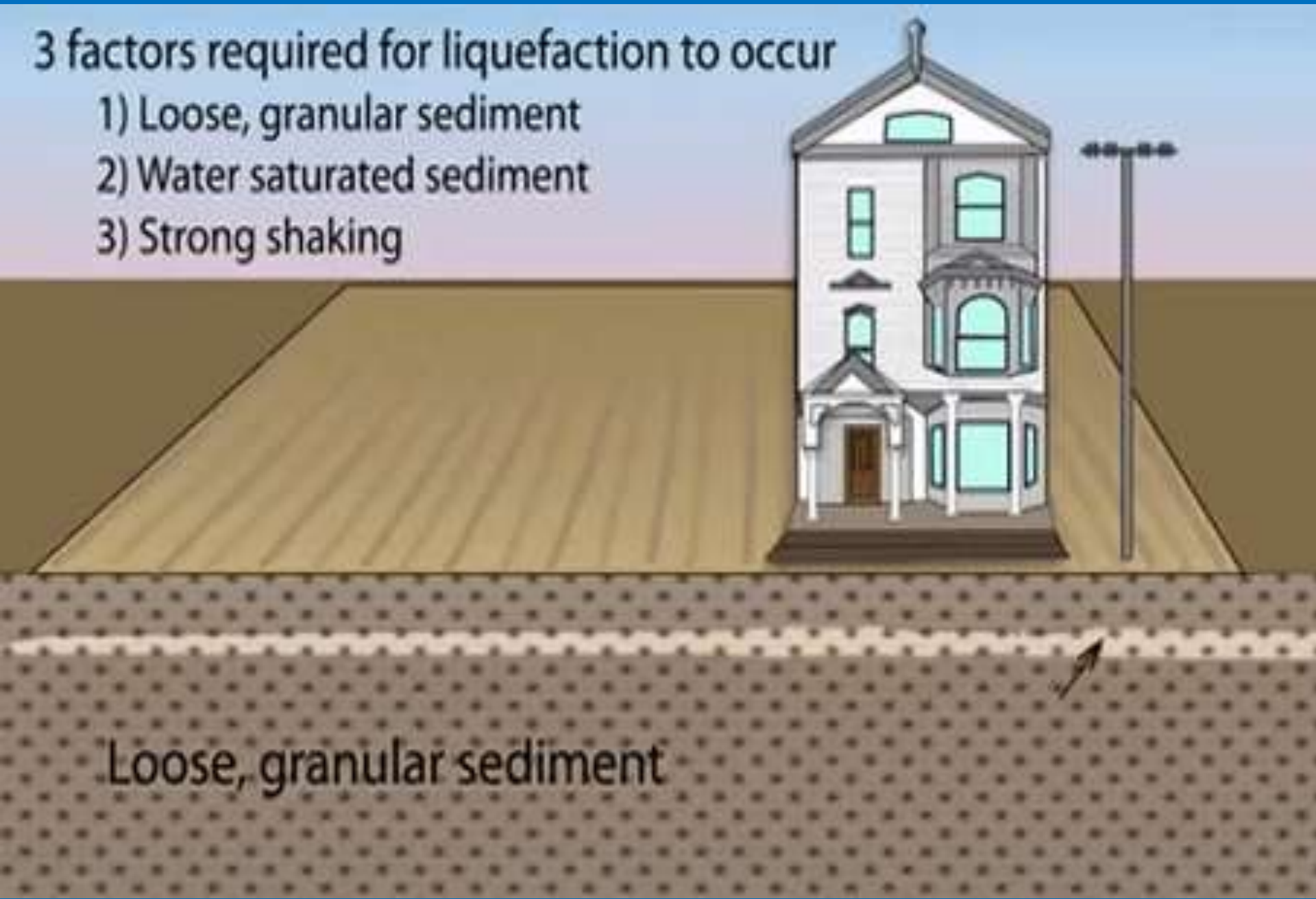
Deprem şiddetini artıran faktörler

Zeminin Niteliği
Gözenek basıncı ve
Yeraltısuyu Etkisi
Aktif Fay
Denizdeki ya da Karadaki
Aktif Heyelanlar
Yeraltındaki Boşluklar ve
Çökmeler
Topografya
Sismik Kaynağın Durumu
Yeraltındaki jeolojik Yapı
Suni Göller ve Barajlar
Çarpık Yapılaşma

Depremin etkileri

- Zemin sıvılaşması
- Uzak etki-Zemin Büyütmesi
- Heyelanlar
- Yangınlar
- Tsunami
- Yaşamsal hatlardaki (altyapı) hasarlar
- Karalardaki değişimler
- Yeraltı su düzeyindeki değişimler

Zemin sıvılaşması (*Liquefaction*)

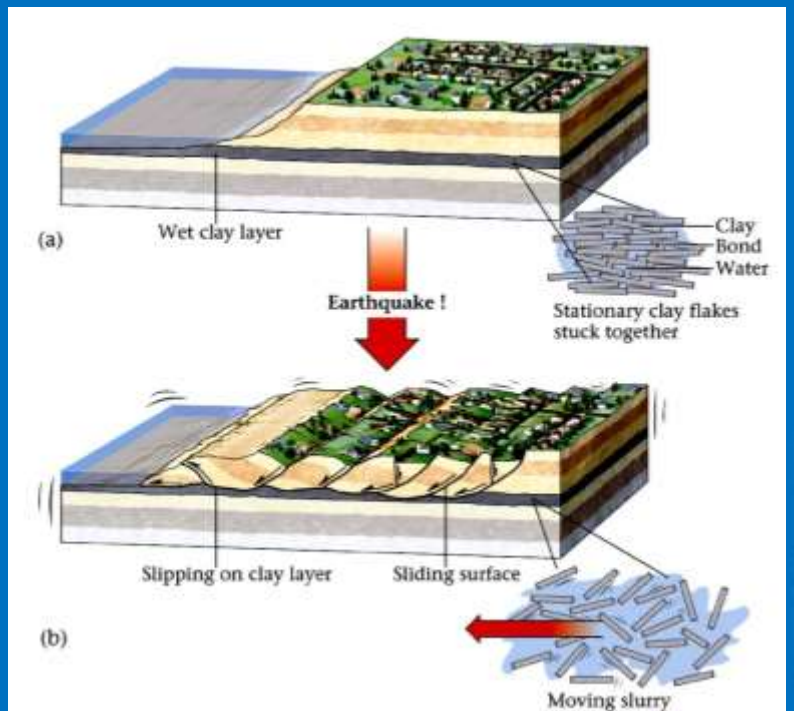


Zemin sıvılaşması (*Liquefaction*)

Suya doygun taneli zeminler katı halden sıvı hale geçer. Deprem sırasındaki şiddetli sarsıntılar kompaksiyona(sıkışma)neden olur ve gözenek suyu basıncında artışa neden olur.



ADAPAZARI





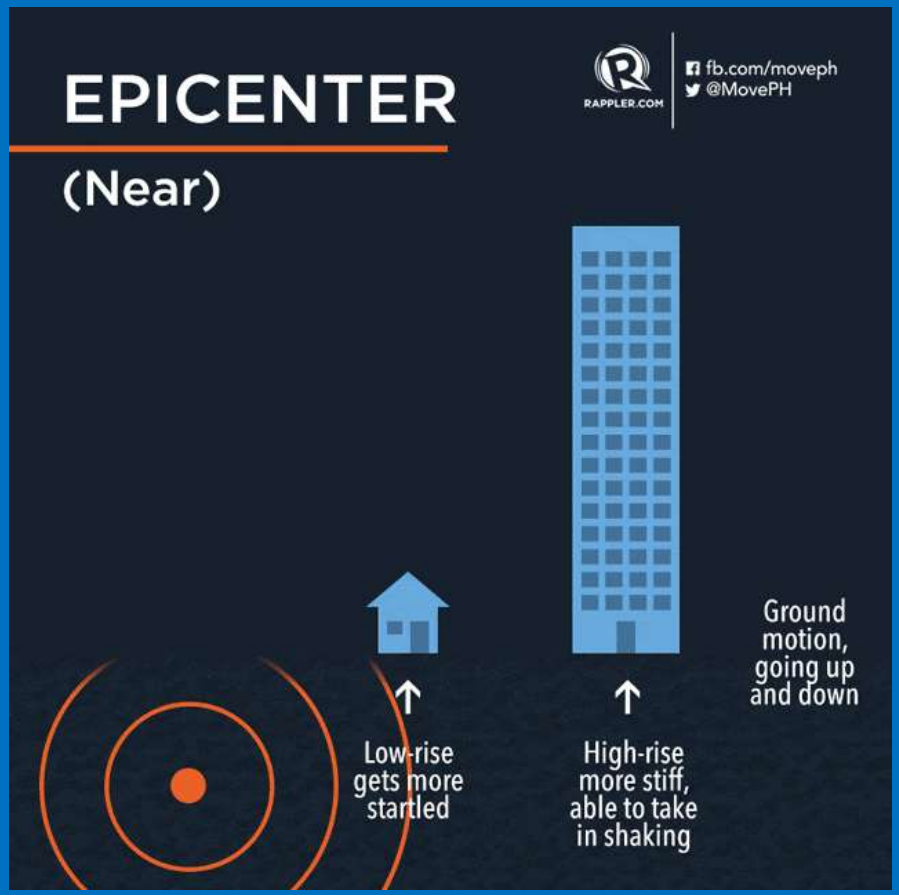


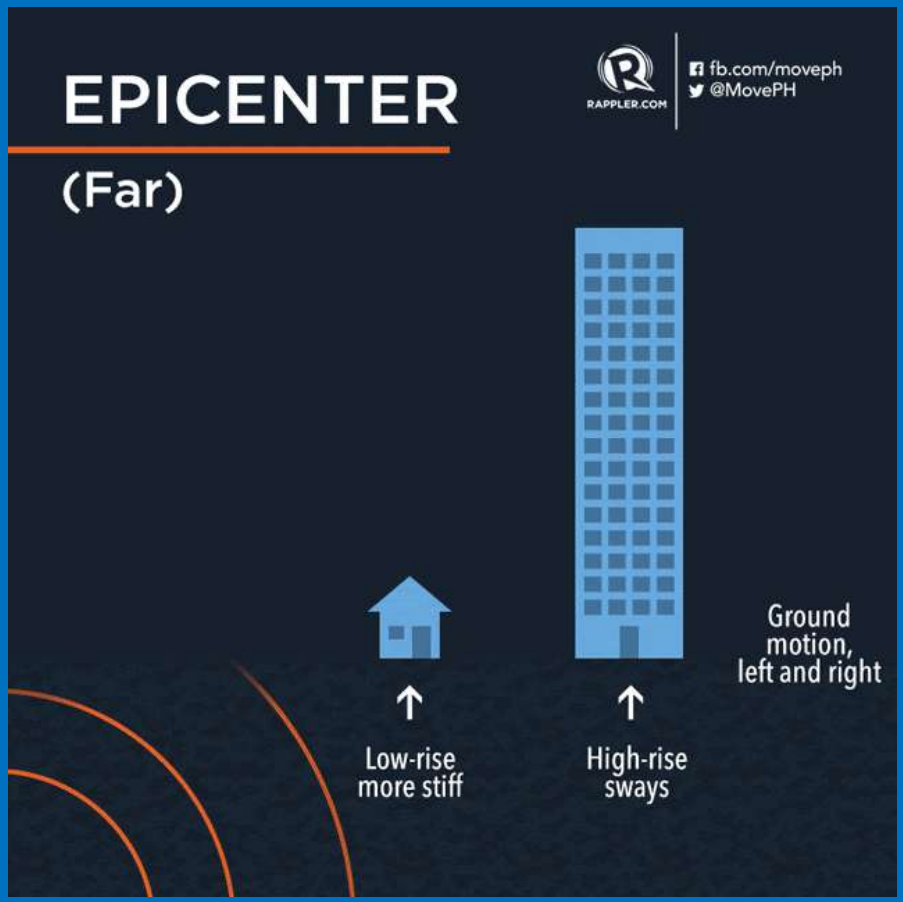
Zemin sıvılaşması
(*Liquefaction*)





Uzak Etki (*Long-distance Effect*)
Zemin Büyütmesi (*Amplification*)





Heyelanlar

1970'de Peru depreminde ölen 70.000 kişinin 20.000'i birkaç kasabayı içine alan dev heyelanlarla ölmüştür.











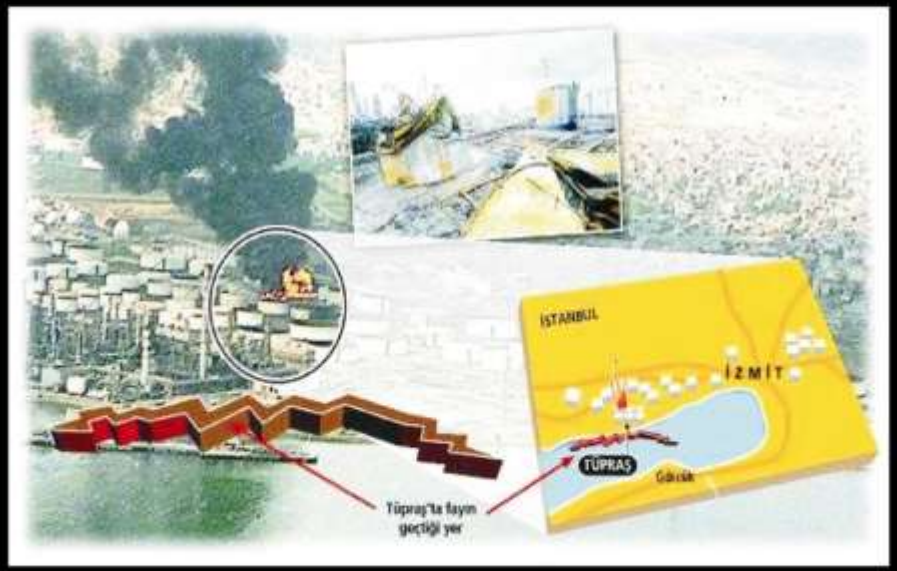


DEPREM YANGINLARI

DEPREMLERDE EN BÜYÜK MADDİ HASARI YANGINLAR OLUŞTURUR

1906 SAN FRANCİSCO DEPREMİNDE 700 KİŞİ ÖLMESİNE RAĞMEN HASAR 400 MİLYON DOLARDIR

1964 ALASKA DEPREMİNDE ÖLÜ SAYISI 131, MADDİ HASAR İSE 450 MİLYON DOLAR OLMUŞTUR



Tsunami

Depremler deniz tabanında düşey hareket yaratırsa tsunami dalgaları oluşabilir. Kıyılar sular altına kalır. Can ve mal kayıpları oluşur.

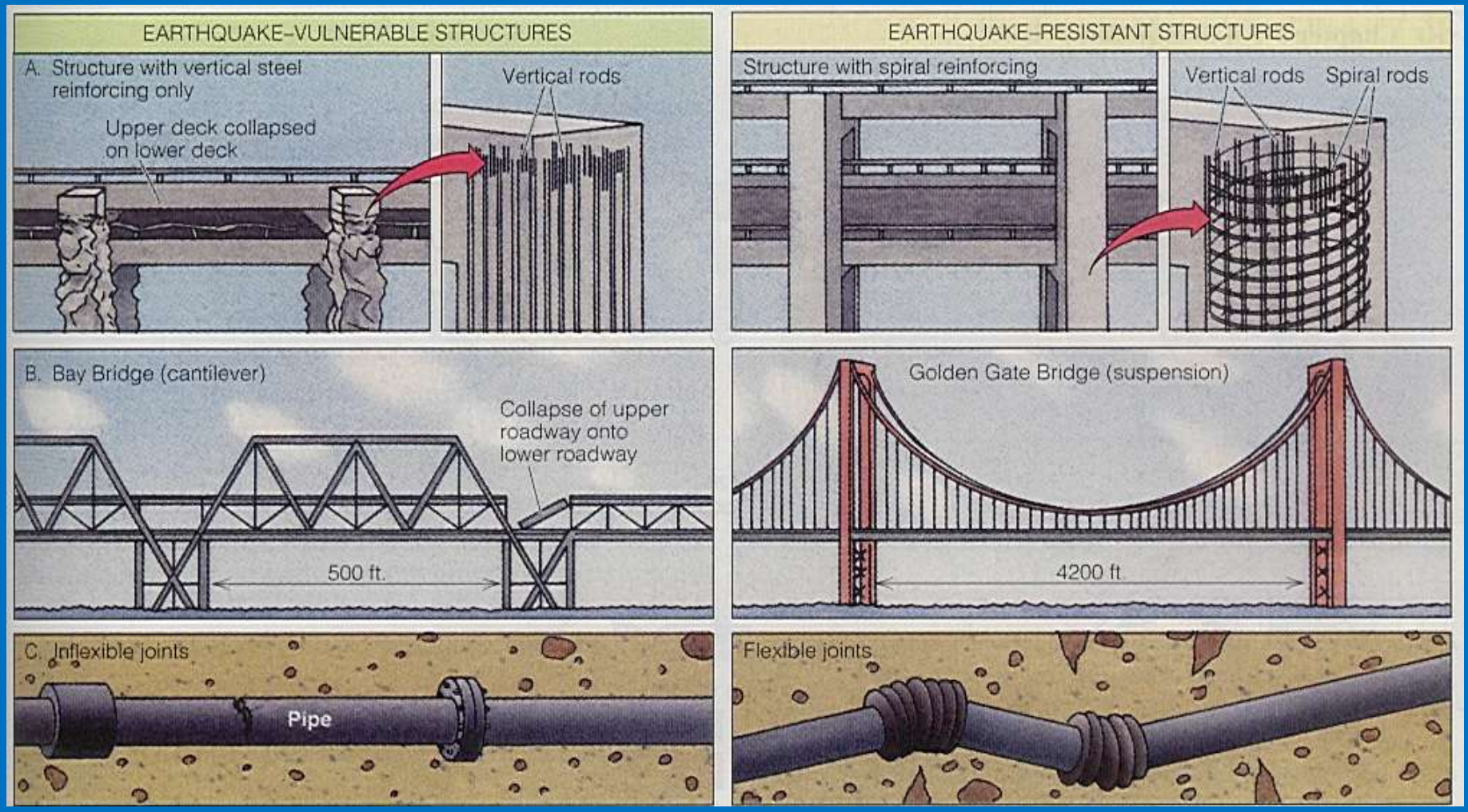


Değirmendere (1999 Kocaeli Depremi





Yaşamsal Altyapı (lifeline) Hasarları



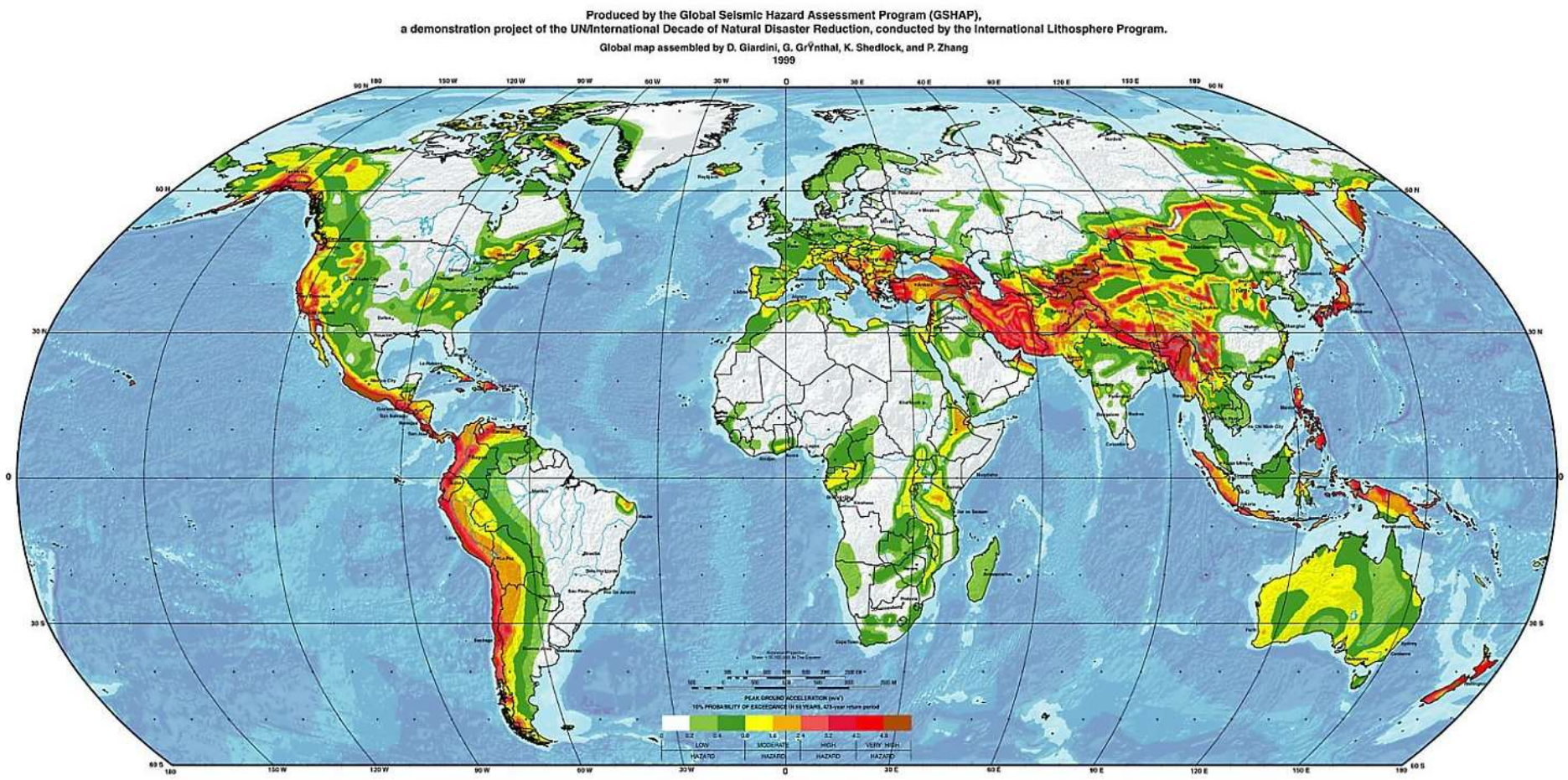
Yaşamsal Altyapı (lifeline) Hasarları







Dünya Deprem Kuşakları



1900 ile 2017 yılları arasındaki bazı ölümcül depremler

Ülke	Tarih	Ölü Sayısı
Çin Depremi	27 Haziran1976	242,000
Endonezya Deprem ve Tsunamisi	26 Aralık 2004	225,000
Çin Depremi	22 Mayıs 1927	200,000
Çin depremi	16 Aralık 1920	180,000
Japonya Depremi	1 Eylül 1923	143,000
Rusya Depremi	5 Ocak 1948	110,000
Çin Depremi	12 Mayıs 2008	87,476
İtalya Depremi	28 Aralık 1908	75,000
Pakistan Depremi	8 Ekim 2005	73,338
Çin Depremi	26 Aralık1932	70,000
Japonya Deprem ve Tsunamisi	11 Mart 2011	28,000
Nepal Depremi	25 Nisan 2015	8000+
Ekvador Depremi	16 Nisan 2016	676
İtalya, Amatrice Depremi	24 Ağustos 2016	297

Bu tablo yaklaşık her gün M5 ile 5.9 arasında en az 2; her 3 günde bir de M6 ile 6.9 büyüklüğü arasında 1 deprem meydana geldiğini göstermektedir.

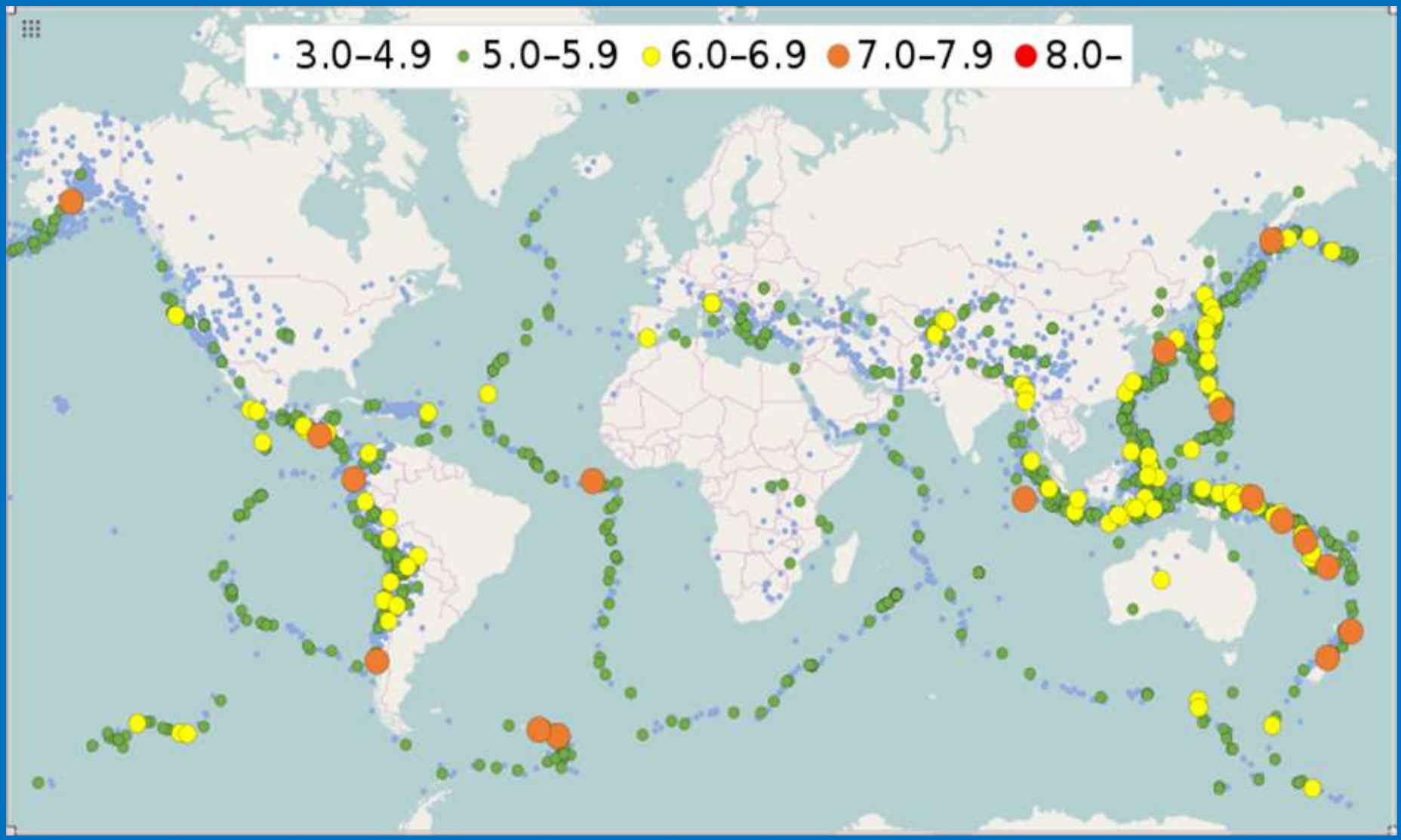
1900'lü yılardan beri yapılan gözlemlere dayalı olarak deprem oluşum sıklıkları

TİPİ	BÜYÜKLÜĞÜ (MAGNİTÜD)	YILLIK ORTALAMA
Çok Şiddetli	8'den büyük	1
Şiddetli	7 – 7.9	18
Güçlü	6 – 6.9	120
Orta	5 – 5.9	800
Hafif	4 – 4.9	6200
Çok Hafif	3 – 3.9	49 000
Çok çok hafif	2 – 2.9	**2-3 büyüklüğünde hergün 1000 tane; 1-2 büyüklüğünde hergün 8000 adet**

Manyitüd	Hissedilen Alan (km²)	Hissedilen Uzaklık (km²)	Şiddet (Mercalli ölçeğinden değiştirilmiştir)	Maksimum yatay ivme (g = yerçekimi =9.8 m/sn²)
3.0 - 3.9	1.950	25	II - III	0.015g den az
4.0 - 4.9	7.800	50	IV - V	0.015 - 0.04g
5.0 - 5.9	39.000	110	VI - VII	0.06 - 0.15g
6.0 - 6.9	130.000	200	VII - VIII	0.15 - 0.30g
7.0 - 7.9	520.000	400	IX - X	0.50 - 0.60g
8.0 - 8.9	2.080.000	720	XI - XII	0.60g den çok

DEPREMİN ŞİDDETİ İLE BÜYÜKLÜĞÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

2016 yılındaki depremlerin yerleri ve büyüklükleri



2016 Yılında M≥7.0 Depremlerin sayısı 15

SIRA	BÜYÜKLÜK (MAGNİTÜD)	YER	DERİNLİK (KM)	TARİH
1	7.1	Alaska, Old Iliamna 86 km D	129	24 Ocak
2	7.2	Rusya, Yelizova Kuzeyi	177	30 Ocak
3	7.8	Endonezya, Sumatra GB	24.0	2 Mart
4	7.0	Japonya, Kyushu Adası	10.0	15 Nisan
5	7.8	Ekvador, Muisne KKD	21.0	16 Nisan
6	7.0	Vanuatu, Norsup 2km Kuzeyi	24.0	28 Nisan
7	7.3	Güney Sandvich Adal.,Visokoi Ad.	72.7	28 Mayıs
8	7.7	Kuzey Mariana Adaları	212.4	29 Temmuz
9	7.4	Güney Georgia Adaları	10.0	19 Ağustos
10	7.1	Atlantik Okyanusu, Ascesion Adası	10.0	29 Ağustos
11	7.1	Yeni Zelanda, Araroa	22.0	2 Eylül
12	7.8	Yeni Zelanda, Christchuch	23.0	13 Kasım
13	7.2	El Salvador açıkları	33.0	24 Kasım
14	7.8	Solomon Adaları	41.0	8 Aralık
15	7.9	Papua Yeni Gine	103	17 Aralık

2016'da Depremlerde Yaşanan Can Kayıpları

Sıra	Ölü Sayısı	Büyüklük (Magnitüd)	Yer	Şiddet (MMI)	Derinlik (km)	Tarih
1	2	7.8	Endonezya	III		2 Mart
2	6	6.6	Afganistan	-	210.4	10 Nisan
3	3	6.9	Mynamar	VII	140	13 Nisan
4	676	7.8	Ekvador	VIII	20.6	16 Nisan
5	117	6.4	Tayvan	VII	23.0	6 Şubat
6	50	7.0	Japonya	IX	11.0	15 Nisan
7	23	5.9	Tanzanya	VII	40.0	10 Eylül
8	6	6.6	Hindistan	VII	55.0	3 Ocak
9	297	6.2	İtalya	IX	10.0	24 Ağustos
10	4	6.8	Mynamar	VI	84.1	24 Ağustos
11	2	6.9	Myanmar	VI	134.0	13 Nisan
12	2	7.8	Yeni Zelanda	VIII	23.0	13 Kasım
13	103	6.5	Endonezya	VII	8.2	6 Aralık

Meksika Depremleri (M8.1 ve M7.1)



- İki hafta arayla iki büyük deprem
- 300 dolayında can kaybı
- Yüzlerce yapıda hasar
- Erken uyarı
- Önceki depremlerden ders çıkarma
- Yeni uygulamalar



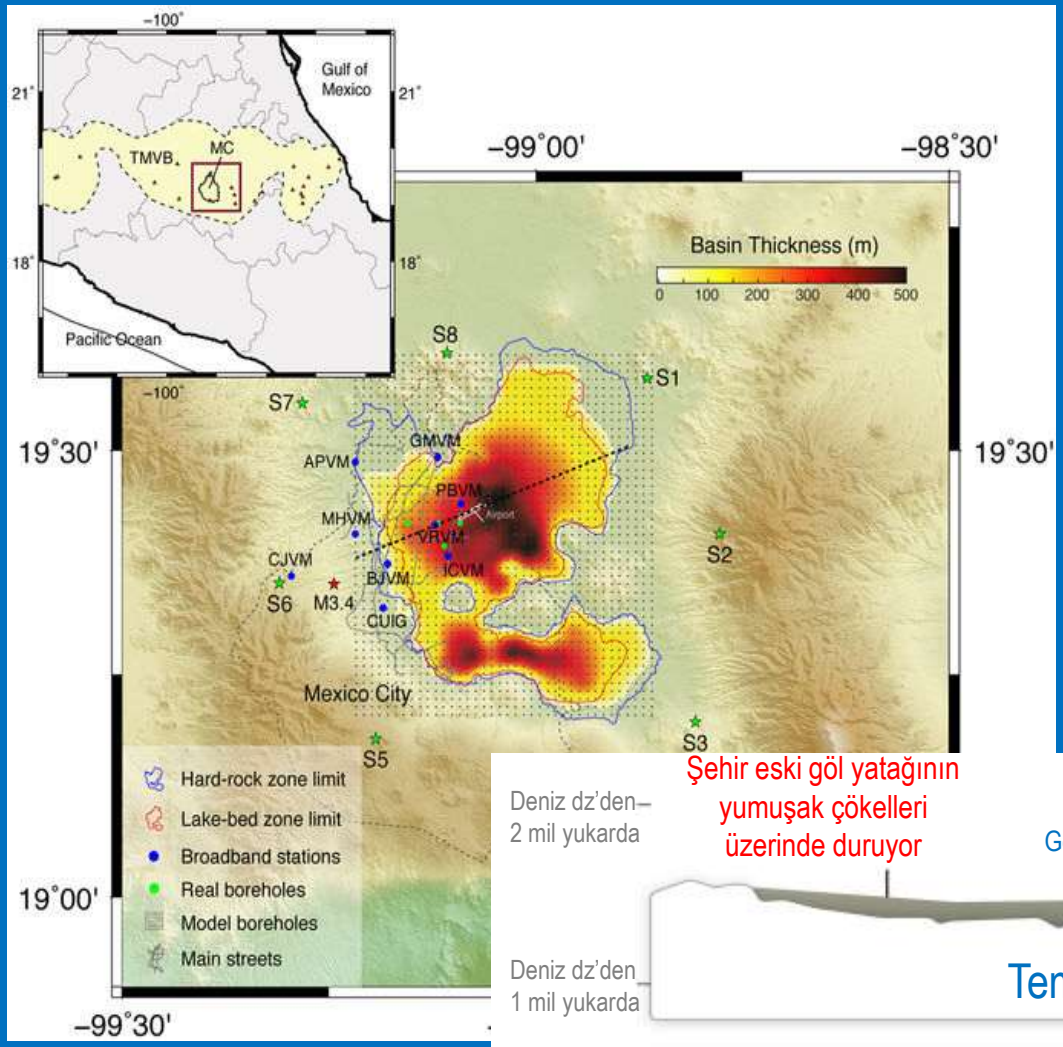


1985 Meksika Depremi (M8.0)

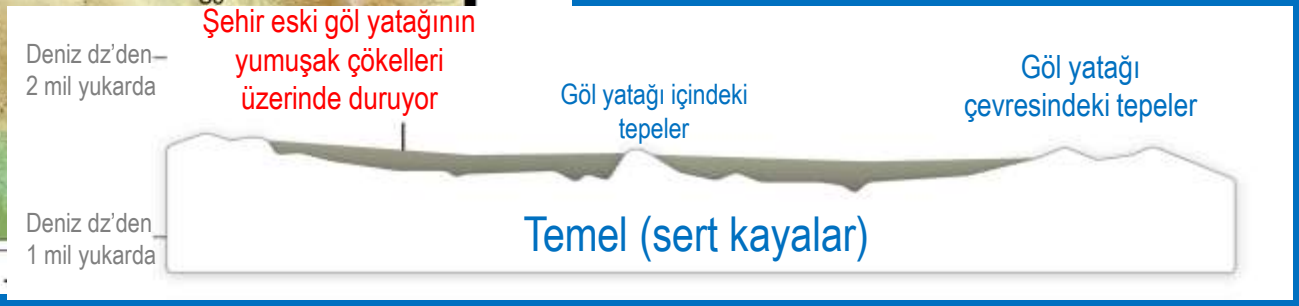


300 kişinin hayatını kaybettiği çöken binanın görüntüsü (foto: David Woo-Dallas Morning News

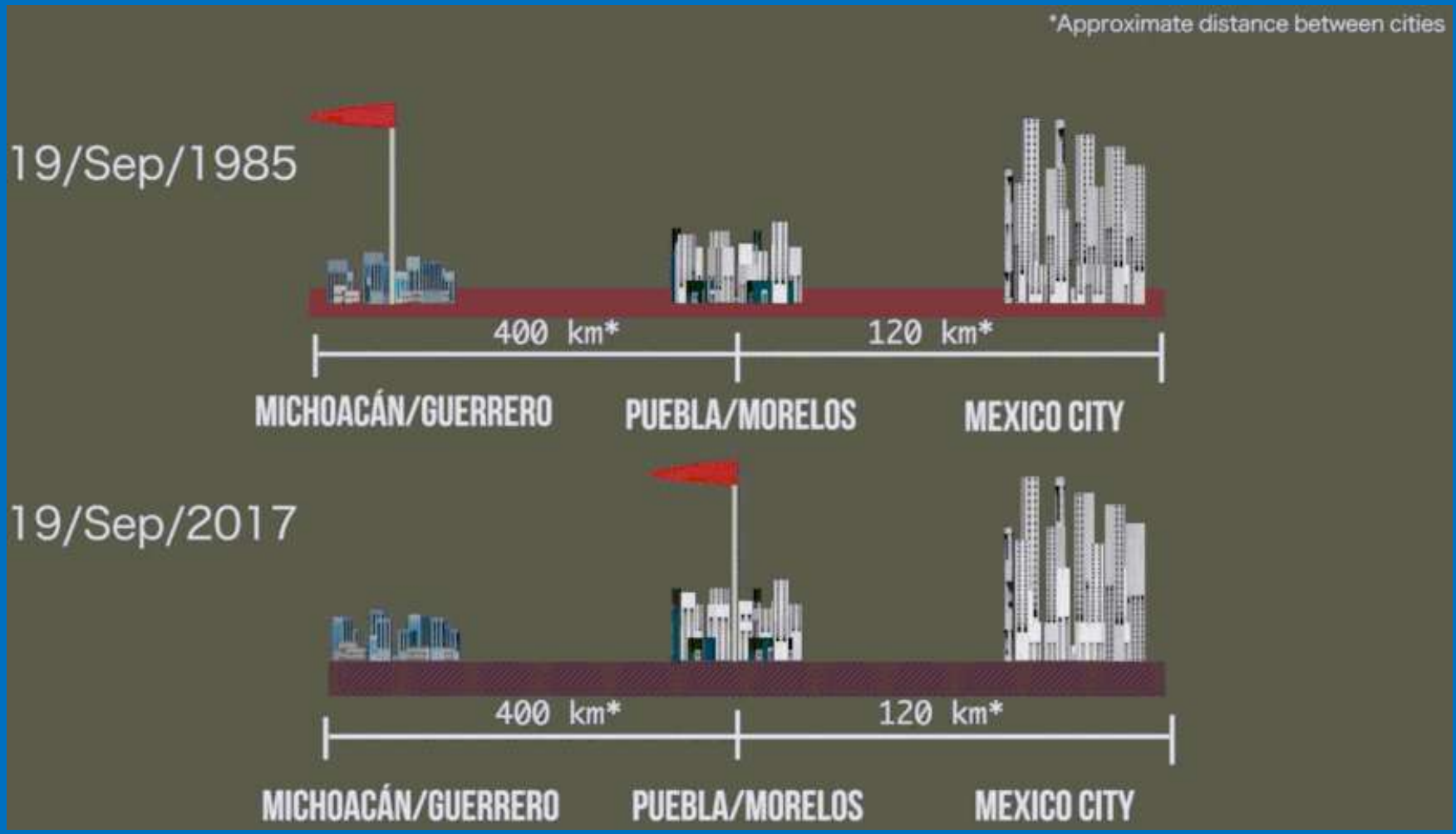
1985 Meksika Depremi (M8.0)



Mexico City 300 km uzaktaki depreme rağmen yapı stokunun üzerinde bulunduğu eski göl yatağı çökelleri (Vs, 30-100 m/s) sismik dalgalarının etkisini büyüttü ve 10binden fazla bina yıkıldı, 10binden fazla insan hayatını kaybetti. Bu vaka bilim insanları tarafından hala incelenmektedir.

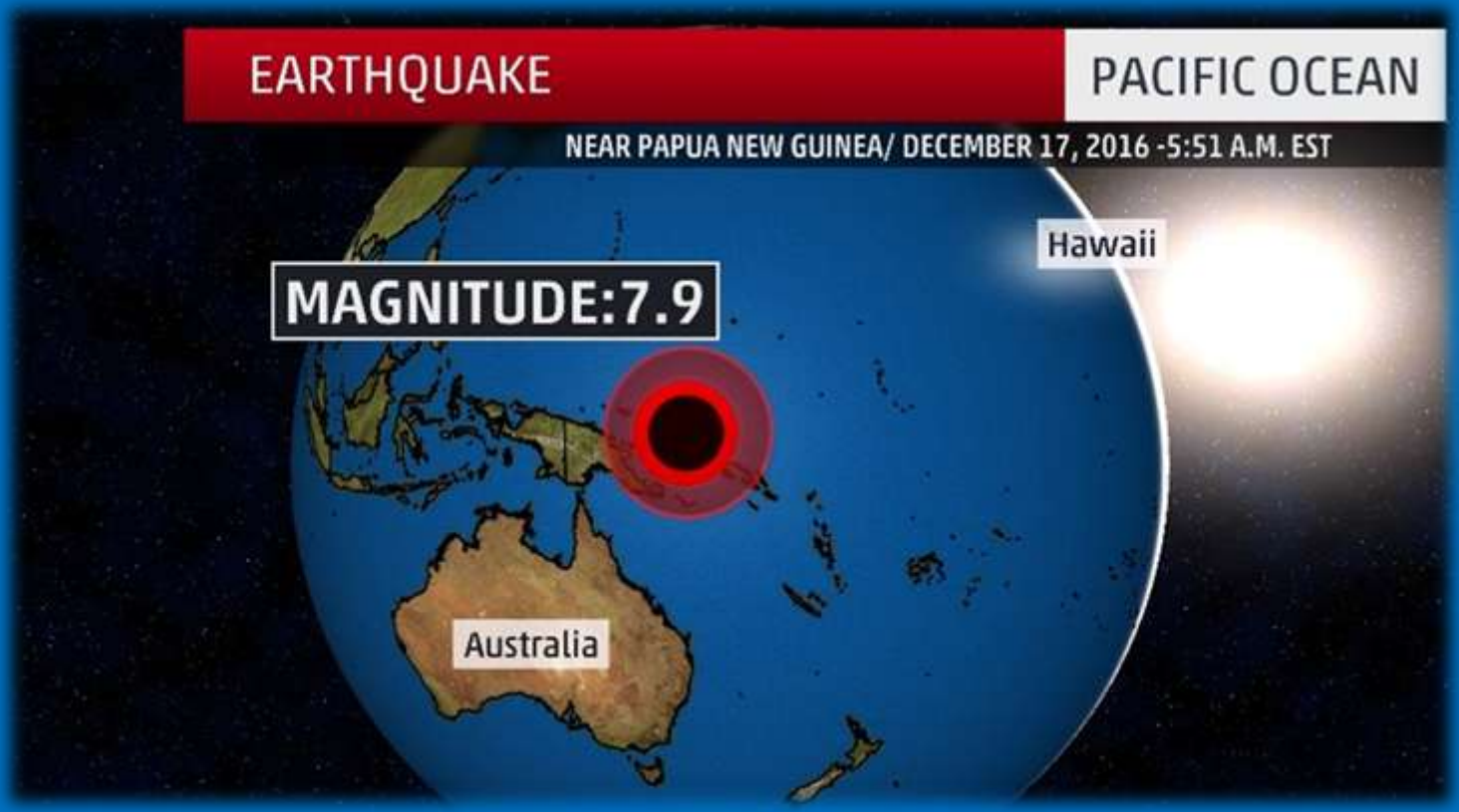


1985 Meksika Depremi (M8.0)



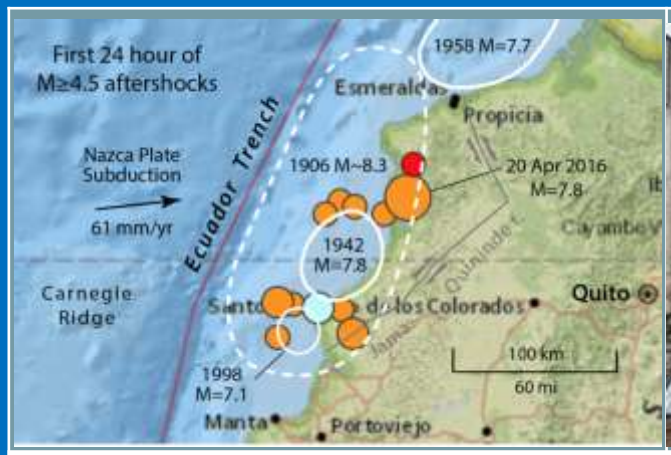
2016'ın en büyüğü – Papua Y. Gine Depremi, Mw7.9

USGS'e göre Pasifik Okyanusu'nun güneyinde Papua Yeni Gine açıklarında M7.9 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Papua Yeni Gine'deki bazı sahillerde dalga boyunun 3 metreyi aşabileceği uyarısı yapıldı. Yeni Zelanda'da da tsunami tehlikesi olduğu bildirildi .



2016'n En ölümcülü- Ekvador Depremi, Mw7.8

16 Nisan 2016 tarihinde Mw7.8 büyüklüğünde deprem Ekvador'u VII şiddetinde etkilendi. Manta, Pedernales ve Portoviejo bölgesinde şiddetli hissedildi ve ölümlerin %75'i bu alanda meydana geldi. Ticaret merkezi Tarqui tamamen yıkıldı. Manabi bölgesinde çok etkilendi. 673 kişi hayatını kaybetti ve 27,732 kişi yaralandı. Kurtarma çalışmalarında 13.500 asker çalıştı.



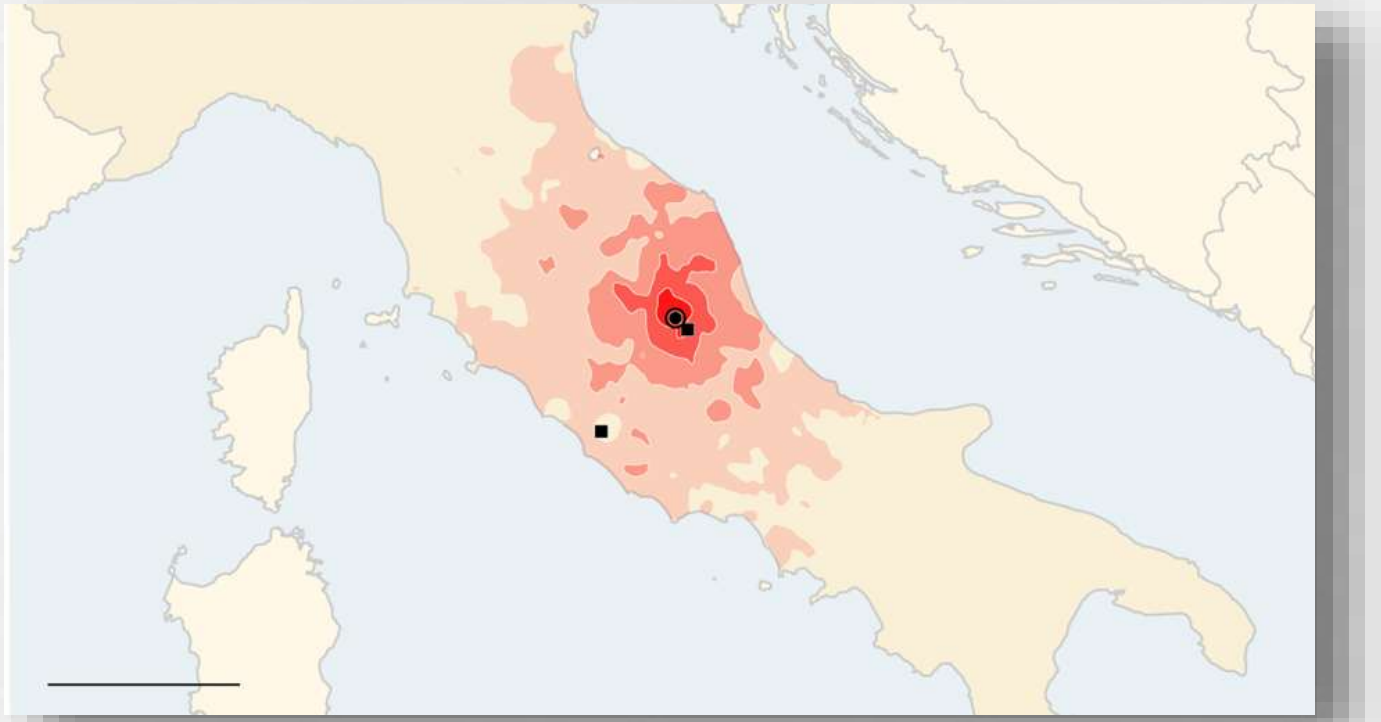






24 Ağustos 2016 Amatrice Depremi, Mw6.2, 297 ölü
30 Ekim 2016 Norcia Depremi, Mw6.6, ölüm yok

Çok sayıda kasaba ağır hasar gördü, enkaz altında kalan 297 kişi hayatını kaybetti, 400'den fazla kişi yaralandı.



Mw6.2 büyüklüğündeki depremin merkez üssü ve şiddeti (IX)

24 Ağustos 2016 Amatrice Depremi, Mw6.2, 297 can kaybı

















2016 Norcia Depremi, Mw6.6



2016 Norcia Depremi, Mw6.6



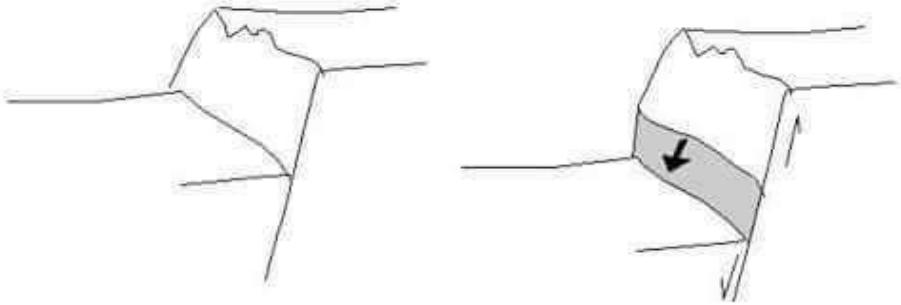







2014 - Foto A.Notaro


30/10/2016 - Foto P.Galli
circa 1 m



2016 yılındaki Tsunamiler

Fukişima Tsunamisi

22 Kasım 2016'da Japonya Namie doğusundaki Mw6.9 büyüklüğündeki depremden sonra tsunami dalgaları oluştu. Dalga yüksekliği 3 metre olarak tahmin edildi ve tehlikeye karşı kıyıdaki insanlar uzaklaştırıldı. Fakat depremden 1 saat sonra 1 metre ile 2 metre arasındaki tsunami dalgaları kıyılara geldi



Kaikoura Tsunamisi

14 Kasım 2016'da Yeni Zelanda'nın Güney Adası'nda Mw7.8 büyüklüğünde bir oluştu. Turistik kasaba Kaikoura'da meydana gelen depremden sonra oluşabilecek tsunami dalgaları için Güney ve Kuzey Adası ile Chatham Adası uyarıldı. Kaikoura'da 2.5 metre, Christchurch'da 1 metre, Wellington'da 0.5 metre tsunami dalgası kayıt edildi. Banks Yarımadası'nda Little Pigeon Körfezi'nde 5 metrelik dalgalar tahmin edilmişti. Bu kıyıda 2 yapı hasar gördü. Komşu Piegon Körfezi'nde yaklaşık 2 metrelik dalgalara rağmen hasar oluşmadı

25 Nisan 2015- Katmandu (Nepal) Depremi, Mw7.8

Bu deprem bölgeyi IX. şiddetinde etkiledi. 8000 kişi öldü. 16.727 insan yaralandı. Deprem, Nepal dışında Bangladesh, Çin, Pakistan, Hindistan, Tibet ve Bhutan'da hissedildi.
Katmandu havzasınındaki 600 m'lik göl çökeli yıkımı arttırmıştır.



Depremin merkez üssü


Deprem hasarları


Kurtarma çalışmaları


Yoldaki deprem yarıkları


Deprem hasarları


Tarihi yapılarda yıkıldı

16 Eylül 2015- Illapel (Şili) Depremi, Mw8.3



3 dakika sürdü. 4,5 metreye varan tsunami dalgaları oluştu. Pekçok yerde heyelan meydana geldi. 14 kişi öldü. Erken uyarı ile 1 milyon kişi tsunamiden uzaklaştırıldı.



Erken uyarı sonucu güvenli yerlerde bekleyen halk



Sahildeki tsunami zararları



Yoldaki hasarlar

Şili Maule Depremi – ONEMI, OVDAS, CONAF



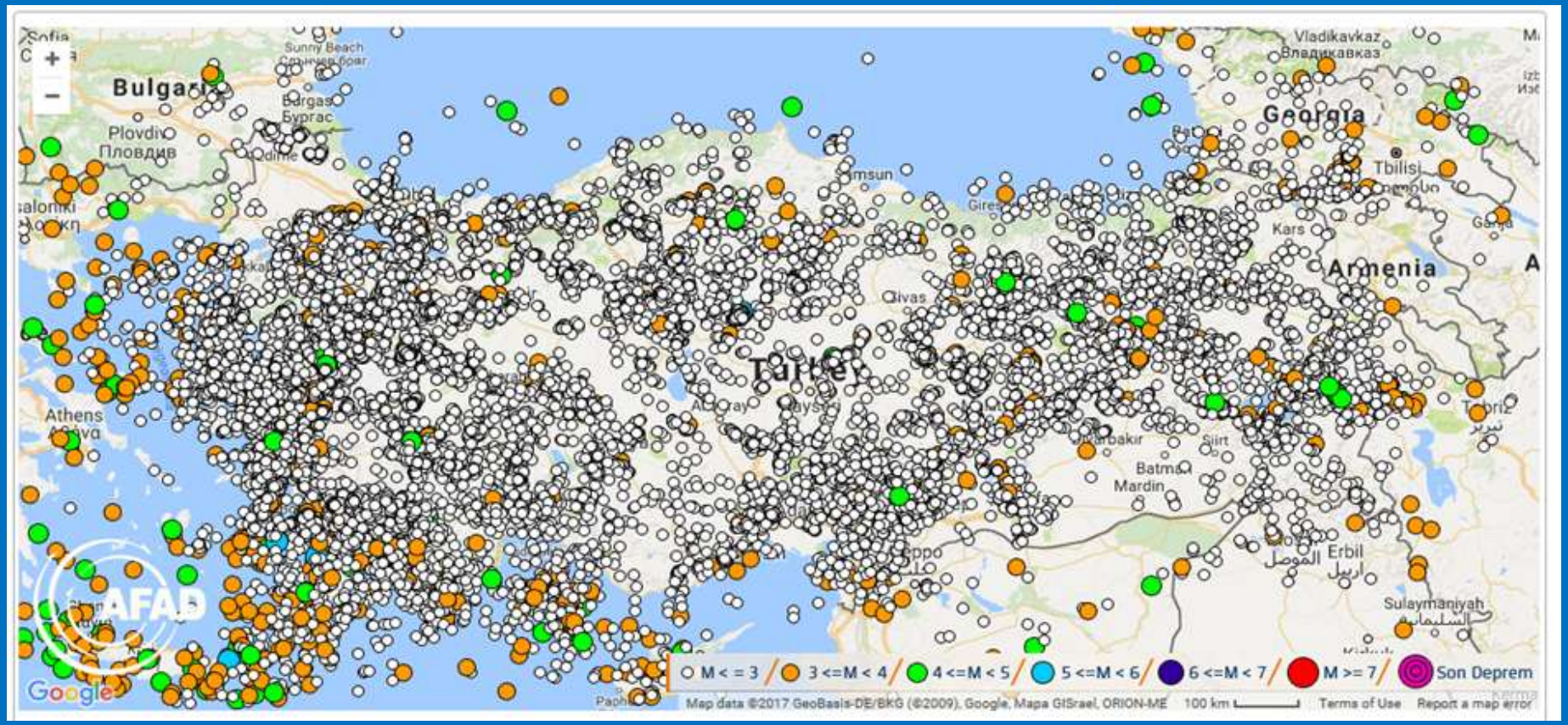
- Nüfus: 17.62 milyon (2013)
- **Ulusal gelir: 370.6 milyar dolar (2013)**
- Doğa Kaynaklı Tehlikeler: Deprem, tsunami, heyelan, volkan, sel, fırtına vs
- **27 Şubat 2010 Şili, Maule Depremi Mw8.8 (3.34am)**
- Aletsel ölçüm döneminin 5. büyük depremi
- **Deprem kıyıdan 200 mil uzakta okyanusta ve yerin 35 km derinliğinde**
- Kırılan Fay Uzunluğu 500-600 km
- **521 kişi hayatını kaybetti, 56 kişi kayıp, 30 milyar dolar (GDP'in %17) zarar**
- 2 milyon etkilendi
- **Sarsıntıyı ülke nüfusunun % 75'i hissetti**
- 260.000 ev şiddetli hasar gördü. 4000 okul yıkıldı. Hastanelerin %70'i yıkıldı. 7250 köprünün 200'ü yıkıldı. Yollar, köprüler, kiliseler, havaalanları, stadyumlar, adliye binaları, haberleşme, elektrik şebekesi zarar gördü.
- **Altyapı hasarları 6 hafta içinde onarıldı. 11bin geçici konaklama yeri inşa edildi. Hükümet, 800bin evsiz için 11 Hazirana kadar 1 odalı 40bin ahşap yapı inşa edeceğine dair söz verdi.**
- Tahmini inşaat maliyeti 12 milyar dolar
- **Kıyıdaki 18 yerleşim alanının yerleşim planı 10 ayda bitirildi**

Depremler- Türkiye

AFAD Verileri **2016 deprem istatistiği**

	M< 1.9	2.0< M< 2.9	3.0< M< 3.9	4.0< M< 4.9	5.0< M< 5.9	M >6.0	TOPLAM
Ocak	1372	199	27	5	1	-	1604
Şubat	1025	320	55	6	-	-	1406
Mart	1118	341	57	11	-	-	1527
Nisan	1328	365	49	8	-	-	1750
Mayıs	1220	391	62	8	1	-	1682
Haziran	1463	363	62	13	-	-	1901
Temmuz	1274	419	65	12	-	-	1770
Agustos	1131	333	53	4	-	-	1521
Eylül	1448	440	63	12	1	-	1964
Ekim	1482	359	39	9	-	-	1889
Kasım	1132	313	49	7	-	-	1501
Aralık	1285	376	52	7	1	-	1721
TOPLAM	15278	4219	633	102	4	-	20236

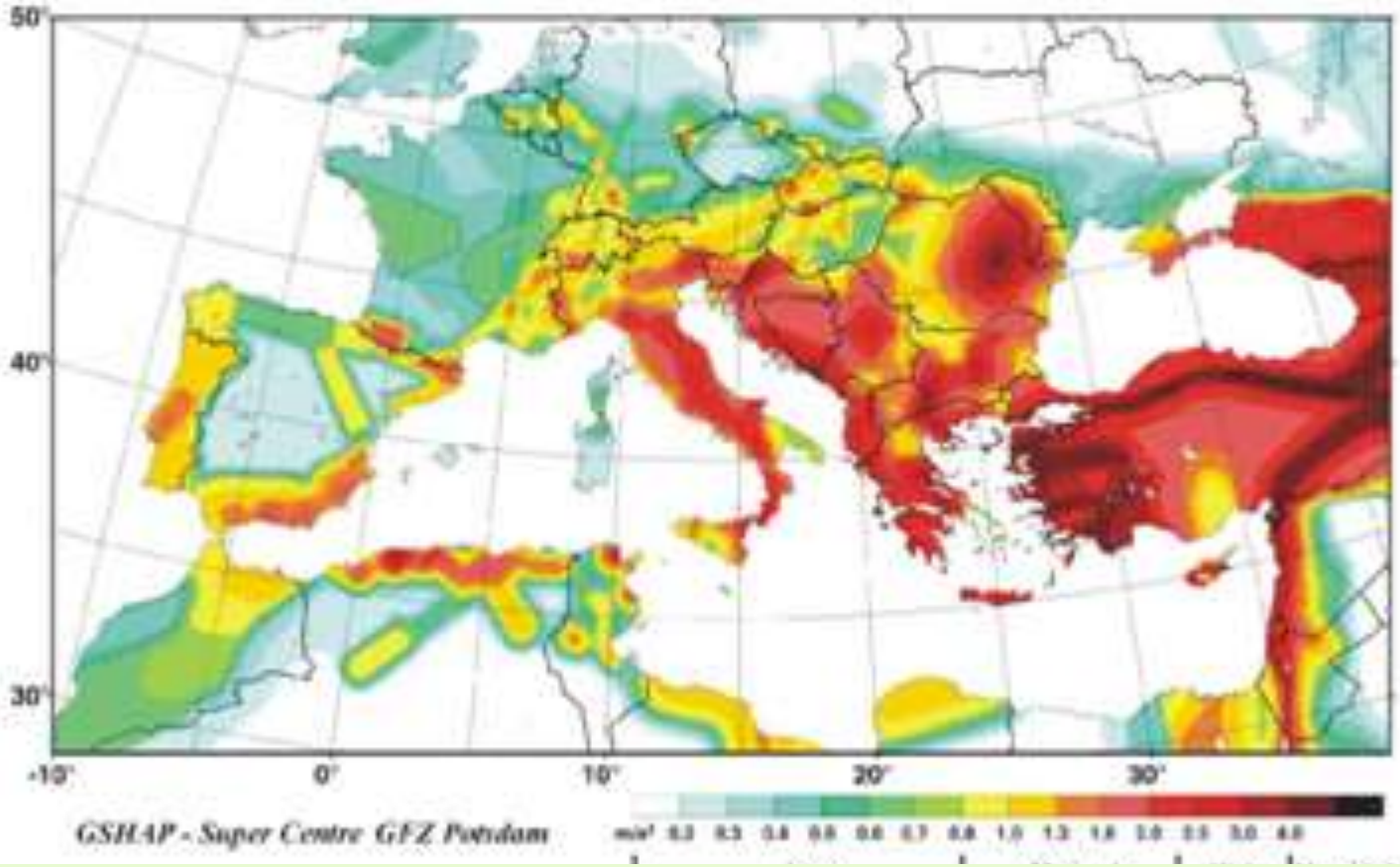
2016 yılı deprem dağılımları (AFAD)



Avrupa ülkelerinin sismik tehlikesi

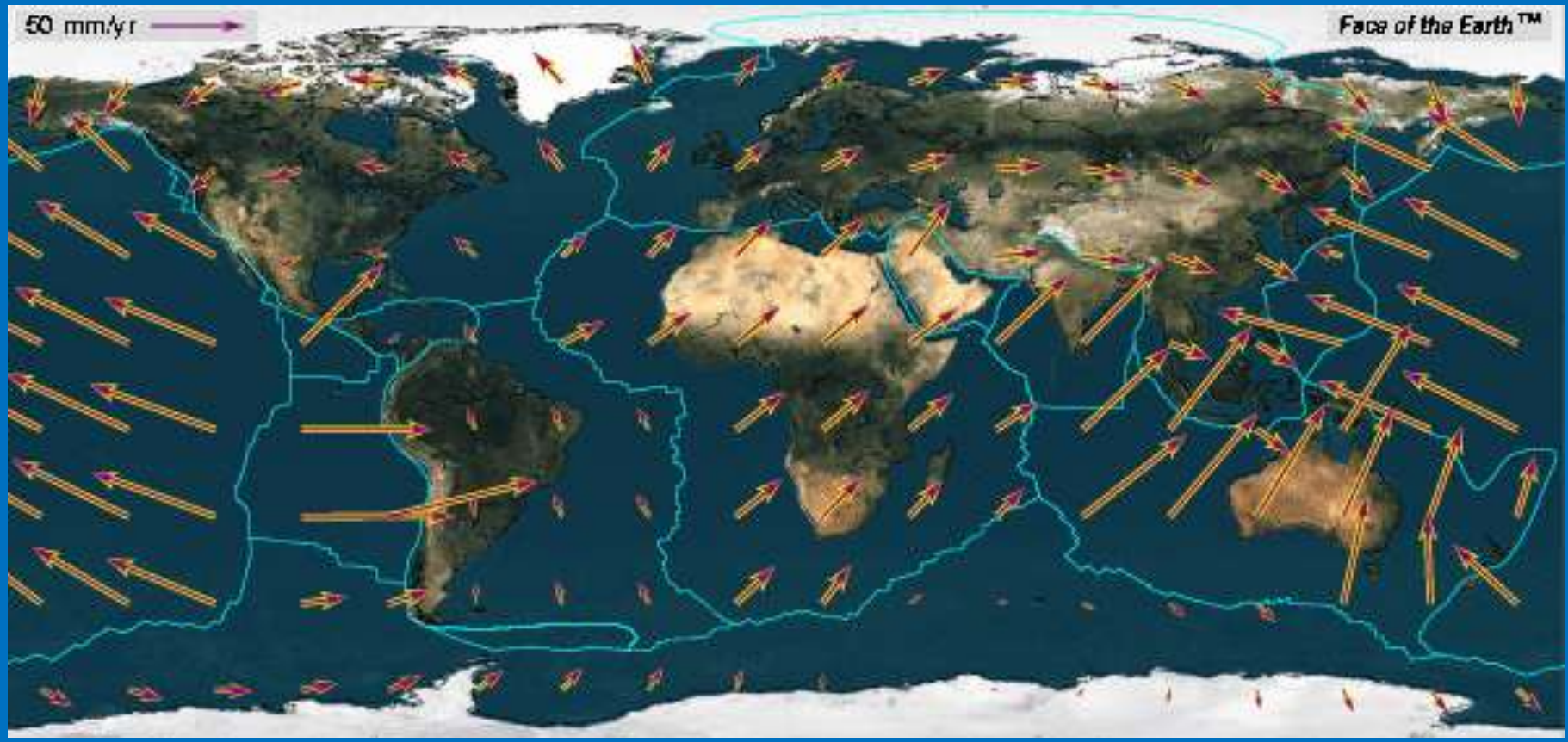
En büyük yatay ivme değeri haritası 50 yılda aşma olasılığı yüzde 10

(Geri dönüşüm periyodu 475 yıl)

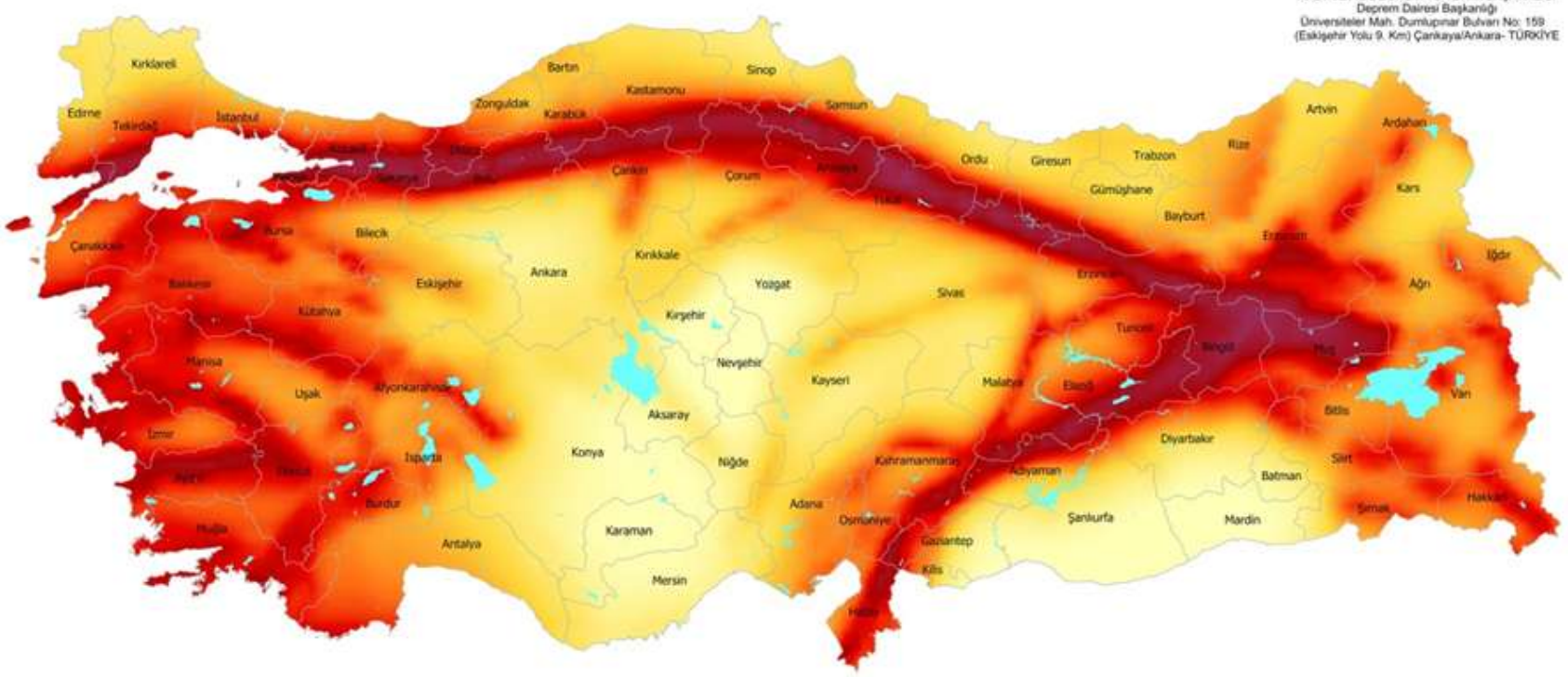


Türkiye deprem bakımından Avrupa'nın en riskli bölgesindedir

Yerin yüzeydeki hareketleri ve levha tektoniği



TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI



afadbaskanlik

AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI
Deprem Dairesi Başkanlığı
Üniversiteler Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 159
(Eskişehir Yolu 9. Km) Çankaya/Ankara- TÜRKİYE

Bu harita, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) kapsamında desteklenen UDAP-Ç-13-06 kod no'lu "Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi" başlıklı projenin sonuçları kullanılarak hazırlanmıştır.

Bu harita, zemin koşulu $(V_s)_{30}$ = 760 m/s esas alınarak hazırlanmıştır. Yerel zemin koşullarının neden olabileceği sıvılaşma, büyütme, farklı oturma gibi tehlikeleri içermemektedir.

Kaynak Gösterme; Bu haritanın kullanılmasında "AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası" şeklinde kaynak belirtilmesi gerekmektedir.

2018© Haritanın telif ve iktibas hakkı AFAD Başkanlığına aittir. AFAD'ın yazılı izni alınmadan elektronik, optik, mekanik veya diğer yollarla çoğaltılması, dağıtılması, basılması, yayımlanması durumunda gerekli hukuki yollara başvurulacaktır.

AÇIKLAMALAR

EN BÜYÜK YER İVMESİ (g)

DÜŞÜK TEHLİKE — YÜKSEK TEHLİKE

0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5

50 YILDA AŞILMA OLASILIĞI %10
(TEKRARLANMA PERİYODU 475 YIL)

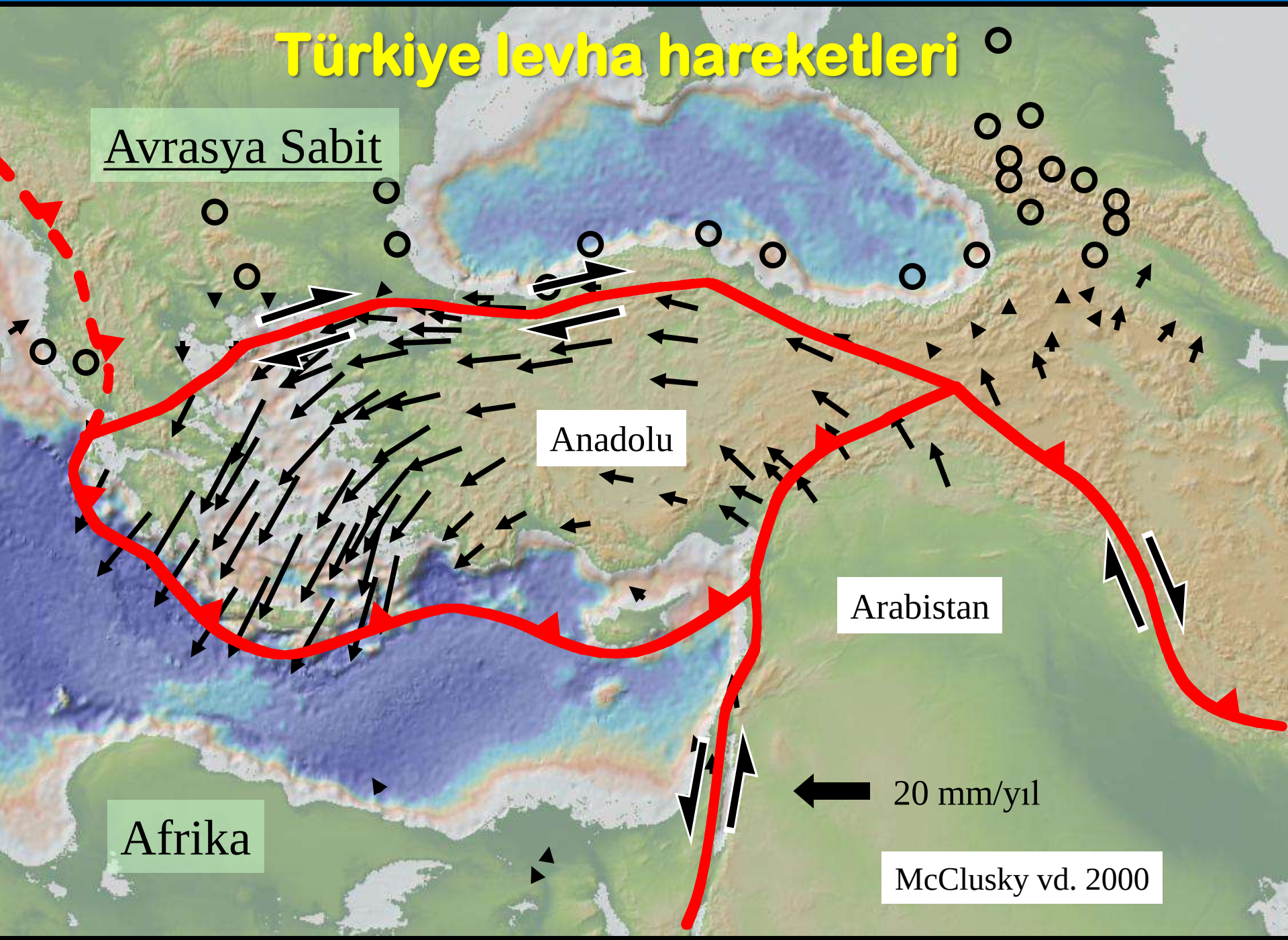
Göl

İl Sınırı

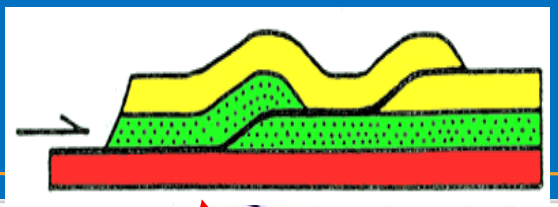
0 100 200 400 KM

K

Bu harita 1945,1947, 1948, 1963, 1972 ,1995 ve 2018 'da yenilenmiştir


Türkiye levha hareketleri
Avrasya Sabit
Anadolu
Arabistan
Afrika
20 mm/yıl
McClusky vd. 2000





BLACK SEA

EURASIAN PLATE

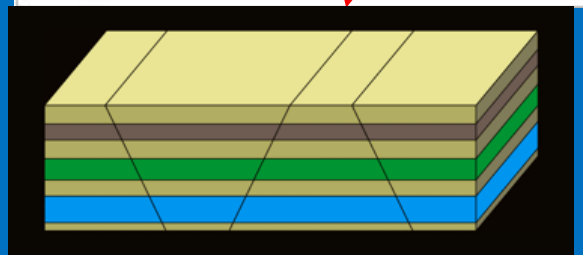
ANATOLIAN PLATE

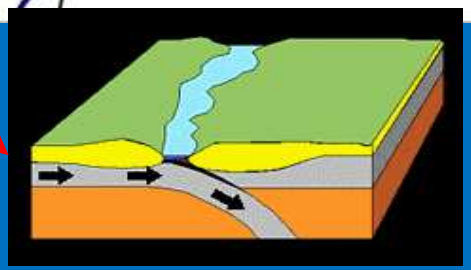


AEGEAN SEA

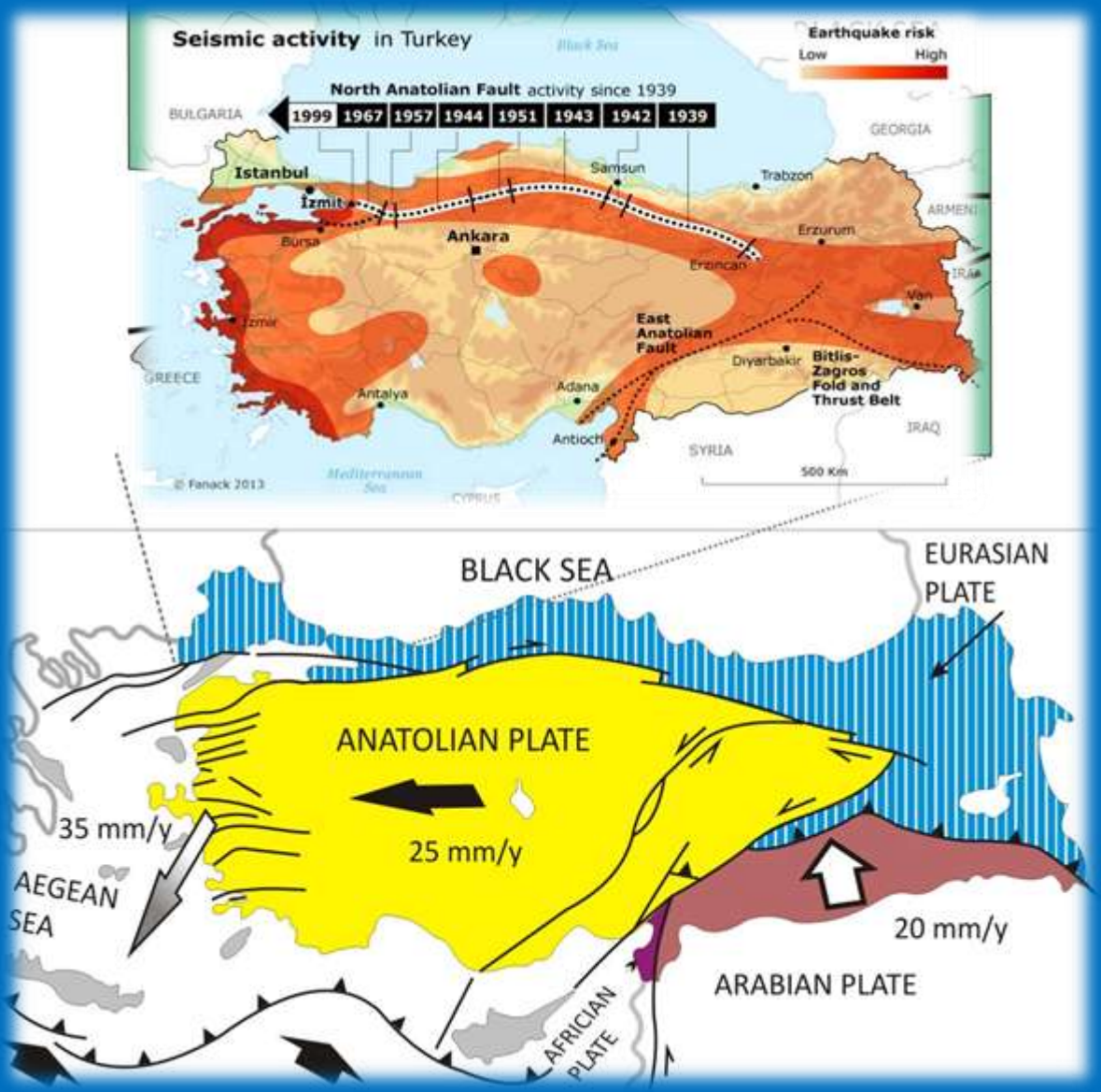
ARABIAN PLATE

AFRICIAN PLATE





Marmara Denizi ve Kuzey Anadolu Fayı

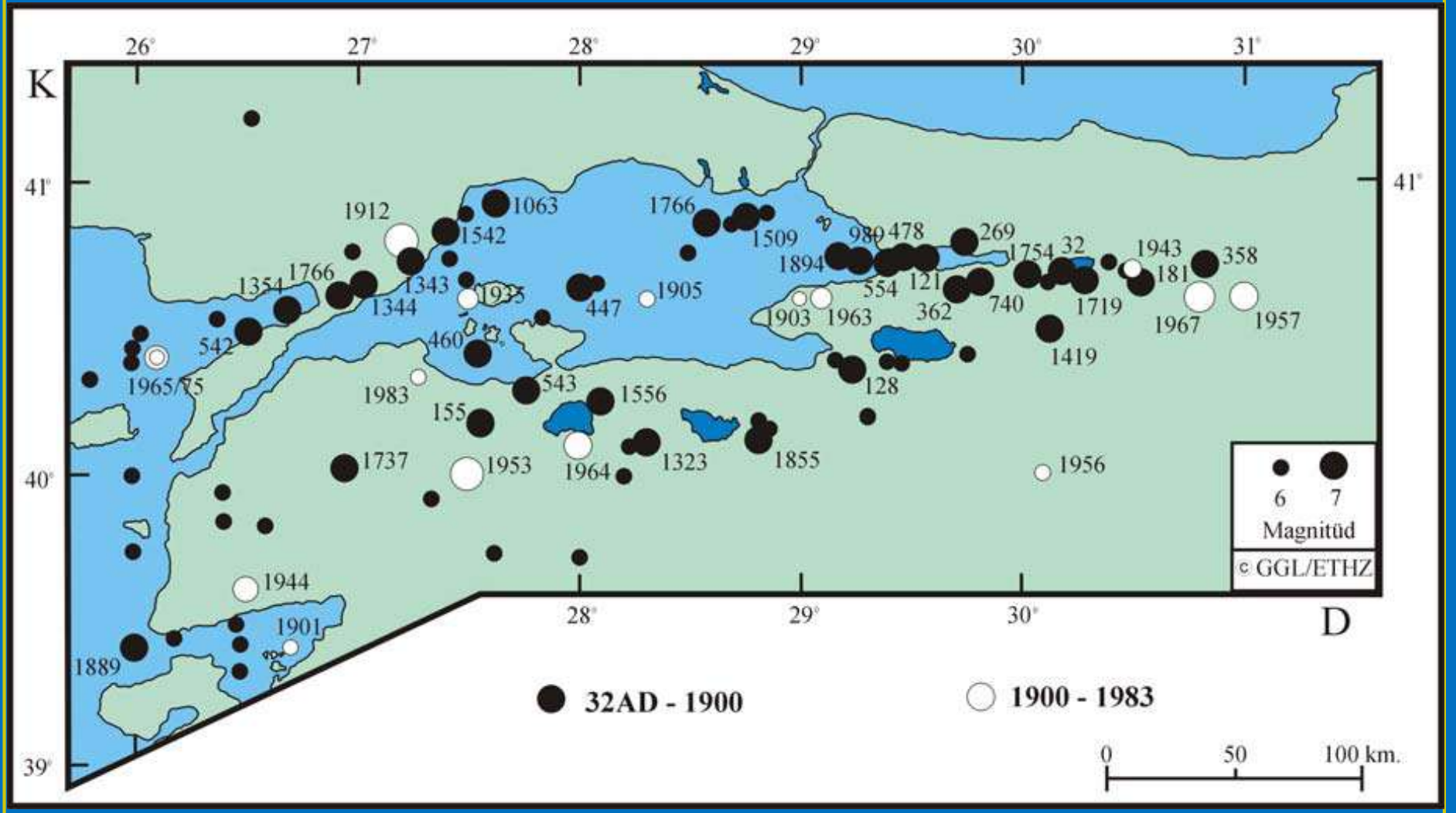


Marmara Denizi Fayları



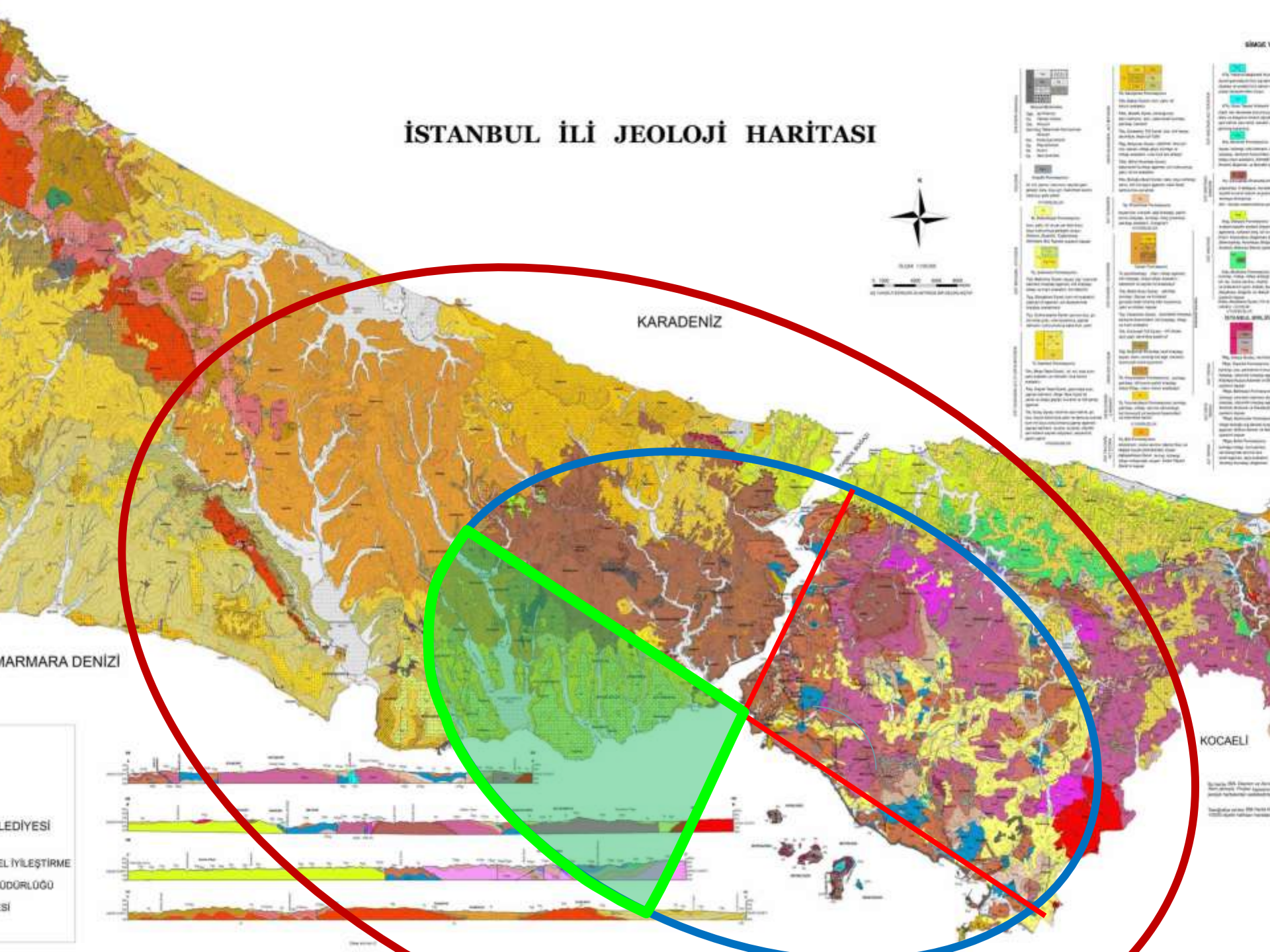


Marmara Bölgesi Depremleri



Ambraseys, N.N., and Finkel, C.F., 1990

İSTANBUL İLİ JEOLOJİ HARİTASI



Türkiye'deki Son Depremlerin Yol Açtığı Kayıplar

Yer	Tarih	Büyüklük	Can Kaybı	Yaralı	Yıkık–Ağır Hasarlı	Ekon. Kayıp (milyon $)
Erzincan	13.03.1992	M6.7	650	3,850	6,702	750
Dinar	1.10.1995	Ms6.1	94	240	4,909	100
Çorum-Amasya	14.08.1996	M_L5.4	1	6	707	20
Adana-Ceyhan	27.06.1998	Mw6.2	145	1,600	9,847	500
Kocaeli	17.08.1999	Mw7.4	17,480	43,953	66,441	13,000
Düzce	12.11.1999	M7.2	763	4,948	30,389	750
Çay-Afyon	3.02.2002	Mw6.3	42	327	4,634	70
Bingöl	1.03.2003	M_W6.4	177	520	6,675	135
Erzurum	25-28.03.2004	ML5.5	9	?	1280	?
Doğubeyazıt-Agrı	2.07.2004	M_L5.2	18	32	1000	?
Kovancılar-Elazığ	8.03.2010	M5.6/M5.8	42	137	284	?
Erçiş-Van	23.11.2011	M_L6.7	601	2000	6800	1500
Gökova-Muğla	21.08.2017	Mw6.6	2	az	az	?
TOPLAM			19,357	57,444	139,668	16,735

13 Mart 1992 Erzincan Depremi













1 Mart 2003 Bingöl depremi

Çeltiksuyu İlköğretim Okulu Yurt Binası hasarları

13 Kasım Düzce Depremi



Efteni Gölü kenarındaki yer kırıkları


13 Kasım Düzce
Depremi
Bolu Dağı Viyadükleri


13 Kasım Düzce
Depremi
Bolu Dağı Heyelanı


3 Şubat 2002
Çay (Afyon) Depremi

1 Ekim 1995
Dinar (Afyon) Depremi



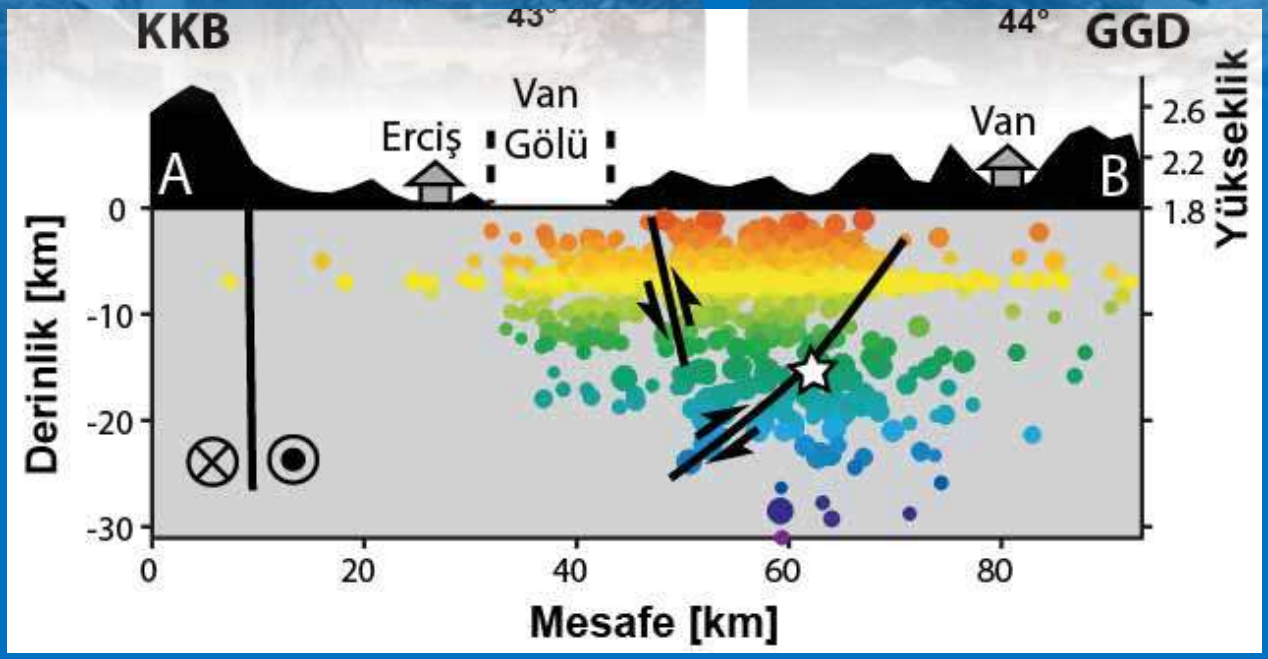
1 Mart 2003 Bingöl Depremi



23 Ekim 2011 Van, Erçiş Depremi







21 Temmuz 2017 Bodrum Depremi (Mw6.6)

Gökova körfezi içindeki fayın kırılmasıyla oluşan M6.6 büyüklğündeki depremde 2 kişi hayatını kaybetti. Zayıf bir tsunami oluştu. Az sayıda yaralı ve yapısal hasar meydana geldi



Kos, Defterdar Cami



Bodrum, tsunami izleri



Kos, İşyeri hasarı



Bodrum, bina hasarı

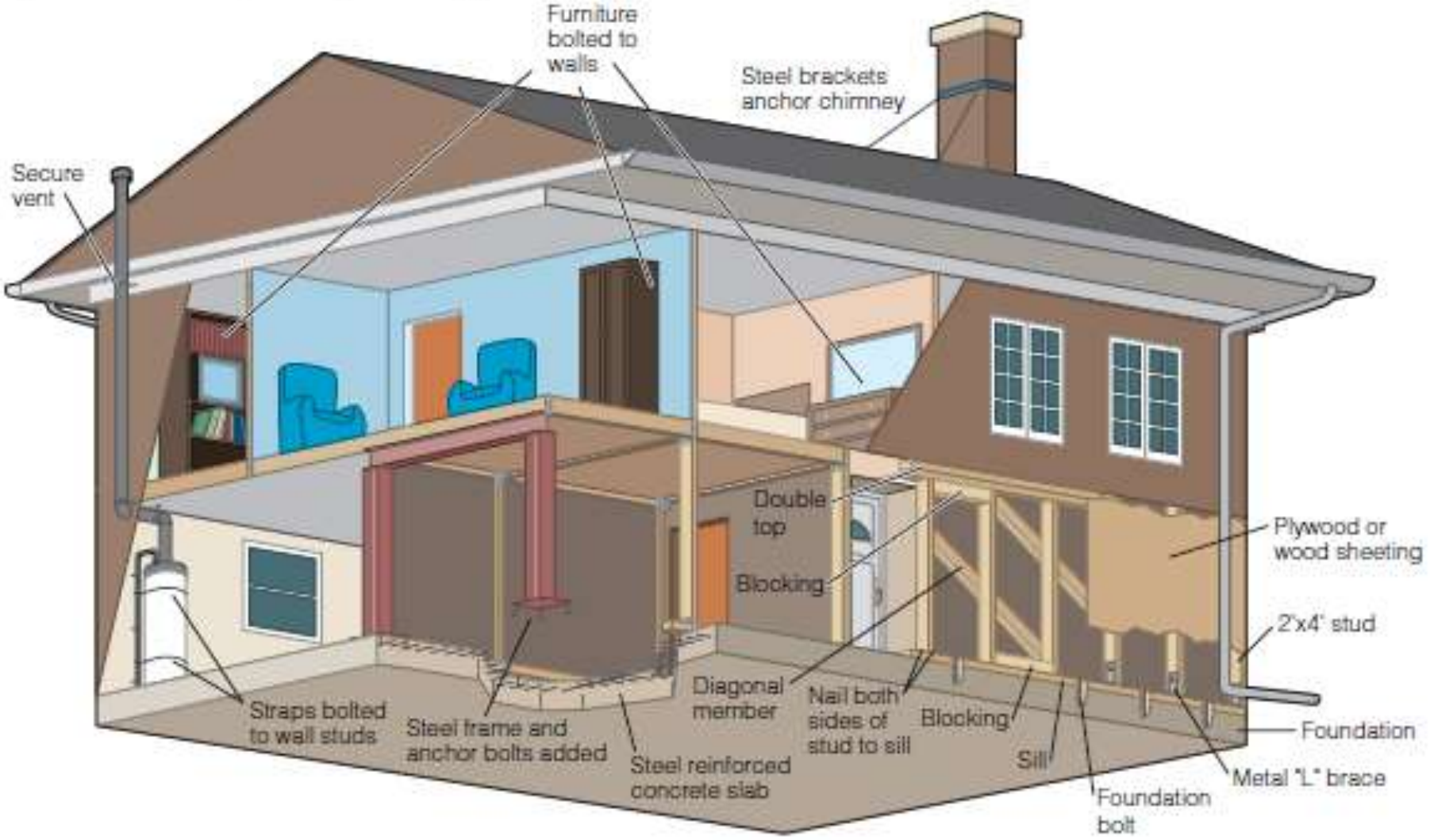
DEPREMLERDE YAPILACAKLAR

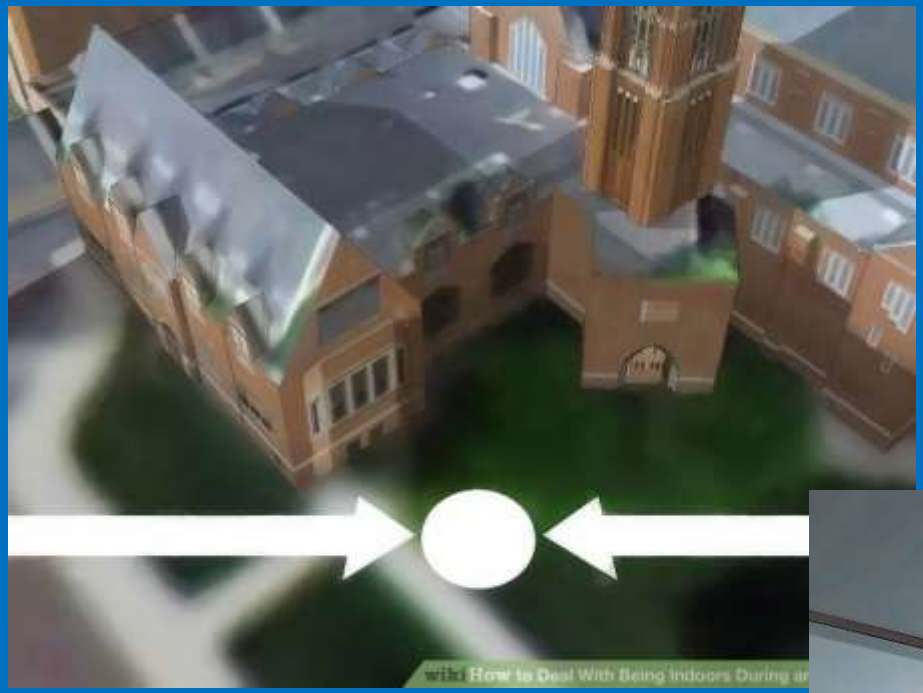
- *Kriz yönetimi yerine, Risk Yönetimi*
- *Yetkililer ve vatandaşlar ne yapmalıdır*
- *Evde, işte, okulda, sokakta ve tatilde ne yaparız?*
- *Depreme nerede yakalanacağız?*
  - ✓ *Evde,*
  - ✓ *sokakta,*
  - ✓ *okulda,*
  - ✓ *hastanede,*
  - ✓ *spor alanlarında,*
  - ✓ *ibadet alanlarında,*
  - ✓ *tünelde,*
  - ✓ *araçlarda,*
  - ✓ *denizde*

Yapıların güçlendirilmesi

Figure 1

This illustration shows some of the things a homeowner can do to reduce damage to a building because of ground shaking during an earthquake. Notice that the structure must be solidly attached to its foundation, and bracing the walls helps prevent damage from horizontal motion.





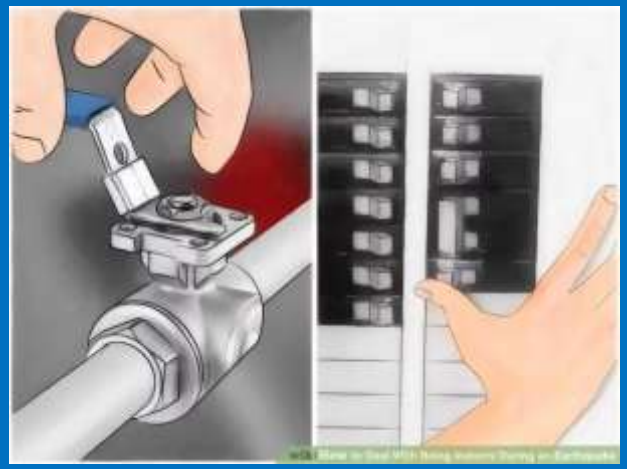
Toplanma yeri – Bina içlerinin düzenlenmesi



Deprem Sırasında Bina içleri













Depremden Korunma







Okulların deprem güvenliği sorunları

1) Okul alanının deprem tehlike değerlendirmesi (1. derece deprem bölgesinde olması gibi)
2) Okulun yerel zemin koşulları (alüvyon zeminde ya da deniz kenarında olması gibi)
3) Bina tipolojisi (sınıf, laboratuar, spor salonu, yurt vb)
4) Bu binaların deprem maksimum şiddetine karşı zarar görebilirliği
5) Okulun öğrenci sayısı ve deprem olduğunda çocukların verilecek temel bilgiler
6) Okul yeri –yönetmeliklere- uygun olarak seçilmiş midir?
7) Binada güçlendirme yapılmış mıdır? Güçlendirme yönetmeliklere uygun mudur?
8) Yeni okul binaları hangi deneyim ve malzemeyle depreme güvenli hale getirilmiştir.
9) Binaların yatay ve düşey planlarını açıklayan kılavuzlar
10) İyi bir binanın nasıl inşa edilebileceğine ilişkin kılavuz
11) Okul binasının zaman içinde eskimesi, yıpranması dikkate alınması
12) Depremin çeşitli evrelerinde öğretmen ve öğrencilerin yapması ve kesinlikle yapmaması gerekenler davranışlar
13) Bilinçlendirme alıştırmaları ve teknoloji kullanarak güvenli topluma odaklanmak
14) Binaları güçlendirmek ya da yeni binalar inşa etmek için gerekli fonu yaratma çabaları
15) Deprem sonrası okul içindekilerinin nasıl uzaklaştırılacağının belirlenmesi
16) Çocukların ve öğretmenlerin okuldan kolayca ve emin bir biçimde uzaklaşabilmesi için okula ulaşımın yolunun açık tutulması

Kaynak : *Consultation Report on field survey of Natural Disasters 2002*

Yapısal Zarar Azaltma

Depreme karşı binaları güçlendirme



Yapısal Olmayan Riskler





Sabitlenmemiş dolaplar

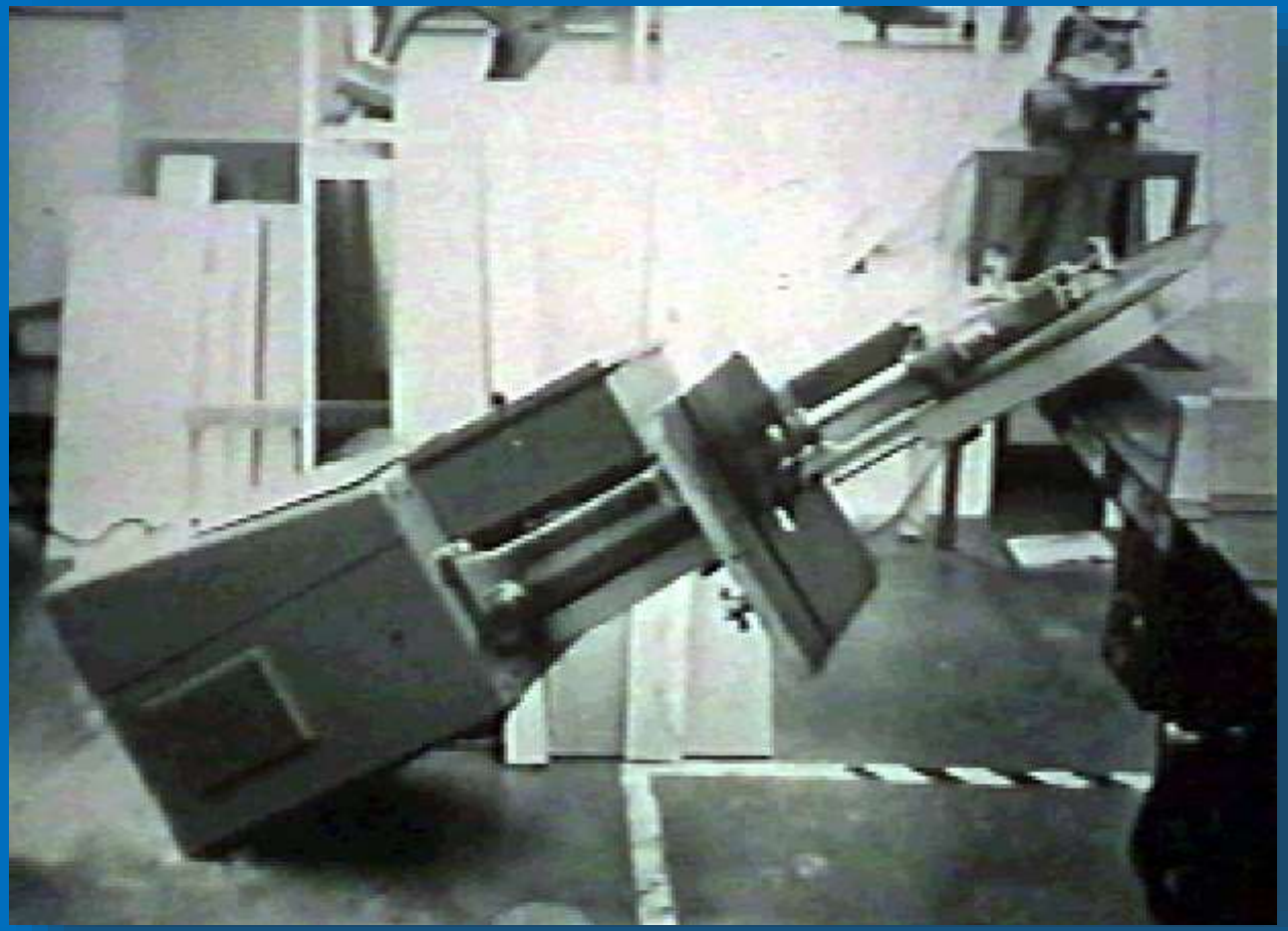
Güvenli Olmayan Raf Sistemleri ve Düzensiz Depolar



Kimyasallar

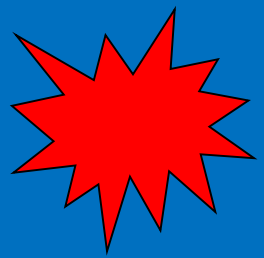


İş Makinelerini Sabitleyin



Hazırlık

- Hemen gelecekteki faaliyeti düşünün!
- Her zaman hazırlıklı olun!
- Depremden sonra kitapçıkları ve planları okumaya vaktinizin olacağını düşünmeyin!



0 saniye

- **Binalar**
- **Eşyalar**



3 saniye

- **Kendinizi koruyun!..**



3 dakika

- Kendinizi ve etrafınızdakileri kontrol edin
- Ufak yangınları söndürün
- Artçı şoklara için hazırlanın



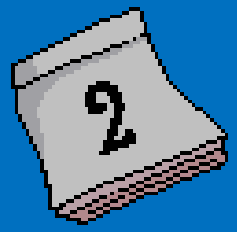
30 dakika

- Gerekirse güvenli yerlere tahliye edin
- Gerekli bütün temasları yapın durumu rapor etmek için hızlı mesaj görüşmeleri yapın
- Mevcut iletişim yöntemlerini belirleyin
- Kimlere erişebileceğinizi belirleyin
- Aileler ve komşular arasında ilk arama ve kurtarma



3 saat

- Yerel yönetimler ve yerel gruplar tarafından arama & kurtarma
- Komşu iller yardıma gelebilir
- TV kameraları sizi hedef alır!
- Ulusal müdahale başlar
- ...



3 gün

- Tam ölçek arama & kurtarma
- Ülke genelinde yardım
- Yabancı ekipler gelebilir
- “Afet Turistleri” gelebilir
- Uluslararası medya gelecektir
- Yönetim Eleştirilir
- Uykusuz Günler
- Kurtarma safhasından Yardım Safhasına geçiş



3 hafta

- **Rehabilitasyon & yeniden yapılandırma**
- **...**



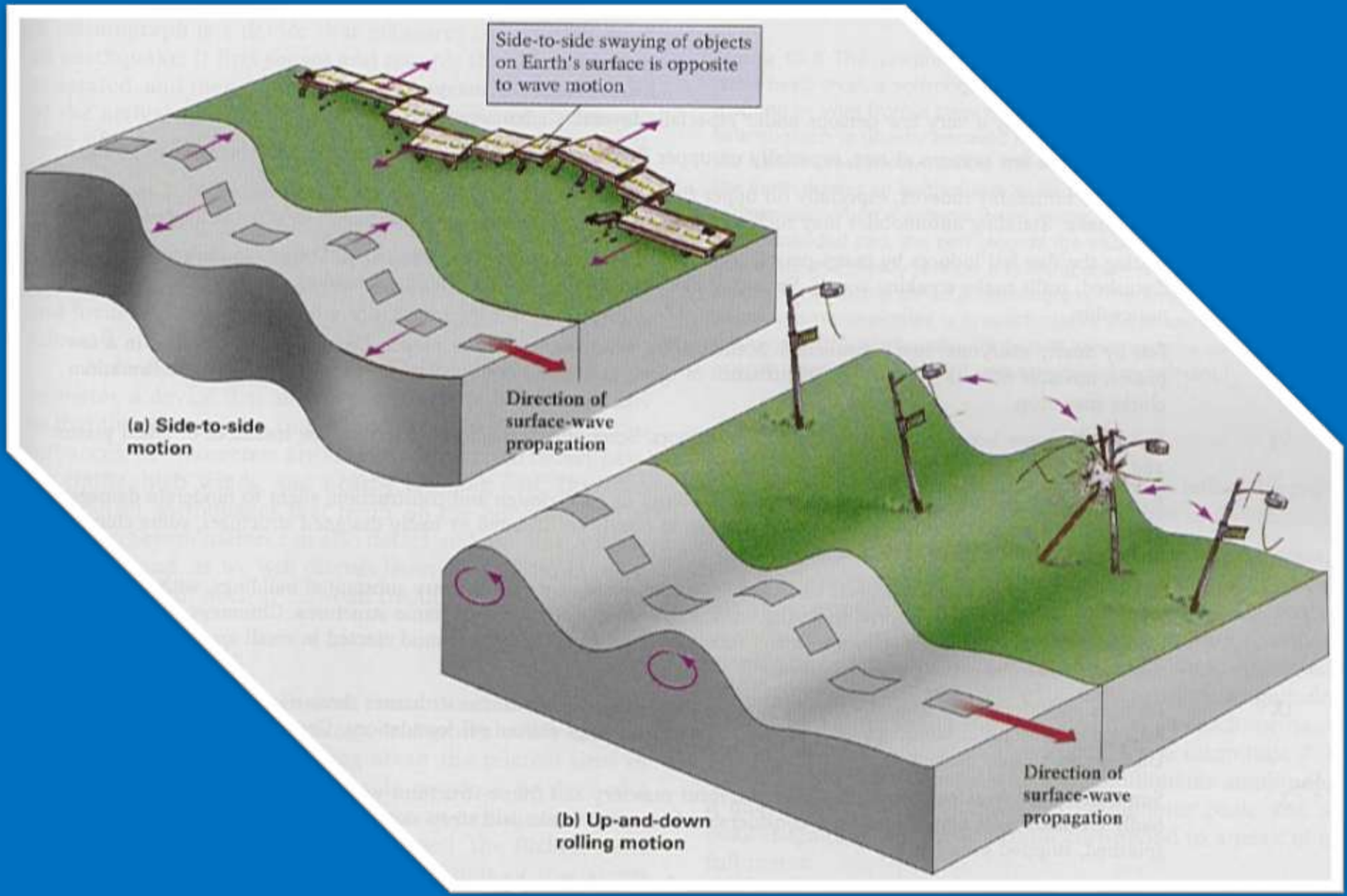
3 ay

- **Yeniden yapılandırma**
- **Medya unutur**
- **...**

Afetler Ne Kadar Doğaldır?



Ray Pudim, 2014


Side-to-side swaying of objects on Earth's surface is opposite to wave motion
(a) Side-to-side motion
Direction of surface-wave propagation
(b) Up-and-down rolling motion
Direction of surface-wave propagation