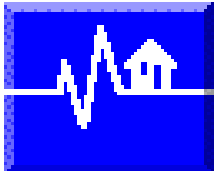


EĞİTİM FAKÜLTESİ

Fen Bilgisi Öğretmenliği

YER BİLİMİ DERSİ

Konu:
Litosferik
Hareketler
ve
Deprem

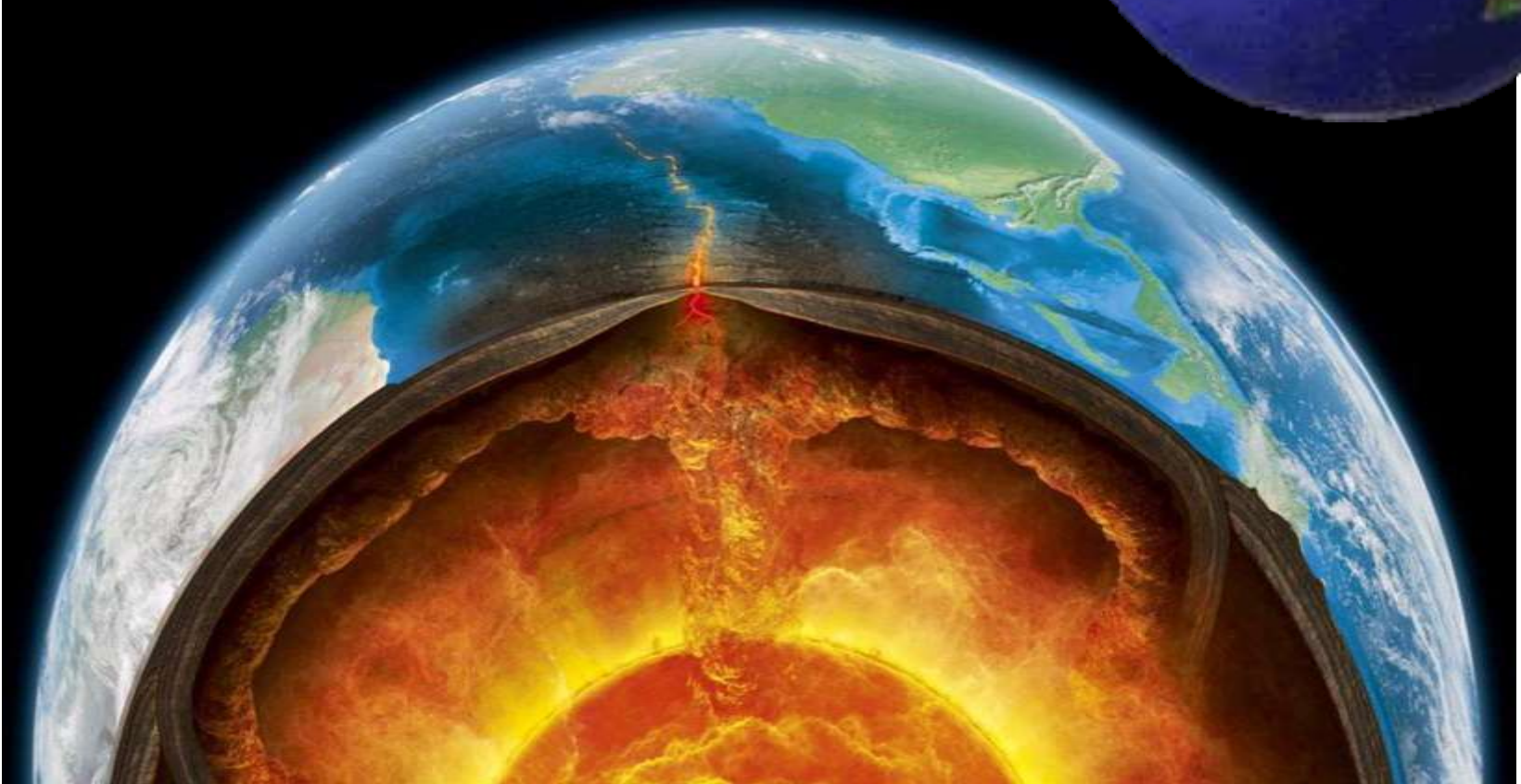


Prof. Dr. Şükrü ERSOY

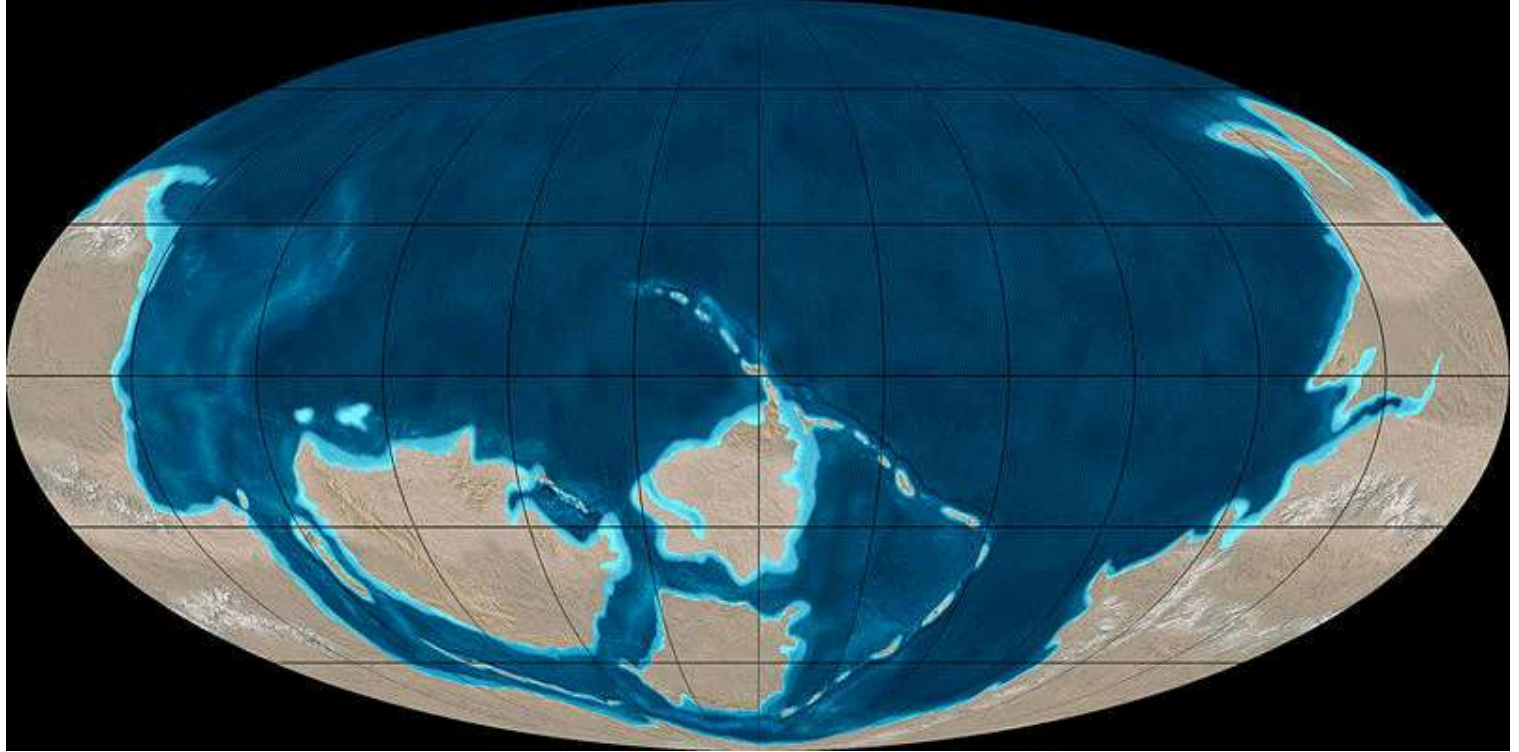
KONU BAŞLIKLARI

- Litosfer (taşküre) hareketleri
- Tektonik
- Kuvvet, Stres ve Yamulma (deformasyon?)
- Deprem nedir?
- Depremlerle ilgili tanımlar (merkez üssü, odak, cisim ve yüzey dalgaları, büyüklük, şiddet, sismik büyütme, sıvılaşma, deprem modelleri,
- Deprem ve hayvanlar
- Depremin etkileri
- Faylar
- Dünya ve Türkiye Deprem Durumu

Yerin iç yapısı ve deprem

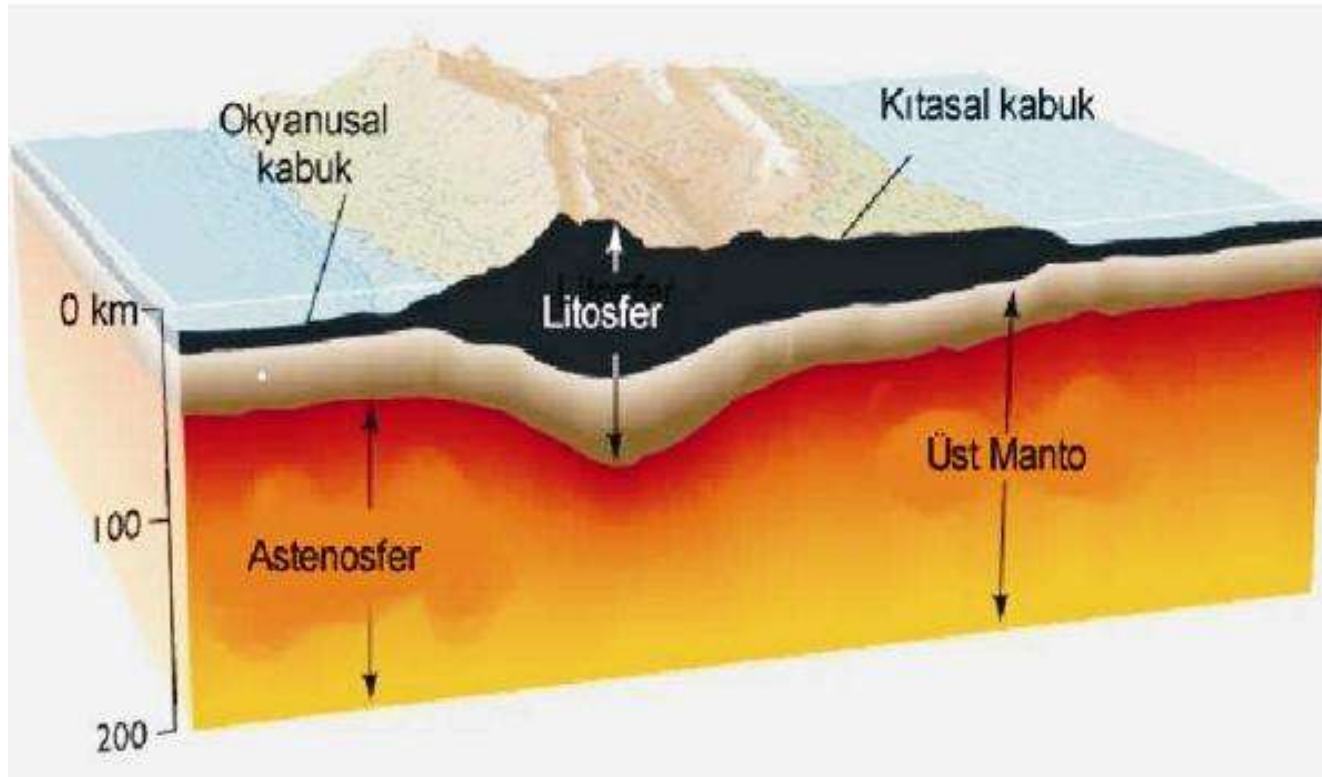


Yerin içindeki enerjiden kaynaklı olarak
kıtaları hareket eder



Kıtaların hareketi çoğunlukla
gözle göremeyecek kadar yavaşdır.

Litosferdeki hareketler çoğunlukla gözle göremeyecek kadar yavaştır. 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 litosfer bloklarının kırılmaları ve kaymaları sonucu açığa çıkan elastik deformasyon enerjisinin deprem dalgaları şeklinde titreşmesidir

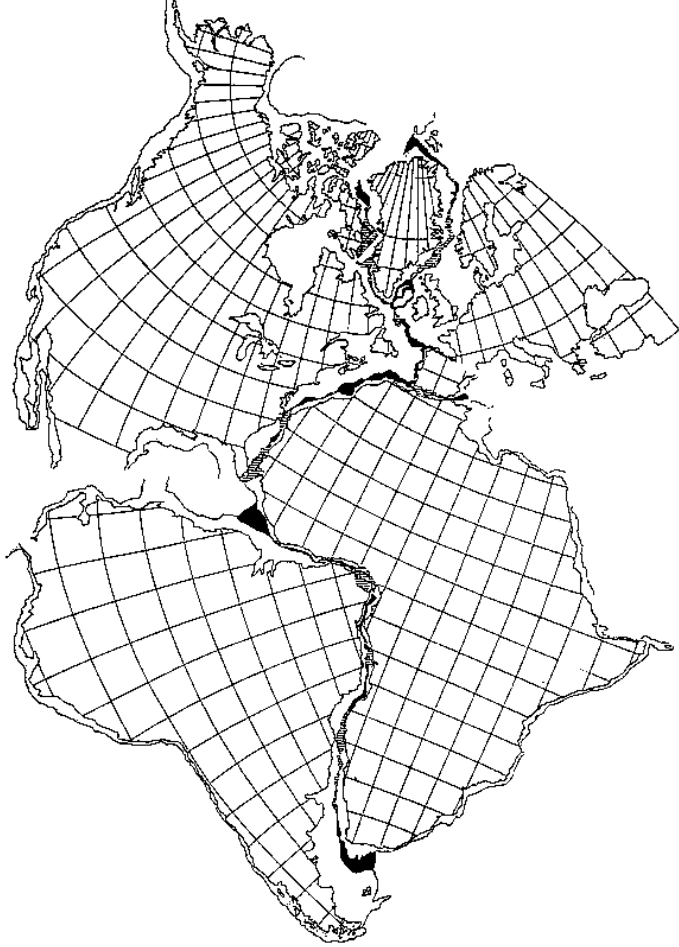
AKTİF TEKTONİK

İnsan topluluklarını içeren bir zaman ölçeğinde, yer kabuğu deformasyonlarını oluşturan tektonik işlemleri araştırır.

Geniş anlamda kıtaları oluşturan arazi şekillerinin ve yapıların zaman içindeki evrimini ifade eder.

Aktif tektoniğin uğraştığı zaman dilimi birkaç milyon yıldır.

KÜRESEL TEKTONİK



Okyanusal havzalar,
kıtalar ve dağlar
gibi yer şekilleri
üreten ve yer
kabuğunu deforme
eden yer içi
kuvvetlerin
oluşturduğu
işlemlere denir

KUVVETLER

- Çökel kayaçlar başlangıçta yatay olarak çökelir
- Kuvvetlere maruz kalırsa eğikleşir, faylanır ya da kıvrımlanır
- Kayaçlar gerilmelere (stres) maruz kalırsa deformasyona uğrar
- Bu gerilmeler yerin içindeki büyük kuvvetlerden doğar

KUVVET (FORCE)

Bir cisme itme ya da çekme kuvveti uygulandığında ivme kazandırır.

Vektöryel bir uzunluktur. Büyüklüğü ve doğrultu yönüyle tarif edilir. Birimi Newton (N) dur.

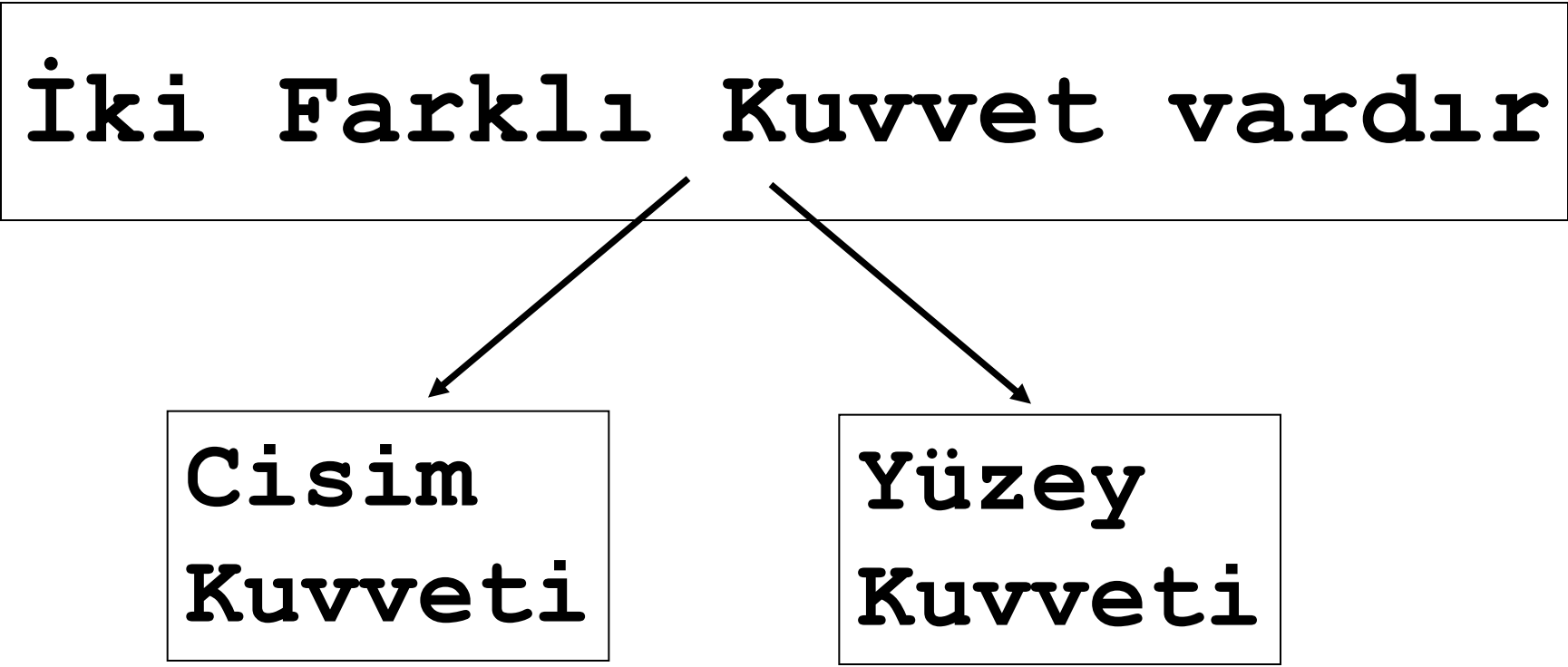
$$(F = m \cdot g)$$

Burada;

m = kütle (kg) ,

g = yerçekimi ivmesi (9.81m/sn^2)

İki Farklı Kuvvet vardır

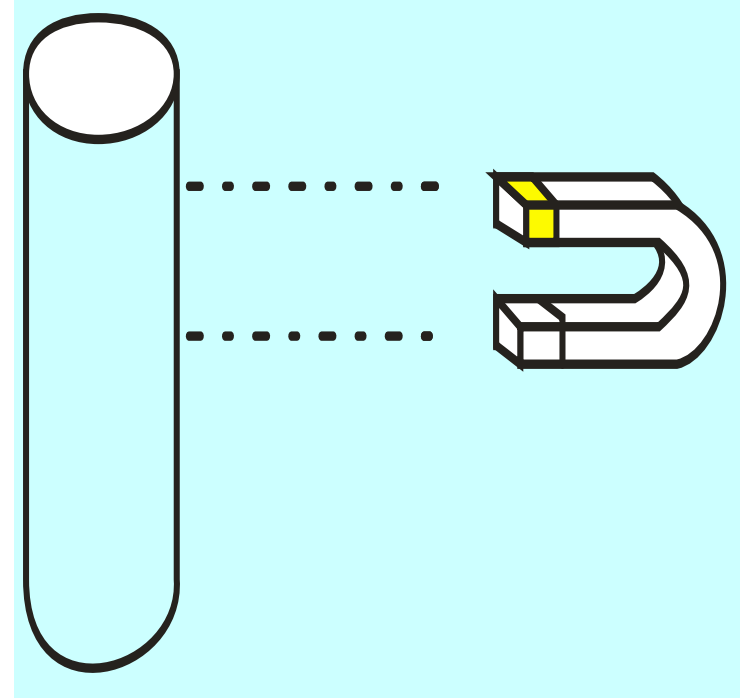
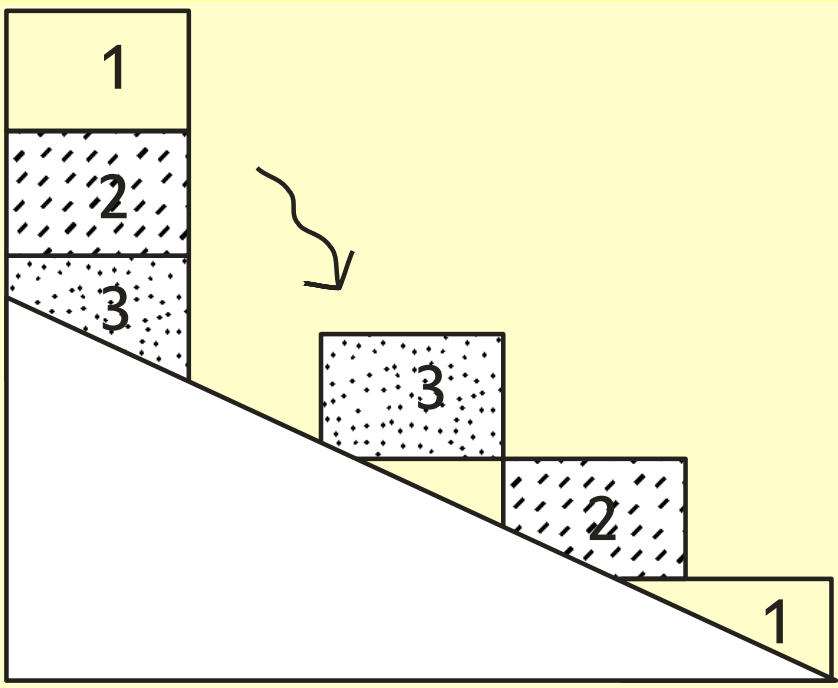


```
graph TD; A[İki Farklı Kuvvet vardır] --> B[Cisim Kuvveti]; A --> C[Yüzey Kuvveti];
```

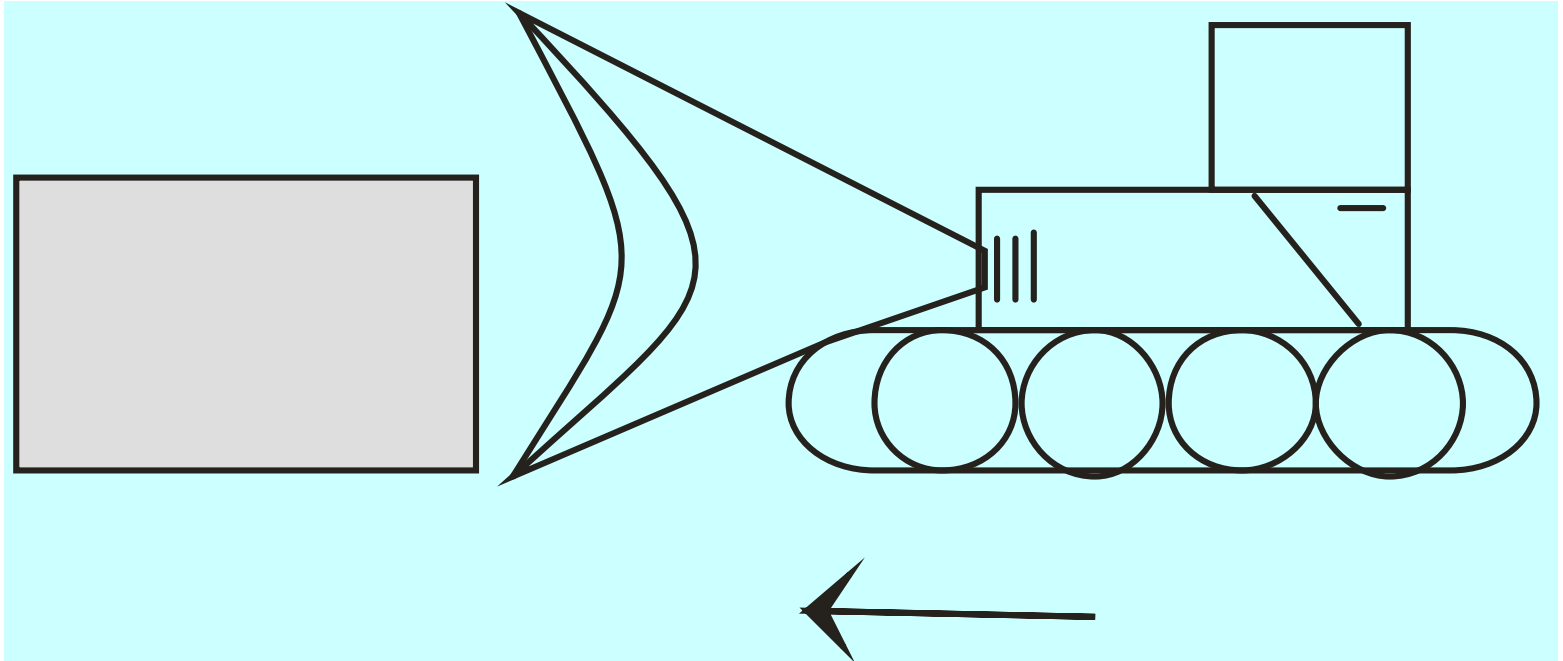
**Cisim
Kuvveti**

**Yüzey
Kuvveti**

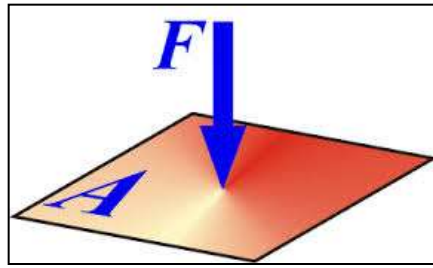
Cisim Kuvvetleri bir cismi belli uzaklıktan etkileyen kuvvetlerdir. Kuvvetin gücü etkileyen maddenin miktarına bağlıdır. *Sözgelimi*, yerçekimi ya da magnetizma gibi



Yüzey kuvveti, çekme ve itme kuvveti olarak bilinir.Çünkü değme yüzeylerinde etkin olurlar



STRES



Stres (σ) bir düzlem üzerinde birim alana (A) uygulanan kuvvet (F) olarak gösterilir. Birimi megapaskal-MPA normal(σ) ve makaslama (τ) stresleri olarak ikiye ayrılır

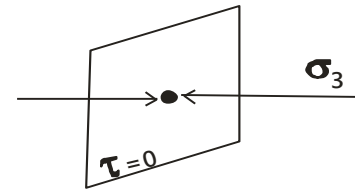
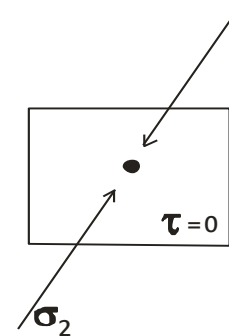
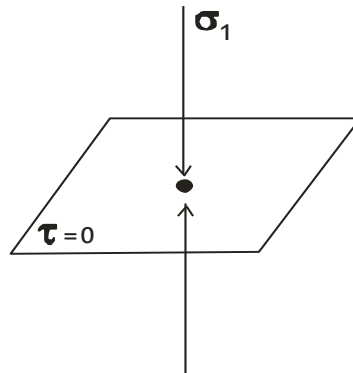
STRES= ALANA UYGULANAN KUVVET

ASIL STRESLER: $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$

$$\sigma_n = F_n / A$$

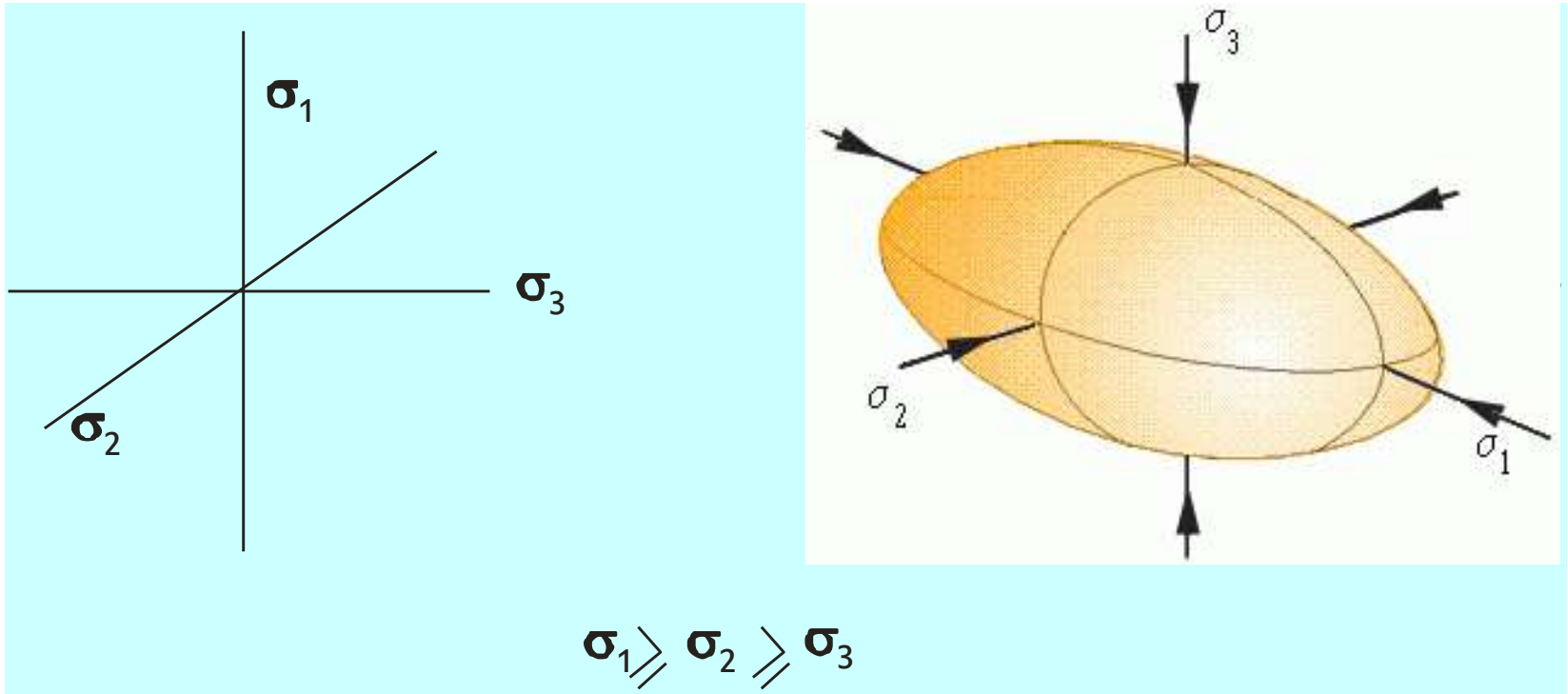
$$\tau = F_{\text{shear}} / A$$

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$$



ASIL DÜZLEMLER ÜZERİNDE MAKASLAMA STRESİ YOKTUR

Asıl Stresler Birbirine Diktir

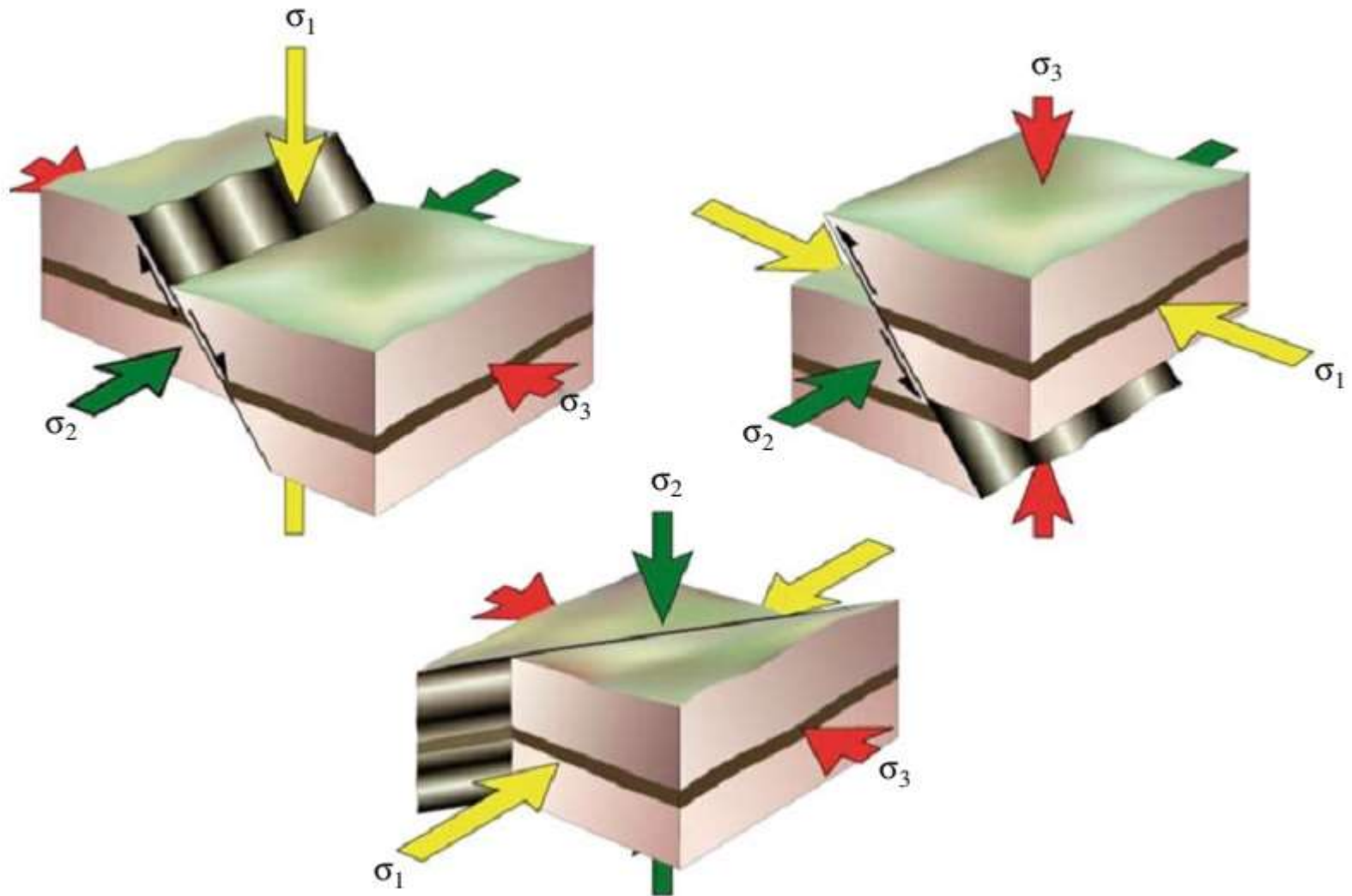


ASIL STRESLER

GENEL STRES BİRİMLERİ

	bar	Kbar	Pa	Mpa	kg/cm ²	psi
1 bar	1	10^{-3}	10^5	10^{-1}	0,981	14,5
1 kbar	10^3	1	10^8	10^2		
1Pa = 1N/m²	10^{-5}	10^{-8}	1	10^{-6}		
1 Mpa	10	10^{-2}	10^6	1		
1 kg/cm²	1,097				1	
1 psi	0,069					1

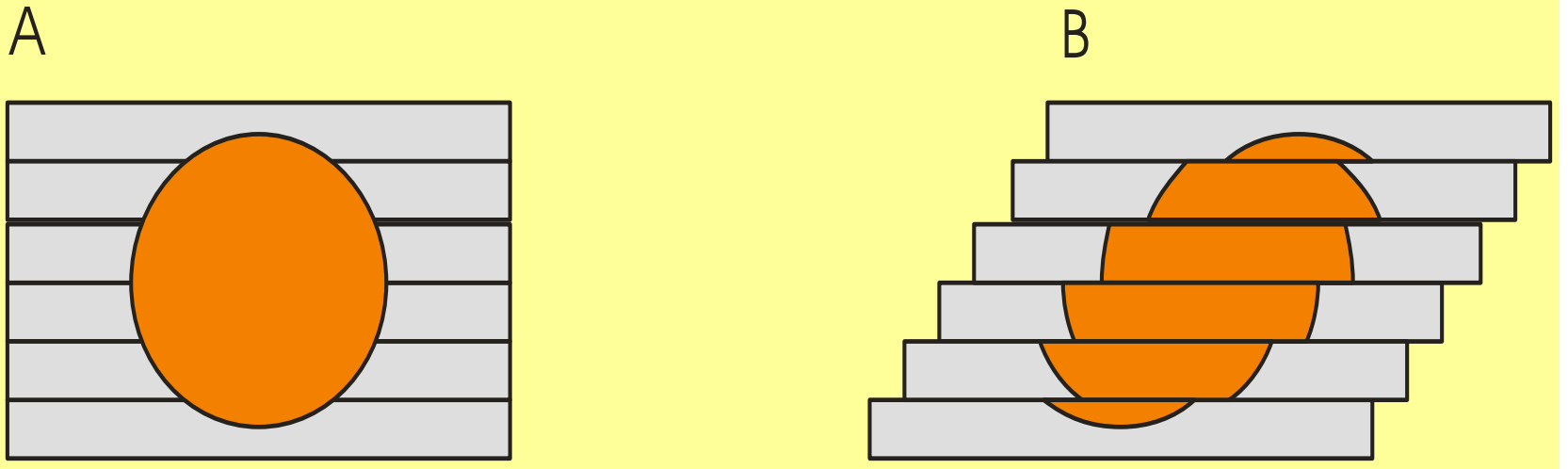
Asıl Stresler (Gerilmeler)



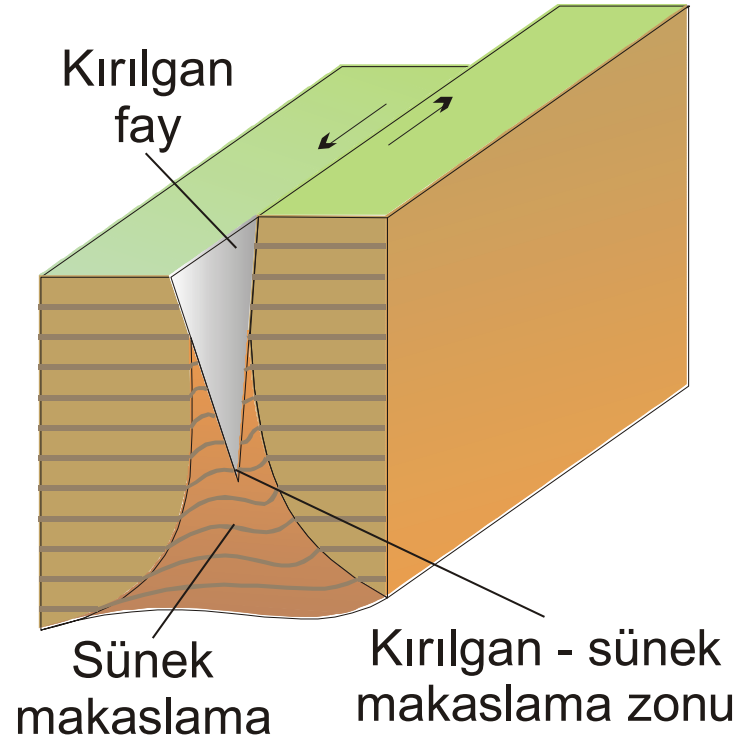
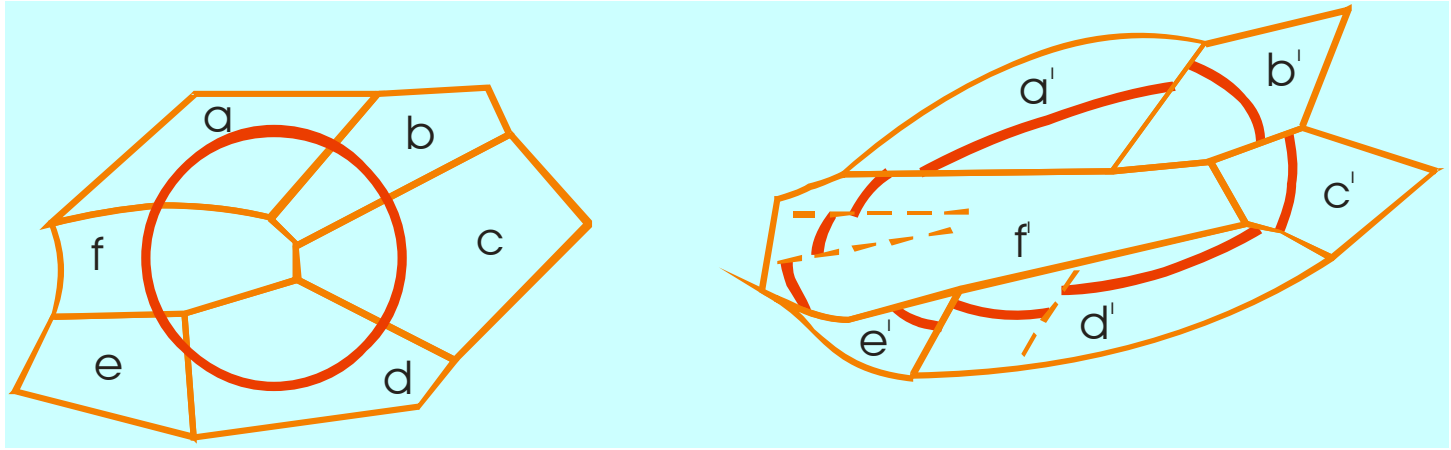
$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$$

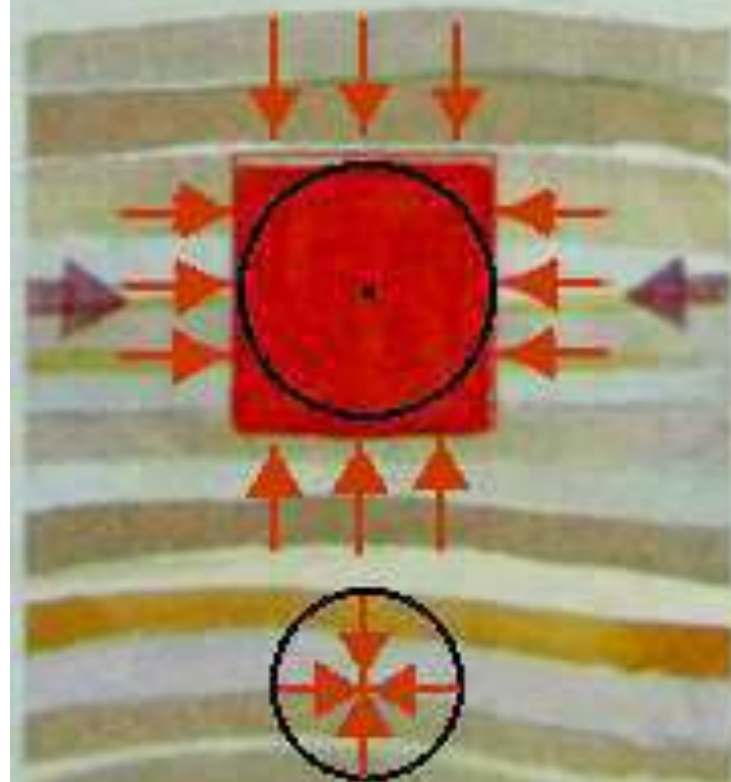
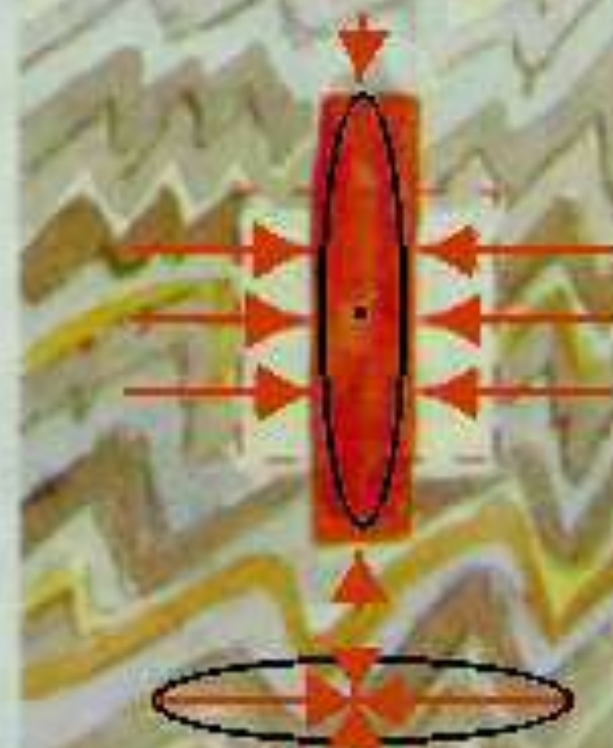
YAMULMA (STRAIN)

stres sonucu oluşan kopma ya da uzunluk ve hacimde meydana gelen deęiřimdir. Bir kütledeki noktaların pozisyonunun deęiřmesine öteleme (*displacement*) ve bunun sonucu meydana gelen řekil deęiřiklięine yamulma ya da deformasyon? (*strain*) denir.



YAMULMA (STRAIN)

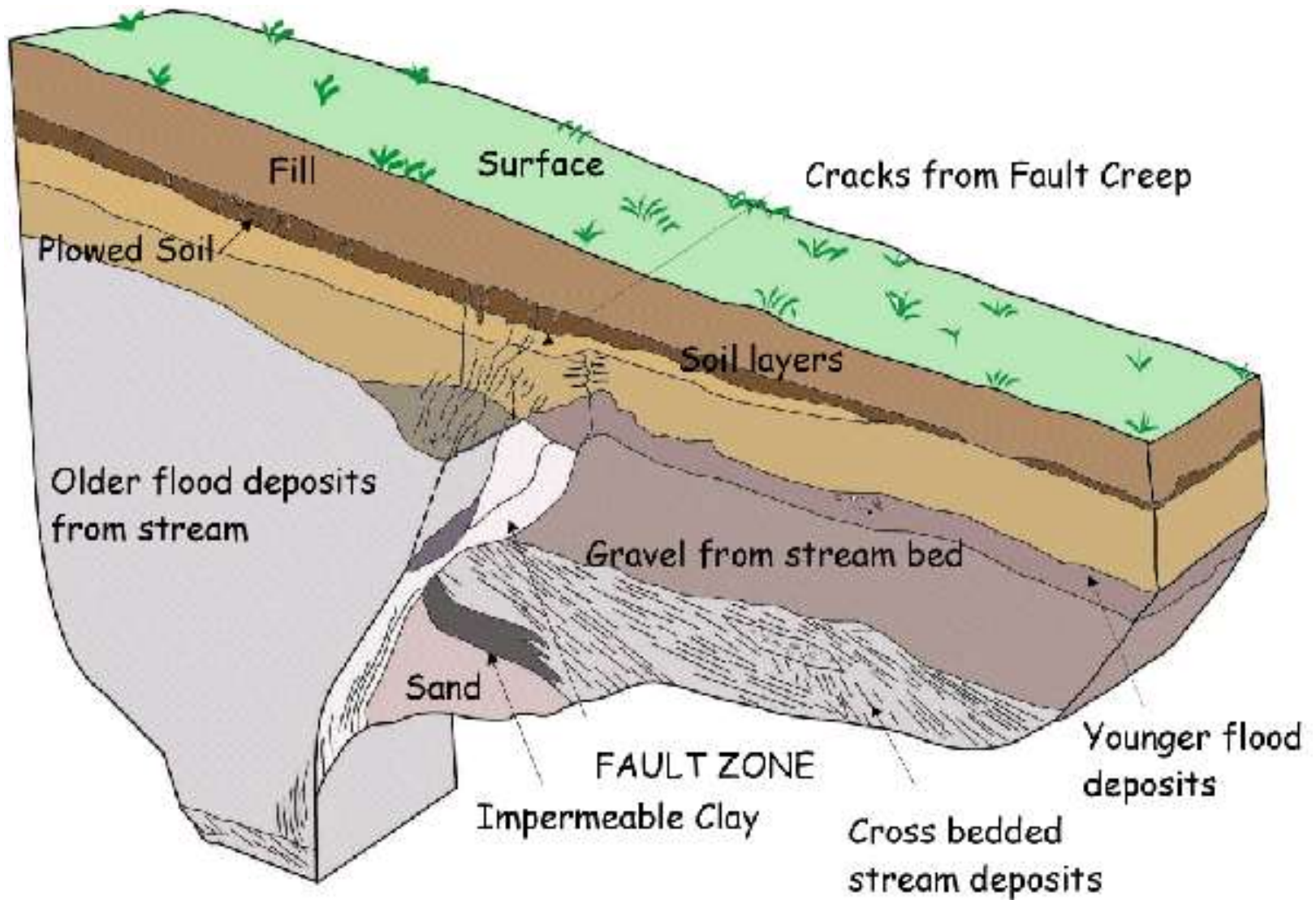


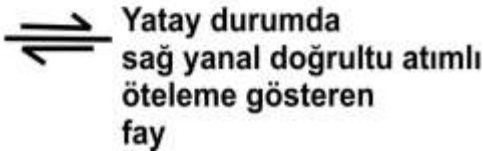
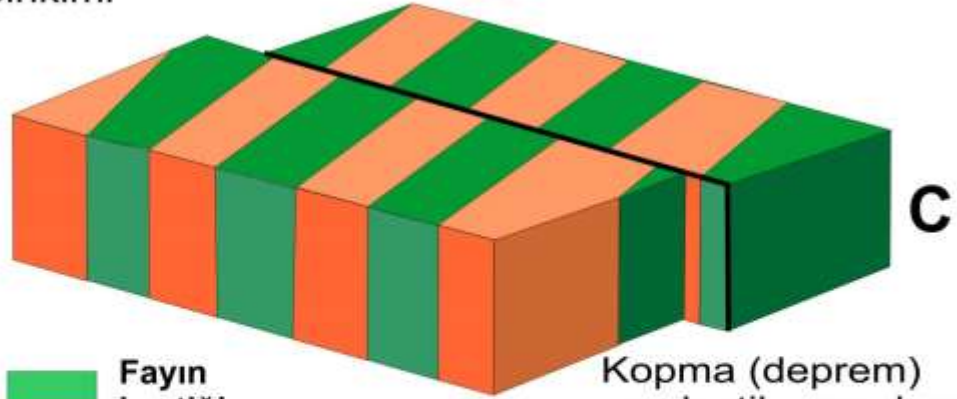
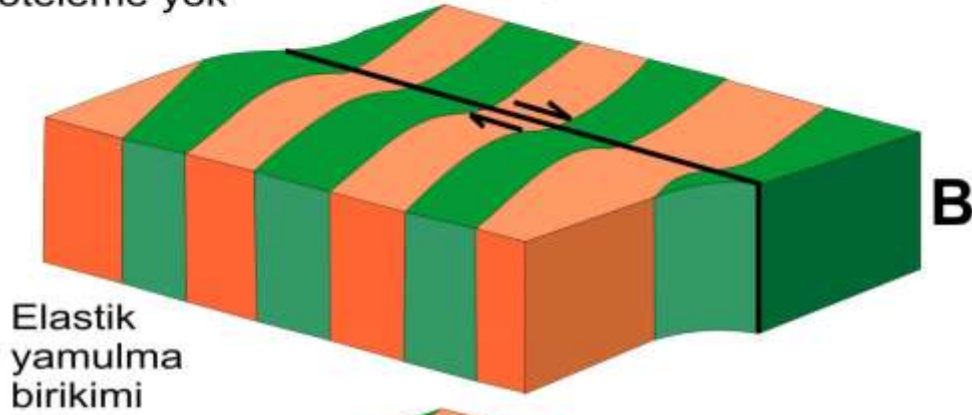
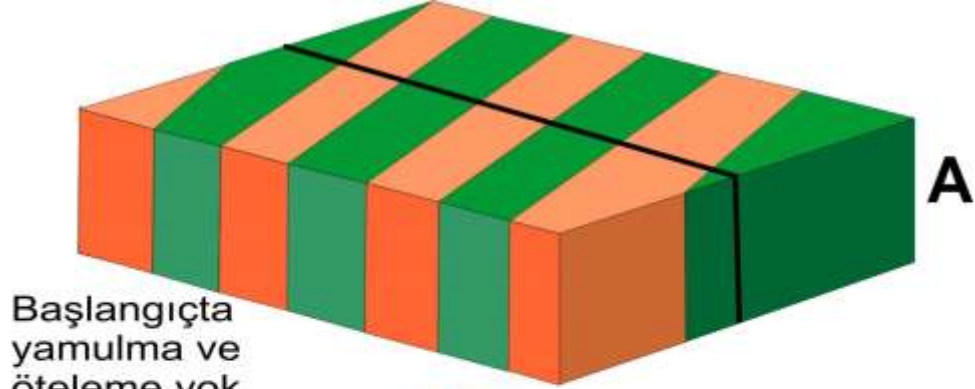
A**B**

Yer Kabuğunun Kırılması ve Faylar

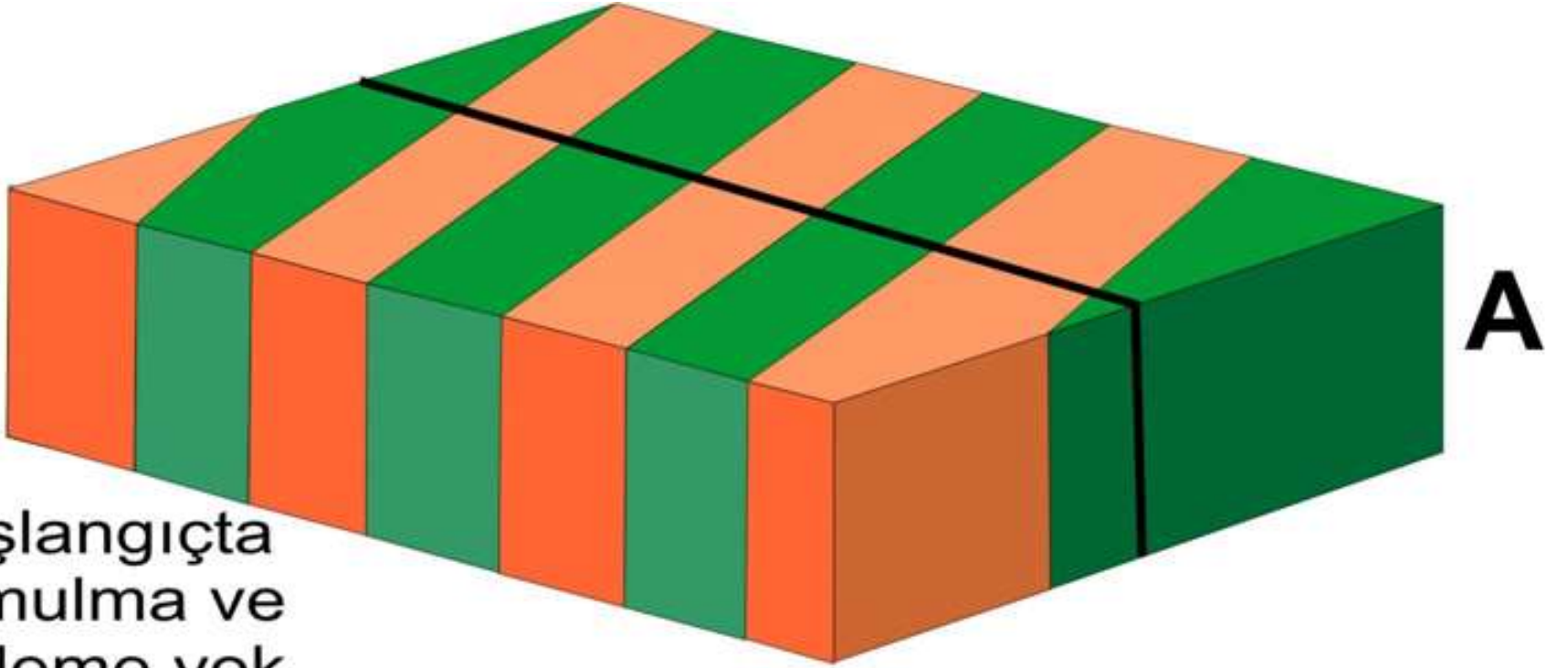


Krip

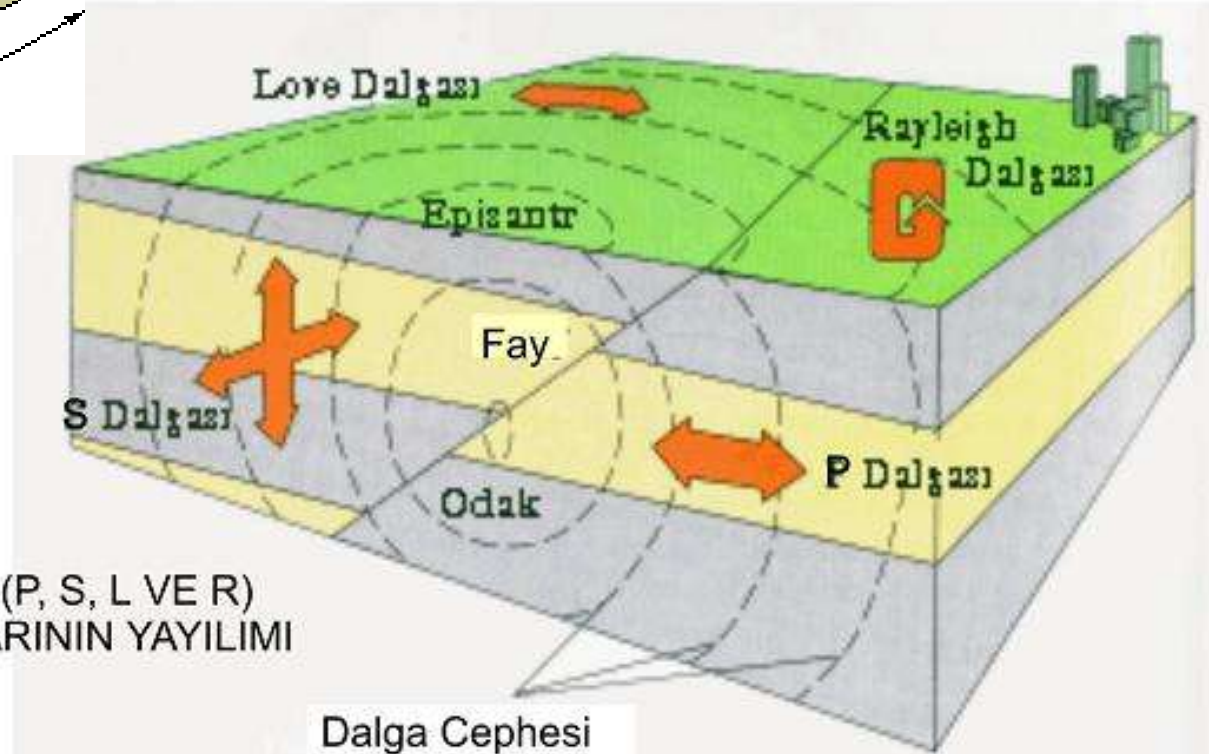
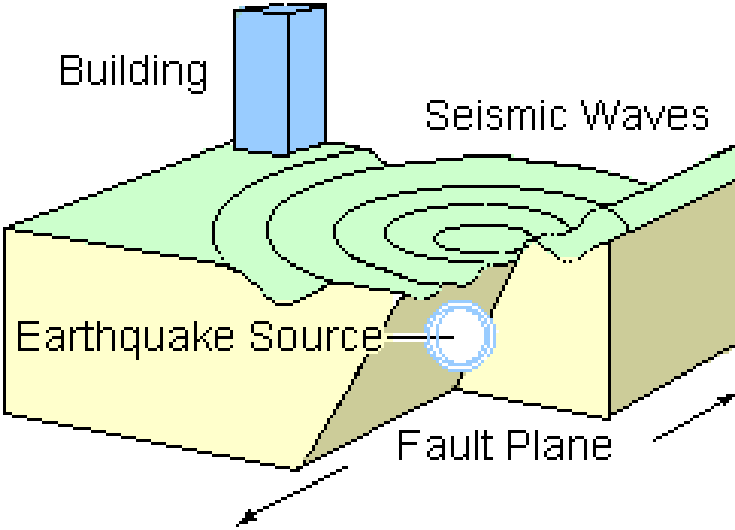




Başlangıçta
yamulma ve
öteleme yok

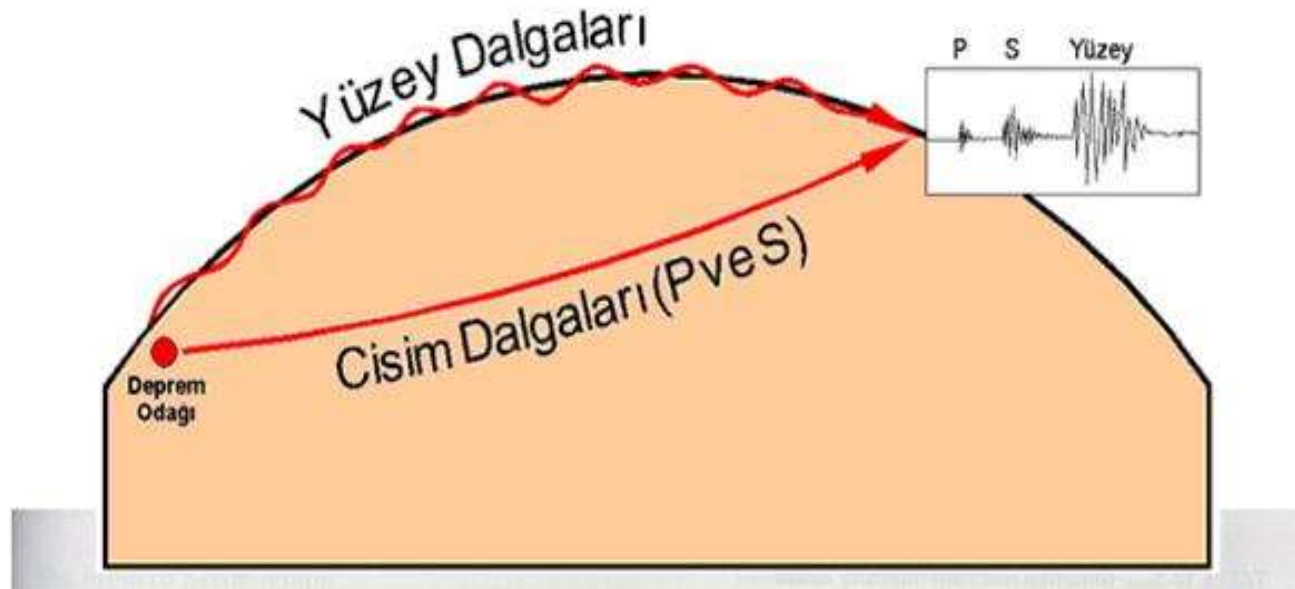


DEPREMİN ODAĞI VE MERKEZ ÜSSÜ



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

Sismik Dalgalar



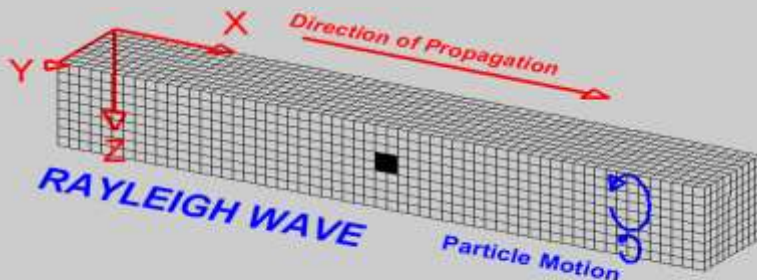
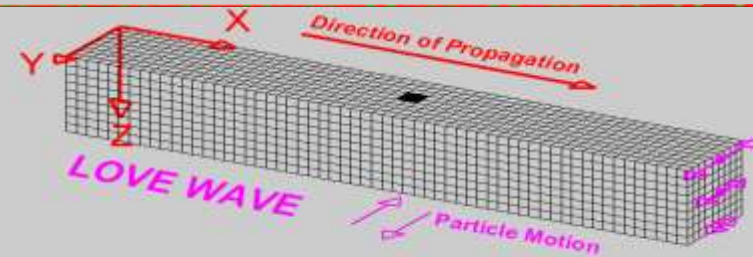
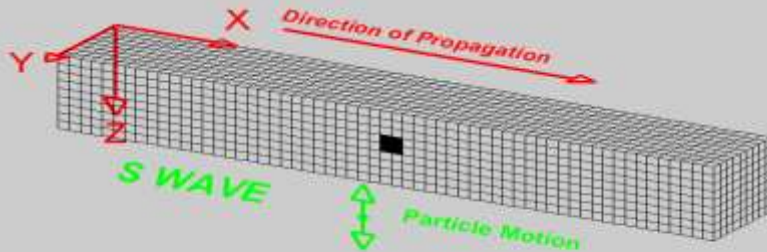
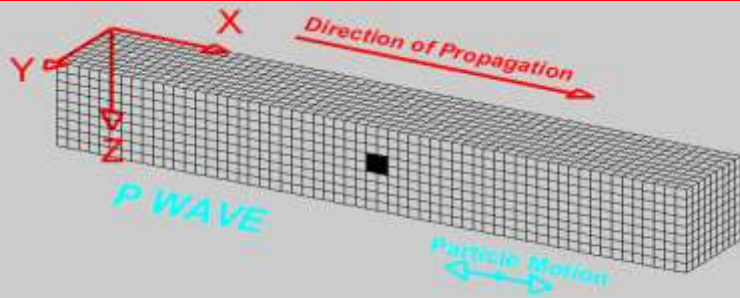
Cisim Dalgaları (P ve S dalgaları)

Frekansları 5- 20 Hz (Hertz)

Yüzey Dalgaları (L Dalgaları)

Frekansları 1 Hz'den küçüktür

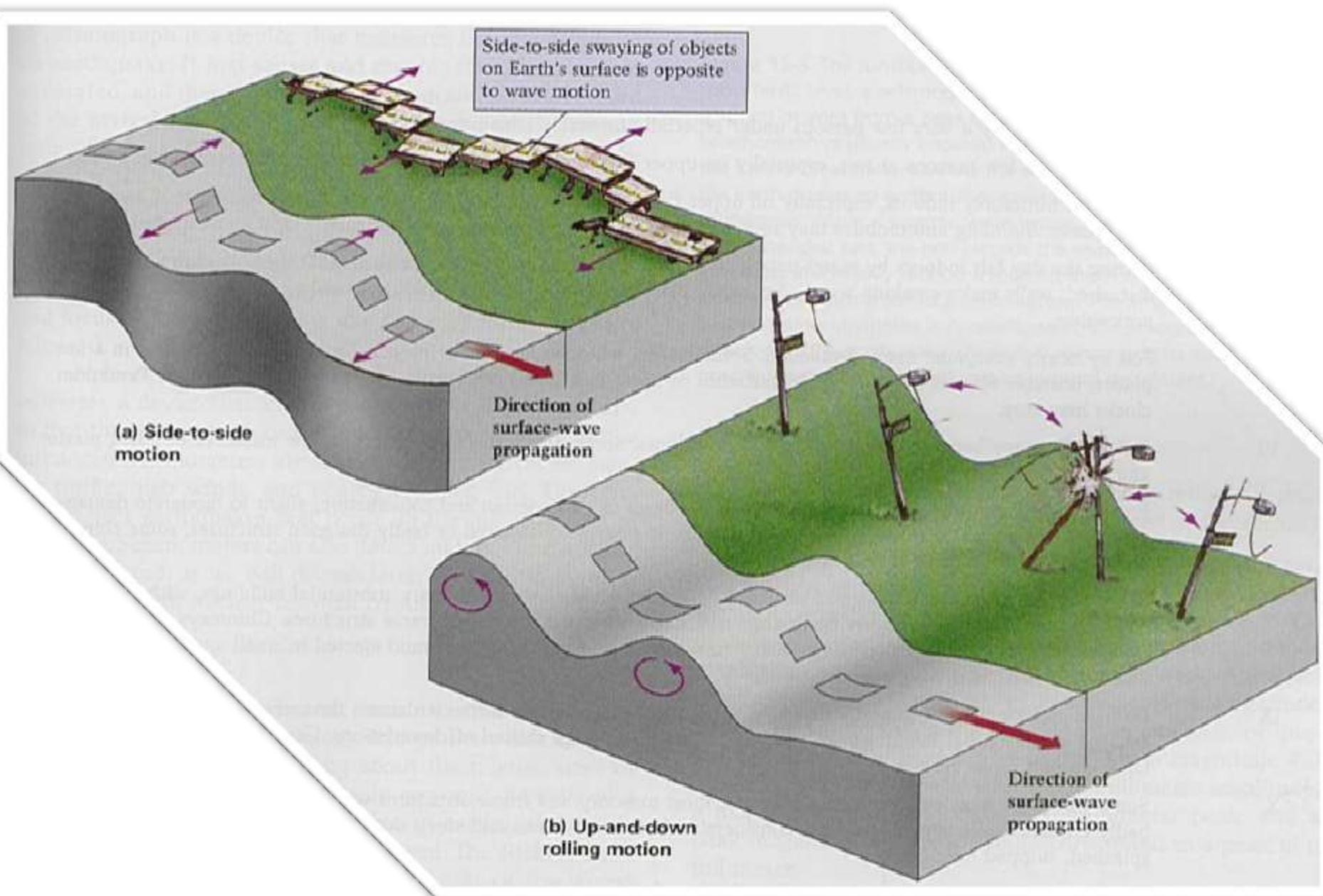
Periyot değerleri ise $F=1/T$ den bulunur



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

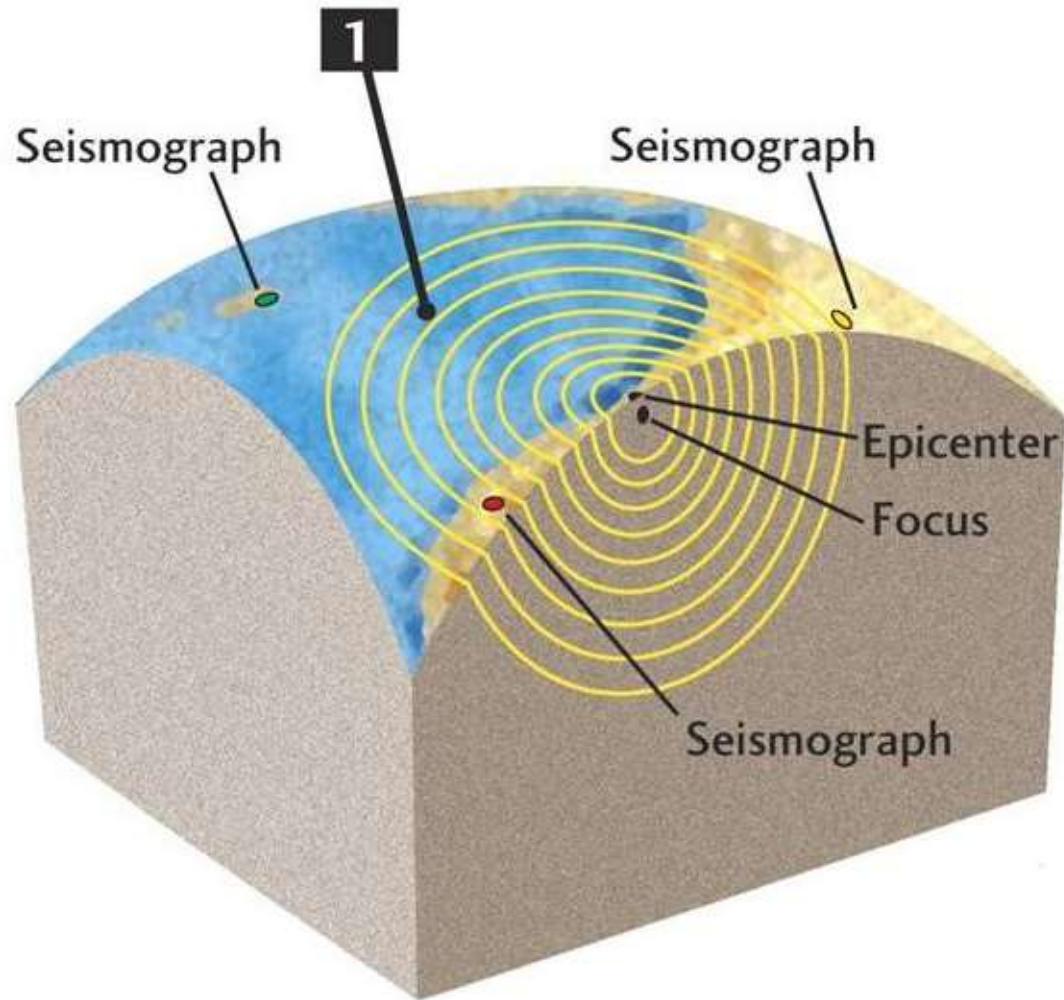
S-Dalgaları=İkincil=
Makaslama=kayma=Enine
dalgalardır. 3.5-4 km/sn
hızındadır

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

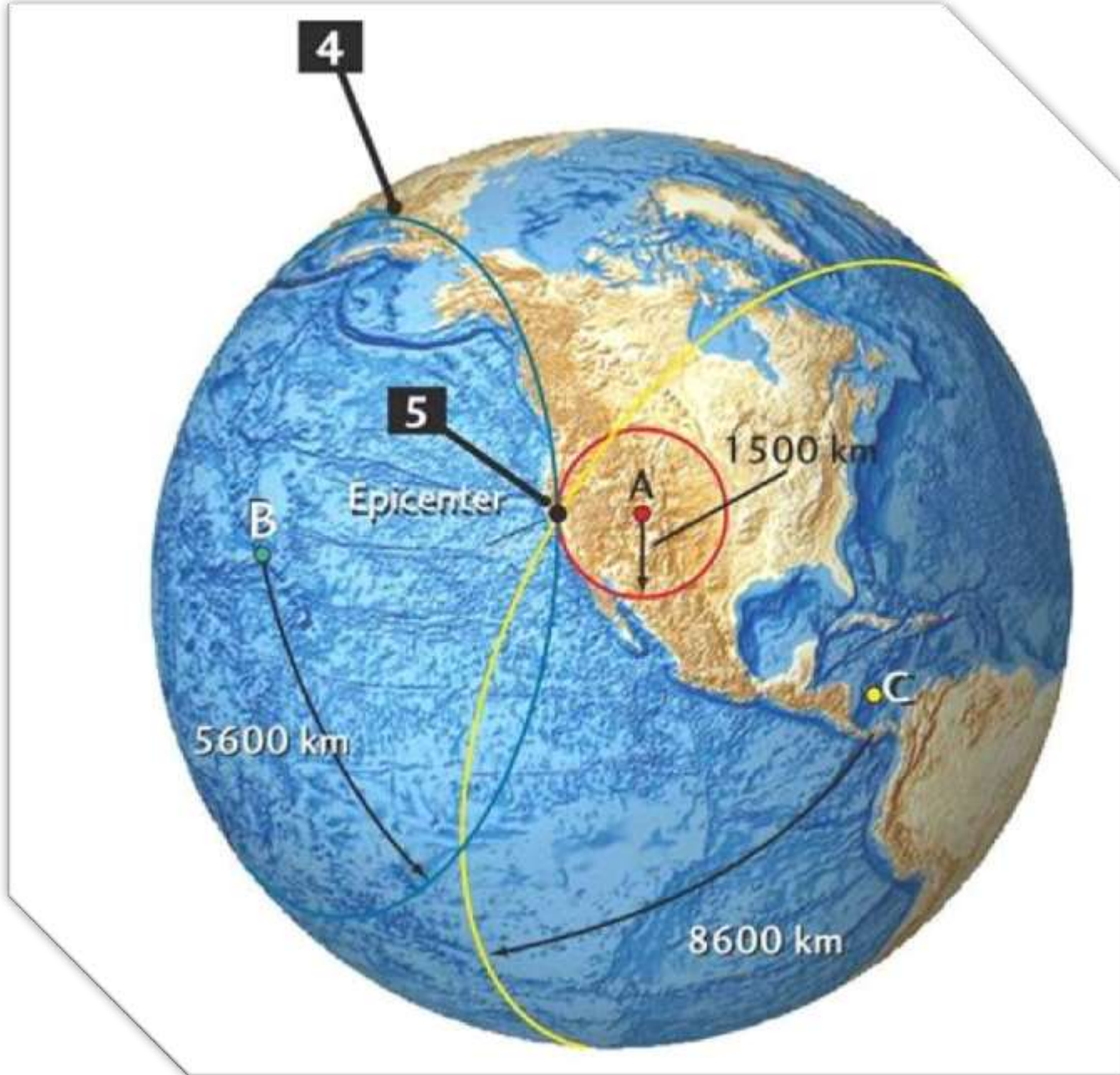


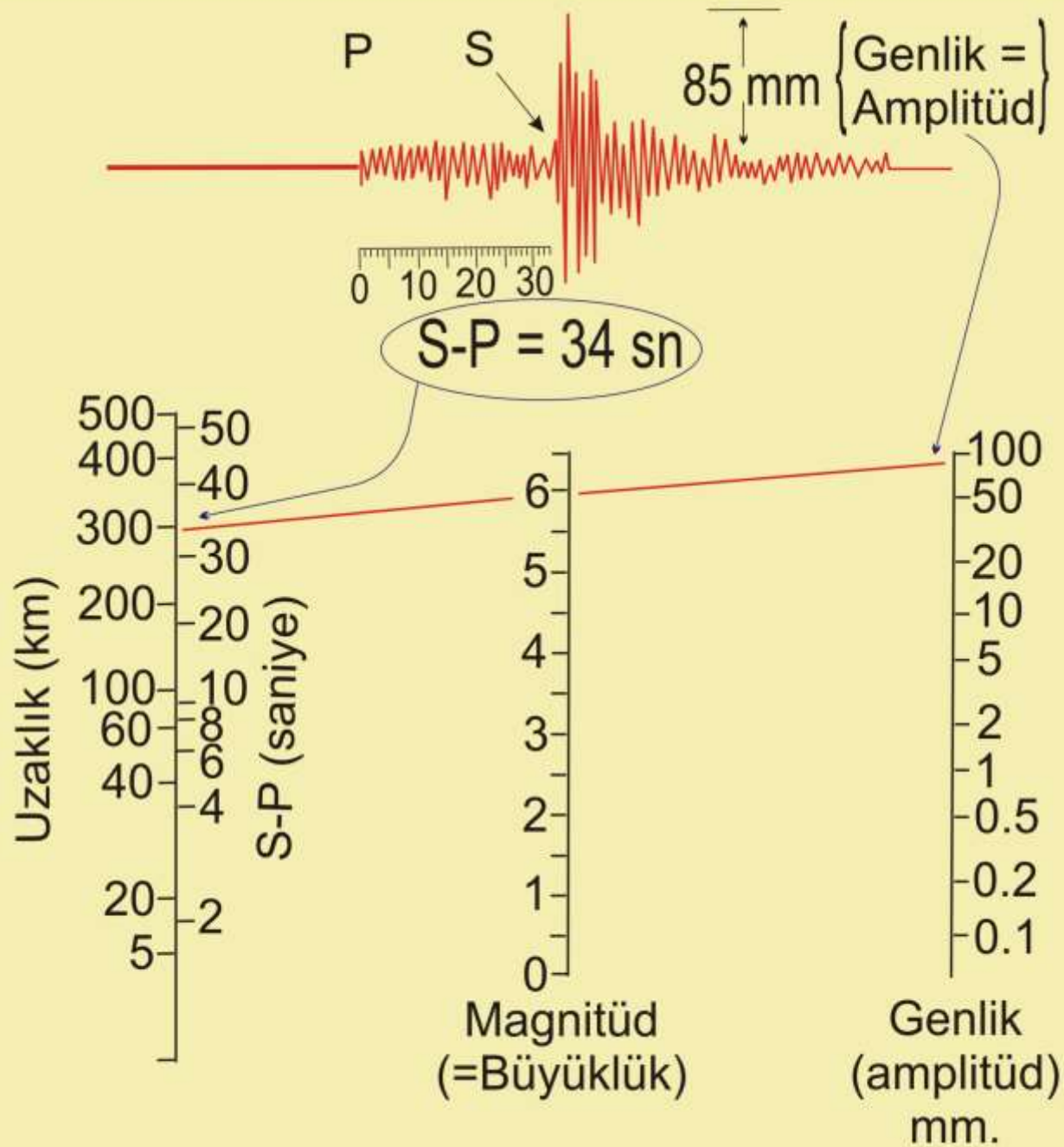
Deprem Odağı (Hypocenter) ve Merkez Üssü (Epicenter)

Deprem merkez üssü nasıl bulunur?



Depremin merkez üssü nasıl bulunur?

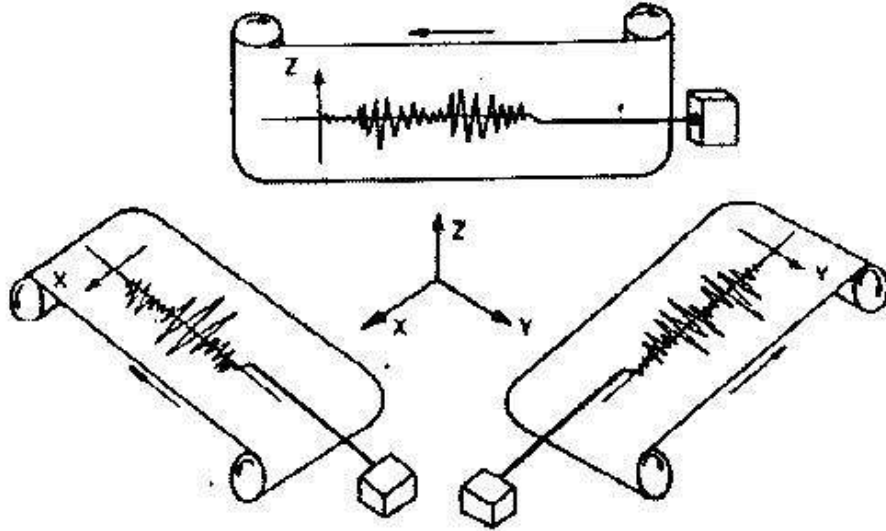




Deprem sırasında yer hareketlerinin özellikleri

- Yeryüzü sürekli titreşim yapar. Normal titreşimler insanlar tarafından hissedilmez. Bunlara mikrotremör adı verilir. İnsanların hissedeceği en küçük ivme 0.001 gal değerindedir. Deprem ivmesi 0.2 gal'e çıkarsa ayakta durmakta güçlük çekeriz. İvme ölçen aletler (akselograf) yerçekimi ivmesinin 0.3 gal ivme değerine kadar olanları kayıt yaparlar.

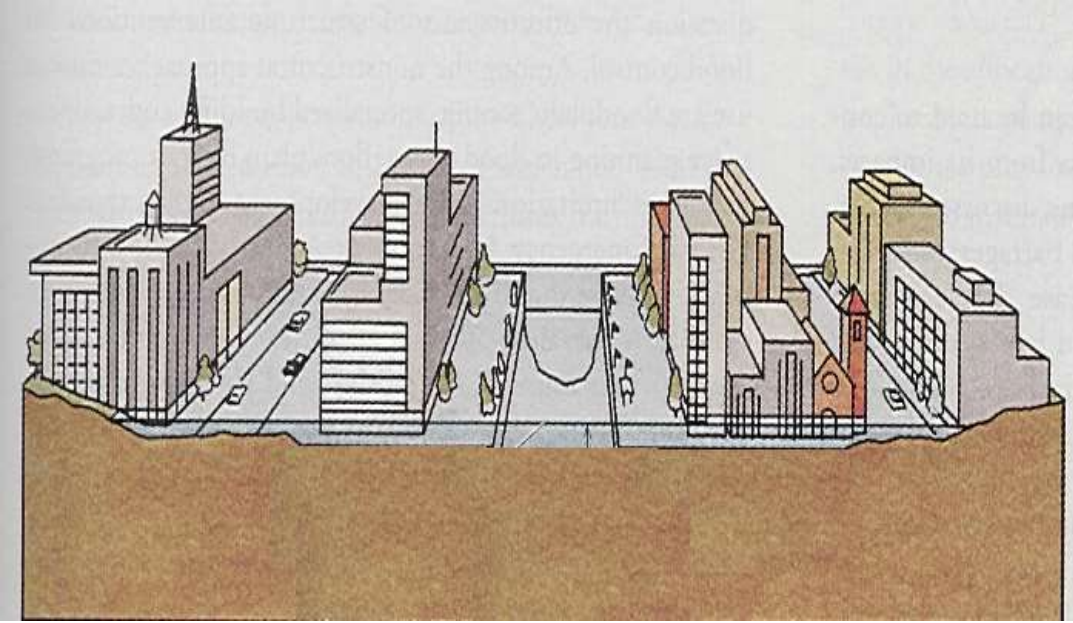
Deprem sırasında yer hareketlerinin özellikleri



Deprem hareketinin 3 bileşeni vardır (biri düşey-**z** ve ikisi yatay -**x**, **y**). Birbirine dik bu 3 bileşenin yatay olanları biri K-G, diğeri ie D-B yöndedir. Deprem yatay bileşimleri yapılara gelecek dinamik yükler

açısından düşey bileşiminden daha önemlidir.Yapılar bu ivme değerlerine göre inşa edilmelidir.Yapının hareket etme zamanı ile yerin hareket etme uyumlu değilse, yapı rezonans etkisiyle yıkılabilir. Depremle oluşan yerin titreşimiyle SİSMOLOJİ, yapı ile titreşim arasındaki etkileşimi **YAPI DİNAMİĞİ** Bilim Dalı ile **DEPREM MÜHENDİSLİĞİ** ilgilenir. Deprem yapı için gerekli parametreleri maksimum genlik, süre ve frekans özellikleridir.

Zeminin deprem dalga genliğini arttırması "SİSMİK BÜYÜTME" (Sismic Amplification)



Deprem dalgası zemin yüzeyinde dalga periyodunun $T=4H/V_s$ değerine eşit olmasıyla ile aşırı şekilde büyür. T =zemin hakim periyodu, H =yüzey dalgasının derinliği, V_s = tabakadan geçen kayma (makaslama) dalgasının hızıdır.

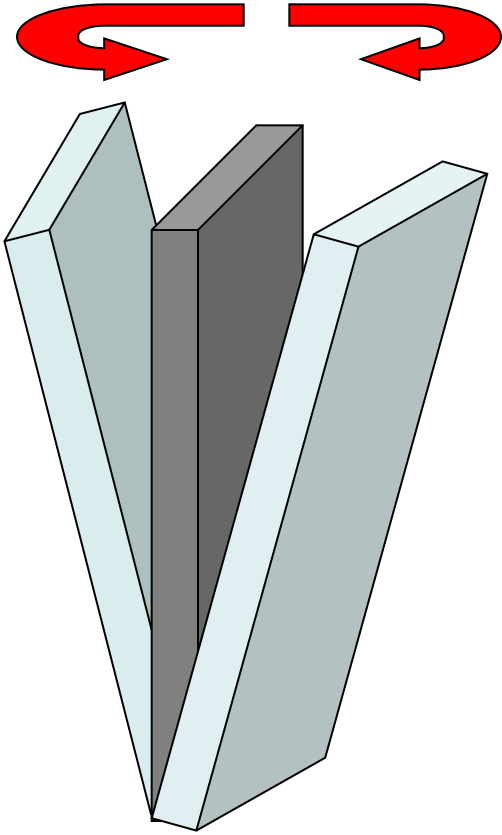
$T=T_0$ yaklaştıkça yükseltgenme büyür ve rezonans artar T =yapının periyodu, T_0 = zeminin periyodudur. Yapıdaki hasar en büyük yer ivmesi ile frekans ve depremin süresine bağlıdır. Yumuşak ya da sulu zeminlerde ivme büyütmesi çok fazladır.

Yapının Doğal Titreşim Periyodu :

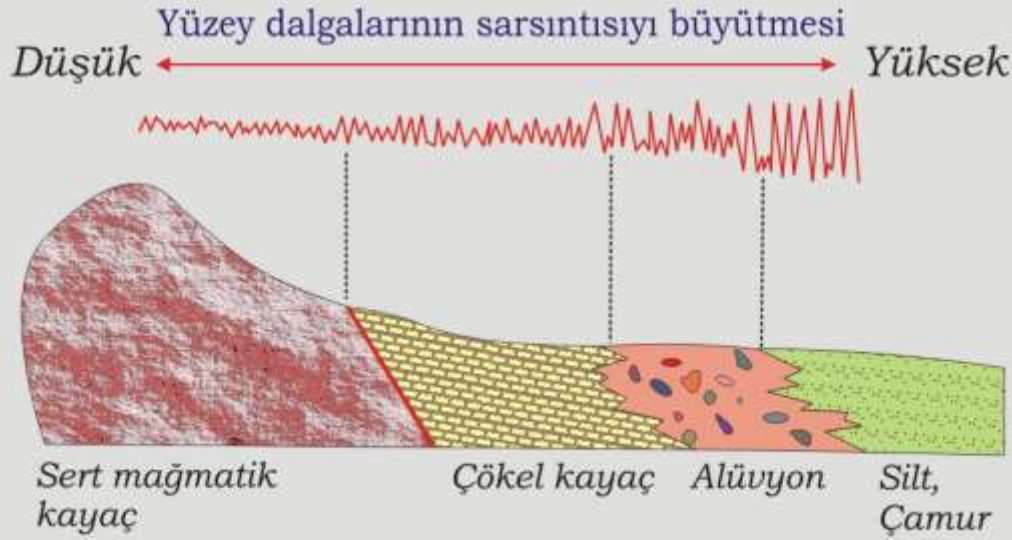
Rijitliği ile kütlesi yapının periyodunu karakterize eder. Yapının bir salınımı devri için geçen süredir. Bir kütlenin zamana bağlı hareketi a ivmesiyle

oluşur. $F = m \times a$ dinamik kuvvet doğar.

İvme, yerin titreşiminden oluşur ve yapıların doğal periyoduna bağlı olarak değişir. Yapı periyodu yapıya gelen yükün büyümesiyle artar. Rijitlik azaldıkça ya da kütle arttıkça yapı periyodu da artar. Yapı rijitliğinin değişmesi ve özellikle depremlerle olan değişmeler, yapının doğal titreşim periyodunu etkiler. Yapı doğal periyodu zemin titreşim periyoduna ne kadar yakın olursa hasar o kadar fazla olur. Yapı hasarlarını azaltmak için yapının periyodunu yerin periyodundan farklı tutmak gerekir.



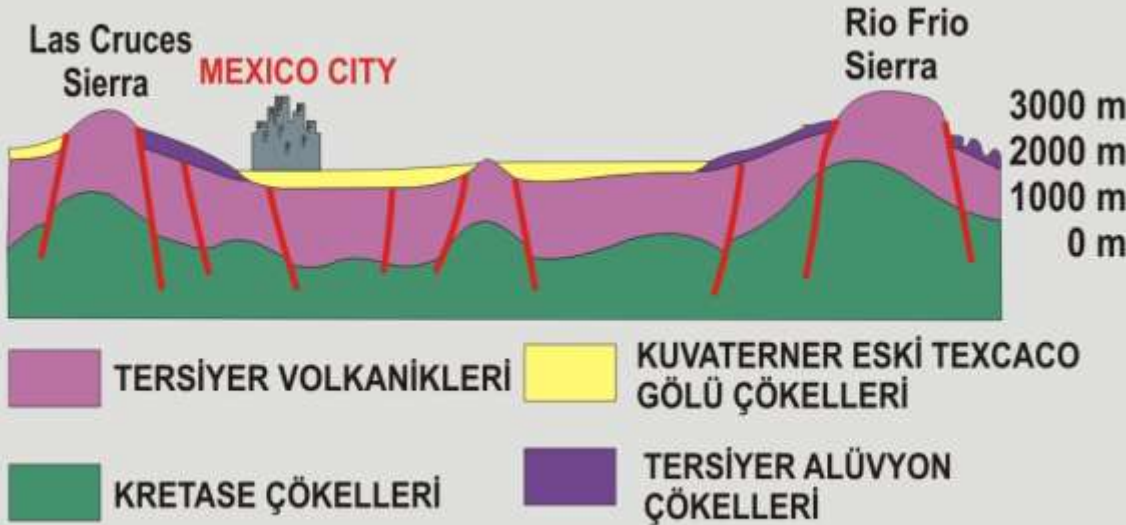
ÇOK KATLI YAPI



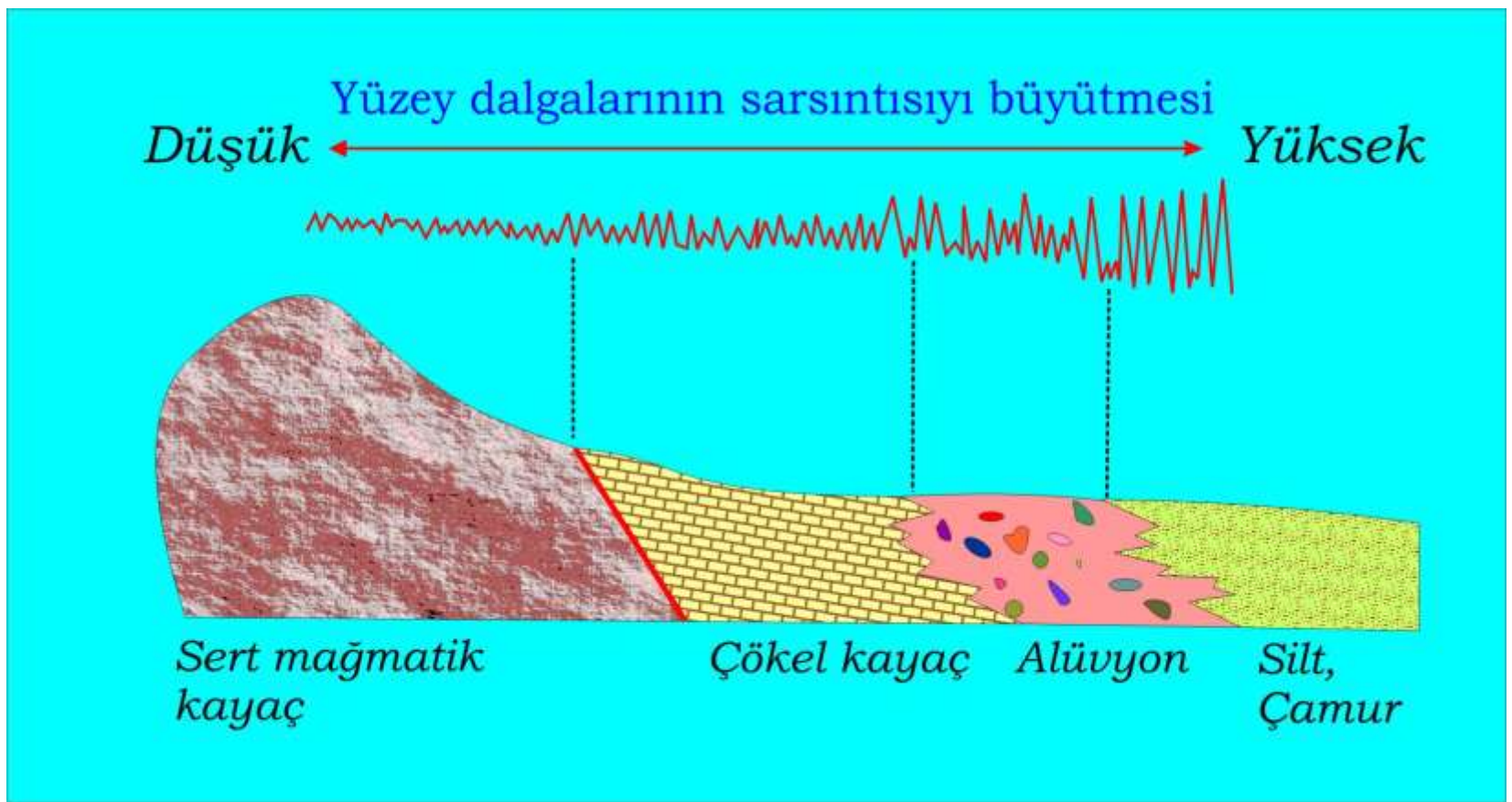
Mexico City Depremi 1985 M = 8.1

*Depremi merkez üssü
Şehrin 300 km uzağında
ve okyanus içinde*

*Şehir bir bölgesindeki
6 ile 16 kat araları
Büyük hasar gördü*



NEDEN?



Cisim Dalgaları (P ve S dalgaları)

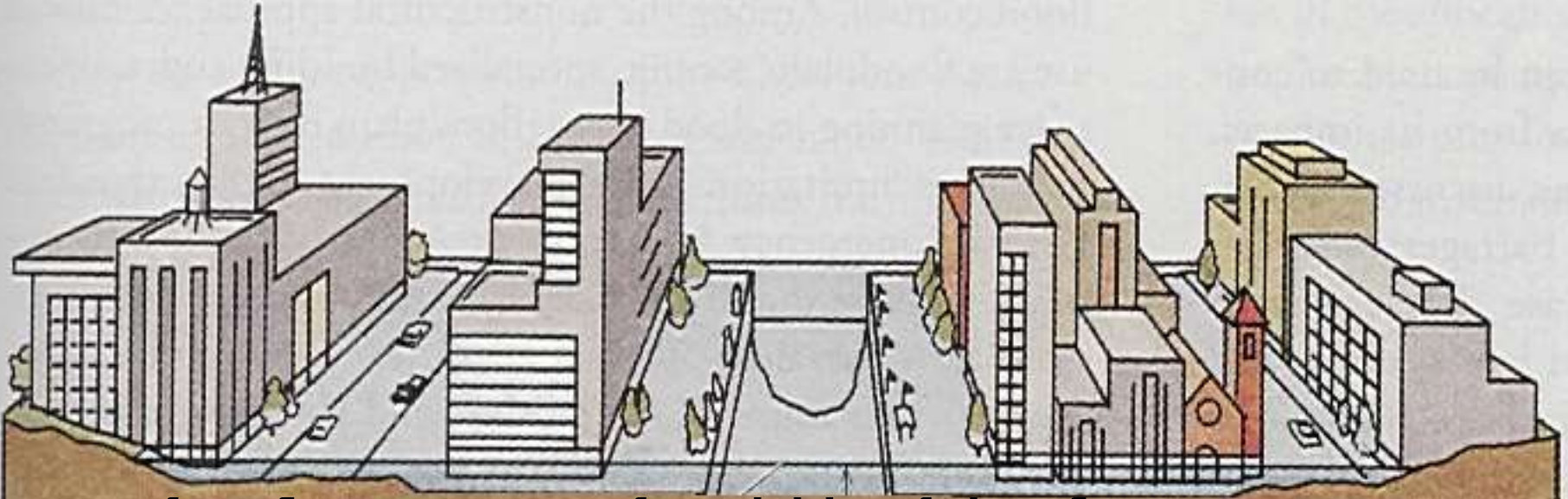
Frekansları 5- 20 Hz (Hertz)

Yüzey Dalgaları (L Dalgaları)

Frekansları (f) 1 Hz'den küçüktür

Periyot (t) değerleri ise $f=1/t$ den bulunur

Zemin ve Yapının Titreşim Periyotları



Az katlı veya çok rijit binaların periyotları küçük, çok katlı esnek binaların periyotları ise büyüktür. Yüksek yapılar uzak depremlerden kısa yapılar yakın depremlerden etkilenir



Deprem Büyüklüğü (=Magnitüdü) ile Şiddetinin Karşılaştırması

MAGNİTÜD Magnitude (Richter Scale)	ŞİDDET Intensity (Modified Mercalli Scale)	ETKİLERİ (Effects) *	ENERJİ (Energy)		Yıllık Deprem Sayısı (Number of Quakes per Year)
			PATLAYICI GÜCÜ Explosive Power	ERG (Ergs)	
0 dan 1.9 a	I	Sadece Aletler kaydeder	Yaklaşık 11b lik TNT (0.45Kg)'ye eşit	2×10^{10} den az	Çok Fazla Sayıda
2 den 2.9 a	II	Çok hassas olanlar hisseder. Asılı objeler salınır.	100lbs lik TNT	4 den 9000×10^{10}	300,000
3 den 3.9 a	III	Bazı insanlar hisseder. Ağır bir kamyon geçiyor gibi titreme olur.		1 den 7×10^{15}	49,000
4 den 4.9 a	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 30×10^{16}	6,200
5 den 5.9 a	VI	Herkes tarafından hissedilir. İnsanlar korkar. Bacalar devrilir.		1 den 200×10^{18}	800
6 den 6.9 a	VII - IX	Panik durumu. Binalar güçlü sarsıntıdan etkilenirler.	Minimum 1 megatonluk hidrojen bombası	4 den 230×10^{20}	120
7 den 7.9 a	X - XI	Yaygın bir panik durumu. Sağlam binalar ayakta kalır. Yer kabuğunda büyük çatlaklar oluşur. Heyelanlar meydana gelir.	Yaklaşık 100 hidrojen bombası	4 den 50×10^{22}	18
8 den 8.6 ya	XII	Her yer harap olur.	En az 60,000 hidrojen bombası	1×10^{25} den daha fazla	0.2 Her birkaç yılda bir kere

Manyitüd	Hissedilen Alan (km ²)	Hissedilen Uzaklık (km ²)	Şiddet (Mercalli ölçeğinden değiştirilmiştir)	Maksimum yatay ivme (g = yerçekimi = 9.8 m/sn ²)
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 - VI	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 - XI	0.60g den çok

DEPREMİN ŞİDDETİ İLE BÜYÜKLÜĞÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Makrosismik Gözlemlerle Şiddet Derecelerinin saptanması



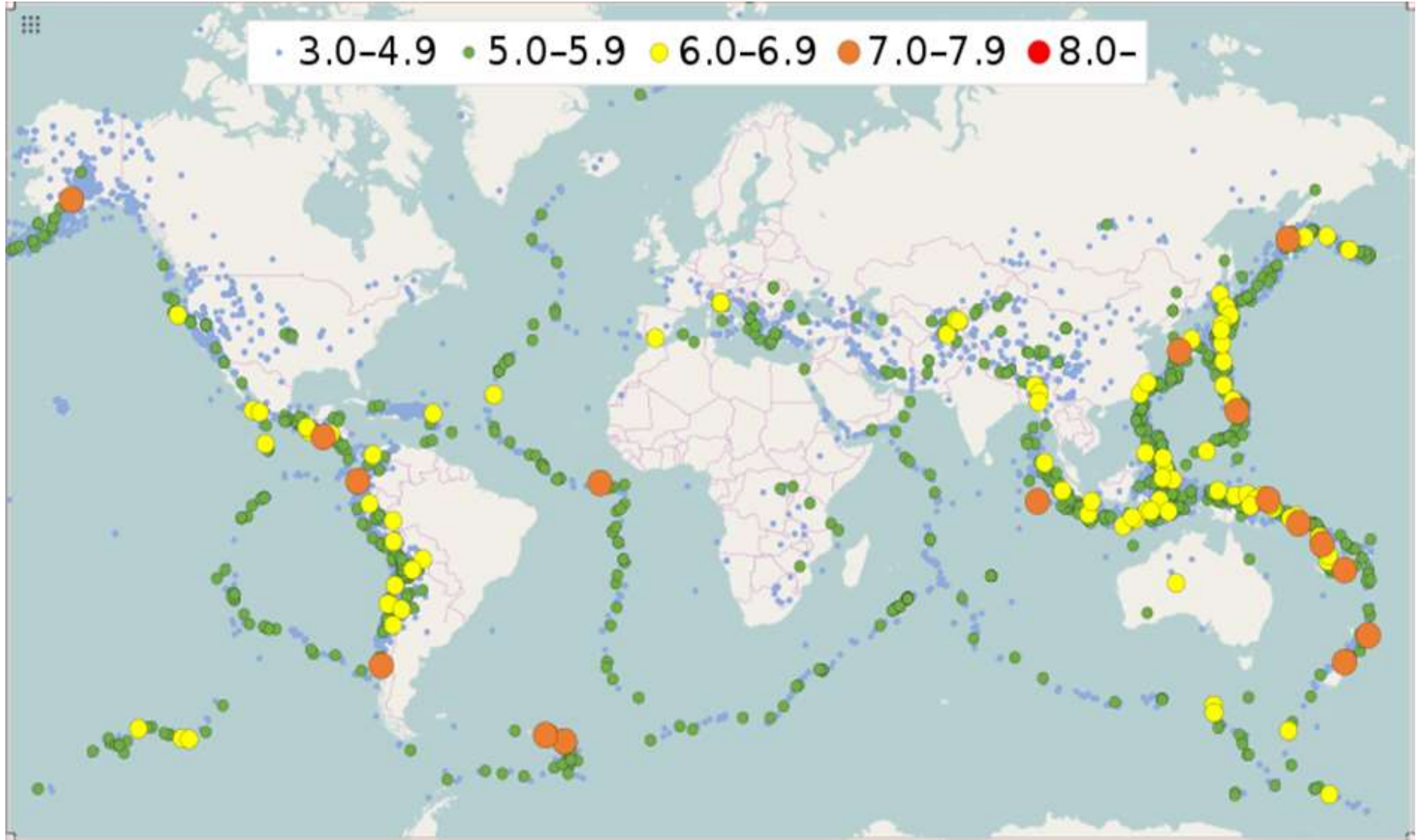
1822 yılında Hatay'da meydana gelen depremin eşşiddet haritası

1900'lü yıllardan 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

Bu tablo 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.

2016 yılındaki depremlerin yerleri ve büyüklükleri

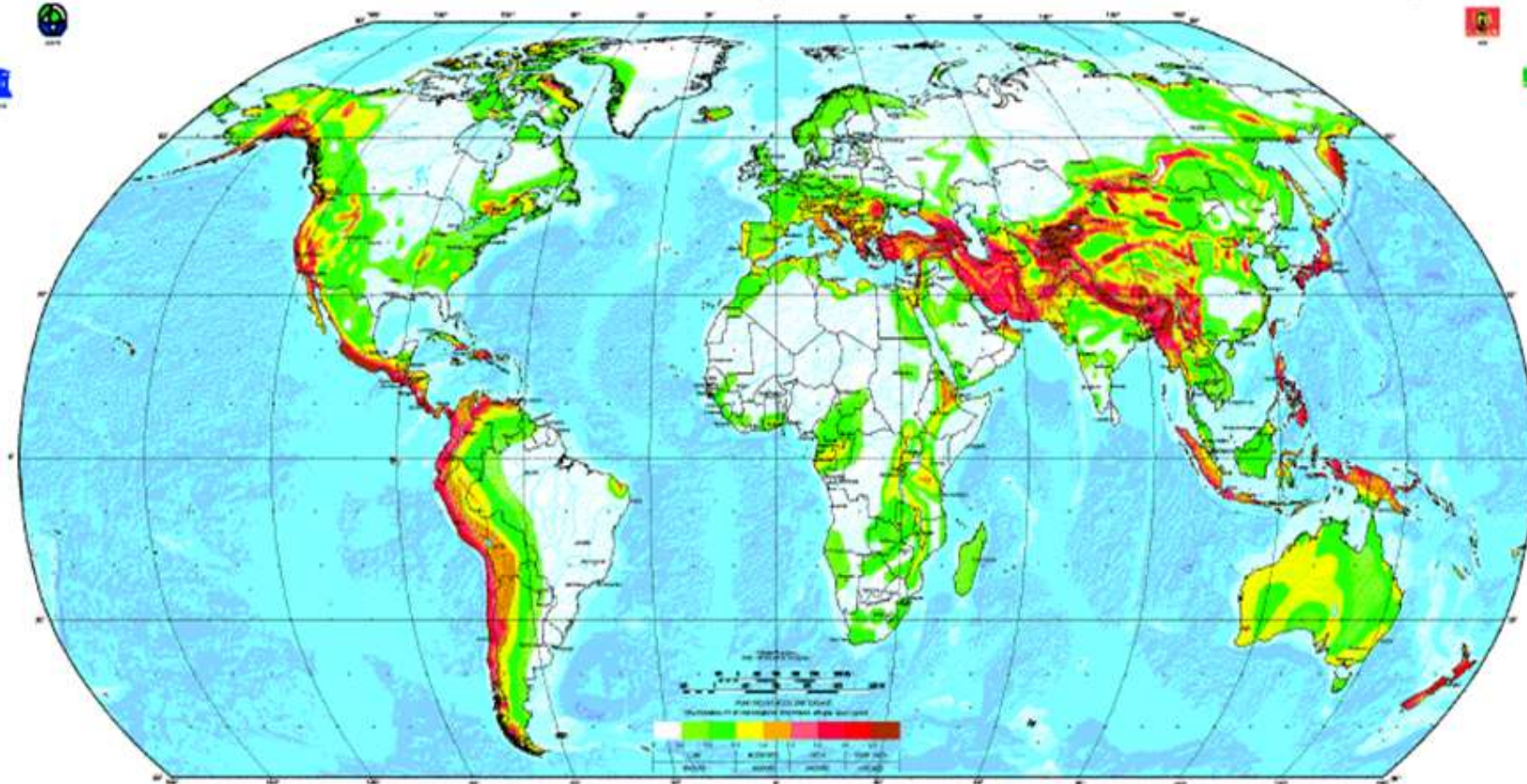


GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP),
a demonstration project of the UN International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program.

Global map assembled by D. Gordon, G. Grunthal, K. Shedlock, and P. Zhang

1999



2016 Yılıının En Büyük ($M \geq 7.0$) Depremleri

Sıra	Büyüklik (Magnitüd)	Yer	Derinlik (km)	Tarih
1	7.1	Alaska, Old Iliamna 86 km Doğusu	129	24 Ocak
2	7.2	Rusya, Yelizova Kuzeyi	177	30 Ocak
3	7.8	Endonezya, Sumatra Güneybatısı	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 2 km Kuzeyi	24.0	28 Nisan
7	7.3	Visokoi, Güney Sandvich, Georgia Adaları	72.7	28 Mayıs
8	7.7	Kuzey Mariana Adaları	212.4	29 Temmuz
9	7.2	Yeni Kaledonya	9.9	12 Ağustos
10	7.4	Güney Georgia Adaları	10.0	19 Ağustos
11	7.1	Atlantik Okyanusu, Ascesion Adası	10.0	29 Ağustos
12	7.1	Yeni Zelanda, Araroa	22.0	1 Eylül
13	7.8	Yeni Zelanda, Christchurch	23.0	13 Kasım
14	7.2	El Salvador açıkları	33.0	24 Kasım
15	7.8	Solomon Adaları	41.0	8 Aralık
16	7.9	Papua Yeni Gine	103	17 Aralık
17	7.6	Şili, Puerto Quellon GB	35.2	25 Aralık

2016 Yılındaki Depremlerde Yaşanan Can Kayıpları

Sıra	Ölü Sayısı	Büyüklik (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



16 Nisan 2016 tarihinde Ekvador depremindeki Guayaquil'de çöken bir üst geçit, yol ve yassı kadayıf gibi tamamiyle yıkılan binalar gösteren yapısal hasarlar (www.strangesounds.org/2016/04/devastating-earthquake-ecuador-pictures-videos-april-2016-233-dead.html)

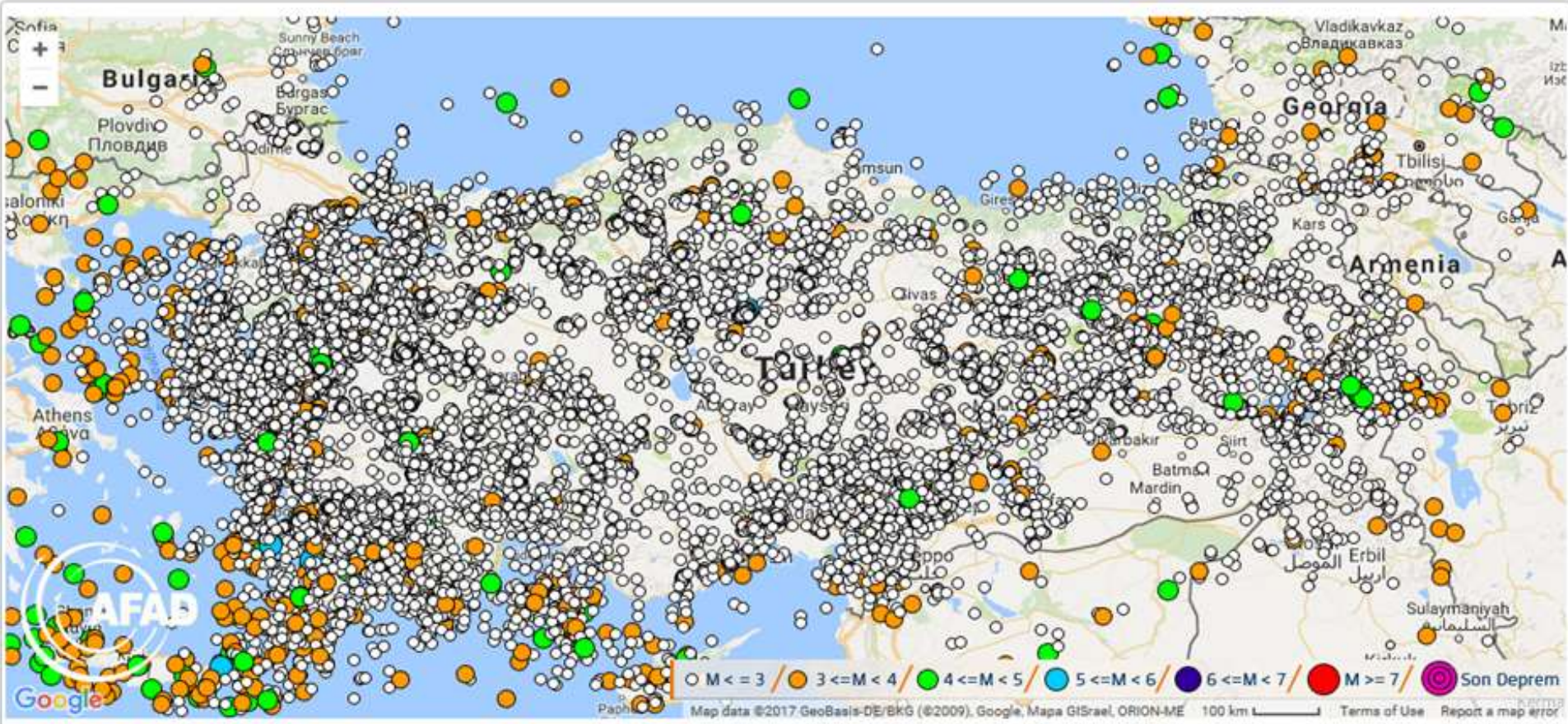


Depremler- Türkiye

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
Ağustos	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 tüm depremleri dağılımı

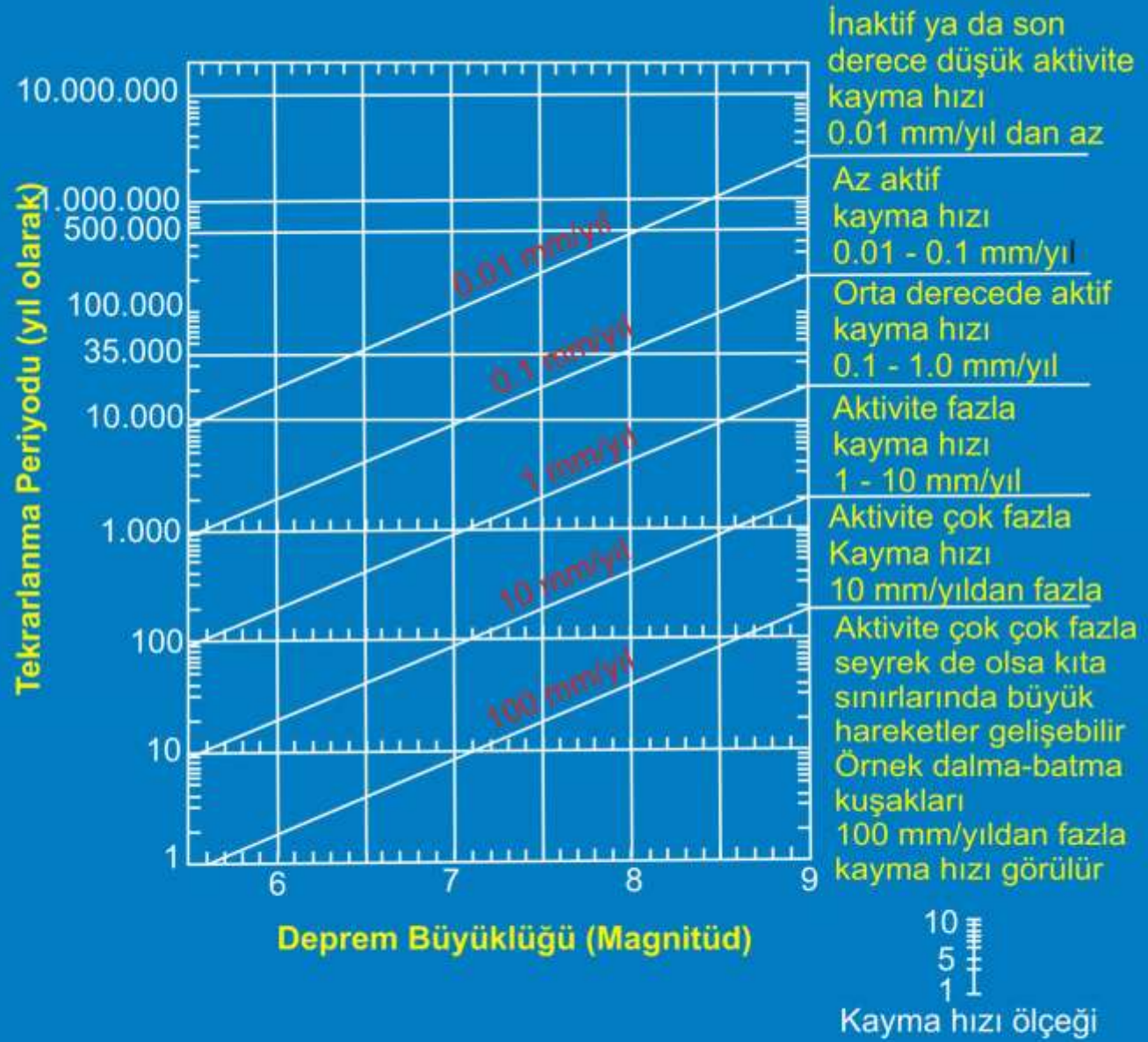




AYRILMA-DÜFUZYON Dilatation - Diffusion) DEPREM OLUŞUM MODELİ :

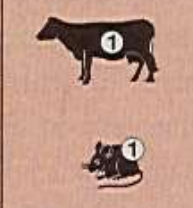
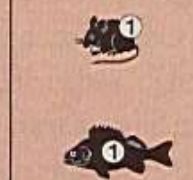
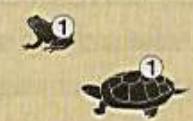
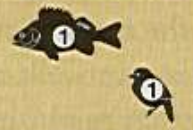
Deprem oluşumunda 5 aşama vardır.

- 1- Elastik Yamulma
- 2- Genişleme=Açılma
- 3- Su girişi
- 4- **DEPREM** oluşumu
- 5- Stres düşmesi



DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ, KAYMA HIZI VE TEKRARLANMA PERİYODU ARASINDAKİ BAĞINTI (Slemmons ve Depolo, 1986'dan alınmıştır. Active Tectonics. National Academy Press : Washington, D.C.)

Deprem Ve Hayvanlar

Time before earthquake							
	1-2 minutes	10-30 minutes	1-4 hours	6-12 hours	1 day	Few days	Few weeks
Epicenter area							
20-50 km							
70-100 km							
150-200 km							
>250 km							

Deprem ve hayvan davranışları

HAYVAN	DEPREM ÖNCESİ DAVRANIS	DİĞER DURUMLAR
KEDİ	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
BALIK	Sudan dışarı fırlama Hızlı dönüşler,	Yakamoz kovalama
BALIK	Sudaki derinliğini değiştirme	Basınç değişir, yüzme kesesi yaralanır
FARE	Sallantılı yürüme ve kasılmalar	Odyojenik nöbet
MİDYE	Deniz kenarında yüksek yerlere yapışma	Fırtına öncesi su yükselişi
DOMUZ	Birbirinin kuyruğunu ısırma	Fazla kalabalık şartlarda
SIÇAN	Tetikte olma, endişe, dikey zıplamalar	Yer avcılarına karşı alarm tepkisi
SIÇAN	Çömeler gibi hareketler, kas kasılmaları	Akustik irkilme tepkisi

*Lee ve ark. 1976 & Anonim 3.

Depremi etkileri nelerdir?

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

Zemin sıvılaşması (*Liquefaction*) :

Suya doymun taneli zeminlerin katı halden sıvı hale geçmesi durumdur. Buna, deprem sırasındaki şiddetli sarsıntılarının yol açtığı kompaksiyon (sıkışma) ve onun sonucu oluşan gözenek suyu basıncındaki artış neden olur.



Heyelanlar

1970 yılında Peru'da meydana gelen depremde 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 FRANCISCO DEPREMİNDE 700 KİŞİ ÖLMESİNE RAĞMEN HASAR 400 MİLYON DOLARDIR

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

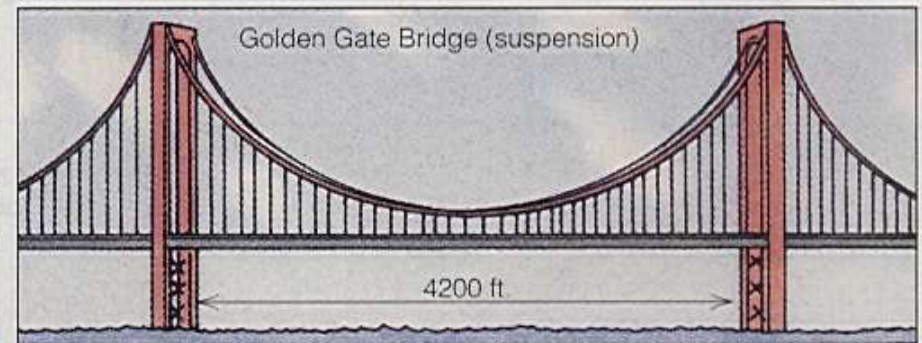
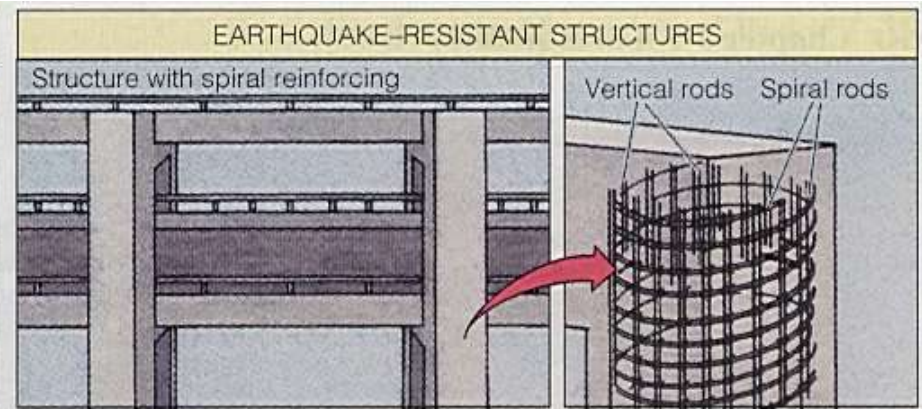
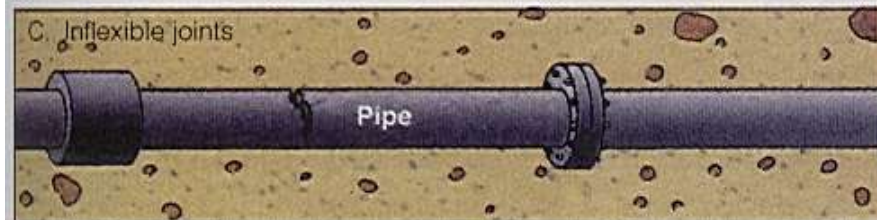
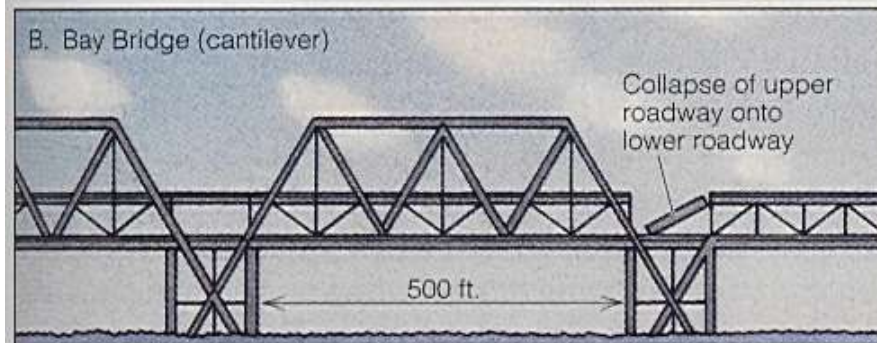
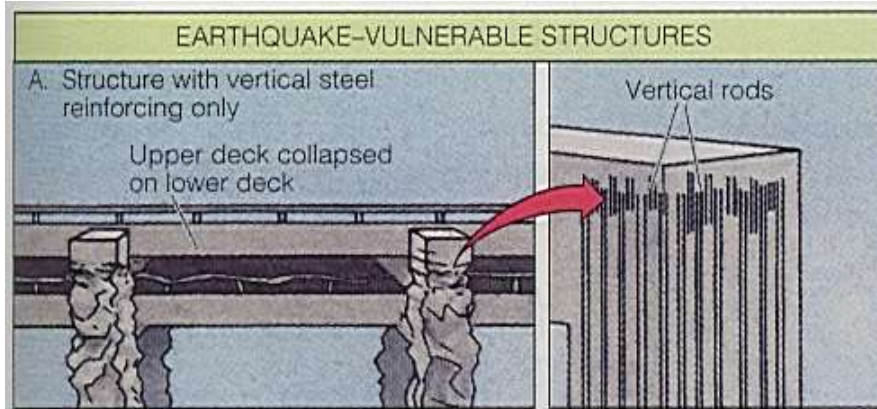


Tsunami

Kıyılardaki yerleşimleri sular altına bırakıp can ve mal kayıplarına yol açan genellikle deniz içi depremlerin yol açtığı deniz dalgalarıdır.



Altyapı (lifeline) hasarları



Altyapı (lifeline) hasarları

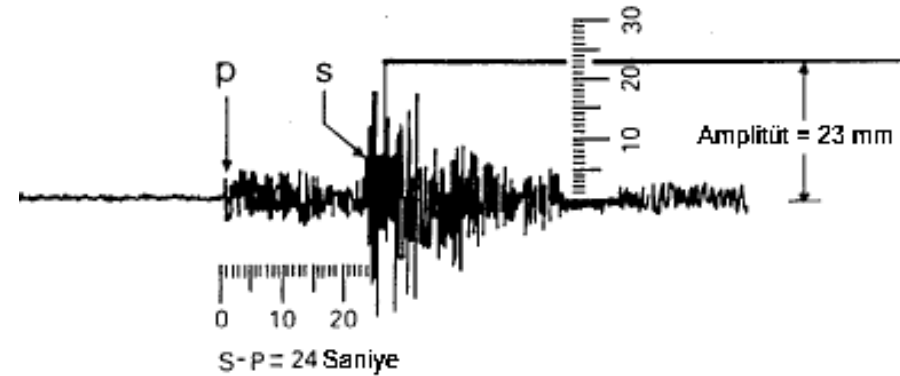


Depremiñ büyüklüğü (M) ve Richter Ölçeđi (M_L)

- depremin merkez üssüne 100 km uzaklıkta bulunan bir sismografin kaydettiği deprem dalgalarının en büyük genliği dikkate alınarak bulunur. Yerel büyüklük (**magnitüd**) olarak ta ifade edilir. En büyük genlik logaritmik bir ölçekle Richter büyüklüğüne dönüştürölür. Sözelimi, büyüklüğü $M=7$ 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.

Depremın Büyüklüğü (Magnitüd)

**MOMENT MANYİTÜD EN
GÜVENİLİR BÜYÜKLÜK OLARAK
KABUL EDİLMEKTEDİR**



- Richter=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 (M_w)

$M > 4.0$ depremler için geçerlidir

Richter ölçeğinden sonra en fazla kullanılan güvenilir bir büyüklüktür. Daha sayısal ve fiziksel ölçekli bir büyüklüktür. Sismik Moment'e 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) :

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

Moment Büyüklüğü (M_w)

$M > 4.0$ depremler için geçerlidir

Richter ölçeğinden sonra en fazla kullanılan güvenilir bir büyüklüktür. Daha sayısal ve fiziksel ölçekli bir büyüklüktür. Sismik Moment'e 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 büyüklüklerini kıyaslama

Sözelimi, M7.8 (magnitüd) büyüklüğündeki bir deprem M5.8 büyüklüğündeki bir depremden sismograf üzerinde 692 kez daha büyüktür. Enerji bakımından 23.000 kez daha büyüktür.

Çünkü büyüklükteki 1 derecelik fark sismograf üzerinde 10 kat daha büyüktür.

$$10 \times 10 \times 9 / 1.3 = 692 \text{ kez}$$

Enerji ya da güç bakımından ise manyitüde 0.1'lik değişim genlikte 1.3 kat değişim yaratır. Yani Magnitüde 1 derecelik değişim yaklaşık 32 kat daha fazla enerji demektir.

$$32 \times 32 \times 32 / 1.4 = 23,405 \text{ veya yaklaşık } 23,000 \text{ kez}$$

Deprem Oluşturan Faylar

- Diri (Aktif) fay
- Potansiyel olarak aktif fay
- Pasif fay
- Reaktif fay

Jeolojik Yaş			Yıllar (günümüzden geriye)	Fay Aktivitesi	
Devir	Devre	Kat			
Senozoyik	Kuvaterner	Holosen	—200—	Aktif	Potansiyel olarak aktif
		Pleistosen	—10.000—		
	Tersiyer	Pre-Pleistosen	—1.650.000—	Aktif Değil	
		Pre-Senozoyik			
Yerin Yaşı			—4.500.000.000—		

Kalifornya Eyaleti, Madencilik ve Jeoloji Yönetim Kurulu, 1973

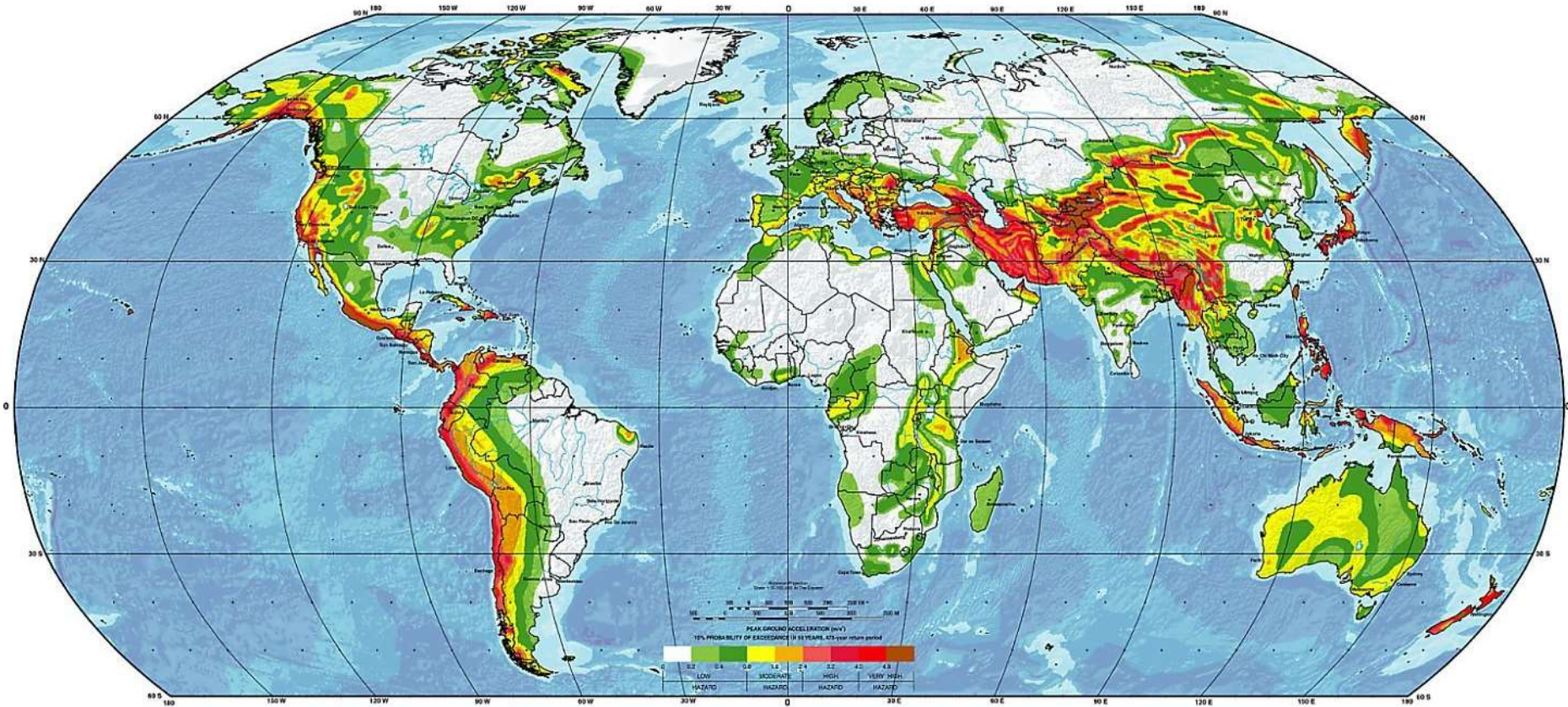
DEPREM ŞİDDETİNİN ARTMASININ OLASILI NEDENLERİ

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

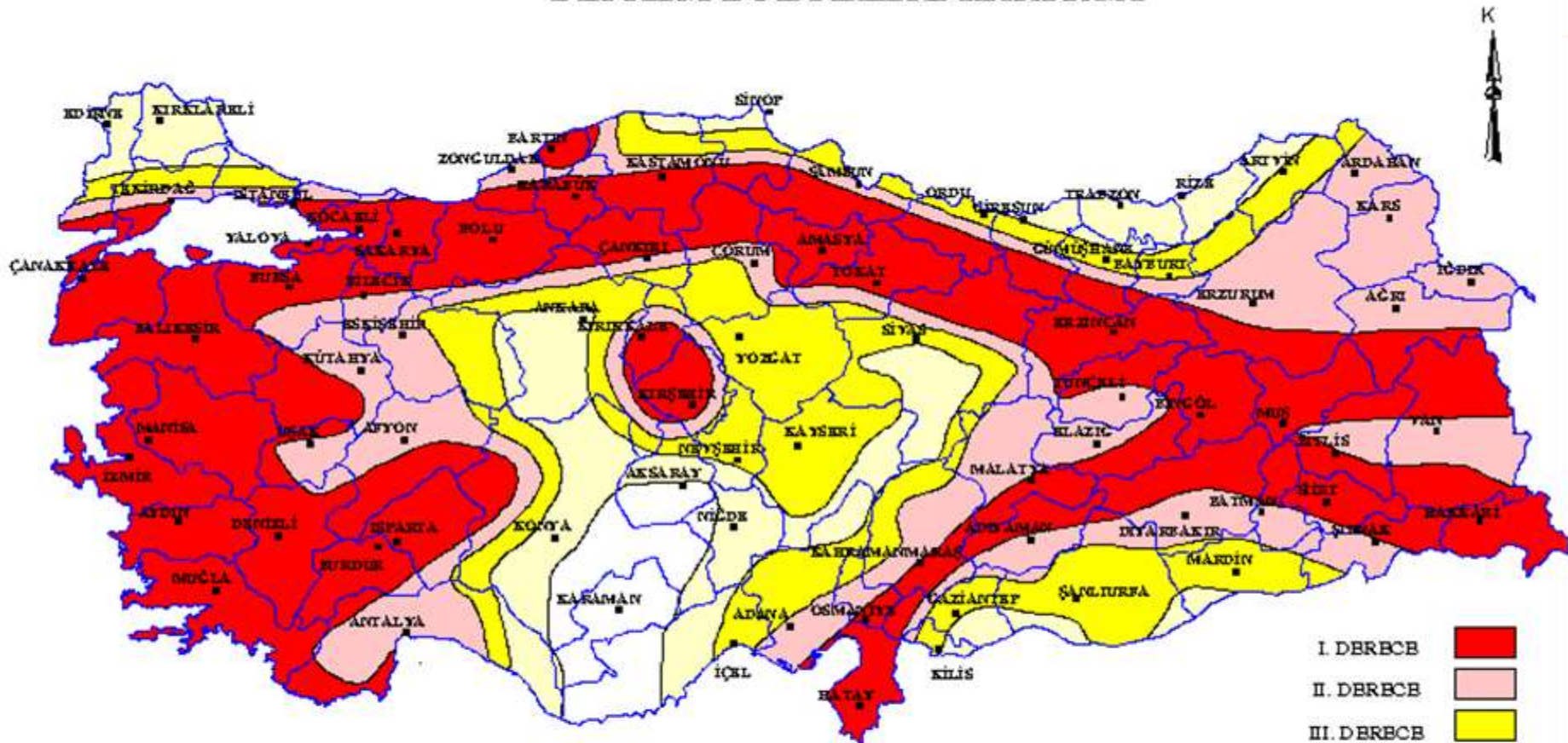
Deprem
Şiddetini
artıran
faktörler

DÜNYA DEPREM KUŞAKLARI

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP),
a demonstration project of the UN/International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program.
Global map assembled by D. Giardini, G. Gr'Ynthal, K. Shedlock, and P. Zhang
1999



DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI*



I. DERECE	
II. DERECE	
III. DERECE	
IV. DERECE	
V. DERECE	
İl merkezi	
İl sınırı	

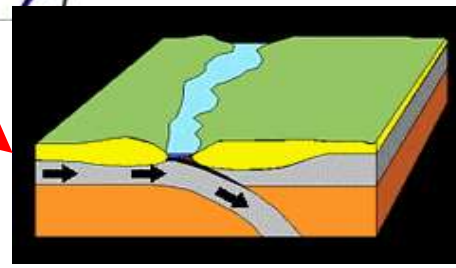
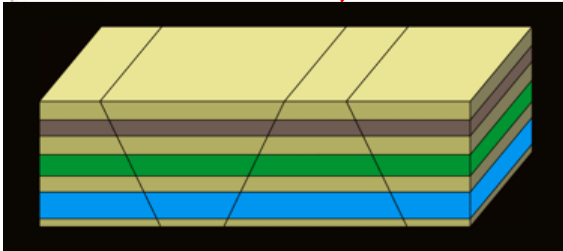
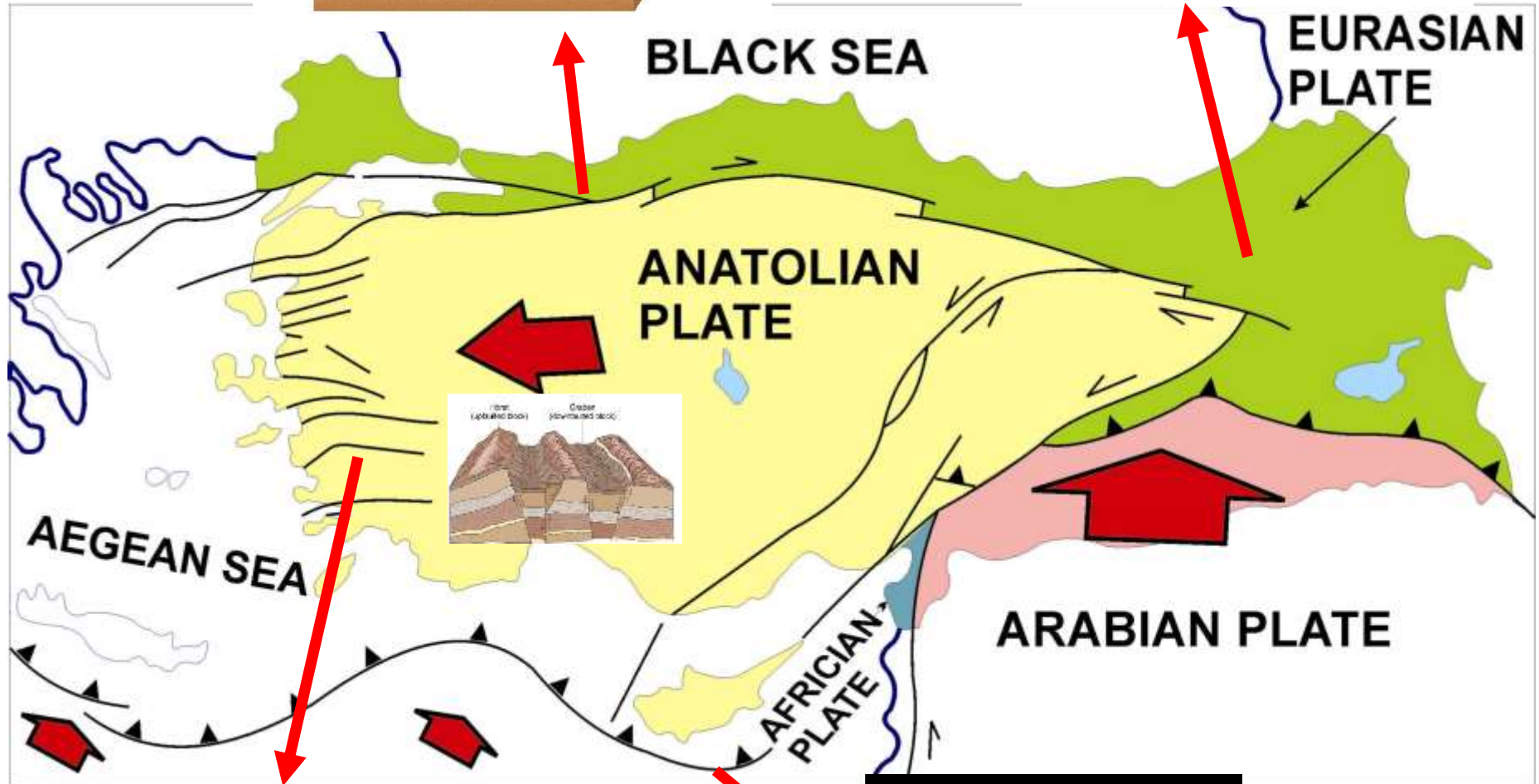
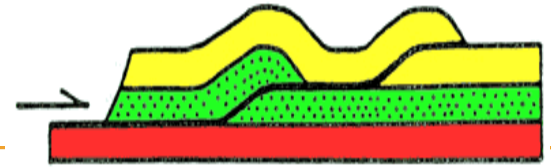
0 120 Kilometre

* T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1996

B.Ömen, M.Nurk ve H.Güler'in 1997 yılında hazırladıkları,

"Coğrafî Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi" kitabından alınmıştır.

AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ
ANKARA-TÜRKİYE



Deprem Derinliği

Kıtasal arpışma Zonu :
Sığ Deprem odağı (80 km den az)

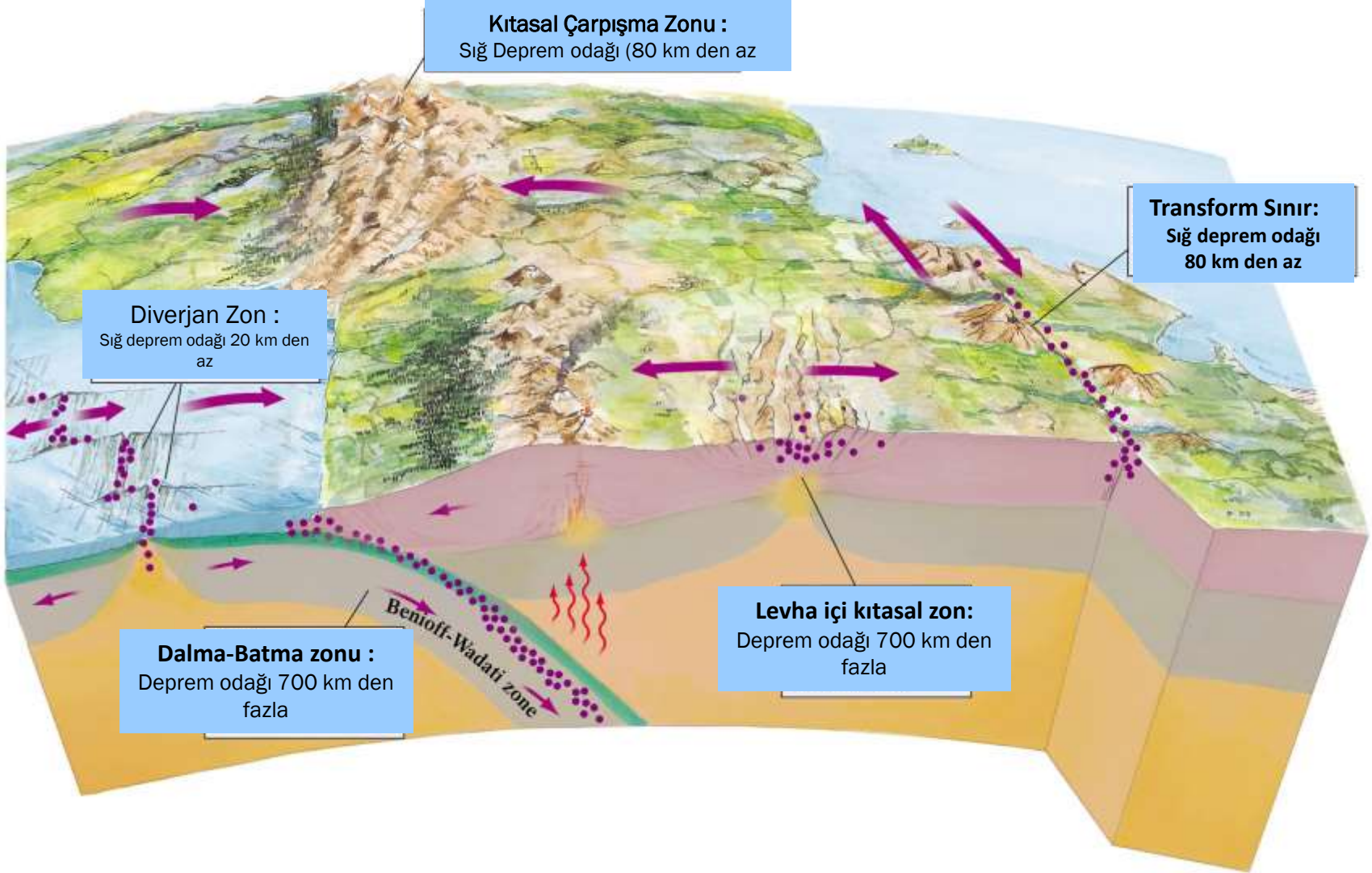
Transform Sınır:
Sığ deprem odağı
80 km den az

Diverjan Zon :
Sığ deprem odağı 20 km den
az

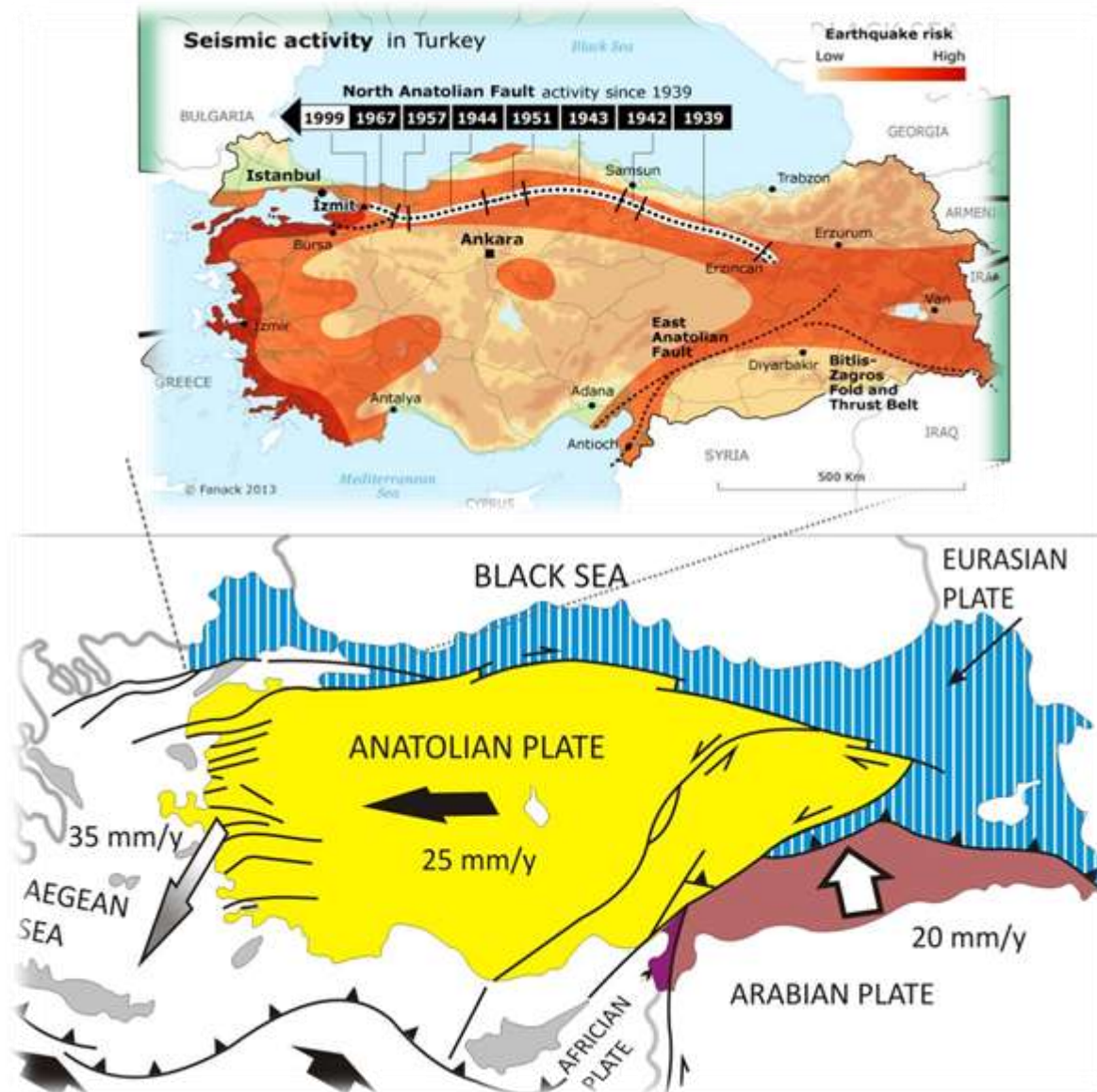
Dalma-Batma zonu :
Deprem odağı 700 km den
fazla

Levha içi kıtasal zon:
Deprem odağı 700 km den
fazla

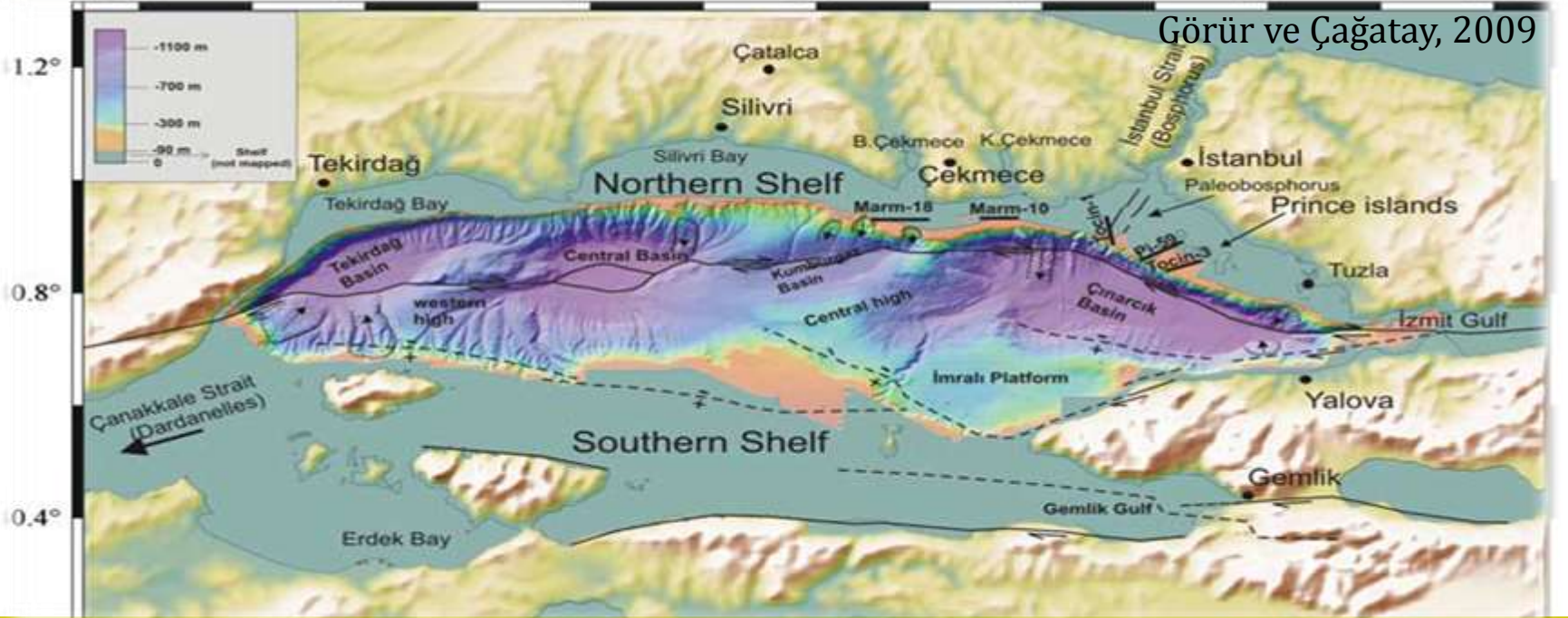
Benioff-Wadati zone



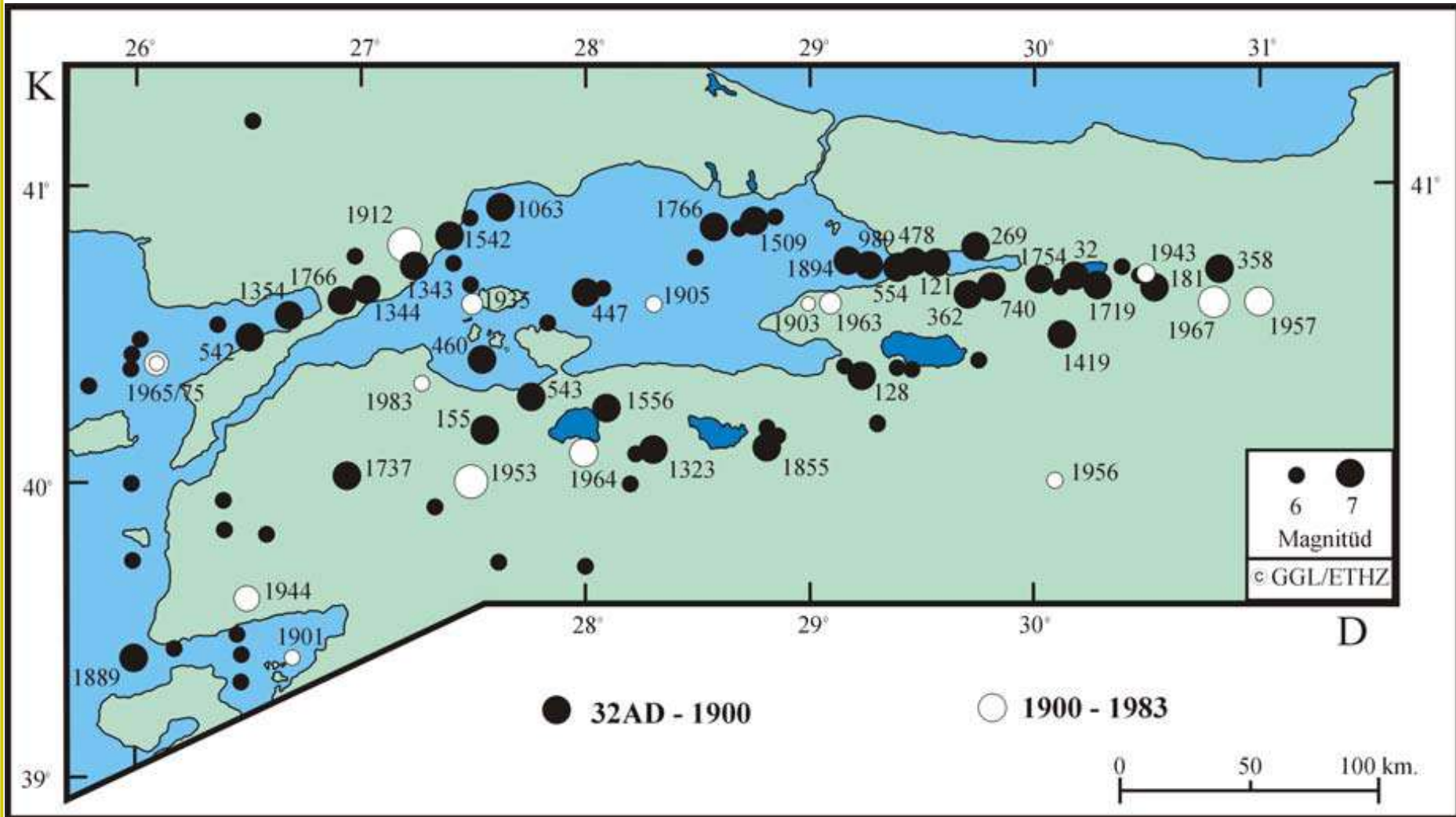
Marmara Denizi ve Kuzey Anadolu Fayı



Marmara Denizi Fayları



Marmara Bölgesi Depremleri



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

[illegible]

Türkiye'deki Son Depremlerin Yol Açtığı Kayıplar

Yer	Tarih	Büyükölük	Can Kaybı	Yaralı	Yıkık- Ağır Hasarlı Yapı	Ekon. Kayıp (ABD \$ 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 _L 5.4	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 _w 6.4	177	520	6,675	135
Erzurum	25-28.03.2004	ML5.5	9	?	1280	?
Dogubeyazıt, Ağrı	2.07.2004	M _L 5.2	18	32	1000	?
Kovancılar (Elazığ)	8.03.2010	M5.6 M5.8	42	137	284	?
Erçiş (Van)	23.11.2011	M _L 6.7	601	2000	6800	1500
TOPLAM			19,355	57,444	139,668	16,735 ₇₇

13 Mart 1992 Erzincan Depremi



2003 B ng l depremi

ve  eltiksuyu
İlköğretim
Okulu Yurt
Binası
hasarları



13 Kasım Düzce Depremi

Efteni gölü kenarındaki yer kırıkları





*13 Kasım Düzce Depremi
ve
BOLU dağı viyadükleri*

*13 Kasım Düzce Depremi ve
Bolu Dagında meydana
gelen heyelanlar*



Çay (Afyon)
Depremi



Dinar (Afyon) Depremi



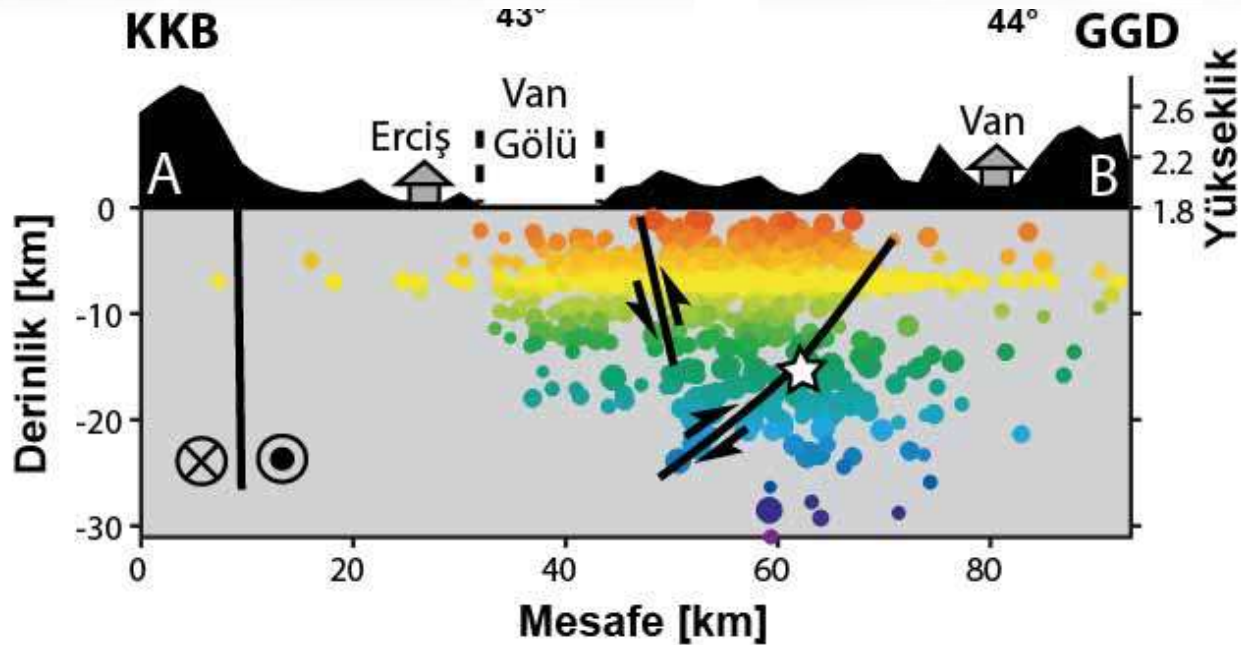
2003 BİNGÖL DEPREMİ

*Çeltiksuyu İlköğretim Okulu
Yurt Binası hasarları*

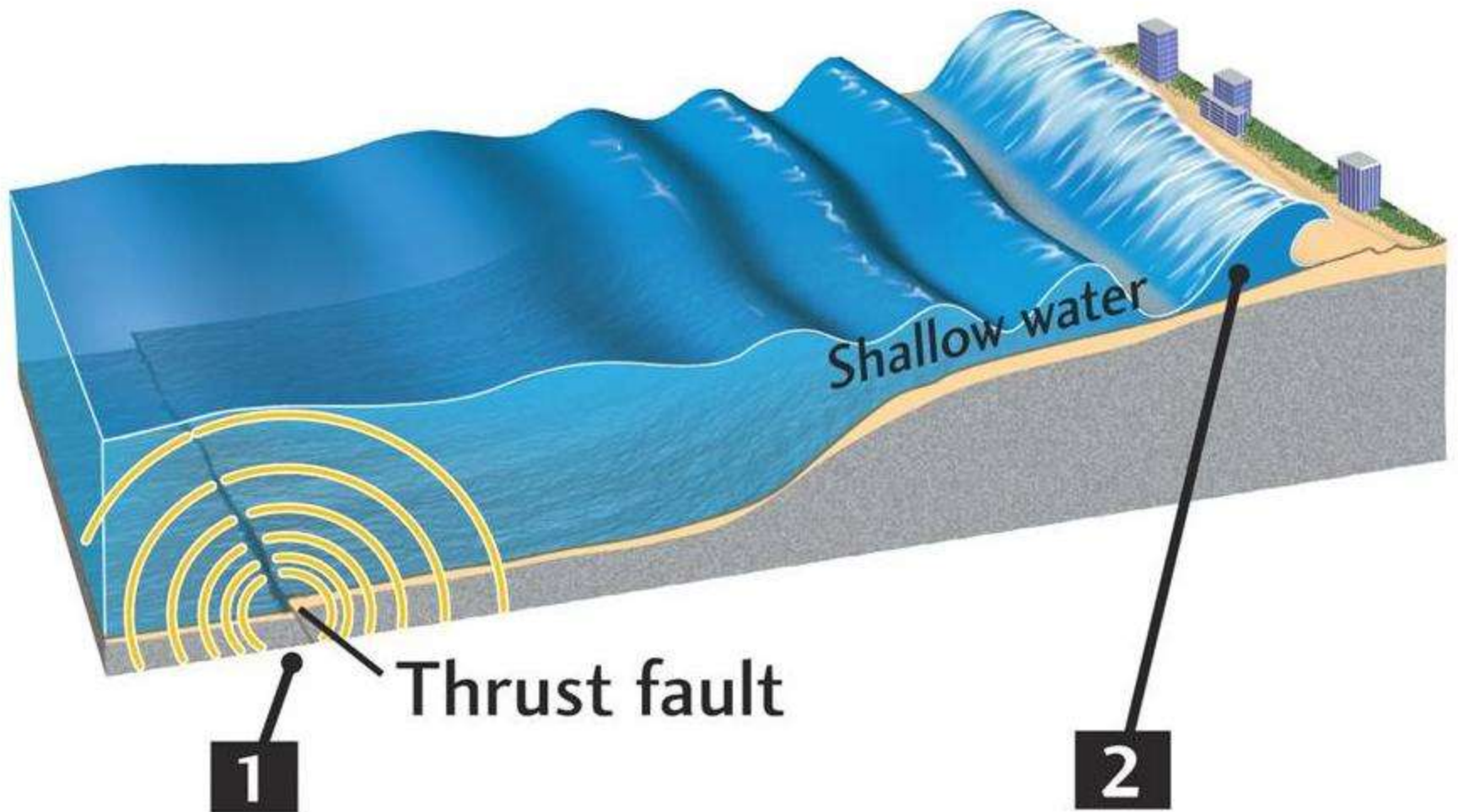




23 Ekim 2011 Eriş Depremi



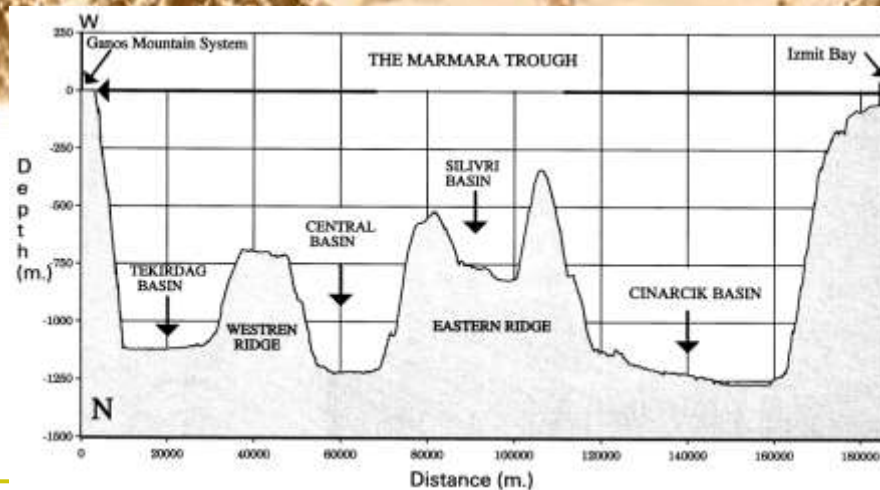
Tsunami



Tsunami ve Marmara Denizi

1912 Şarkköy
Mürefte Depremi
Ms7.4

1999 Kocaeli
Depremi Mw7.4



Tüysüz, 2000

17 Agustos 1999 Depreminden Sonra Meydana Gelen Tsunamide Degirmendere Ve Gölçük Çevresi Sular Altında Kaldı





Bingöl Depreminde bir kız çocuđu