

SİSMOLOJİ

Prof. Dr. Eşref YALÇINKAYA
(2015-1. Ders)

Zaman ve Yer

- Ders saati : 14:00 – 15:00
Ara : 15:00 – 15:15
- Ders yeri : D-331

Sizden beklenen

- **Derse devamın sağlanması çok önemli**
 - İlk kez alanlar için %60
- **Dikkatli dinle, anlamadığını sor**
- **Arkadaşlarına saygı göster**
 - Ders başladıktan sonra sınıfa girme veya dışarı çıkma
 - Ders sırasında konuşma, cep telefonunu kapalı tut, yiyecekleri dışarıda bırak vb.

E.YALÇINKAYA

3

Dersin değerlendirilmesi

- Vize katkısı %35
- Ödev katkısı %10
- Devam katkısı %5
- Final katkısı %50

E.YALÇINKAYA

4

Dersin amacı

- Elastik Dalga Yayınımı (4. Yarıyıl)
- **Sismoloji (5. Yarıyıl)**
- Uygulamalı Sismoloji (6. Yarıyıl)

- Temel sismoloji bilgisi kazandırmak
 - Sismometreler ve sismogramlar
 - Sismik dalgaların özellikleri
 - Yer içinde sismik dalgaların yayını
 - Depremler ve parametreleri

E.YALÇINKAYA

5

Dönem akışı

18 Eylül 2008 Perşembe	SİMOLOJİ'YE GENEL BAKIŞ
25 Eylül 2008 Perşembe	DEPREMLERİN KAYDEDİLMESİ-SİSMOGRAFLAR
2 Ekim 2008 Perşembe	BAYRAM TATİLİ
9 Ekim 2008 Perşembe	ELASTİSİTE TEORİSİ-HAREKET DENKLEMLERİ
16 Ekim 2008 Perşembe	SİSMİK DALGALAR-IŞIN TEORİSİ
23 Ekim 2008 Perşembe	YAKIN ve UZAK DEPREMLERDE GÖZLENEN DALGA FAZLARI
30 Ekim 2008 Perşembe	YÜZEY DALGALARI VE DISPERSİYON
6 Kasım 2008 Perşembe	ARA SINAV

E.YALÇINKAYA

6

Dönem akışı

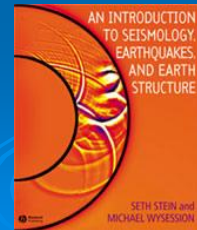
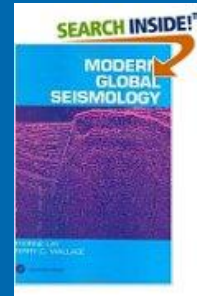
13 Kasım 2008 Perşembe	ARA SINAV
20 Kasım 2008 Perşembe	DEPREMLER VE PARAMETRELERİ
27 Kasım 2008 Perşembe	DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ VE ŞİDDET
04 Aralık 2008 Perşembe	DEPREM İSTATİSTİĞİ
11 Aralık 2008 Perşembe	BAYRAM TATİLİ
18 Aralık 2008 Perşembe	DEPREM KAYNAK TEORİSİ
25 Aralık 2008 Perşembe	DEPREM ODAK MEKANİZMASI

E.YALÇINKAYA

7

Yararlanılabilecek kaynaklar

- Alptekin, Ö. (1992). Sismoloji Ders Notları, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi.
- Alptekin, Ö., Utkucu, M. Ve Yalçinkaya, E. (1998). Sismoloji Dersi Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi.
- Lay, T. and Wallace, T.C. (1995). Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego, ISBN 0-12-732870-X.
- Stein S. and Wyssession (2003). An Introduction To Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, Blackwell Publishing.

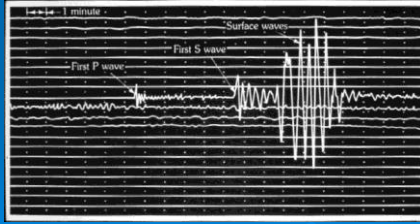


E.YALÇINKAYA

8

SİSMOLOJİ'YE GENEL BAKIŞ

Prof. Dr. Eşref YALÇINKAYA



Bu günün başlıkları

- Sismoloji nedir?
- Neden sismoloji çalışırız?
- Sismoloji ne işe yarar?
- Sismoloji ve toplum
- Sismik tehlike ve risk
- Deprem tahmini
- Nükleer silahların kontrolü
- Adli sismoloji

Sismoloji nedir?

Sismoloji (seismology) terimi, Yunanca'da *seismos* (sarsıntı) ve *logos* (bilim) kelimelerinin birleşiminden oluşur, yani deprem bilimi demektir.



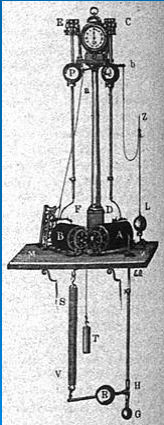
E.YALÇINKAYA

11

Sismoloji biliminin tarihçesi



1846 : Robert Mallet, "sismoloji" sözcüğünü ilk kullanan İrlandalı bilim adamı, deprem dalgalarının "epicenter" adı verilen bir orijin noktasından yayıldığını ve farklı noktalarda bu dalgaların gözlemlenmesi ile geri doğru gidilerek ortak bir kaynağın belirlenebileceğini belirtti.



1875 : Filippo Cecchi, İtalyan bilim adamı ilk sismografi inşa etti



1899 : İngiliz jeolog Richard Oldham, yaptığı gözlemlerde farklı tip sismik dalgaların (compressional ve distorsional), varlığından bahsetti.

1906 : San Francisco depremi ve Harry Fielding Reid'in "elastik rebound" teorisi

E.YALÇINKAYA

12



1909 : Andrija Mohorovicic, kabuk ve manto arasındaki Moho süreksizliğini keşfetti.



1935 : Charles Richter, depremlerin büyüklüğünü belirlemek için kullanılan ve "Richter magnitüd ölçeği" adı ile anılan büyüklük ölçeğini geliştirdi.



1936 : Inge Lehmann yerin iç çekirdeğini keşfetti.



1966 : Keiti Aki, bir depremin büyüklüğünün fiziksel ölçümü olan sismik moment kavramını ortaya koydu.



1977 : Hiroo Kanamori, bugün en çok kullanılan ve sismik momente dayalı olan moment magnitüdü ölçeğini geliştirdi.

E.YALÇINKAYA

13

Deprem nedir?



ARİSTOTLE : Yer altı mağaraları içindeki rüzgarlar



Benjamin Franklin : Yer kabuğunu yüzdüren sıvı içindeki dalgalar



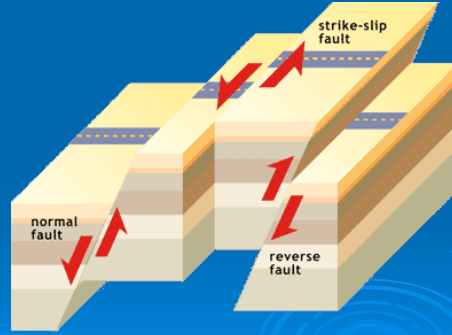
Faylar boyunca depolanan deformasyon enerjisinin ani serbestlenmesi sonucu oluşan sarsıntıya deprem denir.

E.YALÇINKAYA

14

Fay nedir?

İki tarafın birbirine göre göreceli hareket ettiği yer kabuğundaki süreksizlikler (kırıklar) fay olarak adlandırılır.



E.YALÇINKAYA

15

Elastik yineleme (rebound) teorisi



E.YALÇINKAYA

16



E.YALÇINKAYA

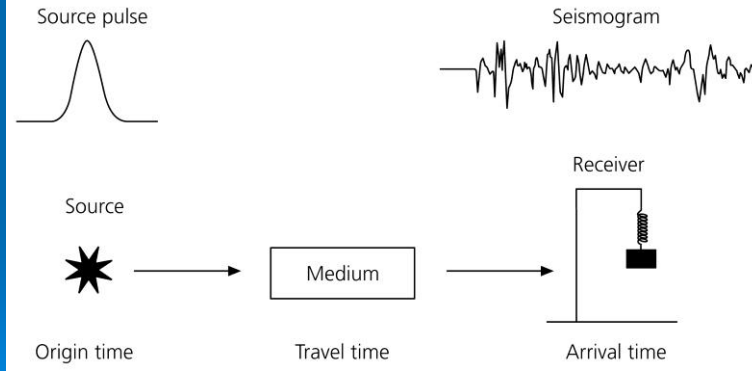
17



E.YALÇINKAYA

18

Sismoloji, yer (veya gezegenler) içinde elastik dalgaların yayılmasını, kaydedilmesini ve onlara neden olan kaynakların çalışıldığı bir bilim dalıdır.



E.YALÇINKAYA

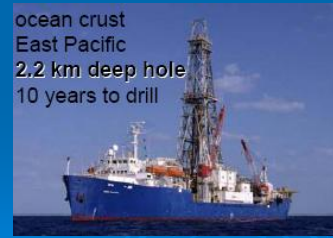
19

Sismoloji, yerkürenin iç yapısının ortaya çıkarılmasında ve fiziksel özelliklerinin araştırılmasında en güçlü yöntemdir.

E.YALÇINKAYA

20

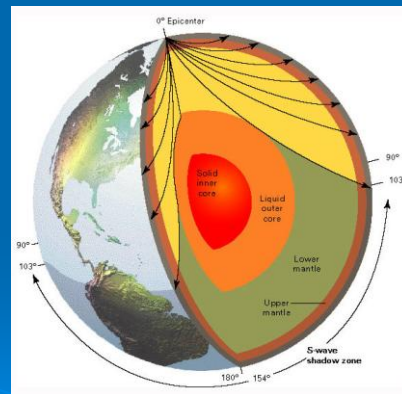
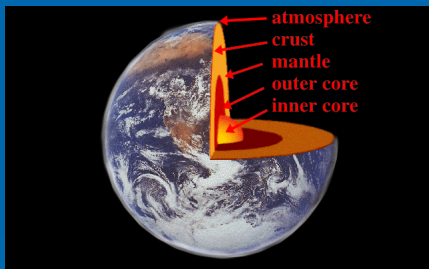
➤ Direkt ve indirekt gözlemler



E.YALÇINKAYA

21

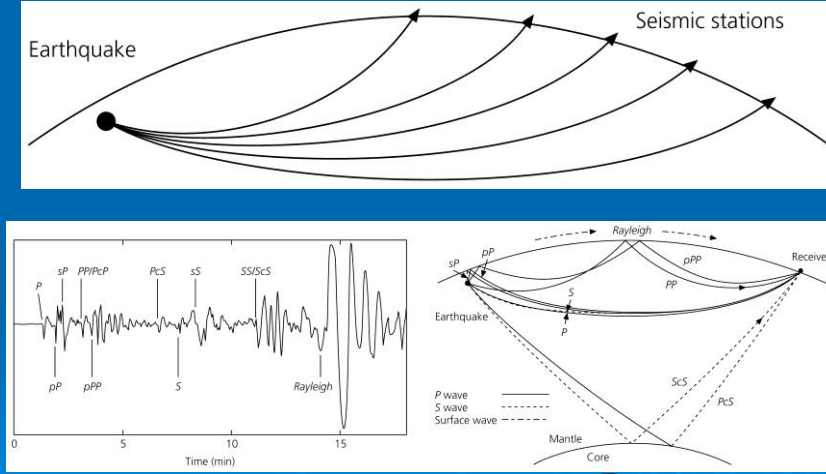
- En üstte ince kabuğun, onun altında mantonun ve sıvı dış çekirdeğin, en altta da katı iç çekirdeğin varlığı; derinlikle sismik hızların değişiminden ortaya çıkarılmıştır.



E.YALÇINKAYA

22

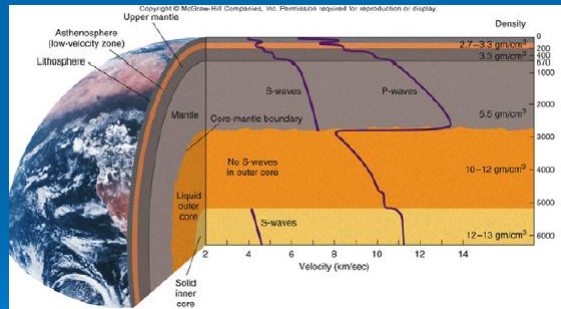
Yer içinde seyahat eden sismik dalgalar, geçtikleri ortamların özelliklerini yüzeye taşırlar.



E.YALÇINKAYA

23

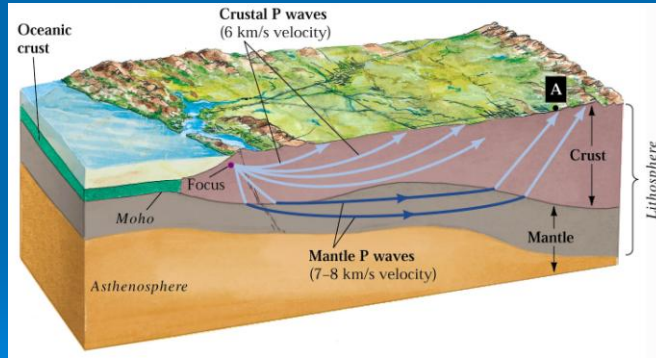
➤ Mineral yapısı ve kimyasal özellikleri



E.YALÇINKAYA

24

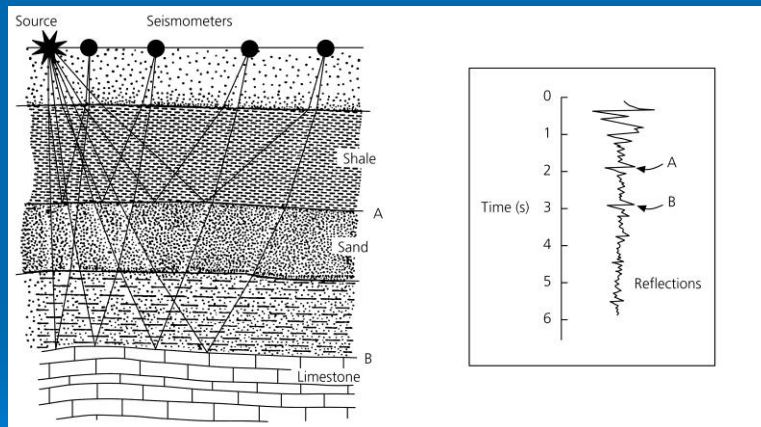
➤ Yüzeye yakın maden, petrol gibi ekonomik kaynakların yerleri



E.YALÇINKAYA

25

➤ Zemin araştırmalarında



E.YALÇINKAYA

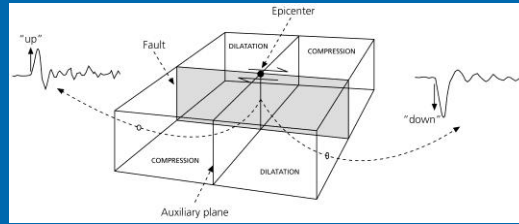
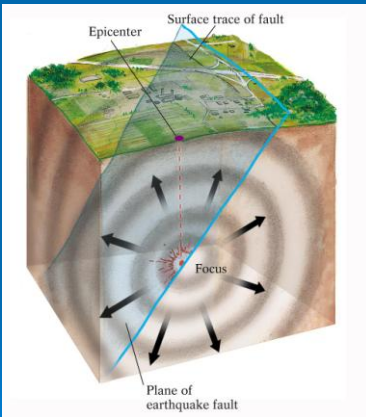
26

**Sismoloji, deprem çalışmaları
için en önemli yöntemdir. Bir
deprem sırasında
faylanmanın doğasıyla ilgili
Çoęu bilgi sismogramlardan
elde edilir.**

E.YALÇINKAYA

27

➤ Kaynağın zellikleri



E.YALÇINKAYA

28

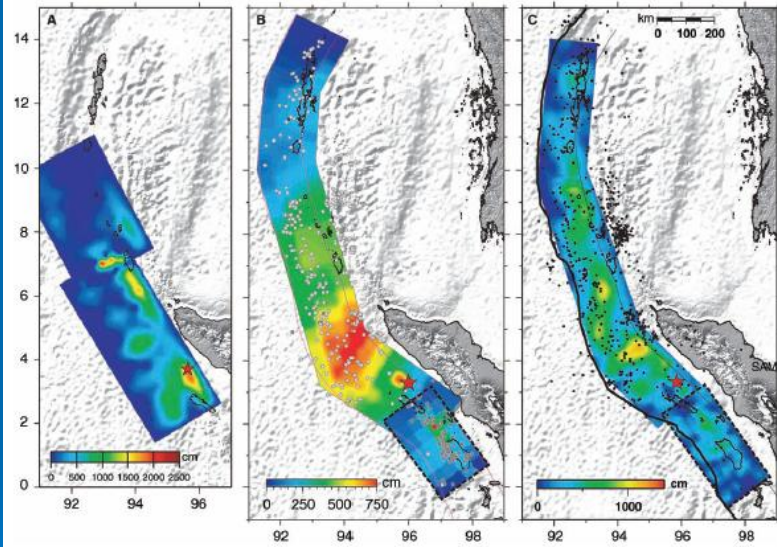
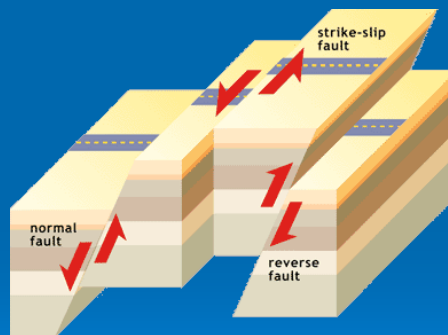


Fig. 5. (A) Fault slip 168s after rupture initiation estimated by using 20 azimuthally distributed teleseismic SH waveforms ($\Delta \sim 45^\circ$ to 85°). The rupture models consists of two faults, the first having a strike of 329° and a dip of 8° and the second having a strike of 338° and a dip of 7° (based on the mechanism of the 29 December 2004 $M_w = 6.0$ aftershock). (B) Slip distribution from method II. The reliance on intermediate-period surface waves and long-period seismograms reduces the detail imaged in the rupture but provides a first-order view of the slip distribution. (C) Slip distribution of finite fault model III using teleseismic body waves (5 to 200 s), intermediate-period three-component regional waves (50 to 500 s), and long-period teleseismic waves (250 to 2000 s). The surface projections of three fault segments are colored on the basis of the slip amplitude. The black thick and thin lines delineate the trench mapped from the ETOPO2 and 50-km iso-depth slab contour. The aftershocks ($M > 5$) downloaded from the National Earthquake Information Center are indicated by black dots. Waveform fits for each model can be found in the electronic supplements. Slip of the 28 March 2005 event is outlined with a dashed line. Area ruptured during the 28 March 2005 event is outlined with a dashed line.

E.YALÇINKAYA

29

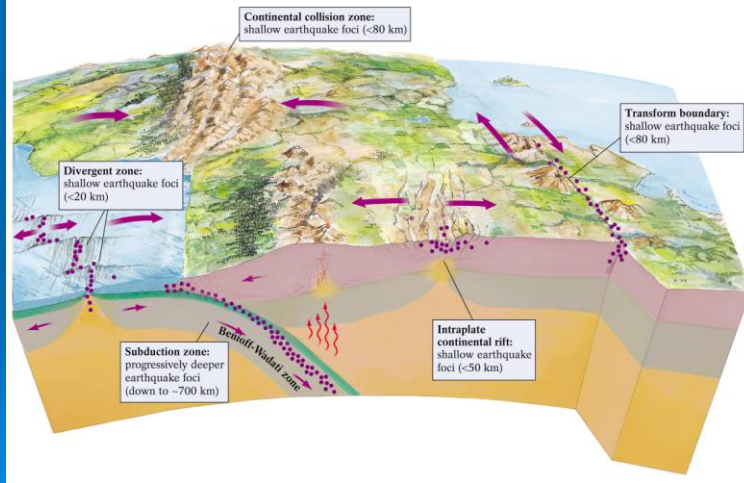
➤ Faylanmanın özellikleri



E.YALÇINKAYA

30

➤ Plaka hareketleri ve onları doğuran kuvvetler



E.YALÇINKAYA

31

Sismoloji-Toplum ilişkisi

- Deprem çalışmaları
- Doğal kaynakların aranması
- Nükleer silahların kontrolü
- Adli sismoloji

E.YALÇINKAYA

32

- Sismoloji hem bilgiyi hem de bilginin sınırlarını açıklamakla sorumludur. Başarısızlık, hiç istenmeyen sonuçlar doğurabilir.
- Japonya deprem tahmin programı
- İtalya'da bu hafta başlayan bir davada ülkenin önde gelen altı deprem uzmanı sanık sandalyesinde oturuyor. Bilim adamları, iki yıl aşkın süre önce l'Aquila kentinde meydana gelen yıkıcı depremin 309 kurbanının ölümüne sebebiyet vermekle suçlanıyor. Nisan 2009 tarihinde l'Aquila'da can kaybına ve büyük hasara yol açan 6.3 büyüklüğündeki deprem, daha önceki haftalarda kentte hissedilen bir dizi güçlü öncü sarsıntıyı izlemişti. Savcılık makamı, bilim adamlarını bu öncü sarsıntıların taşıdığı risk faktörünü kamuoyuna duyurmamakla ve halkı yanlış yönlendirmekle suçluyor.

E.YALÇINKAYA

33

Sismik tehlike ve risk

Sismik tehlike : Deprem olma tehlikesidir. Kaçınılamaz tektonik bir gerçektir. Sismologların ve tektonikçilerin ortaya koyduğu sonuçlardır.

Sismik risk : Can ve mala gelebilecek zarardır. İnsanlar tarafından değiştirilebilir. İnşaat mühendislerinin, şehir plancılarının ve kent yöneticilerinin ortaya koyduğu sonuçlardır. Risk tehlikeyi içinde barındırır.

E.YALÇINKAYA

34

Largest Earthquakes					Deadliest Earthquakes				
Year	Date	Magnitude	Fatalities	Region	Year	Date	Magnitude	Fatalities	Region
2014	04/01	8.2	6	NW of Iquique, Chile	2014	08/03	6.2	729	near Wenping, China
2013	05/24	8.3	0	Sea of Okhotsk	2013	09/24	7.7	825	61km NNE of Awaran, Pakistan<td>
2012	04/11	8.6	0	off the west coast of northern Sumatra	2012	02/06	6.7	113	Negros-Cebu region, Philippines
2011	03/11	9.0	20896	Near the East Coast of Honshu, Japan	2011	03/11	9.0	20896	Near the East Coast of Honshu, Japan
2010	02/27	8.8	507	Offshore Maule, Chile	2010	01/12	7.0	316000	Haiti
2009	09/29	8.1	192	Samoa Islands region	2009	09/30	7.5	1117	Southern Sumatra, Indonesia
2008	05/12	7.9	87587	Eastern Sichuan, China	2008	05/12	7.9	87587	Eastern Sichuan, China
2007	09/12	8.5	25	Southern Sumatera, Indonesia	2007	08/15	8.0	514	Near the Coast of Central Peru
2006	11/15	8.3	0	Kuril Islands	2006	05/26	6.3	5749	Java, Indonesia
2005	03/28	8.6	1313	Northern Sumatra, Indonesia	2005	10/08	7.6	80361	Pakistan
2004	12/26	9.1	227898	Off West Coast of Northern Sumatra	2004	12/26	9.1	227898	Off West Coast of Northern Sumatra
2003	09/25	8.3	0	Hokkaido, Japan Region	2003	12/26	6.6	31000	Southeastern Iran
2002	11/03	7.9	0	Central Alaska	2002	03/25	6.1	1000	Hindu Kush Region, Afghanistan
2001	06/23	8.4	138	Near Coast of Peru	2001	01/26	7.7	20023	India
2000	11/16	8.0	2	New Ireland Region, P.N.G.	2000	06/04	7.9	103	Southern Sumatera, Indonesia
1999	09/20	7.7	2297	Taiwan	1999	08/17	7.6	17118	Turkey

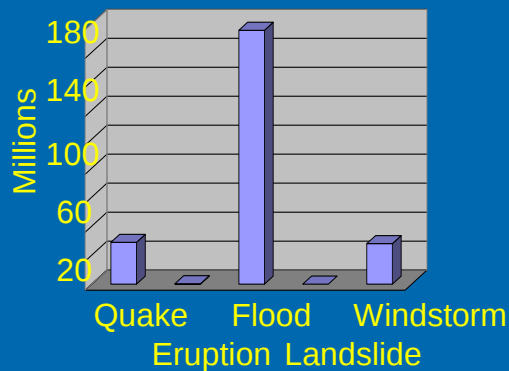
E.YALÇINKAYA

35

Table 1.2-3. Some causes of death in the United States, 1996.

Heart Attack	733,834
Cancer	544,278
Stroke	160,431
Lung disease	106,143
Pneumonia/Influenza	82,579
Diabetes	61,559
Motor vehicle accidents	43,300
AIDS	32,655
Suicide	30,862
Liver disease/Cirrhosis	25,135
Kidney disease	24,391
Alzheimer's	21,166
Homicide	20,738
Falling	14,100
Poison	10,400
Drowning	3,900
Fires	3,200
Suffocation	3,000
Bicycle accidents	695
Severe Weather ¹	514
In-line skating ²	25
Football ²	18
Skateboards ²	10
Earthquakes (1811-1983) ³	9
Earthquakes (1984-1998)	9

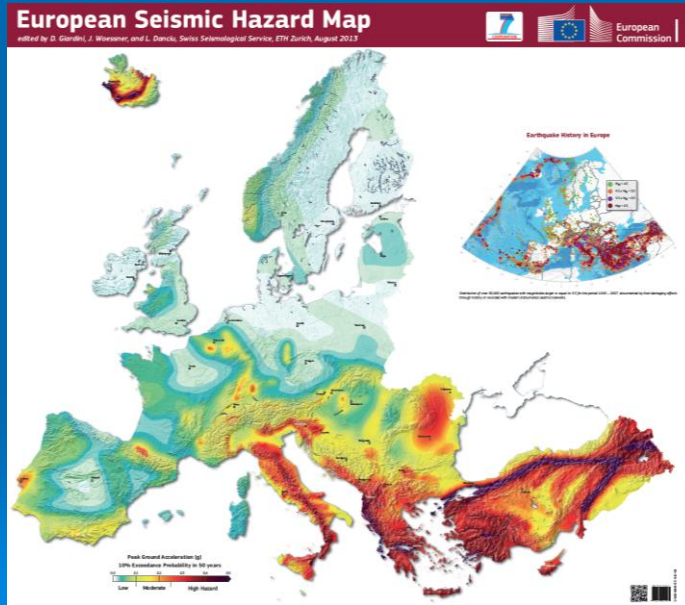
¹From the National Weather Service (property loss due to severe weather is \$10-15 B/year, comparable to the Northridge earthquake, and individual hurricanes can go up to \$25 B.



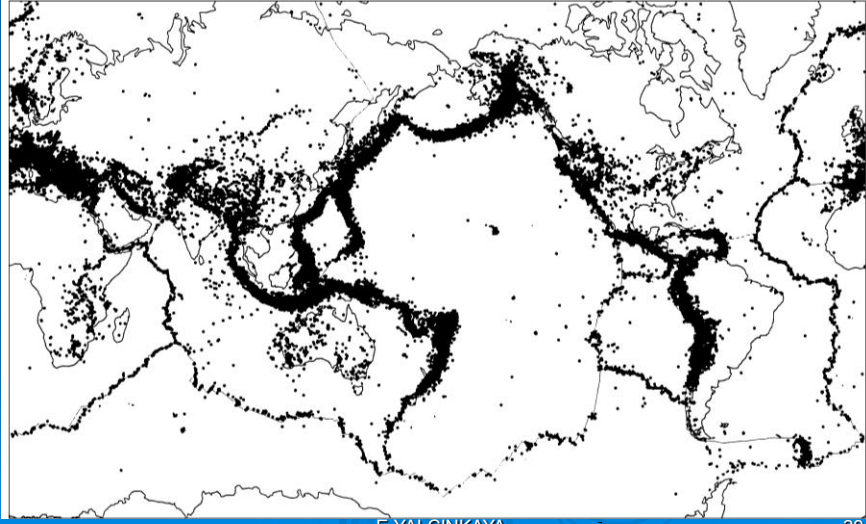
E.YALÇINKAYA

36

SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI



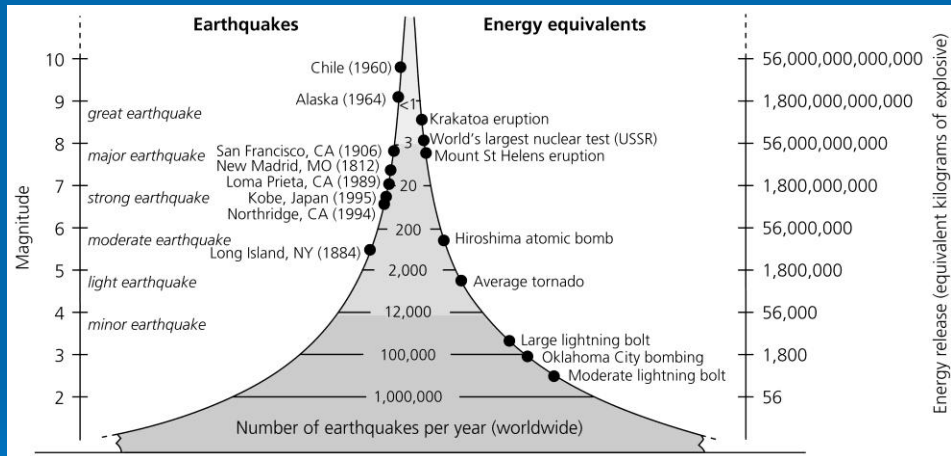
Deprem lokasyonları



39



40



E.YALÇINKAYA

41

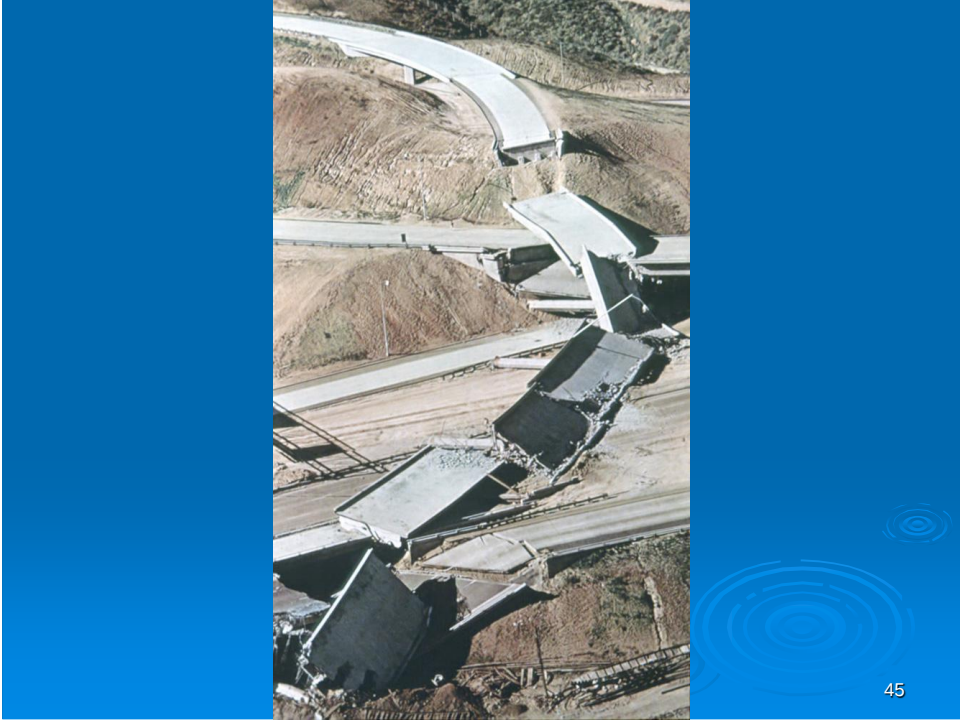
Table 1.2-1. Numbers of earthquakes per year, based upon data from the U. S. Geological Survey National Earthquake Information Center. Energy estimates are based upon an empirical formula of Gutenberg and Richter [Gutenberg, 1956], and the magnitude scaling relations of Geller [1976], and are very approximate.

Earthquake Magnitude (M_s)	Number per year	Energy released (10^{15} J/yr)
≥ 8.0	0 - 1	0 - 1000
7 - 7.9	12	100
6 - 6.9	110	30
5 - 5.9	1400	5
4 - 4.9	13,500	1
3 - 3.9	> 100,000	0.2

E.YALÇINKAYA

42





45



E.YALÇINKAYA

46

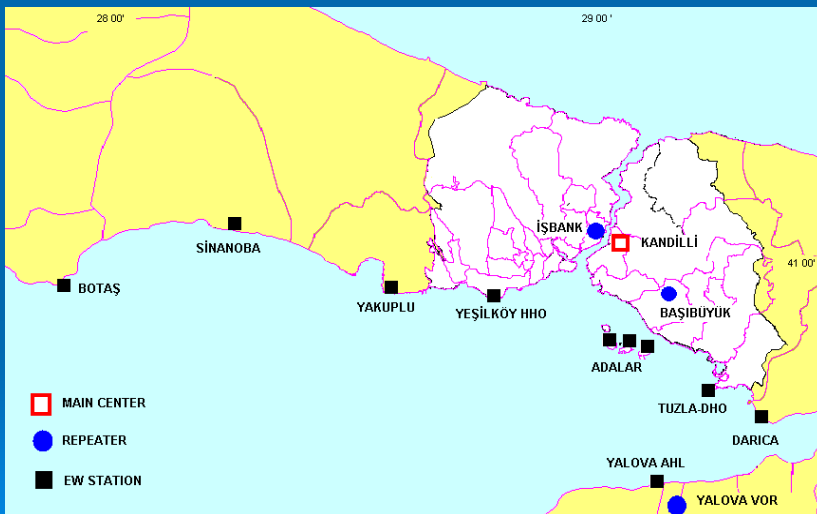
Deprem tahmini

- **Deprem tahmini (forecasting):** Belirli bir bölgede, belirli bir zaman içinde, belirli bir büyüklükte bir depremin olma olasılığını hesaplar.
 - yinelenme aralıkları
 - sismik boşluklar
- **Deprem kestirimi (prediction):** Nerede, ne zaman, ne büyüklükte bir depremin olacağını söyler.
 - Ön belirtiler (radon, elektromagnetik, vb.)

E.YALÇINKAYA

47

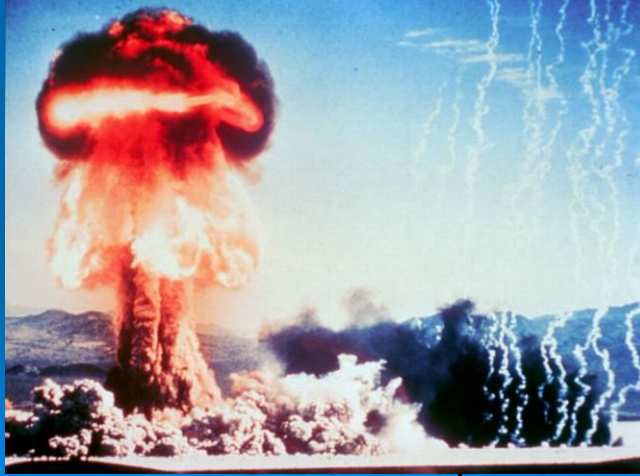
Erken uyarı (real-time)



E.YALÇINKAYA

48

Nükleer patlatmaların kontrolü



E.YALÇINKAYA

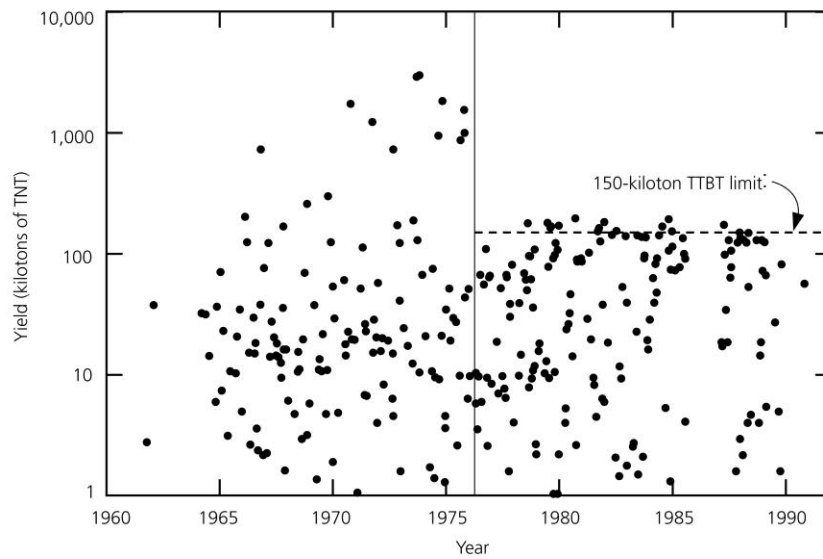
49



E.YALÇINKAYA

50

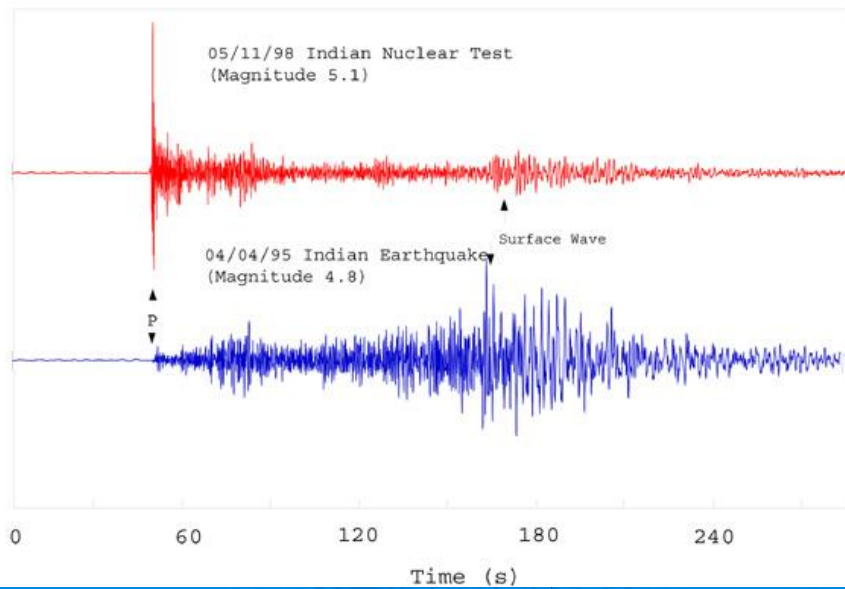
Figure 1.2-18: Yields of Soviet underground nuclear tests.



E.YALÇINKAYA

51

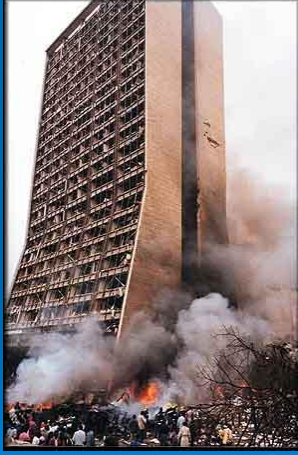
Data recorded at Nilore, Pakistan



E.YALÇINKAYA

52

Adli sismoloji



E.YALÇINKAYA

53

Deprem olmayan sismik kaynaklar

- Doğal
 - göktaşı çarpması
 - volkanik patlama
 - maden çökmesi
 - heyelanlar
 - kasırgalar
- İnsan kaynaklı
 - nükleer silah testleri
 - kimyasal patlamalar
 - terörist saldırı
 - endüstriyel kaza
 - maden kazısı
 - uçak düşmesi

E.YALÇINKAYA

54

Case Studies in Forensic Seismology

- The terrorist truck-bombing of the U.S. Embassy in Nairobi, Kenya on 8/7/1998
- The sinking of the Russian submarine *Kursk* in the Barents Sea on 8/12/2000
- The pipeline explosion near Carlsbad, New Mexico on 8/19/2000

E.YALÇINKAYA

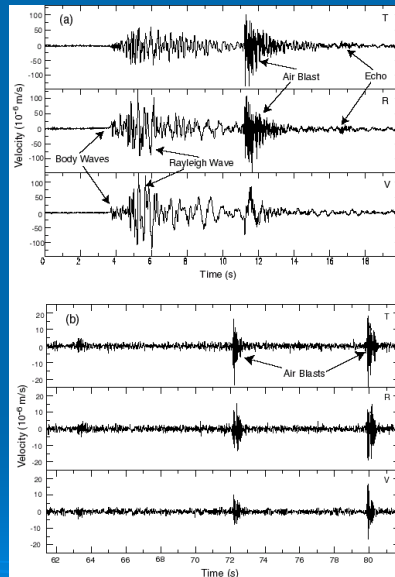
55

U.S Embassy in Nairobi, Kenya



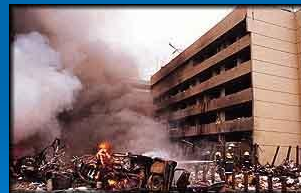
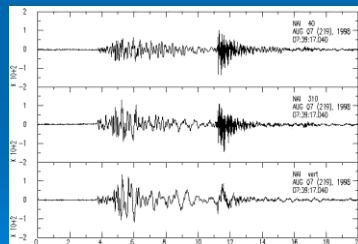
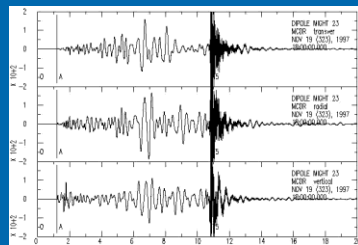
E.YALÇINKAYA

56



E.YALÇINKAYA

57



E.YALÇINKAYA

58

Günün özeti

- Sismoloji nedir?
- Sismolojinin çalışma konuları nelerdir?
- Sismoloji ve toplum

E.YALÇINKAYA

59

Gelecek ders

- Deprem kayıtçıları : SİSMOGRAFLAR

Bitti

E.YALÇINKAYA

60