

DEPREMLER



Doç.Dr.Yaşar Eren

DEPREMLER

➤ Litosfer dış şeklini ve iç yapısını sürekli olarak değiştiren canlı bir varlık gibidir. Litosferde olan hareket ve değişiklik çok yavaş (yılda en çok 1 cm veya 1 mm) ve çok uzun zaman (yüzbinlerce veya milyonlarca yıl) sürdüğünden farkedilmemektedir

DEPREMLER

- Yerkabuğunun belirli bölgelerinde oluşan kubbe şeklindeki yükselme ve tekne şeklindeki çökmelere epirojenik hareketler denir.
- Kıta oluşumu anlamına gelen bu tür olaylarda düşey hareketler söz konusudur.

DEPREMLER

- ❧ Dağ oluşumu anlamına gelen orojenik olaylarda ise litosferde yatay hareketler ve gerilmeler etkilidir.
- ❧ Bu sırada tabakalı kayalar levhaların birbirine yaklaşmasına bağlı olarak kırılır, kıvrımlanır ve yükselerek Himalayalar, Toroslar, Alpler gibi dağ kuşaklarını oluşturur

DEPREMLER

- Bu yavaş hareketlerin yanı sıra litosferin saniye ile belirlenen hızlı hareketleri de vardır.
- Yeryüzünde duyulan ve kökeni doğal olan yer sarsıntılarına deprem (zelzele) denir



DEPREMLER

- Depremler katı-rijit litosfer bloklarının kırılmaları kaymaları sonucu açığa çıkan elastik deformasyon enerjisinin deprem dalgaları şeklindeki titreşim hareketleridir.
- Depremler çoğunlukla yer kabuğunda ve daha az sayıda üst mantoda oluşur.
- Depremlerin büyük bir çoğunluğu diri (aktif) fayların hareketine bağlı olarak gelişir.

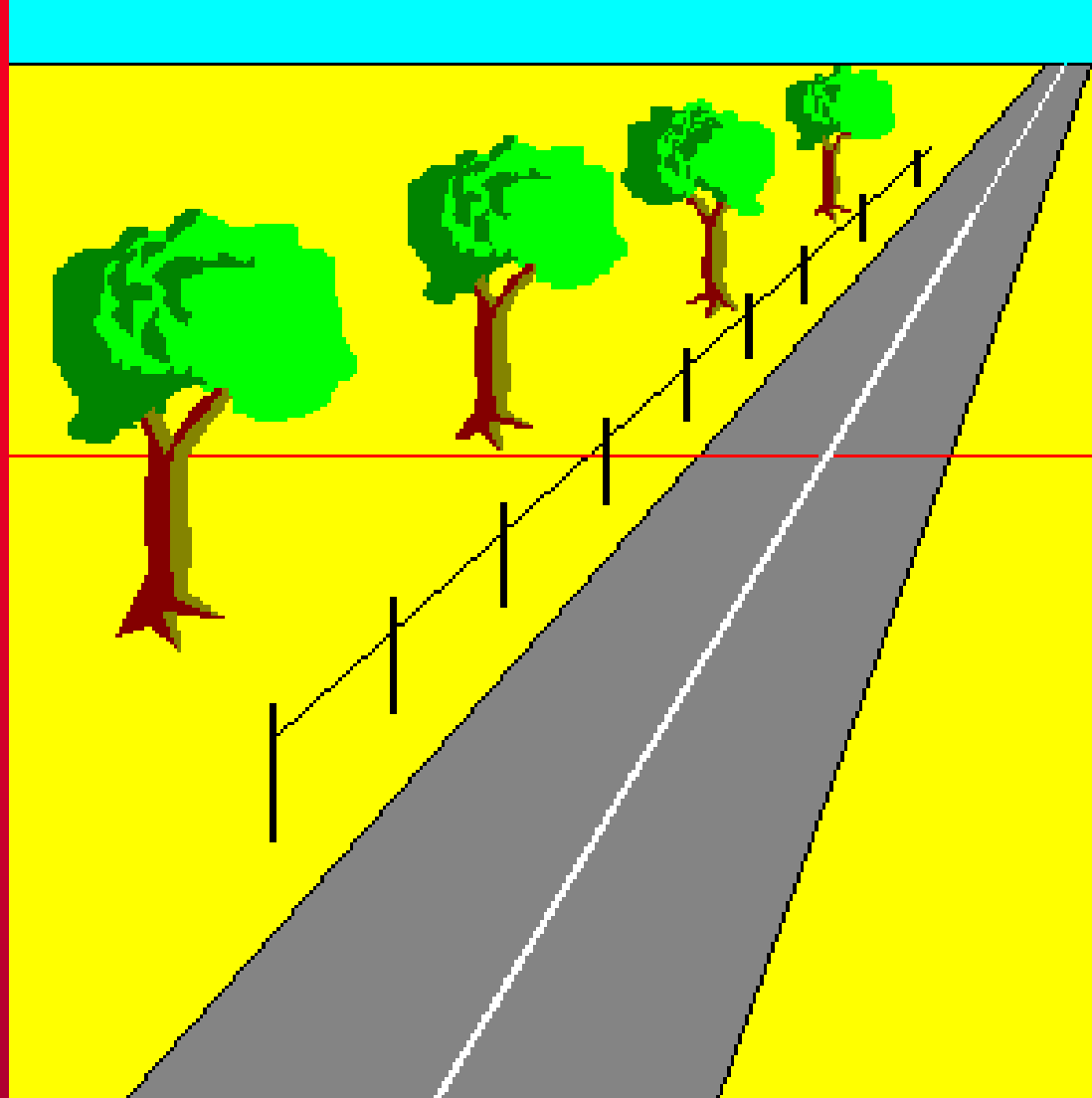
DEPREMLER

➤ Fayların ve bunlarla ilişkili büyük depremlerin oluşumu H.F.REID (1911) tarafından “elastik kırılma teorisi” ile açıklanmıştır.

DEPREMLER

- ❧ ELASTİK KIRILMA TEORİSİNE göre faylanmadan önce fay doğrultusunun her iki yanında elastik deformasyon nedeniyle, kayaçlar içinde deformasyon enerjisi birikmektedir.
- ❧ Bu enerji kayaç kütesinin elastik kırılma direncini aşınca kırılma veya var olan bir kırık boyunca kayma oluşmakta
- ❧ Bu sırada boşalan elastik deformasyon enerjisi sismik dalgalar (deprem dalgaları) şeklinde yayılarak depremi oluşturmaktadır.

DEPREMLER

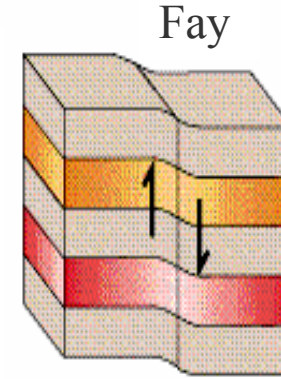


DEPREMLER

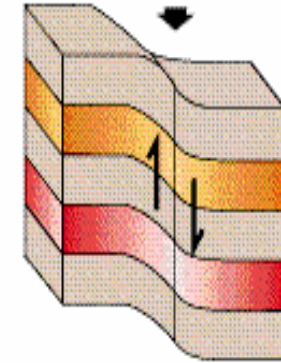
Elastik

Kırılma Teorisi

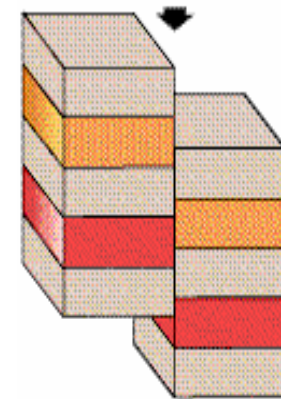
Gerilme
Başlangıcı:
Fay kilitlenmiş
Ve elastik
deformasyon
başlıyor



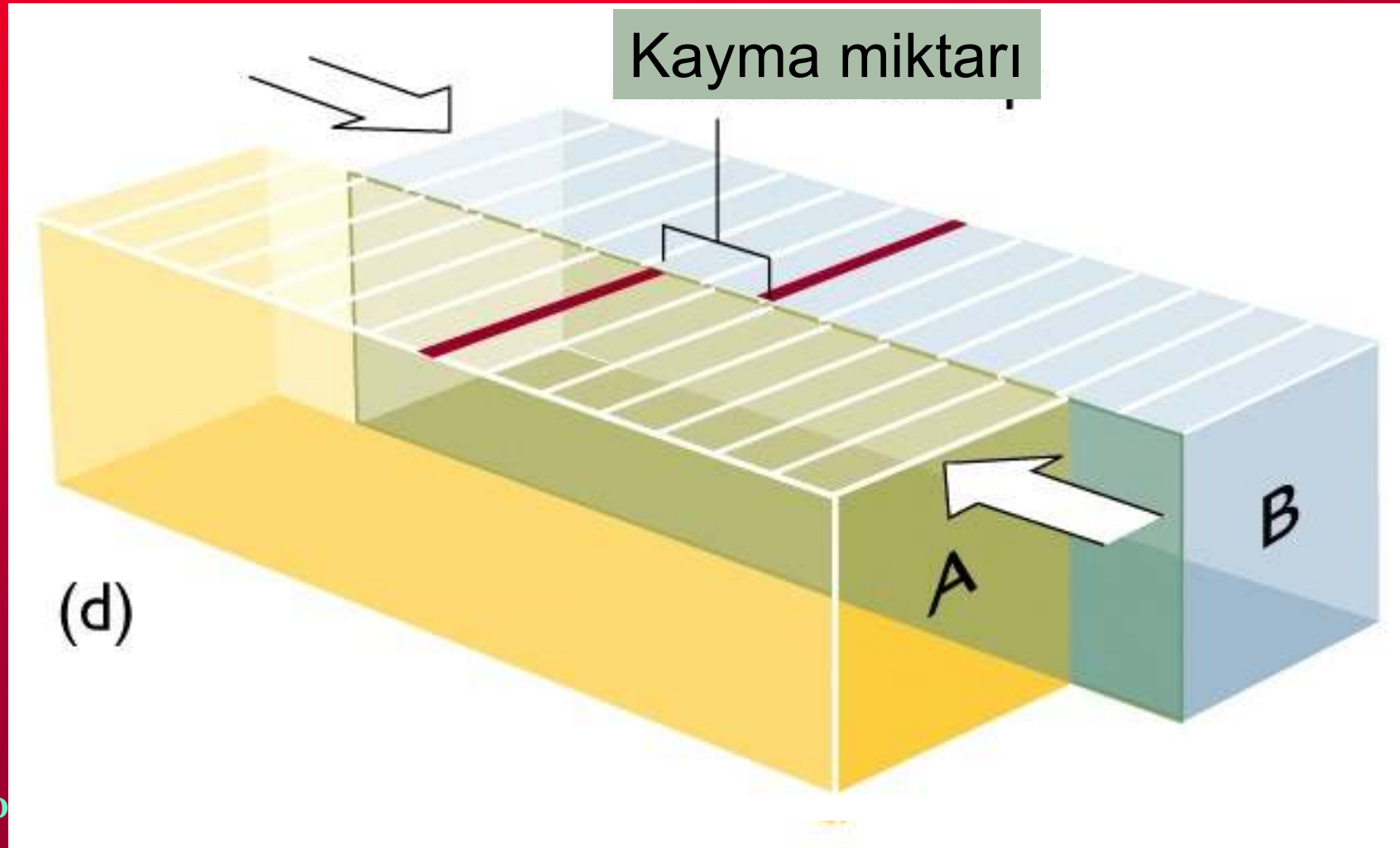
Deformasyon
devam ediyor
Gerilme birikiyor



Fayda
Kayma
gerçekleşir ve
kayaçlar
gerilmeye
uğramadan
önceki durumda



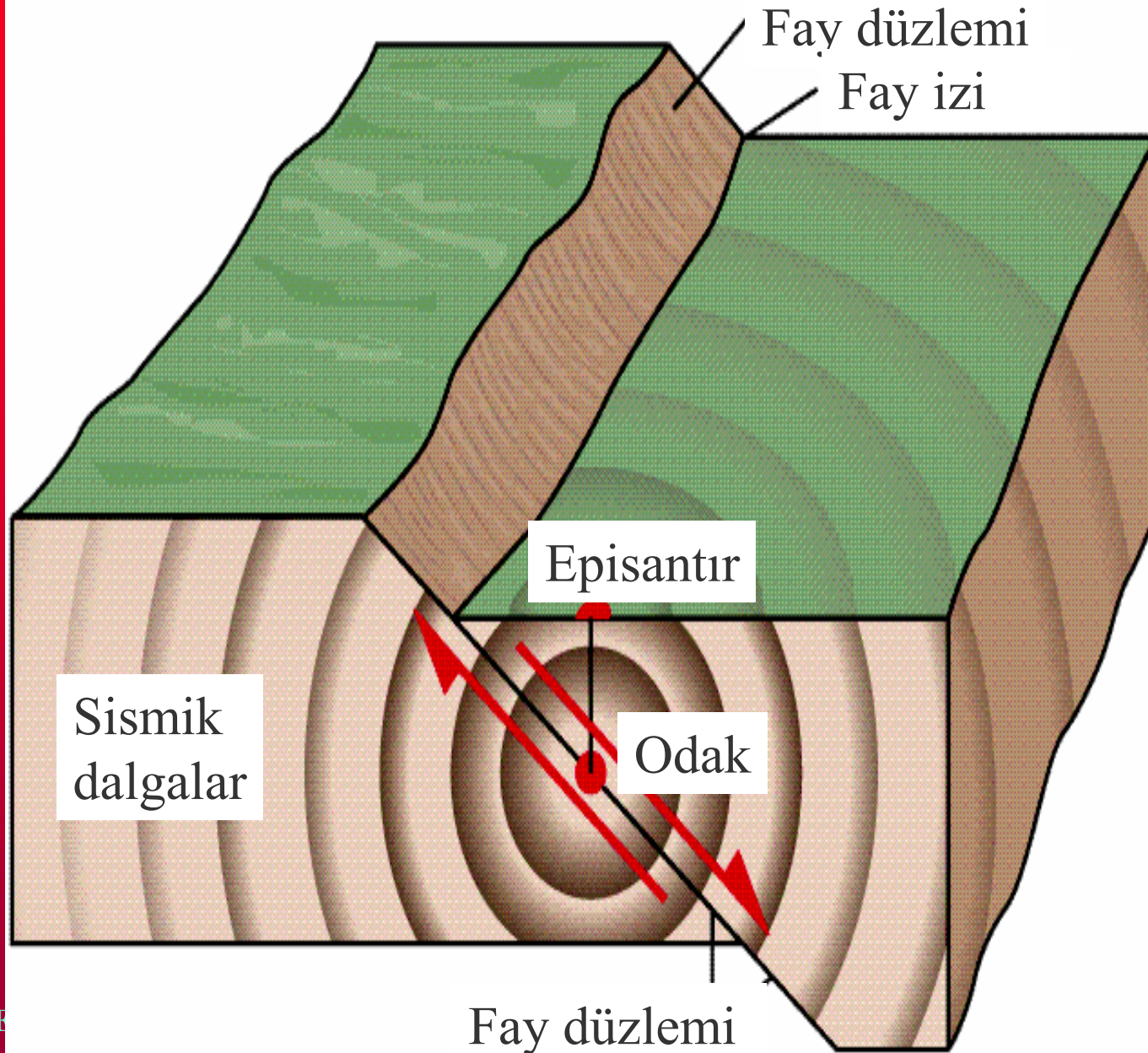
DEPREMLER



DEPREMLER

- ❧ Faylanma esnasında İlk kırılma veya kayma noktasına deprem odağı veya hiposantri denir.
- ❧ Yeryüzünde odak noktasının veya alanının düşey olarak tam üstüne rastlayan yere episantr denir

DEPREMLER



DEPREMLER

Aktif (diri) Fay =Günümüzden geçmiş 10.000 yıl süre içinde hareket etmiş fay (Holosen dönemi içinde)

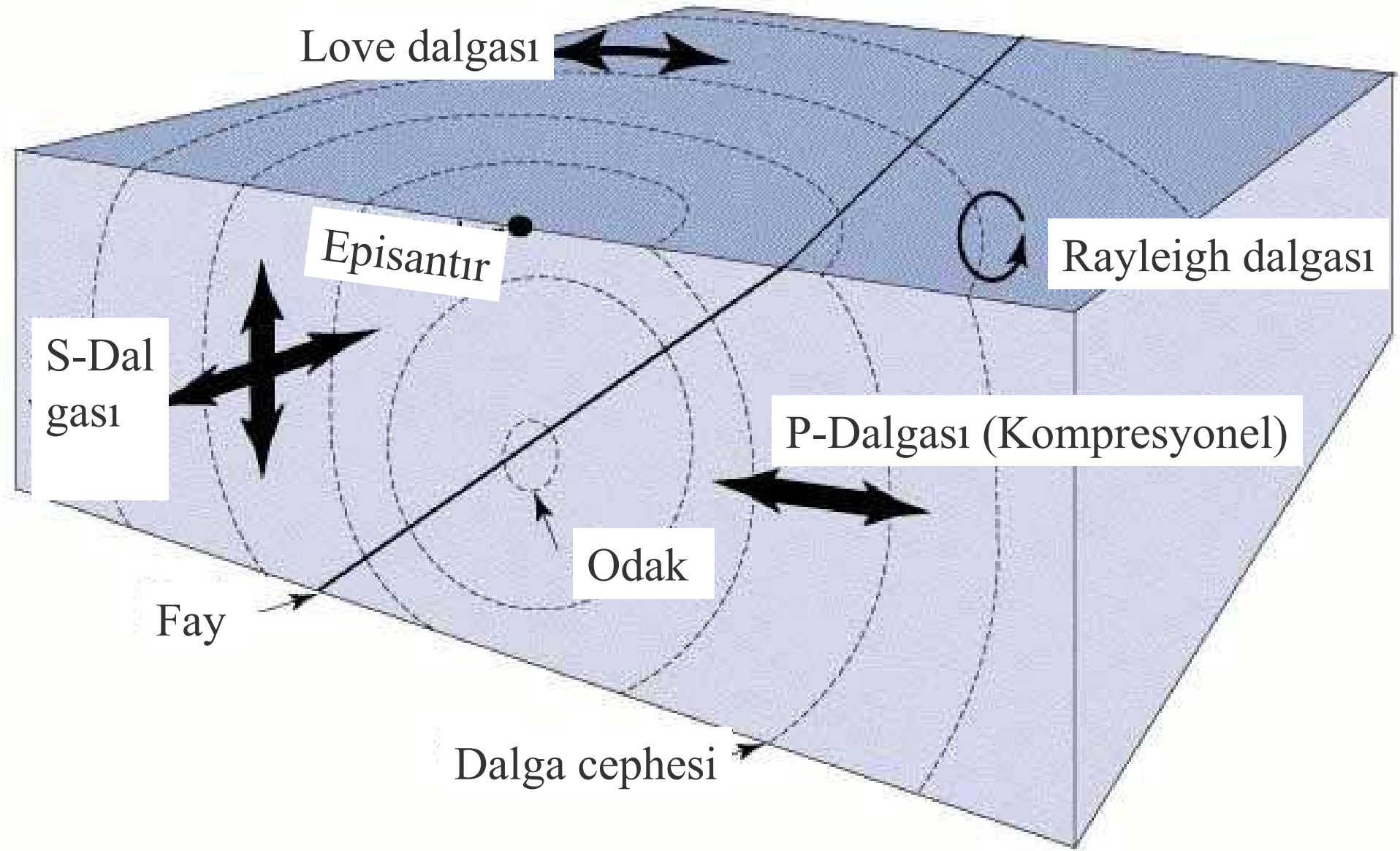
Potansiyel aktif (olası diri) Fay = Holosen dönemi (10.000 yıl) içinde değil ancak Pleyistosen zamanından beri (1.65 milyon yıl) hareket eden fay

Ölü fay = 1.65 milyon yıldan beri hareket etmeyen fay.

DEPREMLER

- Depremi etkisi en çok episanır ve yakın çevresinde görölür. Episanırda uzaklaştıkça depremin etkisi azalır.
- Odak noktasından başlayan deprem dalgaları her doğrultuda yer içinde ve yer yüzünde yayılır.

DEPREMLER



(a)

DEPREMLER

➤ Diğer deprem oluşturan nedenler

- Volkanik ve magmatik faaliyetler
- Yeraltındaki karstik boşlukların (mağaraların) çökmesi
- Petrol, doğalgaz kuyuları ve maden galerilerinin çökmesi
- Büyük heyelanlar
- Meteor çarpması
- Nükleer patlatmalar
- Baraj ve yapay göllerde oluşan depremler
- Sıvı enjeksiyonu

Bu tür depremler şiddetli olmayan ve küçük alanları etkileyen depremlerdir. Bunlar çoğunlukla da depremin nedeni değil, sonucunda ortaya çıkan olaylardır.

DEPREMLER

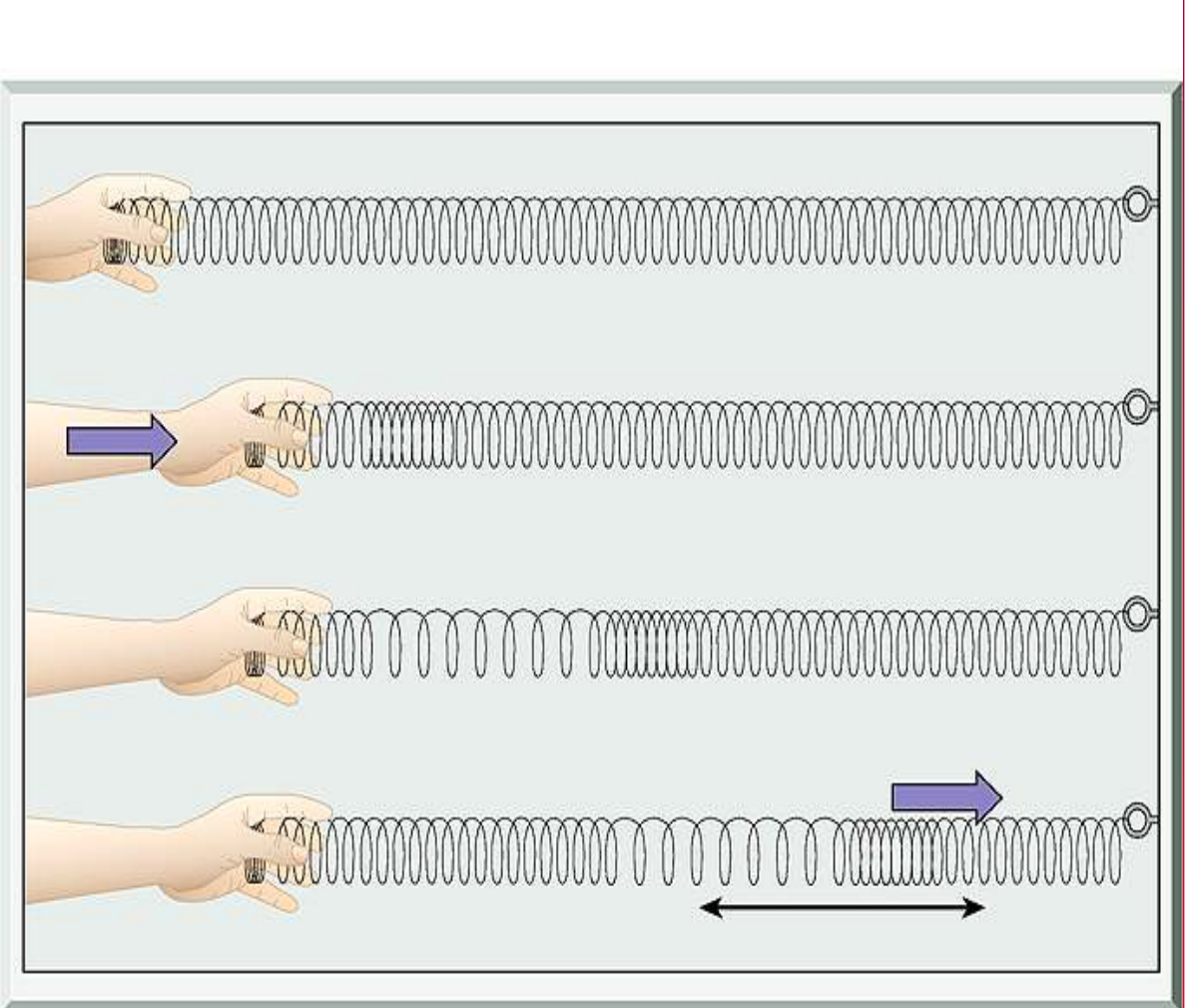
➤ DEPREM DALGALARI

- Deprem sonucu odak noktasındaki kitle her doğrultuda bir yüzey boyunca hareket eder ve elastik deprem dalgaları oluşur.
- Deprem dalgaları deprem kayıt merkezlerine konan özel deprem kaydedici sismograf aletleri ile kaydedilir
- Deprem kayıtlarında birbirinden farklı P, S ve L olmak üzere üç çeşit deprem dalgası kaydedilir.

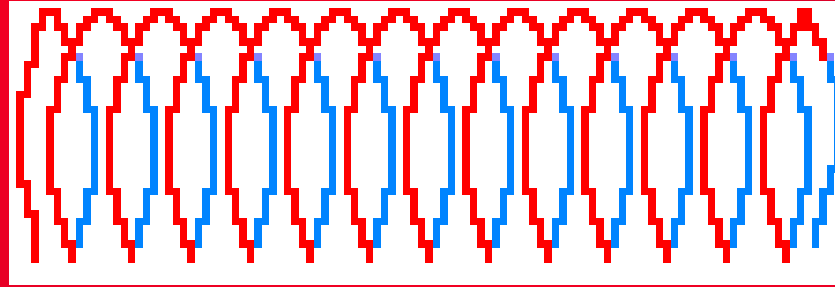
DEPREMLER

SİSMİK DALGALAR

- P-dalgası (Birincil) :Hızları en büyük (6-7 km/sn) olan ve kayıt merkezine ilk gelen dalgalardır.
- Titreşim hareketi yayılma doğrultusundadır. Yani ileri geridir.
- Bu dalgalara boyuna dalgalar da denir
- Bu dalgalar içinden geçtikleri cismin zerrelerini birbirine yaklaştırır veya uzaklaştırır.
- Sıvı ve gaz özelliğindeki maddelerden de geçerlerkm



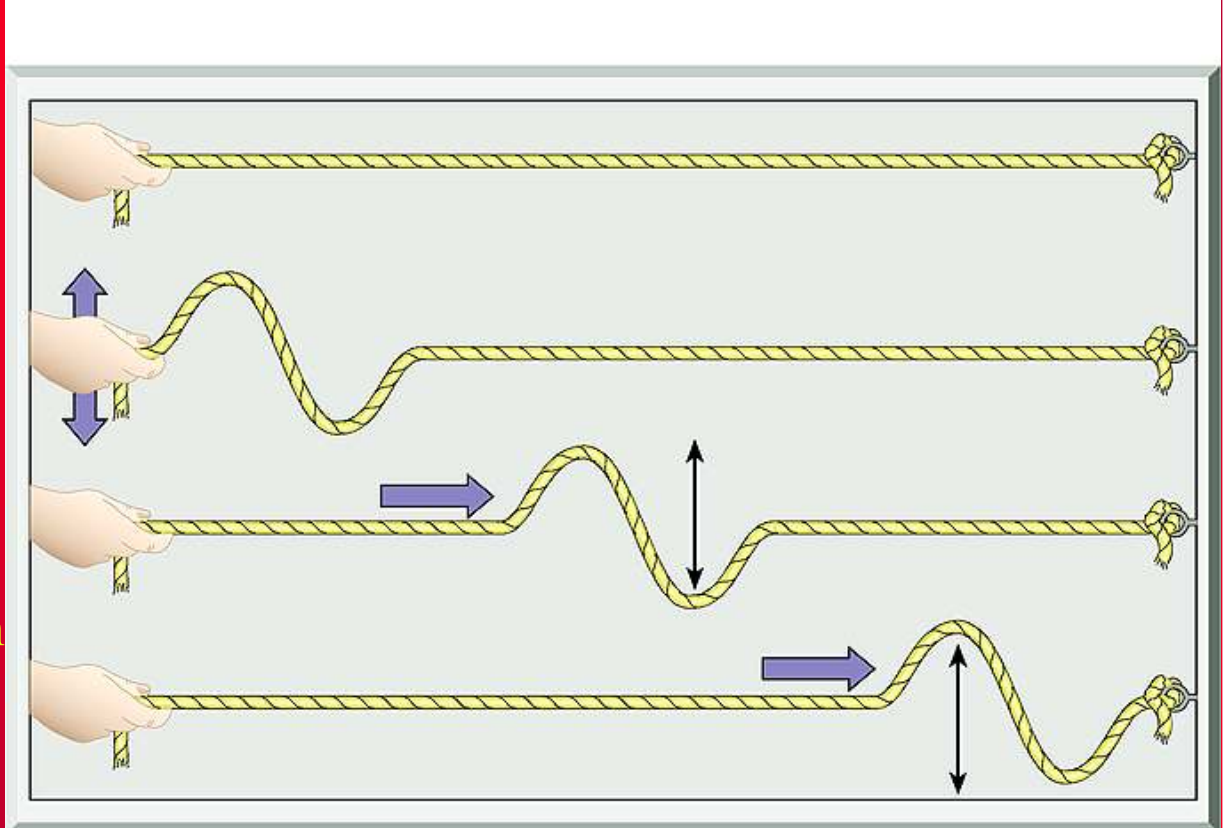
P-dalgası



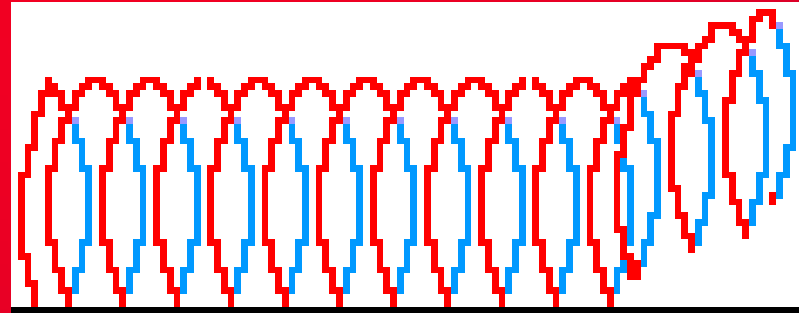
DEPREMLER

SİSMİK DALGALAR

- S-dalgası (İkincil) :Hızları daha (3.5-4 km/sn) olan ve kayıt merkezine P-dalgasından sonra gelen dalgalardır.
- Titreşim hareketi yayılma doğrultusuna diktir. Yani aşağıya-yukarıya doğrudur.
- Bu dalgalara enine dalgalar da denir
- Bu dalgalar içinden geçtikleri cismin zerrelerini birbirine yaklaştırır veya uzaklaştırır.
- Sıvı özelliğindeki maddelerden geçemezler



S-Dalgaları



DEPREMLER

SİSMİK DALGALAR

-L-dalgaları

En büyük genliği olan ve kayıt merkezine en son gelen dalgalardır.

Sismogram üzerinde en şiddetli hareketi yansıtırlar.

Bu dalgalar yeryüzüne yakın tabakalarda yayıldıkları için yüzey dalgaları da denir

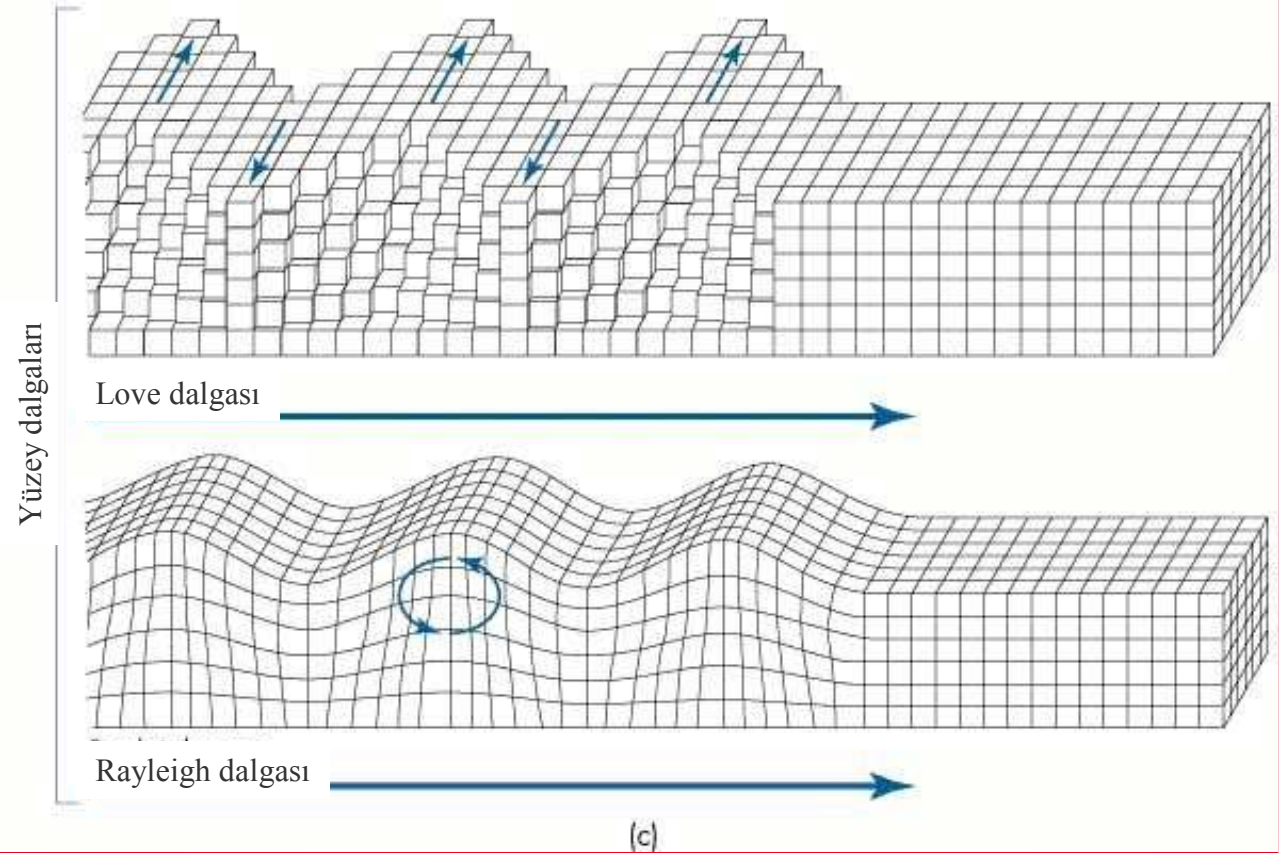
Odak merkezleri çok derinde olan depremlerde yüzey dalgaları görülmez

Love ve (su dalgası gibi)

Rayleigh olmak (yatay S-dalgası gibi)

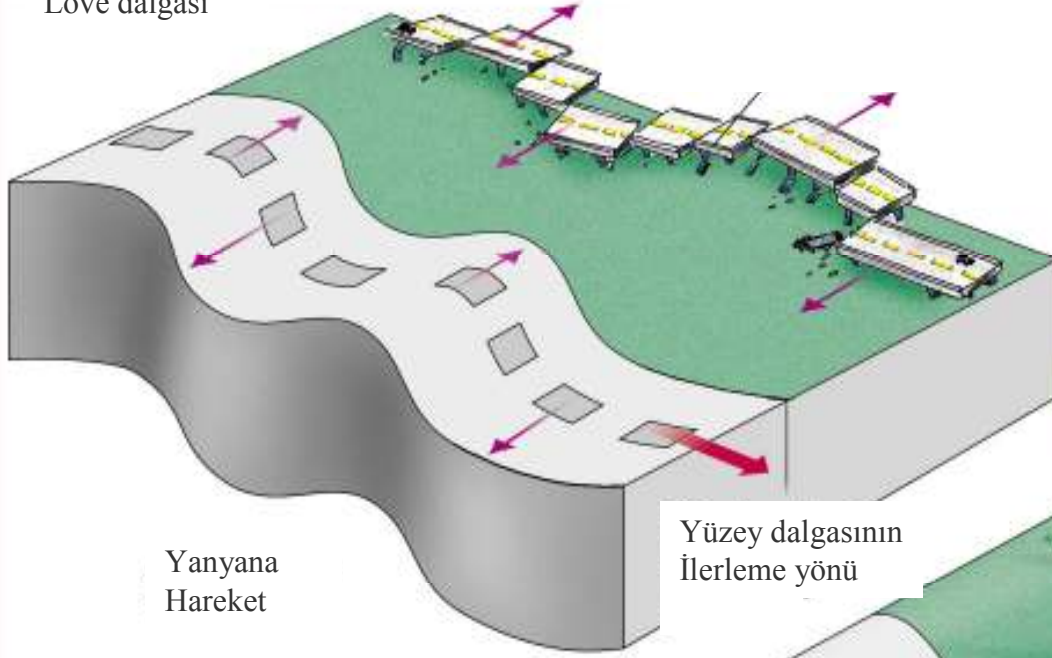
üzere iki türü vardır

Doç.Dr.Yaşar EREN



DEPREMLER

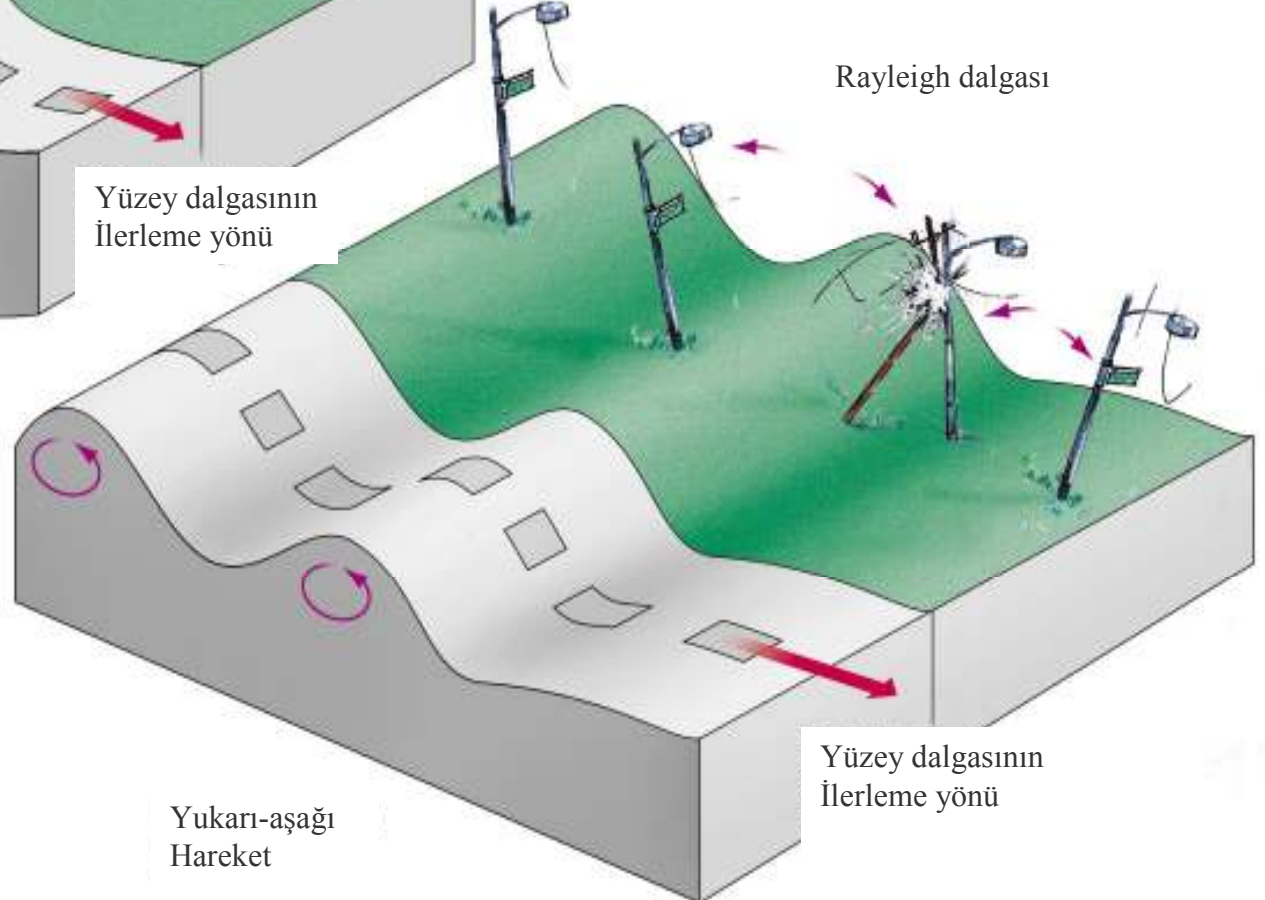
Love dalgası



Yanyana
Hareket

Yüzey dalgasının
İlerleme yönü

Rayleigh dalgası

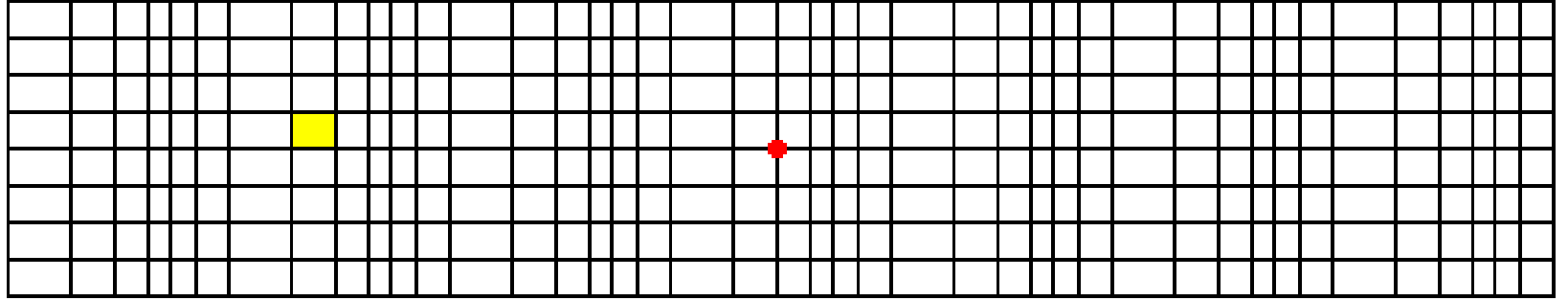


Yukarı-aşağı
Hareket

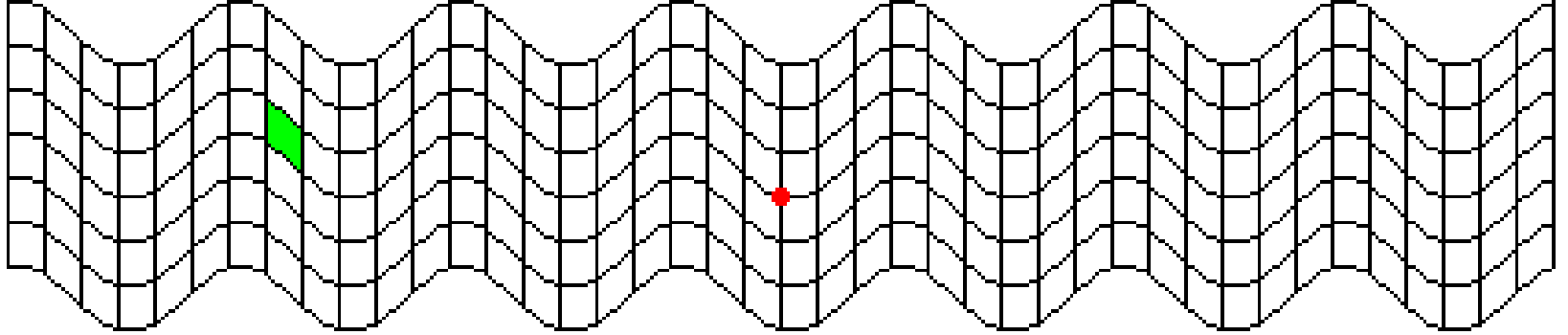
Yüzey dalgasının
İlerleme yönü

DEPREMLER

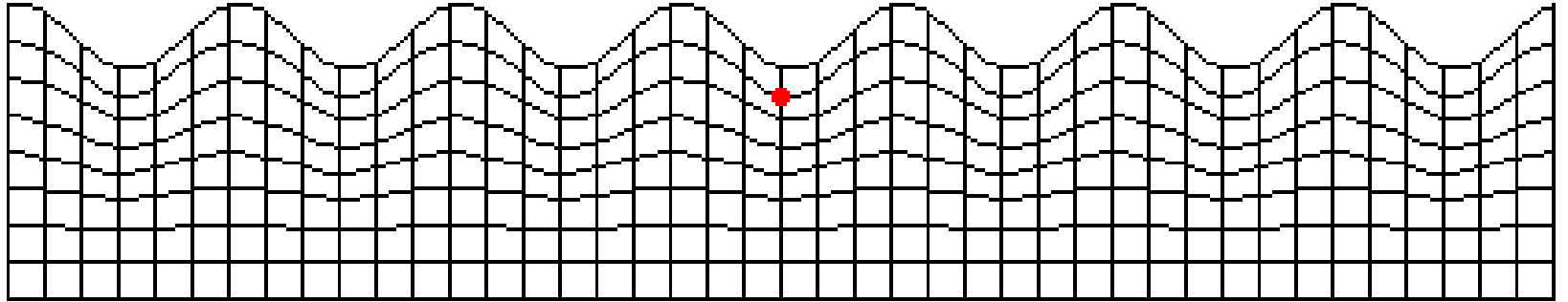
P- dalgası



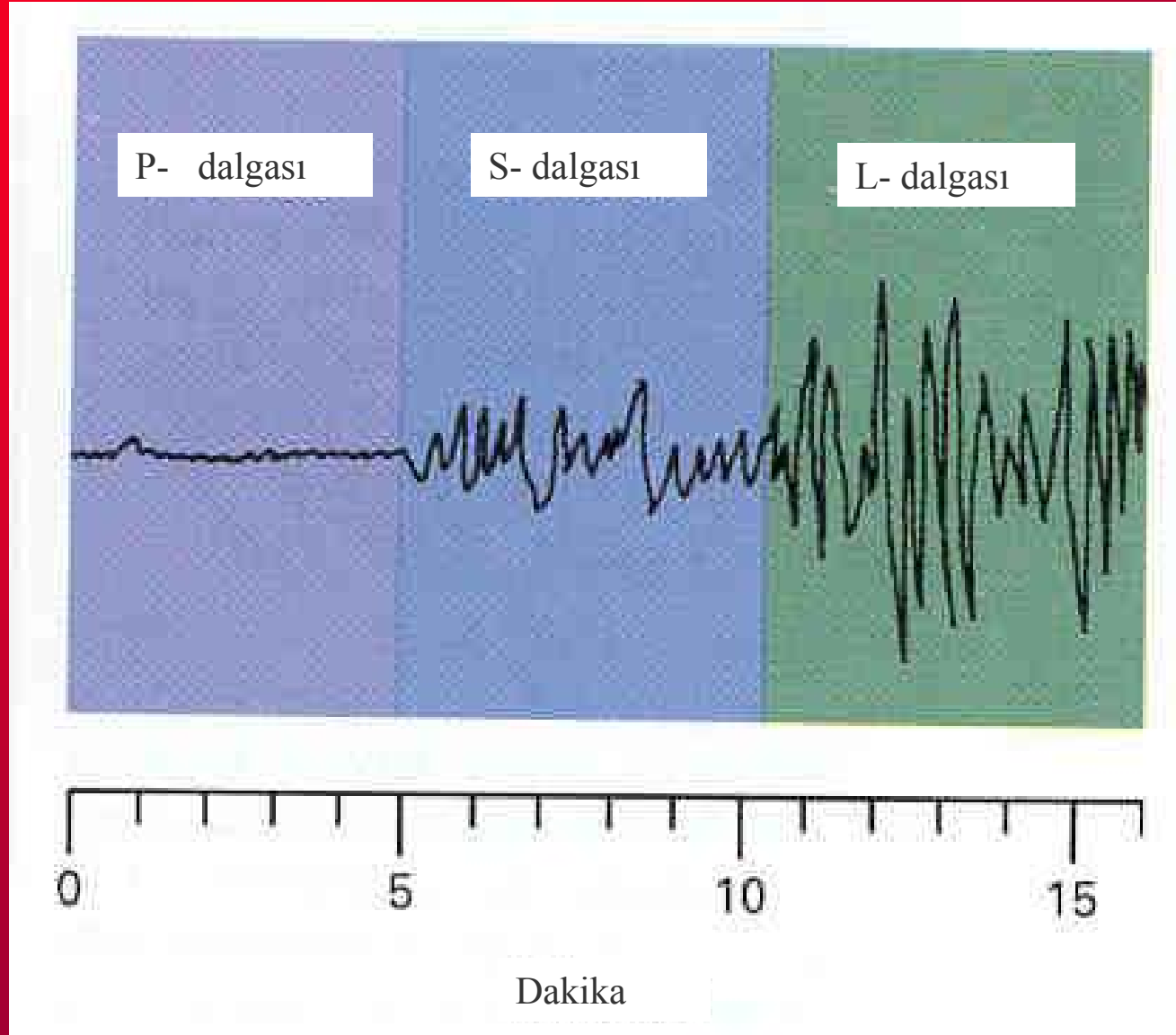
S-dalgası



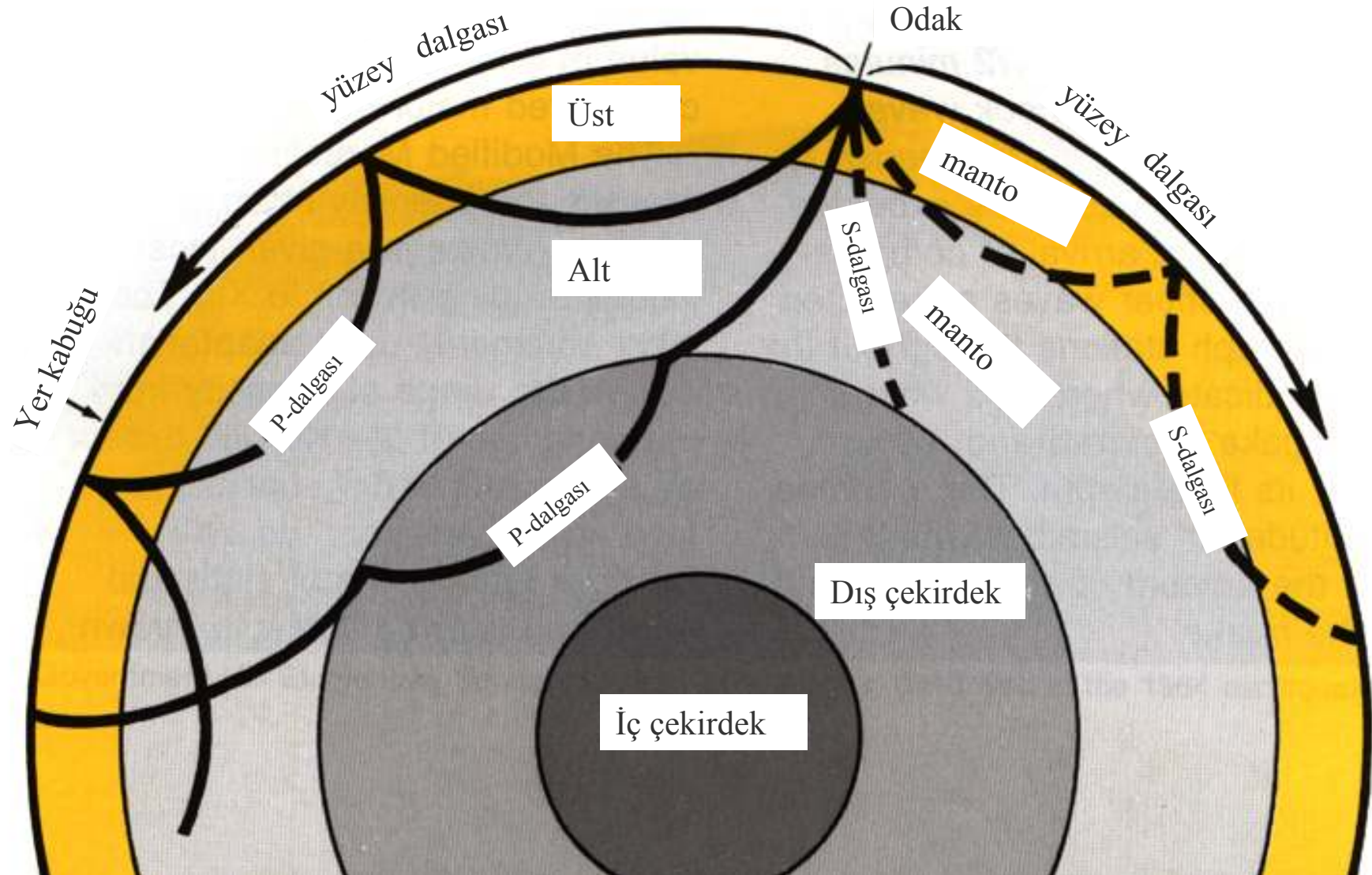
Yüzey
Dalgası



DEPREMLER



DEPREMLER



DEPREMLER

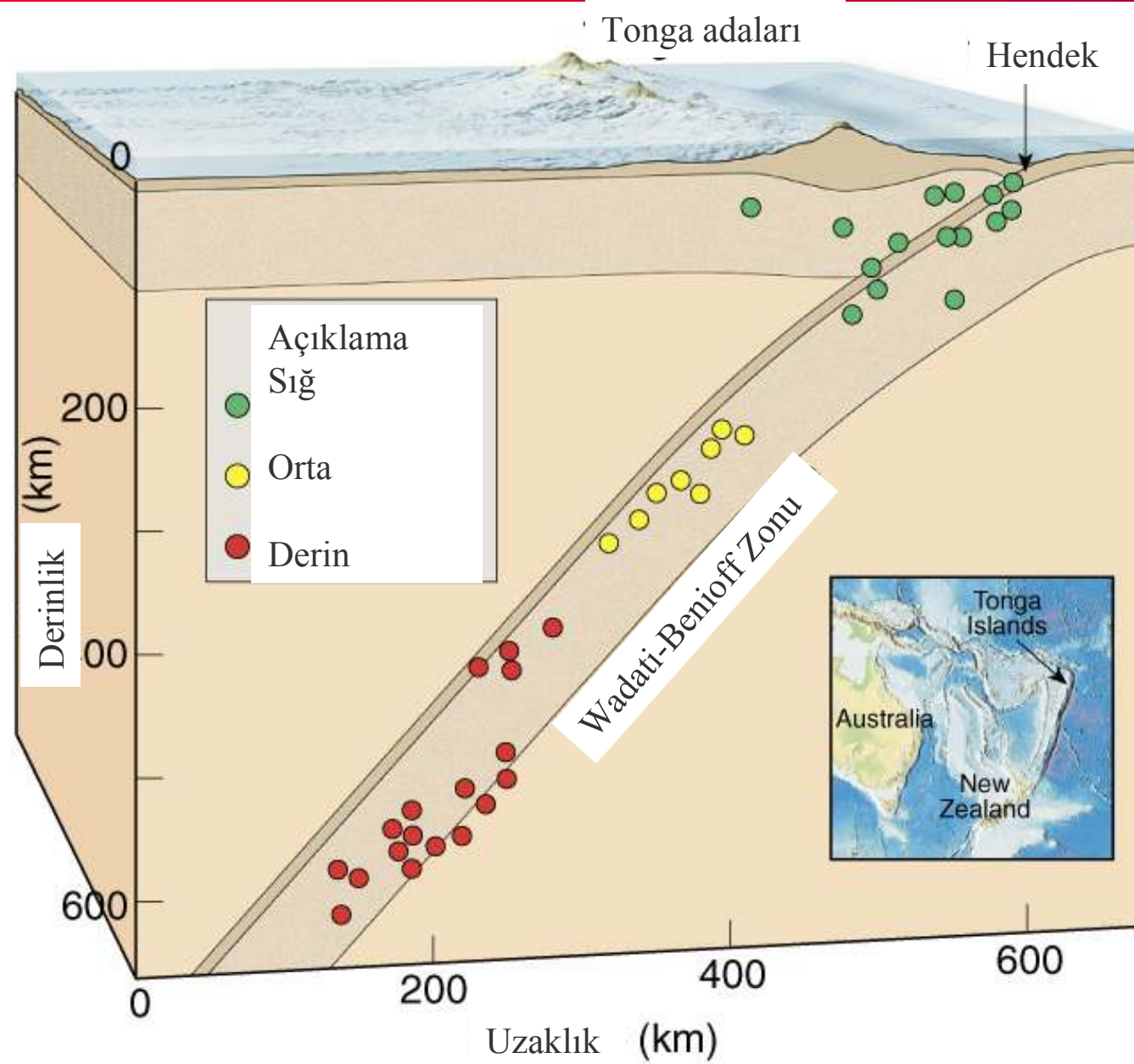
- Bazı büyük depremlerden önce bir dizi küçük sarsıntılar kaydedilir. Bunlara haberci-ön sarsıntı veya öncül depremler adı verilir.
- Büyük depremlerden sonra da bir süre küçük depremler yine diziler şeklinde devam eder. Bunlara art sarsıntılar, artçıl depremler veya replikler adı verilir

DEPREMLER

➤ Depremler derinliklerine göre üç gruba ayrılırlar

- 1. Sığ odaklı depremler: 0-60 km arasındaki odak derinliğine sahip depremlerdir.
- 2-Orta derinlikte depremler: Odak derinlikleri 60-300 km arasındadır.
- Derin odaklı depremler: Odak derinlikleri 300-700 km arasında olan depremlerdir.

DEPREMLER



DEPREMLER

- Bazı büyük depremlerden önce bir dizi küçük sarsıntılar kaydedilir. Bunlara haberci-ön sarsıntı veya öncül depremler adı verilir.
- Büyük depremlerden sonra da bir süre küçük depremler yine diziler şeklinde devam eder. Bunlara art sarsıntılar, artçıl depremler veya replikler adı verilir

DEPREMLER

➤ Depremlerin şiddeti

- Depremin şiddeti yeryüzünde yaptığı hasarla ölçülür.
- Depremler önce hafif bir sarsıntı ve yer içinden gelme top seslerini andıran gürültülerle başlar. Sarsıntılar birden şiddetlenir. En yüksek mertebeye çıkar, hasar yaptıktan sonra yeniden yavaşlar ve sone erer. Büyük depremlerde yeryüzünde kilometrelerce uzunlukta fay ve bunlara bağlı çatlak ve yarıklar görülür.
- Depremlerin şiddetini (yeryüzünde yaptığı hasarı) ölçmek için eskiden beri bir çok kriter kullanılır. Bunlardan günümüze kadar en çok kullanılanı MERCALLI-SIEBERG tarafından meydana getirilen 12 dereceli cetveldir

DEPREMLER

- ❧ Sıddet derecelerinin açıklanmasında kullanılan az, çok ve pekçok deyimleri ortalama bir değer olarak sırasıyla, %5, %50 ve %75 oranlarını belirlemektedir.
- ❧ Yapılardaki hasar ise beş gruba ayrılmıştır :
- ❧ **Hafif Hasar** : İnce sıva çatlaklarının meydana gelmesi ve küçük sıva parçalarının dökülmesiyle tanımlanır.
- ❧ **Orta Hasar** : Duvarlarda küçük çatlakların meydana gelmesi, oldukça büyük sıva parçalarının dökülmesi, kiremitlerin kayması, bacalarda çatlakların oluşması ve bazı baca parçalarının aşağıya düşmesiyle tanımlanır.
- ❧ **Ağır Hasar** : Duvarlarda büyük çatlakların meydana gelmesi ve bacaların yıkılmasıyla tanımlanır.
- ❧ **Yıkıntı** : Duvarların yarılması, binaların bazı kısımlarının yıkılması ve derzlerle ayrılmış kısımlarının bağlantısını kaybetmesiyle tanımlanır.
- ❧ **Fazla Yıkıntı** : Yapıların tüm olarak yıkılmasıyla tanımlanır.
- ❧ Şiddet çizelgelerinin açıklanmasında her şiddet derecesi üç bölüme ayrılmıştır.
- ❧ Bunlardan;
 - ❧ a) Bölümünde depremin kişi ve çevre,
 - ❧ b) Bölümünde depremin her tipteki yapılar,
 - ❧ c) Bölümünde de depremin arazi üzerindeki etkileri belirtilmiştir.

DEPREMLER

• **MSK Sıddet Cetveli :**

I- Duyulmayan

(a) : Titreşimler insanlar tarafından hissedilmeyip, yalnız sismograflarca kaydedilirler.

II- Çok Hafif

(a) : Sarsıntılar yapıların en üst katlarında ,dinlenme bulunan az kişi tarafından hissedilir.

III- Hafif

(a) : Deprem ev içerisinde az kişi, dışarıda ise sadece uygun şartlar altındaki kişiler tarafından hissedilir. Sarsıntı, yoldan geçen hafif bir kamyonetin meydana getirdiği sallantı gibidir. Dikkatli kişiler, üst katlarda daha belirli olan asılmış eşyalardaki hafif sallantıyı izleyebilirler.

IV- Orta Şiddetli

(a) : Deprem ev içerisinde çok, dışarıda ise az kişi tarafından hissedilir. Sarsıntı, yoldan geçen ağır yüklü bir kamyonun oluşturduğu sallantı gibidir. Kapı, pencere ve mutfak eşyaları v.s. titrer, asılı eşyalar biraz sallanır. Ağzı açık kaplarda olan sıvılar biraz dökülür. Araç içerisindeki kişiler sallantıyı hissetmezler.

DEPREMLER

❧ V- Şiddetli

- ❧ (a) : Deprem, yapı içerisinde herkes, dışarıda ise çok kişi tarafından hissedilir. Uyumakta olan çok kişi uyanır, az sayıda dışarı kaçan olur. Hayvanlar huysuzlanmaya başlar. Yapılar baştan aşağıya titrerler, asılmış eşyalar ve duvarlara asılmış resimler önemli derecede sarsılır. Sarkaçlı saatler durur. Az miktarda sabit olmayan eşyalar yerlerini değiştirebilirler ya da devrilebilirler. Açık kapı ve pencereler şiddetle itilip kapanırlar, iyi kilitlenmemiş kapalı kapılar açılabilir. İyice dolu, ağzı açık kaplardaki sıvılar dökülür. Sarsıntı yapı içerisine ağır bir eşyanın düşmesi gibi hissedilir.
- ❧ (b) : A tipi yapılarda hafif hasar olabilir.
- ❧ (c) : Bazen kaynak sularının debisi değişebilir.

❧ VI- Çok Şiddetli

- ❧ (a) : Deprem ev içerisinde ve dışarıda hemen hemen herkes tarafından hissedilir. Ev içerisindeki birçok kişi korkar ve dışarı kaçarlar, bazı kişiler dengelerini kaybederler. Evcil hayvanlar ağıllarından dışarı kaçarlar. Bazı hallerde tabak, bardak v.s.gibi cam eşyalar kırılabilir, kitaplar raflardan aşağıya düşerler. Ağır mobilyalar yerlerini değiştirirler.
- ❧ (b) : A tipi çok ve B tipi az yapılarda hafif hasar ve A tipi az yapıda orta hasar görülür.
- ❧ (c) : Bazı durumlarda nemli zeminlerde 1 cm.genişliğinde çatlaklar olabilir. Dağlarda rastgele yer kaymaları, pınar sularında ve yeraltı su düzeylerinde değişiklikler görülebilir.

DEPREMLER

❧ VII- Hasar Yapıcı

- ❧ (a) : Herkes korkar ve dışarı kaçar, pek çok kişi oturdukları yerden kalkmakta güçlük çekerler. Sarsıntı, araç kullanan kişiler tarafından önemli olarak hissedilir.
- ❧ (b) : C tipi çok binada hafif hasar, B tipi çok binada orta hasar, A tipi çok binada ağır hasar, A tipi az binada yıkıntı görülür.
- ❧ (c) : Sular çalkalanır ve bulanır. Kaynak suyu debisi ve yeraltı su düzeyi değişebilir. Bazı durumlarda kaynak suları kesilir ya da kuru kaynaklar yeniden akmaya başlar. Bir kısım kum çakıl birikintilerinde kaymalar olur. Yollarda heyelan ve çatlama olabilir. Yeraltı boruları ek yerlerinden hasara uğrayabilir. Taş duvarlarda çatlak ve yarıklar oluşur.



❧ VIII- Yıkıcı

- ❧ (a) : Korku ve panik meydana gelir. Araç kullanan kişiler rahatsız olur. Ağaç dalları kırılıp, düşer. En ağır mobilyalar bile hareket eder ya da yer değiştirerek devrilir. Asılı lambalar zarar görür.
- ❧ (b) : C tipi çok yapıda orta hasar, C tipi az yapıda ağır hasar, B tipi çok yapıda ağır hasar, A tipi çok yapıda yıkıntı görülür. Boruların ek yerleri kırılır. Abide ve heykeller hareket eder ya da burkulur. Mezar taşları devrilir. Taş duvarlar yıkılır.
- ❧ (c) : Dik şevli yol kenarlarında ve vadi içlerinde küçük yer kaymaları olabilir. Zeminde farklı genişliklerde cm.ölçüsünde çatlaklar oluşabilir. Göl suları bulanır, yeni kaynaklar meydana çıkabilir. Kuru kaynak sularının akıntıları ve yeraltı su düzeyleri değişir.

DEPREMLER

IX- Çok Yıkıcı

- ❧ (a) : Genel panik. Mobilyalarda önemli hasar olur. Hayvanlar rastgele öte beriye kaçar ve bağırır.
- ❧ (b) : C tipi çok yapıda ağır hasar, C tipi az yapıda yıkıntı, B tipi çok yapıda yıkıntı, B tipi az yapıda fazla yıkıntı ve A tipi çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Heykel ve sütunlar düşer. Bentlerde önemli hasarlar olur. Toprak altındaki borular kırılır. Demiryolu rayları eğrilip, bükülür yollar bozulur.
- ❧ (c) : Düzlik yerlerde çokça su, kum ve çamur tasmaları görülür. Zeminde 10 cm. genişliğine dek çatlaklar oluşur. Eğimli yerlerde ve nehir teraslarında bu çatlaklar 10 cm.den daha büyüktür. Bunların dışında, çok sayıda hafif çatlaklar görülür. Kaya düşmeleri, birçok yer kaymaları ve dağ kaymaları, sularda büyük dalgalanmalar meydana gelebilir. Kuru kayalar yeniden sulanır, sulu olanlar kurur.

X- Ağır Yıkıcı

- ❧ (b) : C tipi çok yapıda yıkıntı, C tipi az yapıda yıkıntı, B tipi çok yapıda fazla yıkıntı, A tipi pek çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Baraj, bent ve köprülerde önemli hasarlar olur. Tren yolu rayları eğrilir. Yeraltındaki borular kırılır ya da eğrilir. Asfalt ve parke yollarda kasisler oluşur.
- ❧ (c) : Zeminde birkaç desimetre ölçüsünde çatlaklar oluşabilir. Bazen 1 m. genişliğinde çatlaklar da olabilir. Nehir teraslarında ve dik meyilli yerlerde büyük heyelanlar olur. Büyük kaya düşmeleri meydana gelir. Yeraltı su seviyesi değişir. Kanal, göl ve nehir suları karalar üzerine taşar. Yeni göller oluşabilir.

DEPREMLER

❧ **XI - Çok Ağır Yıkıcı**

- ❧ (b) : İyi yapılmış yapılarda, köprülerde, su bentleri, barajlar ve tren yolu raylarında tehlikeli hasarlar olur. Yol ve caddeler kullanılmaz hale gelir. Yeraltındaki borular kırılır.
- ❧ (c) : Yer, yatay ve düşey doğrultudaki hareketler nedeniyle geniş yarık ve çatlaklar tarafından önemli biçimde bozulur. Çok sayıda yer kayması ve kaya düşmesi meydana gelir. Kum ve çamur fişkırımları görülür.

❧ **XII- Yok Edici (Manzara Değişir)**

- ❧ (b) : Pratik olarak toprağın altında ve üstündeki tüm yapılar baştanbaşa yıkıntıya uğrar.
- ❧ (c) : Yer yüzeyi büsbütün değişir. Geniş ölçüde çatlak ve yarıklarda, yatay ve düşey hareketlerin yön miktarları izlenebilir. Kaya düşmeleri ve nehir versanlarındaki göçmeler çok geniş bir bölgeyi kaplarlar. Yeni göller ve çağlayanlar oluşur.

DEPREMLER

∞ DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ

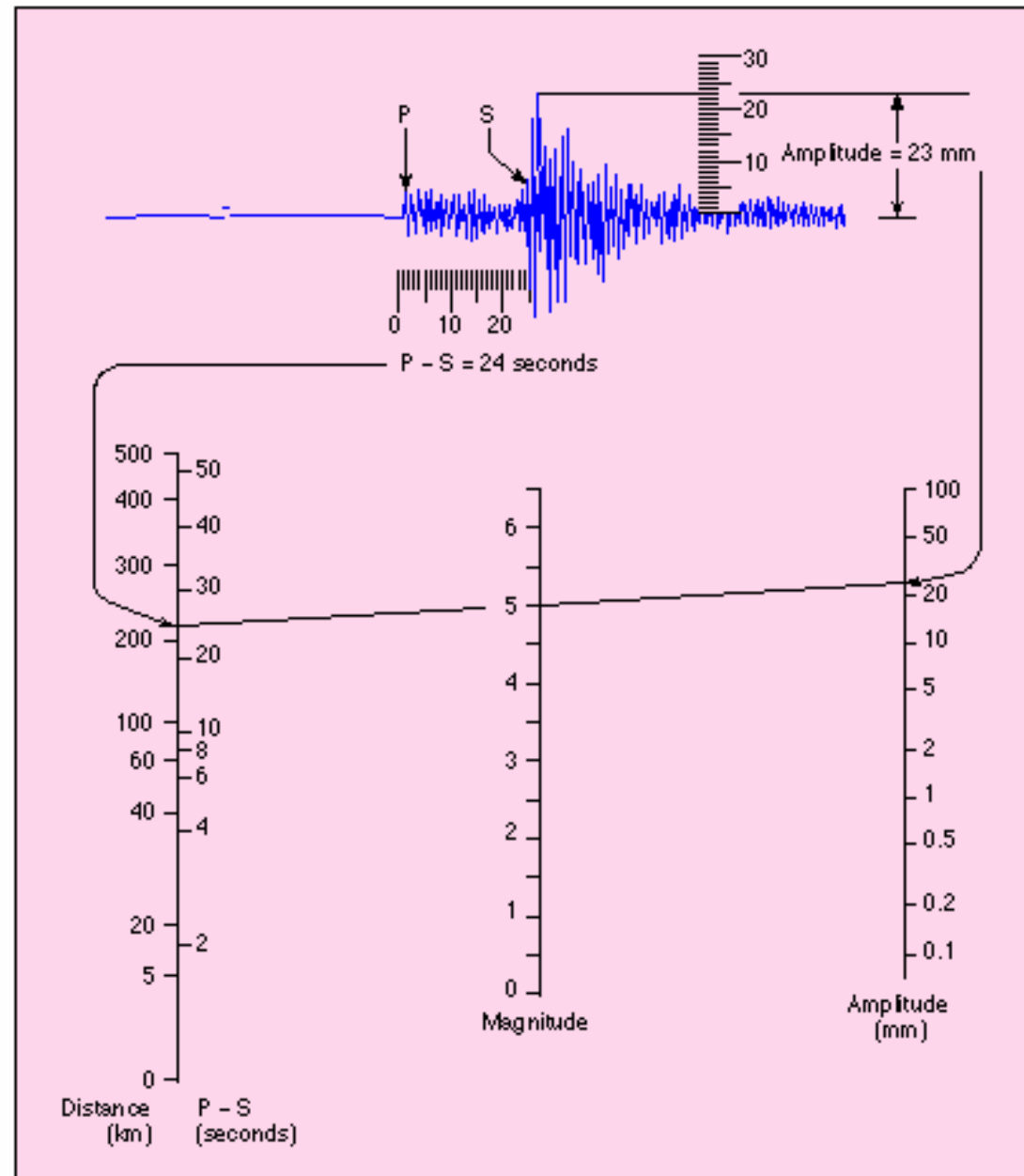
- Deprem büyüklüğü ise yeryüzünde depremin yaptığı hasarla değil, deprem esnasında ortaya çıkan enerji ile ölçülen ve aletler tarafından kaydedilen bir kavramdır.

DEPREMLER

- Bunların en çok bilineni **RICHTER** ölçeğidir.
- Charles.F.RICHTER 1935'lerde depremlerin büyüklüğünü (magnitüdünü) zemin ve binaların yapısına bağlı olamadan sınıflamıştır. Bu deprem odağından boşalan enerjinin saptanması esasına dayanır.
- Sismogram üzerinde kaydedilen dalgaların genliklerinin logaritması ile orantılı olarak hesaplanır.
- Bu sınıflamada depremler 1-8.5 arasında sınıflanır. Magnitüdü 6.5-8.5 arasında olanlar oldukça yıkıcıdır.
- Örnek olarak 1939 Erzincan depreminin magnitüdü 8, 1963 yenice depreminin magnitüdü 7.75, 1976 Çaldıran Depreminin magnitüdü 7.5.....

DEPREMLER

Richter Magnitudü



DEPREMLER

➤ *Richter ölçeği*

- Ölçekte 1 derece artış yer hareketinin genişliğinin 10 kat arttığını gösterir
- M 6 büyüklüğündeki bir deprem M 4- büyüklüğündeki bir depremden 100 kat daha büyük yer hareketi oluşturur.
- Büyüklükteki bir derecelik artış 30 kat daha fazla enerji artışına karşılık gelir.
- M 6-büyüklüğündeki bir deprem M 4- büyüklüğüne sahip bir depremden 900 kat daha fazla enerji açığa çıkarır.
- Simgesi M_L

DEPREMLER

Depremlerin büyüklüklerine göre sınıflaması

- ∞ Çok büyük deprem $M > 8.0$
- ∞ Büyük (major) deprem: $7 < M < 8$
- ∞ Orta büyüklükteki: 5 ile 7 arasında
- ∞ Küçük: 3.0 – 5.0 arasında
- ∞ Mikrodeprem (hissedilmez) $1.0 < M < 3.0$
- ∞ Ultra mikrodeprem $M < 1.0$

DEPREMLER

Deprem büyüklüğü

- **Moment magnitüd**

- Oldukça büyük depremlerin büyüklüklerinin daha doğru olarak belirlenmesi için geliştirilmiştir.
- Bir fay boyunca meydana gelen yerdeğiştirme miktarından türetilmiş bir kavramdır.
- Genellikle sismologlar tarafından kullanılır.
- Simgesi $-M_w$

Moment magnitüd

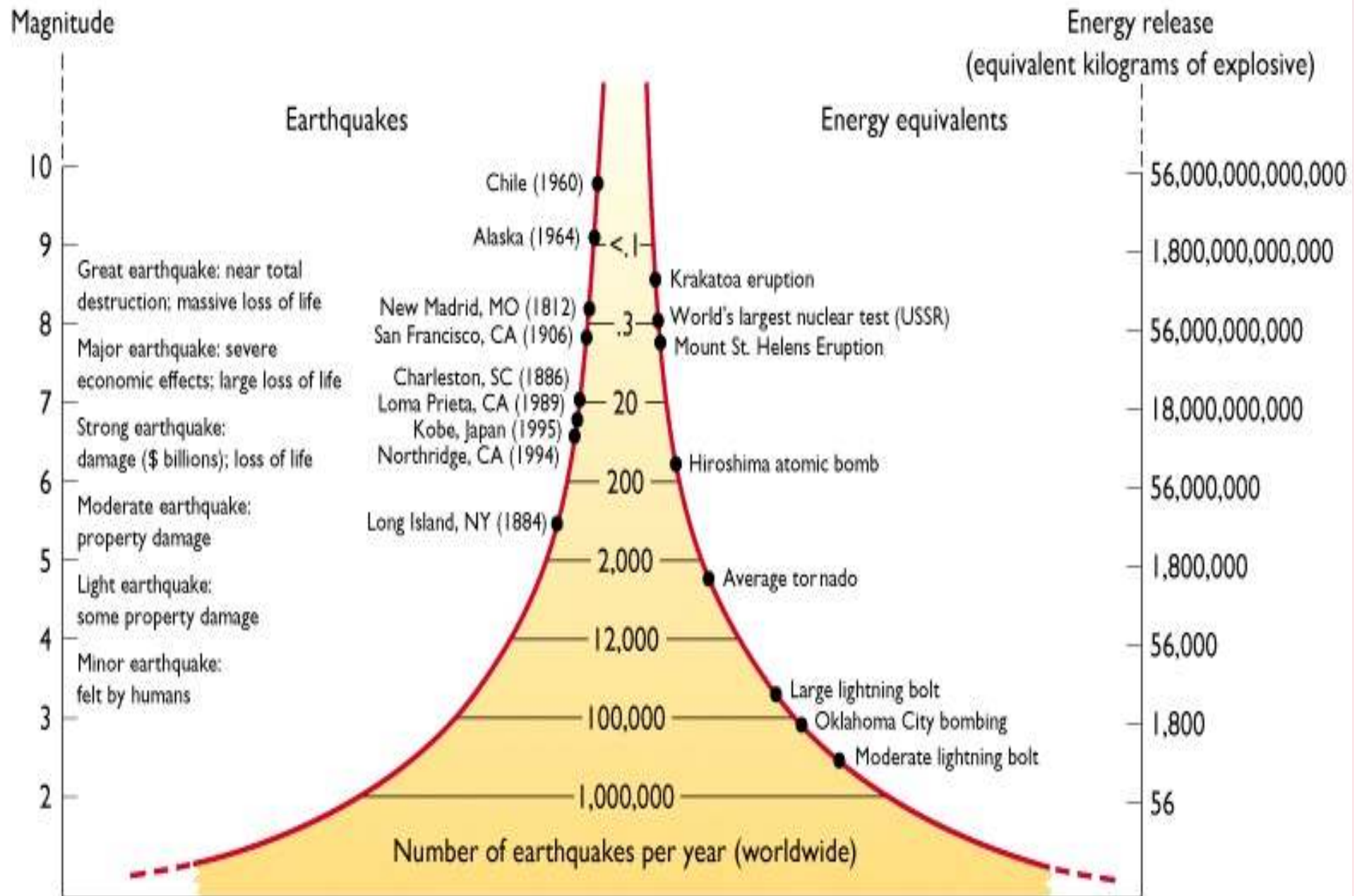
- Kayma miktarı
- Kırılmış alanın büyüklüğü
- Kayaçların kayama/kesme modülüne bağlıdır.

DEPREMLER

Bilinen En büyük depremler

Date	Magnitude	Location
1960	9.5	Chile
1964	9.2	Prince William Sound Alaska
1957	9.1	Andreanof Islands
1952	9.0	Kamchatka
1906	8.8	Off the Coast of Ecuador
1965	8.7	Rat Islands
1950	8.6	India-China Border Region
1923	8.5	Kamchatka
1938	8.5	Banda Sea
1963	8.5	Kuril Islands

DEPREMLER



DEPREMLER

Dünyada Ortalama deprem sayıları

Magnitüd	Yıllık ortalama sayısı
1	700.000
2	300.000
3	50.000
4	6000
5	800
6	120
7	20
8	Birkaç yılda 1

DEPREMLER

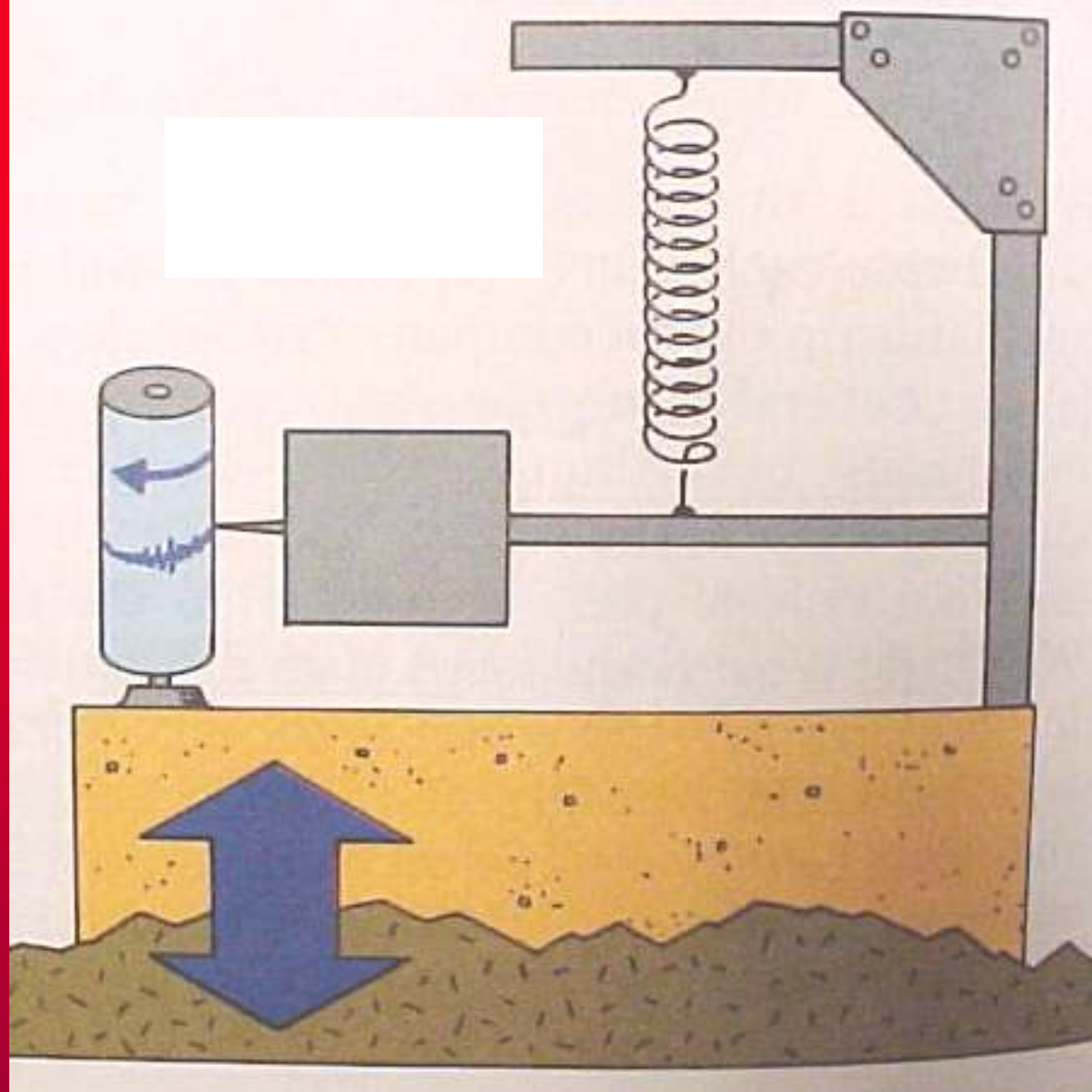
Depremler sismograf aletleri ile kaydedilir. Sismografla kaydedilen deprem kayıtlarına sismogram denir.



Eski Çin
Sismografı

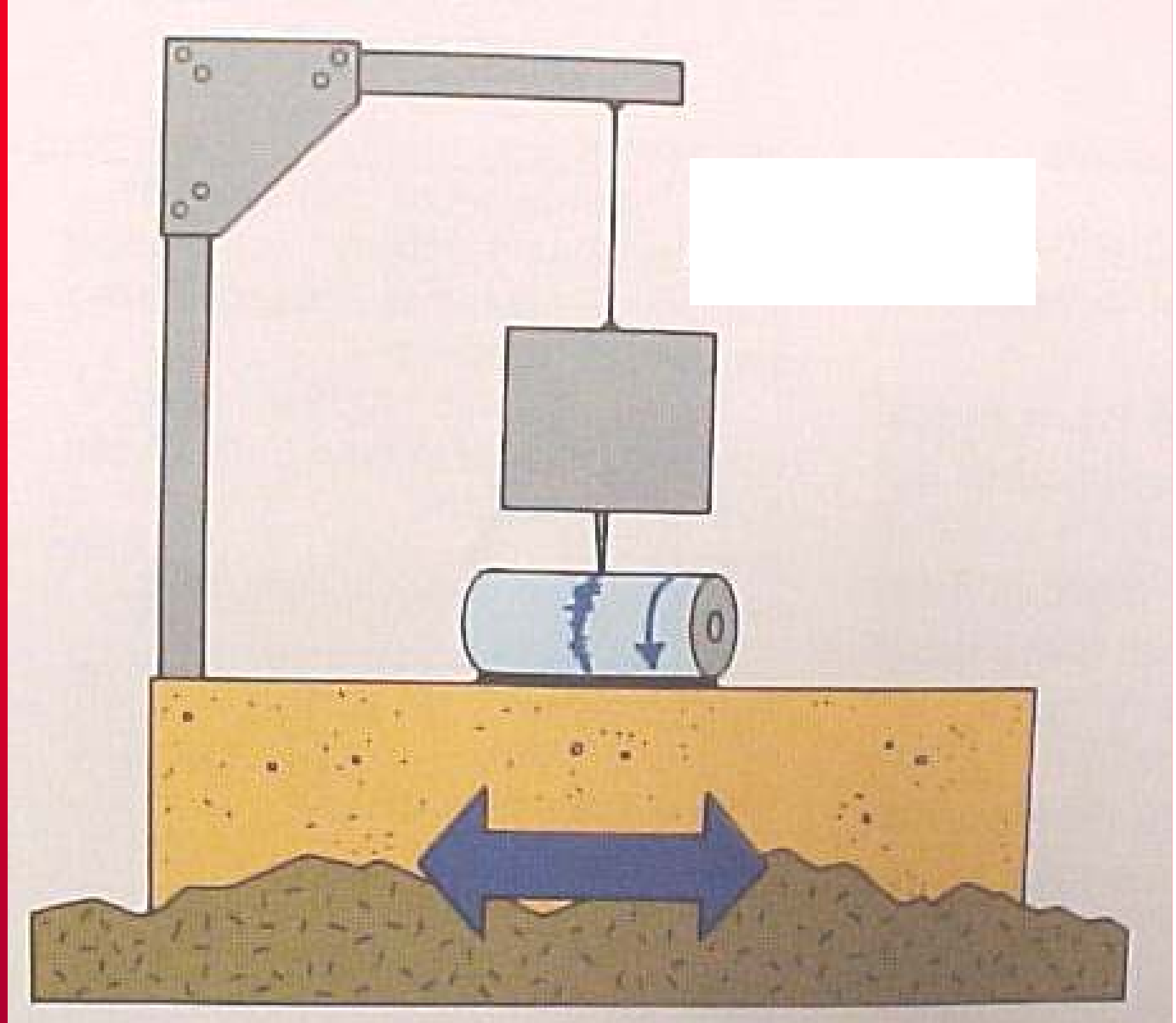
DEPREMLER

Düsey hareketi belirleyen sismograf



DEPREMLER

Yatay hareketi kaydeden sismograf



DEPREMLER

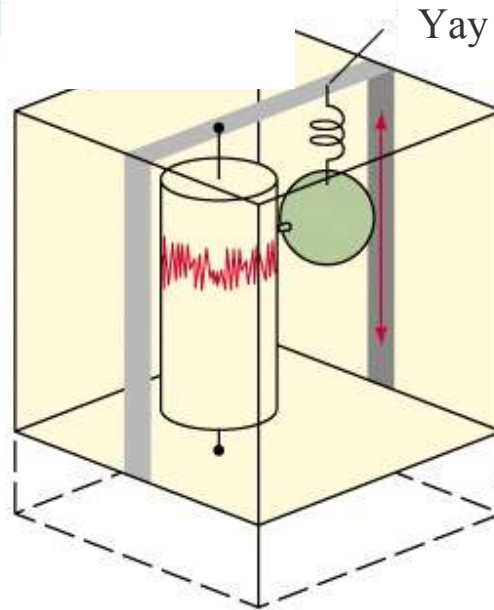
Sismograf

(Hareketsizlik
kanunu)

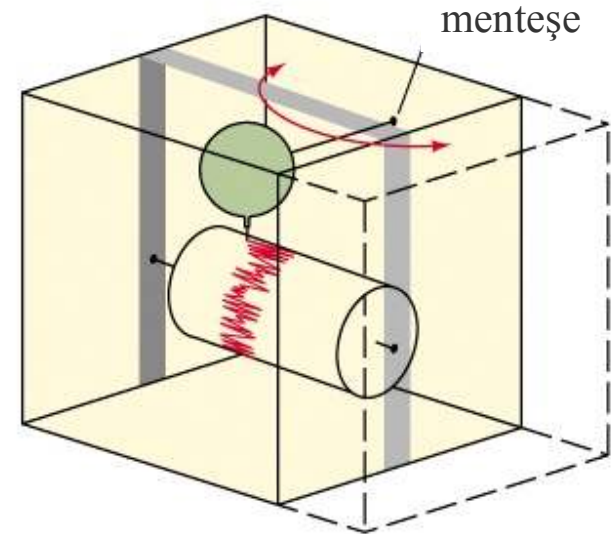
Newton'un ikinci
ilkesine dayanır



Copyright 1980 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved



(a)



(b)

Doç.Dr.Yaşar Eren

DEPREMLER

“Modern”
Sismograf



DEPREMLER

İlk Sismograf Çinli Astronom ve matematikçi Chang Heng tarafından icat edilmiştir. Sekiz ejderhadan herbiri ağzında bronz top bulunur. Yerdeki ufak bir hareket olur olmaz, sismograf içindeki bir mekanizma bir ejderhanın ağzını açacaktır. Bronz top kurbağalardan birinin açık ağzına düşecek, bu düşüşte çevredeki birini deprem olduğuna dair uyaracak kadar büyük bir gürültü çıkaracaktır. Gözleyen kişide hangi canavarın ağzının boş olduğuna bakarak depremin ne taraftan geldiğini bilecektir

Günümüzdeki bir çok sismograf elektrondur. Fakat temel olarak bir sismograf Kağıt dolanmış bir silindir

Bir veya iki ucunda menteşe bulunan yay veya bir çubuk-kol

Bir ağırlık ve

Bir kalemden oluşur.

Yayın veya kolun bir ucu yere sabitlenmiş bir metal kutuya veya sıraya monte edilmiştir.

Ağırlık kolun öbür ucuna monte edilmiştir ve bu ağırlığa bir kalem bağlıdır. Kağıt dolanmış silindir kaleme karşıdır ve sürekli dönmektedir.

Bir deprem olduğunda üzerine kalemin monte edildiği ağırlık hariç, sismograf içindeki herşey hareket eder. Kağıt bağlı silindir kaleme karşı geldiğinde, kalem kağıt üzerine eğri-büğrü çizgiler çizer ve sismogram adı verilen bir deprem kaydı gerçekleştirmiş olur.

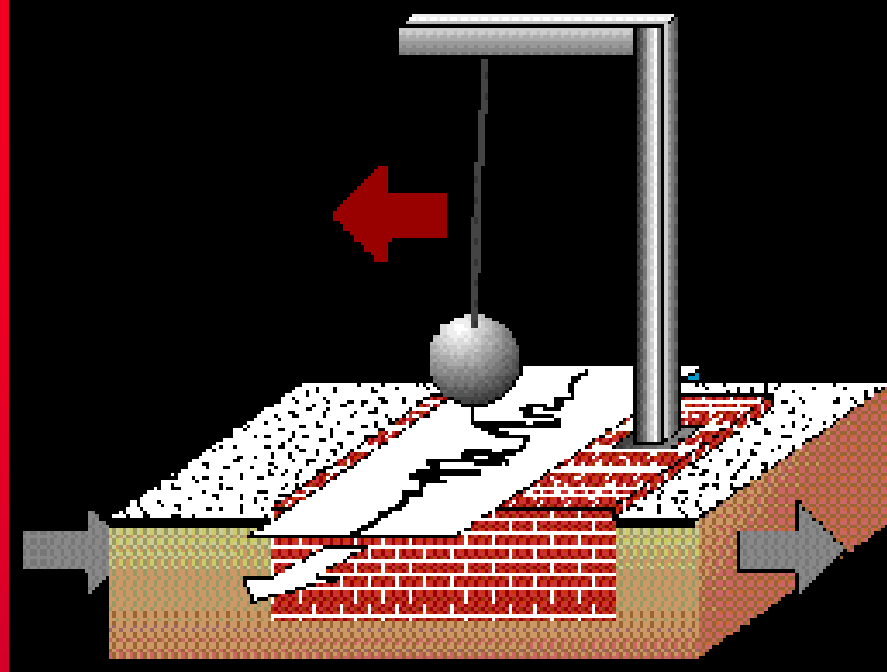


DEPREMLER

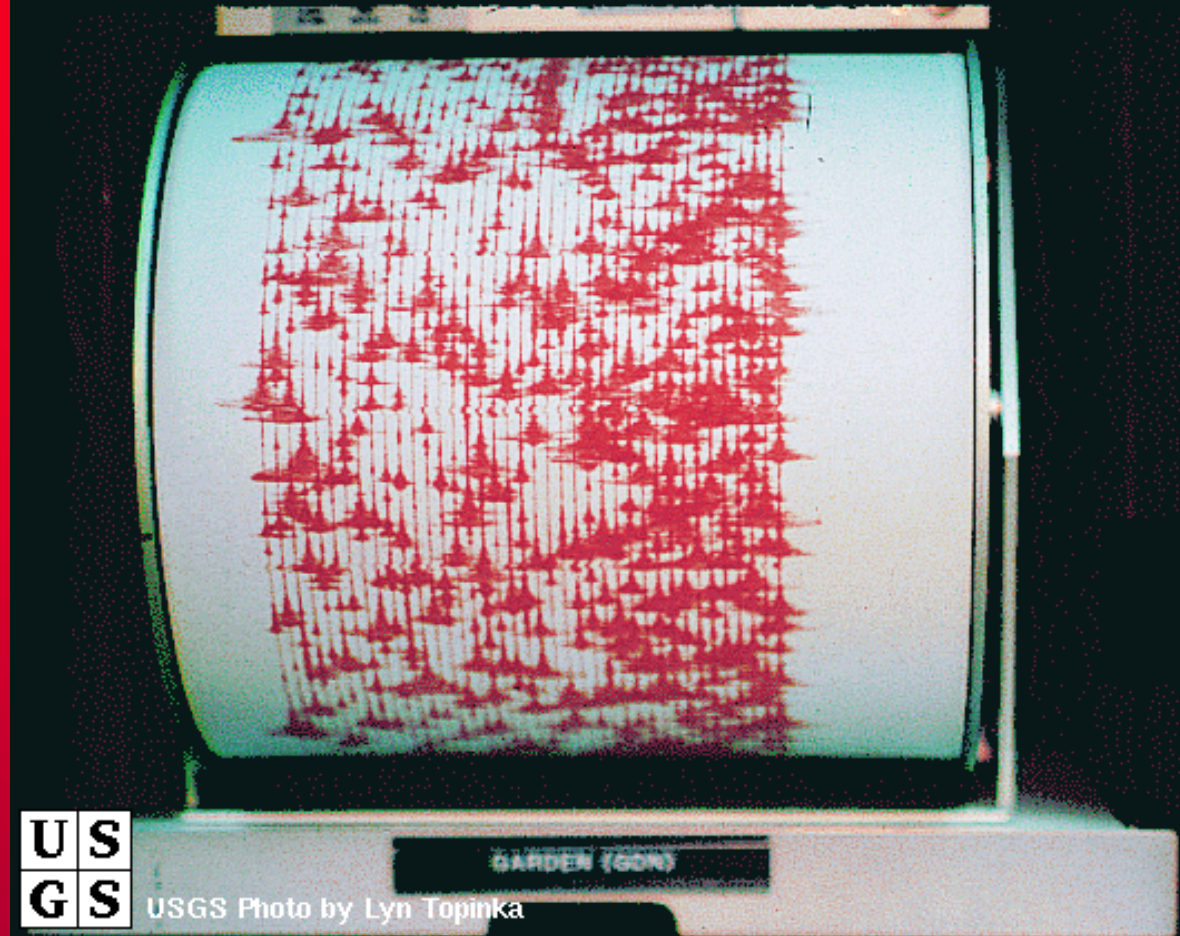
Sismogramı inceleyen sismologlar, depremin ne kadar uzakta olduğunu ve hangi büyüklükte olduğunu söyleyebilir.

Bu kayıt episantrın yerini söylemez ancak depremin istasyondan ne kadar uzak olduğunu belirtir.. Deprem episantrını bulmak için en az farklı iki istasyon verilerini de kullanmak gerekir.

DEPREMLER



DEPREMLER





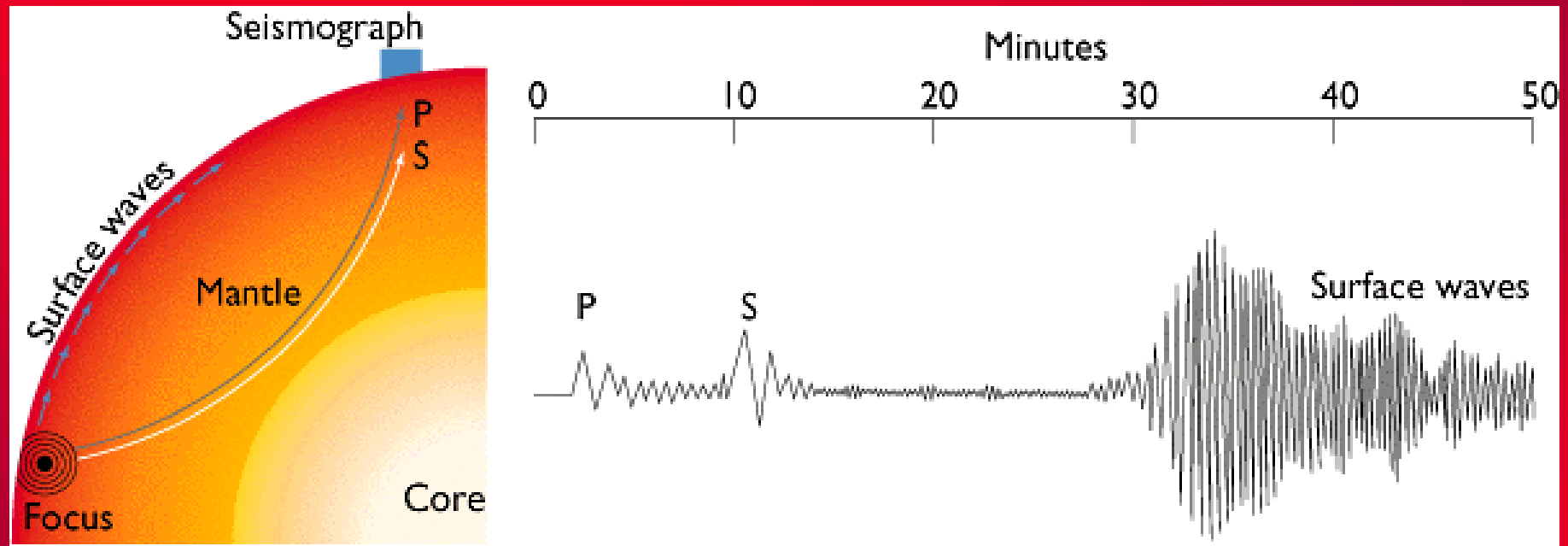
DEPREMLER

Depremin yerini bulmak

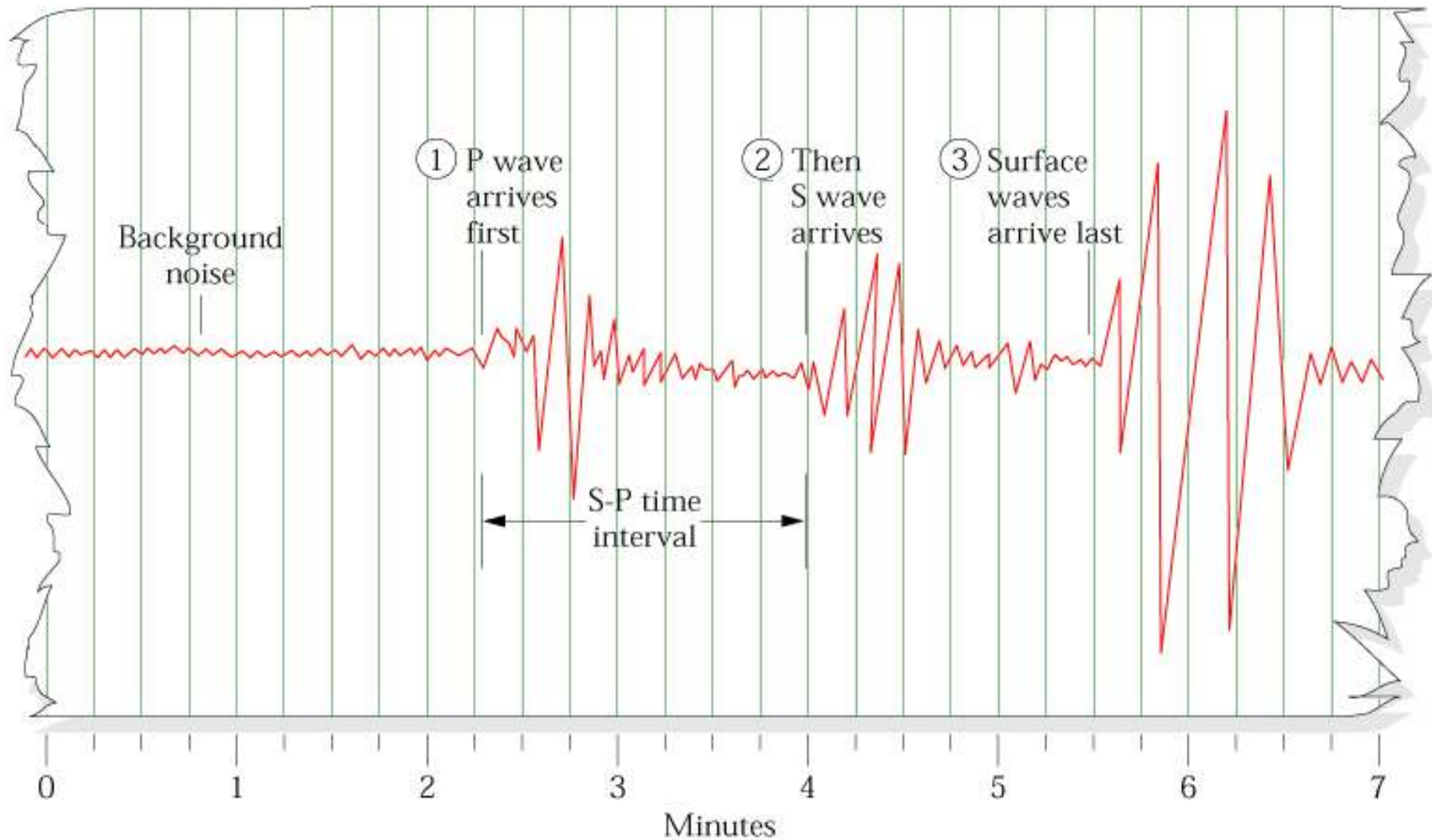
P- ve S- dalgaları farklı hızlarla hareket ederler.

1. Sismogram üzerinde P ve S dalgaları arasındaki Zaman farkı ölçülür.
2. Seyahat-zaman grafiği kullanılarak episantıra olan Mesafe bulunur.
3. Harita üzerine mesafe kadar yarıçapına sahip bir çember çizilir
4. Farklı (en az üç) istasyonlardan alınan diğer verilerle Episantırın yeri bulunur.

DEPREMLER

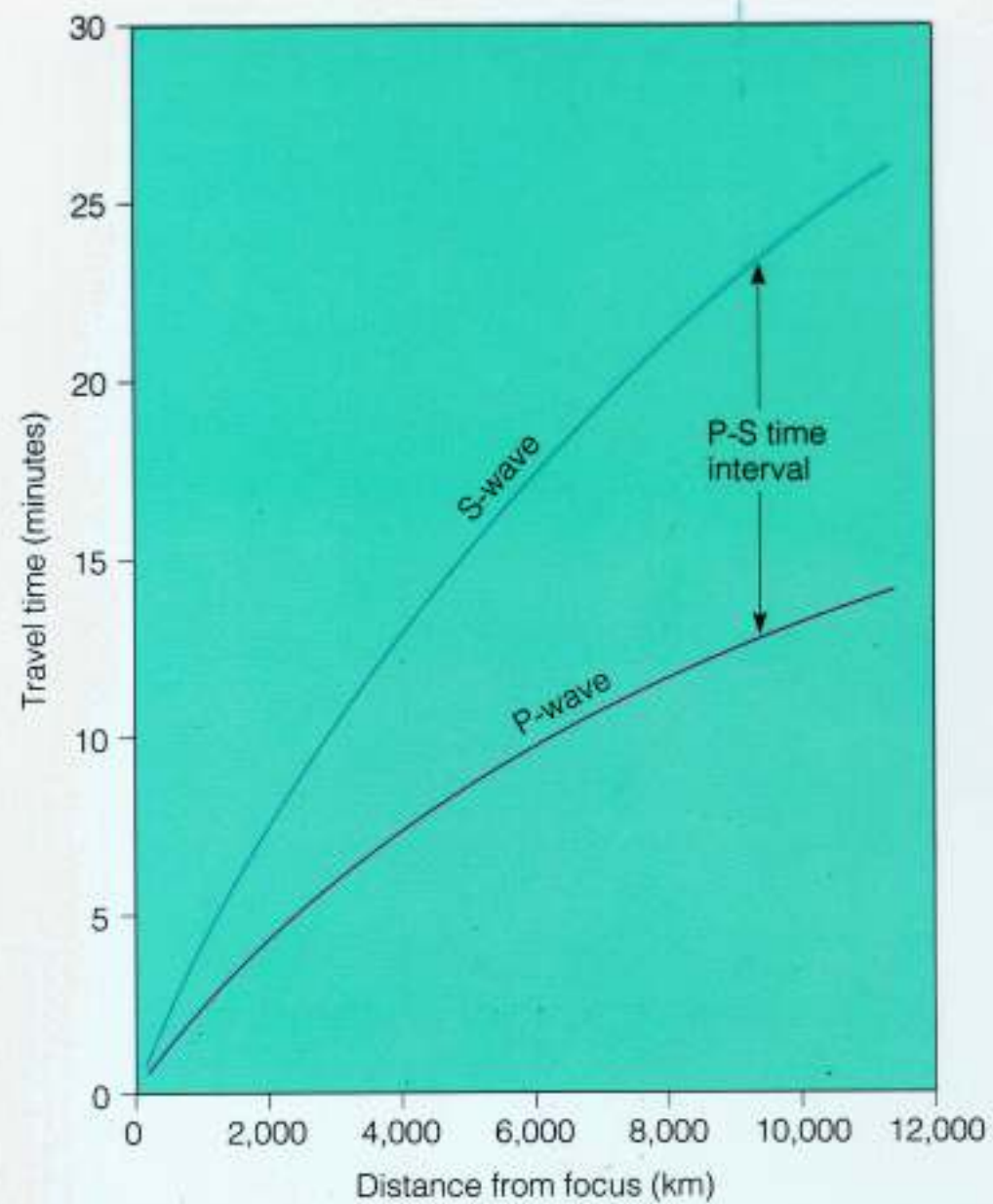


DEPREMLER

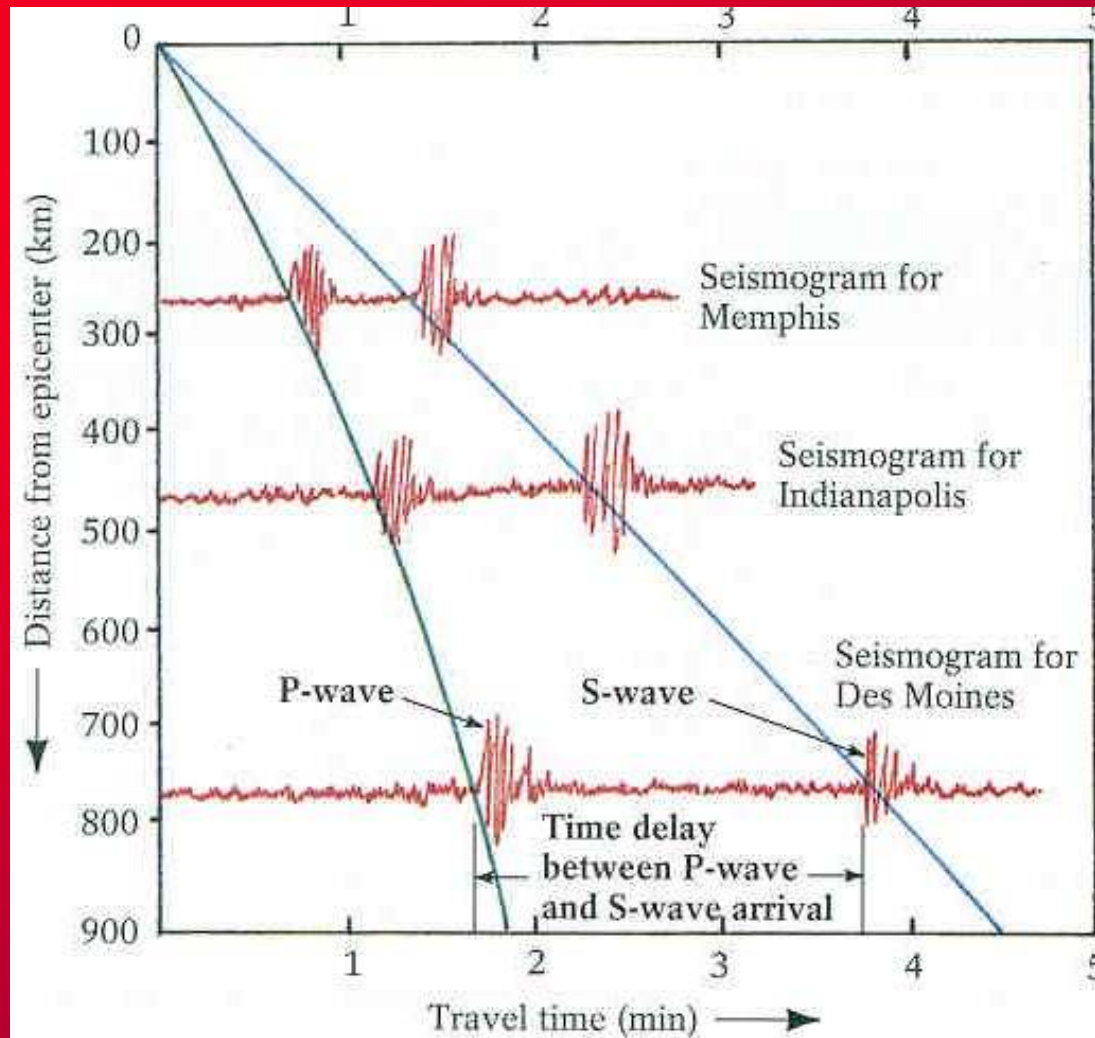


Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

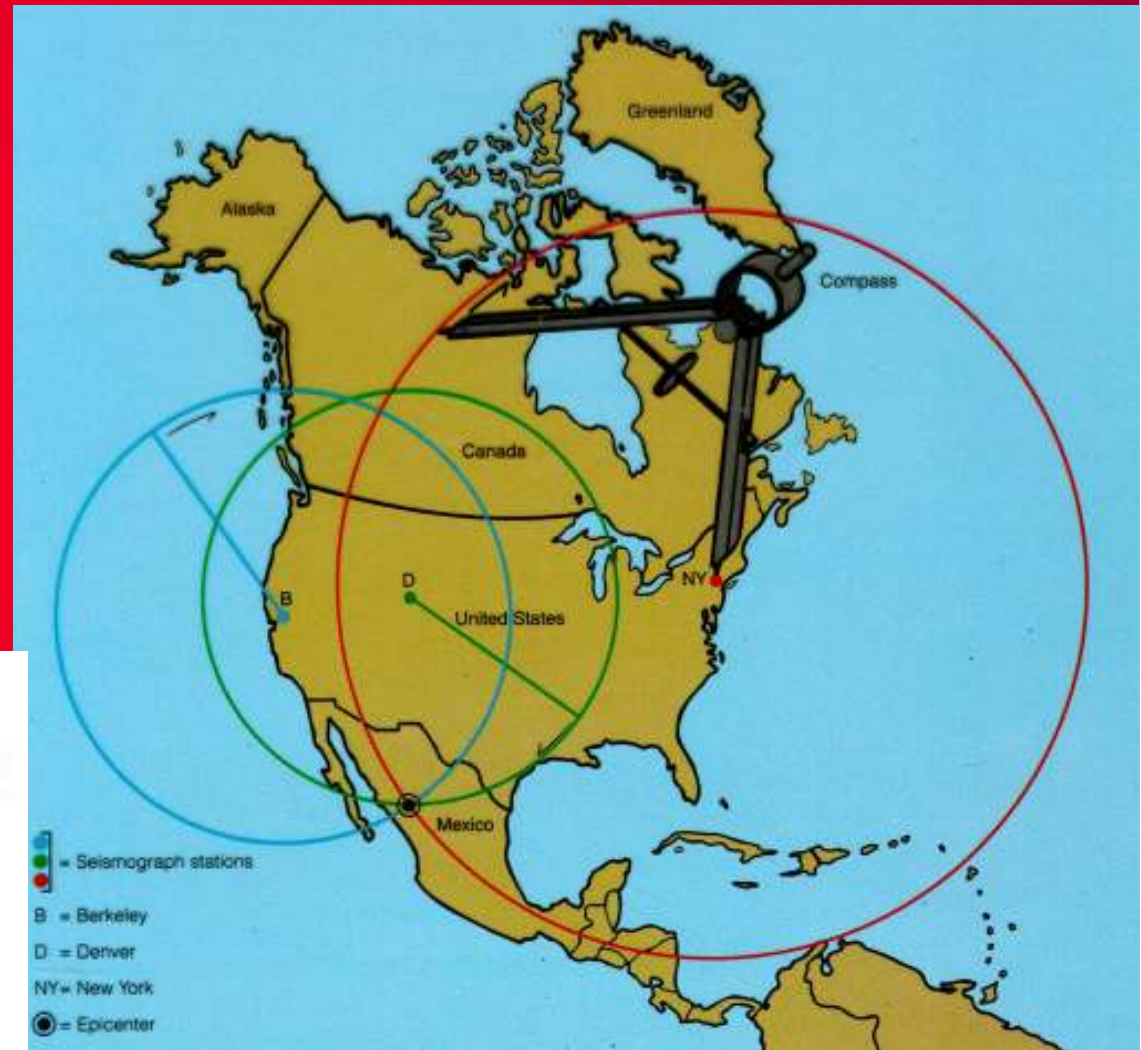
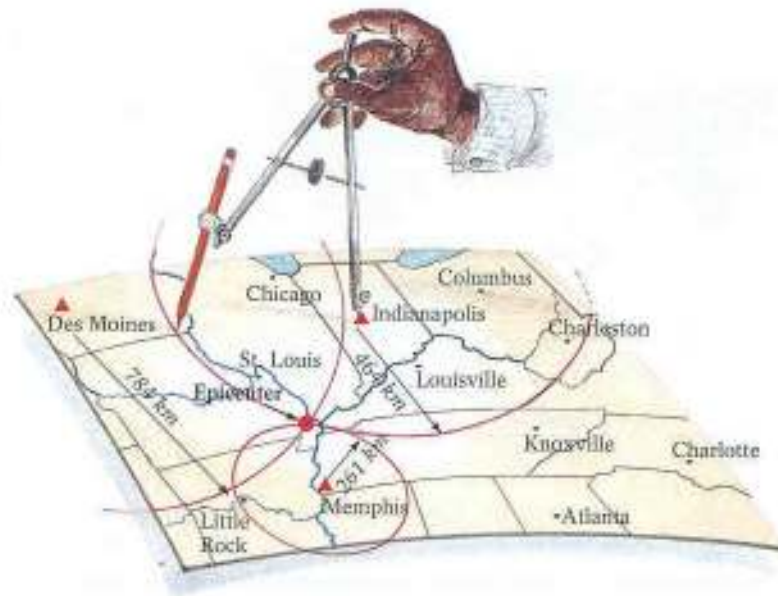
DEPREMLER



DEPREMLER

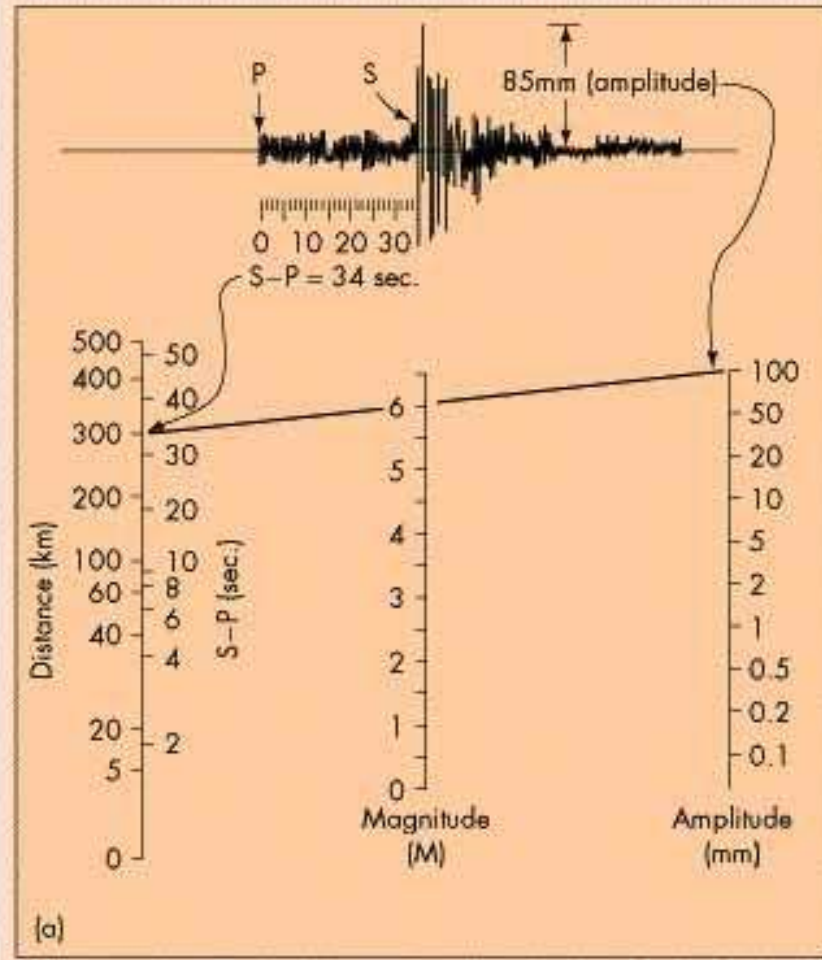


DEPREMLER



DEPREMLER

Deprem büyüklüğünü belirlemek



DEPREMLER

Deprem tekrarlanma aralığı

➤ Belirli bir fay segmentinde verilen büyüklükteki depremin olma olasılığı

- Kayma oranı: yerdeğiştirme/zaman
- Paleosismik veriler
- Tarihsel sismik veriler

DEPREMLER

Paleosismoloji

∞ Eski depremlerin çalışılması

1) Fay zonunda hendek açılması

- Toprak horizonları ve diğer belirteçleri ayırma ve yaşlandırma

∞ 2) Jeomorfolojik özelliklerin çalışılması

- Örneğin: ötelenmiş dereler

DEPREMLER

ivme

- ❧ Bir depremde zemin ne kadar miktarda ve ne kadar hızlı sarsılmaktadır. Bu sorular ivme ölçer aletler atarfindan cevaplanır.
- ❧ İvme saniyedeki hız değışimi olarak ifade edilir birimi cm/sn^2 . Yerçekimi etkisi sonucu gelişir
- ❧ İvme değeri hem yatay hem de düşey yönde ölçülmektedir.
- ❧ Düşey iv me değeri genellikle en büyük yatay ivme değeriinden daha düşüktür
- ❧ Yapıyı etkileyen en büyük kuvvet ivmeden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle deprem mühendisleri yapıları tasarlarırken binanın ömrü içinde karşılaşabileceği en büyük yer ivmesinin bilinmesi gerekir.
- ❧ Binalar yerçekimi kuvvetine dayanacak şekilde tasarlandıkları için, özel herhangi bir yönetmeliğe göre yapılmadıkları aman bile deprem esnasında binaya gelen düşey ivmelere karşı gelebilmektedir.
- ❧ Yatay ivmeler ise binaları devirmektedir. Bu nedenle deprem dalgalarının özellikle yatay yönedki etkisi göz önüne alınmakta ve hesaplara bir etki miktarı eklenmektedir

DEPREMLER

- Deprem bölgelerinde yapılacak inşaatlarda alınması gereken önlemler ve statik hesaplara eklenecek miktarlar deprem yönetmeliklerine göre “depreme dayanıklılık katsayısı” adıyla bilinmektedir.
- Bu katsayının belirlenmesi temel zemininin direncine, alüvyon ve sağlam kayanın kalınlığına ayrışma derecesine, jeolojik yapıya ve yer altı suyu seviyesi gibi bir çok faktöre bağlıdır.
- Baraj, tünel, köprü projelendirilmesinde inşaat sahalrında olması mümkün en büyük deprem göz önüne alınarak özel kabuller yapılır.
- Örneğin Amerika’da barajlara deprem esnasında etki yapacak hareketin yatay ivmesi yerçekimi ivmesinin $1/10$ u olarak kabul edilmektedir. Sismik yönden aktif California’da ise bu oran 0.3 olarak alınmaktadır.
- Türkiye’de deprem bölgelerine komşu, aktif fayların bulunduğu bölgelerdeki barajlarda yatay ivme 0.2 g olarak alınmaktadır.

DEPREMLER

↻ Frekans (Hz):

- Bir deprem dalgasının frekansı bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı olarak tanımlanır Ve Hertz birimi ile gösterilir.
- Cisim dalgaları yüzey dalgalarından daha yüksek frekansa sahiptir.
- Bir çok cisim dalgasının frekansı 0.5 Hz ile 20 Hz arasında değişir.
- Yüzey dalgaları ise 1 Hz den daha küçük frekansa sahiptir.

Periyot (sn): $1/\text{frekans}$: Dalgaların birbirini izleyen zirvelerinin geçişi arasındaki geçen zaman

↻ Binalara doğal sallanma frekansına sahiptirler

↻ Alçak binalar yüksek binalardan daha yüksek frekansa sahiptir.

- Yüksek frekanslı dalgalar daha hızlı sönümlenirler

DEPREMLER

Rezonans

DEPREMLER

∞ Bilindiği gibi depremlerin %95'i levha sınırlarındadır.

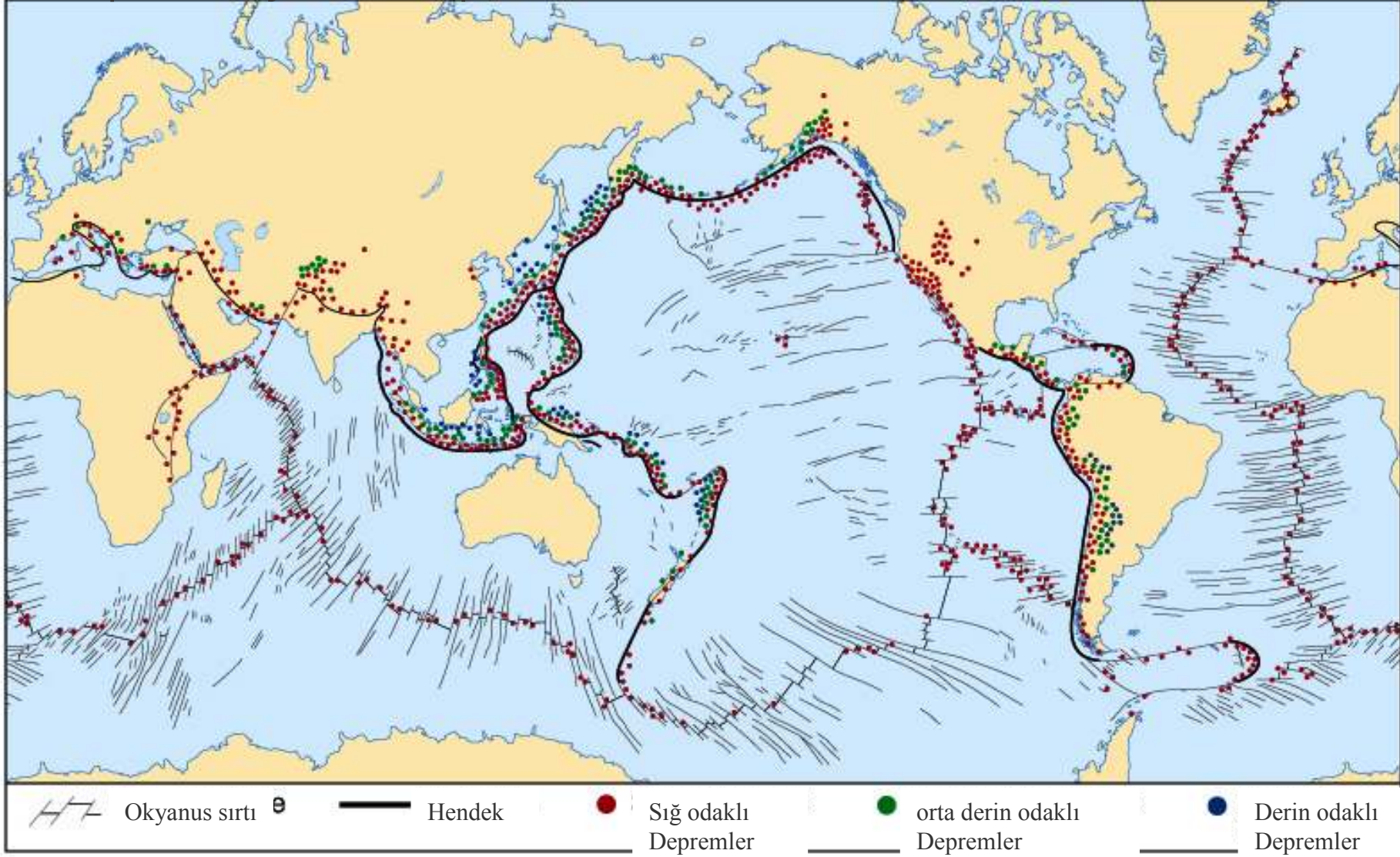
∞ Levha sınırları

- Yaklaşan
- Uzaklaşan
- Transform faylı

Geri kalan depremler ise levha içlerindedir

DEPREMLER

- Deprem Kuşakları Depremlerin %95'ten fazlası levha sınırlarında



DEPREMLER



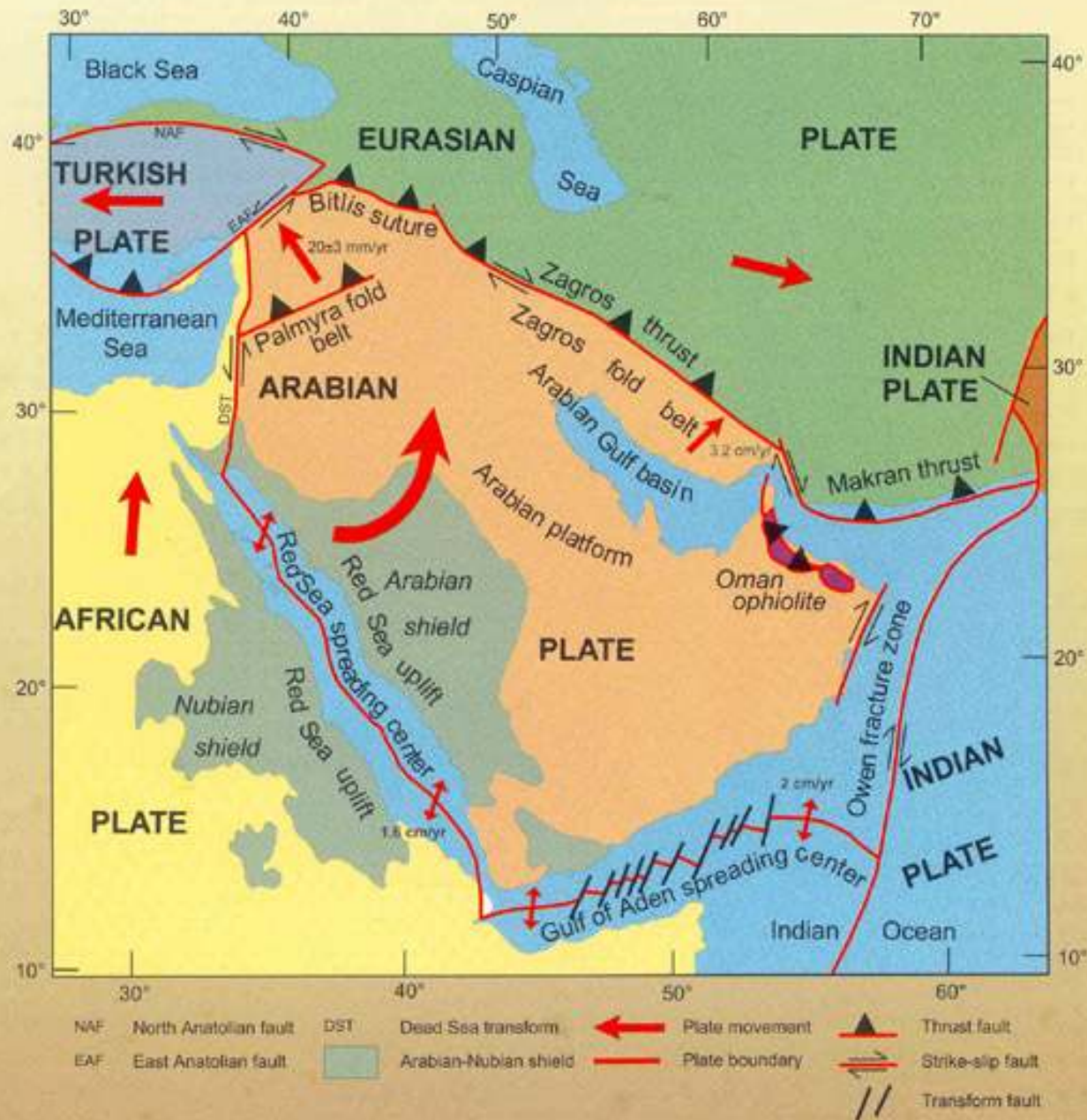
☞ Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunur.

☞ Türkiye'nin güncel (genç-tektonik) konumuna baktığımız zaman

- Avrasya levhası
- Afrika-Arabistan levhası
- Anadolu levhası
- Bitlis-Zağros kenet kuşağı
- Kuzey Anadolu Fay zone
- Doğu Anadolu Fay zone
- Helenik-Kıbrıs yayı
- Batı Anadolu graben sistemi

Ana elemanlardır.

DEPREMLER



DEPREMLER

- Arabistan levhasının Avrasya levhasına çarpması sonucu Bitlis-Zağros kenet kuşağı veya bindirme zonu oluşmuştur.
- Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi devam ettiği için, bu hareket doğu Anadolu Bölgesinde sıkışma oluşturmaktadır.
- Sıkışmanın bir bölümü kıvrımlanma ve bindirmelerle karşılanırken, Anadolu levhasının batı kesimi (Ege Denizi) serbest özellikte olduğundan
- Anadolu levhası

DEPREMLER

Arabistan ve Avrasya levhaları arasındaki sıkışma nedeniyle

➤ Kuzeyde Kuzey Anadolu Fay Zonu

➤ Güneyde Doğu Anadolu Fay zonunu oluşturarak batıya doğru hareket etmiş ve etmeye devam etmektedir

(Tıpkı iki parmak arasında sıkıştırılan zeytin çekirdeğinin serbest olan uç kesiminde ileriye doğru fırlaması gibi)

DEPREMLER

➤ Afrika levhası

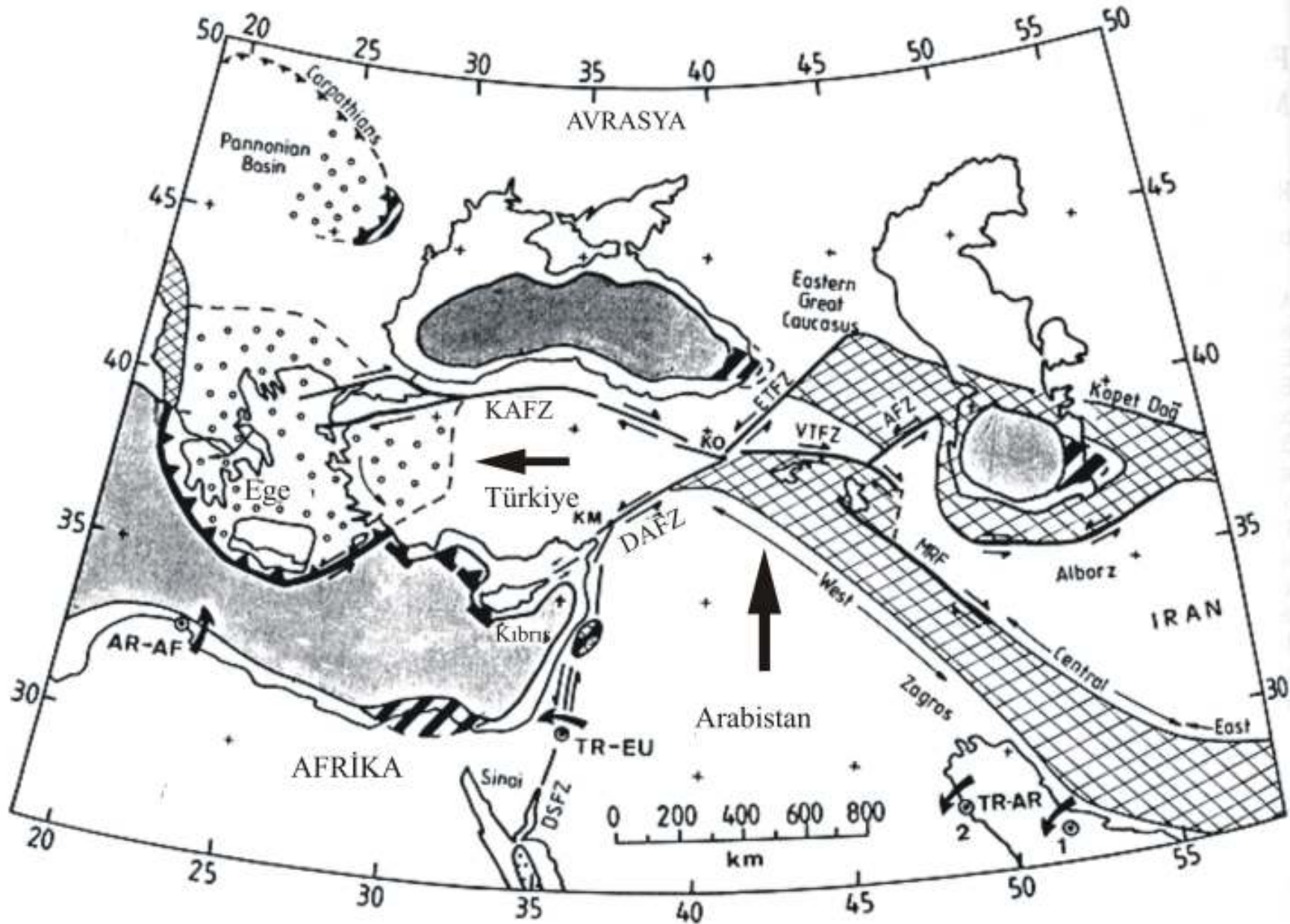
➤ Günümüzde Kıbrıs-Helen yayı boyunca
Kıbrıs ve Yunanistan güneyinde Anadolu
levhası altına doğru dalmaktadır

Bu dalma hareketi de Anadolu levhası
üzerinde depremler oluşturmaktadır.

DEPREMLER

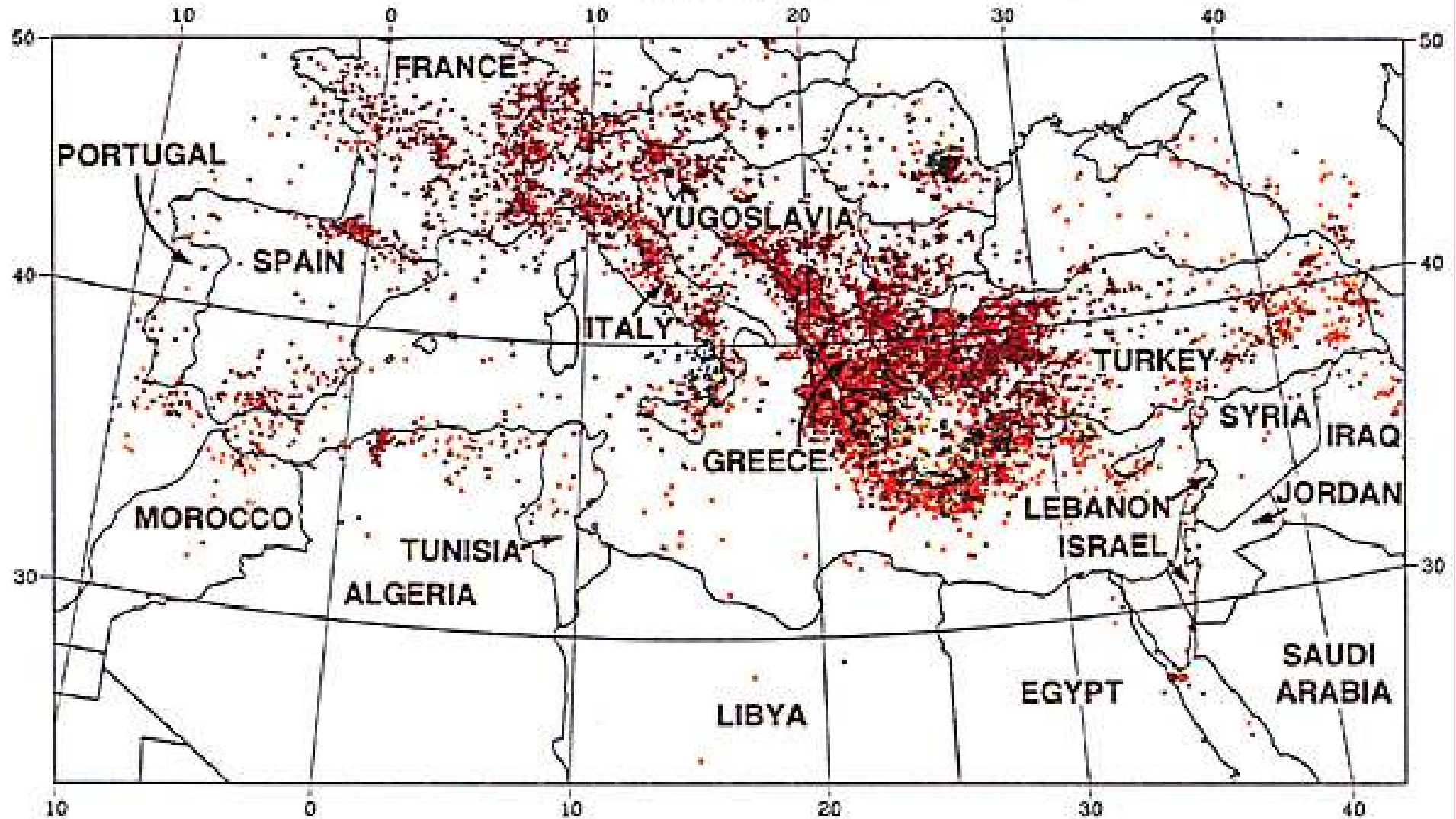
- ❧ Anadolu levhası batıya-güneybatıya doğru hareket ederken
- ❧ Yunanistan batısında bir kayma zonu, bu hareketi engellemektedir.
- ❧ Bu engelleme Anadolu levhası içinde doğu-batı yönlü bir sıkışma oluşturur
- ❧ Doğu-Batı yönlü sıkışma Kuzey-güney gidişli bir genişleme oluşturmuş, bunun sonucu Batı Anadolu graben-çöküntü sistemi gelişmiştir.

DEPREMLER



DEPREMLER

SEISMICITY OF THE MEDITERRANEAN SEA AREA,
1960-1986



DEPREMLER

TÜRKİYE DİRİ FAY HARİTASI/ACTIVE FAULT MAP OF TURKEY



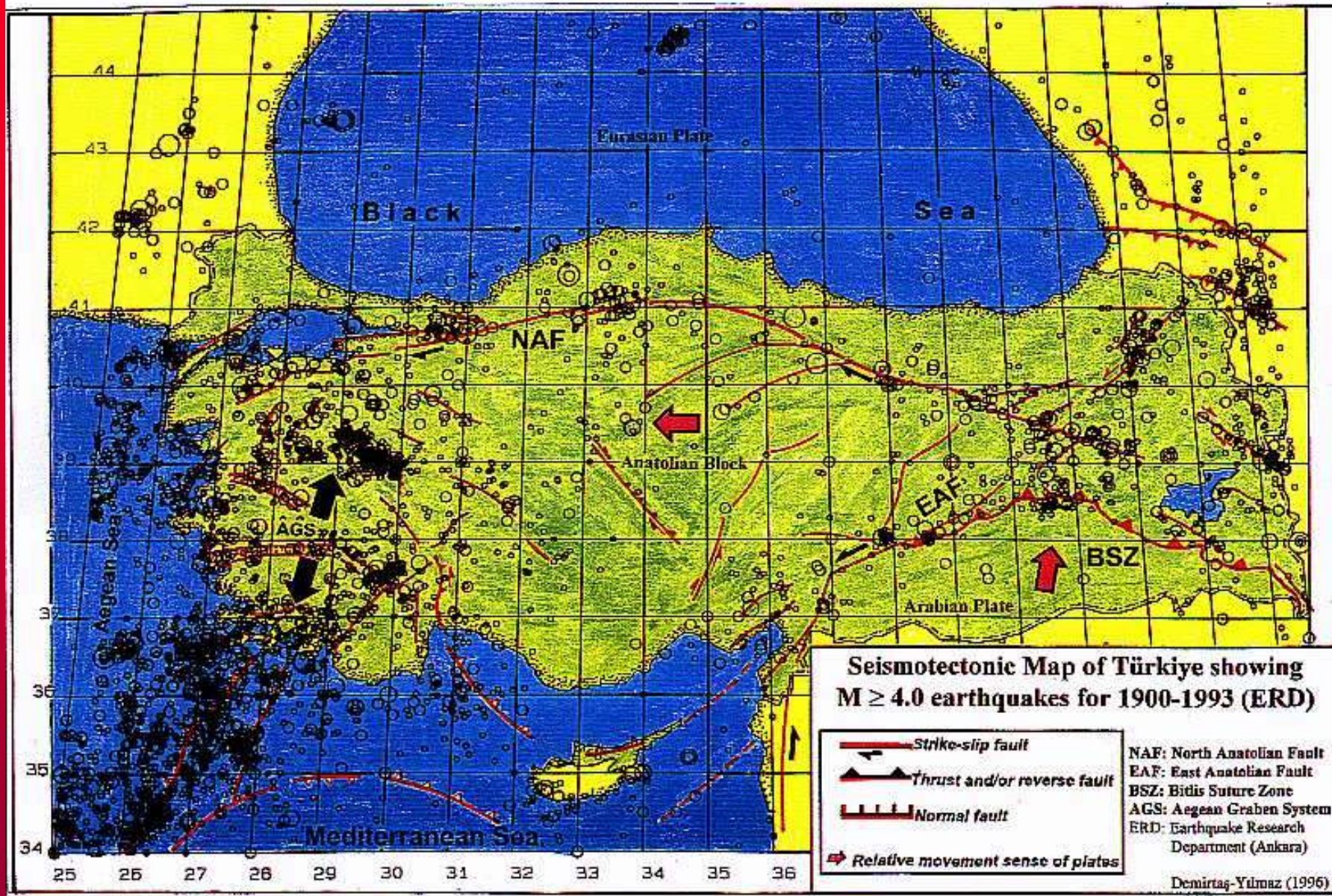
DEPREMLER

- ❧ Türkiye topraklarının 96'sı deprem kuşağı içindedir.
- ❧ Nüfusun %98'i
- ❧ Sanayi tesislerinin %98'i
- ❧ Barajların %92' si deprem kuşakları içindedir.

DEPREMLER

- 1900-2000 yılları içinde Türkiye’de
- $M_s > 4$ ’ten büyük 7000 den fazla deprem olmuştur.
- Bu depremlerin episantırları yukarıda sözü edilen Ana fay hatları boyunca dizilmiştir.
- Geçmiş 100 yıl içinde hasar yapan ve/veya/yüzey kırığı oluşturan 120 deprem olmuştur

DEPREMLER



Deprem hasarı

- **Önemli faktörler:**

Şiddet

salınım süresi

Zemin tipi (yumuşak? Sert kaya?)

Yapı tipi ve dizaynı

- **Diğer etkiler:**

Sıvılaşma

Tsunami

Heyelanlar

taşkınlar

1-Depremiň Őiddeti

Açıĝa çıkan enerji miktarına
Episandır'dan olan uzaklıĝa
Odak derinliĝine
Nüfus yoĝunluĝuna
Yerel jeolojik duruma
Bina yapımına
Deprem süresine



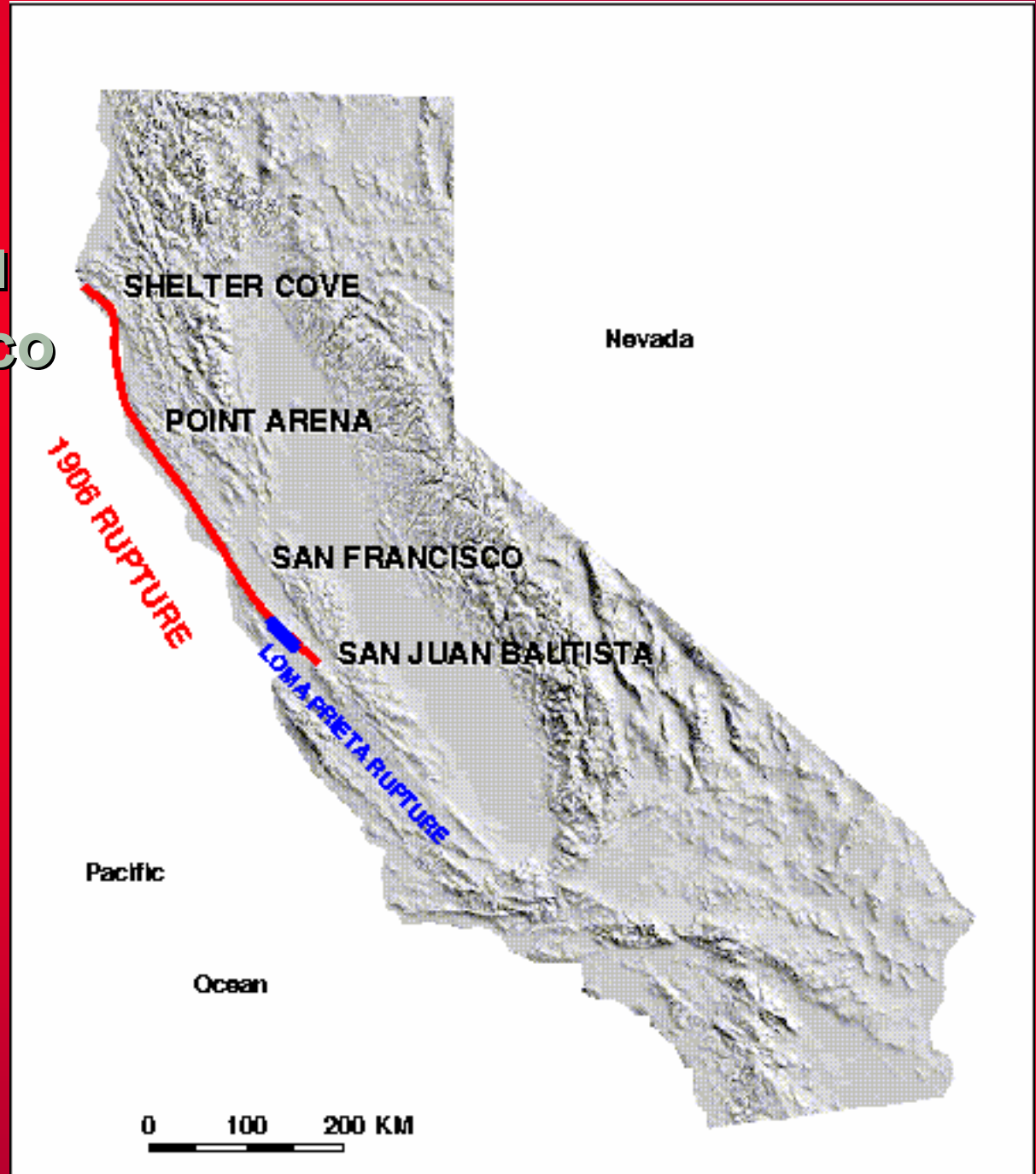
➤ Yer salınımı

- Deprem esnasında yerin salınımı.
- Cisim ve yüzey dalgaları tarafından oluşturulur.
- Salınımın şiddeti
 - Deprem büyüklüğü arttıkça artar
 - Deprem oluşturan faydan ve episantırdan uzaklaştıkça azalır

**Kırılma
uzunluğunun:
karşılaştırılması
1906 San Fransisco
(7.7-8.3)**

**1989 Loma Prieta
(7.0)**

Doç.Dr.Yaşar EREN



Yüzey kırığı



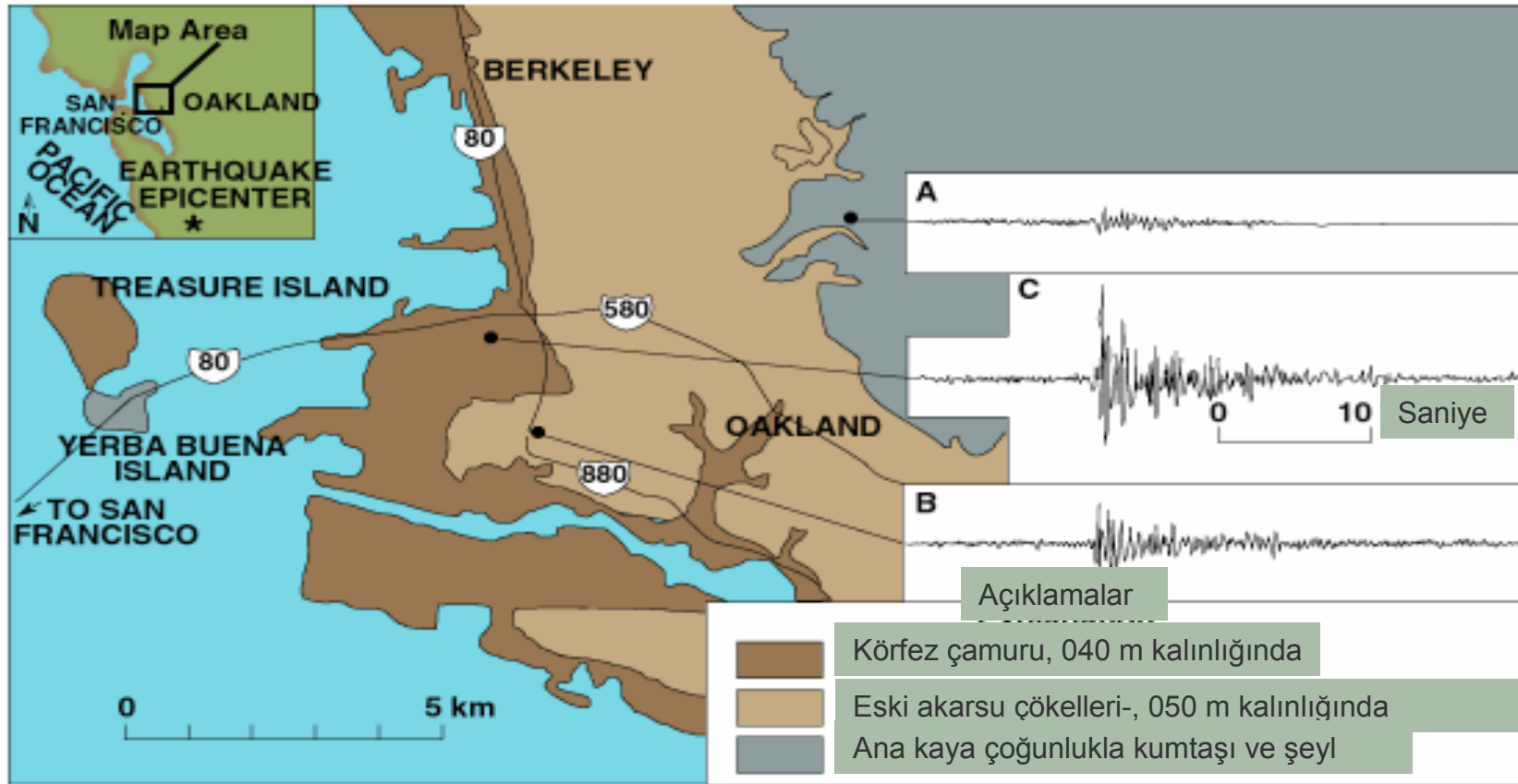
Mexico City, 1985



Earthquake Destruction

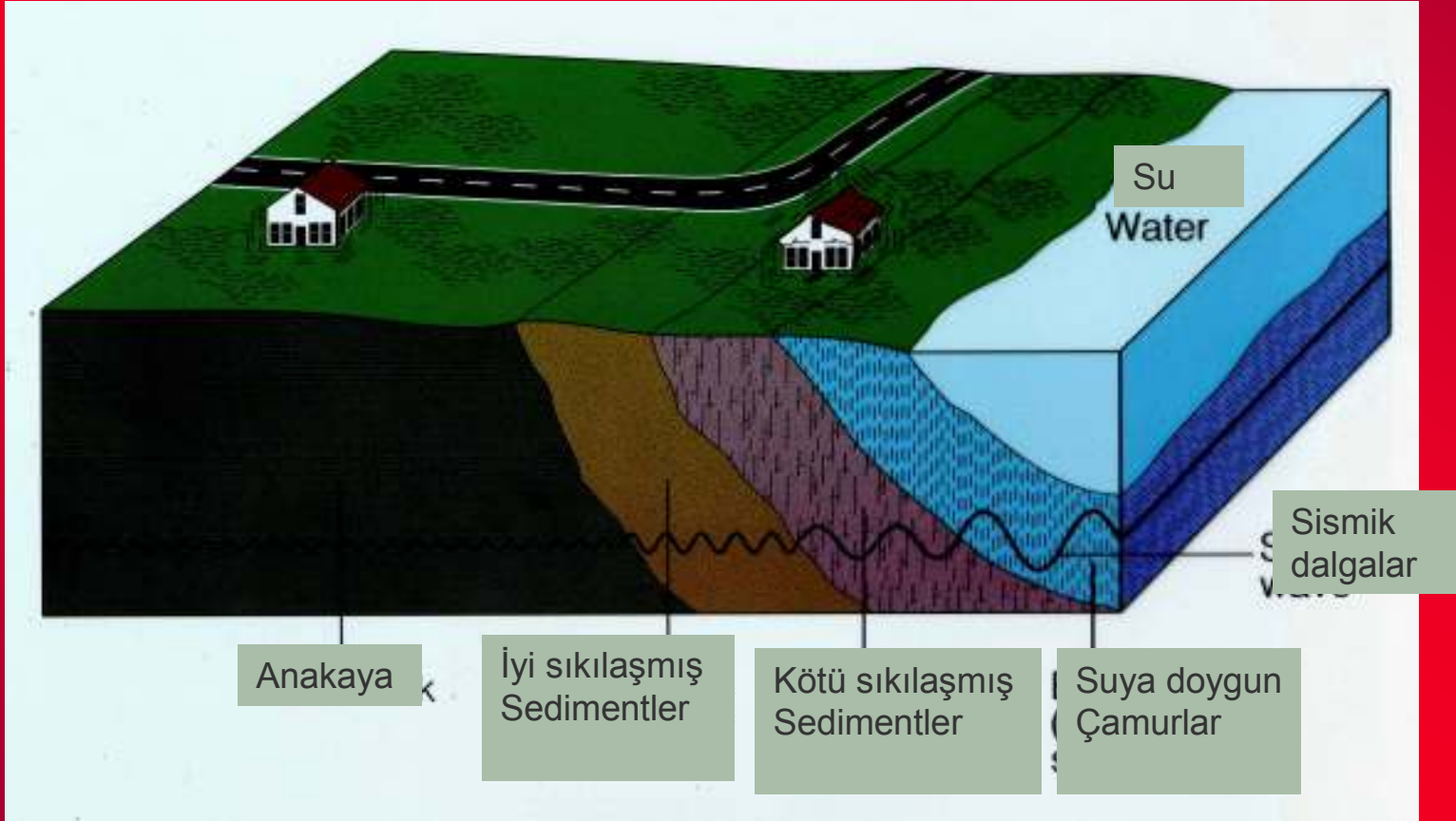
2-Zemin tipi

Deprem sırasındaki yer sarsıntısı



❧ Sisimik dalgaların amplifikasyonu

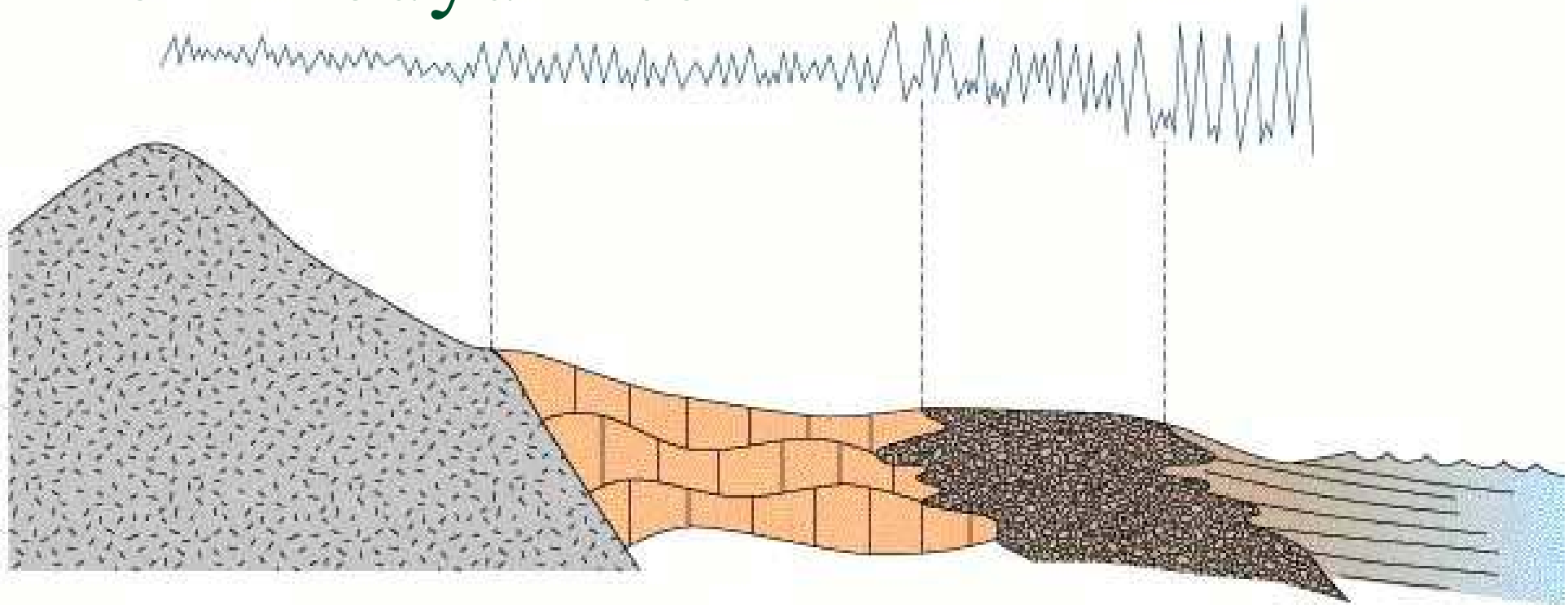
- Yumuşak zeminler sismik dalgaların salınımlarını büyütür.



Zemin büyütmesi

Amplification of shaking (surface waves)

High



Sert magmatik
kaya

Sedimanter
kayalar

Alüvyon

Silt ve
Çamur

- ❧ Binaların salınım periyodu = Kat sayısı
- ❧ Eğer zemin ve binalar aynı salınım periyoduna sahipse, rezonans oluşur
- ❧ Tipik olarak, alçak binalar (<5 kat) az kalınlıktaki gevşek zemin üzerinde (<15 m)ve yüksek binalar (>14 kat) kalın gevşek zemin üzerinde (>45 m) daha fazla hasar görür

3- Bina tipi-kalitesi





Binalar -
Türkiye,
1999

Binalar - Mexico City, 1985

Sonra



Önce

Doç.Dr.Yaşar EREN





Bir kat
tümüyle
çökmüştür

➤ Sıvılaşma

- Sıvılaşma yüzeye yakın yerlerde suya doymun kumlu kayaçların bulunduğu yerlerde olur.
- Yer sarsıntısı nedeniyle suya doymun kayaçların dayanımlılıkları kaybolur ve zemin bir sıvı gibi davranır

Earthquake Destruction

4-Sivilařma



(A)



1964 Niigata depremi



1985 Meksika depremi

Doç.Dr.Yaşar EREN

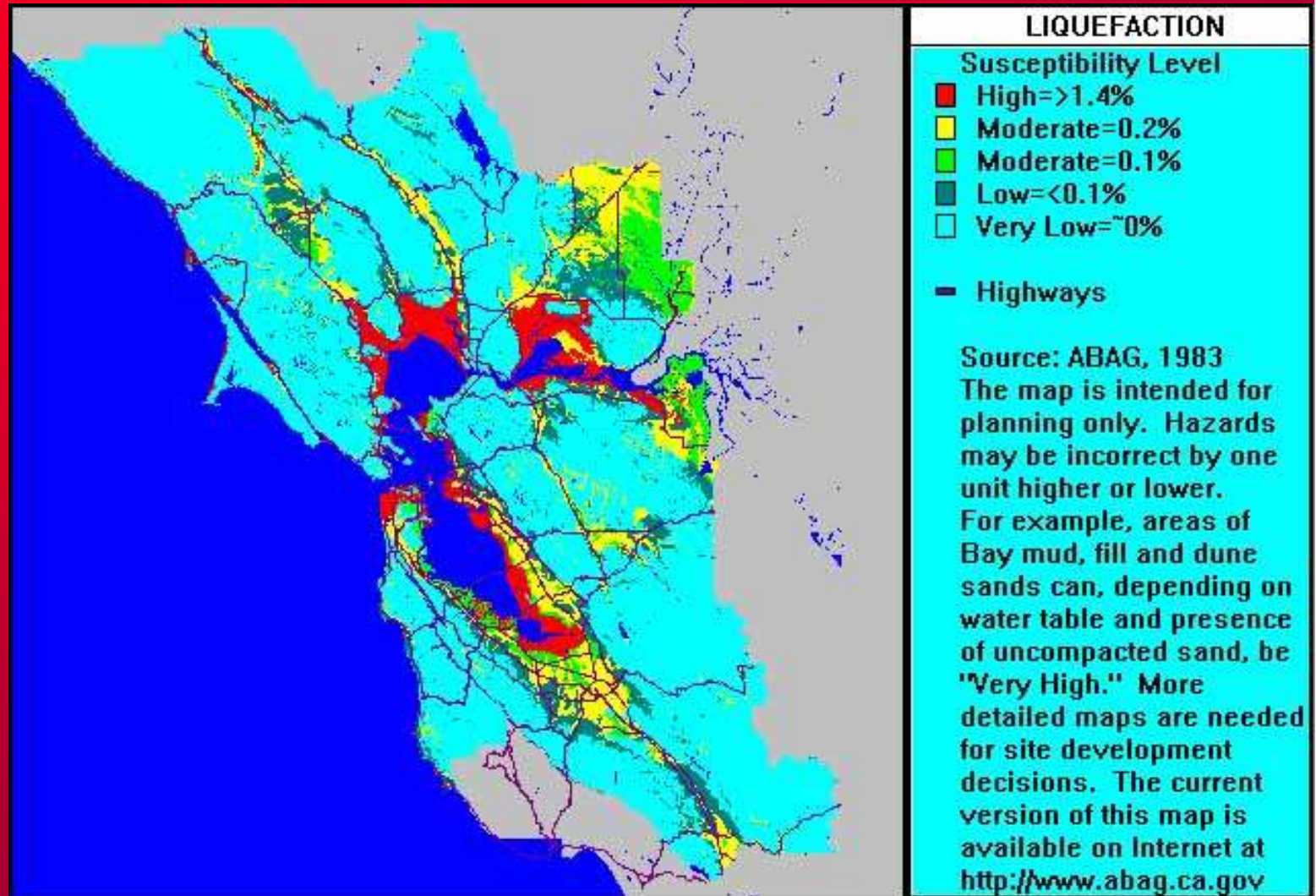


Kum fişkırmaları

Effects of Earthquakes

Sıvılaşma
tehlikesi
Haritası
Bay Area

Doç.Dr.Yaşar EREN



Sıvılaşma sonucu

- Suyu doygun sedimentlerin taneleri arasındaki baę tümüyle yok olur

Sand Boils in Field Near Watsonville, California





Yer kaymaları

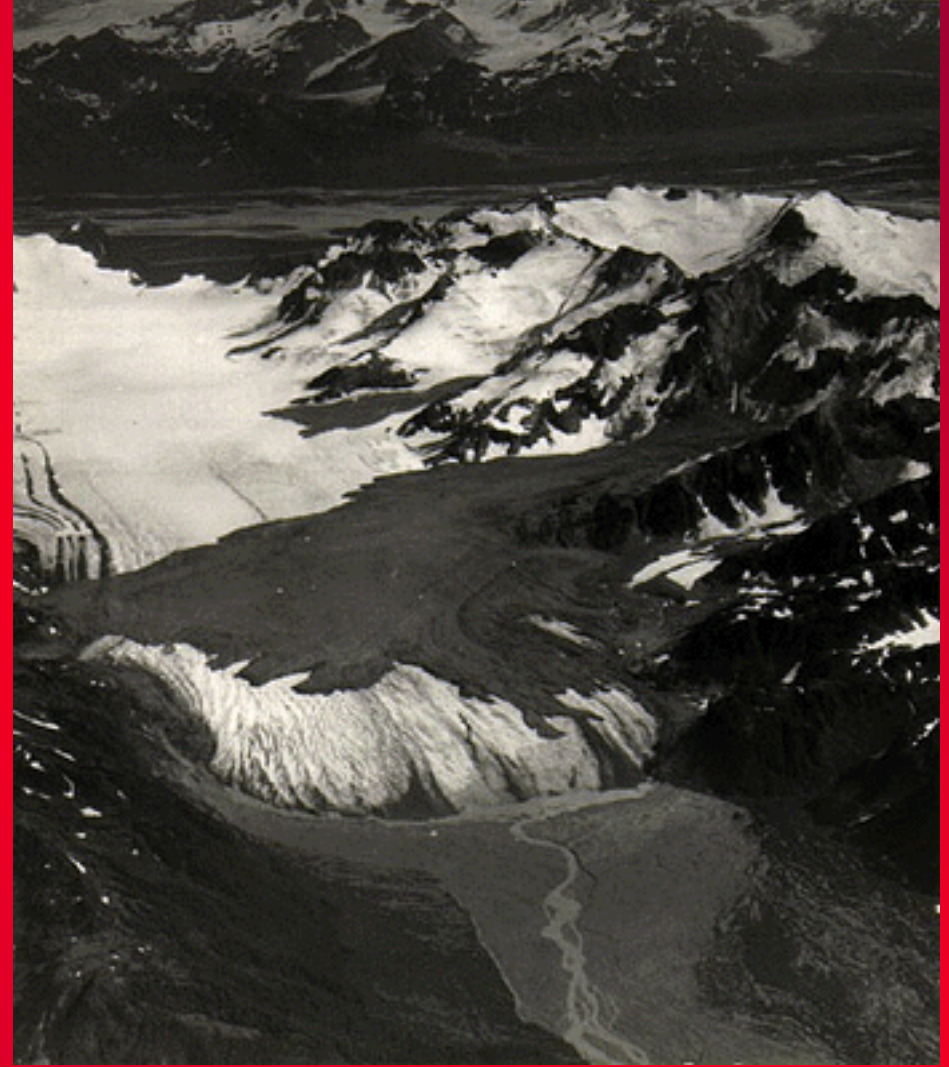
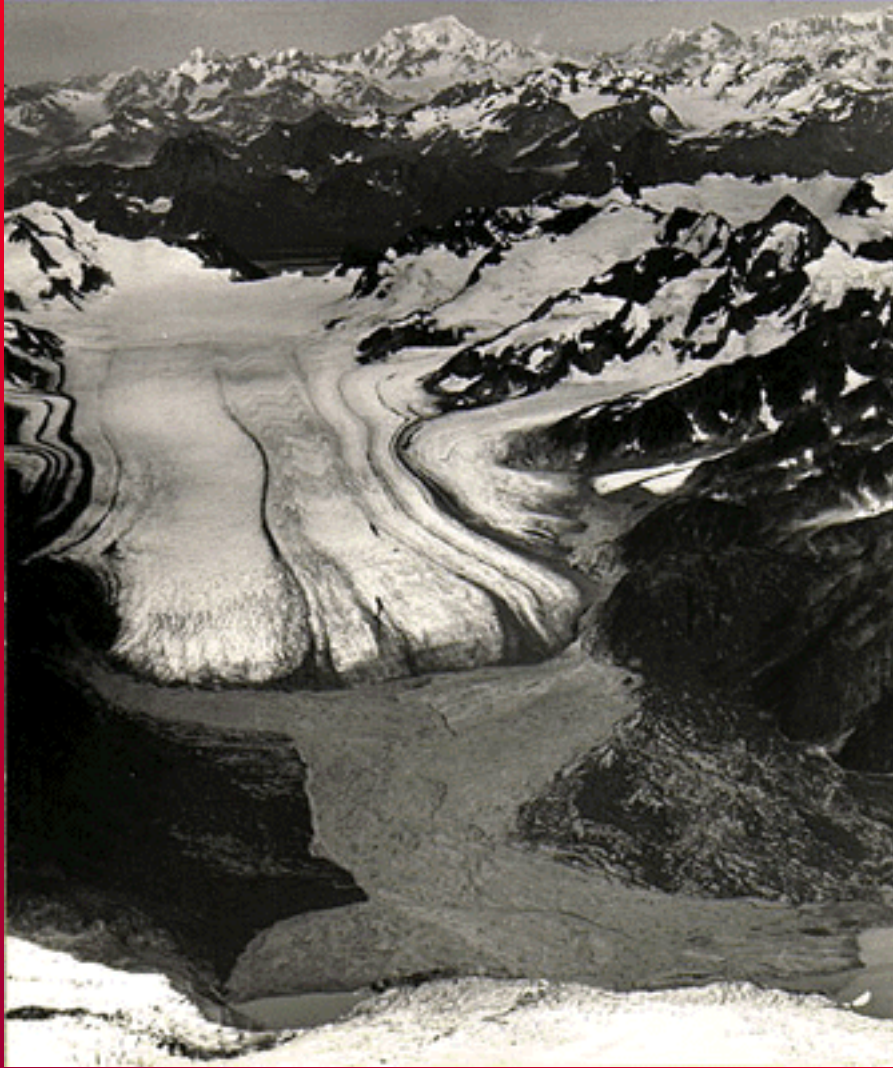
- 1964 Alaskan → Lituya Körfezi
- 1970 Peru
- 1989 Loma Prieta

5-Yer kaymaları



Landslide Blocking Highway 17, Santa Cruz Mountains

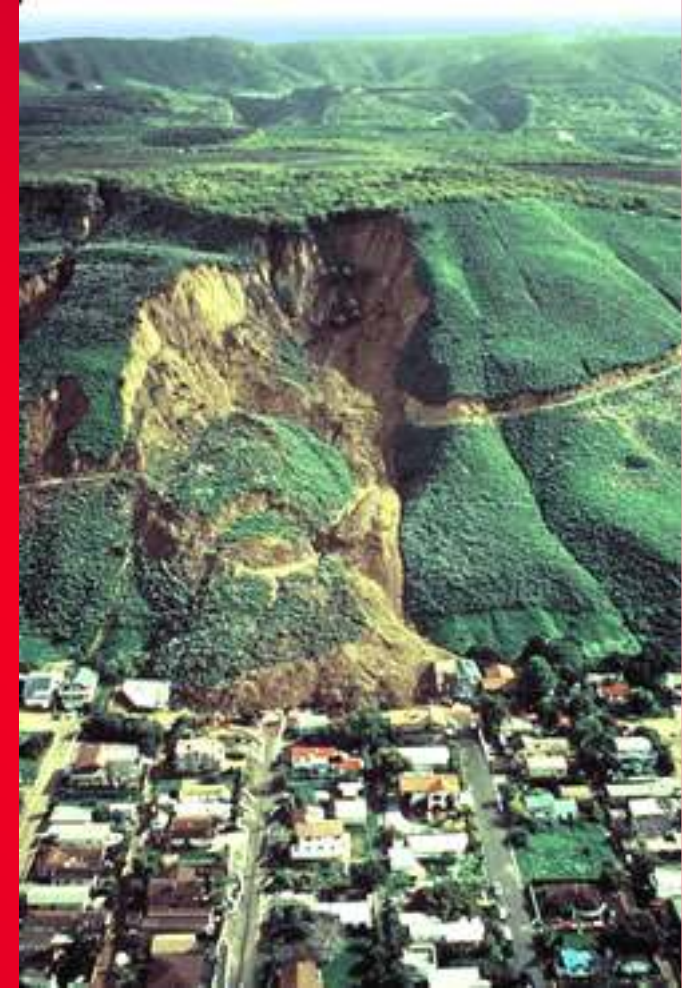


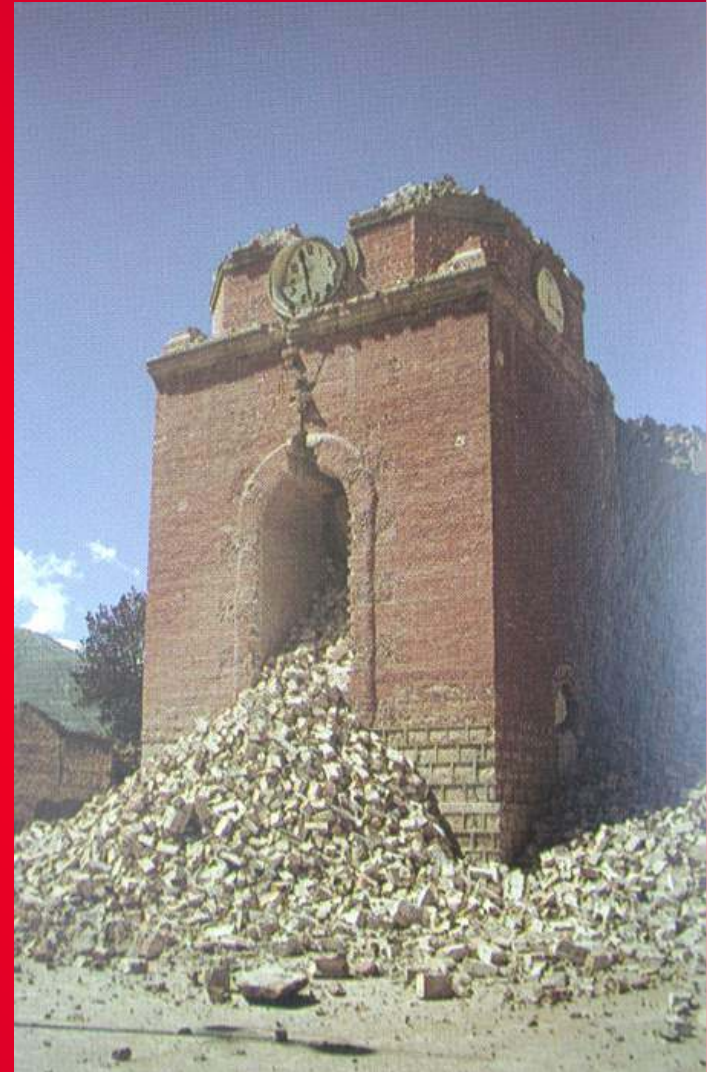


Alaska, 1964 Depremi?

• Yer kaymaları ve heyelanlar

- Depremle beraber değişik yer kaymaları gelişir.
 - Kaya düşmesi ve kayması
 - Sığ moloz kayması
 - Toprak ve kaya kayması
 - Blok kayması
 - Kaya çığı, toprak çığı, ve su altı heyelanları





6-Tsunami



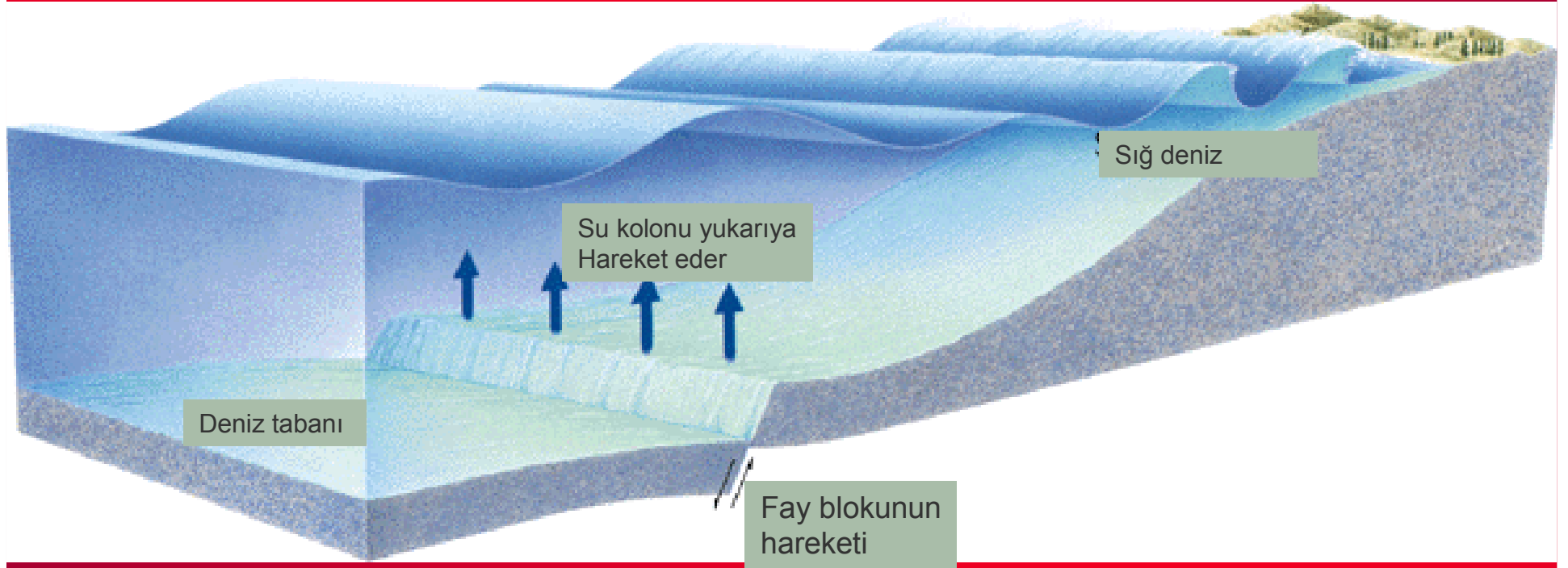
- ❧ Tsunami deniz altında deprem sonucu oluşan büyük deniz dalgalarıdır.
- ❧ Dalga denizdeyken birkaç metre yüksekliğindedir, fakat karaya yaklaştıkça, denizin daha sık olmasından dolayı enerji konsantrasyonu olur ve dalgalar yukarıya doğru hareket eder
- ❧ 300 metre yüksekliğe varan dalga kaydedilmiştir. Fakat genellikle dalga yüksekliği 30-100 m arasındadır.

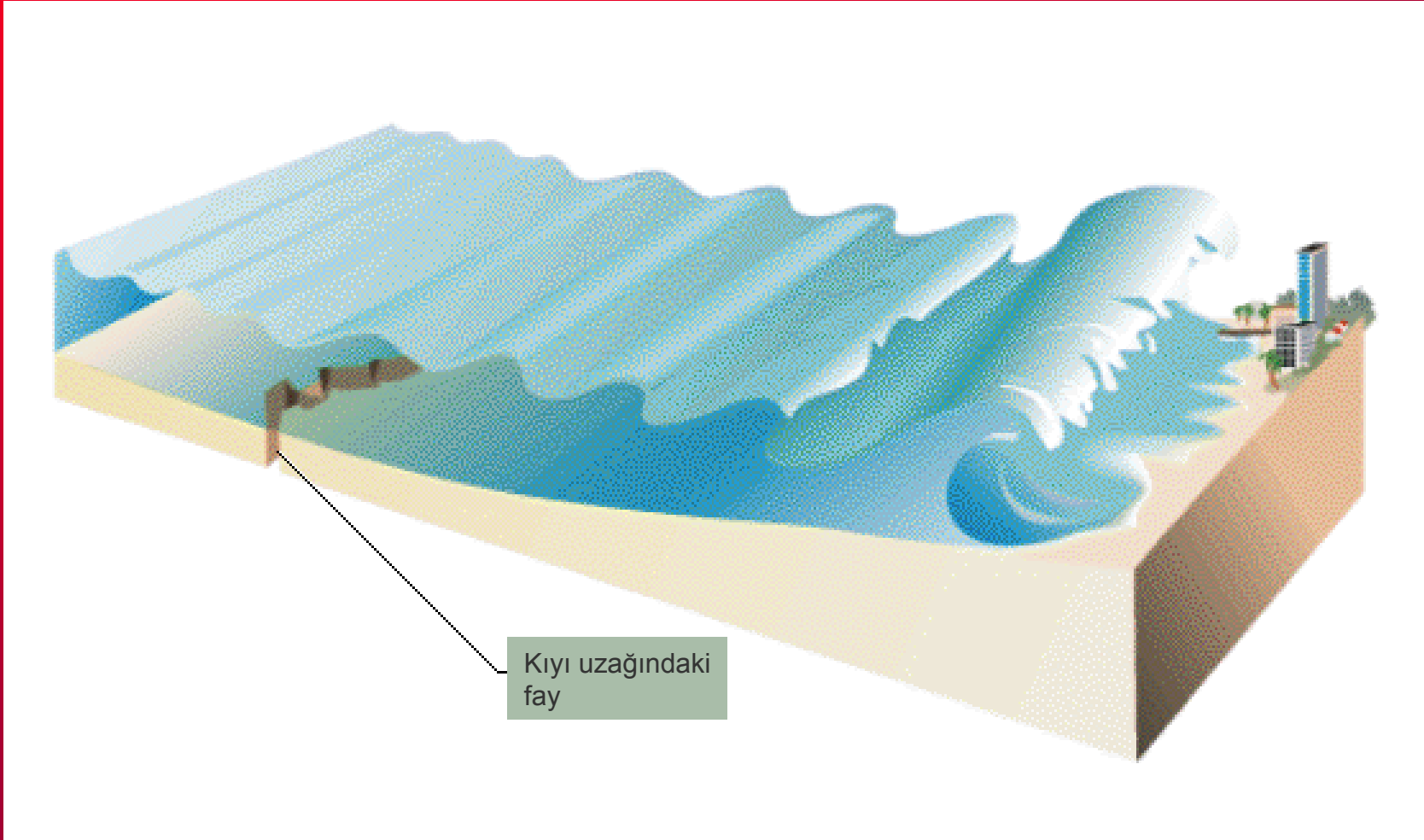
1940 yılından beri Amerika'da tsunami sonucu ölen insan sayısı deprem ve volkanlarda ölen insan sayısından daha fazladır



➤Tsunami

- Gelgit dalgası değildir
 - Okyanusdaki bir fayda düşey hareket sonucu veya
 - Bir depremden sonra büyük denizaltı heyelanlarından sonra oluşabilir.



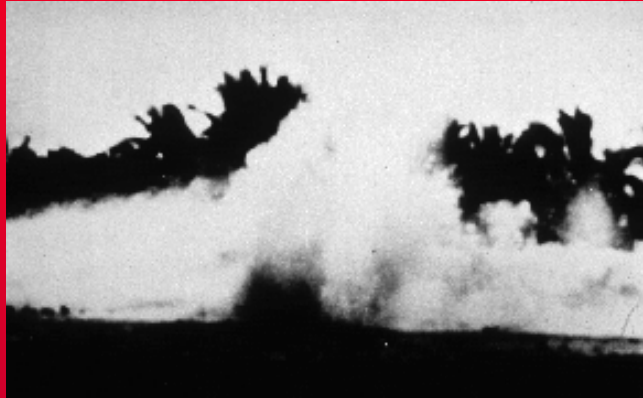




Doç.Dr.Yaşar GÜLEN

Şili 1960 depremi sonrasındaki Tsunami Magnitud: 9.5

1946: Hawaii
(Aleut adaları depremi)



65 metre yüksekliğe varan dalgalar
Saat'te 100 km hızla seyahat eder



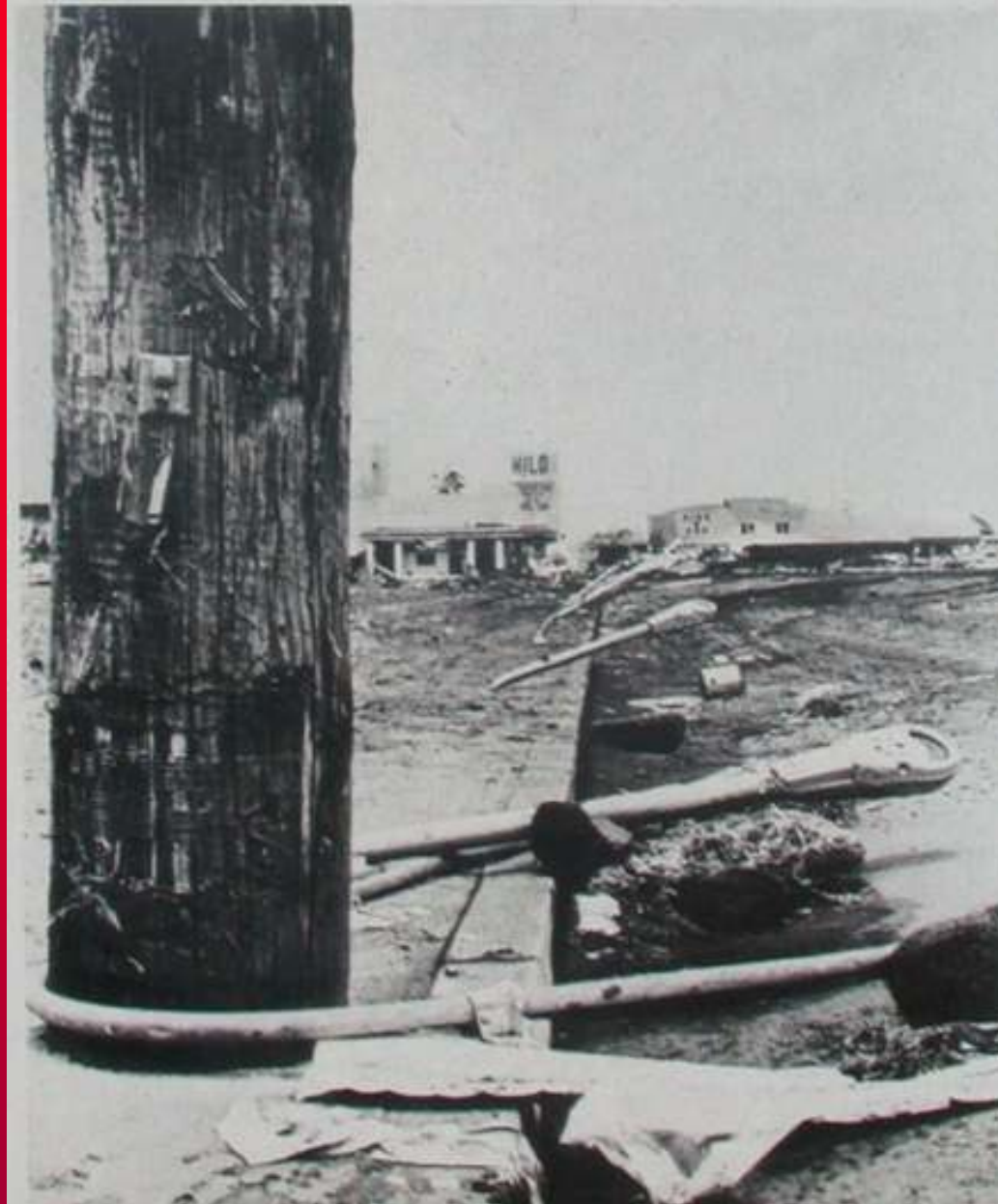


Doç.Dr.Yaşar EREN

1964 Alaska Depremi







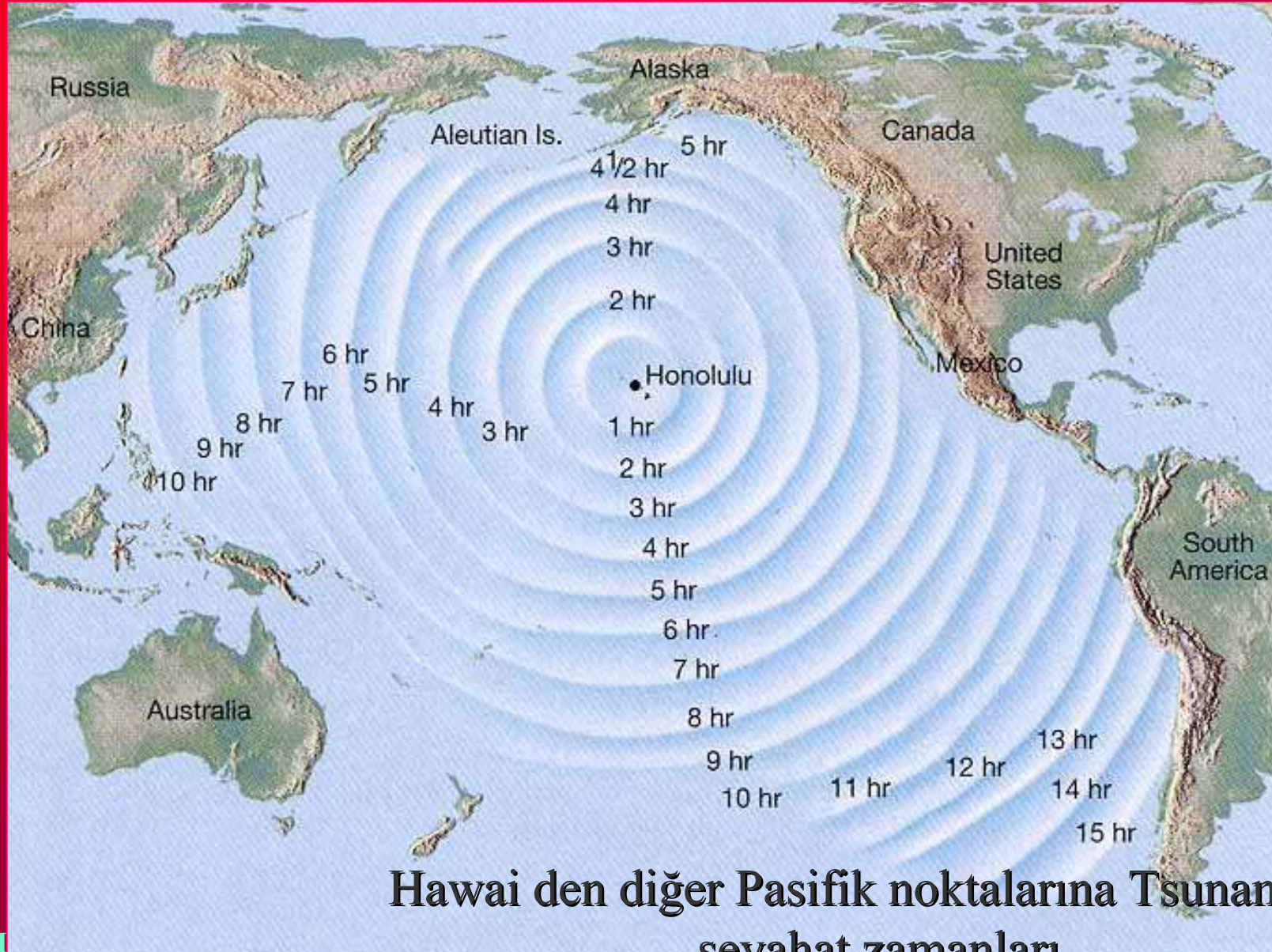
Doç.Dr.Yaşar EREN



Hilo, Hawaii tsunami in 1946 killed 159 people



Valdez de yıkım



Hawai den diğ er Pasifik noktalarına Tsunaminin
seyahat zamanları

1964 Alaska Depremi







1960 Şili depreminden
15 saat sonra

Doç.Dr.Yaşar EREN
Havai de Tsunami hasarları



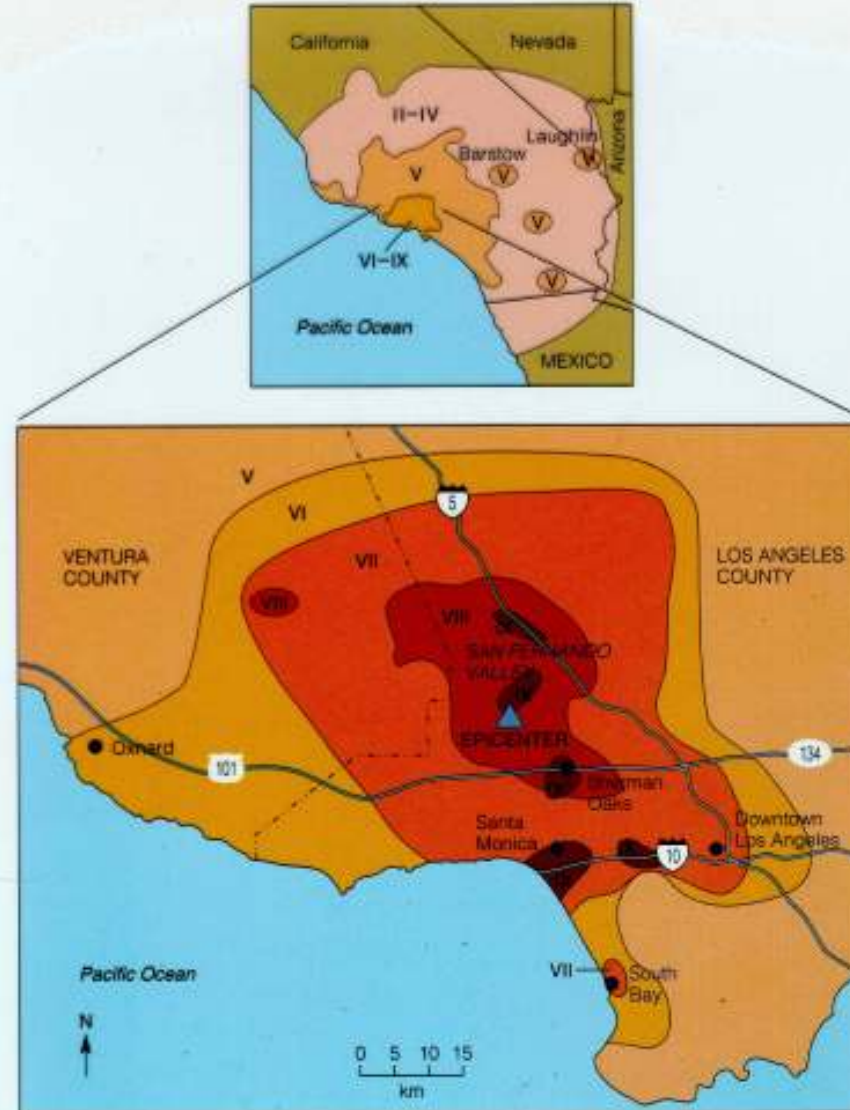
1964 Alaska Depremi Tsunami hasarları

Doç.Dr.Yaşar EREN



Eş-şiddet haritası

Modified Mercalli Intensity Map for the '94 Northridge, California Earthquake



7- Yangin



1906 San Fransisco Yangini





San Francisco, 1989

Turkiye, 1999





1995, Kobe-Japonya Depremi

**Gaz şebekesinin kırılması
sonucu oluşan yangın üç gün
sürdü**



EQE

EQE



**Yer sarsıntısı+farklı temel kaya
modern bina yapımı; sınırlı yangın**

Magnitüd = 7.2

1995 Kobe
Depremi

Büyükölük = 7.7-8.3 (hesaplanan)
Duration = 60 saniye(en fazla)



Yer sarsıntısı+değişik temel kayalar+

Kötü inşaat+ateş+...

1906 San Francisco Depremi

Earthquake: Pancake-Style Collapse of Fifteen-Story Building





1906 San Francisco Depremi (35 gün sonra)



Doç.Dr.Yaşar EREN

Loma Prieta – Yer kırıkları

8-Yer kotu değişiminden kaynaklanan su taşkınıları

1964-Alaska depremi



Bölgesel kot değişimi

- 1964 Alaska depremi 250,000 km² lik bir alanda 10 m yükselme ve 2.4 m çökme oluşturmuştur

Depremi Oluř zamanı

➤ Eğer oluş zamanı kötüyse hasar ve ölü sayısı artar

- 1923 Tokyo depremi , öğlen yemeği zamanına denk geldi, yangınlar çıktı, 130.000 ölü
- 1976 Tangshan depremi gece oldu insanlar ev içlerinde hapis kaldı

➤ Depremde Genel Korunma için

➤ Yapısal korunma

➤ Yeryüzünün planlı kullanımı

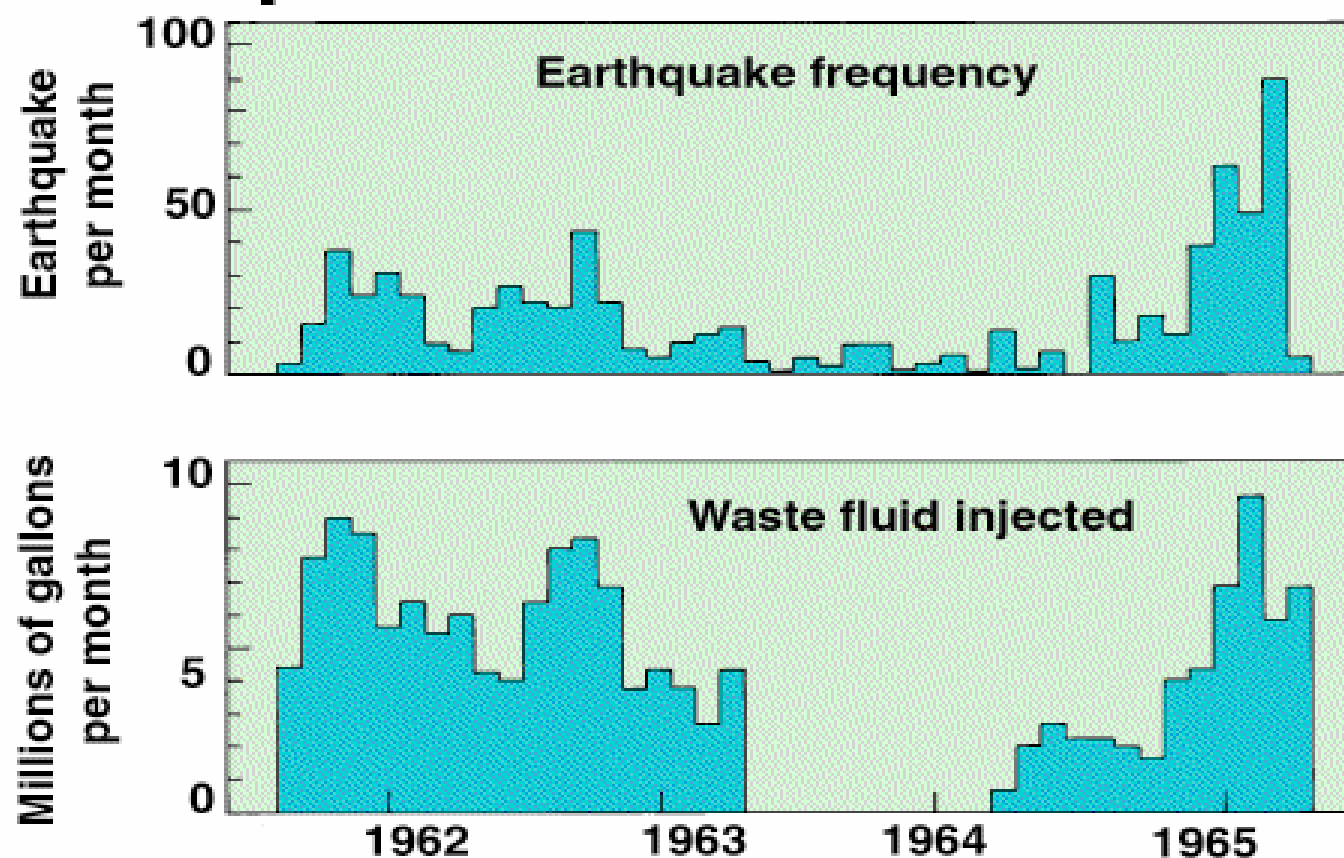
➤ Deprem uyarı sistemi

➤ Acil müdahale sistemi

➤ Sigorta ve geriye dönüş çalışmaları

- Depremi etkileyen insan etkinlikleri
 - 1) Yer altı nükleer denemeler
 - 2) Yeryüzünde yükleme veya boşaltma
 - Baraj ve rezervuar yapımları
 - 3) Atıkların yer derinliğine enjeksiyonu
 - Örn: Kayalık Dağl Arsenal (1962-1965)
 - Sıvı atıklar 3.6 km derinliğe enjekte edilmiştir.

Waste Disposal at the Rocky Mountain Arsenal and the Frequency of Earthquakes in the Denver Area



Yönelim

- Fayın kırılma yönünde sismik dalgaların yüksekliği daha fazladır

- Depremlerin İnşaat Mühendisliğindeki Önemi
- Deprem dalgalarının binalara ve su yapılarına etkisi özellikle Türkiye gibi aktif deprem bölgelerinde bulunan ülkeler için ayrı bir önemi vardır
- Bu ülkelerde inşaatlarda deprem dalgalarının özellikle yatay doğrultudaki etkisi göz önüne alınmakta ve hesaplara bir etki miktarı eklenmektedir.
- Önemli olan bir memleketin çeşitli yerlerinde bu etki miktarının belirlenmesidir

- Bir ülkede bazı bölgeler sık sık şiddetlice sarsıldıkları halde, diğer bölgeler daha az sayıda ve daha hafif depremlerden etkilenmektedir.
- Bu nedenle deprem bölgeleri ve zonları haritaları yapılmaktadır.
- Türkiye Örneğinde Memlektimiz 5 zona ayrılmış ve
- 1. 2. 3. 4. derece deprem zonları ve tehlikesiz zon olarak adlandırılmıştır

➤ Bu dört bölgede yapılacak inşaatlarda alınması gereken önlemler ve statik hesaplara eklenecek miktarlar deprem yönetmeliklerine göre “depreme dayanıklılık katsayısı” olarak adlandırılmıştır.

➤ Bu katsayının belirlenmesi

- Temel zemininin direncine
- Alüvyon ve sağlam kayanın kalınlığına
- Ayrışma derecesine
- Jeolojik yapıya ve
- Yer altı su seviyesi gibi bir çok faktöre bağlıdır

➤ Ufak bir kabul demir çapına ve beton kalitesine etki yaptığundan maliyet artmakta, bu nedenle bazen emniyet 2. plana atılmakta ve sonuçta çok buyk zararlar oluşmaktadır

➤ Bu nedenle yeryüzünün sismik bölgelerindeki ülkelerde sadece bu konularla ilgilenen deprem mhendisliğı ortaya çıkmıştır

➤ Deprem bölgelerinde depreme dayanıklı inşaat yapılmalıdır.

➤ Derin, ayrışmamış, sağlam ana kaya üzerine otutulan yapılarda zarar çok az olur.

➤ Alüvyon ve gevşek zemine oturtulan binalarda ise hasar çok daha büyüktür.

➤ Temel bakımından derin temeller sığ temellere göre daha dayanıklıdır

➤ Baraj, köprü ve tünel projelendirilmesinde inşaat sahalarında olması mümkün en büyük deprem göz önüne alınarak bazı kabuller yapılır

➤ Örneğin Amerika'da barajlara deprem esnasında etki yapacak hareketin yatay ivmesi, yerçekimi ivmesinin 1/10'u (0.1 g) olarak kabul edilmektedir

➤ Sisimik yönden Aktif Kaliforniya'da bu ivme 0.3 g olarak alınmaktadır

- Türkiye’de deprem bölgelerinde aktif faylara komşu barajlardaki yatay ivme 0.2 g olarak alınmaktadır
- Keban barajında yatay ivme 0.1 g, düşey ivme 0.05 g alınmış ve tesisler buna göre yapılmıştır
- Deprem bölgeleri dışında kalan yerlerdeki barajlar için yatay ivme 0.05-0.1 g olarak alınmaktadır

DEPREMLER

- Risk haritaları
- Deprem yönetmelikleri Risk altında bulunan bir yerin depremkuşağına göre olan konumları il ilgili parametreleri verirler. Deprem bölgeleri haritası depreme dayanıklı yapı tasarımına esas oluşturan yer hareketlerini belirleyen bir haritadır.
- Deprem zonu haritaları ya da Deprem bölgeleri haritaları çok genel bilgiler içerirler

DEPREMLER

➤ Bunların yanı sıra

- Maksimum şiddet
- Pik ivme
- Maksimum hız
- Yer değiştirme haritaları
- Sismik olasılık haritaları
- Enerji haritaları

Haritaları da kullanılmaktadır.

DEPREMLER

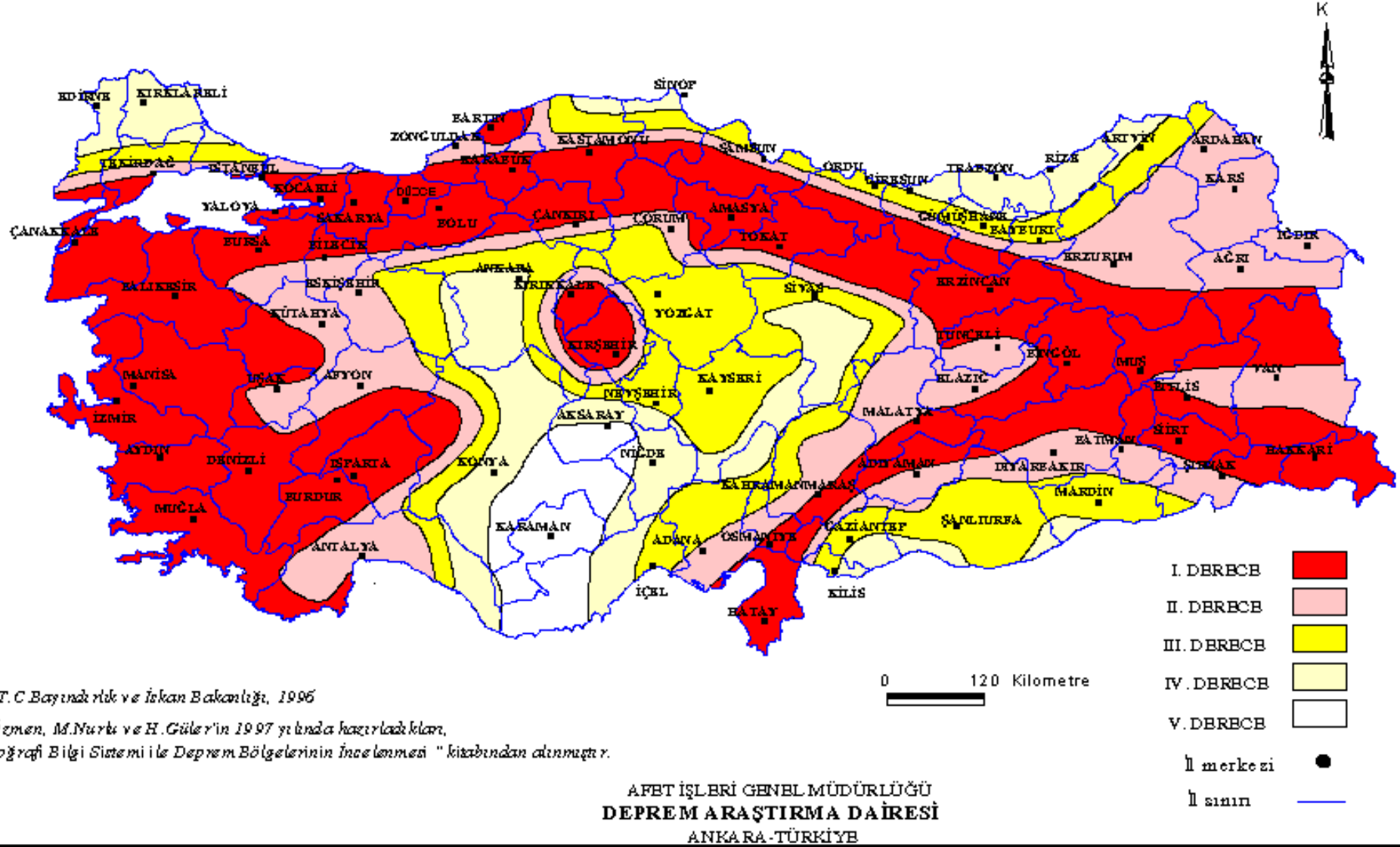
- Türkiye’de deprem bölgeleri haritası ile ilgili ilk çalışmalar, 1943 Ladik-Tosya , 1943 Adapazarı-Hendek ve 1944 Bolu-Gerde depremlerinden sonra deprem zararlarını en aza indirgenmesi amacıyla 22 Temmuz 1944 yılında yürürlüğe giren
- “Yer sarsıntılarından önce ve sonra alınacak Tedbirler”
- Adlı 4623 sayılı kanunla birlikte başlamıştır.

DEPREMLER

- ❧ 1945 yılında Bayındırlık bakanlığı ilk defa Deprem Bölgeleri Haritası ve Deprem Yönetmeliği hazırlamıştır.
- ❧ İki kuşaktan oluşmuş deprem haritası, geçmişte olmuş depremlerin yol açtıkları hasar dikkate alınarak, deprem yönetmeliği ise 1937 İtalya Yönetmeliği esas alınarak hazırlanmıştır.
- ❧ İzleyen yıllarda jeoloji, jeofizik ve sismoloji alanlarındaki gelişmelere paralel olarak deprem Bölgeleri Haritası 1949, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında revize edilmiştir.
- ❧ 1996 yılından önce hazırlanan haritaların hepsinde maksimum şiddet değerleri dikkate alınırken halen yürürlükte olan 1996 deprem bölgeleri haritasında maksimum ivme değerleri esas alınmıştır.

DEPREMLER

DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI*



DEPREMLER

Türkiye'de hasar yapan depremler

GÜN/AY/YIL	Büyük­lük (Ms)	Yer	Ölü	Yaralı	Ağır hasarlı konut	Enlem (N)	Boylam (E)	Derinlik (km)	Şiddet (M SK)
09.03.1902	5.6	Çankırı	4	-	3000	40.65	33.60	-	-
28.04.1903	6.7	Malazgirt	2626	-	4500	39.10	42.50	-	IX
10.02.1903	5.8	Zara	-	-	1500	39.90	37.80	-	-
04.12.1905	6.8	Çemişgezek	-	-	15	39.00	39.00	30	-
09.08.1912	7.3	Mürefte	216	466	5540	40.60	27.20	16	-
04.10.1914	5.1	Afyon-Bolvadin	400	-	1700	38.00	30.00	15	-
13.05.1924	5.3	Çaykara	50	-	700	40.00	42.00	30	-
13.09.1924	6.9	Pasinler	310	-	4300	39.96	41.94	10	-
07.08.1925	5.9	Afyon-Dinar	3	-	2043	38.10	29.80	20	IX
08.02.1926	4.7	Milas	2	-	598	36.80	27.10	30	-
18.03.1926	6.9	Finike	27	-	190	35.84	29.50	10	-
22.10.1926	5.7	Kars	355	-	1100	40.94	43.88	10	VIII

DEPREMLER

31.03.1928	7	İzmir-Torbalı	50	-	2100	38.18	27.80	10	IX
18.05.1929	6.1	Sivas-Susehri	64	-	1357	40.20	37.90	10	VIII
06.05.1930	7.2	Hakkari Sınırı	2514	-	3000	37.98	44.48	70	X
19.07.1933	5.7	Denizli-Çivril	20	-	200	38.19	29.79	40	VIII
15.12.1934	4.9	Bingöl	12	-	200	38.85	40.55	-	-
04.01.1935	6.7	Erdek	5	30	600	40.40	27.49	30	IX
01.05.1935	6.2	Digor	200	-	1300	40.09	43.22	60	-
23.03.1936	4.5	Kars-Kötek	-	-	100	39.00	42.00	30	-
19.04.1938	6.6	Kırşehir	149	-	3860	39.44	33.79	10	IX
16.12.1938	4.8	Kırşehir	-	-	300	39.52	33.91	10	-
22.09.1939	7.1	İzmir-Dikili	60	-	1235	39.07	26.94	10	IX
21.11.1939	5.9	Tercan	43	-	500	39.82	39.71	80	-
26.12.1939	7.9	Erzincan	32962	-	116720	39.80	39.51	20	X-XI
20.02.1940	6.7	Kayseri-Develi	37	20	530	38.40	35.30	30	VIII
13.04.1940	5.6	Yozgat	20	-	1250	40.04	35.20	30	-
10.01.1940	5	Niğde	58	-	586	38.00	34.70	-	-

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

10.09.1941	5.9	Van-Ercis	194	-	600	39.45	43.32	20	VIII
12.11.1941	5.9	Erzincan	15	-	500	39.74	39.43	70	-
13.12.1941	5.7	Muğla	-	-	400	37.13	28.06	30	-
23.05.1941	6	Muğla	2	-	500	37.07	38.21	40	-
15.11.1942	6.1	Bigadiç-Sındırgı	7	-	1262	39.55	28.55	10	VIII
21.11.1942	5.5	Osmancık	7	-	448	40.82	34.44	80	-
20.12.1942	7	Niksar-Erbaa	3000	6300	32000	40.87	36.47	10	IX
11.12.1942	5.9	Çorum	25	-	816	40.76	34.83	40	-
20.06.1943	6.6	Adapazarı-Hendek	336	-	2240	40.85	30.51	10	IX
26.11.1943	7.2	Tosya-Ladik	2824	-	25000	41.05	33.72	10	IX-X
01.02.1944	7.2	Bolu-Gerede	3959	-	20865	41.41	32.69	10	IX-X
06.10.1944	7	Ayvalık-Edremit	27	-	1158	39.48	26.56	40	IX
10.02.1944	5.4	Düzce	-	-	900	41.00	32.30	10	-
05.04.1944	5.6	Mudurnu	30	-	900	40.84	31.12	10	-
25.06.1944	6.2	Gediz-USak	21	-	3476	38.79	29.31	40	VIII
20.03.1945	6	Adana-Ceyhan	10	-	650	37.11	35.70	60	VIII
20.11.1945	5.8	Van	-	-	1000	36.63	43.33	10	-
21.02.1946	5.6	Kadınhan-İlgın	2	-	509	38.24	31.79	60	VIII
31.05.1946	5.7	Varto-Hınıs	839	349	1986	39.29	41.21	60	VIII
23.07.1949	7	İzmir-Karaburun	1	7	824	38.57	26.29	10	IX

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

17.08.1949	7	Karlıova	450	-	3000	39.60	40.60	40	IX
05.02.1949	5.2	Harmancık	-	-	150	39.89	29.35	40	-
04.02.1950	4.6	Kığı	20	-	100	39.50	40.60	30	-
08.04.1951	5.7	İskenderun	6	10	13	36.58	35.85	50	-
13.08.1951	6.9	Kursunlu	52	208	3354	40.88	32.87	10	IX
03.01.1952	5.8	Hasankale	133	-	701	39.95	41.67	40	VIII
22.10.1952	5.5	Misis	10	-	511	37.25	35.15	70	-
18.03.1953	7.4	Yenice-Gönen	265	336	9670	39.99	27.36	10	IX
02.05.1953	5.1	Karaburun	-	-	73	38.51	26.55	60	-
07.09.1953	6.4	Kursunlu	2	-	230	41.09	33.01	40	VIII
18.06.1953	5.1	Edirne	-	-	323	41.55	26.55	30	-
16.07.1955	7	Aydın-Söke	23	-	470	37.65	27.26	40	IX
20.02.1956	6.4	Eskisehir	2	-	1219	39.89	30.49	40	VIII
25.04.1957	7.1	Fethiye	67	-	3100	36.42	28.68	80	IX
26.05.1957	7.1	Bolu-Abant	52	100	4201	40.67	31.00	10	IX
07.07.1957	5.1	Basköy	-	-	300	39.37	40.46	60	-
25.04.1959	5.7	Köyceğiz	-	-	59	36.94	28.58	30	VIII
25.10.1959	5	Hınıs	18	-	300	39.25	41.63	50	-

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

26.02.1960	4	Bitlis	-	-	80	38.49	41.52	40	-
10.04.1960	4.4	Germencik	-	-	100	37.73	27.80	40	-
26.07.1960	4.6	Tokat	-	-	22	40.56	37.25	40	-
23.05.1961	6.5	Marmaris	-	9	61	36.80	28.70	70	-
10.02.1962	4	Mus	-	-	97	38.70	41.45	-	-
04.09.1962	5.3	Iğdır	1	22	-	39.96	44.13	40	-
11.03.1963	5.5	Denizli	-	-	54	37.96	29.14	40	-
18.09.1963	6.3	Çınarcık-Yalova	1	26	230	40.77	29.12	40	VII
22.11.1963	5.1	Denizli	-	-	298	37.07	29.68	60	-
24.03.1964	4	Siirt	1	-	100	37.95	42.00	-	-
14.06.1964	6	Malatya	8	36	678	38.13	38.51	3	VIII
06.10.1964	7	Manyas	23	130	5398	40.30	28.23	24	IX
13.06.1965	5.7	Denizli-Honaz	14	217	488	37.85	29.32	33	VIII
31.08.1965	5.6	Karlıova	-	-	1500	39.30	40.79	33	-
07.03.1966	5.6	Varto	14	75	1100	39.20	41.60	26	VIII
12.07.1966	4	Varto	12	-	90	39.17	41.56	-	-
19.08.1966	6.9	Varto	2394	1489	20007	39.17	41.56	26	IX

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

07.04.1966	4.8	Adana-Bahçe	-	-	100	37.00	35.30	-	-
22.07.1967	7.2	Adapazarı	89	235	5569	40.67	30.69	33	IX
26.07.1967	6.2	Pülümür	97	268	1282	39.54	40.38	30	VIII
30.07.1967	6	Akyazı	2	40	-	40.70	30.40	18	-
07.04.1967	5.3	Adana-Bahçe	-	-	91	37.40	36.20	32	-
24.09.1968	5.1	Bingöl-Elazığ	2	40	-	39.20	40.20	8	-
03.09.1968	6.5	Amasya-Bartın	29	231	2073	41.81	32.39	5	VIII
14.01.1969	6.2	Fethiye	-	-	42	36.11	29.19	22	-
03.03.1969	5.7	Gönen	1	-	20	40.08	27.50	6	-
23.03.1969	6.1	Demirci	-	-	1100	39.10	28.40	9	VII
25.03.1969	6	Demirci	-	-	1826	39.25	28.44	37	-
28.03.1969	6.6	Alasehir	41	186	4372	38.55	28.46	4	VIII
06.04.1969	5.6	Karaburun	-	3	443	38.50	26.40	16	-
28.03.1970	7.2	Gediz	1086	1260	9452	39.21	29.51	18	IX
19.04.1970	5.9	Çavdarhisar-Kütahya	-	2	41	39.10	29.70	18	-
23.04.1970	5.7	Demirci	-	43	150	39.10	28.70	28	-
02.07.1970	4.8	Gürün	1	-	150	38.80	36.70	19	VIII

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

12.05.1971	6.2	Burdur	57	150	1389	37.64	29.72	30	VIII
22.05.1971	6.7	Bingöl	878	700	5617	38.85	40.52	3	VIII
26.04.1972	5	Ezine	-	-	400	39.50	26.30	25	-
22.03.1972	4.7	Sarıkamış	-	4	100	40.40	42.20	2	-
16.07.1972	5.2	Van	1	-	400	38.30	43.30	46	-
01.02.1974	5.2	İzmir	2	20	47	38.55	27.22	31	VI
06.09.1975	6.9	Lice	2385	3339	8149	38.47	40.72	32	VIII
25.03.1975	5.1	Kars-Susuz	2	26	762	40.95	42.96	25	VI
19.08.1976	4.9	Denizli	4	28	887	37.67	29.17	-	VII
24.11.1976	7.2	Çaldıran-Muradiye	3840	497	9552	39.12	44.16	10	IX
02.04.1976	4.8	Doğu Beyazıt	5	13	236	39.91	43.76	14	VI
30.04.1976	5	Ardahan	4	-	300	41.20	42.60	-	-
25.03.1977	4.8	Lice	8	17	210	38.58	40.03	29	-
26.03.1977	5.2	Palu	8	26	842	39.34	43.50	25	-
09.12.1977	4.8	İzmir	-	-	11	38.56	27.47	-	-
16.12.1977	5.3	İzmir	-	-	40	38.40	27.19	24	-
14.06.1979	5.9	Foça	-	-	22	38.92	26.89	-	-
30.06.1981	4.4	Antakya	-	-	2	36.17	35.89	63	-

Doç.Dr.Yaşar EREN

DEPREMLER

27.03.1982	5.2	Muş-Bulanık	-	-	424	39.23	41.90	38	-
05.07.1983	4.9	Biga	3	-	85	40.33	27.21	7	-
30.10.1983	6.8	Erzurum-Kars	1155	1142	3241	40.20	42.10	16	VIII
18.09.1984	5.9	Erzurum-Balkaya	3	35	187	40.90	42.24	10	-
05.05.1986	5.8	Malatya-Sürgü	8	24	824	37.95	37.80	10	VII
06.06.1986	5.6	Sürgü-Malatya	1	20	1174	38.01	37.91	11	-
07.12.1988	6.9	Kars-Akyaka	4	11	546	40.96	44.16	5	-
13.03.1992	6.8	Erzincan-Tunceli	653	3850	6702	39.68	39.56	27	VIII
01.10.1995	5.9	Dinar	94	240	4909	38.18	30.02	24	VIII
14.08.1996	5.4	Çorum-Amasya	-	6	707	40.73	35.28	12	VI
27.06.1998	5.9	Adana-Ceyhan	146	94-0	4000	36.85	35.55	23	-
17.08.1999	7.4	17 Ağustos Kocaeli	15000	32000	50000	40.70	29.91	20	IX

Doç.Dr.Yaşar EREN