



***JEM 309***  
***DENİZ JEOLOJİSİ***

## e) Tsunami (Deprem Dalgaları):

*Gezeganimizin gördüğü en büyük doğal felaketlerden.*

*Şehirleri, hatta büyük adalar gibi kara parçalarını tamamen yutabilen bu denizden gelen felaket*



## e) Tsunami (Deprem Dalgaları):

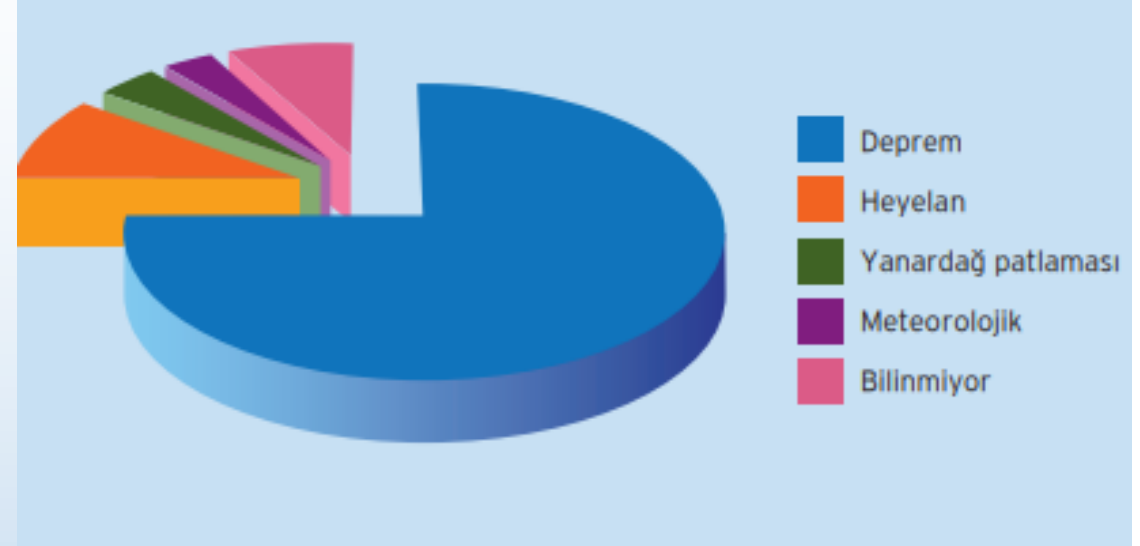
Japonca Tsu-nami: Liman dalgaları

Özellikle Japonya da görülür. (ort. Her 7 yılda 1)

**Denizaltı depremleri, volkanik patlamalar, denizaltı ve yüzey heyelanları, çökmeler, meteoritlerin düşmesi gibi sebeplerle su kütlesinin hızlı ve düşey yer değiştirmesi**

**TSUNAMİdir** (Gedik vd. 2005).

Deprem sonrası oluşan deniz kabarması kıyı bölgelerde yükek dalgalara neden olur ve deniz seviyesini yükseltir. Tarihte tsunamilere Pasifik okyanusunda çok rastlanmıştır ve deprem dalgalarının 30 m'ye yükseldiği ve bazı yerleşim yerlerini sular altında bıraktığı bilinmektedir.



“gel-git dalgaları” tsunami ile karıştırılmaktadır. Gel-git dalgaları basitçe güneş ve ayın çekim kuvveti etkisi ile meydana gelen periyodik dalgaların yükselmesi ve alçalması olayıdır.

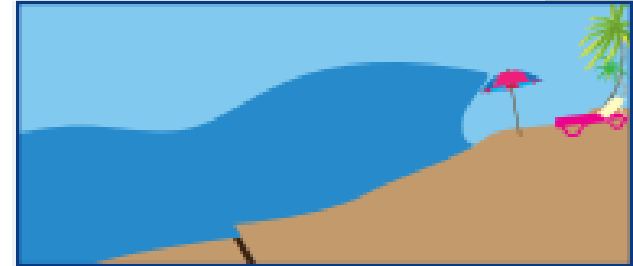
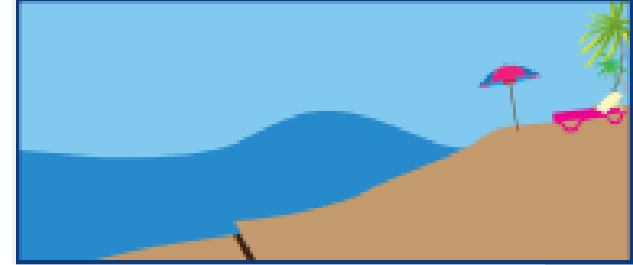
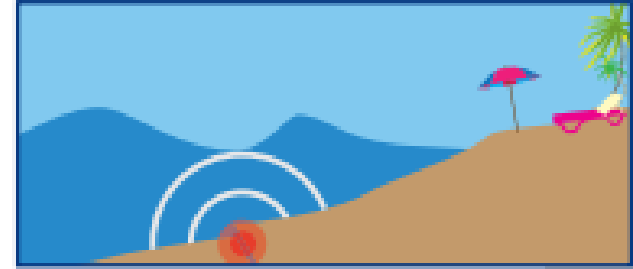
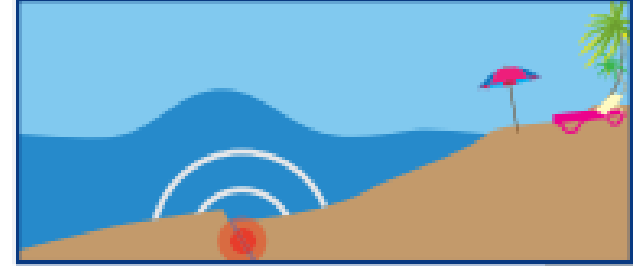
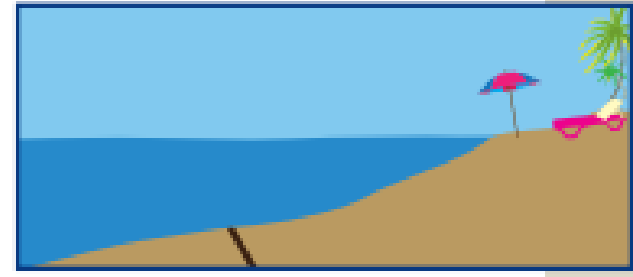
# Tsunamiler Nasıl Oluşur?

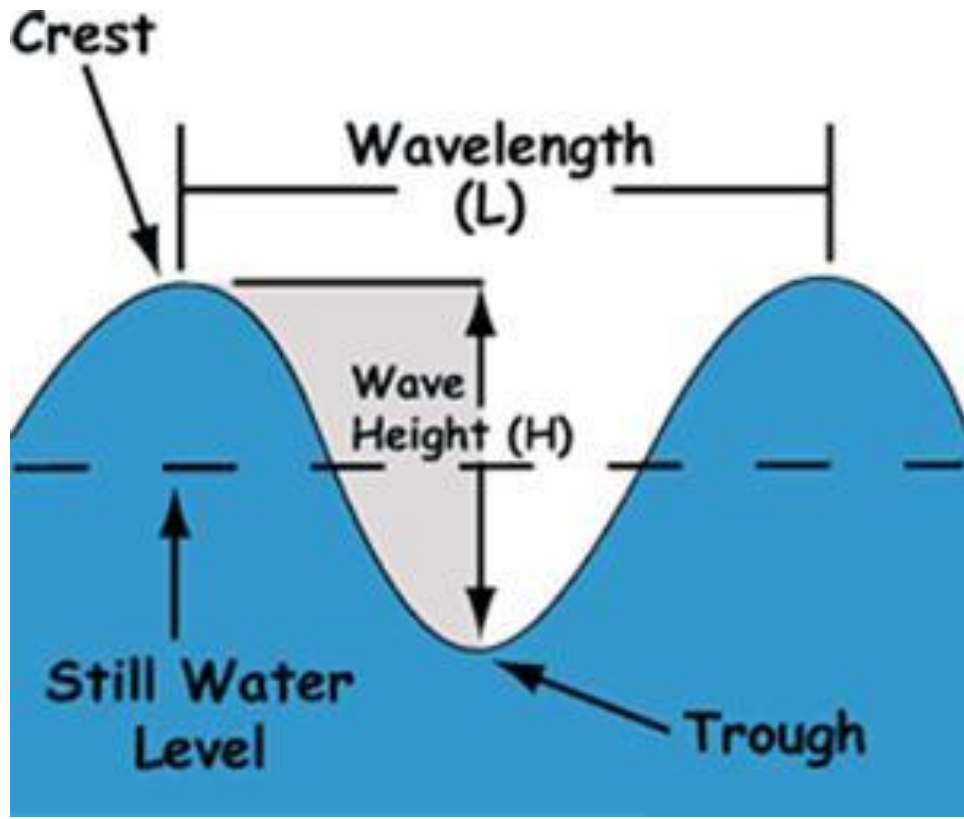
Deniz/okyanus tabanında meydana gelen düşme veya yükselmelerin neden olduğu değişimler sonucu oluşur. **Genellikle deniz altı depremlerinin sonucunda meydana gelirler.**

Sismik değişim bir miktar su kütlelerinin yer değiştirmesine ve su seviyesinin yükselme veya düşüşüne neden olmaktadır. Su seviyesindeki bu yükselme ya da düşüş tsunami dalgalarının ilk oluşumuna neden olur.

Tsunami ilk oluştuğunda genelde **tek bir dalgadır**. Ancak kısa bir süre içerisinde 3 ya da 5 dalgaya dönüşerek yayılmaya başlar.

**Açık denizde dalgalar çok hızlı, birbirinden çok uzak ve yükseklikleri az olduğu için farkedilemezler.**

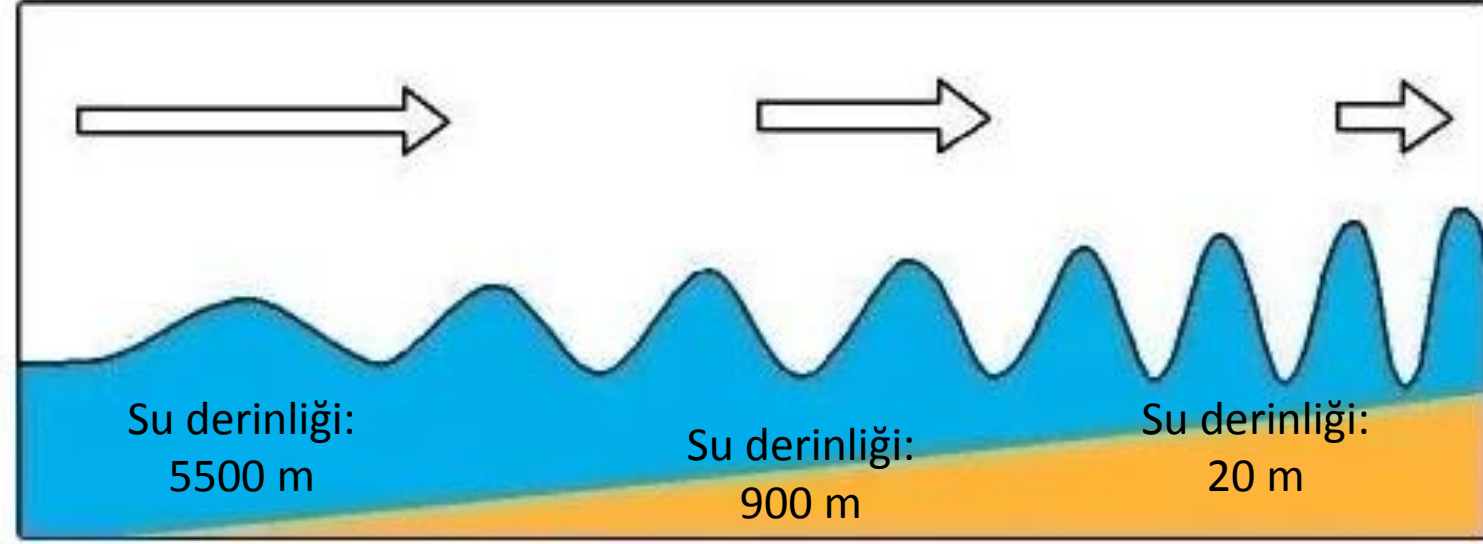




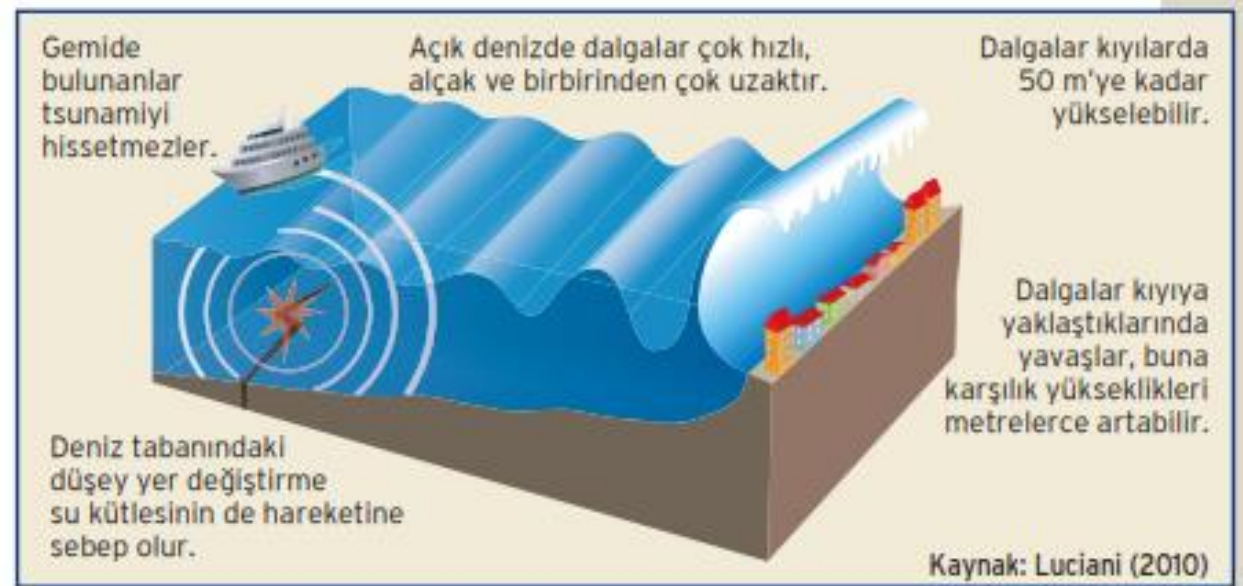
Tsunami hızı:  
835 km/sa

Tsunami hızı:  
340 km/sa

Tsunami hızı:  
50 km/sa



Deniz suyu ne kadar derinse dalgalar da o kadar hızlı hareket ederler. Örneğin Pasifik Okyanusu'nun ortasında ortalama derinlik 5500 metredir ve bu derinlikte tsunamiler 835 km/saat hızla yayılırlar. Bu hız yaklaşık olarak bir jet uçağının hızına karşılık gelir.

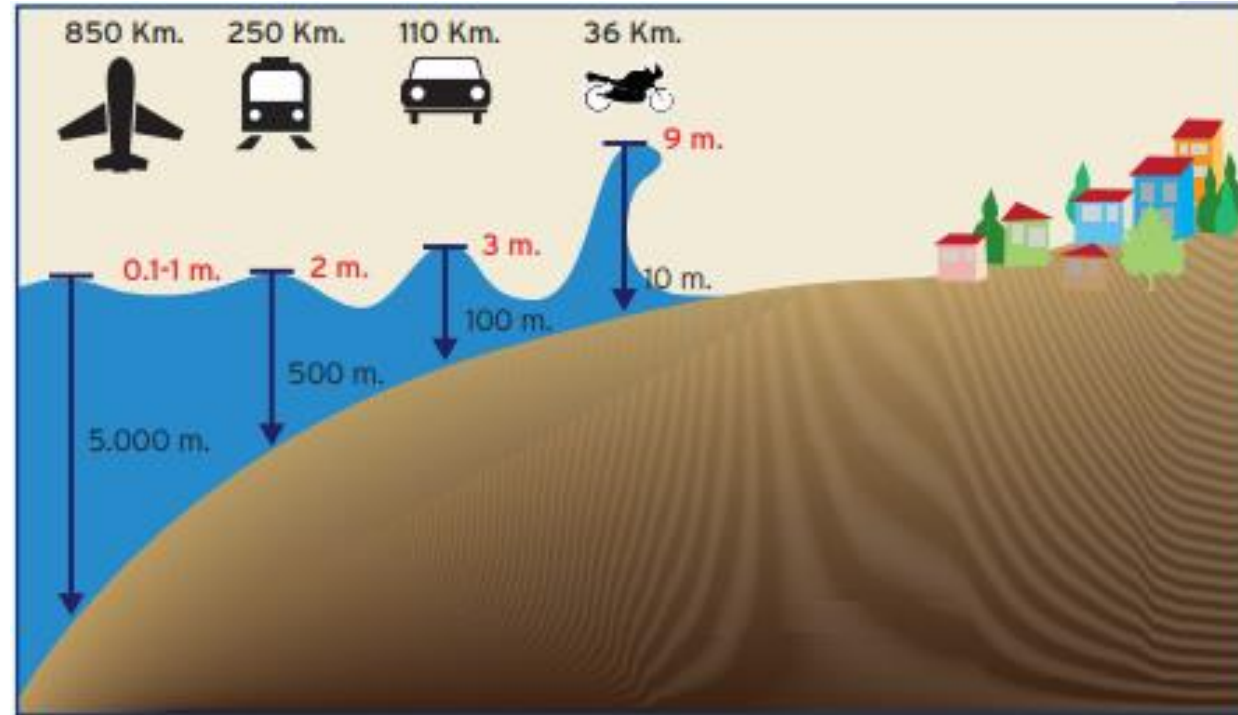


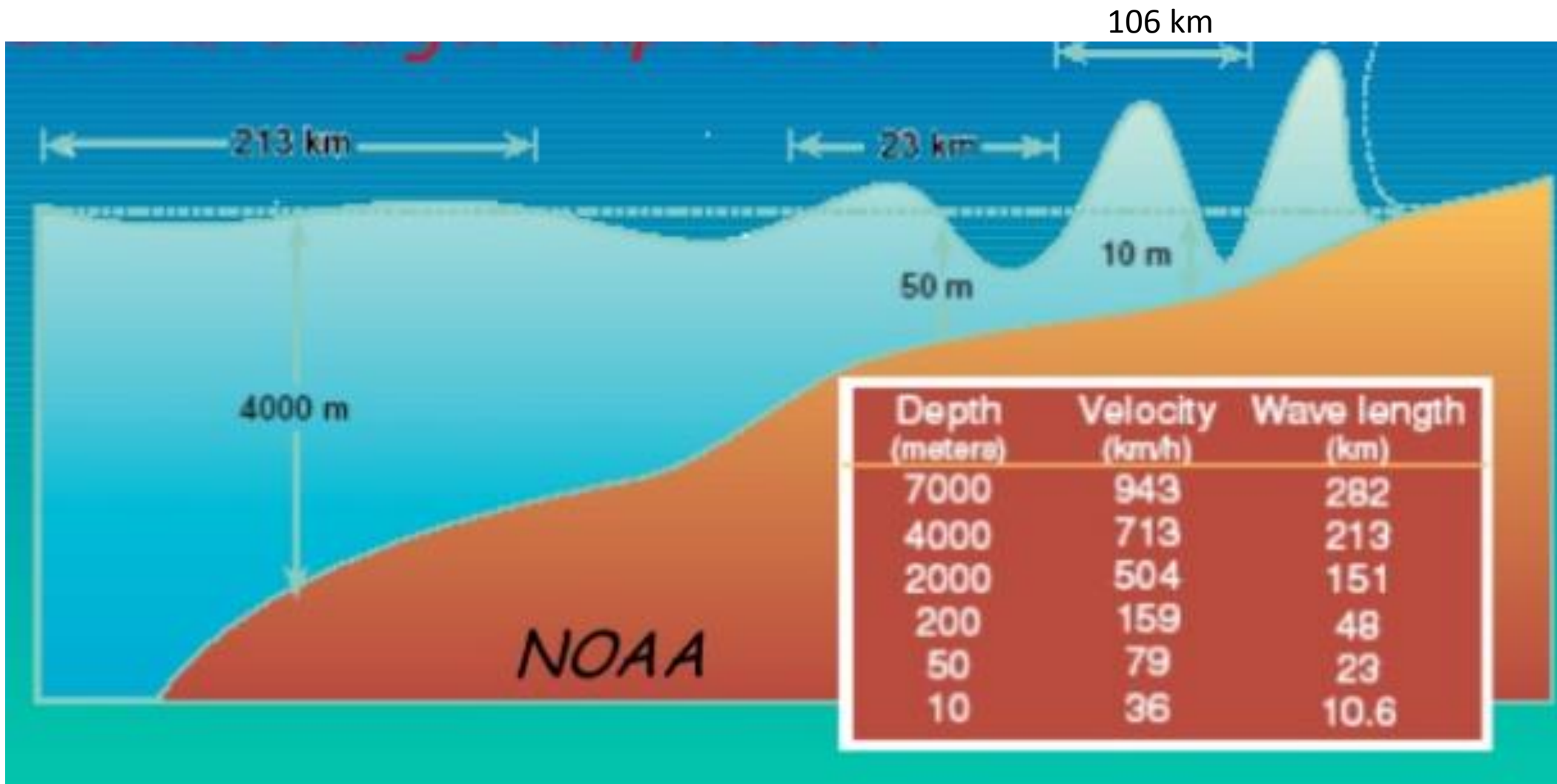
Açık denizde iki dalga arasındaki mesafe 200 km'yi bulabilir. Dalga yüksekliği ise sadece 10-50 cm civarındadır.

Dalgalar kıyıya yaklaştıklarında yavaşlar ancak buna karşılık yükseklikleri metrelerce artabilir.

Dalgalar tekrarlı karaktere sahiptir.

Depremlerden kısa bir süre sonra kıyılarda görülen yavaş ama anormal su düzeyi değişimi ilk dalganın geldiğini gösterir. Bu değişim, arkadan gelecek olan çok kuvvetli dalgaların ilk habercisi olabilir. Kıyıya ilk varan dalga her zaman en yüksek dalga olmayabilir.



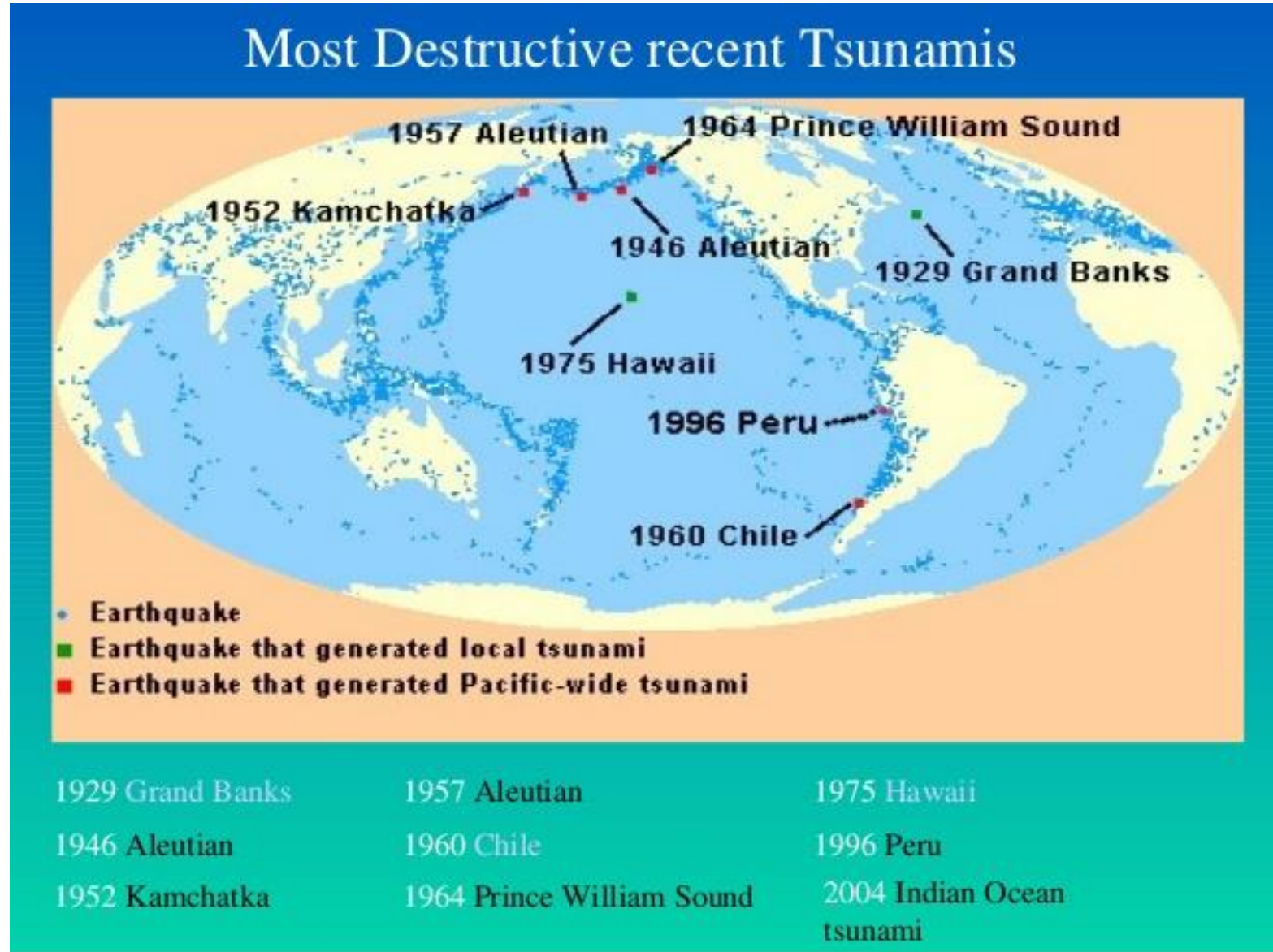
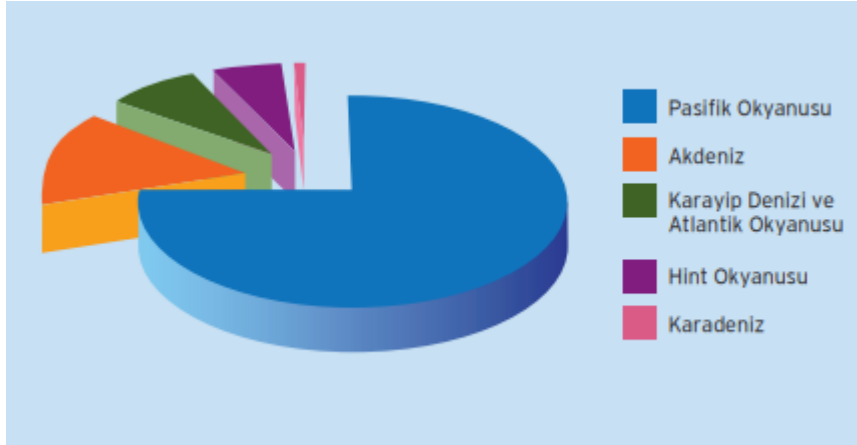


Tsunami Yerleri:

Pasifik: %80

Atlantik: %10

Geri kalan bölgeler: %10





Tarihin En Büyük tsunamilerinden Sumatra, Endonezya –  
26 Aralık 2004  
Hint Okyanusu

Sumatra kıyıları 9.1 büyüklüğünde deprem: 30 km derinlik.  
Dalga 50 metre boyundaydı. Yaklaşık 230.000 kişi öldü



## 11 Mart 2011 Japonya-Sendai

9.0 büyüklüğünde deprem: Dalganın karada ulaştığı en yüksek yükseklik: 40 metre'yi bulmuştur.



Japonya'da meydana gelen tsunami öncesi ve sonrası (Sendai bölgesi, geoeye)

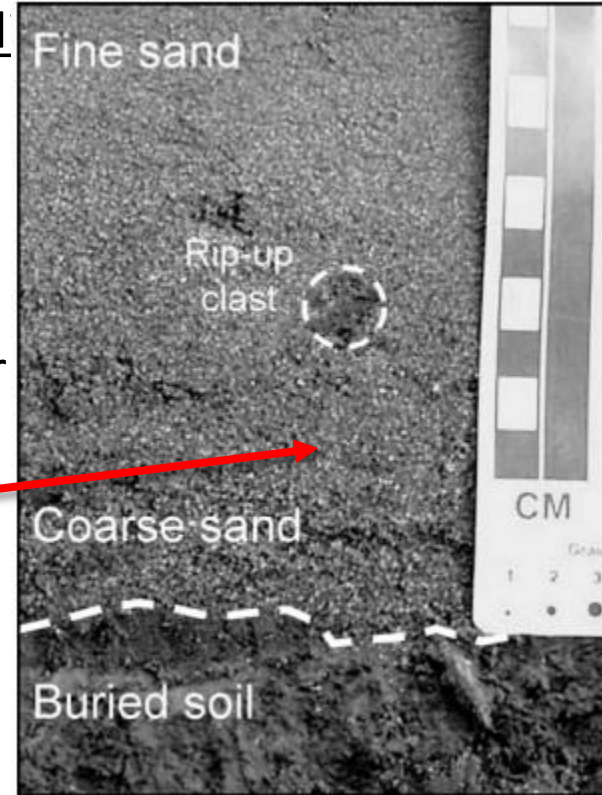
# ***Tsunami ökelleri***



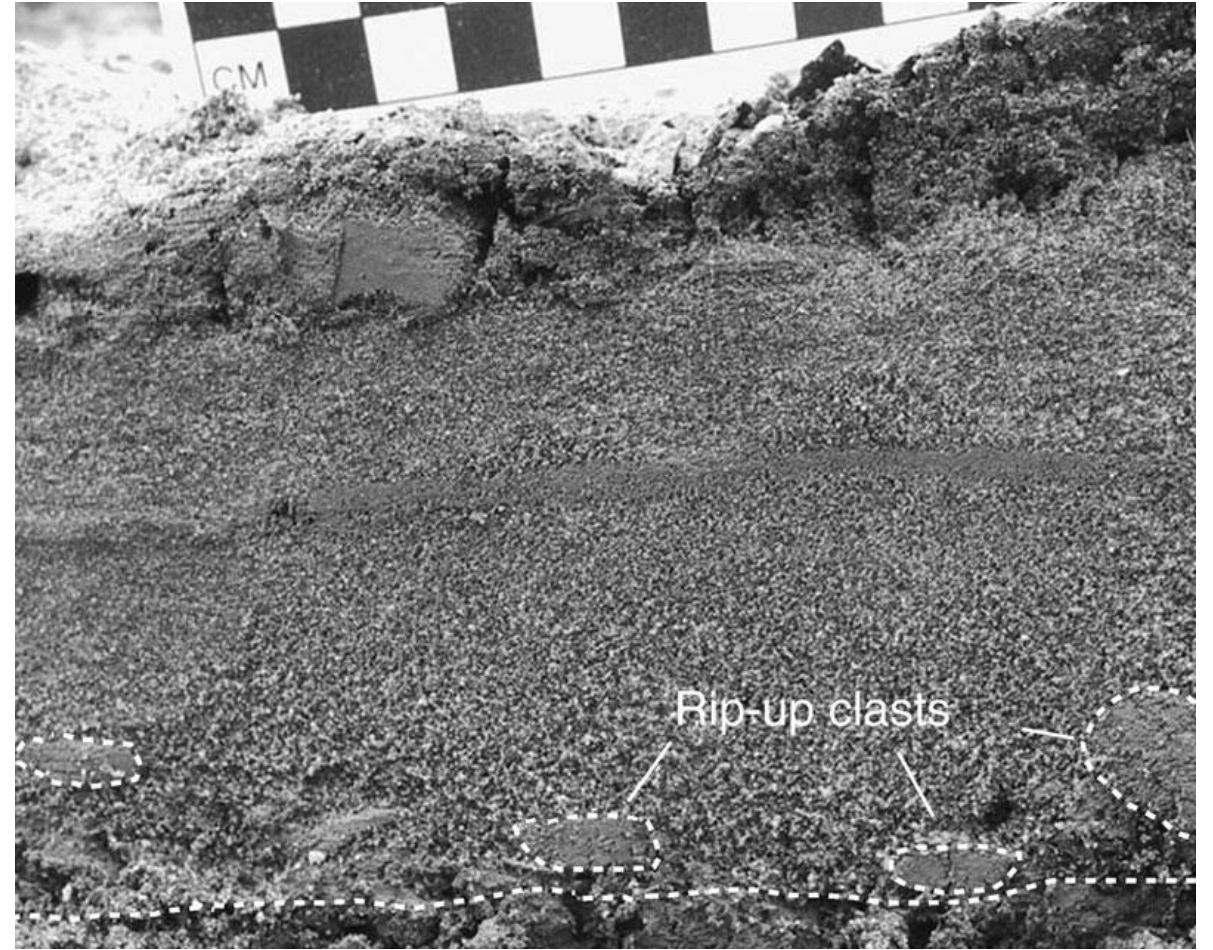
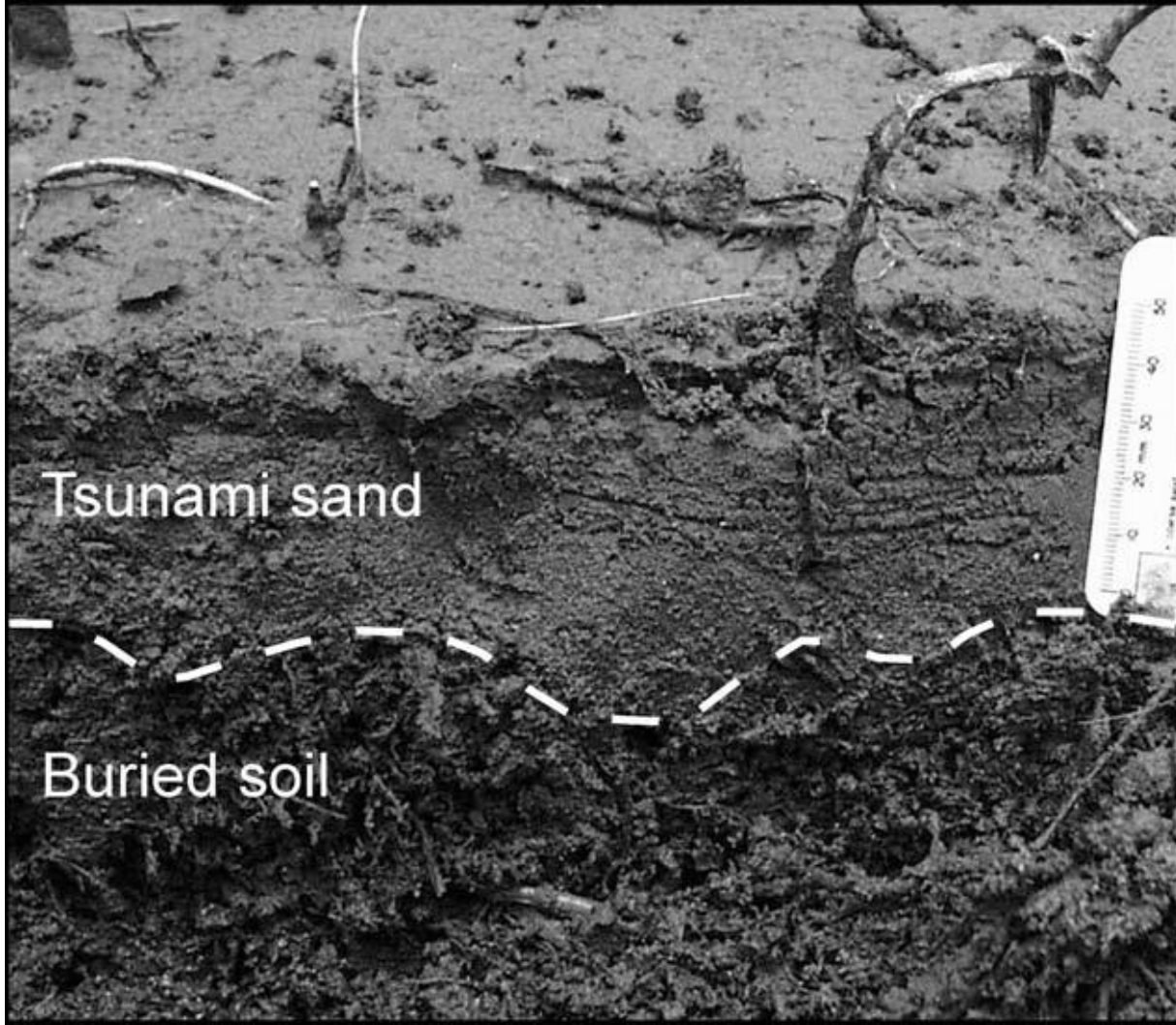
2001 Peru Tsunami



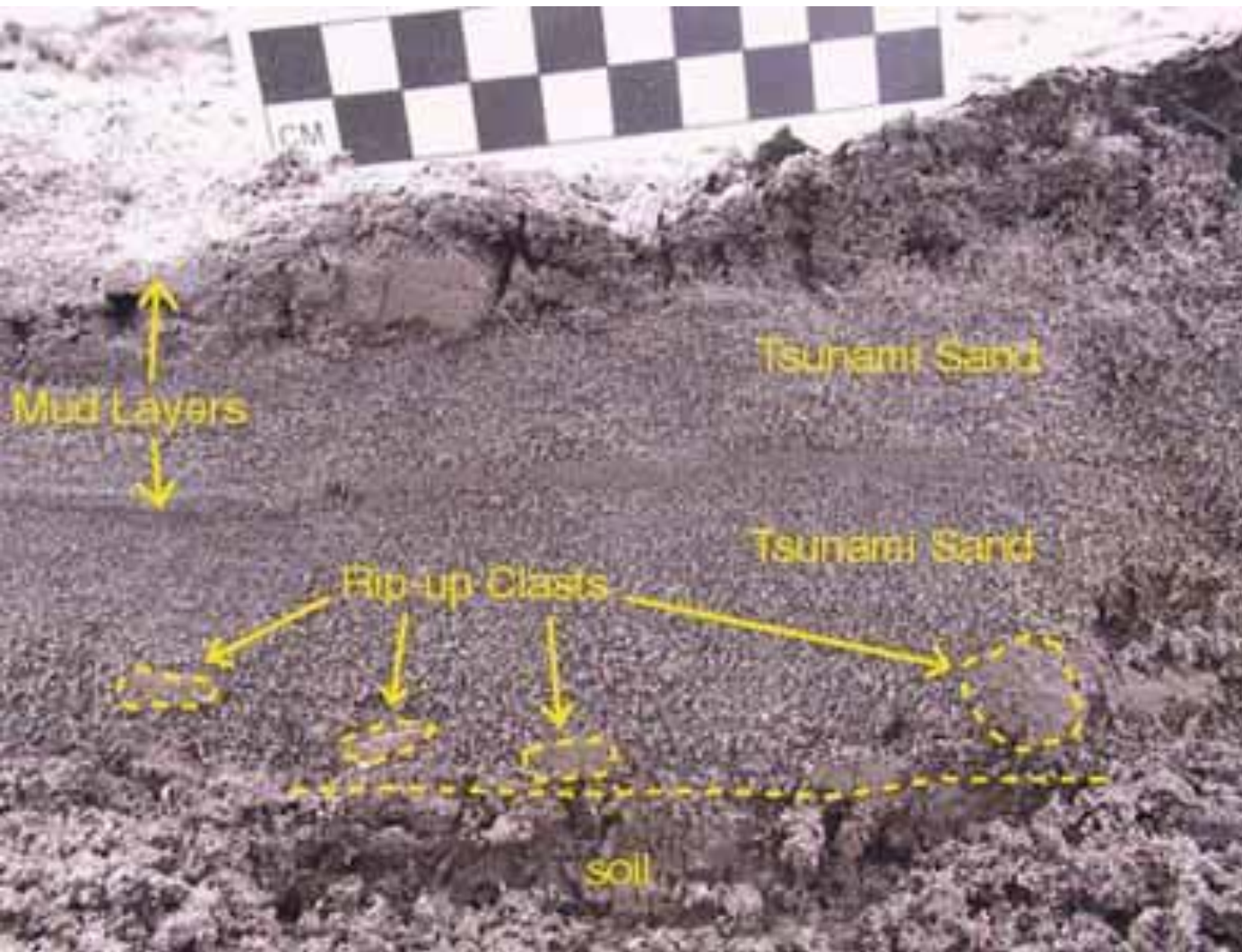
- \*Tsunami çökelleri altta yer alan denizel katmanların (türbiditler vb.) erozyona uğramaları ile oluşur.
  - \*Tsunami tortulları ile altındaki tortullar arasındaki sınır keskin/ uyumsuz veya erozyonaldır.
  - \*alt kısımlarında yük yapıları gözlenebilir.
  - \*Deniz kabuklarındaki üstüste bindirme ve/veya düşük açılı kama şekilli laminalanma ve çapraz tabakalar tipiktir.
  - \*Sığ su veya kıyılarda pelajik ve bentik canlıların bir arada olması. kırılmış-ezilmiş kabuklar
  - \*Deniz elementleri içeren diatom toplulukları tsunami göstergesi sayılır.
  - \*Derin denizde bulunan ağır mineraller sığ sularda görülür
  - \*Tsunami çökelleri altlayan ve üstleyen birimlere göre daha fazla Na, S, Cl, Ca ve Mg.
  - \*Normal derecelenme tipiktir. Altta iri taneli ve orta kum, üstte ise ince kum ve çamur
- Tsunami çökellerinin tane boyu aşağıdan yukarıya-kıyıda doğru inceler.
- \*Tsunami çökellerinde alttaki tabakanın parçalanmış taneleri yaygındır. (*Rip up clasts*)
  - \* Kahverengi bitki kök parçalarının bulunduğu bir toprak üzerinde gri kum olarak yerleşir.
  - \*Kalınlığı dalga yüksekliğinin fazla olduğu yerde kalın, düşük olduğu yerde ise incedir.



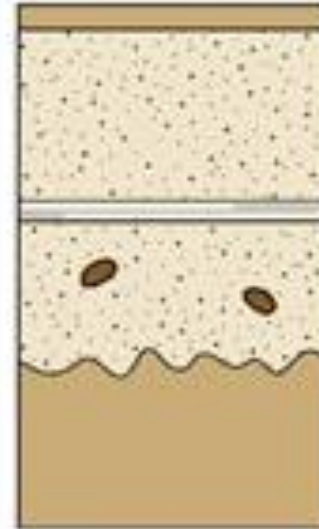
## ***Tsunami Çökelleri***



Karasal toprak → kumlu deniz çökelleri ile örtülü



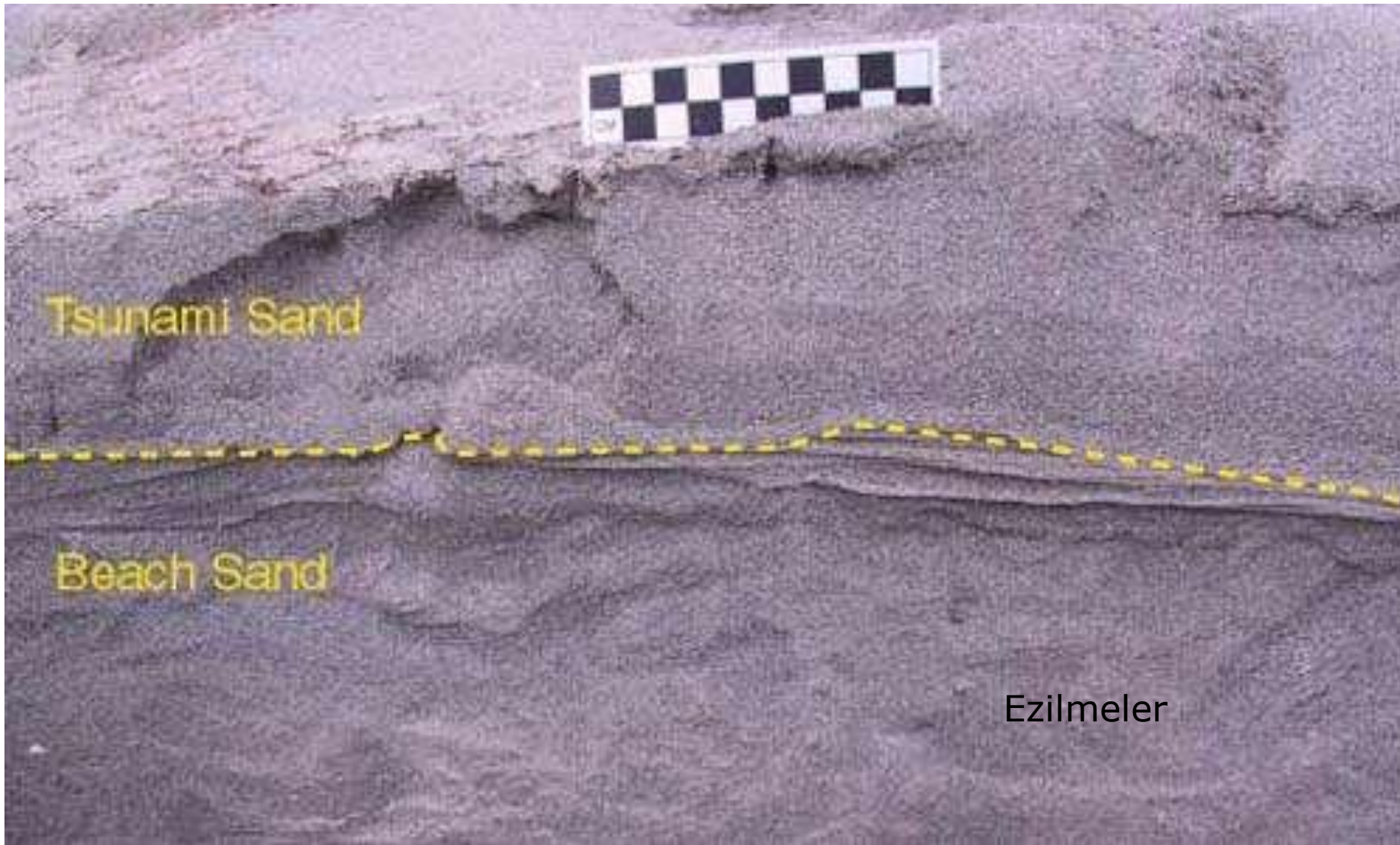
## Typical tsunami deposit



- mudcap
- lamina sets may be separated by thin mud or heavy mineral lamina
- often normally graded
- rip up clasts
- 5-25 cm thick
- abrupt lower contact

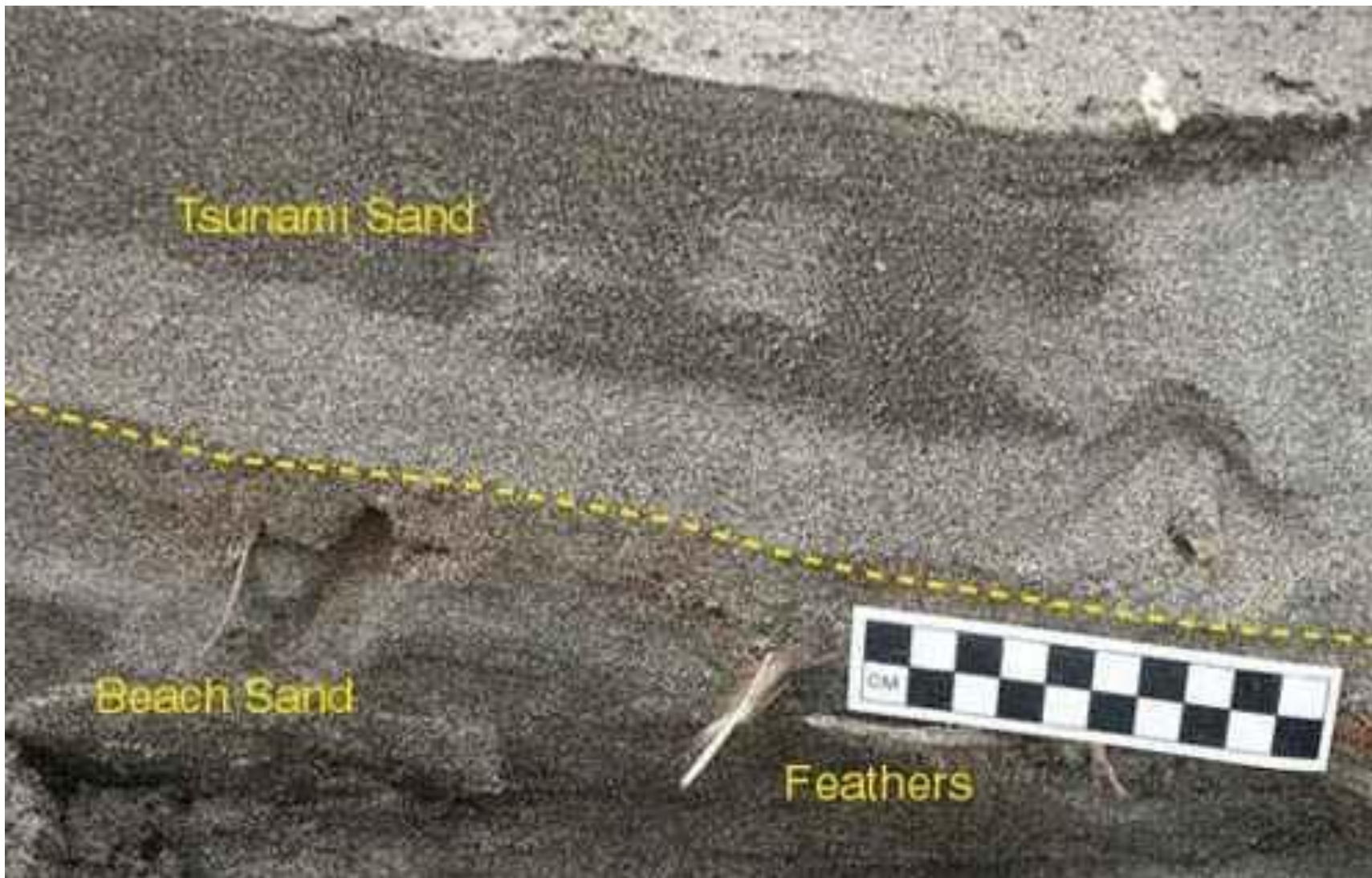
Kahverengi bitki kök parçalarının bulunduğu bir toprak üzerinde gri kum olarak yerleşir. Normal derecelenme

2001 Peru Tsunami



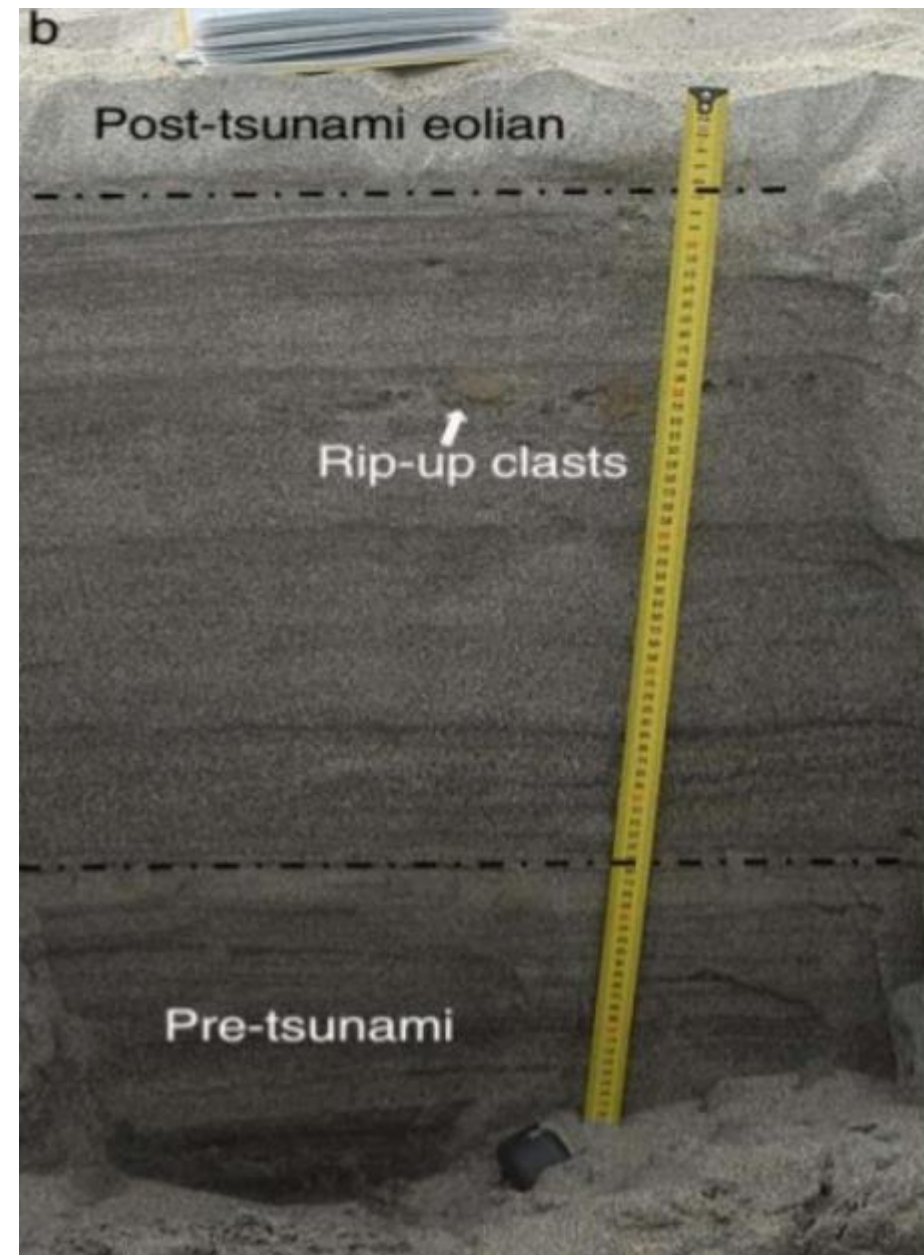
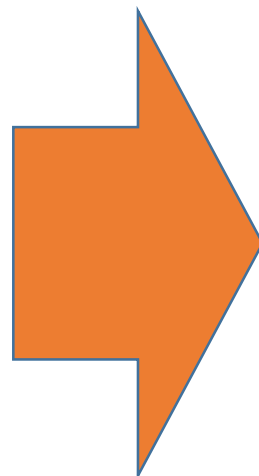
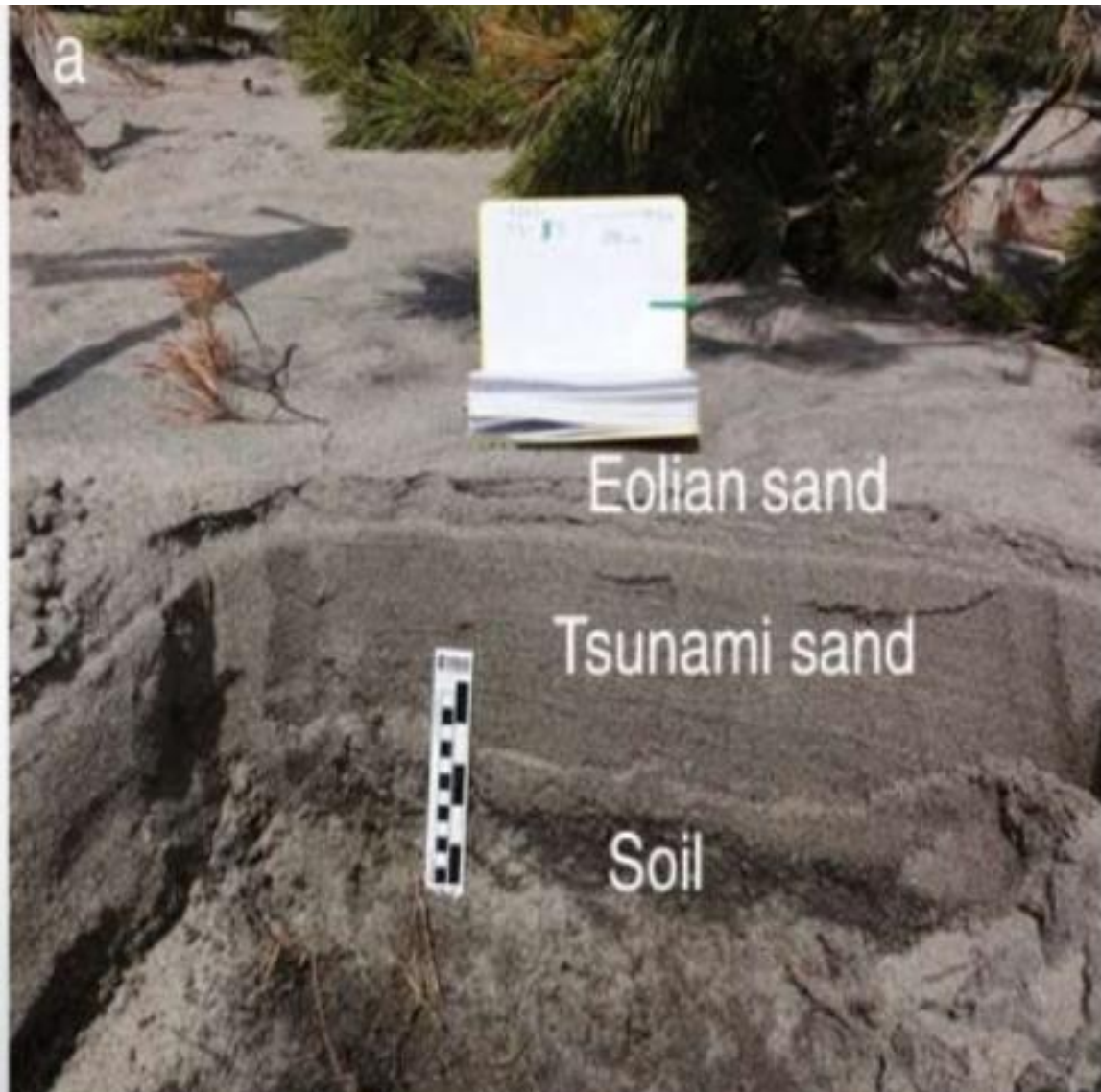
Tsunami deposit at La Bajada overlying trampled beach sand.

2001 Peru Tsunami



Tsunami deposit overlying beach sand at Playa la Chira. Tsunami sand is lighter gray color. Underlying beach sand is darker and contains feathers.





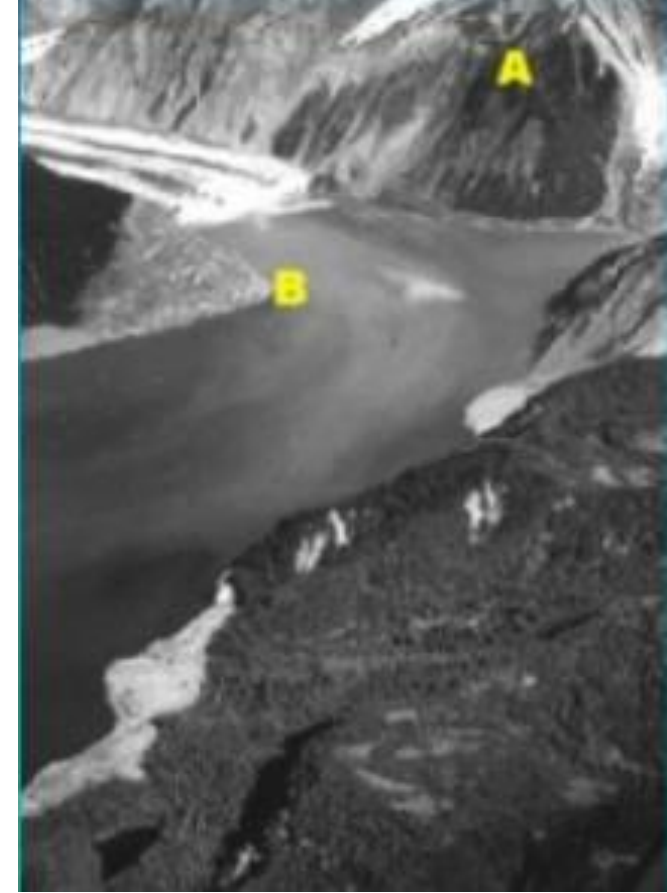
# Max. Tsunami ne kadardır?

En yüksek Tsunami Alaska'da 9 Temmuz 1958de Lituya Körfezi'nde gerçekleşti. Buna körfeze düşen bir toprak kayması neden oldu. Toprak kayması A'dan (dağdan), B'ye (körfeze) doğru olmuştu.

Bu olay, bir dalganın körfezin karşı tarafındaki yamacın 518 m'ye kadar yükselmesini sağladı.

Bilim adamları, daha büyük tsunamilerin uzun zaman önce asteroitler veya büyük meteorların okyanusa düşmesiyle oluştuğuna inanıyor.

Bunun kanıtlarını Hawaii ve Meksika körfezi kıyılarında aramaktalar.

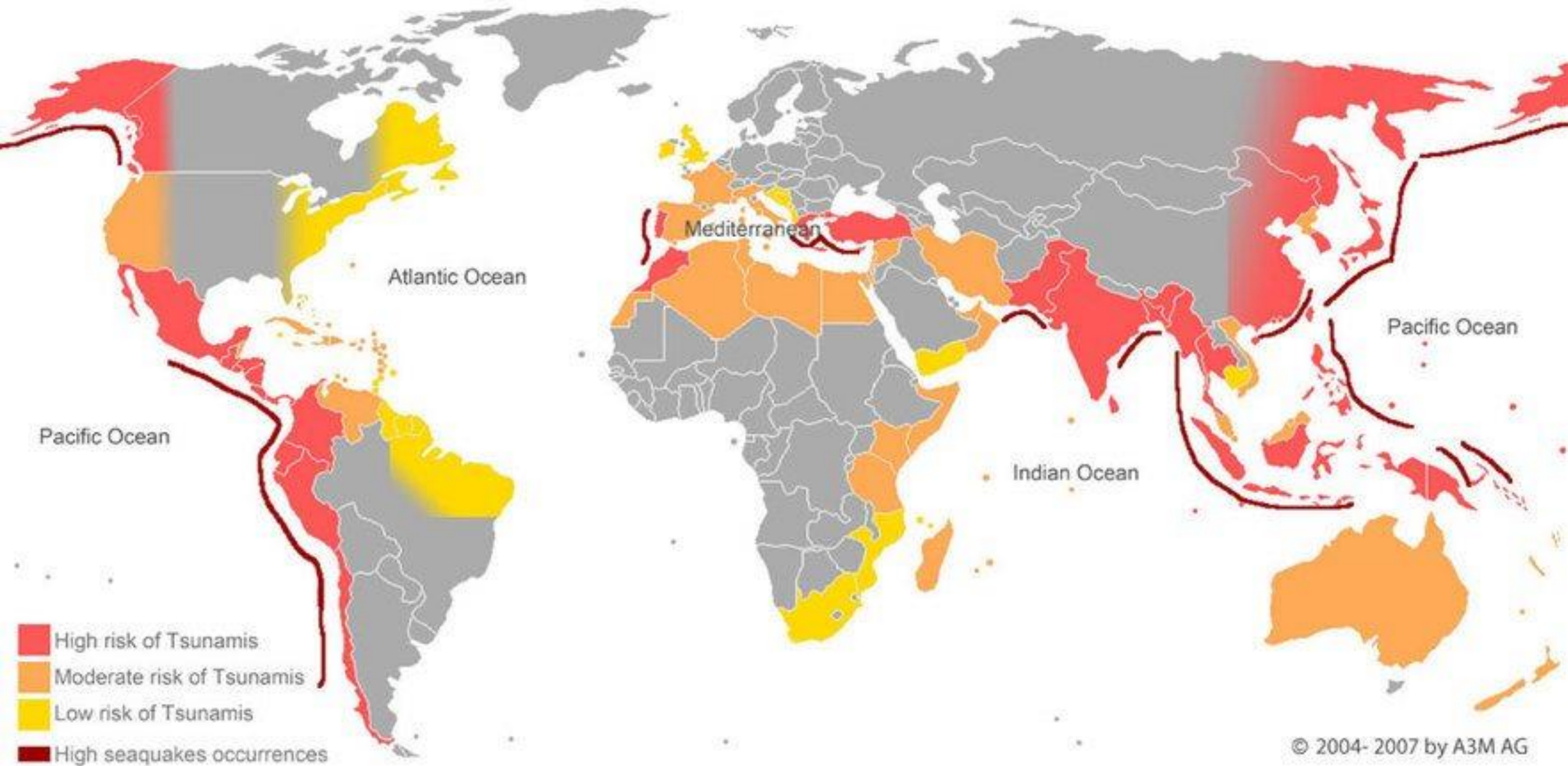




*Banda Aceh, Sumatra, before tsunami*



*Banda Aceh, Sumatra, after tsunami*



son 3000 yıl içinde  
90'dan fazla



özellikle Marmara Denizi (İstanbul ve İzmit), Ege Denizi (İzmir),  
ve Akdeniz (İskenderun ve Fethiye) civarında

# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü

Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)

- **17 Ağustos 1999 İzmit depremi ve tsunamisi (Mw=7.4)**

Depremi takiben birkaç gün içinde yapılan araştırmalar sonucunda, denizin depremden hemen önce çekildiği ve deprem meydana geldikten sonra ise tsunami dalgalarının oluşarak (maksimum yükseklik =2.9m) kıyı kesimlerde su baskınlarına ve göçmelere neden olduğu ortaya çıkmıştır.

(Altınok et al., 2001)

# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

*(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü*

*Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)*

- **10 Temmuz 1894 İstanbul depremi (Mw 6.7)**

*(Büyük Hareket-i Arz)*

Depremi merkezi civarında deniz sularının dalgalandığı ve bazı yerlerde kıyıda 50m kadar çekildiği belirtilmektedir

# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

*(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü*

*Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)*

## ● 10 Eylül 1509 İstanbul depremi ve tsunamisi (Ms>7)

(Küçük Kıyamet)

depremin etkisi Bolu'dan Edirne'ye kadar hissedilmiştir.

Depremin ardından oluşan ve yüksekliği kimi zaman 6m'yi aşan dalgalar şehrin surlarını aşarak, ağır zararlar vermişlerdir.

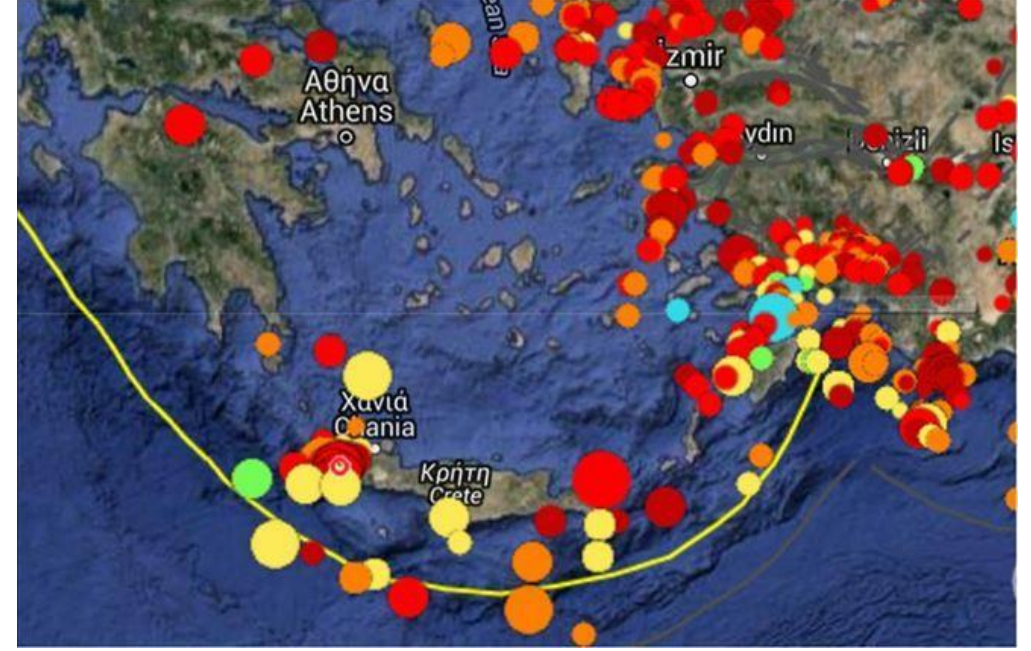
# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü

Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)

## ● 21 Temmuz 365 Girit depremi ve tsunamisi

### Akdeniz



Çalışmalara göre, tsunami yüksekliği yaklaşık 6 m  
Akdeniz'deki en büyük deprem

Bazı tekneler evlerin çatılarına yerleşmiş



# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü

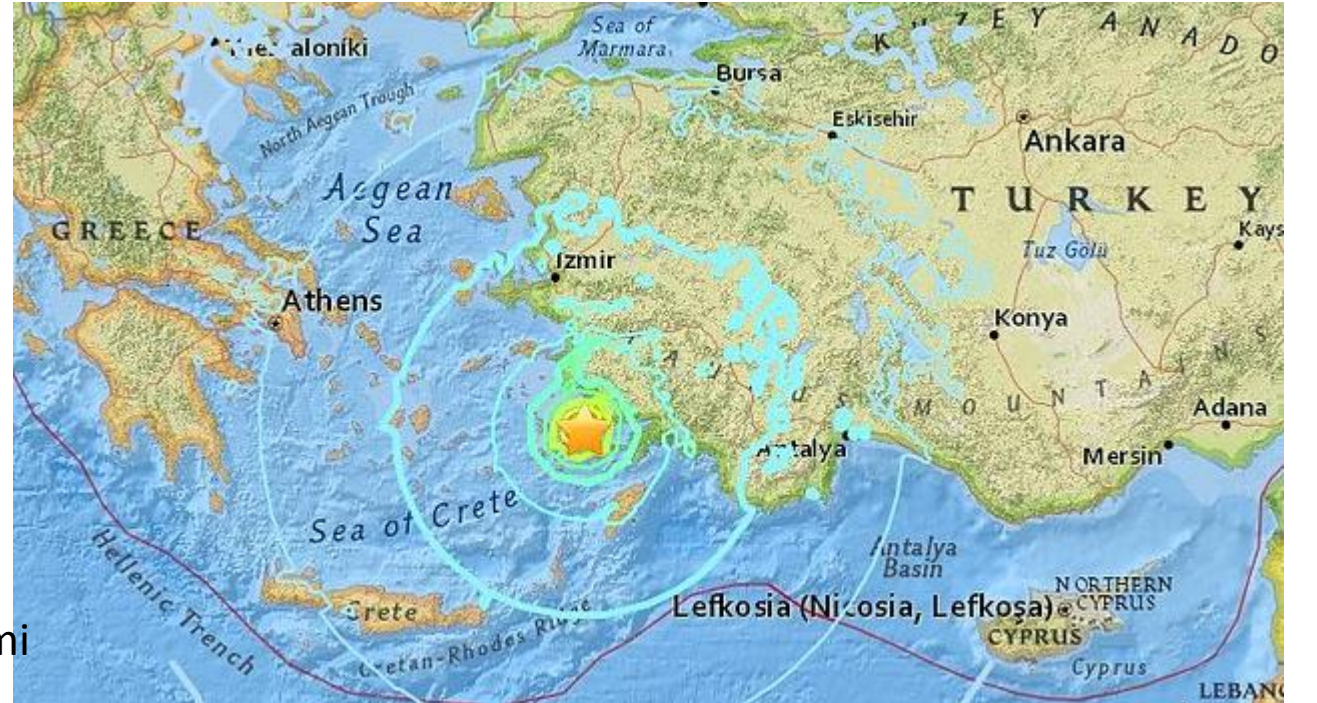
Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)

## ● 20 Temmuz 2017 Gökova Körfezi-Akdeniz depremi ve tsunamisi (Mw:6.6)

Muğla ve tüm Güney Batı Ege'de

Bodrum'da tsunami tırmanma  
yüksekliği 1,9 m tespit edilmiştir.

Yaklaşık olarak her yüz-yüzelli yılda bir kez büyük bir tsunami  
Akdeniz'i etkilemektedir



# Türkiye'deki Önemli Tsunamiler

(Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem araştırma Enstitüsü)

Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi)

## ● Ege depremi ve tsunamisi

Ege denizinin depremsellik açısından en aktif kısmı :  
İzmir körfezi, Karaburun yarımadası ve Sakız adasıdır.

1389, 1856, 1866, 1881, 1949 yılları tsunami



Sakız Adası

