

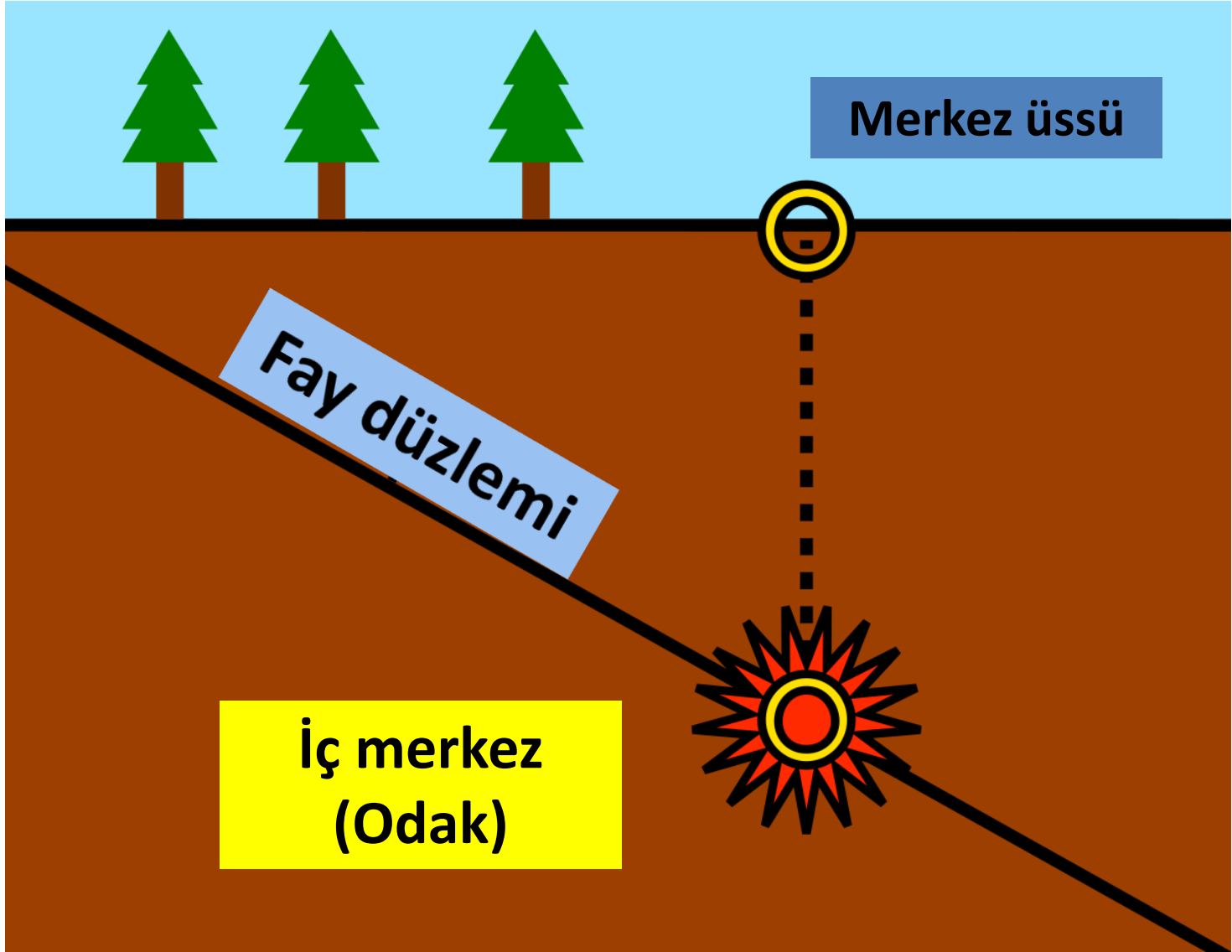
## II.4. DEPREMLER (EARTHQUAKES)

Depremlerin sadece California eyaletine verdiği maddi hasarların dökümü aşağıdaki tabloda verilmektedir. Tablodan da görüldüğü üzere, depremlerin neden olduğu zararlar (yaklaşık 21 milyar dolar) diğer bütün afetlerin göre çok daha büyüktür. Bu yüzden, Birleşik Devletlerdeki sigorta şirketlerinin özellikle California eyaletinde bulunan ev, iř yeri ve diğer vb. yapılara uyguladığı sigorta risk değerleri çok yüksek olmaktadır ve hatta bazen bunları deprem sigortası kapsamına almayı reddetmektedirler. Los Angeles'deki bütün yapıların sadece %4'ü sigorta kapsamındadır.

### Depremler ve Sismik Dalgalar

#### Merkez üssü ve odak

Yer kabuğunun bir çeşit salınım hareketi olan deprem sonucunda bir enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerji genellikle bir fay boyunca oluşan ani bir hareket neticesi üretilir. Tektonik gerilmelere maruz kalan kayalar ilkönce bükülür daha sonra da gerilme fay zonundaki sürtünme dayanımını aştığında, kayalar yeni bir pozisyon almak üzere ani olarak hareket ederler. Deprem olduğunda, sismik dalgalar odaktan itibaren bütün yönlere doğru hareket ederler. **Odak**, deprem enerjisinin oluştuğu bölgedir. Çoğu depremin odağı kıtalar altında 50 km'lik bir kalınlığa sahip olan yer kabuğu içindedir. Depremler odak derinlikleri esas alınarak sınıflandırılır: sığ depremler; 0-60 km, orta derecede depremler; 60-300 km ve derin depremler; 700 km. **Deprem merkez üssü** ise odağın yeryüzünde karşılık geldiği noktadır.



**1970-2000 yılları arasında California'da  
afetlerin neden olduğu tahmini maddi hasarlar.**

<b>Jeolojik Problem</b>	<b>2000 yılına kadar olacak maddi kayıplar (milyon dolar olarak)</b>
Yer sarsıntısı	21.000
Tsunami	40
Fay oynaması	76
Volkanik püskürme	49
Sel baskını	6.500
Toprak kayması	9.850
Çökme	26
Şişen zeminler	150
Erozyon	565
Şehirleşmede kullanılan maden kaynakları kaybı	17.000
Yeraltı suyu azalması ve	50
<b>Toplam</b>	<b>55.306</b>

## Şiddet

Bir depremin şiddeti, yer sarsıntısının insanlar, binalar ve tabiat üzerinde gözlenen etkilerine dayanmaktadır. Merkez üssüne olan uzaklık ve ana kaya tipine bağlı olarak, şiddet etkilenen bölge içinde bir yerden diğerine değişmektedir. Şiddet, belirli bir alandaki deprem etkilerinin derecesini tanımlayan **Mercalli** ölçeğine göre belirtilir. Mercalli ölçeği, Roma rakamları (I-XII) ile işaretlenen ve hissedilemeyen sarsıntıdan felaket derecesindeki yıkım arasında yer alan on iki adet artan şiddet aralığından ibarettir. Deprem şiddeti için herhangi bir matematiksel temel yoktur. Bunun yerine insanlar üzerinde bıraktığı etkiler göz önüne alınır. Deprem oluşuktan sonra, şiddet değerleri bir harita üzerine işaretlenebilir. Eşit şiddet değerlerini birleştiren eğriler **izosismik** eğriler olarak adlandırılır.

## I. Aletsel

Çoğu kişi tarafından, eğer elverişli şartlarda değilse, hissedilmez.

## II. Zayıf

En iyi şartlarda, genelde binaların üst katlarında, birkaç kişi tarafından hissedilir. Asılı hassas cisimler sallanabilir.

## III. Hafif

Kapalı mekânlarda, özellikle binaların üst katlarındaki kişiler tarafından hissedilebilir. Çoğu kişi bunun deprem olduğunun farkına varmaz. Hareketsiz otomobiller hafif sallanabilir. Geçen bir kamyonun titreşimlerine benzer. Deprem süresi tahmin edilir.

## IV. Orta

Hem kapalı mekânlarda hem dışarda hissedilir. Gece bazı kişiler uyanır. Tabak-çanaklar, pencereler, kapılar oynar; duvarların çatırtıları gelir. Ağır bir kamyon binaya çarpmış gibi gelir. Duran otomobiller hissedilir şekilde yalpalar. Tabak-çanaklar ve pencere camları takırdar.

## V. Oldukça güçlü

Açık havada çoğu kişi tarafından hissedilir, elverişli olmayan şartlardaki bazı kişiler hissetmeyebilir. Tabak-çanaklar ve pencere camları kırılabilir, büyük çanlar çalabilir. Evin yakınından büyük bir tren geçiyor gibi titreşimler.

## VI. Güçlü

Herkesçe hissedilir; çoğu kişi korku içindedir ve dışarı koşar, dengesiz şekilde yürür. Pencereler, tabak-çanak ve bardaklar kırılır; kitaplar raflardan düşer; bazı ağır mobilyalar oynar veya devrilir; bazı yerlerde duvardan veya tavandan alçı dökülür. Hafif yapı hasarı.

## VII. Çok güçlü

Ayakta durmak zordur; mobilyalar kırılır; iyi tasarlanmış ve inşa edilmiş yapılarda hasar ihmal edilebilir düzeydedir; alelade ama iyi yapılmış yapılarda hafif ve orta derece hasar; kötü tasarlanmış veya inşa edilmiş yapılarda inemli hasar; bazı bacalar kırılır; hareket halinde arabalardaki kişiler tarafından hissedilir.

## VIII. Yıkıcı

Özel tasarlanmış yapılarda hafif hasar; alelade büyük yapılarda önemli hasar ve kısmi çökme. Kötü yapılmış yapılarda büyük hasar. Ev ve fabrika bacaları, sütunlar, abideler, duvarlar yıkılır. Ağır mobilyalar oynar.

## IX. Şiddetli

Genel panik; özel tasarlanmış yapılarda önemli hasar, bu yapıların iskeletleri eğilir. Alelade binalarda büyük hasar, kısmen çöküntü. Binalar temellerinden oynar.

## X. Yoğun

İyi inşa edilmiş ahşap binalar yıkılır; çoğu tuğla yapı temeliyle beraber yıkılır. Raylar eğrilir.

## XI. Aşırı

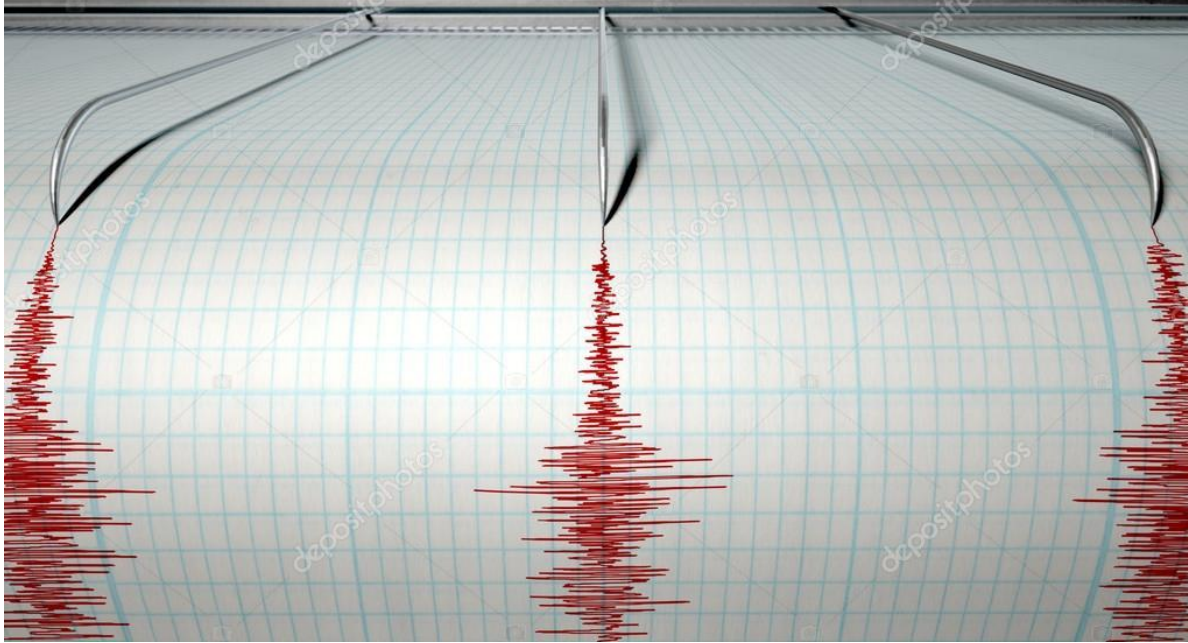
Tuğla yapıların tamamına yakını çöker. Köprüler yıkılır. Raylar çok eğrilir.

## XII. Afetsel

Tam yıkım - Afet bölgesinin yeryüzü şekli değişir. Sağlam bina kalmaz.

## Sismik dalgalar

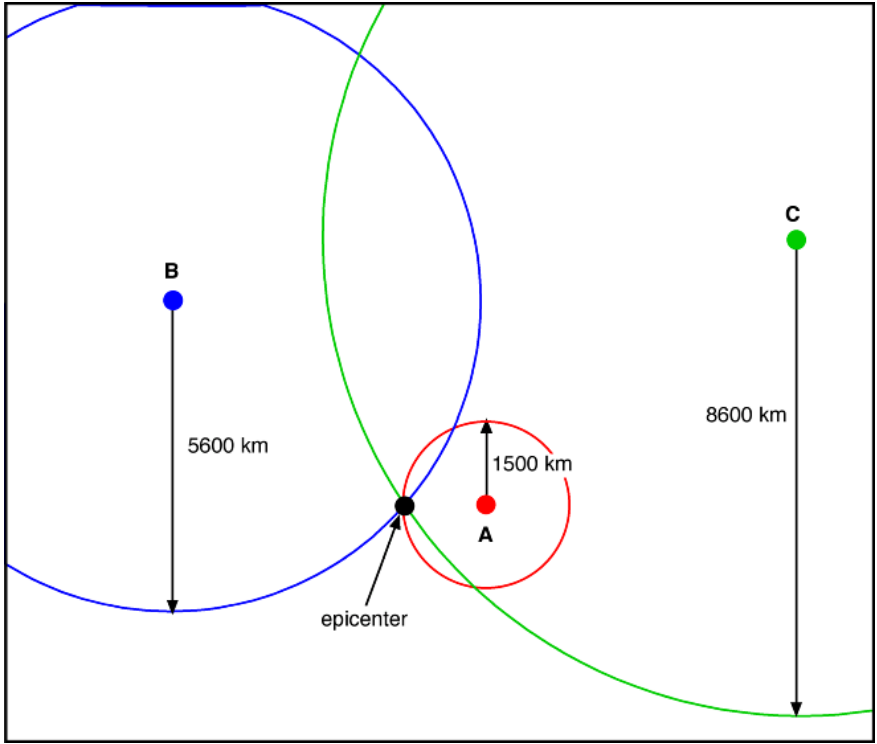
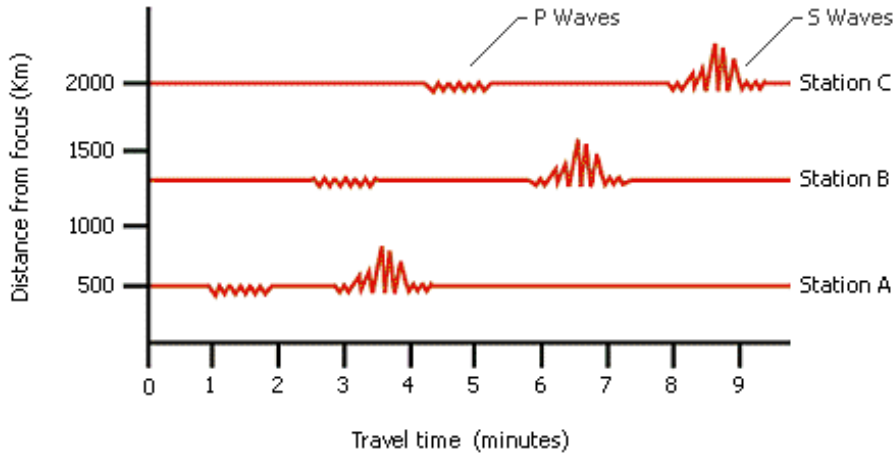
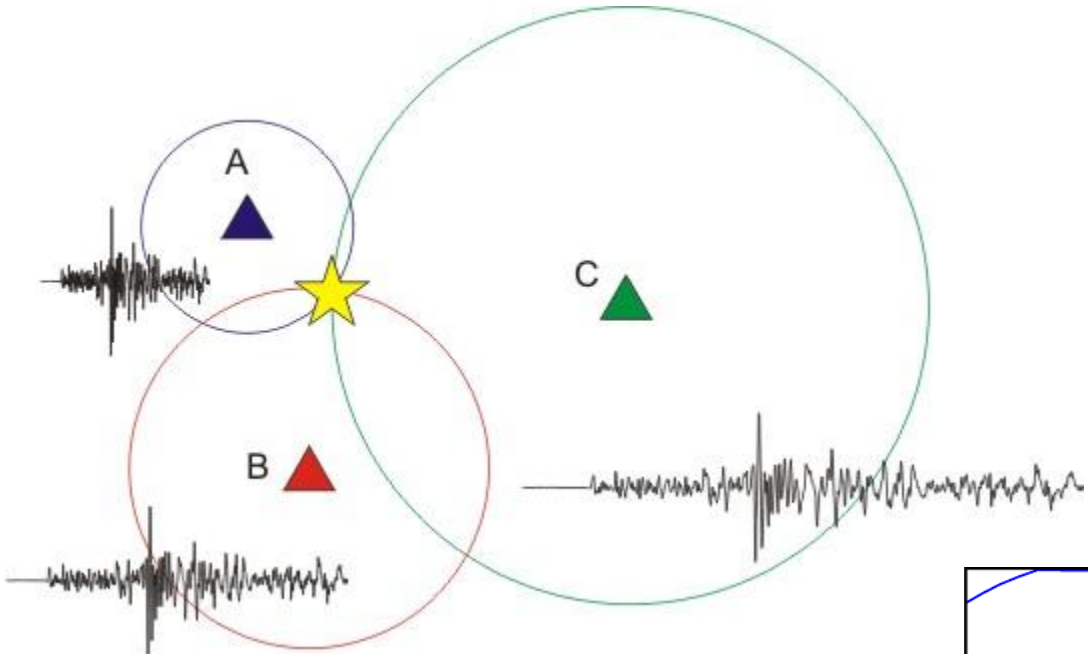
Odaktan yayılan sismik dalgalar **sismograf** adı verilen bir cihaz vasıtasıyla kayıt edilir. Ortaya çıkan kayda ise **sismogram** denilir. Sismogramlar bir depremin odak derinliği, merkez üssü ve oluş zamanı hakkında bilgi sunar ve açığa çıkan enerji miktarı üzerine tahmin sağlarlar.



## Deprem büyüklüğü ve şiddeti

Bir depremin **büyüküğü**, sismogramdan tespit edilen Richter tarafından geliştirilmiş bir parametredir. Büyüklük (Manyetüd)  $\log_{10}$  tabanına göre belirlenir.

# Deprem merkez üssünün tespit edilmesi



## Yıkıcı Depremlerden Çıkarılacak Dersler

California'daki San Andreas fayı dünyadaki en uzun ve en aktif faydır. Fayın uzunluğu yaklaşık 1000 km'dir. Ancak, Türkiye'deki Kuzey Anadolu Fayının uzunluğu da en az San Andreas fayı kadardır. Bu her iki fay boyunca da tarih öncesi zamanlardan beri depremler süre gelmektedir. Aslında, yeryüzünün aktif tektonik hatları boyunca uzanan değişik kesimlerinde (İran, Afganistan, Meksika, Japonya, Endonezya, Çin, İtalya, Alaska vb.) depremler olmaktadır.

1906 San Francisco depremi sırasında şehir yerle bir olmuş ve yaklaşık 700 kişi hayatını kaybetmiştir. Şehirdeki 52 ana binadan sadece 6'sı yıkılmıştır. Bunun nedeni, binaların çoğunun çelik çerçeveli oluşu ve masif duvarlarla eklenmiş olmasıdır. San Francisco körfezindeki nüfus o zamandan bugüne değin yaklaşık 10 kat artmıştır. Öldürücü yangınların bir daha zarar veremeyeceği varsayımına dayanarak, bazı araştırmacılar (Örneğin, Harris, 1981) aynı şiddetteki bir depremin bugün olması durumunda, 1906 yılında 350 milyon dolar ile 1 milyar dolar arasında olan maddi hasarın en az 24 milyar dolar olacağını öne sürmektedirler. Can kaybına gelince; eğer deprem akşam saatlerinde olursa 3000-5000 insanın hayatını kaybedeceği ancak depremin çalışma saatleri içinde gerçekleşmesi durumunda ise bu sayının 10.000-20.000 civarına çıkabileceği zannedilmektedir. Aslında, San Francisco gibi deprem kuşağında bulunan şehirlerin kaybedecek hiç vakti yoktur. Aynı şekilde, 1995 Kobe (Japonya) depremi de 110 milyar dolarlık bir hasara ve yaklaşık 500 insanın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Bu deprem, tarihte bugüne kadar en fazla maddi hasara neden olan depremdir. Sadece Kobe limanından zamanında ihraç edilemeyen mallardan dolayı olan maddi kayıp 10 milyar dolar olmuştur (Türkiye'nin yıllık ihracatının %40'ı). Kobe'deki maddi hasarın bu kadar büyük olmasının nedeni şehirdeki otoban, kara ve tren yollarının büyük ölçüde yıkılmasıdır.



## Sismik risk ve deprem olasılığı

Depremlerin verdiği zararlarının yanı sıra, bunların bir dahaki sefer nerede ve ne zaman olacakları konusu da büyük önem taşımaktadır.

**BÖLGESEL TAHMİN:** Depremlerin büyük çoğunluğu aktif faylar boyunca oluşmaktadır. Bu yüzden, gelecekteki olası depremlerin yerlerinin belirlenmesindeki en önemli işlem, arazideki belirgin veya şüpheli fayların uygun bir ölçekte (mesela 1/25.000) haritalanmasıdır. California eyaletinde bu fayları gösteren haritalar satılmaktadır, ancak sorun bu fayların ne şekilde aktif olduklarıdır. Bazı fayların aktif oldukları yaptıkları işlevler sayesinde anlaşılmakta ama bazıları ise aktif olduklarına dair herhangi bir jeomorfolojik belirteç göstermemektedir. Gelecekteki depremlerin yerlerinin belirlenmesindeki en yaygın olarak kullanılan metot, bilinen deprem merkez üslerinin bir harita üzerinde işaretlenmesi ve tarihsel yönelimlerin birleştirilmesiyle, gelecekteki lokasyonlar üzerinde genel bir yoruma gitmektir. Diğer bir deyişle, alanlar tarihsel dönemlerde sismik olarak aktif iseler, gelecekteki depremlerin bu alanlarda olması beklenebilir.

**GEÇİCİ TAHMİN:** Geçici deprem tahminleri için bilimsel metotların etkinliği halen üzerinde çalışılan bir konudur. Bu metotlar:

**\*Sismik dalga hızı:** Mikro-deprem yoğunlaşmaları büyük bir depremin habercisi olabilir. P ve S dalgalarının varış hızları arasındaki farkın bazen normalden sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Gerilmenin depremden yaklaşık 1 yıl önce mikro kırıklara neden olduğu sanılmaktadır. Sismik hız da bu sebeple değişmektedir.

**\*Gaz çıkışları:** Yukarıda teorik olarak belirtilen fisür-kırık genişleme prosesi, bazı depremlerden önce radon gazı çıkışları gibi fenomenleri açıklayabilir. Japon ve Amerikan bilim adamlarının ülkelerindeki bazı depremlerden önce yırtılma zonlarındaki su kaynaklarında gerçekleştirdikleri ölçümler sonucu ortaya çıkan yüksek radon konsantrasyonu ve ayrıca helyum ve argon gaz oranları bu görüşü destekler nitelikte olsa bile, bu metodun deprem tahmini için kullanılması henüz erkendir.

**\*Yeraltı su seviyesi:** Japonya, Çin ve California'daki kuyulardaki yeraltı su seviyelerinin depremden önce düştüğü bilinmektedir. Fay hareketinden hemen önce, küçük kırıklar açılarak suyun yeni boşluklara girmesine olanak tanımaktadır. Bu fenomen laboratuvar deneylerinde tekrar edilmiştir.

**\*Kabuktaki yükselti değişimleri:** Deprem öncesi genişleme deprem olması beklenen bir alanda geniş ölçekli bir yükselmeye neden olmaktadır. 1970 yılında, Los Angeles'in 65 km kuzeyindeki San Andreas fay alanında büyük bir yükselme meydana gelmiştir.

**\*Sismik aktivite:** Her büyük depremin düşük şiddetli deprem dalgaları vardır, ancak ne yazık ki, bu olaylar her deprem için karakteristiktir. Çok sayıda sismograf istasyonu kullanarak beklenmedik sismik faaliyetler tespit edilebilir. Bu anomaliler bir depremin habercisi olabilir.

**\*Nirengi çalışmaları:** Güney California'daki nirengi noktalarındaki detaylı araştırmalar, 1979 yılında Los Angeles'in kuzeydoğudaki Deniz Kuvvetleri istasyonuna 5 cm yaklaştığını ortaya koymuştur. Nirengilerden elde edilen verilerin günümüzde genel tektonik bilgiler için faydalı olmalarına karşın, gelecekte bu verilerin anomalileri tam olarak saptamak ve depremleri tahmin etmek için kullanılacağı şiddetle muhtemeldir. Küresel Konum Belirleme cihazların günden güne geliştirilmeleri bunu destekler niteliktedir.

**\*Elektrik ve manyetik alan değişimleri:** Bu fenomenler depremlerin tahmini için pek fazla etkin değildir.

**\*Hayvan davranışları:** Kafeste olmak kaydıyla, kanaryalar derin yeraltı madenlerindeki gaz patlamalarını ve göçükleri önceden tahmin etmek için kullanılmaktadır. Hayvanlar derinlerdeki kırılma seslerini veya elektrik ve manyetik alanlardaki değişimleri hissedebilirler. Depremlerden önce hayvanların çok tuhaf davranışlarda buldukları rapor edilmektedir. Yılanlar depremden hemen önce yeraltından çıkmaktadır. Los Angeles'deki av köpeklerinin davranışları ile depremler arasında belirgin bir korelasyon olduğu belirtilmektedir.

Tarihsel depremsellik kayıtlarının mevcut olmaması durumunda, fay aynalarının detaylı morfolojik çalışılması sismik riskin ortaya konması için kullanılabilir.

### **İnsanın neden olduğu depremler**

Nükleer patlamalar dışında, insanlar herhangi bir depreme *neden olmazlar*. Fakat, insanlar çoğu durumda tektonik gerilmelerin olduğu yerlerdeki şartları değiştirmişler ve böylece, aktif bir fay boyunca hareketi başlatmışlardır. İnsan tarafından şartlarda yapılan değişikliklerden biri, izostatik yüke neden olan bir baraj göledi (rezervuar) yapımı olabilir. Daha genel bir deyişle, şartlardaki değişiklikler akışkanın boşluk basıncının artması ile sonuçlanır. Bu da iki şekilde kendini gösterir: 1)kuyularla sağlanan yapay boşalım ve 2) baraj yapımı ve sonuçta rezervuar nedeniyle ortaya çıkan hidrostatik basınç artışı.

# Main industrial activities which can "induce" or "trigger" seismicity

