

# DEPREMİ ÖNLEMEK VE DEPREM ÖNCESİ VEYA SONRASINDA ALINABİLECEK ÖNLEMLER NELERDİR ?

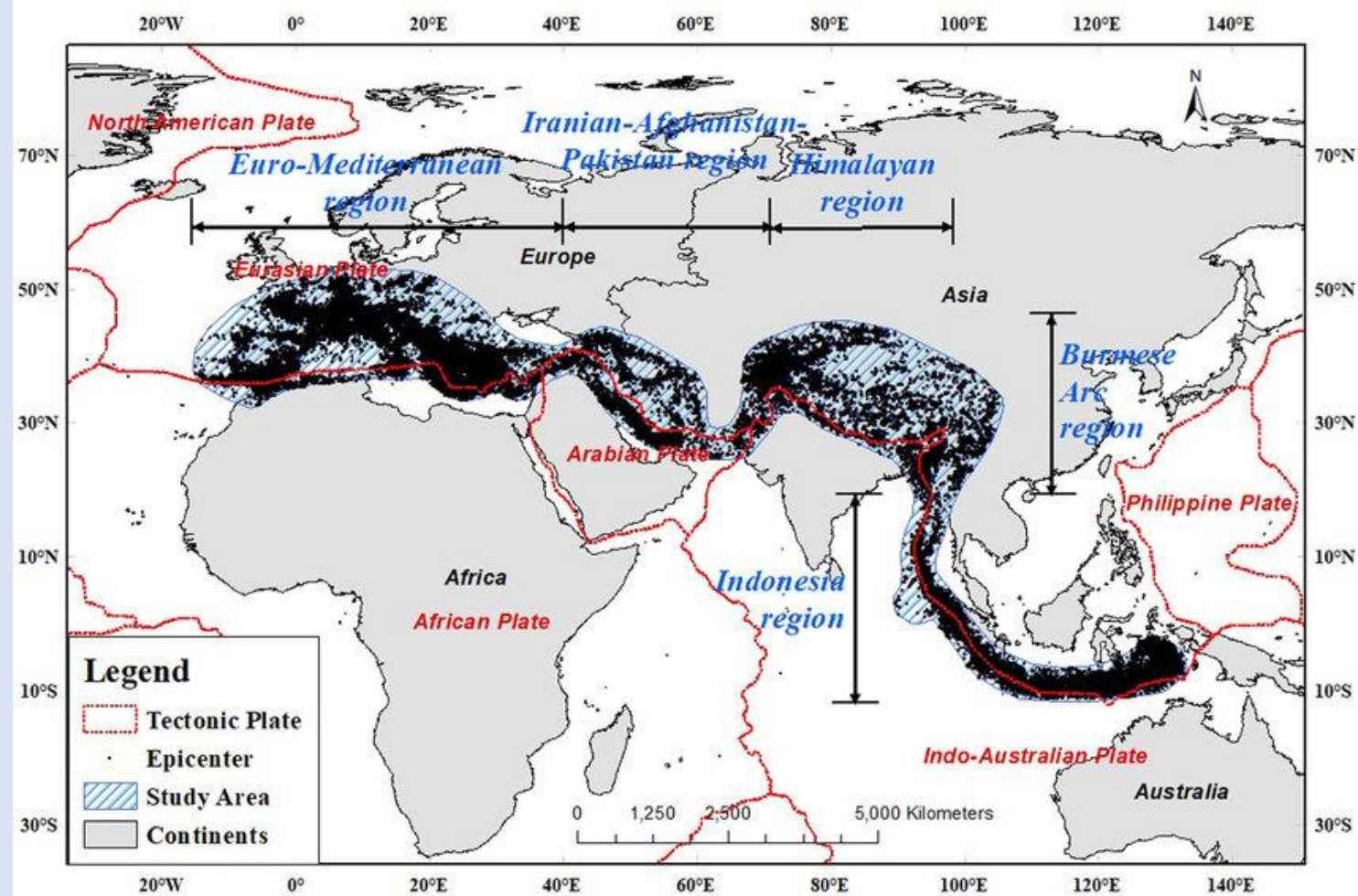
**Konu :** Deprem Felaketlerinin Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme gibi konularla nasıl önlenebileceğini veya en aza indirgeyebileceğinizi açıklayan bir fikir

**HAZIRLAYAN**  
**BERKAY KAPLAN**

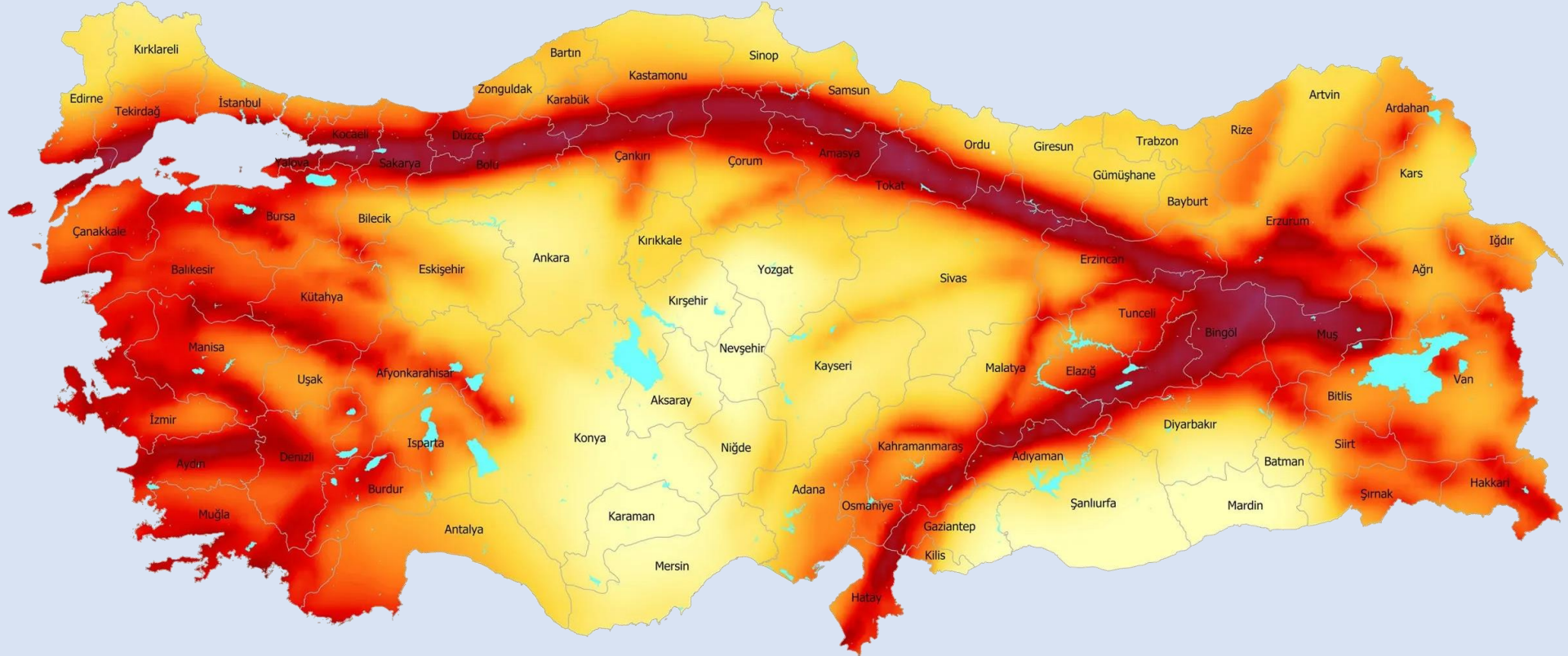
# Bölüm 1

## GİRİŞ

Türkiye, dünyanın en önemli deprem kuşaklarından olan Alp-Himalaya deprem kuşağında bulunmaktadır. Türkiye'nin üzerinde bulunduğu Anadolu Plakası; kuzeyde Avrasya Plakası, güneyde Afrika ve Arap Plakası, doğuda Doğu Anadolu Bloğu ve batıda Ege Bloğu tarafından çevrilmiştir.



Bu tektonik konumu nedeniyle Türkiye topraklarının çok büyük kısmı deprem riski altındadır. Türkiye’de büyüklüğü 5.5 ve üzeri deprem üretebilecek diri fay veya fay segment sayısının 485 olduğu belirtilmektedir. Can ve mal kaybına neden olan depremlerin en fazla 4 yılda bir meydana geldiği, Türkiye’deki 81 ilin 55’inde (%68) can kaybı ve/veya hasarın meydana geldiği görülmektedir.





# Bölüm 1.1

## Can ve Mal Kaybının Artmasına Etki Eden Temel Faktörler

Bir deprem sonrası oluşan can kaybı ve hasarın büyüklüğü; depremin büyüklüğüne, depremin yerleşim alanlarına uzaklığına, zemine, yapı kalitesine, ulusal gelir düzeyine, hızlı nüfus ve göçe bağlı kontrolsüz büyüme, eğitim eksikliği ve toplumun deprem zararlarını azaltmaya yönelik yapmış oldukları hazırlığa göre farklılık gösterir.

**DEPREME HAZIR OLMAK**



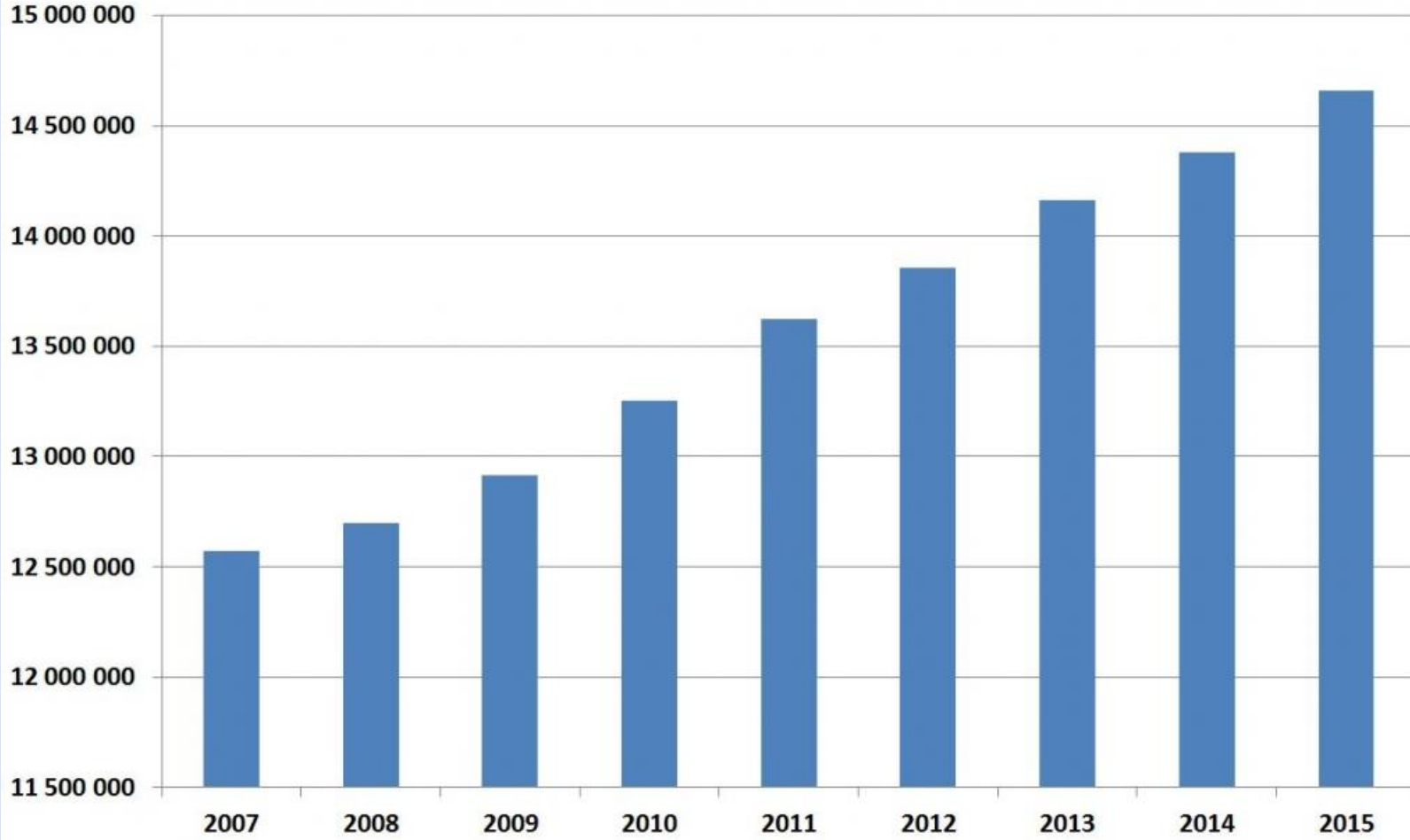
**ÖNCESİ**

**SIRASI**

**SONRASI**

# Büyükşehirlerde Kontrolsüz ve Hızlı Büyüme:

Yıllara Göre İstanbul Nüfusu



Türkiye’de 1950’lerden sonra sanayileşmeye bağlı olarak kırdan kente doğru bir iç göç başlamış, aşırı göç alan kentlerde yaşanan kontrolsüz ve hızlı büyümeye bağlı olarak depreme karşı dayanıksız yapıların ve kentlerin oluşmasına neden olmuştur. İl ve ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin oranı 2016 yılında %92.3, belde ve köylerde yaşayanların oranı %7.7 olarak gerçekleştir

# Denetim Sorunu:

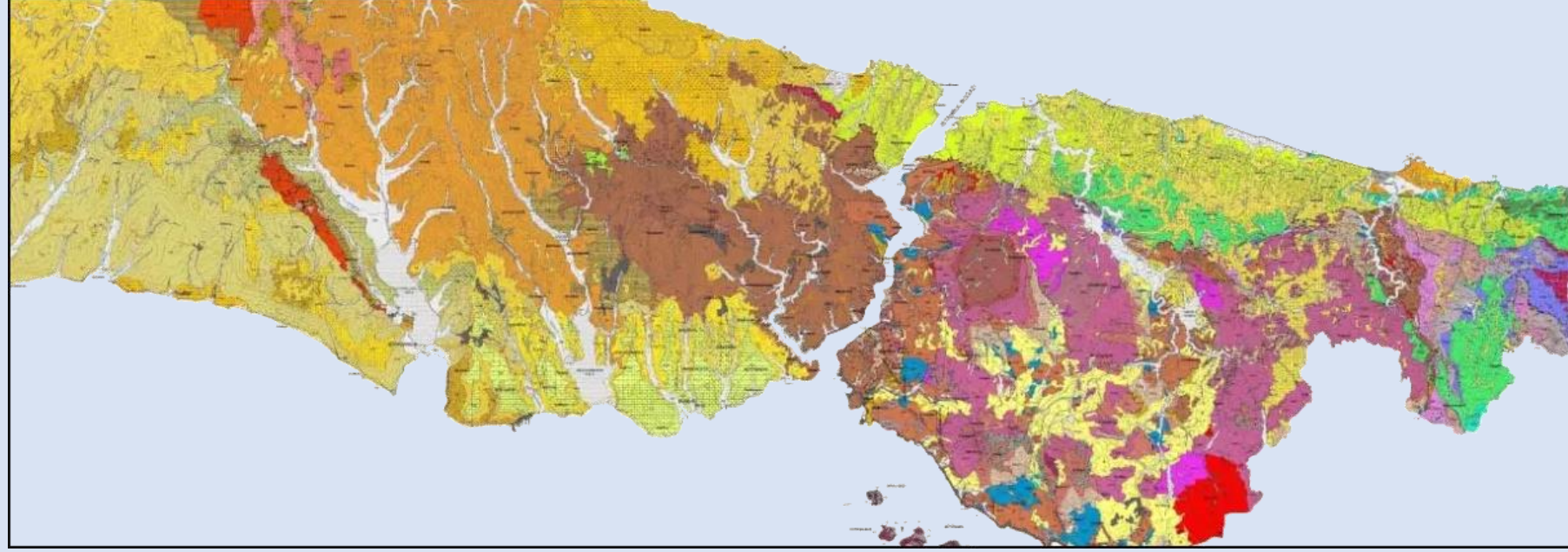
Kaliteli bir yapının elde edilmesi; o yapının planlaması, tasarımı, yapımı ve kullanımı aşamalarının da uyumlu ve nitelikli olması, ayrıca, bu süreçlerin etkin bir denetimiyle sağlanabilir. Türkiye genelinde 2001 yılına kadar, yeni yapılan binaların denetimi mimari, statik, tesisat ve elektrik için dört ayrı uzmandan oluşan dörtlü TUS (Teknik Uygulama Sorumlusu) denilen sistem ile yürütülmekteydi. Denetlenenin denetleyeni seçerek ücretini vermesi, denetimin devlet eliyle yapılmaması, TUS'daki kişilerin görevlerini yerine getirmemesi gibi nedenlerle 2001 yılına kadar çok sayıdaki yapı kaçak veya denetimsiz olarak imal edilmiştir. 31.07.2001 tarihinde 4708 sayılı Yapı Denetim Kanunu 19 ilde, 01.01.2011 de ise tüm Türkiye'de yürürlüğe girmiştir. Dolayısıyla, 35'i "1. derece deprem bölgesi" içinde olmak üzere diğer 62 ilde, 2011 yılına kadar inşa edilen binaların tam olarak nitelikli bir denetimden geçip/geçmedikleri hususunda bir şey söylenemez. Ancak, 23.10.2011 ve 09.11.2011 tarihli Van depremlerinde toplam 17030 hasarlı bina içerisinde güncel deprem yönetmeliğine (DBYBHY, 2007) göre tasarlanmış ağır hasar almış binalar bulunmaktadır. İşverenin, kendini denetleyecek  irketi seçmesi ve ücretini ödemesinden dolayı, denetleme ile ilgili sorunların yaşanmasına neden olmaktadır.

# Zemin Etüdüne Gereken Özenin Gösterilmemiş Olması:

Depremde hasar gören pek çok hasar alan yapıda; zemine göre bina yapmak yerine binaya göre zemin etüdünün hazırlandığı görülmektedir. Bu durum, can ve mal kayıplarının artmasında oldukça etkili olmuştur. Zemin özelliklerinin depreme dayanıklı yapı yapma konusunda etkisinin önemsenmemesi nedeniyle,

1999 Kocaeli depremine kadar “zemin etüdünün” ruhsat dosyasına konulması gereken sadece bir evrak olarak görülmüştür.

13.07.1944 tarihinde çıkarılan, 4623 sayılı "Yer Sarsıntılarından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler



hakkında Kanun" ile imar planına esas jeolojik etüt çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. 1985 sonrasında, özellikle turizm bölgelerinde hızlı bir yapılaşma başlamıştır. Yapılaşma dışı bırakılan alanların yerleşime açılması üzerine Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 17.08.1987 tarih ve 1634 sayılı genelge ile bu alanlarda jeolojik ve jeoteknik etüt raporu hazırlatılması ve raporların AİGM veya İBGM'ne onaylatılması hükme bağlanmıştır. Ancak, bu genelgelere her yerde aynı titizliğin gösterildiği söylenemez.



# Yapı ve Yapı Malzemelerinin İstenilen Düzeyde Üretilmemesi:

En temel yapı malzemesi olan beton ve çeliğin standartların altında üretilmesi ve projesinde öngörülenin dışında uygulanması can ve mal kaybını arttıran önemli nedenlerden biridir. Türkiye’de beton santralleri kurulmadan önce, bazı beton üretimlerinde deniz çakılı ve kumu kullanılması beton kalitesini düşürmüştür. Mıcır ve kumun beton içinde en az boşluk bırakacak boyut ve miktarda olmaması, eksik çimento miktarı, su/çimento oranı yüksekliği, betonun iyi karıştırılmaması,

yerleştirilme ve sıkıştırılmada yetersizlikler, hava koşullarına uygun gerekli önlemlerin alınmaması, betonun prizi sırasında usulüne uygun kür uygulanmaması, erken kalıp alma, donatıların projesinde öngörülenden farklı yerleştirilmesi gibi temel eksiklikler yapıların imalatları esnasında yetersiz malzeme dayanımlarına yol açmıştır.





# Afet Yönetimindeki Eksiklikler:

Deprem zararlarının azaltılması ve önceden hazırlık aşamasındaki planların eksik olması deprem anında ve sonrasında önemli kayıplara neden olmaktadır. Büyük bir deprem sırasında; insanlar, kurumlar ve diğer unsurlar yaşanan olağan dışılık sırasında sağlıklı tepki veremeyeceğinden, afet henüz gerçekleşmeden önce afete müdahalelerinin iyi planlanması gereklidir. Afet yönetimde; zarar azaltma, önceden hazırlık, kurtarma ve ilkyardım, iyileştirme ve yeniden inşa aşamalarının çok iyi planlanması can ve mal kayıplarının minimize edilmesinde son derece etkilidir.

Kocaeli depreminde afet yönetimi ve arama kurtarma çalışmalarının yetersizlikleri, depremin boyutunun büyüklüğü ve bu çaptaki bir afete hazırlıklı olunmaması, can ve mal kayıplarını arttırmıştır.



# Bölüm 2

NE YAPABİLİRİZ ?

# DEPREM

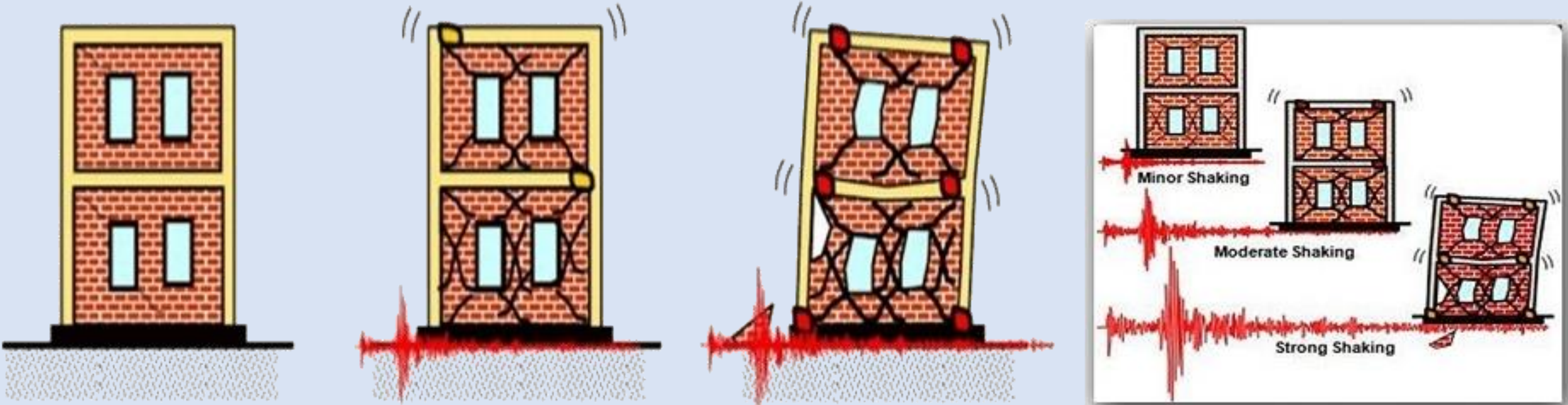
NE YAPABİLİRİZ?

**Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı  
&  
DEPREM UYARI SİSTEMİ**

# Bölüm 2.1

Bu konuda yapılabilecek en temel ihtiyacımız Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımındaki asıl amaç, bir yapının ömrü boyunca maruz kalacağı etkilere karşı yeterli dayanımı sağlamasıdır. Tasarımdaki en önemli zorluk depremden dolayı oluşan etkilerin tanımlanmasıdır. Zemin tarafından yapının tabanından etkiyen yer hareketleri oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yapı tasarımına esas olacak deprem etkilerini tahmin etmek oldukça zordur. Yapı tasarımını etkileyecek depremin ne zaman ve hangi şiddette meydana geleceği ancak olasılık hesapları yapılarak tanımlanabilmektedir





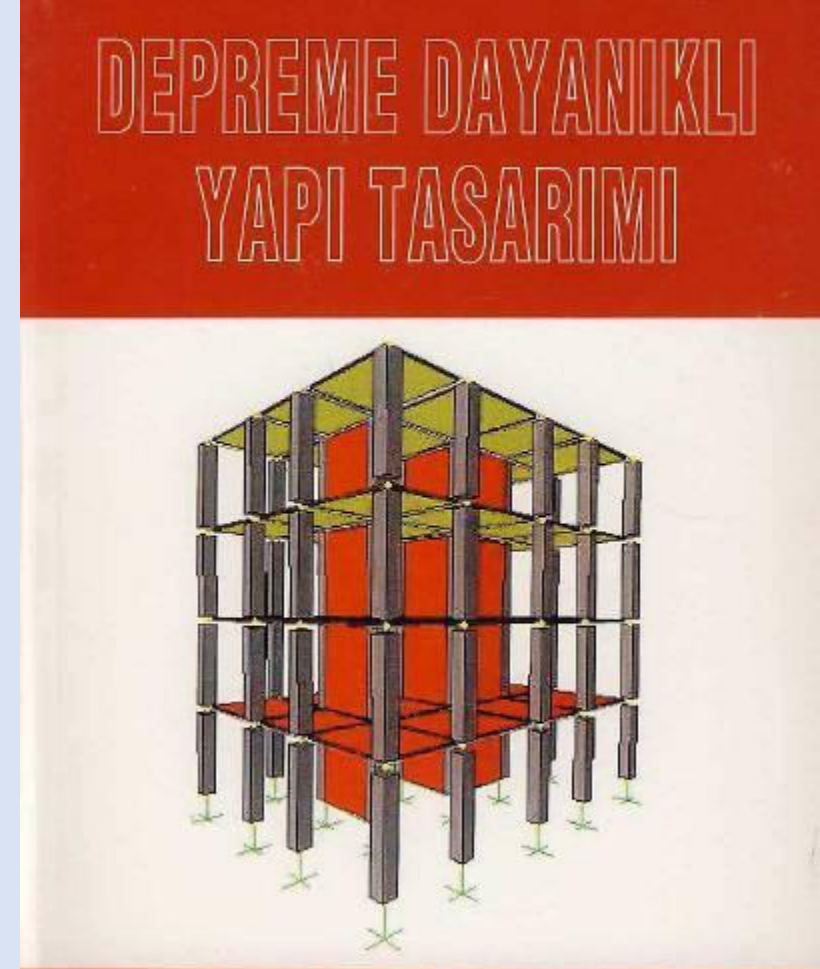
# Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımının Genel İlkeleri

Taşıyıcı sistem elemanlarının her birinde; deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır.

Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmelidir.

Yapı taşıyıcı sisteminde burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bunun için, perde vb. rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmelidir

Düşey doğrultuda herhangi bir katta, zayıf kat veya yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır. Bunun için; taşıyıcı sistem hesabında göz önüne alınmayan ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarlarının bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerini gidermek için bina taşıyıcı sisteminde gerekli önlemler alınmalıdır.



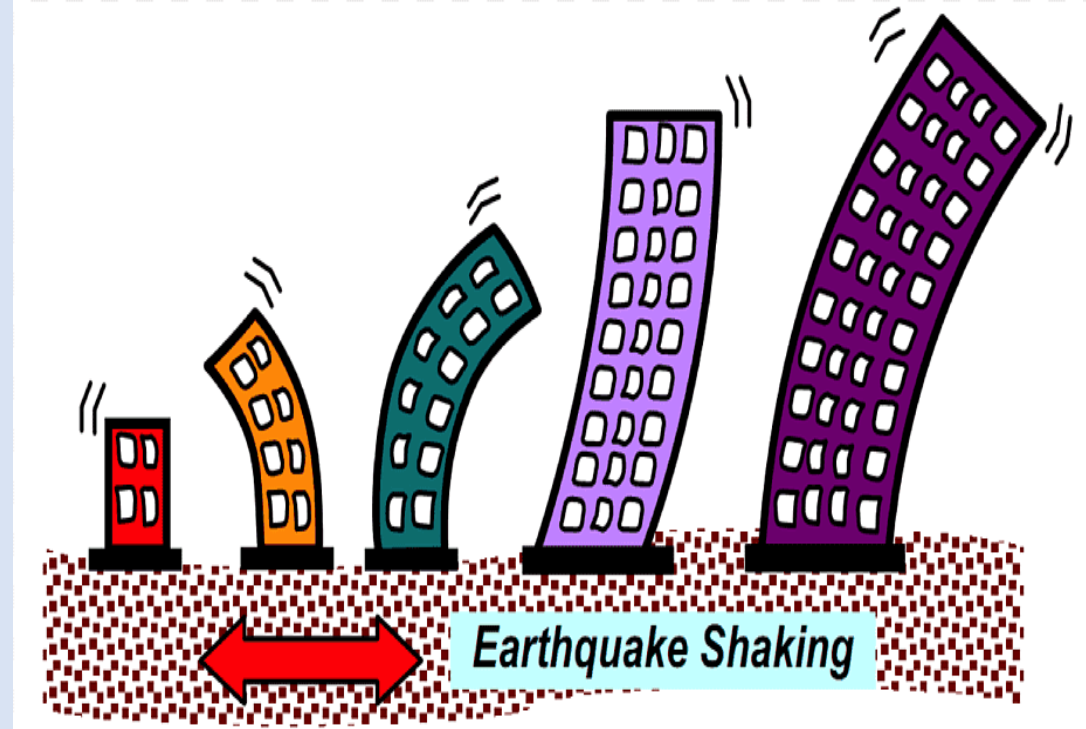
# DEPREME DAYANIKLI YAPI ÖZELLİKLERİ

**YAPI HAFİF OLMALIDIR :** Depremden dolayı yapıya gelen yüklerin yapı ağırlığı ile doğru orantılı olması dolayısı ile tasarımda hafif yapı malzemeleri seçimine özen gösterilmelidir.

**YAPI RİJİT OLMALIDIR :** Yapı, deprem etkileri altında esnek davranış göstererek salınım yapar ve deprem enerjisinin bir kısmını hareket enerjisine dönüştürür. Yaptığı yatay deplasmanlar belirli sınırları aşmamalıdır. Yeterli rijitliğe sahip olmayan yapı elemanlarında hasarlar büyüktür.

**YAPI SÜNEK OLMALIDIR :** Sünek yapılar; göçme öncesine kadar büyük salınımlar yapabilen ve plastik hasar görebilen ancak kolay kolay yıkılmayan yapılardır. Enerji tüketimi, elastik sınırlar dışında oluşacak deformasyonlarla sağlanır. Plastik deformasyonlarla sağlanan enerji tüketimi için yapı elemanlarının sünek olması gerekir.

**YANAL DEPLASMANLAR SINIRLANDIRILMALIDIR :** Deprem yükleri kiriş kolonlar yerine deprem perdeleri ile karşılanırsa, perdelerin rijitliği nedeniyle katlar arası yanal deplasmanlar küçülerek sınırlandırılır



# Bölüm 2.2

## DEPREM UYARI SİSTEMİ

Deprem Uyarı Sistemi, ABD merkezli teknoloji devi Google'ın Android işletim sistemiyle çalışan telefonlarda kullanılıyor. Bu sistem ile ivmeölçeri olan Android telefonlar prize takılıyken

ve tamamen hareketsizken mini bir sismometreye dönüşerek depremi algılayabiliyor ve kullanıcılara uyarı gönderebiliyor. Sistem, 4.5 ve üzeri büyüklükteki depremler için depremin şiddetine ve yoğunluğuna bağlı olarak “Farkında Ol” ve “Harekete Geç” olmak üzere iki tür uyarı gönderiyor.



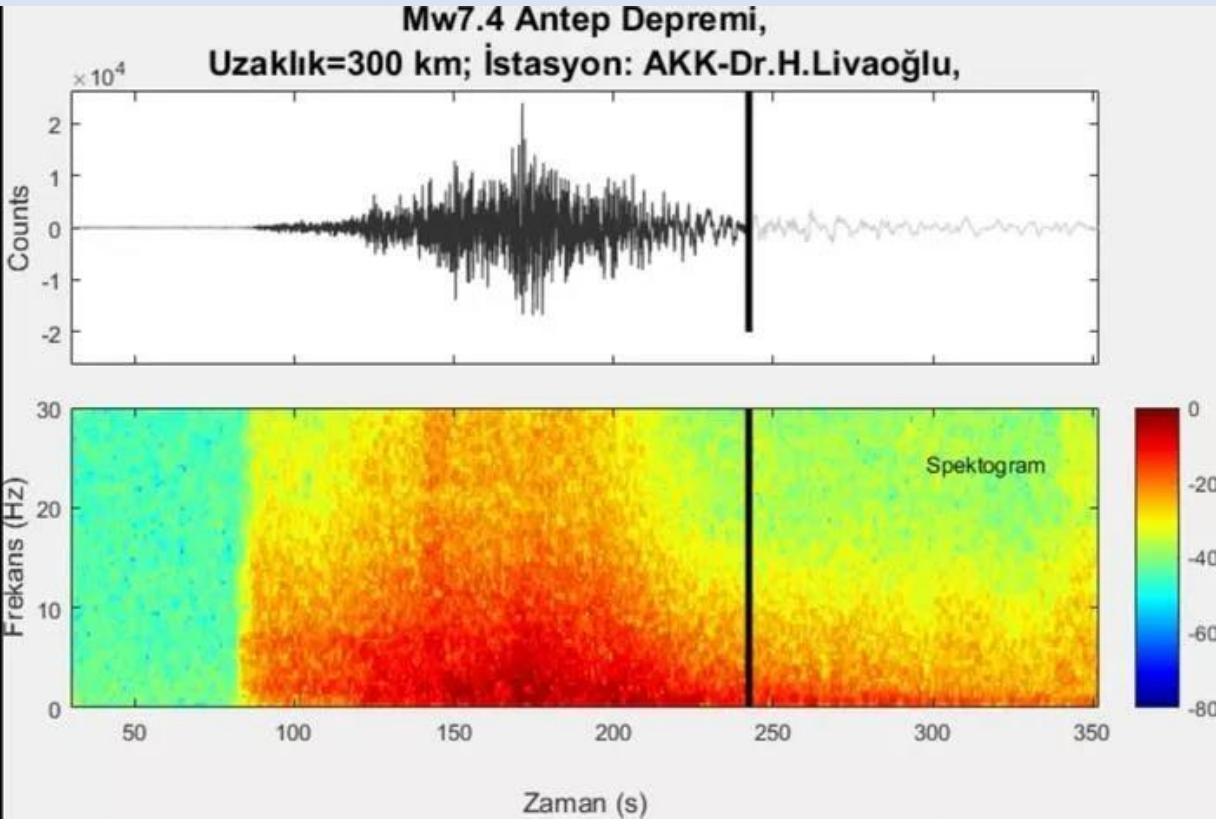


Sensörlerin algıladığı bu hareketler sayesinde deprem ağı kuruluyor. Bu da belirli bölgelere kurulan sismograflar aracılığıyla teyit ediliyor. Android Deprem Uyarı Sistemi, telefonun mevcut teknolojisinden faydalaniyor, cihaz konumu ve “Deprem Uyarıları” açık olan tüm Android OS 5.0 ve üzeri tüm telefonlarda çalışıyor. Telefonunuza gelecek uyarıları ise **SharkeAlert** tarafından alınan veriler ile gönderiyor.



# Bölüm 3 : SONUÇ

Tektonik tabakaların yol açtığı türden bir basınç altında kalan kayaların deprem öncesinde çevrelerine elektrik yüklü parçacık salıyor. Sarsıntıdan önce yüzeye doğru deprem dalgaları gelmeye başlar ancak insan kulağı bunu ayırt edecek özelliğe sahip değildir hatta hayvanların çoğu kez depremi insanlardan önce hissetmesinin nedeni bu dalgaları duymaları olduğu düşünülüyor. Şiddetli bir sarsıntı anında yerin altında hareket eden kayalar kırılır veya fay hattı boyunca kayar.



Bu sırada meydana gelen sismik dalgalar, birbiriyle temas eden kayaların içinden geçer ve bu da uğultuya sebep olur. Bu ses, sarsıntıyı hisseden bina, köprü gibi yapıların titremesiyle daha da büyür. Depremi merkezindeki sarsıntılar etrafa şok dalgaları olarak yayılırken insanlar genelde ilk dalgaları hissetmezken hayvanların bunları hissetmesi daha mümkün görünüyor. Örneğin filler ve kuşlar çok düşük frekanstaki sesleri ve sarsıntıları duyabilirken kemirgenler de insan kulağının algılayamayacağı parçalanmış kayalardan çıkan yüksek frekans dalgaları duyabiliyor.

Alman bilim insanları tarafından yapılan ve 2020 yılında yayınlanan bir çalışma ise bu inancı destekleyen sonuçlara ulaştı.

Konstanz Üniversitesi ve Max Planck Hayvan Davranışları Enstitüsü tarafından yürütülen çalışmada, deprem açısından oldukça hareketli bir bölge olan Kuzey İtalya'da hayvanlara takip cihazı takılarak hareketleri izlendi.

Depremlerden önce anormal davranışlar sergilediği belirlenen 6 inek, 5 koyun ve 2 köpeğin tasmalarına takip cihazı takılmasının ardından bilim insanları hayvanların davranışlarını aylar boyunca izledi. Bu süre içerisinde bölgede 18 bin deprem kaydedildi. Bunların büyük bir kısmının şiddeti son derece küçük olsa da 12 tanesinin şiddeti Richter ölçeğine göre 4'ün üzerindeydi.

Araştırmacılar sadece çiftlikte hissedilebilen sarsıntıları dikkate almaya karar verdi.

Bu sarsıntılarla hayvanların aktiviteleri karşılaştırıldığında gerçekten de depremlerden 20 saat öncesine kadar hayvanların anormal davranışlar gösterdiği tespit edildi.

Ayrıca davranışların depremin merkez üssünün uzaklığına göre de değiştiği gözlemlendi. Araştırmacılar sarsıntının merkezi yaklaştıkça davranışlardaki anormalliğin daha erken başladığını vurguladı.

Çalışmadaki ilginç kısım ise hayvanların tek tek incelenmesinde fark edilemeyecek değişimlerin toplu olarak ele alındığında daha belirgin hale gelmesi oldu.



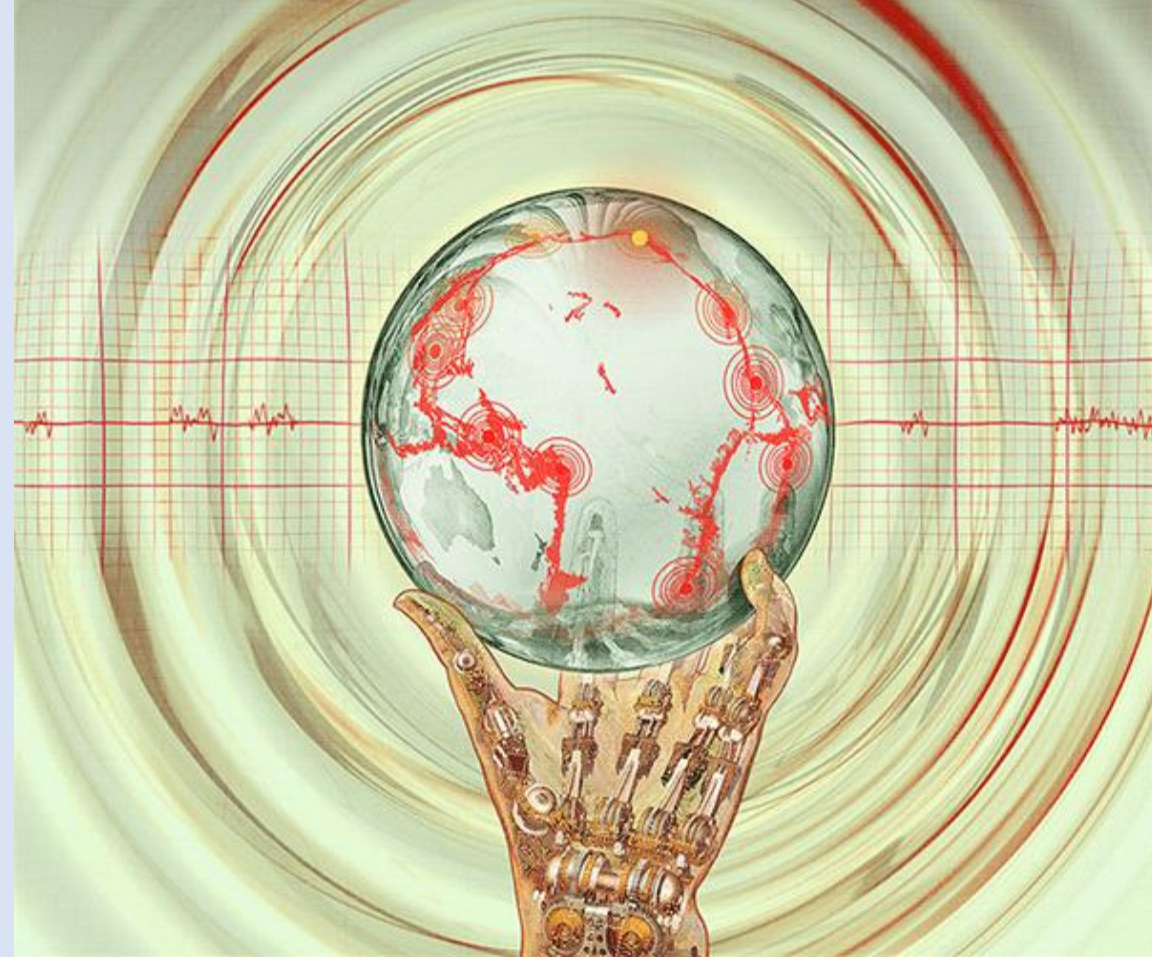


**Gizem tam olarak çözülebilmüş değil**

**Hayvanların depremi önceden sezmesinin arkasındaki nedenler hala tespit edilebilmiş değil. Fakat teorilerden biri kayalar arasındaki basınç değişiminin havada yol açtığı iyonlaşmayı hayvanların kürkleri sayesinde hissedebilmesi. Bir diğer alternatif ise hayvanların depremlerden önce kuartz kristallerinden salınan gazların kokusunu alabiliyor olmaları.**

**Hayvanların sezme nedeninden bağımsız olarak çalışmanın ümit vaat eden tarafı davranışların analiz edilerek depremlerin önceden tahmin edilebilecek olması. Esas sarsıcı deprem dalgaları henüz başlamadan önce çıkan öncü enerjisi düşük dalgaları köpeklerin bizlerden önce fark etmesi ise oldukça normaldir. Araştırmacılar daha iyi tahminler yapılabilmesi için çalışmanın genişletilerek daha fazla hayvanın takip edilmesi gerektiğini vurguladı.**

**Deprem öncesinde başlayan bu dalgaları algılayabilen bir yapay zeka geliştirilmesi sonucunda deprem öncesinde bilgi sahibi olabiliriz. Geliştirilen bu sistem sayesinde hayvanların öngördüğünden daha öncesinde depremi öngerebiliriz. Makine öğrenmesi ve veri biliminden faydalanarak önceki depremler ile alakalı elimizde olan bütün bilgiler, denetimli öğrenme ile yapay zekaya aktarılmalı ve sensörler, algılayıcılar yardımıyla yerin altından gelecek olan insan kulağının algılayamadığı frekanstaki sesleri analiz etmelidir.**



# KAYNAKÇA

- <https://www.haberturk.com/deprem-erken-uyari-sistemi-nedir-google-deprem-erken-uyari-sistemi-nasil-ve-nereden-acilir-3562942>
- <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/362115>
- <https://tr.euronews.com/2023/02/14/bilimsel-olarak-kan-tland-hayvanlar-depremleri-oceden-sezebiliyor>
- <https://www.petza.com.tr/blog/icerik/kopekler-depremi-hisseder-mi>
- <https://bogazicindebilim.boun.edu.tr/content/yapay-zeka-hayalet-depremleri-takip-edecek>
- <https://docplayer.biz.tr/52421882-Turkiye-deki-depremlerde-alinan-ve-alinabilecek-onlemler.html>
- <https://www.takvim.com.tr/galeri/trend/deprem-olacagi-zaman-hava-nasil-olur-deprem-belirtileri-neler-neden-gece-olur-deprem-ocesi-dogada-gozlemlenen-tuhaf-degisiklikler-o-isaretlere-dikkat>
- <http://www.kadikoyakademi.org/buyuk-krizin-esigindeki-istanbul/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=8VfUjOvJtss>
- <https://evrimagaci.org/deprem-sesi-depremler-ses-cikarir-mi-deprem-sirasinda-yerin-gurultusunu-duyabilir-miyiz-13417>
- <https://depremezmin.ibb.istanbul/calismalarimiz/tamamlanmis-calismalar/kent-jeolojisi-calismalari-2/>
- <http://www.hotsaucedrops.com/earthquake-warning-app/>
- <https://news.berkeley.edu/2020/08/11/with-a-nod-to-uc-berkeley-google-crowdsources-earthquake-data/>
- <https://www.profesorungunlugu.com/2020/01/turkiye-deprem-haritasi-ve-fay-hatlari-yuksek-cozunurluk.html>