

Giriş

Deprem, doğanın en yıkıcı ve öngörülemeyen afetlerinden biridir. Deprem oluşumu yüzlerce yıldır insanların merakla incelediği bir konudur. Ancak, son yıllarda, depremlerin nedenleri ve sonuçları hakkında daha fazla bilgi sahibi olunmuştur.

Bu yazılı sunum formunda bazı temel sorular üzerinden giderek öncelikle depremi anlayacak ve sonrasında deprem üzerine çözüm önerilerini tartışacağız.

Deprem Problemi Üzerine

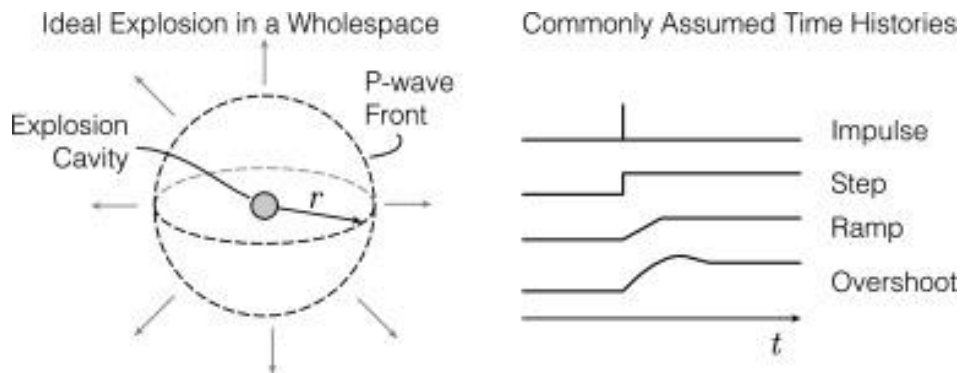
Depremleri önlemek mümkün müdür?

Depremler yer kabuğunun hareketi sonucu oluşan doğal afetlerdir ve bu nedenle tamamen önlenmeleri mümkün değildir. Yer kabuğunun hareketi, yer kabuğunun içerisindeki enerjinin aniden serbest kalması sonucu gerçekleşir ve bu durum özünde jeolojik süreçlerin bir sonucudur. Bu bağlamda şunu söyleyebiliriz ki yer kabuğu sürekli hareket halindedir ve depremler de sürekli oluşmaya devam edecektir, yani onları durdurmak mümkün değildir. Depremi durdurmanın mümkün olmamasının nedenleri arasında şunlar sayılabilir:

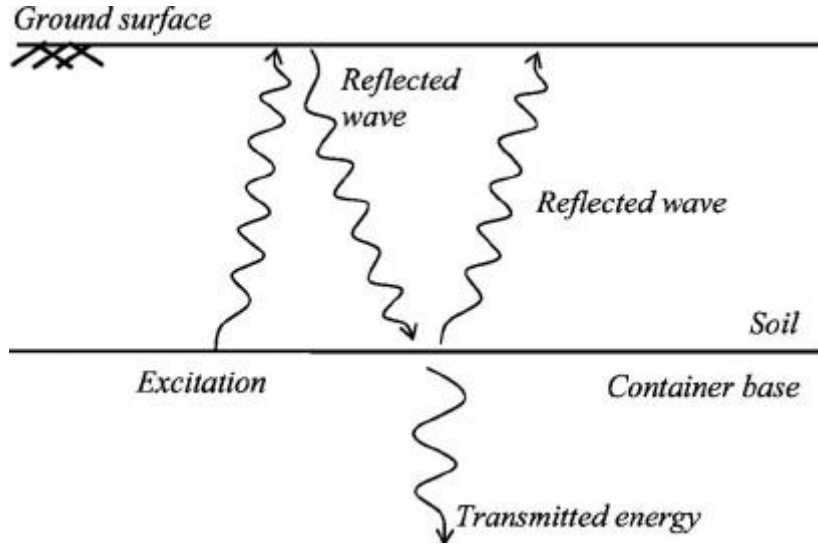
1. Depremler yer kabuğundaki enerjinin aniden serbest kalması sonucu meydana gelir. Bu enerji, çeşitli süreçler sonucu birikir ve aniden serbest kalır.
2. Yer kabuğunun altındaki kayaların, tortul tabakaların ve fay hatlarının yerleşimi ve karmaşıklığı depremlerin nedenlerini ve sonuçlarını belirlemede ciddi faktörlerdir. Bu yapılar dinamiktir ve yaşamaktadırlar, bu yapıları durdurmak ve sabitlemek, dolayısıyla da depremi engellemek mümkün değildir.
3. Yer kabuğundaki enerjinin serbest kalması çeşitli faktörler tarafından tetiklenebilir. Örneğin tektonik plakaların çarpışması, fay hatlarının kayması veya volkanik patlamalar enerjinin serbest kalmasına neden olabilir.

Depremin durdurulması üzerine bilimsel çalışmalar yapılmış olsa da, depremlerin doğal bir süreç olduğu gerçeği nedeniyle, bu çalışmaların amacı depremi tamamen durdurmak değil sadece etkilerini azaltmak olmuştur. Ayrıca bu çalışmaların çoğu henüz teorik düzeydedir ve pratik uygulamalara geçirilmeden önce daha fazla araştırma ve geliştirme gerektirmektedir. Bazı örnekler şunlardır:

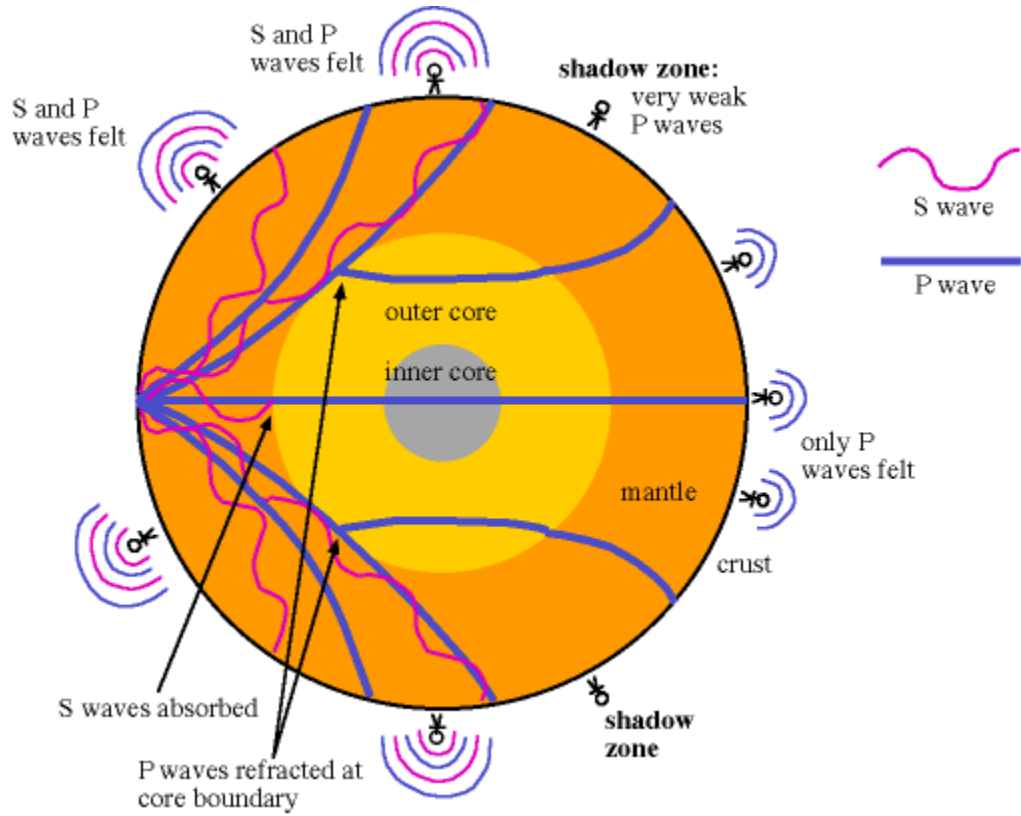
1. Yer altı patlamaları: Yer altına yerleştirilen patlayıcılar enerjiyi serbest bırakarak deprem dalgalarını engellemek için kullanılmıştır. Bu yöntemler başarısız olmuştur.



2. Deprem dalgalarını yansıtma: Yer altına yerleştirilen malzemelerin deprem dalgalarını yansıtarak enerjiyi başka bir yöne yönlendirmesi amaçlanmıştır. Ne yazık ki bu yöntemlerin etkisi henüz tam olarak anlaşılamamıştır ve başarısız olmuşlardır.



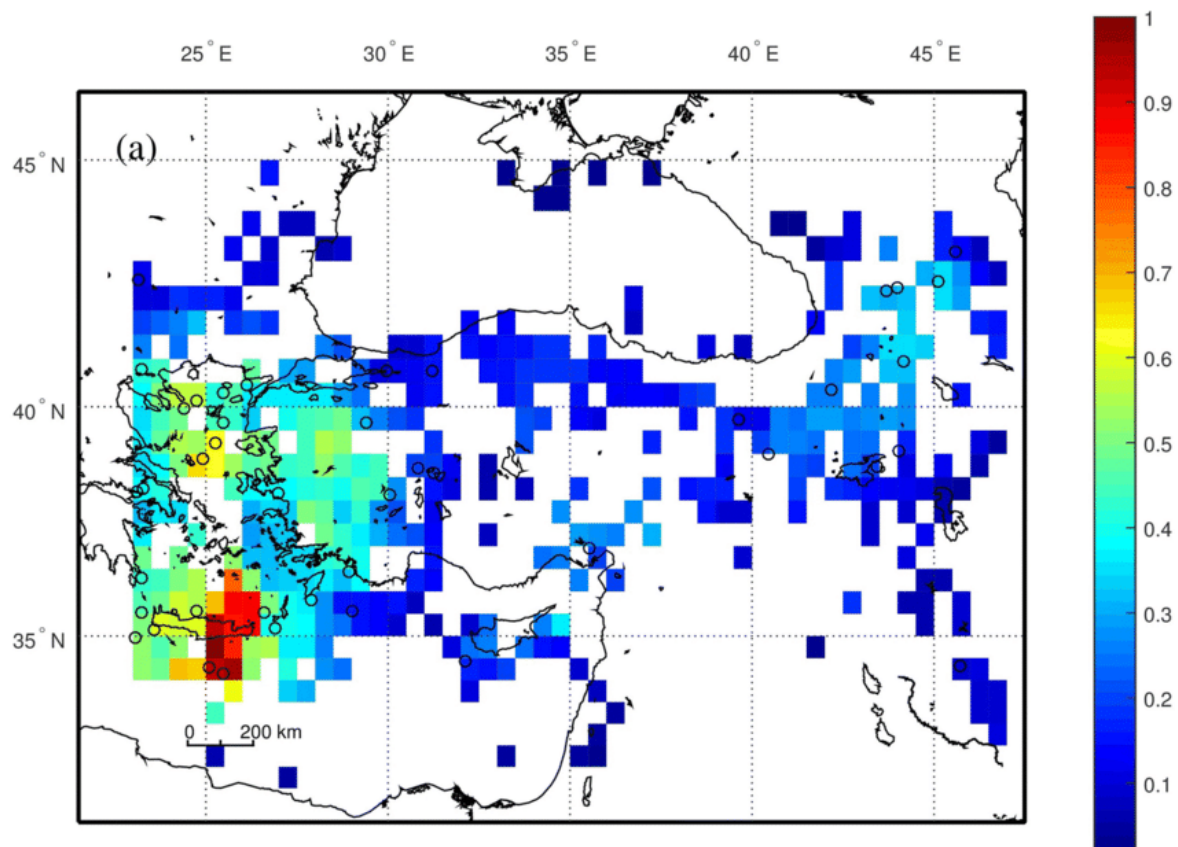
3. Deprem dalgalarını soğurma: Yer altına yerleştirilen malzemelerin deprem dalgalarını soğurarak enerjinin yayılmasını azaltması amaçlanmıştır. Ne yazık ki bu yöntemlerin akıbeti de başarısızlık olmuştur.



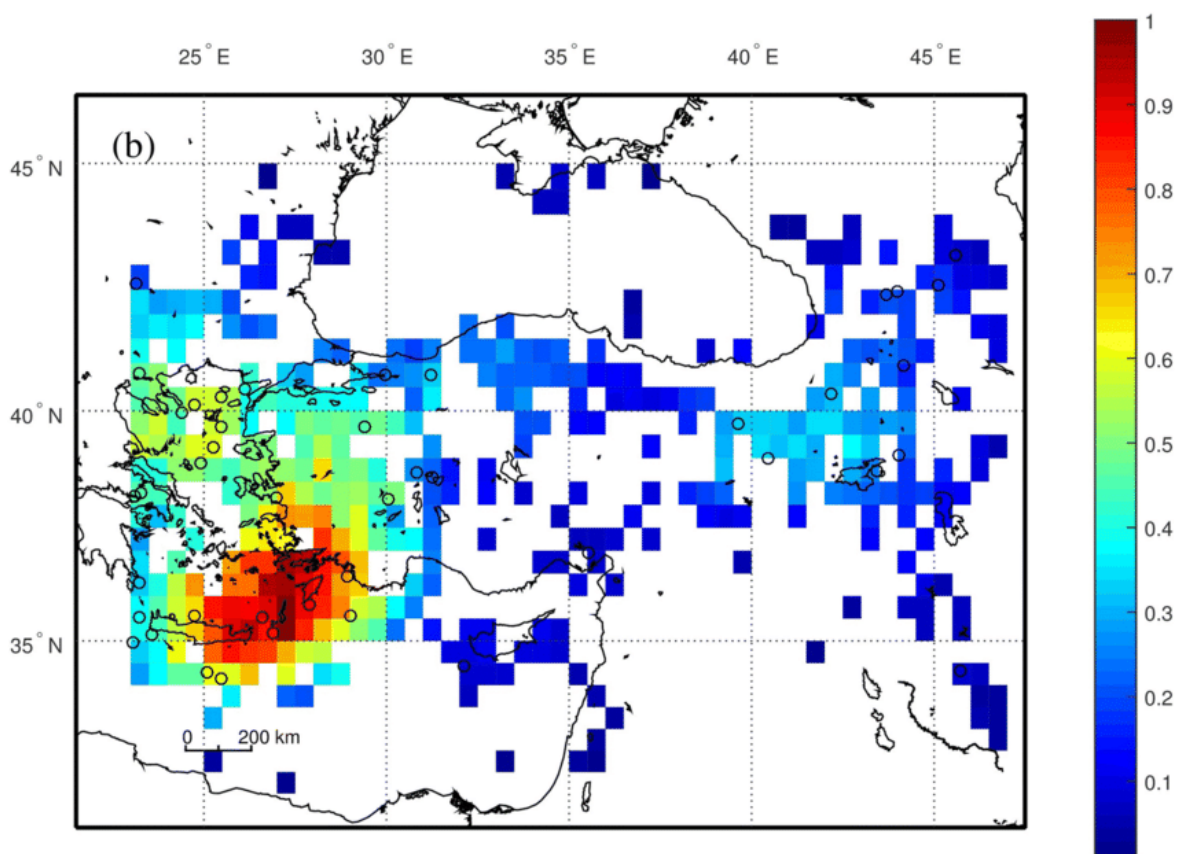
Birçok bilim insanı depremin durdurulmasının mümkün olmadığını düşünmektedir. Bunun nedeni insanların yer kabuğunun derinliklerine müdahale etme kabiliyetinin sınırlı olmasıdır. Ayrıca depremlerin yer kabuğundaki karmaşık süreçler nedeniyle önceden yüzde yüz tahmin edilemeyen bir doğal afet olması da bu görüşü desteklemektedir.

Depremler görece nasıl tahmin edilmektedirler?

Depremlerin ne zaman ve nerede meydana geleceğini tam olarak tahmin etmek henüz mümkün değildir. Fakat birtakım metriklerle olası tehlike bölgeleri öngörülebilmektedir.



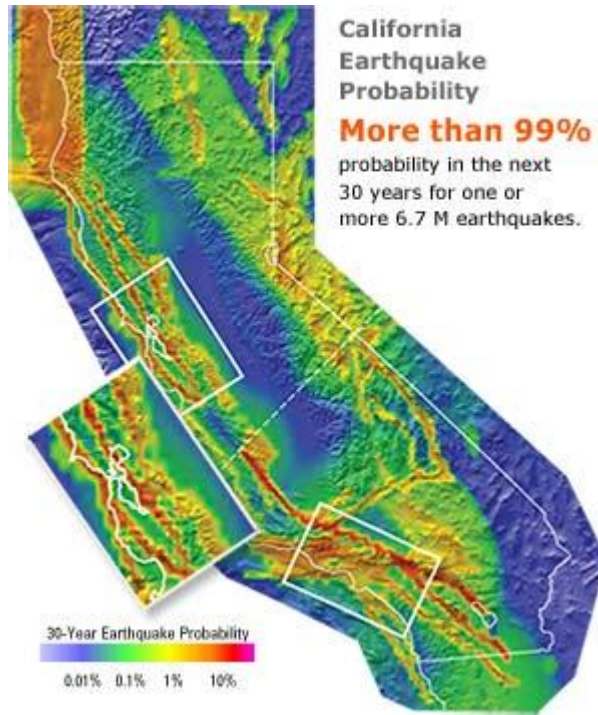
P_{MR}



P_{RI}

Deprem tahmininde kullanılan yöntemler arasında şunlar yer alır:

1. Jeolojik veriler: Geçmişte meydana gelmiş depremler ve fay hatları hakkında toplanan veriler, gelecekte meydana gelebilecek depremler hakkında tahminler yapmak için kullanılabilir.
2. GPS ve yeraltı ölçümleri: GPS ve yeraltı ölçümleri yer kabuğunun hareketlerini takip ederek deprem riski hakkında bilgi sağlar. Bu ölçümler yer kabuğundaki deformasyonu ve diğer değişiklikleri izleyerek deprem öncesi uyarılar yapılmasına yardımcı olabilir.
3. İşitsel yöntemler: Sık karşılaşılmasa da bazı bilim insanları bu yönteme inanmaktadır. Amaç yer kabuğundan gelen ultrasonik dalgaları izleyerek deprem öncesi uyarılar yapmaya çalışmaktır.
4. Veri analizi ve yapay zeka: Son zamanlarda veri analizi ve yapay zeka yöntemleri deprem tahmininde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemler jeolojik verileri, GPS ve yeraltı ölçümlerini, işitsel verileri ve diğer verileri analiz ederek deprem riski hakkında tahminler yapmaya dayanır.



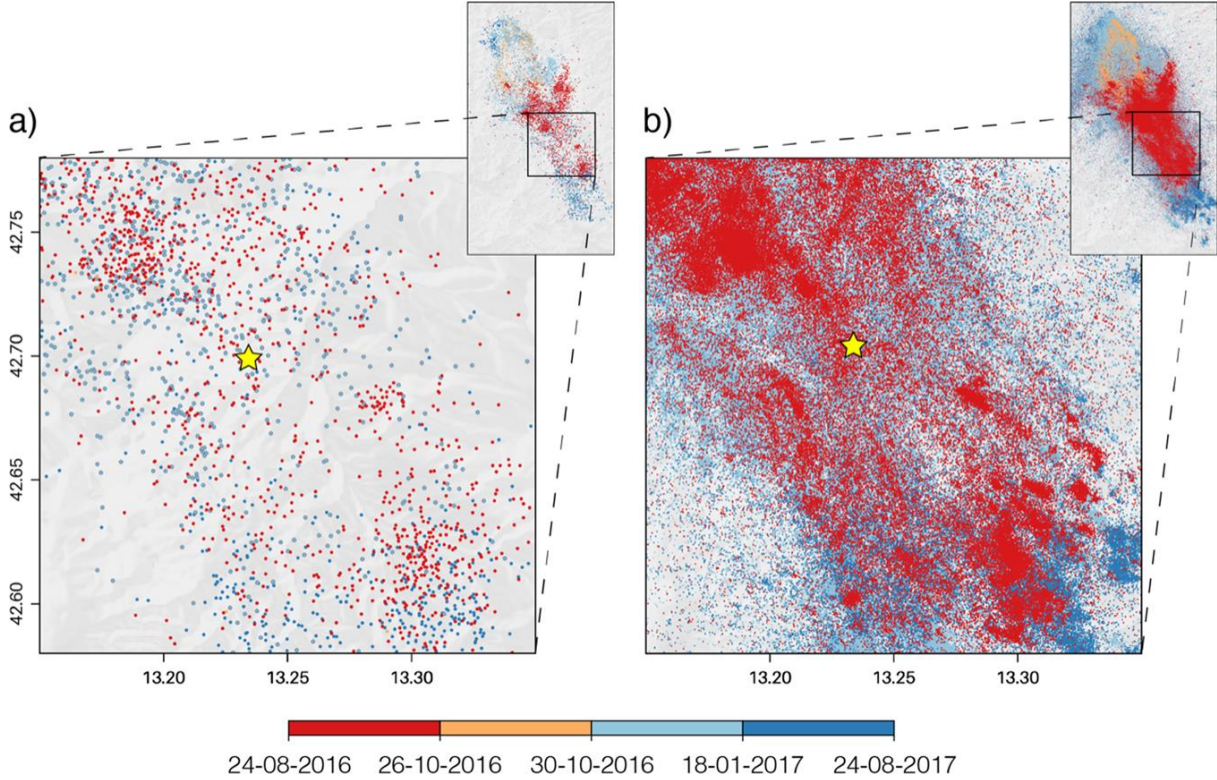
Depremlerin tahmininde etkili olan yapay zeka verileri nelerdir?

Az önce bahsedilen verilerin yanı sıra:

1. Fay haritaları: Bir bölgedeki fay hatlarının konumunu, boyutunu ve diğer özelliklerini gösteren haritalardır.
2. Paleosismolojik veriler: Geçmişte meydana gelmiş depremlerin izlerini araştırmak için kullanılan paleosismolojik veriler fay hatlarının geçmişteki deprem aktivitesini verir.
3. Jeodezik veriler: GPS ve diğer jeodezik araçlar yer kabuğunun hareketlerini ölçer.
4. Yeraltı ölçümleri: Yer kabuğundaki deformasyonu ve diğer değişiklikleri ölçer.
5. Sismik veriler: Yer kabuğundaki depremleri ölçmek ve kaydetmek için kullanılır.
6. Jeofizik veriler: Yer kabuğunun özelliklerini ölçmek için kullanılır. Yer kabuğundaki deformasyonu, manyetik alanı ve diğer özellikleri ölçerek belirli değerler sağlamaktadır.
7. Jeolojik veriler: Belirlenen bir bölgenin jeolojik yapısı hakkında bilgi sağlar.
8. İklim verileri: Belirlenen bir bölgenin toprak nem içeriği, su seviyeleri ve diğer iklimsel faktörleri ölçer.

Hangi kurumların ne gibi modellerle depremler üzerinde yapay zeka kullandığını biliyoruz?

Japonya Ulusal Arazi İdaresi (National Land Agency) deprem tahmini ve risk analizi için yapay zeka kullanmaktadır. Ayrıca, Google, Facebook ve Microsoft gibi teknoloji şirketleri de yapay zeka teknikleri kullanarak deprem tahmini ve risk analizi çalışmaları yapmaktadırlar. Kullandıkları başlıca metotlar bilinen yapay zeka modellerini deprem metriklerine göre kullanmak ve uyarlamaktan geçer.



1. Supervised Learning (Denetimli Öğrenme): Önceden etiketlenmiş verilerin kullanıldığı bir öğrenme tekniğidir. Deprem verileri üzerinde bu yöntemle deprem riski tahminleri, büyüklük tahminleri, olası deprem yerlerinin tahmini gibi pek çok analiz yapılabilir. Random Forest, Decision Trees, Naive Bayes, ve Support Vector Machines (SVM) gibi modeller bu yöntemle kullanılabilir.
2. Unsupervised Learning (Denetimsiz Öğrenme): Önceden etiketlenmemiş verilerin kullanıldığı bir öğrenme tekniğidir. Deprem tahminlerinde kullanılan farklı değişkenlerin gruplanması, benzer özelliklere sahip olan farklı deprem türlerinin ayrıştırılması ve deprem riski haritalarının oluşturulması gibi analizler yapılabilir. K-Means ve Hierarchical Clustering bu yöntemle kullanılabilir.
3. Deep Learning (Derin Öğrenme): Çok katmanlı sinir ağları kullanılarak yapılan öğrenme işlemidir. Deprem verileri üzerinde kullanıldığında deprem sinyallerinin analizi, deprem dalgalarının tespiti ve deprem hasarının tahmini gibi pek çok alanda kullanılabilir. Convolutional Neural Networks (CNN) ve Recurrent Neural Networks (RNN) gibi modeller bu yöntemle kullanılabilir.

Depremi etkilerini azaltmak için ne tip yöntemler kullanılıyor?

1. Binaların güçlendirilmesi: Depremlere dayanıklı binalar depremin etkilerini azaltmak için en etkili yöntemlerden biridir. Binaların yapısal güçlendirilmesi, binaların deprem sırasında yıkılmasını veya hasar görmesini önleyebilir.

2. Acil durum planları: Acil durum planları deprem sonrasında kurtarma ve yardım çalışmalarının hızlı ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlar. Bu planlar deprem sonrası hasarı en aza indirmek için önemlidir.
3. Hazırlık programları: Deprem sonrası kurtarma ve yardım çalışmalarına katılmak için eğitilmiş ve hazırlıklı bir toplum oluşturmayı amaçlar. Aynı zamanda halkın deprem sırasında doğru hareketleri yapmalarına yardımcı olur ve deprem sonrası hasarı en aza indirir.

Yapılan birçok çalışma, her ne kadar farklı tiplerde hazırlık yöntemleri olsa da, bu noktada iki maddenin önemine önem vermiştir; güçlü binalar, deprem anı ve acil durum planları. Güçlü binalar sayesinde depremin etkisine dayanabilmek ve gelişmiş acil durum planları sayesinde üzücü senaryoların gerçekleşmesi durumunda hızlı aksiyon alabilmek mümkündür.

Deprem Problemine Çözüm Önerilerim

Verilen soru cevaplarından hareketle depremin fay hattı üzerindeki etkisinin engellenemeyeceği ve hasarının azaltılamayacağı açıktır. Bu bağlamda geriye tek bir çözüm kalmaktadır ki o da depreme hazırlıklı olmak.

İş bu çalışmanın ışığında elimizdeki bulgulara baktığımız zaman depreme karşı yapılacak hazırlığın üç ana maddede toplandığını görmekteyiz:

- Depremin tahmini
- Deprem anı
- Güçlü binalar
- Güçlü acil durum planları

Günümüz teknolojileriyle bütün bu hazırlık sürecinin gerçekleştirilmesi imkânsız değildir. Doğru bilimlerinin bizlere sunmuş olduğu tekniklerle depreme karşı hazırlık yapılabildiği halihazırda büyük deprem bölgelerinde konumlanan fakat ciddi hasarlar almayan birçok gelişmiş ülke tarafından da kanıtlanmıştır. Bu çalışmanın ışığında bahsi geçen üç ana madde özelinde yapay zeka ve derin öğrenme metodlarını kullanarak ne gibi hazırlıklar yapılabileceğine göz atılacaktır. Önerilecek çözüm formatı proje adı, proje amacı, ihtiyaç olan metrikler, ihtiyaç olan veriler, kullanılacak yapay zeka modeli şeklinde olacaktır.

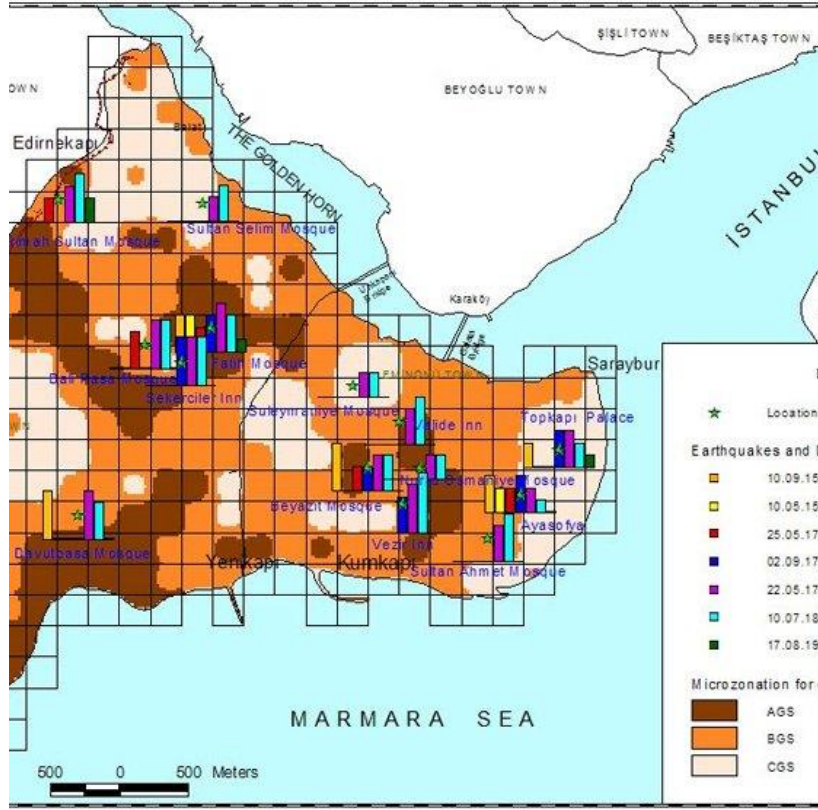
Deprem Tahmini Çözüm Önerim:

Proje adı: Polaris - Deprem Olasılık Tahmini

Proje amacı: Bu proje, belirli bir bölgede oluşabilecek deprem olasılıklarını tahmin etmek amacıyla yapay zeka kullanacaktır. Bu tahminler genel manada depreme hazırlıklı olmamızı sağlamaktadır.

İhtiyaç olan metrikler: Deprem büyüklüğü, derinliği, konumu, süresi ve sismik aktivitelerin yoğunluğu kullanılabilir. Ayrıca, kullanılan yapay zeka modelinin doğruluğunu ölçmek için, çeşitli istatistiksel metrikler de kullanılabilir.

İhtiyaç olan veriler: Tarih boyunca seçilen bölgede meydana gelen depremlere ait veriler gerekmektedir. Bu tarihi verilerde deprem büyüklüğü, konumu, derinliği, süresi, sismik aktivite yoğunluğu, yer hareketi verileri, yeraltı suyu düzeyleri, topografik veriler, jeolojik yapı, deprem anındaki iklim ve hava koşulları gibi faktörler bulunmalıdır. Böylece seçilen bölgede benzer şartların oluşması ya da benzer şartların oluşumuna gidilmesi durumunda deprem tahmini mümkün olabilir.



Deprem Anı İçin Çözüm Önerim:

Proje adı: Alcatraz - Akıllı Hayatta Kalma Ünitesi

Proje amacı: Apartman sakinlerine deprem ve doğal afetler sırasında hayatta kalma şansı sunmak amacıyla geliştirilen bir projedir. Apartmanların bütün dairelerine özel olarak dayanıklı hayatta kalma ünitelerinin inşası hedeflenmektedir. Proje, her bir daire için hayatta kalma ünitelerinin konumunu, boyutunu, kullanılacak materyallerini, plan ve projelerini, ünitelerde bulunması gereken erzakları, erzak sayılarını ve ünitelerde bulunması gereken gereçleri belirleyerek sakinlerin deprem ve doğal afetler sırasında hayatta kalma şansını arttırmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda hayatta kalma ünitelerinin, afet ve canlılık algılanması durumunda, gerekli noktalara bildirim yollaması da sağlanacaktır.

İhtiyaç olan metrikler:

- Apartmanın yapısal özellikleri: Dayanıklılık analizlerinde kullanılacaktır. Bu analizler apartmanın depreme karşı dayanıklılığını belirlemek için yapılmaktadır.
- Deprem verileri: Apartmanın bulunduğu bölgenin deprem riskini belirlemek için kullanılacaktır.
- Odacık materyalleri: Odacıkların yapımında kullanılacak malzemelerin özellikleri, her apartmana özel olarak dayanıklılık ve ağırlık faktörleri gibi özellikler hesaplanarak belirlenecektir.
- Hayatta kalma ünitesi boyutları: Hayatta kalma ünitelerinin boyutları her daire için belirlenecek ve apartmanın yapısına uygun hale getirilecektir.
- Erzak sayısı ve gereçler: Sakinlerin olası felaket senaryosunda göçük altında kalmaları durumunda ihtiyaçlarını karşılamak için hesaplanacaktır.

İhtiyaç olan veriler:

- Apartmanın plan ve projesi: Odacıkların inşası için kullanılacaktır.
- Apartmanın yapımında kullanılan malzemeler: Odacıkların yapımında kullanılacak malzemelerin seçiminde kullanılacaktır.

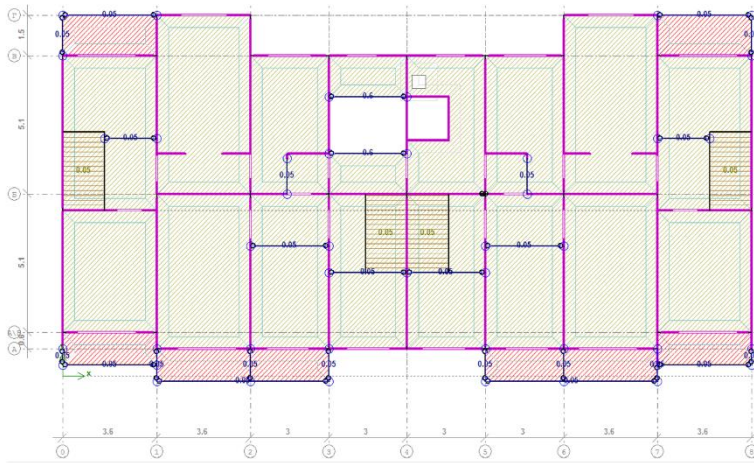
Güçlü Binalar İçin Çözüm Önerim:

Proje adı: Antares - Yapay Zeka Destekli Bina Analizi

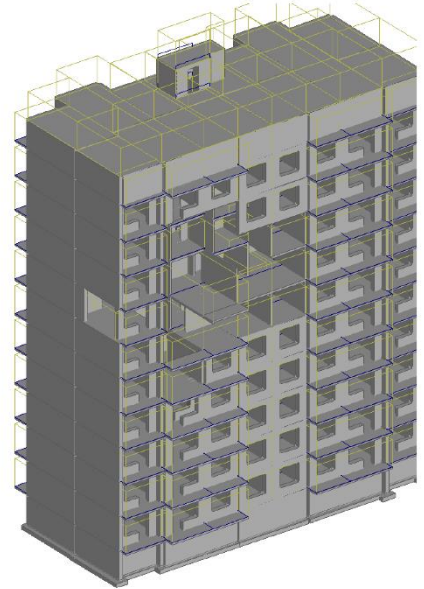
Proje amacı: Deprem riski taşıyan binaların güçlendirilmesi ve böylece deprem sonrası oluşabilecek can ve mal kayıplarının azaltılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda yapay zeka kullanılarak bina modelleri hazırlanır ve yapay zeka kullanılarak deprem simülasyonları yapılır, böylece olası hasar alanları belirlenir. Ardından yeniden yapay zeka teknolojileri kullanılarak hasar alanlarının güçlendirilmesi için öneriler sunulur. Bu öneriler binanın güçlendirme maliyeti, işçilik maliyeti ve zamanı gibi faktörleri de dikkate alarak hazırlanır.

İhtiyaç olan metrikler: Bina modelindeki tüm yapısal elemanların mukavemet özellikleri, dinamik özellikleri ve geometrik özellikleri incelenmelidir. Bunlar arasında binanın kat sayısı, temel tipi, yapısal elemanlarının malzeme tipi, beton kalitesi, çelik tipi, kolon ve kiriş boyutları, duvar kalınlığı ve benzeri faktörler yer alabilir. Ayrıca binanın deprem sırasında oluşabilecek yer hareketi, tarama etkileri, deprem dalgası sönümlleme oranı gibi özellikleri de dikkate alınmalıdır ve simüle edilmelidir. Kullanılacak yapay zeka modelinin doğruluğunu ölçmek için, çeşitli istatistiksel metrikler de kullanılabilir.

İhtiyaç olan veriler: Bina modelleri ve deprem simülasyonu verileri gereklidir. Yapısal mühendisler tarafından hazırlanan bina modelleri binanın geometrik ve malzeme özelliklerini detaylı bir şekilde içermelidir. Deprem simülasyon verileri ise sunulan metrikler aracılığıyla yapay zeka tarafından üretilmelidir. Bu veriler aynı bölgede daha önce meydana gelen depremler veya benzer yapılar üzerinde yapılan deprem simülasyonlarından da elde edilebilir.



(a)



(b)

Güçlü Acil Durum Planı İçin Çözüm Önerim:

Proje adı: Betelgeuse - Deprem Acil Durum Planlaması için Yapay Zeka Destekli Sistem (Artificial Intelligence Supported System for Earthquake Emergency Planning)

Proje amacı: Türkiye genelinde meydana gelebilecek depremlere hazırlıklı olmak amacıyla yapay zeka destekli bir acil durum planlaması sistemi oluşturmayı hedeflenmektedir. Sistem deprem sonrası ve sonrası aşamalarda yardımcı olacaktır. Sistem depremin gerçekleştiği bölgedeki yıkımı tahmin edecek, tahmin ettiği yıkım oranında ihtiyaçları tahmin edecek, tahmin ettiği ihtiyaçların nerelerden temin edilebileceğinin planını oluşturacak ve çıkartmış olduğu haritalarla ilgili yardımların en kısa sürede desteğe gitmesini sağlayacaktır. Sistem, birden fazla şehirden ya da bölgeden gidecek yardımları tekelden yöneteceği için, en uygun rotaları ve kaynak noktalarını çizecektir. Sistemin yönlendirmesi ile de olası acil durumda gerek kara, gerek hava ve gerekse deniz yoluyla yardımlar en hızlı şekilde ulaştırılacaktır. Aynı zamanda sistemin, yıkılmış olduğunu tahmin ettiği binalar üzerinden, arama kurtarma çalışmaları adına personel ve teçhizat tahmini yapması da beklenmektedir.

İhtiyaç olan metrikler:

- Depremin şiddeti: Depremin büyüklüğü ve şiddeti acil durum planlaması yapmak için en önemli faktördür.
- Yıkım oranı: Depremin şiddetine göre gerçekleşecek yıkımın öngörülerek gidecek yardımlarının boyutunun hesaplanması gerekmektedir. Sistemin yapacağı bütün hesaplamalar ve oluşturacağı bütün planlar yıkım oranı tahmini üzerinden gerçekleşecektir.
- Kaynaklar: Kaynakların belirlenmesi deprem sonrası ihtiyaç duyulacak malzemelerin ve ekipmanların temin edilmesini sağlayacaktır. Sistem kendisine tanınan kaynakların ışığında hangi kaynaktan kaçar adet malzeme temin etmesi gerektiğini hesaplayacaktır.
- İnsan sayısı: Deprem sonrası etkilenen insan sayısı ihtiyaç duyulacak yardım malzemelerinin miktarını ve acil yardım ekibinin boyutunu belirleyecektir. Sistem bunu yıkım oranı ile kendi hesaplayacaktır.
- Ulaşım ağları: Yardım malzemelerinin en kısa sürede ve en güvenli şekilde deprem bölgesine ulaşmasını sağlamak için dikkate alınması gereken bir faktördür. Sistem en sağlıklı rotayı her bir kaynak için çizecek ve ulaşımları tekelden yönlendirecektir.

İhtiyaç olan veriler:

- Deprem verileri: Deprem olasılığı yüksek bölgelerdeki deprem verileri, depremin büyüklüğü, merkez üssü, derinliği, tarihi ve benzeri bilgiler.
- Bina verileri: Deprem sonrası hasar gören binaların verileri yapay zeka modelinin binaların hasarlı alanlarını belirlemesine yardımcı olacaktır. Aynı zamanda bilinen güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş, hasarlı ve hasarsız, dayanıklı ve dayanıksız bütün binaların yapay zeka içerisinde bulunması da şarttır. Bu noktada bahsi geçen bütün projeler ile koordinasyon kurularak göçük altı ve göçük tespitleri daha istikrarlı bir şekilde tahmin edilebilir. Bu sayede bölgede herhangi bir deprem olduğunda sistem hangi binaların yıkılıp yıkılmadığını öngörebilir.
- Nüfus verileri: Deprem sonrası etkilenen insan sayısının hesaplanmasına yardımcı olacaktır.
- Ulaşım verileri: En kısa ve en güvenli yolların belirlenmesi için kullanılacaktır.
- Kaynak verileri: İhtiyaç duyulacak malzemelerin temini için kullanılacaktır.
- Ekstra kaynaklar: Büyük afetlerde gerek yurtiçi ve gerekse yurtdışı ekstra kaynakların oluşumu çok doğaldır. Fakat bu ekstra kaynakların bölgeye en hızlı şekilde aktarılması da bir süreçtir, bu bağlamda sisteme elle ekstra kaynak girdisinin de eklenebilmesi ve bu sayede sistemin yeni rotalar belirleyebilmesi mümkün olmalıdır.

Yapay Zeka Modeli Önerilerim

Deprem olasılık tahmini için Convolutional Neural Network (CNN) veya Recurrent Neural Network (RNN) gibi derin öğrenme modelleri kullanılabilir. CNN görüntü işleme alanında sıkça kullanılan bir

derin öğrenme modeli olduğu için deprem olasılık tahmini için de yüksek başarı gösterme potansiyeli taşımaktadır. RNN ise zaman serileri verileri üzerinde çalışabilen bir model olduğu için deprem olasılıklarının zaman içindeki değişimlerini de hesaba katabilir.

Alcatraz projesi için bir Regresyon modeli veya Sınıflandırma modeli olabilir. Mesela Karar Ağaçları, Random Forest veya Gradient Boosting gibi modeller kullanılabilir. Bu tür modeller veri setindeki özelliklere dayanarak belirli bir sonuca ulaşmaya yardımcı olurlar. Karar Ağaçları, Random Forest veya Gradient Boosting gibi modeller oylama yöntemleriyle karar alma konusunda etkili ve hızlıdır. Bu yöntemler verileri özelliklerine göre sınıflandırabilir veya özelliklerin değerlerine dayanarak bir sonuç tahmini yapabilir.

Güçlü binalar için derin öğrenme modelleri ve regresyon modelleri iş görebilir. Regresyon modelleri binanın güçlü olup olmadığını belirlemek için veri setindeki bağımsız değişkenlerin (örneğin, malzeme, boyut, yapısal özellikler vb.) bağımlı değişkene (yani, binanın dayanıklılığına) olan etkisini analiz edebilir. Diğer yandan derin öğrenme modelleri yapısal özelliklerin yanı sıra binanın resimlerini ve videolarını kullanarak analiz yapabilir.

Betelgeuse projesinde işin makro tarafını ele alırsak aslında elimizde ciddi bir bölge keşif-karar projesi mevcut. Bu bağlamda birden fazla veri kaynağından bilgi almak ve bu verileri anlamak için doğal dil işleme teknikleri kullanmak, verilerin sınıflandırılmasında classification teknikleri kullanmak, hasar tahminlerinde regresyon tekniklerini kullanmak ve ayrıca keşif ekibinin en uygun rota ve kaynakları belirlemesi gerektiği için yol haritası oluşturma teknikleri de kullanmak şarttır. Bu nedenle Betelgeuse, bilinen bütün tekniklerin kullanıldığı bir karma olma potansiyeline sahiptir.

Sonsöz

Çalışmam süresi boyunca açıkça fark ettim ki doğa bilimleri ve materyalizm deprem adına kullanabileceğimiz en kuvvetli araçlardır. Gerek sosyal, gerek kültürel, gerekse ekonomik açıdan hazırlıksız ve çaresiz yakaladığı ülkeleri yiyip bitiren deprem hadisesi için aslında sığınmamız gereken tek çözüm bilimdir. Bilimin inancıyla yenilemeyecek hiçbir kuvvetin ve aşılamayacak hiçbir engelin olmadığı kanaatindeyim.

Emrecaan ULU