

# DEPREME DUYARLILIK



YAPAY ZEKA  
İLE  
DEPREM ÇÖZÜMLERİ



Global  
AI Hub

## PROBLEM TANIMI

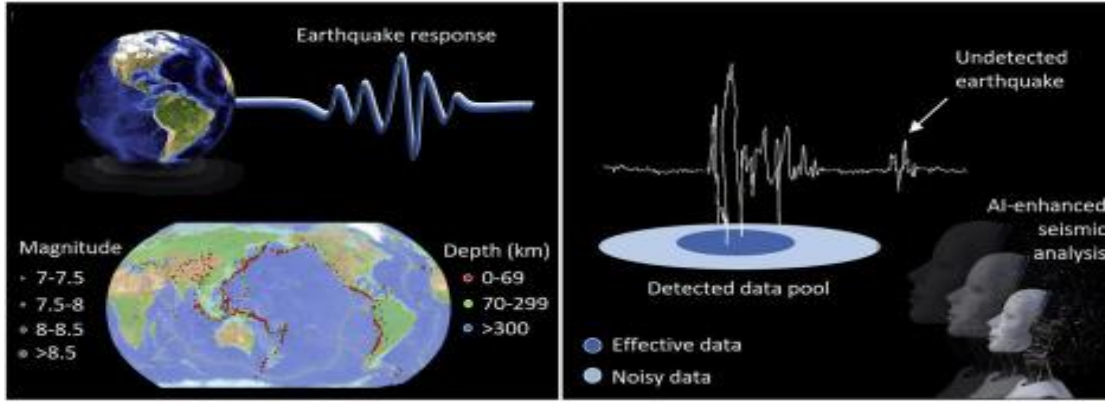
Depremi gerçekçi bir şekilde tahmin etmek, sismik risk değerlendirmesi, önleme ve büyük yapıların güvenli tasarımı için kritik öneme sahiptir. Sismik olayların karmaşık doğası nedeniyle, deprem tepkisini verimli bir şekilde belirlemek ve sürekli olarak tespit edilen sismik verilerden gösterge niteliğindeki özellikleri çıkarmak zordur . Bu zorluklar, geleneksel sismik tahmin modellerinin performansını ciddi şekilde etkilemekte ve sismolojinin gelişimini engellemektedir.Genel olarak. Veri analizindeki avantajlarından yararlanan yapay zeka (AI) teknikleri, bu sorunların üstesinden gelmek için güçlü istatistiksel araçlar olarak kullanılmıştır. Bu, tipik olarak, yapıların sismik performansını artırmak için ciddi gürültü ile tespit edilen çok büyük verilerin işlenmesini içerir. AI, anlamlı algılama verilerinin çıkarılmasından algılama seviyesinin altındaki sismik olayların ortaya çıkarılmasına kadar, deprem faaliyetlerini daha doğru bir şekilde tahmin etmek için bilinmeyen özelliklerin belirlenmesine yardımcı olur. Bu odak belgesinde, sismolojideki son yapay zeka çalışmalarına genel bir bakış sunuyoruz ve sismik veri analizinde makine öğrenimi ve derin öğrenme dahil olmak üzere başlıca yapay zeka tekniklerinin performansını değerlendiriyoruz.

---

## 2. Sismik Analizde AI Yaklaşımları

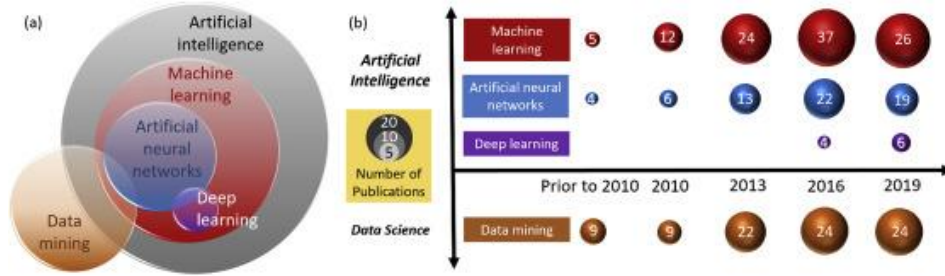
Sismoloji, doğal afetin sivil altyapı sistemleri üzerindeki etkisini değerlendirmeye odaklanarak muazzam ölçüm verilerini kullanarak çok ölçekli depremleri inceler . Şekil 1a, 1900–2013 yılları arasında meydana gelen deprem ve sismik olayların özelliklerini genlik ve derinlik açısından göstermektedir . Tipik olarak, sismolojideki çalışmalar dört hedefle yürütülür: uzun vadeli deprem felaketini azaltmak için eylemler, (2) afet hazırlığı veya düzenlemesi, afet müdahale stratejileri ve (4) afet sonrası iyileştirme planlaması sırasıyla azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme stratejileri olarak bilinir (Nabian ve Meidani, 2018). Sismojenik süreçte her deprem olayını tespit etme idealliğini tatmin etmeyen, depremleri sürekli olarak izleme kabiliyeti ve doğruluğu şu gerçeklerden kritik şekilde etkilenir: birçok deprem olayı tespit edilemiyor ve sismik kayıtlarda büyük miktarda gürültülü veri . Algılama, işleme ve analiz tekniklerindeki son gelişmeler, sismolojinin hızla gelişmesini sağlar, bu da özellikle büyük sismik veriler üzerinde hesaplama gücünün artmasıyla sonuçlanır. Daha önceki araştırmalar ağırlıklı olarak geleneksel veri madenciliği yöntemlerini kullanırken, daha yakın zamanlarda yapay zeka (AI), bu verileri ele almak ve ayıklamak için verimli araçlar sağlar. sismolojide güvenilir tahminler ve kararlar vermek için yararlı bilgiler. Sonuç olarak, AI ile geliştirilmiş sismoloji, gürültü arasında etkili tespit verileri elde etmek ve gürültü seviyesinde veya altındaki deprem olaylarını tespit etmek için AI yaklaşımlarının (örneğin, makine öğrenimi (ML) veya derin öğrenme (DL)) nasıl kullanılacağına önemli ölçüde dayanır. Şekil 1b'de gösterildiği gibi . Son yıllarda sismoloji, çabalarının çoğunu, büyük miktarda gerçek zamanlı algılama verisini ele alırken faz algılama hassasiyetini geliştirmeye adanmıştır. Sismik uzmanlar tarafından farklı evrelere ait kayıt verilerinin görsel olarak incelenmesinin verimsizliği nedeniyle, gerçek zamanlı birikmiş veriler kullanılarak rasyonel ve güvenilir bir şekilde deprem tahmini yapmak istenmektedir . Kısa vadeli ortalama tahmin algoritmaları geliştirildi ve daha sonra itici geçici sismik sinyallerin ayırt edilmesinde birincisinin eksikliği nedeniyle faz ilişkilendirme yöntemleri ile değiştirildi. İkincisi, deprem olup olmadığına karar vermek için sismik evreleri birlikte gruplandırmak üzere geliştirildi . Ancak bu geleneksel yaklaşımlar, daha sık meydana gelen küçük sismik olayları tespit etmede yetersiz kalmaktadır. Sonuç olarak, AI araçları, deprem tahminindeki karmaşık senaryoların üstesinden gelmek için uygulanır. AI, algılama verimliliğini artırdığı ve gürültülü verilerin etkisini azalttığı için modern sismik algılama sistemlerinde önemli bir rol oynar. Şekil 2, yapay zeka ile sismolojideki veri bilimi teknikleri arasındaki ilişkinin bir örneğini göstermektedir.



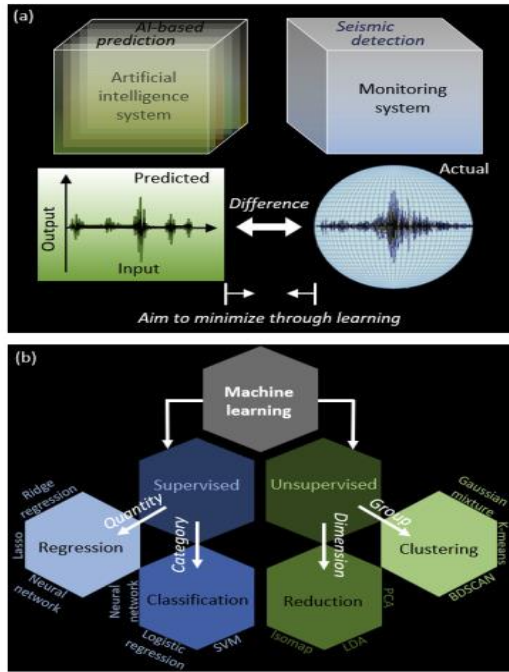


Şekil 1. (a) 1900–2013 döneminde meydana gelen deprem ve sismik olayların özellikleri ve (b) "küçük" sismik olayların tespitinde ve gürültülü verilerin ele alınmasında yapay zeka destekli sismik analiz

İnsan biliş yeteneğini taklit etmeye çalışan yapay zeka, geleneksel yaklaşımları kullanarak çözmesi zor olan mühendislik problemlerini ele alan hesaplamalı bir çözümdür. Prensip olarak yapay zeka, Şekil 3a'da gösterildiği gibi (Shahin, 2016) girdiler ve karşılık gelen çıktılar arasındaki ilişkiyi tanımlamak için verilen sismik eğitim verilerini kullanır. Yapay zekanın geleneksel yöntemlere göre bir diğer avantajı, hata oranını düşürürken deprem kararlarında hesaplama verimliliğini artırmasıdır. Öte yandan, AI yöntemlerinin bir sınırlaması, özellikle karmaşık deneysel veri kümeleriyle uğraşırken, son derece parametre duyarlı olmalarıdır. Bu sorunun üstesinden gelmek için geçerli bir çözüm, AI yönteminin parametrelerinin optimize edilmiş kontrolü için güçlü optimizasyon algoritmaları (örn. genetik algoritma, parçacık sürüşü optimizasyonu, Tabu araması) kullanmaktır. Yapay zekanın bir dalı olarak makine öğrenimi, verilerden otomatik olarak öğrenebilen, kalıpları tanımlayabilen ve kararlar verebilen sistemleri içerir. Makine öğreniminin göze çarpan güzelliği, bilgisayarların açıkça programlanmadan öğrenmelerini sağlamasıdır. Makine öğrenimi tabanlı yöntemlerin çoğu, esas olarak biyolojik öğrenmeden ilham alır. Sismolojide makine öğrenimi, veriler arasındaki doğal kuralları ve bağımlılıkları bulmak ve ardından bunları sınıflandırmak veya geriletme için bir dizi teknik kullanır. Ayrıca makine öğrenimi, sezgi ve mantık kullanarak verileri analiz eden sismologların aksine, insan kapasitesinin ötesinde dikkate alınmamış özellikleri keşfettiği için, algılanan verilerdeki görünmeyen kalıpları veya özellikleri kategorize etmek ve analiz etmek için yaygın olarak kullanılır (Kong ve diğerleri, 2019). Şekil 3b, makine öğreniminin denetimli ve denetimsiz olarak gruplandırılabilen ana bileşenlerini göstermektedir (Salehi ve Burgueno, 2018). İlki tipik olarak regresyon ve sınıflandırma yöntemlerinden oluşur ve ikincisi indirgeme ve kümeleme tekniklerini içerir. Verileri düzenleyebilen ve tahminler yapabilen yarı denetimli öğrenme algoritmaları adı verilen başka bir kategori, özellikle yoğun gürültü ile tespit edilen büyük sismik veriler dikkate alındığında, sismolojideki ilerlemelerine yol açar. Sismik veriler arasındaki temel ilişkileri tanımlamak için ilk prensipler kullanılarak geliştirilen fizik tabanlı modellerin yetersizliği nedeniyle, AI son yıllarda kritik ilgi çekmiştir (Li ve diğerleri, 2018). Veri madenciliği, işleme ve analize yönelik bir AI yaklaşımı benimsemek, çok amaçlı sismik ağlar geliştirmek için heyecan verici fırsatlar sunan deprem tespitinin doğruluğunu ve verimliliğini önemli ölçüde artırır.



Şekil 2. Sismolojide mevcut yapay zeka ve veri bilimi çalışmaları. (a) Sismolojide yapay zeka ile veri bilimi teknikleri arasındaki ilişkinin gösterimi. (b) 1999–2019 yılları arasında sismolojide yayınlanan AI tabanlı çalışmaların özeti.



Denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme, sismolojide makine öğrenimi, (1) eğitim ve test için sismik verilerin toplanması ve bölünmesi, (2) sismik verileri temizlemek, biçimlendirmek ve kaldırmak/kurtarmak için ön işleme dahil olmak üzere beş adımda olasılık teorisi kullanılarak geliştirilmiştir. eğitim modeli, sismik değişkenleri ayarlamak için sayısal optimizasyon algoritmaları kullanır, (4) test verilerini kullanarak modeli tahmin doğruluğuna göre değerlendirir ve (5) bir ML algoritması kullanarak tahmin için yeni veriler üretir.

