

Yapay Zeka ve Depremler: Hasarı Azaltmak ve Hayat Kurtarmak için Teknolojiden Yararlanma

Mustafa Kemal GÜLER
mkmlglr@gmail.com

Deprem ve Yapay Zeka

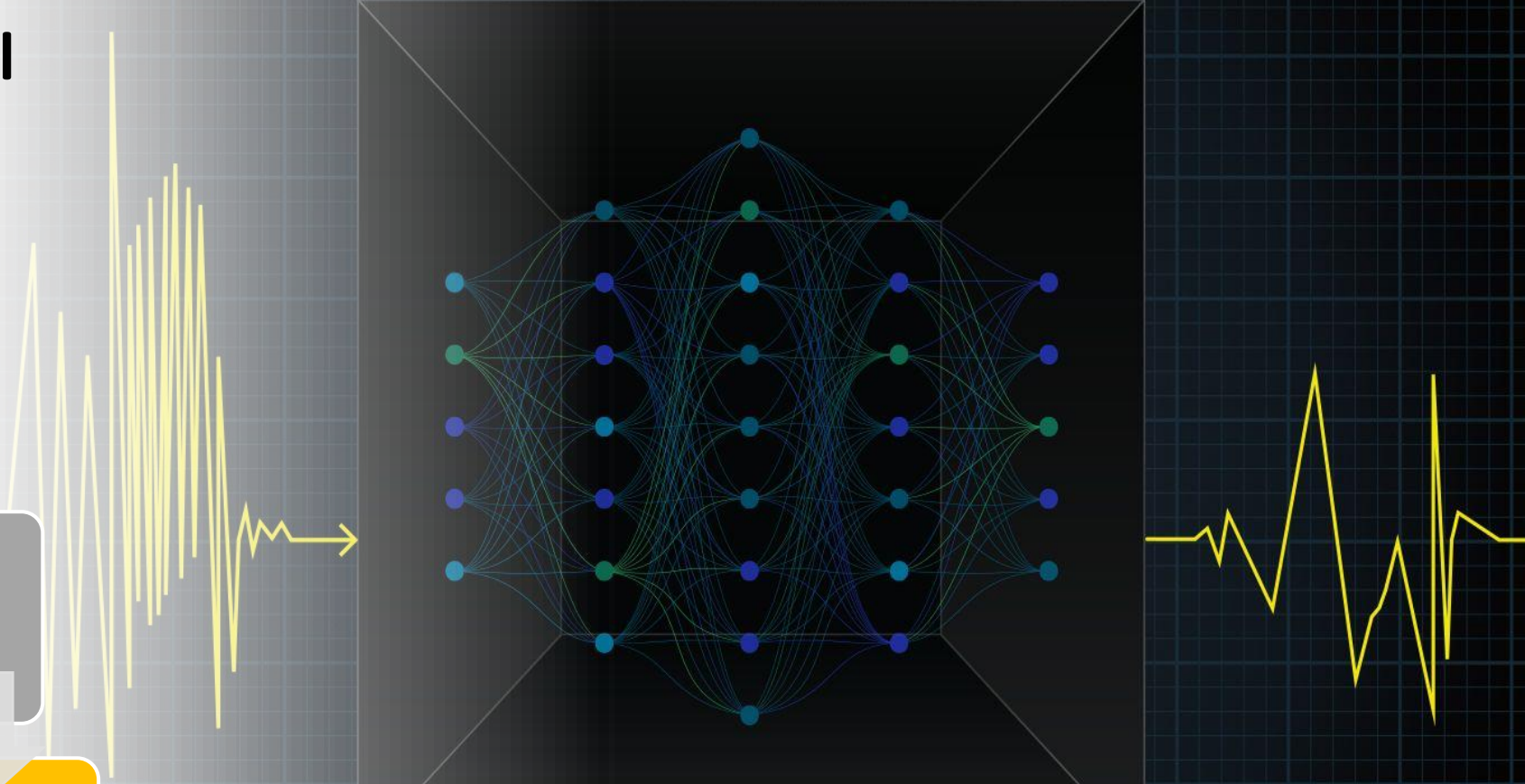
Deprem tarih boyunca önemli can ve mal kayıplarına neden olan büyük bir doğal afet olmuştur. Erken tespit, hızlı müdahale ve verimli kaynak tahsisi, depremlerin etkilerini hafifletmede kritik faktörlerdir. Teknolojideki son gelişmelerle birlikte, Yapay Zekanın (AI) kullanımı, depremle ilgili alanların geliştirilmesinde büyük potansiyel göstermiştir. AI, deprem algılama ve uyarı sistemlerini iyileştirmeye, depremlerin neden olduğu hasarı daha doğru bir şekilde değerlendirmeye ve arama kurtarma operasyonlarına yardımcı olabilir. Bu sunumda yapay zekanın depremle ilgili alanlarda nasıl kullanılabileceğini; hayat kurtarmaya ve yapı hasarını azaltmaya nasıl yardımcı olabileceğini ele alacağız. Ayrıca şu anda kullanımda olan AI tabanlı sistemlerin bazı gerçek dünya örnekleri ile birlikte gelişim potansiyelini de tartışacağız.


Sunum Başlıkları

Erken Uyarı
Sistemleri

Arama-Kurtarma
Faaliyetleri

Hasar Tespiti ve
Kaynak Yönetimi

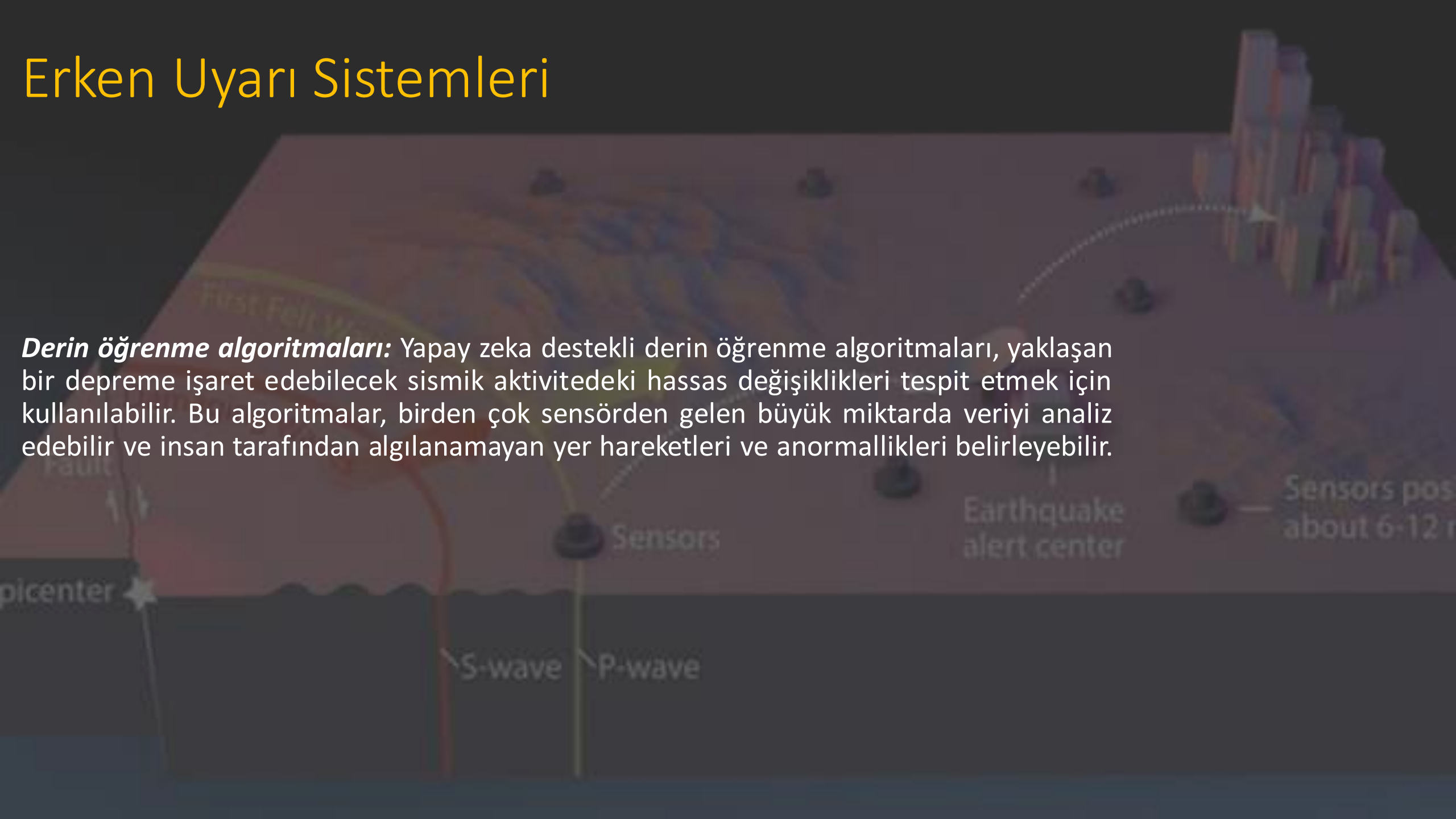


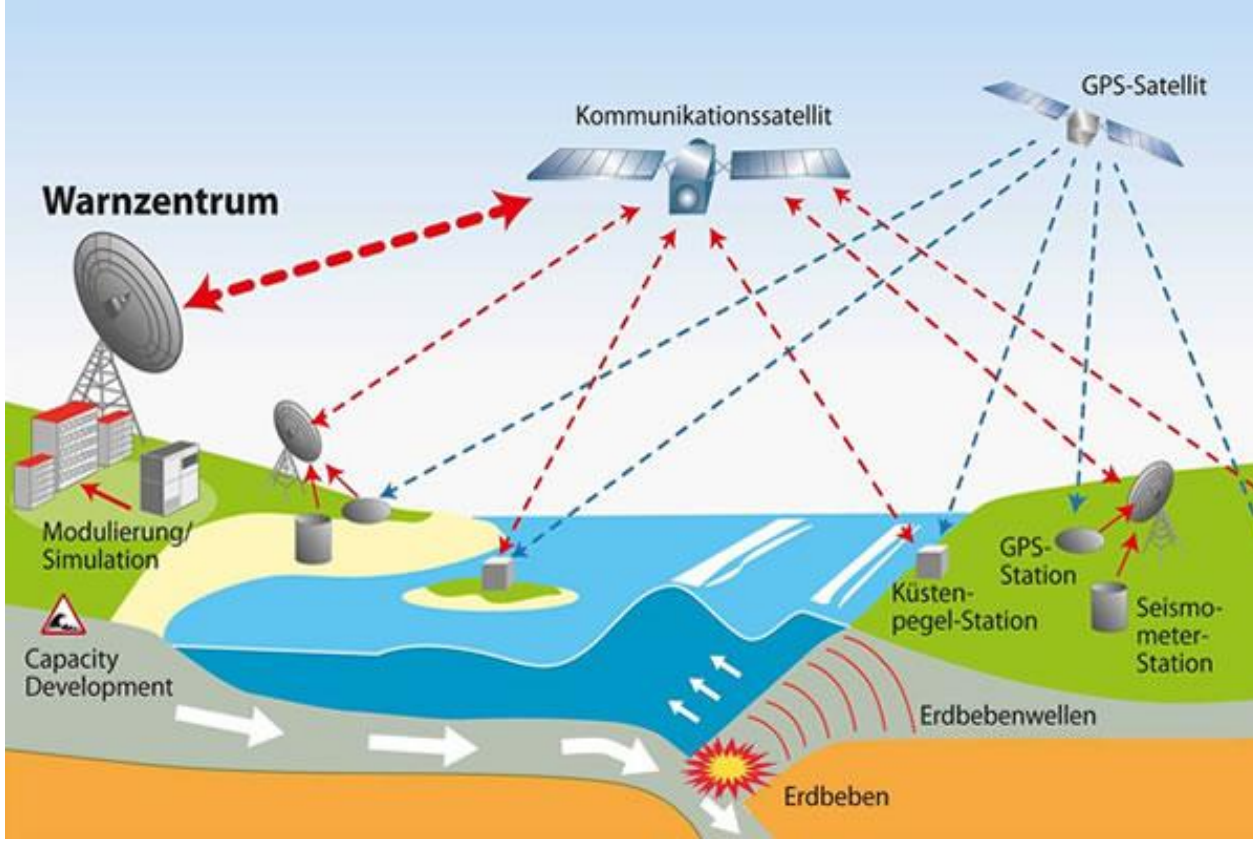


Erken Uyarı Sistemleri

Erken Uyarı Sistemleri

Derin öğrenme algoritmaları: Yapay zeka destekli derin öğrenme algoritmaları, yaklaşan bir depreme işaret edebilecek sismik aktivitedeki hassas değişiklikleri tespit etmek için kullanılabilir. Bu algoritmalar, birden çok sensörden gelen büyük miktarda veriyi analiz edebilir ve insan tarafından algılanamayan yer hareketleri ve anormallikleri belirleyebilir.





- **Makine öğrenimi modelleri:** Makine öğrenimi modelleri, uydu görüntüleri, sosyal medya ve nesnelerin interneti (IoT) sensörleri gibi çeşitli veri kaynaklarını analiz ederek deprem habercilerini tespit etmek için eğitilebilir. Bu modeller, bölgenin coğrafi deprem profilini belirlemek ve bu bölgede meydana gelen bir deprem olasılığı hakkında tahminler yapmak için geçmiş verilerden öğrenebilir.
- **Gerçek zamanlı veri işleme:** Yapay zeka destekli sistemler, sismik anormallikleri hızlı bir şekilde tespit etmek ve erken uyarı uyarıları vermek için büyük miktarda veriyi gerçek zamanlı olarak işleyebilir. Yapay zeka algoritmaları, beklenen sismik aktivite modellerinden küçük sapmaları bile tespit ederek, yetkilileri ve halkı, bir deprem meydana gelmeden önce olası bir deprem konusunda uyarabilir.

Erken Uyarı Sistemleri



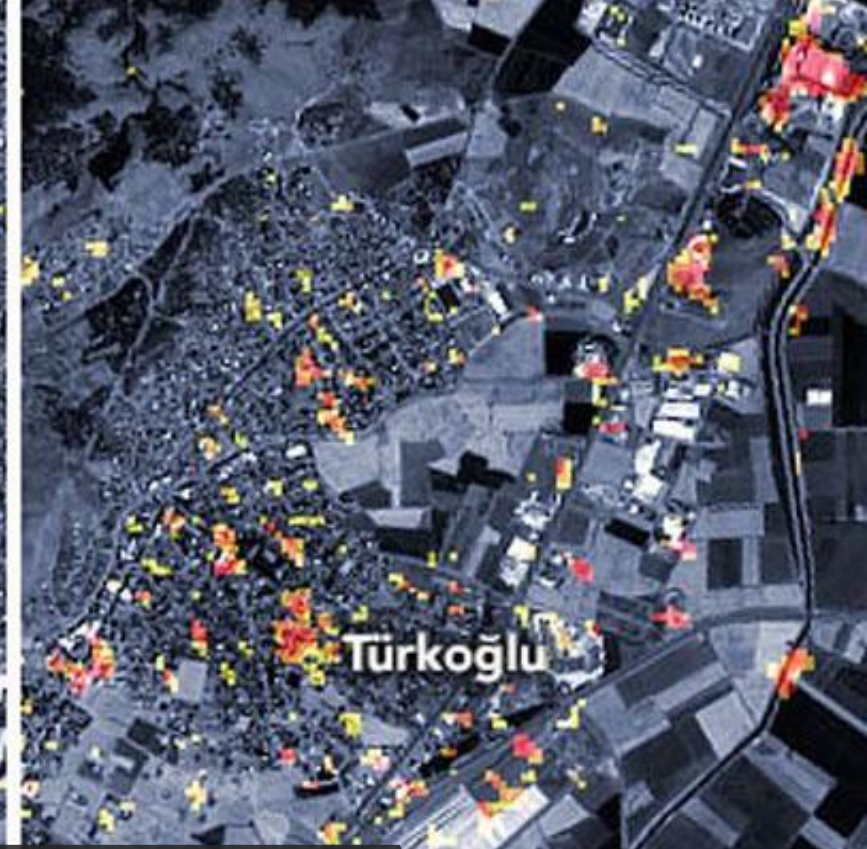
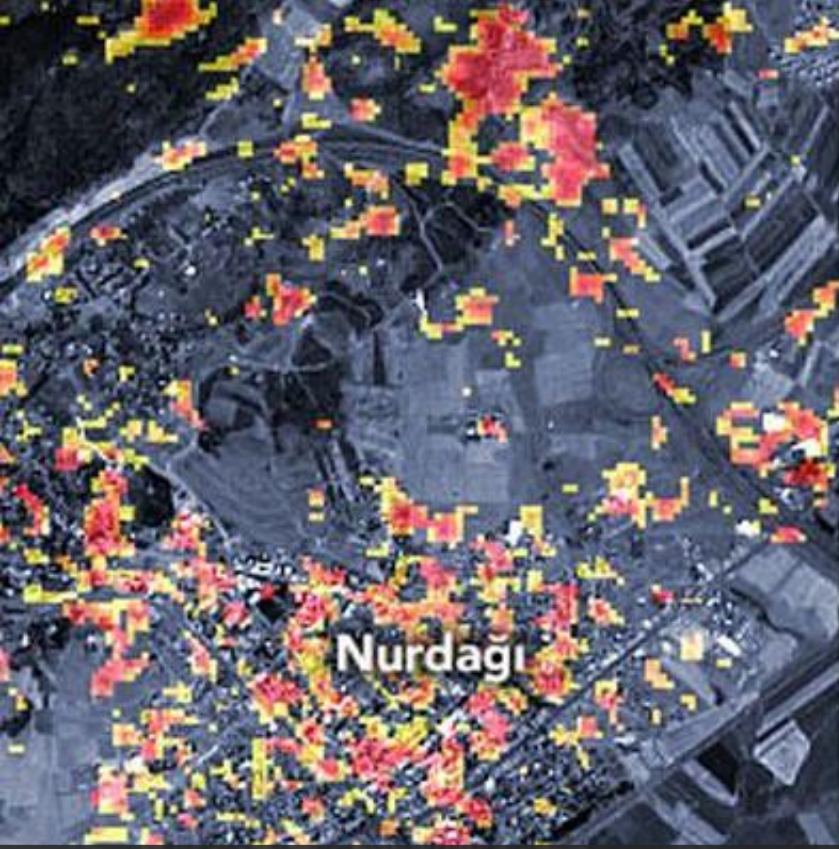
Erken Uyarı Sistemleri

- **Yapay sinir ağıları:** Yapay sinir ağıları, sismik verileri analiz etmek ve bir depremin başlangıcını gösterebilecek modelleri belirlemek için kullanılabilir. Bu ağılar, geçmiş veriler üzerinde eğitilebilir ve depremlerle ilişkili belirli sismik imzaları belirlemek için kullanılabilir.
- **Sensör birleştirme:** Yapay zeka deprem algılama doğruluğunu iyileştirmek için birden fazla sensörden gelen verileri birleştirmek için kullanılabilir. Örneğin, sismometreler, GPS sensörleri ve ivmeölçer verilerinin bir kombinasyonu, bir alandaki sismik aktivitenin daha eksiksiz bir resmini sunabilir ve yapay zeka algoritmalarının bir depremin başlangıcını daha iyi tespit etmesine olanak tanır.



Erken Uyarı Sistemi Örnekleri

- **Google'ın Deprem Algılama Sistemi:** 2020'de Google, sismik aktiviteyi algılamak için akıllı telefonlardan gelen verileri analiz etmek üzere AI algoritmalarını kullanan bir deprem algılama sistemi başlattı.
- **Tokyo Deprem Erken Uyarı Sistemi:** Tokyo yönetimi, depremleri tespit etmek ve uyarılar vermek için 4.000'den fazla sismik sensörden ve GPS cihazından gelen gerçek zamanlı verileri kullanan yapay zeka tabanlı bir deprem erken uyarı sistemi geliştirdi. Sistem, sismik dalgalar gelmeden 10 saniye öncesine kadar uyarı verebiliyor ve insanlara koruyucu önlemler almaları için zaman tanıyor.
- **Berkeley Sismolojik Laboratuvarı'nın MyShake Uygulaması:** Berkeley Sismolojik Laboratuvarı tarafından geliştirilen MyShake uygulaması, sismik aktiviteyi algılamak için akıllı telefon sensörlerinden gelen verileri analiz etmek üzere AI algoritmalarını kullanır. Uygulama, kullanıcılara gerçek zamanlı deprem uyarıları sağlayabilir ve ayrıca deprem algılama ve tahminini iyileştirmek için kullanıcıların telefonlarından veri toplayabilir.
- **US Geological Survey'in Deprem Erken Uyarı Sistemi:** US Geological Survey (USGS), sismik aktiviteyi tespit etmek ve uyarılar vermek için AI algoritmalarını kullanan bir deprem erken uyarı sistemi geliştirdi. Sistem, depremleri hızlı bir şekilde tespit etmek ve etkilenen bölgelerdeki insanlara uyarılar vermek için sismik sensörlerden ve diğer kaynaklardan gelen verileri kullanır.
- **California Valiliği Acil Servisler Ofisi ShakeAlert Sistemi:** California Valiliği Acil Servisler Ofisi tarafından geliştirilen ShakeAlert sistemi, sismik verileri analiz etmek ve depremler için erken uyarılar vermek için AI algoritmalarını kullanır. Sistem, depremleri hızlı bir şekilde tespit etmek ve etkilenen bölgelerdeki insanlara uyarılar vermek için Kaliforniya'daki 1.000'den fazla sismik sensörden veri toplayarak bu verileri kullanır.



Arama Kurtarma Faaliyetleri

Arama Kurtarma Faaliyetleri

- **Drone Arama Kurtarma:** Termal kameralar ve yapay zeka tabanlı görüntü tanıma sistemleri ile donatılmış drone'lar, çöken binaların enkazında hayatta kalanları aramak için kullanılabilir. AI sistemi, vücut ısısı imzalarını algılayabilir ve hayatta kalanların bulunduğu yere kurtarma ekiplerini uyarabilir. 2018 yılında, Japonya'daki Hokkaido depreminin ardından kayıp bir kişinin yerini bulmak için bu teknolojiyle donatılmış bir drone kullanıldı.
- **İnsan Tespiti:** 2020'de Hindistan Bombay Teknoloji Enstitüsü'ndeki araştırmacılar, akustik sinyaller kullanarak moloza hapsedilmiş insanları tanımlayabilen ve yerini tespit edebilen DeepSAR adlı yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, kurtarma çabalarına öncelik verilmesine yardımcı olan insan ve insan olmayan sesleri ayırt etmek için afet bölgesinden gelen akustik sinyalleri analiz etmek için makine öğrenimi algoritmalarını kullanır.
- **Sensör Ağları:** 2019'da California Üniversitesi, Berkeley'deki araştırmacılar, bir depremin binalar ve diğer altyapılar üzerindeki etkisini tahmin edebilen ShakeAlert adlı yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, yer hareketini algılamak ve hasar potansiyelini hızla değerlendirmek için bir sensör ağı kullanır. Bu bilgi, hayatta kalanların bulunması muhtemel alanları belirleyerek arama ve kurtarma operasyonlarına rehberlik etmek için kullanılabilir.

Arama Kurtarma Faaliyetleri

- **Otonom Robotlar:** Yapay zeka tabanlı navigasyon ve haritalama sistemleriyle donatılmış otonom robotlar, insanların erişmesi zor veya tehlikeli olan alanlarda hayatta kalanları aramak için kullanılabilir. 2019'da MIT'deki bir araştırma ekibi, bir depremin ardından hayatta kalanları aramak için engebeli arazide gezinebilen ve engellerin üzerinden atlayabilen Mini Cheetah adlı bir robot geliştirdi.
- **Sosyal Medya Analizi:** Yapay zeka, kurtarılmaya ihtiyaç duyabilecek kişileri belirlemek için sosyal medya verilerini analiz etmek için kullanılabilir. 2015 yılında San Diego'daki California Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, insanların kurtarılmaya ihtiyaç duyma olasılığının en yüksek olduğu alanları belirlemek için sosyal medya verilerini analiz eden Project Epic adlı yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, Nepal depreminin ardından arama ve kurtarma çalışmalarına rehberlik etmek için kullanıldı.

Arama Kurtarma Faaliyeti Uygulama Örnekleri



- 2018'de Los Angeles İtfaiyesi, California, Ridgecrest yakınlarında meydana gelen 7,1 büyüklüğündeki depremin ardından hayatta kalanları aramak için yapay zeka tabanlı bilgisayar görüş sistemleriyle donatılmış insansız hava araçları kullandı.
- 2020'de Los Angeles, California Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, bir depremde sonra enkaz altında kalan insanların seslerini algılamak için mikrofonları kullanan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, sesleri analiz eder ve kurtarma görevlilerini olası hayatta kalanların bulunduğu yer konusunda uyarır.
- 2019'da Berkeley'deki California Üniversitesi'ndeki bir araştırma ekibi, molozların arasında gezinebilen ve hayatta kalanların yerini tespit edebilen yapay zeka destekli bir robot geliştirdi. Robot, hayatta kalanları tespit etmek ve tanımlamak için yapay zeka tabanlı bilgisayar görüşünü kullanır.
- 2017'de Irvine'deki California Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, bir depremde sonra hayatta kalanların yerini belirlemek için sosyal medyadan gelen verileri kullanan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, kurtarma ekiplerini hayatta kalanların bulunduğu yere yönlendirmek için kullanılabilir.
- 2018'de San Diego'daki California Üniversitesi'ndeki bir araştırmacı ekibi, hayatta kalanların yerini belirlemek için giyilebilir sensörlerden gelen verileri kullanan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, kurtarma ekiplerini hayatta kalanların bulunduğu yere yönlendirmek için kullanılabilir.



Hasar Tespiti ve Kaynak Yönetimi





after)



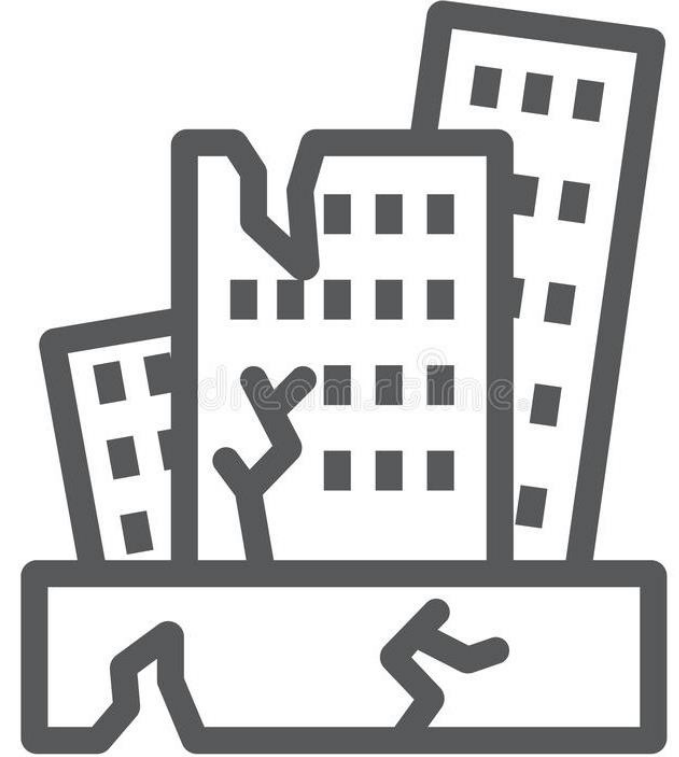
before)

Hasar Tespiti ve Kaynak Yönetimi

- **ARIA:** NASA'nın Gelişmiş Hızlı Görüntüleme ve Analiz (ARIA) ekibi, deprem hasarını değerlendirmek ve yardım çalışmalarına öncelik vermek için uydu görüntülerini ve yapay zeka algoritmalarını kullanan yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdi. Sistem, kaynaklara en fazla ihtiyaç duyan alanları hızlı bir şekilde belirleyebilir ve yardım çabalarına rehberlik edebilir.
- **Görüntü Tanıma:** Yapay zeka algoritmaları, çöken binalar veya hasarlı yollar gibi farklı hasar türlerini tanımak ve sınıflandırmak için eğitilebilir. Böylece acil müdahale ekiplerinin hasarın boyutunu daha hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirmesine yardımcı olabilir.
- **Kaynak Tahsisi:** AI algoritmaları, bir depremden sonra kaynak tahsisini optimize etmek için de kullanılabilir. Örneğin, makine öğrenimi modelleri, tıbbi malzeme veya acil durum sığınakları gibi kaynakların en iyi dağıtımını belirlemeye yardımcı olmak için nüfus yoğunluğu, altyapı ve diğer faktörler hakkındaki verileri analiz edebilir.

Hasar Tespiti ve Kaynak Yönetimi

- **Bina Hasarı Değerlendirmesi:** Yapay zeka algoritmaları, bir depremden sonra bina hasarını değerlendirmek için sensörlerden ve görüntüleme teknolojilerinden gelen verileri analiz etmek için kullanılabilir. Örneğin, sensörler ve kameralarla donatılmış dronlar, hasarlı binaların görüntülerini yakalayabilir ve bu görüntüler, hasarın ciddiyetini belirlemek için makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak analiz edilebilir.
- **Veri Füzyonu:** Yapay zeka algoritmaları, bir depremin neden olduğu hasarın daha eksiksiz bir resmini sağlamak için birden fazla kaynaktan gelen verileri entegre edebilir. Örneğin, sosyal medyadan, haberlerden ve uydu görüntülerinden elde edilen veriler, durumun daha doğru ve güncel bir değerlendirmesini oluşturmak için birleştirilebilir.





Hasar Tespiti ve Kaynak Yönetimi Uygulama Örnekleri

- 2023 Türkiye depremi sonrasında arama kurtarma ekipleri tarafından hasar tespiti için kullanılan xView2'nin geliştirilmesi Microsoft, Berkeley ve California Üniversitesi gibi kurum ve kuruluşların desteği ile yapılarak Yapay Zeka ile afet bölgelerindeki bina ve alt yapı hasarları belirlemenin yanı sıra hasarın ciddiyetini hızlı bir şekilde tespit etmek için de uydu görüntülerini makine öğrenimi ile birleştiren sisteminden yararlanıldı.
- 2015 yılında ARIA ekibi, Nepal'deki 7,8 büyüklüğündeki depremin neden olduğu hasarı değerlendirmek için yapay zeka tabanlı sistemlerini kullandı. Sistem, etkilenen bölgenin yüksek çözünürlüklü haritalarını oluşturmak için birden çok uydudan gelen verileri kullandı ve bu haritalar daha sonra kaynaklara en çok ihtiyaç duyan alanları belirlemek ve yardım çabalarına rehberlik etmek için kullanıldı.
- İtalya'daki 2016 depreminden sonra, bir araştırma ekibi, hava görüntülerinden çöken binalar veya hasarlı yollar gibi farklı hasar türlerini otomatik olarak algılayıp sınıflandırabilen bir yapay zeka algoritması geliştirdi. Algoritma, açıklamalı görüntülerden oluşan geniş bir veri kümesi kullanılarak eğitildi ve %90'ın üzerinde bir doğruluk oranı elde etti.

Hasar Tespiti ve Kaynak Yönetimi

Uygulama Örnekleri

- Mexico City'deki 2017 depreminden sonra, bir araştırmacı ekibi, hasarlı binaların görüntülerini yakalamak için sensörler ve kameralarla donatılmış dronları kullandı. Ardından görüntüler, hasarın ciddiyetini belirlemek için makine öğrenimi algoritmaları kullanılarak analiz edildi ve bu, acil müdahale ekiplerinin çabalarına öncelik vermesine yardımcı oldu.
- 2018'de California Üniversitesi, Los Angeles'taki araştırmacılar, sosyal medya, haber raporları ve sismik sensörler gibi birden fazla kaynaktan gelen verileri kullanarak depremlerin yerini ve büyüklüğünü tahmin edebilen DeepEarthquake adlı yapay zeka tabanlı bir sistem geliştirdiler. . Sistem, acil müdahale ekiplerinin depremlere daha etkin bir şekilde hazırlanmasına yardımcı olabilecek %96'ya varan bir doğruluk oranına ulaştı.



Sonuç ve Öneriler

- Türkiye coğrafi konumu nedeniyle depremlere oldukça yatkın bir ülkedir. Yıllar içinde Türkiye'yi vuran, can kaybına ve yaygın hasara yol açan birçok yıkıcı deprem meydana geldi. Deprem önlenemez bir doğa olayıdır. Ancak teknolojinin sağladığı imkan ve olanaklarla yıkıcı etkisi önlenebilir veya minimize edilebilir. Sunumda da aktarıldığı üzere yapay zeka tabanlı deprem algılama sistemleri, bir deprem hakkında doğru ve zamanında bilgi sağlayarak insanların kendilerini ve mallarını korumak için uygun önlemleri almalarına olanak tanır. Arama ve kurtarma operasyonlarında ise yapay zeka, deprem enkazında hayatta kalanların bulunmasına yardımcı olarak potansiyel olarak hayat kurtarabilir. Yapay zeka ayrıca depremlerin neden olduğu hasarın daha hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine yardımcı olarak yetkililerin kaynakları verimli bir şekilde tahsis etmesine olanak tanır.
- Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülke ve çeşitli kuruluşlar, depremlere hazırlanmak ve müdahale etmek için önemli adımlar attı. Yapay Zekanın (AI) erken tespit ve uyarı sistemleri, hasar tespiti ve kaynak tahsisi ile arama ve kurtarma operasyonları dahil olmak üzere depremle ilgili alanlarda kullanımı umut verici sonuçlar verdi. Ancak yapay zekanın depremle ilgili alanlarda kullanımını iyileştirmek için yapılacak çok iş var. Daha gelişmiş yapay zeka algoritmalarının geliştirilmesi ve mevcut sistemlerle entegrasyonu, deprem tahmini, hasar değerlendirmesi ve kaynak tahsisinin hızını ve doğruluğunu artırabilir.
- Hükümet ve özel kuruluşların depreme hazırlık ve müdahale için yapay zeka tabanlı sistemlerin araştırma ve geliştirmesine yatırım yapması önemlidir. Ayrıca, depremlerin insan can ve malları üzerindeki etkilerini azaltmak için deprem güvenlik önlemleri konusunda kamuoyu bilinçlendirme ve eğitime öncelik verilmelidir. Yapay zekanın gücünden yararlanarak ve birlikte çalışarak, deprem durumunda hasarı azaltabilir ve daha fazla hayat kurtarabiliriz.

Sonuç ve Öneriler

- AI destekli robotik sistemler: Yapısal hasar değerlendirmesi ve arama kurtarma operasyonları gibi görevleri yerine getirmek için deprem sonrası ortamlarda çalışabilen robotik sistemler geliştirin. Bu robotlar, enkazda gezinmek ve potansiyel tehlikeleri belirlemek için yapay zeka tabanlı sensörler ve algoritmalarla donatılabilir.
- Akıllı kaynak tahsisi: Deprem sonrası müdahale çalışmaları için kaynak tahsisini optimize etmek üzere yapay zeka tabanlı sistemler geliştirilebilir. Bu sistemler, kurtarma ekiplerinin ve ekipmanın tahsisi için öneriler sağlamak üzere konum, hasarın ciddiyeti ve kaynakların mevcudiyeti gibi faktörleri dikkate alabilir.
- Akıllı altyapı: Binalardaki ve diğer altyapılardaki yapısal değişiklikleri izlemek ve analiz etmek için yapay zeka tabanlı sensörlerle donatılmış akıllı altyapı sistemleri geliştirilebilir. Bu, erken müdahale ve hafifletme çabalarına izin vererek, depremlerin neden olduğu potansiyel zayıflıkları ve yapısal hasarları belirlemeye yardımcı olabilir.
- Yapay zeka tabanlı deprem tahmin modelleri: Belirli bir yerde bir deprem meydana gelme olasılığını tahmin edebilen yapay zeka tabanlı tahmin modelleri geliştirilebilir. Bu modeller, doğru tahminler sağlamak ve afet hazırlık planlamasına yardımcı olmak için uydu görüntüleri ve jeolojik veriler gibi çeşitli kaynaklardan gelen verileri kullanabilir.
- Yapay zeka tabanlı iletişim sistemleri oluşturma: Yapay zeka tabanlı iletişim sistemleri, bir depremin ardından ilk müdahale ekipleri, etkilenen topluluklar ve diğer paydaşlar arasındaki iletişimi kolaylaştırmaya yardımcı olabilir. Bu sistemler, kurtarma operasyonları, tahliye yolları ve hayat kurtarmaya yardımcı olabilecek diğer kritik bilgiler hakkında gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir.

Referanslar

BÜ-KRDAE, 2022. Bölgesel Tsunami İzleme ve Erken Uyarı Merkezi Bilgilendirme Raporu, Boğaziçi Üniversitesi - Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tsunami/tsunami-bilgi-notu/> 3) Caruso, A., Colombelli, S., Elia, L., Picozzi, M. & Zollo, A., 2017. An on-site alert level early warning system for Italy, J. Geophys. Res. Solid Earth, 122, 2106–2118.

Chiang, Y.-J.; Chin, T.-L. & Chen, D.-Y., 2022. Neuralnetwork based strong motion prediction for on-site Earthquake Early Warning, Sensors 2022, 22, 704. <https://doi.org/10.3390/s22030704>

Colombelli, S. & Zollo, A., 2015. Fast determination of earthquake magnitude and fault extent from real-time P-wave recordings, Geophys. J. Int., 202, 1158–1163 doi: 10.1093/gji/ggv217

Erdik, M., Fahjan, Y., Ozel, O., Alcik, A., Mert, A. & Gul, M., 2003. Istanbul earthquake rapid response and the early warning system, Bull. Earthquake Eng., 1, 157–163.

Espinosa-Aranda, J., A. Jimenez, G. Ibarrola, F. Alcantar, A. Aguilar, M. Inostroza, and S. Maldonado, S., 1995. Mexico City seismic alert system, Seismol. Res. Lett., 66, 42–53.

Fauvel, K., Balouek-Thomert, D., Melgar, D., Silva, P., Simonet, A., Antoniu, G., Costan, A., Masson, V., Parashar, M., Rodero, I. & Termier, A., 2019. A distributed multisensor machine learning approach to Earthquake Early Warning, The Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-20), 403-411.

http://www.koeri.boun.edu.tr/Arastirma/Erken%20Uyaril%20ve%20Acil%20Mudahale%20Sistemi_3_66. depmuh

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/yapayzeka-ve-yapay-ogrenme>

Referanslar

<https://scienceexchange.caltech.edu/topics/earthquakes/earthquake-early-warning-systems>

https://www.iris.edu/hq/inclass/animation/shakealert_earthquake_early_warning_system_for_the_west_coast

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/340-seismic-waves>

Minson, S.E., Meier, M-A., Baltay, A. S., Hanks, T. C. & Cochran, E. S., 2018. The limits of earthquake early warning: Timeliness of ground motion estimates, *Sci. Adv.*, 4:eaaq0504, 1-10.

Mousavi, S.M., Zhu, W., Sheng, Y., & Beroza, G. C., 2019. CRED: A deep residual network of convolutional and recurrent units for earthquake signal detection, *Sci Rep* 9, 10267. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45748-1>

Nakamura, H., Horiuchi, S., Wu, C., Yamamoto, S. & Rydelek, P. A., 2009. Evaluation of the real-time earthquake information system in Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L00B01, 1-4.

Perol, T., Gharbi, M., & Denolle, M., 2018. Convolutional neural network for earthquake detection and location. *Science Advances*, 4(2), e1700578. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700578>

Say, C., 2018. 50 Soruda Yapay Zekâ, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, İstanbul, 81-83.

Zhu, W. & Beroza, G. C., 2018. PhaseNet: a deep-neural-network-based seismic arrival-time picking method. *Geophysical Journal International*, 216, 261–273. 26) Ziv, A., 2014. New frequency-based real-time magnitude proxy for earthquake early warning. *Geophysical Research Letters*, 41(20), 7035–7040. <https://doi.org/10.1002/2014GL061564>