

Kuvvetli Yer Hareketi İstasyonu Kayıtları Kullanarak Derin Öğrenme ve Makine Öğrenme Tabanlı Dinamik Zemin ve Deprem Parametresi Kestirimi

Dr. Öğr. Üyesi Salih TİLEYLİOĞLU

Kadir Has Üniversitesi

Deprem tehlikelerinin azaltılması ve yapıların depremlere karşı dayanıklı bir şekilde tasarlanması deprem mühendisliğinin ana hedefleri arasındadır. Kuvvetli yer hareketi istasyonlarından alınan kayıtlar yer hareketinin karakterizasyonunda ve dolayısıyla da yapıların tasarımında doğrudan kullanılmaktadır [Boore & Bommer, 2005]. Kayıtlar, sözü edilen hedefe yönelik olarak sahalarda gelecekte gerçekleşecek depremlerden ötürü oluşabilecek yer hareketinin tahmininde de sıklıkla kullanılmaktadır. Kuvvetli yer hareketi parametrelerinin tahmin edilmesi ile gerçekleştirilen bu işleme sismik tehlike analizi adı verilir. Sismik tehlike analizi, yer hareketi tahmin denklemleri (azalım ilişkileri) kullanılarak gerçekleştirilir. Denklemler, yer hareketi parametreleri (örneğin pik yer ivmesi) ile depremin büyüklüğü, uzaklık ve saha şartlarını karakterize eden parametreler arasındaki ilişkiyi verirler. Bu denklemler, kuvvetli yer hareketi istasyonlarında kaydedilmiş hareketlerin veri tabanlarından regresyon analizleri yoluyla geliştirilir (Kramer, 1996). Denklemler pek çok parametreyi dikkate alarak geliştirilmektedir. Bu parametrelerden bir tanesi de istasyon sahalarının yerel saha özellikleridir.

Fayın yırtılması ile birlikte oluşan ve yayılan deprem dalgaları, yüzeye yaklaştıkça zeminin dinamik özelliklerine bağlı olarak değişime uğrarlar. Zemin, deprem dalgalarını büyütebilir veya küçültebilir ve aynı zamanda dalgaların frekans içeriğinin değişmesine yol açar. Yerel zeminin dinamik özellikleri bu bakımdan oldukça önem taşımaktadır. Zeminin dinamik özelliklerini değerlendirmek için genellikle kayma dalgası hızının (V_s) zeminin üst 30 m'sindeki ortalaması olan V_{s30} kullanılmaktadır. Bu değeri elde etmenin en güvenilir yolu jeofiziksel yöntemlerle sahalarda ölçümlerle bulunmasıdır [Kramer, 1996]. Yukarıda sözü edilen yer hareketi denklemlerinin geliştirilmesinde kuvvetli yer hareketi istasyon sahalarındaki V_{s30} değeri önemli bir rol oynamaktadır. Buna karşılık, pek çok deprem istasyonu sahasında V_{s30} ölçümü bulunmamaktadır. Söz konusu deprem istasyon sahalarının, yer hareketi tahmin denklemleri geliştirilmesinde kullanılabilmesi için farklı V_{s30} tahmin yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak, geliştirilen bu alternatif yöntemler ile sahaların V_{s30} değeri arzu edilen hassaslıkta hesaplanamamıştır veya kısıtlı bölgeler için tatminkâr sonuçlar vermiştir.

Bu projenin ana amacı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığına (AFAD) ait 799 adet ve Kandilli Rasathanesine ve Deprem Araştırma Enstitüsüne (KRDAE) ait 87 adet kuvvetli yer hareketi istasyonunda öncelikle kaydedilmiş deprem kayıtlarını ve saha bilgilerini kullanarak Türkiye'deki bütün kuvvetli yer hareketi istasyonlarının bulundukları noktalardaki Vs30 değerinin yapay zekâ tabanlı tahmin modelleri geliştirerek tahminini yapmaktır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için projede geliştirilecek derin öğrenme yöntemi ile P ve S dalgalarının istasyona ulaşım anları tahmin edilecektir ve tek istasyonda kaydedilen deprem verileri kullanılarak deprem merkez üssü tespit edilecektir.

Bu projede, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan kuvvetli yer hareketi istasyonunun en az 60.000 deprem kaydı kullanılarak, evrimsel sinir ağları (CNN) ve tekrarlayan sinir ağları (RNN) içeren yapay-zekâ yöntemleri uygulanacaktır. Projenin temel metodolojisini oluşturan derin öğrenme tabanlı bu yöntemlere ek olarak geleneksel makine öğrenmesi yöntemleri de karşılaştırma amaçlı kullanılacaktır. Sahada ölçülmüş Vs30 değerleri ile yapay zekâ yöntemleri ile tahmin edilen Vs30 değerleri histogramlar vasıtasıyla karşılaştırılacaktır. Bununla birlikte, tahmin edilen değerlerden jeostatistiksel yöntemler kullanarak bir bölgesel harita hazırlanıp yalnızca topografik eğimlere bağlı olarak oluşturulmuş bölgesel bir Vs30 haritası ile karşılaştırılacaktır.

Geliştirilecek yapay zekâ tabanlı yöntem dünyanın farklı bölgelerinde bulunan istasyonlardaki Vs30 değeri tahmininde kullanılabilecektir. Bu projede önerildiği şekliyle yüksek ölçekli veri tabanları kullanarak, derin öğrenme yöntemlerini devreye alan ve yukarıda belirtilen tahmin sistemlerini geliştirmeyi amaçlamış bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Araştırma sonuçları 3 farklı yüksek indeksli bilimsel dergide yayına dönüştürülebilecektir. 30 ay sürecek olan proje, proje yürütücüsü Dr. Tileylioğlu, araştırmacı Dr. Akagündüz, bir doktora sonrası araştırmacı, bir doktora öğrencisi bir yüksek lisans öğrencisi ve bir lisans öğrencisi bursiyeri tarafından gerçekleştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme; Yapay Zekâ; Kayma Dalga Hızı; Kuvvetli Yer Hareketi; Geoteknik Deprem Mühendisliği