

Sıvılaşabilen Zeminlerin Deprem Etkisi Altında Dinamik Davranışlarını Modelleyen Yeni Nesil Akıllı Bir Bünye Modeli Geliştirilmesi

Doç. Dr. Mehmet Barış Can ÜLKER

İstanbul Teknik Üniversitesi

Deprem ülkemizin bir gerçeğidir. Türkiye’de dünyaca bilinen Kuzey Anadolu fay hattı başta olmak üzere 500’ün üzerinde aktif fay hattı bulunmakta, bu faylar sıklıkla yıkıcı depremler meydana getirerek büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizde yaklaşık son 120 yılda 240 adet yıkıcı deprem meydana gelmiş, toplamda resmi kayıtlara göre 86453 insanımız hayatını kaybetmiştir. Bu depremlerde binaların yıkılma sebepleri, üst yapıların yetersiz olmasıyla birlikte birçok yapının zayıf alüvyon tabakaların üzerine yapılmış olmalarından ötürü aynı zamanda zemin koşullarıdır. Zeminden kaynaklanan göçmelerin başında da zemin sıvılaşması gelmektedir. Geçmişte yaşanan büyük depremler sırasında birçok yerde önemli oranda zemin sıvılaşması gerçekleşmiştir. Özellikle yakın tarihimizin en yıkıcı depremlerinden olan 1999 İzmit depreminde, Adapazarı, Gölcük kıyıları ve Sapanca’da meydana gelen sıvılaşmalar sonucu binalarda dönme, ötelenme, oturma ve taşıyıcı sistemde kalıcı hasarlar oluşmuş, yapılar kullanılamaz hale gelmiştir. Bu bölgelerde gevşek kumlu ve düşük plastisiteli siltli zeminler yaygın olarak sıvılaşmıştır. Zemin sıvılaşmasını açıklayabilmek için yapılan çalışmalara, 1964 yılında gerçekleşen Niigata-Japonya; Alaska-ABD depremleri öncülük eder. Özellikle Niigata depremi, Geoteknik Deprem Mühendisliği’nde yeni bir dönem başlatarak, araştırmacılar ve mühendisler arasında farkındalık oluşmasına neden olmuştur. O tarihten bu yana geçen yarım yüzyılda gerek deneysel ve teorik gerekse sayısal onlarca çalışma yapılmış, meydana gelen her yeni yıkıcı deprem sonrası tüm bu çalışmaların doğruluğu ve uygulanabilirliği test edilmiştir. Bu yüzden özellikle suya doygun gevşek granüler zeminlerin tekrarlı yükler altındaki davranışlarını modellemek amacıyla sayısız teorik bünye modeli geliştirilmiş, devam eden süreçte bu modellerin tabiri caizse ardı arkası kesilmemiştir. Zira her yeni geliştirilen model ya gözlenen davranışı teorik anlamda tam olarak açıklayamamış ya da ihtiyaç duyduğu parametrelerin sayısı ve belirlenmesindeki zorluklar nedeniyle gittikçe karmaşılaşmıştır. Uygulamada ise zemin dinamik bünye modelleri, bu zor ve karmaşık teorik altyapıları nedeniyle, hızlı, basit ancak belli doğrulukta çözümlere ihtiyaç duyan mühendisler tarafından pek sık tercih edilen yöntemler değildir. Bu durum da ilgili mühendislik problemlerinin sayısal

özümünde ya hatalı yaklaşımlara yönelmeye ya da gereksiz basitleştirmelere gidilmesine neden olmaktadır. Basitleştirilmiş yöntemlerle elde edilen çözümle de ya mühendisleri aşırı konservatif güvenlik sayıları kullanmaya zorlamakta ya da doğruluktan ödün verdikleri için risk oranını artırarak maddi hasara neden olabilmektedir. Bu açıdan ‘modelden-sayısal çözüme geçiş’ aşamasında elde edilecek sonlu elemanlar analizi sonuçlarının doğruluğu büyük oranda zemin için kullanılan bünye modelinin doğruluğuyla sınırlı kalmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yenilikçi, gelişen teknolojiyi kullanan, probleme multidisipliner ve farklı bir bakış açısı sağlayarak, öteden beri kullanılagelmiş ancak doğruluk/kolaylık dengesinde yetersiz kalmış yöntemlerin yerine yeni bir yaklaşım geliştirme ihtiyacı olduğu görülmektedir. Biz bu proje önerisinde, Yapay Zekâ ile Zemin Dinamiği disiplinlerini birleştirerek, sıvılaşabilen suya doymun granüler zeminlerin deprem etkisi altındaki dinamik davranışlarının modellenmesi amacıyla ‘akıllı ve yeni nesil bir bünye modeli’ geliştirmeyi öneriyoruz. Projede yapay zekâ yöntemlerinden makine öğrenmesi yöntemi kullanılacak, bu sayede ‘deneyden-sayısal çözüme’ geçiş sürecinde ihtiyaç duyulan teorik bünye modeli aşamasına gerek kalmayacaktır. Burada temel amaç, deneysel verilerin doğruluğundan faydalanarak, gözlemden uygulamaya geçiş sırasında bilimsel doğruluğun kaybolmasının önüne geçmektir. Çalışmada on yıllardır yapılan deneysel çalışmalar sayesinde ortaya çıkan önemli sayıdaki deneysel veri setlerinden yararlanılacaktır. Ardından bu veri setleri yardımıyla oluşturulacak veri tabanlarıyla makine öğrenmesi modelleri geliştirilecek ve ortaya çıkacak ‘akıllı bünye modeliyle’ sıvılaşma daha doğru ve çok daha efektif bir şekilde tahmin edilecektir. Bu projeyle, sıvılaşabilen zeminler için dinamik davranışı daha doğru ve verimli şekilde modelleyen son teknoloji ürünü bir model, gerek ulusal gerekse uluslararası alanda ilgili literatürde öncü olacaktır. Bunun yanında, daha da önemlisi, projenin başarıyla tamamlanması sayesinde sadece bilim ve mühendisliğe değil, ülkemiz özelinde beka sorunu yaratabilecek kadar önemli bir konuya yapacağı önemli katkıyla inşaat sektörüne ve dolaylı olarak ülkemiz ekonomisine de katkı sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Zemin Davranışı; Zemin Sıvılaşması; Makine Öğrenmesi; Derin Yapay Sinir Ağları; Doğrusal Olmayan Regresyon; Yapay Sinir Ağları