

# **Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Bölgedeki Enkazlardan Dayanım Testleri İçin Donatılı ve Donatısız Beton Numunelerinin Toplanması ve Hasarlı Binalardan Görüntü Kaydı Alınması**

**Doç. Dr. Yurdakul Aygörmez**

**Yıldız Teknik Üniversitesi**

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir. Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapılarında hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır. Neredeyse tamamı aktif deprem kuşakları/fayları içerisinde yer alan Ülkemizde, büyük depremler nedeniyle birçok insan hayatını kaybetmiş çok daha fazlası yaralanmış ve sakat kalmıştır. Depremi İnsanlar üzerinde bu kadar tahribat etkisi oluşturmasının ana nedeni ise deprem esnasında buldukları binalardır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı kurallarına dikkat edilmeden yapılan binalar olası büyük depremlerde yıkılmakta ya da beklenenden çok daha fazla hasar almaktadır. 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş Depremleri sonrası 20000'den fazla insan vefat etmiş 7000 bina tamamen tahrip olmuştur (10 Şubat 2023 saat 20:00 itibariyle). Her depremden ders alınması gerekmekte ve bu açıdan da tasarım mühendislerine ve araştırmacılara önemli görevler düşmektedir. Bu bakımdan enkaz haline gelmiş veya ağır hasar almış binalar ya da depremde hasar almamış binaların depremler sonrası incelenmesi ve bundan sonra yapılacak binaların depreme karşı yapısal davranışlarının iyileştirilmesi açısından önemlidir.

Bu proje çalışmasında, 6 Şubat 2023'te meydana gelen 7.4 ve 7.7 büyüklüğündeki Kahramanmaraş Depremlerinden etkilenen bölgelerdeki yapıların deprem sonrası hasar alıp almayacağını geliştirmiş makine öğrenmesi yöntemleri ile tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında yıkılmış, hasar almış ve hasar almamış yapıların çeşitli parametreleri incelenerek bir tahmin modeli geliştirilecek ve ileride karşılaşılabileceğimiz bir depremde hangi yapının ne derece hasar alıp almayacağı tahmin edilmeye çalışılacaktır. Sahadan ve daha sonra belediyelerden elde edilecek verilerle geliştirilmesi planlanan modelin doğruluğu ise, yapıların hasar tespiti ve çökme durumlarına göre elde edilecek verilerle kontrol edilerek belirlenecektir. Bu bağlamda, çeşitli makine öğrenmesi, özellik mühendisliği ve parametre optimizasyon yöntemleri ile modelin doğruluğu olabildiğince artırılmaya çalışılacaktır. Çalışmalar sonucunda en yüksek hassasiyette doğruluğu tespit edilen model, ülkemizin diğer deprem bölgelerindeki binalara uygulanarak benzer bir depremde hangi binanın yıkılıp yıkılmayacağını, hasar alıp almayacağını ve hangi şekilde hasar alacağını ortaya koymuş olacaktır.

Bu kapsamda, böyle bir modelin çalıştırılabilmesi için gerekli verilerin birçoğu (zemin durumu, bina yaşı, bina kat sayısı vb.) ileriki dönemlerde ilgili kurum ve kuruluşlardan elde edilebilir. Ayrıca, her bir hasarlı bina için en az bir adet hasar almayan binalarla ilgili gerekli numuneler de gelecekte alınabilir. Fakat modele dâhil edilecek ve özellikle de yıkılmış binaların enkazlarından gerekli beton numunelerin alınması, numunesi alınan binanın yerinin saptanması ve fotoğraflanması, ve bu binalarda yapımdan sonra herhangi bir işlemin yapıp yapılmadığının tespit edilmesi, ivedilikle gerçekleştirilmesi gereken bir iş kalemidir. İncelenecek bina sayısı numune elverişliliği, enkazın kaldırılıp kaldırılmadığı ve lojistik imkânlar gibi faktörlere bağlı olduğu için tam olarak hesaplanamamıştır. Fakat, en az hasarlı veya yıkılan bina numunesi kadar daha sonra hasarsız, az veya orta hasarlı yapıdan da numune alınarak model geliştirilecektir. Modelin doğruluğunun yeterince eğitilip eğitilemediğine bağlı olduğu düşünüldüğünde, alandaki çeşitli tipte, özellikte ve fay hattına çeşitli mesafede olan yapılardan olabildiğince fazla numune alınması önem arz etmektedir. Beton ve donatı özelliklerinin

belirlenmesi yanında, hasar alan veya almayan binaların taşıyıcı sistemleri yerinde incelenerek Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği özelinde binalarda bulunması muhtemel düzensizliklerin (burulma düzensizliği, yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliği, düşey elemanların süreksizliği, döşeme boşlukları, kısa kolon, zemin sıvılaşması, kolon-kiriş birleşim bölgesindeki eksiklikler, boyuna ve enine donatı düzenindeki eksiklikler, kaçak katlar, kalkan duvarlar, yetersiz eleman boyutları vb.) belirlenecek ve bu parametrelerin bir kısmı da geliştirilecek tahmin modelinin doğrulanmasında kullanılacaktır.

Literatürde planladığımız çalışmaya benzer birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Chi vd. (2020) okul binalarının sismik hassaslığını 8951 veri seti ile incelemiş (7643 tanesi müdahale gerektiren ve 1308 tanesi müdahale gerektirmeyen olmak üzere) ve çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri ile bu binaları otomatik olarak sınıflandıran bir model geliştirmiştir. Başka bir çalışmada ise Michele vd. (2023) L'Aquila 2009 depremindeki binaların hasar sınıflandırmasını makine öğrenmesi yöntemleri ile yapmış ve ilgili çalışmada, inşaat tekniği, yapının pozisyonu, yapıdaki daire miktarı, yapının yaşı, yüksekliği, taban alanı, toplam alanı, birleşim tipi ve verteks miktarı, bina özellikleri olarak (geofizik özelliklere ek olarak) kullanılmıştır. Üçlü sınıflandırma probleminde yaklaşık %58'lik bir doğruluğa ulaşılabilmektedir. Ülkemizde gerçekleşen depreme benzer büyüklükte (Mw: 7.8) Nepal'de 2015 yılında gerçekleşen ve 8790 kişinin hayatını kaybettiği, 500,000 binanın yıkıldığı, 250,000 binanın ise hasar gördüğü depremi inceleyen Chen ve Zhang (2022) ise, çeşitli parametreleri (bina yaşı temel tipi, pozisyonu, plan konfigürasyonu, eğim miktarı vb.) kullanarak binaların hasar seviyelerini sınıflandıran bir makine öğrenmesi modeli geliştirmiştir. Demertzis vd. (2023) ise birçok farklı deprem bölgesinden aldıkları verilerle binalardaki hasarların çok daha yüksek doğrulukta saptanabildiğini bulmuştur. Benzer şekilde 2019'da Arnavutluk'ta gerçekleşen depremden hafif, orta ve ağır hasarlı yapıların tahmin modelinde, Bektaş vd. (2022) yüksek hasarlı yapıların %81'ine kadar doğru sınıflandırılabilmesini bulmuştur. Literatürdeki diğer benzer çalışmalar da yüksek doğrulukta binaların hasar seviyelerinin belirlenebileceğine işaret etmektedir (Ghasemi ve Stephens 2022; Kumari vd. 2022; Lazaridis vd. 2022; Shafapourtehrany vd. 2022). Fakat literatürdeki çalışmaların çoğunda beton numunelerden alınan örnekler veri setine dâhil edilmemiştir. Bu verinin de modele dâhil edilmesi ve binaların güncel yer/fotoğraflarının saptanması ile model performansları iyileştirilebilecek ve ülkemizde gerçekleşebilecek benzer büyüklükte bir depremde hangi binanın ne derece hasar alabileceği tespit edilebilmiş olacaktır.