

# Dynamic Properties of Soils in Van and Influence of These Properties on Reinforced Concrete Structures

Mücip Tapan<sup>1</sup>, Murat Muvafık<sup>1</sup>, Ali Özvan<sup>2</sup> & Alper Şengül<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye  
(E-mail: [mtapan@yyu.edu.tr](mailto:mtapan@yyu.edu.tr); [mmuvafik@hotmail.com](mailto:mmuvafik@hotmail.com))

<sup>2</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye  
(E-mail: [aovvan@yyu.edu.tr](mailto:aovvan@yyu.edu.tr))

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Avcılar Kampüsü, TR-34850 Van, Türkiye  
(E-mail: [asengul@istanbul.edu.tr](mailto:asengul@istanbul.edu.tr))

Soil properties and seismic factors may increase the fundamental period of the building as a result of soil-structure interaction. Any building designed without taking this interaction into consideration may be damaged as a result of large displacements during earthquakes. It is important to consider the soil-structure interaction during seismic performance evaluation studies for Reinforced Concrete buildings built on soft soils such as Van. In this study, 2D finite element analysis of a typical residential house (a 2 floor, 3 span, 4m wide and 2.7m high reinforced concrete frame building) constructed in Van, is done firstly assuming the columns' boundary conditions as fixed without any infill shear wall and then assuming a reinforced concrete shear wall at the middle span without considering soil-structure interaction. In order to evaluate the effect of soil properties on the behavior of the building an 8m deep soil mass is modeled at the bottom, left and right side of the building. The dynamic soil properties, such as the unit weight, modulus of elasticity and the Poisson ratio, used in the analysis were determined by the formulas developed by Tezcan et. al. (2009) using the results of seismic studies conducted in Van. The structural analysis of the typical reinforced concrete building is done separately with and without infill shear wall at the middle span considering soil – structure interaction. The lateral roof displacements of analyzed buildings are compared for each analysis case. The results showed that, the lateral roof displacement is 36 to 41.67% lower when SSI is not considered. The lateral roof displacement of strengthened building (RC shear wall at the middle span) is found to be 2.44 to 25.53% lower when compared to the displacements considering SSI. The results suggest that any strengthening technique used for increasing seismic performance of existing buildings should consider SSI during the structural analysis. On the other hand, the results of the analysis considering SSI showed that strengthening of the middle span by RC shear wall decreases the lateral roof displacement of the analyzed building by 54.96 to 95.04% depending on the soil properties.

**Key words:** *Soil-structure interaction, soil properties, seismic factors, building fundamental period, reinforced concrete buildings*

## Van'daki Zeminlerin Dinamik Özellikleri ve Bu Özelliklerin Betonarme Yapılar Üzerindeki Etkileri

Zemin özellikleri ve sismik faktörler, yapının titreşim periyodunun yapı-zemin etkileşimi sonucu artmasına sebep olabilmekte, etkileşim dikkate alınmadan yapılan tasarımlarda deprem anında aşırı ötelenmeler sonucunda yapılar hasar görebilmektedir. Van şehri gibi yumuşak zeminlerde inşa edilen betonarme yapıların deprem performansının belirlenmesi çalışmalarında zemin etkisinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, Van şehrinde yaygın olarak bulunan her biri 4 m olan 3 açıklıklı ve 2.7 m kat yüksekliğine sahip iki katlı betonarme bir binanın 2 boyutlu yapısal çözümlenmesi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak öncelikle salt çerçeve olarak ve zemin etkisi dikkate alınmadan çözülmüş, daha sonra perde etkisini gözlemlemek için binaya perde eklenerek analiz tekrarlanmıştır. Zeminin binanın davranışına olan etkisini belirlemek için binanın sağında, solunda ve altında 8 m olmak üzere dikdörtgen şeklindeki bir zemin kütlesi dikkate alınmıştır. Van'daki zeminlerin dinamik özellikleri jeofizik etütlerle belirlenerek elde edilen sismik veriler Tezcan vd. (2009) tarafından geliştirilen formüllerde kullanılarak zeminin yoğunluk, elastisite modülü ve Poisson oranı elde edilmiş ve incelenen her bir zemin için binada perde olmadan ve perde eklenerek analizler gerçekleştirilmiştir. Binanın en üst noktasında elde edilen maksimum yatay ötelenmeler belirlenerek karşılaştırılmış ve sonuç olarak, zemin etkisi dikkate alınmadığında binanın en üst noktasındaki yatay ötelenmelerin %36 ile %41.67 daha az olduğu belirlenmiştir. Yapının perde ile güçlendirilmesi sonucu zemin-yapı etkileşimi dikkate alınmadığında elde edilen yatay ötelenmeler zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak elde edilen ötelenmelerden %2.44 ile %25.53 arasında daha az olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, mevcut yapıların depreme karşı performansının artırılması gerekçesiyle yapılan güçlendirme çalışmaları kapsamında kesinlikle yapı-zemin etkileşimi dikkate alınarak güçlendirme analizlerinin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, yapı-zemin etkileşimi dikkate alınarak yapılan analizlerde, bahse konu yapının orta açıklığının betonarme perde duvar ile güçlendirilmesinin, yapının yanal ötelenmesini %54.96 ile %95.04 oranlarında, zemin özelliklerine bağlı olarak, azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Zemin-yapı etkileşimi, zemin özellikleri, sismik faktörler, yapı titreşim periyodu, betonarme yapılar*