

SIVILAŞMAYA KARŞI BİNA TEMELİNDE VE/VEYA ZEMİNDE UYGULANAN İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN LABORATUVAR MODEL ÇALIŞMALARI

Murat MOLLAMAHMUTOĞLU

Prof. Dr.
Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. İnş. Müh. Böl.
Ankara, Türkiye

Yüksel YILMAZ

Araş. Gör.
Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. İnş. Müh. Böl.
Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu bildiride, sivilaşma olgusuna karşı yapı temellerinin tasarımında ve zeminde çok yaygın kullanılan ve ekonomik olan bazı iyileştirme yöntemlerinin (kazıklı radye temel, palplanj duvar, düşey dren boruları, ahşap kazık vb.) laboratuvar modellemesi yapılmış, elde edilen bilgiler ilgili literatür ışığında yorumlanmaya ve değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu yolla özellikle yöntemlerin deprem sonrası performansına ilişkin bilgi boşluğunun giderilmesine çalışılmıştır.

GİRİŞ

Depremler, özellikle suya doymun granüle zeminlerde, özel zemin davranışlarının gelişmesine yol açmaktadır. Bu davranışlar arasında, sivilaşma ve bununla ilgili zemin duraysızlıkları, yapısal hasarlar üzerinde etkin rol oynamaktadır. Sivilaşma sonucu, taşıma gücünü yitiren zemin, yapıların tasmanına, yanıl deplasman yapmasına veya devrilmesine neden olmaktadır (Kramer, 1996). 17 Ağustos 1999 Türkiye depreminde, Adapazarı, Gölcük ve Düzcede yapısal hasarların önemli etkenlerinden birinin sivilaşma olduğu gözlemlenmiştir (Mollamahmutoğlu, M., et al., 2000).

Bu kapsamda sıvılaşmaya yatkın lokasyonlarda alınabilecek yöntemler dört başlık altında toplanabilir (Yoshimi, 1980):

- 1) Sıvılaşmaya yatkın alanın terk edilmesi
- 2) Sıvılaşabilir zeminin sıyrılarak, sıvılaşma yapmayan zeminle yer değiştirilmesi
- 3) Ekonomik boyutu dikkate alınarak, zeminde iyileştirme yapılması
- 4) Yapının sıvılaşmaya karşı direnimli tasarlanması (kazık ve radye temeller)

Bu deneysel çalışmada, zeminde iyileştirme kapsamında yaygın tekniklerin bazıları laboratuvar şartlarında modellenmiş ve sıvılaşma sonrası performansları gözlemlenerek yorumlanmıştır.

AMAÇ

Bu bildiri de, yapı temellerinin tasarımında ve zemin iyileştirmede çok yaygın kullanılan bazı yöntemlerin, laboratuvar şartlarında modellenmesiyle, elde edilen bilgilerin ilgili literatür ışığında yorumlanması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma Yöntemi

Laboratuvar model çalışmalarında, üstyapı tasarım kriterlerinin sağlandığı koşulluyla, temsili bina modelleri oluşturulmuştur. Sıvılaşmaya karşı direnimli yapı tasarımında, radye, kazıklı-radye temel bina modelleri üzerinde çalışılmıştır. Zemin iyileştirme yöntemleri olarak, yaygın kullanımlı düşey dren borular, kompaksiyon kazıkları ve bina etrafını çevreleyen palplanş duvarlar, laboratuvar şartlarında modellenmiştir. Oluşturulan modeller benzer koşullarda ve aynı sarsma modunda sıvılaşma deneyine tabi tutulmuştur. Böylece, yapılan iyileştirme yöntemleri ile sıvılaşma esnasında ve sonrasında elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

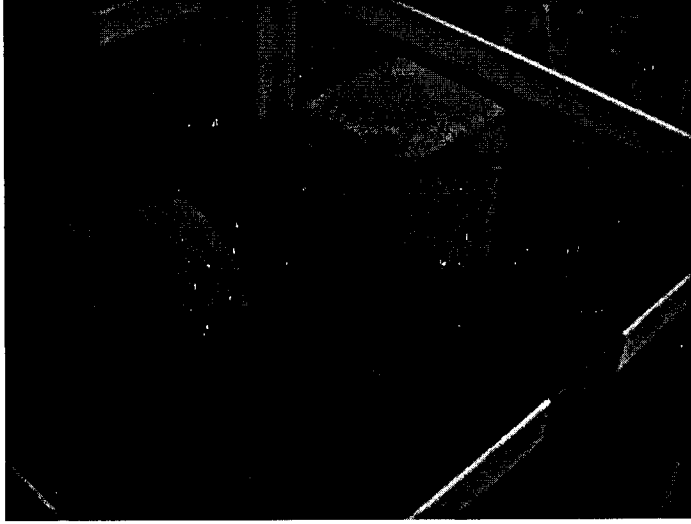
Bu deneysel çalışmada, bir adet sarsma tablası, 50×50×50 cm ebatlarında ve karşılıklı yüzeylerde boşluk suyu davranışını gözlemleyecek şeffaf ince borular monteli cam kutu, dane boyut dağılımı önceden belirlenmiş kum (4 Nolu elekten geçen ve 100 Nolu elek üzerinde kalan uniform dağılımlı kum numunesi) değişik boyut ve geometriye sahip (kutu, dikdörtgen prizma, L şeklinde) yüzeysel (radye) ve derin temelli (kazıklı-radye) yapı modelleri kullanılmıştır. Bina modelleri andezit taşından 10×10×10 cm ve 10×10×20 cm boyutlarında kesilerek, yukarda bahsi geçen geometrik şekilleri oluşturacak biçimde düzenlenmiştir. Bina modelleri, çelik saçtan oluşturulan radye temel modeli içerisine sabitlenmiştir. Kazık modeller, çapı sabit tutularak, değişik boylarda ve radye temel modeline alttan vidalanacak biçimde çelik çubuklardan imal edilmiştir. Model deneyde kullanılan kompaksiyon kazıkları , ahşap imal edilmiştir. Temsili palplanş duvar, bina modellerini çevreleyecek biçimde ve zemine 30 cm derinliğe penetre olacak uzunlukta çelik saçtan imal edilmiştir.

Dane boyu dağılımı önceden belirlenmiş kum numunesi yağmurlama yöntemi ile, 50×50×50 cm ebatlarındaki cam kutu içerisine orta sıklıkta yerleştirilerek, yeraltı su seviyesini temsil eden su yüksekliği belirli bir seviyede (yüzeyden itibaren ~5 cm aşağıda) sabitlenmiştir. Tüm deneylerde, sarsma tablası aynı sarsma modunda çalıştırılmıştır. Bir sonraki deney için, cam kutu içindeki kum boşaltılıp tekrar doldurularak, rölatif sıklıklar her deneyde benzer olacak şekilde kontrol altına tutulmaya çalışılmıştır (Mollamahmutoğlu and Yılmaz, 2003).

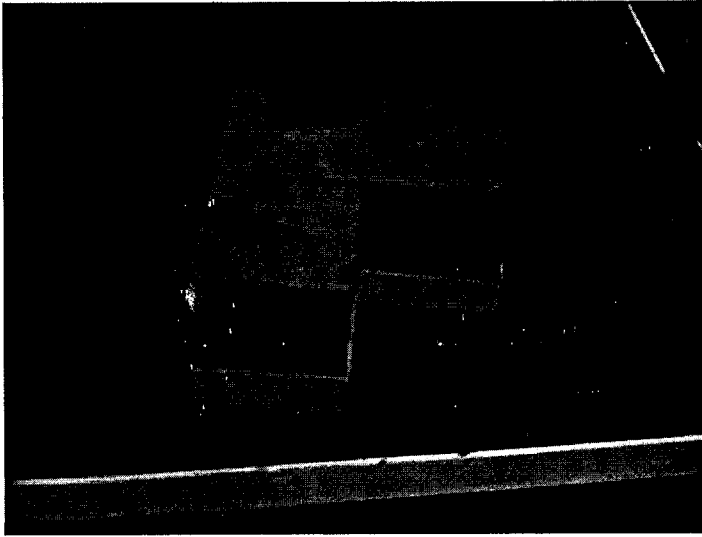
Bulgular

Radye temel tasarımlı her iki yönde simetrik hafif yapı modelleri zemin yüzeyine oturtulduğunda, farklı oturma yaparak yana yatmış ya da devrilmiştir (Şekil 1). Radye temel tasarımlı ağır yapı modelleri sıvılaşma sonrası yüzme, ötelenme ve dönme tesirlerine maruz kalmıştır (Şekil 2).

Ancak, bina modeli yüksekliğinin 1/3'ü kadar temel derinliğine sahip olması durumunda yalnızca aşağı yönde kısmi oturma yapmaktadır.



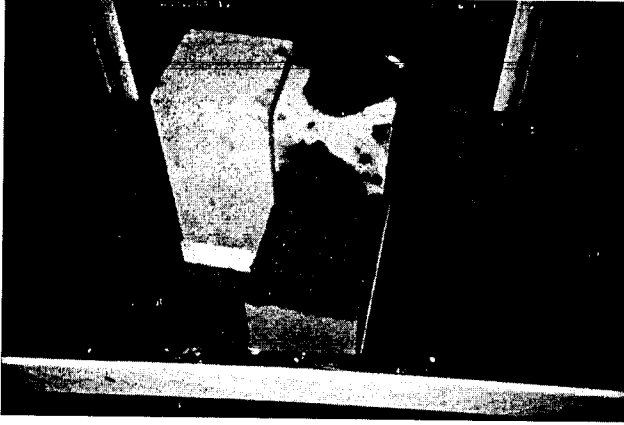
Şekil 1. Yüzeysel temelli hafif yapı modellerinin deney sonu durumu.



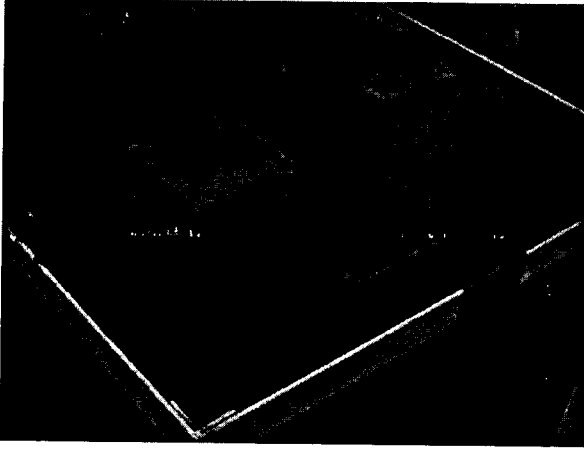
Şekil 2. Yüzeysel temelli ağır yapı modelinin deney sonrası durumu.

Kazık-radye temel tasarımı simetrik veya asimetrik yapı modellerinin kazık boyları, model bina yapı yüksekliği “h” olmak üzere, “h/5, h/4, h/2, h ve 2h” olacak şekilde hazırlanmıştır.

Deneyler sonucunda artan kazık boyu ile yapı modeli tasmalarının azaldığı ve kazık boyunun “h/2” den büyük olması durumunda, oturma ve yana yatma gözlenmemiştir. Ancak, kazık boyunun “h/2” den daha küçük olması durumunda sınırlı yana yatma söz konusudur (Şekil 3,4).



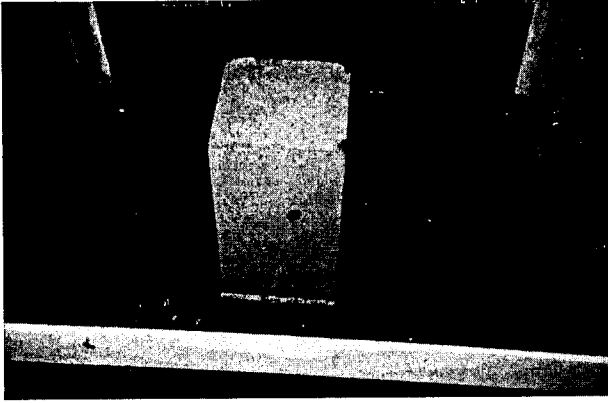
Şekil 3. Kazık-Radye temel tasarımı bir modelin deney sonrası durumu



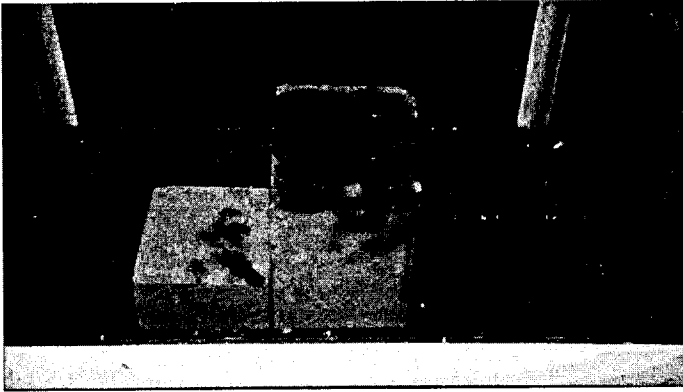
Şekil 4. Kazık-Radye temel tasarımı bir modelin deney sonrası durumu

Burada vurgulanması gereken nokta şudur: kısa kazıklı radye temel tasarımı yapı modellerinden kaçınılmalıdır. Uzun kazıklı tasarımlarda ise, kazıklar ya sıvılaşma yapmayan zemine (kil tabaka vb.) ya da sıvılaşmanın oluşmadığı derinliğe kadar indirilmelidir. Ancak bu durumda sıvılaşma sonrası yanıl deplasmanların kazık üzerinde önemli etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Zemin iyileştirmesinde palplanş duvarı temsilen, yapı modelini çevreleyecek şekilde oluşturulan çelik saç levha, bina modeli yüksekliği kadar zemine gömülmüş ve yapı modeli levhanın çevrelediği alan içine oturtularak, sıvılaşma deneyine tabi tutulmuştur. Çelik saç levhanın çevrelediği alan dışında sıvılaşma oluşmuş. Ancak, levhanın çevrelediği alan içindeki bina modeli, belirgin bir şekilde yana yatma ya da oturma yapmamıştır. Bu alan içinde sıvılaşma olgusunun gözlemlenmesi için, çevrelenmiş alana tekabül eden şeffaf düşey boruda su yüksekliği gözlemlenmiş ve kayda değer bir artış söz konusu değildir (Şekil 5,6).

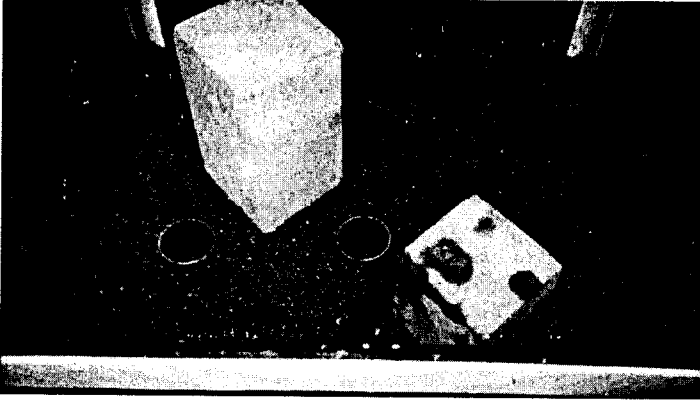


Şekil 5. Palplanş duvar ile çevrelenmiş hafif yapı modelinin deney sonrası durumu.

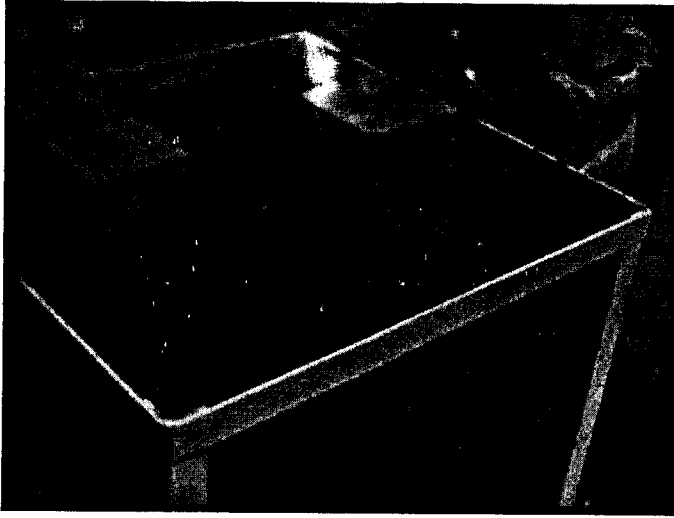


Şekil 6. Palplanş duvar ile çevrelenmiş eksantrik yüklemeli yapı modelinin deney sonrası durumu.

Bu deneysel çalışmada, zemin iyileştirmesinde modellenen bir başka yöntem de perfore dren boru olmuştur. Bunun için 5cm çapında perfore çelik borular imal edilmiştir. Perfore borular zemine taş kolon yapım tekniği kullanılarak çakılmıştır ve bina modelleri zemin yüzeyine yerleştirilerek, sıvılaşma deneyi yürütülmüştür. Dren boruların aşırı boşluk suyu basınçlarını sönmülediği, şeffaf borulardaki su seviyesinden gözlemlenmiştir. Dolayısıyla sıvılaşma olmadığından, bina modellerinde devrilme, yan yatma ve tasman olmamıştır (Şekil 7,8).



Şekil 7. Düşey dren boru ile iyileştirilen zeminde bina modellerinin deney öncesi konumu.

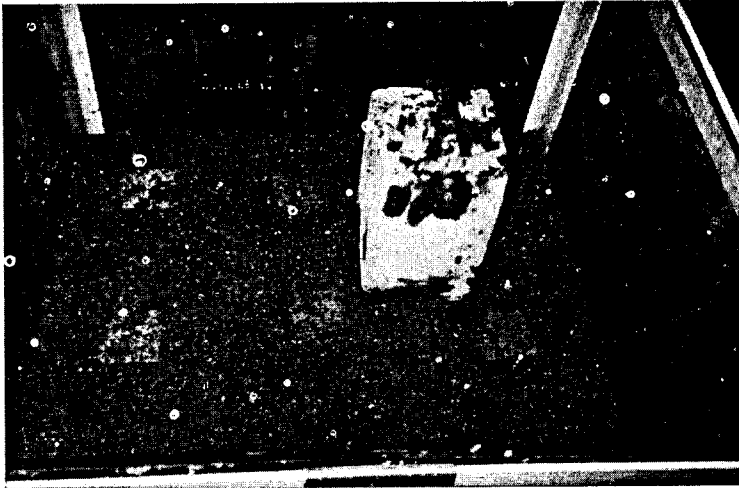


Şekil 8. Düşey dren boru ile iyileştirilen zeminde bina modellerinin deney sonrası konumu.

5×5 cm boyutlarında ahşap model kompaksiyon kazıkları zemine çaptan çapa 3D aralıklı olacak şekilde çakılarak zeminde sıkılaştırma ve dolayısıyla çakım esnasında kontrollü sıvılaşma oluşturduktan sonra, modeller zemin üzerine yerleştirilmiştir. Sarsma esnasında ve sonrasında sıvılaşma oluşmadığından, yapı modellerinde devrilme, yan yatma ve tasman gözlemlenmemiştir (Şekil 9, 10).



Şekil 9. Kompaksiyon kazıkları ile iyileştirilen zeminde çakma esnasında sıvılaşmanın gözlenmesi.



Şekil 10. Kompaksiyon kazıkları ile iyileştirilen zeminde bina modellerinin deney sonrası konumu.

SONUÇ

Bu deneysel çalışmada literatürde önerilen ve uygulama alanları bulan iyileştirme yöntemlerinin deprem sonrası performansı gözlemlenmiş ve aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

- 1.) Yapı temelinin kazıklı radye olarak planlanması durumunda, kısa kazık tasarımından kaçınılmalıdır.
- 2.) Sıvılaşabilir zeminin çakma kazık ya da düşey dren boruları ile ıslah edilmesi ön sıvılaşma oluşturarak, sıkılaşmaya, yanıl basınçlar ile kayma mukavemeti artışına dolayısıyla da sıvılaşmaya karşı taşıma gücü artışına yol açmaktadır.
- 3.) Yapının palplanş duvar ile çevrenmesi durumunda yapıda sıvılaşma kökenli deplasman, tasman ve dönmeler bertaraf edilmektedir.
- 4.) Kompaksiyon kazıkları, perfore dren borular ve palplanş duvar sıvılaşmayan derinlik ya da zona indirilmelidir. Aksi takdirde iyileştirmenin etkinliği azaltılmış olur.

KAYNAKLAR

1. Kramer, S.L., Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 1996.
2. Mollamahmutoğlu, M., Kayabalı, K., Beyaz, T., and Kolay, E., "Liquefaction Related Building Damage in Adapazarı During the Turkey Earthquake of 17 August 1999," Engineering Geology, Vol.67, 2003, pp.297-307.
3. Mollamahmutoğlu, M., and Yılmaz Y., "Laboratory Model Studies to Investigate the Effect of Building Planning on the Liquefaction Related Failures," International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Near East University, Lefkoşa, North Cyprus, Vol.1, 2002, 213-218.
4. Yoshimi, Y., "Protection of Structures from Soil Liquefaction Hazards," Geotechnical Engineering, Vol.11, 1980, 181-208.

**LABORATORY MODEL STUDIES OF FOUNDATION TYPE
AND/OR SOIL IMPROVEMENT METHODS ON THE
LIQUEFACTION RELATED FAILURES**

Murat MOLLAMAHMUTOĞLU

Prof. Dr.
Gazi University, Faculty of Eng. and Arch.
Civil Eng. Dep.
Ankara, Türkiye

Yüksel YILMAZ

Research Asistant
Gazi University, Faculty of Eng.
and Arch. Civil Eng. Dep.
Ankara, Türkiye

ABSTRACT

In this proceeding, structural foundation design and some of the widely used and economic soil improvement methods (e.g., piled mat foundations, sheet wall, vertical drainage pipes, and wood compaction piles) against liquefaction phenomena were modeled and the findings are discussed and assessed under the light of related literature. In this way, attention is drawn on the performance of the methods after earthquake since the information about the performance of the methods under question after a real earthquake is not complete yet.

