

ADAPAZARINDAKİ ZEMİN ŞARTLARINDA BETONARME YAPILARIN YAPI-ZEMİN ETKİLEŞİMİ

SOIL-STRUCTURE INTERACTION ANALYSIS OF RC BUILDINGS SETTLED IN SOIL CONDITIONS OF ADAPAZARI

Zehra Şule GARİP⁻¹, Naci ÇAĞLAR⁻¹, Murat PALA ve Nihan ALA⁻¹

Posta Adresi: ¹Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

E-posta: zsulegarip@gmail.com, palamurat@yahoo.com, caglar@sakarya.edu.tr, nihanturan@gmail.com

Anahtar Kelimeler: Hasar, Yumuşak kat, Zayıf kat, Kısa kolon etkisi, Yumuşak zemin, Sonlu elemanlar

ÖZ 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde, Adapazarı'ndaki betonarme yapıların hasar görmesinde zemin şartları çok önemli bir rol oynamıştır. Bu çalışmada, Adapazarı gibi yumuşak zeminlerde inşa edilen betonarme yapıların hasarlarında zeminin etkisi araştırılmıştır. Yumuşak kat, zayıf kat düzensizlikleri ve kısa kolon etkisi gibi olumsuzluklar ile Adapazarı zemin özellikleri göz önünde bulundurularak yapıların iki boyutlu yapı-zemin modelleri oluşturulmuştur. Marmara depremi etkisinde yapı zemin modellerinin dinamik analizleri SAP2000 bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Zemin şartlarına göre yapı-zemin modellerinin tepe noktası yanal yer değiştirme sonuçları grafik halinde sunularak sonuçlar tartışılmıştır.

ABSTRACT During the 17th August 1999 Marmara earthquake, the soil has played important role as a contributing factor in the failure of Reinforced Concrete (RC) moment resisting frame buildings built in Adapazarı. In this study, the differences of contributing effects on the failure of RC buildings which were built in the soft soil such as Adapazarı downtown has been investigated. Various two dimensional soil-structure models are formed with the simulations of buildings, which had some irregularities such as soft story, weak story and short column effect, and soil properties of Adapazarı downtown. The dynamic analysis of the soil-structure models subjected to Marmara earthquake was carried out using SAP2000 software packet program. The outcomes of lateral top displacement of SSI models with respect to soil conditions were presented as graphs and the results were discussed.

GİRİŞ

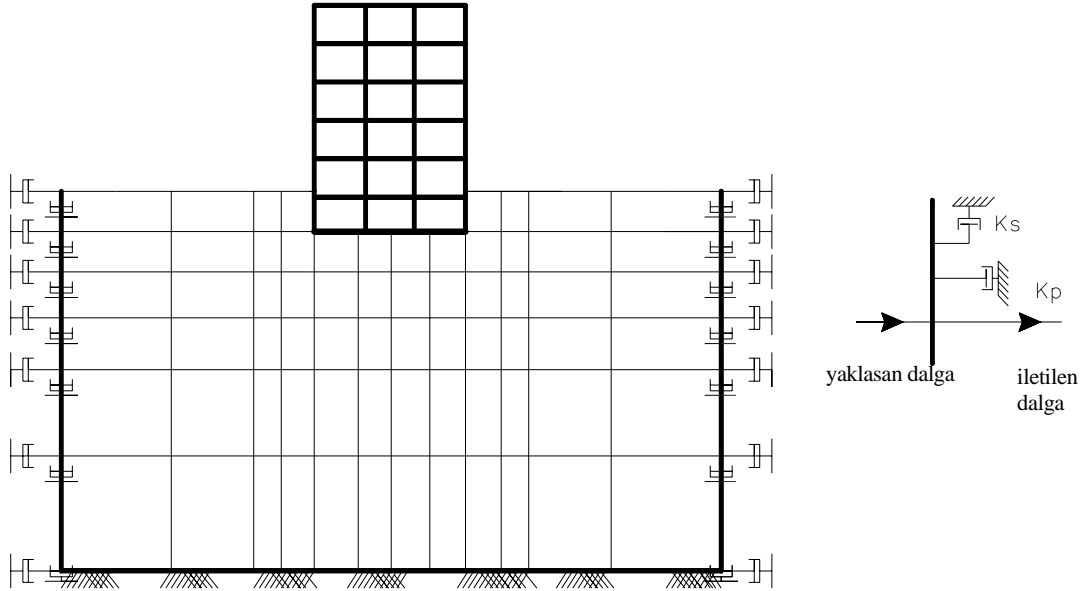
17 Ağustos Marmara depreminde, Adapazarı'ndaki betonarme binaların hasar görmesinde zemin çok önemli bir rol oynamıştır. Yapılarda oluşan hasar seviyesinde, zeminin katkısının yanı sıra yapılarda bulunan yumuşak kat, zayıf kat ve kısa kolon gibi olumsuzluklar da belirleyici olmuştur.

Bu çalışmada, 45 adet yapı-zemin modelinin dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, yumuşak kat, zayıf kat ve kısa kolon etkisi gibi olumsuzluklara sahip Adapazarı'ndaki betonarme binaların davranışına zemin etkisinin araştırılmasıdır. Yer altı suyunun etkileri de çalışma kapsamı içine alınmıştır.

ZEMİN YAPI ETKİLEŞİMİ

Zemin yapı etkileşimi analizlerinde çoğunlukla direkt metot kullanılır. Bu metotta, dinamik yükleme etkisi altında zemin yapı sisteminde, yer değiştirme, mod şekilleri ve kesit tesirleri zaman ve frekansa bağlı olarak tek adımda Sonlu Elemanlar Modeli (SEM) kullanılarak bulunmaktadır. Belirli yönlerde sonsuza uzanan zemin, kesim yüzeyleri ile kesilerek kesim yüzeylerine yarı sonsuz zeminin özelliklerini yansıtacak özel sınır şartları konur. Yapılan parametrik çalışmalarda, zemin sonlu eleman ağının, özellikle geometrik sönümün (radyasyonun) önemli olduğu yüksek frekanslı yer hareketlerinde ve zeminin sönümünün büyük olması gibi özel durumlarda, yapı temel taban genişliğinin sağ ve solunda 8~10 katına kadar uzatılmasının yeterli olacağı belirtilmektedir.

Viskoz sınır şartı, yapıdan belirli bir mesafeden sonra kesilerek elde edilen zeminin sınır yüzeylerine uygulanmaktadır. Viskoz sınır şartının kullanılabilmesi için, düzlem dalga yayılımının izotrop ve lineer elastik bir ortamda gerçekleşmesi gerekmektedir. Ayrıca dalgaların sınıra çarpma açısını küçültmek için yapay sınırların yapıdan oldukça uzak bir bölgede tanımlanması gerekmektedir. Bu durumda yakın bölge çok sayıda sonlu elemanla modellenerek temsil edilmektedir (Şekil 1).



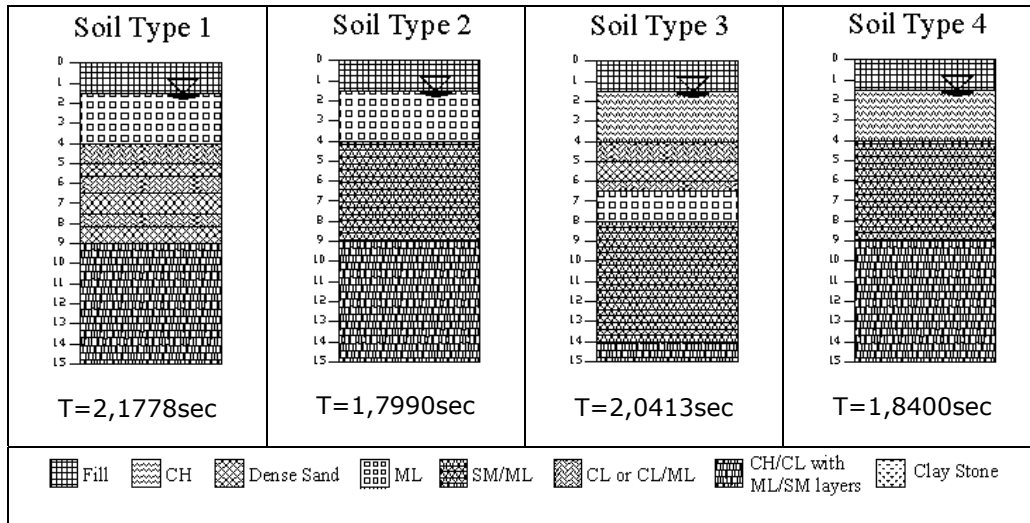
Şekil-1. Direkt Metotta Sınır Şartları (Viskoz Sınırlar)

SAYISAL UYGULAMA

Çalışma, Adapazarı ve Maltepe zemin şartları ile sınırlandırılmış ve zemin profilleri Sancio ve arkadaşlarının [2] yaptığı çalışmadan alınmıştır. Maltepe, Adapazarı'ndan 6 km uzakta ve Sakarya'nın güneyinde yer almaktadır. Sancio ve arkadaşları, çalışmalarında Adapazarı zemin özelliklerini incelemiş ve 4 adet genel zemin kategorisi geliştirmişlerdir. Bu çalışmaya Maltepe zemin özelliği de eklenmiştir (Tablo 1 Şekil 2).

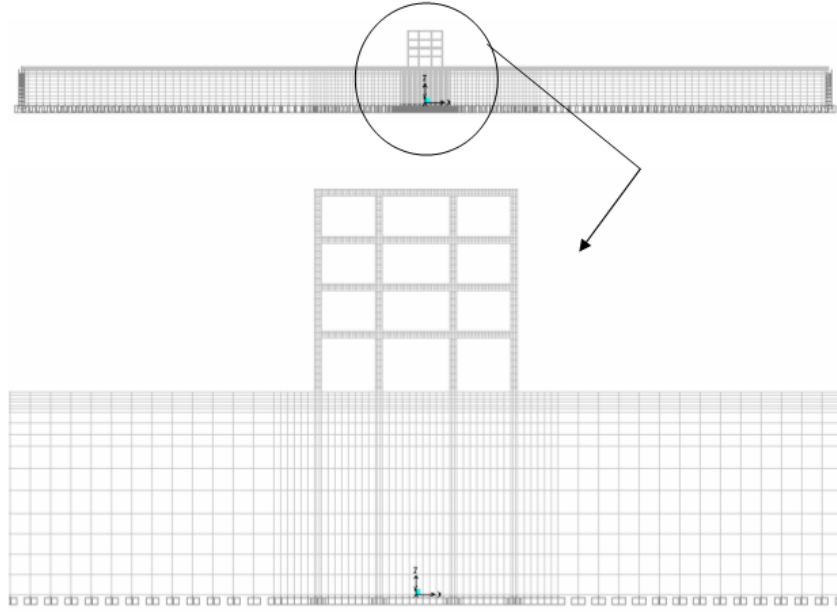
Tablo-1. Genel zemin özellikleri

Zemin tabakaları	Elastisite modülü E, (MPa)	Birim hacim ağırlık ρ (kN/m ³)	Poisson oranı ν	Kayma dalgası hızı (m/sec)
Fill	15	17.16	0,45	100
CH	50	20.30	0,40	100
Dense Sand	120	19.62	0,33	150
ML	13	17.16	0.45	60
SM/ML	70	17.16	0.33	150
CL CL/ML or	15	17.16	0.45	60
CH/CL with ML/SM layers	56	19.62	0.40	100
Clay Stone	1200	19.62	0.45	500



Şekil-2. Genelleştirilmiş Adapazarı Zemin Profilleri

45 farklı yapı-zemin modelinin zaman tanım alanında analizleri SAP2000 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 5 farklı altyapı modeli ve 9 farklı üstyapı modeli kullanılarak yapı-zemin modelleri oluşturulmuştur. Altyapı modelleri oluşturulurken, sabit zemin derinliği ZTK=15 m ve sabit zemin genişliği ZTG=315 m olarak seçilmiştir. Üstyapıların modellenmesinde, yumuşak kat, zayıf kat ve kısa kolon etkisi gibi olumsuzluklar dikkate alınarak 3 farklı model seçilmiştir.



Şekil-4. Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Yapı-Zemin Modeli

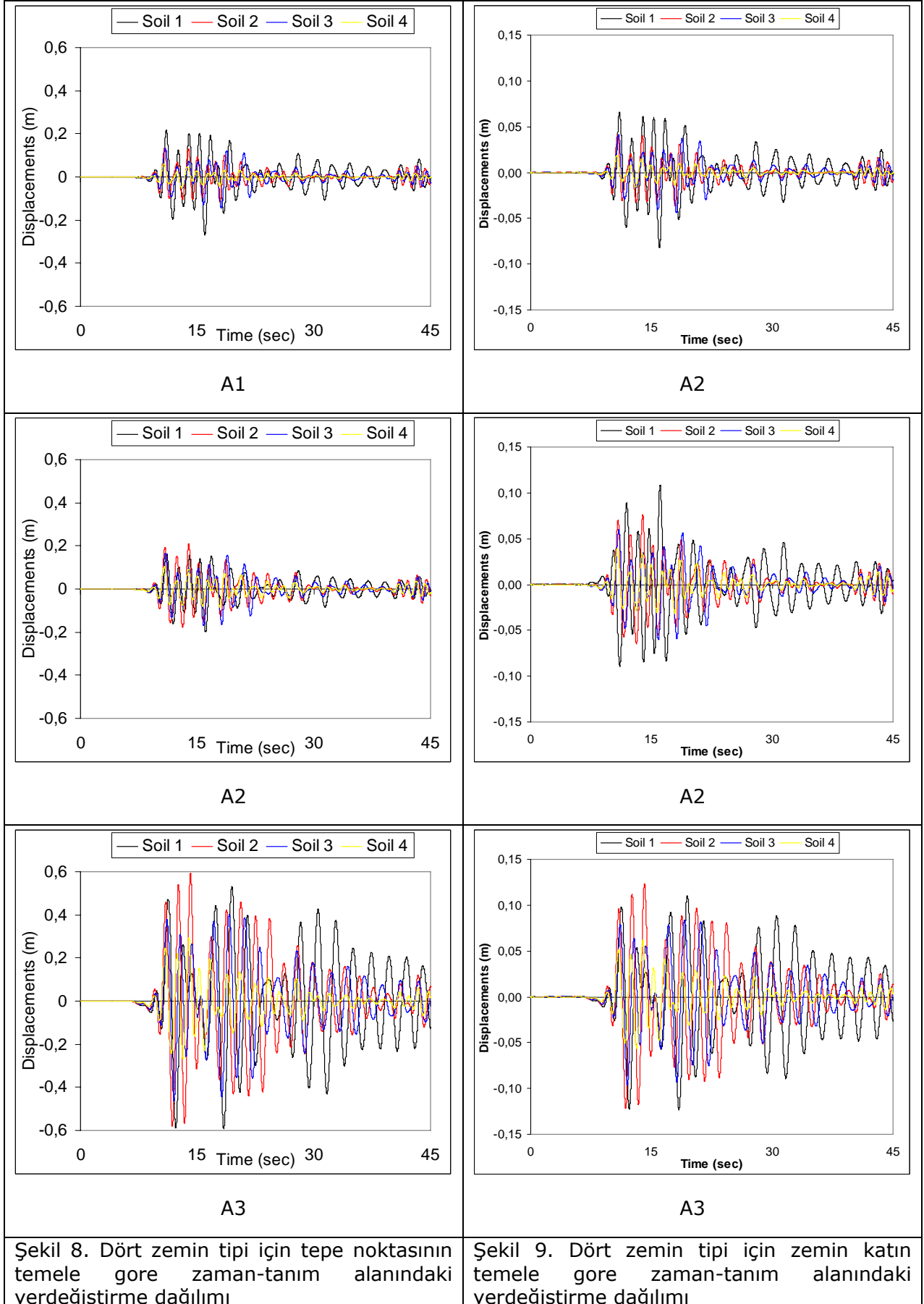
Zayıf kat problemi (Şekil 5) Model A tipi ile, yumuşak kat problemi (Şekil 6) Model B tipi ile ve kısa kolon etkisi de (Şekil 7) Model C tipi ile simüle edilmiştir.

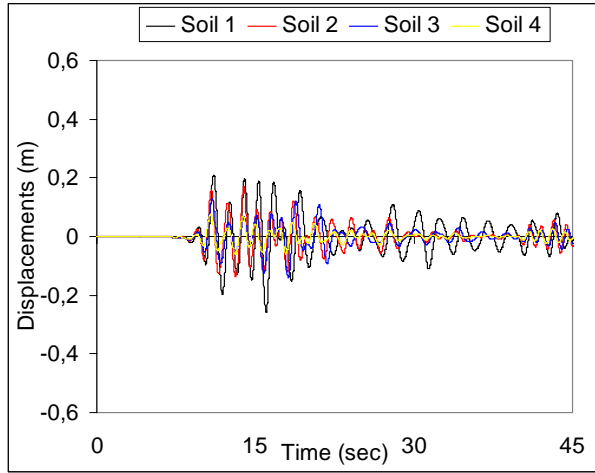
Tablo 2. Çalışmada kullanılan yapı-zemin model tipleri

Model Tipleri		Yapı	h_G	Kat sayısı $\times h_N$	T (saniye)
Model A	Zayıf Kat	Tip 1	4m	3x3m	0,2798
		Tip 2	5m	3x3m	0,3650
		Tip 3	4m	5x3m	0,4772
Model B	Yumuşak Kat	Tip 1	3m	3x3m	0,1367
		Tip 2	5m	3x3m	0,2673
		Tip 3	3m	5x3m	0,1802
Model C	Kısa Kolon	Tip 1	3m	3x3m	0,0763
		Tip 2	5m	3x3m	0,0842
		Tip 3	3m	5x3m	0,1135

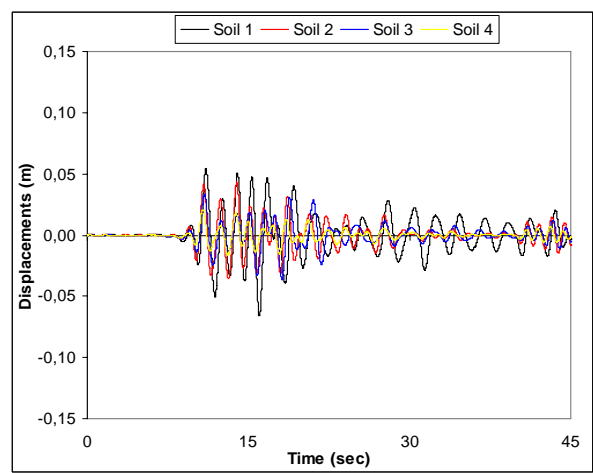
SONUÇ

Bu çalışmada, Adapazarı zemin şartlarında inşa edilmiş, Model A, Model B ve Model C tipindeki binaların dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçları, zaman tanım alanında üst kat yer değiştirmesinin tabana göre ve zemin kat yer değiştirmesinin tabana göre dağılımları olarak çizilmiştir.

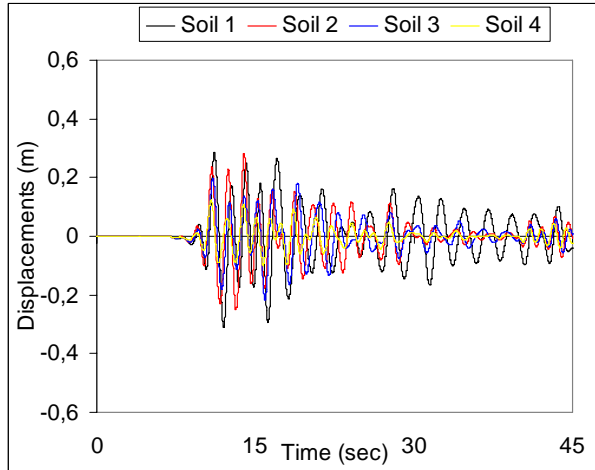




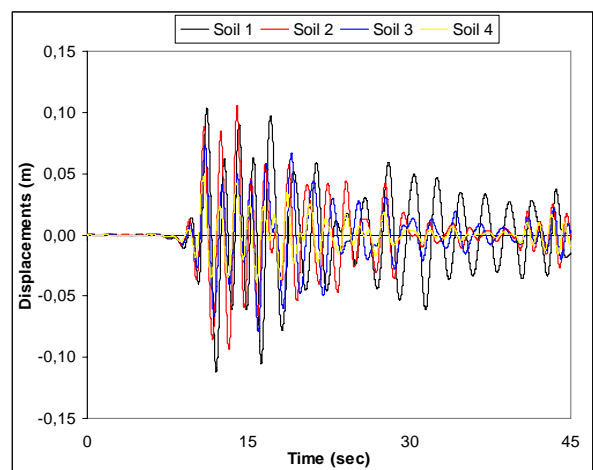
Model B1



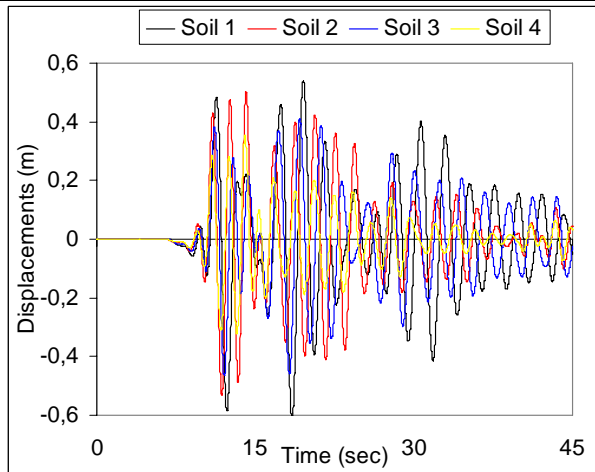
Model B1



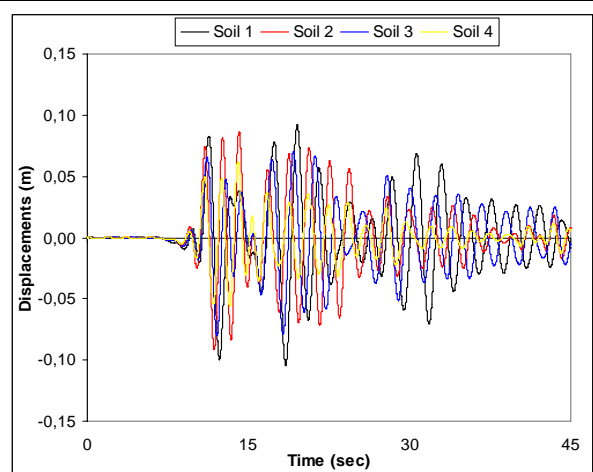
Model B2



Model B2



Model B3



Model B3

Şekil 8. Dört zemin tipi için tepe noktasının temele göre zaman-tanım alanındaki yerdeğiştirme dağılımı

Şekil 9. Dört zemin tipi için zemin katın temele göre zaman-tanım alanındaki yerdeğiştirme dağılımı

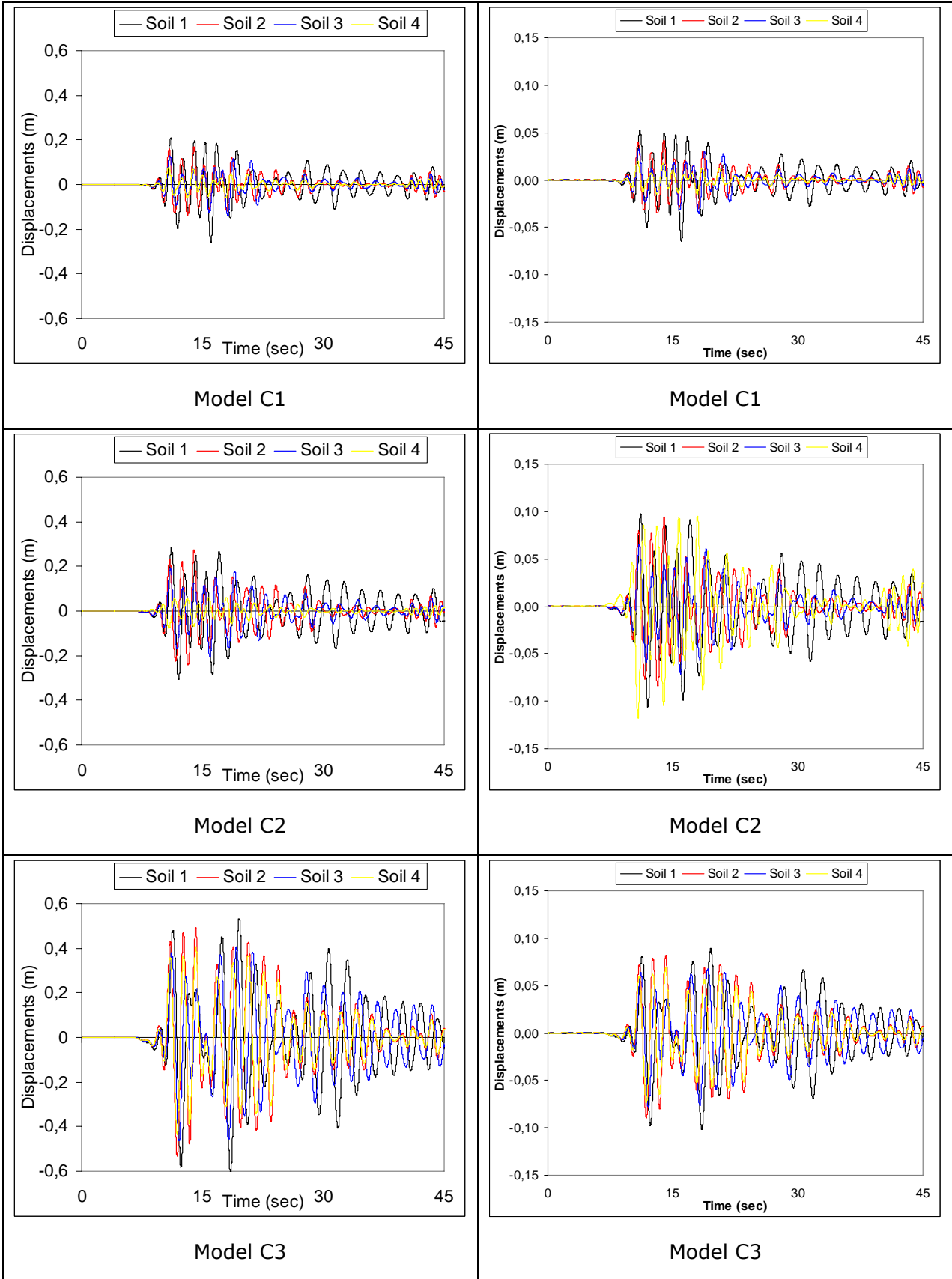


Fig. 10. Displacement time histories for top story respect to base level for four soil types

Fig. 11. Displacement time histories for ground story respect to base level for four soil types

KAYNAKLAR

M.H. Arslan MH, Korkmaz H, What is to be learned from damage and failure of reinforced concrete structures during recent earthquakes in Turkey? Eng. Fail. Anal. 2007, 14: 1-22.

Sancio RB, Braya JD, Stewartb JP, Youdc TL, Durgunoglu HT, Onalp A, Seeda RB, Christensenc C, Baturayb MB, Karadayilar T. Correlation between ground failure and soil conditions in Adapazari, Turkey. Soil Dyn. and Earth. Eng. 2002, 22: 1093-1102.

Ben Jamaa S, Shiojiri H. A method for three dimensional interaction analysis of pile-soil system in time domain. Transactions of the Japan Society for Computational Engng and Science, 2000.

Jaya KP, Meher Prasad A. Embedded foundation in layered soil under dynamic excitations. Soil Dyn Earthquake Engng 2002;22:485-498.

Lysmer J, Kuhlemeyer RL. Finite element model for infinite media. J Engng Mech Div, ASCE. 1969;95:859-877.

Wolf JP, Song C. Finite-element modelling of unbounded media. 1996: England: Wiley.

White W, Valliappan S, Lee IK. Unified boundary for finite dynamic models. J Eng Mech ASCE. 1977;103(5):949-64.

Takewaki I. Remarkable response amplification of building frames due to resonance with the surface ground. Soil Dyn Earthquake Engng 1998; 17: 211-218.

Dogangun A. Performance of reinforced concrete buildings during the May 1, 2003 Bingöl Earthquake in Turkey. Eng. Struct. 2004, 26: 841-856.

Sezen H, Whittaker AS, Elwood KJ, Mosalam KW. Performance of reinforced concrete buildings during the August 17, 1999 Kocaeli, Turkey earthquake, and the seismic design and construction practice in Turkey. Eng Struct 2003;25:103-14.

Murat Pala, Naci Caglar, M. Elmas, A. Cevik and M. Saribiyik, "Dynamic Soil-Structure Interaction Analysis of Buildings with Neural Networks", Construction and Building Materials, (in press).