

İvme Kayıtları ile Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısı Hazırlama: Zemin Etkisinden Arındırma İşlemi

*¹Turgay Beyaz and ²Kamil Kayabalı

¹Faculty of Engineering, Department of Geology Engineering Pamukkale University, Denizli, Turkey

²Faculty of Engineering, Department of Geology Engineering Ankara University, Ankara, Turkey

Özet

Bu çalışmada, Türkiye İçin Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi amacıyla kullanılan zemin ortamda kaydedilmiş deprem ivme kayıtlarındaki zemin etkisinin giderilmesi işlemi anlatılmaktadır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımındaki en önemli parametrelerden biri, depremin yatay yer ivmesi değeridir. Sismik enerjinin mesafeye göre azalmasını ifade eden bu parametre, deprem enerjisi azalım bağıntılarını yardımıyla hesaplanmaktadır.

Deprem enerjisi azalımı konusundaki ampirik bağıntılar türetilirken ivme kayıtlarındaki zemin etkisinin giderilmesi gerekir.

Türkiye'de ölçülmüş kuvvetli yer hareketi kayıtları, kuyu içi sismik deneyi ve ProShake bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilen ters evrişim işlemi çalışmada kullanılan başlıca materyal ve yöntemlerdir.

Türkiye'de meydana gelen deprem kayıtlarının zemin etkisinden arındırılabilmesi için: ivmeölçer istasyonlarında sondaj kuyusu açılmıştır. Zemine ait kuyu loğu hazırlanmış ve düşey kuyu yöntemiyle zemindeki tabakaların dalga iletme hızı (V_P ve V_S) ölçülmüştür.

ProShake yazılımına aktarılan arazi verileri ve ivme kayıtları ters evrişim işlemi uygulanarak zemin etkisinden arındırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuvvetli yer hareketi, kuyu aşağı yöntemi, pik yer ivmesi, ProShake, sönüm denklemi, ters evrişim

Development of Attenuation Relationship Using the Acceleration Records: Process of Free of Soil Effects

Abstract

In this study, a series of procedures were described to eliminate the effect of soil from the strong motion records for A New Attenuation Relationship of Seismic Energy for Turkey, recorded on the soil sites.

One of the most important parameters in earthquake resistant building design is the peak horizontal ground acceleration. This parameter, which expresses the attenuation relationships decrease of seismic energy with respect to distance, is calculated by the attenuation equations.

While deriving empirical attenuation relationships of earthquake energy, the soil effect in the accelerometer records must be eliminated.

The main materials and methods used in this study are strong motion records of Turkey, downhole seismic test, ProShake software and deconvolution processes.

In order to eliminate the effect of soil from the strong motion records of Turkey: drillings were the strong motion stations sites. The borehole logs of the soils were prepared and the wave transmission velocity (V_P and V_S) of the layers in the ground was measured by the down hole method.

The field data and acceleration records transferred to ProShake software for deconvolution process and eliminated the effect of soil from the strong motion records.

Key words: Attenuation relationship, deconvolution, down hole method, peak ground acceleration, ProShake, strong ground motion

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Geology Engineering Pamukkale University, 20070, Denizli TURKEY. E-mail address: tbeyaz@pau.edu.tr, Phone: +902582963371 Fax: +902582963460

1. Giriş

Bu çalışmada, deprem enerjisi azalım bağıntısı oluşturmak amacıyla kullanılan ve zemin ortamda kaydedilmiş deprem ivme kayıtlarındaki zemin etkisinin giderilmesi işlemleri anlatılmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan ve detayları Beyaz (2004)[1]'te anlatılan material ve yöntemler kısaca şöyledir: Kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonlarının ölçtüğü ivme kayıtları derlenmiş, zemin ortama kurulu her bir kayıt istasyonunda birer sondaj kuyusu açılmış, bu kuyuların log kaydı hazırlanmış, düşey kuyu yöntemiyle zemine ait sismik veriler elde edilmiş ve ProShake bilgisayar programında ters evrişim (deconvolution: zemin etkisinden arındırma) işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu makalede ters evrişim işlemi ve ProShake yazılımı kısaca tanıtıldıktan sonra, bir kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonuna ait düşey jeolojik kesit yardımıyla bir ivme dosyasının zemin etkisinden arındırılması işlemi anlatılmaktadır.

2.1. Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtları

Bu çalışmada İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı idaresindeki kuvvetli yer hareketi kayıt (KYHK) cihazları tarafından [2], 1976-2002 yılları arasında kaydedilen deprem verileri derlenmiştir. Deprem kayıtları içinden büyüklüğü ($M \geq 4,0$), ivmesi ($a \geq 10 \text{ cm/s}^2$) ve mesafesi ($R \leq 100 \text{ km}$) olan KYHK verisine ait Kuzey-Güney (K-G), Doğu-Batı (D-B) yönlü ivme değerleri çalışmada kullanılmıştır.

2.2. Sondaj kuyusu

KYHK İstasyonlarının zeminlerinin dinamik özelliklerini araştırabilmek için döner tablalı sondajla kuyular açılmıştır. Zemin büyütmesinin zemin yüzeyinden 60 m'lik derinliğe kadar meydana geldiğini ifade edilmektedir [3]. Ancak, daha aşağıdaki tabakaların zemin büyütmesine etkisinin olup-olmadığını araştırmak için bu çalışmadaki sondajlarda 100 m derinliğe inilmiştir.

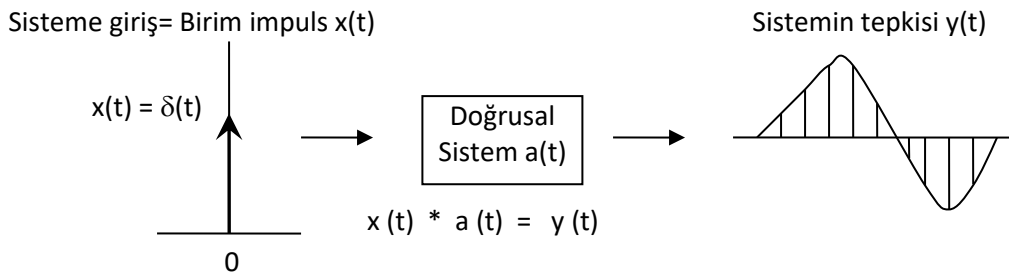
2.3. Kuyu içi sismik yöntemi

Zeminin dinamik özellikleri, kuyu içi sismik yöntemiyle belirlenebilmektedir [4], [5]. Bu yöntemle, yer yüzeyindeki bir kaynaktan gönderilen sinyallerle tabakaların dalga iletme hızları (V_P ve V_S) belirlenmiştir [6]-[7]. Her kuyuda, 28 sismik ölçüm yapılmıştır.

2.4. Ters evrişim (Dekonvolusyon)

Sismik analizlerde en önemli işlem, verilerin ters evrişim işlemine tabi tutulmasıdır. Ters evrişim işlemi, zemin yüzeyinde ölçülen deprem kaydındaki zemin etkisinin giderilmesidir. Uygun bir filtre ile işleme tabi tutularak sisteme gelen ilksel dalga özellikleri belirlenebilir. Ters evrişim işleminde deprem kayıt istasyonunun zemini bir filtre olarak kabul edilerek, ivme kayıtlarının zemin etkisinden arındırılması için bir dizi matematiksel dönüşüm işlemi gerçekleştirilmiştir.

Ters evrişim işlemi, yerin süzgeçleme etkisinden dolayı büyüyen dalgacığı daraltarak düşey ayrımlılığı arttırmak amacıyla yapılmaktadır [8]. Bir veri serisinin ters evrişimi, kaynak fonksiyonu bilindiğinde lineer tersinir problem gibi işlemde geçirilmesidir [9]. Ters evrişim işlemi uzun süren ve çok dikkat gerektiren matematiksel işlemler olduğundan ilgili hesaplamalar ProShake programı kullanılarak yaptırılmıştır.



Şekil 2. Doğrusal sisteme verilen iğne biçimli birim impuls'a karşılık sistemin tepkisi [8], [10]

2.5. ProShake bilgisayar programı

Ters evrişim (deconvolution) işlemi genellikle elle yapılamayacak kadar uzun zaman aldığından, bu işlem bilgisayar programları yardımıyla yapılmaktadır. Bu iş için orijinali [11] tarafından SHAKE adıyla geliştirilen ve günümüzde ProShake adıyla (ProShake 2003, www.proshake.com) [12] bilinen program tercih edilmiştir. ProShake, bu tür işlemleri yapabilmek için incelenen alana ait zeminin düşey kesit bilgisine, zeminin fiziksel ve dinamik özellikleri ile bir senaryo depreme ihtiyaç duymaktadır. ProShake programı sırasıyla; i) Veri girişi penceresi, ii) Analiz penceresi, iii) Çıktı (sonuç) penceresi ve iv) Rapor penceresinden oluşmaktadır.

2.5.1. ProShake yazılımında gerçekleştirilen Ters Evrişim işlemi

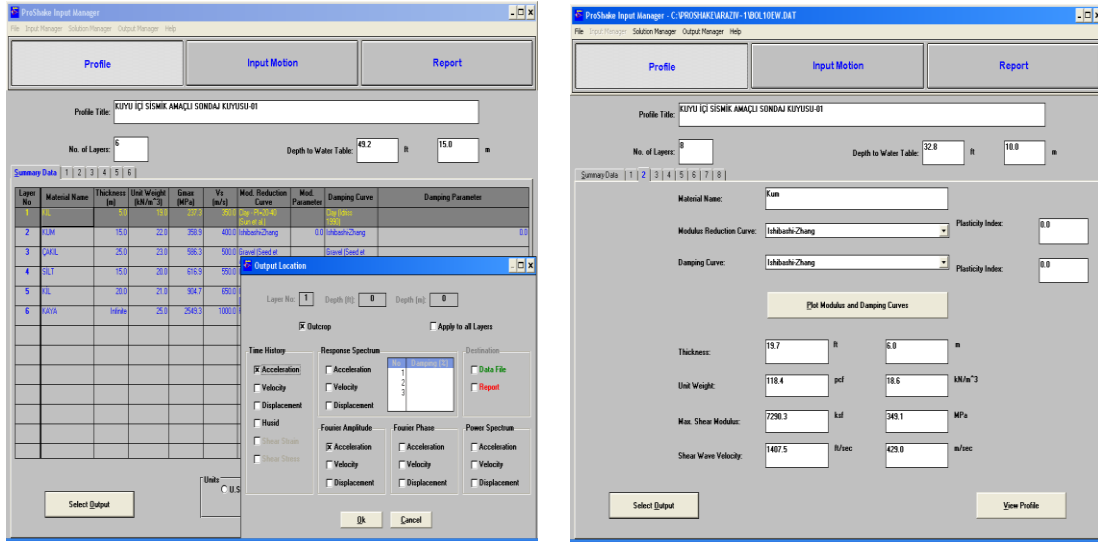
ProShake yazılımındaki işlemler aşağıdaki sırayla gerçekleştirilmiştir:

- Zeminin düşey kesit bilgisi programa tanıtılmış (Şekil 3),
- Zeminin fiziksel ve dinamik özellikleri kesit bilgisine eklenmiş,
- Deprem veri dosyasından bilgiler eklenmiş, yer hareket parametresi grafiği çizdirilmiş (Şekil 4),
- Analiz sonunda istenen herhangi bir derinlik için yeni zemin parametreleri elde edilmiş (herhangi bir derinlik veya tabaka için; pik ivme, pik hız, pik yer değiştirme, baskın periyot vb. pek çok değer hesaplanabilmektedir),
- ProShake'den elde edilen veriler, kuyu kesitine işlenerek yeni kuyu kesiti hazırlanmıştır.

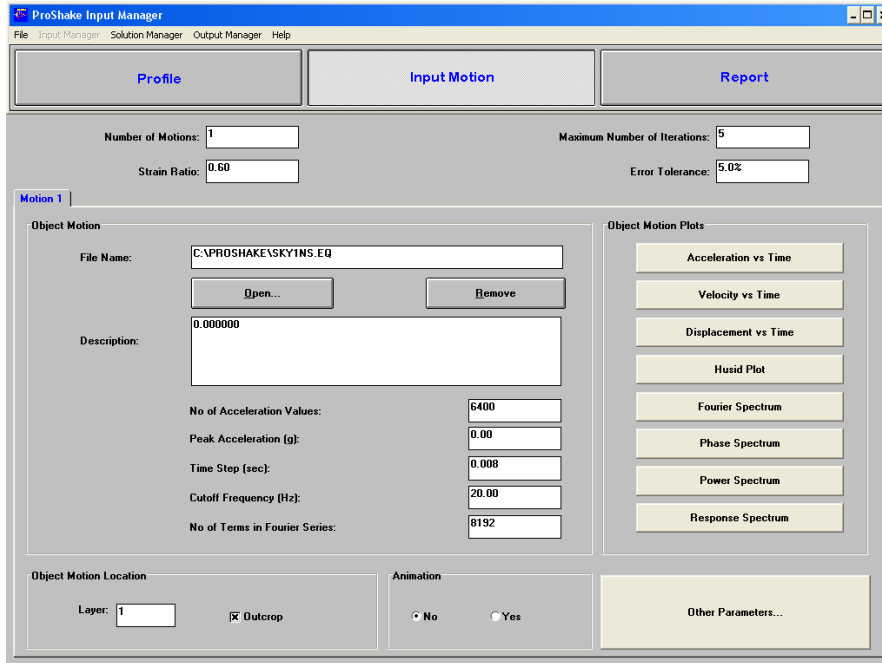
2. Bu işlemde sonra; Input Manager menüsünden veri girişinin yapılacağı yeni bir pencere açılır. Üç ayrı işlem penceresinden oluşan bu sayfada;

a. "Düşey kesit" penceresinde zemin bilgilerinin yazılacağı bir form vardır:

- Her bir tabaka için sönüm eğrisi seçimi (modül azalım eğrisi seçilince program en uygun eğriyi önerir ancak, kullanıcının değiştirme imkanı vardır),



Şekil 3. Zemin düşey kesit bilgisi girişi ve yapılacak analiz için girildiği pencereler



Şekil 4. ProShake analizinde kullanılacak deprem kaydının programa tanıtılması

- En büyük kesme modülü (V_s ya da G_{max} 'tan herhangi birisi yazıldığında, program diğerini otomatik olarak hesaplamaktadır),

- Her bir tabakanın (ölçülen) kesme dalgası hızı girilir.

Bu işlem kuyu kesitindeki her bir tabaka için tekrarlanarak yapıldıktan sonra, analizler hangi tabaka için yapılacaksa o tabaka için tek tek (istenirse her tabaka için ayrı ayrı veya yalnızca bir tabaka için) Select Output tuşu kullanılarak açılan Output Location penceresinde; yapılması istenen analizler işaretlenmelidir (Şekil 5).

b. "Input Motion" penceresinde; yapılmak istenen analiz ile ilgili bilgiler girilir:

- Yaptırılmak istenen analize bağlı olarak denenmesi istenen deprem senaryo sayısı (1, 2, 3, ...); aynı zemin için farklı deprem senaryolarında analiz yaptırılabilir (Şekil 5).

Modelde Kullanılan Kıyın Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tamam	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0		Kıl	15.7	373
		Kum	18.64	571
-10				
		Kıl	15.7	474
-20				
		Kıl	15.7	632
-30				
		Kıl	15.7	926
-40				
		Kıl	15.7	1000
-50				
		Kıl	15.7	1100
-60				
		Kıl	15.7	1100
-70				
		Kıl	15.7	1100
-80				
		Kıl	15.7	1100
-90		Kıyın Tabanı (Kıl)	15.7	1100
-100				

DAD'nin ivmeölçer şebekesine bağlı olarak zemin üzerine konuşlandırılmış bir KYHK istasyonuna ait düşey kuyu kesiti

ProShake'de zemine ait jeoteknik veri giriş penceresi

27 Haziran 1998 Ceyhan (Adana) depreminde; KYHK cihazı tarafından DB yönündeki ivme kayıt dosyası (örnek)

```

STRONG GROUND MOTION RECORDS OF TÜRKİYE
PLACE      :CEYHAN TARIM İLÇE MÜDÜRLÜĞÜ
COORDINATES :37.050N - 35.810E
DATE       :27/06/1998 13:55:53 (GMT)
DIRECTION  :+T EAST
NO. OF DATA : 5840
SAMPLE INTERVAL : .005000
MAX. VALUE (mG) : 273.552300
EQ EPICENTER COORD. :36.85N - 35.55E
EQ MAGNITUDE : 5.90 ML
Copyright  EARTHQUAKE RESEARCH DEPARTMENT
GENERAL DIRECTORATE OF DISASTER AFFAIRS

2.271034
2.280307
2.289579
...
264.236400
262.093000
268.372500
271.241100
273.552300
269.246200
252.631600
...
11.231810
10.981050
8.073082

```

Deprem kaydının başlangıcı

Depremin pik ivme değerleri

Deprem kaydının sonu

Şekil 5. KYHK istasyonlarında açılan sondaj kuyusu kesiti, ProShake veri giriş ekranı ve örnek bir deprem kaydı

- Gerilme oranı; genelde $= \frac{M - 1}{10}$ bağıntısına göre yazılır,

- Hata toleransı (genelde % 5 olarak alınır ancak, değiştirilebilir) değerleri girildikten sonra bu zemin için kullanılması istenen senaryo deprem kaydı "File Name" kısmına yazılır veya yazdırılır. Senaryo deprem adı yazıldıktan sonra, o depreme ait (kayıt sayısı, pik ivme, kayıt zamanı aralığı, frekans gibi) bazı özellikler alttaki boş kutucuklara program tarafından yazılır. Ancak, kullanıcının buraya atanan değerleri değiştirme imkânı vardır.

2.5.2. ProShake programının zeminler için kullandığı sönümlenme oranı modelleri

ProShake yazılımı, zemin türleri için değişik sönümlenme oranı modelleri kullanmaktadır. Bunlar: Vucetic-Dobry (1991) modeli [13], Sun et al. (1988) modeli [14], Ishibashi-Zhang (1993) modeli

[15], Seed-Idriss (1970) kum modeli [16], Seed *et al.* (1984) çakıl modeli [17], Schnabel *et al.* (1972) kaya modeli [11] ve Doğrusal Model'dir.

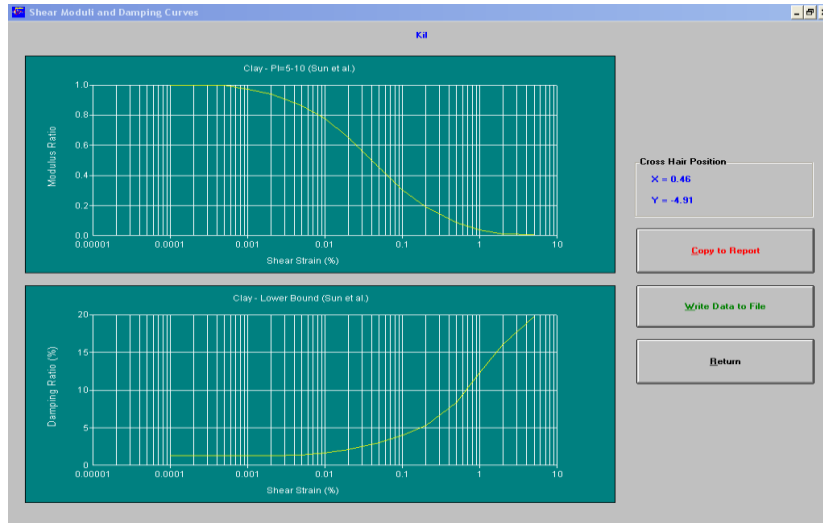
En büyük kesme modülü değeri:

ProShake programına sondajlar sonrasında yapılan kuyu içi sismik ölçümlerinde elde edilen V_s değerleri yüklendiğinde “en büyük kesme modülü (EBKM)” otomatik olarak hesaplanmaktadır (Şekil 6). EBKM'nün birimi MPa olarak yazılabilir.

Ancak, tabakanın birim hacim ağırlığı ve en büyük kesme değerinin girilmesi durumunda program tarafından kesme dalgası hızı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$V_s = \sqrt{\frac{G_{\max}}{\rho}} = \sqrt{\frac{G_{\max} g}{\gamma}}$$

Burada; G_{\max} : en büyük kesme modülü değeri,
 ρ : yoğunluk,
 γ : birim ağırlık ve
 G : yerçekimi ivmesidir.



Şekil 6. ProShake tarafından kil için çizilen “modül oranı-kesme gerilmesi” ve “sönümlenme oranı-kesme gerilmesi” grafikleri

Kesme dalgası hızı:

Sondaj sırasında kuyu içi sismik yöntemi kullanılarak arazide her bir tabaka için gerçek değeri ölçülmüş olan kesme dalgası hızı (V_s) düşey kuyu kesitine yazılmış ve programa tanıtılmıştır. V_s değeri her bir tabaka için farklı olup, tabakaların kendine özgü değeri programa tanıtılmıştır.

Kesme dalgası hızı programa yazıldığında ProShake en büyük kesme modülünü kendisi aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplamaktadır.

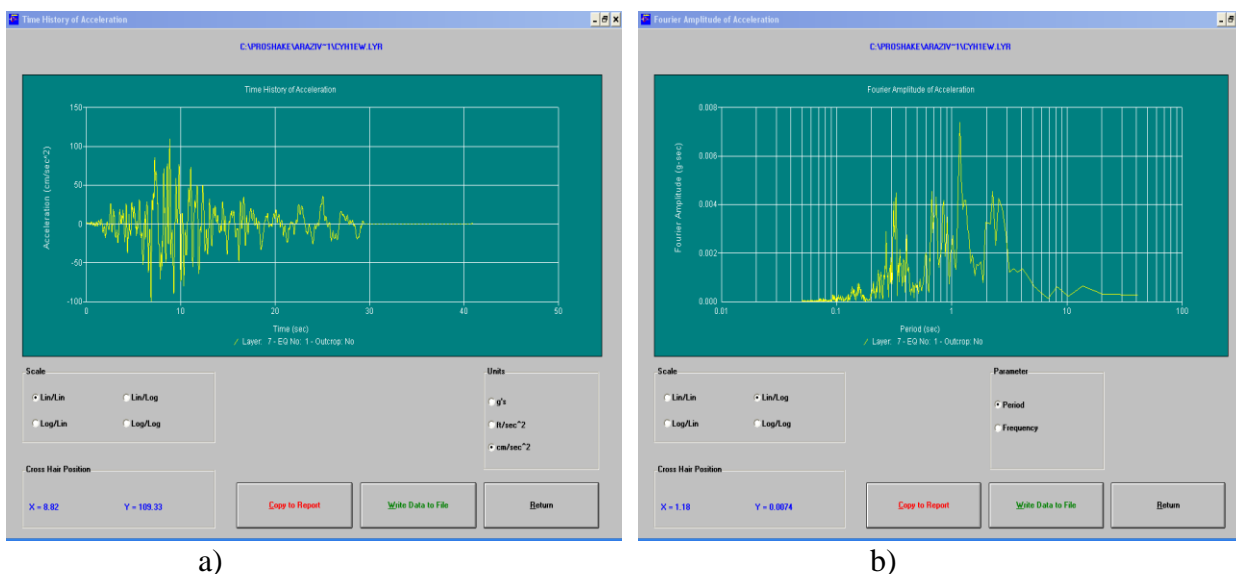
$$G_{\max} = \rho v_s^2$$

2.5.3. Deprem Kayıtlarındaki Zemin Etkisinin Giderilmesi

ProShake programına gerekli bilgiler aktarıldıktan sonra, her bir zemin özelliği kendisiyle ilgili deprem kaydı da tanıtılarak ters evrişim işlemi yaptırılmıştır. Deprem kayıtlarından derlenen arşivdeki bütün depremler için ProShake programında ters evrişim işlemi yaptırıldıktan sonra, elde edilen sonuç dosyasında; bütün deprem kayıtları için hem orijinal hem de ters evrişim işleminden sonraki değerler bir arada bulunmaktadır. Sonuç dosyasındaki her iki duruma ait pik ivme ve baskın periyod değerleri teker teker incelenmiştir. Deprem kaydına ait orijinal pik ivme ve baskın periyod değerleri önceden kaydedilmiş olduğu için yeni dosyadaki (sonuç dosyasındaki) orijinal kayıt değerleriyle sadece karşılaştırma yapılmıştır.

Hesaplamaların her aşamasında elde edilen deprem verileri aşağıdaki özelliklere uygun olarak kaydedilmiştir.

- Orijinal kayıtlardaki; depremin oluş tarihi ve saati, depremin büyüklüğü, deprem kaydının yönü, depremin dış merkez uzaklığı, orijinal kayıttaki pik yatay yer ivmesi ve baskın periyod değeri,
- ProShake analizinden sonraki her bir depreme ait yeni; pik yatay yer ivmesi ve baskın periyod değeri ile zeminin ilgili depremdaki büyütme değeri (Şekil 7).



Şekil 7. ProShake’te a) ters evrişim işleminden sonraki ivme-zaman grafiği (pik yatay yer ivmesi $109,33 \text{ cm/s}^2$), b) Fourier spektrumu-periyod grafiği (baskın periyod değeri 1,16 s’dir)

Sönüm denklemi modellemesinde kullanılmak üzere ayrılmış olan, zemin ortamında kaydedilmiş her bir deprem kaydı için ters evrişim işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın tamamı boyunca, zemin etkisinden arındırılmış deprem kayıtlarına ait örnek değerler bir tablo halinde sunulmuştur (EK 1).

3. Sonuçlar

ProShake programına gerekli bilgiler aktarıldıktan sonra, her bir zemin özelliği kendisiyle ilgili deprem kaydı da tanıtılarak ters evrişim işlemi yaptırılmıştır.

Deprem kayıtlarından derlenen arşivdeki bütün depremler için ProShake programında ters evrişim işlemi yaptırıldıktan sonra, elde edilen sonuç dosyasında; bütün deprem kayıtları için hem orijinal hem de ters evrişim işleminden sonraki değerler bir arada karşılaştırılması yapılmıştır.

Sonuç dosyasındaki her iki duruma ait pik ivme ve baskın periyod değerleri teker teker incelenmiştir. Deprem kaydına ait orijinal pik ivme ve baskın periyod değerleri önceden kaydedilmiş olduğu için yeni dosyadaki (sonuç dosyasındaki) orijinal kayıt değerleriyle sadece karşılaştırma yapılmıştır.

Hesaplamaların her aşamasında elde edilen deprem verileri orijinal kayıtlardaki özelliklerine uygun ve ProShake analizinden sonraki her bir depreme ait yeni pik yatay yer ivmesi ve baskın periyod değerleri ile zeminin ilgili depremdaki büyütme değerleri bir arada olacak şekilde tablo haline getirilmiş ve arşivlenmiştir.

Sönüm denklemi modellemesinde kullanılmak üzere ayrılmış olan her deprem için ters evrişim işlemi yapılıp, yukarıdaki özellikleri de not alınarak modellemede kullanılacak olan **zemin etkisinden arındırılmış** yeni deprem kataloğu oluşturulmuştur. Bu kataloğa ait farklı zeminlerde kaydedilmiş deprem verileri bu çalışmanın ekinde örnek bir tablo halinde sunulmuştur.

Katkı Belirtme (Bilgilendirme)

Bu alışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Doç. Dr. Kamil Kayabalı danışmanlığında Turgay Beyaz (2004) tarafından sunulan “Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısı Geliştirilmesi” başlıklı doktora tezinde elde edilmiş veriler kullanılarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- [1] Beyaz, T., 2004. Zemin etkisinden arındırılmış deprem kayıtları kullanılarak Türkiye için yeni bir deprem enerjisi azalım bağıntısının geliştirilmesi. Ankara Üniv., FBE, Jeoloji Müh. ABD., Doktora Tezi (yayımlanmamış), 271 s., Ankara.
- [2] AFAD-DAD (Afet ve Acil Durum Başkanlığı-Deprem Araştırma Dairesi). 2004. 1976-2004 Yılları arasında meydana gelmiş olan depremlerin ivme kayıtları. (<http://angora.deprem.gov.tr/ftpt.htm>; www.angora.deprem.gov.tr; Erişim Tarihi: 2004).

- [3] Seed, H. B., Chaney, R. C. and Pamukcu, S. (Prior to 1975) 1999. Earthquake effects on soil-foundation systems. In: Fang, H.-Y. (editor) Foundation Engineering Handbook, Part: I, 594-672.
- [4] Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E. 1990. Applied Geophysics. Cambridge University Press, 2nd Edition, 770 p.
- [5] Krinitzky, E. L., Gould, J. P. and Edinger, P. H. 1993. Fundamentals of Earthquake-Resistant Construction. John Wiley and Sons, Inc., pp. 299.
- [6] Ohya, S. 1986. In Situ P and S wave velocity Measurement. Use of In Situ Tests in Geotechnical Eng.: ASCE Geotechnical Special Publication, No: 6, New York, NY., p: 1218-1235.
- [7] Kramer, S. L. 1996. Geoteknik deprem mühendisliği. (Çeviren: Kayabalı, K. 2003) Gazi Kitabevi, 708 s., Ankara.
- [8] Silvia, M. T. and Robinson, E. A. 1979. Deconvolution of geophysical time series in the exploration for oil and natural gas. Developments in Petroleum Science, 10, pp: 113-180.
- [9] Oldenburg, D. W. 1981. A comprehensive solution to the linear deconvolution problem. Geophys. J. R. Astr. Soc., 65, 331-357.
- [10] Dobrin, M. B. and Savit, C. H. 1988. Introduction to geophysical prospecting. McGraw-Hill Book Company (fourth edition), 867 p.
- [11] Schnabel, P. B., Lysmer, J. and Seed, H. B. 1972. SHAKE: A Computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites. Report No. EERC 72-12, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, California.
- [12] ProShake-User's Manuel. (2003). ProShake: Ground response analysis program (version 1.1). User's manual, EduPro Civil Systems, Inc. Redmond, Washington, 54 pp, (<http://www.proshake.com>).
- [13] Vucetic, M. and Dobry, R. 1991. Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering. ASCE, 117 (1), 89-107.
- [14] Sun, J. I., Goleorkhi, R. and Seed, H. B. 1988. Dynamic moduli and damping ratios for cohesive soils. Report No. EERC 88-15, Earthquake Engineering Research Center, Univ. Of California, Berkeley.
- [15] Ishibashi, I. and Zhang, X. 1993. Unified dynamic shear moduli and damping ratios of sand and clay. Soils and Foundation. 33 (1), 182-191.
- [16] Seed, H. B. and Idriss, I. M. 1970. Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses. Report # EERC, 70-10, Earthquake Engineering Research Center, Univ. Of California, Berkeley, 15 p..
- [17] Seed, H. B., Wong, R. T., Idriss, I. M. and Tokimatsu, K. 1984. Moduli and damping factors for dynamic analyses of cohesionless soils. Journal of Geotechnical Engineering, 112 (11), 1016-1032.

EK 1. Türkiye’de meydana gelmiş depremlerin orijinal kayıtları ile zemin etkisinden arındırılmış hali kullanılarak oluşturulan deprem kataloğuna örnek (Beyaz, 2004)

Kayıt İstasyonu	Depremin									Dışmerkez Uzaklığı (km)	Zemin Yüzeyinde Ölçülen Maksim. Yatay Yer İvmesi	Deprem Kaydının Bas. Periyodu	Modellemeden Sonra Elde Edilen kaydın Pik Yatay Yer İvmesi	Modellemeden Sonra Elde Edilen Kaydın Baskın Periyodu	Zemin Büyütmesi
	Tarihi	Koordinatı	Zamanı	Kayıt Yönü		Magnitüd									
				NS	EW	M _S	M _I	M _W	M _D						
Çanakkale	06.07.2003	40.42N-26.21E	19:10		EW	5.2	5.6	5.6	5.3	41.7	15.6	0.80	8.2	0.70	1.9
Çanakkale	06.07.2003	40.42N-26.21E	19:10	NS		5.2	5.6	5.6	5.3	41.7	26.2	0.86	9.6	0.52	2.7
Malatya	13.07.2003	38.32N-39.00E	01:48:32	NS		6.0	6.0	6.2	5.7	53.8	11.0	0.81	11.0	0.81	1.0
Malatya	13.07.2003	38.32N-39.00E	01:48:32		EW	6.0	6.0	6.2	5.7	53.8	16.4	0.63	16.4	0.63	1.0
Denizli	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56	NS		4.7	5.2	5.2		46.1	22.2	1.05	10.8	1.08	2.1
Denizli	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56		EW	4.7	5.2	5.2		46.1	46.0	0.14	21.1	0.13	2.2
Kuyucak	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56	NS		4.7	5.2	5.2		44.7	21.6	0.39	11.4	0.90	1.9
Kuyucak	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56		EW	4.7	5.2	5.2		44.7	19.7	0.25	11.5	0.90	1.7
Nazilli	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56	NS		4.7	5.2	5.2		56.9	21.8	0.40	12.7	0.76	1.7
Nazilli	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56		EW	4.7	5.2	5.2		56.9	24.4	0.59	13.5	0.59	1.8
Sarayköy	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56	NS		4.7	5.2	5.2		27.4	90.2	0.43	31.4	0.43	2.9
Sarayköy	23.07.2003	38.17N-28.85E	04:56		EW	4.7	5.2	5.2		27.4	123.2	0.23	65.4	0.23	1.9
Denizli	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:36	NS		5.2	5.6	5.6		38.5	23.9	0.65	11.5	1.67	2.1
Denizli	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:36		EW	5.2	5.6	5.6		38.5	25.7	0.63	16.3	1.32	1.6
Kuyucak	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:37		EW	5.2	5.6	5.6		43.3	19.9	0.56	10.3	0.56	1.9
Kuyucak	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:37	NS		5.2	5.6	5.6		43.3	26.3	0.47	20.6	0.47	1.3
Nazilli	26.07.2003	38.12N-28.84E	13:31:54	NS		4.4	4.9	4.9		49.3	14.4	0.58	8.4	0.58	1.7
Nazilli	26.07.2003	38.12N-28.84E	13:31:54		EW	4.4	4.9	4.9		49.3	17.8	0.49	10.1	0.49	1.8
Nazilli	26.07.2003	38.11N-28.88E	01:01	NS		4.5	5.0	5.0		52.0	10.2	0.78	5.3	0.78	1.9
Nazilli	26.07.2003	38.11N-28.88E	01:01		EW	4.5	5.0	5.0		52.0	15.7	0.58	6.5	0.58	2.4
Nazilli	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:37		EW	5.2	5.6	5.6		52.8	27.2	0.48	16.3	0.48	1.7
Nazilli	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:37	NS		5.2	5.6	5.6		52.8	27.0	0.57	17.0	0.57	1.6
Sarayköy	26.07.2003	38.10N-28.87E	01:15:46		EW	4.0	4.1	4.1	4.1	19.3	9.7	0.09	5.8	0.14	1.7
Sarayköy	26.07.2003	38.10N-28.87E	01:15:46	NS		4.0	4.1	4.1	4.1	19.3	17.4	0.09	5.9	0.09	3.0
Sarayköy	26.07.2003	38.12N-28.84E	13:31:43	NS		4.4	4.9	4.9		22.1	14.3	0.93	7.3	0.93	2.0
Sarayköy	26.07.2003	38.12N-28.84E	13:31:43		EW	4.4	4.9	4.9		22.1	17.3	1.06	7.4	1.06	2.3
Sarayköy	26.07.2003	38.11N-28.88E	01:01	NS		4.5	5.0	5.0		20.1	47.5	0.15	16.5	0.15	2.9
Sarayköy	26.07.2003	38.11N-28.88E	01:01		EW	4.5	5.0	5.0		20.1	30.6	0.14	18.7	0.14	1.6
Sarayköy	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:36	NS		5.2	5.6	5.6		20.0	107.5	0.28	48.4	0.28	2.2
Sarayköy	26.07.2003	38.11N-28.89E	08:36		EW	5.2	5.6	5.6		20.0	121.1	0.36	53.3	0.36	2.3