DOĞRUSAL OLMAYAN ZEMİN ORTAMINDA RİJİT ŞERİT TEMELLER İÇİN DİNAMİK EMPEDANS FONKSİYONLARI: Düşey Titreşim Modu

O. Kırtel[1] ve E. Çelebi[2]

[1] *Araştırma Görevlisi, Müh. Fak., İnşaat Müh. Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya*
[2] *Profesör, Müh. Fak., İnşaat Müh. Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya*
Email: okirtel@sakarya.edu.tr

ÖZET:

Bu çalışmada, dinamik analizde üstyapının, zemine rijit bir şekilde mesnetlendiği kabulü veya FEMA 356 (Amerika) ve DGGT (2002, Almanya) gibi şartnamelerdeki statik empedanslar ile analiz edilmesi yerine, yapı-zemin sisteminin doğrusal olmayan davranışını ifade edecek frekansa bağlı temel empedans fonksiyonları geliştirilmiştir. Adapazarı bölgesi için doğrusal olmayan malzeme davranışı altında elde edilen dinamik empedansların yapı-zemin dinamik etkileşiminin hesaba katıldığı problemlerin deprem analizinde etkin olarak kullanıma sunulmasının geoteknik deprem mühendisliği alanında bu tip problemlerin değerlendirilmesinde büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Dinamik empedanslar yarı sonsuz zemin ortamı üzerine oturan rijit kütlesiz şerit temel plağı için geliştirilmiştir. Harmonik karakterde bir dış yük temel plağının orta noktasından uygulanarak dinamik analizler yapılmıştır. Statik empedanslar ile doğrulaması yapılmış ve dinamik yük etkisi altında yapı-zemin etkileşim probleminin sonlu eleman analizlerine etki eden tüm parametreler dikkate alınarak kurulmuş temel-zemin modeli kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sonlu eleman modeli kullanılarak Adapazarı bölgesine ait doğrusal ve doğrusal olmayan zemin davranışları için harmonik yük etkisi altında düşey doğrultuda dinamik analizler yapılmış, yer hareketinin etkin frekans içeriği dikkate alınarak *doğrusal olmayan davranış göstergeleri* frekansa bağlı olarak elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : dinamik empedans, doğrusal olmayan zemin davranışı, sonlu elemanlar yöntemi

1. GİRİŞ

Deprem etkisi altında üstyapının dinamik analizinde yapı-zemin etkileşim problemi, üzerinde en çok çalışılan konulardan birini oluşturmaktadır. Yapı-zemin etkileşiminde zemin bölgesinin idealleştirilmesi için kullanılan iki temel yaklaşım, "Doğrudan Çözüm Yaklaşımı (Direkt Metot)" ile "Altsistem Yaklaşımı" dır. Aydınoğlu (1994), Doğrudan Çözüm Yaklaşımında, zemin ortamının da üstyapı taşıyıcı sistemi gibi Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) ile ayrıklaştırılmasını ve oluşturulan ortak sistemin, tanımlanan statik veya dinamik dış etkiler altında doğrudan analizini öngörür. Altsistem Yaklaşımında ise, yapı ve zemin iki ayrı sistem olarak düşünülür ve her iki sistem için ayrı ayrı yazılan denge denklemleri, daha sonra yapı-zemin arakesitindeki geometrik uygunluk ve denge koşulları dikkate alınarak birleştirilir. Bu durumda zemin ortamı sadece üstyapı ile zemin bölgesi arakesitinde, sınırlı sayıdaki ayrık düğüm noktalarında temsil edilen bir alt sistem olarak idealleştirilir. Altsistem yaklaşımının en önemli çözüm aşaması, temel-zemin arakesitindeki serbestlik dereceleri için tanımlanan ve titreşen yapı temellerinin davranışının incelenmesinde de etkin olarak kullanılan temel empedans fonksiyonlarının belirlenmesidir.

Temellerin rijitliklerini de gösteren bu dinamik büyüklükleri hesaplayabilmek için günümüzde mevcut analitik ve yarı analitik çözüm yöntemlerinin yanında sınır elemanlar ve sonlu elemanlar gibi nümerik çözüm yöntemleriyle bunların her ikisini de kapsayan karma (melez) çözüm teknikleri kullanılmaktadır.

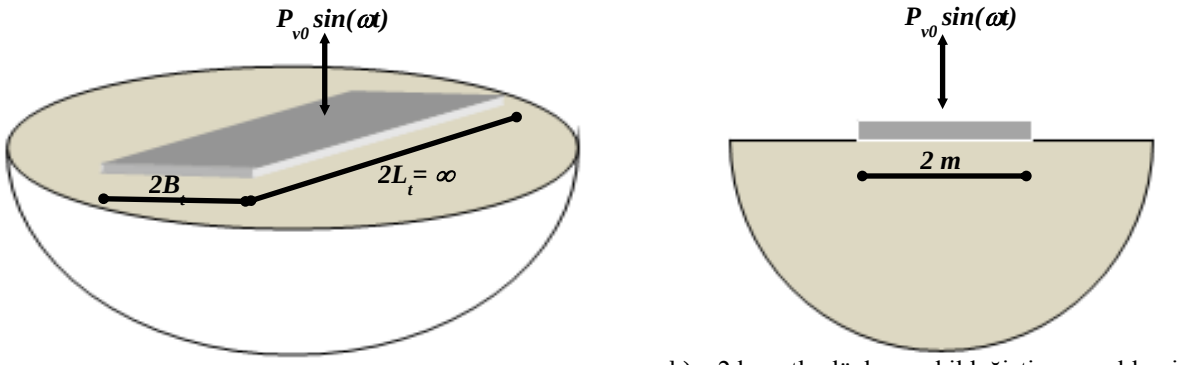
Temel-zemin arakesiti için geliştirilen fonksiyonların hesaplanması ile ilgili yapılan çalışmalarda görülmüştür ki dinamik rijitlikler bir çok parametreye bağlıdır. Bunların başında zemin mekanik özellikleri, temel ve zemin geometrisi ve dış yükün frekansı gelmektedir (Sieffert, 1996). Belirtilen parametrelere bağlı olarak temel-zemin arakesitindeki etkileşim fonksiyonları sınırlı sayıda frekans değeri için ve en önemlisi de elastik zemin davranışı altında elde edilmiştir.

Literatürde dairesel, dikdörtgen, kare ve şerit temel geometrisi için elastik zemin durumunda araştırmalar yapılmış ve empedanslar elde edilmiştir (Luco 1974, Dominguez and Rosset 1978, Mita and Luco 1989, Spyrakos and Chaojin 2004). Tsai ve diğ. (1974) dinamik rijitliğin titreşim kaynağının frekansına bağlı olması durumu hareket denkleminin çözümünü zorlaştırdığından empedans fonksiyonlarını frekanstan bağımsız tanımlamışlardır. Gazetas ve Roesset (1976) tabakalı zemin ortamında şerit temeller için titreşim analizleri yapmıştır. Dobry ve Gazetas (1986), çalışmalarında farklı geometrik şekillere sahip gömülü olmayan temeller için empedans fonksiyonlarının kesin çözümlerini hesaplamışlardır. Domingez ve Roesset (1978) sınır elemanlar yöntemi ile elastik zeminler için dikdörtgen temellere ait empedans fonksiyonlarını elde etmişlerdir. Mita ve Luco (1989) gömülü kare temellerin bağlaşık ötelenme-dönme titreşimlerini elde etmek için karma çözüm tekniğini kullanmışlardır. Bu analitik ve yarı analitik çözüm yöntemlerinin yanı sıra sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak dikdörtgen temellerin gömülü olması durumunda da çalışmalar yapılmış ve fonksiyonlar hesaplanmıştır (Wolf ve Song 1997). Spyrakos ve Chaojin (2004) çalışmalarında sonlu eleman ve sınır elaman yöntemlerini beraber kullanarak tabakalı zemin ortamında şerit temellerin dinamik analizini incelemişlerdir. Çalışmalarında temelin rijitliğinin, kütlesinin ve gömülme durumunun etkisine de bakılmıştır. Çelebi ve diğ. (2006), sınır eleman yöntemini kullanarak frekans bölgesinde çalışmalar yapmış, zemin ortamının elastik olması durumunda yüzeysel ve gömülü temel durumları için dinamik empedans fonksiyonlarını malzemenin Poisson oranına bağlı olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada, üstyapının deprem etkisindeki dinamik davranışına yerel zemin koşullarının etkisini daha iyi tanımlayabilmek için temel-zemin arakesitindeki frekansa bağlı dinamik empedans fonksiyonlarının zemin ortamının doğrusal olmayan davranışı altında geliştirilmesi amaçlanmıştır. Analizlerde statik durum için doğrulaması yapılan ve dinamik yük etkisi altında elastik malzeme davranışı için kurulan temel-zemin sonlu eleman modeli (Kırtel ve Çelebi, 2012) kullanılmıştır. Zemin ortamı Mohr-coulomb yenilme kriteri altında tanımlanan elasto-plastik malzeme davranışı ile ifade edilmiştir. Şerit temel plağının düşey titreşim modunda, elastik ortamlar için elde edilmiş olan dinamik rijitlikleri eşdeğer lineer rijitliğe dönüştürecek "doğrusal olmayan davranış göstergesi" katsayıları elde edilmiştir.

2. SAYISAL MODEL VE ETKİ EDEN PARAMETRELER

Parametrik analizler için kullanılacak sayısal model 2 boyutlu düzlem-şekildeğiştirme problemi olarak geliştirilmiştir. Sonlu eleman analizleri 2D Dinamik Plaxis V10 nümerik analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Düzlem-şekildeğiştirme problemi olarak ele alınan temel-zemin sisteminde genişliği 2 m ve kalınlığı 0.25 cm olan betonarme şerit temel plağı kullanılmıştır. Şerit temel için düşey titreşim moduna ait empedans değerinin elde edilmesinde deprem yer hareketinin etkin frekans aralığında (0-5 Hz) temel plağının orta noktasından harmonik karakterde yük uygulanacak ve böylece kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisinden dinamik rijitlik değerleri elde edilecektir (Şekil 1).



a) 3 boyutlu temel-zemin sistemi b) 2 boyutlu düzlem-şekildeğiştirme problemi

Şekil 1. Temel-zemin sisteminin idealleştirmesi

Elastik ve elasto-plastik malzeme modelleri altında yapılacak statik ve dinamik sonlu eleman analizlerinde Adapazarı bölgesi için mevcut deneysel çalışmalardan (Youd ve diğ.; Bray ve diğ., 2000) ve literatürdeki tanımlamalardan (Bol, 2003; Bowles,1996) yararlanılarak Tablo 1'deki zemin özellikleri seçilmiştir.

Tablo 1. Adapazarı bölgesi için seçilen zemin özellikleri

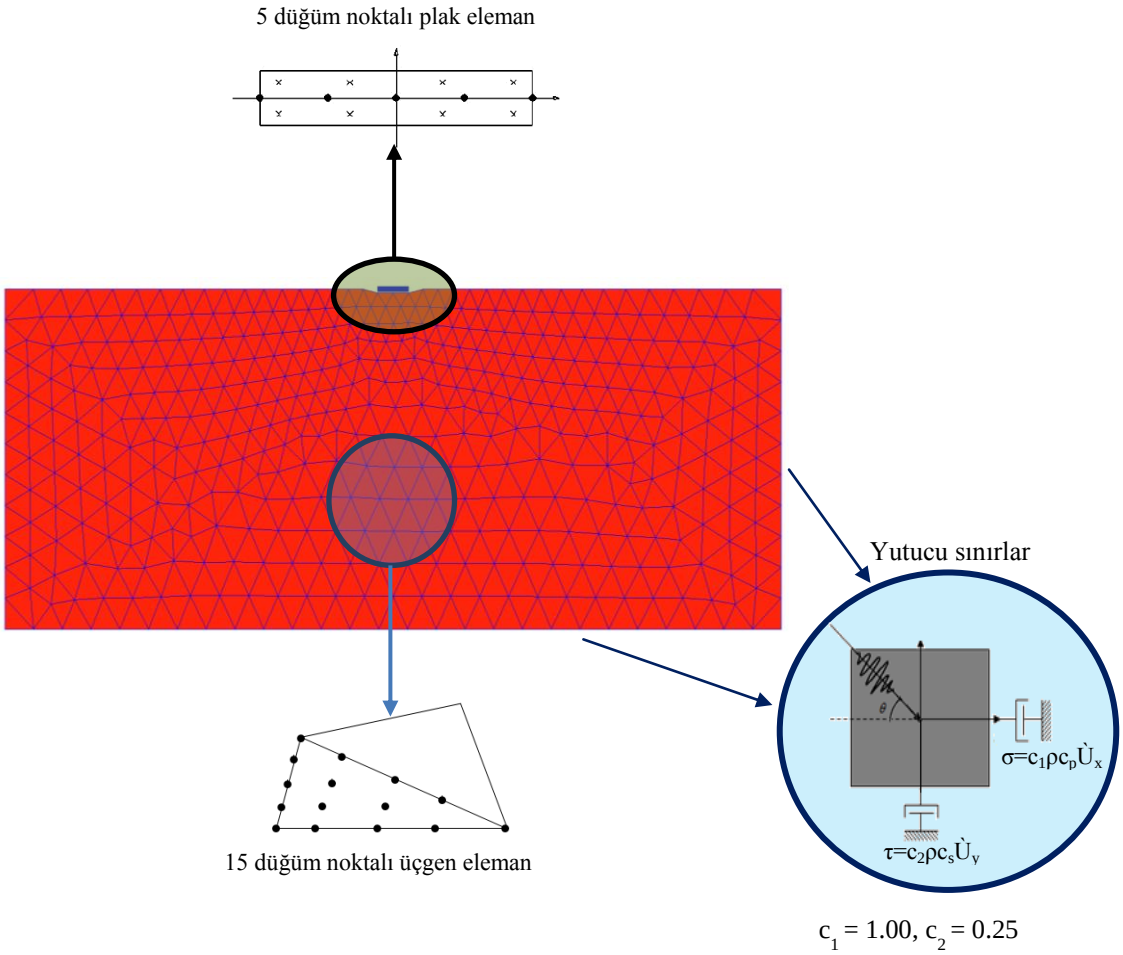
Parametre	Boyut	Değer
Yoğunluk	ρ [t/m^3]	2
Poisson oranı	ν [-]	0.4968
Elastisite modülü	E [kN/m^2]	86216
kayma dalga hızı	c_s [m/s]	120
Kohezyon	c' [kN/m^2]	35
Kayma direnci açısı	Φ' [°]	15

Adapazarı bölgesi yerel zemin koşulları için doğrusal olmayan zemin malzeme davranışını ifade edecek empedans fonksiyonlarının elde edilmesinde Kırtel ve Celebi (2012)'nin geliştirdiği sonlu eleman modeli (SEM) kullanılmıştır (Şekil 2). Dinamik analizlerin yapılacağı sonlu eleman modelinde zemin ortamı 15 düğüm noktalı üçgen elemanlar ile ayrıklaştırılmıştır. Rijit temel plağı ise 5 düğüm noktalı plak eleman ile modellenmiştir. Sonsuz zemin ortamından ayrıklaştırılan sonlu zemin bölgesinin geometrisi dalga yayılımı da dikkate alınarak genişliği 50 m ve yüksekliği 20 m olacak şekilde seçilmiştir. Bilindiği gibi yapı-zemin etkileşim problemlerinin dinamik analizinde en temel sorun malzeme ve geometrik (radyasyon) sönüm parametrelerinin tanımlanmasıdır. Bu çalışmada malzeme sönümü Rayleigh yaklaşımı (1) ile tanımlanmıştır.

$$C = \alpha M + \beta K \tag{1}$$

Burada α, kütle katılım katsayısını β ise rijitlik katılım katsayını ifade etmektedir. Yapılan araştırmalara göre yapı-zemin etkileşim problemlerinde malzeme sönümüne kütlenin katkısı ihmal edilecek seviyededir (Hashash ve Park 2002). Rijitlik katılım katsayısı ise malzemenin doğal titreşim frekansına ve sönüm oranına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda α= 0, β= 0.01 olarak alınmıştır. Geometrik sönümün tanımlanması ise ayrıklaştırılan sonlu zemin bölgesinin sınır şartlarının zemin ortamının sonsuzluğu ifade edecek şekilde belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada viskoz sınır şartı olan ve Lysmer ve Kuhlemeyer (1969)'in geliştirdiği yutucu sınırlar kullanılmıştır (Brinkgreve ve diğ. 2002). c_1 ve c_2 basınç ve kayma dalgaları için

yumuşatma katsayılarını, ρ malzeme yoğunluğunu, $\dot{U}_x$ ve $\dot{U}_y$ ise yatay ve düşey doğrultu için hızları tanımlamaktadır.



Şekil 2. Sonlu eleman modeli ve özellikleri

3. NÜMERİK ANALİZ VE DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ GÖSTERGELERİ

Adapazarı bölgesi için doğrusal ve doğrusal olmayan zemin davranışına bağlı olarak şerit temeller için geliştirilen frekansa bağlı rijitlik değerleri, elastik ortamlar için analitik ve deneysel olarak doğrulanmış statik empedans değerleri kullanılarak elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Elastik zemine oturan şerit temeller için statik empedans değerleri (Gazetas, 1991)

Şerit Temel İçin Empedans Fonksiyonları ($2L\rightarrow\infty$)	
Düşey	$\frac{K_{v0}}{2L_t} = \frac{0.73G}{1-\nu}$
Yatay	$\frac{K_{h0}}{2L_t} = \frac{2G}{2-\nu}$

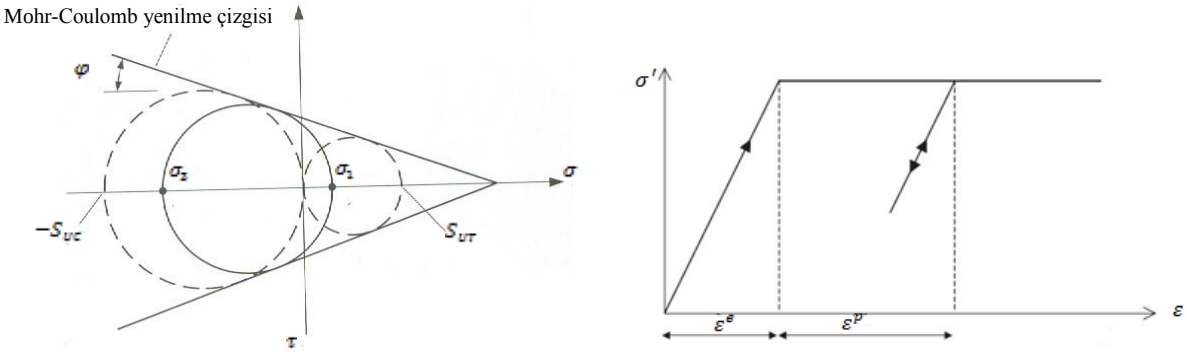
Kırtel ve Çelebi (2012) çalışmalarında, lineer elastik malzeme davranışı için temel-zemin sisteminin harmonik yük etkisi altında sonlu eleman analizlerini yapmış ve boyutsuz frekans parametresine (a_0) bağlı olarak düşey ve yatay yük için dinamik rijitlik katsayılarını (k_v, k_h) hesaplamışlardır.

$$a_0 = \frac{\omega B_t}{c_s} \tag{2}$$

$$K_v = K_{v0} * k_v \tag{3}$$

$$K_h = K_{h0} * k_h$$

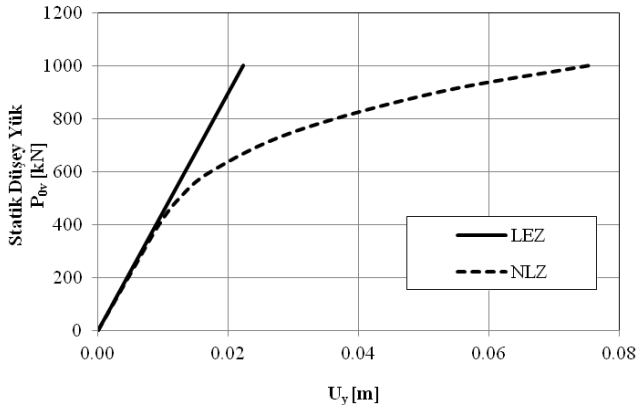
Denklem (2)'de ω dış yükün açısal frekansını, B_t şerit temel yarı genişliğini, c_s ise zemin ortamının kayma dalgası hızını ifade etmektedir. Zeminin doğrusal olmayan davranışını ifade edebilmek için, malzeme modeli olarak Mohr-coulomb yenilme kriteri altında elasto-plastik davranış, kurulan sonlu eleman modelinde kullanılmıştır (Şekil 3).

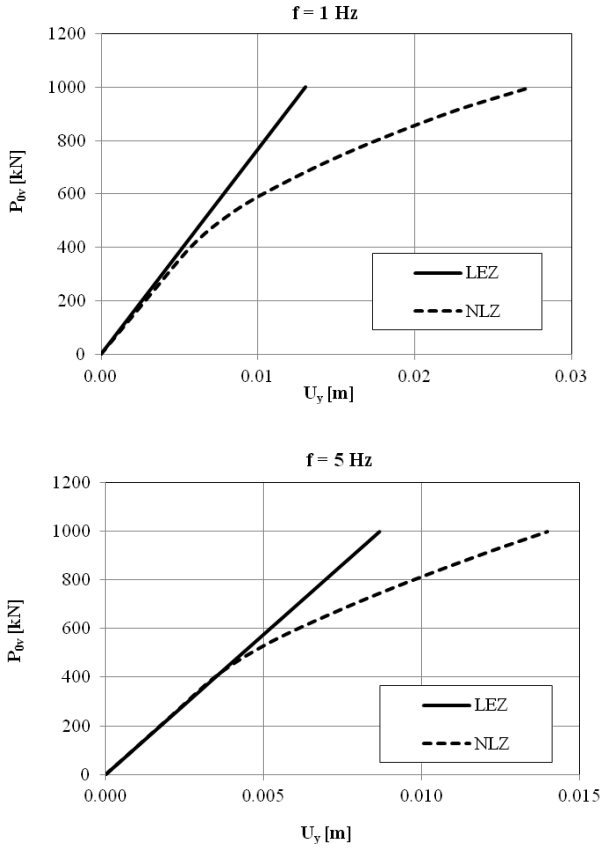


(a) (b)

Şekil 3. Mohr-coulomb yenilme kriteri (a) ve elasto-plastik malzeme davranışı (b)

Elasto-plastik malzeme modeli kullanılarak, temel-zemin sonlu eleman sisteminde şerit temel plağının orta noktasından uygulanan 0-5 Hz aralığında ve Δf= 0.5 Hz adım mesafesinde düşey harmonik yük değerleri için yük-yerdeğiştirme ilişkileri elde edilmiştir. Şekil 4'de düşey doğrultuda uygulanan dış yük etkisi altında lineer elastik zemin (LEZ) ve non-lineer zemin (NLZ) davranışlarına ait yük-yerdeğiştirme ilişkileri statik durum ve bazı frekans değerleri için verilmiştir.





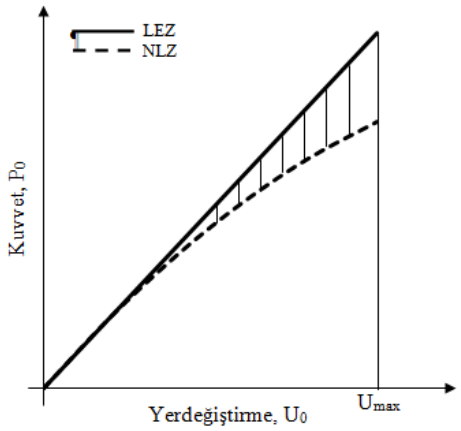
Şekil 4. Doğrusal ve doğrusal olmayan malzeme davranışı için düşey doğrultuda frekansa bağlı yük-yerdeğiştirme ilişkisi

Grafikler incelendiğinde doğrusal olmayan malzeme davranışındaki yük-yerdeğiştirme ilişkisinden değişken bir rijitliğin olduğu görülmektedir. Bu çalışmada pratik uygulama açısından elastik ortamlar için mevcut olan empedans fonksiyonlarının kullanılması ile doğrusal olmayan zemin davranışına ait dinamik rijitlikler geliştirilecektir. Yani şerit temel plağı için eşdeğer lineer empedans fonksiyonları elde edilecektir. Bunun için dinamik analizler sonucunda doğrusal ve doğrusal olmayan malzeme davranışlarına ait kuvvet-yerdeğiştirme ilişkileri arasında bir bağıntının geliştirilmesi gerekmektedir.Doğrusal olmayan zemin malzeme davranışına ait şerit temel plağının empedans fonksiyonları için elde edilecek eşdeğer lineer empedans fonksiyonlarına geçiş, dış yük etkisi altında tüketilen enerji miktarının hesaplanması ile dikkate alınacaktır (Zhang ve Tang, 2007).

$$\delta = \frac{W_{LEZ} - W_{NLZ}}{W_{LEZ}} \tag{4}$$

Denklem 4'de W_{LEZ} zemin ortamının doğrusal davranış göstermesi halinde dış yük etkisi altında tüketilen enerjiyi, W_{NLZ} zemin ortamının doğrusal olmayan davranışı göstermesi halinde dış yük etkisi altında tüketilen enerjiyi ve δ ise *doğrusal olmayan davranış göstergesini* tanımlamaktadır (Şekil 5). İki farklı malzeme modeli arasındaki tüketilen enerji farkına dayalı olarak elde edilen bu katsayı ile doğrusal olmayan zemin davranışına ait düşey rijitlik değerleri eşdeğer lineer olarak hesap edilecektir (Denklem 5).

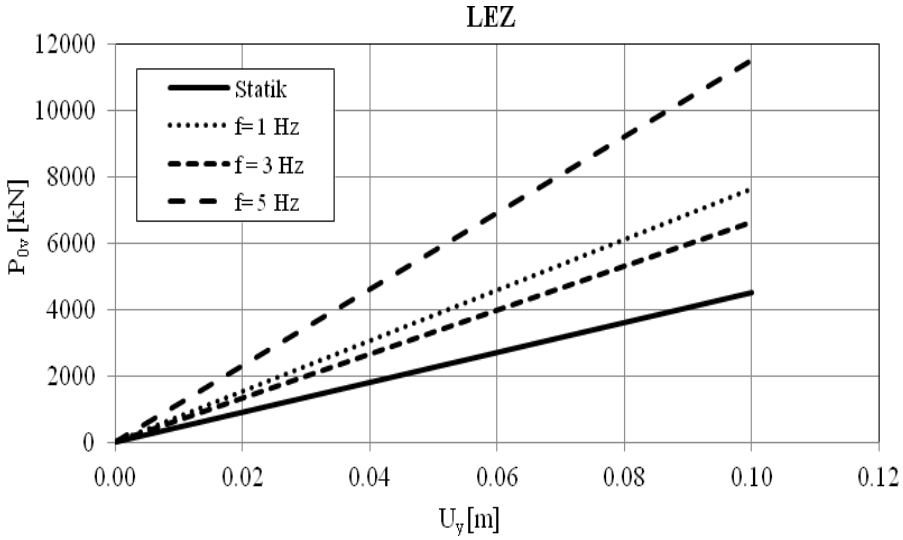
$$K_{NLZ,v} = K_{v0} \times k_v \times (1 - \delta_v) \tag{5}$$

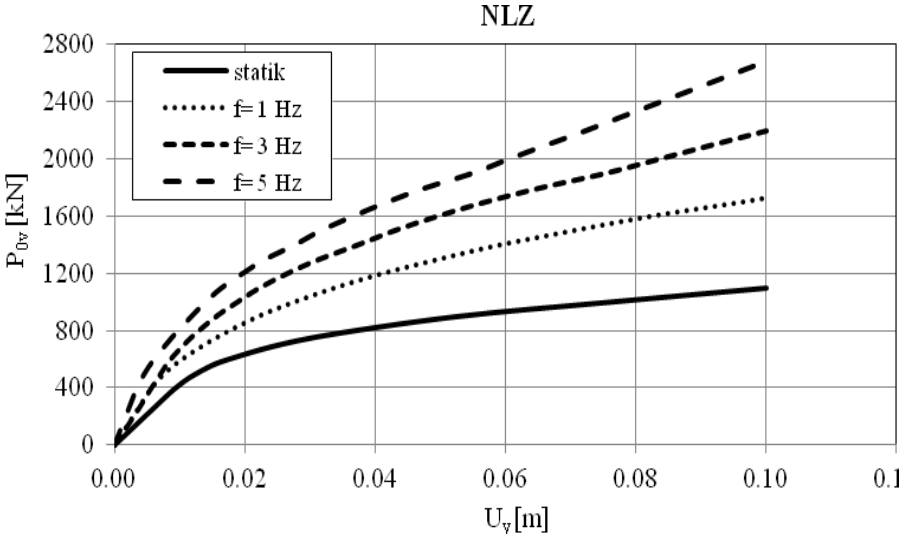


Şekil 5. Zemin ortamının farklı malzeme davranışları için kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisinde enerji

Burada esas problem farklı malzeme davranışları altında tüketilen enerjinin hesabında her iki malzeme modeli için de ortak yenilme sınırının belirlenmesi gerekmektedir. Yani doğrusal ve doğrusal olmayan zemin davranışları için düşey ve yatay doğrultularda tüm frekans değerlerine ait dış yük etkisi altında olabilecek yerdeğiştirmenin üst sınır değerinin (U_{max}) belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen limit deplasman durumlarına göre elde edilen "δ" değerleri, zemin ortamının doğrusal olmayan davranış sergilemesi durumunda elastik malzeme davranışına göre dinamik rijitlikteki azalma oranını ifade etmektedir.

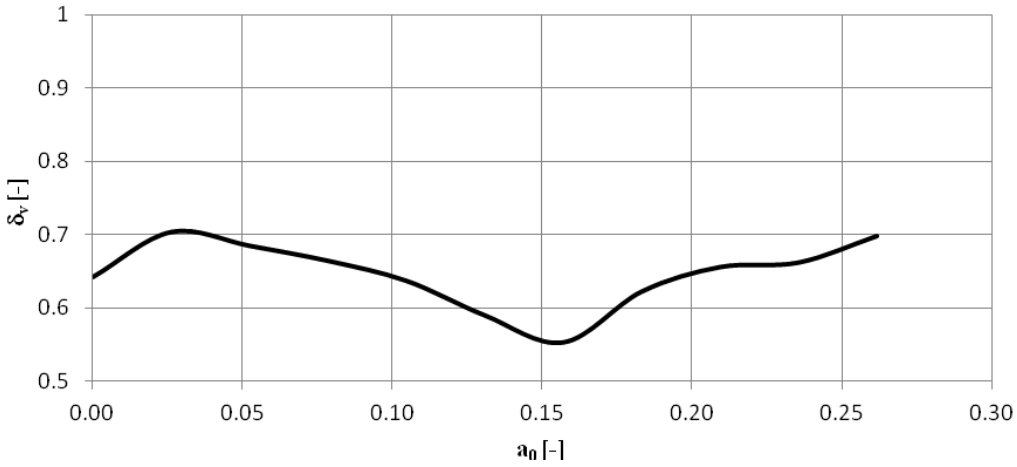
Temel-zemin ortak sisteminde düşey yerdeğiştirmenin olası maksimum değeri için literatürde binalar ve temeller için verilen oturma kriterlerinden yararlanılarak bir çalışma yapılmış ve limit deplasman değeri 10 cm olarak belirlenmiştir (Önalp ve Sert, 2010). Limit düşey deplasman değeri dikkate alınarak doğrusal ve doğrusal olmayan malzeme davranışları için temel-zemin ortak sisteminin sonlu eleman analizleri yeniden yapılmıştır. Düşey yük etkisi altında temel plağı-zemin arakesitindeki yük-yerdeğiştirme ilişkisi, belirlenen limit deplasman değerine kadar tüm frekans değerleri için elde edilmiştir (Şekil 6).





Şekil 6. Farklı zemin davranış modellerinde düşey doğrultu sınır değeri için yük-yerdeğiştirme ilişkisi

Öncelikle doğrusal ve doğrusal olmayan malzeme davranışları için tüketilen enerjiler hesaplanmıştır. Daha sonra denklem (5) kullanılarak düşey doğrultu için doğrusal olmayan davranış göstergeleri (δ) boyutsuz frekans parametresine bağlı olarak Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. Düşey doğrultu için doğrusal olmayan davranış göstergesinin boyutsuz frekans parametresine bağlı değişimi

5. SONUÇLAR

Türkiye'de son yıllarda meydana gelen yıkıcı depremler sonrasında yapılan kapsamlı incelemelerde, yıkılan ve hasar gören binaların davranışında zemin etkisinin önemli bir rol aldığı gözlemlenmiştir. Zeminler şiddetli yer hareketine maruz kaldıklarında doğrusal olmayan davranış gösterirler.

Bu çalışmada zemin ortamının deprem etkisi altında üstyapının dinamik davranışına etkisini daha kolay ve gerçekçi tanımlayabilmek amacıyla dış yükün frekansına bağlı olarak şerit temel plağının düşey titreşim modu

için doğrusal olmayan dinamik rijitlikler hesaplanmıştır. Düşey doğrultu için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, zemin ortamının doğrusal olmayan davranış sergilemesi durumunda, incelenen frekans aralığında rijitlik değerinde % 70 'e varan bir azalma ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda özellikle düşey doğrultuda dinamik yük etkisi altında titreşen makine temellerinin tasarımında zemin etkisini çok daha hassas bir şekilde ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

6. TEŞEKKÜRLER

Yazarlar, 2010-50-02-005 proje numaralı araştırma projesini destekleyen Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkalığına teşekkürlerini sunarlar.

7. KAYNAKLAR

FEMA 356. (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings, Fedaral Emergency Management Agency, USA.

DGGT. (2002). Empfehlungen des arbeitskreises "baugrunddynamik, Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V., Berlin.

Aydınoğlu M.N. (1994). Yapı analizi ve tasarımı süresince statik ve dinamik yapı-zemin etkileşimi. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi, ODTÜ, Ankara.

Sieffert, J.G. (1996). Soil-structure dynamic interaction: Which results fort the practical engineer?. EURODYN'96, Rotterdam.

Luco, J. E. (1994). Impedance functions for a rigid foundation on a layered medium. Nuclear Eng. Design 31: 204-217.

Dominguez, J., Roesset, J. M. (1978). Dynamic stiffness of rectangular foundations. MIT Research Report, R. 78-20.

Mita A., Luco J. E. (1989). Dynamic response of a square foundation embedded in an elastic half-space. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 8, 54-67.

Spyrakos, C.C., Chaojin, X. (2004). Dynamic analysis of flexible massive strip–foundations embedded in layered soils by hybrid BEM–FEM. Computer and Structures 82, 2541-2550.

Tsai, N.C., Niehoff, D., Swatta, M., Hadjan, A.H. (1974). The use of frequency independent soil-structure interaction parameters. Nuclear Engineering And Design 31: 168-183.

Dobry, R., Gazetas, G. (1986). Dynamic response of arbitrarily shaped foundations. Journal of Geotechnical Engineering ASCE Vol. 112, No. 2.

Gazetas, G. and Roesset JM. (1976). Force Vibrations of Strip Footing in Layered Soils. Method Structural Analysis ASCE 1:1,15-31.

Mita, A. and Luco, J. E. (1989). Dynamic Response of a Square Foundation Embedded in an Elastic Half-Space. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 8, 54-67.

Wolf, J.P., Song, C. (1997). Finite element modelling of unbounded media, John Wiley & Sons.

Çelebi, E., Firat, S., Çankaya, İ. (2006). Dikdörtgen rijit temellerin dinamik empedans fonksiyonları. İMO Teknik Dergi, 3827-3849, Yazı 252.

Kirtel, O. and Celebi, E. (2012). Elastik zemine oturan şerit temeller için dinamik empedans fonksiyonu: Adapazarı zemin durumu. 3. International Science, Technology and Engineering Conference, December 2012, Dubai.

Youd, T.L., Bray, J.D., Önalp, A., Durgunoglu, H.T., Stewart, J. (2000). CPT Liquefaction Investigations, Adapazari, Turkey.

Bray, J.D., Önalp, A., Durgunoglu, H.T., Stewart, J. (2000). Ground failure and building performance in Adapazari, Turkey.

Bol, E. (2003). Adapazarı zeminlerinin geotekniği. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Bowles, J.E. (1996). Foundation analysis and design, 5. Edition, McGraw-Hill.

Hashash, Y.M.A., Park D. (2002). Viscous damping formulation and high frequency motion propagation in non-linear site response analysis. Soil Dyn. and Earthquake Eng. 22, 611-624.

Brinkgreve, R.B.J., Al-Khoury, R., Bakker, K.J., Bonnier, P.G., Brand, P.J.W., Broere, W., Burd, H.J., Soltys, G., Vermeer, P.A., Haag, D.D. (2002). Plaxis finite element code for soil and rock analyses. Published and Distributed by A.A. Balkema Publisher, The Netherlands.

Lysmer, J., Kuhlemeyer, R. L. (1969). Finite dynamic model for infinite media", journal of the engineering mechanics division, 95, 859–875.

Gazetas, G. (1991). Foundation engineering handbook: Foundation vibrations. 2nd Edition.

Zhang J., Tang Y. (2007). Radiation damping of shallow foundations on nonlinear soil medium. 4th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering Paper No. 1150, June 25-28, Greece.

Önalp A., Sert S. (2010). Geoteknik Bilgisi III: Bina Temelleri, Birsen Yayın Evi, İstanbul.