

Topografik Özelliklerinin Zeminin Dinamik Davranışına Etkisinin Bir Boyutlu Analiz Yöntemiyle İncelenmesi

Mehmet Uğur YILMAZOĞLU¹, Oğuzhan Yavuz BAYRAKTAR^{1*}

¹Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi/İnşaat Mühendisliği, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author: obayraktar@kastamonu.edu.tr

⁺Speaker: obayraktar@kastamonu.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet – Yapıların tasarımında karşılaşılan en önemli problem depremler sonucunda zeminde meydana gelebilecek dinamik etkiler tam ve doğru olarak tahmin edilerek dikkate alınmasıdır. Bir sahada oluşması muhtemel deprem hareketinin özellikleri tektonik yapı, kırılma mekanizması, doğrultu etkisi, merkez üstü uzaklığı, jeolojik yapının ve yerel zemin koşullarının etkisi gibi birçok faktöre bağlıdır. Deprem dalgalarının yüzeye yakın yumuşak zemin tabakalarından geçerken genliklerinin artmasına zemin büyütmesi denir. İncelenen bölgeye bağlı olarak zemin büyütmesinde meydana gelen değişimlere “yerel etkiler” adı verilmektedir.

Yerel etkileri meydana getiren yüzey geometrisini, yüzey altı zemin tabakalarının ve ana kayanın geometrisine topoğrafik özellikler denir. Gerçekte vadi, ova, dik yamaç ve tepeler gibi topoğrafik düzensizliklere sahip bölgelerde deprem hareketi sırasında ikinci ve hatta üçüncü boyut dinamik davranışı etkilemektedir. Bu çalışmada inceleme alanı olarak seçilen Kastamonu İli Merkez İlçe bölgesinin dinamik zemin davranışı bir ve iki boyutta incelenmiştir. Sahanın bir boyutlu ideal zemin profilleri ve en kesitler ilave revizyon imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu (Modül Planlama, 2011) kullanılarak oluşturulmuştur. Zeminin dinamik davranışının bir boyutlu analizi için DeepSoil yazılımı kullanılmış ve her bir zemin tabakası materyal özelliğine uygun sönüm bağıntıları ile tanımlanmıştır. Deprem kaydı olarak literatürden seçilen ulusal ve uluslararası karakteristik deprem ivme kayıtları kullanılmış ve dinamik zemin davranış analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerler yüzey pik ivme-zaman grafikleri şeklinde oluşturulmuştur. Ayrıca yüzey ivme değerlerinin topografya ile değişimini irdelemek için zemin kesitleri kullanılarak her bir deprem kaydı için bulunan yüzey ivme değerleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Tek boyutlu dinamik zemin davranış analizi, DeepSoil, Kastamonu , Topoğrafik özellikleri, Deprem

GİRİŞ

Zemin dinamik davranışının önceden doğru bir şekilde kestirimi mühendislikte karşılaşılan yapısal hasarların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Yapısal hasarların yaşanmaması için tasarım tepki spektrumlarının doğru kestirimine bağlıdır. Tasarım tepki spektrumlarının geliştirilmesi için gerekli yer yüzeyi hareketlerinin kestirilmesinde, sıvılaşma tehlikelerinin değerlendirilmesinde, gerekli dinamik gerilme ve birim deformasyonların değerlendirilmesinde ve toprak dolgular ile zemin istinat yapılarının duyarsızlığına yol açacak deprem kaynaklı kuvvetlerin belirlenmesinde zemin davranış analizleri kullanılmaktadır [4].

Deprem odak noktasında açığa çıkan enerji sismik dalgalar yoluyla jeolojik katmanlar boyunca değişime uğrayarak yüzeye doğru ilerler. Yerel zemin koşulları, depremler esnasında yapı veya tesislerde meydana gelecek hasarları etkilediğinden bina veya tesislerin depremlere dayanıklı tasarım aşamasında önemli parametrelerden biridir. Zemin tabakaları meydana gelen kuvvetli yer hareketinin genlik,

frekans içeriği ve süresini etkilediği gibi deprem dalgaları da geçtikleri zemin tabakalarının özelliklerini etkiler [2]. Zemin tabakalarına yaptıkları etkilerden en önemlisi zemin büyütmesidir. Ancak zemin tabakaları sismik dalgalar için süzgeç görevi görür ve bazılarını büyütürken bazılarını sönümlendirir [1,2,4]. Daha çok yumuşak zeminlerde görülen deprem hareketinin genliğinin artmasının başlıca nedeni zemin ile onun altındaki ana kaya arasındaki sismik empedans (öz direnç) farkıdır [1,2]. Ayrıca unutulmamalıdır ki sismik dalgaların kaya ortamlarda yüzlerce km ilerleyebilmesine rağmen zemin içinde çoğu zaman 100 metreden daha az yol alır.

Bu nedenle yüzeydeki hareket özelliklerinin doğru kestiriminde zemin tabakaları çok önemli rol oynadığı görülmektedir [4]. Tasarım depreminin yüzeydeki etkilerini tahmini için yapılan zemin davranış analizlerinde topoğrafik ve yerel zemin koşulları dikkate alınmalıdır. Zemin davranışlarının analizi için hesap yöntemleri bir, iki ve üç boyutlu olarak gruplandırılmaktadır. İki ve üç boyutlu yaklaşımlarda zemin tabakalarının ve ana kayanın iki veya üç boyutlu geometrisi gerektiğinden çoğunlukla bir boyutlu zemin davranış analizi tercih edilmektedir. Bir boyutlu analiz

yapılırken tabakaların yatayda sınırlı bir boyuta sahip oldukları ihmal edilmektedir [3].

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

İnceleme bölgesi olan Kastamonu ili, turistik açıdan oldukça zengin birçok doğal güzelliğe sahip tarihi bir kenttir. Deniz seviyesinden yüksekliği 775 m olup toplam yüzölçümü 13.108,1 km²'dir. İl çoğunlukla engebeli arazilerden oluşmaktadır, ilin kuzeyinde Batı Karadeniz Dağları bulunmaktadır. Karadeniz sahiline paralel olarak İsfendiyar (Küre) Dağları il merkezinin kuzeyinde, il merkezinin güneyinde ise yine doğu batı uzantılı Ilgaz dağları yer almaktadır.

Türkiye'nin Karadeniz'e doğru uzanan çıkıntısının büyük bölümünü kapsar. Doğuda Çatalzeytin ilçesinin Sinop ile birleştiği noktadan, batıda Kerempe burnuna kadar kıyı düz bir şerit halinde uzanır. Kerempe Burnunda bariz bir çıkıntı meydana getirerek güney batı doğrultusunda Bartın il sınırına kadar kıyı devam eder. Karadeniz'e olan bu kıyının uzunluğu 170 km'dir [6].

3.ZEMİNİN TEK BOYUTLU DİNAMİK DAVRANIŞ ANALİZİ

Depremi meydana getiren fay kırılmasıyla çıkan enerji tüm yönlerde yayılır. Farklı zemin katmanlarının sınırına geldiğinde dalgalar kırılır veya yansır. Yüzeeye yakın katmanların dalga iletme hızı daha düşük olduğundan yüzeeye yakın katmanlarda dalgalar düşey konuma daha yakın kırılarak ilerler [4]. Bir boyutlu zemin dinamik davranışında zemin katmanlarının sınırlarının yatay olduğu varsayımı yapılarak düşey yönde yayılan SH dalgalarının zemin üzerindeki etkisi incelenir.

Bir boyutlu modellerde zemin büyütmesine etki eden parametreleri sıralamak gerekirse;

- Teorik zemin büyütme fonksiyonları
- Zemin katmanlarının topoğrafik özellikleri
- Anakaya derinliği, anakaya üzerindeki zemin katmanlarının kalınlığı ve zemin dinamik özellikleri (kayma modülü ve sönüm oranı gibi)
- S- dalgasının hızı ve geliş açısı olarak sıralanabilir.

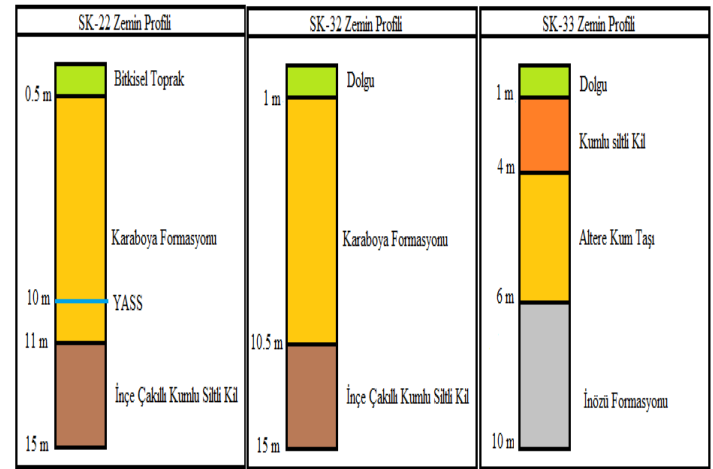
Analizlerde 19 Mayıs 1940 İmperial Valley, 19 Ağustos 1999 Kocaeli ve 28 Eylül 2004 Parkfield depremlerinin anakaya ivmeleri kullanılmıştır. Zemin dinamik davranışının analizinde kullanılmak için seçilen sondajlarda 3 adet formasyon dikkati çekmektedir. Bunlar Alüvyon, Karaboya Formasyonu ve İnözü Formasyonudur.

Alüvyon (Qal): Daday Çayı, Karaçomak Çayı, Karasu Çayı ve yan derelerinin vadi tabanlarında yer alan tutturulmamış, blok, çakıl, kum, silt ve kilden oluşan güncel çökellerdir.

Karaboya Formasyonu (Tk): Kastamonu havzasının çökel düzlüklerini oluşturan birim geniş bir alanda yayılım gösterir. Formasyon genel olarak sarımsı, kırmızı, soluk pembe, yer yer gri, yeşilimsi renkli, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, kilttaşı ve gölsel kireçtaşıdan oluşur.

İnözü Formasyonu (Ti): İnceleme alanında merkezin hem doğu hem de batı yakasında geniş alanlarda gözlenen birim inceleme alanında genel olarak kireçtaşı ara tabakalı kumtaşları şeklinde yayılım göstermektedir. Kahverengi yer yer kırmızımsı kahverengi olarak izlenen formasyon Budamış formasyonuna ait andezitik tüflerle benzerlik göstermektedir. Zayıf dayanımlı kayalar olarak izlenen birim üst seviyelerde oldukça bozmuşdur. Orta-kaba taneli, orta kalın tabakalı, yer yer çapraz tabakalı, bol kavkı kırıntılı, karbonat çimento ile orta sıkı tutturulmuştur.

Kastamonu İli Merkez İlçesi İlave-Revizyon İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu için yapılmış sondaj verileri kullanılarak hazırlanmış ideal zemin profilleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil.1 İdealleştirilmiş zemin profilleri [5]

Deepsoil programı kullanılarak yapılan analizlerde katmanların ortalama kayma dalga hızları ulusal ve uluslararası Spt-N değerlerine bağlı kayma dalgası hesaplama denklemleri kullanılarak bulunan değerler kullanılmıştır.

4.SONUÇLAR

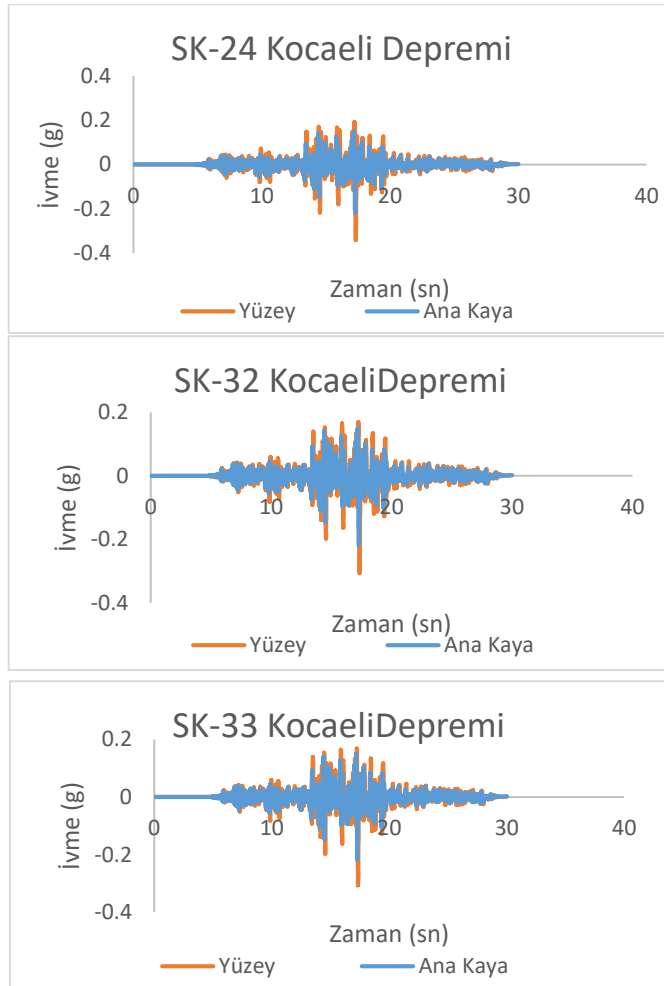
Analizlerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek deprem büyütme SK-33 zemin profilinde 19 Ağustos 1999 Kocaeli deprem ivme kaydında meydana gelmiştir. Tablo 1 de verilen büyütme oranlarına bakıldığında tüm sondajlarda en büyük büyütme Kocaeli Depreminde meydana geldiği görülmektedir. Dolayısıyla zemin davranışının incelendiği çalışmalarda doğru tahminlerde bulunabilmek için bölgede önceden meydana gelmiş deprem kayıtları veya bölgede önceden meydana gelmiş deprem kayıtlarına uygun üretilmiş deprem kayıtları kullanılmalıdır.

Tablo.1 Zemin büyütme oranları [5]

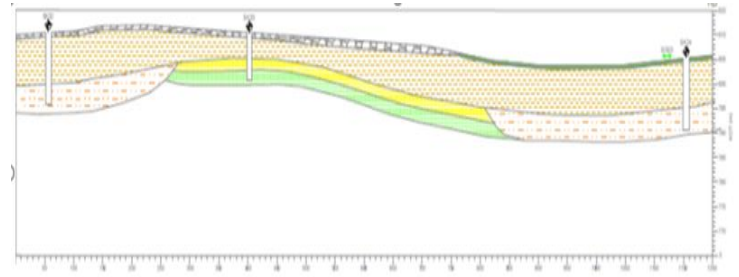
Depremler Sondajlar	İmperial Valley	Kocaeli	Parkfield			
	Yüze İvmesi	Büyütme	Yüze İvmesi	Büyütme	Yüze İvmesi	Büyütme
SK-24	0.23335093 5	1.199	0.341225723	2.627	0.53148465	1.789
SK-32	0.24259749 1	1.237	0.353522641	2.377	0.535873909	1.678
SK-33	0.26770816	1.532	0.30659737	2.896	0.551538527	2.228

Ayrıca analizler ile elde edilen yüze deprem ivme kayıtları Kocaeli depremi için ana kaya ile karşılaştırılarak zemin büyütmesi açık bir şekilde Şekil 2’de görülmektedir.

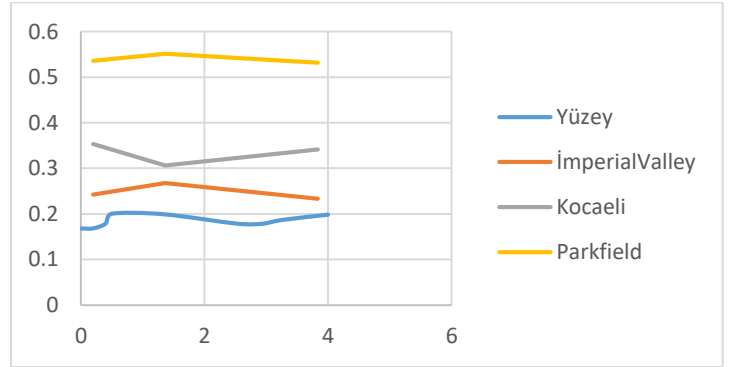
Zemin büyütmesinin topoğrafik özellikleri ile ilişkisini göstermek için Şekil 3’de verilen en kesit için analizde kullanılan her deprem için yüze ivme depremleri kullanılarak etkisi incelenmiş ve Şekil 4’te gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde bölgeye uygun deprem kaydının yapılacak çalışmalarda kullanılmasının önemini açıkça meydana çıkarmıştır.



Şekil.2 Ana kaya –yüze ivme değerleri [5]



Şekil.3 Sk-24, Sk-32 ve Sk33 sondajlarının bulunduğu zemin en kesiti



Şekil.4 Topoğrafya-yüze ivme kayıtlarının karşılaştırılması

5.KAYNAKLAR

1. Hashash, Y.M.A., Musgrove, M.I., Harmon, J.A., Ilhan, O., Groholski, D.R., Phillips, C.A., and Park, D. (2017) “DEEPSOIL 7.0, User Manual”.
2. Haşal M.E., 2009.Topoğrafik düzensizliklerin zemin büyütmesine etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul/Türkiye
3. İyisan R., Haşal M.E., 2007. Trapez kesitli vadi modelinde yerel zemin koşullarının Dinamik davranışa etkisi, İTÜ Mühendislik Dergisi, 6, s:3-14
4. Kramer, S.L., 1996. Geoteknik Deprem Mühendisliği, Kayabalı, K., 1. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara/Türkiye
5. Modül Planlama, 2011. Kastamonu İli Merkez İlçe Bölgesinin Dinamik Zemin Davranışı Bir ve İki Boyutta İncelenmiştir. Sahanın Bir Boyutlu İdeal Zemin Profilleri ve En Kesitler İlave Revizyon İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu
6. <http://www.kastamonu.gov.tr> Alıntı tarihi:10.10.2018