ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ BİLİM VE TEKNOLOJİ DERGİSİ B- TEORİK BİLİMLER

Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B- Theoritical Sciences

2018, Cilt:6 - syf. 175 - 182, DOI: 10.20290/aubtdb.489435
4.Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı Özel Sayısı

DİNAMİK YÜKLER ALTINDA ŞEV PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Ersin GÜLER [1,*], Gülgün YILMAZ [2], İlknur BOZBEY [3]

[1] Sivrihisar Meslek Yüksek Okulu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
[2] Porsuk Meslek Yüksek Okulu, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye
[3] İnşaat Müh. Böl., Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Şev stabilitesinin incelenmesi geoteknik alanında önemli konulardan biridir. Deprem bölgelerinde bulunan bir şevde dinamik yükler altında deplasmanlar meydana gelmektedir. Ortaya çıkan deplasmanlar sonucunda, şevlerde kitle hareketleri ve göçmeler oluşur. Şevlerde oluşabilecek hasarlar can ve mal güvenliği açısından büyük tehditler oluşturmaktadır. Şev stabilitesinin incelenmesi için pek çok analiz yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada deprem bölgesinde yer alan bir şev kesitinin dinamik yükler altında performansı incelenmiştir. Bu amaçla sonlu elemanlar programı kullanılmıştır. Şevde deprem yükleri altında kaymayı başlatan ivme olan kritik deprem ivmesi hesaplanmıştır. Türkiye'de ve Dünya'nın farklı bölgelerinde kaydedilmiş on adet depremden yirmi adet deprem ivme kayıtları kullanılarak geoteknik alanında sonlu elamanlar yöntemi ile analiz yapan (Plaxis) programda örnek şev kesiti için analizler yapılmış oluşan deplasmanlar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, literatürde verilmiş olan farklı formülasyonlarla karşılaştırılmıştır. Şev kesitinden elde edilen deplasman verilerinin bazı literatür formüllerine uyumluluğu saptanmış, sonuçlar grafikler üzerinde gösterilerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şev performansı, Deprem, Kritik ivme, Deplasman

INVESTIGATION OF THE SLOPE PERFORMANCE UNDER DYNAMIC LOADS

Examination of slope stability is one of the important issues in the field of geotechnics. Displacements take place in a slope located in an earthquake area under the influence of an dynamic. As a result of these displacements, mass movements and failure occur in the slopes. Because of this situation a great threat can become to the safety of life and property. There are many analytical methods for studying slope stability. In this study, the performance of a slope section was investigated during dynamic loads. For this purpose finite elements program is used. The critical earthquake acceleration, which is the acceleration that initiates the slip under the shear earthquake loads, is calculated. Generated displacements were calculated for the sample with the program (Plaxis), which was analyzed with finite element management in the field of geotechnics, using some earthquake records recorded in Turkey and in different parts of the world. The results obtained were compared with the displacement-critical acceleration data obtained the different formulations given in the literature. The compatibility of the displacement data obtained from the slope section to the literature formulas was determined and the results were compared on the graphs.

Keywords: Slope performance, Earthquake, Critical acceleration, Displacement

1. GİRİŞ

Deprem bölgesinde yer alan bir şevin stabilitesini koruyup koruyamadığı geoteknik alanında oldukça önemli bir konudur. Depremler sonucunda şevlerde meydana gelen heyelanlar önemli derecede hasara neden olmaktadır. Bu nedenle dinamik yükler altında şevlerin incelenmesi önemlidir. Şev stabilitesinin incelenmesi için pek çok analiz yöntemi bulunmaktadır. Bu analizlerde şevin yapısı, özellikleri ve dinamik yükler etkilidir. Şev, stabilitesini uygulanan deprem ivmesinin şevin harekete geçebileceği ivme değerinden büyük olduğu anda kaybeder [1].

Şevlerin statik analizleri üzerine yapılan çalışmalar daha önce pek çok gerçek şeve uygulanarak analizlerin eksik yönleri belirlenmiştir. Sismik şev stabilite analizleri ise henüz statik analiz kadar gelişmemiştir. Şevlerin sismik analizi yapılırken hem deprem sonucunda meydana gelen dinamik etkiler hem de şevin dayanımı ve gerilme-birim deformasyonun bilinmesi gerektiğinden karmaşık sonuçlar

*Sorumlu yazar:eguler@ogu.edu.tr
Geliş: 20.03.2018 Kabul:30.03.2018

ortaya çıkmaktadır [2]. Yıllar boyunca deprem sonucunda oluşmuş şev kaymaları, çevresine pek çok zarar vermiştir. Bunun sonucunda sismik şev stabilitesi alanında yapılan araştırmalar geoteknik mühendisliği için önemli hale gelmiştir [3].

Şev stabilitesinde deprem etkisinin sonuçları iyi analiz edilmediği takdirde can ve mal güvenliği açısından sorun teşkil edebilmektedir. Bu nedenle deprem yükleri altındaki şevlerin performansının daha doğru bir şekilde belirlenmesi için yol gösterici nitelikte olan karşılaştırmalı sonuçların ortaya konulması önem kazanmaktadır [4]. Bu çalışmada çeşitli deprem yükleri nedeniyle şevlerde meydana gelen deplasmanların, hem literatürde bulunan üç adet formül hem de sonlu elemanlar yöntemi ile analizleri yapılarak karşılaştırılmıştır.

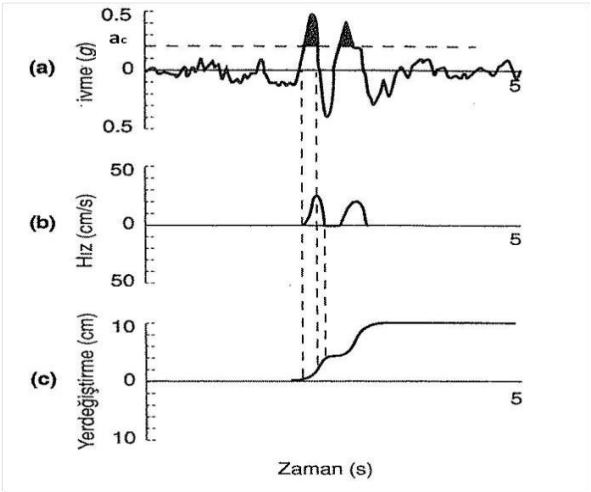
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deprem Yükleri Altında Şev Stabilitesi

Şevlerin stabilitesini pek çok faktör etkilemektedir. Analizler yapılırken her bir faktör göz önünde bulundurulmalı ve birbirlerine olan etkileri iyi değerlendirilmelidir. Şev stabilite analizlerinde hem statik hem de dinamik analiz mevcuttur [5]. Depremler nedeniyle şevlerde kesme dayanımı azalır ve duraysızlıklar meydana gelir. Son yıllarda meydana gelen şev hareketleri, zeminlerin deformasyonları ve şevlerin dinamik analizleri incelenerek önemli gelişmeler elde edilmiştir. Bunun sonucunda şevlerin dinamik yükler altında incelenmesi kolaylaşmış ve üst düzey yöntemler elde edilmiştir [6].

2.1.1. Ataletsel Şev Stabilitesi - Newmark Yöntemi

Newmark (1965) yöntemi, psödo-statik emniyet faktörünün 1'den küçük olduğu şevlerde meydana gelen deformasyonu hesaplamaktadır. Bu yöntem, şevlerde deprem kuvvetlerinin dışarıya doğru etkisinde kalan ve psödo-statik emniyet faktörünün 1 'in altında olduğu durumlarda deformasyon olacağını varsaymaktadır. Newmark (1965) yöntemi Şekil 1'de gösterilen verilere dayanmaktadır. Burada deprem meydana geldiğinde oluşan şevin yatay ivmesi görülmektedir. Bu ivme grafiğinde sıfır noktasının altındaki ivmeler şevin içine, sıfır noktasının üstündeki ivmeler ise şevin dışına doğru olan ivme hareketleridir ve sadece sıfır üzerindeki ivme hareketleri incelenmelidir. Şekil 1a'da a_c olarak ifade edilen yenilme ivmesi kesik çizgiler ile ifade edilmektedir [7].



Şekil 1. Newmark yöntemini anlatan diyagramlar a)ivme-zaman ilişkisi b) hız-zaman ilişkisi(taralı kısım için) c) yer değiştirme-zaman ilişkisi(taralı kısım için) [7].

2.2. Literatür Formülleri

Bu çalışmada kritik ivmenin maksimum ivmeye oranın (a_c/a_{maks}) formülleri seçilerek deplasman değerleri hesaplanmıştır.

Ambrassey ve Menu (1988), Newmark deplasmanlarını kritik ivmenin bir fonksiyonu olarak ve çok sayıda analiz yaparak elde etmişlerdir [7].

$$logD_n = 0{,}90 + \log[(1 - \frac{a_c}{a_{maks}})^{2{,}53}(\frac{a_c}{a_{maks}})^{-1{,}09}] \pm 0{,}30 \quad (1)$$

Jibson (2007) tarafından önerilen yeni Newmark kayan blok tahmin modeli, Jibson ve diğerleri tarafından önerilen diğer tüm modeller için temsilci model olarak seçilmiştir [8].

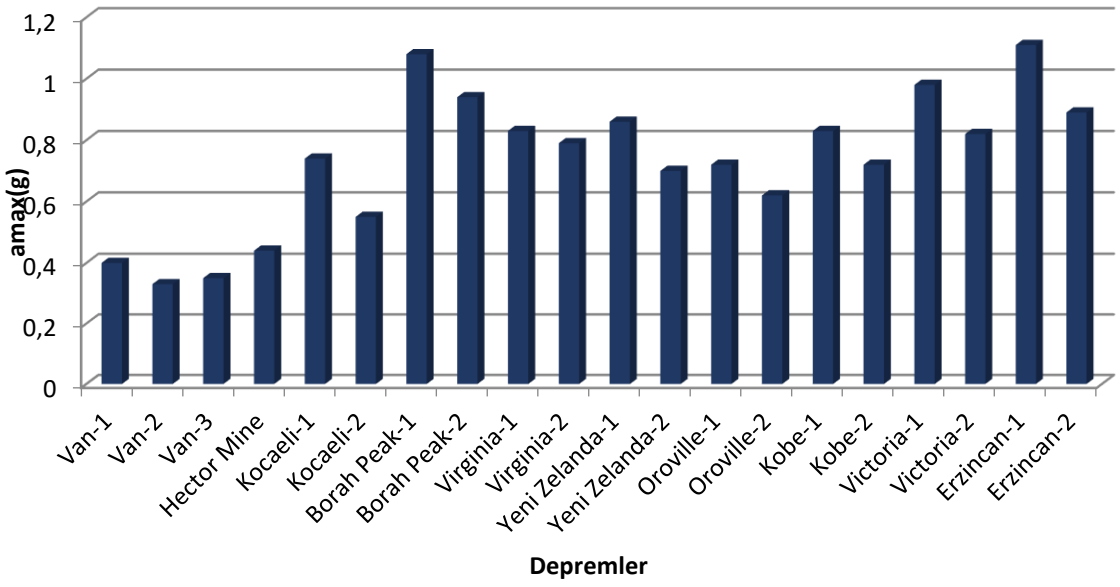
$$logD_n = 0{,}215 + \log[(1 - \frac{a_c}{a_{maks}})^{\mathbf{2{,}341}}(\frac{a_c}{a_{maks}})^{\mathbf{-1{,}438}}] \pm 0{,}510 \quad (2)$$

Bozbey ve Gündoğdu (2011) tarafından şevlerdeki deplasmanları tahmin etmek için önerilen formül, Türkiye'de meydana gelen otuz yedi adet deprem etkisi altında şevlerde meydana gelen deplasmanların farklı kritik ivme kayıtları kullanılmasıyla bilgisayar programı yardımı ile elde edilmiştir [9].

$$logD_n = -4{,}38\left(\frac{a_c}{a_{maks}}\right) + 1{,}937 \quad (3)$$

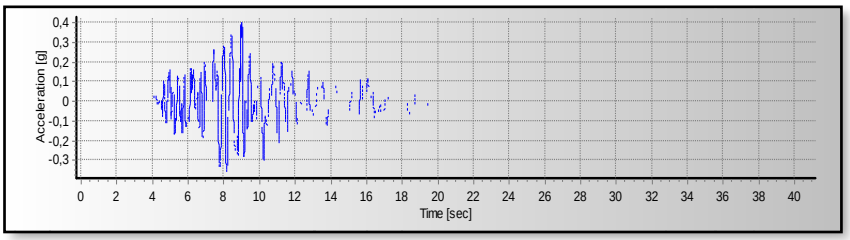
2.3. Analizde Kullanılan Depremler

Bu çalışmada dünyanın çeşitli bölgelerinde meydana gelmiş depremlere ait kayıtlar kullanılmıştır. Toplamda on adet depremden yirmi adet deprem ivme kaydı kullanılmıştır. Kullanılan deprem kayıtları farklı tarihlere ait meydana gelen depremleri içermektedir. Kullanılan yirmi adet deprem ivme kaydının maksimum ivme değerleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Depremlere ait maksimum ivme değerleri (a_{maks}) Şekil 2'de gösterilmiştir.

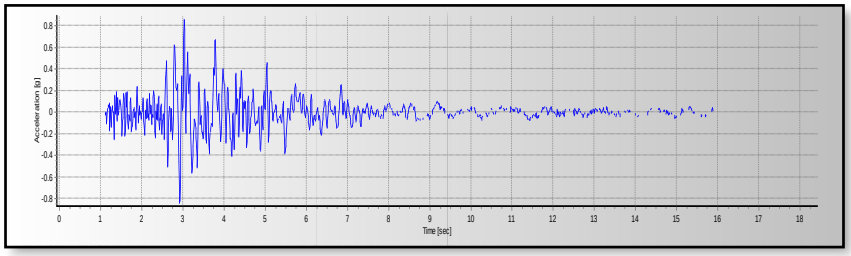


Şekil 2. Kullanılan deprem kayıtlarının maksimum ivme (amaks,g) büyüklüklerine göre dağılımı.

Çalışmada kullanılan on adet depremden yirmi adet deprem ivme kaydı akselogramları analiz programı yardımıyla elde edilmiştir. Kullanılan depremlere birer adet örnek Şekil 3 ve 4'de gösterilmiştir.



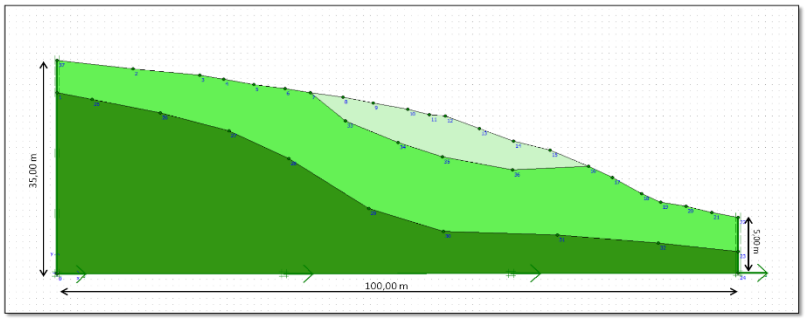
Şekil 3. Van depremi akselogramı



Şekil 4. Yeni Zelanda depremi akselogramı

2.4. Şev Kesitinin Tanıtılması

Bu çalışmada 2. derece deprem bölgesinde yer alan örnek bir şev kesiti seçilerek analiz edilmiştir. Şev kesiti üç ana katmandan oluşmaktadır. Şev geometrisi Plaxis programına girilmiş Şekil 5'de gösterilmiştir. Şev kesiti incelendiğinde alterasyonu yüksek, orta ve düşük şist olmak üzere aşağıya katmanlara doğru sıralanmaktadır. Yer altı suyu bulunmamaktadır.



Şekil 5. Şev kesiti

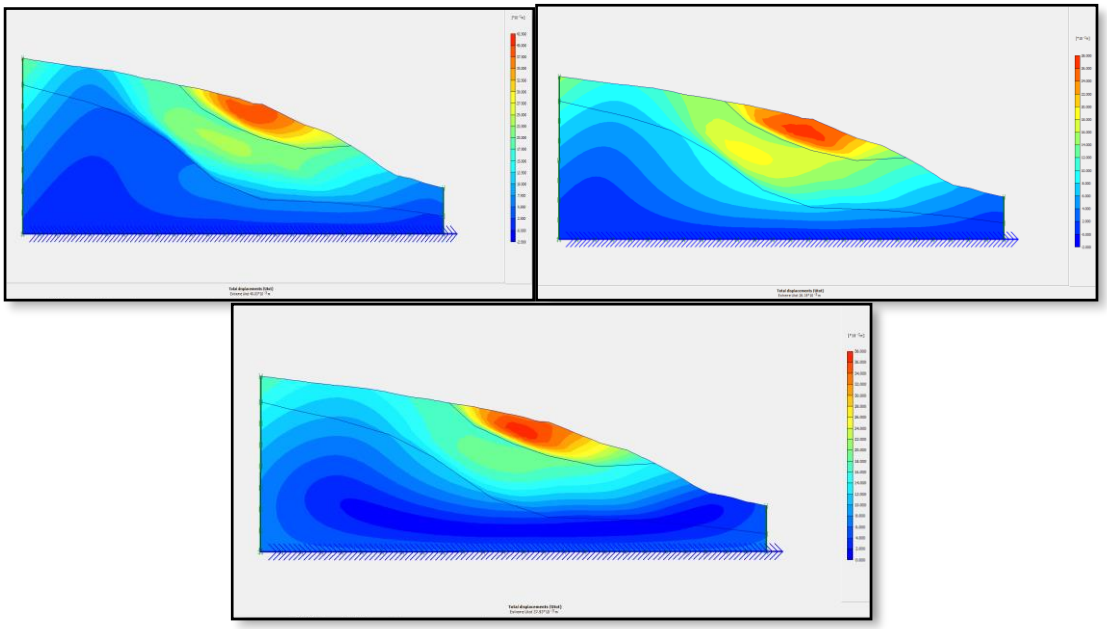
Şev kesitine ait zemin bilgileri jeoloji raporundan elde edilmiştir. Plaxis 2D analiz programında Mohr Cloumb modeli seçilmiştir. Çünkü problemlerin ilk analizlerinde kullanılması uygundur. Ayrıca zemin rijitliğinin sabit olması ile analizler daha hızlı yapılmaktadır. E, c, γ, ϕ değerleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Şev kesitine ait zemin bilgileri

Zemin Katmanları	Zemin değerleri			
	γ	c	E	ϕ
Tabaka-1 (Alterasyonu yüksek şist)	20 kN/m3	22 kN/m2	1.150E+04 kN/m2	28o
Tabaka-2 (Alterasyonu orta şist)	25 kN/m3	53 kN/m2	3.975E+04 kN/m2	38o
Tabaka-3 (Alterasyonu zayıf şist)	25 kN/m3	98 kN/m2	7.350E+04 kN/m2	47o

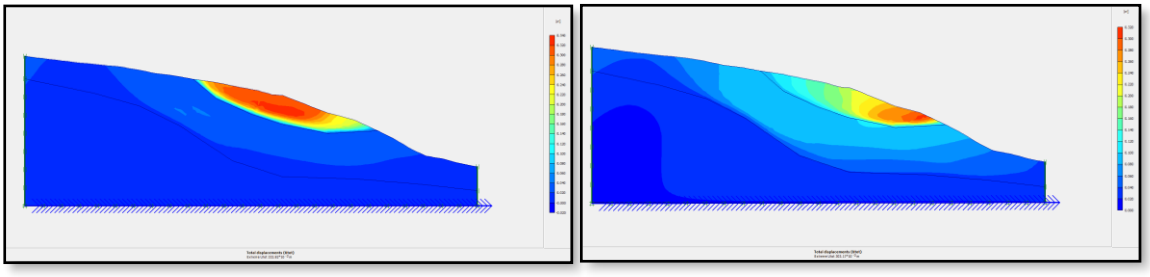
3. BULGULAR

Bu çalışmada Plaxis 2D programı ile yapılan analizler sonucunda her bir deprem ivme kaydına ait şev kesitinde meydana gelen deplasman değerleri elde edilmiştir. Van depremi ivme kaydından elde edilen deplasman dağılımları Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Van-1,2,3 ivme kayıtlarına ait şevde meydana gelen deplasman dağılımları

Kocaeli depremi ivme kayıtlarından elde edilen maksimum deplasman değeri 12,50 cm olarak elde edilmiştir. Yapılan diğer bir analizde ise Erzincan depremine ait iki adet ivme kaydı kullanılmıştır. Şev kesiti üzerinde deplasman dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir. Erzincan depremi ivme kaydından 33,20 cm deplasman değeri elde edilmiştir.



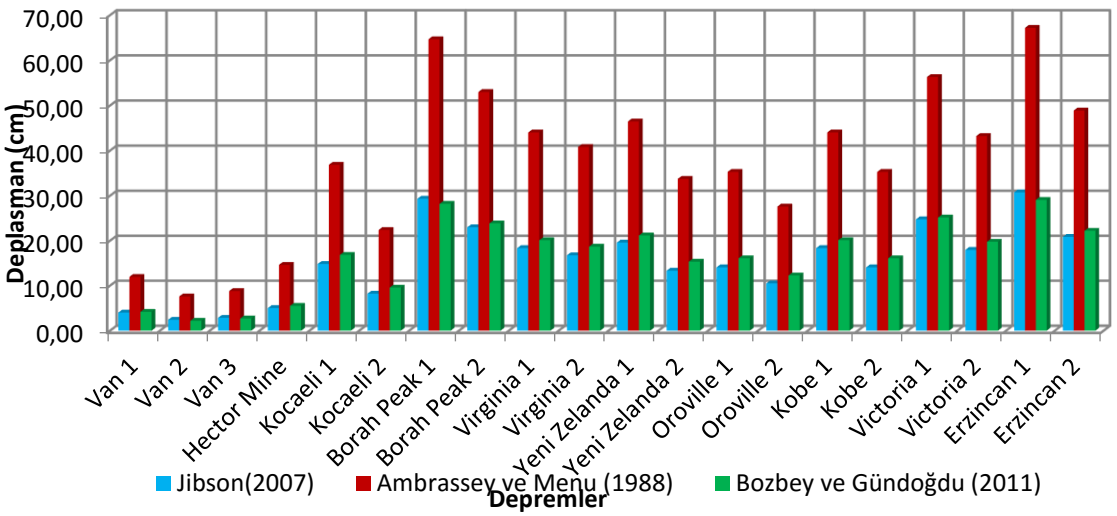
Şekil 6. Erzincan-1,2 ivme kayıtlarına ait şevde meydana gelen deplasmanların dağılımı

Bu çalışmada Ambrassey ve Menu (1988), Jibson (2007), Bozbey ve Gündoğdu (2011) formülleri kullanılarak deprem ivme kayıtlarına göre deplasman değerleri hesaplanmıştır. Kritik ivmenin maksimum ivmeye oranını (a_c/a_{maks}) içeren formüller bölüm 2.2'de tanıtılmıştır. Bu formüller ile her bir ivme kaydı için deplasman değerleri hesaplanmıştır. Formüllerde kritik ivme değeri olarak şev kesitini harekete geçiren ivme kaydı (a_c) 0,12g olarak kullanılmıştır. Diğer bir değişken olan maksimum ivme (a_{maks})ise deprem ivme kaydının maksimum değeridir. Yapılan hesaplar sonucunda literatür formüllerinden elde edilen deplasman değerleri Tartışma ve Sonuç bölümünde gösterilmiştir.

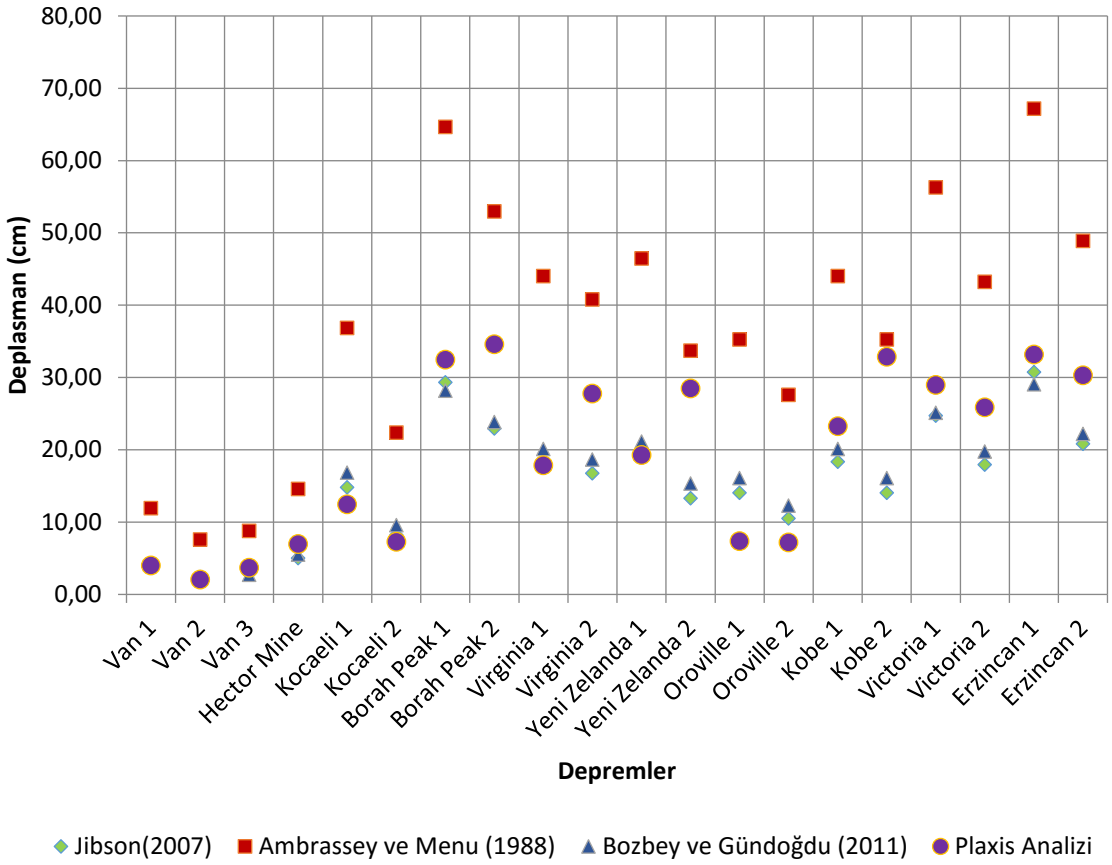
4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Deprem bölgelerinde yer alan şevlerin stabilitesinin incelenmesi geoteknik alanında önemli bir konudur. Statik durumda stabilitesini koruyan ancak deprem yükleri altında stabilitesini koruyamayan şevlerde meydana gelebilecek deplasmanlar can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle deprem yükleri altında şevlerin stabilitesinin incelenmesi önemlidir. Bu çalışmada şevlerin dinamik yükler altında performansı incelenmiş ve literatür formülleri ile sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada Türkiye'de ve Dünya'nın bazı bölgelerinde meydana gelmiş on adet depremden yirmi adet ivme kaydı kullanılarak şev kesiti üzerinde analizler yapılmış ve sonuçlar üç adet literatür formülü ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda;

- Yapılan analizler ve hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler Şekil 7'de gösterilmiştir.
- Şev kesitinin Plaxis 2D programı ile analizi sonucunda elde edilen değerlerin Jibson (2007), Bozbey ve Gündoğdu (2011) deplasman formüllerinden elde edilen değerlere yakın sonuçlar verdiği ancak Ambrassey ve Menu (1988) formülü ile elde edilen değerlerin yüksek sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise güncel formüllerin daha iyi analizler yapılarak elde edilmesinden dolayı daha doğru sonuçlar vermesidir.
- Deprem yükleri altında bulunan şev kesiti incelenirken farklı literatür formülleri ile analiz yapılması gerektiği belirlenmiştir.
- Şev stabilitesinin değerlendirilmesinde farklı deprem ivme kayıtlarının mutlaka kullanılması gerekmektedir.
- Şev stabilitesinde deprem etkisinin sonuçları iyi analiz edilmediği takdirde can ve mal güvenliği açısından sorun teşkil edebilmektedir. Bu nedenle deprem yükleri altındaki şevlerin performansının daha doğru bir şekilde belirlenmesi için yol gösterici nitelikte olan karşılaştırmalı sonuçların ortaya konulması önem kazanmaktadır.



Şekil 7. Literatür ve Plaxis analizlerinde elde edilen deplasman değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 8. Literatür ve Plaxis analizlerinde elde edilen deplasman değerlerinin karşılaştırılması

KAYNAKLAR

[1] Güler E. Şevlerin Dinamik Yükler Altındaki Performansının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2017.

[2] Kramer SL, Geoteknik Deprem Mühendisliği, (Çev: Kamil KAYABALI), 1996.

[3] Mutlu A, Şev Stabilitesinde Statik ve Dinamik Analiz Yöntemlerin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Müh. Bölümü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye. 2004.

[4] Güler E, Yılmaz G, Bozbey İ, Şevlerin Stabilitesinin Deprem Yükleri Altında İncelenmesi, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. 2017.

[5] Gündoğdu Ö, Deprem Sırasında Şevlerde Oluşan Yatay Deplasmanların Newmark Yöntemi İle Belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, İnşaat Müh. Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.

[6] Duncan JM, Wrigth SG, Zemin Şevlerinin Duraylılığı, (Çev:Kamil KAYABALI), 2005.

[7] Day RW, Geoteknik Deprem Mühendisliği El Kitabı (Çeviri: M.Mollamahmutoğlu, K.Kayabalı, 2004) R.R.Donnelley&Company,ABD, 2002.

[8] Balal O, Probabılıstıc Seısmıc Hazard Assessment For Earthquake Induced Landslıdes. Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Müh. Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2013.

[9] Bozbey İ, Gündoğdu Ö, A methodology to select seismic coefficients based on upper bound "Newmark" displacements using earthquake records from Turkey, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2013, 31:3, 440-451.