

DİNAMİK ÜÇ EKSENLİ DENEY SİSTEMİNDE FREKANS DEĞİŞİMİNİN ZEMİN DİNAMİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FREQUENCY VARIATION ON SOIL DYNAMIC PROPERTIES IN A DYNAMIC TRIAXIAL SYSTEM

Ersin GÜLER¹

ÖZET

Zeminlerin dinamik özelliklerinin belirlenerek yapıların tasarımlarında kullanılması gerekmektedir. Dinamik parametrelerden kayma modülü ve sönümlenme oranı değerleri elde edilerek deprem bölgelerindeki zeminlerin tanımlanması ve deprem etkisinin incelenmesi önemlidir. Bu kapsamda laboratuvar çalışmalarında dinamik üç eksenli deney sistemi kullanılarak zeminlerin dinamik parametreleri belirlenmektedir. Hem kil hem de kum numuneler üzerinde yapılabilen bu deneyler ile zeminler tanımlanmaktadır. Bu parametreler kullanılarak yapılan dinamik analizler ile yüzeydeki zemin tepkileri belirlenmektedir. Türkiye'nin aktif bir deprem bölgesi olması ve zeminlerin deprem anında göstereceği davranışın bilinmesi gerektiğinden bu deneyler ile zemin parametreleri üzerinde araştırmalar yapılmalıdır. Bu kapsamda aktif bir deprem bölgesinden elde edilen numuneler kullanılarak farklı dinamik yükler altında dinamik analizleri yapılmıştır. Deprem ivme kayıtları incelendiğinde her bir deprem kaydının farklı frekans içeriğine sahip olduğu ve burada zeminler üzerinde farklı etkiler bıraktığı görülmektedir. Bu çalışmada kil zemin üzerinde hem laboratuvar ortamında kullanılan sinüs dalgaları hem de deprem ivme kayıtları kullanılarak zemin parametreleri elde edilmiş ve zeminler üzerinde frekans etkisi incelenmiştir. Yapılan değerlendirmede zeminlerin dinamik parametrelerini belirlerken bölgenin depremsellik özelliklerini yansıtan deprem ivme kayıtlarının da kullanılması gerektiği ve parametreleri önemli ölçüde değiştirdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Dinamik Üç eksenli, Zemin Mekaniği.

ABSTRACT

The dynamic properties of soils should be determined and used in the design of structures. By obtaining shear modulus and damping ratio values from dynamic parameters, it is important to identify soils in earthquake zones and to examine the earthquake effect. In this study, dynamic parameters of soils are determined by using dynamic triaxial testing

¹ Unvan, Çalıştığı Kurum, e-posta



system in laboratory studies. These tests, which can be performed on both clay and sand samples, define the soils. Dynamic analyses using these parameters determine the ground responses at the surface. Since Turkey is an active earthquake zone and the behavior of soils during earthquakes should be known, research on soil parameters should be carried out with these experiments. In this study, samples obtained from an active earthquake zone were analyzed dynamically under different dynamic loads. When earthquake acceleration records are analyzed, it is seen that each earthquake record has different frequency content and has different effects on soils. In this study, soil parameters were obtained by using both sine waves used in the laboratory environment and earthquake acceleration records on clay soil and the frequency effect on soils was analyzed. In the evaluation, it was determined that earthquake acceleration records, which reflect the seismicity characteristics of the region, should also be used while determining the dynamic parameters of the soils and that they change the parameters significantly.

Keywords: Earthquake, Dynamics Triaxial Test, Soil Mechanic.

1. GİRİŞ

Zeminlerin dinamik davranışlarını anlamak, özellikle deprem mühendisliği ve geoteknik uygulamalarında büyük önem taşımaktadır. Zeminlerin dinamik yükler altındaki tepkilerini doğru bir şekilde tahmin edebilmek, yapı güvenliğinin sağlanması açısından kritik bir rol oynar. Bu bağlamda, dinamik üç eksenli deney sistemleri, zeminlerin kayma modülü, sönüm oranı ve diğer dinamik parametrelerinin belirlenmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Sexena ve Reddy 1989; Darendeli 2001; Zou vd. 2017; Jamali vd. 2018) Dinamik üç eksenli deneylerde, farklı frekans içeriklerine sahip ivme kayıtları kullanılarak zeminlerin frekans bağımlı davranışları incelenebilir.

Bu çalışmada, farklı frekans içeriklerine sahip ivme kayıtları kullanılarak zeminlerin dinamik davranışları değerlendirilmiştir. İvme kayıtlarının zemin numunesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan deneyler, zeminlerin farklı frekanslardaki dinamik yükler altındaki tepkilerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Deneysel veriler, zeminlerin frekans içeriği ile ilişkili olarak nasıl tepki verdiğini ve bu tepkinin yapısal tasarımlara nasıl yansıtılabileceğini göstermektedir.

Farklı frekans içeriklerine sahip ivme kayıtlarının zemin dinamiği üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmaktadır. Güler ve Afacan 2019, dinamik üç eksenli deneylerin zeminlerin frekans bağımlı dinamik özelliklerini belirlemedeki rolünü vurgulamışlardır. Ayrıca, Seed ve Idriss (1970) tarafından yapılan çalışmalar, ivme kayıtlarının zemin dinamiği üzerindeki etkilerini değerlendiren klasik araştırmalar arasında yer almaktadır. Bu çalışmalar, farklı frekans içeriklerine sahip ivme kayıtlarının zemin davranışını nasıl etkilediğini ve bu etkilerin mühendislik tasarımlarında nasıl dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, farklı frekans içeriklerine sahip ivme kayıtlarının zeminlerin dinamik davranışlarını nasıl etkilediğini deneysel olarak incelemektir. Elde edilen bulgular,



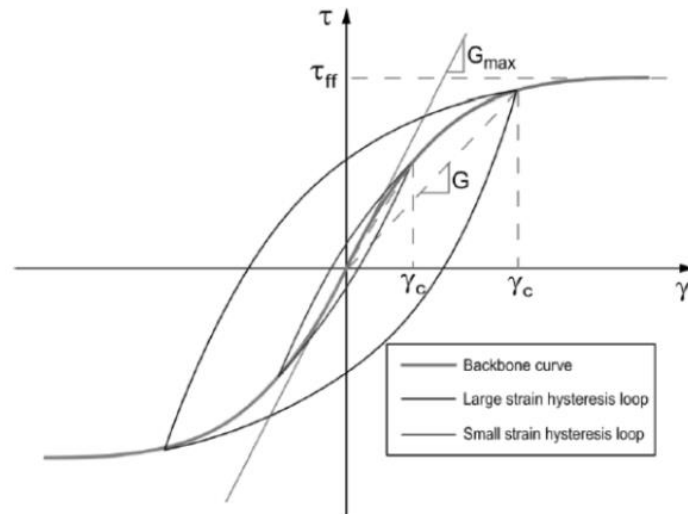
zeminlerin deprem yükleri altındaki performanslarını değerlendirmede ve güvenli yapı tasarımlarında kullanılabilecek önemli veriler sunmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Zeminlerin tekrarlı yükler altındaki davranışları, temel olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır: gerilme-şekil değiştirme ve mukavemet özellikleri. Gerilme-şekil değiştirme özellikleri, zeminin yükleme ve boşaltma sırasında nasıl tepki verdiğini, yani şekil değiştirme kapasitesini ve bu süreçteki enerji kaybını gösteren parametrelerle tanımlanır. Bu parametreler arasında en önemlileri kayma modülü ve sönüm oranıdır. Kayma modülü, zeminin birim şekil değiştirme altındaki sertliğini ifade ederken, sönüm oranı ise zeminin enerji yutma kapasitesini belirtir.

Tekrarlı yükler altında, zeminlerin gerilme-şekil değiştirme davranışı karmaşık bir hale gelir. Bu süreç, zemin numunesinin gerilme-şekil değiştirme özelliklerinin birim şekil değiştirmeye bağlı olarak nasıl değiştiğini anlamaya yönelik çalışmalarla incelenir. Zemin numunesi, bu tür tekrarlı yüklemeler altında gerilme-şekil değiştirme davranışını histeris ilmiği olarak adlandırılan bir eğri ile gösterir. Histeris ilmiği, bir yandan zeminin yük altında nasıl şekil değiştirdiğini, diğer yandan yükün kaldırılmasıyla ne kadar geri dönülebildiğini ve bu süreçte ne kadar enerjinin kaybedildiğini ortaya koyar. Bu eğriler, zeminlerin tekrarlı yükleme durumlarındaki performansını değerlendirmede önemli veriler sağlar.

Zeminlerin tekrarlı yükler altındaki gerilme-şekil değiştirme davranışı, kayma modülü ve sönüm oranı gibi kritik parametrelerle tanımlanır ve bu davranış histeris ilmiği yoluyla görselleştirilir. Bu analizler, zeminlerin deprem gibi dinamik yükler altındaki performanslarını anlamak ve mühendislik tasarımlarında bu davranışı dikkate almak için hayati öneme sahiptir.



Şekil 1. Gerilme-şekil değiştirme eğrisi Stewart vd. 2014.

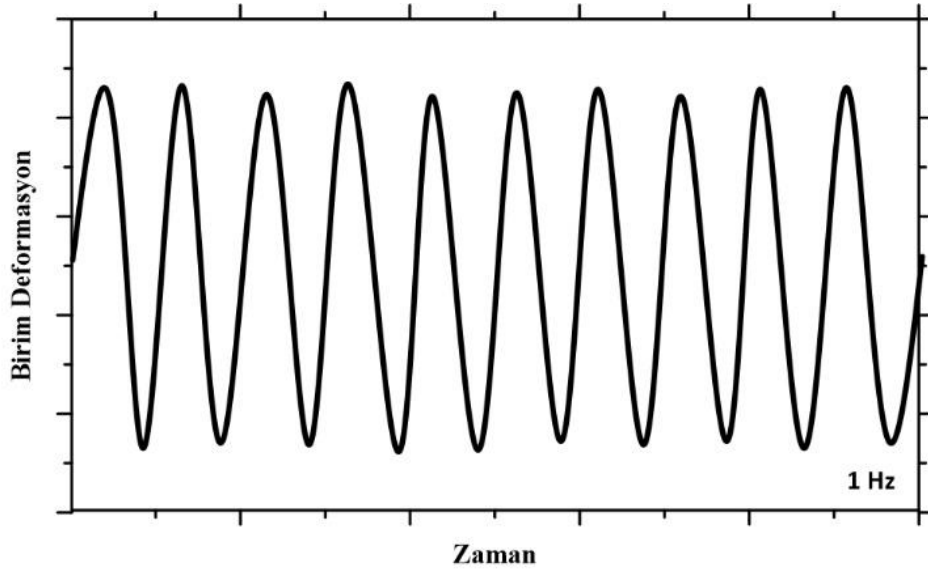
Çalışma kapsamında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Zemin Dinamiği Laboratuvarında yer alan dinamik üç eksenli deney sistemi kullanılarak şekil değiştirme kontrollü deneyler yapılmıştır. Dinamik yükleme sistemine uygun olarak numuneler 70*140 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numunelerin homojen olması amacıyla numuneler, hazır kalıplar kullanılarak optimum su muhtevasında hazırlanmıştır. Çalışmada 50 kPa çevre basıncında deneyler yapılmıştır.



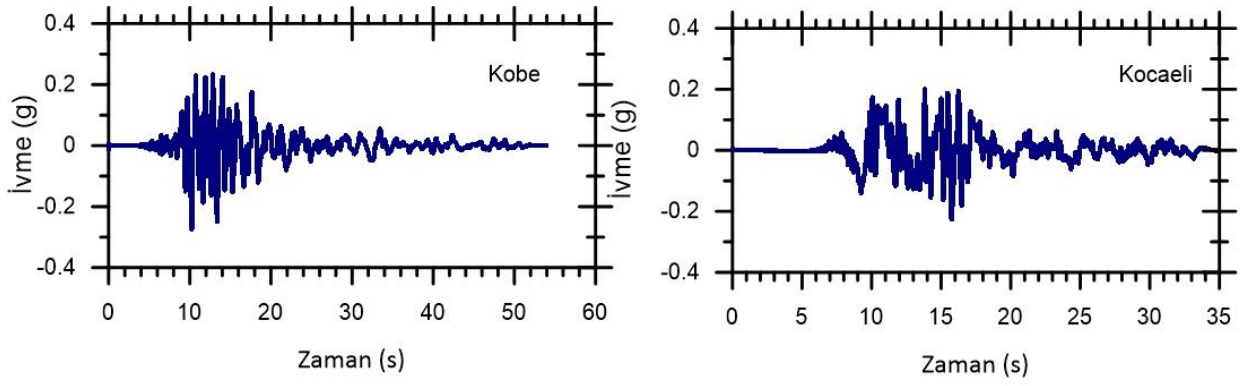
Şekil 2. Dinamik üç eksenli deney sistemi

Çalışma kapsamında zemin numunesi olarak CH zemin sınıfında yer alan kil numunesi kullanılmıştır. Burada zemin numunesi aynı kalmak koşulu ile farklı frekans içeriğine sahip ivme kayıtları ile analizler yapılmıştır. Deneylerde standart olarak kullanılan 1 Hz hızlı yükleme ivme kaydı ile Kobe 1995 ve Kocaeli 1999 deprem ivme kayıtları kullanılarak üç farklı deney yapılmıştır.





Şekil 3. 1 Hz büyüklüğünde kullanılan ivme

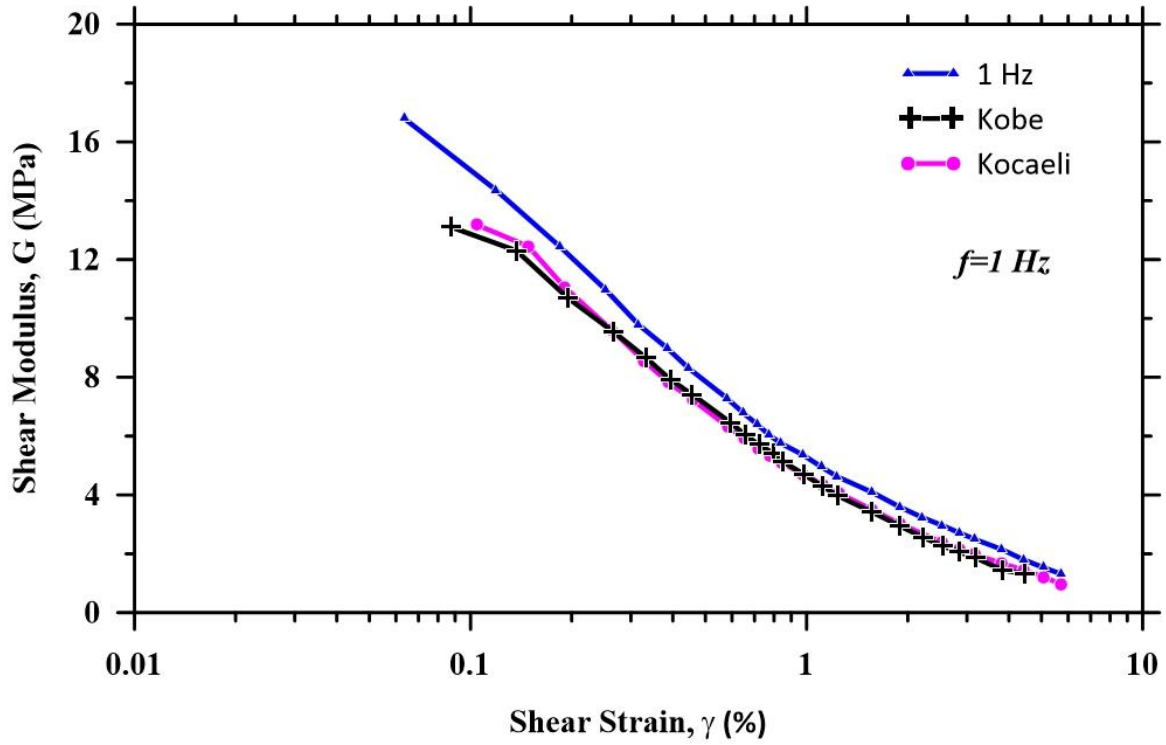


Şekil 4. Analizlerde kullanılan deprem ivme kayıtları

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında farklı frekanslar kullanılarak bir kil numunesinin dinamik davranışı incelenmiş ve kayma modülü-birim kayma deformasyonu ve sönüm oranı-birim kayma deformasyon eğrileri elde edilmiştir.

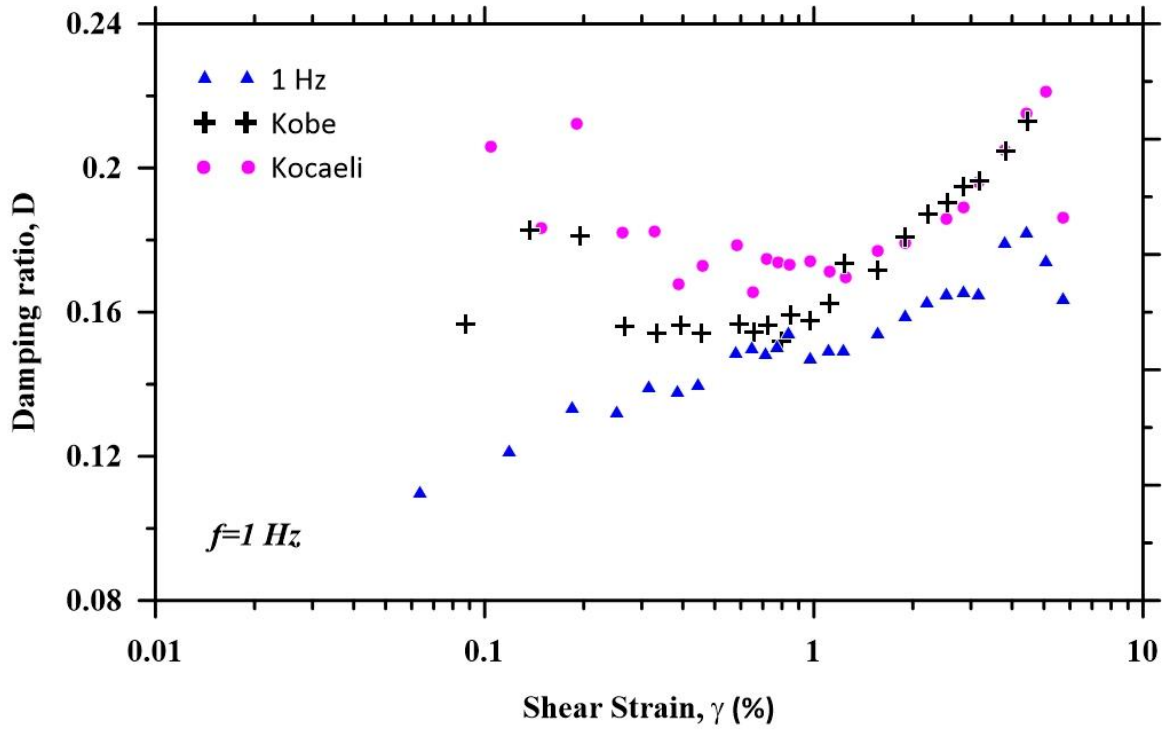




Şekil 5. Kayma modülü birim şekil değiştirme değerleri

Yapılan deneylerde elde edilen veriler incelenmiş ve Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Bu değerler incelendiğinde frekans etkisi görülmektedir. 1 Hz frekansında diğer deprem ivme kayıtları ile yapılan deneylere göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Deprem ivme kayıtları arasında zaman zaman değerlerde değişiklik olduğu görülse de benzer davranış genel olarak görülmektedir. Ayrıca Kobe depremi Kocaeli depremine göre daha uzun süreli ve daha sık pik değerlere ulaşması nedeniyle daha düşük deformasyon değerleri elde edilmiştir.





Şekil 6. Sönümlenme oranı değerleri

Sönümlenme oranı değerleri genel olarak 1 Hz frekansında düzgün bir şekilde görülsede diğer iki deprem ivme kaydında dağınık bir değerler elde edilmiştir. Burada yine deprem ivme kayıtlarının benzer davranış gösterdiği 1 Hz frekansının daha düşük sönüm değerlerinin olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR

Zeminlerin dinamik özelliklerinin belirlenmesi geoteknik mühendisleri için önemli konulardan biridir. Bu çalışma kapsamında dinamik üç eksenli deney sistemi ile farklı frekans değerlerinin zemin dinamik parametrelerine etkisi incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre zemin dinamik parametrelerini belirlerken sadece sinüs dalgalarını değil aynı zamanda deprem ivme kayıtlarının da kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Zeminin maruz kaldığı pik ivmenin sıklığı ve süresi bu parametreleri etkilemektedir.

Farklı zemin türleri, farklı çevre basınçları ve farklı deprem ivme kayıtları kullanılarak yapılan çalışmaya da elde edilen bulgular genişletilebilir.

KAYNAKLAR

- Darendeli, M.B. (2001), "Development of a new family of normalized modulus", Ph.D. Thesis, The University of Texas, Austin, Texas, U.S.A.
- Güler and Afacan (2019). Effect Of Frequency Content On The Dynamic Properties Of The Sand/ Eskişehir Technical Univ. J. of Sci. and Tech. A – Appl. Sci. and Eng. 20 (1) – 2019
- H. Jamali, A. Tolooiyan, M. Dehghani, A. Asakereh, B. Kalantari (2018) Post-long-term cyclic behaviour of Coode Island Silt (CIS) containing different sand content. Appl Ocean Res, 80:11–23. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2018.08.018>
- Seed, H. B., & Idriss, I. M. (1970). Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analyses. Technical Report EERRC-70-10, Berkeley, CA: University of California.
- Sexena, S.K. Reddy K.R., (1989). Dynamic moduli and damping ratios for monterey no.0 sand by resonant column tests, Soils Found., 29(2), 37-51. https://doi.org/10.3208/sandf1972.29.2_37.
- Stewart JP, Afshari K and Hashash YMA. (2014). Guidelines for performing hazard-consistent one- dimensional ground response analysis for ground motion prediction. Report PEER 2014-16, Pacific Earthquake Engineering Research Center. 152 p.
- W. Zhou, Y. Chen, G. Ma, L. Yang, X. Chang, (2017). A modified dynamic shear modulus model for rockfill materials under a wide range of shear strain amplitudes. Soil Dyn Earthq Eng, 92:229–38. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.10.027>



Yazar adları (Örnek: Mehmetođlu ve Ahmetođlu veya Mehmetođlu ve diđ.)

