

ZEMİNLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Cevdet Emin EKİNCİ¹, Müge Elif ORAKOĞLU^{1*}

¹Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 23100, Elazığ, TÜRKİYE

Özet- Bu çalışmada, hızlı ve çarpık bir yerleşme gösteren Doğukent (Elazığ) bölgesinin jeolojik ve geoteknik özellikleri incelendi. Farklı bina temellerinden örselenmiş ve örselenmemiş olarak alınan zemin numuneleri üzerinde; kıvam tayinleri, mekanik ve ıslak analiz, şişme yüzdeleri, değerlerini belirlemek üzere bir kaç seri deney yapıldı. Elde edilen geoteknik parametreler ve jeolojik gözlemler sonucu inceleme alanının zemin profili Phase2 programı ile oluşturuldu.

Anahtar Kelimeler: Zemin Mühendislik Özellikleri, Zemin Profili, Litoloji, Modelleme

A STUDY ON DETERMINATION OF ENGINEERING PROPERTIES OF SOILS

Abstract- In this study, geological and geotechnical characteristics of showing the rapid and unplanned settlement Doğukent (Elazığ) were examined. On disturbed and undisturbed soil samples taken in different building foundations, a few series of experiments were performed to determine the values of consistency determinations, mechanical and wet analysis, the percentages of swelling. As a result of obtained from geological observations and geotechnical parameters of the area soil profile was created with the program Phase2.

Keywords- Soil Engineering Properties, Soil Profile, Litology, Modeling

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında, Yukarı Fırat Havzasında yer alan ve hızla gelişen bir ildir. Yüzölçümü 8.455 km²'si kara, 826 km²'si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9.281 km²'dir. Denizden yüksekliği 1.067 metre olan Elazığ, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Türkiye topraklarının %0,12'sini meydana getiren il sahası, 40° 21' ile 38° 30' doğu boylamları, 38° 17' ile 39° 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ topraklarının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 km, kuzey-güney yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 km civarındadır [1]. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illerinin arazileri çevrelemektedir. Elazığ zeminleri şekillenirken çevreleyen birimlerin katkısı çok büyüktür. Barajlar, doğal göller, dağlar zemin oluşumunda etkili olan faktörlerdendir [2].

* morakoglu@firat.edu.tr

Elazığ il yerleşim merkezinde çalışma alanı olarak imara açılmış, Elazığ'ın doğusunda yer alan Doğukent bölgesi belirlenmiştir. Bu mahalın genel görünümü ve numune alınan yerler Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Elazığ-Doğukent İnceleme Alanı (Elazığ-Doğukent Survey Area)

Bu çalışma kapsamında bölge zeminleri hem jeolojik hem de geoteknik olarak incelenmiştir. Bir zeminde çevre koşullarına bağlı olarak danelerle birlikte su, hava veya bunlardan her ikisi birlikte bulunabilir. Bu öğelerin oranları zeminlerin tüm özelliklerini etkileyebildiği gibi değerlerine bakarak zeminin türü ve olası davranışlarını tahmin etmek de mümkündür. Zeminin kütle özellikleri arasında; su muhtevası, boşluk oranı, porozite, zeminin toplam (tabii) yoğunluğu, tane birim hacim ağırlık, rölatif sıklık, suya doygunluk derecesi, zeminin suya doygun yoğunluğu, incelenmektedir [3-4].

Bölgeyi yüzeyleyen formasyonlar incelenerek, mühendislik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bölge zeminlerinin en büyük sorunu yer altı suyunun yüzeye yakın olmasından kaynaklanan şişme etkisidir. Zeminlerdeki şişme basıncının miktarı zemin içindeki kil minerallerine, zemin yapı ve dokusuna ve katyon değerliliğine, tuz konsantrasyonuna, çimentolanma ve organik madde varlığı gibi fizikokimyasal faktörlere bağlıdır. Şişme, hafif yapılara, yol kaplamalarına, kanal astarlarına zarar vermektedir. Şişme basıncı bazı durumlarda 40-50 m kalınlığındaki dolgunun sağladığı basınca eşdeğer olan 1000kPa'ya varan büyüklüklere çıkabilmektedir. Genelde böyle büyük basınçların oluşması zordur. Ancak, 100-200 kPa gibi orta derecedeki şişme basınçları 5-6 metre kalınlığındaki dolgulara etkileyebileceğinden, temel zeminde şişmeye karşı önlemler alınmalıdır. Bir zeminde zarar verici şişme: zeminde montmorillonitin varlığı, zeminin doğal su içeriğinin PL civarında olması, bir su kaynağının bulunması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır [5-6].

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada Elazığ'ın doğusunun zemin mühendislik özellikleri incelenerek zemin profili Phase2 bilgisayar programı ile oluşturulmaya çalışılmıştır. Phase2 bilgisayar programı ile bölgede uygulaması yapılan radye temel sistemi modellenmiş ve bina yükleri yaklaşık olarak hesaplanarak zeminlerin bu yükler altında göstereceği davranışlar incelenmiştir.

2.1. Bölgenin Jeolojisi (The Geology of the Area)

Karabakır Formasyonu bu bölgede yüzeylemiştir. Volkanitler (Tkb₁), kireçtaşı (Tkb₂) ve çakıltaşı-kumtaşı (Tkb₃) olarak üç birim halinde haritalanmıştır (Palutoğlu, 2005). Bölgeye kireçtaşı hakimdir. Karabakır Formasyonu, Keban Metamorfileri'ni, Elazığ Mağmatitleri'ni ve Kırkgeçit Formasyonu'nu uyumsuzlukla örter. Üzerinde de uyumsuz olarak Pleyistosen yaşlı alüvyonlar bulunur. Tkb₁ üyesi bazalt, andezit (curufları) litolojisinde ve kıta içi volkanizma ürünüdür. Tkb₂ üyesi; killi kireçtaşı-kilitaşı aralanmasından oluşmakta ve yer yer marnlı seviyeler içermektedir. Tkb₃ üyesi ise zayıf çimentolu çakıltaşı-kumtaşı litolojisinde gölsel ortam ürünleridir [2]. Karabakır Formasyonu'nun yaşı, Sungurlu vd.'nin paleontolojik bulgularına göre üst miyosen'dir. Alüvyonlar olarak bölge Kum-Çakıl (Qal₃) formasyonu içinde belirtilmektedir. Şekil 2'de bölgeye ait jeolojik kesit gösterilmektedir.

ÜS SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	LİTOLOJİ BİRİMLERİ	LİTOLOJİ	SİMGE	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLEYİS-TOSEN				Qal ₁	Siltli kil
						Qal ₂	Kumlu çakıllı kil
	NEOJEN	ÜST MİYOSEN - ALT PLİYOSEN	KARABAKIR FORMASYONU		Tkb ₃	Çakıltaşı - kumtaşı aralanması	
PALEOJEN	ORTA EÖSEN - ÜST OLIĞOSEN	KIRKGEÇİT FORMASYONU				Tkb ₂	Killi kireçtaşı - kilitaşı; killi kireçtaşı ve kilitaşı aralanması
						Tkb ₁	Volkanitler, bazalt, andezit ve bunların curufları
						Tk ₁	Marn
						Tk ₂	Kumtaşı - marn aralanması
						Tk ₃	Çakıltaşı - kumtaşı aralanması

Şekil 2. Jeolojik Kesit (Geological Section)

Güzergah boyunca yüzeylenen örtü birimleri litolojik ve yapısal özelliklere bağlı olarak yer altı suyu taşırlar. Şist, Kalkşist ve fillat gibi birimler genelde az geçirimli-geçirimsiz kabul edilebilirler. Ancak bu kayalar içermiş oldukları çatlak sistemleri ve fay hatları boyunca yer altı suyu dolaşımına izin verebilir. Bu birimlerde yer altı suyu seviyesi genelde 10.00 metreden derindedir. Ancak suyun süreksizlikler boyunca hareket etmesi nedeniyle bazı bölgelerde 4.00-5.00 metre gibi daha sığ kotlarda yer altı suyuna rastlanabilir.

2.2. Bölgenin Mühendislik Özellikleri (Engineering Properties of the Area)

İnceleme alanına ait zemin profilinde izlenen birimlerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmesine yönelik; alüvyon zemini oluşturan kumlu-çakıl tabakalardan örselenmiş örnek, profile bulunan diğer ince taneli zemin yüzeylerinden örselenmemiş örnek alınmış, laboratuvar deneyleri yapılmış, jeolojik-jeoteknik bazda araştırma yapılmıştır. İlgili kaynaklardan elde edilen bilgilere göre Karabakır formasyonunun etkili olduğu formasyonda yüzeylenen oranlar; yamaç molozu %8, alüvyon %43 olarak dağılmaktadır.

İnceleme alanında bulunan alüvyonlar; kırmızımsı kahverenkli, yeşilimsi kahverenkli kumlu kil, kahverenkli, muhtelif renkli, siltli kumlu çakıl niteliğindedir. Laboratuvar sonuçlarına göre bölgede zemin sınıfları CL, ML olarak belirlenen siltli killi seviyelerin su içeriği %5,37, Likit limit değerleri %26,2, Plastisite değerleri %5,5 olarak, Kumlu seviyeler (SM) için su içeriği %8,18, likit limit %23,3, Plastisite indisi %2,9 olarak, Çakıllı seviyeler (GC) için su içeriği %8,53, likit limit %42,1, Plastisite İndisi %18,4 olarak belirlenmiştir [7].

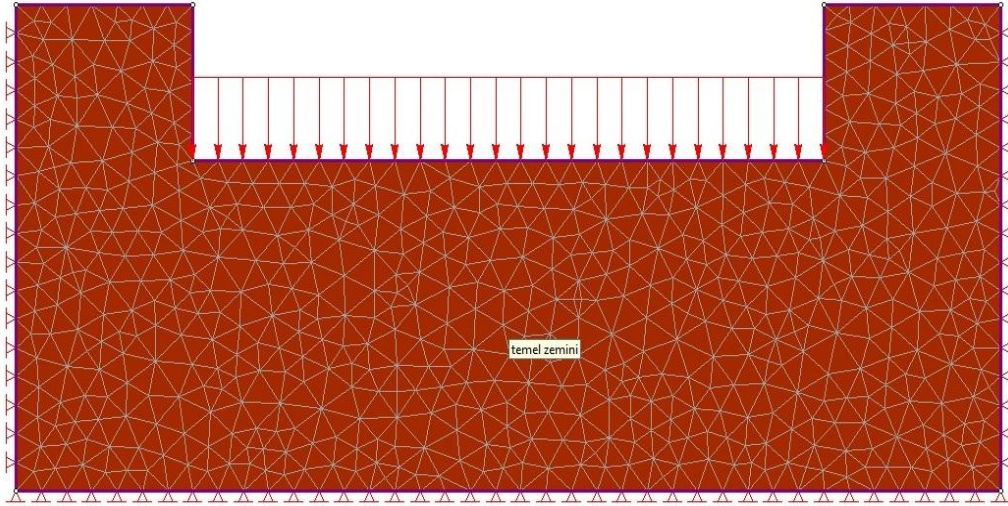
Alınan zemin numuneleri üzerinde yapılan CBR deneyleri ile şişme yüzdeleri belirlenmiştir. Bu değerler zeminlerin USCS sınıflandırma sistemine göre ortalama olarak Tablo 1’de gösterildiği gibidir [8-9].

Tablo 1. Zeminlerin Şişme Yüzdeleri (Swelling Percentages of Soils)

Zemin Sınıflaması (USCS)	Şişme Yüzdesi
CL-ML	0,23
SM	0,12
GC	0,26

3. BULGULAR (FINDINGS)

Mühendislik özellikleri belirlenen zeminlerin, Phase2 bilgisayar programı modellemesi için radye temel tipinin uygulandığı bir bölge tercih edilmiştir. İncelenen temel çukurları, hem radye yükü hem de bina zati yükü etkisi altındadır. Her bir zemin modelinde her iki taraftan temel genişliğinin 20 katı kadar uzaklık alınmış ve modelin taban sınırı da yer altı su seviyesinin üzerinde 15 katı kadar derinlikte olacak şekilde tasarlanmıştır. Modelin genel görünümü Şekil 3’de gösterilmiştir. Şekil 3’de de görüldüğü gibi, modelin yükleme bölgesi ortasından geçen düzleme göre bir simetri göstermektedir.



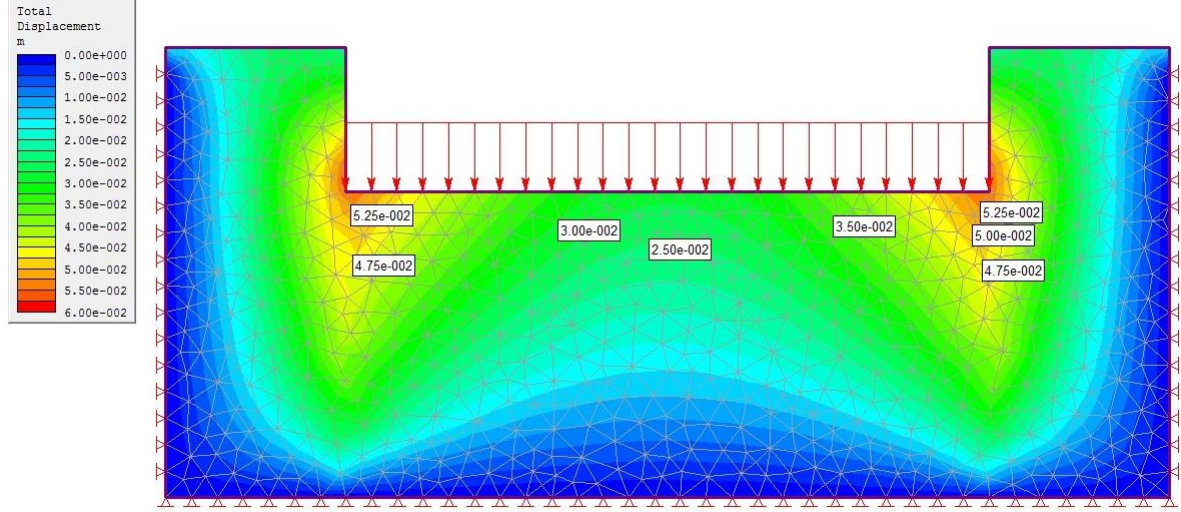
Şekil 3. Uniform Yük Altındaki Zeminin Modellemesi (Modeling of Soil Under Uniform Load)

Sayısal gerilme çözümlemesinde, zeminler modellenirken Mohr-Coulomb yenilme kriterine göre yenilirler. Kayma gerilmesi kayma düzlemi üzerinde normal gerilmenin belli bir değerine erişirse yenilme meydana gelir. Bu zeminlere ait kohezyon değerleri 0,3-0,4 arasında değişmektedir. ϕ değeri ise 10° - 14° arasında olduğu belirlenmiştir. Zeminlerin poisson oranı için tipik değerlerin ($\nu_m=0,2-0,4$) seçilmesine dikkat edilmiştir.

Phase2 programı sıvılaşma analizi yapmadığından, dinamik analizlerde sıvılaşma göz önünde bulundurulmamıştır. Analizlerde kullanılan Mohr-Coulomb modeli için beş parametreye ihtiyaç

vardır. Bunlar, E = zeminin elastisite modülü, ν = poisson oranı, ϕ = zeminin kayma mukavemeti açısı, c = Kohezyon ve ψ = genleşme açısıdır.

Özellikleri belirlenen zeminlerin toplam oturma miktarları Phase2 programı kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Modellenen Zeminin Toplam Oturma Miktarları (Total Displacement Amount of Soil that can be Modelled)

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

İnceleme alanı Elazığ’ın doğusunda yer alan ve Karabakir formasyonu ile yüzeylenmiş bir bölgedir. Şist, kalkşist ve fillat gibi birimlerin yüzeylediği zeminler genelde az geçirimli-geçirimsiz kabul edilmektedir. Bölgede yer altı suyunun süreksizlikler boyunca hareket etmesi nedeniyle bazı bölgelerde 4.00-5.00 metre gibi daha sığ kotlarda yer altı suyuna rastlanabilmektedir. Böyle zeminlerin şişme potansiyelleri de yüksektir. Zeminin birim alanına aktarılan yük, şişme basıncı değerinden daha düşük olması durumunda, yapılarda şişmeye bağlı hasarlar oluşabilir. Tablo 1’de ve Şekil 4’de belirtildiği gibi zeminlerin şişme yüzdeleri birim alana aktarılan yükten daha küçük olduğu için bölgede şişmeye bağlı bir hasara rastlanmamaktadır. Fakat sadece belirlenen parsel üzerindeki zeminler incelendiği için yine de yüksek katlı yapılaşma ve kaçak kat gibi durumlardan kaçınılması önerilmektedir.

Yer altı suyunun etkisi altında bulunan bu zeminlerde hasar verecek şişme veya göçmelerin önlenmesi için inceleme alanının önceden ıslatılması, nem bariyerleri ve su geçirmez membranların kullanılmasında fayda vardır.

Şekil 4’de görüldüğü üzere, zeminlerin oturma miktarları minimum 0,025 cm ve maksimum 0,052 cm arasında değişim göstermektedir. Tablo 1’de belirtilen şişme değerleri ile karşılaştırıldığında zeminler üzerinde temel su içeriği değişimi görülmediğinden oturmalar izin verilebilir sınırlar içindedir. Fakat dikkat edilmesi gereken husus, tekil temel uygulamalarında zeminlerin heterojenliği nedeni ile farklı oturma riskinin bulunmasıdır. Zemine ait hazırlanan raporlarda mutlaka belirtilmesi gereken bir husustur.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Orakoğlu, M.E. ve Ekinci, C.E.,(2010). Elazığ Kent Merkezindeki Kohezyonlu Zeminlerin Kütle Özelliklerinin İncelenmesi, International Science and Technology Conference (ISTEC), Famagusta-Kıbrıs, 263-269.
- [2]. Palutoğlu, M., (2005). Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3]. Holtz,R.D. ve Kovacs, W.D., (1981). An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice-Hall, Londra.
- [4]. Önalp, A., (2007). Geoteknik Bilgisi 1, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [5]. Uzuner,B.A., (2005). Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara.
- [6]. Ekinci, C.E., (2008). Bordo Kitap: Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Data Yayınları, Ankara.
- [7]. TS 1900-1, (2006). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Lâboratuvar Deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [8]. Das, B.M., (1992). Soil Mechanics Laboratory Manual, Engineering Press, Texas.
- [9]. Bowles, J.E., (1979). Physical and Geotechnical Properties of Soils. McGraw-Hill Book Company.