

Kil Zeminin Şişme Basıncı ve Konsolidasyon Özelliklerine Öğütülmüş Kumun Etkisinin Araştırılması

Mustafa Kenan YILMAZ¹, Semet ÇELİK^{2*}

¹Yılmazlar Group Ltd. Şti., Erzurum, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada, Erzurum Oltu yöresine ait bir kilin konsolidasyon ve şişme davranışı öğütülmüş kuvars kumu kullanarak iyileştirmeye çalışılmıştır. Kil zemine çeşitli oranlarda öğütülmüş kum katılarak optimum su muhtevasında sıkıştırılmış ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Yapılan konsolidasyon ve şişme deneyleri sonucunda, öğütülmüş kum oranı arttıkça şişme basıncının ve hacimsel sıkışma katsayısının azaldığı konsolidasyon katsayısının da arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Konsolidasyon, Şişme Basıncı, Kil, Kum*

The Investigation of Swelling Pressure and Consolidation Parameters of Clay Soils Added Powdered Quartz Sand

ABSTRACT: In this research, consolidation and swelling behavior of clay obtained from Erzurum-Oltu region is tried to be improved by using powdered quartz sand. Clay soils added powdered quartz sand of various ratios is compacted in optimum water content and consolidation tests are performed. At the end of the consolidation and swelling tests, it is determined that coefficient of consolidation increases; swelling pressure and coefficient of volume change decrease when powdered sand was used as additive.

Keywords: *Consolidation, Swelling Pressure, Clay, Sand*

1. GİRİŞ

Zemin davranışlarına bağlı olarak, mühendislik yapılarında deformasyonların gelişmesi muhtemeldir. Bu deformasyonlar yapının altında bulunan zeminin, içinde bulunduğu gerilme koşullarının değişmesine sebep olur. Gerilme koşullarında meydana gelen artış dolayısıyla yapı altında bulunan zeminde oturmalar meydana gelir. Zemin kitlesinde gerilmelerin herhangi bir sebeple azalması sonucunda veya su içeriklerinde oluşabilecek değişimler sonucunda şişmeler gözlenebilir. Oturma ve şişme potansiyeli yüksek zeminler üzerinde inşa edilen mühendislik yapıları zeminlerin şişme özelliklerinden kaynaklanan kuvvetlere maruz kalırlar. Bu ise üzerinde bulunan mühendislik yapısının taşıyıcı unsurlarını etkilemekte ve yapılarda deformasyonların oluşmasına neden olur. Oturma ve şişme özelliklerinden dolayı meydana gelen zemin kitlesinin hacmindeki değişiklikler zeminle ilgili projelerin tasarımında en etkili faktör olmaktadır. Bunun için zeminlerin şişmesi ve konsolidasyonu zemin mekaniğinde önemli yer tutar.

Bilindiği üzere kil, mineral yapısı gereği çevresel faktörlere göre değişken özellik gösteren bir malzemedir. Sıkışabilirliği kompaksiyon ile değil,

konsolidasyon ile uzun zamana yayılı oturmalar neticesinde daha iyi sonuçlar vermektedir. Su geçirgenliği az olan kil, bünyesine suyu alıp doymun hale geldiğinde, suyu hapsedip zamana yayılı olarak konsolide olmaktadır.

İnce daneli zeminler şişmeden kaynaklanan hacim değişimleri nedeniyle tek katlı binalar, yol kaplamaları, boru hatları gibi mühendislik yapılarında bir çok probleme neden olmaktadır [1]. Bu tür hacim değişimlerini kontrol altına alabilmek için şişen zeminler katkı ile stabilize edilirler [2]. Günümüzde, çimento kireç, silis dumanı ve uçucu kül şişen zeminlerin stabilizasyonun da sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürde katkı ile stabilize edilmiş kil zeminlerin geoteknik özellikleri konusunda bir çok çalışma mevcuttur [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15].

Bu çalışmanın amacı, kil zemine öğütülmüş kum karıştırarak konsolidasyon ve şişme özelliklerini iyileştirmeye çalışmaktır.

Laboratuvar çalışmaları sırasında, önce deneyde kullanılan kilin geoteknik özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla; elek analizi, ıslak analiz, Kıvam limitleri ve su içeriği gibi fiziksel deneyler yapılmıştır. Daha sonra,

*Sorumlu yazar: Semet ÇELİK, scelik@atauni.edu.tr

kile artan oranlarda kum ilave edilerek numuneler hazırlanmıştır. Kompaksiyon deneyleri yapılarak maksimum kuru birim ağırlık ve optimum su içeriği değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen maksimum kuru birim ağırlık ve optimum su içeriği değerlerine göre hazırlanan karışımların, konsolidasyon ve şişme parametrelerinin incelenmesi amacıyla konsolidasyon deneyleri (ödometre) yapılmıştır. Yapılan bu deneylerin sonucunda, elde edilen değerler ile karışımların, artan kum oranına göre şişme ve oturma değerlerinin değişimleri tespit edilmiştir.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyaller

Şişme ve oturma parametrelerinin araştırıldığı ve belirli oranlarda (%10, %20, %30 ve %50) kum katılarak bu parametrelerin değişimlerinin incelendiği bu çalışmada Erzurum Oltu yöresinde yüzeyden 1 m derinlikte normal konsolide olmuş kil tabakalarından numune alınmıştır. Bu kil numunelerinin özellikleri deneysel olarak belirlenmiştir. Kil numunesine de ağırlıkça %10, %20, %30 ve %50 oranlarında öğütülmüş kuvars kumu eklenmiş, sonrasında bu

oluşturulan numunelerin şişme ve oturma parametreleri incelenmiştir.

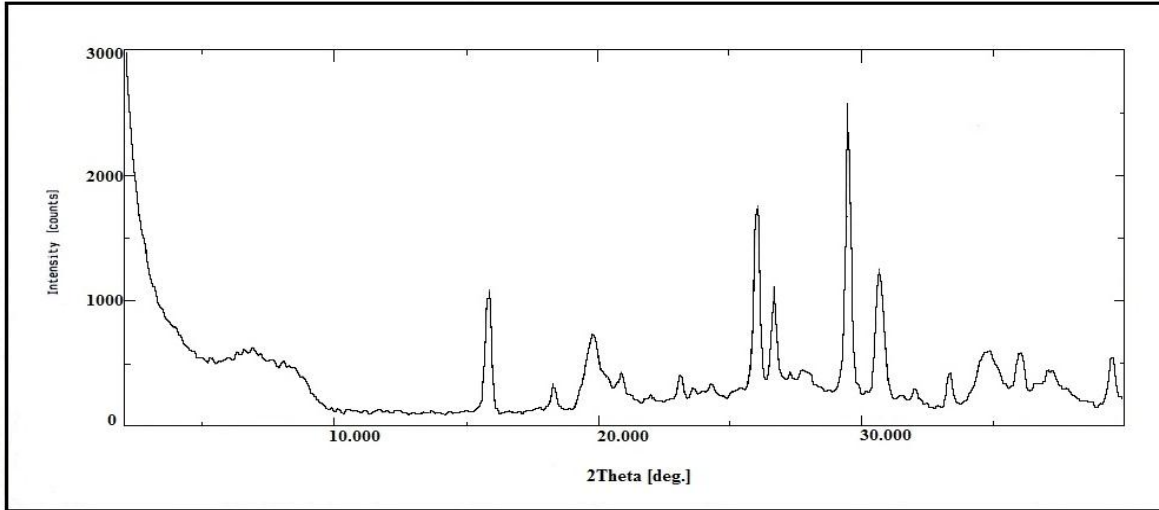
2.1.1. Zemin Numuneleri

Deneylerde kullanılan kil zemin ait bazı geoteknik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan Kil Numunelerinin Geoteknik Özellikleri

Özgül Ağırlık (G_s)	2,71
Likit limit (w_L), %	51
Plastik Limit (w_P), %	28
USCS’ye göre zemin sınıfı	CH

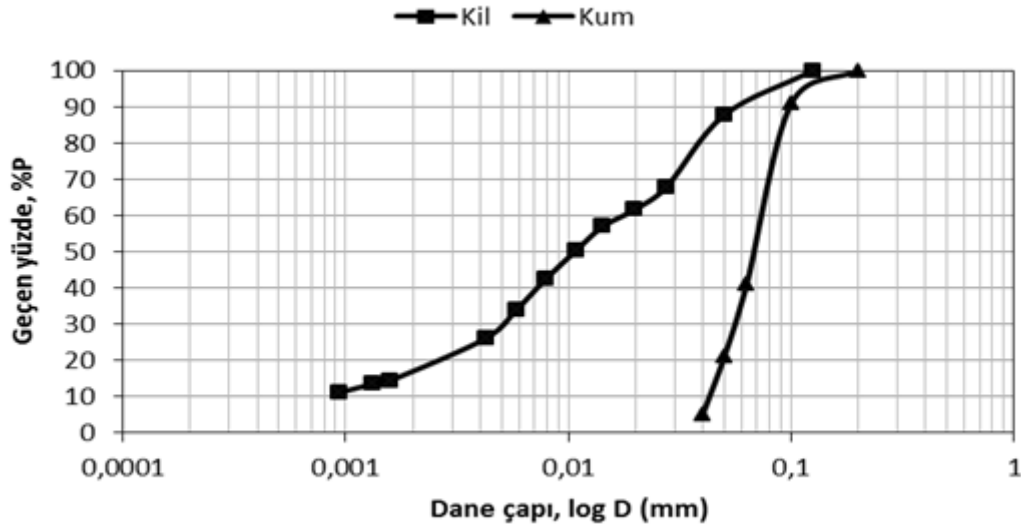
Kullanılan kile ait XRD analiz sonuçları şekil 1’de verilmiştir. Hakim kil mineralinin smektit (montmorillonit) olduğu, bunun yanında kaolin ve illit minerallerinin de bulunduğu XRD analiz sonuçlarından görülmektedir. Ayrıca silikat ve karbonat grubu kil olmayan minerallerde mevcuttur.



Şekil 1. Kil zeminine ait XRD analiz sonuçları

Kil zemine belli oranlarda ticari olarak kullanılan öğütülmüş kuvars kumu katılmıştır. Kumun Özgül ağırlığı(G_s)=2.65 olarak belirlenmiştir. Öğütülmüş

kuvars kumunun ve kilin dane çapı dağılım eğrisi şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Öğütülmüş Kuvars Kumu ve Kil Zeminin Dane Çapı Dağılım Eğrisi

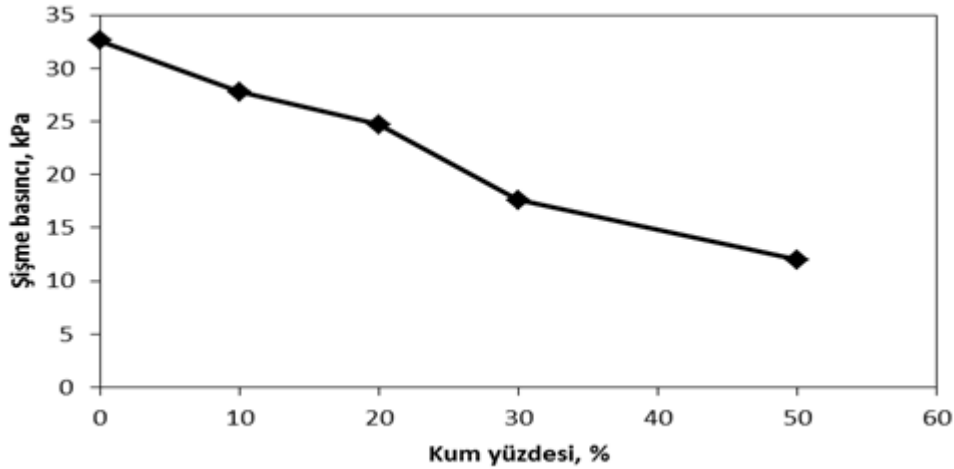
2.2. Metot

Önceden belirlenen oranlarda kil numunesine ağırlıkça %10, %20, %30 ve %50 oranlarında öğütülmüş kuvars kumu eklenmiş ve optimum su muhtevasında sıkıştırılmıştır. Kompaksiyon deneyleri ASTM D 698-12' ye göre yapılmıştır [16]. Kompaksiyona tabi tutulan çeşitli oranlarda öğütülmüş kum katılmış zeminlerden 5 cm çapında kompaksiyon hücresine örselenmemiş zeminler alınarak konsolidasyon deneyleri yapılmış ve şişme basınçları belirlenmiştir. Şişme basıncı, ASTM D 4546-08 Metot C'ye göre 5 cm çaplı konsolidasyon halkaları kullanılarak odometre deney aletinde yapılmıştır [17]. Konsolidasyon deneyleri ASTM D 2435/ 2435M 'ye göre yapılmıştır [18]. Konsolidasyon deneyleri 0-50 kPa, 50-100 kPa, 100-200 kPa ve 200-400 kPa yük

kademelerinde yapılmış ve daha sonra boşaltma yapılmıştır. Her bir adım sonu için konsolidasyon katsayıları (cv) ve hacimsel sıkışma katsayıları (mv) belirlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

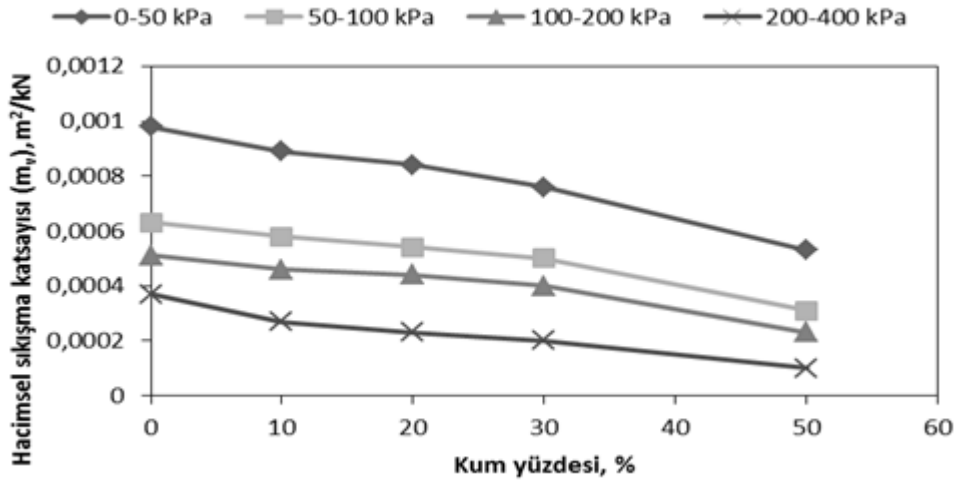
Kil zemine % 0, % 10, % 20, % 30 ve % 50 öğütülmüş kum katılarak elde edilen numunelerin şişme basınçları Şekil 3'de verilmiştir. Kum oranı arttıkça şişme basınçlarının düştüğü görülmektedir. Kum katılmamış kilin şişme basıncı 32.6 kPa iken % 50 kum katılmış kilde bu değer 12 kPa olmuştur. % 50 kum katılmasıyla şişme basıncı yaklaşık 3 kat azaltılmıştır.



Şekil 3. Kum yüzdesine bağlı olarak şişme basıncının değişimi

Yapılan konsolidasyon deneyleri sonucunda, her yüklem kademesi için elde edilen hacimsel sıkışma katsayıları Şekil 4' de verilmiştir. Şekilde görüleceği gibi hacimsel sıkışma katsayısı (mv) kum oranı arttıkça

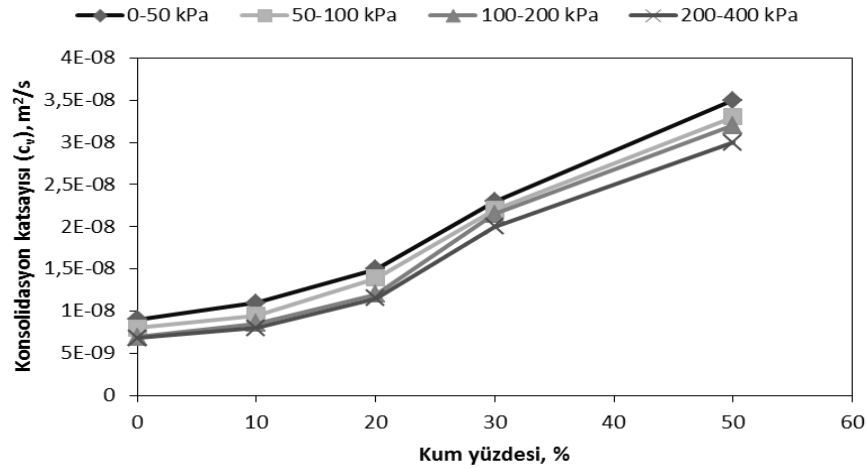
azalmaktadır. Hacimsel sıkışma katsayısının % 50 kum katılmasıyla ortalama 2.5 kat azaldığı görülmüştür. Buda oluşacak olan oturmaların 2.5 kat azalacağı anlamına gelmektedir.



Şekil 4. Kum yüzdesine bağlı olarak hacimsel sıkışma katsayısının (m_v) değişim

Yapılan konsolidasyon deneyleri sonucu elde edilen konsolidasyon katsayıları (c_v) Şekil 5' de verilmiştir. Kum oranı arttıkça konsolidasyon katsayısının arttığı gözlenmiştir. Ağırlıkça % 50 kum katılmış numunelerden elde edilen konsolidasyon katsayılarının, hiç kum katılmamış numunelerden elde edilen konsolidasyon katsayılarından ortalama 4 kat daha fazla

çıkmiştir. Buda kil zemine % 50 kum katılarak oturma süresinin 4 kat kısaltılacağı anlamına gelmektedir. Her bir katkı yüzdesi için elde edilen konsolidasyon katsayıları literatür sonuçları ile uyumluluk göstermektedir [19, 20].



Şekil 5. Kum yüzdesine bağlı olarak konsolidasyon katsayısının (c_v) değişimi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada kil zemine ağırlıkça % 0, % 10, % 20, % 30, % 50 oranlarında öğütülmüş kum katılarak konsolidasyon parametreleri ve şişme basıncı incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda kil zemine ağırlıkça % 50 öğütülmüş kum katılması sonucunda şişme basıncının yaklaşık 3 kat azaldığı, hacimsel sıkışma katsayısının ortalama 2.5 kat azaldığı ve

konsolidasyon katsayısının ise 4 kat arttığı belirlenmiştir. Kil zemine öğütülmüş kum katılarak yapılan bu çalışmada, şişme basıncının, konsolidasyon oturmasının ve konsolidasyon oturma süresinin önemli miktarda azaltılabileceği deneysel olarak gösterilmiştir.

REFERANSLAR

- [1]. Jones, D.E., Holtz, W. G. 1973., Expansive Soils-the Hidden Disaster, ASCE 43(8), 49-51
- [2]. Kehew, A.E., Geology for Engineers and Environmental Scientists. Prentice-Hall, New Jersey, 1995, 720p
- [3]. Temimi, M., Amor, K.B., Camps, J.P. 1998., Making Building Products by Extrusion and Cement Stabilization: Limits of the Process with Montmorillonite Clay, Applied Clay Science 13, 245-253
- [4]. Çokca, E. 2001., Use of Class C Fly Ashes for Stabilization of an Expansive Soil. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE 127(7), 568-573
- [5]. Kalkan, E., Akbulut, S. 2004., The Positive Effects of Silica Fume on the Permeability, Swelling Pressure and Compressive Strength of Natural Clay Liners, Engineering Geology 73, 145-156
- [6]. Prabakar, J., Dendorkar, N., Morchhale, R.K. 2004., Influence of Fly Ash on Strength Behaviour of Typical Soils, Construction and Building Materials 18, 263-267
- [7]. Al-Rawas, A.A., Hago, A.W., Al-Sarmi, H. 2005., Effect of Lime, Cement and Sarooj (Artificial Pozzolan) on the Swelling Potential of on Expansive Soil from Oman, Building and Environment 40, 681-687
- [8]. Arasan, S. 2005. İnce Daneli Zeminlerin Şişme Basıncı ile Katyon Değişim Kapasitesine; Çimento, Kireç, Silis Dumanı ve Uçucu Külün Etkisinin Araştırılması. A.Ü. Fen Bil. Ens., İnşaat Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 105s
- [9]. Koulas, S., Kasselouri-Rigopoulou, V., Karahalios, A. 2005., Stabilization of Clayey Soils with High Calcium Fly Ash and Cement, Cement and Concrete Composite 27(2), 301-313
- [10]. Sezer, A., Inan, G., Yılmaz, H.R., Ramyar, K. 2006., Utilization of a Very High Lime Fly Ash for Improvement of Izmir Clay, Building Environment 42(2), 150-155
- [11]. Durmuş, S. 2007. Düşük Plastisiteli Killi Kumların Kayma Direnci Parametrelerinin İncelenmesi. S.Ü. Fen Bil. Ens., İnşaat Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 120s
- [12]. Güven, C. 2007. Yüksek Plastisiteli Bir Kilde Kum Miktarının Kayma Mukavemetine Etkileri. S.Ü. Fen Bil. Ens., İnşaat Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 268s
- [13]. Bayoğlu, E.1995. Kum-Kil Karışımlarının Kayma Dayanımı ve Sıkışabilme Özellikleri. ODTÜ Fen Bil. Ens., İnşaat Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 96s
- [14]. Holm, T., Valsangkar, A. 1993., Lightweight Agregate Soil Mechanise: Properties and Applications, Transportation Research Record 1422, 7-13
- [15]. Arasan, S., Akbulut, S.,” Stabilize Edilmiş Şişen Zeminlerde Katyon Değişim Kapasitesinin Şişme Basıncı İle Değişimi.” Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Onikinci Ulusal Kongresi, 16-17 Ekim 2008. Konya-Türkiye, 437-445
- [16]. ASTM D698-12.Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)). American Society for Testing and Materials.
- [17]. ASTM D4546. Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Collapse of Cohesive Soils. American Society for Testing and Materials.
- [18]. ASTM D2435 / D2435M – 11.Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading. American Society for Testing and Materials.
- [19]. Lambe, T.W., Whitman R.V., Soil Mechanics, SI Version. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1979, 553p
- [20]. Mitchell, J.K., Fundamentals of Soil behavior 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, 1993, 422p