

KİL - KUM KARIŞIMI ZEMİNLERDE KARIŞIM ORANININ İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hanifi Çanakcı*

Hamza Güllü*

* Gaziantep Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 27310 Gaziantep, TÜRKİYE

e-mail: canakci@gantep.edu.tr

ABSTRACT

In this study experimental study, 5%, 15%, 30%, 50% and 70% sand by weight was mixed with clay and change in internal angle of friction of mixed soil was investigated under constant water content. Clay used in the experiment was low plastic clay according to Unified Classification System (USCS) and the sand was poorly graded sand according to USCS. The water content of the prepared test samples were taken as the plastic limit of the clay. Internal friction angle of the samples were determined using direct shear test. Test results showed that friction angle of the soil matrix decreases up to 15% of the sand content beyond this percent it increases up to 40°.

ÖZET

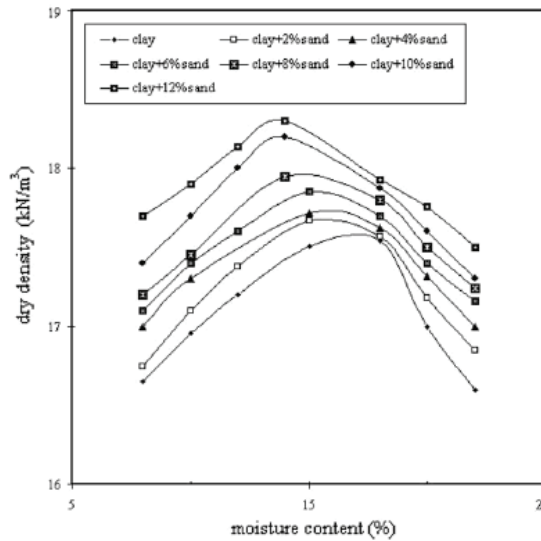
Bu çalışmada, kile ağırlıkça %5, 15, 30, 50 ve 70 oranlarında kum karıştırılarak, sabit su muhtevasında kayma mukavemeti parametrelerinden içsel sürtünme açısındaki değişim deneysel olarak incelenmiştir. Deneyde, birleştirilmiş zemin sınıflandırmasına sistemine göre düşük plastisiteli kil (CL) olarak tanımlanan kırmızı renkli kil kullanılmıştır. Kilin içerisine karıştırılan kumun uniformluk sayısı, $C_u = 1.1$, derecelenme sayısı $C_c = 0.92$ ve gevşek haldeki içsel sürtünme açısı 34° dir. Deneylerdeki su muhtevası kilin plastik limit değeri kabul edilmiş olup, deney numuneleri bu su muhtevasında yapılan standart Proktor deneyinden elde edilmiştir. Proktor kalıbında sıkıştırılmış olan zeminden alınan numuneler üzerinde kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Kesme kutusu deney sonuçları, karışımın içsel sürtünme açısının kum oranının %15 değerine kadar azaldığını, bu değerden sonra ise artarak 40° ye kadar çıktığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kum, Kil, İçsel sürtünme açısı, kesme kutusu

GİRİŞ

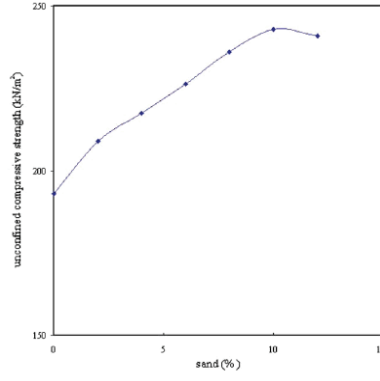
Zemin etüt çalışmaları esnasında her zaman kil, kum, çakıl veya kaya ile karşılaşilmamaktadır. Sondajlar sırasında alınan numunelerin bazen killi-kum bazen da çakıllı-kum-kil karşımı olduğu görülmektedir. Literatürde genellikle kil, kum, çalık ve kayanın geoteknik parametrelerinin laboratuarda geliştirilmiş ve kabul görmüş olan deney yöntemleri ile nasıl bulunacağı detaylı olarak bahsedilmiştir. Adı geçen karışık zeminlerle ilgili sınırlı sayıda bilgiye ulaşılabilir.

Killi-kum ve killi-çakıl karışımların oluşturduğu zeminler üzerinde yapılmış olan çalışmalara literatürde rastlamak mümkündür (Kumar ve diğ. 2006, Tunç, 2002). Kumar ve diğ. (2006) kil içerisindeki kum oranının serbest basınç mukavemetine, optimum su muhtevasına (OSM) ve maksimum kuru birim hacim ağırlığa (MKBHA) olan etkilerini incelemişler. Çalışmalarında, birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine göre yüksek plastisiteli kil (CH) içerisine %0 ile %12 arasında değişen oranlarda kötü derecelenmiş kumu (SP) karıştırmışlar. Proktor deneyleri sonucunda, kum miktarının artmasıyla OSM azaldığını ve MKBHA arttığını gözlemlemişler (Şekil 1).



Şekil 1 Kil-kum karışımı Proktor deney sonuçları (Kumar ve diğ., 2006).

Serbest basınç dayanım deneyleri sonucunda ise kum oranının %10 değerine kadar mukavemetin arttığı bu değerden sonra ise azaldığını gözlemlemişler (Şekil 1). Tunç (2002) aktardığı bir çalışmada çakıl miktarının OSM ve MKBHA üzerine etkisinden bahsederken kil içerisindeki çakıl miktarının artmasıyla OSM azaldığını ve MKBHA ise arttığını söylemektedir.



Şekil 2 Kum oranının serbest basınç mukavemeti üzerine etkisi (Kumar ve diğ., 2006).

Bu çalışmada, Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine göre düşük plastisiteli kil (CL) olarak tanımlanan kil içerisine ağırlıkça %5, %15, %30, %50 ve %70 oranlarında yine aynı sınıflama sistemine göre kötü derecelenmiş kum (SP) karıştırılarak, sabit su muhtevasında kayma mukavemeti parametrelerinden içsel sürtünme açısındaki değişim deneysel olarak incelenmiştir.

MATERYAL

Deneyde kullanılan kil, Gaziantep Üniversitesi kampusu içerinden alınmıştır. Kırmızı renkli ve Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine (BZSS) göre düşük plastisiteli kil (CL) olarak sınıflandırılan kilin indeks özellikleri Tablo 1 de verilmiştir. Karışımda kullanılan kum is yine BZSS göre kötü derecelenmiş kum (SP) olarak sınıflandırılan sarı renkli Leighton Buzzard kumudur (Şekil 3). Deneyde kullanılan kumun özellikleri Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 1. Kilin indeks özellikleri

Likit limit (%)	Plastik limit (%)	Plastisite indisi
40	25	15



Şekil 3. Deneyde kullanılan kum.

Tablo 2. Deneyde kullanılan kumun özellikleri

Uniformluluk sayısı , Cu	1.1
Derecelenme sayısı, Cc	0.92
Maksimum kuru birim hacim ağırlık, $\gamma_{\max}$ (kN/m ³)	17.0
Minimum kuru birim hacim ağırlık $\gamma_{\min}$ (kN/m ³)	14,3
İç sürtünme açısı (sıkı), ϕ	49°
İç sürtünme açısı (gevşek), ϕ	34°

METOD

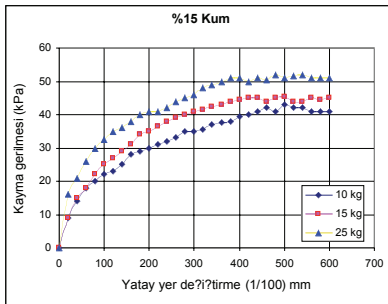
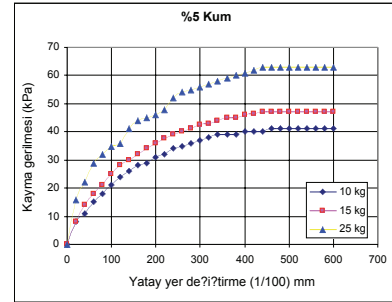
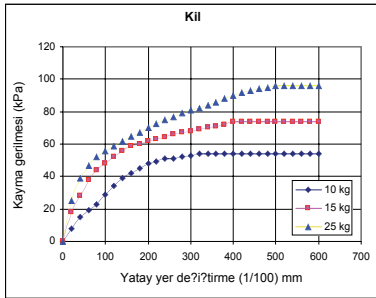
Bu çalışmada kum-kil karışımında kum oranının kayma mukavemet parametrelerinden olan içsel sürtünme açısına etkisi incelendiğinden, karışımın su muhtevası her numune için sabit tutularak kilin plastik limit değeri alındı. İçsel sürtünme açısının belirlenmesi için numuneler üzerinde kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Kesme kutusu deneylerinde kullanılacak olan kil ve kum numuneleri kilin plastik limit değerindeki suyla iyice karıştırılarak 24 saat ağzı kapalı plastik kap içerisinde bekletilmiştir. Karışıma katılacak olan kumun, karışımın su muhtevasını etkilememesi için karışıma suya doygun yüzey kuru halde eklenmiştir. Hazırlanmış olan karışım numuneleri üzerinde standart Proktor deneyi yapılarak her karışımdan kesme kutusu deneyi için üç adet örselenmemiş numuneler alınmıştır. Karışımdaki kumun numune içerisinde eşit dağıtılmasına özen gösterilmiş ve karıştırma işlemi elle yapılmıştır. Kesme kutusu deneyleri yapılırken kutunun içerisine yerleştirildiği hazne suyla doldurulmuştur. Tüm deneyler ELE D300 marka aletle ve yükleme hızı 1 mm/dk olacak şekilde yapılmıştır. Yüklemelelere toplam deformasyonun %10 na ulaşıncaya kadar devam edilmiştir. Kesme kutusu deneyleri ASTM D 3080-98 e göre ve sıkıştırma deneyleri ise ASTM D 698-00a ya uygun olarak yapılmıştır.

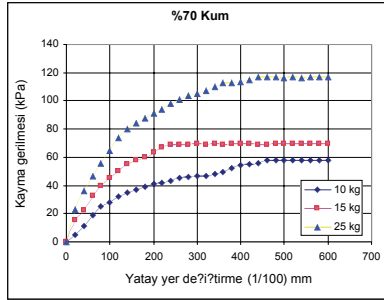
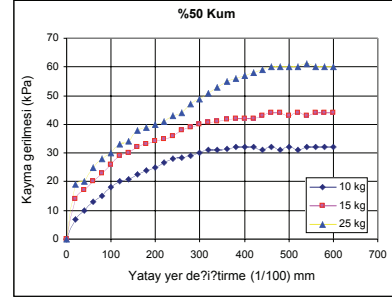
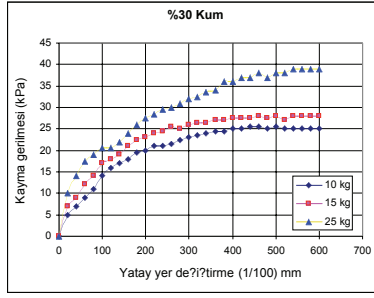
DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Farklı oranlardaki kil-kum karışımının içsel sürtünme açısının incelendiği bu çalışmada kayma gerilmelerinin yatay yer değiştirme grafikleri Şekil 4 de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde tüm kum-kil karışım oranlarında kırılma gerilmesinin kesin olarak tarif edilemediği görülmektedir. Bu durumda yatay yer değiştirmenin %10-20 değerindeki kayma gerilmesi kırılma veya göçme gerilmesi olarak alınabilmektedir ((Liu and Evett, 1984 ve ASTM D 3080-98, 2003). Bu çalışmada kırılma gerilesi yatay yer değiştirmenin %10 olduğu andaki kayma gerilmesi kayma mukavemeti olarak alınmıştır. Saf kil ve her

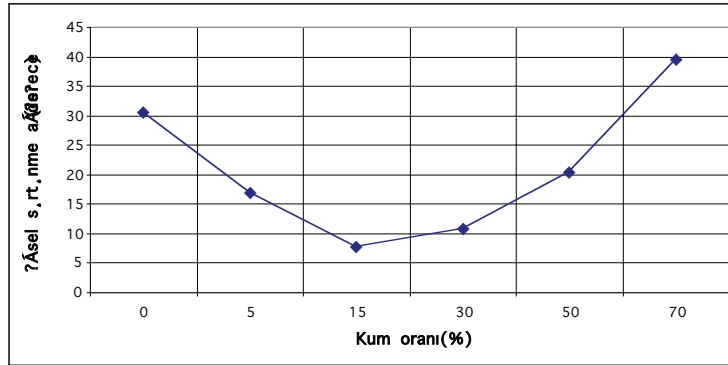
kil-kum karışımı için normal gerilme-kayma gerilmesi eğrileri çizilerek karışımların içsel sürtünme açıları belirlenmiştir.

Karışımların içsel sürtünme açılarının karışımdaki kum oranına bağlı olarak değişimi aşağıda Şekil 5 de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere içsel sürtünme açısı belirli bir değerden başlayarak azalıp tekrar artmaktadır. Hiç kum karıştırılmamış halde ve plastik limit değerindeki su muhtevasında kilin içsel sürtünme açısı 30° iken bu değer %15 kil katılmasıyla 8° civarına inmekte ve kum miktarının %70 olmasında ise 40° ye çıkmaktadır. Kum miktarının %15 i geçmesiyle karışım içsel sürtünme açısının arttığı ve karışımın içsel sürtünme açısının kumun orta sıkı haldeki içsel sürtünme açısına yaklaştığı görülmüştür. Literatürde, kuma ait içsel sürtünme açısı değerleri 28° - 50° (gevşek-sıkı), kile ait olanların ise 3° - 20° (CU) arasında değiştiği bildirilmektedir (Bowles, 1996). Şekil 5 de verilen grafik ile ortaya çıkan eğilim, kil-kum karışımı zeminlerde kum miktarı arttıkça karışım davranışındaki kilin etkisinin azaldığına, bununla beraber kum miktarının çoğalmasıyla kum daneleri arasındaki temasın arttığına işaret etmektedir. Ancak, özellikle kum miktarının karışım içerisindeki oranının %15 ten az olduğu durumlarda içsel sürtünme açısının azalıyor olması su muhtevasının matris yapı içerisinde bulunan kili önemli derecede etkilemiş olabileceği kanaatini doğurmaktadır.





Şekil 4. Kesme kutusu deney sonuçlarından kayma gerilmesi yatay yer değiştirme grafikleri



Şekil 5. Kum oranının içsel sürtünme açısına etkisi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Arazide çeşitli sebeplerle karşılaştığımız kil-kum karışımı zeminlerde içsel sürtünme açısının karışıma giren zemin oranları ile nasıl değiştiğinin incelenmesi için yapılan bu çalışmada su muhtevası sabit tutulmak kaydıyla karışımdaki kum oranının %15 olması halinde içsel sürtünme açısının en küçük değere indiği, karışımdaki kum miktarı %15 geçtikten sonra içsel sürtünme açısının artarak kumun içsel sürtünme açısına yaklaştığı görülmüştür. Bu tür çalışmaların değişik kum ve kil tipleri için tekrarlanarak bu karışımların davranışları hakkında daha detaylı bilgi elde edilmesi ve literatüre katkı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

ASTM D 698, Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using standard effort, Annual Book of ASTM Standards (1998), American Society For Testing and Materials. West Conshohocken.

ASTM D 3080, Standard test method for direct shear test of soils, Annual Book of ASTM Standards (1998), American Society For Testing and Materials, West Conshohocken.

ASTM D 4318, Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils, Annual Book of ASTM Standards (1998), American Society For Testing and Materials, West Conshohocken.

Bowles J. E. (1996). Foundation design and analysis. 5th Edi. McGraw-Hill.

C. Liu and J.B. Evet, (1984). Soil Properties, Testing, Measurement and Evaluation, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

Tunç E., (2002). Yol mühendisliğinde geoteknik ve uygulamaları. Atlas yayın dağıtım, İstanbul. pp. 192-193.

A. Kumar, B.S.Walia, J. Mohan, (2006). Compressive strength of fiber reinforced highly compressible clay. Construction and Building Materials 20, pp. 1063–1068.