

KONSOLIDASYONLU-DRENAJLI ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

THE INTERPRETATION OF CONSOLIDATED-DRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TESTS

Ayşen ÇELEBİ¹, Atilla ANSAL²

ÖZET

Çalışmada standart Proctor yöntemi ile optimum su muhtevalarından daha fazla su muhtevalarında hazırlanan, farklı plastisite indisli numuneler ile konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. En az %95 olacak şekilde doymun duruma getirilen numunelere 50, 100, 200 ve 300 kPa hücre basınçları uygulanarak numuneler öncelikle izotropik olarak konsolide edilmişlerdir. Kesme deformasyon kontrollu yapılmış ve 0,002 mm/dk hız uygulanmıştır. Bazı numunelerde kırılma çok belirgin kayma yüzeyleri ile oluşurken bazılarında kırılma yüzeyleri görülmemiş, ilerleyen eksenel deformasyonlarla numunelerin en kesit alanlarının arttıkları görülmüştür. Deney sonuçları $\epsilon_a - \Delta\sigma$ ve $\epsilon_a - \sigma_1/\sigma_3$ eksenlerinde değerlendirilmiş ve kırılma noktalarının aynı eksenel deformasyonlarda oluştukları görülmüştür. Deney sonuçlarına dayalı s-t eksenlerinde belirlenen kayma-mukavemeti parametreleri aynı yöntem ile hazırlanan, aynı hücre basınçlarında konsolide edilen CU deneylerinden belirlenen efektif parametreler ile karşılaştırılmış ve ilgili değerlerin CU deneylerinden bulunanlardan az miktarlarda daha küçük oldukları bulunmuştur. Ayrıca deney sonuçlarına dayalı kırılma noktalarında $e_n - \Delta V/V_0$ değerleri belirlenmiş ve bu değerler arasındaki bağıntılar araştırılmıştır. Değerlendirme sonucunda genel olarak artan hücre basınçları ile e_n değerlerinin azaldığı buna karşın $\Delta V/V_0$ değerlerinin arttıkları görülmüştür. Kırılmanın belirgin kayma yüzeyi ile oluşmadığı deney sonuçlarında radyal deformasyonlar hesaplanmış ve eksenel deformasyonlar ile nasıl değişim gösterdikleri incelenmiştir. İlave olarak poisson oranları hesaplanmış ve eksenel deformasyonlar ile değişimleri deney sonuçlarına dayalı çizilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üç eksenli basınç deneyleri, gerilme şekil değiştirme eğrileri, hacimsel deformasyon eğrileri.

¹ Dr. Özyeğin Üniversitesi, aysen.celebi@ozyegin.edu.tr

² Prof. Dr. Özyeğin Üniversitesi, Atilla.ansal@ozyegin.edu.tr

ABSTRACT

The consolidated-drained triaxial compression tests were carried out on samples having different plasticity in the study. The water contents of the samples which were prepared based on standard proctor method were higher than their optimum water contents. After saturated with water up to at least %95, the samples were consolidated isotropically under the effects of 50, 100, 200 and 300 kPa cell pressures. Shearing was controlled by strains and a speed of 0,002 mm/min was applied to the samples during the process. Although a certain shear plane was observed to form on some of the samples, on the others there was no shear plane. The cross –section areas of the samples were observed to increase with the increasing axial strains. The test results were interpreted on the axes of $\epsilon_a - \Delta\sigma$ and $\epsilon_a - \sigma_1/\sigma_3$ and the failure points were seen to occur at the same axial strains. The strength parameters obtained based on s-t plot were compared with the effective parameters of CU tests carried out on the samples prepared using the same procedure and consolidated at the same cell pressures. The values of c' and ϕ' were found to be a small amount smaller than the values obtained from the CU. Moreover, $e_n - \Delta V/V_0$ values were determined on the failure points of the test curves and the relation between them was investigated. According to the interpretation, while cell pressures were generally increasing, e_n values were found to be decreasing and the $\Delta V/V_0$ values were seen to be increasing. The radial deformations were calculated on the test results of the samples not contain a certain failure plane at the end of the test. A relationship between the radial strains and the axial strains was also investigated. Additionally, the Poisson ratios were calculated and the values were drawn against the axial strains based on the test results.

Keywords: triaxial compression tests, stress-strain curves, volumetric strain curves.

1. GİRİŞ

Deneyisel çalışmada 5 farklı zemin kullanılarak konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Danelerine ayrılan zeminler ilk olarak 4 numaralı elekten elenmiş ve elekten geçen malzemeden yeterli miktarlarda alınarak standart proktor yöntemine dayalı kompaksiyon parametreleri belirlenmiştir. Benzer biçimde üç eksenli basınç deneyleri içinde zeminler öncelikle 4 numaralı elekten elenmişler ve elekten geçen malzemelerden kullanılan zemine bağımlı 2~2,5 kg alınarak w_{opt} 'dan daha büyük su içeriklerinde olacak şekilde su ilave edilerek homojen karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışım çapı 10,5 ve yüksekliği 20 cm olan kalıba 5 eşit kalınlık olacak şekilde ve her tabakaya standart proktor tokmağı ile 25 vuruş uygulanarak yerleştirilmiştir. Kalıptan alındıktan sonra, numuneler üç eksenli deneyleri için kesilerek 70 mm çapında ve 140 mm yüksekliğindeki boyutlara getirilmişlerdir. Deneyler deformasyon kontrollü olarak yapılmış ve kesme hızı 0,002 mm/dk uygulanmıştır. Bazı numunelerde kırılmalar çok belirgin kayma yüzeyleri ile oluşurken bazılarında ilerleyen eksenel deformasyonlar ile numune en kesit alanlarının arttığı davranış görülmüştür. Konu ile ilgili benzer çalışma Burland (1990)'da açıklanmıştır. İlgili yayında hem drenajlı hem de drenajsız deneyler yapılmış ve kırılmanın belirgin kayma yüzeyi ile oluştuğu deneylerde standart ölçümlere ilave olarak kayma yüzeyine yakın noktalarda yer değiştirmeler ve ilave boşluk suyu basınçları da ölçülmüştür. Matematiksel çözümlere deneysel veri temini amacı ile yapılan benzer çalışmalardan bazıları Sultan vd (2010), Graham ve Li (1985) ve Nakase vd (1988)'dir. Graham ve Li (1985) yayınında

deneyler aynı zeminlerin hem örselenmemiş örnekleri hem de laboratuarda yeniden konsolide edilerek hazırlanan örnekleri ile yapılmış ve deneysel sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneylerine dayalı belirlenen kayma mukavemeti parametreleri aynı numunelerle aynı koşullarda yapılan konsolidasyonlu-drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçlarından bulunan efektif parametreler ile karşılaştırılmış Çelebi ve Ansal (2018) ve CD deneylerinden bulunan parametrelerin CU deneylerinden belirlenen değerlerinden az miktarlarda daha küçük oldukları görülmüştür. Çalışmada deney sonuçları eksenel deformasyon-asal gerilme farkı ile eksenel deformasyon-asal gerilme oranı eksenlerinde değerlendirilmiş ve maksimum noktaların aynı eksenel deformasyonlarda oluştuğu görülmüştür. Ayrıca deneysel eğrilerde kırılma noktalarındaki boşluk oranları ile aynı noktadaki hacimsel deformasyonlar arasındaki davranış araştırılmış ve genel olarak artan konsolidasyon basıncı ile boşluk oranlarının azaldıkları buna karşın hacimsel deformasyonların arttıkları görülmüştür. Kesme işlemi esnasında ilerleyen eksenel deformasyonlarla numune en kesit alanının arttığı deney sonuçlarında eksenel deformasyonlar ile radyal deformasyonlar arasındaki davranış araştırılmış ve artan eksenel deformasyonlar ile radyal deformasyonların arttıkları ve davranışın numunelere uygulanan hücre basıncından bağımsız olduğu bulunmuştur. Ayrıca ilgili deney sonuçlarında poisson oranları hesaplanmış ve eksenel deformasyonlar ile poisson oranlarının değişimi incelenmiştir. Artan eksenel deformasyonlar ile poisson oranlarının arttıkları ancak artımın küçük miktarda olduğu ve numunelere uygulanan konsolidasyon basınçlarından bağımsız olduğu görülmüştür.

2. NUMUNELER

Deneylerin yapımında farklı plastisite indisli zeminler kullanılmıştır. Numuneler standart proctor yöntemine dayalı belirlenen su muhtevalarından daha büyük su muhtevalarında hazırlanmıştır. Kullanılan zeminlerin index ve kompaksiyon değerleri Tablo 1’de görülmektedir. İlk olarak zeminler 4 numaralı elekten elenmiştir. Elekten geçen malzemeden yeterli miktar alınarak, önceden belirlenen su miktarlarında su ilave edilmiş ve homojen karışım hazırlanmıştır. Bu karışım çapı 10,5 ve yüksekliği 20 cm olan kalıba 5 eşit kalınlık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Yerleştirme işleminde standart proctor tokmağı kullanılmış ve her tabakaya 25 vuruş uygulanmıştır. Kalıptan alınan numuneler üç eksenli deney aleti için 70 mm çapında ve 140 mm yüksekliğindeki boyutlara getirilmiştir.

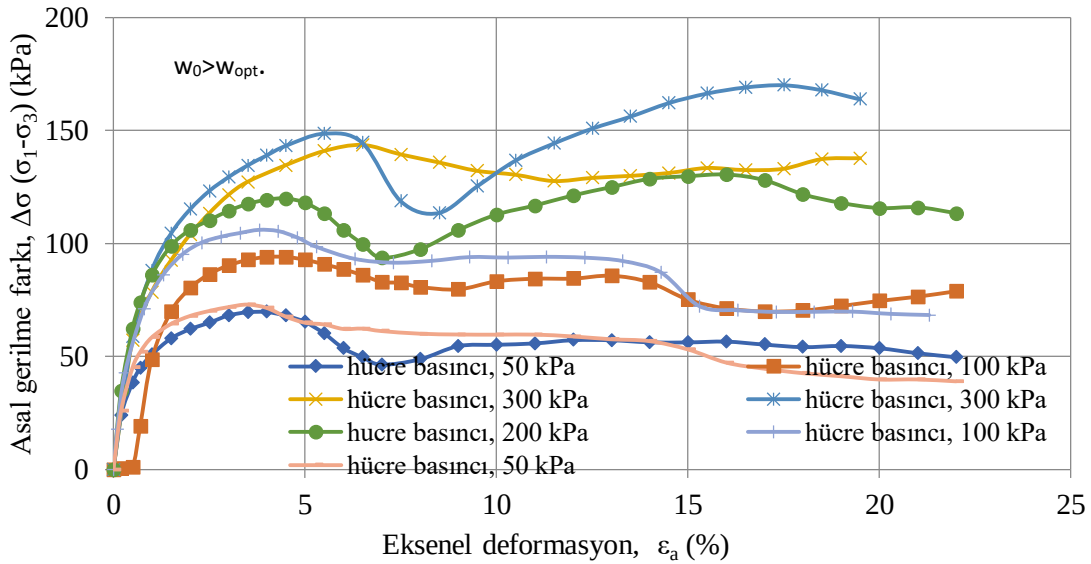
Tablo 1. Zeminlerin indeks ve kompaksiyon özellikleri.

Numune No	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)	e ₀	p _d (Mg/m ³)	w _{opt} (%)	p _s (Mg/m ³)	Zemin Grubu
Numune1	56	28	28	0,901	1,63	22	2,76	CH
Numune2	99	47	52	1,491	1,35	20	2,76	MH
Numune3	100	50	50	1,356	1,35	23	2,78	MH
Numune4	32	18	14	0,741	1,58	18	2,75	CL
Numune5	36	20	16	0,530	1,77	16	2,76	CL

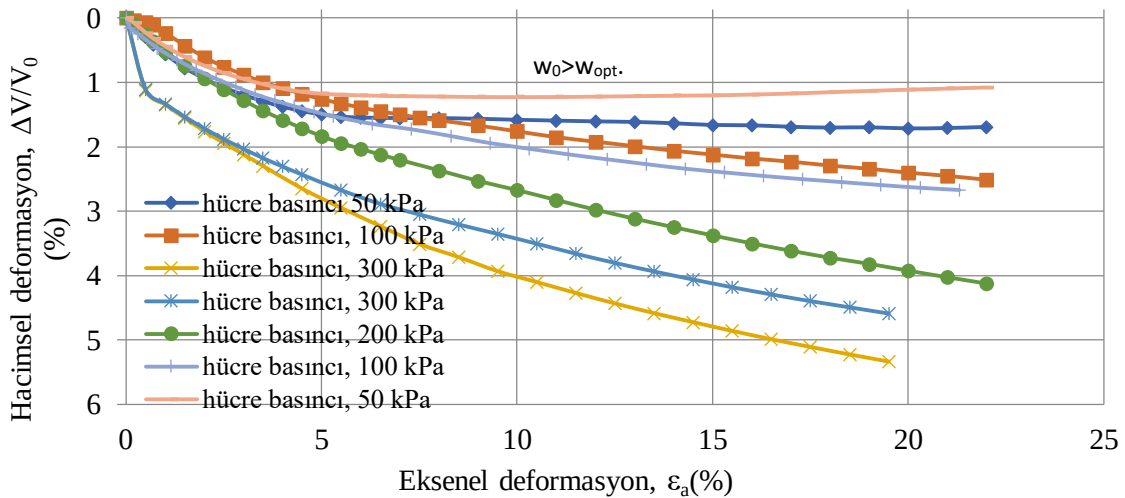
Ayrıca Tablo 1’de aynı numune kullanılarak farklı konsolidasyon basınçlarında yapılan deneylerin deney başı ortalama boşluk oranları da gösterilmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Üç eksenli deney aletinde, konsolidasyon ve kesme işlemleri öncesinde numunelerin en az %95 doygunluğunun sağlanması amacı ile numunelere ters basınç uygulanmıştır. Doymuluk aşamasından sonra zeminler 4 farklı hücre basınçlarında (50, 100, 200 ve 300 kPa) izotropik olarak konsolide edilmişlerdir. Çalışmada deneyler deformasyon kontrollu yapılmıştır. Kesme hızı 0,002 mm/dk uygulanmış olup kesme esnasında oluşan ilave boşluk suyu basınçlarının dağılmasına yeterli olduğu kabul edilmiştir (Bishop ve Henkel 1964). Çalışmada kullanılan deney aleti kesme aşamasında ilave boşluk suyu basınçlarını sabitleyerek hacim değişimlerini ölçtüğünden kesme hızı sabit kalmayarak küçük miktarlarda da olsa değişim göstermiştir (numunenin kil içeriğine ve permeabilite katsayısına bağlı). Deney sonuçlarının güvenilir olması amacı ile aynı numune kullanılarak aynı hücre basınçlarında deneyler tekrar edilmiştir. Örnek olması görüşü ile numune 3'ün deney sonuçlarının bazıları Şekil 1a ve 1b'de gösterilmiştir. Numunelerin laboratuvarında standart proctor yöntemine dayalı hazırlanmaları dolayısıyla Şekil 1a ve 1b'den görüldüğü üzere aynı hücre basınçlarında aynı davranışlar görülmeyip yakın davranışlar görülmüştür.



Şekil 1a. Konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyi sonuçları, numune 3.



Şekil 1b. Konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyi sonuçları, numune 3.

Şekil 1a'da belirli aksel deformasyon değerinden sonra ilerleyen deformasyonlarla gerilme değerlerinde görülen artışların mebran etkisinden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Ortalama %7 aksel deformasyon değerine kadar, uygulanan hücre basıncına bağımlı numune 2 ile 3'te kayma yüzeyleri oluşmuştur. Daha sonra ilerleyen aksel yer değiştirmeler ile Şekil 2'de görüldüğü üzere rijit cisim hareketine benzer üstteki blok kayma yüzeyinde hareket ederek mebranın ve hücre basıncının etkileri ile kayma yüzeyi oluştuktan sonra gerilme artımına neden olmuştur.



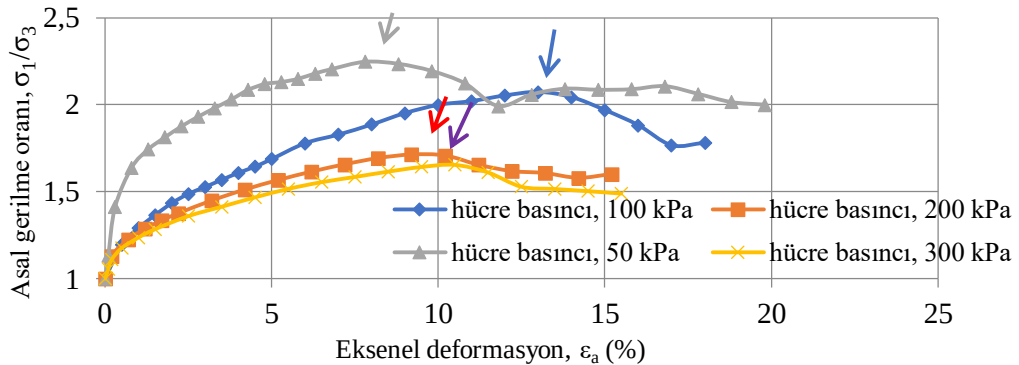
Dikkat edileceği üzere Şekil 1a'da görülen davranış Şekil 1b'de görülmemektedir. Şekil 1a'da hücre basıncı 300 kPa olan deney sonuçlarında maksimum değerden sonra ilerleyen yer değiştirmelerde maksimum değerden daha büyük değerin görüldüğü deney sonucunda Şekil 2'ye benzer bir kırılma yüzeyi görülmüştür. Buna karşın diğerinde ($\sigma_c=300\text{kPa}$) ise birden fazla birbirine paralel üç adet kayma yüzeylerinin oluştuğu görülmüştür. Numune 1,4 ve 5 kullanılarak yapılan deney sonuçlarında ise kesme aşamasında kayma yüzeyi görülmeyip, artan yer değiştirme ile numune en kesitinin arttığı görülmüştür.

Şekil 2. Deney sonu, σ_c ; 200 kPa. numune 3.

Aynı zeminlerin konsolidasyonlu-drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçlarında da Şekil 1a ve 1b'de çizilen eğrilere benzer gerilme-şekil değiştirme eğrileri gözlenmiştir.

4. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Beş farklı numune kullanılarak yapılan konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyi sonuçları aksel deformasyon, ϵ_a asal gerilme farkı, $\Delta\sigma$ eksenlerinin yanı sıra (Şekil 1a) aksel deformasyon ϵ_a asal gerilme oranı σ_1/σ_3 eksenlerinde de çizilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda gerilme oranlarının maksimum noktalarının, gerilme farklarının maksimum noktaları ile aynı aksel deformasyonlarda oluştuğu görülmüştür. Deney sonuçlarının değerlendirilmesine örnek olarak numune 2 ile yapılan deneylerin sonuçları Şekil 3'te gösterilmiştir.



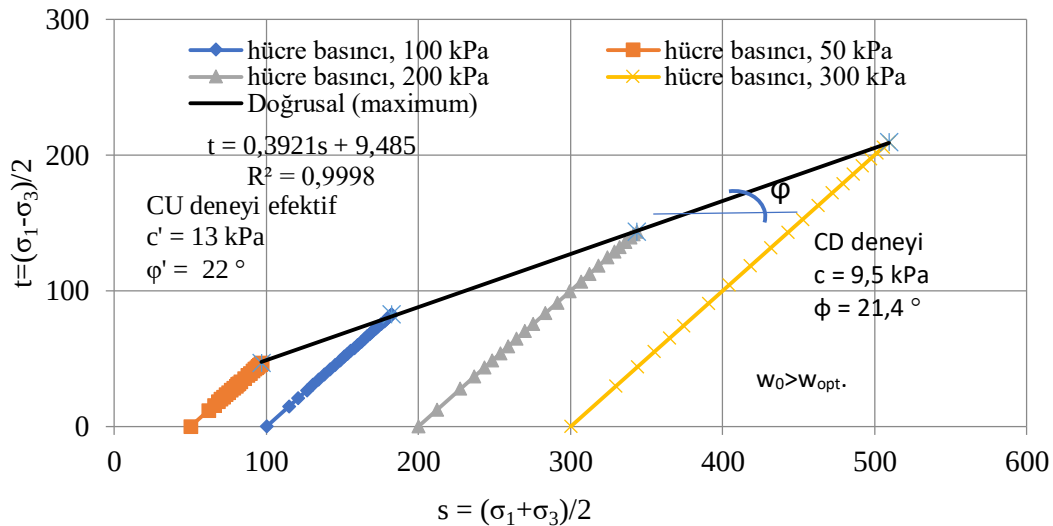
Şekil 3. Konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyi sonuçları, numune 2.

Çalışmada yapılan deney sonuçları ayrıca $s=(\sigma_1-\sigma_3)/2$ ve $t=(\sigma_1+\sigma_3)/2$ eksenlerinde değerlendirilerek zeminlerin drenajlı durumda c' ve ϕ' parametreleri belirlenmiştir. Bulunan değerler aynı eksenlerde aynı zeminlerin aynı koşullarda yapılan konsolidasyonlu-drenajsız üç eksenli basınç deneylerinden bulunan parametreleri ile karşılaştırılmıştır (Çelebi ve Ansal, 2018). Şekil 4'te numune 1'in deney sonuçlarına dayalı kayma mukavemeti değerlerinin $c'=9,5$ kPa ve $\phi'=21,4^\circ$ bulunduğu görülmektedir. Yine aynı şekilde $w_0 > w_{opt}$ durumunda konsolidasyonlu-drenajsız üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına dayalı belirlenen c' ve ϕ' değerleri de görülebilmektedir. Ayrıca diğer zeminlerin ilgili parametreleri Tablo 2'de açıklanmıştır.

Tablo 2. Zeminlerin s ve t eksenlerinde belirlenen c' ve ϕ' değerleri, $w_0 > w_{opt}$.

Numune numarası		Konsolidasyonlu drenajlı üç eksenli basınç deneyi(CD)	Konsolidasyonlu drenajsız üç eksenli basınç deneyi(CU)
Numune 2	c' (kPa)	17,9	17,2
	ϕ' (°)	11,4	14,5
Numune 3	c' (kPa)	21,7	26
	ϕ' (°)	9,4	14,3
Numune 4	c' (kPa)	15	6,7
	ϕ' (°)	20,6	28,9
Numune 5	c' (kPa)	14,3	23,7
	ϕ' (°)	26,7	28,0

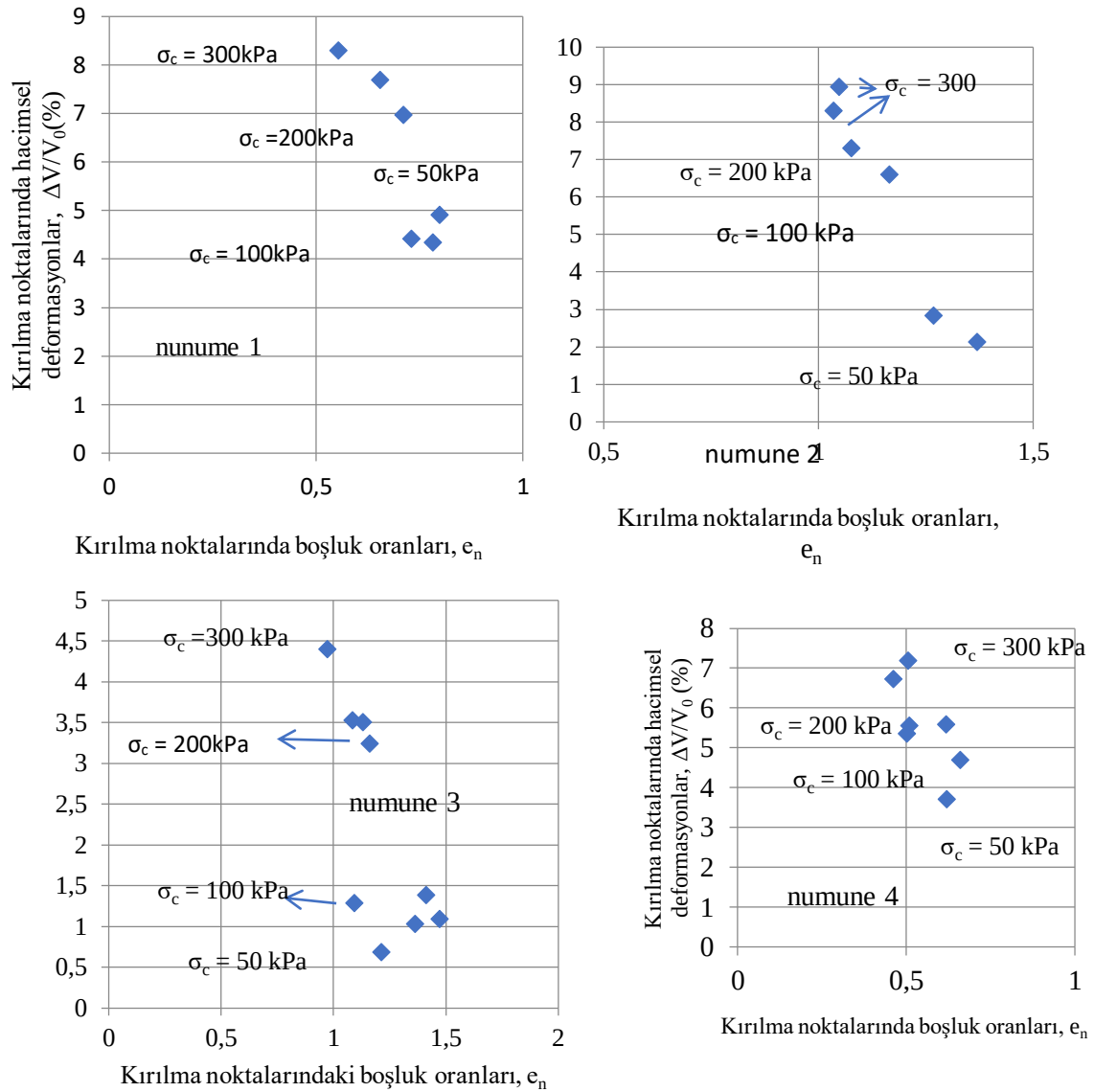
Gerek Tablo 2'de gerekse Şekil 4'te drenajlı durumdaki kayma mukavemeti parametrelerinin CU deneyinden bulunan efektif değerlerinden az miktarlarda daha küçük oldukları görülmektedir. Benzer açıklama Bishop ve Henkel (1964)'de bulunmaktadır.



Şekil 4. Konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneyi sonuçları, numune 1.

Çalışmada yapılan deney sonuçlarına dayalı çizilen gerilme-şekil değiştirme eğrilerinde; maksimum nokta bulunan eğrilerde ilgili noktalar maksimum nokta bulunmayan eğrilerde ise %20 eksenel deformasyona karşılık gelen değerler kırılma noktası kabul edilmiştir. Her

hücre basıncında kırılma noktalarındaki boşluk oranları (e_n) ile bu değerlere karşılık gelen hacimsel deformasyon değerleri ($\Delta V/V_0$) arasındaki davranış araştırılmıştır. Kullanılan zemin numunelerinin bazılarında gözlenen davranış Şekil 5'te gösterilmiştir.

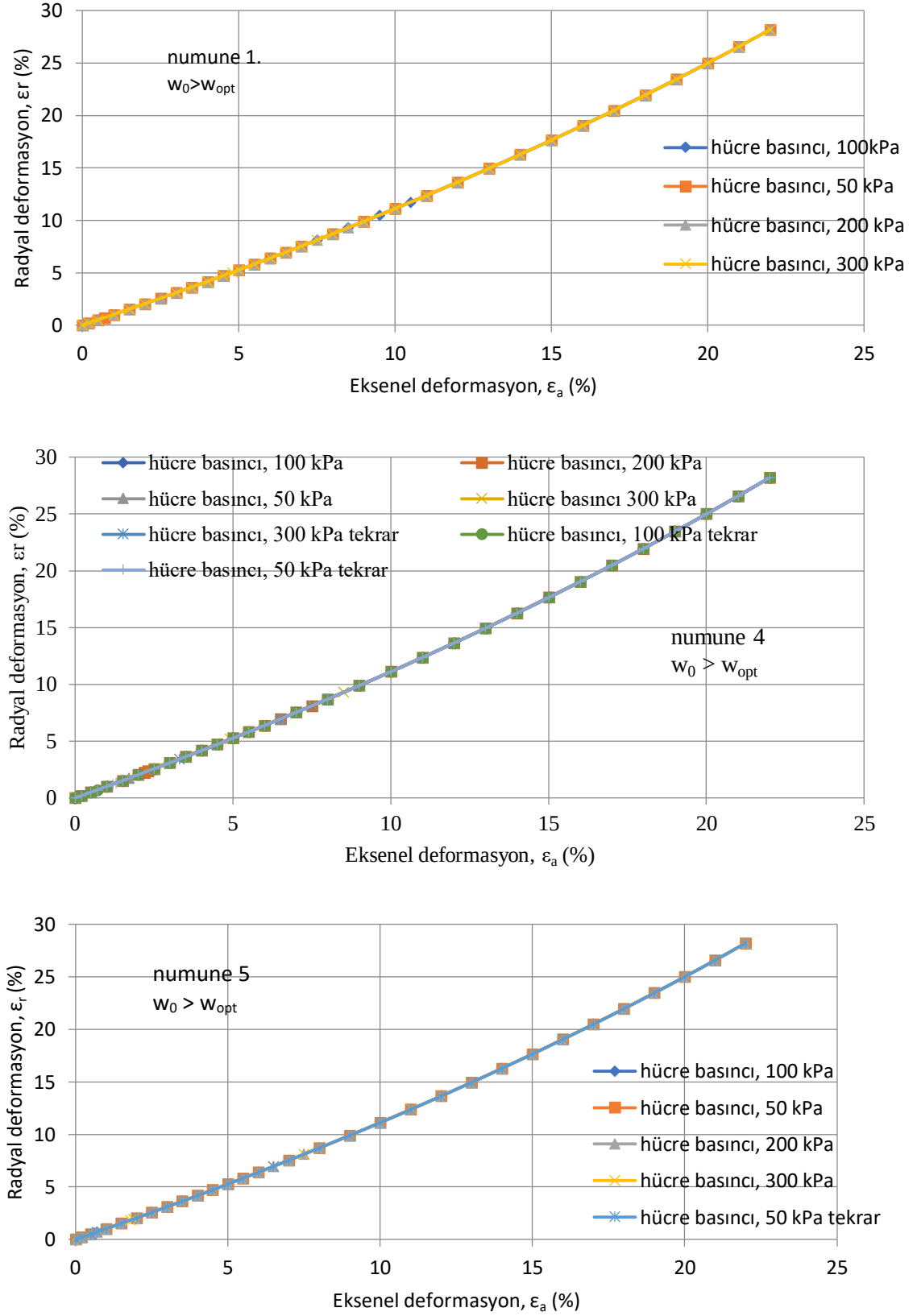


Şekil 5. Kırılma noktalarındaki boşluk oranları- hacimsel deformasyonlar.

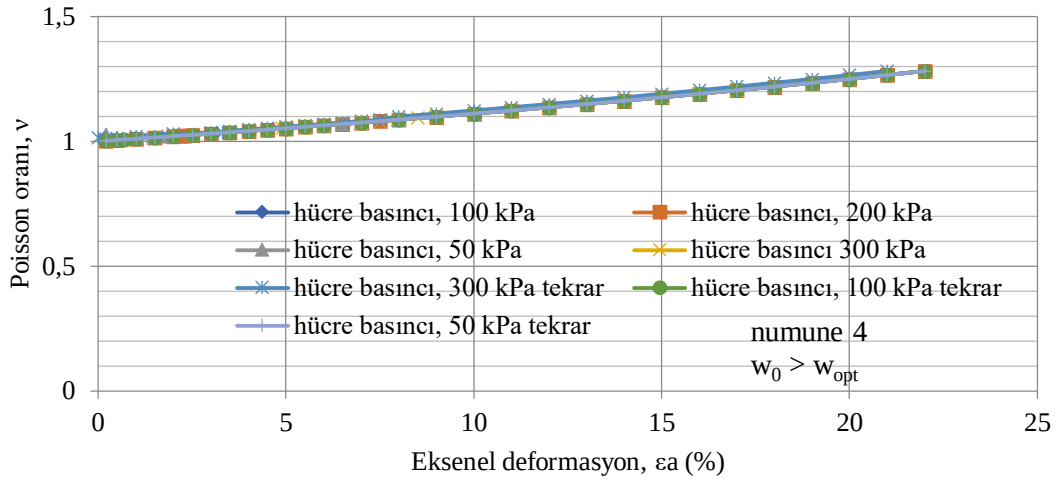
Şekil 5'te değerlendirilen sonuçlara bağımlı olarak artan hücre basıncı ile kırılma noktalarındaki boşluk oranlarının genel olarak azaldığı buna karşın hacimsel deformasyonların arttığı söylenebilir. Numune 5 ile yapılan deney sonuçlarında da Şekil 5'teki davranış görülmüştür.

Ayrıca çalışmada kesme işlemi esnasında kırılmanın belirgin kayma yüzeyi ile oluşmadığı deney sonuçlarında ilerleyen aksel deformasyonlardaki düzeltilmiş alanlar kesme başlangıcındaki alan değerinden çıkarılmış ve bulunan değerler yine kesme başlangıcındaki alan değerine bölünerek radyal deformasyonlar hesaplanmıştır. Daha sonra radyal deformasyonlar aksel deformasyonlara bölünerek poisson oranları hesaplanmış ve

poisson oranlarının eksenel deformasyon ile değişimleri incelenmiştir. Numune 1, 4 ve 5'in deney sonuçlarına dayalı gözlenen eğriler Şekil 6'da görülmektedir..



Şekil 6. Kesme aşamasında eksenel deformasyonlar ile radyal deformasyonların değişimi.



Şekil 7. Kesme aşamasında eksenel deformasyonlar ile poisson oranının değişimi.

Şekil 6'da ilerleyen eksenel deformasyonlar ile radyal deformasyonların arttıkları ve davranışın hücre basıncından bağımsız olduğu Şekil 7'de ise numune 4 ile yapılan deneylerde ilerleyen eksenel deformasyonlarla poisson oranlarının küçük miktarlarda arttıkları, Şekil 6'ya benzer biçimde davranışın hücre basıncından bağımsız olduğu görülmektedir. Numune 1 ve 5 kullanılarak yapılan deney sonuçlarında da Şekil 7'deki davranış bulunmuştur. Benzer çalışma Kelly ve Zhang, (2013) yayınında bulunmaktadır.

5. SONUÇLAR

Standart Proctor yöntemine dayalı belirlenen optimum su muhtevalarından daha fazla su muhtevalarında yeniden sıkıştırılarak hazırlanan numuneler kullanılarak yapılan konsolidasyonlu-drenajlı üç eksenli basınç deneylerinden zemin rijitliğinin artan konsolidasyon basıncı ile arttığı görülmüştür. Deney sonuçları eksenel deformasyon-asal gerilme farkı ile eksenel deformasyon-asal gerilme oranları eksenlerinde değerlendirilmiş ve iki grup değerlendirmede maksimum noktaların aynı eksenel deformasyonlarda oluştuğu gözlenmiştir. Ayrıca eğrilerde hücre basınçları arttıkça asal gerilme farklarının maksimum değerlerinin arttıkları görülmeye karşın düşey eksenin asal gerilme oranı olduğu eğrilerde ise ters davranış görülmüştür. Beş farklı zeminin kullanıldığı çalışmada konsolidasyonlu-drenajlı kayma mukavemeti parametrelerinin aynı koşullarda hazırlanan numuneler ile aynı konsolidasyon basınçlarında yapılan konsolidasyonlu-drenajsız deney sonuçlarına dayalı bulunan değerlerinden az miktarlarda küçük oldukları bulunmuştur. Yapılan tüm deney sonuçlarında kırılma noktalarındaki boşluk oranları ile aynı noktalardaki hacimsel deformasyon miktarları değerlendirildiğinde ise artan konsolidasyon basıncı ile boşluk oranlarının azaldıkları, buna karşın hacimsel deformasyonların arttıkları bulunmuştur. Kesme aşamasında numune en kesit alanının üniform değiştiği kabul edilmiş ve ilerleyen eksenel deformasyonlar ile alandaki değişimler belirlenerek radyal deformasyonlar hesaplanmıştır. Eksenel deformasyonlar ile radyal deformasyonların değişimine bakıldığında artan eksenel deformasyon ile radyal deformasyonların arttıkları görülmüştür. Eksenel deformasyonlar ile poisson oranlarının değişimi değerlendirilmiş ve ilerleyen eksenel deformasyonlar ile poisson oranlarındaki artımın küçük olduğu ve

davranışın numunelere uygulanan konsolidasyon basınçlarından bağımsız olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Atkinson, J. H. ve Bransby, P. L. (1978), "The Mechanics of Soils", McGraw-Hill, London.
- Atkinson, J. H., (2007), "The Mechanics of Soils and Foundations", 2nd edition, Taylor and Francis, London and New York.
- Bishop, A. W ve Henkel, D. J. (1964), "The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test", Reprinted, Edward Arnold LTD. London.
- Burland, J. B. (1990), "On the compressibility and shear strength of natural clays," *Géotechnique* 40, No. 3, 329-378.
- Craig, R. F. (1983), "Soil Mechanics", 3rd edition, Van Nostrand Reinhold, UK.
- Çelebi, A ve Ansal, A. (2018), "Farklı Deney Aletlerinin Killi Zeminlerin Kayma Mukavemeti Parametrelerine Etkileri", *Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği 17. Ulusal Kongresi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Graham, J. And Li, E. C. C. (1985), "Comparison of Natural and Remolded Plastic Clay", *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 111, No. 7, 865-880.
- Kumbasar, V. ve Kip, F. (1999), "Zemin Mekaniği Problemleri", Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Kelly, B., C., O. Ve Zhang, L. (2013), "Consolidated-Drained Triaxial Compression Testing of Peat", *Geotechnical Testing Journal*, Vol. 36, No 3[doi:10.1520/GTJ 20120053]
- Nakase, A., Kamei, T. and Kusakabe, O. (1988), "Constitutive Parameters Estimated by Plasticity Index" *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 114, No. 7, pp 844-858.
- Sultan, N., Cui, Y. -J. ve Delage, P. (2010), "Yielding and plastic behaviour of Boom Clay", *Géotechnique*, 60, No. 9, 657-666 [doi: 10.1680/geot.7.00142]

SEMBOL LİSTESİ

w_0	deney başı su muhtevası	CU	konsolidasyonlu drenajsız üç eksenli basınç deneyi
w_L	likit limit	CD	konsolidasyonlu drenajlı üç eksenli basınç deneyi
w_p	plastik limit	σ_1	maksimum asal gerilme
I_p	plastisite indisi	σ_3	minimum asal gerilme
CH	yüksek plastisiteli kil	σ_c	konsolidasyon basıncı
CL	düşük plastisiteli kil	$\Delta\sigma$	asal gerilme farkı
MH	yüksek plastisiteli silt	$\Delta V/V_0$	hacimsel deformasyon
w_{opt}	optimum su muhtevası	s	$(\sigma_1 - \sigma_3)/2$
ϵ_a	eksenel deformasyon	t	$(\sigma_1 + \sigma_3)/2$
ϵ_r	radyal deformasyon	c'	drenajlı durumda kohezyon
ν	poisson oranı	φ'	s ve t eksenlerinde kırılma zarfının yatay eksen ile yaptığı açı
e_0	deney başı boşluk oranı		
e_n	kırılma noktalarındaki boşluk oranı		
ρ_s	danelerin birim hacim ağırlığı		
ρ_d	maksimum kuru birim hacim ağırlığı		