

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa KILIÇ

**NERGİZLİK BARAJI (ADANA) KİL ÇEKİRDEK MALZEMESİNİN
JEOTEKNİK İNCELEMESİ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NERGİZLİK BARAJI (ADANA) KİL ÇEKİRDEK MALZEMESİNİN JEOTEKNİK İNCELEMESİ

Mustafa KILIÇ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Danışman : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Yıl: 2011, Sayfa: 232

Jüri : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

: Doç. Dr. Şaziye BOZDAĞ

: Doç. Dr. Abdülazim YILDIZ

Bu çalışma 2010 - 2011 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Adana iline bağlı Karaisalı ilçesinin 15 km kuzeyinde yer alan Nergizlik Barajı'nın kil çekirdek özellikleri, bu tezin çalışma konusunu oluşturmuştur. Barajda su tutulmaya başlandıktan kısa bir süre sonra gövdeden su kaçağı olmuş ve barajın güvenliği için acil olarak su seviyesi düşürülmüştür. Sorun önce enjeksiyon ile çözülmeye çalışılmış fakat bunun başarısız olması nedeni ile slurry-trench yöntemi uygulanmıştır.

Nergizlik barajında kil çekirdek malzemesi olarak kullanılan şeyl numunesi, jeoteknik özellikleri dolayısı ile fisürlü bir yapıya sahiptir. Bu malzemenin kil çekirdek malzemesi olarak uygun olup olmadığı ve ayrıca yaşanan soruna katkısı olup olmadığı araştırılacaktır. Bunun için baraj kil çekirdeğinde kullanılan malzemenin bulunduğu kil ocağından numune alınarak, laboratuvar ortamında optimum su içeriğinde sıkıştırılmıştır. Daha sonra söz konusu numune ile baraj kil çekirdeğinin iki farklı lokasyonundan alınan örselenmemiş numuneler üzerinde indeks deneyler (Atterberg limitleri, tane boyu analizi, özgül ağırlık tayini) ve bazı zemin mekaniği deneyleri (permeabilite, konsolidasyon) yapılmıştır. Bu işlemlerin sonunda tüm deney sonuçları incelenerek, baraj kil çekirdeğinde kullanılan malzemenin, kil çekirdek malzemesi olarak kullanılmaya uygun olup olmadığı ve ayrıca yaşanan soruna katkısı olup olmadığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nergizlik Barajı, Kil Çekirdek, Kompaksiyon, Permeabilite, Konsolidasyon.

ABSTRACT

MSc THESIS

GEOTECHNICAL INVESTIGATION OF THE CORE MATERIAL OF NERGIZLIK DAM (ADANA)

Mustafa KILIÇ

**DEPARTMENT OF GEOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Year: 2011, Page: 232

Jury : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

: Assoc. Prof. Dr. Şaziye BOZDAĞ

: Assoc. Prof. Dr. Abdülazim YILDIZ

This study has been prepared as an MSc thesis at the Department of Geology in the Institute of Natural and Applied Sciences, University of Çukurova in the academic year of 2010 - 2011.

Soil mechanical properties of the core material of Nergizlik Dam located 15 km north of Karaisalı district of Adana is the subject of this study. Shortly after the completion of the dam and impoundment filling of the reservoir, leakage was detected downstream in the mid portion of the body and in an emergency response the water level was dropped in a very short time. The problem was first tried to be solved by means of cement injection, slurry trench was tried after it was not successful.

The core material used in the Nergizlik Dam has a structure dominated with fissures. Suitability of this material as a clay core and whether it has any contribution to the leakage problem have been investigated in this study. Samples were taken from clay core quarry area and compacted under the optimum water content. Later, classification (Atterberg limits and grain size analysis) and some soil mechanical (permeability, consolidation) tests were performed both on this sample and two samples taken from different locations on the clay core during the improvement studies. Finally, the results of the tests were studied and suitability of the clay core material and whether it has any contribution to the leakage problem was determined.

Keywords: Nergizlik Dam, Clay Core, Compaction, Permeability, Consolidation.

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum bu yüksek lisans çalışması boyunca bana gerekli imkanları sunan, değerli öneri, yardım ve yapıcı eleştirileriyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan ÇETİN'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Erasmus/LLP programı bünyesinde yüksek lisans öğrenimimin bir bölümünde ders aldığım, değerli bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmamış olan, Università degli Studi dell'Aquila'dan Sayın Prof. Marco TALLINI'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımnda yardımcı oldukları için arkadaşlarım Jeo. Müh. Asım EMİR ve Atilla ORUÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonuna (MMF2011YL4) sağladığı maddi kaynaktan dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmada, hayatım boyunca benden hiçbir şekilde emeğini esirgemeyen canım Aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Barajlar ve Göletler.....	1
1.2. Baraj Türleri.....	2
1.2.1. Beton Barajlar.....	3
1.2.1.1 Ağırlık Barajları.....	3
1.2.1.2. Payandalı Ağırlık Barajları.....	5
1.2.1.3 Kemer Barajlar.....	6
1.2.2. Dolgu Barajlar.....	8
1.2. Barajlarda Gözlenen Jeolojik ve Jeoteknik Problemler.....	10
1.4. Nergizlik Barajı ve Amaç.....	21
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	25
2.1 Genel Jeoloji Çalışmaları.....	25
2.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları.....	30
3. MATERYAL VE METOT.....	33
3.1 Materyal.....	33
3.2 Metot.....	33
3.2.1 Arazi Öncesi Çalışmalar.....	34
3.2.2 Arazi Çalışmaları.....	34
3.2.3 Laboratuar Çalışmaları.....	34
3.2.3.1. Atterberg Limitleri.....	34
3.2.3.1.(1). Deney İçin Numunenin Hazırlanması.....	35
3.2.3.1 (2) Likit Limit Deneyi.....	35

SAYFA

3.2.3.1 (2) (a) Gerekli Aletler ve Malzemeler.....	35
3.2.3.1.(2).(b). Casagrande (Likit Limit) Aleti'nin Ayarlanması.....	36
3.2.3.1.(2).(c). Deneyin Yapılışı.....	37
3.2.3.1 (3) Plastik Limit Deneyi.....	38
3.2.3.1 (3). (a) Gerekli Aletler ve Malzemeler.....	38
3.2.3.1.(3).(b). Deneyin Yapılışı.....	39
3.2.3.1.(4). Plastisite İndisi (PI),.....	40
3.2.3.2 Özgöl Ağırlık.....	40
3.2.3.2 (1) Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	40
3.2.3.2.(2). Piknometrenin Kalibrasyon.....	41
3.2.3.2.(3). Deneyin Yapılışı.....	42
3.2.3.2.(4). Hesaplamalar.....	43
3.2.3.3 Tane Boyu Analizi.....	44
3.2.3.3 (1) Hidrometre deneyi.....	46
3.2.3.3.(1).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemele.....	46
3.2.3.3.(1).(b). Deneyin Yapılışı.....	47
3.2.3.3.(1).(c). Hesaplamalar.....	49
3.2.3.3 (2) Elek analizi.....	50
3.2.3.3 (2).(a) Gerekli Aletler ve Malzemeler.....	51
3.2.3.3 (2).(b) Deneyin Yapılışı.....	51
3.2.3.4 Standart Proctor Deneyi.....	51
3.2.3.4.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	53
3.2.3.4 (2) Numunenin hazırlanışı.....	54
3.2.3.4 (3) Deneyin Yapılışı.....	54
3.2.3.5 Permeabilite Deneyi.....	57
3.2.3.5 (1) Kullanılacak Aletler ve Malzemeler.....	58
3.2.3.5.(2). Gerekli Ölçümler.....	58
3.2.3.5.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	59

	SAYFA
3.2.3.5.(4). Deneyin Yapılışı.....	59
3.2.3.5.(5). Hesaplamalar.....	61
3.2.3.6 Konsolidasyon Deneyi.....	62
3.2.3.6.(1) Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisi.....	63
3.2.3.6.(1).(a). Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisinde Yapılan Kabuller.....	64
3.2.3.6.(2). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	66
3.2.3.6.(3). Gerekli Ölçümler.....	67
3.2.3.6.(4). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	68
3.2.3.6.(5). Deneyin Yapılışı.....	68
3.2.3.6.(6). Hesaplamalar.....	69
3.2.4. Büro Çalışmaları.....	72
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	73
4.1 Adana Baseninin Genel Jeolojisi.....	73
4.2 İnceleme Alanının Genel Jeolojisi.....	74
4.2.1 Otokton Birimler.....	76
4.2.1.1 Paleozoyik.....	76
4.2.1.1 (a) Yerköprü Formasyonu.....	76
4.2.1.1 (b) Karahamzauşağı (Yellikaya) Formasyonu...	76
4.2.1.2 Mesozoyik.....	77
4.2.1.2 (1) Demirkazık Formasyonu.....	77
4.2.1.2 (2) Yavça Formasyonu.....	78
4.2.1.3 Senozoyik.....	78
4.2.1.3 (1) Gildirli Formasyonu.....	78
4.2.1.3 (2) Karsantı Formasyonu.....	79
4.2.1.3 (3) Kaplankaya Formasyonu.....	80
4.2.1.3 (4) Karaisalı Formasyonu.....	80
4.2.1.3 (5) Cingöz Formasyonu.....	81
4.2.1.3 (6) Güvenç Formasyonu.....	81
4.2.1.3 (7) Kuzgun Formasyonu.....	82

	SAYFA
4.2.1.3.(7) (a) Kuzgun Üyesi	82
4.2.1.3.(7) (b) Salbaş Tüfit Üyesi.....	82
4.2.1.3.(7) (c) Memişli Üyesi.....	83
4.2.1.3.(8) Handere Formasyonu.....	83
4.2.1.3.(8) (a) Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi.....	83
4.2.1.3.(9) Taraça.....	84
4.2.1.3.(10) Kaliçi.....	84
4.2.1.3.(11) Alüvyon.....	84
4.2.2 Allohton Birimler.....	85
4.2.2.1 Kızıldağ Melanjı.....	85
4.2.2.2 Faraşa Ofiyoliti.....	86
4.3 Bölgenin Yapısal Jeolojisi.....	87
4.4 Baraj Alanının Jeolojisi.....	88
4.4.1 Baraj Alanının Genel Jeolojisi.....	88
4.4.1.1 Kumtaşı – Çakıлтаşı.....	88
4.4.1.2 Kumtaşı (1)	88
4.4.1.3 Kumtaşı (2)	88
4.4.1.4 Kıltaşı (Şeyl)	89
4.4.1.5 Çakıлтаşı (Taraça)	89
4.4.1.6 Yamaç Molozu.....	89
4.4.1.7 Alüvyon.....	89
4.4.2 Baraj Alanının Yapısal Jeolojisi.....	92
4.4.2.1 Katmanlanma.....	92
4.4.2.2 Kıvrımlanma.....	92
4.4.2.3 Eklemlenme.....	92
4.4.2.4 Faylanma.....	92
4.4.2.5 Diskordans – Konkordans.....	93
4.4.3 Baraj Alanının Depremselliği.....	93
4.5 Nergizlik Barajı.....	94
4.6 Numunelerin İndeks ve Mühendislik Özellikleri.....	97

SAYFA

4.6.1 Numunelerin İndeks Özellikleri.....	97
4.6.2 Numunelerin Mühendislik Özellikleri.....	100
4.6.2.1 Standart Proctor Deneyi.....	100
4.6.2.2 Konsolidasyon Deneyi.....	101
4.6.2.3 Permeabilite Deneyi.....	104
4.6.3 Numune Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	106
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	129
EKLER.....	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Bir beton ağırlık barajı kesiti.....	4
Şekil 1.2. Grande Dixence Barajı	4
Şekil 1.3. Kemer Barajı	5
Şekil 1.4 Payandalı ağırlık barajı	6
Şekil 1.5 Loch Errochty Barajı	6
Şekil 1.6 Tek ve çift kavisli kemer barajların yandan ve üstten görünüşü	7
Şekil 1.7 Berke Barajı (kemer)	7
Şekil 1.8. Kemer-ağırlık tipteki Hoover Barajı (ABD)	8
Şekil 1.9 Bir zonlu dolgu baraj kesiti	8
Şekil 1.10 Atatürk Barajı	9
Şekil 1.11. Malpasset Barajı'nın kesiti.....	12
Şekil 1.12. Malpasset Barajı'nın yıkılmadan önceki ve yıkıldıktan sonraki hali ..	12
Şekil 1.13 Malpasset Barajı'nın memba topuğu yakınında basınç serbestlemesi nedeniyle açılan çatlak.....	13
Şekil 1.14. Saint Francis Baraj yeri jeoloji kesiti	13
Şekil 1.15 San Francis barajının yıkılmadan önceki hali	14
Şekil 1.16. San Francis barajının yıkıldıktan sonraki hali.....	14
Şekil 1.17 Teton Barajı'nın aşamalar halinde yıkılışı	16
Şekil 1.18 Vajont Barajı genel görünümü	17
Şekil 1.19. Vaiont rezervuar sağ yamacından sol yamaçtaki kopma bölgesine bakış.....	17
Şekil 1.20 May Barajı'nın su tutmayan rezervuarı	18
Şekil 1.21 May Barajı'nda Terra-rosa ile örtülü düdenlerden suların kaçması.....	19
Şekil 1.22 Keban Barajı genel görünümü	20
Şekil 1.23 Keban Barajı sol yamaç Petek Mağarası'ndan su kaçakları	20
Şekil 1.24 Keban Barajı rezervuarından kaçan suların sifon yaparak, Keban Deresi sol yamacından çıkması	21

Şekil 1.25 Nergizlik Barajı yer bulduru haritası	23
Şekil 3.1 Atterberg limitleri deney seti	36
Şekil 3.2. Likit limit cihazında 13 mm'lik kapanmanın görüldüğü an.....	38
Şekil 3.3. Plastik limit deneyinin yapılışı.....	39
Şekil 3.4. Piknometre içerisindeki karışımın sıcaklığının ölçülmesi	44
Şekil 3.5. ASTM, AASHTO ve USCS sınıflama sistemlerinin karşılaştırması....	46
Şekil 3.6. Mezürün baş aşağı getirilmesi	48
Şekil 3.7. Hidrometre okumasının alınışı.....	48
Şekil 3.8. Sıkıştırılmış bir zeminin γ_k -w ilişkisi	52
Şekil 3.9 Kompaksiyon numunesinin hazırlanışı.....	54
Şekil 3.10. Standart proctor deneyiyle numunenin sıkıştırılması.....	55
Şekil 3.11 Üst yüzeyi traşlanan numunenin tartılması.....	56
Şekil 3.12 Numunenin kriko yardımıyla molddan çıkarılışı.....	56
Şekil 3.13 . Permeabilite deney şeması.....	60
Şekil 3.14. Darcy yasasının şematik gösterimi.....	61
Şekil 3.15. Konsolidasyonda hacim azalmasının blok diyagramda görünümü.....	64
Şekil 3.16. Konsolidasyon süreci	65
Şekil 3.17. Konsolidasyon hücre düzeneği	67
Şekil 3.18 Konsolidasyon deney okumasının alınışı.....	69
Şekil 4.1 İnceleme alanının genel jeoloji haritası	75
Şekil 4.2 Baraj alanı jeoloji haritası	90
Şekil 4.3 Baraj yerinin genelleştirilmiş stratigrafisi	91
Şekil 4.4 Adana Baseni deprem bölgesi haritası	93
Şekil 4.5 Baraj gövdesi genel görünümü (mansap tarafı)	94
Şekil 4.6 Baraj gövdesi görünümü (mamba tarafı)	95
Şekil 4.7 Baraj rezervuar alanından bir görünüm.....	95
Şekil 4.8 Nergizlik Barajı'na ait gövde kesiti.....	96
Şekil 4.9. Casagrande plastisite kartı üzerinde zeminlerin sınıflanması	98
Şekil 4.10 Numunelere ait granülometri eğrileri.....	99

SAYFA

Şekil 4.11. KO-1 numunesine ait standart proctor deney grafiği.....	101
Şekil 4.12 KÇ-1 numunesine ait konsolidasyon grafiği.....	102
Şekil 4.13 KÇ-2 numunesine ait konsolidasyon grafiği.....	103
Şekil 4.14 KO-1 numunesine ait konsolidasyon grafiği.....	103
Şekil 4.15. Deney numunelerinin farklı yükler altındaki permeabilite değerleri.....	105
Şekil 4.16. Toprak dolgu baraj malzemelerinin çatlama ve borulanma direnci..	107
Şekil 4.17. KÇ-1 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram.....	108
Şekil 4.18. KÇ-2 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram.....	109
Şekil 4.19. KO-1 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram.....	109
Şekil 4.20. KO-2 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram.....	110
Şekil 4.21. Proctor deneyinde tek tabaka halinde ve üç eşit tabaka halinde serilen numunelere ait ön konsolidasyon basıncı değerlerini gösterir grafik.....	112
Şekil 4.22 KÇ-1, KÇ-2 ve KO-1 numunelerine ait konsolidasyon grafikleri.....	114
Şekil 4.23. Permeabilite katsayısının tayini için permeabilite, drenaj, zemin çeşidi ve yöntemler.....	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Zeminin cinsine göre değişik hacimdeki piknometrelere konulması gereken numune miktarları	42
Çizelge 3.2. Elektrik mikseri ile karıştırma süreleri	47
Çizelge 4.1. Atterberg limitleri deney sonucu.....	97
Çizelge 4.2. Plastisite derecesinin plastisite indisine (PI) göre belirlenmesi.....	98
Çizelge 4.3 Deney numunelerine ait tane boyu yüzdeleri ve zemin sınıfları.....	99
Çizelge 4.4. Numunelere ait bazı mühendislik özellikleri.....	113
Çizelge 4.5. Geçirgenliğin tanımlanması	116

SİMGELER VE KISALTMALAR

π	: 3,1415
Δe	: Boşluk oranı farkı (birimsiz)
Δu	: Boşluk suyu basıncı
σ	: Gerilme (kg/cm ²)
$\Delta \sigma$	: Gerilme artışı
ΔV	: Hacim farkı (cm ³)
ΔH	: Yükseklik farkı (cm)
γ_s	: Zemin numunesinin deney başlangıcındaki tane birim hacim ağırlığı
μ	: Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi
γ_A	: Su altındaki birim hacim ağırlık (gr/cm ³)
γ_d	: Suyu doymuş birim hacim ağırlık (gr/cm ³)
γ_k	: Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm ³)
γ_n	: Doğal birim hacim ağırlık (ıslak yoğunluk) (gr/cm ³)
γ_s	: Katı (tane) birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)
γ_w	: Suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)
a	: Cam tüp en kesit alanı (cm ²),
A	: Numune alanı (cm ²)
A_0	: Deney başı numune alanı
A_C	: Aktivite
A_d	: Düzeltilmiş Alan (cm ²)
A_J	: Mezürün kesit alanı (cm ²)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASTM	: American Society of Testing Materials
CFS	: Cubic feet per second (ft ³ /sn)
CH	: Yüksek plastisiteli kil
CI	: Kıvam indisi
CL	: Düşük plastisiteli kil
d	: Hidrometre düzeltme değeri
D	: Tane çapı (mm)

D_o	: Düzeltilmiş okuma (mm)
DSİ	: Devlet Su İşleri
e	: Boşluk oranı (birimsiz)
e_o	: Deney Başı Boşluk Oranı (birimsiz)
G_s	: Numunenin özgül ağırlığı (birimsiz)
$G_{s(Tx)}$	: Zemine ait özgül ağırlık (birimsiz)
$G_{w(Tx)}$	: Suyun Tx sıcaklığındaki özgül ağırlığı
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
H	: Baraj yüksekliği (m)
h	: Numune boyu (cm)
h_1	: Başlangıçtaki su yüksekliği (cm)
h_2	: t_1 süresi sonundaki su yüksekliği (cm)
H_s	: Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği (cm)
H_0	: Zemin numunesinin deney başlangıcındaki kalınlığı (gr/cm^3)
H_f	: Zemin numunesinin deney sonundaki kalınlığı (cm)
H.E.S	: Hidroelektrik santrali
i	: Hidrolik eğim
J	: 0,002 mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%)
k	: Permeabilite katsayısı (m/sn, cm/sn)
L	: Deneyi yapılan numunenin boyu (cm)
LI	: Likitlik İndisi
LL	: Likit Limit (%)
M_m	: Kompaksiyon mold kütlesi (gr)
M_{ms}	: Kompaksiyonu yapılmış numune + mold kütlesi (gr),
M_s	: Zemin tanelerinin kütlesi (gr)
M_{si}	: Zemin numunesinin deney başlangıcındaki kütlesi (gr)
N	: D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%)
n	: Porozite (%)
P	: Kuvvet halkası okuması
PI	: Plastisite İndisi (%)
PL	: Plastik Limit (%)

q	: Suyun debisi (m^3/sn , cm^3/sn)
R	: Numune yarı çapı (cm)
r	: Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması
r_a	: Deney sırasındaki süspansiyondaki hidrometre okuması
R_A	: Ring ağırlığı (gr)
R_D	: Ring çapı (cm)
R_L	: Ring boyu (cm)
r_s	: Sudaki hidrometre okuması
S	: Doygunluk derecesi
SC	: Killi kum
SL	: Rötire limit
S_r	: Sıfır hava boşluğu çizgisi
t	: Toplam geçen zaman (dk)
t_1	: Deney süresi (sn)
USBR	: U.S Bureau of Reclamation
USCS	: Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi
V	: Baraj rezervuar hacmi (m^3)
V_0	: Deney başı numune hacmi (cm^3)
V_H	: Hidrometre hacmi (cm^3)
V_m	: Kompaksiyon mold hacmi (cm^3)
V_s	: Deney başı numune içi katı (tane) hacmi (cm^3)
V_{sp}	: Süspansiyonun hacmi (cm^3)
V_T	: Toplam hacim (cm^3)
V_v	: Numune İçerik Boşluk Hacmi (cm^3)
w	: Deney başı su içeriği (%)
w	: Numune su içeriği (%)
W_{islak}	: Islak numune ağırlığı (gr)
W_{kap}	: Kap ağırlığı (gr)
$W_{kap:}$	: Kap ağırlığı (gr)
W_{Kuru}	: Kurutulmuş numune ağırlığı (gr)
W_{numune}	: Deney sonu kurutulmuş numune ağırlığı (gr)
W_{numune}	: Deney sonu kurutulmuş numune ağırlığı (gr)

- $W_{psw(Tx)}$: Tx sıcaklığındaki piknometre + numune + su ağırlığı (gr),
 $W_{pw(Tx)}$: Tx sıcaklığındaki piknometre + su ağırlığı (gr),
 W_s : Kuru numune ağırlığı (gr),
 W_s : Kuru zemin ağırlığı (gr)
 W_{skn} : Deney sonu kuru numune ağırlığı (gr)
 W_{su} : Su ağırlığı (gr)
 W_T : Toplam ağırlık (gr)
 W_f : Zemin numunesinin deney sonundaki su içeriği (%)
 W_i : Zemin numunesinin deney başlangıcındaki su içeriği (%)
 Z_r : Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine olan uzaklık (cm)
 ΔL : Toplam deformasyon (cm)

1. GİRİŞ

Bir akarsu üzerine; enerji üretimi, içme, kullanma ve sulama suyu temini, taşkın önleme ve akarsuların düzenlenmesi gibi amaçlar için inşa edilen mühendislik yapılarına baraj denir (Erguvanlı, 1982).

Jeolojinin mühendislik işlerine en çok uygulandığı alanlardan biri “Baraj Jeolojisi” dir. 1928 yılında Amerika’da St. Francis barajının yıkılmasından sonra 1929 yılında, barajların yıkılmasına etki yapan faktörleri araştırmak amacıyla bir sempozyum düzenlenmiş ve problem her yönden ele alınmıştır. Bu sempozyuma baraj jeolojisinin temel atma töreni gözüyle bakılabilir. Bugün dünyanın her yerinde, projeler hazırlanmadan önce baraj yerleri ve göl alanlarının (rezervuar) jeolojik etütleri yapılmaktadır (Ertunç, 2003).

1.1 Barajlar ve Göletler

Barajlar, bir akarsu vadisini kapatan ve arkasında su biriktiren; enerji üretimi, içme ve\veya sulama suyu temini ve akarsuların düzenlenmesi gibi pek çok gayeye hizmet eden ekonomik faydası büyük olan tesislerdir. Akarsuları tutmak ve toplamak için yeryüzünde yapılan en eski barajın Dicle üzerinde yapılmış Maruk toprak barajı olduğu söylenmektedir. Akışı düzenlemek ve taşkınları önlemek amacı ile tarih öncesi devirde yapılan bu barajdan 13. yüzyılın sonuna kadar yararlanılmıştır. Yeryüzünde taştan yapılan ilk kâgir baraj ise Nil nehrinin sularını çevirmek ve şehre içme suyu sağlamak için Menfiz şehrinin 20 km güneyinde, M.Ö. 4000 yılında yapılan barajdır. Bu barajdan 4-5 bin yıl yararlanılmıştır. Bu gün İspanya’da, çok eskiden inşa edilmiş olup bugün de yararlanılan barajlar vardır. Bunların en eskisi 1384 yılında Araplar tarafından yapılmış olan, Almansa Barajıdır. Bu tarihe kadar yapılan barajlarda bugünkü tekniğin gerektirdiği hesaplar yapılmış değildir. Modern hidrolik hesaplara göre yapılan ilk baraj Fransa’da Chartrain (1888-1892)’dir. İlk beton ağırlık barajı ise 1887 – 1888’de Kaliforniya’da inşa edilen Sen Mates Barajıdır. 19. yüzyılın sonunda ve 20. yüzyılın başında yüksek enerji ve içme suyu elde etmek, sulama yapmak ve taşkın önlemek amacı ile kısa zamanda çeşitli tiplerde

yüksek barajlar inşa edilmeye, emniyet ve maliyet bakımından ayrıntılı etütler yapılmaya başlanmıştır (Erguvanlı, 1982).

Gölet ise çevre suların, akarsuların ve artezyen veren yeraltı sularını depolayabilmek ve bu suların faydasını arttırmak için vadilerin kapatılması sureti ile yapılan, yükseklikleri en fazla 10 m kadar, su depolama kapasiteleri 50.000 m³'den az olan su tutma yapılarıdır (Erguvanlı, 1982). Türkiye'de Köy Hizmetleri tarafından yapılan tüm su tutma yapıları gölet olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak talvegden 24 metreye kadar olan su yapılarına da gölet ismi verilmektedir (Boyacı, 2005).

1.2. Baraj Türleri

Baraj jeolojisi üzerine çalışan araştırmacılar barajları kendilerine özgü olarak sınıflandırmaktadırlar. Örneğin, Erguvanlı (1982)'ye göre barajlar 4 tipte sınıflandırılmıştır. Bunlar;

1. Yüksekliklerine (H) ve göl hacimlerine göre (V) şu şekilde sınıflandırılır:

- Gölet : $H < 10 \text{ m}$ ve $V < 50.000 \text{ m}^3$
- Ufak baraj : $10 \text{ m} < H < 15 \text{ m}$, $50.000 \text{ m}^3 < V < 1.000.000 \text{ m}^3$
- Büyük baraj : $H > 15 \text{ m}$, $V > 1.000.000 \text{ m}^3$

2. Eskiiliklerine Göre:

Urartular, Romalılar, Osmanlı Türkleri tarafından yapılan barajlar olarak adlandırılırlar.

3. Amaçlarına göre şu şekilde sınıflandırılırlar:

- İçme suyu sağlamak
- Enerji üretmek (Hidroelektrik Santralleri, H.E.S)
- Taşkın önlemek
- Sulama yapmak

4. Gövdelerinin yapımında kullanılan malzemeye göre:

Bunlar Kâgir (taş) barajlar, Beton barajlar, Toprak barajlar, Kaya barajlar, Kaya – Toprak barajlar, Ahşap barajlar ve Çelik barajlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Ertunç (2003)'e göre ise barajlar, amaçlarına ya da yapımlarında kullanılan malzemeye göre sınıflandırılmaktadır. Genel olarak barajların amacı; içme suyu

sağlanması, enerji üretimi, taşkın önleme ve sulamadır. Bundan başka ulaşım, dinlenme yeri, spor tesisleri, balıkçılık, termik santral kül depolanması, maden artıklarının depolanması amaçlarıyla da baraj yapılabilmektedir. Çoğu baraj birden fazla amaçla yapılmaktadır. Barajlar, yapımlarında kullanılan malzemeye göre beton, kaya dolgu, toprak dolgu, ahşap, çelik olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlardan beton barajlar; ağırlık, payandalı ağırlık, kemer olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

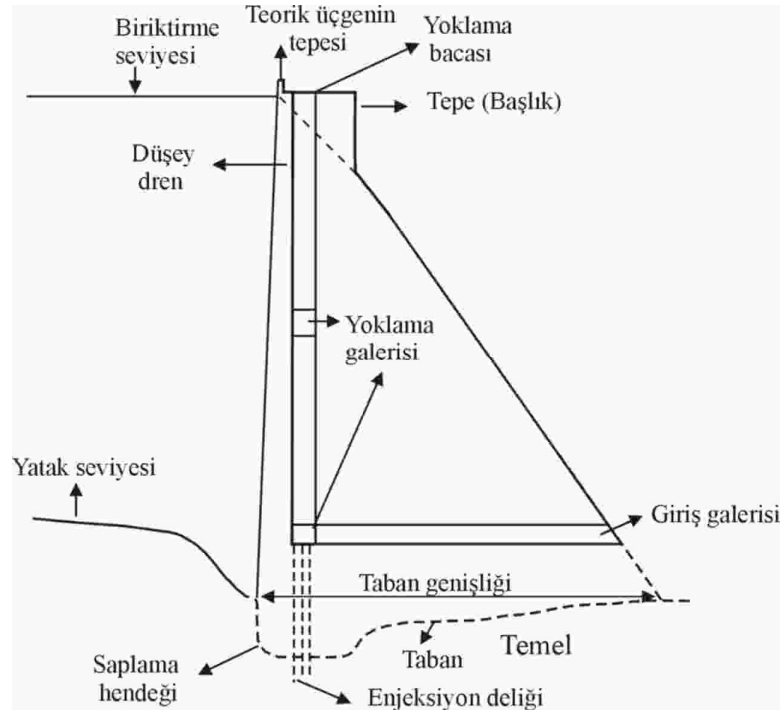
1.2.1. Beton Barajlar

Beton barajlar da ağırlık, payandalı ağırlık, kemer olmak üzere üç gruptur:

1.2.1.1 Ağırlık Barajları

Ağırlık barajları, suyun kaldırma ve döndürme kuvvetine karşı kendi ağırlıklarıyla duran masif yapılardır. Bu tip barajlar eskiden taşla yapılmaktaydı, bugün betonla yapılmaktadır. Bu tip barajların eksenleri doğru şeklinde ya da akış yukarı doğru hafifçe kavisli olabilir (kemer-ağırlık). Barajın enine kesiti üçgene benzeyen yamuktur (Şekil 1.1). Ağırlık barajlarının sağlam temele oturması istenir. Vadi yamaçları az eğimli, geniş, V şekilli olabilir (Ertunç, 2003).

İsviçre'deki Grande – Dixence Barajı, beton ağırlık baraj tipindedir. 285 m yüksekliğe sahip olan baraj, dünyanın en büyük barajı unvanına sahiptir (Şekil 1.2). Türkiye'de de Aydın ili sınırları içerisinde olan 108 m yükseklikteki Kemer Barajı beton ağırlık barajlara örnektir (Şekil 1.3).



Şekil 1.1. Bir beton ağırlık barajı kesiti (Ertunç, 2003)



Şekil 1.2. Grande Dixence Barajı (<http://www.energiethun.ch>)

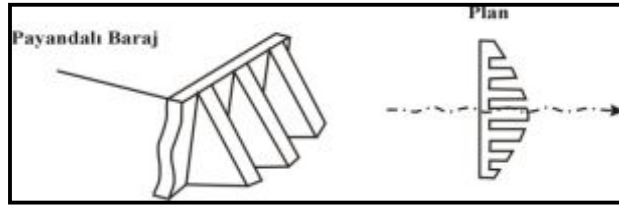


Şekil 1.3. Kemer Barajı (<http://i628.photobucket.com>)

1.2.1.2. Payandalı Ağırlık Barajları

Bu tip barajların memba tarafı, su basıncına karşı duran düz ya da az eğimli betonarme bir perde şeklindedir. Mansap tarafında, su basıncını temele ileten payandalar vardır (Şekil 1.4). Payandalı ağırlık barajlarına, ağırlık barajlarına oranla daha az beton gider, temel kazısı da az olur. Payandalar arasındaki yerlere kuvvet santralleri ve diğer bazı yapılar yerleştirilebilir. Payandalı ağırlık barajlarında kaliteli beton dökme ve kalıp işçiliği önemlidir (Ertunç, 2003).

Payandalara fazla yük düşer, payandalar arasına ise fazla yük binmez. Zayıflık zonları (fay, çatlak v.s.) payandalar arasına rastlatılır. Yamaç eğimi az, geniş, V şekilli vadilerde payandalı ağırlık barajları yapılabilir. İskoçya’da bulunan Loch Errochty Barajı, payandalı barajlara örnektir (Şekil 1.5).



Şekil 1.4 Payandalı ağırlık barajı (Ertunç, 2003)

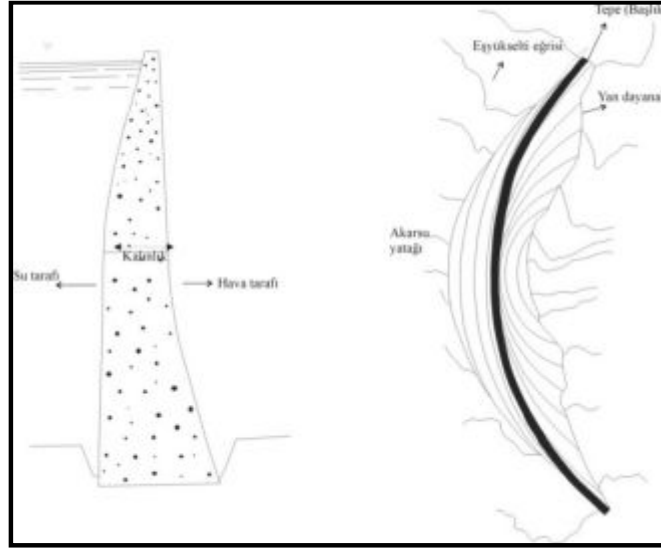
Şekil 1.5 Loch Errochty Barajı (<http://www.corestore.org>)

1.2.1.3 Kemer Barajlar

Kemer baraj, kavisli tek bir beton duvardan oluşan su tutma tesisidir. Suyun basıncını, kemer tesiriyle yamaçlara vermek için, beton duvar memba yönüne doğru kavisli yapılıır (Şekil 1.6). Basıncı, temele ve yamaçlara eşit dağılıyorsa baraj kemer-ağırlık veya ağırlık-kemer olarak yapılabilir. Yükün büyük bir kısmı kemer etkisiyle yamaçlara naklettirebilirse bu baraja ince kemer baraj adı verilir. Bunun için yamaçlar çok sağlam olmalı ve kemer yamaç içine iyice kenetlenmelidir. Kayaya merdivenimsi şekiller verilerek, gerilmelerin toplanmasına ve betonda çatlakların

oluşmasına engel olunur. Kemerin yamaçlara iyi bir şekilde kenetlenmesi için, kemer ile vadinin birleştiği noktadaki açının 45^0 olması gerekir (Ertunç, 2003).

Türkiye’de Osmaniye’nin Düziçi ilçesinde bulunan Berke Barajı kemer barajlara verilecek örneklerdendir (Şekil 1.7). Dünyada kemer barajlara örnek olarak Hoover Barajı (ABD) verilebilir (Şekil 1.8).



Şekil 1.6 Tek ve çift kavisli kemer barajların yandan ve üstten görünüşü (Ertunç, 2003)



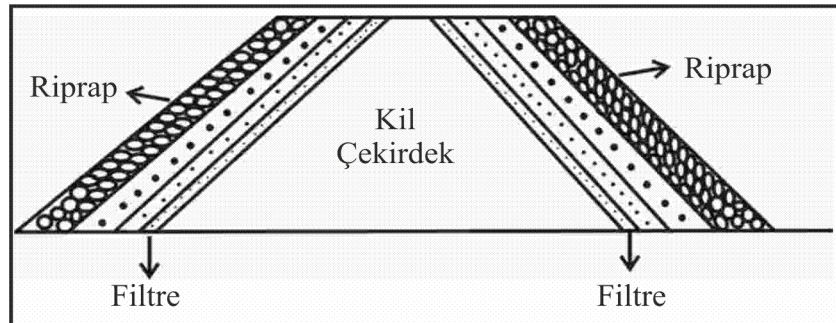
Şekil 1.7 Berke Barajı (kemer) (<http://www.kaliteliresimler.com/>)



Şekil 1.8. Kemer-ağırlık tipteki Hoover Barajı (ABD)
(<http://www.paylessflights.com>)

1.2.2. Dolgu Barajlar

Dolgu barajlar, toprak ve kayanın belli bir oranda karıştırılması ile yapılan su tutma tesisleridir (Şekil 1.9). Bu tip barajlar zeminin yeterince sağlam ve homojen olmaması halinde tercih edilir. Geniş ve yayvan vadilerde de toprak baraj yapılır. Baraj yerine yakın bol malzeme olması gerekir. Bu malzeme; kaya parçası, çakıl, kum, silt, kil ve bunların karışımıdır (Ertunç, 2003).



Şekil 1.9 Bir zonlu dolgu baraj kesiti (Ertunç, 2003)

Toprak barajların sınıflandırılması, baraj gövdesinde kullanılan malzemeye göre:

- a) Homojen gövdeli
- b) Bölge (zonlu) gövdeli
- c) Kaya dolgu gövdeli
- d) Toprak dolgu gövdeli
- e) Kaya-toprak dolgu gövdeli olarak yapılabilir. Eldeki malzemeden en çok yararlanmaya çalışılır.

Homojen gövdede her taraftaki malzeme aynı özelliktedir. Bölge gövdelerde ortada geçirimsiz bir kısım (çekirdek), iki tarafta tane boyu dışa doğru büyüyen geçirimli kısım ile memba ve mansap topuklarında filtre bulunur. Kaya dolgu gövdeler kırılmış taştan yapılır (Ertunç, 2003). Ülkemizde GAP Projesi kapsamında yapılan Atatürk Barajı, kaya dolgu tip barajlara örnektir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10 Atatürk Barajı (<http://4.bp.blogspot.com/>)

Toprak veya kaya dolgu biçiminde inşa edilen barajlarda sızmayı önlemek için geçirimsiz bir çekirdek bulunur. Çekirdek genellikle killi malzemeden oluşur. Killer üç ana gruba ayrılır; (1) montmorillonit/simektit, (2) kaolinit ve (3) illit. Mühendislik özellikleri açısından montmorillonit killer birçok soruna neden olduğundan mecbur kalınmadıkça kil çekirdek malzemesi olarak önerilmemektedir. Ancak çoğu zaman daha uygun malzeme bulunamamasından dolayı montmorillonit killer veya karışımları, bazen de şeyl türü birimler barajlarda kil çekirdek malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yeterli miktarda kil mevcut olmadığı zaman beton veya asfaltik beton membranları kullanılır (Bell, 2004).

Barajın altında sızmanın kontrol edilmek istendiği durumlarda çekirdek, normalde kalın bir perde şeklinde zemin yüzeyinden aşağı devam eder. Bu çıkıntılar bazen çok derin olabilir; bazı durumlarda kanat hendekleri olarak abatman içlerinde devam ederler. Dolgu barajın içine ve altına yerleştirilen kum ve/veya çakıl drenleri de sızmayı kontrol etmeye yardımcı olur. Tabanlarının geniş olmasından dolayı, dolgu barajların zemine uyguladığı basınç, beton barajlarınkine göre düşüktür. Ayrıca oturma gibi deformasyonları kolaylıkla karşılayabilirler. Sonuç olarak, dolgu barajlar zayıf ve pekişmemiş akarsu ve buzul çökellerinden yüksek dayanımlı kaya kütlelerine kadar çok geniş bir aralıktaki temel koşullarında inşa edilebilirler (Bell, 2004).

Baraj gibi önemli mühendislik projelerinde özellikle kaya ve toprak dolgu barajlarda malzeme seçimi büyük önem arz etmektedir. Uygun malzeme seçilmemesi gibi durumlarda baraj gövdesinde yıkılmayla son bulabilecek seviyede hasarlar oluşabilmektedir. Bununla beraber yapılan malzeme deneylerinde standartlara uyulmaması ve/veya deneylerde dikkatsiz davranılması ciddi problemlere yol açabilmektedir.

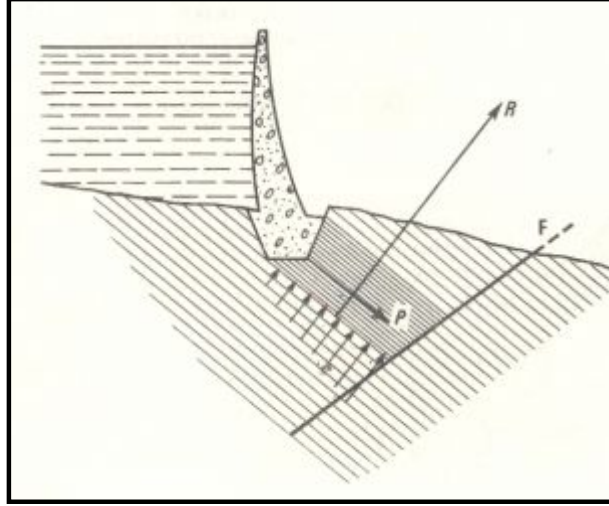
1.2 Barajlarda Gözlenen Jeolojik ve Jeoteknik Problemler

Baraj yeri ve göl alanı jeolojisinin iyice anlaşılmamış olması nedeniyle dünyada 1928 yılına kadar 250 baraj yıkılmıştır.

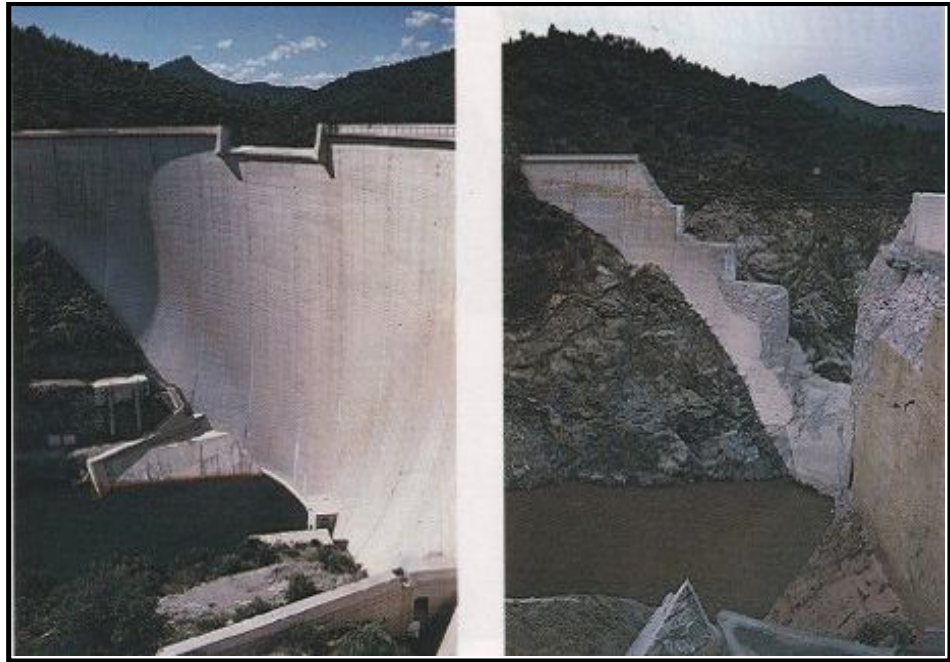
2 Aralık 1959'da Fransa'da Malpasset barajının yıkılmasıyla 421 kişi ölmüştür (Şekil 1.11, 1.12). Malpasset barajı, beton kemer tipinde ve 60 m yüksekliğindeydi. Barajın yıkılmasıyla ilgili dava sırasında bilirkişi, yıkılmanın alttan kaldırma basıncı nedeni ile açıklanabileceği sonucuna varmıştır. Bilirkişi raporuna göre alttan kaldırma basıncı konusunda etkisini hissettiren ana jeolojik koşulun, baraj yerinin altından geçen, akış yukarı doğru eğimli bir fayın varlığı olduğu söylenebilmektedir. Bundan başka, şistoziteye az-çok paralel ve bu faya yaklaşık dik bir eklemin varlığı düşünülebilir. Rezervuardaki suyun itkisiyle memba (akış yukarı) topuğunda bir basınç serbestlemesi olmuş ve açılan eklemlere su girmiştir. Mansap (akış aşağı) topuğunda ise sıkışma gözlenmiştir (Şekil 1.13). Gövde altına sızan su burada bir alttan kaldırma basıncı oluşturmuştur. Alttan kaldırma basıncı, kemer barajın sol kanadının temelini oluşturan kayayı fay düzlemi boyunca akış aşağı doğru giderek artan öteleme ile harekete geçirmiştir. Barajın sağ kanat etrafında dönerek harekete katılmasıyla birlikte, önce tek parça olan gövde, nehir üstündeki ve sağ yamaçtaki temeller açılması ile gövdenin akış yukarı yüzünün dibinde bir yarık oluşmuştur (Şekil 1.16). Bir anda dönme durmuş ve sol yamaçtaki temel kayasının parçalanmasıyla ve taşıyıcı temelin kırılmasıyla barajın gövde altından gedik açılmıştır. Ama yine de kemerin üst kısımları henüz korunmaktaydı, çünkü bunların itkisi sol yamaç dayanağını teğetsel olarak etkilemekteydi. Dayanaktan yoksun kalan bu kesimde, barajın sol kanadı sonunda parçalanmış ve çökmüştür. Akıntıdan orta ve sağ kesimleri de etkilenmiş ama bunların temeli ve gövdenin alt kısımları yerinde kalmış, üst kısımları yıkılmıştır. Oldukça büyük boyutlu beton bloklar 1500 m akış aşağıda bulunmuştur (Ertunç, 2003).

1928 yılında ABD'de St. Francis barajı yıkılmış, 436 kişi ölmüştür. Saint Francis barajı 150 m yarıçapında bir kemerli ağırlık barajı idi. Gövde kalınlığı tabanda 55 m, krette 5 m, yükseklik 62 m idi. Barajda 1 Mart 1926'da su toplanmaya başlanmıştır. Temelden büyük ölçüde su kaçakları görüldükten sonra, 12 Mart 1928'de baraj yıkılmıştır. Temel kayası heterojen yapıdadır: Tabanda ve sol yamaçta yapraklanmalı mikaşist, sağ yamaçta çakıltaşı (konglomera) vardı ve bu iki litolojinin kontaktı faylıdır (Şekil 1.14, 1.15, 1.16). Jipsli kil çimentolu çakıltaşı, kuru iken sağlam görünmektedir fakat ıslanma sebebiyle kum ve çakılların ayrıldığı ve zeminin

dağıldığı görülmüştür. Yıkılma faya yakın bölgede olmuştur. Ana nedenin, suyla temas eden çakıltaşının yumuşaması ve dağılması olduğu düşünülmektedir (Ertunç, 2003).



Şekil 1.11. Malpasset Barajı'nın kesiti (Ertunç, 2003)

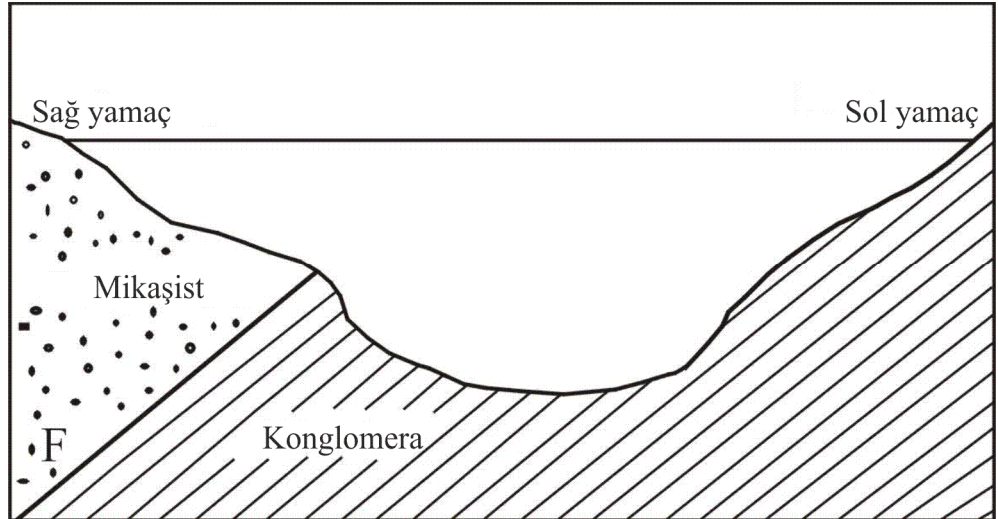


Şekil 1.12. Malpasset Barajı'nın yıkılmadan önceki ve yıkıldıktan sonraki hali

(<http://www.ecolo.org/>)



Şekil 1.13 Malpasset Barajı'nın memba topuğu yakınında basınç serbestlemesi nedeniyle açılan çatlak (Ertunç, 2003)



Şekil 1.14. Saint Francis Baraj yeri jeoloji kesiti (Ertunç, 2003)



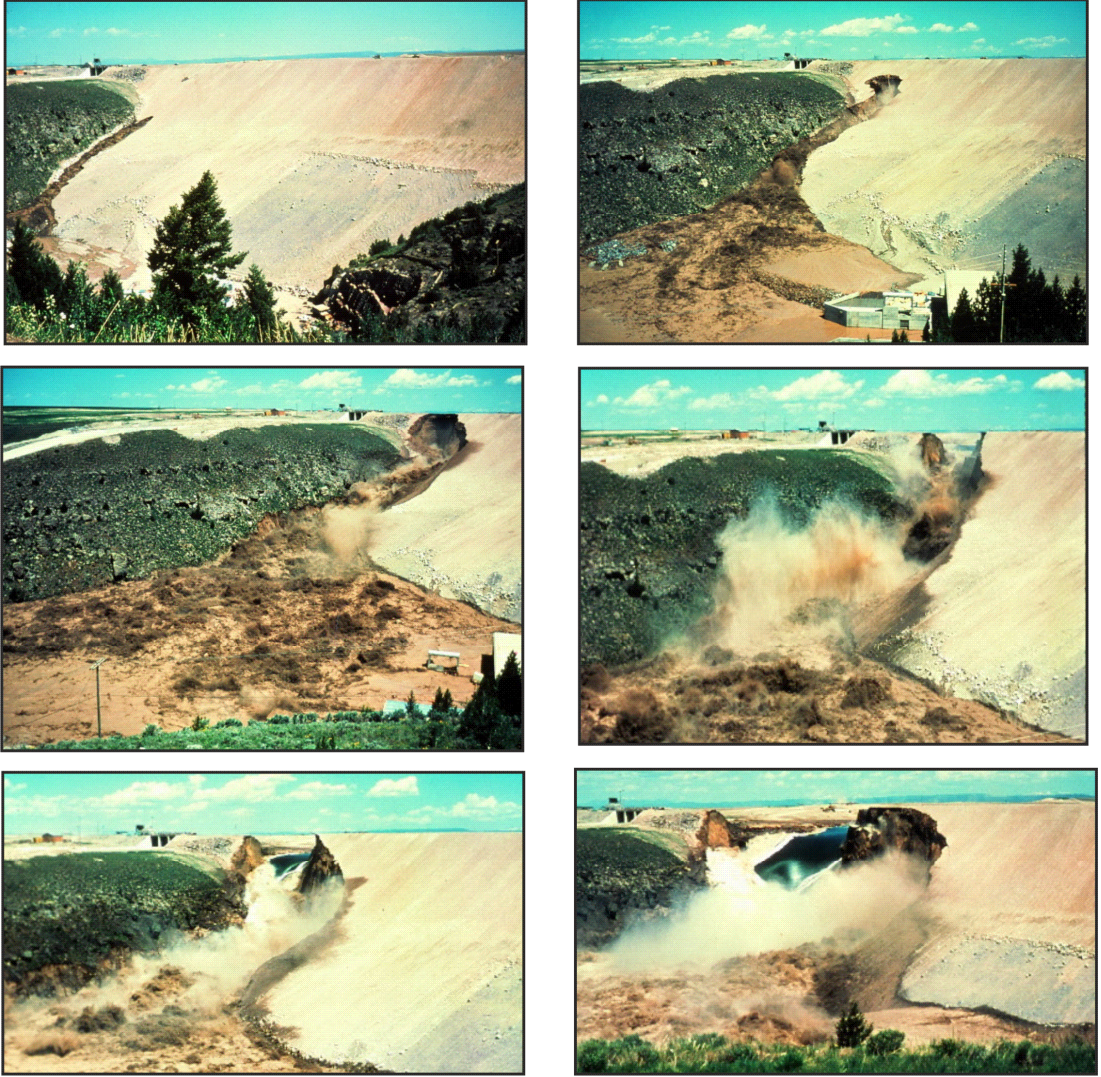
Şekil 1.15 San Francis barajının yıkılmadan önceki hali (<http://web.mst.edu>)



Şekil 1.16. San Francis barajının yıkıldıktan sonraki hali (<http://web.mst.edu>)

5 Haziran 1976'da ABD'de 100 m yükseklikte Teton barajı sağ yamaca yakın gövdede meydana gelen sızıntılar nedeniyle birkaç saat içinde yıkılmıştır. Akış aşağıdaki yerleşim alanları zamanında boşaltıldığı için ölü sayısı 11'i geçmemiştir (Şekil 1.17) (Ertunç, 2003).

Baraj yerlerinin yeterince sağlam yerlerde seçilmesi gerektiğinden, buralarda heyelan sorununu sınırlı olacağı kabul edilebilir. Barajlarda heyelanların iki türlü etkisi vardır. Baraj gölü (rezervuar) heyelanları suyu gövde üzerinden taşıyır; akış aşağıdaki heyelanlar ise santral tesislerini su basmasına neden olur. Barajlarla ilgili en büyük heyelan, 1963 yılında İtalya'da Vaiont barajı rezervuarının sol yamacında meydana gelmiş ve sular baraj gövdesi üzerinden aşarak akış aşağıda 2600 kişinin ölümüne neden olmuştur. Vaiont barajı, 265 m yüksekliğinde bir kemer barajdır (Şekil 1.18). Rezervuar sol yamacındaki Mesozoyik yaşlı kireçtaşı ve marınların eğimi, göle doğrudur. Jeolojik etüdüler sırasında bazı hareketler görülmüş ve sağ yamaçtan suyun bir kısmını uzaklaştıracak derivasyon tünelleri açılmıştır. Ancak heyelan hızlı olduğundan, bunlar işe yaramamıştır. Şiddetli yağışlardan sonra bir gece birdenbire 250.000.000 m³ malzeme, 50 km/saat hızla rezervuarı doldurmuş ve sağ yamaca kadar dayanmıştır (Şekil 1.19). Olayın şiddetinden çevredeki binaların çatıları uçmuş ve Avrupa'daki rasathaneler olayı deprem olarak kaydetmiştir. Oluşan 200 m yüksekliğindeki dalgalar baraj gövdesi üzerinden aşarak akış aşağıda önüne gelen her şeyi yıkarak büyük hasara neden olmuştur. Buna rağmen baraj gövdesi sağlam kalmış, sadece korkulukların bir kısmı hasar görmüştür. Olaydan Longarone ve Barcis yerleşim alanları büyük zarara uğramış ve 2600 kişi ölmüştür (Ertunç, 2003).



Şekil 1.17 Teton Barajı'nın aşamalar halinde yıkılışı (<http://www.geol.ucsb.edu>)



Şekil 1.18 Vaiont Barajı genel görünümü (<http://image48.webshots.com>)



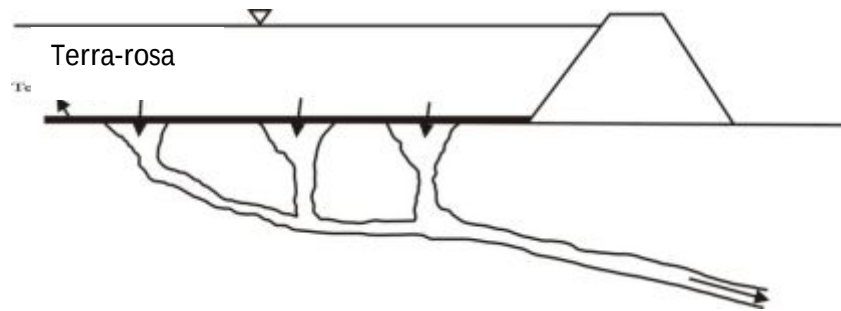
Şekil 1.19. Vaiont rezervuar sağ yamacından sol yamaçtaki kopma bölgesine bakış
(Ertunç, 2003)

Kireçtaşlarında kurak ve yarı kurak bölgelerde karstlaşma çabuk olur ve derinlere kadar iner. En çok karstlaşma, en saf kireçtaşlarında görülür. Genellikle yüzeyden derine doğru karstlaşma olduğu gibi, derinlerden gelen hidrotermal etkilerle de karstlaşma meydana gelebilmektedir ve bunun iyileştirilmesi çok daha zordur. Göksu nehri üzerindeki Kayraktepe baraj yeri bu nedenle akış aşağı kaydırılmıştır. Karstik arazide yeterli araştırma yapmadan baraj yapılırsa baraj su tutmayabilir ya da rezervuardan aşırı su kaçağı olabilir (Ertunç, 2003).

Konya’da 1959 yılında yapımı tamamlanan May barajı 27.84 m yükseklikte homojen gövdeli toprak barajdır. Baraj yeri ve rezervuar kireçtaşı üzerindedir. 1960 Şubatında barajda su tutulmaya başlanmıştır (Şekil 1.20). Nehir yatağındaki terra-rosa altında gizli kalan düdenlerden sular kaçmaya başlamış, önce rezervuarda alçalma olmuş ve sonra hiç su kalmamıştır. Yapılan iyileştirme çalışmaları başarılı olamamıştır (Şekil 1.21) (Ertunç, 2003).



Şekil 1.20 May Barajı’nın su tutmayan rezervuarı (Ertunç, 2003)



Şekil 1.21 May Barajı’nda Terra-rosa ile örtülü düdenlerden suların kaçması
(Ertunç, 2003)

O günkü teknik olanakların yetersizliği nedeniyle yeterli araştırma yapılamadan inşaatına başlanan Keban Barajı'nda (şekil 1.22) temel kazısı yapılırken büyük mağaralar çıkmıştır. Kiretaşındaki bu karstik boşluk ve mağaralardan ulaşılabilenler temizlenip betonla doldurulmuş, ulaşılamayanlar enjeksiyonla iyileştirilmeye çalışılmıştır. Santral yerinde yapılan sondajda büyük bir mağara geçildiği halde, projede santral buraya oturtulmuş, temel kazılarında mağara çıkınca, santral akış aşağı doğru kaydırılmıştır. İlk santral yeri, cebri boruları bile taşıyamayacak kadar zayıf çıkmıştır. Beton gövdenin oturduğu temelde de boşluklar çıkınca, gövdede dik bir bknt yapılmıştır. Baraj inşaatının yarısına gelinmişken, rezervuar sol yamacından su kaçağı olasılığı ortaya çıkmış, yapılan etütler sonucunda bu kesimde enjeksiyon yapılmasına karar verilmiştir. Buna rağmen, beton gövdenin akış yukarısındaki Dden ve Petek mağarası yoluyla kaçan sular, Keban deresinin sol yamacından sifon yaparak çıkmıştır (şekil 1.23, 1.24). Kaan suyun debisi 26-30 m³/sn olmuştur. Bunun zerine baraj göl seviyesi düşürülmüş, iri bloklarla mağaranın doldurulmasına çalışılmıştır. Sonuç olarak su kaçakları 7-8 m³/sn'ye düşürülmüş ve bu miktar sabit kalmıştır. Bütün bunlar baraj inşaatının uzamasına ve maliyetin üç kat artmasına neden olmuştur (Ertu, 2003).



Şekil 1.22 Keban Barajı genel görünümü (<http://img234.yukle.tc/>)



Şekil 1.23 Keban Barajı sol yamaç Petek Mağarası'ndan su kaçakları (Ertunç, 2003)



Şekil 1.24 Keban Barajı rezervuarından kaçan suların sifon yaparak, Keban Deresi sol yamacından çıkması (Ertunç, 2003)

1.4. Nergizlik Barajı ve Amaç

Karaisalı projesine ilişkin Nergizlik Barajı, Adana ilinin Karaisalı ilçesine bağlı Nergizlik köyünün 750 m güneydoğusunda Üçürge Suyu üzerine, sulama ve taşkın önleme amaçlı yapılmıştır. (Şekil 1.25).

Barajın mühendislik jeolojisi ve jeoteknik incelemeleri 1978 yılında başlamış ve 1980 yılında bitmiştir. Nergizlik Barajının yapımına 1986 yılında başlanmıştır. 1992 yılında baraj gövdesinin bitimine 11 m kala inşaat durmuş ve 1994 yılında inşaatla tekrar başlanarak 1996 yılında tamamlanmıştır. Barajda su tutmaya başlandıktan kısa bir süre sonra gövdeden su kaçağı olmuş ve barajın güvenliği için acil olarak su seviyesi düşürülmüştür. Sorun önce enjeksiyon ile çözülmeye çalışılmış bunun başarısız olması nedeni ile slurry-trench yöntemi uygulanmıştır.

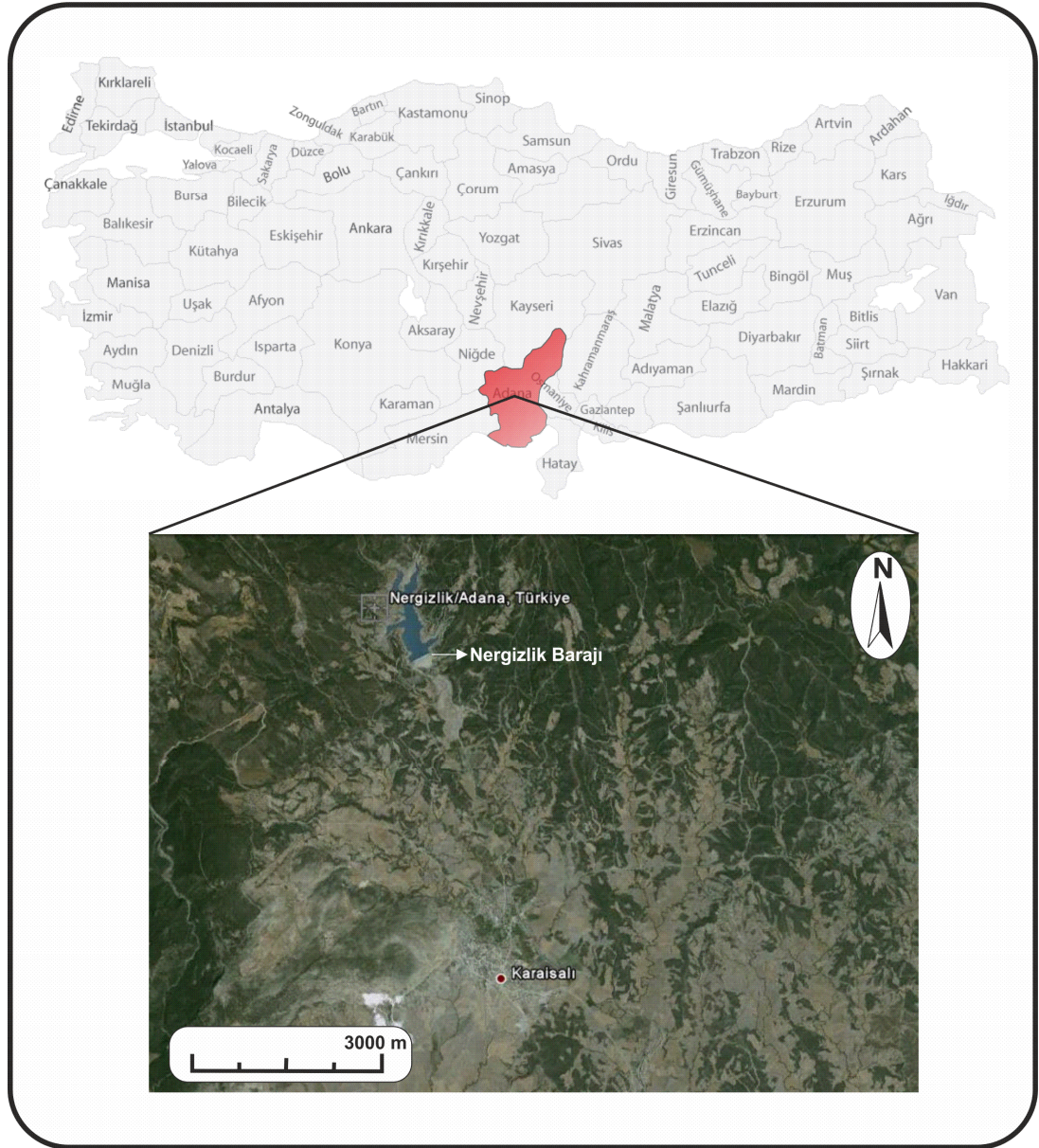
Bu çalışmada Nergizlik barajında kil çekirdek malzemesi olarak kullanılan şeyl numunesinin jeoteknik özellikleri dolayısı ile fisürlü bir yapıya sahip olan bu malzemenin kil çekirdek malzemesi olarak uygun olup olmadığı ve ayrıca yaşanan soruna katkısı olup olmadığı araştırılacaktır.

Bu çalışmada Nergizlik Barajı kil çekirdeğinin iki farklı noktasından alınan örselenmemiş numuneler ile kil çekirdekte kullanıldığı bilinen, malzeme ocağından alınmış örselenmiş numune kullanılmıştır. Bu numuneler üzerinde, aşağıda da anlatıldığı üzere bir dizi deney uygulanmıştır.

Sınıflama deneyleri olarak Atterberg (kıvam) limitleri, özgül ağırlık tayini, elek analizi deneyi ve hidrometre deneyleri yapılmıştır. Elde edilen verilere dayanılarak numune birleştirilmiş zemin sınıflamasına (USCS) göre sınıflandırılmıştır.

Baraj kil çekirdeğinde kullanılmak üzere malzeme alındığı bilinen malzeme ocağından alınan numune Standart Proctor deneyine tabi tutulmuştur. Söz konusu örselenmiş zemin numunesi, farklı su içeriklerinde sıkıştırılarak, en fazla sıkışmanın sağlandığı optimum su içeriği tespit edilmiştir. Optimum su içeriği ve maksimum kuru birim hacim ağırlığı tespit edilen numune, optimum su içeriğinde tekrar sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan numune çelik ring içerisine alınarak permeabilite ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır.

Nergizlik Barajı kil çekirdeğinden alınan örselenmemiş numuneler de çelik ring içerisine alınarak permeabilite ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Malzeme ocağından alınıp sıkıştırılan numune ile kil çekirdekten alınan örselenmemiş numune ile yapılan indeks ve mühendislik deneylerinin sonuçları karşılaştırılarak yorumlama yapılmıştır.



Şekil 1.25 Nergizlik Barajı yer bulduru haritası (Google Earth programından değiştirilerek çizilmiştir.)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Genel Jeoloji Çalışmaları

Blumenthal (1947), Adana ile Niğde illeri arasında jeolojik incelemeler yaparak bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır. Ayrıca "Belemedik Paleozoyik Penceresi ve Bunun Mesozoyik Kalker Çerçevesi" isimli jeolojik araştırması ile Belemedik dolayındaki Paleozoyik yaşlı temeli oluşturan kayaçların üstteki örtünün derin olarak aşınması ile tektonik bir pencere meydana getirdiğini saptamış, Paleozoyik'te; Devoniyen, Karbonifer ve Permien'i ayırt ederek, Devoniyen ile Karbonifer'i ancak zengin olan karakteristik fosilleri ile ayırtlamıştır.

Ternek (1957), Adana Baseni'nde yapmış olduğu jeolojik araştırmada Alt Miyosen formasyonlarını ve bunların diğer formasyonlarla olan ilişkileri ile petrol imkânlarını araştırarak, petrol belirtilerinin Paleozoyik ve Miyosen formasyonlarında görüldüğünü belirtmiştir. Alt Miyosen yaşlı formasyonların ana kaya ve hazne kaya karakterli; Orta Helvesiyen yaşlı kum ve kalkerler ile Tortoniyen yaşlı kumların hazne kaya; Alt-Üst Helvesiyen yaşlı marn ile Tortoniyen yaşlı marnlı serilerin örtü tabakası karakterli olacağını bildirmiştir. Adana Baseni'nde petrolün resifal oluşumlarda, teraslarda, gömülü tepe ve sırtların civarındaki stratigrafik, tektonik kapanlarda aranması gerektiğini belirtmiştir.

Schmidt (1961), Adana baseninde formasyon esasına dayalı ilk stratigrafik çalışmayı gerçekleştirmiştir. 1957-1960 yılları arasında yapılan sistemli çalışmalar sonucunda oluşturulan jeoloji haritasında Adana bölgesi yedi kısma ayrılmış, bu kısımlarda görülen kaya birimleri arasındaki sırayı ve yaş ilişkilerini gösteren bir stratigrafik tablo hazırlanmış, 47 ayrı kaya stratigrafi birimi isimlendirilmiştir. Ayrıca Bulgurdağ petrol sahası keşfedilmiştir.

Abdüsselamoğlu (1962), Doğu Toroslarda yaşı kesin olarak saptanamayan kristalin şistler ile Silüriyen, Devoniyen, Permo-Karbonifer, Kretase, Eosen, Oligosen, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner'in bulunduğunu bildirmiştir.

Özgül ve diğerleri (1973), Doğu Toroslar (Adana) bölgesinde Kambriyen-Tersiyer yaşlı birimleri inceleyerek bölgenin Kambriyen'den Lütésiyen sonuna kadar düşey salınım hareketleri etkisinde, Kambriyen-Lütésiyen sonrasında ise büyük kıvrım ve itki faylarının gelişmesini doğuran sıkışma tektoniğinin etkisinde kaldığını belirtmiştir.

Özer ve diğerleri (1974), Mut-Antalya-Adana Neojen havzalarında yaptıkları jeolojik araştırmalar ile bu üç havzayı yapısal ve bölgesel özellikleriyle araştırıp denestirmişlerdir.

Bizon ve diğerleri (1974), Antalya-Mut-Adana havzalarında biyostratigrafik araştırmalar yapmışlardır. Adana havzasından aldıkları Karaisalı-Adana kesiti sonucunda Güvenç formasyonunun Langhiyen-Serravaliyen yaşında olduğunu saptamışlardır.

İlker (1975), Adana havzası kuzeybatı kesiminin jeolojisini inceleyerek bölgenin 1/50.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış, havzanın petrol imkânlarını araştırmış ve bu havzada Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar gelişmiş olan bütün formasyonları incelemiştir. Paleozoyik'te fosilli Permien mostralrı, Mesozoyik'te Yavça formasyonu dışında üç şerit halinde uzanan kalın karbonat istifinin varlığına işaret etmiştir. Mesozoyik'in son çökel topluluğu olan Yavça formasyonunun, detritik-karbonatlardan oluştuğunu ve Permien-Mesozoyik kireçtaşları ile ultrabazik kayaları aşıl uyumsuz olarak örttüğünü belirtmiştir. Senozoyik'te ise Alt Eosen'in varlığını göstererek Alt Miyosen'de; Sebil, Gildirli, Karaisalı, Orta Miyosen'de; Güvenç, Alibeyli, Cingöz; Üst Miyosen'de; Kuzgun, Memişli, Sucular formasyonları ile Pliyosen'de; Handere formasyonunu ayrıntılı olarak incelemiştir.

Görür (1979 ve 1980), Karaisalı kireçtaşını sedimantolojik yönden inceleyerek altı alt fasiyese ayırmış ve bunların Miyosen öncesi bölge topoğrafyasının yükselteleri ve yakın çevrelerindeki benk ve ilişkin sedimentler şeklinde çökeldiğini, Karaisalı kireçtaşının başlangıçta alg, foraminifer, ekinoderm, mercan, mollusk ve Miyosen öncesine ait kireçtaşı kırıntılarını içeren bir çökel durumunda olduğunu bildirmiştir. Çökelme sırasında veya hemen onu izleyen süreç içerisinde başlayan biyolojik, fizikokimyasal ve fiziksel işlevler nedeniyle birincil

dokusunun değiştiğini biyolojik etkenlerin iskelet bileşenlerinin daha küçük parçalara bölünmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

Şaroğlu ve diğerleri (1983), Orta Toroslar ile Orta Anadolu'nun güneyinde Neotektonik dönemin Üst Miyosen'de başladığını, Orta Toroslar'ın bugünkü yüksekliğine Orta Miyosen'den sonra bir kıvrımlanma ile ulaştığını belirtmişlerdir.

Nazık (1983), Güvenç formasyonunda planktonik foraminifere dayanarak yaptığı biostratigrafik incelemede; birim içerisinde saptamış olduğu 22 planktonik foraminifera yardımıyla ayırtladığı biyozonlar ile çökelimin Langhiyen Serravaliyen' de olduğunu saptayarak ortamsal bir yorum getirmiştir.

Yalçın ve Görür (1984), Adana havzasının sedimantolojik evrimi üzerinde yaptıkları çalışmada havzadaki Neojen istifinin Burdigaliyen-Güncel zaman aralığında değişik fasiyeslerde çökeldiğini, denizel çökelmenin Kuvaterner'de büyük ölçüde sona erdiğini bildirmişlerdir.

Yetiş ve Demirkol (1984), Adana baseninin Kuzey-Kuzeybatısının stratigrafisine ilişkin gözlemlerinde; bazı yazarlarca Adana havzası çökel istiflerinin Burdigaliyen-Güncel aralığında durulduğunun bildirmesine rağmen yazarlar, bölgenin yaşının Oligosen belkide üst Eosen'e indirmek için elde verilerin olmadığını, fakat Adana havzası Kuzeyinde denizel Lütesiyeen mostralarının bulunduğunu ve bu birimlerin üzerinde karasal nitelikli Oligosen çökellerinin uyumsuzlukla geldiğini belirtmişlerdir.

Lagap (1985), "Kıralan-Karakılıç-Karaisalı (Kuzeybatı Adana) alanının litostratigrafik- kronostratigrafik incelemesi" adlı çalışmayı Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlayarak; Paleozoyik'te Yerköprü ve Yellikaya formasyonlarını ilk kez adlandırmış, Mesozoyik'te Demirkazık kireçtaşı, Senozoyik'te Gildirli, Kaplankaya, Güvenç formasyonları ve Karaisalı kireçtaşı ile alüvyon, alüvyon taraçası ve traverteni ayırtlamıştır.

Ünlügenç (1986), "Kızıldağ Yayla (Adana) Dolayının Jeoloji İncelemesi" adlı çalışmasında (Yüksek Lisans Tezi) inceleme alanında farklı stratigrafik dizilim ve yapısal konum sunan allokon ve otokon birimleri ayırtlamıştır. Paraotokon konumlu birimleri; Permo-Karbonifer yaşlı Karahamzaşağı formasyonu, Mesozoyik yaşlı Demirkazık kireçtaşı ile Yavça formasyonunun oluşturduğunu belirtmiştir.

Allokton konumlu Kızıldağ melanji ve Faraşa ofiyolitinin Alt Mestrihtiyen sonrası bölgeye yerleştiğini açıklamıştır. Tersiyer'e ait otokton birimleri ise; Oligosen-Alt Miyasen yaşlı Gildirli, Alt Miyasen yaşlı Kaplankaya ve Orta-Üst Miyasen yaşlı Karaisalı kireçtaşının oluşturduğunu bildirmiştir.

Yetiş ve Demirkol (1986), “Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü” isimli çalışmalarında temeli Paleozoyik yaşlı Yerköprü ve Karahamzaşağı formasyonlarının oluşturduğunu bildirmişlerdir. Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu ile havzanın düşey salınımlarla derinleştiği kesimlerde Üst Kretase yaşlı Yavça formasyonunun bulunduğunu; allakton konumlu Kızıldağ melanji ve Faraşa ofiyolitinin bölgeye Mestrihtiyen'de yerleştiğini açıklamışlardır. Senozoyik'te ise Tersiyer birimlerinin Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kaya stratigrafi birimlerinin oluşturduğu düzensiz bir paleotopoğrafya üzerinde gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir. Kısa mesafelerde yatay ve düşey geçişler gösteren Tersiyer birimlerini Gildirli, Karsantı, Kaplankaya, Karaisalı, Güvenç, Cingöz, Kuzgun ve Handere formasyonlarının oluşturduğunu ortaya koymuşlardır.

Yetiş (1988), Yaklaşık 3 000 km² 'lik bir alanda (Kozan N34 paftası ve dolayı) Adana baseni Tersiyer istifinin (Oligosen-Pliyosen) stratigrafik reorganizasyonunu gerçekleştirmiştir. SCHMIDT (1961)'in aynı basen içinde ayırtladığı 47 litostratigrafi birimini 12 temel birime indirmiştir. Yazar Adana baseni Tersiyer istifinde Pre-transgresif, transgresif ve regresif olmak üzere üç ana dönem ayırtlamıştır. Pre-transgresif dönemin düzensiz paleotopoğrafik çukurlukları dolduran, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı, karasal Gildirli ve gölsel Karsantı formasyonları ile; Miyosen denizi transgresif döneminin, sığ deniz-plaj karakterli kırıntılıları içeren Kaplankaya, resifal karbonatlardan oluşan Karaisalı, pelajik foraminiferli, derin denizel Güvenç ve türbiditik Cingöz formasyonları ile; regresif dönemin ise basenin sığlaşmasını karakterize eden denizel-karasal nitelikli çökellerden oluşan Kuzgun (Kuzgun, Salbaş Tüfit ve Memişli üyeleri) ve Handere (Gökkuyu Jips üyesi) formasyonları ile temsil edildiğini bildirmiştir.

Özalp (1992), Adana Baseni kuzeybatısında yer alan Gülek-Çamalan (Tarsus) dolayında temeli, Geç Triyas-Kretase yaşlı, Demirkazık formasyonunun oluşturduğunu, bu birim üzerine Tersiyer istifinin tabanını oluşturan, Oligosen-Erken

Miyosen yaşlı, karasal nitelikli Gildirli formasyonunun açısal uyumsuz olarak geldiğini belirtmiştir. Erken-Orta Miyosen yaşlı, sığ deniz-plaj kıyılarından oluşan Kaplankaya, resifal karbonatların hâkim olduğu Karaisalı ve derin denizel nitelikli marn arakatmanlı şeylden oluşan Güvenç formasyonlarının Miyosen denizi transgressif istifini temsil ettiğini bildirmiş olup, Gildirli formasyonunu uyumlu olarak üzerlerken kendi aralarında geçişli bir dokanak ilişkisine sahip olduğunu, Kaplankaya formasyonunun paleotopografyaya bağlı olarak zaman zaman Mesozoyik temel üzerine açısal uyumsuzlukla geldiğini ortaya koymuştur.

Ünlügenç ve diğerleri (1992), "Neojen Adana Baseni'ndeki Basen Evriminin İncelenmesi" adlı çalışmalarında, inceledikleri alanın Torid Orojenik Kuşağı'ndaki en büyük havzalardan biri olduğunu (yaklaşık 10.000 km²) belirtmişlerdir. Bölgede 8 litostratigrafik birim ayırtlanmış olup, bu birimlerin toplam kalınlığının 9.000 m.'ye ulaştığını ortaya koymuşlardır. Faylar ve diğer yapısal kanıtların Adana Baseni'nin Erken Miyosen'deki başlangıcı boyunca yersel gerilme rejimi ile oluşan Neojen yaşlı birimler içerisinde gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

Usta (1993), "Kuşçular-Belemedik" alanının stratigrafisini incelemiştir. Bölgenin 1/25.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını hazırlamıştır, yaşlıdan gence doğru Orta(?) - Geç Devoniyen yaşlı resifal kireçtaşı-kumtaşı, silttaşı ardalanmasından oluşan Yerköprü formasyonu; Permo Karbonifer yaşlı dolomit ve dolomitik kireçtaşından oluşan Karahamzauşağı formasyonu; Geç Triyas-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu; Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu; Erken-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu ve Erken-Orta Miyosen yaşlı Karaisalı formasyonunu ayırtlamıştır.

Ünlügenç (1997), Adana Baseni Tersiyer stratigrafisi üzerine yaptığı yeni gözlemler neticesinde; Basenin, Oligosen yaşlı Karsantı Baseni çökelleri üzerine uyumsuzlukla gelen, yaklaşık 7500-8000 m kalınlık sunan yedi formasyondan oluştuğunu, tabanda yer alan transgresyon öncesi döneme ait Gildirli formasyonunun basenin sadece K-KB kesimlerinde gözlemlendiğini, Kaplankaya, Karaisalı, Cingöz ve Güvenç formasyonlarının transgresif, Kuzgun ve Handere formasyonlarının ise regressif istifler olduğunu belirtmiştir.

2.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

Darcy (1856)'da yaptığı çalışmalarda Dijon (Fransa) kasabesindeki içme suyu akım hızının, suyun alındığı seviye ile dağıtıldığı seviye arasındaki kot farkı ile uzaklığın bir fonksiyonu olduğunu belirtmiştir.

Casagrande (1932)'de zeminlerin oluşumlarından itibaren geçirmiş oldukları süreçte, etkisi altında kaldıkları maksimum efektif gerilmeleri dokularında hapsettiklerini; yani, zeminlerin hafızalarının olduğunu söylemiştir.

Proctor (1933)'de yaptığı çalışmalarda evrensel bir standart olan sıkıştırılmış dolguların değerlendirme yöntemini geliştirmiştir. Bu çalışmalara göre sıkışmanın, kuru yoğunluk, su içeriği, sıkıştırma enerjisi ve zemin kütlesine uygulanan mekanik enerjiye bağlı olduğunu tespit etmiştir. Geliştirdiği standart Proctor deneyi olarak bilinmektedir.

Casagrande (1936)'da herhangi bir zeminin etkisi altında kaldığı, ona dokusunun son şeklini veren, maksimum efektif gerilmenin (ön konsolidasyon basıncının) tayini için kendi adıyla bilinen Casagrande metodunu geliştirmiştir. Bu yöntemle göre zeminden alınan bir örselenmemiş numune üzerinde konsolidasyon deneyi yapılır ve log - efektif gerilmeye karşılık boşluk oranı eğrisi çizilir. Bu eğriden yararlanılarak ön konsolidasyon basıncı değeri bulunur.

Sherard (1953)'te toprak dolgu barajlarda kullanılan malzemelerle ilgili yaptığı bir çalışmada zemin granülometrisi ile gövdede borulanma ve/veya çatlak olabilme ihtimali arasında bir ilişki kurmuştur

Bowles (1970)'de yaptığı çalışmalar sonucunda Atterberg deney sonuçları olan Likit Limit (LL) ve Plastik Limit (PL) değerlerine göre optimum su içeriğinin indirekt olarak saptanması için bir grafik sunmuştur.

Karaoğullarından ve diğerleri (1977)'de yayımladıkları çalışmada, ülkemizde ilk kez Aslantaş Barajı'nda slurry trench (bulamaç hendeği) yöntemini uygulamışlardır.

Sharma (1991)'de yaptığı çalışmada baraj gövdesinin geçirimsiz zonunda kullanılacak malzemenin özellikleri, önemini ve etkilerini ortaya koymuştur.

Çetin ve diğerleri (2000)'de yayımlanan “Settlement and slaking problems in the world's fourth rock-fill dam, the Atatürk Dam in Turkey” isimli çalışmasında, Atatürk Barajı gövdesinde karşılaşılan problemleri farklı yöntemlerle irdelleyerek, problemleri doğuran sebepleri tespit etmiştir.

Akçalı ve Arman (2006)'da yaptığı “Baraj Dolgularında Kullanılan Doğal Malzemenin Seçim Kriterleri ve Limit Aşımının Doğuracağı Tehlikeler” isimli çalışmada, malzemelerin indeks ve mühendislik özelliklerini göz önünde bulundurarak, dolgu barajların kil çekirdeğinde kullanılması gereken malzemenin özellikleri üzerine bir çalışma yapmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada Adana ili Karaisalı ilçesinin yaklaşık 15 km kuzeyindeki Nergizlik Köyü sınırları içerisinde bulunan Nergizlik Barajı'nın kil çekirdeğinin iki farklı noktasından alınan örselenmemiş numuneler ve yine Nergizlik köyü civarında bulunan ve Nergizlik Barajı kil çekirdeğinde kullanılan malzemenin alındığı kil ocağından alınan örselenmiş numune materyal olarak kullanılmıştır.

Ayrıca bu numunelerin indeks ve mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla elek seti ve hidrometre, likit limit cihazı ve plastik limit plakası, piknometre deney seti, Standart Proctor deney aleti, düşen seviyeli permeabilite deney seti, konsolidasyon deney aleti ve muhtelif laboratuvar gereçleri materyal olarak kullanılmıştır.

Arazi çalışmalarında ise 1/25000 ölçekli topografik harita, baraj yerine ait 1/1000 ölçekli jeolojik harita, GPS cihazı, jeolog çekici, kürek, parafin – balmumu karışımı, numune torbaları, piknik tüpü, tülbent, fotoğraf makinesi gibi materyaller kullanılmıştır.

3.2 Metot

Bu çalışma; arazi öncesi çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi öncesi çalışmalar olarak, daha önce yapılmış çalışmalar araştırılmıştır. Arazi çalışması olarak, iyileştirme çalışmaları sırasında baraj kil çekirdeğinden örselenmemiş numune alınmış ve numune zarar görmeyecek şekilde paketleme işlemi yapılmıştır. Ayrıca kil çekirdekte kullanılan malzemenin alındığı kil ocağından örselenmiş numune alınmıştır. Laboratuvar çalışması olarak, kil çekirdekten ve kil ocağından alınan numuneler Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı'na getirilerek, çalışma ile ilgili deneyler yapılmıştır. Son aşama olan büro çalışmasında da elde edilen tüm veriler derlenerek yazım aşamasına geçilmiştir.

3.2.1 Arazi Öncesi Çalışmalar

Bu bölümde çalışma alanına ait jeolojik harita temin edilmiş ve bu harita üzerinde bölgenin genel jeolojisi hakkında bilgi edinilmiştir.

3.2.2 Arazi Çalışmaları

Bu aşamada, araziye genel bir bakış yapılmıştır. İyileştirmeler sırasında baraj kil çekirdeğinden örselenmemiş numune alınmış ve zarar görmeyecek şekilde parafin – balmumu karışımı ve tülbent bezi kullanılarak paketlenmiştir. Daha sonra kil çekirdek malzemesinin alındığı kil ocağından örselenmiş numune alınmıştır. Ayrıca ocak alanının koordinatı alınmıştır. Gerekli görülen durumlarda fotoğraflar çekilmiştir. Son olarak araziden alınan numuneler, Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı'na getirilmiştir.

3.2.3 Laboratuvar Çalışmaları

Bu aşamada, kil çekirdekten alınan örselenmemiş numuneler ve kil ocağından alınan örselenmiş numune laboratuara getirilerek gerekli deneylere tabi tutulmuştur. Numuneler üzerinde indeks ve bazı mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla iki grup deney yapılmıştır. İndeks deneyler olarak Atterberg limitleri, özgül ağırlık, tane boyu (hidrometre ve elek) analizi yapılmıştır. Mühendislik deneyleri olarak ise Standart Proctor, konsolidasyon ve permeabilite deneyleri yapılmıştır.

3.2.3.1. Atterberg Limitleri

Atterberg (Kıvam) limitleri, zemin davranışında belirli limitlerdeki veya kritik aşamalarındaki su içeriğini ifade eder. İnce taneli zeminlerin tanımlanmasında Atterberg limitleri doğal su içeriği ile beraber en önemli kavramları teşkil etmektedir. Atterberg limitlerinin zemin laboratuvarındaki önemi büyük olup zeminin özelliklerinin saptanmasında kullanılır. Örneğin bir zeminin plastiklik özelliğinin

düşük veya yüksek oluşu ile killerin yağlı veya yağsız oluşu Atterberg limitleri ile belirlenebilir. Atterberg limitleri; likit limit (LL), plastik limit (PL), ve rötre limiti (SL)'den oluşur.

Zeminlerin kıvamı; tanecikleri arasındaki adezyon kuvvetini (veya bağ kuvvetini), yük karşısında kayma direncini ve stabilitesini, suyla değişen katılığını ve hangi su içeriğinde hangi katılığa sahip olacağını belirleyen en temel özelliktir.

Atterberg limitleri ayrıca, tane boyu değerleri ile birlikte zeminlerin sınıflandırılmasında da kullanılır. Likit limit (W_L , LL), plastik limit (W_P , PL), doğal su içeriği (muhtevası) (W_n) ve 0,002 mm'den küçük tane boyu yüzde değerlerinden (kil fraksiyonu; J) faydalanılarak zeminin plastisite indisi (I_p , PI), likitlik indisi (I_L , LI), kıvam indisi (I_C , CI) ve aktivite (A_C) değerleri hesaplanıp, zemine ait çeşitli sınıflandırmalar yapılabilir.

3.2.3.1.(1). Deney İçin Numunenin Hazırlanması

Kıvam limitleri belirlenecek zemin kütlesinden bir miktar alınarak havada kurutulur. Kurutulan zemin 40 no'lu elekten elenerek, yaklaşık 250-300gr numune alınır. Numune bir kap içerisine konularak çok az miktarlarda damıtık su kademeli olarak ilave edilir ve her defasında iyice karıştırılır. Numune kabı hava almaması için plastik bir örtü ile üzeri kapatılarak desikatör içerisine konur. Burada 24-36 saat süreyle "kür" için bekletilir.

3.2.3.1 (2) Likit Limit Deneyi

Likit limit (LL), bir zeminin plastik halden likit hale geçtiği andaki su içeriğidir. Zeminlerde likit limit, mühendislik özellikleri bakımından önem taşımaktadır.

3.2.3.1 (2) (a) Gerekli Aletler ve Malzemeler

- Sert plastik tabanlı standart likit limit deney aleti (Şekil 3.1)
- Standart oyuk açma bıçağı (Şekil 3.1)

- Yarı logaritmik grafik kâğıdı
- Flexible (Şekil 3.1)
- Spatula
- Kurutma kabı
- 0,01 gr duyarlıkta hassas terazi
- Damıtık su dolu plastik şişe
- Numaralandırmış cam kaplar
- $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv
- 40 numaralı elek ve tava
- Metal veya plastik cetvel



Şekil 3.1 Atterberg limitleri deney seti a) Casagrande deney aleti b)Flexible c)Oyuk açma bıçağı d) Cam levha

3.2.3.1.(2).(b). Casagrande (Likit Limit) Aleti'nin Ayarlanması

- Casagrande aletindeki numune konulan kabın (pirinç kap) sert plastiğe düşüş yüksekliğinin 1 cm olması gerekir.

- Bu yüksekliğin kontrolü için kare şekilli 1 cm en kesiti olan standart oyuk açma bıçağının sapı kullanılabilir.
- Deney aleti ve oyuk açma bıçağı her deneyden önce temiz, kuru ve çalışır durumda olmalıdır.

3.2.3.1.(2).(c). Deneyin Yapılışı

Likit limit deneyi American Society of Testing Materials (ASTM) D 4318-00 (2003) standardına uygun olarak yapılmıştır. Deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir:

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınır, üzerine saf su eklenerek bir porselen kap içerisinde spatula ile karıştırılır.
- Hazırlanan bu numunedan bir parça alınarak Casagrande (likit limit) aletindeki pirinç kap içine konur. Maksimum yüksekliği tabana paralel olarak düzlenir.
- Oluk açma bıçağı kullanılarak zemin belirgin bir şekilde iki eşit parçaya bölünür. Bu işlem yapılırken oluk açma bıçağı pirinç kap yüzeyine dik olarak tutulmalıdır.
- Likit limit aletindeki kol saat yönünün tersi yönünde saniyede 2 devirlik bir hızla çevrilerek, zeminin iki parçasının oluk tabanında 13 mm boyunda birleşmesini sağlayacak vuruş sayısı saptanır (Şekil 3.2.).
- Su içeriğinin belirlenmesi için, birleşen zemin kısmından kuru ve temiz spatula ile bir miktar (yaklaşık 10gr) yaş numune alınıp ağırlığı bilinen bir kaba (numune kabına) konulur.
- 0,01 gr duyarlıklı bir terazide Kap + Yaş Numune ağırlığı tartılarak kaydedilir.
- Numune kuruması için $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'lik etüve konur ve 24 saat beklenir.
- 24 saat sonunda etüvde kurutulan numunenin kuru ağırlığının belirlenmesi ile numunenin su içeriği (muhtevası) saptanır.
- Daha sonra kaptaki malzeme porselen kaba alınır ve su içeriği arttırılarak yeni bir vuruş sayısı saptanır. Bu işlemlere 10 ile 50 arasında en az 3 vuruş sayısı saptanıncaya kadar devam edilir. Saptanan her vuruş sayısı için su içeriği belirlenir.

- Her denemede elde edilen su içeriğine karşı vuruş sayısı, yarı logaritmik bir grafik kâğıdı üzerinde işaretlenir. Bu işlem için, su içeriği değerleri ordinat eksenini, vuruş sayısı değerleri ise logaritmik apsis eksenini olarak alınır ve karşılıklı değerleri karşılaştırılarak işaretlenir. Elde edilen noktalardan uygun biçimde bir doğru geçirilir ve bu doğru üzerinde 25 darbeye karşılık gelen su içeriği değeri zeminin likit limit (LL) değerini verir.



Şekil 3.2. Likit limit cihazında 13 mm'lik kapanmanın görüldüğü an

3.2.3.1 (3) Plastik Limit Deneyi

Plastik limit (PL); bir zeminin plastik halden yarı plastik hale geçtiği andaki su içeriği değeridir.

3.2.3.1 (3). (a) Gerekli Aletler ve Malzemeler

- | | |
|------------------------------------|---|
| • Kurutma kabı | • Numaralandırmış cam kaplar |
| • Cam plaka (Şekil 3.1) | • $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv |
| • Yarı logaritmik grafik kâğıdı | • 40 numaralı elek ve tava |
| • 0,01 gr duyarlıkta hassas terazi | • Metal veya plastik cetvel |
| • Damıtık su dolu plastik şişe | • Spatula |

3.2.3.1.(3).(b). Deneyin Yapılışı

Plastik limit deneyi American Society of Testing Materials (ASTM) D 4318-00 (2003) standardına göre yapılmış olup deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir;

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınarak üzerine saf su eklenir ve homojen bir duruma gelene ve plastik olana kadar spatula ile karıştırılır.
- Numune cam plaka üzerine konarak avuç içi ile 3 mm çapında silindirik parçalar elde edinceye kadar yuvarlanır. Bu yoğurma ve yuvarlama işlemine 3 mm çapındaki zemin yüzeyinde çatlamlar ve kopmalar meydana gelinceye kadar devam edilir (Şekil 3.3.).
- Zemin istenilen özelliklere ulaştığında en az 5 gr'lık numune bir kaba konur.
- 0,01 gr duyarlıklı bir terazide Kap + Yaş Numune tartılarak ağırlığı kaydedilir.
- Numune kuruması için etüve konur ve 24 saat beklenir.
- 24 saat sonunda etüvde kurutulan numunenin kuru ağırlığının belirlenmesi ile numunenin su içeriği (muhtevası) (W_n) saptanır.
- Bütün bu işlemler birkaç defa daha yapılarak su içeriği değerleri bulunur ve bu değerlerin ortalaması alınarak, zemine ait plastik limit (PL) değeri belirlenir.



Şekil 3.3. Plastik limit deneyinin yapılışı

3.2.3.1.(4). Plastisite İndisi (PI) Değerlerinin Hesaplanması

Plastisite İndisi (PI): Plastisite indisi, zeminin plastik davranış gösterdiği su muhtevalarının aralığını göstermektedir. Likit limit ve plastisite indisinin birlikte değerlendirilmesi zemin plastisitesinin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır (Özaydın, 1989). Plastisite indisi, zemin sınıflamasında önemlidir. AASHTO ve USCS Sınıflama sistemlerinde, plastisite indisinin bilinmesi şarttır. Plastisite indisi, Likit Limit ile plastik limit arasındaki fark alınarak bulunmaktadır. Kohezyonsuz zeminlerin plastik safhaları yoktur ve likit limit ile plastik limitin çakıştığı söylenebilir. Bu suretle plastisite indisi sıfır olur (Capper ve Cassie, 1976).

$$PI = LL - PL \quad (3.1)$$

PI : Plastisite İndisi (%),

LL : Likit Limit (%),

PL : Plastik Limit (%).

3.2.3.2 Özgül Ağırlık

Bazı durumlarda zemini oluşturan katı parçacıkların (zemin tanelerinin) yoğunluklarının, suyun yoğunluğu ile karşılaştırılması gerekebilir. Bu karşılaştırma katı parçacıkların yoğunluğunun suyun yoğunluğuna oranı biçimindedir. İşte bu oran zemini oluşturan katı parçacıkların özgül yoğunluğu olarak adlandırılır. Bir zemine ait su içeriği, yoğunluk ve özgül yoğunluğunun bilinmesi ile zemine ait diğer fiziksel özellikler, örneğin; boşluk oranı, porozite, doygunluk derecesi hesaplanabilir. Öte yandan zeminlerin tane dağılımlarının (granülometri eğrilerinin) belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında, konsolidasyon ve kompaksiyon deneylerinde özgül yoğunlukların bilinmesi gerekmektedir (Aytekin, 2004) .

3.2.3.2 (1) Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- 250 ml hacminde piknometre
- Termometre

- 0,01 gr duyarlılıkta hassas terazi
- Saf su
- Vakum
- 4 nolu standart elek
- $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv
- Elektrikli ocak
- Piset
- Huni

3.2.3.2.(2). Piknometrenin Kalibrasyonu

- Piknometre yıkanır.
- Piknometre ters çevrilip 15-20 dakika beklenerek kuruması sağlanır.
- Piknometre üzerinde bulunan ve yapımcı firma tarafından konulan işarete kadar havası alınmış saf su ile doldurulur. Sudaki menüsküsün alt yüzeyi işarete getirilir.
- Piknometrenin boş kalan kısmı ve dış yüzeyleri kurulanır.
- Piknometre, içerisindeki su ile birlikte 0,01gr duyarlıktaki bir terazide tartılır. Ağırlığı kaydedilir.
- Piknometre içerisinde bulunan suyun sıcaklığının üniform olmasını sağlamak için piknometre birkaç defa baş aşağı getirilir (alt-üst edilir). Suyun sıcaklığı hassas bir şekilde kaydedilir.
- Suyun sıcaklığını mevcut oda sıcaklığının $4-5^{\circ}\text{C}$ altına getirebilmek için piknometre soğuk su kabına konulur. Gerekirse soğumanın hızlandırılması için buzda kullanılabilir.
- Üniform bir sıcaklık sağlanıncaya kadar son üç adımda açıklanan işlemler tekrarlanmalıdır.
- Piknometredeki suyun soğuması ile hacmi azalacağından, azalma miktarı kadar su ilave edilerek menüsküs tabanının tekrar piknometrede bulunan işaretin üzerine teması sağlanır.
- Kalibrasyon eğrisinin çizilmesinde kullanılacak üçüncü bir nokta için piknometre ve içerisindeki su ısıtılarak mevcut oda sıcaklığının yaklaşık olarak 5°C üstüne çıkarılması sağlanır. Su ısınınca hacmi artacağından su seviyesini sabit tutabilmek için bir miktar suyun boşaltılması gerekilebilir.

- Kalibrasyon eğrisinin çizilebilmesi için yaklaşık 10-15°C üstündeki (veya altındaki) sıcaklıklarda ısıtılarak (veya soğutularak) en az 4 nokta (daha fazla nokta daha iyi sonuç verecektir) elde edilir.
- Tüm ölçümlerden sonra sıcaklık apsis, piknometre + saf su ağırlığı ordinat eksenini olmak üzere kalibrasyon eğrisi çizilir.

3.2.3.2.(3). Deneyin Yapılışı

Özgül ağırlık deneyi American Society of Testing Materials (ASTM) D 854-02 (2003) standartlarına göre yapılmıştır. Bu deney farklı iki metotta yapılabilir.

Birinci metotta zemin fırında kurutulmaz. Özellikle bu metot organik zeminler, yüksekçe plastikler, ince taneli zeminler, tropikal zeminler ve halloysit kili içeren zeminlerde kullanılabilir. Bu tür zeminlerde bu yöntemi uygulama zorunluluğu bulunmamaktadır. İkinci metotta ise zemin 24 saat süreyle etüvde kurutulur. Tüm zemin çeşitleri için uygulanabilir. İkinci metodun yapılışı aşağıda tanımlanmıştır:

- Deneyde kullanılacak numune 24 saat süreyle 110 ± 5°C'lik etüvde kurutulur ve 4 no'lu elekten elenir.
- Numuneden, bu zeminin cinsine ve kullanılacak piknometre hacmine göre Çizelge 3.1'de belirtilen kadar numune alınır. 0,01gr hassasiyetle tartılan bu malzeme huni yardımıyla kalibre edilmiş piknometreye aktarılır.
- Numunenin üzerine piknometrenin yarısını dolduruncaya kadar saf su eklenir. Böylece piknometrenin ince boyun kesiminde kalabilecek olan malzeme piknometrenin içinde yıkanmış olur.

Çizelge 3.1. Zeminin cinsine göre değişik hacimdeki piknometrelere konulması gereken numune miktarları (ASTM D854-02, 2003)

Zemin tipi	250 ml'lik piknometre için gerekli numune miktarı (gr)	500 ml'lik piknometre için gerekli numune miktarı (gr)
SP, SP-SM	60 ± 10	100 ± 10
SP-SC, SM, SC	45 ± 10	75 ± 10
Silt veya Kil	35 ± 5	50 10

- Karışım içerisindeki havayı çıkartmak için ya ısıtıcı plaka yardımı ile karışım yavaşça kaynatılır ya da piknometrenin ağzından vakum uygulanır.
- Kaynatma işleminde karışım kaynamaya başladıktan sonra 10-15 dakika süre ile kaynatma işlemine devam edilir. Eğer vakum uygulanıyorsa, vakumun basıncı 100 mm civa basıncını aşmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Her iki yöntemde de hava kabarcıklarının çıkışını izlemek mümkündür. Kaynama sırasında karışımın taşmamasına dikkat edilmelidir.
- Hava alma işleminin sonunda piknometreye, havası alınmış saf su ilave edilerek menüsküsün tabanının piknometre üzerinde bulunan kalibrasyon çizgisine kadar gelmesi sağlanır. Bu işlem çok yavaş bir şekilde yapılmalı, dökülen suyun türbülans yaparak hava kabarcıkları oluşturmamasına dikkat edilmelidir.
- Piknometrenin dış yüzeyi ve su bulunmayan iç kısımları kâğıt havlu ya da peçeteler yardımıyla kurulanır.
- Piknometre, içerisindeki karışım ile birlikte 0,01gr duyarlılıklı terazi ile tartılır ve $W_{psw(Tx)}$ (Piknometre + Kuru Numune + Su) olarak kaydedilir.
- Tartımdan hemen sonra karışım sıcaklığının her noktada aynı olabilmesi için piknometrenin ağzı kapatılarak birkaç defa baş aşağı getirilir (alt-üst edilir). Karışımın sıcaklığı T_x olarak kaydedilir (Şekil 3.4.).

3.2.3.2.(4). Hesaplamalar

$$G_{s(Tx)} = \frac{W_s \times G_{w(Tx)}}{W_s + W_{pw(Tx)} - W_{psw(Tx)}} \quad (3.2)$$

$G_{s(Tx)}$: Zemine ait özgül ağırlık,

W_s : Kuru numune ağırlığı (gr),

$W_{pw(Tx)}$: T_x sıcaklığındaki piknometre + su ağırlığı (gr) (EK-1'deki eğriden),

$W_{psw(Tx)}$: T_x sıcaklığındaki piknometre + numune + su ağırlığı (gr),

$G_{w(Tx)}$: Suyun T_x sıcaklığındaki özgül ağırlığı (EK-3b).



Şekil 3.4. Piknometre içerisindeki karışımın sıcaklığının ölçülmesi

3.2.3.3 Tane Boyu Analizi

Granüle zeminlerde zemin partikülünün boyutu, zeminin mühendislik davranışlarını etkilemektedir. O nedenle, sınıflama amaçlı çalışmalarda çoğu zaman bir zemin içindeki partikül veya tane boyu ile bunların dağılımını bilmek isteriz (Holtz ve Kovacs, 1981).

Tane çapı dağılımı zeminlerin (özellikle iri taneli zeminlerin) birçok mühendislik özelliğini etkilemektedir. Bunlardan başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

- Zeminin su geçirgenliği: Temiz iri taneli zeminler, ince taneli zeminlerden çok daha yüksek su geçirgenliğine sahip olmaktadır.
- Zeminin mukavemeti: İyi derecelenmiş zeminler daha yüksek mukavemete ve taşıma gücüne sahip olmaktadır.
- Zeminin sıkışabilirliği: İyi derecelenmiş zeminler, uygulanan yükler altında, kötü derecelenmiş veya üniform zeminlerden daha az sıkışma göstermektedir.

- Zeminin içindeki kapiler su yükselmesi, tane çapı dağılımından doğrudan etkilenmektedir.
- Zeminlerin dondan etkilenme oranı tane çapına bağlı olmaktadır.
- Zeminlerin su geçirgenliğine bağlı olarak yük altında sıkışma hızı, yükleme sırasında içindeki suyun dışarı çıkabilme kolaylığı (buna bağlı olarak da basınç değişimleri) tane çapı dağılımından etkilenmektedir.
- Yukarıda sıralanan zeminlerin mühendislik özellikleri tane çapından etkilendiği için değişik amaçlarla malzeme seçiminde tane çapını belirleyici rol oynamaktadır.
- Zeminlerin standart sistemlere göre sınıflandırılması, ancak granülometri eğrilerinin saptanması ile mümkün olmaktadır (Özaydın, 1989).

Zeminlerdeki tane boyunun dağılım aralığı oldukça geniştir. Zeminler, çapı desimetre mertebesindeki bloklardan çok ince taneli kolloidal malzemeye kadar tüm boydaki tanelerden oluşabilir. O nedenle tane boyu dağılımını grafikte genellikle ortalama tane çapının logaritması şeklinde gösteririz (Holtz ve Kovacs, 1981).

Tane boylarının sınıflanmasında çok değişik standartlar vardır. Bunlardan bazıları ASTM, AASHTO ve USCS sınıflandırmalarıdır (Sekil 3.5.).

Tane boyu dağılımı nasıl elde edilir? Bu işlem mekanik analiz ve gradasyon deneyi olarak adlandırılır. İri taneli zeminler için elek analizi yapılır. Bu işlemde kuru zemin, elek açıklığı üstten alta doğru küçülecek şekilde dizilmiş dokumalı telden oluşan kare delikli eleklerde mekanik olarak sallanır. Başlangıçtaki kuru zeminin toplam kütlesi bilindiğinden elemeyen sonra her bir elek üzerinde kalan (veya geçen) miktarın tartılmak suretiyle yüzdesi belirlenebilir (Holtz ve Kovacs, 1981).

Yaklaşık olarak 0,05 mm'den 0,075 mm'ye (ABD standardında 200 nolu elek) olan elek açıklıklarında elek analizi yapmak pratikte çok zordur. O nedenle ince taneli olan silt ve killer için elek analizi yerine yaygın olarak hidrometre analizi kullanılır (Holtz ve Kovacs, 1981).

ASTM (D422; D653)	İri kaya bloğu	Blok	Çakıl	Kum			Silt	Kil	Kolloid
	300	75	4,75	İri	Orta	İnce	0,005	0,001	
AASHTO (T88)	İri kaya bloğu		Çakıl		Kum		Silt	Kil	Kolloid
	75		2,0		İri	İnce	0,005	0,001	
USCS	İri kaya bloğu	Blok	Çakıl	Kum			İnce (Kil, silt)		
	300	75	19	İri	Orta	İnce	0,075		

ASTM: American Society for Testing and Materials (1980)
AASHTO: American Association for State Highway and Transportation Officials (1978)
USCS: Unified Soil Classification System (U.S Bureau of Reclamation 1974;
U.S Army Engineer WES, 1960)

Şekil 3.5. ASTM, AASHTO ve USCS sınıflama sistemlerinin karşılaştırması (Holtz ve Kovacs,1981)

3.2.3.3 (1) Hidrometre deneyi

Hidrometre analizi genellikle 200 no'lu elekten 0,001 mm'ye varan zemin tane boyutlarının dağılımının tahminini yapan bir metottur, fakat daha büyük çaptaki daneler için de kullanılabilir. Bu analiz "STOKES" kanununa dayanmaktadır. Bu kanuna göre tanelerin sıvı içindeki düşüş hızı danelerin ve sıvının birim hacim ağırlıkları ve sıvının viskozitesi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Düşüş mesafesi ve zamanı bilindiği için tanenin çapı hesaplanabilmektedir (Holtz ve Kovacs, 1981).

3.2.3.3.(1).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Terazî (0,01gr duyarlıklı),
- Karıştırıcı (mikser) ve karıştırma kabı (Dakikadaki devir sayısı en az 10000 olan bir elektrik motoru ile dönen düşey bir shaft ucunda metalden yapılmış sökölüp takılabilir pervanelerden oluşma),
- Hidrometre ASTM 151H veya ASTM 152H (hidrometre analizinde kullanılan hidrometreler iki tiptir. Bunlardan birincisi 20°C'de ve özgül ağırlığa göre derecelenmiştir. Bu derecelenmeler 0,995-1,030, 0,995-1,040, 1,000-1,060

limitleri arasında olabilir. 20°C’de 1 litrelik süspansiyonun gram cinsinden değerini veren ikinci tip hidrometreler ise 0–50 limitleri arasında derecelenmektedir),

- Mezür: Sedimentasyon silindiri (457mm yüksekliğinde, 63,5mm çapında, camdan yapılmış, 1000ml’ye kadar ölçeklendirilmiş ve iki adet),
- Termometre (0,5°C hassaslıkta),
- Elek seti ve temizleme fırçaları,
- Sabit sıcaklık banyosu,
- Beher (250ml’lik),
- Kronometre,
- Saf su,
- Sodyumheksameteta-fosfat ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$),
- Cam çubuk veya spatula,
- Etüv ($110 \pm 5^\circ\text{C}$ sıcaklıkta).

3.2.3.3.(1).(b). Deneyin Yapılışı

Hidrometre analizi American Society of Testing Materials (ASTM) D 422-63 (2003) standardına göre yapılmıştır. Deneyin yapılışı kısaca aşağıdaki gibidir:

- Killi zeminler için 50gr, kumlu zeminler için ise 100gr etüvde kurutulmuş numune alınır.
- Numunenin üstünü örtecek kadar sodyum heksametafosfatlı saf su (1000ml’lik saf suya 40gr sodyum heksametafosfat eklenerek oluşturulan çözeltiden) eklenir, cam çubuk yardımıyla karıştırılır ve numune bu şekilde 24 saat bekletilir.
- Numune saf su kullanılarak karıştırıcı kabı içerisine aktarılır.
- Karıştırıcıya konan bu malzeme daha önceden yapılan kıvam analizi sonucu bulunan plastisite indisine göre aşağıdaki çizelgede belirtilen süre kadar karıştırılır (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Elektrik mikseri ile karıştırma süreleri (ASTM, D422-63, 2003)

Plastisite İndisi (PI)	Karıştırma süresi (dakika)
$PI < 5$	5
$5 \leq PI \leq 20$	10
$PI > 20$	15

- Karışım saf su kullanılarak mezüre aktarılır ve mezürün 1000 ml çizgisine kadar saf su eklenir.
- Okumalara başlamadan önce, süspansiyonun bulunduğu mezürün açık ağzı kapatılarak birkaç kez baş aşağı getirilir (Şekil 3.6.). Böylece karışımın homojen duruma gelmesi sağlanır. Yaklaşık 60 saniye süreyle bu işlem yapılır ve 0,25., 0,50., 1., 2., dakikalarda hidrometre süspansiyondan çıkarılmadan okumalar alınır. Daha sonra hidrometre süspansiyondan çıkartılarak karışım yukarıda belirtildiği üzere tekrar çalkalama işleminden geçirilerek karışımın homojen hale gelmesi sağlanır ve ilk 2 dakika için yeni okumalar alınır. Aynı zamanlar için birbirine çok yakın son iki okuma dizileri alınıncaya kadar bu işlem sürdürülür.
- Karışımın sıcaklığı ölçülür.
- Bu işlemten sonra süspansiyon tekrar karıştırılır ve ilk 2 dakika için okuma alınmasından sonraki aşamalarda 5., 10., 20., 30. dakikalarda ve bunu takip eden 1., 2., 4., 8., ve 24. saatlerde hidrometre ve sıcaklık ölçümleri yapılır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Mezürün baş aşağı getirilmesi Şekil 3.7. Hidrometre okumasının alınışı

3.2.3.3.(1).(c). Hesaplamalar

Deney sırasında kaydedilen hidrometre okumaları için düzeltme yapmak söz konusudur. Hidrometreler belli bir sıcaklıkta (örneğin 20°C gibi) kalibre edilirler. Düzeltme için deney süresince her bir hidrometre okumasının alınması sırasında mezürün içindeki suyun ölçülen sıcaklığı baz alınır. Daha sonra EK-2a'daki eğriden bu sıcaklığa karşılık gelen hidrometre düzeltme katsayısı belirlenir ve alınan hidrometre okumalarından düzeltme katsayısının çıkarılması ile düzeltilmiş hidrometre okuması elde edilir.

$$r = r_a - d \quad (3.3)$$

- r : Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması,
 r_a : Deney sırasında süspansiyondaki hidrometre okuması,
 d : Hidrometre düzeltme değeri (EK 2a'daki eğriden bulunur).

Elde edilen ölçüm değerleriyle tane çapı hesabı iki şekilde yapılır. Bunlardan birincisi ilk 2 dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı, ikincisi ise 2. dakikadan sonraki ölçümler için tane çapının hesabıdır.

- İlk 2 dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı;
 Stokes kanuna göre sıvı içindeki serbest düşen bir kürenin hızı aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$V = \frac{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}{30 \times \mu} \times D^2 \quad D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r}{t}} \quad (3.4)$$

- 2 dakikadan sonraki ölçümler için tane çapı hesabı;

$$D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r - (V_H / 2 \times A_j)}{t}} \quad (3.5)$$

- D : Tane çapı (mm),
- μ : Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi (poise) (EK-3a'dan),
- γ_s : Tane birim hacim ağırlığı (gr/cm³),
- γ_w : Deney sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm³) (EK-3b veya EK-4'den),
- Z_r : Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine olan uzaklık (cm) (EK-2b'deki grafikten),
- V_H : Hidrometre hacmi (cm³) (67 cm³),
- A_J : Mezürün kesit alanı (cm²),
- t : Toplam geçen zaman (sn).
- Geçen yüzde hesabı

Herhangi bir hidrometre okumasına karşılık bulunan D tane çapından daha küçük tanelerin yüzdesi aşağıdaki formül yardımıyla bulunur;

$$N = \frac{G_s}{G_s - 1} \times \frac{V_{sp}}{W_s} \times (r - r_s) \times 100 \quad (3.6)$$

- N : D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%),
- G_s : Numunenin özgül ağırlığı,
- V_{sp} : Süspansiyonun hacmi (cm³),
- W_s : Kuru zemin ağırlığı (gr),
- r : Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması,
- r_s : Sudaki hidrometre okuması (süspansiyon ile aynı sıcaklıkta).

3.2.3.3 (2) Elek analizi

Elek analizi deneyi, zeminlerde kaba tanelilerin yüzde olarak oranlarının tespitinde yapılan bir deneydir. Elek analizi deneyiyle ince taneliler de tespit edilebilmekte (silt + kil) fakat bunların birbirlerine olan oranları tespit edilememektedir.

3.2.3.3 (2).(a) Gerekli Aletler ve Malzemeler

- Standart elek seti
- Metal kaplar
- Piset
- Saf su
- $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv

3.2.3.3 (2).(b) Deneyin Yapılışı

Elek analizi American Society of Testing Materials (ASTM) D 422-63 (2003) standardına göre yapılmış olup, deneyin yapılışı kısaca aşağıdaki gibidir;

- Mezürdeki karışım malzeme kaybedilmeksizin elek setinden geçirilir.
- Elek setindeki numune alttan temiz su akıncaya kadar saf su ile yıkanır.
- Yıkanan bu numunenin her eleğin üzerinde kalan kısmı saf su kullanılarak kurutma kaplarına aktarılır ve etüvde $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulur.
- Kuru numune ağırlıkları bulunur.
- Geçen yüzdelere bulunarak granülometri eğrisi (tane boyu eğrisi) çizilir.
- Deneyin başındaki ve sonundaki numune kaybı $\% \pm 3$ 'den fazla olmamalıdır.

3.2.3.4 Standart Proctor Deneyi

Mühendislik projelerinde zemin dolgusu değişik amaçlar için çok sık başvurulmuş bir uygulamadır. İnşaat sahasının kotunu yükseltmek için yapılan dolgular, karayolları ve havaalanı kaplama altı dolguları ile toprak barajlar, su bentleri ve akarsu seddeleri gibi su yapıları için yapılan dolgular sayılabilir. Ayrıca birçok durumda elverişsiz zemin koşullarına sahip inşaat alanlarındaki tabii zeminin kazılıp atılması ve yerine daha iyi özelliklere sahip temel altı dolgusu konulması veya mevcut zemin tabakalarının özelliklerinin yerinde iyileştirilmesi gerekmektedir.

Dolgularda kullanılacak malzeme, başka bir sahadan kazılarak elde edilen bir zemin olacaktır. Alınan bu zeminin itinasız bir şekilde gelişigüzel serilmesi, burada yüksek porozite ve permeabiliteye, düşük mukavemete ve yüksek oturma miktarına sahip bir zemin olacaktır. Bu durum kabul edilemezdir. Bu yüzden alınan bu zeminin sıkıştırılarak serilmesi gerekmektedir. Bu zemin tabakalarının sıkıştırılması

usulüne göre yapılmalıdır. Bu sıkıştırma işlemi ise zemin mekaniğinde kompaksiyon olarak tanımlanmaktadır (Özaydın, 1989).

R.R. Proctor 1930'ların başlarında Los Angeles Su İşletmeleri için barajlar yaptığı sırada sıkıştırmanın prensiplerini geliştirmiş ve Engineering News-Record'da bir dizi makale şeklinde yayınlanmıştır (Proctor, 1933).

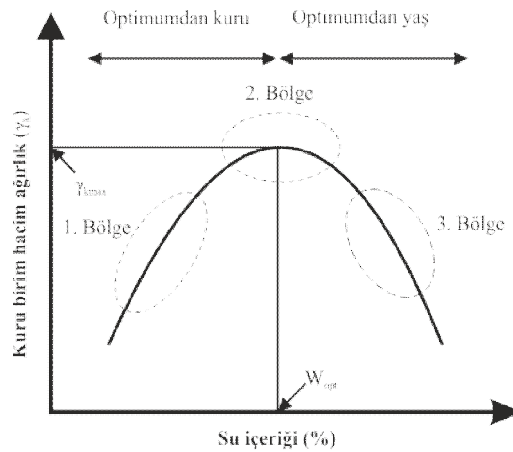
Proctor, sıkışmanın şu dört faktöre bağlı olduğunu tespit etmiştir: (1) kuru yoğunluk, (2) su içeriği, (3) sıkıştırma enerjisi ve (4) zemin türü (gradasyon, kil minerallerinin varlığı vb.) (Holtz & Kovacs, 1981).

Proctor deneyi için şunları söylemek mümkündür:

- Maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası, kompaksiyon enerjisinin seviyesine bağlıdır.
- Kompaksiyon enerjisi arttıkça, maksimum kuru birim hacim ağırlık da artar.
- Kompaksiyon enerjisi arttıkça, optimum su içeriği azalır.
- Kompaksiyon eğrisinin hiçbir kısmı, sıfır hava boşluğu eğrisinin sağ tarafına geçemez (Çağlar, 1976).

Proctor deneyi ile bir zeminin standart kompaksiyon enerjisinde gösterdiği maksimum sıkışma, buna bağlı olarak da maksimum kuru birim hacim ağırlık (γ_k) ve optimum su içeriğinin (W_{opt}) bulunması amaçlanmaktadır.

Bir zemin sabit kompaksiyon enerjisiyle farklı su içeriklerinde sıkıştırıldığında Şekil 3.8'deki gibi bir grafik sunmaktadır. Bu grafikte de görüldüğü üzere, önce su içeriği artışına paralel olarak kuru birim hacim ağırlık da artmakta, daha sonra ise kuru birim hacim ağırlıkta azalma gözlenmektedir.



Şekil 3.8. Sıkıştırılmış bir zeminin γ_k -w ilişkisi (Uzuner, 1998'den).

Şekil 3.8 detaylı olarak incelendiğinde:

1. Bölgeye bakıldığında, zeminin su içeriğine bağlı olarak kuru birim hacim ağırlığında artış gözlenmektedir. Bu artışta, suyun zemin taneleri arasında yağ görevi görerek, gerekli kompaksiyon enerjisinin de etkisiyle tanelerin boşluklara ilerlemesinin etkisi vardır. Zeminin su içeriği arttıkça, su, tüm tanelere etkimekte ve hepsinin boşluklara ilerlemesini sağlamaktadır. Bu ilerleme 2. Bölgeye kadar devam etmektedir. Ayrıca bu bölgede kohezyon değerinde artış gözlenmektedir.
2. Bölgeye bakıldığında zeminin maksimum kuru birim hacim ağırlığa eriştiği gözlenmektedir. Eğrinin pik noktasının yatay izdüşümü maksimum kuru birim hacim ağırlığı (γ_{kmax}), düşey izdüşümü de maksimum sıkışmanın sağlandığı su içeriğini (W_{opt}) vermektedir. Bu bölgede zemin, maksimum kohezyon değerine sahiptir.
3. Bölgeye bakıldığında su içeriği artışına bağlı olarak zeminin kuru birim hacim ağırlığında azalma gözlenmektedir. Bunun sebebi de, zemin tanelerinden daha düşük birim hacim ağırlığa sahip olan suyun sıkıştırılamaması, zemin boşluklarını doldurması ve tanelerin boşluklara ilerlemesini engellemesidir. Bu aşamada zeminin su içeriği artırılmaya devam edildikçe zeminin kohezyonu düşmekte ve likit davranış kazanmaktadır.

3.2.3.4.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- 4 no'lu standart elek ve pan
- 944 cm³ hacimli standart proctor moldu
- 2,5 kg'lık kompaksiyon tokmağı
- 0,01 gr duyarlılıkta hassas terazi
- Su içeriği kapları
- Numune karıştırma kabı
- Spatula ve çelik cetvel
- Desikatör
- Numune çıkarıcı
- Zemin bıçağı

3.2.3.4 (2) Numunenin hazırlanışı

İlk olarak bir miktar numune açık havada kurutulur. Kurutulan numune 4 nolu elekten elenir. Elenecek numune miktarı, numunenin kompaksiyonda sergilediği davranışa bağlı olarak ayarlanmalıdır. Deneyde en az 5 numune kullanılacağından, 5 ayrı numune hazırlanır. Her bir numunenin su içeriği belirli oranlarda artırılarak, bir kap içerisinde iyice karıştırılır (Şekil 3.9). Karıştırılan numuneler hava almayacak şekilde ayrı ayrı poşetlenir. Numune içerisindeki suyun numuneye dağılabilmesi için poşetlenen numuneler 24 – 36 saat bekletilir.



Şekil 3.9 Kompaksiyon numunesinin hazırlanışı

3.2.3.4 (3) Deneyin Yapılışı

Deney numuneleri yukarıda belirtildiği gibi hazırlandıktan sonra American Society Of Testing Materials (ASTM) D 698–00 (2003) standartlarına göre standart kompaksiyon deneyi aşağıdaki gibi yapılmıştır:

- Moldun iç yüzeyi çok ince bir tabaka halinde yağlanır.
- Bekletilmiş numune, sıkıştığında moldun 1/3'ünü dolduracak şekilde bir katman olacak şekilde konulur ve numune yüzeyi yavaşça düzeltilir. Standart

Proctor tokmağı ile serbest düşme şeklinde 25 vuruş yapılarak malzeme sıkıştırılır (Şekil 3.10.).

- Sıkıştırılan numunenin üstü bıçak ile çizilir ve bir önceki işlem toplamda 3 kez tekrarlanır.
- Moldun üst yükseltme halkası, halka ile moldun birleşim noktasından numunede kopma olmaması için döndürülerek çıkartılır.
- Mold yüksekliğinden fazla olan (fazla kısım 0,5–1 cm arasında olmalı) sıkıştırılmış numune, bıçak ile tıraşlanarak moldun üst yüzeyinden düzgün ve paralel bir şekilde kesilir.
- Moldun dış yüzeyindeki malzemeler iyice temizlendikten sonra mold alt tablası çıkartılmadan, numune ve mold tartılır (Şekil 3.11).
- Numune molddan kriko yardımı ile çıkartılarak (Şekil 3.12) su içeriğinin belirlenebilmesi için sıkıştırılmış numune alt, orta ve üst olmak üzere 3 parçaya bölünür ve her bir parça $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde kurutulur.
- Yapılacak her kompaksiyon için bu işlemler tekrarlanır.



Şekil 3.10. Standart proctor deneyiyle numunenin sıkıştırılması



Şekil 3.11 Üst yüzeyi traşlanan numunenin tartılması



Şekil 3.12 Numunenin kriko yardımıyla molddan çıkarılışı

3.2.3.5 Permeabilite Deneyi

Zeminler taneleri arasında birbirine bağlı boşluklardan oluşan bir yapıya sahiptir. Bu yüzden su, zeminin sahip olduğu bu boşluklarda hareketsiz konumda bulunabileceği gibi bazen de boşluklardan akabilir. Permeabilite (hidrolik iletkenlik katsayısı) ise, doymuş bir zeminin belli bir kesitinden belirli bir sürede suyun geçiş hızı olarak tanımlanır. Her ne kadar killi zeminlerin boşluk oranları kumlu zeminlere göre daha fazla ise de kil gibi ince taneli zeminlerde, taneler suyun geçiş yolunu kapatarak suyun geçişine direnç gösterirler ve bu yüzden killi zeminlerin permeabilite katsayıları kumlu ve daha iri taneli zeminlere göre oldukça düşüktür (Day, 2001).

Terzaghi ve diğ. (1967) zeminleri permeabilite katsayılarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır:

- Yüksek dereceli permeabilite (10^{-1} cm/sn $<$ k cm/sn)
- Orta dereceli permeabilite (10^{-3} cm/sn $<$ k $<$ 10^{-1} cm/sn)
- Düşük dereceli permeabilite ($1 \cdot 10^{-7}$ cm/sn $<$ k $<$ 10^{-3} cm/sn)
- Çok düşük Permeabilite ($1 \cdot 10^{-7}$ cm/sn $<$ k)

Her ne kadar doymuş zeminlerin permeabilite katsayılarını belirlemede tane boyutu birinci derecede rol oynasa da, bunun yanı sıra boşluk oranı, tane boyu dağılımı (derecelenme, boylanma) zemin yapısı, zemin tabakalanması ve zemin kusurları gibi birçok önemli faktör de zeminin permeabilite katsayısında etkili olmaktadır.

Herhangi bir zeminin permeabilite katsayısı laboratuarda zemin çeşidine göre düşen seviyeli permeabilite deneyleriyle ya da sabit seviyeli permeabilite deneyleriyle, arazide ise su seviyesi ölçümleriyle belirlenir. Laboratuarda kil ve silt oranı yüksek olan zeminlerin permeabilite katsayılarını belirleyebilmek için düşen seviyeli permeabilite deneyi, kum ve çakıl oranı yüksek olan zeminlerin permeabilite katsayılarını belirleyebilmek için de sabit seviyeli permeabilite deneyi yapılır.

3.2.3.5 (1) Kullanılacak Aletler ve Malzemeler

- Ödometre cihazı (ASTM D 2435 – 03, 2003) (Şekil 3.13.)
- Permeabilite hücresi (Şekil 3.13.)
- Çelik numune ringi
- Numune alıcı,
- Bakır conta
- Deformasyon saati (Şekil 3.13.)
- Poroz taşlar
- Filtre kâğıdı
- Termometre
- Kumpas
- Ölçekli cam tüp (Şekil 3.13.)
- $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv
- 0,01 gr duyarlılıkta hassas terazi
- Saf su

3.2.3.5.(2). Gerekli Ölçümler

- Ring çapı (R_D),
- Ring boyu (R_L),
- Ring ağırlığı (R_A),
- Ring + numune ağırlığı ($R_A + R_N$)
- Deney başı su içeriği,
- Deney sonu su içeri,
- Deney sonu numune ağırlığı,
- Deney süresi
- t zamanındaki ödometre deformasyon saati okuması,
- t zamanındaki tüpteki suyun düşüş miktarı,
- Deney suyunun sıcaklığı

3.2.3.5.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması

Bu çalışmada arazide ve laboratuarda ayrı ayrı sıkıştırılan, yapı ve doku olarak tamamen aynı özellikleri taşıyan numuneler üzerinde permeabilite deneyi yapılmıştır.

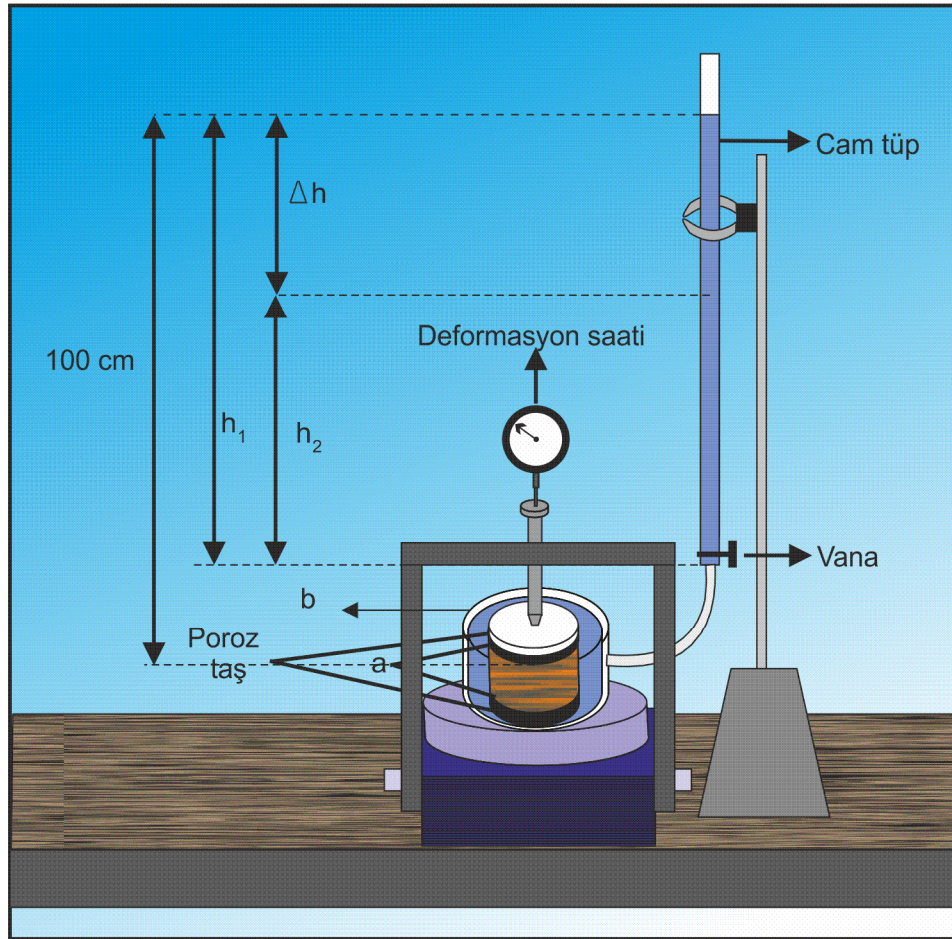
Numunelerin alt ve üst yüzeyi düzgünce tıraşlanarak, numune alıcısı yardımı ile ağırlığı ve boyutları bilinen permeabilite ringine numune yerleştirilmiştir.

3.2.3.5.(4). Deneyin Yapılışı

Deney numunelerinin permeabilite katsayılarının belirlenmesinde ince taneli zeminler için ASTM D 5084 – 00 (2003)’de önerilen düşen seviyeli permeabilite deney cihazı kullanılmıştır.

- Tıraşlamadan kalan numune parçalarından deney başı su içeriği için numune alınır.
- Permeabilite ringi + numune ağırlığı tartılır.
- Ring içerisindeki numunenin alt ve üst yüzeylerine filtre kâğıtları malzeme akışını engellemek için düzgün bir şekilde yerleştirilir.
- Drenajı sağlayabilmek için, permeabilite hücresine numune; alttan üste doğru sırası ile alt poroz taş - numune - üst poroz taş olacak şekilde yerleştirilir.
- Sadece drenajın numunede gerçekleşmesi yani suyun basınçtan etkilenip permeabilite hücresinin üst ve alt kısımlarından çıkışına engel olmak için, lastik contalar yerleştirilir ve bakır contalar yardımı ile permeabilite hücresinin üst kapağı alt kısmana sabitlenir.
- Permeabilite hücresi ödometre cihazına yerleştirilir.
- Cam tüp plastik hortum vasıtası ile permeabilite hücresine bağlanır ve cam tüp içersine saf su ilave edilir (vana kapalı durumdadır).
- Ölçekli cam tüpün içersindeki 0 noktasındaki suyun, permeabilite üst seviyesine olan mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır (Şekil 3.13.).
- Sonra hesaplanan gerilmenin uygulanması için ödometre cihazına belirlenen ağırlık yerleştirilir ve konsolidasyon başlatılır.

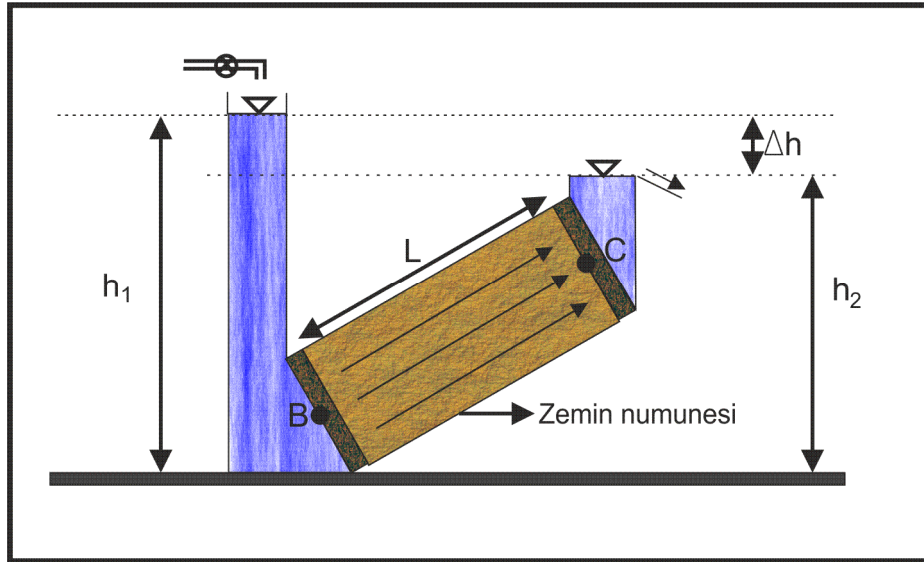
- Hemen sonra permeabilite hücresindeki vana açılarak saf suyun permeabilite hücresine dolması sağlanır.
- Numune tamamen suya doyduktan sonra ölçekli cam tüpün 0 noktasına kadar saf su ilave edilir ve deney başlatılır.
- Eğer deney 1 saatten uzun sürecekse, tüp içersindeki suyun buharlaşmasını engellemek amacı ile 1-2 damla sentetik yağ damlatılır.
- Deneyin yapıldığı zaman dilimi sonrasında tüp içersindeki suyun düşüş miktarı, tüpün ölçeğine göre belirlenerek kaydedilir ve tekrar tüpün 0 noktasına kadar su ilave edilir. Aynı zamanda da ödometre cihazındaki deformasyon saati okuması kayıt edilir. Deney suyunun sıcaklığı ölçülür. Tüm bu işlem 3 kez tekrarlanır.



Şekil 3.13 . Permeabilite deney şeması a-filtre kağıdı, b-permeabilite hücresi

3.2.3.5.(5). Hesaplamalar

1856'da Fransız hidrolog Henry Darcy, kumla doldurulmuş bir silindirden boşalan su miktarını ölçmüştür. A kesit alanına sahip belirli bir kum örneği için, tüpün içindeki suyun hızının seviye ile doğru, silindir uzunluğu (L) ile ters orantılı olduğunu bulmuştur (Şekil 3.14). Bu ilişkinin oransal sabitine, bu geçirimli ortamın hidrolik iletkenlik katsayısı (K) demiştir. Hidrolik iletkenlik, H/L oranındaki malzemenin 1 m² kesit alanından m³/gün cinsinden boşalımı olarak tanımlamış ve ölçülen bu hıza "özgül boşalım" veya Darcy hızı (q) (Bağıntı 3.7) demiştir (Rahn, 1996).



Şekil 3.14. Darcy yasasının şematik gösterimi (Darcy, 1856'dan değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

Suyun debisi (q),

$$q = A \times k \times i \quad (3.7)$$

- q : Suyun debisi (m³/sn, cm³/sn)
A : En kesit alanı (cm²)
k : Permeabilite katsayısı (m/sn, cm/sn)
i : Hidrolik eğim

Deneylerden elde edilen veriler kullanılarak zeminlerin farklı gerilmeler altındaki permeabilite katsayıları aşağıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır. Borudaki su yüksekliği h iken; tüpteki su düzeyi Δh kadar aşağıya düştüğü varsayılırsa, Darcy Yasası Bağıntı 3.8 halini alır.

$$q = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{a \times \Delta h}{\Delta t} = -\frac{a \times dh}{dt} = A \times k \frac{h}{L} \quad (3.8)$$

Bağıntı 3.24'ün her iki tarafı değişkenlere göre düzenlenip belli sınırlar içinde entegre edilirse Bağıntı 3.9 elde edilir.

$$-a \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h} = \frac{A \times k}{L} \int_0^{t_1} dt \quad (3.9)$$

Buradan da zeminin permeabilite katsayısı son olarak Bağıntı 3.10 halini alır (Uzuner, 1998).

$$k = \frac{a \times L}{A \times t_1} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad (3.10)$$

- k : Permeabilite katsayısı (cm/sn),
 a : Cam tüp en kesit alanı (cm²),
 L : Deneyi yapılan numunenin boyu (cm),
 A : Deneyi yapılan numunenin en kesit alanı (cm²),
 t_1 : Deney süresi (sn),
 h_1 : Başlangıçtaki su yüksekliği (cm),
 h_2 : t_1 süresi sonundaki su yüksekliği (cm),

3.2.3.6 Konsolidasyon Deneyi

Herhangi bir bina, toprak dolgu veya yeni bir yapı yapıldığı zaman, bunların altında bulunan zeminin, içinde bulunduğu gerilme koşullarının değişmesine sebep olmaktadır. Gerilme koşullarında meydana gelen artış dolayısıyla yapı altında bulunan zeminde sıkışmalar ve oturmalar meydana gelir. Zemin kütlelerinde

gerilmelerin herhangi bir sebeple (kazı yapılması gibi) azalması durumunda ise zeminde kabarmalar görülebilir. Görüldüğü gibi zeminin içinde bulunduğu gerilme koşullarında meydana gelen değişimler, zeminin hacminde değişimlere neden olmaktadır. Zemin kütlelerinin hacminde meydana gelen bu değişim zeminle ilgili projelerin tasarımında en etkili faktör olmaktadır. Bunun için zeminlerin sıkışması veya konsolidasyonu zemin mekaniğinde çok önemli bir yer tutmaktadır (Aytekin, 2004).

Zemindeki her yük boşaltılmasından sonra geri gelmeyen deformasyonlar artmaktadır. Zeminlerin bu şekilde davranmasındaki etkenler şu şekilde sıralanabilir; a) zemin oluşumu sırasındaki aldığı gerilmeler, b) zeminin moleküler yapısı, c) taneler arasındaki kohezyon kuvveti ve çimentolaşma derecesi, d) doğal yoğunluğu, e) zemini oluşturan tanelerin büyüklüğü, şekli, dayanımı, f) doygunluk derecesi, g) permeabilite (Aytekin, 2004).

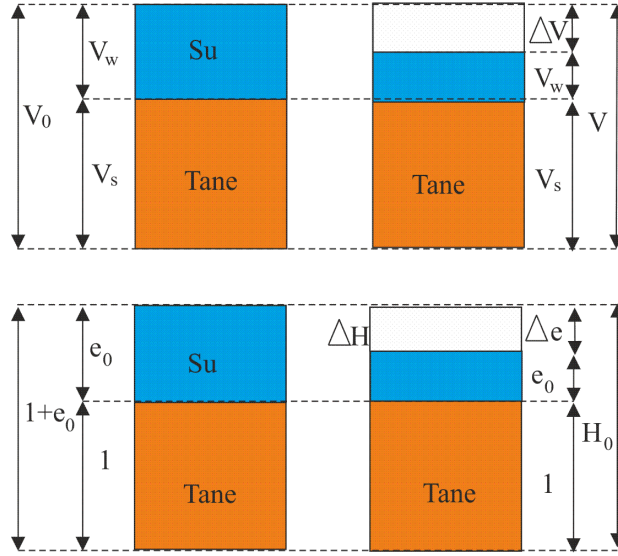
Genellikle bir zeminde meydana gelecek olan toplam konsolidasyon oturması kadar konsolidasyon oranında bilinmesi önemli olmaktadır. Bu iki değer ve zemine ait permeabilite laboratuarda yapılan konsolidasyon deneyi ile belirlenebilir (Aytekin, 2004).

3.2.3.6.(1) Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisi

Terzaghi konsolidasyon olayını bazı kabullerle basitçe çözülebilmesini öngören bir teori öngörmüştür. Bu kabuller gerçekçi olmamasına rağmen çözümdeki basitlik ve sonuçların gerçekten çok farklı olmaması, Terzaghi bir boyutlu konsolidasyon teorisinin çok kullanılan bir yol olmasına neden olmuştur (Aytekin, 2004).

Terzaghi tarafından yapılan en önemli kabul konsolidasyon olayı ile meydana gelen hacimsel küçülme oranının bir boyutta olan küçülme oranıyla birbirinin eşi olduğunu varsaymaktadır. Yani Bağıntı 3.11’de görülen eşitliğin geçerli olduğu kabul edilmektedir (Aytekin, 2004) (Şekil 3.15).

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta H}{H_0} \quad (3.11)$$



Şekil 3.15. Konsolidasyonda hacim azalmasının blok diyagramda görünümü
(Aytekin, 2004'ten değiştirilmiştir.)

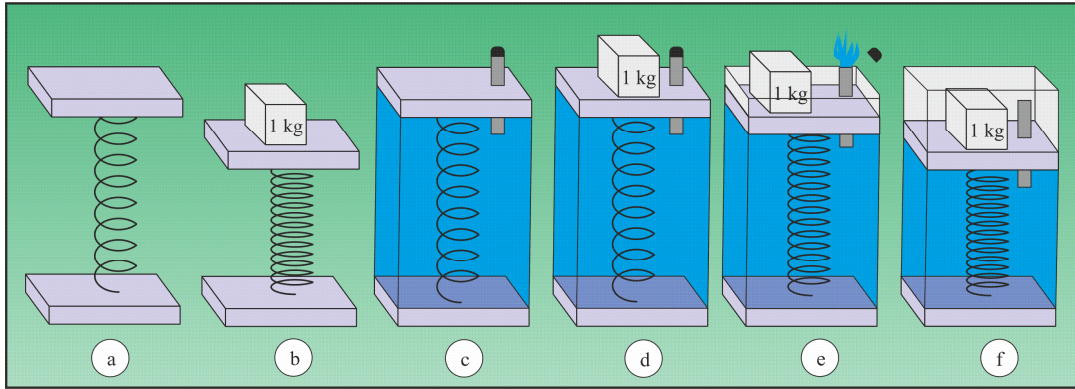
3.2.3.6.(1).(a). Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisinde Yapılan Kabuller

Bir boyutlu konsolidasyon teorisinde yapılan bir dizi kabul bulunmaktadır.

Bu kabuller:

- Zemin homojendir.
- Zemin tamamen doygunudur.
- Taneler ve su sıkışmazdır.
- Darcy yasası geçerlidir.
- Su hareketi sadece düşey yönde meydana gelir.
- Sıkışabilirlik ve geçirimsizlik katsayıları sabit olup gerilmelerle değişmez.
- Boşluk oranı efektif gerilmenin bir fonksiyonu olup, zamanla değişmez.
- Oturan tabakanın kalınlığı oturma miktarına göre çok büyüktür.
- Zemin radyal doğrultuda genleşmemektedir.
- Kütlenin korunumu kanunu geçerlidir.
- Zemin örneğinin hacim değiştirme oranı efektif gerilmedeki değişim oranının bir fonksiyonudur (Aytekin, 2004).

Konsolidasyon sürecinin anlaşılabilmesi için Şekil 3.16'daki model üzerinde düşünülebilir. Modeldeki yaylar zemin iskeletini (taneleri), su ise boşluk suyunu temsil etmektedir. Kohezyonsuz zeminler yüklendiği zaman geçirimsizliklerinin yüksek olmasından dolayı çabucak drene olacaklarından boşluk suyunun yük taşımaya hiçbir etkisi yoktur.



Şekil 3.16. Konsolidasyon süreci (Aytekin, 2004'ten değiştirilmiştir.)

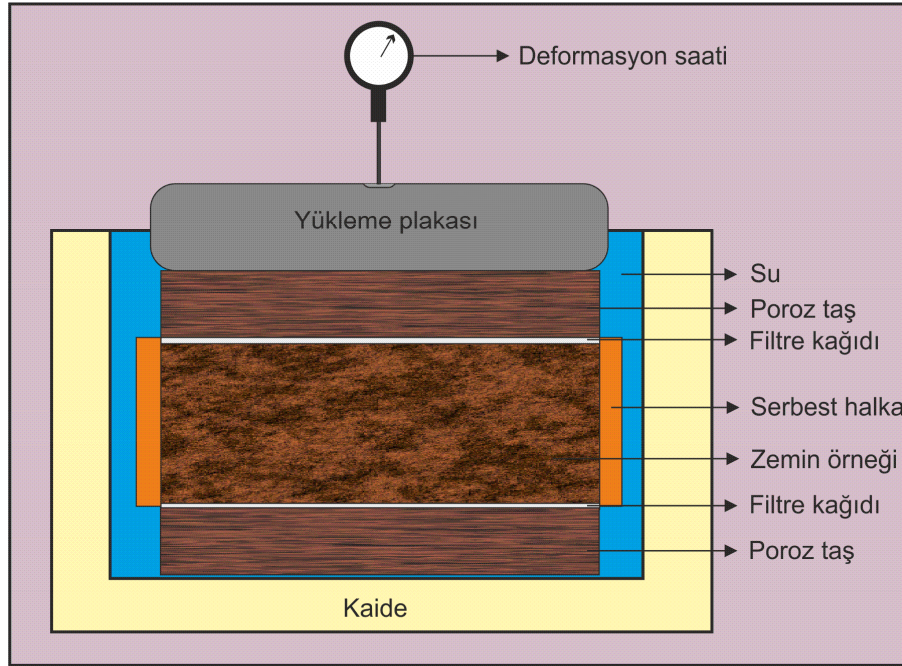
Şekil 3.16(a) ve (b) kohezyonsuz zemin olarak düşünüldüğünde 20 birim yükün tamamen yaylar tarafından taşındığı ve yayda belli bir sıkışma olduğu görülmektedir. Hâlbuki geçirimsizlikleri çok düşük olan kil zeminlerde yükleme yapıldığında boşluk suyunun drene olması için belli bir süre geçecektir. Şekil 3.16 (c), (d), (e) ve (f) geçirimsizlikleri çok düşük olan kohezyonlu zeminleri modellenmektedir. Şekil 3.16(c)'de görülen düzenekte, kap su ile dolu bulunmakta ve üstü düşey yönde hareket edebilen bir piston ile kapatılmış durumdadır. Pistona bağlı olan bir yay kabın tabanına oturmaktadır. Pistonun üzerinde, kaba su giriş çıkışını kontrol eden bir vana bulunmaktadır. Bu kap Şekil 3.16(d)'deki gibi su çıkışına izin verilmeden (vana kapalı tutularak) 20 birim yükü yüklendiğinde meydana gelen gerilme artışının ($\Delta\sigma$) tamamı su tarafından karşılanacaktır ($\Delta\sigma = \Delta u$). Bu aşamada yay (zemin partikülleri) yükten etkilenmemektedir. Sistemdeki vananın açılması ile (Şekil 3.16(e)) kap içindeki su boşalmaya başlayacak ve $\Delta\sigma$ gerilmesi de yavaşça yay üzerine aktarılmaya başlayacaktır. Suyun boşalması sürerken $\Delta\sigma$ gerilmesinin su tarafından taşınan kısmı artacaktır. Burada yayın taşıdığı gerilme efektif gerilmeyi, suyun taşıdığı gerilme de boşluk suyu basıncını

temsil etmektedir. Sistem (kohezyonlu zemin) üzerine gelen ilave $\Delta\sigma$ gerilmesiyle vana deliğinin büyüklüğüne (zeminin geçirirmliliğine) bağlı olarak zamanla drene olacaktır. Sistemin yüklenmesiyle oluşan Δu boşluk suyu basıncının zamanla sıfıra inmesiyle $\Delta\sigma$ gerilme artışı tamamen yay (zemin iskeleti) tarafından taşınmaya başlayacaktır. Şekil 3.16(f)'de olduğu gibi suyun boşalması durduğunda artık $\Delta\sigma$ gerilemesi tamamen yay tarafından taşınmakta olup, suyun yük taşımaya herhangi bir etkisi kalmamıştır.

Zeminlerin yüklenmesiyle boşluk suyunun drene olması burada açıklanan olaya benzerdir. İşte zeminde oluşan fazla boşluk suyu basıncının zamana bağlı olarak sönümü olayına primer (birincil) konsolidasyon adı verilmektedir. Zemine uygulanan gerilmenin tamamen zeminde efektif gerilmelere eşit olması halinde konsolidasyon olayı sona ermiş olmaktadır. Ancak zeminin bu gerilme altında sıkışmaya devam ettiği gözlenebilir. İşte bu sıkışmanın devam etmesine sünme veya sekonder (ikincil) konsolidasyon adı verilmektedir (Aytekin, 2004).

3.2.3.6.(2). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Ödometre cihazı (ASTM D 2435 – 03, 2003)
- Konsolidasyon hücresi (Şekil 3.17)
- Standart ağırlık serisi
- Konsolidasyon ringi
- 0.01 gr duyarlılıkta hassas terazi
- Maket bıçağı
- Kronometre
- Deformasyon saati
- Filtre kâğıtları
- Poroz taşlar
- Saf su
- $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv
- 0,01 gr duyarlılıkta hassas terazi
- Kumpas



Şekil 3.17. Konsolidasyon hücre düzeneği (U.S. Army Corps of Engineers, 1970'ten değiştirilmiştir.)

3.2.3.6.(3). Gerekli Ölçümler

- Zemin numunesinin deney başlangıcındaki su içeriği (W_i)
- Zemin numunesinin deney başlangıcındaki kütlesi (M_{si})
- Zemin numunesinin deney başlangıcındaki kalınlığı (H_0)
- Zemin numunesinin deney başlangıcındaki tane birim hacim ağırlığı (γ_s)
- Zemin numunesinin deney sonundaki kalınlığı (H_f)
- Zemin tanelerinin kütlesi (M_s)
- Zemin numunesinin deney sonundaki su içeriği (W_f)
- Zemin numunesinin kalınlığı
- Zemin numunesinin çapı
- Deney başı su içeriği
- Deney sonu su içeriği
- Okuma saatindeki sıfır okumasının alınması

- Zemin numunesinin son kalınlığı
- Okuma saatindeki son okuma
- Doygunluk derecesi (% olarak Sr)
- Başlangıçtaki boşluk oranı

3.2.3.6.(4). Numunelerin Deneye Hazırlanması

- Deney için kullanılacak blok numune tıraşlanarak üzeri düz bir yüzey haline getirilir.
- Numune konsolidasyon ringine dikkatlice yerleştirilir.
- Numune alt ve üst yüzeyleri ince tel veya falçata yardımı ile düzgün bir hale getirilir.
- Poroz taşlar damıtık su içersine konularak birkaç dakika beklenerek doymun hale getirilmeli ve zemin numunesinden su emmesi önlenmelidir.
- Ring + numune ağırlığı tartılır ve tıraşlama esnasında arta kalan parçalarla deney başı su içeriği alınır.

3.2.3.6.(5). Deneyin Yapılışı

Konsolidasyon deneyi American Society of Testing Materials (ASTM) D 2435-03 (2003) standartlarına göre yapılmıştır.

- Zemin numunesi ince taneli olması durumunda alt ve üst yüzeylerde kullanılan poroz taşlarla numune arasına filtre kâğıdı konulmalıdır. Böylece poroz taşlarının gözeneklerinin dolması engellenmiş olur.
- Konsolidasyon halkası içinde zemin numunesi ile ödometrenin içine yerleştirilir. Yükleme boyunduruğu yerine koyulur. Deneye başlanmadan önce numunenin yüklenmemesi için gerekli önlemler alınır.
- Konsolidasyon hücresine damıtık su eklenerek 24 saat bekletilir.
- Standartlarda belirtilen ağırlık (istenilen ağırlıkta olabilir) konsolidasyon askısına takılır.
- Deformasyon saati ayarlanır.

- Daha sonra konsolidasyon cihazının kilidi açılarak deney başlatılır.
- 24 saat sonunda deformasyon saatindeki okuma alınır ve yük artırılarak bu işleme devam edilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Konsolidasyon deney okumasının alınışı

3.2.3.6.(6). Hesaplamalar

Numune alanının belirlenmesi (A), (cm²)

$$A = \pi \times r^2 \quad (3.12)$$

π : 3,1415

r : Numune yarıçapı (cm)

Numune hacmi (V), (cm³)

$$V = A \times h \quad (3.13)$$

A : Numune alanı

h : Numune boyu

Doğal (ıslak) birim hacim ağırlık (γ_n), (gr/ cm³)

$$\gamma_n = \frac{W_T}{V_T} \quad (3.14)$$

W_T : Toplam ağırlık

V_T : Toplam hacim

Su içeriği (W), (%)

$$W = \frac{W_{Su}}{W_{Kuru}} \times 100 \quad (3.15)$$

W_{su} : Su ağırlığı

W_{Kuru} : Kurutulmuş numune ağırlığı

Deney başı kuru numune ağırlığı (W_{kn}), (gr)

$$W_{kn} = \frac{W_{Islak}}{W + 100} \times 100 \quad (3.16)$$

W_{Islak} : Islak numune ağırlığı

W : Deney başı su içeriği

Deney başı numune içi katı (tane) hacmi (V_s), (cm³)

$$V_s = \frac{W_{kn}}{G_s} \quad (3.17)$$

G_s : Özgül ağırlık

Numune İçi Boşluk Hacmi (V_v), (cm³)

$$V_v = V - V_s \quad (3.18)$$

Deney sonu kuru numune ağırlığı (W_{skn}), (gr)

$$W_{skn} = (W_{kap} + W_{numune}) - W_{kap} \quad (3.19)$$

W_{kap} : Kap ağırlığı

W_{numune} : Deney sonu kurutulmuş numune ağırlığı

Deney Başı Boşluk Oranı (e_o)

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} \quad (3.20)$$

Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği (H_s), (cm)

$$H_s = \frac{W_{skn}}{A} \quad (3.21)$$

Düzeltilmiş okuma (D_o), (mm)

$$D_o = (\text{Deformasyon okuması}) \times (\text{Saat faktörü}) \quad (3.22)$$

Toplam deformasyon ($\Delta \varepsilon$), (cm)

$$\Delta \varepsilon = D_o / 10 \quad (3.23)$$

Etkiyen yük (P), (kg)

$$P = \text{Konulan yük} \times \text{Kuvvet kolu etkisi} \quad (3.24)$$

Kuvvet kolu etkisi : 10

Gerilme (σ), (kg/cm²)

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.25)$$

Boşluk oranı (e)

$$e = e_o - \frac{\Delta \varepsilon}{H_s} \quad (3.26)$$

3.2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında, çalışma sahasında yapılmış olan jeolojik ve jeoteknik çalışmalar incelenerek gerekli bilgiler derlenmiştir. Laboratuar aşamasında yapılan zemin mekaniği deneylerine ait deney verileri derlenmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Nergizlik Barajı kil çekirdeğinden alınan numuneler ile laboratuarda sıkıştırılan zemin numunesinin kuru birim hacim ağırlık, permeabilite ve konsolidasyon değerleri karşılaştırılarak yorumlama yapılmıştır. Numuneler arasındaki farklılıkların nedeni tartışılarak probleme sebep olan hususlara dikkat çekilmiştir. Son aşamada da tüm bu veriler derlenmiş ve tez yazımı yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Adana Baseninin Genel Jeolojisi

Adana baseni; batıda Ecemiş fay kuşağı, kuzeyde Aladağ ilçesi ile güneyde Adana ve batıda Kozan ilçesi arasında kalan bölgeyi içermektedir. Adana baseni ile ilgili bilgiler 1:100.000 ölçekli “Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi” Kozan-K20 Paftasından alınmıştır.

Adana baseninin Tersiyer yaşlı dolgusu vardır. Temelde ise Paleozoik ve Mesozoyik birimler yer alır.

Adana baseninin Paleozoik temelini Yerköprü ve Karahamzauşağı formasyonları oluşturmaktadır. Orta-Üst Devoniyen evresinde çökelmiş olan Yerköprü formasyonu başlıca mercanlı kireçtaşı, kireçtaşı, silttaşı ve şeylden oluşmuştur (Lagap, 1985; Yetiş ve Demirkol, 1986). Karahamzauşağı formasyonu ise Karbonifer-Permiyen evresinde çökelmiş olup başlıca killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşmaktadır (Lagap,1985; Yetiş ve Demirkol, 1986). Bölgede Paleozoik birimler üzerine açısız diskordansla Mesozoyik karbonatlı ile ofiyolit karmaşığı gelmektedir. Mesozoyik istifini oluşturan Demirkazık formasyonu Üst Trias-Jura-Kretase evresinde çökelmiş kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit ile tavanda pelajik foraminiferli mikritik kireçtaşı yapılıdır. (Yetiş, 1978; Yetiş ve Demirkol, 1986).

Oligosen-Pliyosen zaman aralığında çökelen Tersiyer birimleri; Toros orojenik dağ kuşağını oluşturan Paleozoik-Mesozoyik istifin üzerine açısız diskordansla gelmektedir (Yetiş ve Demirkol, 1986). Oligosen-Alt Miyosen evresinde, akarsu çökellerinden ibaret çakıltı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından oluşan Gildirli formasyonu ve gölsel nitelikli kiltası, seyrek bitki döküntüleri ile kömür kapsayan killi kireçtaşı ve killi kumtaşı ara katmanlı kireçtaşından oluşan Karsanti formasyonu çökelmiştir (Schmidt, 1961; Ünlügenç ve diğerleri, 1992).

Gildirli formasyonu üzerinde bulunan Kaplankaya formasyonu (Alt-Orla Miyosen) bol ekinid ve gastropod kapsayan, çakıllı kumtaşı, çakıllı-kumlu kireçtaşı içeriklidir (Yetiş ve Demirkol, 1986; Yetiş,1988). Burdigaliyen-Serravaliyen

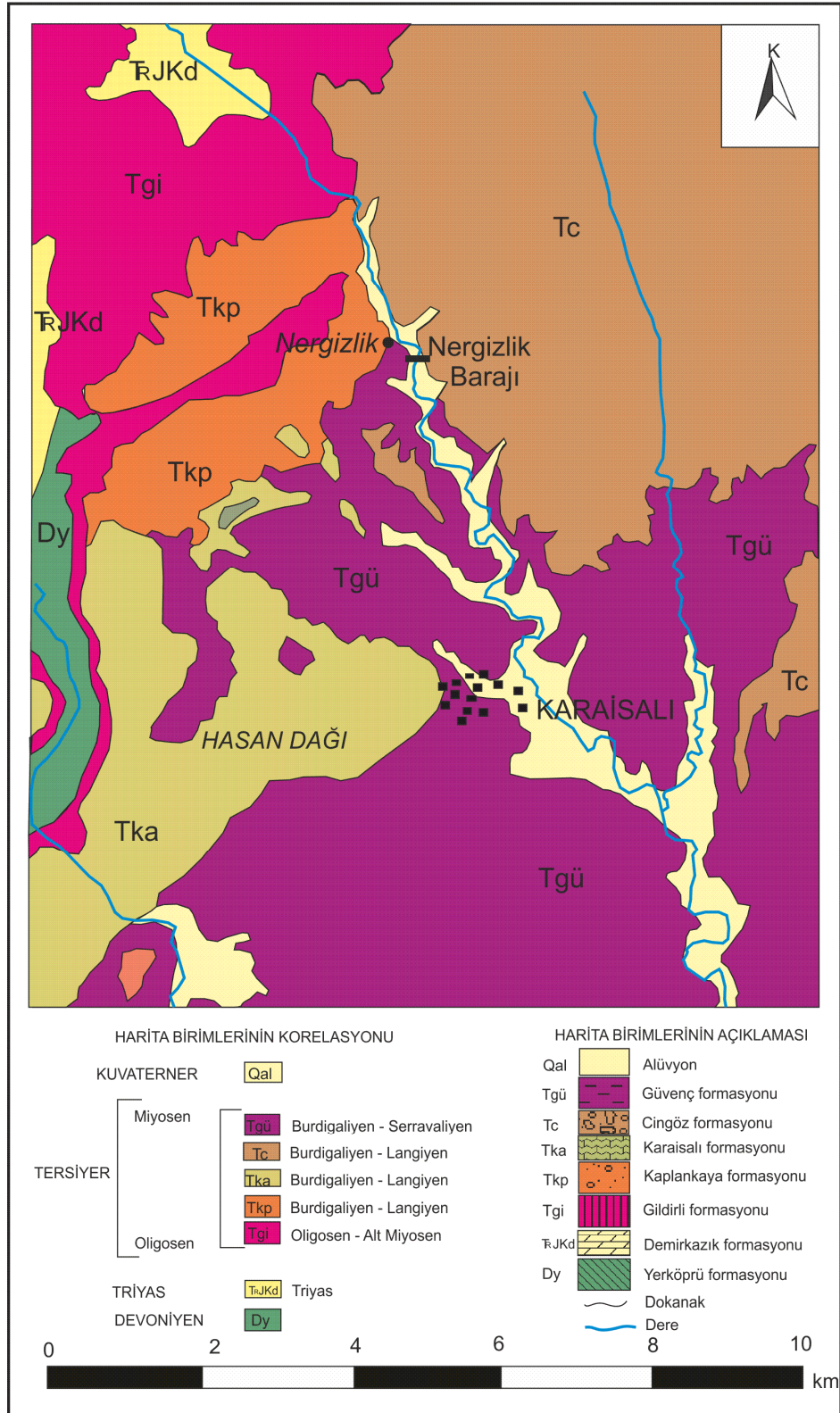
evresinde çökelmiş olan bol alg ve mercanlı, sıkı dokulu resifal nitelikli kireçtaşıdan oluşan Karaisalı formasyonu, bu çalışmanın konusunu oluşturan Güvenç formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir (Schmidt, 1961; Ergene, 1972; Görür, 1979, 1980; Yalçın ve Görür, 1984; Yetiş ve Demirkol, 1984)

Adana baseninin türbiditik çökellerini temsil eden Cingöz formasyonu (Üst Burdigaliyen-Serravâliyen) genelde çakıltası, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve şeylden oluşmaktadır (Schmidt, 1961). Başlıca sarımsı-yeşilimsi gri renkli silttaşı-siltli kumtaşı, seyrek kumtaşı ara katmanlı pelajik foraminiferli şeyllerden oluşan birim Schmidt (1961) tarafından Güvenç şeyli olarak adlandırılmıştır. Güvenç formasyonu üzerinde uyumlu bulunan Üst Serravaliyen-Tortoniyen yaşlı Kuzgun formasyonunun Kuzgun üyesi omurgalı kemikleri ve dış kapsayan menderesli nehir çökellerinden ibaret karasal kırıntılar ile sığ denizel çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Tortoniyen evresinde çökelen Kuzgun formasyonu Salbaş tüfit üyesi gri beyaz renkli, kil ve mil kapsayan yer yer değişik oranda biyotit ve mafik mineralli tüfit ve volkanoklastik mutasından oluşmuştur. Salbaş tüfit üyesi üzerinde uyumlu bulunan Tortoniyen-Mesiniyen yaşlı Memişli üyesi karasal ve sığ denizel nitelikli alacalı renkli çakıltası, kumtaşı, silttaşı, ve çamurtaşıdan meydana gelmiştir. Mesiniyen-Pliyosen evresinde başlıca çakıltası, çakıllı kumlası, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı yapıllı olan Handere formasyonu ile evaporitlerden oluşan Gökkuyu alçıtaşı üyesi çökelmiştir. Bunların üzerinde ise Kuvaterner'e ait taraça kalıçı gözlenmektedir (Schmidt, 1961; Yetiş ve Demirkol 1986; Yetiş 1988).

4.2 İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

İnceleme alanı, baraj alanı ve civarını kapsayacak şekilde seçilerek anlatılmıştır (Şekil 4.1).

Bu bölüm, Otokton Birimler ve Allohton Birimler olmak üzere 2 bölümde incelenmiştir.



Şekil 4.1 İnceleme alanının genel jeoloji haritası (MTA Kozan K-21 Paftası Jeoloji Haritası'ndan değiştirilerek alınmıştır.)

4.2.1 Otokton Birimler

4.2.1.1 Paleozoik

Bu bölgede Orta-Üst Devoniyen yaşlı Yerköprü formasyonu ile Permo-Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı formasyonu bulunur.

4.2.1.1 (a) Yerköprü Formasyonu

Formasyon adı ilk kez Lagap (1985) tarafından kullanılmış olup formasyonun tipik yeri ve kesiti Yerköprü dolayında bulunur. Bölgede Yerköprü formasyonunun stratigrafik olarak tabanı gözlenemez. Taban ve tavan dokanağı faylı olan birimin ölçülebilen kalınlığı 780 m'dir.

Yerköprü formasyonu başlıca mercanlı kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı ve şeyl yapılışıdır. İstif sahada uzaktan yeşilimsi – kahverengimsi gri rengi ile belirgindir. Birimin tabanında siyahımsı – mavimsi gri renkli Crinoidli – mercanlı kireçtaşı bulunur. Üste doğru sarımsı kahverengi, yeşilimsi gri renkli kumtaşı, silttaşı, miltaşı, şeyl ardalanmalı geçiş söz konusudur. Bu kesimde paralel laminalanma ile çapraz tabakalanma, dalga kırışıkları ve canlı yuvaları gözlenmektedir. Birimin tanıtıcı niteliklerinden birisi kumlu – siltli düzeylerinde bol Brakyopod kapsamasıdır. Yerköprü formasyonu yapılan paleontolojik (Mercan – Brakyopod) tanıtlara göre Orta(?) – Üst Devoniyen yaşındadır. Birimin tabanında yer alan kireçtaşları resifal; üstteki kırıntılılar ise sığ denizel bir ortamı karakterize eder (Yetiş, 1991).

4.2.1.1 (b) Karahamzauşağı (Yellikaya) Formasyonu

Birimin adı ilk kez Lagap (1985) tarafından uygulanmıştır. Tipik yeri ve kesiti Yerköprü dolayındaki Yellikaya sırtında bulunur (Yetiş, 1991). Karahamzauşağı formasyonunun Yerköprü formasyonu ile olan taban, Demirkazık formasyonu ile olan tavan dokanağı faylıdır. Birimin Yellikaya sırtında Tersiyer birimlerinden Gildirli, Kaplankaya ve Karaisalı formasyonları ile olan tavan dokanağı faylıdır. Formasyon, çalışma alanında değişik kalınlıklar sunmakta olup

jeoloji enine kesitlerde ölçülebilen kalınlığı 240-1400 m kadardır (Usta, 1993). Karahamzauşağı formasyonu mavimsi – gri siyah renkli, orta – kalın katmanlı, bol Fusulinli, Gastropod ve Lamellibranslı kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomit yapılışıdır. Yer yer çok ince şeyl ara katmanlıdır. Yellikaya formasyonu tanıtları yapılan (başta Fusulinler olmak üzere) faunaya göre Permo – Karbonifer yaşındadır. Birim belirtilen nitelikleri ile sık ve düşük enerjili (şelf/iç şelf) sakin ortam koşullarında durulmuş olmalıdır (Yetiş, 1991).

4.2.1.2 Mesozoyik

Bölgede Mesozoyik’te Trias-Jura-Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu, Üst Kretase yaşlı Yavça formasyonu yer alır. Bunlar Otokton (yerli yerinde oluşmuş) konumludur. Allokon (taşınmış) konumlu olarak ise Kızıldağ melanji ve Faraşa ofiyoliti bulunur.

4.2.1.2 (1) Demirkazık Formasyonu

Açık – koyu boz renkli, orta – kalın katmanlı karbonatlara Aladağlarda Demirkazık kireçtaşı adı uygulanmıştır (Yetiş, 1978). Yerköprü kuzeyinde yüzeyleyen Aladağlardaki ile eşitli litolojik özellikteki birime aynı ad uygulanmıştır (Lagap, 1985). Demirkazık kireçtaşının taban dokanağı faylıdır. Üzerinde paleotopografik çukurluklarını doldurur konumda bulunan Gildirli formasyonu ile olan dokanağı açıl diskordanslıdır. Gildirli formasyonunun çökmediği topografik yüksekliklerde ise Karaisalı kireçtaşı uyumsuz olarak bulunmaktadır (Yetiş, 1991)

Demirkazık kireçtaşı başlıca koyu gri – siyah renkli dolomit – dolomitik kireçtaşı; gri – açık gri, orta kalın katmanlı kıt mikrofosilli kireçtaşı; pembe renkli, kıt mikrofosilli kireçtaşı vb. yapılışıdır. Pembe renkli kireç taşlarından paleontolojik tanıtlara göre birim Üst Senoniyen – Mestrişiyen yaşındadır. Bölgesel ölçekte ise Üst Trias – Kretase yaş kantağında çökelmiş olmalıdır ve kalınlığı 1500 m’ye erişmektedir (Yetiş, 1991).

Demirkazık kireçtaşı tamamıyla denizel bir ortam ürünüdür. Birimin taban ve orta düzeylerinin sakin ve sık denizel bir oramı işaret etmesine karşılık üst düzeylerindeki pembe renkli pelajik foraminiferli düzeyler sakin fakat derinleşen bir deniz ortamını karakterize etmektedir (Yetiş, 1991.).

4.2.1.2 (2) Yavça Formasyonu

Yavça formasyonu (Ky) Tabanda pembe renkli, pelajik foraminiferli mikritik kireçtaşı ile başlayıp, üzerine bol ofiyolit ve kireçtaşından türeme öğeli türbiditik çökellerden oluşan birim Yavça formasyonu olarak ayırtlanmıştır (İlker,1975; Monod ve Erdoğan, 1981). İstifin tabanındaki kireçtaşı kırmızımsı—pembe renkli, ince-orta kalın katmanlı ve bol pelajik foraminiferli biyomikritik kireçtaşından oluşmakta, üzerine açık—koyu yeşil, sarı-kahverengi kırıntılılar gelmektedir. Bunlar başlıca; köşeli taneli kireçtaşı, radyolarit, çört, bazalt, kuvarsit ve serpantinden türeme öğeli, ince-orta kalın katmanlı, kötü boylanmalı, seyrek çakıllı kumtaşı - çamurtaşı ve yeşilimsi gri, siyah renkli, ince katmanlı, yer yer laminalı şeyl ardalanmasından oluşmaktadır (Demirkol, 1989).

Demirkazık formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen birim ani yanal ve düşey fasiyes değişimleri sunmaktadır. Üzerine Kızıldağ melanji ve kireçtaşı üyesi tektonik bir dokanakla gelmektedir. Birimin Kampaniyen-Üst Mestrihtiyen evresinde çökeldiği söylenebilir (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

4.2.1.3 Senozoyik

Adana Baseninde Tersiyer'e ait Gildirli, Karsantı, Kaplankaya, Karaisalı, Cingöz, Güvenç, Kuzgun, Handere formasyonları ile Kuzgun, Salbaş tüfit, Memişli, Gökkuyu alçıtaşı üyeleri; Kuvaterner'de taraça, kalıcı eski-yeni alüvyon çökelleri bulunur.

4.2.1.3 (1) Gildirli Formasyonu

Schmidt (1961) tarafından isimlendirilen Gildirli formasyonu, Karaisalı – Kırılan alanında düzensiz bir yazılıma sahiptir. Birimin tipik yeri ilekesitini Kuzgun – Kaplankaya kesitinde gözlediğimiz Gildirli dolayı oluşturur. Taban konglomerası niteliğinde olan Gildirli formasyonu Karaisalı – Kırılan kesitinde Orta – Üst Devoniyen yaşlı Yerköprü formasyonu ile Permo – Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı ve Üst Trias – Kretase yaşlı Demirkazık kireçtaşı üzerinde diskordanslıdır. Birimin üzerine uyumlu olarak Kaplankaya formasyonu ile Karaisalı kireçtaşı gelmektedir. Birim bölgesel ölçekte 0 – 350 m kalınlığa erişmektedir. Gildirli formasyonu Karaisalı – Kırılan kesitinde düzensiz bir paleotopoğrafyayı doldurduğundan her yerde eşit kalınlıkta değildir. Birim Kuzgun – Kaplankaya kesitinde de belirtildiği gibi genellikle kırmızı renkli çakıltası, kumtaşı, silttaşı – çamurtaşı yapılışlıdır. Taban kesiminde başlıca ofiyolit, çört, kireçtaşı, kuvars vb birimlerden türeme, 1 – 30 cm boya erişen, orta – iyi yuvarlaklaşmış ögeler ile kaba çakıltası yapılışlıdır. Taneler yer yer belirgin yönelimlidir. Çakıltaları tane boyunun yukarıya doğru incelişmesiyle çakıllı kumtaşı, kumtaşı, miltaşı, çamurtaşına geçmektedir. Birim aşınmalı bir taban üzerinde daima merceksel geometrili ve dönemli ardalanmalıdır. Büyük ölçekte tekne şeklindeki çapraz katmanlanma ile çamur topacıkları, kalkrit vb sunarlar. Birim Oligosen – Alt Miyosen yaşında olup belirtilen nitelikleri ile karasal akarsu çökelleri niteliğindedir (Yetiş, 1991).

4.2.1.3 (2) Karsantı Formasyonu

İnceleme alanı kuzeyinde yüzeyleyen açık gri, çok ince-orta kalın katmanlı, bitki döküntüleri ile kömür kapsayan kilaşına Karsantı formasyonu adı uygulanmıştır (Schmidt, 1961). Karsantı formasyonu bölgede başlıca marn, çamurtaşı ile daha kırılgan olarak çakıllı kumtaşı yapılışlıdır. İstif, taban kesiminde seyrek ince katmanlı çamurtaşı arakatmanlı çakıllı kumtaşı - kumtaşından oluşmaktadır. Daha üst seviyelerde çamurtaşı ile marn hâkimdir. Yer yer kumtaşı düzeyleri olağan olup içerisinde kömür bantlarıyla yer yer de bol miktarda bitkisel döküntü

bulunmaktadır. Birimin değişik tane boyundaki litolojilerini Faraşa ofiyoliti ile Kızıldağ melanjından türeme malzeme oluşturmaktadır. İnceleme alanı kuzeyinde oldukça büyük bir kalınlığa erişen birim, inceleme alanı sınırları içinde ise havza kenarına rastlandığından kalınlığı azalmaktadır (Schmidt, 1961; Abacı, 1986; Yurtmen, 1986). Karsantı formasyonu; Kızıldağ melanji ve Faraşa ofiyoliti üzerinde diskordansla yer almakta, üzerine Kaplankaya ve Karaisalı formasyonları uyumlu olarak gelmektedir. Birimin Oligosen—üst Miyosen zaman aralığında çökeldiği kabul edilmiştir (Yetiş ve Demirkol, 1986).

4.2.1.3 (3) Kaplankaya Formasyonu

Çalışma alanında çakıllı kumtaşı, kumtaşı, Çakıllı-kumlu kireçtaşı, silttaşı, vb yapılışlı birime Kaplankaya formasyonu adı verilmiştir (Yetiş ve Demirkol, 1986). İnceleme alanındaki Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı birimlerin güneyinde az çok paralel dağınık yüzlekleri bulunmaktadır. Birim, altta Mesozoyik yaşlı birimlerin üzerinde diskordan, Gildirli formasyonu üzerinde uyumlu, üstte ise Karaisalı formasyonu ile geçişlidir. Kaplankaya formasyonunun kalınlığı ortamın paleotopografik konumuyla bağımlı olarak değişmektedir. Kaplankaya formasyonu, Karaisalı formasyonunun çökelişi için uygun olmayan koşullarda üstte Güvenç formasyonunun ince kırıntılılarına geçmektedir. İnceleme alanı doğusunda ise birim üzerine uyumlu olarak Cingöz formasyonu gelmektedir. Birim Miyosen denizi transgresyonu tabanındaki sığ denizel nitelikli ilk birimdir (Demirkol, 1989).

Birimden derlenen fosillerle Kaplankaya formasyonu Burdigaliyen-Langhiyen (Alt-Orta Miyosen) yaşını karakterize etmektedir (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

4.2.1.3 (4) Karaisalı Formasyonu

Karaisalı formasyonu ilk kez Schmidt (1961) tarafından litostratigrafik birim ayırdına dayalı olarak Karaisalı kalkeri olarak adlandırılmıştır. Daha sonra birime; Ergene (1972), İlker (1975), Görür (1979, 1980) ile Yetiş ve Demirkol (1984)

tarafından Karaisalı kireçtaşı; Yalçın ve Görür (1984) ile Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından ise Karaisalı formasyonu adlanması uygulanmıştır. Karaisalı formasyonu adını, çalışma alanının doğu sınırında bulunan Karaisalı ilçesinden almakta olup, tip yeri ve kesiti de burada yer almaktadır (Demirkol, 1989.).

Birim resifal nitelikli, genellikle beyaz, açık gri-bej renkli, orta-kalın katmanlı, bazen som, sert, yer yer algli, mercanlı, gastropod, lamellibrans ve ekinidli, killi biyoklastik kireçtaşı ile dolomili kireçtaşından oluşmaktadır. Karaisalı formasyonu topografik yükseklerde olduğu yönle bölgenin topografik düzensizlikleri, deniz seviyesindeki alçalıp yükselmeler ve havzaya taşınan çökel malzeme oranındaki değişimlere bağlı olarak altında ve üstünde bulunan birimlerle hızlı yanal ve düşey fasiyes değişimleri göstermektedir (Demirkol, 1989)

İnceleme alanında tanıtımları yapılan fosil topluluğuna göre birim Burdigaliyen-Langhiyen zaman aralığında çökelmiş olmalıdır (Yetiş ve Demirkol, 1986).

4.2.1.3 (5) Cingöz Formasyonu

Birim, inceleme alanı doğu-güney doğusunda Kaplankaya ve Karaisalı formasyonları üzerinde gözlenmektedir. Cingöz formasyonu, taban kesiminde yeşilimsi gri renkli iri çakıl ile yer yer blok boyutuna erişen başlıca; kireçtaşı, ofiyolit, çört, vb nden türeme, oldukça yuvarlak öğeli, orta-kalın katmanlı çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşı yapılarıdır. Güneye doğru birimde çakıltaşı azalmakta, çakıllı kumtaşı ve kum taşına geçiş gözlenmektedir. Çakıllı kumtaşı-kumtaşı başlıca; kuvars, feldispat, kireçtaşı ve ofiyolitten türeme as yuvarlak tanelerden oluşmakta ve türbiditik karakter göstermektedir. Birim, tabanındaki birimler ve üzerinde yer alan Güvenç formasyonu ile geçişlidir. Cingöz formasyonu, tanıtımları yapılan fosillere göre Burdigaliyen-Langhiyen yaş konağında çökelmiş olmalıdır (Yetiş ve Demirkol, 1986).

4.2.1.3 (6) Güvenç Formasyonu

Güvenç formasyonu adı Schmidt (1961) tarafından uygulanmıştır. Tipik lokalite ve kesiti Güvenç köyü dolayında bulunur. Birimin hakim litolojisini %80 şeyl ve marnlar oluşturur. Güvenç formasyonunun tabandaki Karaisalı kireçtaşı ile olan dokanağı geçişlidir. Birim; gri, mavimsi yeşilimsi şeyl, marn, ince kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Ana litolojisini şeyl ve marnlar oluşturup ince kumtaşı ve silttaşları arakatmanlar halindedir. Birim paleontolojik tanıtlara göre bölgede Orta Miyosen (Langhiyen – Serravaliyen) yaş konağını karakterize etmektedir. Derin deniz ortamını karakterize eden birim, resifal Karaisalı kireçtaşının resif ilerisi fasiyesini oluşturur (Yetiş, 1991.)

4.2.1.3 (7) Kuzgun Formasyonu

Formasyonun tabanında sıg denizel-karasal nitelikli asfasiyeslerden oluşma Kuzgun üyesi bulunup üzerinde ise Salbaş tüfit üyesi ile Memişli üyesi yer almaktadır (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(7) (a) Kuzgun Üyesi

Başlıca; çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanımından oluşan birim kırmızı, kahvarengi, alacalı renkli olup tekne şeklinde çapraz katmanlanma, düşük açılı çapraz katmanlanma, kaba lamine, dalga ripilli ve biyoturbasyon yapıları sunmaktadır. Bu üyenin kalınlığının 200-1600 m arasında olduğu bildirilmektedir. Tabanda Güvenç formasyonu ile geçişli olup tavanda ise Salbaş tüfit üyesi bulunmaktadır. Birimin Serravaliyen-Tortoniyen aralığında çökeldiği düşünülmektedir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(7) (b) Salbaş Tüfit Üyesi

Tabanda açık gri renkli volkanoklastik kumtaşı-çakıltası(yaklaşık 1 m) ile başlamaktadır. Üyenin esasını oluşturan ana tüfit kütlesi açık gri-kirli beyaz renkli,

kil ve mil içeren yer yer biyotit ve kıt mafik mineralli tüfit veya volkanoklastik miltaş yapışlıdır. Bazı kesimlerde belirgin, düşük açılı, yavvan çapraz katmanlanmalı olup genellikle çok kalın katmanlı-som görünüşlüdür. Birimin kalınlığı bölgesel olarak 0-10 m arasındadır. Kuzgun formasyonu içerisinde bir kılavuz katman niteliğinde olan bu üyenin taban dokanağı Kuzgun üyesi, tavan dokanağı ise Memişli üyesi ile uyumludur. Birim Tortoniyen yaşlıdır (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(7) (c) Memişli Üyesi

Başlıca akarsu, göl sığ deniz çökellerinden oluşan birim alacalı renkli, çapraz katmanlı çakıllı kumtaşı ve kaba kumtaşı ile başlamaktadır. Üzerine ince-orta katmanlı, düşük açılı tekne biçimli çapraz katmanlı kumtaşı ve daha üstte ise kırmızı kahve, alacalı renkli silttaşı-çamurtaşı gelmektedir. Sığ denizel çökeller ise seyrek çakıllı ince orta kumtaşı, silttaşı-çamurtaşı yapışlıdır. Kumtaşlarında çapraz katmanlanma, paralel laminalanma, dalgalı laminalanma ve belirgin dalga kırıkları yer almaktadır. Birimin kalınlığı 850 m ye ulaşmaktadır. Tabanında Salbaş üyesi olan birim üzerine gelen Handeresi formasyonu ile geçişlidir. Bu üye Tortoniyen-Messiniyen aralığında çökelmiştir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(8) Handere Formasyonu

Birim başlıca boz renkli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı, marn yapışlı olup yer yer alçıtaşı mercekleri kapsamaktadır. Çakıltaşlarında teknemsi çapraz katmanlanma, ince kırıntılılarda ise paralel laminalanma gözlenmektedir. Birimin kalınlığı 120-700 m arasındadır. Altta Kuzgun formasyonu üzerinde geçişli bir dokanağa sahip olan birim, üstte Adana Baseninin yaygın taraça oluşumları ve yer yer de genç alüvyon ile örtülü bulunmaktadır. Fosil bulguları birimin Messiniyen-Pliyosen aralığında çökeldiğini göstermektedir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(8) (a) Gökkuyu Alçıtaşı Üyesi

Handere formasyonu içerisinde bulunan, merceksel geometrili, yer yer birkaç km uzunluğa erişen alçıtaşları Gökkuyu alçıtaşı üyesi olarak adlandırılmıştır. Birimi oluşturan alçıtaşları beyaz-kirli beyaz renkli, iri kristalli, yer yer de ufak taneli ve kesme şekersi görünümlüdür. Birim içerisinde silttaşı-çamurtaşı arakatmanları bulunur. Bu üyenin kalınlığı yer yer 20 metreyi bulmaktadır. Alt ve üst kesiminde bulunan Handere formasyonunun kırıntıları ile yanal ve düşey geçişlidir. Messiniyen-Pliyosen aralığında çökelmiştir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(9) Taraça

Adana baseninde esas olarak iki tür taraça malzemesi bulunmaktadır. İlki sadece Handere formasyonunun topoğrafik yüksekliklerinde yüzeyleyen eski ve yeni alüvyonla örtülü olan taraçadır. İkincisi ise Çakıt Çayı, Körkün ve Eğlence Suyu ile Seyhan Nehri yatağına az çok paralel, değişik genişlik ve uzunlukta olanıdır. Tabanda çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ile başlayıp gri renkli, çapraz katmanlanmalı çakıllı kaba kumtaşı ile devam eden birimin üst kesiminde bloklu çakıltaşı yer almaktadır. Nehir taraçaları yaklaşık 30m kalınlığa ulaşabilmektedir (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(10) Kaliçi

Yer altı sularının taraça malzemesi içerisinde yüzeye doğru yükselirken buharlaşarak içindeki karbonatın çökmesi ile yaygın kaliçi oluşumları meydana gelir. Tepe üzerlerinde ve yamaç eğimlerine uygun olarak oluşan kaliçiler yer yer 3-5 m kalınlığa ulaşmaktadır (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.1.3.(11) Alüvyon

Adana baseninde, Adana ovasını oluşturan eski alüvyonlar ile dere boylarında gelişmiş genç alüvyonlar bulunmaktadır. Eski alüvyonları delta oluşumları olarak

kabul etmek de mümkündür. Seyhan ve Ceyhan Irmakları'nın denize döküldüğü yerlerde çökelttiği ve şu an üzerlerine organik toprak örtüsünün bulunduğu bu birim verimli Çukurova'yı oluşturmaktadır. Genç alüvyonlar dere boylarında gelişmiş olup genelde kötü boylanmış, tutturulmamış çakıl, kum ve mil malzemesinden oluşmuştur. Çakıl, kum ve milli malzeme başlıca, Toros orojenik kuşağının temel litolojisine bağlı olarak ofiyolit, değişik kireçtaşı türleri, radyolarit, çört, kuvarsit vb.den türemedir. Bu alüvyonlardaki çakıl, kum ve mil oranları derenin türüne göre değişim sunmaktadır. Örneğin, düşük sinüslü menderesli akarsu görünümünde olan Çakıt Çayı boyunca çakıl oranı yüksek olup, bu çaydaki çakıl ocakları Adana ilinin en büyük agrega ocaklarını oluşturmaktadırlar (Usta ve Beyazçiçek, 2006).

4.2.2 Alloktan Birimler

4.2.2.1 Kızıldağ Melanjı

İnceleme alanı kuzeyinde Mesozoyik istifin üzerinde yer alan, genel görünümü yumuşak bir morfoloji içinde gelişigüzel saçılmış değişik boyutlarda masif ve iri kaya bloklarından oluşan birim Kızıldağ melanjı olarak adlandırılmıştır (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

Spilitik lavlar egemen olup fliş, Volcano-tortul, volkanik gereç, radyolarit, kırıntılı kütle akmaları yaygındır. İçinde değişik boyut ve konumda serpantinit mercekleri, değişik granodiyorit, gabro blokları, ofiyolitik kayaç ve çeşitli çökel kayaçlara rastlanmaktadır. Radyolarit blokları; kırmızı-kahverengi, 3—20 cm kalınlığında kil arakatlı olup sık kıvrımcıktır. Serpantinit bloklu bir yapıya sahiptir. Birim içinde farklı kaya parçalarının uzun eksenlerinin yönlenmesi yapısal bir denetimin varlığını göstermektedir. Ayrıca, her kaya parçası da kendine özgü bir iç deformasyon yapısı taşımaktadır (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

Kızıldağ melanjı Üst Mestrihtiyen ve Öncesi litostratigrafi birimleri üzerine bindirmeli olarak, üzerine ise Tersiyer istifinin yüzeylenmediği kesimlerde Faraşa ofiyoliti tektonik dokanakla gelmektedir (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

Kızıldağ melanji içerisinde değişik büyüklükte yüzleklere sahip kireçtaşıdan oluşan bloklar ayrı olarak haritalanmıştır (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

Bunlar metre ölçeğinden kilometrelerce uzunluğa erişen büyüklüktedir. Morfolojik çıkıntılar oluşturan blok görünümlü, masif, çörtlü kireçtaşı, masif kireçtaşı, radyolarit, volkanik breş, gabro, diyabaz, granodiyorit bulunmaktadır. Bütün kaya blokları birbiriyle kaotik ilişkiye sahiptirler ve uzun eksenleri genelde D-B ya yakın bir uzanım sunmaktadır. Böylece bunların uzun eksenlerinin yönlenmesi açısından yapısal bir kontrolün varlığına işaret etmektedir. Ayrıca bloklar kendilerine özgü iç deformasyon da sunmaktadır. Kireçtaşı blokları Mesozoyik karbonatları ile eşitli bulunmaktadır. Başlıca kireçtaşı yapıllı bloklar yer yer dolomitik kireçtaşı ve dolomit görünümü sunmaktadır (Demirkol, 1989).

Kızıldağ melanji, inceleme alanı sınırları içerisinde Jura—Üst Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu ile Üst Kretase (Kampaniyen-Üst Mestrihtiyen) yaşlı Yavça formasyonu üzerine bindirmelidir. Bölgesel ölçekte ise üzerine Üst Mestrihtiyen yaşlı birimler gelmektedir (Çalapkulu, 1976; Yılmaz, 1984). Böylece Kızıldağ melanji üst Mestrihtiyen sırası ve sonrasında bölgeye yerleşmiş olmalıdır (Ünlügenç ve Demirkol, 1987).

4.2.2.2 Faraşa Ofiyoliti

Birim, inceleme alanı kuzey—kuzeybatısında iki ayrı yüzleğe sahip bulunmaktadır. Serpantinleşmiş ultramafik ve mafik bileşimli bir kayaç topluluğundan oluşmaktadır. Yaygın kaya türlerini; harzburjit, dünit, piroksenit, gabro ve diyabaz dayk kümeleri oluşturmaktadır. Harzburjitler genelde iyi gelişmiş foliasyon ve lineasyon sınırları içerisinde yer yer dünit arakatmanları ile İzoklinal kıvrımlanma gözlenmektedir. Çalışma alanı kuzeyinde birimin içinde çok az oranda diyorit ve granit bulunduğu bildirilmektedir (Çakır, 1972; Juteau, 1979). Birim, inceleme alanı sınırları içerisinde Kızıldağ melanji üzerinde bindirmeli olup üzerine Adana baseni Tersiyer istifinin görsel nitelikli kırıntılı—karbonatlardan oluşan Karsanti formasyonu heterolitik diskordanslı olarak gelmektedir. Tekeli ve diğerlerinin (1981) Aladağlarda ayırtladığı Aladağ ofiyolit karmaşığı ile Anıl ve

diğerlerinin (1986) Gerdibi—Pozantı alanında isim vermeden ayırtladıkları plutonik birlik ile dolerit—diyabaz daykları ve volkanik kayalar Faraşa ofiyoliti ile eşitli bulunmaktadır.

İnceleme alanı sınırları içerisinde Kızıldağ melanjı en genç olarak Üst Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu ve Yavça formasyonu üzerine bindirmelidir. Bunun üzerine ise ikinci bir bindirme ile Faraşa ofiyoliti gelmektedir. Ofiyolit napı üzerinde Tersiyer çökellerinden Oligosen-Alt Miyosen ve Miyosen yaşlı kayalar diskordanslıdır(Demirkol, 1989).

Faraşa ofiyoliti; inceleme alanı sınırları içerisinde Kampaniyen-Üst Mestrihtiyen yaşlı Yavça formasyonu üzerinde tektonik dokanaklı olması ve inceleme alanı sınırları dışında ise ofiyolit naplarının yerleşmesi sonrasında çökelen birimler üst Mestrihtiyen ve daha genç yaşta olduğundan (Yılmaz, 1984) bölgeye üst Mestrihtiyen sırasında ve sonrasında yerleşmiş olmalıdır.

4.3 Bölgenin Yapısal Jeolojisi

Karaisalı – Hacıkırı kesitinde belirgin kıvrımlanma gözlenmez. Bu kesitte düşey ve düşeye yakın eğilimler sunan faylar belirlenmiştir (Lagap, 1985). Faylar Çakıt vadisini kesmekte olup genellikle KD-GB yönünde belirgin uzanımlıdır. Çakıt vadisi boyunca az çok birbirlerine paralel konumda bulunan faylar kuzeyden güneye Çakıt I – IV şeklinde ardalanmışlardır (Lagap, 1985). Karaisalı – Hacıkırı kesiti ile Çakıt I ve Çakıt II fayları kesilmekte olup kuzeyde bulunan Çakıt I fayı N50E uzanımlı düşey bir faydır. Bu fay güneyde yükselen Permo - Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı formasyonu ile Kuzeyde Üst Trias – Kratese yaşlı Demirkazık kireçtaşını birbirinden ayırmaktadır. Çakıt II fayı önceki fayın daha güneyinde bulunmaktadır. N45E doğrultulu 75⁰ NW eğimli normal bir faydır. Kuzeyde düşen Karahamzauşağı formasyonu olup, güneyde Orta – Üst Devoniyen yaşlı Yerköprü formasyonu yükselmiştir (Yetiş, 1991).

4.4 Baraj Alanının Jeolojisi

4.4.1 Baraj Alanının Genel Jeolojisi

4.4.1.1 Kumtaşı – Çakıtaşı

Yılmaz (1999)'a göre inceleme alanına bakıldığında (Şekil 4.2), en altta Cingöz Formasyonu gözlenmektedir. Sığ deniz ortamında oluşmuş olan istifin alt düzeyleri alacalı kırmızı renkli, üst düzeylere doğru gri renkli olup çakıtaşı ve kumtaşı birimlerinden oluşur. Çakıtaşı ve kumtaşı birimleri içerisinde kama ve mercek şekilleri oluşturan, yer yer oldukça kalınlık sunabilen silttaşı ve kiltası ara düzeyleri de bulunur. Alacalı kırmızı renkli istifte çakıtaşı, gri renkli istifte ise kumtaşı birimi fazladır. Çakıtaşı değişik boylarda, yuvarlağımsıdır. Birim; kireçtaşı, ofiyolit, sileksit ve radyolarit çakıllarının kum, silt ve kireç bağlayıcı ile iyi tutturulmasından oluşmuştur. Kumtaşı, ince taneli, yer yer silttaşı görünümlü kireç bağlayıcılıdır. Köşeli, kırıklı ve serttir. Katmanlar farklı kalınlıklar sergilemektedir. Birim içerisinde bol fauna kapsayan düzeylerde dış yapraklanmalar görülür. Eklemler ve kalsit dolgular gelişmiştir (Şekil 4.3).

4.4.1.2 Kumtaşı (1)

Sarı ve bej renklerde iri kum – ince çakıl boyutunda feldispatik – litik arenitlerden oluşur. İçerisinde yer yer kireçtaşı çakıl ve blokları görülür. Birim kalın katmanlı olup tabaka kalınlıkları yaklaşık 0,5 m'dir. Çalışma alanının kuzeyinde görülen söz konusu birimin kalınlığı en az 200 m'dir (Yılmaz, 1999) (Şekil 4.3).

4.4.1.3 Kumtaşı (2)

Yılmaz (1999)'a göre formasyon sarı, bej renklerde, ince tanelidir. Sert, sıkı tutturulmuş, köşeli pürüklü kırıklı ve serizit katkılıdır. İnce – orta katmanlıdır. Eklemler oldukça fazladır. Birim içerisinde yeşil renklerde, yumuşak ve laminalı kiltası, yer yer de sarı renkli, çok ince katmanlı silttaşı düzeyleri izlenir. Baraj

yakınında görülmekte olan kıltaşı ve silttaşı düzeyleri çalışma alanının doğusuna doğru azalarak kumtaşına dönüşür. Ayrıca birim türbiditik özellikli olup havzanın derin kısımlarına (güneye) doğru incelererek açık deniz şeyllerinden oluşan birim içerisinde kaybolur. İnceleme alanının doğusunda gözlenen birimin kalınlığı en az 500 m'dir (Şekil 4.3).

4.4.1.4 Kıltaşı (Şeyl)

Mavi, gri ve kahverenkli. Birim yumuşak ve sert arasında olup siltli, karbonlu, seyrek piritli, bol mikrofosilli (globijerin) ve laminalanmalıdır. Silttaşı ve kumtaşı ile ara katmanlıdır. Silttaşı ve kumtaşı düzeylerinin tabaka kalınlığı en fazla 2 – 3 cm arasındadır. İnceleme alanının güneyine doğru daha da yaygınlaşan istifin kalınlığı 2000 m'den fazladır (Yılmaz, 1999) (Şekil 4.3).

4.4.1.5 Çakıltaşı (Taraça)

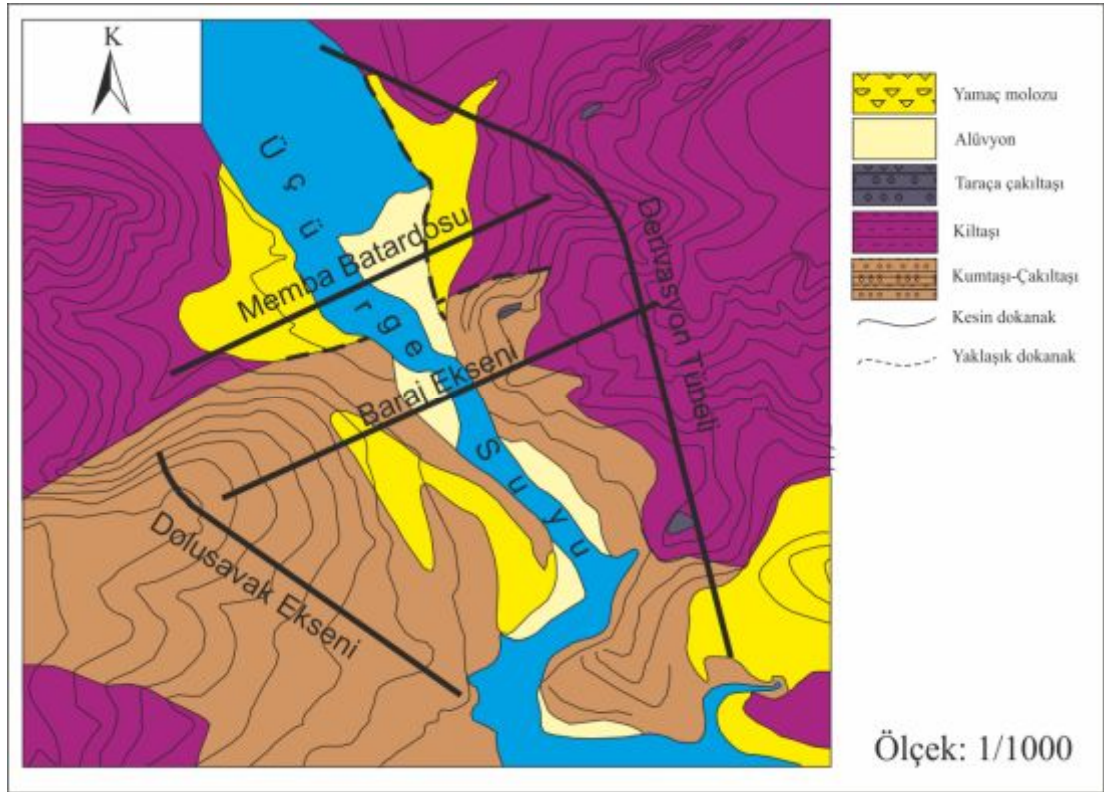
Üçürge Suyu boyunca vadiye yakın tepelerde gizlenen genellikle zayıf kireç bağlayıcılı kum ve çakıllıdır. Çakıllar polijeniktir. Birim akarsu oluşudur. İnceleme alanındaki kalınlığı en fazla 5 m'dir (Yılmaz, 1999) (Şekil 4.3).

4.4.1.6 Yamaç Molozu

Yamaç eteklerinde ve kuru derelerde oluşan kaba gereçtir. Gevşek olup killi ve kumludur. Kalınlığı en fazla 4 m'dir (Yılmaz, 1999) (Şekil 4.3).

4.4.1.7 Alüvyon

Üçürge Suyu boyunca gelişen killi ve siltli kum ve çakıl bloklarıdır. Baraj yerinde yaklaşık kalınlık 4 m'dir (Yılmaz, 1999) (Şekil 4.3).



Şekil 4.2 Baraj alanı jeoloji haritası (DSİ Karaisalı Projesi, 1985)

MESOZOYİK		S E N O Z O Y İ K					Üst Sistem	
KRETASE		T E R S İ Y E R					Sistem	
		M İ Y O S E N					Alt Sistem	
		O r t a M i y o s e n		Pleyis tosen		Seri		
		>500		>200		>1000		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		>300		
>500		>500		>300		>1000		
		Alt Miyosen		O r t a M i y o s e n		Holosen		
		>500		>200		&		

4.4.2 Baraj Alanının Yapısal Jeolojisi

4.4.2.1 Katmanlanma

İnceleme alanının kuzeybatısında kireçtaşı görülür. Değişik doğrultu ve eğim sunmakla beraber doğrultuları kuzeydoğu – güneybatı, eğimleri kuzeybatıya doğru 7° – 70° arasında değişir. Katmanlar belirgin olup orta kalın katmanlıdır (Yılmaz, 1999).

Kireçtaşı üzerine gelen Miyosen yaşlı kumtaşı – çakıltası, kumtaşı (1), kumtaşı (2) ve kıltaşı birimleri daha düzenli eğim ve doğrultu sunarlar. Kuzeydoğu – güneybatı doğrultulu 10° – 20° arasında değişen güneydoğuya eğimler ölçülmüştür (Yılmaz, 1999).

4.4.2.2 Kıvrımlanma

İnceleme alanının kuzeybatısında görülen kireçtaşı biriminde kuzeydoğu – güneybatı doğrultulu kıvrımlar izlenir. Miyosen yaşlı birimler kuzeydoğu – güneybatı doğrultulu bir senklinal oluştururlar. Kıvrımlanmalar “Alpin Orojenezi” ile ilgilidir (Yılmaz, 1999).

4.4.2.3 Eklemlenme

Eklemler kireçtaşında gelişmiştir. Doğrultu ve eğimleri çeşitlidir. Miyosen yaşlı istifte kuzeydoğu – güneybatı ile kuzey – güney doğrultulu düşeye yakın eğimli kırıklar izlenir. Baraj yerindeki fayı oluşturan hareketler sonucu geliştikleri sanılmaktadır. Faya çok yakın yerlerde oluşan kırıklarda ise düzensizlikler görülür (Yılmaz, 1999).

4.4.2.4 Faylanma

Baraj yeri ve inceleme alanında kuzeydoğu – güneybatı doğrultulu düşey atımlı faylar gözlenmiştir. Baraj yerinde görülen fay verev fay olup, olası atım 30 – 50 m arasındadır. Mansap bloku yükselen bloktur. Kuzeydoğu’ya doğru atım

azalmaktadır. Nergizlik Köyü kuzeyinde görülen fay ise normal fay olup memba bloku yükselmiştir. İnceleme alanında görülen faylar Miyosen sonrası hareketlerle oluşmuştur (Yılmaz, 1999).

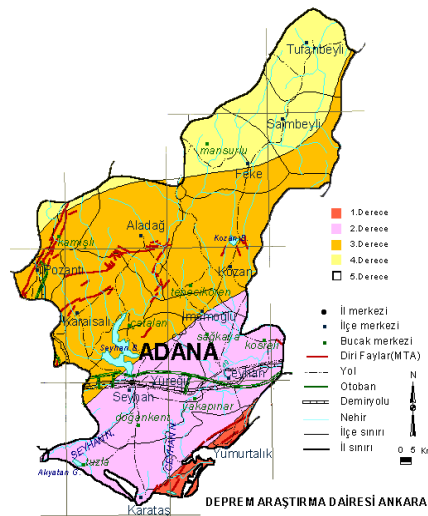
4.4.2.5 Diskordans – Konkordans

İnceleme alanında temeli Kretase (?) yaşlı kireçtaşı oluşturur. Miyosen yaşlı istif diskordan olarak kireçtaşı üzerine oturur. Diskordans yüzeyi güneydoğuya eğimlidir. Miyosen istifindeki birimler ise intraormasyonel küçük diskordanslar dışında uyumludur. Ayrıca taraça çakıltası, Miyosen yaşlı birimler üzerine diskordan olarak gelir (Yılmaz, 1999).

4.4.3 Baraj Alanının Depremselliği

İmar ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan ve Bakanlar Kurulunun 18.4.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararıyla yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'na göre baraj yeri ve göl alanı üçüncü derece deprem bölgesi içindedir (Şekil 4.4). Üçüncü derece deprem Değiştirilmiş Mercalli şiddet cetveline göre VI'ya karşılık gelmektedir.

Deprem şiddeti ile yüzey ivmesi korelasyonundan VI şiddetindeki depremin yatay ivmesinin 0,05 g olduğu görülür. Emniyet açısından 0,07 g seçilmelidir (<http://www.deprem.gov.tr/>).



Şekil 4.4 Adana Baseni deprem bölgesi haritası (<http://www.deprem.gov.tr/>)

4.5 Nergizlik Barajı

Nergizlik Barajı, Adana'nın Karaisalı ilçesi Nergizlik Köyü'nde, Üçürge Suyu üzerinde sulama ve taşkın önleme amacıyla 1985 – 1995 yılları arasında inşa edilmiştir. Baraj gövdesi ve rezervuar alanına ait fotoğraflar Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.

Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi $1.554.000 \text{ m}^3$, akarsu yatağından yüksekliği 53 m'dir (Şekil 4.8). Barajın kret kotu 334,20 m, kret uzunluğu ise 382 m'dir. Normal su kotunda göl hacmi $21,80 \text{ hm}^3$, normal su kotunda göl alanı $1,08 \text{ km}^2$ 'dir. Nehrin yıllık akımı ortalama $16,77 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Baraj 2.326 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir (www.dsi.gov.tr).



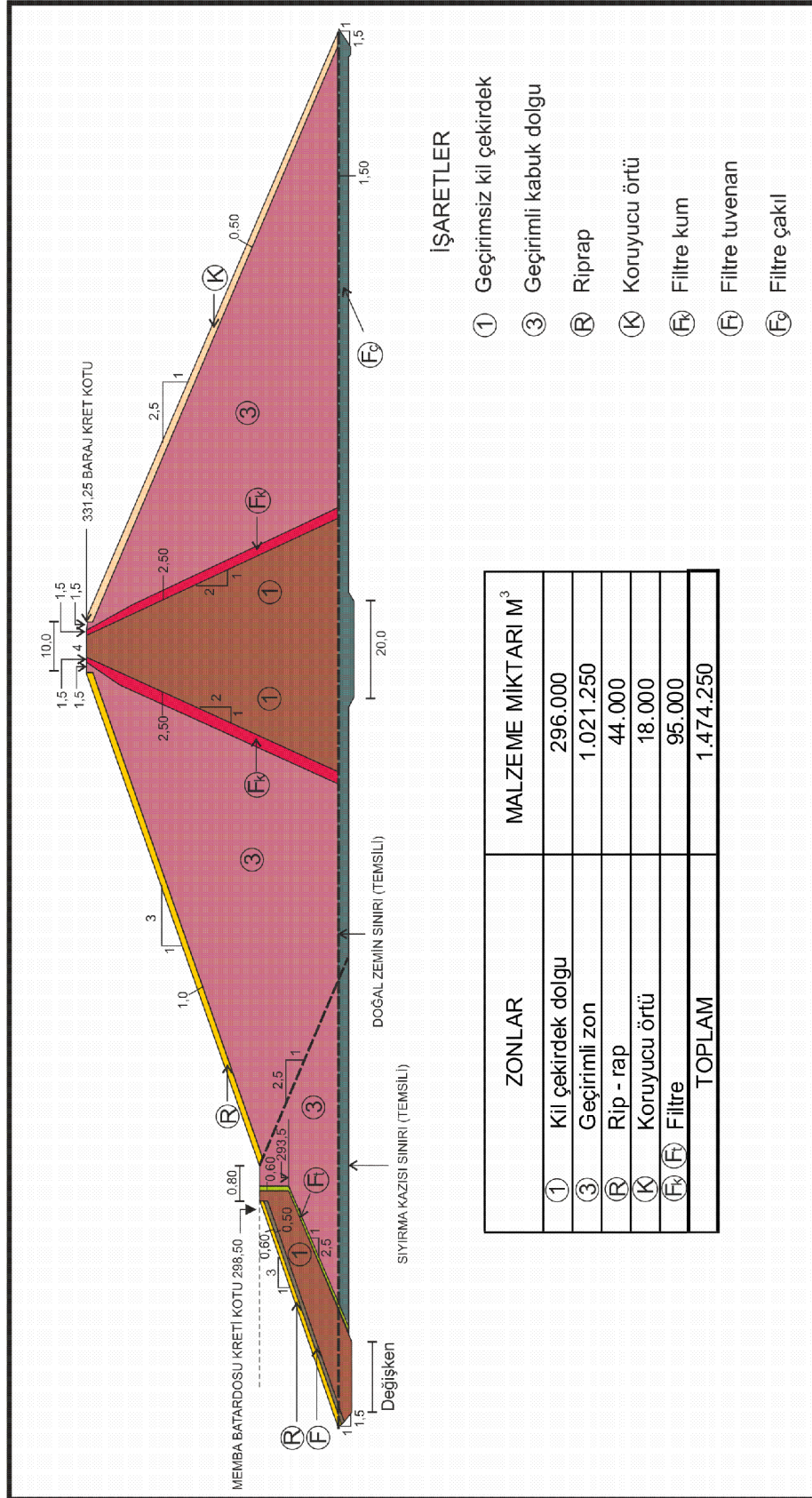
Şekil 4.5 Baraj gövdesi genel görünümü (mansap tarafı)



şekil 4.6 Baraj gövdesi görünümü (membra tarafı)



şekil 4.7 Baraj rezervuar alanından bir görünüm



Şekil 4.8 Nergizlik Barajı'na ait gövde kesiti (Özgül, 1986'dan değiştirilerek alınmıştır.)

4.6 Numunelerin İndeks ve Mühendislik Özellikleri

4.6.1 Numunelerin İndeks Özellikleri

Nergizlik Barajı kil çekirdeğinin 2 ayrı noktasından alınan örselenmemiş numuneler KÇ-1 ve KÇ-2 olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca baraj kil çekirdeğinde kullanılan malzemenin alındığı kil ocağından da numune alınmış, laboratuvar ortamında sıkıştırılmış ve bu numune de KO-1 olarak isimlendirilmiştir. Deney numunelerinin indeks özelliklerinin belirlenmesi için Atterberg (kıvam) limitleri, özgül ağırlık tayini, tane boyu (hidrometre ve elek) analizleri yapılmıştır. Ayrıca kil ocağından alınan numune de KO-2 olarak adlandırılmış ve numunenin doğal haldeki tane boyu analizi yapılmıştır.

Yapılan Atterberg (kıvam) limitleri deneyi sonucunda numunelerin kıvam limiti değerleri tespit edilmiş ve Çizelge 4.1’te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Atterberg limitleri deney sonucu

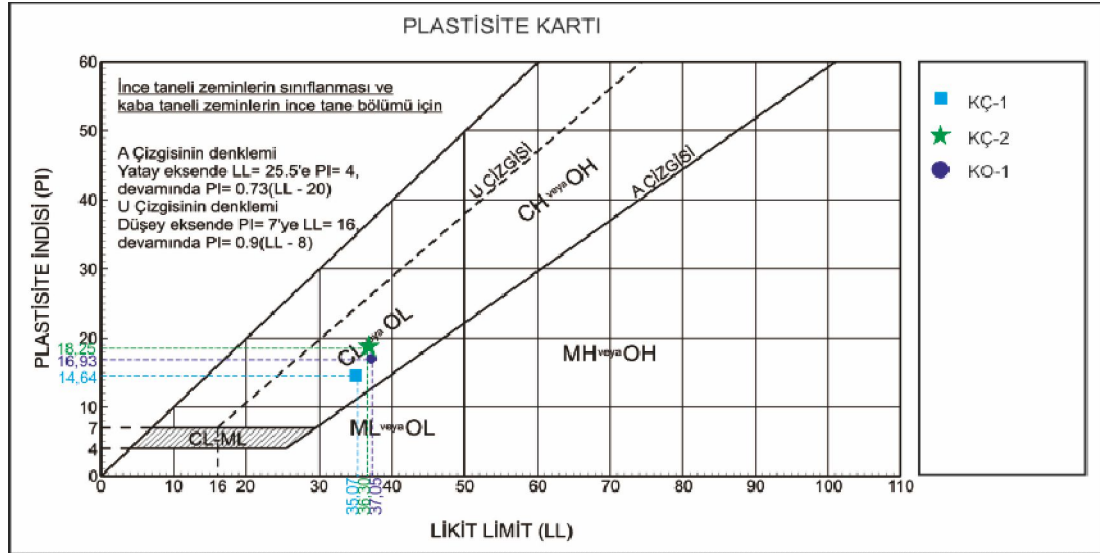
	KÇ-1	KÇ-2	KO-1
Likit Limit (LL)	%35,07	%36,30	%37,05
Plastik Limit (PL)	%20,43	%18,05	%20,12
Plastisite İndisi (PI)	%14,64	%18,25	%16,93
Zemin Tipi (USCS)	CL	CL	CL

Zeminin kıvam değerlerinin tespitinden sonra, zeminin LL ve PI değerleri Casagrande Plastisite kartı üzerine işaretlenerek zeminin türü bulunmuştur (Şekil 4.9).

Numunelerin plastisite indislerinin (PI) belirlenmesinin ardından numunelerin plastisite indislerine göre plastisite dereceleri ve kuru dayanımları hakkında tanımlama yapılmıştır (Çizelge 4.2). Buna göre KÇ-1 numunesinin plastisite derecesi az plastik ve kuru dayanımı düşük; KÇ-2 ve KO-1 numunelerinin plastisite dereceleri plastik ve dayanımları ise orta yüksek olarak belirlenmiştir. Her üç Atterberg deneyine ait tüm deney verileri EK-6,EK-7 VE EK-8’de verilmiştir.

Yapılan özgül ağırlık deneyleri sonucunda KÇ-1 numunesinin özgül ağırlığı 2,65, KÇ-2 numunesinin özgül ağırlığının 2,63 ve KO-1 numunesinin özgül

ağırlığının 2,66 olduğu belirlenmiştir. Bu özgül ağırlık deneylerine ait detay deney verileri EK-9, EK-10 VE EK-11’de sunulmuştur.



Şekil 4.9. Casagrande plastisite kartı üzerinde zeminlerin sınıflanması (Casagrande, 1948’den değiştirilmiştir.)

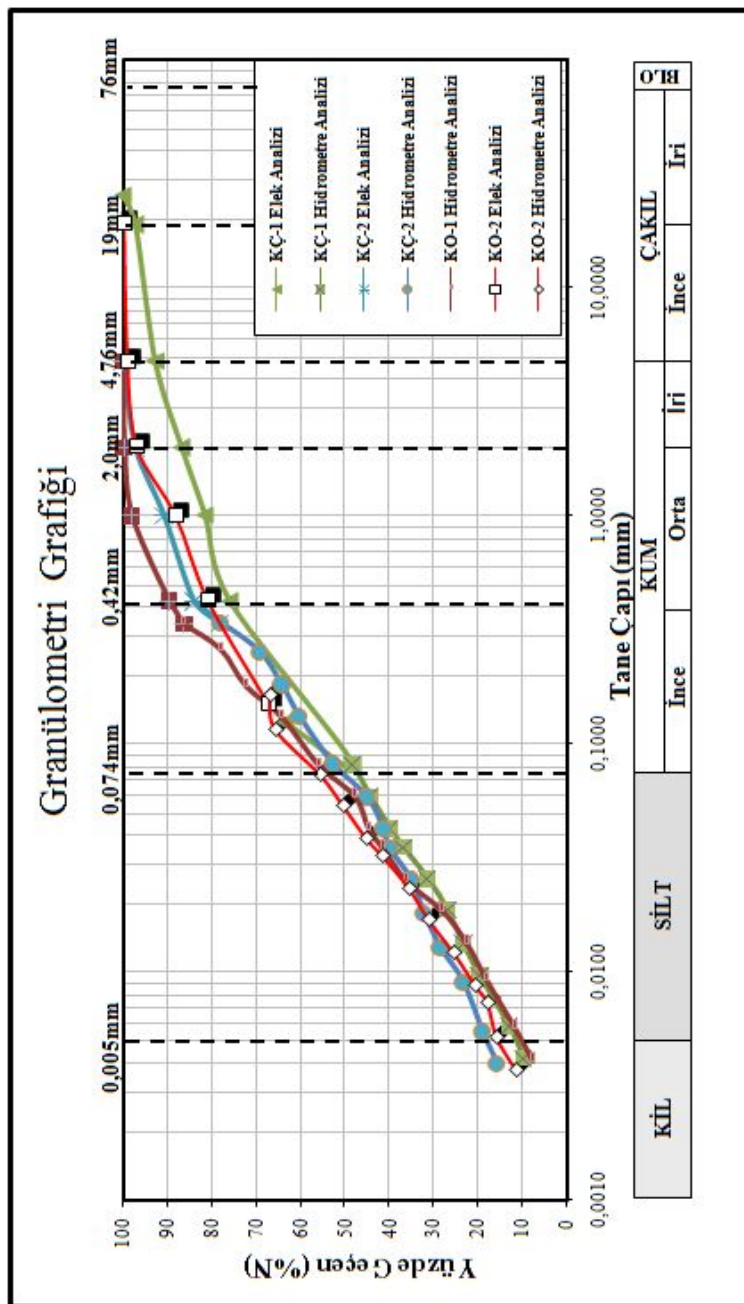
Çizelge 4.2. Plastisite derecesinin plastisite indisine (PI) göre belirlenmesi (Leonards, 1962)

Plastisite İndisi: PI (%)	Plastisite Derecesi	Kuru Dayanım
0-5	Plastik değil	Çok düşük
5-15	Az plastik	Düşük
15-40	Plastik	Orta yüksek
>40	Çok plastik	Yüksek

Numuneler üzerinde granülometri (tane boyu) tayini de yapılmıştır. Elek analizi ve hidrometre analizi olarak iki aşamada yapılan deneyler sonucunda numunelerin granülometri eğrileri çizilmiş ve zeminleri oluşturan tanelerin yüzdeleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.10). Söz konusu numunelerin granülometri grafiklerine bakıldığında, numunelerin iyi derecelenmiş oldukları görülmüştür. Ayrıca zemin numuneleri EK-5’te sunulan Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi (USCS)’ne göre sınıflandırılmış ve zemin sınıfları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Yapılan dört granülometri deneyine ait detay deney verileri EK-12, EK-13, EK-14 ve EK-15’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Deney numunelerine ait tane boyu yüzdeleri ve zemin sınıfları

	KÇ-1	KÇ-2	KO-1	KO-2
Çakıl (%)	8,0	-	-	0,9
Kum (%)	40,7	51,0	45,0	43,4
Silt (%)	39,3	31,0	44,0	39,9
Kil (%)	12,0	18,0	11,0	15,8
USCS Sınıfı	CL	SC	CL	CL



Şekil 4.10 Numunelere ait granülometri eğrileri

4.6.2 Numunelerin Mühendislik Özellikleri

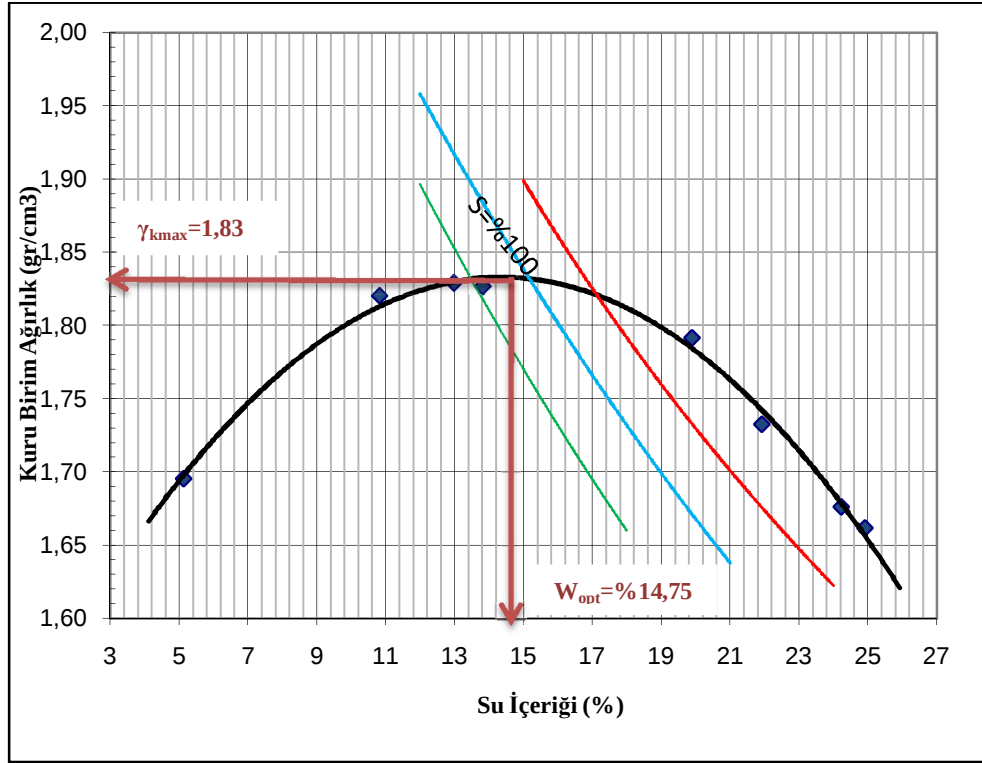
Çalışmanın bu bölümünde numunelerin bazı mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Baraj kil çekirdeğinde kullanılan malzemenin alındığı kil ocağından alınan numune ile standart proctor deneyi yapılmıştır. Standart proctor ile sıkıştırılan numunenin optimum su içeriği (W_{opt}) ve bu su içeriğine karşılık gelen maksimum kuru birim hacim ağırlığı ($\gamma_{k_{max}}$) belirlenmiştir. Bu su içeriği ve kuru birim hacim ağırlığı sağlayacak şekilde numune optimum su içeriğinde tekrar sıkıştırılmış ve çelik ring ile kompaksiyon moldu içerisinde numune alınmıştır. Kompaksiyon numunesi KO-1 olarak isimlendirilmiştir. Bu işlemlerin ardından KÇ-1, KÇ-2 ve KO-1 olarak isimlendirilen numunelerle, baraj gövdesinin farklı seviyelerini simüle edecek şekilde farklı yükler altında permeabilite ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır.

4.6.2.1 Standart Proctor Deneyi

Bilindiği üzere baraj kil çekirdeklerinde kullanılan malzeme ocaktan alındığı şekilde direkt olarak kullanılmamakta, olabildiğince geçirimsiz hale getirilerek o malzemeden beklenen işlevi yerine getirebilecek hale getirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan malzemenin maksimum geçirimsizlik sağlayabilecek hale getirilebilmesi için malzeme üzerinde bir dizi işlem uygulanmaktadır. Bu işlemlerden biri olan kompaksiyonla geçirimsizlik sağlama yöntemi, kolaylığı ve ekonomik olması sebebiyle oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde laboratuvar ortamında zeminin standart sıkışma enerjisi altında maksimum sıkışmayı sağladığı su içeriği bulunarak, zemin arazide aynı su içeriğinde ve aynı sıkışma enerjisi altında sıkıştırılmaktadır.

Kil ocağından alınan malzeme üzerinde yapılan standart proctor deneyi sonucunda numunenin optimum su içeriği (W_{opt}) %14,75 olarak bulunmuştur. Optimum su içeriğine karşılık gelen maksimum kuru birim hacim ağırlık değeri ($\gamma_{k_{max}}$) ise 1,83 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Numunenin maksimum sıkışmanın

sağlandığı noktadaki doygunluk derecesinin %80 - %90 aralığında olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. KO-1 numunesine ait standart proctor deney grafiği

Yapılan standart proctor deneyine ait tüm detay deney verileri EK-16'da verilmiştir.

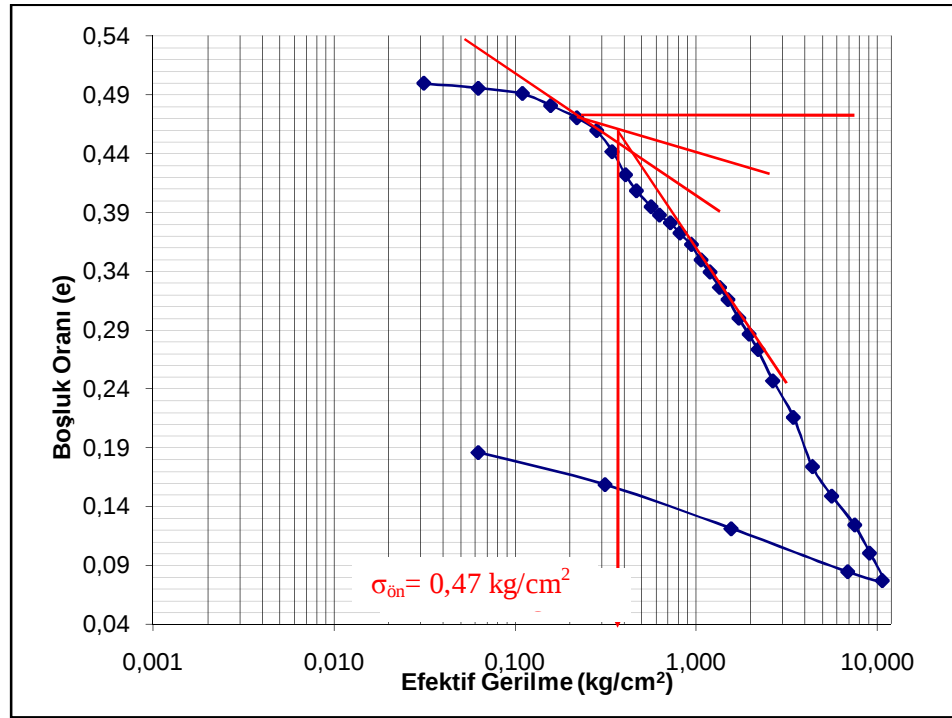
4.6.2.2 Konsolidasyon Deneyi

Bu aşamada KÇ-1, KÇ-2 ve KO-1 numuneleri çelik ring ile alınmış ve konsolidasyon deneyine tabi tutulmuştur. Tüm numunelerle yapılan konsolidasyon deney grafikleri Casagrande yöntemiyle çizilmiş ve yine Casagrande (1936) tarafından önerilen yöntemle ön konsolidasyon basınçları ($\sigma_{ön}$) bulunmuştur.

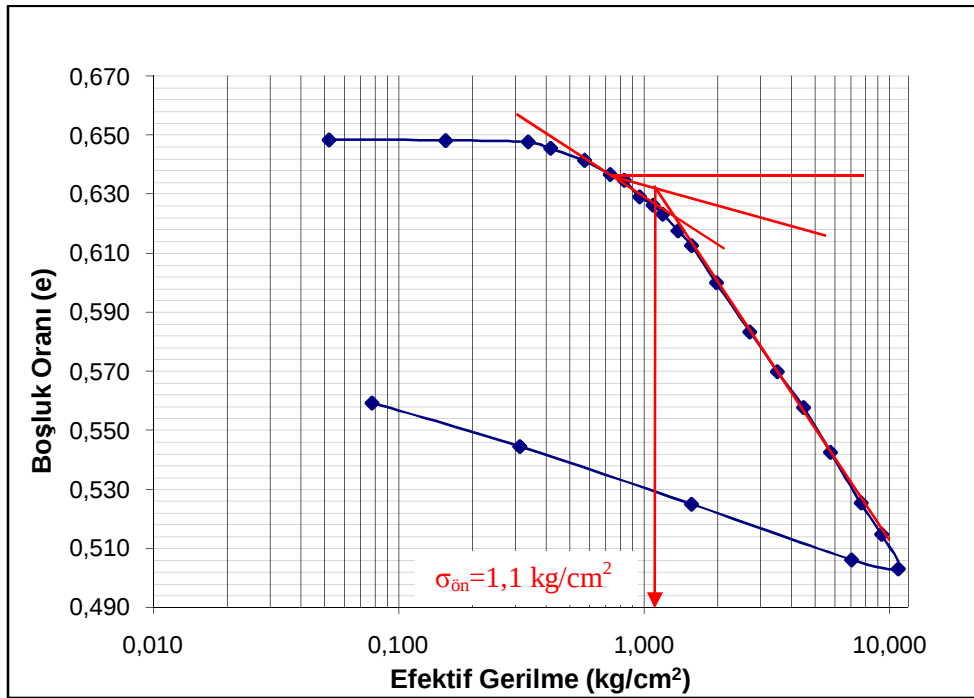
Yapılan hesaplamalar sonucunda KÇ-1 numunesinin ön konsolidasyon basıncı $0,47 \text{ kg/cm}^2$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.12). KÇ-2 numunesinin ön konsolidasyon basıncı ise $1,1 \text{ kg/cm}^2$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.13). Laboratuar

ortamında sıkıştırılıp KO-1 olarak isimlendirilen numunenin ön konsolidasyon basıncı ise $2,05 \text{ kg/cm}^2$ olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14).

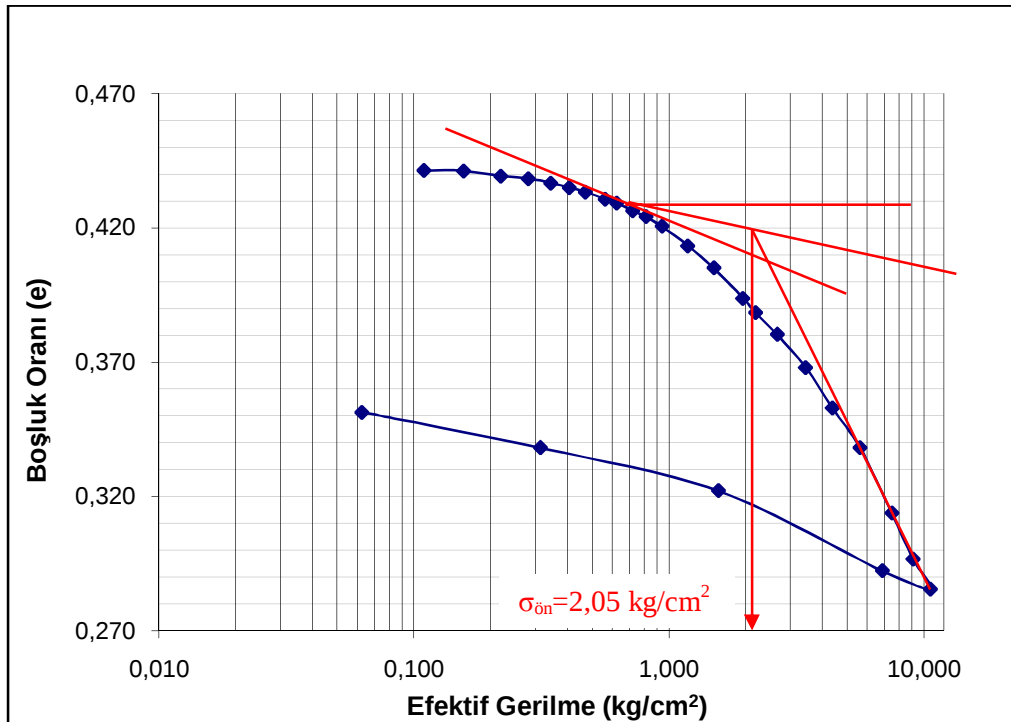
Numuneler üzerinde yapılan üç konsolidasyon deneyine ait deney verileri detaylı olarak EK-17, EK-18 ve EK-19’da verilmiştir.



Şekil 4.12 KÇ-1 numunesine ait konsolidasyon grafiği



Şekil 4.13 KÇ-2 numunesine ait konsolidasyon grafiği



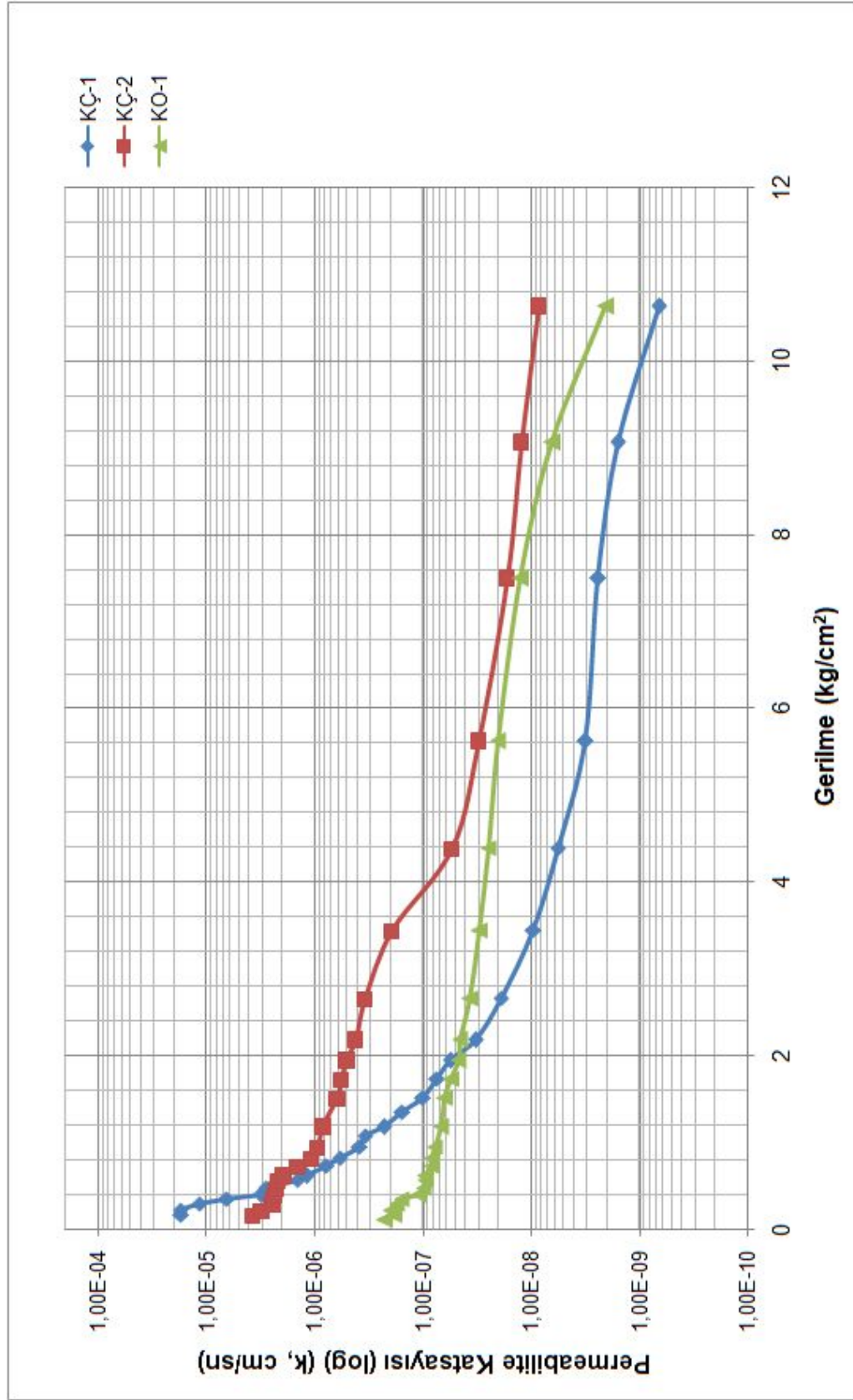
Şekil 4.14 KO-1 numunesine ait konsolidasyon grafiği

4.6.2.3 Permeabilite Deneyi

Şekil 4.15'te de gösterildiği üzere, KÇ-1 numunesi, deneyde uygulanan farklı yükler altında $1,71 \times 10^{-05}$ ile $6,56 \times 10^{-10}$ cm/sn arasında değişen permeabilite değerleri sunmaktadır. KÇ-2 numunesi, deneyde uygulanan farklı yükler altında $3,69 \times 10^{-06}$ ile $8,46 \times 10^{-09}$ cm/sn arasında değişen permeabilite değerleri sunmaktadır. KO-1 numunesi ise, deneyde uygulanan farklı yükler altında $2,25 \times 10^{-07}$ ile $2,01 \times 10^{-09}$ cm/sn arasında değişen permeabilite değerleri sunmaktadır.

Deney sonuçlarına genel olarak bakıldığında, numuneler üzerindeki efektif gerilme arttıkça numunelerin permeabilite katsayılarında düşüş gözlenmektedir. Özellikle KÇ-1 numunesinde, yaklaşık 2 kg/cm^2 'lik efektif gerilme değerine ulaşıncaya kadar oldukça keskin bir düşüş görülmektedir. Buna, söz konusu numunenin içerisinde bulunan kaba tanelilerin (özellikle çakıl boyu malzeme) sebep olduğu düşünülmektedir.

EK-20'den EK-91'e kadar olan eklerin tamamında, söz konusu permeabilite deneylerine ait detaylı deney verileri sunulmuştur.



Şekil 4.15. Deney numunelerinin farklı normal gerilmeler altındaki permeabilite değerleri

4.6.3 Numune Özelliklerinin Karşılaştırılması

Bir dolguda, dolgunun sağlıklı çalışabilmesi için mühendislik özelliklerinin yanında, dolguda kullanılan malzemenin özelliklerinin de önemi oldukça büyüktür. Peki bir yapıya temel olan, arkasında su tutan veya asfalt altındaki bir dolgu malzemesi içerisindeki zemin nasıl bir davranış gösterecektir? Bu konuda USBR'nin değişik toprak yapılar üzerindeki kazanımları mevcuttur (Holtz & Kovacs, 1981).

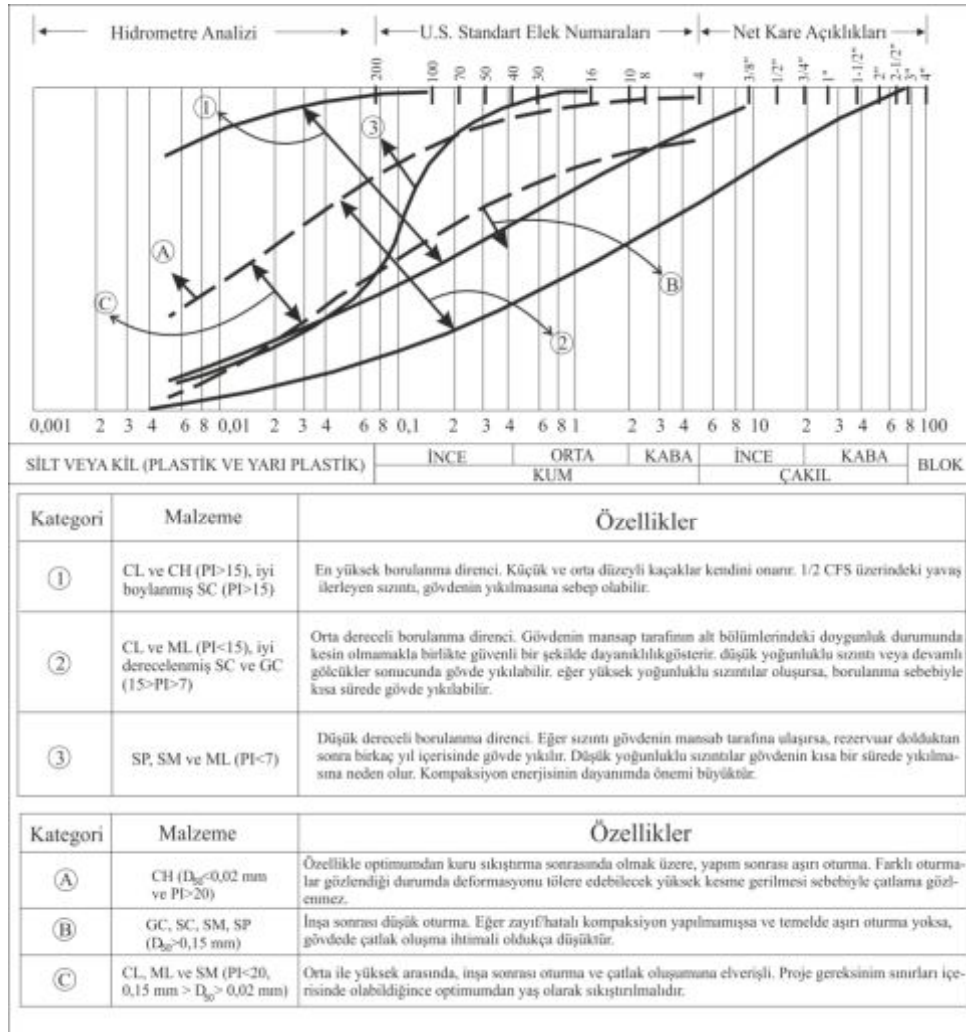
U.S Navy (1986)'ya göre organik olmayan ve çözünme özelliği bulunmayan zeminler modern kompaksiyon gereçleri kullanılarak dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Bununla beraber, aşağıda belirtilen zeminlerin dolgu malzemesi olarak seçimi ekonomik yönden ekstra külfet oluşturabilir:

- İyi boylanmış zeminler yetersiz kesme gerilmesine ve aşırı sıkışabilme özelliğine sahiptir.
- Düşük kompaksiyon enerjisi ve/veya düşük su içeriğinde sıkıştırma sonucunda orta – yüksek plastisiteli killerin şişme potansiyeli yüksektir.
- Yüksek doğal su içeriğine sahip plastik zeminlerin kompaksiyon için doğru su içeriğine getirilmesi oldukça zordur.
- Tabakalanmış zeminlerin oldukça yoğun bir şekilde karıştırılması gerekebilir.

Yapılan kıvam deneyleri sonucunda KÇ-1, KÇ-2 ve KO-1 olarak adlandırılan üç zemin numunesi de kıvam limitlerine göre CL olarak sınıflandırılmıştır. Zemin numuneleri USCS sınıflama sistemiyle granülometri verilerine göre sınıflandırıldığında da, KÇ-1, KO-1 ve KO-2 numunelerinin CL (kumlu düşük plastisiteli kil), KÇ-2 numunesinin ise SC (killi kum) sınıfında olduğu belirlenmiştir.

U.S. Navy (1986)'ya göre CL sınıfı zeminler sıkıştırıldığında geçirimsizlik sağlanabilmektedir. Bu zeminler iyi sıkıştırıldığında ve doygunken kayma dayanımları ve sıkışabilirlikleri orta seviyededir. Bu zeminlerin çekirdek malzeme olarak kullanılabilirliği 3. seviyededir (1 en iyi, 14 en kötü). SC sınıfı zeminler ise sıkıştırıldığında geçirimsizdir. Sıkıştırıldığında ve doyduğunda kayma dayanımı orta-iyi, sıkıştırıldığında ve doyduğunda sıkışabilirlik karakteri düşüktür. Bu zeminlerin çekirdek malzemesi olarak kullanılabilirliği 2. seviyededir (EK-92).

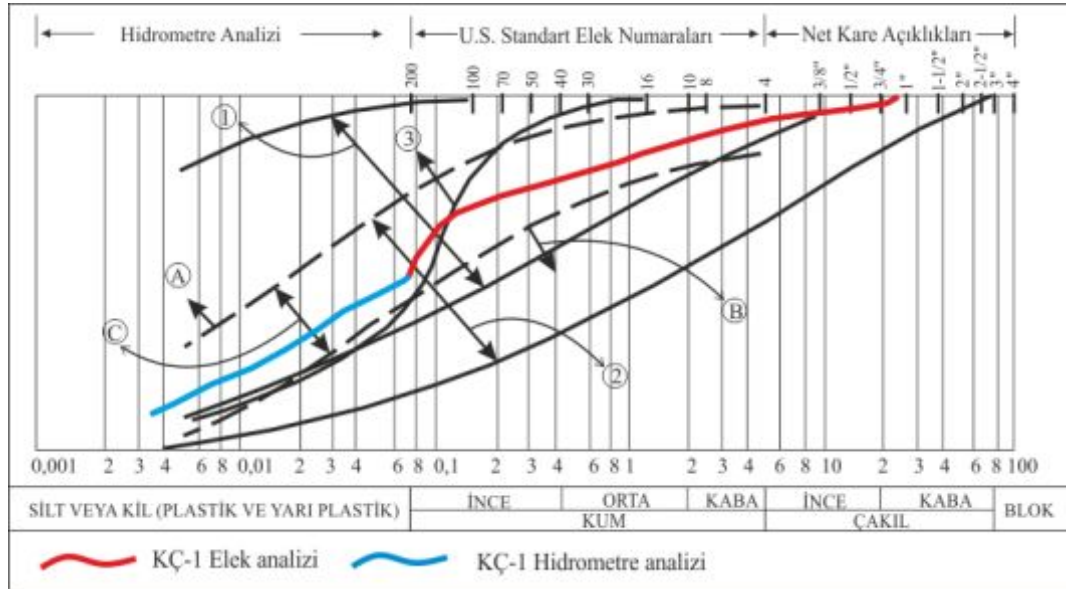
USBR(1974)'e göre toprak dolgu barajlar için borulanma ve çatlak oluşumu oldukça büyük tehlike oluşturmaktadır. Özellikle gerilme açısından hayati önem taşıyan zonlardaki basınç-gerilme özellikleri arasındaki farklılıklar gövdede ciddi çatlamlara sebep olabilmektedir. Sherard (1953) toprak dolgu barajlarda kullanılan malzemelerle ilgili yaptığı bir çalışmada zemin granülometrisi ile gövdede borulanma ve/veya çatlak olabılme ihtimali arasında bir ilişki kurmuştur ve bunu bir grafik haline getirmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Toprak dolgu baraj malzemelerinin çatlama ve borulanma direnci (U.S Navy, 1986'dan değiştirilmiştir.)

KÇ-1 numunesine ait granülometri eğrisi bu grafik üzerine çizildiğinde, söz konusu numunenin borulanmaya elverişlilik kategorisine göre 2. kategoriye girdiği

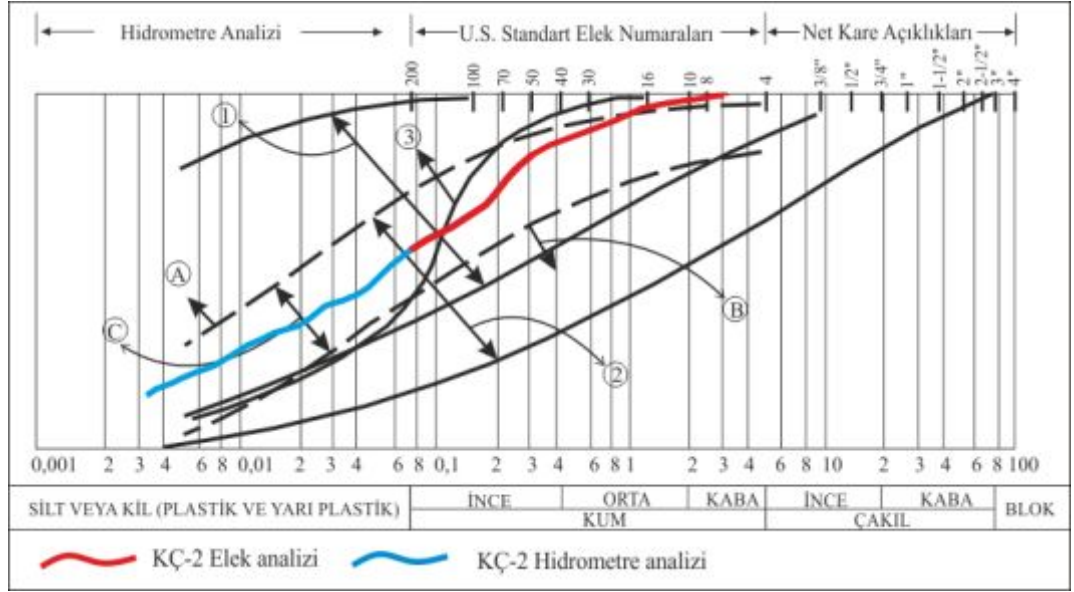
görülmektedir. Buna göre numune orta dereceli borulanma direncine sahiptir. Gövdenin mansap bölümünün alt kısımlarındaki doygunluk durumunda, kesin olmamakla beraber, güvenli bir dayanım gösterir. Fakat düşük yoğunluklu sızıntı veya gölcükler sebebiyle gövde kısa sürede yıkılabilir. Eğer yüksek yoğunluklu sızıntılar oluşursa, borulanma sebebiyle gövde kısa sürede yıkılabilir. Zemine çatlak oluşumuna elverişlilik açısından bakıldığında da zeminin “C” kategorisine girdiği görülmektedir (Şekil 4.17.). Buna göre inşa sonrasında orta-yüksek oturma ve çatlak oluşumuna elverişlilik vardır. Bu zemin, proje gereksinim sınırları içerisinde olabildiğince optimumdan yaş olarak sıkıştırılmalıdır.



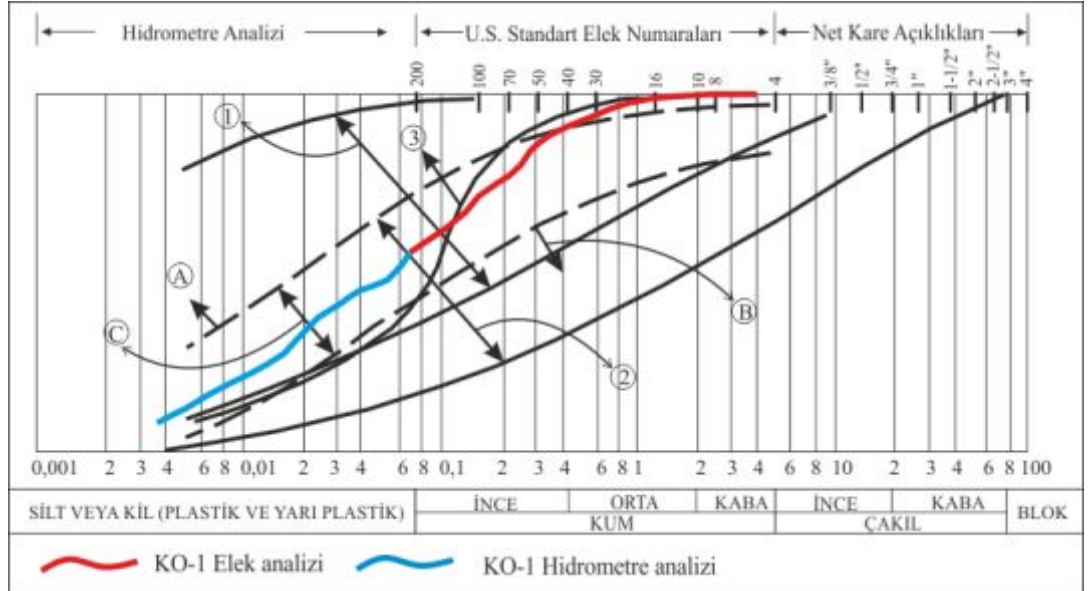
Şekil 4.17. KÇ-1 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram

Şekil 4.18’de verilen KÇ-2 numunesinin borulanma karakterine bakıldığında numunenin 1. kategoriye denk geldiği görülmektedir. Buna göre zeminin borulanma direnci oldukça yüksektir. Gövde, küçük ve orta düzeyli kaçakları tolere edebilmektedir. $\frac{1}{2}$ feet³/sn (0,14 m³/sn)’nin üzerindeki yavaş ilerleyen sızıntılar, gövdenin yıkılmasına sebep olabilir. Numuneye gövdede çatlak oluşumuna elverişlilik açısından bakıldığında ise bu numunenin de KÇ-1 numunesi gibi “C” kategorisine girdiği görülmektedir.

Şekil 4.19’da verilen KO-1 numunesinin, KÇ-1 numunesi gibi borulanma karakteri açısından bakıldığında 2. kategoriye, çatlak oluşumuna elverişlilik açısından bakıldığında ise “C” sınıfına girdiği görülmektedir.

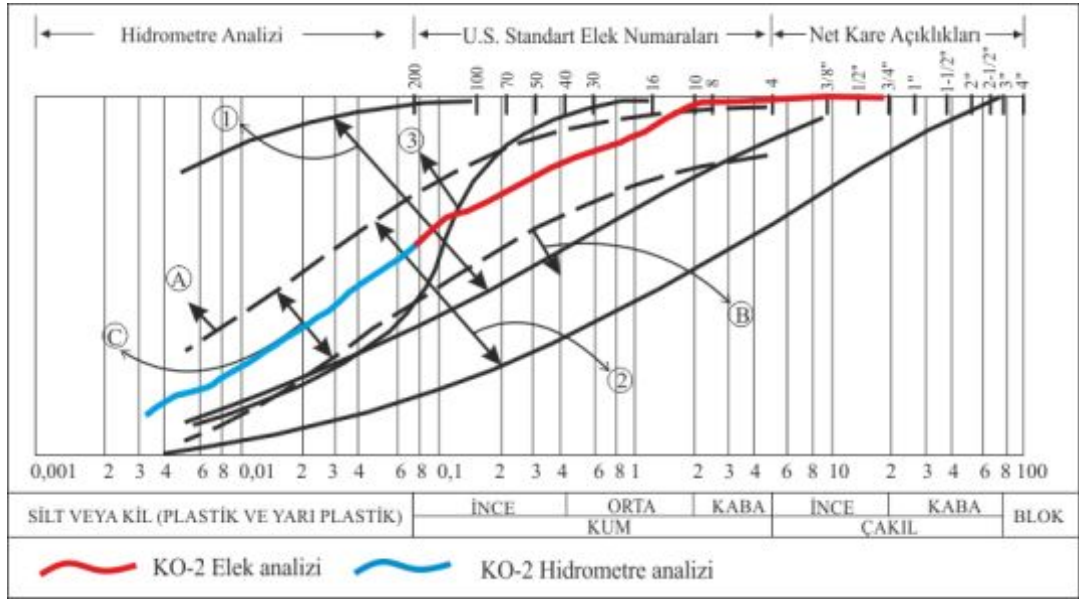


Şekil 4.18 KÇ-2 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram



Şekil 4.19. KO-1 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram

Şekil 4.20’da verilen KO-2 numunesine ait grafiğe bakıldığında, bu numunenin de borulanma karakteri açısından bakıldığında 2. kategoriye, çatlak oluşumuna elverişlilik açısından bakıldığında ise “C” sınıfına girdiği görülmektedir. Bu numunenin de KO-1 ve KÇ-2 numuneleri ile benzer özellik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.20. KO-2 numunesine ait çatlama ve borulanma direncini gösterir diyagram

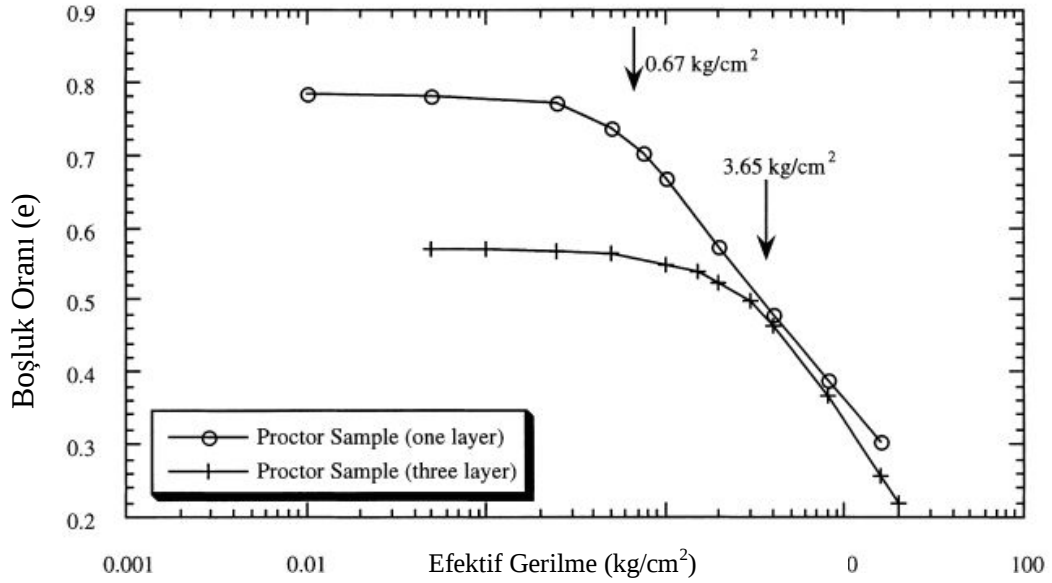
Sharma (1991)’e göre de baraj gövdesinin geçirimsiz zonunda gerekli toprak malzemeler, istenen permeabiliteye ve kayma gerilmesine sahip olmalı, kolay sıkıştırılabilir ve çok miktarda organik madde içermemelidir. Kayma gerilmesi, permeabilite ve hacim değişimi doğadaki malzemelerde çok değiştiği için derecelenme, su içeriği, sıkışma derecesi ve malzeme seçimi çok dikkatle yapılmalıdır. Ayrıca bazı toprak malzemelerin inşaat sırasında çok çabuk kırıldığı ve ince taneli malzeme miktarının artması da göz önünde bulundurulmalıdır. İnce taneli malzeme miktarı arttıkça, permeabilite azalır. Aynı malzemede bile permeabilite katsayısı sıkışma miktarına göre değişmektedir.

Tehlike anında baraj rezervuar alanına giren suyun tahliyesini dolu savakların yeterince sağlayabilmesi gerekmektedir. Bir yıkılma nedeni olan borulanma en çok toprak dolgulu barajlarda görülür. Nedeni ise, baraj kil çekirdeğinde kullanılan

malzemenin iyi seçilememesi ve yeterinde sıkıştırılamamasından kaynaklanmaktadır. Uygulamaya yönelik olan bu sorun zamanla daha iyi anlaşılmış ve tedbirler yönetmeliklerle alınmıştır. Bir başka baraj yıkılmasına neden olan problem ise, aşırı oturma sorunudur. Bu sorunda toprak dolgulu barajlarda gözlenmektedir ve sebebi yine kil çekirdeğin yeterli miktarda sıkıştırılamamasından kaynaklanmaktadır (Söylemez, 2003).

Casagrande (1932), zemin mekaniğinin konusu olan jeolojik birimlerin (zeminlerin) hafızasının olduğunu, bu birimlere uygulanan gerilmelerin birimlerin dokularında hapsedildiklerini belirtmiştir. Bir jeolojik birim arazide daha önce etkisi altında kaldığı gerilmelerden daha yüksek bir gerilmeye maruz kalırsa, bu yeni gerilme etkisinde, dokuyu oluşturan taneler, gözenekler ve diğer bileşenlerin sıkışması ile değişime uğrayarak birimin dokusu daha sağlam hale gelir (Holtz ve Kovacs, 1981). Bu olaya jeolojide kompaksiyon, zemin mekaniğinde ise konsolidasyon denir. Zeminin veya birimin etkisi altında kaldığı en yüksek gerilmeye ise zemin mekaniğinde ön konsolidasyon basıncı denir. Zeminin gerilmeye uğraması; üzerine bir bina inşa edilmesi veya kıvrımlanma, faylanma ve sünme (krip) gibi jeolojik olaylar sonucunda herhangi bir yönde olabilir (Voight, 1966; Hobbs ve diğ., 1976; Fedá, 1978).

Çetin ve diğerleri (2000) yaptığı çalışmada, kompaksiyon işleminde 30 cm kalınlıkta serilmesi gereken tabakaların standarttan daha kalın serilmesi sonucunda karşılaşılabilecek ön konsolidasyon basıncı farkını ortaya koymuştur. Araştırmacı her standart proctor deneyinde, deney numunesini standartlara uygun olarak 3 eşit tabaka halinde sererek sıkıştırmış ve ön konsolidasyon basıncı değerini $3,65 \text{ kg/cm}^2$ olarak bulmuştur. Aynı deneyi, deney numunesini tek tabaka halinde serip sıkıştırdığında da ön konsolidasyon basıncı değerini $0,67 \text{ kg/cm}^2$ olarak bulmuştur (Şekil 4.21.).



Şekil 4.21. Proctor deneyinde tek tabaka halinde ve üç eşit tabaka halinde serilen numunelere ait ön konsolidasyon basıncı değerlerini gösterir grafik (Çetin ve diğ., 2000).

Bu tez çalışması kapsamında yapılan konsolidasyon deneyleri sonucunda zeminlere ait konsolidasyon eğrileri aynı grafiğe çizilerek karşılaştırma yapılmıştır (Şekil 4.22). Çizilen grafiğe göre KÇ-1 numunesinin gerilmeye bağlı olarak boşluk oranında ciddi bir değişim olduğu görülmektedir. Boşluk oranındaki yüksek değişim miktarı, zeminin arazide standartlara uygun sıkıştırılmadığının bir göstergesidir. KÇ-2 numunesine bakıldığında da numunenin KÇ-1 numunesinden daha yüksek ön konsolidasyon basıncı değerine sahip olmasına rağmen daha yüksek boşluk oranına sahip olduğu görülmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere KÇ-1 numunesi CL olarak, KÇ-2 numunesi ise SC olarak sınıflandırılmışlardır. Bilindiği üzere kumlu zeminler yüksek boşluk oranına sahiptirler. Deney numunelerinin boşluk oranları arasındaki farklılığın, KÇ-1 ve KÇ-2 numunelerinin tane boyları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kompaksiyon deney numunesi (KO-1) üzerinde yapılan konsolidasyon deneyine ait eğriye bakıldığında kompaksiyon işlemi sonunda elde edilmesi gereken boşluk oranının daha düşük olması gerektiği görülmektedir.

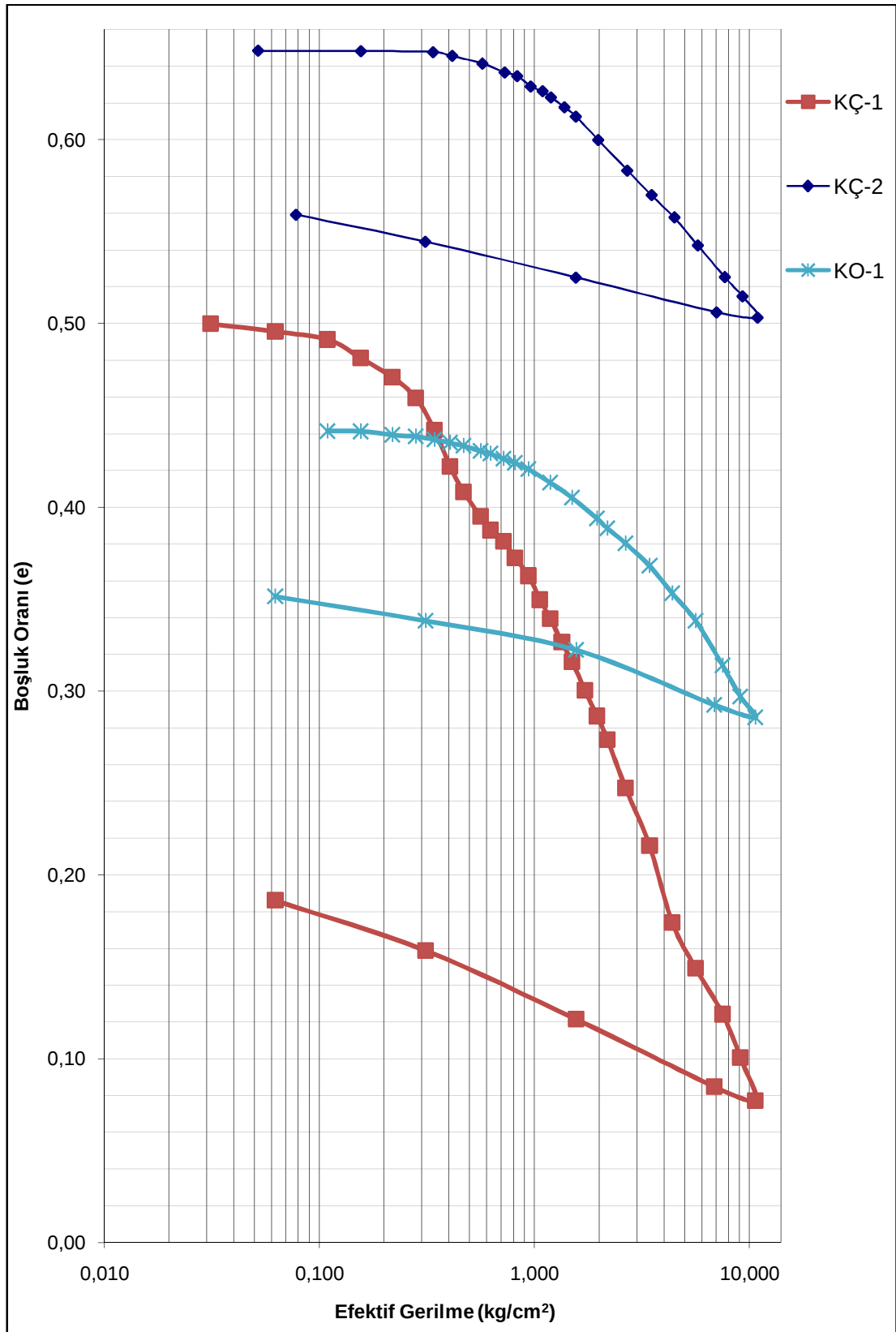
İyi derecelenmiş zeminler tek tip tane boyutuna sahip zeminlere göre daha yüksek kuru birim hacim ağırlıklara sahiptir (Holtz ve Kovacs, 1981). Ayrıca sıkıştırılmış zeminler uygun su içeriğinde sıkıştırılmadığı takdirde olması gerekenden

daha düşük kuru birim hacim ağırlık değeri sunarlar. Diğer taraftan aynı özelliklere sahip iki zeminden daha yüksek kompaksiyon enerjisi uygulanan zemin daha yüksek kuru birim hacim ağırlık değerleri sunabilmektedir.

Karşılaştırma yapabilmek amacıyla deney numunelerine ait bazı bilgiler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Numunelere ait bazı mühendislik özellikleri

NUMUNE NO	KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK (gr/cm^3)	ÖN KONSOLİDASYON BASINCI (kg/cm^2)	PERMEABİLİTE KATSAYISI (cm/sn)
KÇ-1	1,76	0,47	$2,22 \times 10^{-6}$
KÇ-2	1,61	1,10	$9,41 \times 10^{-7}$ ile $8,31 \times 10^{-7}$ arası
KO-1	1,83	2,05	$4,64 \times 10^{-8}$ ile $4,50 \times 10^{-8}$ arası



Şekil 4.22 KÇ-1, KÇ-2 ve KO-1 numunelerine ait konsolidasyon grafikleri

Her üç numuneye bakıldığında, numunelerin kuru birim hacim ağırlıkları, ön konsolidasyon basınçları ve permeabilite değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu görülmektedir. “Zemin Hafızası” olarak açıklanan durum göz önünde bulundurulduğunda ve KO-1 olarak isimlendirilen laboratuarda sıkıştırılan numunenin özellikleri, olması gereken özellikler ve değerler olarak kabul edildiğinde, KÇ-1 numunesinin KÇ-2 numunesinden daha düşük bir gerilmeye (sıkışma enerjisine) maruz kaldığı düşünülmektedir. Bu düşük gerilmenin sebebinin de zeminin 30 cm’den kalın serilmesinden ve/veya silindirle yeterli sayıda pas geçilmemesinden kaynaklandığı, diğer bir deyişle sıkıştırmanın standartlara uygun yapılmadığı düşünülmektedir.

Numunelerin maksimum kuru birim hacim ağırlık değerleri arasında da farklılıklar gözlenmektedir. Bir zemin numunesinde bir noktaya kadar su içeriği yükseltilerek, daha düşük kompaksiyon enerjisinde daha yüksek bir kuru birim hacim ağırlık değeri sağlanabilir. Farklı sınıflardaki zeminler de farklı kompaksiyon özellikleri (maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su içeriği) sunabilmektedir. KÇ-1 numunesi, KÇ-2 numunesinden daha düşük ön konsolidasyon basıncına sahip olmasına rağmen daha yüksek bir kuru birim hacim ağırlık değerine sahiptir. Bu duruma, çekirdekte kullanılan malzemenin homojen olmamasının (numunelerden birinin CL, diğerinin SC olarak sınıflanmış olması) ve bu yüzden farklı kompaksiyon özellikleri sunmasının sebep olduğu düşünülmüştür. Buna bağlı olarak aynı kompaksiyon enerjisi uygulansa dahi dolgunun farklı yerlerinde farklı sıkışma miktarları ve kuru birim hacim ağırlık değerleri görülecektir. Dolgunun her noktasının aynı kompaksiyon özelliklerini taşıdığı düşünüldüğünde de serilen kil çekirdek malzemesinin su içeriğinin malzemenin her yerinde homojen olmadığı ve bu yüzden farklı birim hacim ağırlık değerleri sunduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.4’e bakıldığında, zemin numunelerinin permeabilite değerleri arasında da farklılıklar görülmektedir. Geçirgenliğe göre yapılan tanımlamaya göre, her üç zemin de “Az geçirgen” olarak sınıflanmıştır. Casagrande (1938)’e göre de, zemin numuneleri üzerinde yapılan permeabilite deneylerine göre KÇ-1 numunesinin, Şekil 4.23.’teki “pratikte geçirimsiz” bölümünün alt seviyelerinde olduğu, KÇ-2 numunesinin hemen hemen orta seviyelerde olduğu görülmektedir.

Laboratuarda sıkıştırılan numunenin ise üst seviyelerde olduğu görülmektedir. Çizelge 4.5’te sunulan tabloda permeabilite katsayısına göre her üç numunenin de “az geçirgen” permeabilite derecesine sahip olduğu görülmektedir. Şekil. 4.17’da gösterilen granülometri eğrisi – borulanma ilişkisi grafiğinin sonuçlarına göre KÇ-1 olarak adlandırılan zeminde sızıntı olması, gövde açısından büyük risk oluşturmaktadır. Şekil 4.18’deki grafiğe göre de KÇ-2 olarak adlandırılan zeminin ise küçük sızıntıları tolere edebilecek yapıda olduğu görülmektedir.

		PERMEABİLİTE KATSAYISI cm/s (log ölçek)											
		10 ⁻²	10 ⁻³	1.0	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹²
Drenaj Özelliği				İyi drenaj				Kötü drenaj		Pratikte geçirimsiz			
Toprak baraj ve sedelerde uygulama			Baraj ve sedelerin geçirirli kısmı					Toprak baraj ve sedelerin geçirimsiz bölümleri					
Zemin Çeşitleri		Temiz çakıl	Temiz kumlar, temiz kum ve çakıl karışımları				Çok ince kumlar, organik ve inorganik siltler; kum, silt ve kil karışımları; bazal tili, tabakalı kil çökelleri vb.			Ayrışma zonu altındaki homojen killen gibi “geçirimsiz” zeminler			
							Bitki ve ayrışma etkisiyle değişken geçirimsiz zeminler; fışıklı ayrışmış killen; çatlaklı aşırı konsolide killen						
Permeabilite katsayısının doğrudan tanımlanması				Zeminin orijinal komusunda doğrudan deneyler (kuyu noktaları gibi). Sağlıklı yapıldığı takdirde güvenilir. Çok fazla deneyim gerektirir.			(Not: Bu aralıkta da deneyim gereklidir.)						
			Sabit seviyeli permealimetre; az deneyim yeterli					Üç eksenli hücrede sabit seviyeli test; deneyim varsa ve sistem sızdırmıyorsa güvenilir					
				Güvenilir, az deneyim yeterli			Düşen seviyeli permealimetre; dengeli permeabilite aralığı; (*) doğru yorumlama için çok fazla deneyim gerekli.		Orta derecede güvenilir, fazla deneyim gerektirir. (Üç eksenli hücrede yapınız.)				
Permeabilite katsayısının dolaylı tanımlanması			Hesaplama; Tane boyu dağılımından sadece temiz, köhezyonsuz kum ve çakıllara uygulanabilir.										
				Yatay kırıcılık deneyi; Çok az deneyim gerekli. Özellikle arazide çabuk ve çok sayıda örnek üzerinde kullanışlı									

* İnce tanelerin taşınmasına, kanallara ve gözeneklerdeki havaya bağlı olarak.

Şekil 4.23. Permeabilite katsayısının tayini için permeabilite, drenaj, zemin çeşidi ve yöntemler (Casagrande 1938’den değiştirilmiştir)

Çizelge 4.5. Geçirgenliğin tanımlanması (Ulusay, 2001)

Permeabilite Katsayısı (cm/sn)	Permeabilite Derecesi	Zeminin Tanımı
10 ⁻² – 10 ⁻¹	Yüksek derecede geçirgen	Temiz çakıllar
10 ⁻⁵ – 10 ⁻²	Orta derecede geçirgen	Temiz kumlar, çakıllar ve çakıllı kumlar
10 ⁻⁹ – 10 ⁻⁵	Az geçirgen	İnce kumlar, siltler, bazı bozuşmuş killen
< 10 ⁻⁹	Geçirimsiz	Killer

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tamamlandıktan sonra su tutulmaya başlandığında gövdede su kaçakları gözlenen Nergizlik Barajı kil çekirdeğinden alınan 2 adet örselenmemiş numunenin indeks özellikleri (kıvam limitleri, özgül ağırlık, tane boyu dağılımı) ve bazı mühendislik (konsolidasyon, permeabilite) özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca baraj kil çekirdeğinde kullanılmak üzere malzeme alınan malzeme ocağından da bir miktar örselenmiş numune alınmış ve bu numunenin de indeks özellikleri (kıvam limitleri, özgül ağırlık, tane boyu dağılımı) ve bazı mühendislik (standart proctor, konsolidasyon, permeabilite) özellikleri araştırılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda KÇ-1 numunesi Atterberg kıvam limitlerine göre sınıflandırıldığında, kıvamı CL olarak bulunmuştur. Zemin USCS sınıflama sistemine göre sınıflandırıldığında da zeminin türünün CL (kumlu düşük plastisiteli kil) olduğu belirlenmiştir. Zemin numunesi ile yapılan konsolidasyon deneyi sonucunda numunenin ön konsolidasyon basıncının ($\sigma_{\text{ön}}$) $0,47 \text{ kg/cm}^2$ olduğu tespit edilmiştir. Zeminin ön konsolidasyon basıncı değerine denk gelen permeabilite değerinin ise yaklaşık $2,22 \times 10^{-6} \text{ cm/sn}$ olduğu belirlenmiştir.

KÇ-2 numunesi Atterberg kıvam limitlerine göre CL olarak sınıflandırılmıştır. Zemin USCS sınıflama sistemine göre de SC (killi kum) olarak sınıflandırılmıştır. Zemin numunesi ile yapılan konsolidasyon deneyi sonucunda numunenin ön konsolidasyon basıncının ($\sigma_{\text{ön}}$) $1,1 \text{ kg/cm}^2$ olduğu belirlenmiştir. Zeminin ön konsolidasyon basıncı değerine denk gelen permeabilite değerinin ise $9,41 \times 10^{-7}$ ile $8,30 \times 10^{-7} \text{ cm/sn}$ arasında olduğu belirlenmiştir.

KO-1 numunesi Atterberg kıvam limitlerine göre CL olarak sınıflandırılmıştır. Zemin numunesi USCS sınıflama sistemine göre de CL (kumlu düşük plastisiteli kil) olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan standart proctor deneyine göre zeminin maksimum kuru birim hacim ağırlığı ($\gamma_{k_{\text{max}}}$) $1,834 \text{ gr/cm}^3$ ve bu kuru birim hacim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği ($\%W_{\text{opt}}$) $\%14,75$ olarak belirlenmiştir. Zemin numunesi ile yapılan konsolidasyon deneyi sonucunda numunenin ön konsolidasyon basıncının ($\sigma_{\text{ön}}$) $2,05 \text{ kg/cm}^2$ olduğu belirlenmiştir.

Zeminin ön konsolidasyon basıncı değerine denk gelen permeabilite değerinin ise $4,64 \times 10^{-8}$ ile $4,50 \times 10^{-8}$ cm/sn arasında olduğu belirlenmiştir.

KO-2 olarak adlandırılan zemin numunesi USCS sınıflama sistemine göre CL (kumlu düşük plastisiteli kil) olarak sınıflandırılmıştır.

Öncelikle zemin numunelerinin alındığı malzeme ocağının Cingöz Formasyonu ile Güvenç Formasyonu'nun dokanağına oldukça yakın olmasından ötürü zemin numunelerinde homojen bir yapı görülmemekte ve numunelerde yüzde olarak oldukça fazla miktarda kum boyu malzeme gözlenmektedir.

Numunelerin ön konsolidasyon basıncı değerleri arasındaki oldukça büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların, zemine gerekli kompaksiyon enerjilerinin uygulanmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu hatanın:

- Kompaksiyon yapılacak malzemenin 30 cm'den daha kalın serilmiş olması
- Silindirle yeterli sayıda pas geçirilmemiş olması

sebebiyle olduğu, yani sıkıştırmanın standartlara uygun yapılmadığı düşünülmektedir. Tane boyu – çatlak oluşumu ilişkisi, oturma olabileceğini destekler niteliktedir. Özellikle baraj kil çekirdeğinin aynı seviyesinden alınan iki numunenin oturmaya elverişlilikleri ve ön konsolidasyon basınçları arasındaki farkın ilerleyen zamanlarda farklı oturmaya sebep olabileceği düşünülmektedir.

Numunelerin ön konsolidasyon basıncı değerlerine karşılık gelen permeabilite değerleri de farklılık göstermektedir. Zeminlerin permeabilite değerleri ile ön konsolidasyon basınçları arasında ters orantıya dayalı bir ilişki gözlenmektedir. Özellikle KÇ-1 numunesi, geçirimsizlik sınıflamasında “toprak baraj ve seddelerin geçirimsiz bölümleri” ile ilgili bölüme göre limitlerin alt sınırına yakın bir noktadadır. Tane boyu – borulanma elverişliliği açısından da malzemenin borulanmaya elverişli olduğu görülmüştür. Bu durumun da uzun vadede borulanmaya sebep olarak barajı tehlikeye atma ihtimalinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- ABACI, Ş., 1986, Çukurova Baseni Karsantı Yöresi Genç Tersiyer İstifinin Kil Mineralojisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü - Yüksek Lisans Tezi 59 sayfa
- ABDÜSSELAMOĞLU, M.Ş., 1962. Kayseri-Adana Arasındaki Doğu Toroslar Bölgesinin Jeolojisi Hakkında Rapor. M.T.A. Derleme No: 3262, 33 s. (Yayınlanmamış), Ankara.
- AKÇALI E, ARMAN H., 2006. Baraj Dolgularında Kullanılan Doğal Malzemenin Seçim Kriterleri Ve Limit Aşımının Doğuracağı Tehlikeler. SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10. Cilt, 2. Sayı, s. 16-23
- ANIL, M., BİLLOR, Z., ÖZÜŞ, S. “Le Complexe Ophiolitique Chromifère (Groupe de Gerdibi de Pozantı-Karsantı-Adana/Turquie)”, 11 éme Réunion des Sciences de la Terre, 25 – 27 Mars 1986, France, 4s.
- ASTM D 2435-03., 2003. Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils, In:Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, p. 238-247.
- ASTM D 422-63., 2003. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, In: Annual Book of ASTM Standarts, Volume 04.08, West Conshohocken, pp. 10-17.
- ASTM D 4318-00., 2003. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils, In: Annual Book ASTM Standarts, Volume 04.08, West Conshohocken, pp. 582-595.
- ASTM D 5084-00., 2003. Standard Test Method for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter ¹, In:Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, pp.1034-1056 .
- ASTM D 698-00., 2003. Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort, In:Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, pp.78-88. .

- ASTM D 854-02., 2003. Standard Test Method for Specific Gravity of Soils, In: Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, p. 93-99.
- AYTEKİN, M. 2004. Deneysel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, 2.Baskı, Ankara, 624 s.
- BELL, F. G., 2004. (Çeviri: KAYABALI, K., 2006), Mühendislik Jeolojisi ve İnşaat. Gazi Kitabevi, Ankara, 797s.
- BİZON, G., BİZON, J.J., FEIHERG, H. ve ÖZTÜMER, E., 1974. Antalya, Mut, Adana Havzaları Tersiyer Biyostratigrafisi ve Mikropaleontoloji Yenilikleri. Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri, 217–228, Ankara
- BLUMENTHAL, M.M., 1947. Belediyek Mesozoyik ve Bunun Paleozoyik Kalker Çerçevesi. M.T.A. Yayını, D/3, 93 s., Ankara
- BOWLES, J. E., 1970. Engineering Properties of Soils and Their Measurements, McGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A., 187 p.
- BOYACI, T., 2005. Barajlarda Mühendislik Ölçmeleri, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, s.1-9.
- CAN, H., GÜNTEKİN, A., ASLAN, M. ve DEMİRAN., 1992. Alt Yapı Laboratuvarı, Milli Eğitim Bakanlığı Basımevi, İstanbul, s.157.
- CAPPER, P. L., CASSIE, W.F., 1976, The Mechanics of Engineering Soils, Spon, New York., 376 pp.
- CASAGRANDE, A., 1932. The structure of clay and its importance in foundation engineering. Proc. Contributions to Soil Mech., 1925-1940, Boston Society of Civil Engineers, Boston, Massachusetts, pp. 72-112.
- CASAGRANDE, A., 1936. The Determination of the Pre-Consolidation Load and Its Practical Significance, Discussion D-34, Proceedings of the First International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Cambridge, Vol. III. 60-64 pp.
- CASAGRANDE, A., 1938. Notes on Soil Mechanics – First Semester, Harvard University (unpublished), 129 pp.

- CASAGRANDE, A., 1948. Classification and Identification of Solis, Transactions, ASCE, Vol. 113, pp. 901-930.
- ÇAĞLARER, B., 1976, Dolgularda Temel ve Stabilité Konuları, Karayolları Genel Müdürlüğü Yol Yapım Etüd – Eğitim Yayınları No:225. Ankara
- ÇAKIR, Ü., 1972, Petrologie du massif de Pozantı—Karsantı (Taurus Cilicien, Turquie): Etude de la partie centrals, These 3 eme cyl, 251. Strasbourg.
- ÇALAPKULU, F., 1976. Le charriage de L'unité ophiolitique de Alihoca sur Les marbres de Bolkardag (Taurus-Turquie). Laborotorie de Géologie Applique, Université D'orleans, USA.
- ÇETİN, H., 1998. Zemin Mekaniği Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana. (yayımlanmamış)
- ÇETİN, H., 2008. Zemin Mekaniği Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana. (yayımlanmamış)
- ÇETİN, H., LAMAN, M., ERTUNÇ, A., 2000. Settlement and slaking problems in the world's fourth rock-fill dam, the Atatürk Dam in Turkey. Engineering Geology 56:225–242
- DARCY, H., 1856. Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon. Dalmant, Paris, p. 674.
- DAY, W. R., 2001. Soil Testing Manuel 'Procedures, Classification Data, and Sampling Practices'. USA. p. 619.
- DEMİRKOL, C., 1989. Pozantı-Karsantı-Karaisalı (Doğu Toros) Arasında Yer Alan Karbonat Platformunun Stratigrafisi Ve Jeolojik Gelişimi. MTA Dergisi, 109:33 - 44, Ankara
- DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ BARAJLAR VE HİDROELEKTRİK SANTRALLAR DAİRESİ BAŞKANLIĞI., 1985. Karaisalı Projesi Nergizlik Barajı Baraj Yeri ve Çevresi Jeoloji Haritası, Ankara.
- ERGENE, T. M., 1972, Quantitative Environmental Analysis and Reservoir Properties of Karaisalı Limestone in Bulgurdağ Oil Field: Turkey. Revue de la Faculte des sciences de L'universite dlstanbul, B, XXXVII, 3-4, 165-186.
- ERGUVANLI, K., 1982. Mühendislik Jeolojisi. Seç Yayın Dağıtım, 3. baskı İstanbul, 576 p.

- ERTUNÇ, A., 2003. Mühendislik Jeolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No: 41, S.D.Ü Basımevi, Isparta.
- FEDA, J., 1978. Stress in Subsoil and Methods of Final Settlement Calculation. Elsevier, Amsterdam.
- GÖRÜR, N., 1979. Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Sedimentolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 22/2:227-234
- GÖRÜR, N., 1980. Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Diyajenetik Evrimi. Türkiye 5. Petrol Kong. Tebl., 123-128
- HOBBS, B.E., MEANS, W.D. and WILLIAMS, P.F., 1976. An Outline of Structural Geology: John Wiley & Sons, New York.
- HOGEMAN, C. D., 1959. Handbook of Chemistry and Physics, 41. Edition, Chemical Rubber Co., Boca Raton Fla., U.S.A.
- HOLTZ, R. D. and KOVACS, W. D., 1981. (Çeviri: KAYABALI, K., 2002) Geoteknik Mühendisliğine Giriş, Gazi Kitabevi, Ankara 723 s.
- http://4.bp.blogspot.com/_SdE0Je_A1e4/SwgAA2qezmI/AAAAAAAAAaA/By1pTk5Vmgs/s1600/SANY4527.JPG (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://i628.photobucket.com/albums/uu3/kapsamfrm_photo/kemer.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://image48.webshots.com/48/4/95/32/310249532zwfbEc_fs.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://img234.yukle.tc/images/198KEBAN_BARAJI_1_filtered.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://web.mst.edu/~rogersda/st_francis_dam/025.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://web.mst.edu/~rogersda/st_francis_dam/046.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- <http://www.corestore.org/LednockDam2.jpg> (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/depbolge/adana1.gif> (Erişim tarihi: 29.12.2010)
- <http://www.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=162> (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.ecolo.org/documents/documents_in_french/malpasset/malpasset.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.energiethun.ch/images/content/strommarkoeffnung/foto_grande_dixence_eos_h.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)

- http://www.eto.org.tr/images/turkiye_image001.png (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/0.jpg
(Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/3.jpg
(Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/7.jpg
(Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/8.jpg
(Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/9.jpg
(Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/16.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- http://www.geol.ucsb.edu/faculty/sylvester/Teton_Dam/Teton%20Dam-Images/13.jpg (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- <http://www.kaliteliresimler.com/data/media/353/berkebaraji.jpg> (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- [http://www.paylessflights.com/images/fckeditor/UserFiles/Image/Hoover%20Dam\(1\).jpg](http://www.paylessflights.com/images/fckeditor/UserFiles/Image/Hoover%20Dam(1).jpg) (Erişim tarihi: 16.12.2010)
- İLKER, S., 1975. Adana Baseni Kuzeybatısının Jeoloji ve Petrol Olanakları. T.P.A.O. Arama Arşiv No: 973, 63 s. (Yayınlanmamış), Ankara
- JUTEAU, T., 1979, Ophiolites des Taurides: Essai sur leur histoire oceanique. Revue de Geologie Dynamique de Geographic Physique, 21, 3, 191-214, Paris.
- KARAOĞULLARINDAN, T., ÖZGÜZEL, D., AKCANBAŞ, N., 1977. Alüvyonda Bulamaç Hendeği (Slurry Trench) Yönetimiyle Sızdırmazlık Perdesi Yapımı ve Aslantaş Barajındaki Uygulaması. Jeoloji Mühendisleri Dergisi Ekim 1977 Sayısı:28-35
- KAYHAN, B., 2006, Adana Bölgesindeki Killi Zeminlerin Hassasiyet Özelliği, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Müh. Anabilim dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 103s.

- LAGAP, H., 1985. Kıralan-Karakılıç-Karaisalı (NW Adana) Alanının Litostratigrafik-Kronostratigrafik incelemesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi 77 sayfa
- LEONARDS, G. A., 1962, Foundation Engineering, Mc. Graw Hill Book Comp. 1136s.
- MONOD, O. VE ERDOĞAN, T., 1981, Namrun Yöresinin yapısı üzerine ön rapor. TPAO Arama Arşiv Rap., 1662 (yayımlanmamış).
- NAZİK, A., 1983. Güvenç Formasyonu Stratigrafik Kesitinin (KB Adana) Planktonik Foraminifera'larla Biyostratigrafik. Ankara Üniv. Fen Fak. Jeoloji Mühendisliği Böl - Yüksek Lisans Tezi 35 sayfa.
- ÖZALP, S., 1992. Gülek-Çamalan (Tarsus) Alanının Stratigrafisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi 100 sayfa
- ÖZAYDIN, K., 1989. Zemin Mekaniği. MEYA Matbaacılık ve Yayıncılık, İstanbul.
- ÖZER, B., DUVAL, B., COURRIER, H. ve LETOUZEY, J., 1974. Antalya-Mut-Adana Neojen Havzaları Jeolojisi. Türkiye 2. Petrol Kong., Türkiye Petrol Jeologları Derneği, s. 57-84 Ankara.
- ÖZGÜL, N., METİN, S., GÖGER, E., BİNGÖL, İ., BAYDAR, O. ve ERDOĞAN, B., 1973. Tufanbeyli Dolayının (Doğu Toroslar-Adana) Kambriyen-Tersiyer Kayaları. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 16/1, s. 82-100, Ankara.
- ÖZGÜL, V., 1986. DSİ Karaisalı Projesi Nergizlik Barajı İnşaatı Malzeme Dağıtım Tablosu, Adana.
- PROCTOR, R. R., 1933. Fundamental Principles of Soil Compaction. Engineering News-Record, Vol. 111, No. 9, 10, 12 and 13.
- RAHN, P. H., 1996. Engineering Geology, An Environmental Approach, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, Nj. 202 p.
- SCHMIDT, G.C., 1961. Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum district:VII.Petroleum Administration Bull.6:47-63.
- SHARMA, H.D., 1991. Embankment Dams, Oxford&IBH, New Delhi.

- SHERARD, J.L., 1953. Influence of Soil Properties and Construction Methods on the Performance of Homogeneous Earth Dams, Technical Memorandum 645, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
- SÖYLEMEZ, M., 2003. Baraj Yıkılmalarına İstatistiksel Bir Yaklaşım, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Vol:18, No:1, Adana s. 65-76.
- ŞAROGLU, F., BORAY, A., ÖZER, S., KUŞÇU, İ., 1983. Orta Toroslar –Orta Anadolu’nun Güneyinin Neotektoniği ile İlgili Görüşler. Jeomorfoloji Dergisi. Sayı: 11. 35–44
- TEKELİ, O.; AKSAY, A.; ERTAN, İ.E.; IŞIK, A. VE ÖRGÜN, B.M.,1981, Toros Ofiyolit Projeleri, Aladağ Projesi. MTA Rap., 6976, 133, (yayımlanmamış). Ankara.
- TERNEK, Z., 1957. Adana Havzasının Alt Miyosen (Burdigaliyen) Formasyonları; Bunların Diğer Formasyonlarla Olan Münasebetleri ve Petrol İmkanları. M.T.A. Der., 49:48-66, Ankara
- TERZAGHI, K., PECK, R. B., and MESRI, G., 1967. Soil Mechaniscs in Engineering Practice, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 549 p.
- ULUSAY, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No:38, 4. Baskı, Ankara, 335s.
- U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS, 1970. Laboratory Soils Testing. Engineer Manual, EM 1110-2-1906
- U.S BUREAU OF RECLAMATION, 1974. Earth Manual, 2nd Edition.,Denver,810 pp.
- U.S NAVY, 1986. Foundations & Earth Structures, NAVFAC Design Manual DM-7, Washington DC
- USTA, D., 1993. Kuşçular-Belemedik Alanının Stratigrafisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi 103 sayfa
- USTA, D., BEYAZÇİÇEK, H., 2006. Adana İlinin Jeolojisi. MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü raporu, Adana, 17 s.

- UZUNER, B, A., 1998. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayın Evi Mühendislik Mimarlık Yayınları. Ankara, 377 p.
- ÜNLÜGENÇ, U.C., 1986. Kızıldağ Yayla (Adana) Dolayının Jeolojik İncelemesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi 77 sayfa.
- ÜNLÜGENÇ, U.C. VE DEMİRKOL, C., 1987, Kızıldağ Yayla (Adana) dolayının stratigrafisi, Jeoloji Mühendisliği, Sayı 32-33:17-25, Ankara.
- ÜNLÜGENÇ, U.C., KELLING, G., DEMİRKOL, C., 1992. Aspects of basin evolution in the Neogene Adana Basin, SE Turkey (In: Savaşçın M.Y., Eronat A.H. Eds). Proc.Ini. Earth Sci. Congress on Aegean Regions, 1:353370, İzmir
- ÜNLÜGENÇ, U.C., 1997. Adana Baseni Tersiyer Stratigrafisi Üzerine Yeni Gözlemler. Ç.Ü. Jeoloji Müh. Eğitiminin 20. Yılı Semp.: 281, Adana
- VOIGHT, B, 1966. Interpretation of in situ measurements. Proc. Int. Soc. Rock Mech., Lisbon, Portugal, 3:332-348.
- YALÇIN, N. M. ve GÖRÜR, N., 1984. Sedimentological Evalutian of the Adana Basin. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 165–172, Ankara
- YETİŞ, C., 1978. Çamardı (Niğde) Yakın ve Uzak Dolayının Jeoloji İncelemesi ve Ecemiş Yarılm Kuşağının Maden Boğazı-Kamışlı Arasındaki Özellikleri. İ.Ü. Fen Fak - Doktora Tezi 164 sayfa.
- YETİŞ, C. ve DEMİRKOL, C., 1984. Adana Baseni Kuzey-Kuzeybatı Kesiminin Temel Stratigrafisine İlişkin Bazı Gözlemler. Türkiye Jeol. Kur. 38. Bilimsel ve Teknik Kurul. Bildiri Özetleri, s. 59–61, Ankara
- YETİŞ, C. ve DEMİRKOL, C., 1986. Adana Baseninin Batı Kesiminin Detay Jeolojisi Etüdü I. M.T.A. Rapor No: 8037, 187 s., Ankara
- YETİŞ, C., 1988. Reorganization of the Tertiary Stratigraphy in the Adana Basin, Southern Turkey. Newsl. Stratigr., 20 (1), p. 43-58, Berlin-Stuttgart, Germany.
- YETİŞ, C., 1991. Saha Jeolojisi Ders Notları: Çukurova Üniversitesi, Adana (yayımlanmamış).

- YILMAZ, G., 1999. Nergizlik Barajı Mühendislik Jeolojisi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü – Bitirme Ödevi 30 sayfa
- YILMAZ, Y., 1984. Amanos Dağları'nın Jeolojisi: TPAO Arama Arşiv Rap., 1920, 531 (yayımlanmamış).
- YÖRDEM, C., 1979. Karaisalı Projesi Nergizlik Barajı Planlama Aşaması Mühendislik Jeolojisi Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yer altı Suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, s 1 – 13.
- YURTMEN, S., 1986. Çukurova Baseni Karsantı Yöresi Kırıntılı Kayaçlarının Petrografik Ve Petrolojik Özellikleri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı - Yüksek Lisans Tezi 95, 80 sayfa

ÖZGEÇMİŞ

06.07.1986'da Adana'da doğdu. İlköğretim ve liseyi Adana'da tamamladı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünü kazandı. 2008 yılında mezun oldum ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans hakkı kazandı. Yüksek lisans öğrenimimin bir bölümünü Università degli Studi dell'Aquila'da tamamladı. Çukurova Üniversitesi'ndeki yüksek lisans öğrenimine halen devam etmektedir.

EKLER

- EK – 1. Piknometre kalibrasyon verileri ve kalibrasyon grafiği
- EK – 2a. Suyun Sıcaklıkla Özgöl Yoğunluğunun ve Birim Hacim Ağırlığının Değişmesi
- EK – 2b. Sıcaklığa göre hidrometre düzeltmesi
- EK – 3a. Sıcaklığa bağlı olarak suyun viskozite değerinin değişimi
- EK – 3b. Düzeltilmiş hidrometre okumasına karşılık efektif derinlik düzeltmesi
- EK – 4. Suyun Sıcaklıkla Özgöl Ağırlığının Değişmesi (Detaylı)
- EK – 5. Birleştirilmiş zemin sınıflama sistemi
- EK – 6. Numune KÇ-1 Atterberg deney sonucu
- EK – 7. Numune KÇ-2 Atterberg deney sonucu
- EK – 8. Numune KO-1 Atterberg deney sonucu
- EK – 9. Numune KÇ-1 Özgöl ağırlık deneyi
- EK – 10. Numune KÇ-2 Özgöl ağırlık deneyi
- EK – 11. Numune KO-1 Özgöl ağırlık deneyi
- EK – 12. Numune KÇ-1 tane boyu grafiği
- EK – 13. Numune KÇ-2 tane boyu grafiği
- EK – 14. Numune KO-1 tane boyu grafiği
- EK – 15. Numune KO-2 tane boyu grafiği
- EK – 16. Numune KO-1 standart proctor deney verileri
- EK – 17. Numune KÇ-1 konsolidasyon deney verileri
- EK – 18. Numune KÇ-2 konsolidasyon deney verileri
- EK – 19. Numune KO-1 konsolidasyon deney verileri
- EK – 20. Numune KÇ-1 500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 21. Numune KÇ-1 700 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 22. Numune KÇ-1 900 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 23. Numune KÇ-1 1100 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 24. Numune KÇ-1 1300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 25. Numune KÇ-1 1500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 26. Numune KÇ-1 1800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 27. Numune KÇ-1 2000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 28. Numune KÇ-1 2300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 29. Numune KÇ-1 2600 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 30. Numune KÇ-1 3000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 31. Numune KÇ-1 3400 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 32. Numune KÇ-1 3800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri

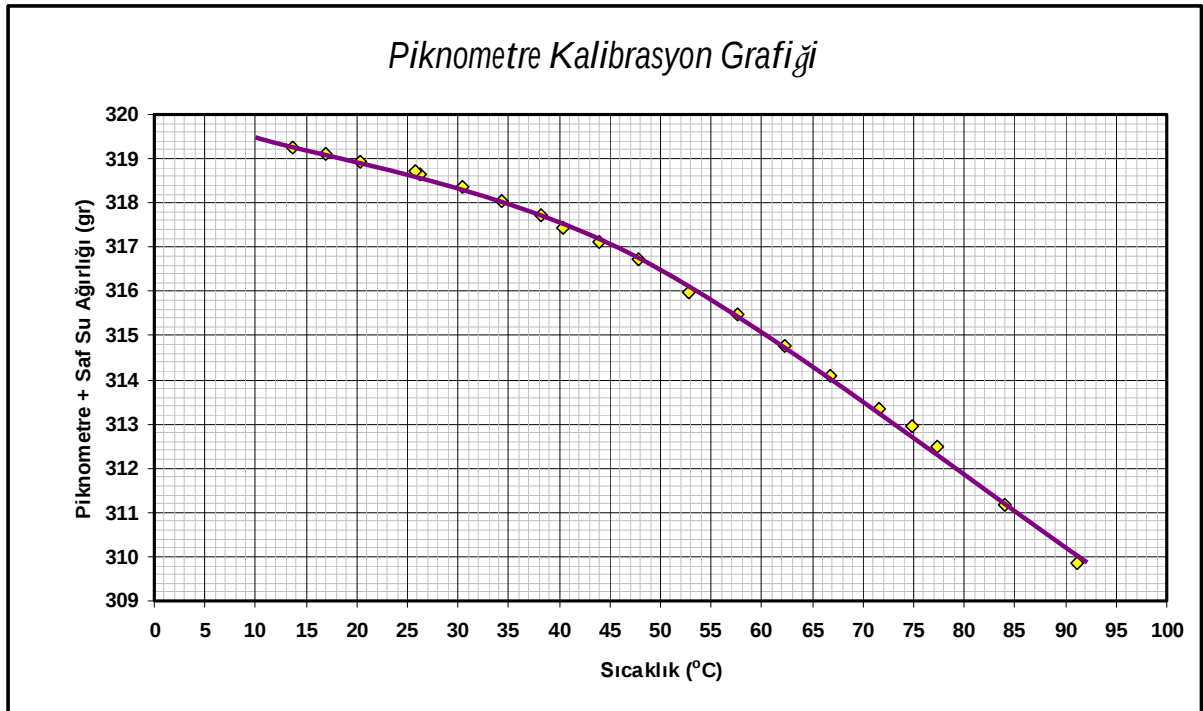
EK – 33. Numune KÇ-1 4300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 34. Numune KÇ-1 4800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 35. Numune KÇ-1 5500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 36. Numune KÇ-1 6250 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 37. Numune KÇ-1 7000gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 38. Numune KÇ-1 8500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 39. Numune KÇ-1 11000gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 40. Numune KÇ-1 14000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 41. Numune KÇ-1 18000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 42. Numune KÇ-1 24000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 43. Numune KÇ-1 29000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 44. Numune KÇ-1 34000gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 45. Numune KÇ-2 500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 46. Numune KÇ-2 700 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 47. Numune KÇ-2 900 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 48. Numune KÇ-2 1100 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 49. Numune KÇ-2 1300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 50. Numune KÇ-2 1500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 51. Numune KÇ-2 1800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 52. Numune KÇ-2 2000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 53. Numune KÇ-2 2300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 54. Numune KÇ-2 2600 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 55. Numune KÇ-2 3000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 56. Numune KÇ-2 3800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 57. Numune KÇ-2 4800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 58. Numune KÇ-2 5500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 59. Numune KÇ-2 6250 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 60. Numune KÇ-2 7000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 61. Numune KÇ-2 8500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 62. Numune KÇ-2 11000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 63. Numune KÇ-2 14000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 64. Numune KÇ-2 18000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 65. Numune KÇ-2 24000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 66. Numune KÇ-2 29000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
EK – 67. Numune KÇ-2 34000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri

- EK – 68. Numune KO-1 350 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 69. Numune KO-1 500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 70. Numune KO-1 700 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 71. Numune KO-1 900 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 72. Numune KO-1 1100 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 73. Numune KO-1 1300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 74. Numune KO-1 1500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 75. Numune KO-1 1800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 76. Numune KO-1 2000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 77. Numune KO-1 2300 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 78. Numune KO-1 2600 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 79. Numune KO-1 3000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 80. Numune KO-1 3800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 81. Numune KO-1 4800 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 82. Numune KO-1 5500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 83. Numune KO-1 6250 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 84. Numune KO-1 7000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 85. Numune KO-1 8500 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 86. Numune KO-1 11000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 87. Numune KO-1 14000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 88. Numune KO-1 18000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 89. Numune KO-1 24000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 90. Numune KO-1 29000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 91. Numune KO-1 34000 gr yük altındaki permeabilite deney verileri
- EK – 92. Sıkıştırılmış zeminlerin değişik kullanım amaçları için göreceli değerlendirme

	T.C. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı	EK-1
--	--	------

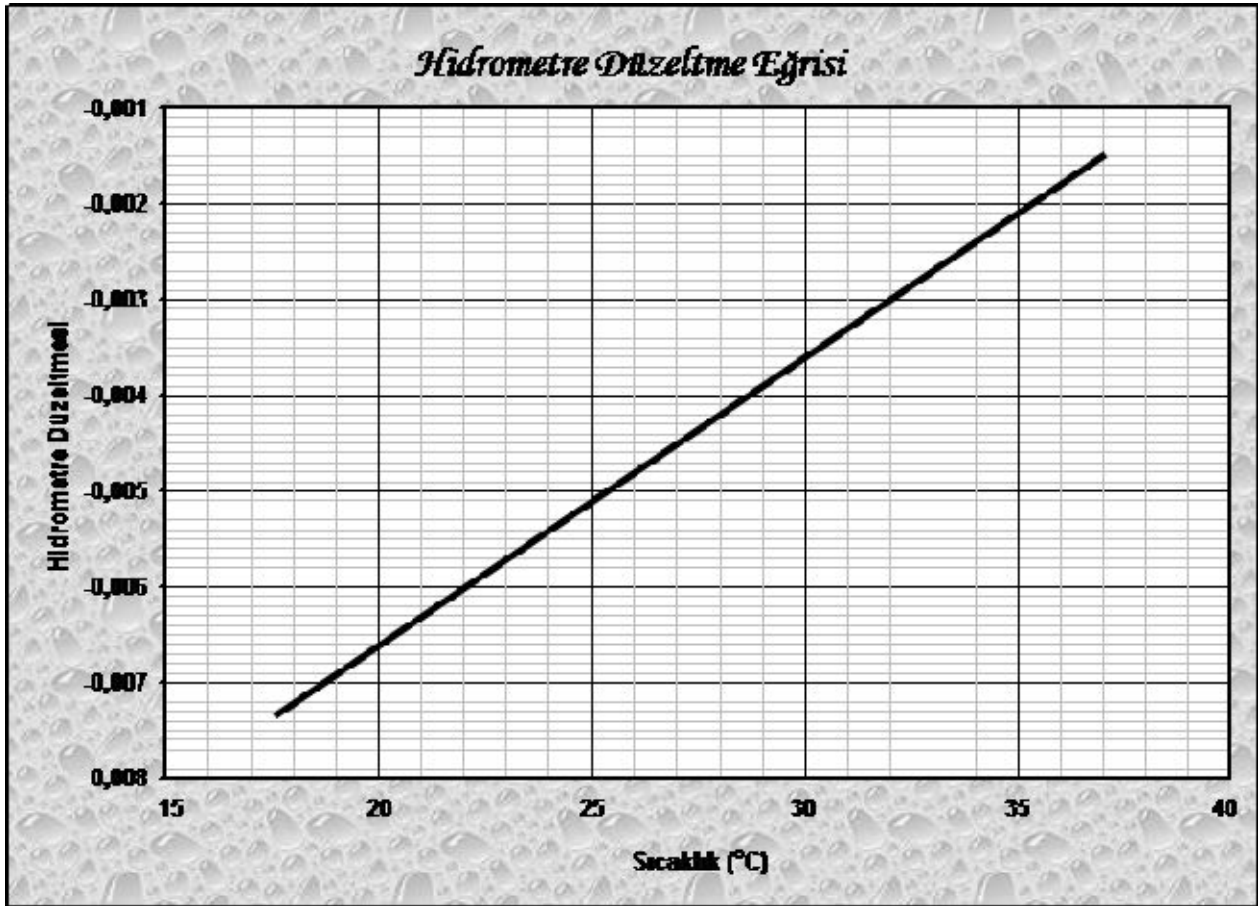
Proje adı:	Adana Bölgesindeki Killi Zeminlerin Hassasiyet Özelliği
Piknometre türü:	250ml
Kalibrasyonu yapan:	Barış KAYHAN
Kalibrasyon tarihi:	03.07.2006

Piknometre Kalibrasyon Verileri							
Ölçüm	1	2	3	4	5	6	7
Piknometre + Saf Su Ağırlığı (gr)	309,85	311,16	312,5	312,95	313,36	314,09	314,75
Sıcaklık (°C)	91,2	84	77,3	74,9	71,6	66,7	62,3
Ölçüm	8	9	10	11	12	13	14
Piknometre + Saf Su Ağırlığı (gr)	315,48	315,99	316,74	317,13	317,42	317,73	318,04
Sıcaklık (°C)	57,6	52,8	47,9	44	40,3	38,2	34,3
Ölçüm	15	16	17	18	19	20	21
Piknometre + Saf Su Ağırlığı (gr)	318,35	318,64	318,71	318,93	319,12	319,24	
Sıcaklık (°C)	30,4	26,3	25,7	20,3	17	13,6	



Ek 1. Piknometre kalibrasyon eğrisi (Kayhan, 2006)

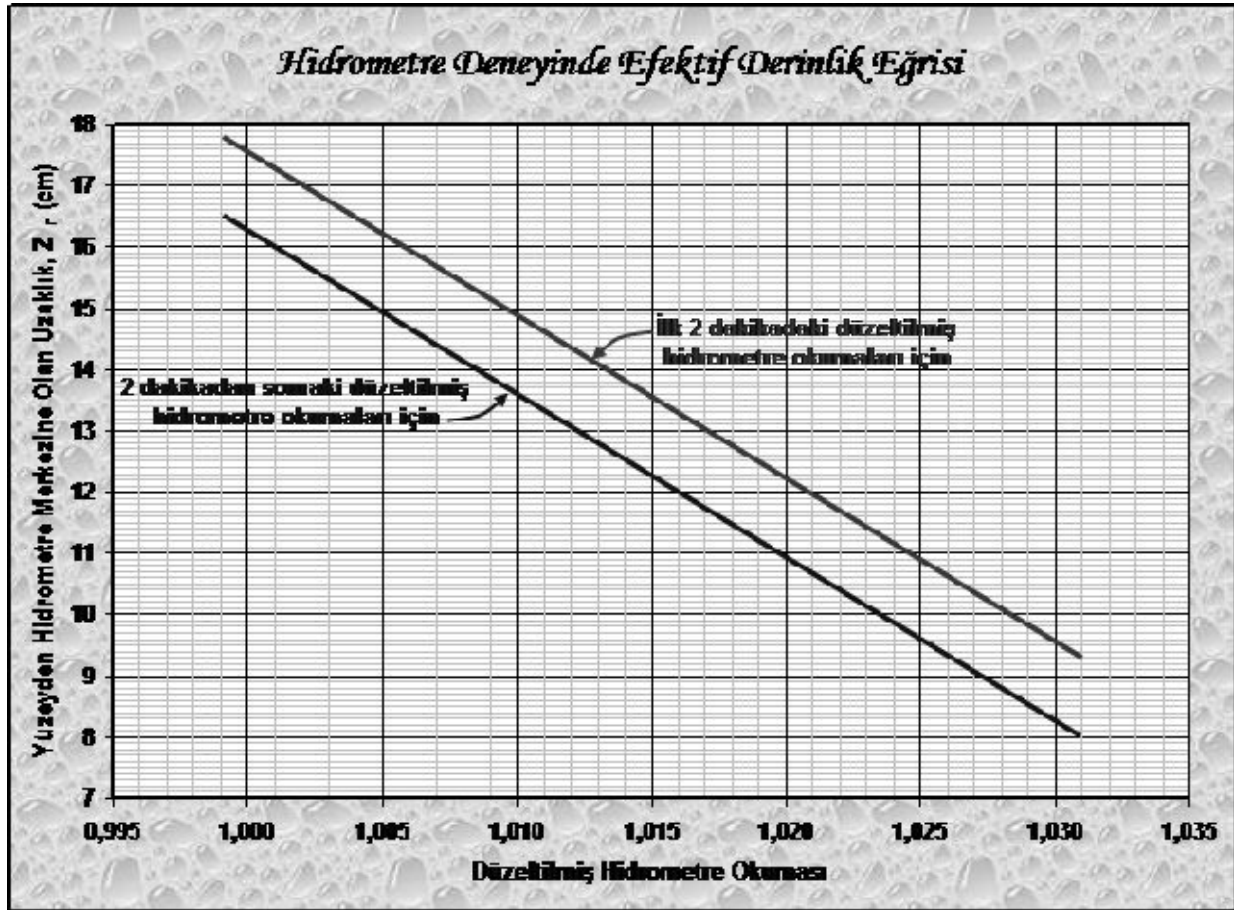
T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,9999	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999	0,9999	0,9998
10	0,9997	0,9996	0,9995	0,9994	0,9993	0,9991	0,9990	0,9988	0,9986	0,9984
20	0,9982	0,9980	0,9978	0,9976	0,9973	0,9971	0,9968	0,9965	0,9963	0,9960
30	0,9957	0,9954	0,9951	0,9947	0,9944	0,9941	0,9937	0,9934	0,9930	0,9926
40	0,9922	0,9919	0,9915	0,9911	0,9907	0,9902	0,9898	0,9894	0,9890	0,9885
50	0,9881	0,9876	0,9872	0,9867	0,9862	0,9857	0,9852	0,9848	0,9842	0,9838
60	0,9832	0,9827	0,9822	0,9817	0,9811	0,9806	0,9700	0,9795	0,9789	0,9784
70	0,9778	0,9772	0,9767	0,9761	0,9755	0,9749	0,9743	0,9737	0,9731	0,9724
80	0,9718	0,9712	0,9706	0,9699	0,9693	0,9686	0,9680	0,9673	0,9667	0,9660
90	0,9653	0,9647	0,9640	0,9633	0,9626	0,9619	0,9612	0,9605	0,9598	0,9591



EK-2b. Sıcaklığa göre hidrometre düzeltmesi (Çetin, 1998)

EK-3a. Sıcaklığa bağlı olarak suyun viskozite değerinin değişimi (milipoise) (Hogeman, 1959)

T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	17,94	17,32	16,74	16,19	15,68	15,19	14,73	14,29	13,87	13,48
10	13,10	12,74	12,39	12,06	11,75	11,45	11,16	10,88	10,6	10,34
20	10,09	9,84	9,61	9,38	9,16	8,95	8,75	8,55	8,36	8,18
30	8,00	7,83	7,67	7,51	7,36	7,31	7,06	6,92	6,79	6,66
40	6,54	6,42	6,30	6,18	6,08	5,97	5,87	5,77	5,68	5,58
50	5,29	5,40	5,32	5,24	5,15	5,07	4,99	4,92	4,84	4,77
60	4,70	4,63	4,56	4,50	4,43	4,37	4,31	4,24	4,19	4,13
70	4,07	4,02	3,96	3,91	3,86	3,81	3,76	3,71	3,66	3,62
80	3,57	3,53	3,48	3,44	3,40	3,36	3,32	3,28	3,24	3,20
90	3,17	3,13	3,10	3,06	3,03	2,99	2,96	2,93	2,90	2,87
100	2,84	2,82	2,79	2,76	2,73	2,70	2,67	2,64	2,62	2,59



EK-3b. Düzeltilmiş hidrometre okumasına karşılık efektif derinlik düzeltmesi (Çetin, 1998)

Sıcaklık (°C)	yoğunluk (gr/mL) ^B	Sıcaklık Katsayısı (K)	Sıcaklık (°C)	yoğunluk (gr/mL) ^B	Sıcaklık Katsayısı (K)	Sıcaklık (°C)	yoğunluk (gr/mL) ^B	Sıcaklık Katsayısı (K)	Sıcaklık (°C)	yoğunluk (gr/mL) ^B	Sıcaklık Katsayısı (K)
15.0	0.99910	1.00090	16.0	0.99895	1.00074	17.0	0.99878	1.00057	18.0	0.99860	1.00039
.1	0.99909	1.00088	.1	0.99893	1.00072	.1	0.99876	1.00055	.1	0.99858	1.00037
.2	0.99907	1.00087	.2	0.99891	1.00071	.2	0.99874	1.00054	.2	0.99856	1.00035
.3	0.99906	1.00085	.3	0.99890	1.00069	.3	0.99872	1.00052	.3	0.99854	1.00034
.4	0.99904	1.00084	.4	0.99888	1.00067	.4	0.99871	1.00050	.4	0.99852	1.00032
.5	0.99902	1.00082	.5	0.99886	1.00066	.5	0.99869	1.00048	.5	0.99850	1.00030
.6	0.99901	1.00080	.6	0.99885	1.00064	.6	0.99867	1.00047	.6	0.99848	1.00028
.7	0.99899	1.00079	.7	0.99883	1.00062	.7	0.99865	1.00045	.7	0.99847	1.00026
.8	0.99898	1.00077	.8	0.99881	1.00061	.8	0.99863	1.00043	.8	0.99845	1.00024
.9	0.99896	1.00076	.9	0.99879	1.00059	.9	0.99862	1.00041	.9	0.99843	1.00022
19.0	0.99841	1.00020	20.0	0.99821	1.00000	21.0	0.99799	0.99979	22.0	0.99777	0.99957
.1	0.99839	1.00018	.1	0.99819	0.99998	.1	0.99797	0.99977	.1	0.99775	0.99954
.2	0.99837	1.00016	.2	0.99816	0.99996	.2	0.99795	0.99974	.2	0.99773	0.99952
.3	0.99835	1.00014	.3	0.99814	0.99994	.3	0.99793	0.99972	.3	0.99770	0.99950
.4	0.99833	1.00012	.4	0.99812	0.99992	.4	0.99791	0.99970	.4	0.99768	0.99947
.5	0.99831	1.00010	.5	0.99810	0.99990	.5	0.99789	0.99968	.5	0.99766	0.99945
.6	0.99829	1.00008	.6	0.99808	0.99987	.6	0.99786	0.99966	.6	0.99764	0.99943
.7	0.99827	1.00006	.7	0.99806	0.99985	.7	0.99784	0.99963	.7	0.99761	0.99940
.8	0.99825	1.00004	.8	0.99804	0.99983	.8	0.99782	0.99961	.8	0.99759	0.99938
.9	0.99823	1.00002	.9	0.99802	0.99981	.9	0.99780	0.99959	.9	0.99756	0.99936
23.0	0.99754	0.99933	24.0	0.99730	0.99909	25.0	0.99705	0.99884	26.0	0.99679	0.99858
.1	0.99752	0.99931	.1	0.99727	0.99907	.1	0.99702	0.99881	.1	0.99676	0.99855
.2	0.99749	0.99929	.2	0.99725	0.99904	.2	0.99700	0.99879	.2	0.99673	0.99852
.3	0.99747	0.99926	.3	0.99723	0.99902	.3	0.99697	0.99876	.3	0.99671	0.99850
.4	0.99745	0.99924	.4	0.99720	0.99899	.4	0.99694	0.99874	.4	0.99668	0.99847
.5	0.99742	0.99921	.5	0.99717	0.99897	.5	0.99692	0.99871	.5	0.99665	0.99844
.6	0.99740	0.99919	.6	0.99715	0.99894	.6	0.99689	0.99868	.6	0.99663	0.99842
.7	0.99737	0.99917	.7	0.99712	0.99892	.7	0.99687	0.99866	.7	0.99660	0.99839
.8	0.99735	0.99914	.8	0.99710	0.99889	.8	0.99684	0.99863	.8	0.99657	0.99836
.9	0.99732	0.99912	.9	0.99707	0.99887	.9	0.99681	0.99860	.9	0.99654	0.99833
27.0	0.99652	0.99831	28.0	0.99624	0.99803	29.0	0.99595	0.99774	30.0	0.99565	0.99744
.1	0.99649	0.99828	.1	0.99621	0.99800	.1	0.99592	0.99771	.1	0.99562	0.99741
.2	0.99646	0.99825	.2	0.99618	0.99797	.2	0.99589	0.99768	.2	0.99559	0.99738
.3	0.99643	0.99822	.3	0.99615	0.99794	.3	0.99586	0.99765	.3	0.99556	0.99735
.4	0.99641	0.99820	.4	0.99612	0.99791	.4	0.99583	0.99762	.4	0.99553	0.99732
.5	0.99638	0.99817	.5	0.99609	0.99788	.5	0.99580	0.99759	.5	0.99550	0.99729
.6	0.99635	0.99814	.6	0.99607	0.99785	.6	0.99577	0.99756	.6	0.99547	0.99726
.7	0.99632	0.99811	.7	0.99604	0.99783	.7	0.99574	0.99753	.7	0.99544	0.99723
.8	0.99629	0.99808	.8	0.99601	0.99780	.8	0.99571	0.99750	.8	0.99541	0.99720
.9	0.99627	0.99806	.9	0.99598	0.99777	.9	0.99568	0.99747	.9	0.99538	0.99716

^AReference: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, Editor-in-Chief, 74th Edition, 1993–1994. ^BmL = cm³

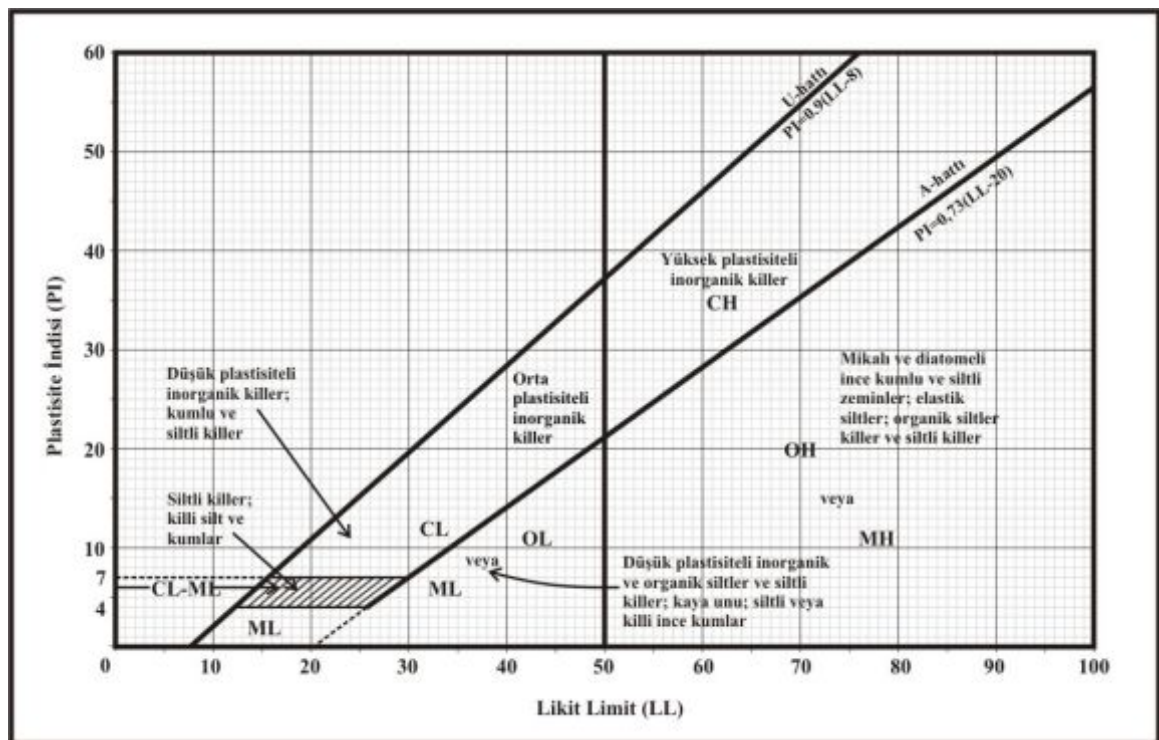
EK–5. Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi

Ana Bölümler	Grup Simgeleri (*)	Tipik Adlamalar	Arazide tanıma yöntemleri
1	2	3	4
			5

İnce taneli zeminler Malzemenin Yarıdan Çoğu 200 No.lu Elek Çapından (0,075 mm)	İri taneli zeminler Malzemenin Yarıdan Çoğu 200 No.lu Elek Çapından (0,075 mm) Büyük		Silt veya Kil Likit Limit 50'den küçük	Silt veya Kil Likit Limit 50'den büyük	GW	GP	GM	GC	SW	SP	SM	SC	Pt
	Çakıl	Kum											
200 No.lu elek çapı yaklaşık olarak çıplak gözle görülebilir en küçük partiküldür	İri fraksiyonunun yarıdan çoğu 4 No.lu elek çapından (4,75 mm) daha büyük	İri fraksiyonunun yarıdan çoğu 4 No.lu elek çapından (4,75 mm) daha küçük (Görsel sınıflandırma için 5 mm No.lu elek çapına eşdeğer kabul edilebilir)	İnce tane içeren Çakıl (çok az veya sıfır ince tane)	Temiz Çakıl (çok az veya sıfır ince tane)	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl kum karışımı, sıfır veya çok az ince tane	Kötü derecelenmiş çakıl, çakıl kum karışımı, sıfır veya çok az ince tane	Siltli çakıl, çakıl-kum-silt karışımı	Killi çakıl, çakıl-kum-kil karışımı	İyi derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Kötü derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Siltli kum, kum-silt karışımı	Killi kum, kum-kil karışımı	40 No.lu Elek Çapından Küçük Fraksiyonları Tanıma Yöntemleri
													Kuru dayanım (ezilme karakteristikleri)
													Dilatans (sarsmaya tepki)
													Sağlamlık (Kıvam PL yakınında)
	Silt veya Kil Likit Limit 50'den küçük	Silt veya Kil Likit Limit 50'den büyük	İnce tane içeren Kum (önemli miktarda ince tane)	Temiz Kum (çok az veya sıfır ince tane)	İyi derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Kötü derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Siltli kum, kum-silt karışımı	Killi kum, kum-kil karışımı	Tane boylarında geniş aralık ve ara partikül boyları önemli miktarda	Bazı ara boyların eksik olduğu tek boy veya bir dizi boylar egemen	Plastik olmayan ince taneler veya düşük plastisiteli ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda ML'ye bakınız)	Plastik ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda CL'ye bakınız)	Yok – çok az
													Yavaş – yavaş
													Yok – çok yavaş
													Orta
													Çok az
													Yavaş – yok
													Az – orta
													Yüksek
													Orta – yüksek
													Yok – çok yavaş
													Az – orta
													Renk, koku, süngerimsi his ve çoğu zaman da lifli yapılarıyla kolayca tanınırlar
													Pt
													Turba ve diğeri ileri derece organik zeminler
													İleri Derecede Organik Zeminler

Franksiyonu tanımada “arazi tanınması” başlığı altındaki tane boyu eğrisini kullanınız.

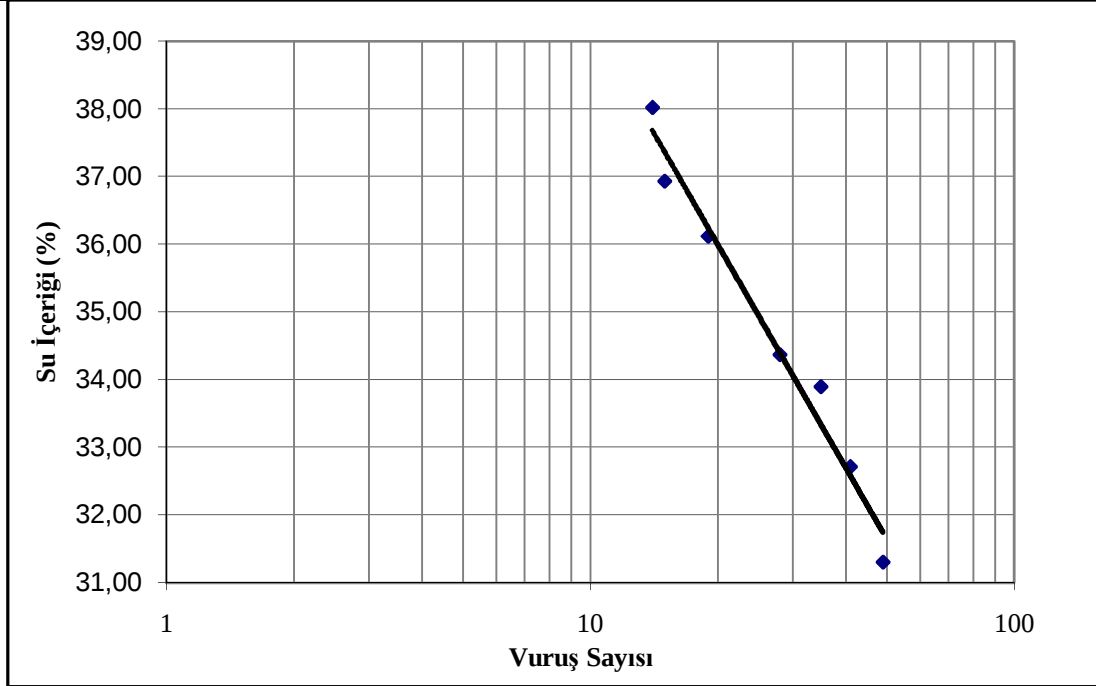
İnce taneli zeminlerin laboratuvar sınıflaması için Plastisite Abağı



	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-6
LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ		

NUMUNE LOKASYONU	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü	NUMUNE NO:	KÇ-1
PROJE	Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malzemesinin Jeoteknik İncelemesi		
DENEY TARİHİ	10.12.2010		
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ		

	LİKİT LİMİT DENEYİ							PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
Kap No	40	1	21	20	G17	G20	15	4	G17	MH2
Kap Ağırlığı (gr)	6,02	9,48	10,44	9,37	8,66	9,09	10,14	9,91	9,44	10,43
Kap+Yaş Numune (gr)	11,85	17,27	18,69	14,94	16,8	16,84	16,13	13,94	12,66	13,52
Kap+Kuru Numune (gr)	10,46	15,35	16,58	13,53	14,64	14,75	14,48	13,23	12,11	13,02
Su Ağırlığı (gr)	1,39	1,92	2,11	1,41	2,16	2,09	1,65	0,7	0,55	0,5
Kuru Numune (gr)	4,44	5,87	6,14	4,16	5,98	5,66	4,34	3,32	2,67	2,59
Su İçeriği (%)	31,31	32,71	34,36	33,89	36,12	36,93	38,02	21,39	20,6	19,31
Vuruş Sayısı	49	41	28	35	19	15	14	-	-	-

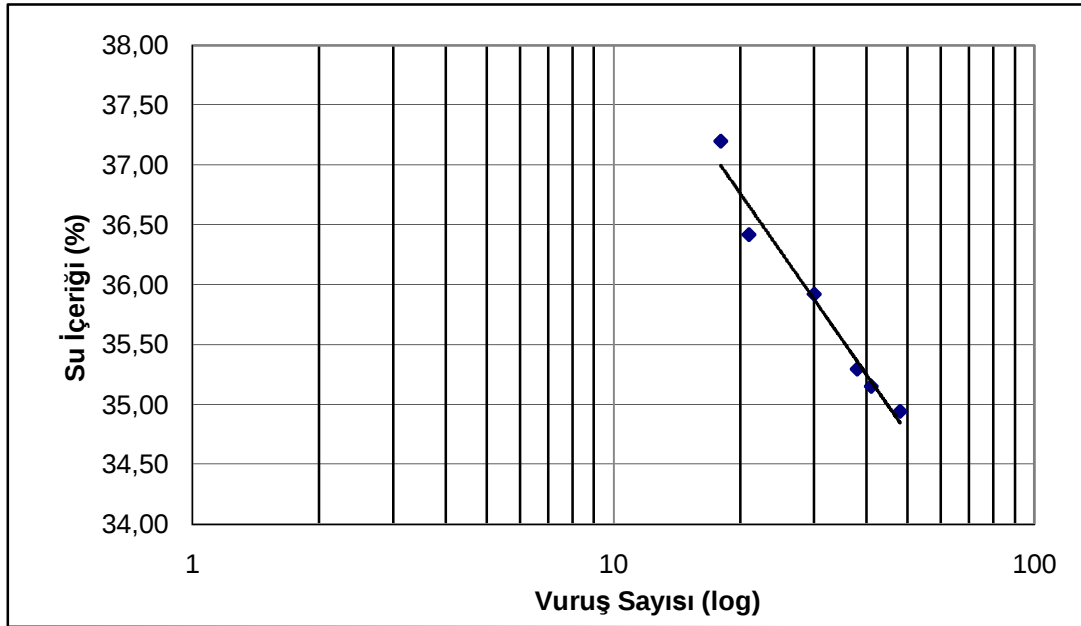


SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	%35,07
Plastik Limit (PL)	%20,43
Plastisite İndisi (PI)	%14,64
Zemin Tipi (USCS)	CL

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-7
LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ		

NUMUNE LOKASYONU	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü	NUMUNE NO:	KÇ-2
PROJE	Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malzemesinin Jeoteknik İncelemesi		
DENEY TARİHİ	10.12.2010		
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ		

	LİKİT LİMİT DENEYİ						PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Kap No	K21	M-6	24	86	36	7	10	H11	51
Kap Ağırlığı (gr)	35,75	25,62	31,04	14,76	33,08	27,38	9,11	10,44	27,9
Kap+Yaş Numune (gr)	41,36	31,08	34,72	20,36	39,71	33,65	11,23	12,62	30,2
Kap+Kuru Numune (gr)	39,91	29,66	33,76	18,88	37,94	31,95	10,92	12,28	29,84
Su Ağırlığı (gr)	1,45	1,42	0,96	1,48	1,77	1,70	0,31	0,34	0,36
Kuru Numune (gr)	4,15	4,04	2,72	4,12	4,86	4,57	1,81	1,84	1,94
Su İçeriği (%)	34,94	35,15	35,29	35,92	36,42	37,20	17,13	18,48	18,56
Vuruş Sayısı	48	41	38	30	21	18	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	%36,30
Plastik Limit (PL)	%18,05
Plastisite İndisi (PI)	%18,42
Zemin Tipi (USCS)	CL



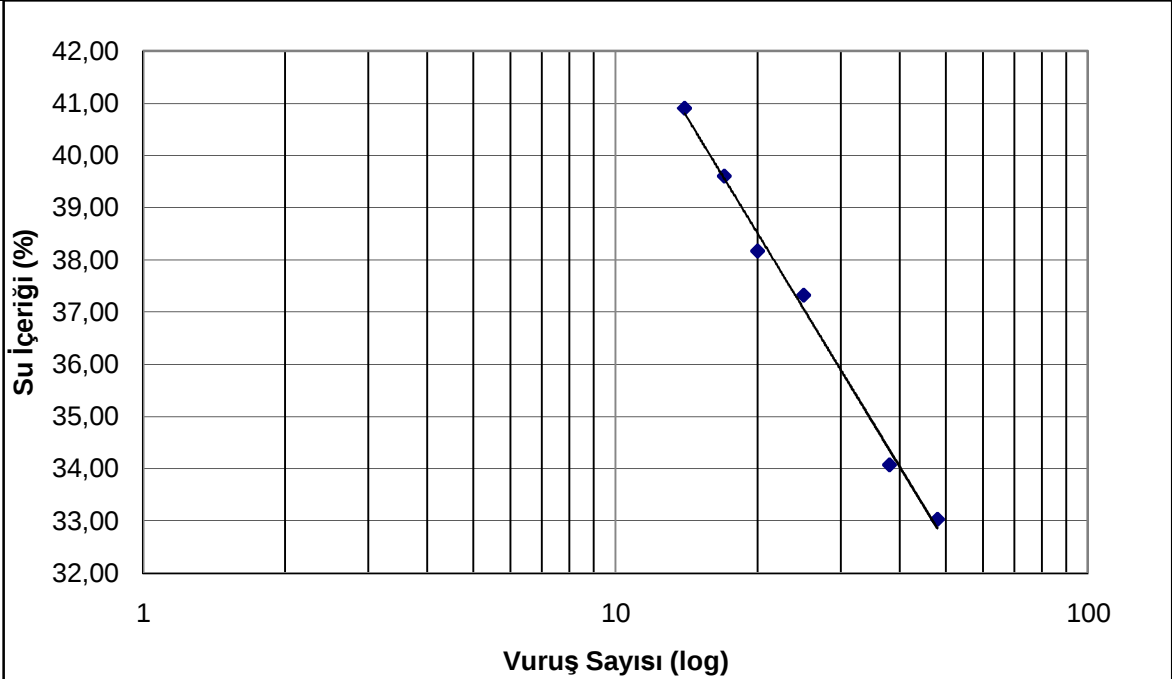
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-8

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE LOKASYONU	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü	NUMUNE NO:	KO-1
PROJE	Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malzemesinin Jeoteknik İncelemesi		
DENEY TARİHİ	10.12.2010		
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ		

	LİKİT LİMİT DENEYİ						PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Kap No	25	31	16	33	M-4	K-5	LOG6	K1	K3
Kap Ağırlığı (gr)	24,89	8,66	9,94	30,35	29,83	28,15	6,04	9,38	10,43
Kap+Yaş Numune (gr)	30,93	14,09	15,68	36,83	36,14	35,59	8,68	11,53	12,27
Kap+Kuru Numune (gr)	29,43	12,71	14,12	35,04	34,35	33,43	8,24	11,17	11,96
Su Ağırlığı (gr)	1,50	1,38	1,56	1,79	1,79	2,16	0,44	0,36	0,31
Kuru Numune (gr)	4,54	4,05	4,18	4,69	4,52	5,28	2,2	1,79	1,53
Su İçeriği (%)	33,04	34,07	37,32	38,17	39,60	40,91	20,00	20,11	20,26
Vuruş Sayısı	48	38	25	20	17	14	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	%37,05
Plastik Limit (PL)	%20,12
Plastisite İndisi (PI)	%16,93
Zemin Tipi (USCS)	CL

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-9
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malz. Jeoteknik İnc.	
Lokasyon: Nergizlik Köyü (Adana/Karaisalı)	
Sondaj no:	
Numune no: KÇ-1	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)
Numunenin tanımı: Açık kahverengi renkli kumlu killi silt	
Piknometre No: 1	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ
	Deney Tarihi: 16.08.2010

Özgül Ağırlık Deney Verileri	
Piknometre Ağırlığı (gr)	71,34
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	101,36
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	332,16
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	313,2
Sıcaklık (C⁰)	72,0

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2,65

KONTROL EDEN
Prof.Dr. Hasan ÇETİN

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-10
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malz. Jeoteknik İnc.	
Lokasyon: Nergizlik Köyü (Adana/Karaisalı)	
Sondaj no:	
Numune no: KÇ-2	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)
Numunenin tanımı: Açık kahverengi renkli kumlu killi silt	
Piknometre No: 1	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ
	Deney Tarihi: 16.08.2010

Özgül Ağırlık Deney Verileri	
Piknometre Ağırlığı (gr)	71,35
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	101,94
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	333,19
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	314,0
Sıcaklık (C⁰)	67

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2,63

KONTROL EDEN
Prof.Dr. Hasan ÇETİN

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-11
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malz. Jeoteknik İnc.		
Lokasyon: Nergizlik Köyü (Adana/Karaisalı)		
Sondaj no:		
Numune no: KO-1	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Açık kahverengi renkli kumlu killi silt		
Piknometre No: 1	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ	Deney Tarihi: 16.08.2010

Özgül Ağırlık Deney Verileri	
Piknometre Ağırlığı (gr)	71,38
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	101,53
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	331,53
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	312,4
Sıcaklık (C⁰)	78

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2,66

KONTROL EDEN
Prof.Dr. Hasan ÇETİN



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-12

Tane Boyu Analizi

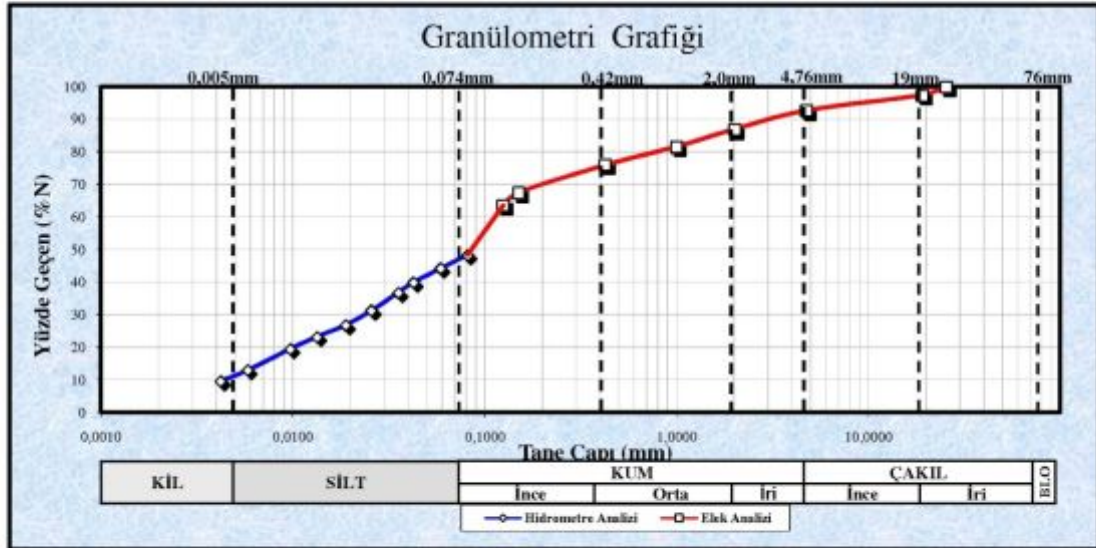
Proje	Nergizlik Barajı (Adana) Kıl Çelirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi	Numune No	KÇ-1
Numuneyi Alan	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ	Derinlik	0,2 - 1,20 m
Alındığı tarih	16.07.2010	Tarih	19.04.2011
Alındığı Yer	Adana/Karaisah/Nergizlik Köyü	Deneyi Yapan	Jeo.Müh Mustafa KILIÇ
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deney Esnasındaki Suyun Viskozitesi (μ)	Deney Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
19.04.2011	10:23	15	18,00	1,0400	-0,00720	1,03280	9,10	0,1060	0,9986	0,3402	69,16
19.04.2011	10:23	30	18,00	1,0350	-0,00720	1,02780	10,10	0,1060	0,9986	0,2534	60,83
19.04.2011	10:24	60	18,00	1,0330	-0,00720	1,02580	10,50	0,1060	0,9986	0,1827	56,66
19.04.2011	10:25	120	18,00	1,0310	-0,00720	1,02380	11,20	0,1060	0,9986	0,1334	52,49
19.04.2011	10:28	300	18,00	1,0290	-0,00720	1,02180	10,40	0,1060	0,9986	0,0813	48,33
19.04.2011	10:33	600	18,00	1,0270	-0,00720	1,01980	10,90	0,1060	0,9986	0,0589	44,16
19.04.2011	10:43	1200	17,90	1,0250	-0,00722	1,01778	11,40	0,1060	0,99862	0,0426	39,91
19.04.2011	10:53	1800	17,90	1,0235	-0,00722	1,01628	11,80	0,1060	0,99862	0,0354	36,79
19.04.2011	11:23	3600	17,60	1,0210	-0,00730	1,01370	12,50	0,1060	0,99867	0,0257	31,31
19.04.2011	12:23	7200	17,30	1,0190	-0,00740	1,01160	13,10	0,1088	0,99872	0,0189	26,83
19.04.2011	14:23	14400	17,80	1,0170	-0,00722	1,00978	13,50	0,1060	0,99863	0,0134	23,23
19.04.2011	18:23	43200	18,30	1,0150	-0,00710	1,00790	14,10	0,1060	0,99854	0,0097	19,50
20.04.2011	10:23	86400	16,90	1,0125	-0,00750	1,00500	14,90	0,1088	0,99879	0,0058	12,94
21.04.2011	10:23	175080	16,40	1,0110	-0,00750	1,00350	15,20	0,1116	0,99888	0,0042	9,63

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
1	25,400	5	5	0	0	100	100
(3/4)"	19,050	10,14	12,11	1,97	2,58	2,58	97,42
4,00	4,760	9,96	12,82	2,86	3,75	6,33	92,67
10,00	2,000	9,51	14,67	5,16	6,77	13,10	86,90
18,00	1,000	10,44	14,48	4,04	5,30	18,40	81,60
40,00	0,425	9,43	13,74	4,31	5,65	24,05	75,95
100,00	0,150	8,65	15,1	6,45	8,47	32,52	67,48
120,00	0,125	9,38	12,39	3,01	3,95	36,47	63,53
200,00	0,075	10,43	16,93	6,50	8,53	47,00	53,00



Çakıl : % 8,0
Kum : % 40,7
Silt : % 39,3
Kıl : % 12,0

Zemin Tipi: CL (Kumlu düşük plastisiteli kıl)

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-13

Tane Boyu Analizi

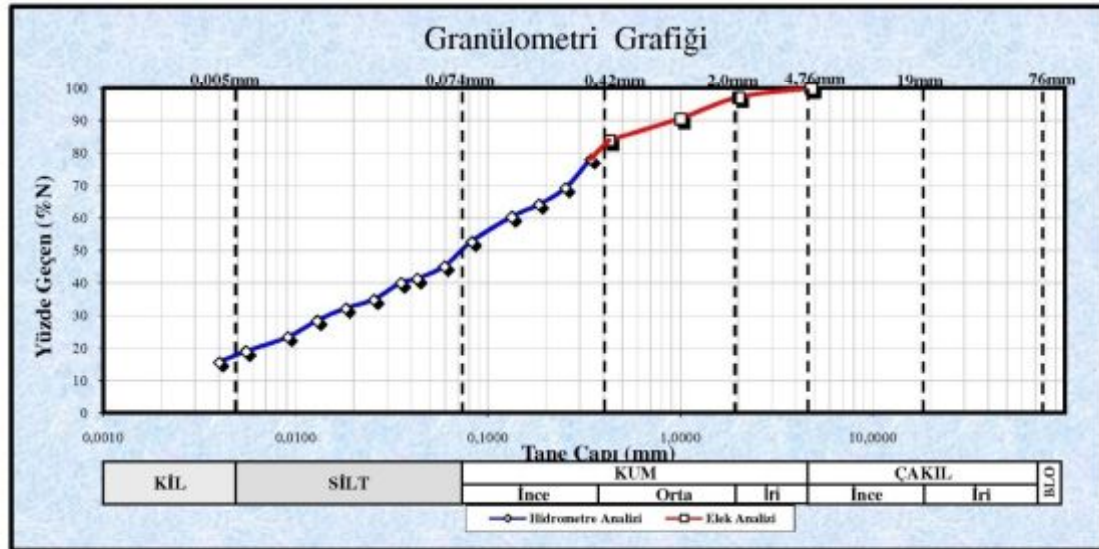
Proje	Nergizlik Barajı (Adana) Kıl Çelirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi	Numune No	KÇ-2
Numuncü Alan	Geo. Müh. Mustafa KILIÇ	Derinlik	0,2 - 1,20 m
Alındığı tarih	16.07.2010	Tarih	21.05.2011
Alındığı Yer	Adana/Karaisah/Nergizlik Köyü	Deneyi Yapan	Geo.Müh Mustafa KILIÇ
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deney Esnasındaki Suyun Viskozitesi (p)	Deney Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (yw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
21.05.2011	11:01	15	23,00	1,0340	-0,00570	1,02830	10,00	0,0938	0,99754	0,3404	78,14
21.05.2011	11:01	30	23,00	1,0305	-0,00570	1,02480	11,00	0,0938	0,99754	0,2524	69,25
21.05.2011	11:02	60	23,00	1,0285	-0,00570	1,02280	11,60	0,0938	0,99754	0,1833	64,17
21.05.2011	11:03	120	23,00	1,0270	-0,00570	1,02130	12,10	0,0938	0,99754	0,1324	60,36
21.05.2011	11:06	300	23,00	1,0240	-0,00570	1,01830	11,65	0,0938	0,99754	0,0821	52,74
21.05.2011	11:11	600	23,00	1,0210	-0,00570	1,01530	12,10	0,0938	0,99754	0,0592	45,12
21.05.2011	11:21	1200	23,00	1,0195	-0,00570	1,01380	12,60	0,0938	0,99754	0,0427	41,30
21.05.2011	11:31	1800	23,00	1,0190	-0,00570	1,01330	12,75	0,0938	0,99754	0,0351	40,03
21.05.2011	12:01	3600	22,10	1,0175	-0,00600	1,01150	13,10	0,0961	0,99775	0,0255	34,93
21.05.2011	13:01	7200	22,00	1,0165	-0,00605	1,01045	13,45	0,0961	0,99777	0,0182	32,22
21.05.2011	15:12	15060	22,00	1,0150	-0,00605	1,00895	14,00	0,0961	0,99777	0,0129	28,40
21.05.2011	19:34	30780	21,90	1,0131	-0,00610	1,00700	14,40	0,0961	0,9978	0,0091	23,37
22.05.2011	11:30	88140	21,00	1,0118	-0,00635	1,00545	14,80	0,0984	0,99799	0,0055	18,96
23.05.2011	11:01	172800	22,00	1,0100	-0,00605	1,00395	15,40	0,0961	0,99777	0,0040	15,70

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4,00	4,760	9,16	9,16	0	0	100	100
10,00	2,000	29,28	27,48	1,80	2,85	2,85	97,15
18,00	1,000	33,69	29,59	4,10	6,50	9,35	90,65
40,00	0,425	27,79	23,51	4,28	6,78	16,13	83,87
100,00	0,150	31,63	25,82	5,81	9,20	25,33	74,67
120,00	0,125	30,33	28,26	2,07	3,28	28,61	71,39
200,00	0,075	28,41	24,90	3,51	5,56	34,17	65,83



Çakıl : % 0,0
Kum : % 51,0
Silt : % 31,0
Kıl : % 18,0

Zemin Tipi: SC (Killi kum)

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-14

Tane Boyu Analizi

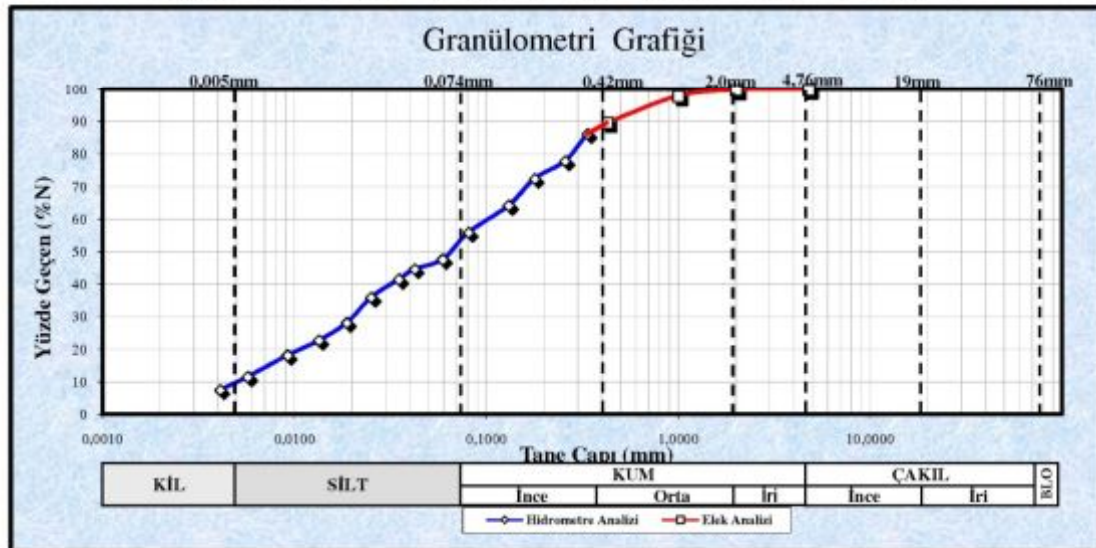
Proje	Nergizlik Barajı (Adana) Kıl Çelirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi	Numune No	KO-1
Numuneyi Alan	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ	Derinlik	0,2 - 1,20 m
Alındığı tarih	16.07.2010	Tarih	21.05.2011
Alındığı Yer	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü	Deneyi Yapan	Jeo.Müh Mustafa KILIÇ
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deney Esnasındaki Suyun Viskozitesi (μ)	Deney Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
21.05.2011	10:43	15	24,00	1,0340	-0,00540	1,02860	9,90	0,0916	0,99730	0,3346	86,23
21.05.2011	10:43	30	24,00	1,0310	-0,00540	1,02560	11,70	0,0916	0,99730	0,2572	77,97
21.05.2011	10:44	60	24,00	1,0290	-0,00540	1,02360	11,20	0,0916	0,99730	0,1780	72,46
21.05.2011	10:45	120	24,00	1,0260	-0,00540	1,02060	12,00	0,0916	0,99730	0,1303	64,19
21.05.2011	10:48	300	24,00	1,0230	-0,00540	1,01760	11,50	0,0916	0,99730	0,0806	55,93
21.05.2011	10:53	600	24,00	1,0200	-0,00540	1,01460	12,30	0,0916	0,99730	0,0590	47,66
21.05.2011	11:03	1200	23,80	1,0190	-0,00545	1,01355	12,60	0,0916	0,99735	0,0422	44,63
21.05.2011	11:13	1800	23,50	1,0180	-0,00550	1,01250	12,90	0,0916	0,99742	0,0349	41,55
21.05.2011	11:43	3600	23,50	1,0160	-0,00550	1,01050	13,40	0,0916	0,99742	0,0251	36,04
21.05.2011	12:43	7200	22,00	1,0140	-0,00600	1,00800	14,10	0,0961	0,99777	0,0187	28,19
21.05.2011	14:43	14400	22,00	1,0120	-0,00600	1,00600	14,60	0,0961	0,99777	0,0134	22,68
21.05.2011	19:34	31860	21,90	1,0105	-0,00610	1,00440	15,05	0,0961	0,99780	0,0092	18,19
22.05.2011	11:30	89220	21,00	1,0085	-0,00630	1,00220	15,70	0,0984	0,99799	0,0057	11,60
23.05.2011	11:01	173880	22,00	1,0065	-0,00600	1,00050	16,10	0,0961	0,99777	0,0041	7,52

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4,00	4,760	9,96	9,96	0,00	0,00	0,00	100,00
10,00	2,000	29,79	29,69	0,10	0,17	0,17	99,83
18,00	1,000	36,83	35,75	1,08	1,86	2,03	97,97
40,00	0,425	35,89	31,05	4,84	8,32	10,35	89,66
100,00	0,150	37,82	33,08	4,74	8,14	18,49	81,51
120,00	0,125	24,55	23,95	0,60	1,03	19,52	80,48
200,00	0,075	28,33	25,6	2,73	4,69	24,21	75,79



Çakıl : % 0,0
Kum : % 45,0
Silt : % 44,0
Kil : % 11,0

Zemin Tipi: CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-15

Tane Boyu Analizi

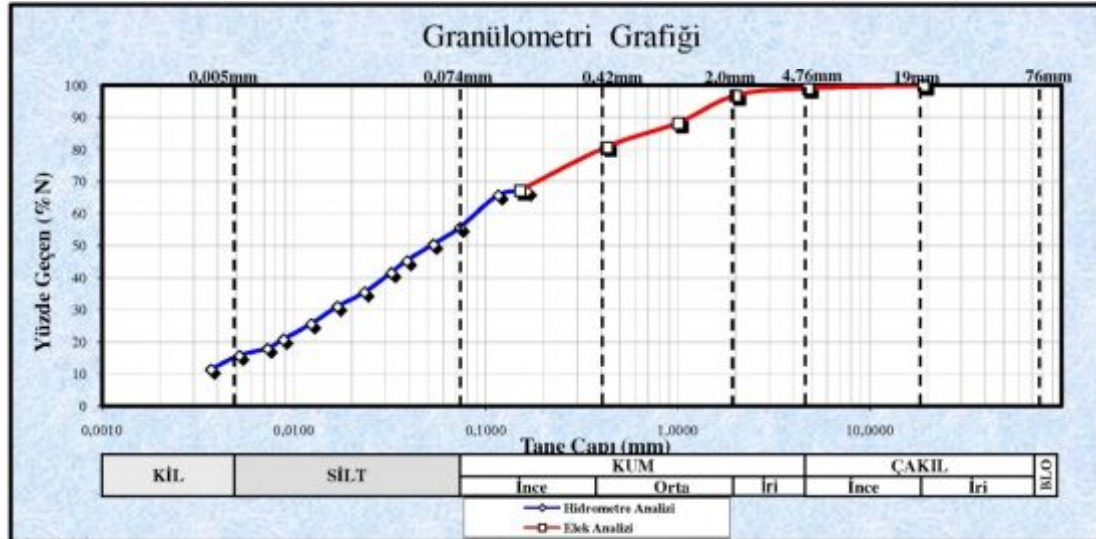
Proje	Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çelirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi	Numune No	KO-2
Numuneyi Alan	Jeo. Müh. Mustafa KILIÇ	Derinlik	0,2 - 1,20 m
Alındığı tarih	16.07.2010	Tarih	01.04.2011
Alındığı Yer	Adana/Karnasalı/Nergizlik Köyü	Deneyi Yapan	Jeo.Müh Mustafa KILIÇ
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deney Esnasındaki Suyun Viskozitesi (μ)	Deney Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
01.04.2011	10:23	15	24,50	1,0320	-0,00520	1,0268	9,20	0,0895	0,9972	0,3141	73,1794
01.04.2011	10:23	30	24,50	1,0300	-0,0052	1,0248	9,6000	0,0895	0,9972	0,2269	68,2399
01.04.2011	10:24	60	24,50	1,0295	-0,0052	1,0243	9,9000	0,0895	0,9972	0,1629	67,0050
01.04.2011	10:25	120	24,50	1,0290	-0,0052	1,0238	10,0000	0,0895	0,9972	0,1158	65,7701
01.04.2011	10:28	300	24,40	1,0250	-0,0053	1,0198	9,7000	0,0916	0,9972	0,0730	55,6944
01.04.2011	10:33	600	24,20	1,0230	-0,0053	1,0177	10,2000	0,0916	0,9973	0,0529	50,4846
01.04.2011	10:43	1200	24,10	1,0210	-0,0054	1,0157	10,8500	0,0916	0,9973	0,0386	45,3971
01.04.2011	10:53	1800	24,10	1,0195	-0,0054	1,0142	11,2000	0,0916	0,9973	0,0320	41,6923
01.04.2011	11:23	3600	24,10	1,0170	-0,0054	1,0117	11,8000	0,0916	0,9973	0,0232	35,5175
01.04.2011	12:23	7200	24,10	1,0152	-0,0054	1,0099	12,3000	0,0916	0,9973	0,0168	31,0716
01.04.2011	14:23	14400	24,10	1,0130	-0,0054	1,0077	13,0000	0,0916	0,9973	0,0122	25,6378
01.04.2011	18:23	28800	24,20	1,0110	-0,0053	1,0057	13,4000	0,0916	0,9973	0,0088	20,8459
01.04.2011	22:23	43200	24,00	1,0101	-0,0055	1,0046	13,8000	0,0916	0,9973	0,0073	18,0307
02.04.2011	10:23	86400	24,00	1,0092	-0,0055	1,0037	14,0000	0,0916	0,9973	0,0052	15,8078
03.04.2011	10:23	175080	24,30	1,0072	-0,0053	1,0019	14,2500	0,0916	0,9972	0,0037	11,5343

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
(3/4)"	19,05	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,00	4,76	6,62	6,03	0,59	0,92	0,92	99,08
10,00	2,00	11,83	10,42	1,41	2,20	3,11	96,88
18,00	1,00	14,83	9,35	5,48	8,54	11,65	88,35
40,00	0,43	13,47	8,64	4,83	7,52	19,17	80,82
100,00	0,15	17,77	9,07	8,70	13,55	32,72	67,27
120,00	0,13	31,99	29,26	2,73	4,25	36,98	63,02
200,00	0,08	25,35	21,20	4,15	4,64	43,44	56,56



Çakıl : % 0,9
Kum : % 43,4
Silt : % 39,9
Kil : % 15,8

Zemin Tipi: CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

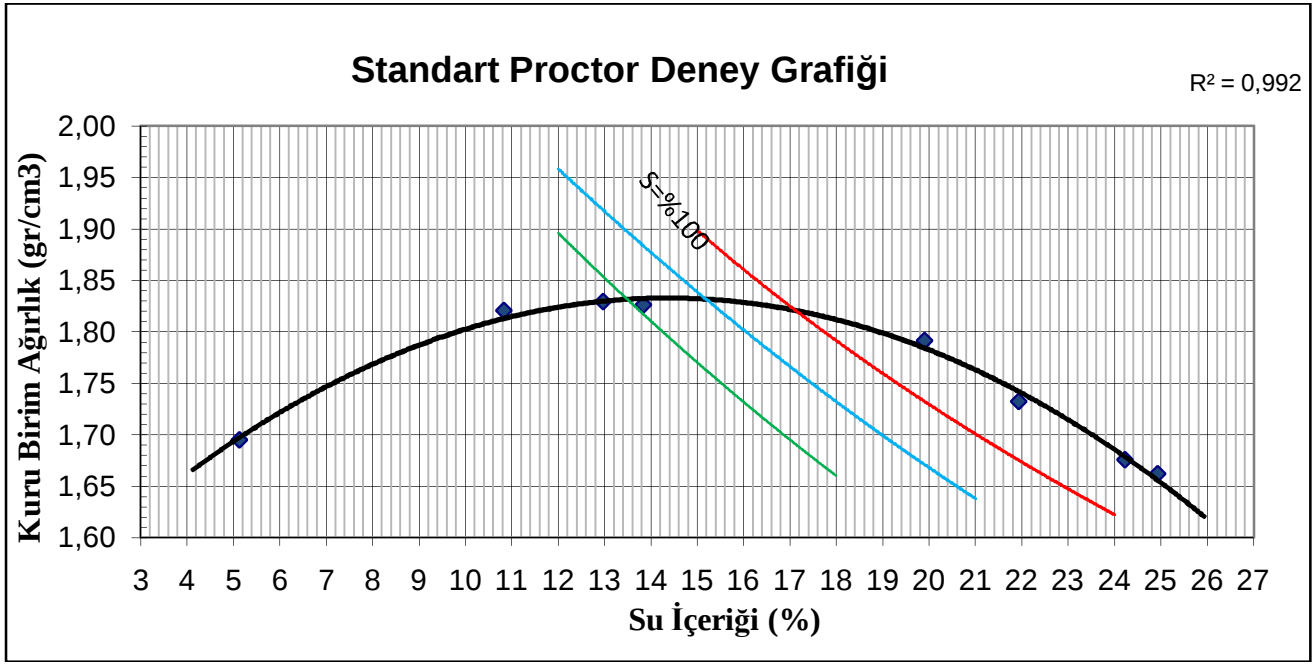
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.

Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Zemin Mekanik Laboratuvarı Standart Proctor Deneyi			EK-16
Proje	Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malzemesinin Jeoteknik İncelemesi		
Numuneyi Alan	Geo. Müh. Mustafa KILIÇ	Derinlik	
Alındığı tarih	09.09.2010	Tarih	13.09.2010
Alındığı yer	Nergizlik/Karaisalı/Adana	Deneyi Yapan	Geo. Müh. Mustafa KILIÇ
Laboratuvar No		Deney Standardı	ASTM

Kalıp Yüksekliği (cm)	11,57	Kalıp Hacmi (cm³)	940
Kalıp Çapı (cm)	10,17	Kalıp Ağırlığı (kg)	5,676

Artan Su Miktarı (%)								
Kalıp + Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (gr)	5166,41	5243,42	5175,68	4899,99	5178,99	5181,65	5120,71	5209,85
Kalıp Ağırlığı (gr)	3223,98	3224,56	3224,44	3224,86	3224,64	3224,67	3224,26	3224,48
Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (gr)	1942,43	2018,86	1951,24	1675,13	1954,35	1956,98	1896,45	1985,37
Yaş Birim Ağırlığı (gr/cm³)	2,07	2,15	2,08	1,78	2,08	2,08	2,02	2,11
Kuru Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm³)	1,83	1,79	1,66	1,70	1,83	1,68	1,82	1,73
SU İÇERİĞİ		ÜST						
Kap No	10	27	10	K41	16	g19	g6	7
Yaş Numune + Kap (gr)	271,22	126,51	153,97	155,4	223,45	71,86	84,02	121,8
Kuru Numune + Kap (gr)	243,78	110,42	131,26	149,35	199,34	59,87	78,93	105,39
Su Miktarı (gr)	27,44	16,09	22,71	6,05	24,11	11,99	5,09	16,41
Kap (gr)	39,24	28,87	39,25	30,17	26,7	10,47	24,87	30,99
Kuru Numune (gr)	204,54	81,55	92,01	119,18	172,64	49,4	54,06	74,4
Su Muhtevası (%)	13,42	19,73	24,68	5,08	13,97	24,27	9,42	22,06
ORTA								
Kap No	4	K-32	2	31	G6	g60	16	G8
Yaş Numune + Kap (gr)	279,30	146,50	156,23	111,61	196,59	97,36	259,67	96,53
Kuru Numune + Kap (gr)	251,47	126,64	132,85	107,51	175,63	80,24	153,62	80,96
Su Miktarı (gr)	27,83	19,86	23,38	4,10	20,96	17,12	106,05	15,57
Kap (gr)	38,93	27,33	38,92	28,27	24,91	9,94	26,67	9,37
Kuru Numune (gr)	212,54	99,31	93,93	79,24	150,72	70,30	126,95	71,59
Su Muhtevası (%)	13,09	20,00	24,89	5,17	13,91	24,35		21,75
ALT								
Kap No	53	K-41	38	37	7	10	N31	6
Yaş Numune + Kap (gr)	273,72	135,99	176,65	147,88	228,22	159,7	265,44	151,75
Kuru Numune + Kap (gr)	248,89	115,82	150,92	141,92	204,56	136,35	241,82	131,92
Su Miktarı (gr)	24,83	20,17	25,73	5,96	23,66	23,35	23,62	19,83
Kap (gr)	48,78	14,73	48,77	25,64	31,07	39,22	48,77	41,64
Kuru Numune (gr)	200,11	101,09	102,15	116,28	173,49	97,13	193,05	90,28
Su Muhtevası (%)	12,41	19,95	25,19	5,13	13,64	24,04	12,24	21,96
Ortalama Su Muhtevası (%)	12,97	19,89	24,92	5,13	13,84	24,22	10,83	21,92

EK-16 (Devamı)



Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	: 1,834
Optimum Su İçeriği (%)	: 14,75

Proje: Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi		EK-17
Lokasyon: Adana / Karaisalı / Nergizlik Köyü		
Numune No: KÇ-1	Num Derinliği:	
Numune Tanımı: CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)		
Konsolidometre No: 1	Ring No: 1	
Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ		
Başlama Tarihi: 1.10.2010		
[A] Numune Datası		
Deney Başı		
(1) Numune Tipi:	Örselenmemiş	Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D:	6,38	cm
(3) Numune Alanı, A:	31,969	cm ²
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, H₀:	2,487	cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi:	79,507	cm ³
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune Ağ.:	233,11	gr
(7) Ring Ağırlığı:	77,74	gr
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı:[formül, (6)-(7)]:	155,37	gr
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık:[formül, (8)/(5)]:	1,9542	gr/cm ³
(10) Su İçeriği:		
(a) Kap No:	24	birimsiz
(b) Islak Numune + Kap Ağ.:	52,57	gr
(c) Kuru Numune Ağ. + Kap Ağ.:	50,01	gr
(d) Kap Ağırlığı:	25,86	gr
(e) Su Ağırlığı:[formül, (b) - (c)]:	2,56	gr
(f) Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (c) – (d)]:	24,15	gr
(g) Deney Başı Su İçeriği:[formül, ((e)/(f))*100]:	10,60	%
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağırlığı:[formül, ((8)/((g)+100))*100]:	140,48	gr
(12) Özgül Ağırlık:	2,65	birimsiz
(13) Deney Başı Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (11)/(12)]:	53,01	cm ³
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi:[formül, (5)-(13)]:	26,50	cm ³
(15) Numune İçi Su Hacmi:[formül, (8)-(11)]:	14,89	cm ³
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi:[formül, ((15)/(14))*100]:	56,20	%
Deney Sonu		
(17) Kap No:	1	birimsiz
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi:	158,91	gr
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi:	136,96	gr
(20) Kap Ağırlığı:	14,74	gr
(21) Deney Sonu Numune Su Ağırlığı:[formül, (18)-(19)]:	21,95	gr
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (19)-(20)]:	122,22	gr
(23) Deney Sonu Su İçeriği:[formül, ((21)/(22))*100]:	17,96	%
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi:[formül,((21)/(14))*100]	82,84	%
Boşluk Oranı		
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (22)/(12)]:	46,1208	cm ³
(26) Deney Başı Numune Hacmi:[formül, (5)]:	79,507	cm ³
(27) Deney Başı Boşluk Oranı, e₀:[formül, (14)/(13)]:	0,4998	birimsiz
[B] Zaman Deformasyon		
(1) Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği, H_s:[formül, (25)/(3)]	1,4427	cm
(2) 1 birim okuma:	0,002	mm
(3) Yük Kolu Etkisi:	10	birimsiz

EK-17 (Devam)

Tarih	Geçen Zaman	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deformasyon (cm)	Konulan Yük (kg)	Etkiyen Yük (kg)	Gerilme (kg/cm ²)	Boşluk Oranı (e)
30.09.2010	24	0,00	0,0000	0,0000	0,100	1,00	0,031280	0,4998
01.10.2010	24	30,90	0,0618	0,0062	0,200	2,00	0,062560	0,4955
02.10.2010	24	62,60	0,1252	0,0125	0,350	3,50	0,109481	0,4912
03.10.2010	24	135,00	0,2700	0,0270	0,500	5,00	0,156401	0,4811
04.10.2010	24	210,00	0,4200	0,0420	0,700	7,00	0,218961	0,4707
05.10.2010	24	291,00	0,5820	0,0582	0,900	9,00	0,281521	0,4595
06.10.2010	24	418,00	0,8360	0,0836	1,100	11,00	0,344082	0,4419
07.10.2010	24	560,00	1,1200	0,1120	1,300	13,00	0,406642	0,4222
08.10.2010	24	660,00	1,3200	0,1320	1,500	15,00	0,469202	0,4083
09.10.2010	24	756,00	1,5120	0,1512	1,800	18,00	0,563043	0,3950
10.10.2010	24	810,00	1,6200	0,1620	2,000	20,00	0,625603	0,3875
11.10.2010	24	855,00	1,7100	0,1710	2,300	23,00	0,719443	0,3813
12.10.2010	24	920,00	1,8400	0,1840	2,600	26,00	0,813284	0,3723
13.10.2010	24	990,00	1,9800	0,1980	3,000	30,00	0,938404	0,3626
14.10.2010	24	1084,00	2,1680	0,2168	3,400	34,00	1,063525	0,3496
15.10.2010	24	1159,00	2,3180	0,2318	3,800	38,00	1,188646	0,3392
16.10.2010	24	1250,00	2,5000	0,2500	4,300	43,00	1,345046	0,3265
17.10.2010	24	1327,00	2,6540	0,2654	4,800	48,00	1,501447	0,3159
18.10.2010	24	1440,00	2,8800	0,2880	5,500	55,00	1,720408	0,3002
19.10.2010	24	1540,00	3,0800	0,3080	6,250	62,50	1,955009	0,2863
20.10.2010	24	1633,00	3,2660	0,3266	7,000	70,00	2,189610	0,2734
21.10.2010	24	1823,00	3,6460	0,3646	8,500	85,00	2,658812	0,2471
22.10.2010	24	2048,00	4,0960	0,4096	11,000	110,00	3,440816	0,2159
23.10.2010	24	2350,00	4,7000	0,4700	14,000	140,00	4,379220	0,1740
24.10.2010	25	2530,00	5,0600	0,5060	18,000	180,00	5,630426	0,1491
25.10.2010	24	2710,00	5,4200	0,5420	24,000	240,00	7,507235	0,1241
26.10.2010	24	2880,00	5,7600	0,5760	29,000	290,00	9,071242	0,1006
27.10.2010	24	3050,00	6,1000	0,6100	34,000	340,00	10,635249	0,0770
28.10.2010	24	2995,00	5,9900	0,5990	22,000	220,0000	6,881632	0,0846
29.10.2010	24	2730,00	5,4600	0,5460	5,000	50,0000	1,564007	0,1214
30.10.2010	24	2460,00	4,9200	0,4920	1,000	10,0000	0,312801	0,1588
31.10.2010	24	2263,00	4,5260	0,4526	0,200	2,0000	0,062560	0,1861

KONSOLIDASYON DENEYİ-2		EK-18
Proje: Nergizlik Barajı (Adana) Kil Çekirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi		
Lokasyon: Adana / Karaisalı / Nergizlik Köyü		
Numune No: KÇ-2	Num Derinliği:	
Numune Tanımı: SC (Killi kum)		
Konsolidometre No: 2	Ring No: 1	
Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ		
Başlama Tarihi: 2.11.2010		
[A] Numune Datası		
Deney Başı		
(1) Numune Tipi:	Örselenmemiş	Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D:	4,95	cm
(3) Numune Alanı, A:	19,244	cm ²
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, H ₀ :	1,95	cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi:	37,526	cm ³
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune Ağ.:	141,22	gr
(7) Ring Ağırlığı:	69,53	gr
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı:[formül, (6)-(7)]:	71,69	gr
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık:[formül, (8)/(5)]:	1,9104	gr/cm ³
(10) Su İçeriği:		
(a) Kap No:	24	birimsiz
(b) Islak Numune + Kap Ağ.:	94,61	gr
(c) Kuru Numune Ağ. + Kap Ağ.:	82,99	gr
(d) Kap Ağırlığı:	21,29	gr
(e) Su Ağırlığı:[formül, (b) - (c)]:	11,62	gr
(f) Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (c) - (d)]:	61,70	gr
(g) Deney Başı Su İçeriği:[formül, ((e)/(f))*100]:	18,83	%
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağırlığı:[formül, ((8)/((g)+100))*100]:	60,33	gr
(12) Özgül Ağırlık:	2,63	birimsiz
(13) Deney Başı Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (11)/(12)]:	22,77	cm ³
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi:[formül, (5)-(13)]:	14,76	cm ³
(15) Numune İçi Su Hacmi:[formül, (8)-(11)]:	11,36	cm ³
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi:[formül, ((15)/(14))*100]:	76,97	%
Deney Sonu		
(17) Kap No:	1	birimsiz
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi:	148,88	gr
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi:	136,91	gr
(20) Kap Ağırlığı:	69,53	gr
(21) Deney Sonu Numune Su Ağırlığı:[formül, (18)-(19)]:	11,97	gr
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (19)-(20)]:	67,38	gr
(23) Deney Sonu Su İçeriği:[formül, ((21)/(22))*100]:	17,76	%
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi:[formül,((21)/(14))*100]	81,09	%
Boşluk Oranı		
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (22)/(12)]:	25,4264	cm ³
(26) Deney Başı Numune Hacmi:[formül, (5)]:	37,526	cm ³
(27) Deney Başı Boşluk Oranı, e ₀ :[formül, (14)/(13)]:	0,6484	birimsiz
[B] Zaman Deformasyon		
(1) Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği, H _s :[formül, (25)/(3)]:	1,3212	cm
(2) 1 birim okuma:	0,002	mm
(3) Yük Kolu Etkisi:	10	birimsiz

EK-18 (Devamı)

Tarih	Geçen Zaman	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deformasyon (cm)	Konulan Yük (kg)	Etkiyen Yük (kg)	Gerilme (kg/cm ²)	Boşluk Oranı (e)
02.11.2010	24	0,00	0,0000	0,0000	0,10	1,00	0,051964	0,6484
03.11.2010	24	0,90	0,0018	0,0002	0,30	3,00	0,155891	0,6483
04.11.2010	24	1,60	0,0032	0,0003	0,650	6,50	0,337764	0,6477
05.11.2010	24	19,00	0,0380	0,0038	0,800	8,00	0,415709	0,6455
06.11.2010	24	46,00	0,0920	0,0092	1,100	11,00	0,571600	0,6414
07.11.2010	24	77,20	0,1544	0,0154	1,400	14,00	0,727491	0,6367
08.11.2010	24	91,00	0,1820	0,0182	1,600	16,00	0,831419	0,6346
09.11.2010	24	127,50	0,2550	0,0255	1,850	18,50	0,961328	0,6291
10.11.2010	24	146,00	0,2920	0,0292	2,100	21,00	1,091237	0,6263
11.11.2010	24	167,00	0,3340	0,0334	2,300	23,00	1,195164	0,6231
12.11.2010	24	203,00	0,4060	0,0406	2,650	26,50	1,377037	0,6177
13.11.2010	24	236,00	0,4720	0,0472	3,000	30,00	1,558910	0,6127
14.11.2010	24	320,00	0,6400	0,0640	3,800	38,00	1,974619	0,5999
15.11.2010	24	430,00	0,8600	0,0860	5,200	52,00	2,702110	0,5833
16.11.2010	24	519,00	1,0380	0,1038	6,750	67,50	3,507547	0,5698
17.11.2010	24	599,00	1,1980	0,1198	8,600	86,00	4,468875	0,5577
18.11.2010	24	700,00	1,4000	0,1400	11,100	111,00	5,767966	0,5424
19.11.2010	24	813,00	1,6260	0,1626	14,750	147,50	7,664640	0,5253
20.11.2010	24	883,00	1,7660	0,1766	17,900	179,00	9,301495	0,5147
21.11.2010	24	960,00	1,9200	0,1920	21,000	210,00	10,912368	0,5031
22.11.2010	24	940,00	1,8800	0,1880	13,500	135,00	7,015094	0,5061
23.11.2010	24	815,00	1,6300	0,1630	3,000	30,00	1,558910	0,5250
24.11.2010	24	686,00	1,3720	0,1372	0,600	6,00	0,311782	0,5445
25.11.2010	25	589,00	1,1780	0,1178	0,150	1,50	0,077945	0,5592
26.11.2010	24	1660,00	3,3200	0,3320	22,000	220,00	6,881632	0,3125
27.11.2010	24	1382,00	2,7640	0,2764	5,000	50,00	1,564007	0,3454
28.11.2010	24	1093,00	2,1860	0,2186	1,000	10,00	0,312801	0,3796
29.11.2010	24	892,00	1,7840	0,1784	0,200	2,0000	0,062560	0,4033

KONSOLİDASYON DENEYİ-3		EK-19
Proje: Nergizlik Barajı (Adana) Kıl Çekirdek Malz. Jeoteknik İncelemesi		
Lokasyon: Adana / Karaisalı / Nergizlik Köyü		
Numune No: KO-1	Num Derinliği:	
Numune Tanımı: CL (Kumlu düşük plastisiteli kıl)		
Konsolidometre No: 3	Ring No: 1	
Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ		
Başlama Tarihi: 2.11.2010		
[A] Numune Datası		
Deney Başı		
(1) Numune Tipi:	Örselenmemiş	Örselenmiş
(2) Numune Çapı, D:	6,38	cm
(3) Numune Alanı, A:	31,969	cm ²
(4) Deney Başı Numune Yüksekliği, H ₀ :	2,487	cm
(5) Deney Başı Numune Hacmi:	79,507	cm ³
(6) Ring Ağırlığı + Islak Numune Ağ.:	246,37	gr
(7) Ring Ağırlığı:	79,31	gr
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı:[formül, (6)-(7)]:	167,06	gr
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık:[formül, (8)/(5)]:	2,1012	gr/cm ³
(10) Su İçeriği:		
(a) Kap No:	11	birimsiz
(b) Islak Numune + Kap Ağ.:	81,59	gr
(c) Kuru Numune Ağ. + Kap Ağ.:	74,74	gr
(d) Kap Ağırlığı:	28,25	gr
(e) Su Ağırlığı:[formül, (b) - (c)]:	6,85	gr
(f) Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (c) - (d)]:	46,49	gr
(g) Deney Başı Su İçeriği:[formül, ((e)/(f))*100]:	14,73	%
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağırlığı:[formül, ((8)/((g)+100))*100]:	145,61	gr
(12) Özgül Ağırlık:	2,66	birimsiz
(13) Deney Başı Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (11)/(12)]:	54,95	cm ³
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi:[formül, (5)-(13)]:	24,56	cm ³
(15) Numune İçi Su Hacmi:[formül, (8)-(11)]:	21,45	cm ³
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi:[formül, ((15)/(14))*100]:	87,35	%
Deney Sonu		
(17) Kap No:	11	birimsiz
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi:	200,79	gr
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi:	176,83	gr
(20) Kap Ağırlığı:	28,87	gr
(21) Deney Sonu Numune Su Ağırlığı:[formül, (18)-(19)]:	23,96	gr
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (19)-(20)]:	147,96	gr
(23) Deney Sonu Su İçeriği:[formül, ((21)/(22))*100]:	16,19	%
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi:[formül,((21)/(14))*100]	97,55	%
Boşluk Oranı		
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (22)/(12)]:	55,8340	cm ³
(26) Deney Başı Numune Hacmi:[formül, (5)]:	79,507	cm ³
(27) Deney Başı Boşluk Oranı, e ₀ :[formül, (14)/(13)]:	0,4470	birimsiz
[B] Zaman Deformasyon		
(1) Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği, Hs:[formül, (25)/(3)]	1,7465	cm
(2) 1 birim okuma:	0,01	mm
(3) Yük Kolu Etkisi:	10	birimsiz

EK-19 (Devamı)

Tarih	Geçen Zaman	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deformasyon (cm)	Konulan Yük (kg)	Etkiyen Yük (kg)	Gerilme (kg/cm ²)	Boşluk Oranı (e)
01.12.2010	24	9,80	0,0980	0,00980	0,350	3,50	0,109481	0,4414
02.12.2010	24	10,10	0,1010	0,01010	0,500	5,00	0,156401	0,4412
03.12.2010	24	13,50	0,1350	0,0135	0,700	7,00	0,218961	0,4393
04.12.2010	24	15,10	0,1510	0,0151	0,900	9,00	0,281521	0,4384
05.12.2010	24	18,10	0,1810	0,0181	1,100	11,00	0,344082	0,4367
06.12.2010	24	21,00	0,2100	0,0210	1,300	13,00	0,406642	0,4350
07.12.2010	24	23,90	0,2390	0,0239	1,500	15,00	0,469202	0,4333
08.12.2010	24	28,50	0,2850	0,0285	1,800	18,00	0,563043	0,4307
09.12.2010	24	31,20	0,3120	0,0312	2,000	20,00	0,625603	0,4292
10.12.2010	24	36,00	0,3600	0,0360	2,300	23,00	0,719443	0,4264
11.12.2010	24	40,00	0,4000	0,0400	2,600	26,00	0,813284	0,4241
12.12.2010	24	46,10	0,4610	0,0461	3,000	30,00	0,938404	0,4206
13.12.2010	24	58,80	0,5880	0,0588	3,800	38,00	1,188646	0,4134
14.12.2010	24	73,10	0,7310	0,0731	4,800	48,00	1,501447	0,4052
15.12.2010	24	92,90	0,9290	0,0929	6,250	62,50	1,955009	0,3938
16.12.2010	24	102,40	1,0240	0,1024	7,000	70,00	2,189610	0,3884
17.12.2010	24	116,50	1,1650	0,1165	8,500	85,00	2,658812	0,3803
18.12.2010	24	137,80	1,3780	0,1378	11,000	110,00	3,440816	0,3681
19.12.2010	24	164,00	1,6400	0,1640	14,000	140,00	4,379220	0,3531
20.12.2010	24	190,00	1,9000	0,1900	18,000	180,00	5,630426	0,3382
21.12.2010	24	232,60	2,3260	0,2326	24,000	240,00	7,507235	0,3138
22.12.2010	24	262,20	2,6220	0,2622	29,000	290,00	9,071242	0,2969
23.12.2010	24	282,00	2,8200	0,2820	34,000	340,00	10,635249	0,2856
24.12.2010	24	269,90	2,6990	0,2699	22,000	220,00	6,881632	0,2925
25.12.2010	24	217,90	2,1790	0,2179	5,000	50,00	1,564007	0,3223
26.12.2010	24	190,00	1,9000	0,1900	1,000	10,00	0,312801	0,3382
27.12.2010	24	167,00	1,6700	0,1670	0,200	2,00	0,062560	0,3514

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-20
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	5.1.2011	5.1.2011	5.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:35	8:44	8:54
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	5.1.2011	5.1.2011	5.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:41	8:50	9:00
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	135,000	135,000	135,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	135,0	135,0	135,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,487	2,487	2,487
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4870	2,4870	2,4870
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,50	0,50	0,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,15	0,15	0,15
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	7,90	7,80	7,80
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,04	6,95	6,95
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,96	93,05	93,05
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,32E-05	1,31E-05	1,31E-05
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,31146E-05		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-21

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kıl Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kıl Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	6.1.2011	6.1.2011	6.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:03	9:12	9:20
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	6.1.2011	6.1.2011	6.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:09	9:18	9:26
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	210,000	210,000	210,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	210,0	210,0	210,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,445	2,445	2,445
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4450	2,4450	2,4450
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,70	0,70	0,70
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,21	0,21	0,21
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	8,10	8,10	8,05
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,21	7,21	7,17
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,79	92,79	92,83
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,33E-05	1,33E-05	1,33E-05
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,33204E-05		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-22

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	7.1.2011	7.1.2011	7.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:28	9:37	9:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	7.1.2011	7.1.2011	7.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:34	9:43	9:51
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	291,000	291,000	291,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	291,0	291,0	291,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,429	2,429	2,429
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4288	2,4290	2,4290
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,90	0,90	0,90
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,28	0,28	0,28
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	5,50	5,50	5,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	4,90	4,90	4,90
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	95,10	95,10	95,10
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	8,89E-06	8,90E-06	8,90E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,89536E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-23

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	8.1.2011	8.1.2011	8.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:52	10:00	10:08
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	8.1.2011	8.1.2011	8.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:58	10:06	10:14
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	418,000	418,000	418,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	418,0	418,0	418,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,403	2,403	2,403
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4030	2,4030	2,4030
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,10	1,10	1,10
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,34	0,34	0,34
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	3,10	3,20	3,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	2,76	2,85	2,76
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	97,24	97,15	97,24
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,91E-06	5,07E-06	4,91E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,95928E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-24

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	9.1.2011	9.1.2011	9.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:15	10:23	10:32
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	9.1.2011	9.1.2011	9.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:21	10:29	10:38
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	580,000	580,000	580,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	580,0	580,0	580,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,371	2,371	2,371
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3710	2,3710	2,3710
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,30	1,30	1,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,40	0,40	0,40
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,60	1,60	1,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,45	1,45	1,36
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,55	98,55	98,64
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,53E-06	2,53E-06	2,37E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,4768E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-25

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	10.1.2011	10.1.2011	10.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:40	10:48	10:57
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	10.1.2011	10.1.2011	10.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:46	10:54	11:03
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	680,000	680,000	680,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	680,0	680,0	680,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,351	2,351	2,351
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3510	2,3510	2,3510
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,50	1,50	1,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,46	0,46	0,46
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,45	1,40	1,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,32	1,27	1,27
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,68	98,73	98,73
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,27E-06	2,19E-06	2,19E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,21923E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-26

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	11.1.2011	11.1.2011	11.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:04	11:12	11:21
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	11.1.2011	11.1.2011	11.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:10	11:18	11:27
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	756,000	756,000	756,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	756,0	756,0	756,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,336	2,336	2,336
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3360	2,3360	2,3360
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,80	1,80	1,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,55	0,55	0,55
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,80	0,70	0,70
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,76	0,67	0,67
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,24	99,33	99,33
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,30E-06	1,14E-06	1,14E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,19399E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-27

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	12.1.2011	12.1.2011	12.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:29	11:37	11:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	12.1.2011	12.1.2011	12.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:35	11:43	11:51
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	810,000	810,000	810,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	810,0	810,0	810,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,325	2,325	2,325
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3250	2,3250	2,3250
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,00	2,00	2,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,61	0,61	0,61
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,60	0,60	0,60
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,57	0,57	0,57
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,43	99,43	99,43
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	9,72E-07	9,72E-07	9,72E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	9,7167E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-28

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	13.1.2011	13.1.2011	13.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:53	12:02	12:10
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	13.1.2011	13.1.2011	13.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:59	12:08	12:16
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	855,000	855,000	855,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	855,0	855,0	855,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,316	2,316	2,316
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3160	2,3160	2,3160
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,30	2,30	2,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,70	0,70	0,70
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,40	0,40	0,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,38	0,38	0,38
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,62	99,62	99,62
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,45E-07	6,45E-07	6,45E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,44656E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-29

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	14.1.2011	14.1.2011	14.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	12:19	12:27	12:36
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	14.1.2011	14.1.2011	14.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	12:25	12:33	12:42
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	920,000	920,000	920,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	920,0	920,0	920,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,303	2,303	2,303
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3030	2,3030	2,3030
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,60	2,60	2,60
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,80	0,80	0,80
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,30	0,30	0,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,29	0,29	0,29
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,71	99,71	99,71
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,81E-07	4,81E-07	4,81E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,80548E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-30
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	15.1.2011	15.1.2011	15.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	12:44	12:52	13:00
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	15.1.2011	15.1.2011	15.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	12:50	12:58	13:06
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	990,000	990,000	990,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	990,0	990,0	990,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,289	2,289	2,289
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2890	2,2890	2,2890
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,00	3,00	3,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,92	0,92	0,92
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,20	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,19	0,19	0,19
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,81	99,81	99,81
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,18E-07	3,18E-07	3,18E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,18266E-07		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-31
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	16.1.2011	16.1.2011	16.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	13:09	13:22	13:34
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	16.1.2011	16.1.2011	16.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	13:19	13:32	13:44
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1084,000	1084,000	1084,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1084,0	1084,0	1084,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,270	2,270	2,270
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2700	2,2700	2,2700
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,40	3,40	3,40
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,04	1,04	1,04
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,30	0,30	0,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,29	0,29	0,29
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,71	99,71	99,71
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,84E-07	2,84E-07	2,84E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,84198E-07		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-32

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	17.1.2011	17.1.2011	17.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	13:45	13:57	14:10
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	17.1.2011	17.1.2011	17.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	13:55	14:07	14:20
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1159,000	1159,000	1159,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1159,0	1159,0	1159,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,255	2,255	2,255
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2550	2,2550	2,2550
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,80	3,80	3,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,16	1,16	1,16
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,20	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,19	0,19	0,19
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,81	99,81	99,81
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,88E-07	1,88E-07	1,88E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,88123E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-33

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	18.1.2011	18.1.2011	18.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	14:21	14:39	14:55
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	18.1.2011	18.1.2011	18.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	14:36	14:54	15:10
T	Toplam deney süresi	sn	900	900	900
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1250,000	1250,000	1250,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1250,0	1250,0	1250,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,237	2,237	2,237
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2370	2,2370	2,2370
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	4,30	4,30	4,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,32	1,32	1,32
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,22	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,21	0,19	0,19
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,79	99,81	99,81
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,37E-07	1,24E-07	1,24E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,28566E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-34

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	19.1.2011	19.1.2011	19.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	15:10	15:27	15:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	19.1.2011	19.1.2011	19.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	15:25	15:42	16:00
T	Toplam deney süresi	sn	900	900	900
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1327,000	1327,000	1327,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1327,0	1327,0	1327,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,220	2,220	2,220
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2200	2,2200	2,2200
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	4,80	4,80	4,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,47	1,47	1,47
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,15	0,15	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,14	0,14	0,10
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,86	99,86	99,90
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	9,26E-08	9,26E-08	6,17E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,22881E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-35

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	20.1.2011	20.1.2011	20.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	16:00	16:17	16:35
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	20.1.2011	20.1.2011	20.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	16:15	16:32	16:50
T	Toplam deney süresi	sn	900	900	900
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1440,000	1440,000	1440,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1440,0	1440,0	1440,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,199	2,199	2,199
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1990	2,1990	2,1990
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	5,50	5,50	5,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,68	1,68	1,68
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,10	0,10	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,10	0,10	0,10
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,90	99,90	99,90
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,11E-08	6,11E-08	6,11E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,11213E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-36

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	21.1.2011	21.1.2011	21.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	16:50	17:12	17:34
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	21.1.2011	21.1.2011	21.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:10	17:32	17:54
T	Toplam deney süresi	sn	1200	1200	1200
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1540,000	1540,000	1540,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1540,0	1540,0	1540,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,179	2,179	2,179
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1790	2,1790	2,1790
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	6,25	6,25	6,25
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,91	1,91	1,91
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,10	0,10	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,10	0,10	0,10
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,90	99,90	99,90
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,54E-08	4,54E-08	4,54E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,54241E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-37

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	22.1.2011	23.1.2011	24.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	17:55	17:57	18:00
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	23.1.2011	24.1.2011	25.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:55	17:57	18:00
T	Toplam deney süresi	sn	84600	84600	84600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1633,000	1633,000	1633,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1633,0	1633,0	1633,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,160	2,160	2,160
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1604	2,1600	2,1600
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	7,00	7,00	7,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,14	2,14	2,14
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,10	4,10	4,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,90	3,90	3,90
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,10	96,10	96,10
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,67E-08	2,67E-08	2,67E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,67004E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-38

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	25.1.2011	26.1.2011	27.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:00	18:02	18:03
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	26.1.2011	27.1.2011	28.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:00	18:02	18:03
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1823,000	1823,000	1823,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1823,0	1823,0	1823,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,122	2,122	2,122
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1220	2,1220	2,1220
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	8,50	8,50	8,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,60	2,60	2,60
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	2,55	2,50	2,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	2,43	2,38	2,38
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	97,57	97,62	97,62
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,59E-08	1,55E-08	1,55E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,5643E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-39

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	28.1.2011	29.1.2011	30.1.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:03	18:03	18:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	29.1.2011	30.1.2011	31.1.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:03	18:03	18:05
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	2048,000	2048,000	2048,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	2048,0	2048,0	2048,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,077	2,077	2,077
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,0770	2,0770	2,0770
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	11,00	11,00	11,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	3,37	3,37	3,37
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,30	1,30	1,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,24	1,24	1,24
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,76	98,76	98,76
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	7,86E-09	7,86E-09	7,86E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	7,86271E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-40

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	31.1.2011	1.2.2011	2.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:05	18:06	18:07
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	1.2.2011	2.2.2011	3.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:05	18:06	18:07
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	2350,000	2350,000	2350,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	2350,0	2350,0	2350,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,017	2,017	2,017
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,0170	2,0170	2,0170
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	14,00	14,00	14,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	4,29	4,29	4,29
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,80	0,80	0,80
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,76	0,76	0,76
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,24	99,24	99,24
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,69E-09	4,69E-09	4,69E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,68754E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-41

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	3.2.2011	4.2.2011	5.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:08	18:10	18:13
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	4.2.2011	5.2.2011	6.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:08	18:10	18:13
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	2530,000	2530,000	2530,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	2530,0	2530,0	2530,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,981	1,981	1,981
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9810	1,9810	1,9810
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	18,00	18,00	18,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	5,51	5,51	5,51
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,45	0,45	0,45
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,43	0,43	0,43
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,57	99,57	99,57
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,59E-09	2,59E-09	2,59E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,58535E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-42

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	6.2.2011	7.2.2011	8.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:15	18:16	18:18
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	7.2.2011	8.2.2011	9.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:15	18:16	18:18
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	2710,000	2710,000	2710,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	2710,0	2710,0	2710,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,945	1,945	1,945
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9450	1,9450	1,9450
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	24,00	24,00	24,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	7,35	7,35	7,35
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,35	0,35	0,35
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,33	0,33	0,33
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,67	99,67	99,67
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,97E-09	1,97E-09	1,97E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,97334E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-43

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	9.2.2011	10.2.2011	11.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:22	18:24	18:26
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	10.2.2011	11.2.2011	12.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:22	18:24	18:26
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	2880,000	2880,000	2880,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	2880,0	2880,0	2880,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,911	1,911	1,911
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9110	1,9110	1,9110
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	29,00	29,00	29,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	8,88	8,88	8,88
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,25	0,25	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,24	0,24	0,19
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,76	99,76	99,81
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,38E-09	1,38E-09	1,11E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,29186E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-44

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	13.2.2011	14.2.2011	15.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	18:30	18:32	18:36
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	14.2.2011	15.2.2011	16.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:30	18:32	18:36
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	3050,000	3050,000	3050,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	3050,0	3050,0	3050,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,877	1,877	1,877
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,8770	1,8770	1,8770
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	34,00	34,00	34,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	10,41	10,41	10,41
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,10	0,10	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,10	0,10	0,10
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,90	99,90	99,90
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,43E-10	5,43E-10	5,43E-10
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,43451E-10		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-45

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	18.2.2011	18.2.2011	18.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:00	8:02	8:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	18.2.2011	18.2.2011	18.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:01	8:03	8:06
T	Toplam deney süresi	sn	60	60	60
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,487	2,487	2,487
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	-0,001	-0,001	-0,001
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4860	2,4860	2,4860
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,50	0,50	0,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,15	0,15	0,15
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,30	0,30	0,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,34	0,34	0,34
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,66	99,66	99,66
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,69E-06	3,69E-06	3,69E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,69E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \left[\ln \left(\frac{h_0}{h_1} \right) \right]}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-46
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	19.2.2011	19.2.2011	19.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:07	8:10	8:12
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	19.2.2011	19.2.2011	19.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:08	8:11	8:13
T	Toplam deney süresi	sn	60	60	60
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,486	2,486	2,486
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,001	0,001	0,001
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4870	2,4870	2,4870
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,70	0,70	0,70
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,21	0,21	0,21
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,25	0,25	0,25
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,28	0,28	0,28
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,72	99,72	99,72
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,07E-06	3,07E-06	3,07E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,07126E-06		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-47

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	20.2.2011	20.2.2011	20.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:13	8:15	8:18
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	20.2.2011	20.2.2011	20.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:14	8:16	8:19
T	Toplam deney süresi	sn	60	60	60
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	5,000	5,000	5,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	5,0	5,0	5,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,486	2,486	2,486
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4860	2,4860	2,4860
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,90	0,90	0,90
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,28	0,28	0,28
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,20	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,23	0,23	0,23
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,77	99,77	99,77
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,46E-06	2,46E-06	2,46E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,45533E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-48
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	21.2.2011	21.2.2011	21.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:20	8:23	8:27
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	21.2.2011	21.2.2011	21.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:22	8:25	8:29
T	Toplam deney süresi	sn	120	120	120
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	15,000	15,000	15,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	15,0	15,0	15,0
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,403	2,403	2,403
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4030	2,4030	2,4030
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,10	1,10	1,10
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,34	0,34	0,34
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,40	0,40	0,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,45	0,45	0,45
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,55	99,55	99,55
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,38E-06	2,38E-06	2,38E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,37603E-06		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-49

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	22.2.2011	22.2.2011	22.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:30	8:38	8:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	22.2.2011	22.2.2011	22.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:36	8:44	8:51
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	32,000	32,000	32,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	32,000	32,000	32,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,389	2,389	2,389
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3890	2,3890	2,3890
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,30	1,30	1,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,40	0,40	0,40
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,21	1,21	1,21
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,33	1,33	1,33
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,67	98,67	98,67
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,34E-06	2,34E-06	2,34E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,33763E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-50

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	23.2.2011	23.2.2011	23.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:52	9:00	9:08
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	23.2.2011	23.2.2011	23.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:58	9:06	9:14
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	55,000	55,000	55,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	55,000	55,000	55,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,365	2,365	2,365
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3650	2,3650	2,3650
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,50	1,50	1,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,46	0,46	0,46
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,17	1,17	1,17
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,29	1,29	1,29
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,71	98,71	98,71
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,24E-06	2,24E-06	2,24E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,23715E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-51

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	24.2.2011	24.2.2011	24.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:15	9:23	9:30
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	24.2.2011	24.2.2011	24.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:21	9:29	9:36
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	71,000	71,000	71,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	71,000	71,000	71,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,340	2,340	2,340
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3400	2,3400	2,3400
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,80	1,80	1,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,55	0,55	0,55
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,20	1,20	1,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,26	1,26	1,26
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,74	98,74	98,74
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,16E-06	2,16E-06	2,16E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,16363E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-52

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	25.2.2011	25.2.2011	25.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:37	9:44	9:51
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	25.2.2011	25.2.2011	25.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:42	9:49	10:01
T	Toplam deney süresi	sn	300	300	300
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	100,000	100,000	100,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	100,000	100,000	100,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,325	2,325	2,325
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3250	2,3250	2,3250
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,00	2,00	2,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,61	0,61	0,61
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,90	0,90	0,90
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,94	0,94	0,94
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,06	99,06	99,06
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,93E-06	1,93E-06	1,93E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,93172E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-53
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	26.2.2011	26.2.2011	26.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:02	10:10	10:18
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	26.2.2011	26.2.2011	26.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:08	10:16	10:24
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	145,000	145,000	145,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	145,000	145,000	145,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,319	2,319	2,319
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3190	2,3190	2,3190
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,30	2,30	2,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,70	0,70	0,70
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,80	0,80	0,80
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,84	0,84	0,84
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,16	99,16	99,16
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,43E-06	1,43E-06	1,43E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,42645E-06		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-54

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	27.2.2011	27.2.2011	27.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:25	10:33	10:40
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	27.2.2011	27.2.2011	27.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:30	10:38	10:45
T	Toplam deney süresi	sn	300	300	300
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	180,000	180,000	180,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	180,000	180,000	180,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,303	2,303	2,303
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3030	2,3030	2,3030
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,60	2,60	2,60
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,80	0,80	0,80
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,50	0,50	0,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,52	0,52	0,52
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,48	99,48	99,48
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,06E-06	1,06E-06	1,06E-06
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,06078E-06		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-55

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	28.2.2011	28.2.2011	28.2.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:48	10:55	11:02
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	28.2.2011	28.2.2011	28.2.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:53	11:00	11:07
T	Toplam deney süresi	sn	300	300	300
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	305,000	305,000	305,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	305,000	305,000	305,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,289	2,289	2,289
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2890	2,2890	2,2890
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,00	3,00	3,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,92	0,92	0,92
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,45	0,45	0,45
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,47	0,47	0,47
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,53	99,53	99,53
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	9,41E-07	9,41E-07	9,41E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	9,413E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-56

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	1.3.2011	1.3.2011	1.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:10	11:18	11:26
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	1.3.2011	1.3.2011	1.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:16	11:24	11:32
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	372,000	372,000	372,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	372,000	372,000	372,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,255	2,255	2,255
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2550	2,2550	2,2550
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,80	3,80	3,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,16	1,16	1,16
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,48	0,48	0,48
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,50	0,50	0,50
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,50	99,50	99,50
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	8,31E-07	8,31E-07	8,31E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,30847E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-57
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	2.3.2011	2.3.2011	2.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:34	11:41	11:48
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	2.3.2011	2.3.2011	2.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:39	11:45	11:53
T	Toplam deney süresi	sn	300	300	300
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	457,000	457,000	457,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	457,000	457,000	457,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,220	2,220	2,220
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2200	2,2200	2,2200
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	4,80	4,80	4,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,47	1,47	1,47
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,30	0,30	0,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,31	0,31	0,31
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,69	99,69	99,69
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,13E-07	6,13E-07	6,13E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,12882E-07		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-58

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	3.3.2011	3.3.2011	3.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:55	12:17	12:40
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	3.3.2011	3.3.2011	3.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	12:15	12:37	13:00
T	Toplam deney süresi	sn	1200	1200	1200
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	492,000	492,000	492,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	492,000	492,000	492,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,199	2,199	2,199
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,199	2,199	2,199
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	5,50	5,50	5,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,68	1,68	1,68
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,10	1,10	1,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,15	1,15	1,15
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,85	98,85	98,85
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,59E-07	5,59E-07	5,59E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,5885E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-59

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	4.3.2011	4.3.2011	4.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	13:02	13:15	13:27
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	4.3.2011	4.3.2011	4.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	13:12	13:25	13:37
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	544,000	544,000	544,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	544,000	544,000	544,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,179	2,179	2,179
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1790	2,1790	2,1790
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	6,25	6,25	6,25
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,91	1,91	1,91
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,50	0,50	0,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,52	0,52	0,52
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,48	99,48	99,48
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,02E-07	5,02E-07	5,02E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,01831E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-60

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	5.3.2011	5.3.2011	5.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	13:40	13:48	13:56
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	5.3.2011	5.3.2011	5.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	13:46	13:54	14:02
T	Toplam deney süresi	sn	360	360	360
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	620,000	620,000	620,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	620,000	620,000	620,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,160	2,160	2,160
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1604	2,1600	2,1600
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	7,00	7,00	7,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,14	2,14	2,14
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,25	0,25	0,25
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,26	0,26	0,26
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,74	99,74	99,74
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,14E-07	4,14E-07	4,14E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,14026E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-61

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	6.3.2011	6.3.2011	6.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	14:05	14:17	14:30
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	6.3.2011	6.3.2011	6.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	14:15	14:27	14:40
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	680,000	680,000	680,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	680,000	680,000	680,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,122	2,122	2,122
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,1220	2,1220	2,1220
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	8,50	8,50	8,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,60	2,60	2,60
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,35	0,35	0,35
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,37	0,37	0,37
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,63	99,63	99,63
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,42E-07	3,42E-07	3,42E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,41822E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-62

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	7.3.2011	7.3.2011	7.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	14:40	14:53	15:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	7.3.2011	7.3.2011	7.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	14:50	15:03	15:15
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	740,000	740,000	740,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	740,000	740,000	740,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,077	2,077	2,077
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,0770	2,0770	2,0770
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	11,00	11,00	11,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	3,37	3,37	3,37
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,20	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,21	0,21	0,21
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,79	99,79	99,79
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,91E-07	1,91E-07	1,91E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,91034E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-63

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	8.3.2011	9.3.2011	10.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	15:17	14:00	12:48
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	9.3.2011	10.3.2011	11.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	13:59	12:42	11:30
T	Toplam deney süresi	sn	81720	81720	81720
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	780,000	780,000	780,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	780,000	780,000	780,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,017	2,017	2,017
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,0170	2,0170	2,0170
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	14,00	14,00	14,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	4,29	4,29	4,29
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	7,50	7,50	7,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,87	7,87	7,87
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,13	92,13	92,13
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,31E-08	5,31E-08	5,31E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,31455E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-64
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	12.3.2011	13.3.2011	14.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	11:32	11:02	10:32
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	13.3.2011	14.3.2011	15.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	11:00	10:30	10:00
T	Toplam deney süresi	sn	84480	84480	84480
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	930,000	930,000	930,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	930,000	930,000	930,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,981	1,981	1,981
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9810	1,9810	1,9810
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	18,00	18,00	18,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	5,51	5,51	5,51
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,60	4,60	4,60
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	4,83	4,83	4,83
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	95,17	95,17	95,17
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,05E-08	3,05E-08	3,05E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,04742E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-65

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	16.3.2011	17.3.2011	18.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:02	9:57	9:52
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	17.3.2011	18.3.2011	19.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:55	9:50	9:45
T	Toplam deney süresi	sn	85980	85980	85980
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1090,000	1090,000	1090,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1090,000	1090,000	1090,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,945	1,945	1,945
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9450	1,9450	1,9450
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	24,00	24,00	24,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	7,35	7,35	7,35
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	2,60	2,60	2,60
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	2,73	2,73	2,73
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	97,27	97,27	97,27
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,64E-08	1,64E-08	1,64E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,64373E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-66

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	20.3.2011	21.3.2011	22.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:48	9:48	9:48
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	21.3.2011	22.3.2011	23.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:45	9:45	9:45
T	Toplam deney süresi	sn	86220	86220	86220
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1250,000	1250,000	1250,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1250,000	1250,000	1250,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,911	1,911	1,911
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,9110	1,9110	1,9110
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	29,00	29,00	29,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	8,88	8,88	8,88
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	2,00	2,00	2,00
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	2,10	2,10	2,10
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	97,90	97,90	97,90
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,23E-08	1,23E-08	1,23E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,23487E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-67

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KÇ-2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı Kil Çekirdeği
ZEMİNİN TANIMI	SC (Killi kum)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	24.3.2011	25.3.2011	26.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:47	9:47	9:47
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	25.3.2011	26.3.2011	27.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:45	9:45	9:45
T	Toplam deney süresi	sn	86280	86280	86280
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	1503,000	1503,000	1503,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	1503,000	1503,000	1503,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	1,877	1,877	1,877
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	1,8770	1,8770	1,8770
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	34,00	34,00	34,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	10,41	10,41	10,41
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,40	1,40	1,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,47	1,47	1,47
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,53	98,53	98,53
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	8,46E-09	8,46E-09	8,46E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,45732E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-68

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	29.3.2011	29.3.2011	29.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:00	8:12	8:25
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	29.3.2011	29.3.2011	29.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:10	8:22	8:35
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	9,80	9,80	9,80
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	9,80	9,80	9,80
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,486	2,486	2,486
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4861	2,4861	2,4861
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,35	0,35	0,35
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,11	0,11	0,11
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,25	0,25	0,24
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,21	0,21	0,20
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,79	99,79	99,80
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,28E-07	2,28E-07	2,19E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,25433E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-69

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	30.3.2011	30.3.2011	30.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:35	8:48	9:00
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	30.3.2011	30.3.2011	30.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:45	8:58	9:10
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	10,10	10,10	10,10
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	10,10	10,10	10,10
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,486	2,486	2,486
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4860	2,4860	2,4860
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,50	0,50	0,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,15	0,15	0,15
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,20	0,20	0,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,17	0,17	0,17
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,83	99,83	99,83
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,83E-07	1,83E-07	1,83E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,8274E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-70

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	31.3.2011	31.3.2011	31.3.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:11	9:28	9:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	31.3.2011	31.3.2011	31.3.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:26	9:43	10:00
T	Toplam deney süresi	sn	900	900	900
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	13,50	13,50	13,50
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	13,50	13,50	13,50
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,4857	2,4857	2,4857
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4857	2,4857	2,4857
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,70	0,70	0,70
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,21	0,21	0,21
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,30	0,30	0,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,27	0,27	0,27
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,73	99,73	99,73
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,97E-07	1,97E-07	1,97E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,97473E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-71
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	1.4.2011	1.4.2011	1.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:00	10:18	10:35
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	1.4.2011	1.4.2011	1.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:15	10:33	10:50
T	Toplam deney süresi	sn	900	900	900
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	15,10	15,10	15,10
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	15,10	15,10	15,10
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,4855	2,4855	2,4855
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4855	2,4855	2,4855
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	0,90	0,90	0,90
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,28	0,28	0,28
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,27	0,27	0,27
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,24	0,24	0,24
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,76	99,76	99,76
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,73E-07	1,73E-07	1,73E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,73109E-07		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-72

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	2.4.2011	3.4.2011	3.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:50	7:00	15:32
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	2.4.2011	3.4.2011	3.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	19:15	15:25	23:57
T	Toplam deney süresi	sn	30360	30360	30360
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	18,10	18,10	18,10
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	18,10	18,10	18,10
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,4852	2,4852	2,4852
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4852	2,4852	2,4852
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,10	1,10	1,10
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,34	0,34	0,34
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	8,01	8,00	8,00
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,08	7,07	7,07
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,92	92,93	92,93
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,58E-07	1,57E-07	1,57E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,5755E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-73

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	5.4.2011	6.4.2011	7.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	7:00	7:03	7:07
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	5.4.2011	6.4.2011	7.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	23:49	23:52	23:56
T	Toplam deney süresi	sn	60540	60540	60540
G _k	Guage katsayısı	-	0,001	0,001	0,001
G ₀	Deney başı guage okuması	-	21,00	21,00	21,00
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	21,00	21,00	21,00
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,4849	2,4849	2,4849
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4849	2,4849	2,4849
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,30	1,30	1,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,40	0,40	0,40
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	12,40	12,40	12,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	9,62	9,62	9,62
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	90,38	90,38	90,38
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,09E-07	1,09E-07	1,09E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,08964E-07		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-74
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	8.4.2011	8.4.2011	8.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:00	8:12	8:24
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	8.4.2011	8.4.2011	8.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:10	8:22	8:34
T	Toplam deney süresi	sn	600	600	600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	23,900	23,900	23,900
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	23,900	23,900	23,900
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,485	2,485	2,485
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4846	2,4846	2,4846
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,50	1,50	1,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,46	0,46	0,46
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,11	0,11	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,09	0,09	0,08
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,91	99,91	99,92
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,00E-07	1,00E-07	9,13E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	9,73683E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-75

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	9.4.2011	9.4.2011	10.04.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:35	15:58	8:04
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	9.4.2011	9.4.2011	10.04.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	15:55	23:18	15:24
T	Toplam deney süresi	sn	26400	26400	26400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	28,500	28,500	28,500
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	28,500	28,500	28,500
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,484	2,484	2,484
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4842	2,4842	2,4842
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	1,80	1,80	1,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,55	0,55	0,55
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,20	4,20	4,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,81	3,81	3,81
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,19	96,19	96,19
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	9,59E-08	9,59E-08	9,59E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	9,5901E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-76
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	11.4.2011	12.4.2011	13.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	16:00	8:12	00:26
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	12.4.2011	13.4.2011	13.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:10	00:22	16:36
T	Toplam deney süresi	sn	58200	58200	58200
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	31,200	31,200	31,200
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	31,200	31,200	31,200
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,484	2,484	2,484
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4839	2,4839	2,4839
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,00	2,00	2,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,61	0,61	0,61
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	9,50	9,50	9,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,97	7,97	7,97
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,03	92,03	92,03
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	9,31E-08	9,31E-08	9,31E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	9,30984E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-77

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	16.4.2011	16.4.2011	17.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	7:00	15:30	00:00
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	16.4.2011	16.4.2011	17.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	15:27	23:57	8:27
T	Toplam deney süresi	sn	30420	30420	30420
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	36,000	36,000	36,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	36,000	36,000	36,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,483	2,483	2,483
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4834	2,4834	2,4834
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,30	2,30	2,30
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,70	0,70	0,70
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,45	4,45	4,45
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,83	3,83	3,83
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,17	96,17	96,17
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	8,37E-08	8,37E-08	8,37E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,37403E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-78
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	18.4.2011	18.4.2011	19.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:30	16:32	00:35
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	18.4.2011	19.4.2011	19.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	16:30	00:32	8:35
T	Toplam deney süresi	sn	28800	28800	28800
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	40,000	40,000	40,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	40,000	40,000	40,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,483	2,483	2,483
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4830	2,4830	2,4830
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	2,60	2,60	2,60
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,80	0,80	0,80
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,30	4,30	4,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,61	3,61	3,61
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,39	96,39	96,39
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	8,32E-08	8,32E-08	8,32E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	8,31953E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-79

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	20.4.2011	21.4.2011	21.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:35	00:45	16:55
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	21.4.2011	21.4.2011	22.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	00:40	16:50	9:00
T	Toplam deney süresi	sn	57900	57900	57900
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	46,100	46,100	46,100
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	46,100	46,100	46,100
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,482	2,482	2,482
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4824	2,4824	2,4824
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,00	3,00	3,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	0,92	0,92	0,92
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	7,90	7,90	7,90
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	6,63	6,63	6,63
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	93,37	93,37	93,37
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	7,72E-08	7,72E-08	7,72E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	7,72185E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-80

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	23.4.2011	23.4.2011	24.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:00	17:02	1:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	23.4.2011	24.4.2011	24.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:00	1:02	9:05
T	Toplam deney süresi	sn	28800	28800	28800
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	58,500	58,500	58,500
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	58,500	58,500	58,500
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,481	2,481	2,481
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4811	2,4811	2,4811
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,80	3,80	3,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,16	1,16	1,16
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	3,40	3,40	3,40
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	2,93	2,93	2,93
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	97,07	97,07	97,07
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,72E-08	6,72E-08	6,72E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,72044E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-81

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	25.4.2011	26.4.2011	27.4.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:10	9:12	9:15
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	26.4.2011	27.4.2011	28.4.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:10	9:12	9:15
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	73,100	73,100	73,100
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	73,100	73,100	73,100
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,480	2,480	2,480
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4797	2,4797	2,4797
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	4,80	4,80	4,80
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,47	1,47	1,47
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	9,20	9,20	9,20
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	7,92	7,92	7,92
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	92,08	92,08	92,08
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,22E-08	6,22E-08	6,22E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,21875E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-82

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	29.4.2011	30.4.2011	1.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:15	9:18	9:20
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	30.4.2011	1.5.2011	2.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:15	9:18	9:20
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	82,100	82,100	82,100
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	82,100	82,100	82,100
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,480	2,480	2,480
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4797	2,4797	2,4797
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	5,50	5,50	5,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,68	1,68	1,68
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	8,10	8,10	8,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	6,98	6,98	6,98
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	93,03	93,03	93,03
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,45E-08	5,45E-08	5,45E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,44761E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-83

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	3.5.2011	4.5.2011	4.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:20	7:00	14:50
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	3.5.2011	4.5.2011	4.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:07	14:47	22:37
T	Toplam deney süresi	sn	28020	28020	28020
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	92,900	92,900	92,900
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	92,900	92,900	92,900
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,478	2,478	2,478
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4777	2,4777	2,4777
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	6,25	6,25	6,25
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	1,91	1,91	1,91
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	2,30	2,30	2,30
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,98	1,98	1,98
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,02	98,02	98,02
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,64E-08	4,64E-08	4,64E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,64382E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-84

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	5.5.2011	6.5.2011	8.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	22:40	23:42	00:45
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	6.5.2011	8.5.2011	9.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	23:40	00:42	1:45
T	Toplam deney süresi	sn	90000	90000	90000
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	102,400	102,400	102,400
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	102,400	102,400	102,400
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,477	2,477	2,477
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4768	2,4768	2,4768
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	7,00	7,00	7,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,14	2,14	2,14
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	6,85	6,85	6,85
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	6,05	6,05	6,05
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	93,95	93,95	93,95
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,51E-08	4,51E-08	4,51E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	4,50907E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-85
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	10.5.2011	11.5.2011	12.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:00	9:20	8:40
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	11.5.2011	12.5.2011	13.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	9:16	8:36	7:56
T	Toplam deney süresi	sn	83760	83760	83760
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	116,500	116,500	116,500
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	116,500	116,500	116,500
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,475	2,475	2,475
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4754	2,4754	2,475
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	8,50	8,50	8,50
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	2,60	2,60	2,60
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	5,78	5,78	5,78
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	4,61	4,61	4,61
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	95,39	95,39	95,39
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	3,66E-08	3,66E-08	3,66E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,65833E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-86
KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	14.5.2011	15.5.2011	16.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	7:56	8:10	8:23
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	15.5.2011	16.5.2011	17.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:06	8:20	8:33
T	Toplam deney süresi	sn	87000	87000	87000
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	137,800	137,800	137,800
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	137,800	137,800	137,800
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,473	2,473	2,473
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4732	2,4732	2,4732
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	11,00	11,00	11,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	3,37	3,37	3,37
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,90	4,90	4,90
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,90	3,90	3,90
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,10	96,10	96,10
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,97E-08	2,97E-08	2,97E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,97237E-08		

KULLANILAN DENKLEM
$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-87

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	18.5.2011	19.5.2011	20.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:35	8:39	8:43
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	19.5.2011	20.5.2011	21.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	8:35	8:39	8:43
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	164,000	164,000	164,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	164,000	164,000	164,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,471	2,471	2,471
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4706	2,4706	2,4706
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	14,00	14,00	14,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	4,29	4,29	4,29
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	4,10	4,10	4,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	3,27	3,27	3,27
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	96,73	96,73	96,73
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,49E-08	2,49E-08	2,49E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,49352E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-88

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	22.5.2011	22.5.2011	23.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	8:44	17:04	1:22
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	22.5.2011	23.5.2011	24.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:00	1:20	9:38
T	Toplam deney süresi	sn	29760	29760	29760
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	190,000	190,000	190,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	190,000	190,000	190,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,468	2,468	2,468
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4680	2,4680	2,4680
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	18,00	18,00	18,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	5,51	5,51	5,51
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,10	1,10	1,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,92	0,92	0,92
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,08	99,08	99,08
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,02E-08	2,02E-08	2,02E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,01933E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-89

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	25.5.2011	26.5.2011	27.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	9:40	10:03	10:25
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	26.5.2011	27.5.2011	28.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:00	10:23	10:45
T	Toplam deney süresi	sn	87600	87600	87600
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	232,600	232,600	232,600
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	232,600	232,600	232,600
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,464	2,464	2,464
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4637	2,4637	2,4637
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	24,00	24,00	24,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	7,35	7,35	7,35
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	2,00	2,00	2,00
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,68	1,68	1,68
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,32	98,32	98,32
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,25E-08	1,25E-08	1,25E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,24989E-08		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-90

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	29.5.2011	30.5.2011	31.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:50	10:45	10:40
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	30.5.2011	31.5.2011	1.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	10:43	10:38	10:33
T	Toplam deney süresi	sn	85980	85980	85980
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	262,200	262,200	262,200
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	262,200	262,200	262,200
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,461	2,461	2,461
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4608	2,4608	2,4608
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	29,00	29,00	29,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	8,88	8,88	8,88
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	1,00	1,00	1,00
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,84	0,84	0,84
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,16	99,16	99,16
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	6,33E-09	6,33E-09	6,33E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	6,33281E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-91

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Nergizlik (Adana) Barajı Kil Çekirdeğinin Jeoteknik İncelemesi
NUMUNE NO	KO-1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Adana/Karaisalı/Nergizlik Köyü/Nergizlik Barajı civarı
ZEMİNİN TANIMI	CL (Kumlu düşük plastisiteli kil)
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh. Mustafa KILIÇ

Sembol	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	2.5.2011	3.5.2011	3.5.2011
h ₀	Deney başlangıç saati	-	10:33	08:00	16:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	2.5.2011	3.5.2011	4.5.2011
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:37	16:03	00:08
T	Toplam deney süresi	sn	29040	29040	29040
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G ₀	Deney başı guage okuması	-	282,000	282,000	282,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	282,000	282,000	282,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,459	2,459	2,459
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,000	0,000	0,000
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4588	2,4588	2,4588
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	34,00	34,00	34,00
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan top. gerilme	kg/cm ²	10,41	10,41	10,41
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h ₀	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	0,10	0,10	0,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	0,09	0,09	0,09
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	99,91	99,91	99,91
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2,01E-09	2,01E-09	2,01E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2,01058E-09		

KULLANILAN DENKLEM

$$K = \frac{A * L * \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right)}{a * (t_1 - t_0)}$$

EK – 92 Sıkıştırılmış zeminlerin değişik kullanım amaçları için göreceli değerlendirme (U.S. Navy, 1986’ dan değiştirilerek alınmıştır.)

Zemin Gruplarının Tipik İsimleri	Grup Simgeleri	Önemli Mühendislik Özellikleri			Yapı Malzemesi olarak Kullanışlılığı	Değişik Kullanım Amaçları için Göreceli Değerlendirme (1 en iyi, 14 en kötü)									
		Sıkıştırıldığında Geçirgenlik	Sıkıştırıldığında ve Doyduğunda Kayma Dayanımı	Sıkıştırıldığında ve Doyduğunda Sıkışabilirlik		Homojen Dolgu	Çekirdek	Kabuk	Erozyon Dayanımı	Sıkıştırılmış Toprak Astar	Sızma Önemli	Sızma Önemli Değil	Dolgular		Yüzeyleme
						Şişme – Kabarma Mükün Değil	Şişme Kabarma Mükün								
İyi derecelenmiş çakıllar, çakıl – kum karışımları, çok az veya sıfır ince tane	GW	Geçirimli	Çok iyi	İhmal edilebilir	Çok iyi	-	-	1	1	-	-	1	1	1	3
İyi derecelenmiş çakıllar, çakıl-kum karışımları, çok az veya sıfır ince tane	GP	Çok geçirimli	İyi	İhmal edilebilir	İyi	-	-	2	2	-	-	3	3	3	-
Siltli çakıllar, kötü derecelenmiş çakıl – kum – silt karışımları	GM	Yarı geçirimli - Geçirimsiz	İyi	İhmal edilebilir	İyi	2	4	-	4	4	1	4	4	9	5
Killi çakıllar, kötü derecelenmiş çakıl - kum	GC	Geçirimsiz	İyi – Orta	Çok düşük	İyi	1	1	-	3	1	2	6	5	5	1
İyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar, çok az veya sıfır ince tane	SW	Geçirimli	Çok iyi	İhmal edilebilir	Çok iyi	-	-	Çakıllı ise 3	6	-	-	2	2	2	4
Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar, çok az veya sıfır ince tane	SP	Geçirimli	İyi	Çok düşük	Orta	-	-	Çakıllı ise 4	Çakıllı ise 7	-	-	5	6	4	-
Siltli kumlar, kötü derecelenmiş kum – silt karışımları	SM	Yarı geçirimli - Geçirimsiz	İyi	Düşük	Orta	4	5	-	Çakıllı ise 8	5 Erozyon kritik	3	7	8	10	6
Killi kumlar, kötü derecelenmiş kum-kil karışımları	SC	Geçirimsiz	Orta – İyi	Düşük	İyi	3	2	-	5	2	4	8	7	6	2
İnorganik siltler ve çok ince kumlar, kaya unu, düşük plastisiteli siltli veya killi	ML	Yarı geçirimli – Geçirimsiz	Orta	Orta	Orta	6	6	-	-	6 Erozyon kritik	6	9	10	11	-

kumlar															
Düşük-orta plastisiteli inorganik killler, çakıllı killler, kumlu killler, siltli killler, yağsız killler	CL	Geçirimsiz	Orta	Orta	İyi – orta	5	3	-	9	3	5	10	9	7	7
Organik siltler ve düşük plastisiteli siltler-killler	OL	Yarı geçirimli - Geçirimsiz	Kötü	Orta	Orta	8	8	-	-	7 Erozyon kritik	7	11	11	12	-
İnorganik siltler, mikalı veya diatomeli ince kumlu veya siltli zeminler, elastik siltler	MH	Yarı geçirimli - Geçirimsiz	Orta – kötü	Yüksek	Kötü	9	9	-	-	-	8	12	12	13	-
Yüksek plastisiteli inorganik killler, yağlı killler	CH	Geçirimsiz	Kötü	Yüksek	Kötü	7	7	-	10	8 Hacim değiş. Kritik	9	13	13	8	-
Orta – yüksek plastisiteli organik killler	OH	Geçirimsiz	Kötü	Yüksek	Kötü	10	10	-	-	-	10	14	14	14	-
Turba veya diğer ileri derecede organik zeminler	Pt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EK – 92 (Devamı) Sıkıştırılmış zeminlerin değişik kullanım amaçları için göreceli değerlendirme

