

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fırat DUYGUN

DİKİLİTAŞ GÖLETİ (NİĞDE) ISLAH ÇALIŞMASI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2008

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DİKİLİTAŞ GÖLETİ (NİĞDE) ISLAH ÇALIŞMASI

Fırat DUYGUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 19/06/2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.**

İmza.....	İmza.....	İmza.....
Prof. Dr. Hasan ÇETİN Danışman	Prof.Dr. Mustafa LAMAN Üye	Doç.Dr. Sedat TÜRKMEN Üye

**Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:**

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Birimi Tarafından
Desteklenmiştir.
Proje No: MMF2006YL44**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümlere dayalıdır.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİKİLİTAŞ GÖLETİ (NİĞDE) ISLAH ÇALIŞMASI

Fırat DUYGUN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Yıl: 2008, Sayfa: 256

Jüri : Prof. Dr. Hasan ÇETİN (Başkan)
Prof. Dr. Mustafa LAMAN (Üye)
Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN (Üye)

Bu çalışma 2007–2008 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Niğde ilinin 40 km kuzey doğusunda yer alan Dikilitaş Sulama Göleti'nin ıslah çalışması bu tezin çalışma konusunu oluşturmuştur. Dikilitaş Göleti rezervuar alanındaki sızma problemi yüzünden su depolayamamaktadır. İnceleme alanında çeşitli araştırmalar yapılmış ve gölet rezervuar alanının hangi tür nedenlerle su tutamadığı saptanmıştır. Daha sonra rezervuar alanındaki problemlerin ortadan kaldırılması için, yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucu Dikilitaş Göleti'nin sıkıştırılmış kil örtü (Clay Blanket) yöntemi ile ıslah edilmesine karar verilmiştir. Seçilmiş olan bu ıslah çalışmasında kullanılacak malzemenin uygunluğunu araştırmak için çeşitli sahaları temsil eden yerlerden numuneler alarak bu numuneler üzerinde zemin mekaniği deneyleri uygulanmıştır. Bu deneyler ilk olarak zemin sınıflamasına yönelik olan Atterberg, özgül ağırlık, tane boyu analizi deneyleridir. Daha sonra numunelerin mühendislik parametrelerin araştırılması açısından standart kompaksiyon, serbest basınç, permeabilite deneyi ve konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçları incelenmiş ve bu ıslah çalışması için kullanılacak en uygun numune tanıtımı yapılmış ve seçilmiştir. Sıkıştırılmış kil örtü ıslah çalışmasında uygulanacak kompaksiyon yöntemi ve yapılması gerekenler açık bir şekilde yazılmıştır ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dikilitaş Göleti, Islah, Kil Örtü, Kompaksiyon, Malzeme Seçimi, Sızma.

ABSTRACT
MSc THESIS

THE REHABILITATION OF THE DİKİLİTAŞ DAM IN NİĞDE

Fırat DUYGUN

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

Supervisor : Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Year: 2008, Page: 256

Jury : Prof. Dr. Hasan ÇETİN (Head)

Prof. Dr. Mustafa LAMAN (Member)

Assoc. Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN (Member)

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 2007-2008.

The rehabilitation of the Dikilitaş dam 40 km northeast of Niğde is the subject of this study. The dam has not been able to store water due to leakage in its reservoir area. Several studies have been undertaken in order to delineate why the dam has not been able to store water behind it. After these studies, the rehabilitation of the dam by means of clay blanket method in its reservoir area has been decided to be the most suitable method. Suitable materials to use as a clay blanket have been studied by taking samples in different locations both within the reservoir area and the dam vicinity and soil mechanical tests have been performed on these samples. Firstly, index analysis such as Atterberg limits, specific gravity and grain size analysis were performed in order to classify the soil samples. Subsequently, compaction, unconfined compression, consolidation and permeability tests were performed in order to determine the engineering parameters of the samples. The best suitable sample for the rehabilitation has been determined according to the tests results. Finally, the method of compaction and other needs to be done in the rehabilitation have been explained and some suggestions were made.

Key Words: Clay Blanket, Compaction, Dikilitaş Dam, Leakage, Material Selection, Rehabilitation,

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım için bana gerekli imkânı veren, değerli öneri ve yardımları ile bana destek olan, yetişmem için bana her tür fedakârlığı ve gayreti sarf eden, danışman hocam sayın Prof. Dr. Hasan ÇETİN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmada benden yardımlarını esirgemeyen, teze çok önemli katkılar sağlayıp beni yönlendiren sayın Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ' a teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim sırasında bizler için bir sembol olan, her zaman değerli bilgilerini ve tecrübelerini hiç çekinmeksizin bizlere aktaran değerli hocam sayın Prof. Dr. Cengiz YETİŞ'e teşekkür ederim.

Çalışmam süresince benden yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen çok sevdiğim, değerli arkadaşım, bugüne kadar büyük zorlukları birlikte omuz omuza aştığım Jeo.Yük.Müh. Barış KAYHAN'a teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmalarında bana yardımcı olan değerli arkadaşlarım; jeoloji mühendisi adayı Mustafa KILIÇ'a, Şeyma KEBELİ'ye, Derya KAYSAR'a, Jeo.Müh. Gürdal Bahadır DÖLEK'e, Jeo.Müh. Serhan ŞENTÜRK'e ve Jeo.Müh. Yücel AYDİL'e teşekkür ederim.

Zemin Mekaniği Laboratuar sorumlusu olarak görev yaptığım 3 yıl boyunca laboratuar dersleri esnasında beni saygı ve sevgi ile dinleyen değerli tüm öğrencilerime teşekkür ederim.

Her zaman yanımda hissettiğim, beni bu günlere getiren, olumlu olumsuz tüm eleştirileri ile yönümü bulmamı sağlayan canımdan çok sevdiğim aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Barajlar ve Göletler.....	2
1.2. Baraj Türleri.....	3
1.2.1. Beton Barajlar.....	4
1.2.1.1. Ağırlık Barajları.....	4
1.2.1.2. Payandalı Ağırlık Barajları.....	4
1.2.2. Kemer Barajlar.....	5
1.2.3. Dolgu Barajlar.....	7
1.3. Barajlarda Gözlenen Jeoteknik Sorunlar.....	10
1.4. Dikilitaş Göleti ve Amaç.....	17
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	20
2.1. Genel Jeoloji Çalışmaları.....	20
2.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları.....	22
3. MATERYAL VE METOT.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar.....	27
3.2.2. Arazi Çalışmaları.....	27
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	29
3.2.3.1. Atterberg (Kıvam) Limitleri Deneyleri.....	30
3.2.3.1.(1). Deney İçin Numunenin Hazırlanması.....	31

3.2.3.1.(2). Likit Limit Deneyi.....	31
3.2.3.1.(2).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	32
3.2.3.1.(2).(b). Casagrande (Likit Limit) Aleti'nin Ayarlanması.....	32
3.2.3.1.(2).(c). Deneyin Yapılışı.....	32
3.2.3.1.(3). Plastik Limit Deneyi.....	34
3.2.3.1.(3).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	34
3.2.3.1.(3).(b). Deneyin Yapılışı.....	35
3.2.3.1.(4). Plastisite İndisi (PI), Likitlik İndisi (LI), Kıvam İndisi (CI) ve Aktivite (Ac) Değerlerinin Hesaplanması.....	36
3.2.3.2. Özgül Ağırlık Deneyi.....	37
3.2.3.2.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	37
3.2.3.2.(2). Piknometrenin Kalibrasyonu.....	38
3.2.3.2.(3). Deneyin Yapılışı.....	39
3.2.3.2.(4). Hesaplamalar.....	41
3.2.3.3. Tane Boyu Analizi.....	42
3.2.3.3.(1). Hidrometre Analizi.....	43
3.2.3.3.(1).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	43
3.2.3.3.(1).(b). Deneyin Yapılışı.....	44
3.2.3.3.(1).(c). Hesaplamalar.....	45
3.2.3.3.(2). Elek Analizi.....	47
3.2.3.4. Kompaksiyon (Standart Proctor) Deneyi.....	48
3.2.3.4.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	49
3.2.3.4.(2). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	50
3.2.3.4.(3). Deneyin Yapılışı.....	51
3.2.3.4.(4). Hesaplamalar.....	53
3.2.3.5. Serbest Basınç (Tek Eksenli) Deneyi.....	54
3.2.3.5.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	54
3.2.3.5.(2). Gerekli Ölçümler.....	55
3.2.3.5.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	55
3.2.3.5.(4). Deneyin Yapılışı.....	58
3.2.3.5.(5). Hesaplamalar.....	60

3.2.3.6. Permeabilite Deneyi.....	61
3.2.3.6.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	62
3.2.3.6.(2). Gerekli Ölçümler.....	64
3.2.3.6.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	64
3.2.3.6.(4). Deneyin Yapılışı.....	64
3.2.3.6.(5). Hesaplamalar.....	66
3.2.3.7. Konsolidasyon Deneyi.....	68
3.2.3.7.(1). Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisi	69
3.2.3.7.(1).(a). Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisinde Yapılan Kabuller.....	70
3.2.3.7.(1).(b). Konsolidasyon Süreci.....	70
3.2.3.7.(2). Gerekli Araçlar ve Malzemeler.....	71
3.2.3.7.(3). Gerekli Ölçümler.....	73
3.2.3.7.(4). Numunelerin Deneye Hazırlanması.....	73
3.2.3.7.(5). Deneyin Yapılışı.....	74
3.2.3.7.(6). Hesaplamalar.....	74
3.2.4. Büro Çalışmaları.....	77
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	78
4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi.....	78
4.1.1. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	82
4.1.1.1. Gümüşler Formasyonu.....	82
4.1.1.2. Aşıgediği Formasyonu.....	82
4.1.1.3. Sineksizyayla Metagabrosu.....	84
4.1.1.4. Üçkapılı Granodiyoriti.....	84
4.1.1.5. Tras Konglomerası.....	85
4.1.1.6. Göstük İgnimbriti.....	85
4.1.1.7. Kızılkaya İgnimbriti.....	85
4.1.1.8. Traverten.....	86
4.1.1.9. Alüvyon Malzemeleri-Yamaç Molozu.....	87
4.1.2. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi.....	87
4.1.3. Gölet Alanının Jeolojisi	88

4.2. Dikilitaş Sulama Göleti.....	90
4.2.1. Dikilitaş Sulama Göleti Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları	91
4.2.1.1. Göl Alanı Sondaj Çalışmaları.....	92
4.2.1.2. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Sondajları	96
4.2.1.3. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Çukurları	98
4.2.1.4. Numune Araştırma Çukurları.....	101
4.2.2. Dikilitaş Gölet'inin Jeoteknik Sorunları.....	104
4.3. Dikilitaş Göleti Islahı: Sıkıştırılmış Kil Örtü (Clay Blanket) Yöntemi.....	118
4.4. Numunelerin Sınıflama (İndeks) ve Mühendislik Özellikleri.....	123
4.4.1 Numunelerin İndeks Özellikleri.....	123
4.4.2. Numunelerin Mühendislik Özellikleri.....	127
4.4.2.1.Kompaksiyon Deney Sonuçları	127
4.4.2.2.Permeabilite Deney Sonuçları	133
4.4.2.3. Serbest Basınç Dayanım Sonuçları.....	134
4.4.2.4. Konsolidasyon Deneyi Sonuçları.....	139
4.4.3. Numunelerin İndeks ve Mühendislik Özelliklerinin Karşılaştırılması...	141
4.5. Islah Yönteminin Uygulanması.....	145
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	148
KAYNAKLAR.....	151
ÖZGEÇMİŞ.....	158
EKLER	

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Zeminin cinsine göre değişik hacimdeki piknometrelere konulması gereken numune miktarları	40
Çizelge 3.2. Elektrik mikseri ile karıştırma süreleri.....	44
Çizelge 4.1. Geçirgenliğin tanımlanması.....	93
Çizelge 4.2. Dikilitaş Gölet'i 2004 yılı su seviyesi ölçümleri	105
Çizelge 4.3. Numunelerin indeks deney sonuçları.....	123
Çizelge 4.4. Plastisite derecesinin plastisite indisine (PI) göre belirlenmesi.....	124
Çizelge 4.5. Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması.....	124
Çizelge 4.6. Değişik minerallerin aktiviteleri.....	126
Çizelge 4.7. Tüm numunelerin permeabilite değerleri.....	134
Çizelge 4.8. Serbest basınç dayanımı, q_u , değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı.....	135
Çizelge 4.9. Tüm numunelerin standart kompaksiyon ve permeabilite değerleri.....	143
Çizelge 4.10. Tüm numunelerin serbest basınç gerilme değerleri.....	144

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Ağırlık barajı en kesiti.....	4
Şekil 1.2. Payandalı ağırlık barajına örnek Elmalı Barajı.....	5
Şekil 1.3. Kemer-ağırlık tipi olan Karakaya Barajı.....	6
Şekil 1.4. Berke Barajı.....	6
Şekil 1.5. Aslantaş Barajı.....	8
Şekil 1.6. Bir zonlu dolgu baraj kesiti.....	8
Şekil 1.7. Atatürk Barajı.....	9
Şekil 1.8. Saint Francis Baraj yeri jeoloji kesiti.....	10
Şekil 1.9. Teton Barajı'nın yıkılışı.....	11
Şekil 1.10. Vaiont rezervuarının heyelan malzemesiyle dolmuş hali.....	12
Şekil 1.11. May Barajında Terra-rosa ile örtülü düdenlerden suların kaçması...12	
Şekil 1.12. Keban Barajı sol yamaç Petek Mağarası'ndan su kaçakları.....	13
Şekil 1.13. Keban Barajı rezervuarından kaçan suların sifon yaparak, Keban Deresi sol yamacından çıkması.....	14
Şekil 1.14. Dünyada yıkılan baraj tiplerinin % dağılımları.....	15
Şekil 1.15. Dünyada yıkılan barajların yıkılma sebeplerinin % dağılımları.....	15
Şekil 1.16. Dünyada yıkılan barajların yıkılma yaş aralıkları.....	17
Şekil 1.17. İnceleme alanı yer bulduru gösterimi.....	18
Şekil 3.1. Armut tepesinin uzaktan görünümü.....	28
Şekil 3.2. Gavur dağının uzaktan görünümü.....	28
Şekil 3.3. Göl aynasına yakın bölgenin görünümü.....	29
Şekil 3.4. Alüvyon biriminden örselenmemiş numune alımı.....	29
Şekil 3.5. Numunenin karıştırılması işlemi.....	31
Şekil 3.6. Numunedeki 13 mm'lik kapanma.....	33
Şekil 3.7. Plastik limitin yapılışı.....	35
Şekil 3.8. Kaynatma işleminden sonra saf su ilave edilmesi.....	41
Şekil 3.9. Süspansiyonun son kez baş aşağı getirilmesi.....	45
Şekil 3.10. Sıkıştırılmış bir zeminin γ_k -w ilişkisi.....	49
Şekil 3.11. Kompaksiyon deney numunelerinin genel görünüm.....	50

Şekil 3.12. Standart kompaksiyon tokmağı ile 25 darbenin vurulması.....	51
Şekil 3.13. Mold + numunenin tartılması.....	52
Şekil 3.14. Mold + numunenin kriko yardımı ile çıkartılması.....	53
Şekil 3.15. Shelby tüpünün mold içerisine aktarımı.....	56
Şekil 3.16. Shelby tüpünün kriko yardımı ile çıkartılması.....	57
Şekil 3.17. Serbest basınç deney aygıtından okuma alınması.....	59
Şekil 3.18. Permeabilite deney düzeneği.....	63
Şekil 3.19. Permeabilite deney ünitesinin parçaları.....	63
Şekil 3.20. Darcy yasasının şematik gösterimi.....	66
Şekil 3.21. Hacim azalmasının blok diyagramda görünümü.....	69
Şekil 3.22. Konsolidasyon Süreci.....	70
Şekil 3.23. Konsolidasyon deney aleti.....	72
Şekil 4.1. Bölgenin stratigrafik kesiti.....	81
Şekil 4.2. İnceleme alanı ve yakın civarının jeoloji haritası.....	83
Şekil 4.3. Gölet alanının detay mühendislik jeolojisi haritası.....	89
Şekil 4.4. Dikilitaş Gölet'i ana gövde inşası.....	90
Şekil 4.5. Dikilitaş Gölet'i ana gövde kesiti.....	91
Şekil 4.6. Sondaj ve araştırma çukurlarının lokasyonları.....	97
Şekil 4.7. J-AÇ-1 Traverten birimi.....	99
Şekil 4.8. J-AÇ-2 Kılcal sızma izleri.....	100
Şekil 4.9. J-AÇ-3'de beyaz renkli sızma izleri.....	101
Şekil 4.10. AÇ-1-1 Göl aynası mevki.....	102
Şekil 4.11. Armut Tepesi mevkiindeki AÇ-1-3'den görünüm.....	103
Şekil 4.12. Gavur Dağı mevkiindeki AÇ-2-2'den görünüm.....	104
Şekil 4.13. Rezervuar alanında sağ yamaçtaki oturma.....	106
Şekil 4.14. Rezervuar alanında oluşan 30 cm derinlikteki oturma.....	107
Şekil 4.15. Ana gövde aksı jeoloji enine kesiti içindeki 35 cm'lik birim.....	108
Şekil 4.16. Ek gövde aksı jeoloji enine kesit.....	109
Şekil 4.17. Sol yamaçta görülen çatlaklar.....	110
Şekil 4.18. Sol yamaçtaki eklem sisteminin 15-20 cm açıklığı.....	111
Şekil 4.19. Ana çatlak sistemi ve 1. tali sistem.....	111

Şekil 4.20. Ana sistem ve tali sistemleri.....	112
Şekil 4.21. Eklem sistemi doğrultu gül diyagramı.....	113
Şekil 4.22. Eklem sistemi eğim yönü gül diyagramı.....	113
Şekil 4.23. Eklem sistemi stereografik projeksiyon yöntemi.....	114
Şekil 4.24. Sol sahildeki mağarada gözlenen eklem sistemi.....	115
Şekil 4.25. Aşlama kaynağının evrimi.....	116
Şekil 4.26. Sızma kontrol önlemleri için önerilen permeabilite katsayıları aralıkları.....	119
Şekil 4.27. Yunanistan Kolhiki Barajında uygulanan sıkıştırılmış kil örtü çalışması.....	120
Şekil 4.28. Mekanik stabilizasyon işlemlerinin başlanması.....	121
Şekil 4.29. Kil örtünün gölet ana gövdesi ile olan dokanağında yapılan çalışma.....	122
Şekil 4.30. Casagrande plastisite diyagramında çalışma konusu zeminlerin sınıflanması.....	124
Şekil 4.31. Numunelerin tane boyu analizi grafikleri.....	125
Şekil 4.32. Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	128
Şekil 4.33. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	128
Şekil 4.34. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	129
Şekil 4.35. Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	130
Şekil 4.36. Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	130
Şekil 4.37. Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin kompaksiyon grafiği.....	131
Şekil 4.38. Likit limit ve plastik limite göre optimum su içeriklerinin indirekt tayini.....	132
Şekil 4.39. Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği.....	135
Şekil 4.40. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği..	136
Şekil 4.41. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği..	137
Şekil 4.42. Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği..	138
Şekil 4.43. Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği....	138
Şekil 4.44. Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği....	139
Şekil 4.45. Birinci ön konsolidasyon basınç grafiği.....	140

Şekil 4.46. İkinci ön konsolidasyon basınç grafiği.....	141
Şekil 4.47. İslah çalışmasının başlaması.....	145
Şekil 4.48. Göl Aynası mevkiinden malzeme alınması.....	146
Şekil 4.49. Rezervuar alanının kil örtü ile kaplanmış son hali.....	146
Şekil 4.50. Dikilitaş Gölet'inin su tutmuş durumu.....	147

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)
$\Delta \varepsilon$	: Toplam deformasyon (cm)
ΔH	: Yükseklik farkı (cm)
γ_s	: Zemin numunesinin deney başlangıcındaki tane birim hacim ağırlığı
μ	: Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi
ϕ	: İçsel sürtünme açısı (°)
θ	: Kırılma düzleminin yatayla yaptığı açı (°)
γ_1	: Üçkapılı Granodiyoriti
γ_A	: Su altındaki birim hacim ağırlık (gr/cm ³)
γ_d	: Suyu doymun 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
$AÇ$	: Araştırma Çukuru
A_d	: Düzeltilmiş Alan (cm ²)
A_J	: Mezürün kesit alanı (cm ²)
Ar	: Argon
ASK	: Araştırma Sondaj Kuyusu

ASTM	: American Society of Testing Materials
C	: Kohezyon (kg/cm^2)
CH	: Yüksek plastisiteli kil
CI	: Kıvam indisi
CL	: Düşük plastisiteli kil
d	: Hidrometre düzeltme değeri
D	: Tane çapı (mm)
D ₀	: Düzeltilmiş okuma (mm)
e	: Birim deformasyon
e	: Boşluk oranı (birimsiz)
e ₀	: Deney Başı Boşluk Oranı (birimsiz)
G _n	: Gümüşler Formasyonu
G _s	: Numunenin özgül ağırlığı (birimsiz)
G _{s(Tx)}	: Zemine ait özgül ağırlık (birimsiz)
G _{w(Tx)}	: Suyun Tx sıcaklığındaki özgül ağırlığı
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)
i	: Hidrolik eğim
J	: 0,002 mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%)
JAC	: Jeoteknik Araştırma Çukuru
k	: Permeabilite katsayısı (m/sn, cm/sn)
K	: Potasyum
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_r	: Aşıldığı Formasyonu
M_s	: Zemin tanelerinin kütlesi (gr)
M_{si}	: Zemin numunesinin deney başlangıcındaki kütlesi (gr)
N	: D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%)
n	: Porozite (%)
N_1	: Tras Konglomerası
OCR	: Over Consolidation Ratio (Aşırı Konsolidasyon Oranı)
P	: Kuvvet halkası okuması
P_b	: Kurşun
PI	: Plastisite İndisi (%)
PL	: Plastik Limit (%)
q	: Suyun debisi (m^3/sn , cm^3/sn)
Qal	: Alüvyon Malzemeleri – Yamaç Molozu
Q_t	: Traverten
q_u	: Serbest basınç dayanımı (kg/cm^2)
R	: Numune yarı çapı (cm)
r	: Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması
r_a	: Deney sırasındaki süspansiyondaki hidrometre okuması
R_A	: Ring ağırlığı (gr)
R_b	: Rubidyum
R_D	: Ring çapı (cm)
R_L	: Ring boyu (cm)
r_s	: Sudaki hidrometre okuması
S	: Doygunluk derecesi
SK	: Sondaj Kuyusu
S_r	: Sıfır hava boşluğu çizgisi
Sr	: Stronsiyum
t	: Toplam geçen zaman (dk)
t_1	: Deney süresi (sn)

Tgü	: Göstük İgnimbriti
Tk	: Kızılkaya İgnimbriti
U	: Uranyum
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 İçi Boşluk Hacmi (cm ³)
w	: Deney başı su içeriği (%)
w	: Numune su içeriği (%)
W _{1s}	: Sineksizyayla Metagabrosu
W _{ıslak}	: 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)
 σ : Asal Gerilme
 σ_1 : Serbest Basınç Gerilmesi (kg/cm^2)
 τ : Kesme Gerilmesi (kg/cm^2)

1. GİRİŞ

Jeolojinin, mühendislik projelerinde en çok uygulandığı ve inşaat mühendisiyle jeoloji mühendisinin en çok işbirliği yaptığı alanlardan biri ve belki birincisi ‘Baraj Jeolojisi’dir. Bu yakınlık, 1928 yılında, Amerika’da St. Francis Barajının yıkılmasından ve 436 kişinin ölmesinden sonra daha da artmış ve bugün birbirini tamamlayıcı hale gelmiştir. Bu olaydan sonra 1929 yılında, barajların yıkılmasına etki eden faktörleri araştırmak amacı ile bir sempozyum yapılmış ve problemler her yönden ele alınmıştır. Bu toplantıya baraj jeolojisinin temel atma töreni gözüyle bakılabilir. Bu gün baraj yapımının her aşamasında, ön çalışma, yapılabilirlik, kesin proje, yapım ve bakımda, baraj mühendisleriyle, baraj jeolojisi konusunda uzmanlaşmış jeoloji mühendisleri birlikte, ekip halinde çalışmalar yaparak, baraj yerleri saptanmakta, fizibilite çalışmaları yapılmakta, projeleri hazırlanmaktadır. Dünyanın her yerinde yapılan çalışmalarda, ön projeler hazırlanmadan önce, baraj yerlerinin ve rezervuar alanlarının ayrıntılı jeolojik, jeoteknik, tektonik ve depremsellik incelemeleri yapılmakta, malzeme türleri ve yerleri saptanmakta, yağış alanlarının erozyon etütleri yapılmaktadır. Bu gün artık baraj yeri, baraj gölü, baraj malzemesi, baraj yağış alanı ve çevre sorunları çeşitli konularda uzman mühendisler tarafından incelendikten ve olumlu sonuçlar elde edildikten sonra barajların yapımına başlanmaktadır (Erguvanlı, 1982).

Bu durumda baraj yapım öncesinde fizibilite çalışmalarının eksik yada hatalı yapılması, baraj rezervuar alanı ve baraj yeri seçiminde uygun alanların seçilmemesi sonucunda; bazen onarımı mümkün olmayan bazen de çok önemli maliyetler gerektiren problemler ortaya çıkmaktadır. Bu sorunlar karşısında barajlar aniden yıkılarak can ve mal kaybına neden olmuştur (Cedar Barajı, 1914) veya baraj maliyetinden daha yüksek maliyetler ile ıslah çalışmaları yapılmıştır. Bu ıslah çalışmaları sonucunda bazen sonuç alınamamıştır, örneğin May Barajı (1956).

1.1. Barajlar ve Göletler

Baraj, 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. Eskiliklerine Göre:

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

3. Amaçlarına göre şu şekilde sınıflandırılırlar:

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

4. Gövdelerinin yapımında kullanılan malzemeye göre:

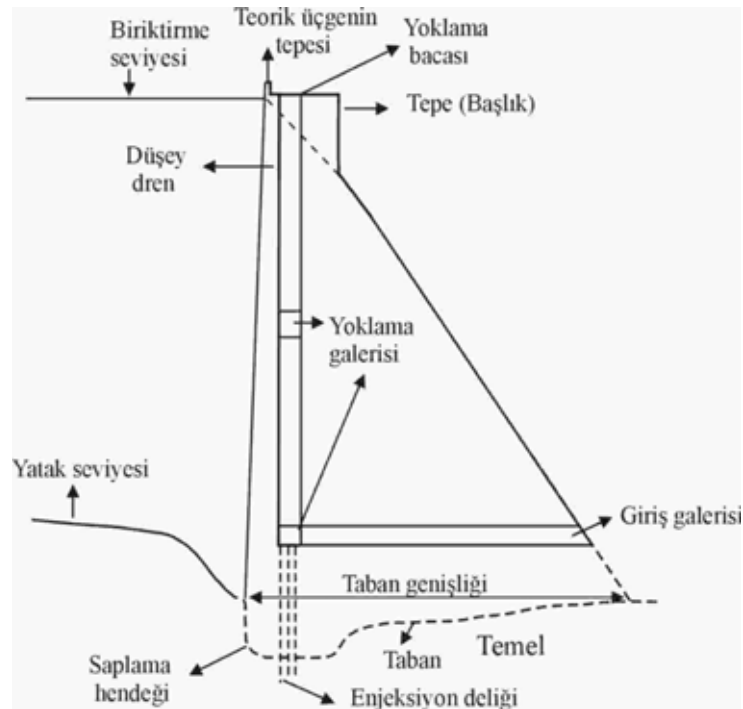
Bunlar Kâgir (taş) barajlar, Beton barajlar, Toprak barajlar, Kaya barajlar, Kaya – Toprak barajlar, Ahşap barajlar ve Çelik barajlar olarak sınıflandırılmaktadır.

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 yapılabilir. 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 gruptur.

1.2.1. Beton Barajlar

1.2.1.1 Ağırlık Barajları

Ağırlık barajları, suyun kaldırma ve döndürme kuvvetine karşı kendi ağırlıklarıyla duran masif yapılardır. Bu tip barajlar eskiden taşla yapılırken, bugün ise 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).



Şekil 1.1. Ağırlık barajı en kesiti (Ertunç, 2003)

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 1.2). Payandalı ağırlık barajlarında, ağırlık barajlarına oranla

daha az beton kullanılır, 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. Payandalara fazla yük düşer, payandalar arasına ise fazla yük binmez. Zayıflık zonları (fay, çatlak v.s.) payandalar arasına getirilir. Yamaç eğimi az, geniş V şekilli vadilerde payandalı ağırlık barajları yapılabilir (Ertunç, 2003).



Şekil 1.2. Payandalı ağırlık barajına örnek Elmalı Barajı
(www.photoshopmagazin.com)

1.2.2. Kemer Barajlar

Kemer baraj, kavisli tek bir beton duvardan oluşan su tutma tesisidir. Bu tip barajlara örnek Karakaya Barajı ve Berke Barajı verilebilir (Şekil 1.3-1.4). Suyun basıncını, kemer tesiriyle yamaçlara vermek için, beton duvar membaya doğru kavisli yapılır. Basınç, temele ve yamaçlara eşit dağılıyorsa baraj kemer-ağırlık veya ağırlık-kemer olarak yapılabilir. Yükün büyük bir kısmı kemer etkisiyle yamaçlara aktarabiliyorsa 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).



Şekil 1.3. Kemer-ağırlık tipi olan Karakaya Barajı (www.dsi.gov.tr)



Şekil 1.4. Berke Barajı (www.kaliteliresimler.com)

1.2.3. Dolgu Barajlar

Dolgu barajlar, toprak ve kayanın belli bir oranda karıştırılması ile yapılan su tutma tesisleridir. 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).

Toprak barajların sınıflandırılması, baraj gövdesinde kullanılan malzemeye göre;

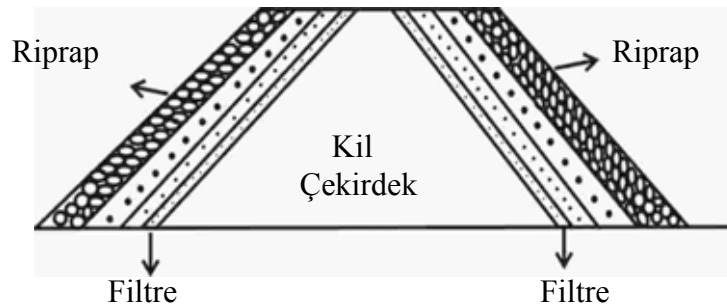
- Homojen gövdeli
- Bölge (zonlu) gövdeli
- Kaya dolgu gövdeli
- Toprak dolgu gövdeli
- Kaya-toprak dolgu gövdeli olarak yapılabilir. Eldeki malzemeden en çok yararlanılmaya çalışılır (Ertunç, 2003).

Homojen gövdede her taraftaki malzeme aynı özelliktedir. Baraj gövdesi, sıkıştırılmış toprak tabakalarından ibarettir. Bu tip barajlarda, ortasında geçirimsizliği sağlayan kil veya betondan çekirdek vardır. Su ve hava tarafının eğimi 1/2 ile 1/2,5 arasındadır. Yurdumuzda işletmeye açılan ve inşa halinde olan projesi hazır veya projesi hazırlanmakta olan 90'dan fazla toprak dolgu barajların yükseklikleri 15 metreden 95 metreye kadar değişmektedir. Osmaniye'de, Ceyhan nehri üzerinde, sulama, taşkın kontrolü ve elektrik enerjisi üretimi amacı ile 1975-1984 yılları arasında inşa edilmiş, yüksekliği 78,00 m, homojen toprak dolgulu Aslantaş Barajı buna örnektir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Aslantaş Barajı (www.yeniresim.com)

Bölgeli gövdelerde ortada geçirimsiz bir kısım (çekirdek), iki tarafta tane boyu dışa doğru gitgide büyüyen geçirimli kısım ile memba ve mansap topuklarında filtre bulunur (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Bir zonlu dolgu baraj kesiti (Ertunç, 2003)

Kaya dolgu gövdeler kırılmış taştan yapılır. Bazen geçirimsiz çekirdek bulunur, bazen de memba yüzü geçirimsiz bir örtü (kil, asfalt, çelik, takviyeli beton v.s.) ile kaplanır. Bazı durumlarda su tarafı, çelik gibi bir malzeme ile de kaplanarak geçirimsizlik sağlanabilir. Ülkemizdeki Keban (207 m), Altınkaya (195 m), Atatürk (184 m), Uzköy (176 m), Kılıçkaya (140 m) gibi mevcut ve inşa edilmekte olan

barajlarımız kaya dolgu tipindedir. Bunlardan Atatürk Barajı, gövde dolgusu hacmi 84.5 milyon m³ kaya ve toprak dolgusu ile dünyada beşinci sırada yer almaktadır (Şekil 1.7). Sulama ve enerji maksatlı olan Atatürk Barajı, 817 km²'lik göl alanına sahiptir ve 48.47 milyar m³ su depolayabilmektedir. Bu su ile de toplam 727.700 hektarlık arazi sulanacaktır. Ayrıca, her biri 300 MW gücünde olan 8 adet Francis tipindeki türbin ile de yılda 8,9 milyar kilowat saat enerji üretecektir. Türbinlere su veren basınçlı (cebri) borular 6.60-7.25 m çapında ve toplam 496 m uzunluğunda olacaktır.

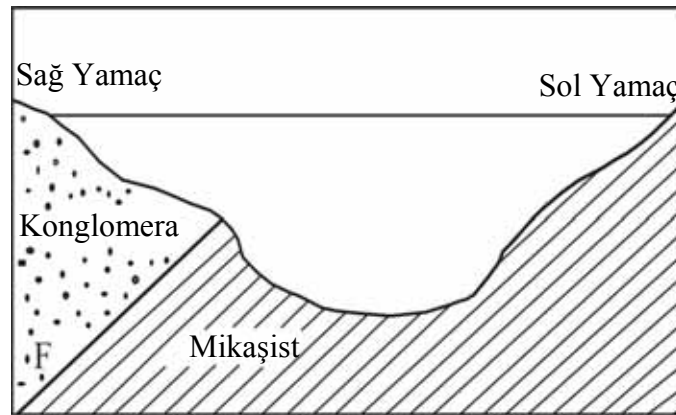


Şekil 1.7. Atatürk Barajı (<http://img510.imageshack.us>)

Bir baraj, yukarıda belirtilen yapım amaçlarından sadece biri için yapıldığı gibi, amaçlardan birkaçını veya hepsini kapsayabilir. Baraj dolgusunun hangi malzeme ile yapılacağı, baraj aks yerinin topografik, jeolojik yapısına, malzeme sahalarının baraj sahasına yakınlık – uzaklığına, dolayısıyla ekonomisine bağlıdır. Yükseklikleri ise, havzaya gelen ve barajda kullanılacak su miktarına, dolayısıyla depolayacakları su hacmine bağlıdır.

1.3. Barajlarda Gözlenen Jeoteknik Sorunlar

Baraj yeri ve gölalanı seçiminde jeolojinin iyice anlaşılmamış olması nedeni ile dünyada 1928 yılına kadar 250 baraj yıkılmıştır. 1928 yılında ABD’de St. Francis barajı yıkılmış, 436 kişi ölmüştür. Saint Francis barajı 150 m yarıçapında bir kemer ağırlık barajı olup gövde kalınlığı tabanda 55 m, krette 5 m, yükseklik 62 m’dir. Barajda 1 Mart 1926’da su toplanmaya başlanmış fakat temelden büyük ölçüde su kaçakları görüldükten sonra, 12 Mart 1928’de baraj yıkılmıştır. Şekil 1.8’de görüldüğü üzere temel kayasının tabanda ve sol yamaçta yapraklanmalı mikaşist, sağ yamaçta ise çakıltaşı (konglomera) biriminin varlığından dolayı ve bu iki litoloji dokanağının faylı olması nedeni ile temelde kaçaklar başlamış ve baraj yıkılmıştır (Ertunç, 2003).



Şekil 1.8. Saint Francis Baraj yeri jeoloji kesiti (Ertunç, 2003)

5 Haziran 1976’da ABD’de 100 m yükseklikte gövde tipi toprak dolgulu olan Teton Barajı kil çekirdeğinin yeterli sıkıştırılmaması nedeni ile sağ yamaca yakın gövdede borulanma meydana gelmiş ve sızıntılar nedeniyle baraj birkaç saat içinde yıkılmıştır (Şekil 1.9). Akış aşağıdaki yerleşim alanları zamanında boşaltıldığı için ölü sayısı 11’i geçmemiştir (Ertunç, 2003).



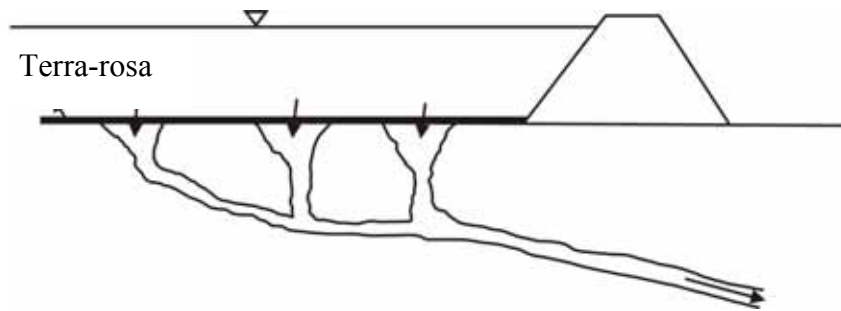
Şekil 1.9. Teton Barajı'nın yıkılışı (www.geol.ucsb.edu)

İtalya'da Venedik'in 120 km kuzeyinde bulunan Vaiont Barajı 265.5 m yükseklikte olup dünyanın ikinci en yüksek barajı konumundadır. İnce kemer tipinde yapılan bu baraj rezervuar alanında 9 Ekim 1963'de jeolojik dengenin bozulması ile 250 milyon m³ kaya parçası ve 120 milyon m³ su kütlesi, 60 saniye gibi kısa bir zaman içinde baraj rezervuar alanına heyelan etmiştir (Şekil 1.10). Bu olay sonucu baraj üzerinden taşan göl suları vadiden aşağı boşalmış ve 2600 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Baraj tepe seviyesinden 250 m yükseklikte bulunan köy evlerinin çatıları uçmuş, köprüler, galeriler ve santral binaları yıkılmıştır. Bu olay sonucu meydana gelen sarsıntı Viyana ve Brüksel deprem istasyonlarında kaydedilmiştir. Dışarı taşan göl suları barajın yalnız üst parmaklıklarını koparmış, ince kemer gövdeye hiçbir şey olmamıştır (Erguvanlı, 1982).



Şekil 1.10. Vaiont rezervuarının heyelan malzemesiyle dolmuş hali (Ertunç, 2003)

Konya’da 1959 yılında yapımı tamamlanan May Barajı 27.84 m yükseklikte homojen gövdeli toprak barajdır. Baraj gövdesi ve rezervuar alanı kireçtaşı üzerindedir. 1960 Şubatında barajda su tutulmaya başlanmıştır, fakat nehir yatağındaki Terra-rosa altında gizli kalan düdenlerden dolayı sular kaçmaya başlamış (Şekil 1.11), önce rezervuarda alçalma olmuş ve sonra hiç su kalmamıştır. Yapılan iyileştirme çalışmaları başarılı olamamıştır (Ertunç, 2003).



Şekil 1.11. May Barajında Terra-rosa ile örtülü düdenlerden suların kaçması (Ertunç, 2003)

O günkü teknik olanakların yetersizliği ve kesin projeyi yapan firmanın kayıtsızlığı nedeniyle yeterli araştırma yapılamadan inşaatına başlanan Keban Barajında temel kazısı yapılırken büyük mağaralar çıkmıştır. Kireçtaşındaki bu

karstik boşluk ve mağaralardan ulaşılabilenler temizlenip betonla doldurulmuş, ulaşılabilenler enjeksiyon ile 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 büküntü yapılmıştır. Baraj inşaatının yarısına gelmişken, rezervuar sol yamacından su kaçağı olasılığı ortaya çıkmış, yapılan etütler sonucunda bu kesimde enjeksiyon yapılmasına karar verilmiştir. Buna rağmen, beton gövdenin akış yukarısındaki Düden ve Petek mağarası yoluyla kaçan sular (Şekil 1.12), Keban deresinin sol yamacından sifon yaparak çıkmıştır (Şekil 1.13). Kaçan suyun debisi 26-30 m³/sn olması nedeni ile baraj göl seviyesi düşürülmüş, iri bloklerle mağaranın doldurulmasına çalışılmıştır. Sonuç olarak su kaçaqları 7-8 m³/sn'ye düşürülmüş ve bu miktar sabit kalmıştır. Bütün bunlar baraj inşaatının uzamasına ve maliyetin üç kat artmasına neden olmuştur (Ertunç, 2003).

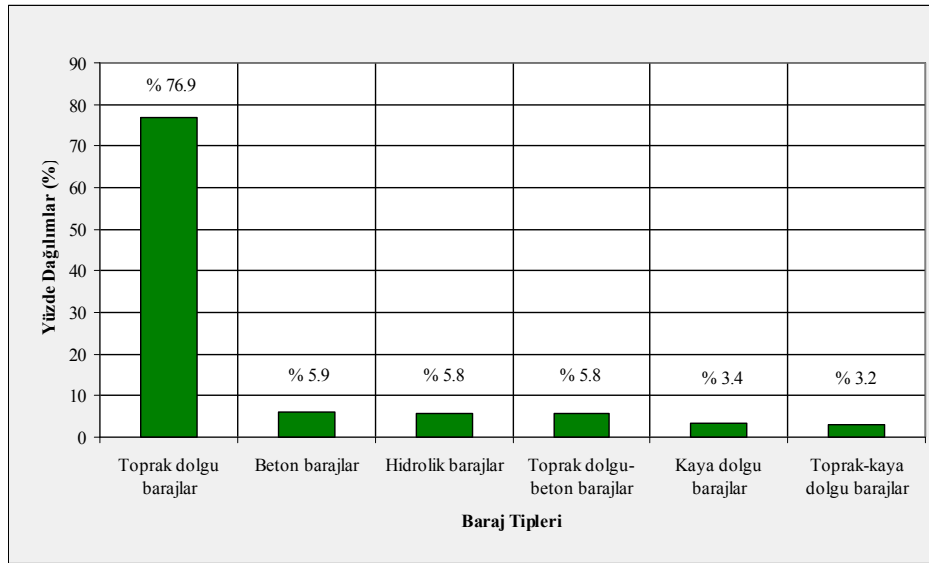


Şekil 1.12. Keban Barajı sol yamaç Petek Mağarası'ndan su kaçaqları (Ertunç, 2003)



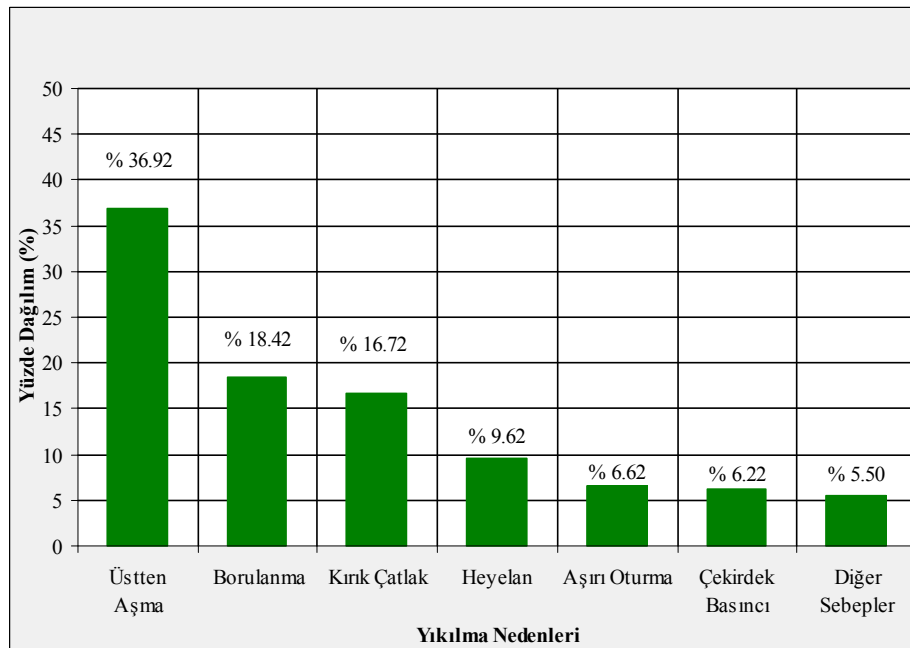
Şekil 1.13. Keban Barajı rezervuarından kaçan suların sifon yaparak, Keban Deresi sol yamacından çıkması (Ertunç 2003)

Baraj yeri ve rezervuar alanı jeolojisinin içerisinde bulunduğu baraj jeolojisi çalışmalarının iyice anlaşılmamış olması nedeniyle dünyada 250 civarında baraj yıkılmıştır. Bu tezin kapsamında olmamasına rağmen konuyla ilgili olması açısından şu ana kadar yıkılan bu barajlar istatistiksel açıdan incelenerek aşağıda sunulan sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre dünyada yıkılan barajların % 76.9'u toprak dolgu barajlar, % 5.9'u beton barajlar, % 5.8'i hidrolik barajlar, % 5.8'i toprak dolgulu beton barajlar, % 3.4'ü kaya dolgu barajlar, % 3.2'si ise toprak kaya dolgu barajlardır (Şekil 1.14). Toprak dolgu barajlar baraj tarihinde ilk yıllarda yapılan barajlar olduğundan yıkımlar daha çok bu barajlarda gözlenmiştir. Bu tip barajların yapımında özellikle dolgu kısmında oldukça dikkatli olunmalıdır. % 5.8 ile hidrolik barajların yıkılma sebebi geçmiş yıllarda bu tip baraj yapımının yaygın olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak geçen süre sonucunda bu tip barajlarda sonuç alınamamış ve çoğu geçirimsizliğin sağlanamaması yüzünden yıkılmıştır. Toprak-kaya dolgu barajlar en az yıkılan baraj tipidir.



Şekil 1.14. Dünyada yıkılan baraj tiplerinin % dağılımları

Yıkılan bu barajların neden yıkıldıkları araştırıldığında % 36.92'sinin üstten aşma, % 18.42'sinin borulanma, % 16.72'sinin gövdede oluşan kırık çatlaklardan, % 9.62'sinin rezervuar alanında görülen heyelanlardan, % 6.62'sinin gövdedeki aşırı oturma miktarından, % 6.22'sinin ise çekirdek basıncından kaynaklandığı görülmüştür (Şekil 1.15).



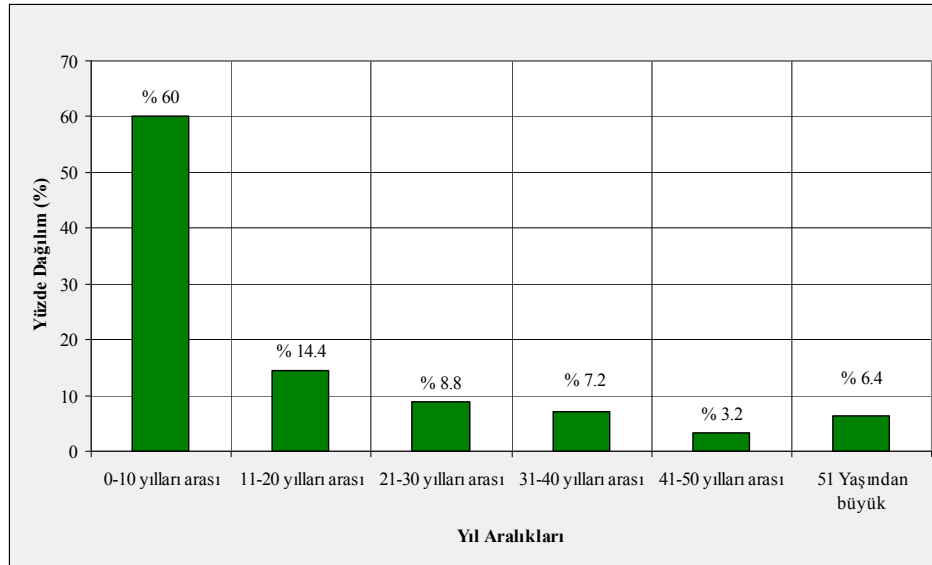
Şekil 1.15. Dünyada yıkılan barajların yıkılma sebeplerinin % dağılımları

Üstten aşma probleminin nedeni baraj fizibilite çalışmalarının eksik ya da hatalı yapılmasından kaynaklanır (Söylemez, 2003). Baraj yapımı öncesi rezervuar alanına gelen yağmur sularının ve akarsuyun son 100 yıllık debisi araştırılmalıdır. Barajlar oluşabilecek taşkınları engellemek içinde yapıldığından, sel gibi aşırı yağış durumlarında rezervuar alanına gelecek su miktarının emniyetli bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Baraj yüksekliğinin de tehlike anında oluşacak bu su miktarına göre ayarlanması gerekmektedir. Ayrıca herhangi bir sel koşulunda dolu savak ve tehlike dolu savak kapasitelerinin de yapılan bu çalışmalara göre uygun olarak tasarlanması gerekmektedir (Söylemez, 2003). Tehlike anında baraj rezervuar alanına giren suyun tahliyesini dolu savakların yeterince sağlayabilmesi gerekmektedir. Diğer bir yıkılma nedeni olan borulanma ise 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 uygulamaya yönelik 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).

Kırık ve çatlaklar ile heyelanların oluşum sebebi yine ön projelerin yani fizibilite çalışmalarının yetersiz ve eksik yapılmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle rezervuar alanının baraj yapım öncesinde ciddi bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Bu araştırmaların içinde baraj yerinin; vadi şekli, litolojik özellikleri, yapısal özellikleri, hidrolojik ve hidrolik durumu, yapımında kullanılacak malzeme miktarı, iklim koşulları, bölgenin depremselliği gibi faktörler ile baraj yapıldıktan sonra baraj gövdesine etki edecek kuvvetlerden gravite (baraj ağırlığı), memba ve mansapta toplanacak suyun hidrostatik basıncı, suyun kaldırma kuvveti, oluşacak ise buz basıncı, silt basıncı, dalga etkisi ve deprem etkisi ile dolu savakların yeri, tipi ve fazla suyu tahliye edebilme kapasiteleri yer alır (Söylemez, 2003).

Yıkılan barajların yapımından itibaren hangi yaş aralığında yıkıldığı incelendiğinde % 60'ının yapımından itibaren ilk 10 sene içinde, % 14.4'ünün yapım

yılından itibaren 11 ile 20 yılları arasında, % 8.8'inin 21-30 yılları arasında, % 7.2'sinin 31-40 yılları arasında, % 3.2'sinin ise yapımından sonra 41-50 yılları arasında yıkıldıkları görülmüştür (Şekil 1.16).



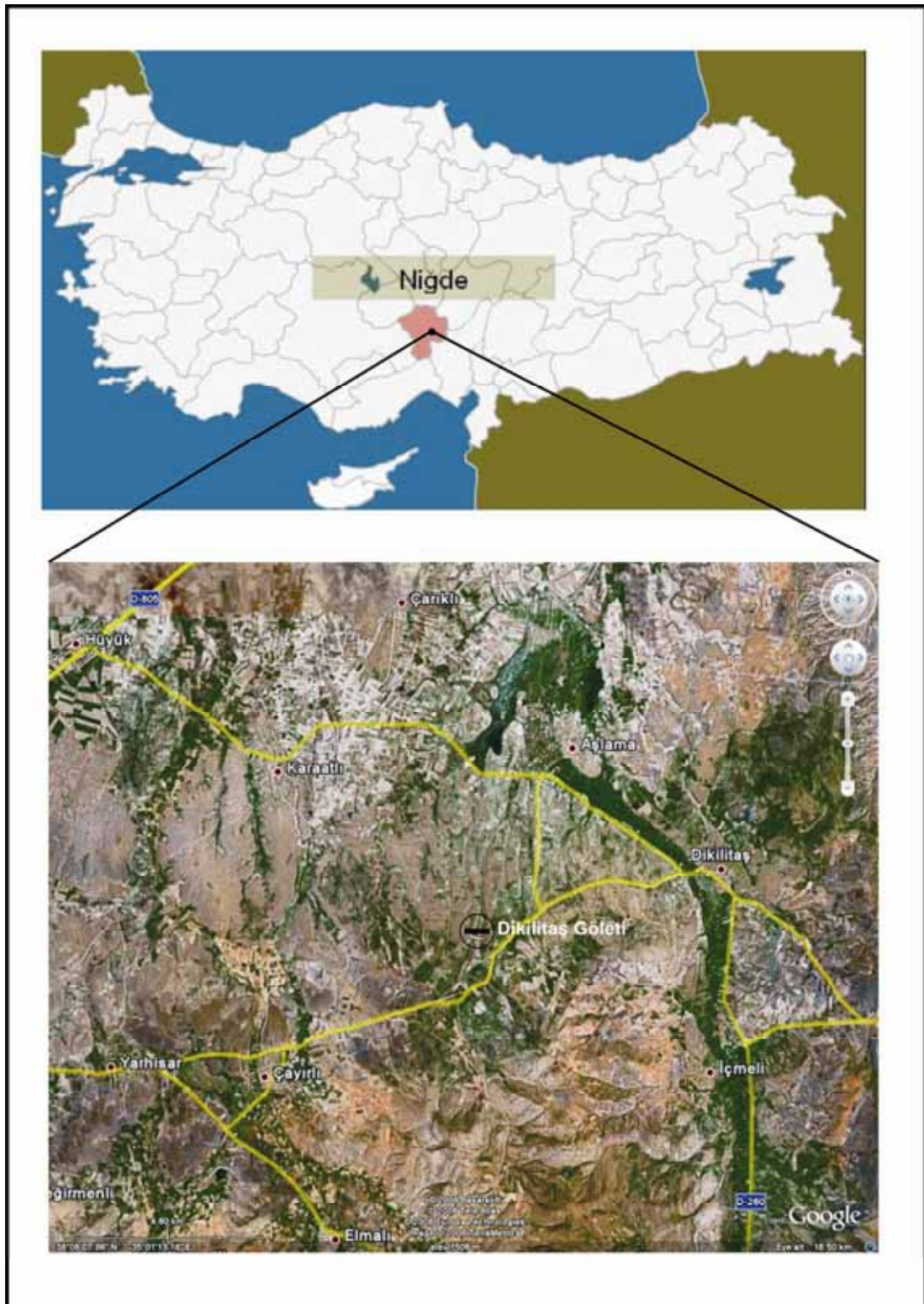
Şekil 1.16. Dünyada yıkılan barajların yıkılma yaş aralıkları

Özellikle yapımından itibaren ilk 10 sene içinde yıkılan barajların % 89.9'u ilk 5 sene içinde yıkılmıştır. Araştırma derinleştirildiğinde yapımından sonra ilk 5 sene içinde yıkılan barajların, % 48'i yapımından hemen sonraki yılda yıkıldığını göstermiştir.

Bu sonuçlar bize baraj yapımında yapılan hataların baraj yapımından hemen sonra etkisini gösterdiği sonucunu vermektedir.

1.4. Dikilitaş Göleti ve Amaç

Niğde ilinin yaklaşık 40 km kuzey doğusunda, Dikilitaş kasabasının 6 km güney batısında, Aşlama, İçmeli ve Yarhisar köyleri arasında yer alan (Şekil 1.17) sulama amaçlı yapılan Dikilitaş Gölet'i fizibilite çalışmalarına 1987 yılında başlanmış ve yaklaşık 10 sene sonra gölet yapımı tamamlanmıştır.



Şekil 1.17. İnceleme alanı yer bulduru gösterimi (Google Earth, 2008)

Erguvanlı (1982) sınıflamasına göre büyük baraj sınıfında yer alan ($H > 15$ m, $V > 1 \times 10^6$ m³) Dikilitaş su tutma yapısı Köy Hizmetleri tarafından yapıldığı için Gölet olarak adlandırılmaktadır.

Gölet fizibilite çalışmalarının yetersiz ve hatalı yapılması sonucu rezervuar alanında gözlenen sızma nedeni ile gölet su tutamamış ve tarım arazileri için su bulamayan çevre köy halkı oldukça sıkıntı çekmiştir.

Dikilitaş Gölet’inde yaşanan bu problemlerin nedeninin saptanması ve bu sorunun ortadan kaldırılması için gerekli ıslah çalışması ve yöntemi ile bu yöntemde kullanılacak en uygun malzemenin, zemin mekaniği laboratuvar sonuçları göz önünde tutularak seçilmesi, bu yüksek lisans çalışmasının konusunu oluşturmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Genel Jeoloji Çalışmaları

Blumenthal (1941), yaptığı çalışmalarda bir ilk olarak Niğde masifini birim olarak görmüş ve tanımlamıştır. Blumenthal bölgede yer alan beyaz ve mavimsi mermer, kuvarsit, amfibolit ve mikaşıstten oluşa gelen kayaçların metamorfizma dışında Antitoros'un dizilimini andırdığını ileri sürmüştür. Ayrıca Toros kuşağının jeoloji özelliklerini araştırmıştır.

Tromp (1942)'ye göre Niğde serisi beyaz mermerler, mika ve granatlı şistler, kuvarsitlerden oluşan, metamorfik ve tam yaşı bilinmeyen bir dizi görünümündedir. Bölgede bulunan Devoniyen ve sonrasına ait çökeller, Niğde dizisindeki çökellerle bir benzerlik göstermez. Bundan dolayı yaş olarak Devoniyen'den daha yaşlıdır. Yaşları tam olarak bilinmeyen granodiyoritik kayaçlar Niğde grubu içerisine girmiştir. Bu granitler Kırşehir, Yerköy, Yozgat ve Keskin'e kadar uzanmıştır.

Lahn (1949)'da Orta Anadolu'nun jeolojisi hakkında yorum yaparken Niğde masifini oluşturan Üçkapılar granodiyoritinin yaşını, Paleozoyik sonrası olarak bildirmiştir ve Çılpın ve Hazapın gölleri civarının jeolojisini çalışmıştır.

Buchardt (1954), Orta Anadolu'da MTA ile yapmış olduğu çalışmada 7500 km²'lik bir alanın jeoloji haritasını yapmış ve çok çeşitli kayaç türleri tanımlayıp, bunların mineraloji ve petrografisini incelemiştir.

Ketin (1963)'de MTA ile yaptığı çalışmada Kayseri paftasının 1/500.000 ölçekli haritasını oluşturmuş ve Üçkapılar granodiyoritinin yaşının Paleosen olduğunu savunmuştur.

Beekman (1966)'da Hasandağı-Melendizdağı-Keçiboyduran bölgelerinde Pliyosen ve Kuvaterner volkanizma faaliyetlerini araştırmıştır. İgnimbritlerin oluşumunu Tuz gölü'nün doğusundaki faya bağlamış, riyodasitik lavların meydana çıkmasıyla ignimbrit volkanizmasının devrini kapatmış olduğunu belirtmiştir. Bu oluşumu andezit-hornbled bazaltlarının takip ettiğini, bazalt volkanizmasını olivinli bazalt akıntıları ile sona erdiğini savunmuştur.

Norman (1972), Ankara ilinin Yahşiman bölgesinde ayrıntılı jeolojik çalışmalar yapmış ve buradaki Üst Kretase – Alt Tersiyer istifine karşılık gelen Niğde masifi Sineksizyayla metagabrosunun yaşını Üst Kretase olduğunu savunmuştur.

Göncüoğlu (1977)'de Orta Anadolu kristalen kompleksi (OAKK) içinde yeralan metamorfik birimleri "Orta Anadolu Metamorfikleri" olarak adlandırmış olup Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği metamorfikleri olarak üç alt birime ayırmıştır ve bu birimleri adlandırmıştır. Ayrıca Aşıgediği metamorfiklerinin olası Mezozoyik yaşlı platform tipi karbonatları temsil eden mermerlerden meydana geldiğini belirtmiştir.

Kleyn (1970), Niğde ile Çamardı arasının jeolojisini çalışarak bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını oluşturmuştur. Niğde – Çamardı kristalin masifinin İç Anadolu kristalin temele ait olduğunu belirtmiştir ve kristalin masifi içerisindeki kaya birimlerini alt seri, orta seri, üst seri olmak üzere 3 grupta incelemiştir.

Seymen (1981)'de Kaman ve çevresinde gerçekleştirdiği çalışmalarında Kırşehir masifinin metamorfizması ve yapısal özelliklerini ayrıntılı incelemiş ve mertebesi güneydoğudan kuzeybatıya doğru artan dört metamorfizma zonu ayırtlamıştır. Yazar masifin metamorfik gelişimini ilk kez levha tektoniği kapsamında ele alarak metamorfizmanın bir magmatik yay altında geliştiğini ileri sürmüştür. Kırşehir masifine karşılık gelen Niğde masifi kayaçlarının, yaşını Üst Kretase olarak yorumlamıştır.

Göncüoğlu (1982)'de yaptığı çalışmalarda Niğde metamorfiklerinin yüzeylenen en alt bölümünde yer alan biyotit-muskovit-sillimanit gnays zirkonları U/Pb yöntemi ile yaşlandırmış ve gnaysın yaklaşık 2000 milyon yıl yaşlı, olası magmatik kökenli bir kaynaktan kırıntı aldığını savunmuştur.

Yetiş ve Demirkol (1984)'de Ecemiş fay kuşağının Paleosen'den beri aktif olduğunu ve bu fay kuşağının Paleosen'den itibaren bugünkü özelliğini kazandığını öne sürmüştür.

Göncüoğlu (1985), Niğde masifi batı yarısının jeolojisini incelemiş ve Aşıgediği formasyonundan zirkon U/Pb yöntemi ile yapılan yaş tayinlerinde 2000

milyon yıl yaşlı bir temelden malzeme aldıklarını yaklaşık 460 milyon yıl öncesinde kırıntı zirkon ile Pb sistematiklerini bozan bir olayın geliştiğini ortaya koymuştur.

Bağcı (1987)'da Köy Hizmetlerinin istemi üzerine Anıt Mühendislik şirketi altında Dikilitaş Göleti etüt çalışmaları yapmış bölgenin jeolojisi hakkında bilgi vermiştir.

Göncüoğlu (1986a-1986b), yaptığı çalışmalarda Niğde masifindeki metamorfik taban kayaçlarının Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesildiğini ve tüm kayaç üzerinde yapılan Rb/Sr radyometrik yaş tayinlerine göre Üçkapılı granodiyoriti Seranomiye yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Ayhan ve diğerleri, (1988), Gölcük (Misli) - Derinkuyu ile Sulucaova civarının jeolojisini araştırmış, bu alanda yer alan birimleri ayırtlamıştır ve bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını çizmiştir.

Beyhan (1994), Ecemiş fay zonunda yaptığı yüksek lisans çalışmasında, fay kuşağının neotektonik dönemde yeniden kullanılan eski bir zayıf kuşağa karşılık geldiğini savunmuştur.

Çetin (2000a-2000b)' de Ecemiş fayı üzerinde yaptığı paleosismik çalışmalarda, Ecemiş fayının son 35 bin yılda hareket etmiş bir aktif fay olduğunu, günümüzden itibaren 38 bin, 28 bin ve 17 bin yıl önce yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükte 3 deprem oluşturduğunu ve bu depremlerin tekrarlanma aralığının 10 bin yıl olduğunu belirtmiştir. Ayrıca günümüzden itibaren 28 bin yıl önceki depremde Sulucaova'dan Tekir'e kadar uzanan yaklaşık 100 km'lik bir hattın, büyüklüğü 7'den büyük bir depremin sonucu kırılmış olabileceğini belirtmiştir.

Korkanç ve diğerleri, (2001), çalışmalarında Ecemiş fayının gelecekte sakin olmayacağını belirtmişlerdir.

2.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

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 kütleline uygulanan mekanik

enerjiye bağlı olduğunu tespit etmiştir. Geliştirdiği standart Proctor deneyi olarak bilinmektedir.

Ahmed (1960)'ta Aswan Rezuari'nda yaptığı çalışmalarda sızmanın, baraj dolduktan sonra baraj kapasitesinin % 20'sinden % 9'una düştüğünü ortaya koymuştur. Sızmanın gerçekleştiği tabakaların az çok doygun olduklarında sızmanın azalacağını ancak bu tabakalarda büyük gözeneklerin veya fisürlerin bulunması halinde sızmanın devam edeceğini öne sürmüştür.

Terzaghi (1962)'de yaptığı çalışmasında California'da granodiyoritler üzerine oturtulan Mammoth Pool Barajında temel açısından en sakıncalı durumun kaya üzerine paralel uzanımlı yapraklanma eklemleri olduğunu gözlemiştir. Genişliği değişken olan bu eklemlerin iyileştirilmedikleri takdirde rezervuardan büyük su kaçaklarının meydana gelebileceğinin belirtmiştir.

Coombes (1968)'de barajlarda gözlenen jeoteknik problemleri incelemiştir. Bu çalışmada Cedar Barajında yaşanan yenilme olayını çalışmıştır ve rezervuar alanında gözlenen gömülü kanalların ciddi kaçak problemlerine neden olduğunu belirlemiştir.

Moneymaker (1968)'de rezervuar alanındaki mevcut kireçtaşı arazilerinin sızdırmazlık açısından uygunluğunu araştırmıştır. Bu çalışmada masif ve yatay tabakalı kireçtaşlarının bu açıdan mükemmel çalıştıklarını fakat iyi eklemlili, mağaralı ve deforme olmuş kireçtaşı biriminin ise sızdırmazlık açısından sorunlar teşkil ettiğini belirtmiştir. Buna örnek olarak Tennessee'de Great Falls ve Hales Bar projelerinde gerçekleştirilen kaçakları önleme faaliyetlerinden bahsetmiştir.

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.

Knill (1971)'de yaptığı çalışmada baraj rezervuar alanında yer altı suyu koşullarını araştırmıştır ve rezervuar yamaçlarında 4 çeşit yer altı suyu koşulunun bulunduğunu öne sürmüştür.

Erguvanlı (1982)'de yayımladığı bir başyapıt olan 'Mühendislik Jeolojisi' adlı kitabında Türkiye'de bir ilk olarak mühendislik jeolojisini ve baraj jeolojisini tanıtmış, önemini belirtmiştir. Bu çalışmada Erguvanlı kapsamlı olarak kayaçların

mühendislik özelliklerini, süreksizlik gibi yapısal unsurların mühendislikteki önemini, kütle hareketlerini ve heyelanları, baraj, tünel, temel jeolojisini incelemiş örneklerle çok ciddi sonuçlar ve bilgiler vermiştir. Yaptığı tüm çalışmalar sonucu 124 makale ve halen güncelliğini koruyan 3 kitap yayımlamıştır.

Powell ve Morgenstern (1985)'teki çalışmalarında baraj ve rezervuar alanında gözlenen geçirimsizlik problemlerinin, derecelere göre çeşitli ıslah yöntemlerinin kullanılabileceğini belirtmiş ve farklı katof elemanları için sağlanabilen permeabilite katsayısı aralıklarını tanımlamıştır.

Yıldırım ve diğerleri, (1995)'de İstanbul ili, Avrupa yakası Kemerburgaz katı atık depolama alanının çevresel etki değerlendirmesi açısından jeolojik-hidrojeolojik koşullarını araştırmasında sıkıştırılmış kil örtü ile deponi sahasının yalıtımı konusunu çalışmıştır.

Coduto (1999)'da yayımlamış olduğu 'Jeoteknik Mühendisliği İlkeler ve Uygulamalar' adlı kitabında zeminlerin sıkıştırılmış dolgu olarak kullanılabilirliğini ve sıkıştırılmış dolguların bir takım şartlar sağlaması gerektiğini yazmıştır.

Iwao ve Gunatilake (1999)'da Sri Lanka'daki Samanalawewa rezervuarında yaptığı çalışmalarda su kaçaklarını kontrol etmek için kil örtü (clay blanket) yönteminden bahsetmiştir.

Ertunç (2003)'de yayımladığı 'Mühendislik Jeolojisi' adlı kitabında baraj jeolojisi ile ilgili birçok konuyu ele almıştır. Barajlarda gözlenen yenilmeleri ve bunlara sebep olan nedenleri örneklerle belirtmiş ve barajlarla ilgili tüm konuları yorumlamıştır. Baraj jeolojisi adı altında önemli çalışmalara imza atan Ertunç Keban Barajında gözlenen problemleri saptamış ve ciddi önlemler alınmasını sağlamıştır.

Bell (2004)'de yayımladığı 'Mühendislik Jeolojisi ve İnşaat' adlı kitapta baraj jeolojisi hakkında çok ciddi çalışmalar yapmış ve bugüne kadar yapılan araştırmaları derlemiştir. Bu çalışmada baraj rezervuar alanında gözlenen sızma problemleri, baraj yeri seçimine etki eden faktörler, bazı zemin ve kayalarda gözlenen kaçakları, rezervuar alanında mevcut fayların, eklemlerin, çatlak sistemlerinin hangi tür problemlere yol açtığını ve buna benzer konuları ele almıştır.

Tosun (2004)'de Baraj Mühendisliğinde Geçirimsiz Zeminler ve İyileştirme Esaslarını çalışmıştır. Bu çalışmada Tosun, baraj rezervuar alanında geçirimsizlik

nedeni ile gözlenen jeoteknik problemlerin giderilmesinde uygulanılacak ıslah yöntemlerini sunmuştur.

Korkanç (2006)'da Niğde İl Özel İdarenin Niğde Üniversitesi Jeoloji Bölümüne başvurması üzerine Dikilitaş Gölet'ine ait sondaj loglarını ve diğer bilgileri derlemiş ve gölet rezervuar alanında gözlenen sorunlar için sonuca yönelik yorumlamalarda bulunarak bir rapor sunmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Yüksek lisans tez çalışmasında, Niğde ilinin yaklaşık 40 km kuzeydoğusunda yer alan Dikilitaş Gölet'inin ıslahı amacı ile rezervuar alanından ve çevresindeki uygun yerlerden alınan numuneler materyal olarak kullanılmıştır.

Ayrıca bu numunelerin indeks ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesinde elek ve hidrometre seti, Casagrande likit limit cihazı ve plastik limit plakası, piknometre ve ısıtıcı plaka, kompaksiyon (Standart Proctor) deney aletleri, serbest basınç (tek eksenli) aygıtı, permeabilite deney aletleri, konsolidasyon cihazı ve rutin laboratuvar araç gereçleri kullanılmıştır.

Saha çalışmalarında ise 1/25.000 ölçekli topografik harita, jeolog pusulası ve çekici ile birlikte, parafin, balmumu, piknik tüpü, tülbent gibi malzemeler kullanılmıştır.

3.2. Metot

Yüksek lisans tez çalışması; arazi öncesi çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada bölge ile ilgili önceki çalışmalar ve açılan sondaj logları derlenmiştir. Daha sonra arazi çalışmalarına geçilerek bölge ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda gölette su tutulamamasına neden olan problem saptanmış ve bu problemin ortadan kaldırılması için uygun ıslah yöntemi seçilmiştir. Bu kapsamda seçilen ıslah yöntemi için gerekli numuneler, uygun yerlerden alınarak Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarına getirilmiştir. Üçüncü aşamada ise araziden alınan numuneler üzerinde gerekli deneyler yapılmış, deney sonuçları elde edilmiştir. Son aşama olan büro çalışmalarında tüm bu çalışmalar derlenerek tez yazımına geçilmiştir.

3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar

Bu aşamada ilk önce çalışma alanına ait jeolojik harita temin edilmiş ve bu harita üzerinde bölgenin genel jeolojisi hakkında bilgi edinilmiştir. Bu işlem sırasında gölet'teki sorunlar temel alınarak olası numune alım yerleri harita üzerine işlenmiştir. Numune alım yerlerinde ulaşılabilirlik ve ekonomik olma şartları düşünülmüştür. Daha sonra çalışma alanı ile ilgili önceki çalışmalar derlenmiştir. Dikilitaş Gölet'i yapım aşamasında (1987) ve 2004 yılında açılmış olan sondaj ve loglarının verileri incelenmiş, ayrıca bu loglara göre bölgenin korelasyonu yapılmış ve ana gölet aksının ve ek gövde aksının kesitleri çizilmiştir.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

İnceleme alanında ilk önce gölet ve gölet rezervuar alanı teknik olarak incelenmiş, göletteki jeolojik ve jeoteknik sorunlar saptanmıştır. Gölet alanının mühendislik jeoloji haritası çizilmiştir. Bu aşama sırasında, daha sonra incelenmesi gereken yerler bu harita üzerine işaretlenmiştir. Bu yerlerde özellikle rezervuar alanını oluşturan zeminin dokusunu, yapısını ve birimlerin devamlılığını görmek amacı ile belirli aralıklarla yaklaşık 3 adet araştırma çukuru açılmıştır. Bu araştırma çukurları detay olarak incelenmiş ve logları çizilmiştir.

Jeoteknik ve jeolojik sorunların saptanmasından sonra, arazi öncesi çalışmalarda belirlenen Armut Tepesi mevkiinden (Şekil 3.1) 3 farklı yerden, Gavur Dağı mevkiinden (Şekil 3.2) 2 farklı yerden, göl aynası yakınlarından (Şekil 3.3) ve rezervuar alanındaki alüvyon biriminden numuneler alınmış (Şekil 3.4) ve gerekli zemin mekaniği deneylerini uygulamak üzere Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvar'ına getirilmiştir.



Şekil 3.1. Armut tepesinin uzaktan görünümü



Şekil 3.2. Gavur dağının uzaktan görünümü



Şekil 3.3. Göl aynasına yakın bölgenin görünümü



Şekil 3.4. Alüvyon biriminden örselenmemiş numune alımı

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarında; farklı sahalardan alınan numuneler (örselenmemiş ve örselenmiş), laboratuara getirilerek ilgili deneylere tabi tutulmuştur. Bu deneyler;

numunelerin indeks ve mühendislik özelliklerini belirleme deneyleri olmak üzere iki grupta yapılmıştır. Bunlardan indeks deneyler; Atterberg (Kıvam) limitleri, özgül ağırlık, tane boyu (hidrometre ve elek) deneyleri, mühendislik deneyleri ise kompaksiyon (standart Proctor), serbest basınç (tek eksenli), permeabilite ve konsolidasyon deneyleridir.

3.2.3.1. Atterberg (Kıvam) Limitleri

Atterberg (Kıvam) limitleri, zemin davranışında belirli limitlerdeki veya kritik aşamalardaki su içeriğini ifade eder. İnce taneli zeminlerin tanımlanmasında Atterberg limitleri doğal su içeriği ile beraber en önemli kavramları teşkil etmektedir. Atterberg limitlerinin zemin mekaniği laboratuvarındaki önemi büyük olup ince taneli 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 (LL), plastik limit (PL), doğal su içeriği (muhtevası) (W_n) ve 0,002 mm'den küçük tane boyu yüzde değerlerinden (kil fraksiyonu; J) faydalanılarak zeminin plastisite indisi (PI), likitlik indisi (LI), kıvam indisi (CI) ve aktivite (A_C) değerleri hesaplanıp, zemine ait çeşitli sınıflandırmalar yapılabilir.

Çalışmada, tüm numuneleri birleştirilmiş zemin sınıflama sisteminde (USCS) sınıflayabilmek ve içerdikleri ince taneli malzemenin kıvamını saptamak amacı ile Atterberg deneyi yapılmıştır.

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 (Şekil 3.5). Numune kabı hava almaması için plastik bir örtü ile üzeri kapatılarak desikatör içerisine konur. Burada 24-36 saat süreyle “kür” için bekletilir.



Şekil 3.5. Numunenin karıştırılması işlemi

3.2.3.1.(2). Likit Limit Deneyi

Likit Limit (LL); zeminin kıvamlılığının artan su içeriğinde plastik halden viskoz sıvı hale dönüştüğü anda sahip olduğu su içeriği olup taşıma gücünün pratik olarak en az olduğu veya olmadığı kıvama işaret eder.

3.2.3.1.(2).(a). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Casagrande (Likit limit) aleti
- Oluk açma bıçağı
- Saf su
- 40 no'lu elek
- Terazı (0,01 gr duyarlıkta)
- Etüv ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta)
- Numune kapları (düşük gramajlı ve numaralı)
- Karıştırmak ve bekletmek için porselen kap
- Esnek Spatula
- Desikatör
- Cam plaka

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

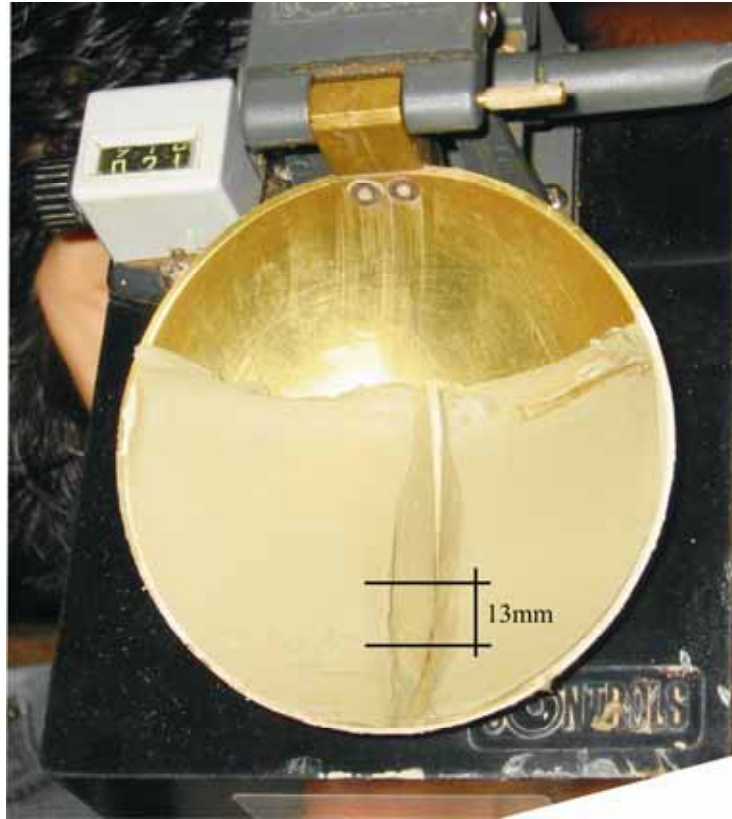
- Casagrande aletindeki numune konulan kabın (pirinç kap) sert plastiğe düşüş yüksekliğinin 1 cm olması gerekir.
- Bu yüksekliğin kontrolü için kare şekilli 1 cm en kesiti olan standart oyuk açma bıçağının sapı kullanılabilir.
- Deney aleti ve oyuk açma bıçağı her deneyden önce temiz, kuru ve çalışır 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 numuneden 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 3.6).



Şekil 3.6. Numunedeki 13 mm'lik kapanma

- 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 eksen, vuruş sayısı değerleri ise logaritmik apsis eksen olarak alınır ve karşılıklı değerleri çakıştırılarak 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.

3.2.3.1.(3). Plastik Limit Deneyi

Plastik Limit (PL): Zeminin artan su içeriğinde yarı katı halden plastik kıvamına geçtiği su içeriğidir. Zemin bu kıvamda yüke maruz kalırsa geçici deformasyondan ziyade kalıcı deformasyon gösterdiğinden dolayı PI değeri plastiklik sınırına işaret eden su içeriğidir.

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

- Geniş cam plaka (levha)
- Saf su
- Spatula
- Cetvel
- Numune kapları (düşük gramajlı ve numaralı)
- Terazi (0,01gr duyarlıkta)
- Etüv ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta)

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 çatlamalar ve kopmalar meydana gelinceye kadar devam edilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Plastik limitin yapılışı

- 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.

3.2.3.1.(4). Plastisite İndisi (PI), Likitlik İndisi (LI), Kıvam İndisi (CI) ve Aktivite (Ac) Değerlerinin Hesaplanması

Plastisite İndisi (PI): Zeminin plastik kıvamda bulunduğu aralığı temsil ederek hacim değiştirme ve kohezyon özelliklerini belirler. Zeminin su içeriği belli bir miktardan daha fazla arttığında kohezyonu azalır. Bu azalmanın nedeni ise kil tanelerinin etrafındaki suyun bir nevi yağlama etkisi yaratarak tanelerin birbirlerinin üzerinden kaymasına yol açmasından kaynaklanmaktadır.

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

PI : Plastisite İndisi (%)

LL : Likit Limit (%)

PL : Plastik Limit (%)

Likitlik İndisi (LI): Kıvam limitlerinin laboratuarda ölçülmesinden sonra arazideki durumunu belirlemek için likitlik indisi hesaplanmalıdır. Böylece zeminin arazide kesmeye maruz kaldığında nasıl davranacağı belirlenebilir.

$$LI = \frac{W_n - PL}{PI} \quad (3.2)$$

LI : Likitlik İndisi

W_n : Doğal su içeriği

PL : Plastik limit

PI : Plastisite indisi

Kıvam İndisi (Konsistans) (CI): Likitlik indisine benzer olarak, zeminin arazide doğal haldeki kıvamının nasıl olduğunu belirler.

$$CI = \frac{LL - W_n}{PI} \quad (3.3)$$

CI : Kıvam İndisi

LL : Likit limit

W_n : Doğal su içeriği

PI : Plastisite indisi

Aktivite (Ac): Killerin su içeriğine bağlı olarak hacimlerinde meydana gelen değişmeyi gösteren aktivite; platisite indisinin, zeminin 0,002 mm çapına karşılık gelen yüzde geçen değerine oranı olarak tanımlanır.

$$A_c = \frac{PI}{J} \quad (3.4)$$

A_c : Aktivite

PI : Plastisite İndisi (%)

J : 0,002 mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil fraksiyonu) (%)

3.2.3.2. Özgül Ağırlık Deneyi

Özgül Ağırlık: Bir zeminin özgül yoğunluğu, belli hacimdeki zemin tanelerinin havadaki ağırlığının, aynı sıcaklıkta ve eşit hacimdeki saf suyun havadaki ağırlığına oranı olarak tanımlanır.

Bu çalışma kapsamında hem zemin sınıflamasına yardımcı olması açısından hem de mühendislik deneylerinde yapılan hesaplamalarda daha iyi sonuçlar elde etmek için özgür ağırlık deneyi tüm numuneler üzerinde yapılmıştır.

3.2.3.2.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Piknometre (250 veya 500ml'lik piknometrelerden uygun olanı)
- Termometre (0,1°C hassaslıkta)

- Terazi (0,01gr duyarlılıkta)
- Saf su
- Isıtıcı levha veya gaz lambası
- Piknometre altlığı (Isıyı dağıtan ve ısınmayı yavaşlatan)
- Vakum uygulayıcı alet (100mm Civa basıncı uygulayabilen)
- 4 nolu Elek
- Etüv ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta)
- Piset veya damlalık
- Huni
- Yalıtkan eldiven

3.2.3.2.(2). Piknometrenin Kalibrasyonu

- Piknometre yıkanır.
- Piknometre ters çevrilip 15-20 dakika beklenerek kuruması sağlanır.
- Piknometre üzerinde bulunan ve yapımçı 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 duyarlılıktaki 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 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ '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.

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

- Numunenin üzerine piknometrenin yarısını dolduruncaya kadar saf su eklenir. Böylece piknometrenin ince boyun kesiminde kalabilecek olan malzeme piknometrenin içinde yıkanmış olur.
- 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 (Şekil 3.8). Bu işlem çok yavaş bir şekilde yapılmalı, dökülen suyun türbülans yaparak hava kabarcıkları oluşturmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 3.8. Kaynatma işleminden sonra saf su ilave edilmesi

- Piknometrenin dış yüzeyi ve su bulunmayan iç kısımları kâğıt havlu ya da peçeteler yardımıyla kurulandır.
- Piknometre, içerisindeki karışım ile birlikte 0,01gr duyarlıklı terazi ile tartılır ve $W_{psw(T_x)}$ (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.

3.2.3.2.(4). Hesaplamalar

Deney esnasında 24 saat süre ile etüvde kurutulmuş numune, temizlenmiş piknometre ve T_x sıcaklığındaki piknometre+saf su+numune tartımı hassas terazi yardımı ile tartılır ve değerler aşağıdaki formüle koyularak özgül ağırlık hesaplanır.

$$G_{s(Tx)} = \frac{W_s \times G_{w(Tx)}}{W_s + W_{pw(Tx)} - W_{psw(Tx)}} \quad (3.5)$$

- $G_{s(Tx)}$: Zemine ait özgül ağırlık
 W_s : Kuru numune ağırlığı (gr)
 $W_{pw(Tx)}$: Tx sıcaklığındaki piknometre + su ağırlığı (gr) (EK-1'deki eğriden)
 $W_{psw(Tx)}$: Tx sıcaklığındaki piknometre + numune + su ağırlığı (gr)
 $G_{w(Tx)}$: Suyun Tx sıcaklığındaki özgül ağırlığı (EK-2a)

3.2.3.3. Tane Boyu Analizi

Zemini oluşturan tanelerin boyutu; gözle görülemeyecek boyuttan, iri blok büyüklüğüne kadar değişik boyutlar gösterir. Zeminlerin katı kısmını meydana getiren taneler boy ve şekil bakımından farklıdır. Zeminlerin tane boyutları çaplarına göre blok, çakıl, kum, silt ve kil olarak isimlendirilir. Bir zeminin içerdiği tanelerin biçimi, boyutu ve bunların yüzde olarak dağılımı, özellikle iri taneli ortamlarda fiziksel ve mekanik özellikleri etkiler. Buna bağlı olarak zeminin sınıflandırılması öncelikle tane dağılımları göz önüne alınarak yapılır. Zeminin boyut dağılımı gerek yoğunluk gerekse stabilite açısından önemli bir özelliktir.

Tane boyu dağılım deneylerinde amaç, verilen bir zeminde bulunan her tane boyutunun hangi oranda olduğunun saptanması ve sınıflandırılmasıdır.

İri taneli (çakıl ve kum) zeminlerde tane boyu dağılımı önceden saptanmış elek serileri ile elek analizi yapılarak tespit edilir. İnce taneli (silt ve kil) zeminlerde ise tane boyu dağılımı hidrometre yöntemi kullanılarak bulunur. Elek analizi 200 no'lu elek (0,075mm) üzerinde kalan numuneler için uygulanırken, hidrometre analizi ise 200 no'lu elek altında kalan numuneler için uygulanmaktadır.

Araziden alınan numunelerin birleştirilmiş zemin sınıflamasını (USCS) Atterberg deney sonuçları ile birlikte tam olarak değerlendirmek için tane boyu analizi yapılmıştır. Ayrıca kompaksiyon ve permeabilite deney sonuçlarının yorumlanması için tane boyu analizi sonuçları kullanılmıştır.

3.2.3.3.(1). Hidrometre Analizi

İnce taneli zeminler olan silt ve killer için hidrometre analizi yapılır. Bu deneyin esası viskoz sıvı içinde düşen küreler için Stoke yasasına dayanır. Stoke yasasında, viskoz sıvı içinde düşen tanelerin nihai hızı tanenin çapına ve süspansiyon halindeki taneler ile sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Düşüş mesafesi ve zamanı bilindiği için tanenin çapı hesaplanabilmektedir.

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

- Hassas terazi (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 oluşan)
- 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
- Piset
- Saf su
- Sodyumhekzameta-fosfat ($\text{Na}_8\text{P}_3\text{O}_{10}$)
- Cam çubuk veya spatula

- Buharlaştırma kapları
- 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 hegza metafosfatlı saf su (1000ml'lik saf suya 40gr sodyum hegza metafosfat 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. Elektrik mikseri ile karıştırma süreleri (ASTM, D422-63, 2003)

Plastisite İndisi (PI)	Karıştırma süresi (dakika)
PI<5	5
$5 \leq \text{PI} \leq 20$	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 3.9). 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.



Şekil 3.9. Süspansiyonun son kez baş aşağı getirilmesi

- Karışımın sıcaklığı ölçülür.
- Bu işlemden sonra süspansiyon tekrar karıştırılır ve ilk 2 dakika için okuma alınmadan bundan sonraki aşamalarda 5., 10., 20., 30. dakikalarda ve bunu takip eden 1., 2., 4., 8., ve 24. saatlerde hidrometre ve sıcaklık ölçümleri yapılır.

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-2b'deki eğriden bu sıcaklığa karşılık gelen hidrometre düzeltme katsayısı belirlenir ve alınan

hidrometre okumalarından düzeltme katsayısının çıkarılması ile düzeltilmiş hidrometre okuması elde edilir.

$$r = r_a - d \quad (3.6)$$

r : Süspansiyondaki düzeltilmiş hidrometre okuması

r_a : Deney sırasında süspansiyondaki hidrometre okuması

d : Hidrometre düzeltme değeri (EK 2b'deki eğriden bulunur)

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

- İlk 2 dakikadaki ölçümler için tane çapı hesabı:

Stoke kanuna göre sıvı içindeki serbest düşen bir kürenin hızı aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$V = \frac{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}{30 \times \mu} \times D^2 \quad D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r}{t}} \quad (3.7)$$

- 2 dakikadan sonraki ölçümler için tane çapı hesabı:

$$D = \sqrt{\frac{30 \times \mu}{(\gamma_s - \gamma_w) \times 980}} \times \sqrt{\frac{Z_r - (V_H / 2 \times A_j)}{t}} \quad (3.8)$$

D : Tane çapı (mm)

μ : Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi (poise) (EK-3a'dan)

γ_s : Tane birim hacim ağırlığı (gr/cm³)

Z_r : Süspansiyonun yüzeyinden hidrometre hacim merkezine olan uzaklık (cm) (EK-3b'deki grafikten)

γ_w : Deney sıcaklığındaki suyun birim hacim ağırlığı (gr/cm³) (EK-2a veya EK-4'den)

V_H : Hidrometre hacmi (cm^3) (67 cm^3)

A_J : Mezürün kesit alanı (cm^2)

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;

$$N = \frac{G_s}{G_s - 1} \times \frac{V_{sp}}{W_s} \times (r - r_s) \times 100 \quad (3.9)$$

N : D tane çapından küçük tanelerin yüzdesi (%),

G_s : Numunenin özgül ağırlığı,

V_{sp} : Süspansiyonun hacmi (cm^3),

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 numunelerin yüzde çakıl ve kum oranlarının tespiti için yapılır. Deney numuneleri hidrometre aşamasından sonra standart elek setinden geçirilir ve ağırlıkça, elek üstünde kalan zemin yüzdeleri hesaplanır. Islak elek analizi olarak da adlandırılan bu deney 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. Kompaksiyon (Standart Proctor) Deneyi

1930'lu yıllarda Los Angeles'lı bir mühendis olan R.R. Proctor evrensel bir standart olan sıkıştırılmış dolguların değerlendirme yöntemini geliştirmiştir (Proctor, 1933).

Zeminlere sıkıştırma enerjisi tatbik edilerek zemin içindeki hava boşluklarını azaltmak, zeminin katı tanelerinin birbirleri içerisinde daha sıkı olacak şekilde yeniden yerleşmelerini sağlamak ve zeminin hacmini azaltmak yani yoğunluğunu arttırmak için yapılan işleme zemin kompaksiyonu denilir.

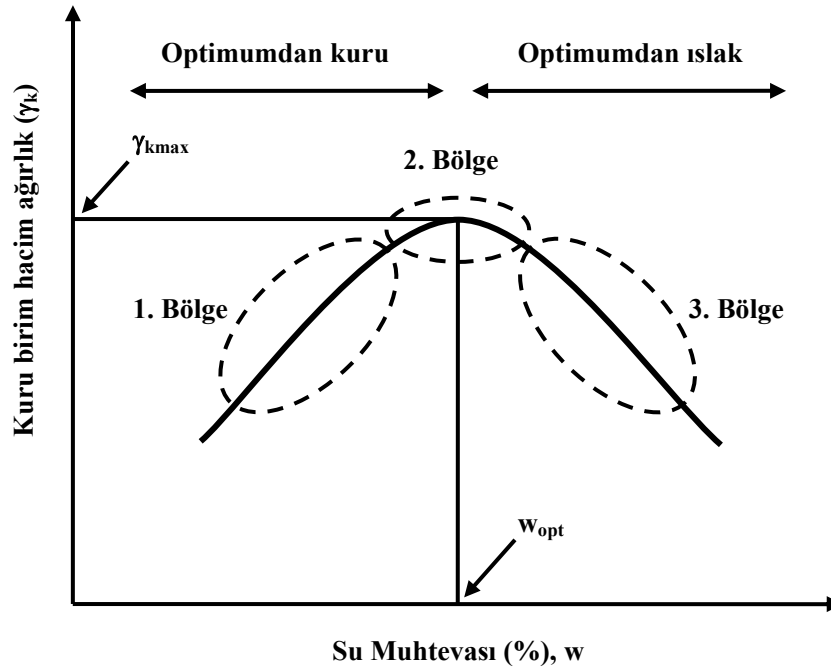
Laboratuarda sıkıştırma (kompaksiyon) deneyinin amacı; verilen bir zemin için belli bir sıkıştırma enerjisinde en büyük sıkışmayı yani 'en büyük kuru birim hacim ağırlığı (γ_k)'nı sağlayacak belirli ölçüdeki su içeriğinin yani 'optimum su içeriğinin (w_{opt})' saptanmasıdır.

Bir zemin, sabit (belli) bir kompaksiyon enerjisi ile değişik su muhtevalarında sıkıştırıldığında; Şekil 3.10'da görüldüğü üzere, artan su muhtevası ile kuru birim hacim ağırlığı önce artmakta, maksimum bir değere ulaşmakta sonrada azalmaktadır. Bu ilişki şöyle açıklanabilir;

1. bölgede, zeminde yeterli su bulunmadığı için tanelerin daha az boşluklara yerleşmek üzere hareket etmeleri, taneler arası sürtünme kuvvetlerinden dolayı zordur. Zira su taneler arası bir yağlama etkisi yapmaktadır.

3. bölgede zeminde fazla su bulunduğundan ve suyun da pratik olarak sıkışmaz olmasından dolayı, zeminin boşluk hacmi fazla azaltılamamaktadır.

2. bölgede ise sıkışma en yüksek olmakta, kuru birim hacim ağırlık maksimum değere ulaşmaktadır. Kuru birim hacim ağırlığının (diğer bir deyişle sıkıştırmanın) en yüksek olduğu durumdaki su muhtevasına, optimum su muhtevası denilir. En iyi sıkıştırma optimum su muhtevasında elde edildiği için, arazideki sıkıştırma; sıkıştırılacak zeminin optimum su muhtevasına sahip olması sağlanarak yapılır. Bir zeminin optimum su muhtevası, laboratuarda yapılan Proctor (Kompaksiyon) deneyi ile belirlenir.



Şekil 3.10. Sıkıştırılmış bir zeminin γ_k - w ilişkisi (Uzuner, 1998'den).

Zeminin cinsine göre farklı sıkıştırma yöntemleri uygulamak gerekir. Geçirimsiz zeminlerin laboratuarda sıkıştırılması ve arazi sıkıştırma denetiminde Standart Proctor deneyi temel olarak alınır.

Araziden alınan numuneleri temsil eden dolgu malzemelerinin hangi su içeriğinde, ne kadar sıkıştığını tespit etmek amacı ile standart kompaksiyon deneyi yapılmıştır.

3.2.3.4.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- 4 no'lu elek
- Standart kompaksiyon moldu (944 cm^3)
- 2,5 kg'lık kompaksiyon tokmağı
- Terazî (0,01 gr duyarlılıklı)
- Etüv
- Su içeriği kapları

- Numune karıştırma kabı
- Spatula ve düzgün çelik cetvel
- Desikatör
- Kriko
- Lastik tokmak
- Zemin bıçağı

3.2.3.4.(2). Numunelerin Deneye Hazırlanması

Kompaksiyon deneyi yapılmaya başlamadan önce zemin kütlesinden bir miktar alınarak havada kurutulur. Kurutulan zemin 4 no'lu elekten elenerek her bir deney (ortalama 6 deney) için yaklaşık 2000gr numune alınır. Numune bir kap içerisine konularak hesaplanan damıtık su kademeli olarak ilave edilir. Bu işlem her numunede damıtık su miktarı artırılarak tekrarlanır ve her defasında iyice karıştırılır. Numune kabı hava almaması için numune torbası içersine koyulur ve 24–36 saat süreyle “kür” için bekletilir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Kompaksiyon deney numunelerinin genel görünüm

3.2.3.4.(3). Deneyin Yapılışı

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

- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınarak moldun içine 5–7 cm yükseklikte bir katman oluşturacak şekilde konur. Mold içindeki malzemenin yüzeyi hafifçe bastırılarak düzeltilir. Belirli yükseklikten düşen tokmakla, 25 darbe vurularak malzeme sıkıştırılır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Standart kompaksiyon tokmağı ile 25 darbenin vurulması

- Sıkıştırılan bu tabakanın üstü spatula ile çizilir. Yeterli ölçüde malzeme molda konularak diğer tabakalar için sıkıştırma işlemine devam edilir.
- 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. Bu işlem esnasında mold içindeki sıkıştırılmış numuneye ek bir takım ilaveler olmamasına dikkat edilmelidir.
- Moldun dış yüzeyindeki malzemeler iyice temizlendikten sonra mold alt tablası çıkartılır, numune ve mold tartılır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Mold + numunenin tartılması

- Numune molddan kriko yardımı ile çıkartılarak (Şekil 3.14) 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 3.14. Mold + numunenin kriko yardımı ile çıkartılması

3.2.3.4.(4). Hesaplamalar

Deney esnasında bir takım ağırlıklar hassas terazi ile tartılır ve deney föyüne kayıt edilir. Daha sonra bu tartımlar aşağıda belirtilen formüllerde yerine konularak gerekli sonuçlar elde edilir.

- Numunenin ıslak yoğunluğu

$$\gamma_n = \frac{M_{ms} - M_m}{V_m} \quad (3.10)$$

γ_n : Islak Yoğunluk (gr/cm³)

M_{ms} : Kompaksiyonu yapılmış numune + mold kütlesi (gr)

M_m : Kompaksiyon mold kütlesi (gr)

V_m : Kompaksiyon mold hacmi (cm³)

- Numunenin kuru yoğunluğu

$$\gamma_k = \frac{\gamma_n}{1 + W} \quad (3.11)$$

- W : Numune su içeriği
- γ_k : Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm³)
- γ_n : Doğal birim hacim ağırlık (gr/cm³)
- Sıfır hava boşluğu çizgisinin çizilmesi

$$S_r = \frac{G_s \times \gamma_n}{1 + \frac{(W \times G_s \times \gamma_w)}{S}} \quad (3.12)$$

- G_s : Numunenin özgül yoğunluğu (gr/cm³)
- S : Numunenin % olarak doygunluk derecesi
- γ_w : Suyun yoğunluğu (gr/cm³)
- W : Numune su içeriği
- S_r : Sıfır hava boşluğu çizgisi

3.2.3.5. Serbest Basınç (Tek Eksenli) Deneyi

Serbest basınç deneyi üç eksenli kesme deneyinin özel bir halidir. Genellikle doygun kil zeminlerde ($\phi=0$) kayma direncinin belirlenmesinde kullanılır.

Serbest basınç deneyi gerilme kontrollü ya da birim boy kısalması kontrollü olarak iki biçimde yapılmaktadır. Birim boy kısalması kontrollü deney basit olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dolgu dayanımlarının belirlenmesi için yapılan bu deneyde numuneler daha önce kompaksiyon deneyi sonucunda belirlenmiş optimum su içeriklerine getirilerek, standart kompaksiyon enerjisinde sıkıştırılır ve çeşitli numune alıcılar yardımı ile standart serbest basınç deney numunesi haline getirilir.

3.2.3.5.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Serbest basınç deneyi aygıtı
- 0,01 mm duyarlıklı okuma saati

- Numuneyi çıkartmak için krika
- Su içeriği için kaplar
- Etüv ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta)
- Numune düzeltme tüpü
- Maket bıçağı
- Standart kompaksiyon ekipmanı
- Kronometre
- Terazî (0,01 gr duyarlıkta)
- Açölçer
- Kumpas

3.2.3.5.(2). Gerekli Ölçümler

- Deney başı numune çapı (D)
- Deney başı numune boyu (L)
- Deney başı su içeriği
- Deney sonu su içeri
- Deney başı numune ağırlığı
- Deney sonu numune ağırlığı
- Yük halkasının numarası ve faktörü
- Deney süresi veya 1 dk'da alınan düşey deformasyon okuması
- t zamanındaki deformasyon saati okuması
- t zamanındaki kuvvet halkası okuması
- Kırılma düzleminin yatayla yaptığı açı (θ)

3.2.3.5.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması

Bu deneyde yaygın olarak 3,56 cm (1,4 in) veya 7,11 cm (2,8 in) çapında numuneler kullanılmaktadır. Numunelerin boyu ise çaplarının 2,0 katından küçük, 2,5 katından büyük olmamalıdır ($2 \leq L/D \leq 2,5$).

- Yaklaşık 2000 gr malzeme 4 nolu elekten elenerek daha önce belirlenmiş optimum su içeriğine getirilir ve numune torbası içersine koyularak 24-36 saat kür için bekletilir.
- Kürünü tamamlamış olan numune desikatörden alınarak moldun içine 5–7 cm yükseklikte bir katman oluşturacak şekilde konur. Mold içindeki malzemenin yüzeyi hafifçe bastırılarak düzeltilir. Belirli yükseklikten düşen tokmakla, 25 darbe vurularak malzeme sıkıştırılır.
- Sıkıştırılan bu tabakanın üstü spatula ile çizilir. Yeterli miktarda malzeme molda konularak diğer tabakalar için sıkıştırma işlemine devam edilir.
- Sıkıştırma işlemi bittikten sonra mold yakası çıkartılarak üst yaka seviyesi tıraşlanarak düz bir düzlem haline getirilir.
- İç cidarı yağlanmış ağırlığı bilinen Shelby tüpü bu tıraşlanmış düzleme dik bir şekilde yerleştirilir, başlığı takılır ve plastik tokmak ile vurularak mold içerisine iletimi sağlanır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Shelby tüpünün mold içerisine aktarımı

- Shelby tüpü mold içerisine tamamen girdikten sonra, krikoyardımyı ile shelby tüpü mold içerisinden dikkatlice çıkartılır ( ekil 3.16), daha sonra aynı işlem shelby tüpündeki numuneyi çıkartmak için tekrarlanır.



Şekil 3.16. Shelby tüpünün kriko yardımyı ile  ıkartılması

- Shelby tüpünden çıkartılmış numune deney ayyıtına yerle tirilmeden önce alt ve üst yüzeyleri yatay ve düzgün hale getirilir.
- Büyük bir parçanın tıra lanması ile k  k boyutlu bir numune elde edilmek isteniyorsa ya da düzeltmeler uzun bir süre alacaksa numunenin su içeriğinin de i memesi için bu işlemler nem odasında yapılmalıdır.
- Numunenin düzeltilmesi sırasında numune üzerinde meydana gelebilecek boşluklar ve çukurcuklar aynı zeminden alınan k  k parçalarla doldurulmalıdır (yamalanmalıdır). Yamalama işlemi bastırılarak yapılmamalı, çok hafif baskı uygulanmalıdır.
- Numunenin  apı    değişik yerden ölçülür (D_1 , D_2 , D_3). Numunenin ortalama  apı:

$$D_0 = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} \quad (3.13)$$

olarak hesaplanır.

- Numunenin boyu üç değişik yerden ölçülür (L_1, L_2, L_3). Numunenin ortalama boyu:

$$L_0 = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} \quad (3.14)$$

olarak hesaplanır.

- Numune 0,01gr duyarlıklı bir terazide tartılır ve ağırlığı kaydedilir.
- Numunenin hazırlanması ve düzeltilmesi sırasında artan zemin kullanılarak deney başı su içeriği belirlenir (W_n).
- Numunenin alt ve üst yüzeylerinin tamamen düzgünleştirilmesi sağlanamıyorsa alçı kullanılarak alt ve üst başlıklar dökülür.
- Numune çok çabuk su kaybediyorsa çevresine plastik bir kılıf geçirilebilir.
- Numune deney aygıtına düşey olarak yerleştirilir.

3.2.3.5.(4). Deneyin Yapılışı

Serbest basınç (tek eksenli) deneyi American Society of Testing Materials (ASTM) D 2166-00 (2003) standardına göre yapılmış olup deneyin yapılışı aşağıdaki gibidir:

- Numune deney aygıtının alt tablasının merkezine yerleştirilir. Aygıt çalıştırılarak numunenin üst tablaya temas etmesi sağlanır. Numunenin alt ve üst yüzeyleri deney aygıtının alt ve üst tablalarının merkezlerine gelecek şekilde ayarlanır.
- Deformasyon okuması ve kuvvet halkası saatleri sıfırlanır.
- Yükleme hızı numune boyunun mm cinsinden % 0,5-2'si arasında bir değer olacak şekilde ayarlanır. Numunenin yüklenmesine başlanır ve deformasyon saatinin

10-15-20-25-... gibi aralıklarında kuvvet halkası saatinden okumalar alınır (Şekil 3.17). Yükleme hızı numunenin en çok 15-20 dk içinde kırılmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir.



Şekil 3.17. Serbest basınç deney aygıtından okuma alınması

- Kırılmanın gözle görülebilir olması halinde; yüklemeler numunede kırılma düzlemi görülünceye kadar devam ettirilir. Böyle durumlarda yükler önce artar ve bir pik (maksimum) değere ulaşır. Okumalardan birbirini takip eden birkaç tanesi sabit kalabilir. Sonraki okumalarda genelde ani azalmalar görülür.
- Bazı durumlarda ise kırılma düzlemi görmek mümkün değildir. Birden fazla kırılma düzlemi ve numunenin ortasında bir genişleme (varilleşme) meydana gelir. Kırılmanın bu şekilde olması halinde; numune boyunun % 15 kısalmasına kadar yüklemeye devam edilir. % 15 kısalmanın gerçekleşmesi halinde kırılmanın olduğu kabul edilir.

- Numunenin kırılma şekli şematik olarak çizilir veya fotoğrafı çekilir. Numunede belirgin bir kırılma düzlemi oluşmuşsa bu düzlemin yatayla yaptığı açı ölçülür (θ).
- Deney sonu numune ağırlığı için numune 0,01 gr duyarlılıklı tartıda tartılır.
- Deney sonu su içeriği için numunenin kırılma yüzeyinden veya numunenin tamamı $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 'lik etüve konularak 24 saat beklenir (Aytekin, 2004'den değiştirilerek alınmıştır).

3.2.3.5.(5). Hesaplamalar

- Kuvvet (Yük) değeri, P:

$$P = (\text{Kuvvet Halkası Okuması}) \times (\text{Kuvvet Halkası Faktörü}) \quad (3.15)$$

- Toplam Deformasyon değeri, ΔL :

$$\Delta L = (\text{Deformasyon Okuması}) \times (\text{Deformasyon Okuması 1 Birimi}) \quad (3.16)$$

- Birim Deformasyon değeri, ε :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3.17)$$

- Düzeltilmiş Alan değeri, A_d :

$$A_d = \frac{A_0}{1 - \varepsilon} \quad (3.18)$$

- Serbest Basınç Gerilmesi (Deviatör Gerilmesi) değeri, σ_1 :

$$\sigma_1 = \frac{P}{A_d} \quad (3.19)$$

- Numunenin serbest basınç direnci, q_u :

$$q_u = \sigma_{1maks} \quad (3.20)$$

- Kohezyon, C :

$$C = \frac{\sigma_{1maks}}{2} \quad (3.21)$$

- İçsel sürtünme açısı (teorik), Φ :

$$\phi = 2\theta - 90 \quad (3.22)$$

3.2.3.6. 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, doygün 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).

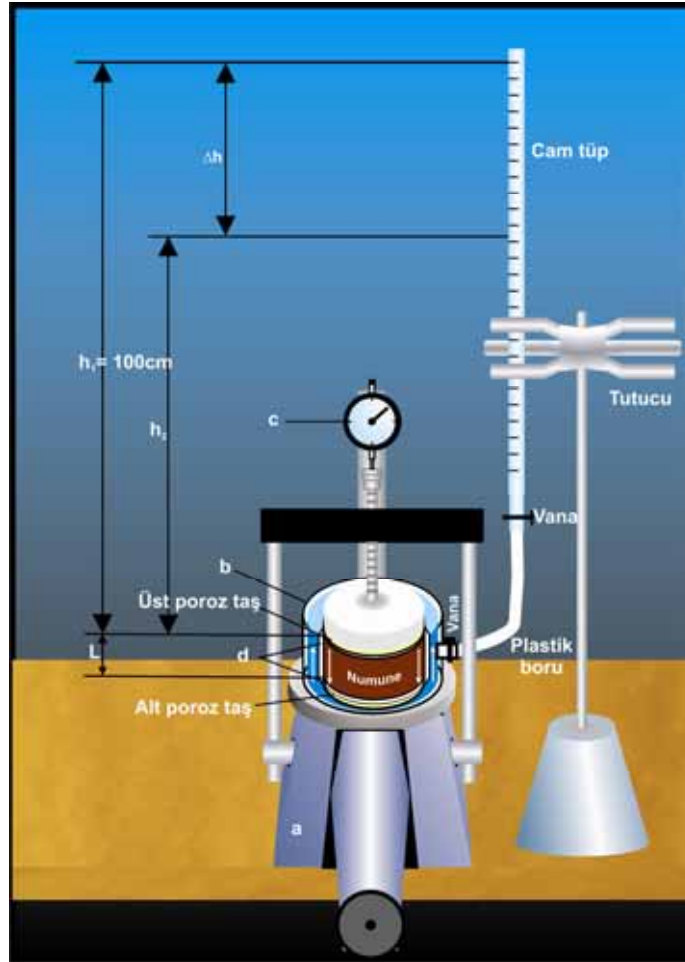
Doymuş zeminlerin permeabilite katsayılarını belirlemede tane boyutu birinci derecede rol oynasa da, bunun yanı sıra boşluk oranı, tane boyu dağılımı (derecelenme, boylanma) zemin yapısı, zemin tabakalanması ve zemin kusurları gibi birçok önemli faktör de zeminin permeabilite katsayısında etkili olmaktadır.

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.

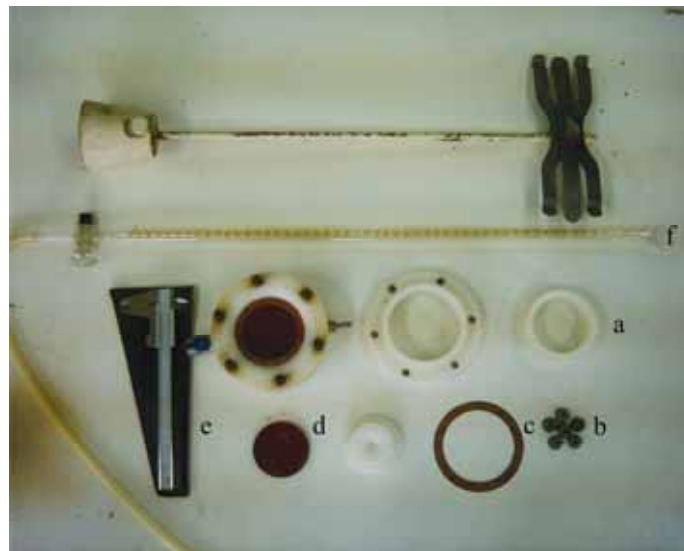
Dolguda kullanılacak malzemelerin geçirimsizliklerinin belirlenmesi açısından, üzerlerine etki edecek su yükü göz önünde tutularak Göl aynası, Armut tepesi ve Gavur dağı mevkieinden alınan numuneler üzerinde permeabilite deneyleri yapılmıştır.

3.2.3.6.(1). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Ödometre cihazı (ASTM D 2435 – 03, 2003),(Şekil 3.18a),
- Permeabilite hücresi, (Şekil 3.18b),
- Numune ringi, (Şekil 3.19a)
- Numune alıcı,
- Bakır conta, (Şekil 3.19b)
- Lastik contalar, (Şekil 3.19c)
- Deformasyon saati, (Şekil 3.18c)
- Poroz taşlar, (Şekil 3.19d)
- Filtre kâğıdı, (Şekil 3.18d)
- Termometre,
- Kumpas, (Şekil 3.19e)
- Cam tüp, (Şekil 3.19f)
- Saf su,
- Etüv,
- Hassas terazi (0.01gr)



Şekil 3.18. Permeabilite deney düzeneği a-ödometre cihazı, b-permeabilite hücresi, c-deformasyon saati, d-filtre kâğıdı



Şekil 3.19. Permeabilite deney ünitesinin parçaları a-numune ringi, b-bakır conta, c-lastik conta, d-poroz taş, e-kumpas, f-cam tüp

3.2.3.6.(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,

3.2.3.6.(3). Numunelerin Deneye Hazırlanması

- Bu çalışmada farklı doku ve yapı özelliğine sahip dolguların permeabilite katsayıları bulunmak istenildiğinden, numuneler öncelikli olarak daha önce belirlenen optimum su içeriğinde standart kompaksiyon enerjisinde sıkıştırılmıştır.
- Mold içersindeki sıkıştırılmış numune krika yardımı ile çıkartılmıştır.
- Sıkıştırılmış numunenin alt ve üst yüzeyi düzgünce tıraşlanarak, numune alıcısı yardımı ile ağırlığı ve boyutları bilinen permeabilite ringine numune yerleştirilmiştir.

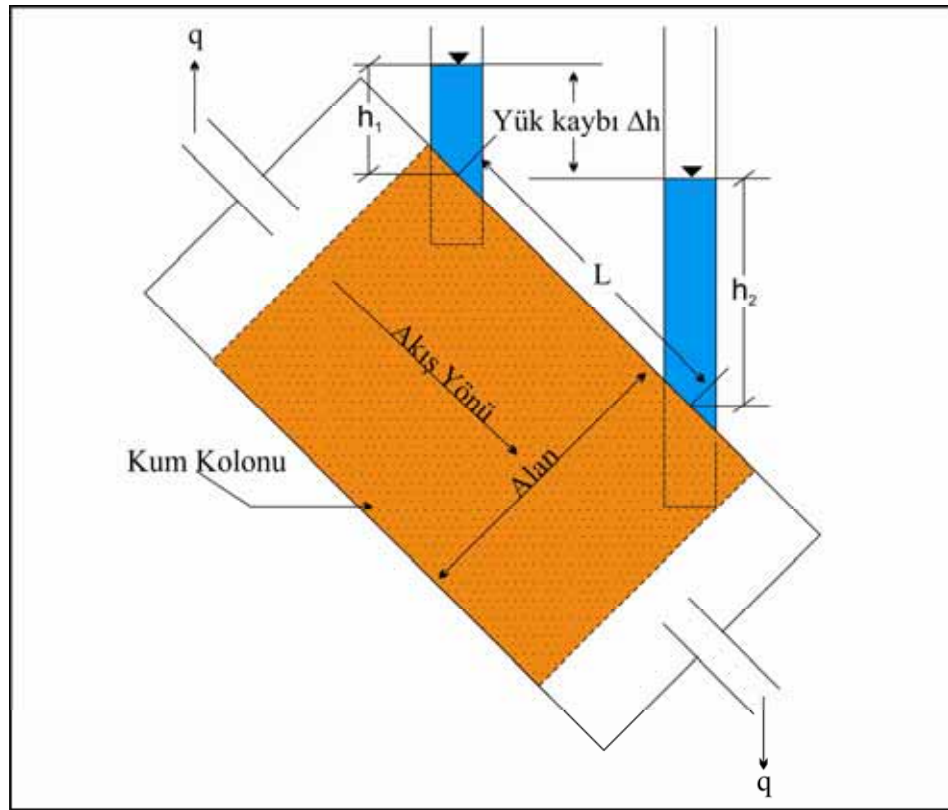
3.2.3.6.(4). Deneyin Yapılışı

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.
- 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.
- 24 saat sonunda ölçekli cam tüpün 0 noktasına kadar saf su ilave edilir ve deney başlatılır.
- Tüp içersindeki suyun buharlaşmasını engellemek amacı ile 1-2 damla sentetik yağ damlatılır.
- 24 saatlik 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. Tüm bu işlem 3 kez tekrarlanır.

3.2.3.6.(5). Hesaplamalar

Darcy (1856)'da yaptığı çalışmada 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 3.20). Bu ilişkinin oransal sabitine, bu geçirimli ortamın hidrolik iletkenlik katsayısı (K) demiştir. Hidrolik iletkenlik, H/L oranındaki malzemenin 1 m^2 kesit alanından $\text{m}^3/\text{gün}$ cinsinden boşalımı olarak tanımlamış ve ölçülen bu hıza “özellik boşalım” veya Darcy hızı (q) (Bağıntı 3.23) demiştir (Rahn, 1996).



Şekil 3.20. Darcy yasasının şematik gösterimi (Darcy, 1856'dan değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

- Suyun debisi (q),

$$q = A \times k \times i \quad (3.23)$$

q : Suyun debisi (m³/sn, cm³/sn)

A : En kesit alanı (cm²)

k : Permeabilite katsayısı (m/sn, cm/sn)

i : Hidrolik eğim

Borudaki su yüksekliği h iken; tüpteki su düzeyi Δh kadar aşağıya düştüğü varsayılırsa, Darcy Yasası Bağntı 3.24 halini alır.

$$q = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{a \times \Delta h}{\Delta t} = -\frac{a \times dh}{dt} = A \times k \frac{h}{L} \quad (3.24)$$

Bağntı 3.24'ün her iki tarafı değişkenlere göre düzenlenip belli sınırlar içinde entegre edilirse Bağntı 3.25 elde edilir.

$$-a \int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h} = \frac{A \times k}{L} \int_0^{t_1} dt \quad (3.25)$$

Buradan da zeminin permeabilite katsayısı son olarak Bağntı 3.26 halini alır (Uzuner, 1998).

$$k = \frac{a \times L}{A \times t_1} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad (3.26)$$

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),

t₁ : Deney süresi (sn),

h_1 : Başlangıçtaki su yüksekliği (cm),

h_2 : t_1 süresi sonundaki su yüksekliği (cm),

3.2.3.7. 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 kütleğinde 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.

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.

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

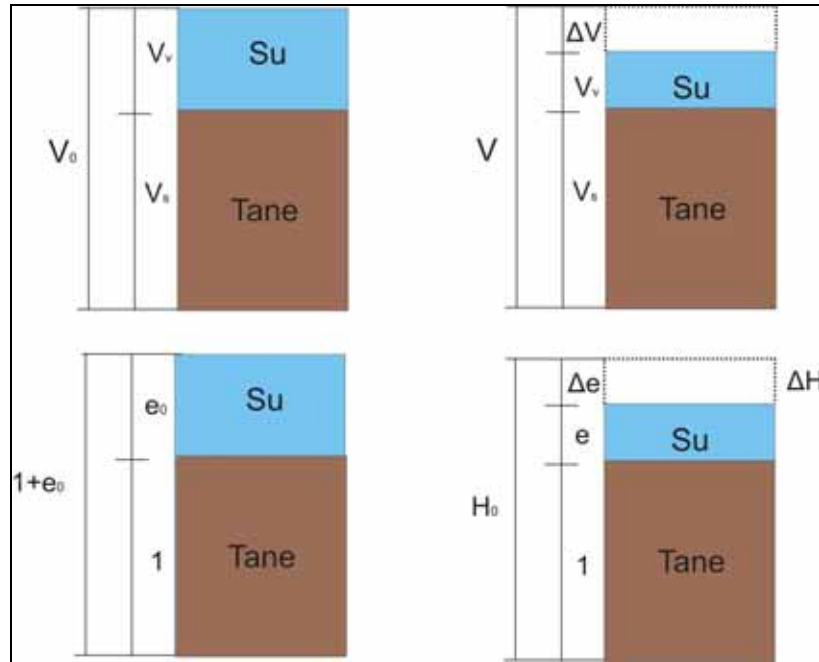
Rezervuar alanından belirli derinlikten alınan numunenin aşırı konsolidasyon oranının belirlenmesi açısından (OCR) konsolidasyon deneyleri yapılmıştır.

3.2.3.7.(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.

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 3.27’de görülen eşitliğin geçerli olduğu kabul edilmektedir (Aytekin, 2004) (Şekil 3.21).

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta H}{H_0} \quad (3.27)$$



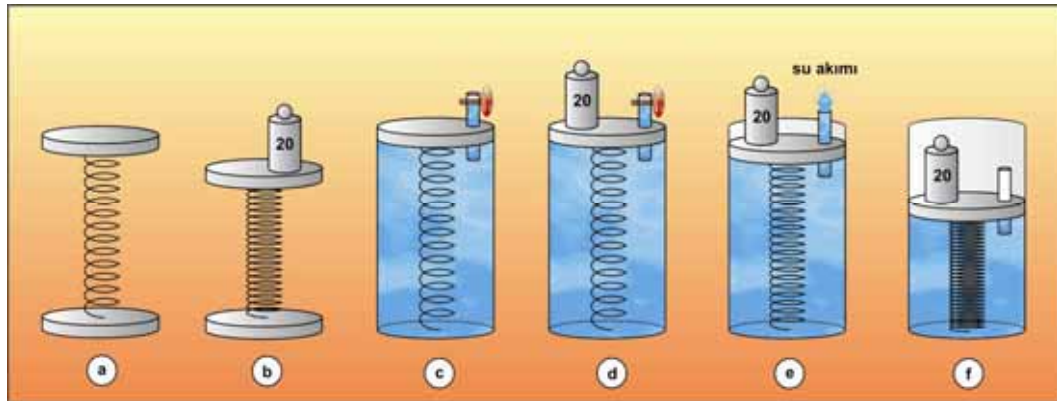
Şekil 3.21. Hacim azalmasının blok diyagramda görünümü (Aytekin, 2004’den değiştirilerek yeniden çizilmiştir).

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

Zemin homojendir. Zemin tamamen doygundur. 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 genişlememektedir. Kütlenin korunumu kanunu geçerlidir. Zemin örneğinin hacim değiştirme oranı efektif gerilmedeki değişim oranının bir fonksiyonudur (Aytekin, 2004).

3.2.3.7.(1).(b). Konsolidasyon Süreci

Konsolidasyon sürecinin anlaşılabilmesi için Şekil 3.22'deki 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 3.22. Konsolidasyon Süreci (Aytekin, 2004'den değiştirilerek alınmıştır)

Şekil 3.22(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 3.22

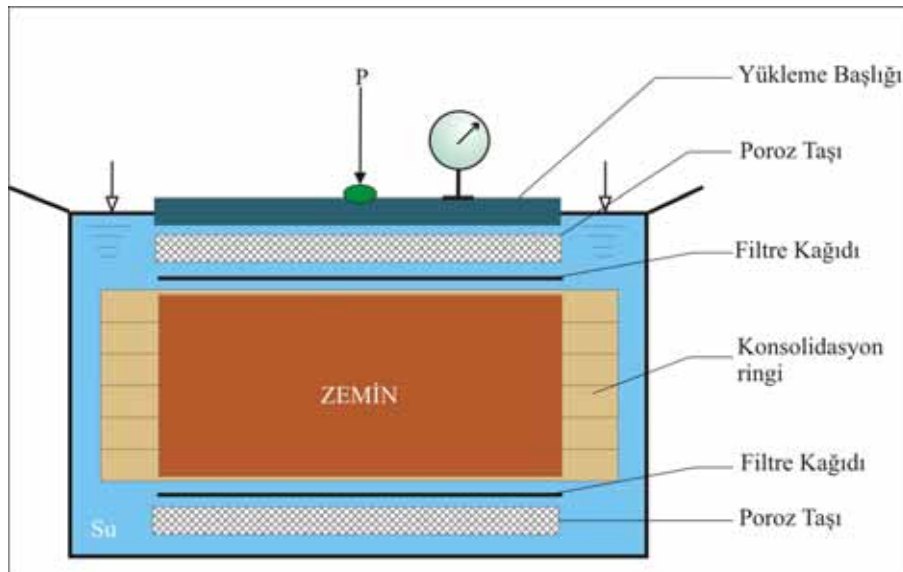
(c), (d), (e) ve (f) geçirimsizlikleri çok düşük olan kohezyonlu zeminleri modellenmektedir. Şekil 3.22(c)'de görülen düzenekte, kap su ile dolu bulunmakta ve üstü düşey yönde hareket edebilen bir piston ile kapatılmış durumdadır. Pistona bağlı olan bir yay kabın tabanına oturmaktadır. Pistonun üzerinde, kaba su giriş çıkışını kontrol eden bir vana bulunmaktadır. Bu kap Şekil 3.22(d)'deki gibi su çıkışına izin verilmeden (vana kapalı tutularak) 20 birim yükle 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 3.22(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 geçirimsizliğine) 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 3.22(f)'de olduğu gibi suyun boşalması durduğunda artık $\Delta\sigma$ gerilmesi 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 seconder (ikincil) konsolidasyon adı verilmektedir.

3.2.3.7.(2). Gerekli Araçlar ve Malzemeler

- Ödometre cihazı (ASTM D 2435 – 03, 2003)
- Konsolidasyon hücresi (Şekil 3.23)

- Standart ağırlık serisi
- Konsolidasyon ringi
- Su içeriği belirlemede kullanılacak araç gereçler
- 0.01 gr hassaslığında hassas terazi
- Zemin numunelerinin kesilmesi ve düzeltilmesi için gereken araç gereçler
- Kronometre
- Deformasyon saati
- Filtre kâğıtları
- Poroz taşlar
- Saf su
- Etüv
- Kumpas
- İnce yağ



Şekil 3.23. Konsolidasyon deney aleti (Aytekin, 2004'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

3.2.3.7.(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

3.2.3.7.(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 saz teli 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.

3.2.3.7.(5). Deneyin Yapılışı

Konsolidasyon deneyi ASTM (American Society of Testing Materials) 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.

3.2.3.7.(6). Hesaplamalar

- Numune alanının belirlenmesi (A), (cm²)

$$A = \pi \times r^2 \quad (3.28)$$

π : 3,1415

r : Numune yarı çapı (cm)

- Numune hacmi (V), (cm³)

$$V = A \times h \quad (3.29)$$

A : Numune alanı

h : Numune boyu

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

$$\gamma_n = \frac{W_T}{V_T} \quad (3.30)$$

W_T : Toplam ağırlık

V_T : Toplam hacim

- Su içeriği (W), (%)

$$W = \frac{W_{Su}}{W_{Kuru}} \times 100 \quad (3.31)$$

W_{su} : Su ağırlığı

W_{Kuru} : Kurutulmuş numune ağırlığı

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

$$W_{kn} = \frac{W_{ıslak}}{W + 100} \times 100 \quad (3.32)$$

W_{ıslak} : Islak numune ağırlığı

W : Deney başı su içeriği

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

$$V_s = \frac{W_{kn}}{G_s} \quad (3.33)$$

G_s : Özgül ağırlık

- Numune İçi Boşluk Hacmi (V_v), (cm³)

$$V_v = V - V_s \quad (3.34)$$

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

$$W_{skn} = (W_{kap} + W_{numune}) - W_{kap} \quad (3.35)$$

W_{kap} : Kap ağırlığı

W_{numune} : Deney sonu kurutulmuş numune ağırlığı

- Deney Başı Boşluk Oranı (e_o)

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} \quad (3.36)$$

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

$$H_s = \frac{W_{skn}}{A} \quad (3.37)$$

- Düzeltilmiş okuma (D_o), (mm)

$$D_o = (\text{Deformasyon okuması}) \times (\text{Saat faktörü}) \quad (3.38)$$

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

$$\Delta \varepsilon = D_o / 10 \quad (3.39)$$

- Etkiyen yük (P), (kg)

$$P = \text{Konulan yük} \times \text{Kuvvet kolu etkisi} \quad (3.40)$$

Kuvvet kolu etkisi : 10

- Gerilme (σ), (kg/cm²)

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.41)$$

- Boşluk oranı (e)

$$e = e_o - \frac{\Delta \varepsilon}{H_s} \quad (3.42)$$

3.2.4. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında öncelikli olarak çalışma sahası ve civarında yapılmış olan jeolojik, jeoteknik çalışmalar incelenmiş ve gerekli bilgiler derlenmiştir. Daha sonra laboratuvar aşamasında yapılan zemin mekaniği deneylerinin sonuçları hesaplanmıştır. Dikilitaş Gölet rezervuar alanında tespit edilen problemlerin ortadan kaldırılması için uygulanacak ıslah yöntemleri araştırılmıştır. Uygun görülen ıslah yöntemi için ideal numune tanımı yapıp laboratuvar sonuçları değerlendirilmiştir. Son olarak tüm bu çalışmalar derlenerek tez yazım aşaması gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi

Çalışma konusu olan Dikilitaş Gölet'i, Niğde ilinin yaklaşık 40 km kuzey doğusunda yer almaktadır. Tipik kara ikliminin hüküm sürdüğü bölge, doğal bitki örtüsü bakımından oldukça fakir olup, insan eliyle yetiştirilen bahçeler ve bağlar oldukça geniş alan kaplamaktadır. Bu nedenle bölgede baraj ve göletlerin varlığı oldukça önem taşımaktadır.

Bölgenin genel jeolojisi Blumenthal (1941), Buchardt (1954), Göncüoğlu (1977, 1982, 1985, 1986), Ayhan ve diğ., (1988) ile birçok araştırmacı tarafından çalışılmış ve bölgenin stratigrafisi ortaya koyulmuş, birimler ayırtlanmış, yapısal jeolojisi incelenmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Çalışma alanı ve yakın civarında metamorfik ve plütonik kayalar ile volkanik kayalar ve göl akarsu ortamına ait kayalar görülmekte olup, bunlar genç karasal oluşuklarla örtülmüştür. Bu değişik kökenli kayalar 1-Metamorfik kayalar, 2-Plütonik kayalar, 3-Denizel sedimanter – volkano sedimanter kayalar, 4-Gölsel sedimanter – volkano sedimanter kayalar ve volkanikler, 5-Güncel oluşuklardan meydana gelmiştir. Stratigrafik olarak en altta metamorfik kayalar yer almaktadır. Metamorfik kayalar, altta şist ve gnayslardan oluşan Gümüşler formasyonu, üstte mermerlerden meydana gelen Aşıgediği formasyonu ile temsil edilir. Alt Paleozoyik veya daha yaşlı olan bu formasyonlar, plütonik kayalar tarafından kesilmiştir. Plütonik kayalar, Sineksizyayla metagabrosu ve Üçkapılı granodiyoriti olarak isimlendirilmiş olup, Üçkapılı granodiyoriti, metamorfik kayaları olduğu gibi, Sineksizyayla metagabrosunuda kesmiştir. Üst Kretase yaşındaki plütonik kayaların üzerine Palesosen-Eosen yaşlı Sulucaova formasyonu diskordan olarak gelmiştir. Spilit, diyabaz arakatlı kumtaşı, kireçtaşı ve marn ile temsil edilen Sulucaova formasyonunun da üzerinde, göl ve akarsu koşullarında oluşmuş kayalar ile volkanik kayalar, birlikte kalın bir istif meydana getirmiştir. Bu kalın istif, altta konglomera ve kumtaşlarından meydana gelen Tepeköy formasyonu ile başlar. Bu formasyonun üzerine Melendizdağı tüfleri, tüflerin üzerine de Melendizdağı

andezitleri gelir. Melendizdağı andezitlerinin üstünde ise Göstük ignimbriti yer alır ki bu üç volkanik birimin de üzerinde, gölsel Karakaya formasyonu oluşmuştur. Tüftüfit arakatlı kumtaşı ile ince kireçtaşı seviyelerinden oluşan Karakaya formasyonu, Selime tüfü olarak isimlendirilen tüflerle örtülmüş, bu tüflerin de üzerinde, Kızılkaya ignimbriti yer almıştır. Kızılkaya ignimbriti'nin üzerinde, volkanik konglomera ile temsil edilen Ağıllı formasyonu, bunun da üzerinde Kışladağ kireçtaşı yer almıştır. Kışladağ kireçtaşı, tüf ve külden oluşan Hasandağ kül formasyonu ile örtülmüş, bu formasyonun üzerinde de küllerin meydana getirdiği, Kumtepe külü oluşmuştur. Kumtepe külünün üzerinde ise kül - tüf ve obsidiyen ile temsil edilen Göllüdağ kül akıntı tüfleri yer almıştır. Bütün bu birim ve formasyonların üzerinde, bölgedeki son volkanik birim olan Genç Andezit ve Bazaltlar ile karasal traverten, yamaç molozu ve alüvyon malzemeleri bulunmaktadır. Ayrıca volkanik olaylara bağlı olarak, andezit domları ve bazaltik curuf konileri ile maar oluşumları da inceleme alanı içersinde meydana gelmiştir. Bölgenin stratigrafik kesiti Şekil 4.1' de verilmiştir.

Oldukça büyük bir kesimi yatay veya yataya çok yakın olan az eğimli genç birimlerle kaplı olan inceleme alanında tektonik unsurların tespiti pek mümkün değildir. Hiç şüphesiz Kaledoniyen (?), Hersiniyen ve Alpin orojenezlerinin etkisinde kalan bölgesinde, genç birimlerle örtülü olmayan formasyonlar, sahanın güney doğusunda ki metamorfik ile plütonik kayaçların bir kısmıdır. Özellikle metamorfik kayaçlarda fay ve eklem düzlemleri açıkça görülebildiği gibi, kıvrımlarda bariz olarak saptanabilmektedir. Nitekim bu formasyonlardan biri kuzey batı – güney doğu eksen gidişli olmak üzere iki ana kıvrım tipi görülmüştür. Genç birimlerde kıvrımlanma hemen hemen yoktur. Faylar ise örtülüdür. Ancak yersel olarak ve çok kısa mesafelerde bazı fay izleri mevcuttur. Fakat bu birimlerde fayları takip edip haritalamak mümkün olamamıştır. Üç önemli diskordansın bulunduğu inceleme alanında, bu diskordanslar; A-Metamorfik ve plütonik kayaçlarla Sulucaova formasyonu arasında, B-Sulucuova formasyonu ile Tepeköy formasyonu arasında, C-Genç bazalt ve andezitlerle traverten ve alüvyon malzemeleri arasında saptanmıştır. Bölge, Alt Paleozoyik'de, bugün metamorfik olarak tanımladığımız birimlerin oluşumunu sağlayan bir denizin etkisi altında idi. Bu denizin çekilmesi ile bölge Paleosen'e kadar devam eden bir karasal dönem yaşamıştır. Paleosen öncesinde

bölgede bu denizel birim kıvrımlanma, kırıklanma ve metamorfizma olaylarına maruz kalmış, magmatik olaylar gelişmiş ve granit, gabro ailesine ait kayaçlar meydana gelmiş, bu kayaçlar, metamorfiklerin içersine girmiş ve onları kontakt metamorfizmaya uğratmıştır. Paleosen'de bölge tekrar deniz altında kalmış ve bu deniz Sulucaova formasyonunun oluşumunu sağlamıştır. Bir taraftan sedimantasyon devam ederken, bir taraftan da deniz altı volkanizma olaylarının meydana geldiği bu deniz, Eosen sonu, Oligosen başında bölgeyi terk etmiştir. Böylece, yörede başlayan karasal dönem, günümüze kadar devam etmiş ve bu dönem süresince bir taraftan göl ve akarsu ortamına ait kayaçlar oluşurken, diğer tarafta da hem erozyon ve taşıma olayları devam etmiş, hem de göl ve akarsu ortamına ait birimler oluşmuştur. Bu birimler, kendi aralarında olduğu gibi, volkanikler ile de girik, ardalanmalı veya diskordanslıdır. Bölgedeki volkanik olaylar, genç bazalt ve andezitleri oluşturan lav çıkışları ile son bulmuş, buna karşılık karadaki aşınma, taşınma, ayrışma ve depolanma olayları devam etmiştir. Bu olaylar günümüzde de gerek karada gerek ise göl ve akarsu ortamlarında devam etmekte olup yeni birimlerin meydana gelmesine imkân sağlamaktadır. Az ihtimalle de olsa metamorfik kayaçlarda metalik cevherlerin bulunması olasılığı olan bölgede, en önemli ekonomik oluşuklar, yapı malzemesi ile kullanılan ignimbritlerdir. Oldukça geniş alanlara yayılan ve büyük rezervlere sahip olan ignimbritler soğuk hava deposu olarak kullanılmaları yanında, peri bacaları oluşturmaları ile geçmiş yüzyıllarda ev ve kilise olarak kullanılmaları ve bu yapıların bir kısmının günümüze kadar korunmuş olmaları nedeni ile turistik açıdan da önemlidirler. Ayrıca geniş alan kaplayan üzüm bağları da şarap yapımının yörede gelişmesini ve bir endüstri kolu halini almasını sağlamıştır.

PALEOZOYİK		MESOZOYİK		S	E	N	O	Z	O	Y	İ	K	Üst Sistem													
Alt Paleozoyik		Kretase																								
-	-	Üst Kretase	-	Alt Oligosen Alt Miyosen	T e r s i y e r - K u v a t e r n e r							Sistem														
		Üst Paleosen-Eosen	-	Pg ₀	Orta-Üst Miyosen			Pliyosen - Pleystosen					Halosen													
-	-	W _{is}	Y _z	Pg ₀	N ₁	Tmt	Tma	Tgü	Tkh	Pansiyen	Ts	Ttk	Ta	Tkş	Oh	Qkk	Qg	Qab	Qc	Qtr	Qal	Kat	Simg	Formasyon ve Kaya Birimi	Litoloji	Açıklamalar
		mr	Gn	Sulucaova Formasyonu	Tras konglomerası	Melendiz dağı tufu	Melendizdağı andezitleri	Göstük ignimbriti	Karakaya Formasyonu	Selime tufu	Kızılkaya ignimbiriti	Ağıllı Formasyonu	Kışladağ kireçtaşı	Hasandağ kül Formasyonu	Kumtepe külü	Göllüdağ kül akıntı tüfleri	Genç bazalt ve andezitler	Bazaltik curuf konisi	Traverten	Alüvyon ve yamaç molozu malzemeler						
																										</

Şekil 4.1. Bölgenin stratigrafik kesiti (Ayhan ve diğerleri, 1988'den değiştirilerek alınmıştır, ölçeksiz)

4.1.1. İnceleme Alanının Jeolojisi

4.1.1.1. Gümüşler Formasyonu (Gn)

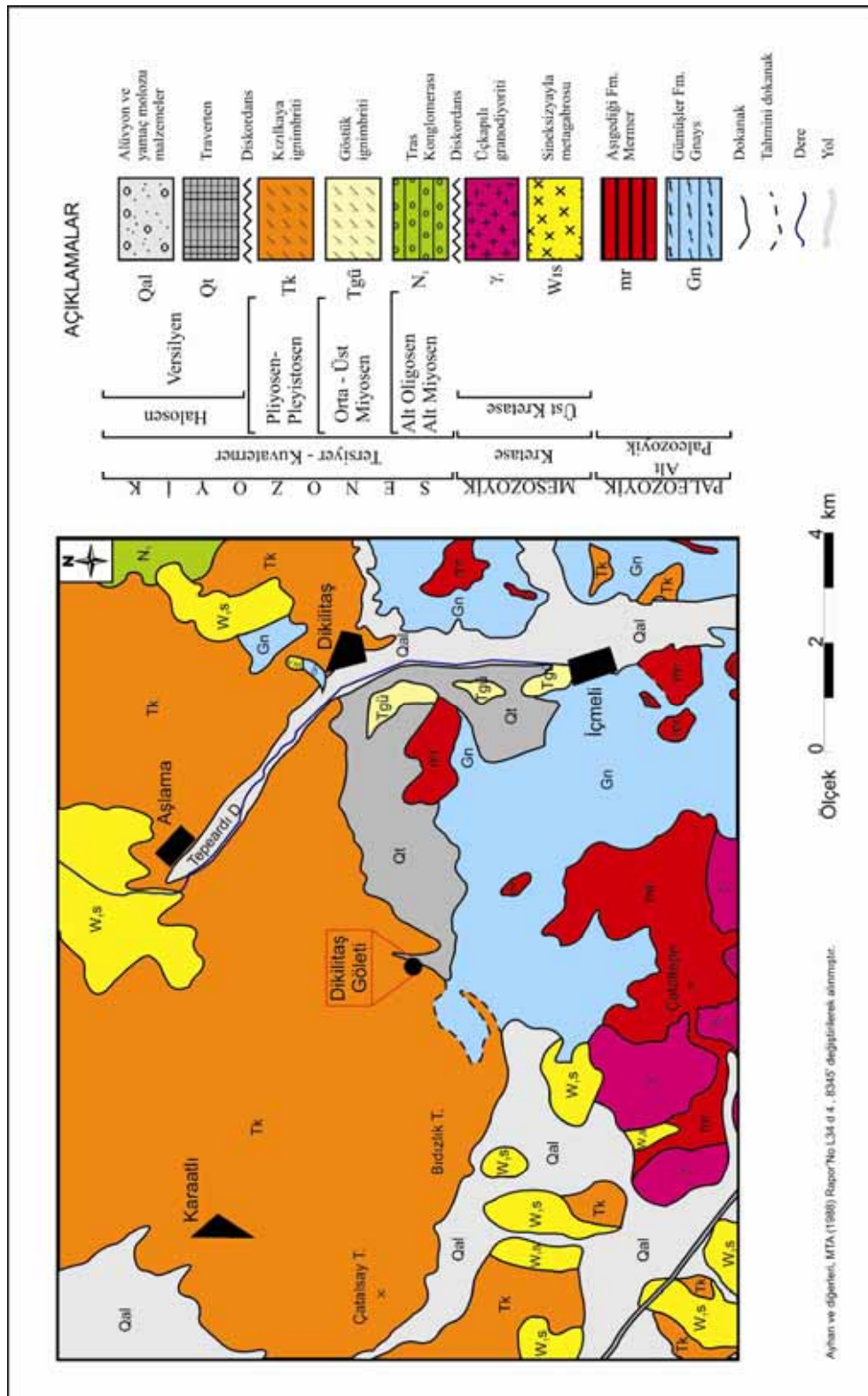
Gümüşler formasyonu, gnays, biyotit gnays, amfibol gnays ve granitik gnays ile temsil edilir. Formasyon adlaması, Göncüoğlu (1977) tarafından yapılmıştır.

Tabanı görülemeyen bu formasyonun üzerine tedrici geçiş ile mermerlerden oluşan Aşıgediği formasyonu gelir. Batı ve kuzeye olan devamı, genç gölsel ve volkanik kayalar ile örtülü olan Gümüşler formasyonu, yer yer Sineksizyayla metagabrosu ve Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesilmiş ve kontakt metamorfizmaya uğratılmıştır. İnceleme alanı ve yakın civarının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

4.1.1.2. Aşıgediği Formasyonu (mr)

Orta - kalın tabakalı, eklemlili, kırıklı ve beyaz dış görünüm renkli ve iri kristalli olan mermer, gnaysın üzerinde uyumlu olarak yer alır. Yer yer kuvars bantlı mermer seviyelerine sahiptir.

Göncüoğlu (1977) tarafından formasyon adlaması yapılmıştır. Aşıgediği formasyonun bölgedeki kalınlığı 500 m ile 2000 m arasında değişmektedir (Göncüoğlu, 1977). Kumtaşı – kil taşı karakterli kayaların metamorfizması ile oluşan Gümüşler formasyonu ile kireçtaşının metamorfizması sonucu oluşan Aşıgediği formasyonu, bölgede temeli temsil ederler. Yaşları hakkında paleontolojik hiçbir veri olmaması nedeni ile, bu formasyonların yaşı ile ilgili çeşitli görüşler vardır. Kleyn (1970), bu formasyonların yaşını Hersiniyen orojenezi öncesi, Blumenthal (1941), Alt Paleozoyik, Tromp (1942), Devoniyen öncesi olarak düşünmüşlerdir. Niğde masifinde çalışan Göncüoğlu (1982 ve 1985) Zirkon U/Pb yöntemi ile yapılan yaş tayinlerinde 2000 milyon yıl yaşlı bir temelden malzeme aldıklarını, yaklaşık 460 milyon yıl öncesinde kırıntı zirkonla ile Pb sistematiğini bozan bir olayın geliştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca Rb/Sr tüm kaya yöntemi ile gnayslarda yapılan çalışmada 460 ± 90 milyon yıllık bir izokron belirtilmektedir.



Şekil 4.2. İnceleme alanı ve yakın çevarının jeoloji haritası (Ayhan ve diğerleri, 1988’den değiştirilerek alınmıştır)

Jeokronolojik yaş bulguları, metamorfizma ve deformasyon, Senoniyen öncesi gerçekleşmiş olmalıdır. Her iki formasyonda bölgesel ve kompakt metamorfizma olarak iki metamorfizma geçirmiştir. Bölgenin güney ve güney doğu kesiminde yer alan plütonik kayalar, granit ve gabro ailesine ait kayalar ile temsil edilir.

4.1.1.3. Sineksizyayla Metagabrosu (W_{1s})

Sineksizyayla metagabrosu; gabro, hornblend – gabro ve amfibolit karakterindeki kayalardan meydana gelmiştir. Bu kayalar, deformasyon ve metamorfizmaya uğramıştır.

Bölgedeki metamorfik birimleri kesen ve onları kontakt metamorfizmaya uğratan Sineksizyayla metagabrosu, Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesilmiş ve kontakt metamorfizmaya uğramıştır.

Eski çalışmacılardan Göncüoğlu (1986a – 1986b), bu kayaların Üst Kretase yaşında olduğunu saptamıştır. Ayrıca Seymen (1981) ve Norman (1972)'de çalışmalarında bu kayaların karşılığı olan birimleri Üst Kretase yaşlı olarak yorumlamıştır.

4.1.1.4. Üçkapılı Granodiyoriti (γ_1)

Üçkapılı Granodiyoriti birimi Göncüoğlu (1986) tarafından adlandırılmıştır. Birim Lökogranit, granit, granit – pegmatit, monzonit ve granodiyorit türü kayalardan oluşmuştur. İçerisinde aplit ve pegmatit damarları yaygındır. Genel olarak gri – boz dış görünüm rengi hâkimdir. Altere olduğu yerlerde arena oluşturmıştır.

Üçkapılı granodiyoriti, metamorfikleri kestiği gibi, Sineksizyayla metagabrosunda kesmiş ve onları kontakt metamorfizmaya uğratmıştır.

İç Anadolu'da yapılan eski çalışmaların bazılarında tespit edilen ve bu birimin eş değeri sayılan kayalara ait değişik fikirler ileri sürülmüştür. Ketin (1963) – Buchardt (1954), Paleosen, Lahn (1949), Paleozoyik sonrası, Ataman (1972), Üst

Kretase olarak farklı yaşlar vermişlerdir. Ancak bu çalışmalarda tespit edilen birimlerin çoğu, Üçkapılı granodiyoritinin eşdeğeri değildir. Göncüoğlu (1985) Üçkapılı granodiyoritinden Rb/Sr tüm kaya yöntemi ile yaptığı çalışmada 95 ± 11 milyon yıla karşılık gelen bir izokron belirtir. Bulunan yaşın, bu granodiyoritin intrüzyon yaşı olduğu düşünülmüştür.

4.1.1.5. Tras Konglomerası (N₁)

Bu birim tabanında Oligosen'e ait birimlerin üzerine gelmektedir. Birim, kalın tabakalı, çakılları yuvarlaklaşmış ve çapı 20 ile 30 cm'e ulaşan çakıllar içeren, az veya çok çimentolanmış konglomeradan oluşur. Çakılları, gabbro, granit, diyabaz, spilit, kireçtaşından türemiştir. Kireçtaşı çakılları Nummulites fosilleri içermektedir.

4.1.1.6. Göstük İgnimbriti (Tgü)

Beekman (1966), tarafından adlandırılmıştır. Pumis elemanlarının zenginliği ve beyazımsı gri rengi ile diğer birimlerden rahatlıkla ayrılan bu ignimbrit bölgede oldukça geniş yayılmıştır. Küçük peribacaları oluşturması sebebi ile de önemlidir.

Göstük ignimbriti tabanda beyaz renkli, ince taneli vitrik tuf ile başlar. Bu tüflerde killeşme ve bazı kesimlerde karbonatlaşmada gözlenmiştir. Tüflerin kalınlığı 3-10 m arasında değişmektedir. Üstte doğru genel olarak kaynaklanma gösteren ve içerisinde, ofiyolitik tabandan türeme çapları 30 cm kadar olan diyabaz, gabbro ve bazalt, andezit çakılları içermektedir. İçerisindeki pumisler yer yer yuvarlaklaşmıştır. Ayrıca bu birim, biyotit pullarıda kapsamaktadır.

4.1.1.7. Kızıl kaya İgnimbriti (Tk)

Niğde – Kayseri – Nevşehir illeri arasında geniş alanlar kaplayan ve daha sonra akarsuların etkisi ile küçük masa yapıları oluşturan bu birimin ismi Beekman (1966)'dan alınmıştır.

Düz, yayvan ve monoton bir görünüşe sahip Kızılkaya ignimbriti, Kaymaklı, Derinkuyu, Mazıköy, Konaklı, Ovacık, Karaatlı, Buget, Çarıklı, Aşlama, Doğanlı ve Araplı köyleri çevresinde yüzeylenir. Bölgedeki iki ignimbrit fazından ikinci ve sonuncusudur.

Bozuşma rengi gri kızılımsı kahve, taze yüzey rengi beyazımsı gri renkte gözlenen bu ignimbritde 3 seviye gözlenmektedir. Alt seviyesi zayıf kaynaklanmalı andezit, bazalt, granit çakılları içerir. Orta seviyeye kuvvetli kaynaklanmış açık gri renkli, yönlenme gösteren ignimbrit, üst kesimde gri renkli ince taneli ignimbrit mevcuttur. Her üç seviyede de biyotit pulları mevcuttur.

Sütunsal bir yapıya, belirgin kaynaklanmaya sahip Kızılkaya ignimbriti, bölgede tek bir akma ve soğuma ünitesi halinde görülür.

İgnimbritler; vitroplastik dokuda olup, volkanik cam parçaları, plajiyoklaz ve biyotit mineralleri, volkanik küllerden oluşmuş bir hamur maddesi içinde yer alır. Kalınlığı 10-20 m arasında olan bu ignimbrit Tilköy, Çanlı Tepe, Karadağ, Kesbi Tepe, Yarhisar, şehir yolunda Sineksizyayla metagabrosu üzerine, Kargasekmez Deresi, Keler Dağı ve Dikilitaş'ta biyotit gnayslar üzerine, Uzungüney Tepe, Büyük bucak mevkiinde Üçkapılı granodiyoriti üzerine uyumsuzluk ile gelir. Buget köyünde Selime tüfü üzerinde yer alan Kızılkaya ignimbriti cevizli sırtında Kışladağ kireçtaşı tarafından örtülmektedir.

Kargasekmez Deresindeki kesitinde, altında Üçkapılı granoioriti bulunan bu birim alttan üste doğru çamurtaşı, kumlu tüf ve ignimbrit olmak üzere üç seviye halinde bariz olarak görülür.

Kızılkaya ignimbritinin biyotitlerinden K/Ar yöntemi ile yapılan yaş tayininde $4.9 - 5.5 \pm 0.2$ milyon senelik bir yaş bulunmuştur. Bu veriye göre Kızılkaya ignimbritinin yaşı, Alt Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

4.1.1.8. Traverten (Qt)

Dikilitaş kasabasının batı ve güneyinde, yaklaşık 10 km²'lik bir alan kapsar. Araplı ve Kuşçu köyleri arasında da 1 km²'lik bir mostrası da mevcuttur. Yeraltı sularının içerisinde eriyik halde bulunan ve bu suların yüzeye çıkması ile yüzeyde

çökelen karbonatların oluşturduğu bu travertenler, beyaz – pembe dış görünüm renkli olup yer yer iri kristallidir.

Dikilitaş kasabası civarında güney ve batı sınırında metamorfik kayalar ile dokanakta olan ve onların üzerinde diskordan olarak yer alan traverten yer yer de Göstük ignimbritinin üzerinde görülmektedir.

4.1.1.9. Alüvyon Malzemeleri – Yamaç Molozu (Qal)

Bölgede görülen alüvyon malzemeleri, çakıl – kum – kil – mil ve ince bir bitkisel toprak örtüsünden oluşmuştur. Çoğunluğu volkanik ve gölsel kayalardan türeyen bu malzemelerin kalınlığı yer yer, eski topografyaya bağlı olarak farklı değerler verir.

Yamaç molozları ise yüksek tepelerin yamaçlarında ve eteklerinde toplanmış olan değişik boyutlu çakıllar ile temsil edilir. Özellikle tepe yamaçlarının eğiminin azaldığı, hatta yataylaştığı etek kısımlarında fazlaca depolanan yamaç molozu malzemeleri, buralarda alüvyon malzemeleri ile iç içedir.

Dere yataklarında da görülen alüvyon malzemeleri, yamaç molozları ile birlikte günümüzde de oluşumlarına devam etmektedir.

4.1.2. İnceleme Alanının Yapısal Jeolojisi

Alt Paleozoik metamorfik kayaların temeli oluşturduğu, bölge Kaledoniyen (?) Hersiniyen ve Alpin orojenezlerinin etkisinde kalmıştır. Kıvrımlanmalar, faylar, diskordanslar v.b. tektonik unsurların oluşmasını sağlayan bu orojenik hareketlerin etkilerini, genç birim ve formasyonların geniş alanları örtmesi nedeniyle her yerde tespit etmek mümkün değildir.

Tektonik unsurların en iyi görüldüğü birimler metamorfiklerdir. Bölgenin güney doğusunda yer alan metamorfiklerde değişik doğrultularda uzanan, farklı boyutlardaki faylar ile değişik sistemler oluşturan eklemler bariz olarak saptanabilmektedir. İki egemen kıvrım tipinin görüldüğü metamorfik kayalarda hâkim kıvrımlar, kıvrım eksenini KB-GD doğrultusunda olanlardır. Genel olarak yatay

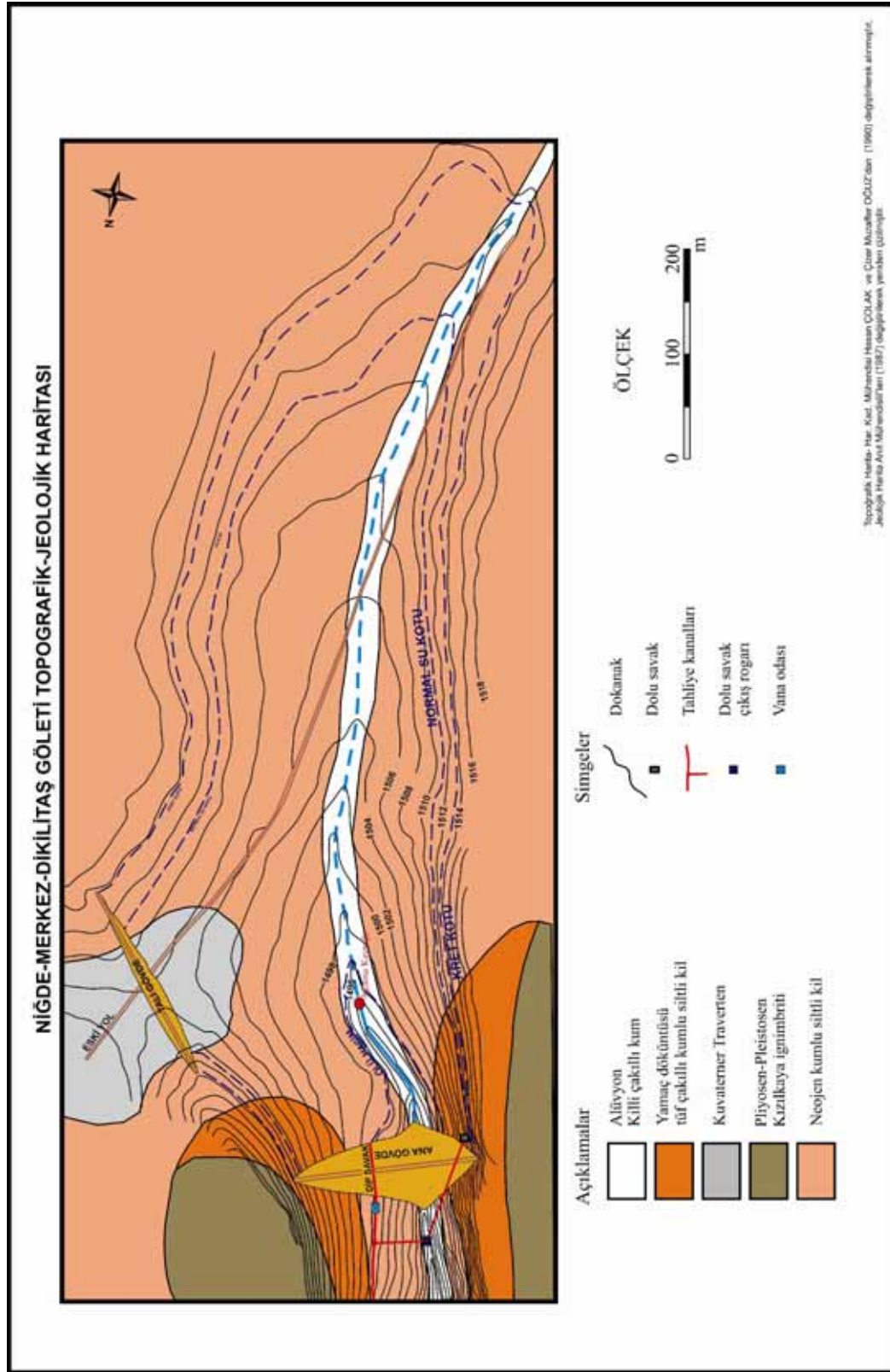
veya yataya yakın eğimdeki genç birimlerde ise yaşlı faylarla birlikte, genç faylarında bazı belirtilerini yer yer, ancak çok kısa mesafelerde olmak üzere, görmek mümkündür. Ancak bu fayları, birbirinden ayırmak ve haritalamak oldukça güçtür. Bu arada volkanların belirli doğrultular boyunca pek çok yerde sıralanmış olmaları, bu doğrultuda uzanan ve volkanların çıkışına imkân sağlayan fayların mevcut olduğunu düşündürmektedir.

İnceleme alanının doğusunda Ecemiş fayı, batısında ise Tuz gölü fayı yer almaktadır. Bunlardan Tuz gölü fayı, gölet alanına uzak konumda olmasına karşın, Ecemiş fay kuşağı yakın konumda olup, bazı kolları ise gölet alanına oldukça yakın mesafededir. Ecemiş fay kuşağı Türkiye'nin neotektonik yapılarından biridir. Yetiş ve Demirkol (1984)'de Paleosen'den beri aktif olup, bu fay kuşağının Paleosen'den itibaren bugünkü özelliğini kazandığı öne sürülmüştür. Beyhan (1994)'e göre ise fay kuşağı neotektonik dönemde yeniden kullanılan eski bir zayıf kuşağa karşılık gelir. Fayın gelecekte sakin olmayacağı düşünülmektedir (Korkanç, 1998, Korkanç ve Gürel, 2001).

4.1.3. Gölet Alanının Jeolojisi

Gölet alanı temelinde ve yakın dolayında Niğde masifi kayaçları yer almakta olup, üzerinde diskordanslı olarak Neojen yaşlı çökeller yer almaktadır. Yapılan temel araştırma sondajlarının sığ olması nedeniyle Niğde masifine ait çok fazla birim kesilmemiştir. Fakat yapılan arazi gözlemlerinde tabanda bu birimlerin olduğu görülmektedir.

Gölet alanı içersinde ise Neojen yaşlı çakıllı, kumlu, siltli killi birimler gözlenmekte olup, ek gövdenin olduğu alanlarda değişken kalınlıklar sunmasına karşılık, 5-10 m kalınlıkta Kuvaterner yaşlı travertenler yer almaktadır. Travertenlerin gövdeye doğru devamı ise izlenememiştir. Dere yatağı boyunca dar bir kuşak halinde alüvyon malzeme yayılımı sunmaktadır. Bu alüvyon malzemenin kalınlığı yaklaşık olarak 15 m civarındadır. Rezervuar alanının içerisinde kalmayan üst kotlarda ise Pliyosen – Pleistosen yaşlı Kızılkaya ignimbiritleri gözlenmektedir. Gölet alanının detay mühendislik jeolojisi haritası Şekil 4.3'te sunulmaktadır.



Şekil 4.3. Gölet alanının detay mühendislik jeolojisi haritası (Anıt Müh., 1987'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

4.2. Dikilitaş Sulama Göleti

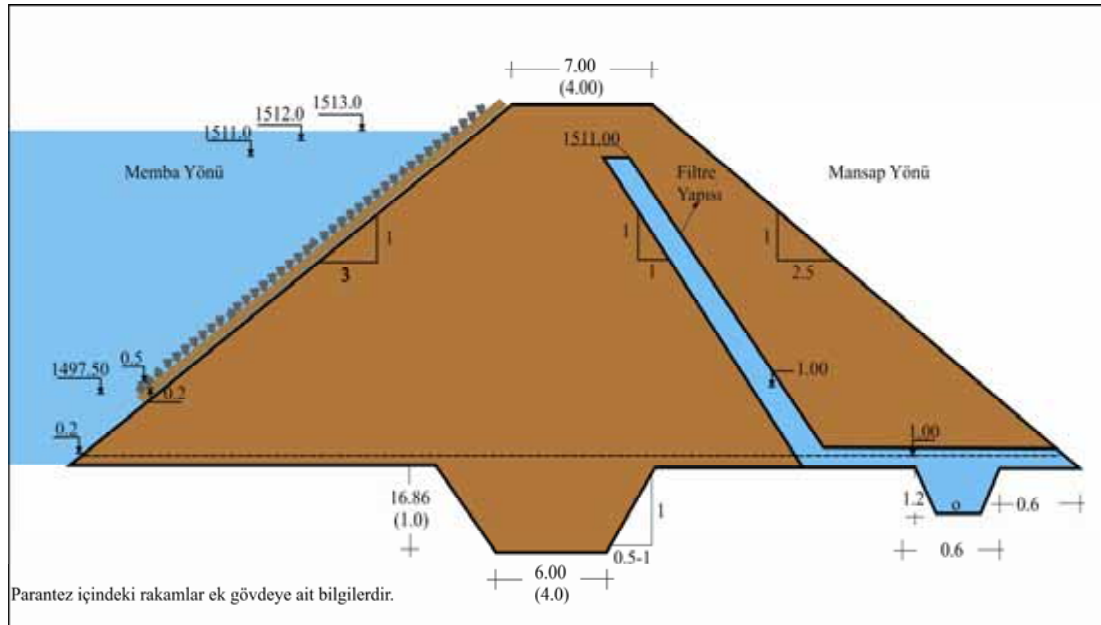
Fizibilite çalışmalarına Eylül 1987’de başlanılan Dikilitaş Sulama Gölet’inin yapım aşamasına 1990 yılında gelinmiş olup (Şekil 4.4), gölet 1996 yılında çalışır duruma getirilmiştir. Gölet inşası bitimine yakın tarihte rezervuar alanını beslemek amacıyla 1993 yılında Kocapınar deresinden su almak için derivasyon kanalının inşasına başlanılmış ve 2000 yılında tamamlanmıştır. Gölet’in yapım amacı bölgenin tarımı için sulama ihtiyacının giderilmesine yönelik olmuştur.



Şekil 4.4. Dikilitaş Gölet’i ana gövde inşası (www.ozbulutinsaat.com)

Dikilitaş Gölet’i ana gövde ve ek gövde olmak üzere 2 önemli bölümden oluşmaktadır. Dikilitaş Gölet’inin ana gövde tipi homojen toprak dolgudur. Su depolama hacmi $3.406.280 \text{ m}^3$ olan göletin kret yüksekliği 27 m, kret uzunluğu ise 359 m olup kret genişliği 7 m’dir. Memba ve mansap şevlerinin $1 / 3 - 1 / 2.5$ olduğu Dikilitaş Gölet’inin talveg kotu 1487.20 m dipsavak kotu ise 1497.5 m’dir (Şekil

4.5). Rezervuar alanını beslemek amacı ile yapılan derivasyon kanalının uzunluğu ise 17.5 km'dir.



Şekil 4.5. Dikilitaş Gölet'i ana gövde kesiti (Niğde İl Özel İdare'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

Dikilitaş Gölet'inin ek gövde tipi homojen toprak dolgu olup, kret yüksekliği 5.78 m, kret genişliği 4 m'dir. Memba ve mansap şevlerinin 1 / 3 – 1 / 2.5 olduğu ek gövdenin kret uzunluğu 393 m'dir. EK-5'de Dikilitaş Gölet'ine ait tüm bilgiler yer almaktadır.

4.2.1. Dikilitaş Sulama Göleti Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

Gölet fizibilite çalışmalarından sonra gölet akslarının litolojilerinin, yapısal-dokusal özelliklerinin bilinmesi amacıyla ana gölet aksı ve ek gövde aksında toplam 10 adet sondaj açılmıştır. Bunların 8 tanesi ana gölet aksı üzerinde olup 2 tanesi ise ek gövde aksı üzerinde bulunmaktadır. Daha sonra gölet rezervuar alanındaki çeşitli sorunlardan dolayı rezervuar alanında 2 adet araştırma sondajları açılmıştır. Ayrıca yine rezervuar alanında bu araştırma sondajlarına yardım amacıyla ve uygun numune

araştırması için derinlikleri 1.2-4.0 m arası olan toplam 9 adet araştırma çukuru açılmıştır.

4.2.1.1. Göl Alanı Sondaj Çalışmaları

Çalışmalara 24 Ağustos 1987 yılında talvegde yani ana gövde aksı üzerinde başlanılmıştır. Toplam 8 adet ana aks üzerinde açılan sondajlardan sonra 3 Eylül 1987 tarihinden itibaren 2 adet olacak şekilde, ek gövde aksının sondajlarına başlanılmıştır. Çalışmada Acker tipi ve SMS-100 tipi makineler kullanılmıştır. Her iki tip makinede sondaj çapı 76 mm ve sondaj şekli Rotary sistemidir. Tij kesici tipi ise NWG Vidye Kron olan tüm sondajlar dik olarak açılmıştır. Sondaj esnasında belirli seviyelerde basınçlı su deneyi ve sızma deneyleri yapılmış, değerleri sunulmuştur.

İlk sondaj çalışması 24-26 Ağustos 1987 tarihinde olup SK-1 ismini almıştır. Derinliği 24 metre olan bu sondajda yeraltı suyuna 2.1 metrede rastlanılmıştır ve %100 karot verimi vermiştir. Yüzeyden itibaren 0.5 metre bitkisel toprak geçilmiş ve daha sonra 1-1.5 metreler arası sarı-bej renkli killi çakıllı siltli kum birimi geçilmiştir. Bunun altına 15.2 metre derinliğine kadar alüvyon malzeme geçilmiştir. Bu malzeme sarımsı kahve renkli olup iri bloklu çakıl içeren kumlu kil bantları bulunduran az killi çakıllı kum birimidir. Yapılan ölçümlere göre bu alüvyon biriminin geçirimliliği ortalama $4.2 \cdot 10^{-4}$ cm/sn olup orta geçirimli olarak sınıflanabilir (Çizelge 4.1.). Bu alüvyon biriminin altına ortalama aynı geçirimlilikte 17.7 metreye kadar kahve renkli çakıllı kumlu siltli kil birimi gelmiştir. Bu birimden sonra 110 cm kalınlığında açık kahve renkli sıkı çakıllı killi iri kum birimi geçilmiştir. Bu birimin ortalama geçirimliliği $3.1 \cdot 10^{-5}$ cm/sn olup alüvyon biriminden daha az geçirimli bir birim olmaktadır. SK-1, kuyu sonu yani 24 metreye kadar kahve renkli katı kıvamlı çakıllı siltli kil birimi ile devam etmiş olup bu birimdeki çakılların seyrek ve gömülü olduğu görülmüştür. Bu birimin ortalama geçirimliliği yaklaşık 10^{-7} cm/sn yani az geçirimli bir birim (Çizelge 4.1.) olduğu anlaşılmıştır (EK-6).

Çizelge 4.1. Geçirgenliğin tanımlanması (Ulusay, 2001)

Geçirgenlik Katsayısı (cm/sn)	Geçirgenlik 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 killer
$< 10^{-9}$	Geçirimsiz	Killer

24-25 Ağustos 1987 tarihinde açılan SK-2 nolu sondaj yeri, sol yamaç su kotu civarında olup toplam derinliği 15 metredir ve karot verimi % 70-75 arasındadır. Yeraltı su seviyesine rastlanılmayan SK-2’de ilk 0.3 metrede bitkisel toprak geçilmiş ve daha sonra 3 m derinliğine kadar sol sahil yamaç döküntüsü birimi geçilmiştir. Bu birim killi siltli kumlu çakıldır. Hâkim birimde çakılın tuf biriminden oluştuğu gözlenmiştir. Bu birimin geçirimliliği, yapılan çalışmalara göre $2.2 \cdot 10^{-5}$ cm/sn olarak tespit edilmiştir. Bu birimden sonra kuyu sonuna kadar (15m) kırmızımsı kahve renkli, az çakıllı, kumlu siltli kil birimi gelmiştir. Birim sıkı yapıda olup çakılları şist ve granodiyorit kökenli olduğu anlaşılmıştır. Birimin geçirimliliği sonlara doğru yaklaşık 10^{-7} cm/sn’dir (EK-7).

SK-3 nolu sondaj çalışmalarına 27-28 Ağustos 1987 tarihinde başlanılmış olup sondaj lokasyonu sağ sahil yamaç başlangıcıdır. Karot verimi % 70-75 arasında olan SK-3’de yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Yüzeyden itibaren 0.4 metre bitkisel toprak geçilen SK-3’de 0.4-3.0 metre arasında açık kahve renkli tuf çakıllı kumlu silt birimi geçilmiştir. Birimin geçirimliliği yaklaşık 10^{-4} cm/sn olup orta geçirimlidir (Çizelge 4.1). Bu birimin altına yaklaşık 1 m kalınlığında az geçirimli (10^{-7} cm/sn) olan CO₃ konkresyonlu siltli kil birimi gelmektedir. Bu birimin altına kuyu sonuna kadar (18m) açık kahve renkli içersinde metamorfik çakıllar bulunan kumlu siltli kil birimi gözlenmiştir. Birim içerisinde 10.0-11.5 metreler arasında kum artışı

gözlendiği görülmüştür. Birim az geçirimlidir (Çizelge 4.1), yaklaşık değeri 10^{-7} cm/sn'dir (EK-8).

Sol sahil yamacı üzerinde 26-27 Ağustos 1987 tarihinde açılan SK-4 nolu sondajın derinliği 15.0 m olup bu sondajda da yeraltı su seviyesine rastlanılmamıştır. Karot verimi yaklaşık % 90 olan SK-4 başlangıçtan itibaren 2.5 metreye kadar yamaç molozu biriminden oluşmaktadır. Birim, kahve renkli tuf çakıllı kumlu kil biriminden oluşmaktadır ve yaklaşık $1.4 \cdot 10^{-4}$ cm/sn geçirimliliğe sahiptir yani orta geçirimli bir malzemedir (Çizelge 4.1). Bu birimin altından kuyu sonuna kadar (15.0m) kahve renkli yer yer çakıllı siltli kumlu kil birimi gelmiştir. Çakıl biriminin metamorfik kökenli olduğu düşünülmüştür. Birim az geçirimli olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.1), basınçsız su deneyinde geçirimliliği 10^{-7} cm/sn'dir (EK-9).

SK-5 sağ sahil yamacında 28-29 Ağustos 1987 tarihinde açılmış olup yeraltı su seviyesine rastlanılmamıştır. % 81 karot verimine sahip olan SK-5 başlangıçtan itibaren 40 cm'lik bitkisel topraktan sonra 2 hakim birim geçilmiştir. Bunlardan ilki 0.4-8.8 metreler arasında olup açık kahve renkli çok katı kıvamlı CO_3 konkresyonlu çakıllı kumlu siltli kil birimidir. Birimi oluşturan çakıllar seyrek ve gömülüdür, ayrıca geçirimsiz bir malzemeden oluşmaktadır. Diğer birim ise 8.8 metreden kuyu sonuna kadar yani 16.5 metreye kadar koyu kahve renkli seyrek çakıllı kumlu siltli kil birimidir. Az geçirimli olan bu malzeme çok katı kıvamdadır (EK-10).

SK-6 sol sahil yamaç başlangıcında 29-30 Ağustos 1987 tarihinde 18 metre derinliğinde açılmış olup yeraltı suyuna rastlanılmamış ve % 72.5 karot verimi vermiştir. Yüzeyden itibaren 30 cm'lik bitkisel topraktan sonra 7.5 metreye kadar grimsi kahve renkli yer yer tuf parçaları içeren siltli kumlu kil birimi kesilmiştir. Birim sıkı yapıda olup bazı seviyeleri CO_3 konkresyonludur. Birimin geçirimliliği yaklaşık $3.32 \cdot 10^{-5}$ cm/sn'dir. Bu birimin altından itibaren kuyu sonuna kadar kahve renkli kıvamlı seyrek metamorfik çakıllı kumlu siltli kil birimi gelmektedir. Birim içerisinde 9.30-15.20 metreler arasında kum oranında artış gözlenmiş olmasına rağmen birim az geçirimli bir birimdir (EK-11).

30 Ağustos 1987 tarihinde sağ sahil yamacında açılan SK-7'nin toplam derinliği 16.5 metre olup yeraltı suyuna rastlanılmamıştır. Karot verimi % 84.4 olan SK-7 yüzeyden itibaren 20 cm'lik bitkisel topraktan sonra, 3.7 metreye kadar kahve

renkli CO₃ konkresyonlu kumlu çok katı kil biriminden oluşmaktadır. Bu birimden sonra kuyu sonuna kadar yine kahve renkli çakıllı kumlu siltli kil birimi gelmektedir. Birim çok katı kıvamda olup çakılları metamorfik kökenli kayaçlardır. SK-7'nin geçirgenliği az geçirimli (Çizelge 4.1) nitelikte ve homojen olup 10^{-7} cm/sn'dir (EK-12).

Ana gölet aksındaki son sondaj 1-2 Eylül 1987 tarihinde sağ sahil kret kotu civarında açılan SK-8 nolu sondajdır. Bu son sondajın toplam derinliği 18.0 metre olup yeraltı su seviyesine rastlanılmamıştır. % 80.5 karot verimi sunan SK-5 yüzeyden itibaren 30 cm'lik bitkisel toprakla başlar ve bu birimi 2.4 metreye kadar kahve renkli yer yer tuf çakıllı ve metamorfik çakıllı kil birimi takip etmektedir. Birimin geçirimliliği $1.18 \cdot 10^{-4}$ cm/sn olup orta geçirimli özellik sunmuştur (Çizelge 4.1). Bu birimin altında, kuyu sonuna kadar kahve renkli seyrek çakıllı kumlu siltli kil birimi mevcuttur. Birim çok katı kıvamlı olup içerdiği çakıllar iri boyutlu ve metamorfik kökenlidir. Birim az geçirimli olarak nitelendirilebilir, yapılan ölçümlere göre geçirimliliği 10^{-7} cm/sn'dir (EK-13).

Ek gövde üzerindeki ilk sondaj 3 Eylül 1987 tarihinde açılmış olup SK-9 ismini almıştır. Toplam derinliği 7.5 metre olan SK-9'da yeraltı suyuna rastlanılmamış olup % 77.4 karot verimi alınmıştır. Yüzeyden itibaren 1 metre kalınlığında kahve renkli çakıllı kil birim ile başlayan sondajın bu seviyesindeki geçirimliliği $3.5 \cdot 10^{-4}$ cm/sn'dir. Bu birimden sonra 7.5 metreye kadar kirli beyaz renkli killi parçalı traverten birimi gelmiştir. Birimin 3.0-4.5 metre arası geçirimliliği $2.9 \cdot 10^{-3}$ cm/sn olup diğer birimlere göre daha geçirimli bir özellik sunmaktadır. Diğer seviyelerde geçirimlilik orta derecededir ($6.1 \cdot 10^{-4}$ cm/sn) (EK-14).

Derinliği 8.0 metre olan SK-10'un karot verimi % 75.5'dir. Yüzeyden itibaren 7.4 metreye kadar kirli beyaz renkli parçalı orta sertlikte traverten biriminden oluşan birimin 3.2-4.8 metreleri arasındaki geçirimliliği $3.5 \cdot 10^{-3}$ cm/sn olup oldukça geçirimli bir özellik sunmaktadır. Bu birimden sonra kuyu sonuna kadar kahve renkli siltli kil birimi kesilmiştir (EK-15).

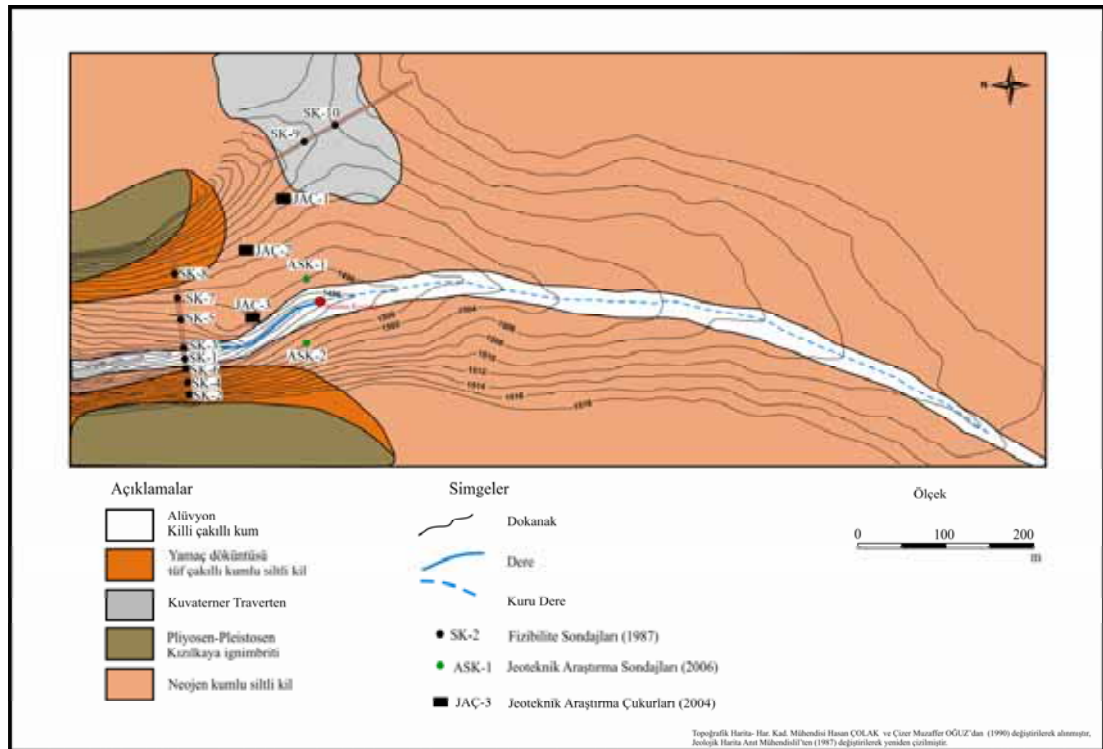
4.2.1.2. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Sondajları

Gölet'te gözlenen sorunlar nedeniyle gerekli araştırmaları yapmak üzere rezervuar alanında 23.09.2004 tarihinden itibaren toplam 10 adet araştırma sondajları yapılmıştır. Bu araştırma sondajları G-M-S tipi makinelerle Rotary sisteminde dik olarak açılmıştır. Açılan sondajlardan ikisinde basınçlı su deneyi ve sızma deneyi yapılmıştır ve değerleri sunulmuştur. Basınçlı su deneyi ile yapılan araştırma sondajları veri bakımından daha değerli olduğu için bu yüksek lisans çalışmasında basınçlı su deneyi yapılan bu araştırma sondajlarına yer verilmiştir.

23-24 Eylül 2004 tarihinde başlatılan Araştırma Sondaj Kuyusu -1'in (ASK-1) toplam derinliği 30 metredir (EK-16). Göl aynası ortasına doğru sağ sahilde Aşlama kaynağına yakın bir yerde yapılan sondajda 0.0-11.0 metreler arası Neojen yaşlı kil birimi kesilmiştir. Bu birimin içinde yer yer tuf parçaları gözlenmiştir ve karot verimi % 48'dir. Bu seviyenin altından itibaren 18.0 metre seviyesine kadar alüvyon malzeme kesilmiştir. Alüvyon malzemesinin karot verimi % 16.6 olup oldukça düşük bir değer vermiştir. Bu birimden sonra kuyu sonuna kadar çakıllı kumlu kil birimi kesilmiş olup, bu birimin 18.0-22.0 metreler arası karot yüzdesi % 15.25 olup yine düşük bir değer sunmaktadır. Yapılan sızma deneyinde 0.0-6.0 metreler arasında 10 dakikalık zaman zarfında 12 litre, 10.0-22.0 metreler arası yani karot yüzdesinin oldukça düşük olduğu seviyede her 1.50 m'de 10 dakika su kaybının 20-25 litre arasında olduğu görülmüştür (EK-17), ayrıca bu seviyelerde sondaj esnasında devir-daim suyunda kaçak olduğu tespit edilmiştir. Yapılan basınçlı su deneylerinde 22.00-30.00 m'ler arası seviyelerde çok ciddi su kayıplarının olduğu ve 6.00-10.00 m'ler arasında monometrenin birden sıfıra düştüğü yani basıncın kaybedildiği durumlar olmuştur (EK-18). Hem su kaybının yüksek oluşu hem de karot yüzdesinin düşük oluşu nedeni ile bu seviyelerin oldukça geçirimli olduğu yorumuna varılmıştır.

Sol sahil rezervuar alanı içerisinde yapılmış olan ASK-2'nin toplam derinliği 30 metre olup çalışmaya 27.09.2004 tarihinde başlanmıştır (EK-19). Verilere göre yüzeyden itibaren 6.0 metreye kadar Neojen yaşlı kil birimi kesilmiştir. Bu seviyenin karot yüzdesi % 35.8 olup nispeten düşük bir değerdedir. Bu birimin altından 9.0

metreye kadar alüvyon kesilmiştir ve devir-daim sırasında kaçak olduğu tespit edilmiştir. 9.0-30.0 metreler arası tuf kesildiği ve kesilen tuf biriminin karot veriminin yaklaşık % 39.7 olduğu hesaplanmıştır. Özellikle bu seviyeler arasındaki 16.0-26.0 metrelerdeki zonun karot yüzdesi % 25.8'dir. Her 1.5 m'de yapılan sızma deneyi sonucu, 0.0-12.0 metreler arasında toplam 10 dakika kaybının ortalama 3.25 litre olduğu ve bu yüzden çatlak sistemine sahip olduğu anlaşılmıştır (EK-20). Özellikle yapılan basınçlı su deneylerinde 12.00-24.00 m'ler arasında her 2 m'de toplam 10 dakika zayıtının ortalama 15 litre olduğu saptanmıştır ve bazı seviyelerden monometrenin sıfıra düştüğü durumlar deney raporlarında kayıt edilmiştir (EK-21). Bu değer bu zonun oldukça çatlaklı, eklemli ve bir hayli geçirgen olduğunun göstergesidir. Aynı zamanda bu seviyelerde sondaj esnasında devir-daim suyunda kaçak olduğu tespit edilmiştir. 26.0-30.0 metreler arası karot verimi yaklaşık % 60 civarındadır. Şekil 4.6'da yapılan tüm sondaj çalışmalarının lokasyonları verilmiştir.



Şekil 4.6. Sondaj ve araştırma çukurlarının lokasyonları (Anıt Müh., 1987'den değiştirilerek yeniden çizilmiştir)

4.2.1.3. Jeoteknik Amaçlı Araştırma Çukurları

Hem yapılan sondaj çalışmalarına ilave olarak ek bilgi elde etmek hem de rezervuar alanındaki sorunların tespiti için ek olarak gölet rezervuar alanında oturmaların ve deformasyonların gözlemlendiği alanlarda araştırma çukurları açılmıştır. Şekil 4.6’da yapılan jeoteknik amaçlı açılan araştırma çukurlarının lokasyonları verilmiştir.

Açılan bu araştırma çukurları, yapılan arazi çalışmaları sırasında incelenmiş, logları çizilmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. 2006 yılında jeoteknik araştırma amacıyla açılan araştırma çukurlarından ilki olan J-AÇ-1’in toplam derinliği 2.5 m’dir (EK-22). 1507 m kotunda ek gövde yakınlarında açılan J-AÇ-1’in yüzeyden itibaren 48 cm’lik kısmında köşeli-yarı köşeli orta boy kuvars çakıllı kahve renkli killi siltli çok ince kum birimi bulunmaktadır. Bu birim matriks dokanaklı olup oldukça gevşek bir birimdir. Bu birimin altına 18 cm kalınlığında bloklu kaba boy çakıllı az kumlu gevşek malzemeli, kırıklı, killi karbonatlı seviye gelmektedir. Bu biriminden sonra yaklaşık 20 cm kalınlığında bol kırıklı traverten olarak adlandırılan beyazımsı krem renkli birim gelmektedir. Bu birimin devamında da 45 cm kalınlığında kahve renkli oldukça gevşek siltli kum birimi bulunmaktadır. Bu birim içinde boyu yaklaşık 10-15 cm olarak değişen karbonatlı suların sızma izleri (CO_3 konkresyonu) görülmüştür. Bu seviyeden itibaren altta yine kırıklı traverten oluşumu 34 cm’lik kalınlıkla yer almaktadır (Şekil 4.7). Araştırma çukurunun son derinliğine kadar kırmızımsı kahve renkli gevşek siltli kum birimi gelmektedir. Araştırma çukurunda saptanan traverten biriminin suyla teması sonucunda eriyerek (çözünerek) boşluklar oluşturacağı unutulmamalıdır.



Şekil 4.7. J-AÇ-1 Traverten birimi

J-AÇ-2 olarak adlandırılan ikinci araştırma çukurunun toplam derinliği yaklaşık 4 m'dir (EK-23). 1504 m kotunda ana gövde önünde açılan J-AÇ-2'de yüzeyden itibaren 80 cm derinliğe kadar kuvars çakıllı köşeli oldukça gevşek kahve renkli killi siltli kum birimi bulunmaktadır. Bu birim içinde yer yer 10-15 cm uzunluğunda kılcal sızma izlerine (CO_3 konkresyonu) rastlanılmıştır (Şekil 4.8). Bu birimin altına 90 cm kalınlığında üstteki birime oranla daha sıkı kahve renkli siltli kum birimi yer almaktadır. Bu birimi 1.5 m kalınlıkla yer yer altere olmuş kolay kırılabilen kırıklı traverten birimi takip eder. Bu birimden sonra çukur sonuna kadar kahve renkli yer yer çakıllı bloklu siltli kil birimi görülmüştür.



Şekil 4.8. J-AÇ-2 Kılcal sızma izleri

1497 m kotunda ana gövde önünde açılan J-AÇ-3'ün toplam derinliği yaklaşık 4 m olup 80 cm kalınlığındaki ilk kısmı kuvars çakıllı matriks dokanaklı gevşek killi siltli kum biriminden oluşmaktadır (EK-24). Bu birimin altında 80 cm kalınlığında, beyaz renkli sızma izleri (CO_3 konkresyonu) bulunduran siltli kum birimi görülmektedir (Şekil 4.9). Bu birimden sonra çukur sonuna kadar koyu kahve renkli yukarıdaki birime göre daha sıkı kil birimi gelmektedir.



Şekil 4.9. J-AÇ-3’de beyaz renkli sızma izleri

4.2.1.4. Numune Araştırma Çukurları

Gölet’in jeoteknik sorunlarının saptanmasından sonra 25.05.2007 tarihinde, daha önce tespit edilen uygun alanlarda araştırma çukurları açılmıştır. Bu araştırma çukurlarından gerekli zemin mekaniği deneyleri için örselenmiş numuneler alınmıştır. Numuneler homojenliğin sağlanması açısından karma bir şekilde alınmıştır.

Ekonomiklik şartı göz önünde tutularak gölet bölgesine yakın olması açısından ilk araştırma çukuru göl aynası civarında açılmıştır. AÇ-1-1 olarak adlandırılan bu araştırma çukurunun toplam derinliği 2.0 m olup yüzeyden itibaren 30 cm kalınlığında köşeli kuvars çakıllı kahve renkli killi silt birimi ile başlar ve bu birimin altına çukur sonuna kadar kahve renkli siltli kil birimi gelmektedir (EK-25). Bu birimin yaklaşık rezervi 75.000 m^3 ’tür. İhtiyaç duyulması halinde ek olarak 30.000 m^3 ’lük ilave bir rezerv daha kullanılabilir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. AÇ-1-1 Göl aynası mevkii

Memba yönünde gölet gövdesine uzaklığı 3.5 km olan Armut Tepesi mevkiinde 3 adet araştırma çukuru açılmıştır. Bunlardan ilki Armut Tepesi AÇ-1-1 olup toplam derinliği 1.2 m'dir (EK-26). Yüzeyden itibaren 20 cm bitkisel toprakla başlayan bu araştırma çukuru 1.2 m'ye kadar kahve renkli siltli kumlu kil birimi ile devam eder. Armut Tepesi AÇ-1-2 ise yüzeyden itibaren 40 cm bitkisel toprakla başlar ve toplam derinliği olan 1.4 m'ye kadar kahve renkli siltli kumlu kil birimi ile sona erer (EK-27). AÇ-1-3'ün toplam derinliği 2.0 m olup 40 cm bitkisel toprakla başlar ve bu birimin altına çukur sonuna kadar (2.0 m) kahve renkli siltli kil birimi gelir (EK-28). Şekil 4.11'de Armut Tepesi mevkide açılan AÇ-1-3'ün görünümü yer almaktadır.



Şekil 4.11. Armut Tepesi mevkiindeki AÇ-1-3'den görünüm

Gölet alanına 5 km uzaklıkta Gavur Dağı mevkiinde açılan AÇ-1-2'in temel etüt alanı 40.000 m^2 olup 1.5 m derinliğindedir (EK-29). Yüzeyden itibaren 40 cm'lik bitkisel (organik) seviye ile başlayan bu araştırma çukuru kırmızımsı yer yer çakıllı kumlu kil birimi ile sona erer. Numunenin alındığı derinlik ise 0.4-1.5 m'ler arasındadır. Aynı mevkii de açılan Gavur Dağı AÇ-2-2'nin temel etüt alanı 50.000 m^2 olup toplam derinliği 1.6 m'dir (EK-30). İlk seviyelerden itibaren 40 cm'lik organik seviyeden sonra çukur sonuna kadar seyrek çakıllı kumlu kil birimi yer almaktadır. Olası kullanım açısından Gavur Dağı mevkiinde 150.000 m^3 'lük bir rezerv hesaplanmıştır. Şekil 4.12'de Gavur Dağı mevkiinde açılan AÇ-2-2'nin resmi görülmektedir.



Şekil 4.12. Gavur Dağı mevkiindeki AÇ-2-2’den görünüm

4.2.2. Dikilitaş Gölet’inin Jeoteknik Sorunları

Gölet rezervuar alanını besleyen yüzey sularının azlığı nedeniyle 1993 yılında Kocapınar deresinden su alımı için gerekli 17.5 km’lik derivasyon kanalı işlemleri başlatılmış ve 2000 yılında bu işlemler tamamlanmıştır. Gölet’e 2000-2001 yılları arasında su verilmeye başlanmış, ancak o senelerde yaşanan kuraklık nedeni ile gölet dip savak seviyesinin biraz üzerine kadar su depolayabilmiştir. Daha sonra 2001-2002 yıllarında göletin brüt kapasitesinin 2 katı olacak şekilde su verilmesine rağmen ancak brüt kapasitesinin % 43’ü kadar su tutabildiği anlaşılmıştır. Derivasyon kanalından su aktarımının durdurulmasından sonra su seviyesinin hızla düştüğü gözlenmiştir. Daha sonra 2004 yılında gerekli ekipmanlarla gölet rezervuar alanına giren su litre/saniye cinsinden ölçülerek ne kadar sızmanın gerçekleştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Dikilitaş Gölet'i 2004 yılı su seviyesi ölçümleri (Niğde İl Özel İdare)

Tarih	Gelen Su (lt/sn)	Giren Su (m ³)	Gölet'teki Su kotu (m)
03.03.2004	803		1498.7
10.03.2004	751	469.929.6	1500.91
17.03.2004	677	431.827.2	1501.66
24.03.2004	541	363.323.2	1502.21
31.03.2004	653	402.192.0	1502.56
07.04.2004	677	255.924.8	1503.28
13.04.2004	500	321.451.2	1503.52
20.04.2004	563	327.801.6	1503.68
28.04.2004	521	315.100.8	1504.08
05.05.2004	521	285.465.4	1504.15
13.05.2004	423	298.166.4	1504.06
20.05.2004	563	236.779.2	1504.08
26.05.2004	220		1504.09

Çizelge 4.2'ye göre 03.03.2004 tarihinden itibaren her hafta 1 ölçüm yapılmak üzere 26.05.2004 tarihine kadar rezervuar alanına aktarılan su litre/sn cinsinden belirlenmiştir. Bu ölçümler sonucunda rezervuar alanına giren suyun debisi yaklaşık 604.8 lt/sn olarak hesaplanmıştır. Bu durum karşısında rezervuar alanı su seviyesi kot yüksekliğinde büyük ölçüde değişim olması gerekirken toplam ölçüm süresinde su seviyesi kot yüksekliğinde sadece 5.39 m'lik bir değişim olduğu görülmüştür. Ölçüm sırasında rezervuar alanına yaklaşık 4.174.027,2 m³ su verilmiş ancak 1504.09 m kotuna göre gölette biriken su miktarının 980.000 m³ olduğu anlaşılmıştır. Bu durumda gölet rezervuar alanına verilen suyun % 76.53'ü çeşitli nedenlerle başka yerlere sızmıştır.

Açık bir şekilde görülmektedir ki gölet yaklaşık 4/1 performans oranında çalışmaktadır. Bu değer oldukça kötü bir değer olup göletin yapılış amacına uygun kullanılamamasına sebep olmaktadır. Gölet alanında gelişen bu jeoteknik sorunun sosyal ve ekonomik anlamda çevre köy ve belediyelere yansımaları, ölçülemeyecek

kadar büyük olmuştur. Bölge bu sorun yüzünden oldukça sıkıntı çekmiş tarım arazileri için gerekli suyu bulamayan çevre köy halkı gün geçtikçe göç ederek bölgeyi terk etmiştir.

Göletteki suyun tutulamamasından dolayı gelişen sızma sorununun araştırılması için gölet rezervuar alanındaki su boşaltılmış ve çalışmalara başlanmıştır. İlk çalışma Niğde İl Özel İdaresince Niğde Üniversitesi Jeoloji Bölümü'ne başvurularak başlatılmıştır. Daha sonra Çukurova Üniversitesi'ne başvurulmuş ve gerekli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların içinde gerekli jeolojik ve jeoteknik araştırmalar bu çalışma kapsamında yapılmıştır.

Gölet alanındaki çalışmalar başlatıldığında rezervuar alanının topografyasında ciddi değişimler ve deformasyonlar gözlenmiştir. Sağ yamaçta ve sol yamaçta ciddi oturmaların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Rezervuar alanında sağ yamaçtaki oturma

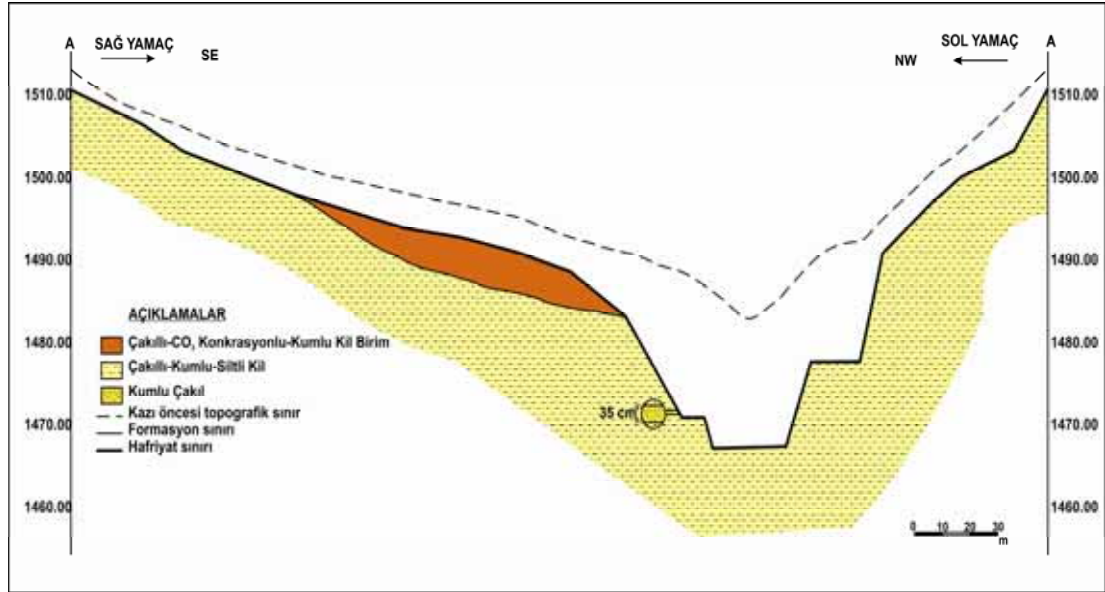
Özellikle sağ yamaçta yaklaşık 30 cm derinliğinde oturmalar meydana gelmiştir (Şekil 4.14). Yamaçlardaki oturmalar bize su hareketinin varlığını işaret etmektedir. Su sağ yamaçta sızma yaparken önemli bir miktar malzemeyi borulanma

yolu ile taşımış ve bu taşıma sonucunda sağ yamaçta önemli boşluklar oluşarak su yükünden doğan oturmalar gözlenmiştir. Araştırmayı derinleştirmek için daha önceki bölümlerde anlatılan araştırma sondajları ve araştırma çukurları bu oturmaların gözlemlendiği bölgelerde açılmıştır.



Şekil 4.14. Rezervuar alanında oluşan 30 cm derinlikteki oturma

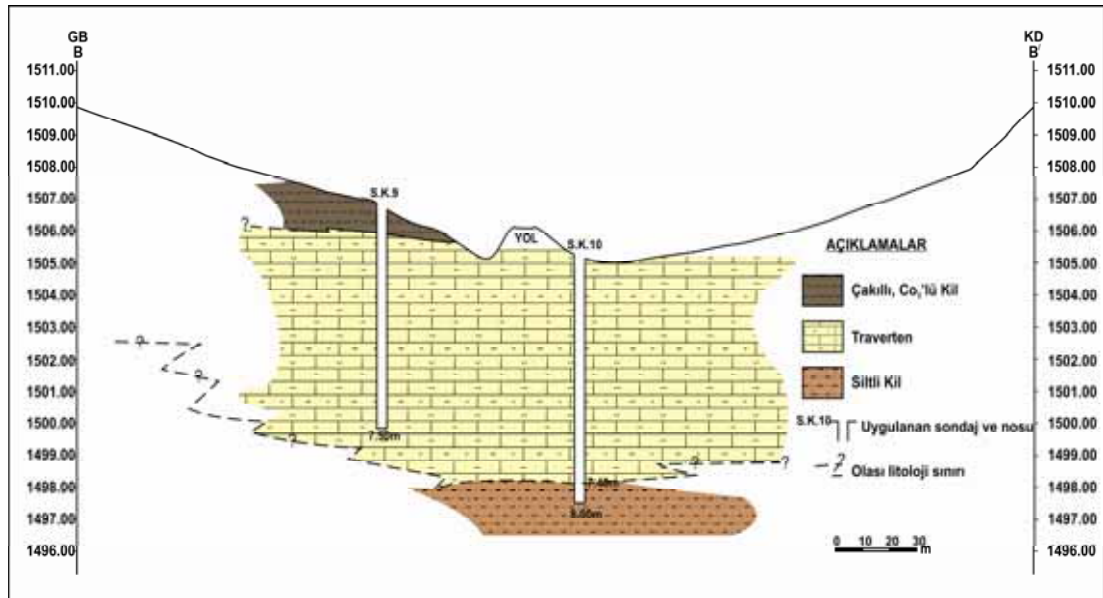
Ayrıca gölet yapım aşamasından önce yapılan sondajlardan yararlanılarak bölgenin hâkim litolojisi ve bu birimlerin permeabilitesi gibi özelliklerini belirten eski bilgiler derlenmiştir. Bu çalışmalar neticesinde, fizibilite aşamasında açılan sondajlardan SK-1, SK-3, SK-6’ da belirli derinliklerde kum oranında artış gözlemlendiği dolayısı ile bu seviyedeki geçirimsizliğinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Genel itibari ile gölet ana aksının oturacağı birimde özellikle alüvyon biriminde orta geçirimli (10^{-4} m/sn) olan seviyelerin varlığı tespit edilmiştir. Bell (2004)’de geçirgenliği 10^{-4} ile 10^{-3} m/sn arasında değişen alüvyal çökellerin su taşıyan zonlar olduğunu söylemiştir ve 5×10^{-3} m/sn’yi aşan değerlerinde mümkün olabileceğini göstermiştir. Ayrıca bu bölgede yaklaşık 35 cm kalınlığında çakıllı kumlu damar şeklinde bir birimin varlığı söz konusudur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Ana gövde aksı jeoloji enine kesiti içindeki 35 cm'lik birim (Niğde İl Özel İdare'den değiştirilerek alınmıştır)

Bell (2004) rezervuar alanında veya etrafında gömülü kanalların bulunması ve bu kanalların iri taneli akarsu çökelleri tarafından doldurulmuş olması halinde rezervuar alanında sızma problemlerinin kaçınılmaz olacağını söylemiştir. Örnek olarak Coombes (1968), rezervuar kaçaqlarına neden olan gömülü kanalları incelemiştir. Araştırmacı gömülü kanalların varlığından dolayı yenilmeye bir örnek olarak Cedar Rezervuar'ını göstermiştir. Seattle yakınındaki Cedar Nehri üzerine 1914 yılında yapılan baraj 1915 yılında dolmaya başlamıştır. Barajın kuzeydoğu sahilinin bir kısmı açık dokulu çakıl içeren gömülü bir kanaldan oluşmaktadır. Barajdan kaçaqlar, baraj henüz dolmaya başlarken meydana gelmiş ve $1.56 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'ye kadar çıkmıştır. Buna rağmen baraj dolmaya devam etmiş fakat kaçakta artmıştır. Rezervuarı yalıtım için girişimlerde bulunulmuş ve su seviyesi 1918 yılında tekrar yükselmiştir. Fakat yine kaçak meydana gelmiş 23 Aralıkta kaçıktan dolayı yükselen hidrostatik basınçlardan dolayı baraj gövdesinden, 1830 m mansap yönünde buzul çökellerinde hareket meydana gelmiştir. Süreç sonunda 756.000 m^3 'den fazla malzeme yıkanmıştır.

Ek gövde aksında traverten biriminin varlığı (Şekil 4.16) endişe yaratmaktadır. Bu birimin su ile temasında suyun hareketinden dolayı bir takım karstik (erime) boşluklarının oluşumu kaçınılmazdır. Yapılan sondajlar neticesinde bu bölgede geçirimsizlik değerleri oldukça yüksek çıkmıştır. Moneymaker (1968)'e göre iyi eklemli mağaralı kırıklı deforme olmuş kireçtaşları duraylılık ve su sızdırmazlık açısından sorunlar teşkil edebilir. Araştırmacı bazı koşullar altında kireçtaşının yeraltı suyuyla eritilmesi, süreksizliklerin ve erime boşluklarının nispeten kısa bir zaman aralığında giderek genişlemesine ve kütle geçirgenliğinin artmasına neden olabilir demiştir. Örnek olarak, Moneymaker, Tennessee'de Great Falls ve Hales Bar projelerinde gerçekleştirilen kaçakları önleme faaliyetlerinden bahsetmiştir. Ayrıca Ertunç (2003)'e göre litolojik özellikler bakımından rezervuar alanında su kaçağına neden olan başlıca kayalar anhidrit, jips, kaya tuzu ve kireçtaşıdır. Unutulmamalıdır ki traverten, ikincil karbonatlı kayaç olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 4.16. Ek gövde aksı jeoloji enine kesit (Niğde İl Özel İdare'den değiştirilerek alınmıştır)

Bu bilgiler bize stabil halde bile rezervuar alanının sağlıklı bir şekilde su tutamayacağını göstermektedir. Nitekim açılan araştırma çukurlarında daha öncede

belirtildiği gibi çukur duvarlarında sızma izlerinin varlığı bunun bir kanıtı durumundadır. Rezervuar alanındaki suyun sızma nedenlerinden biri üstteki birimlerin geçirimli olmasından ve traverten biriminin varlığından kaynaklanmaktadır.

Rezervuar alanındaki diğer önemli bir sorun ise özellikle sol yamaçta görülen çatlak sistemidir (Şekil 4.17). Buna bağlı olarak rezervuar alanında görülen sızma olayının önemli sebeplerinden diğeri ise suyun bu çatlak sisteminden içeri girerek başka yönlere doğru kaçmasıdır. Şekil 4.18’de görüldüğü üzere sol yamaçtaki bu çatlak sisteminin açıklığı yer yer 15-20 cm boyutlarına ulaşmıştır. Ertunç (2003)’e göre çatlak, tabakalanma gibi süreksizlikler göl alanından su kaçaklarına neden olabilirler. Ayrıca Terzaghi (1962)’deki çalışmalarında California’daki Mammoth Pool Barajında kaya üzerindeki paralel uzanımlı eklemlerin iyileştirilmedikleri takdirde büyük su kaçakları oluşturacağını belirtmiştir.

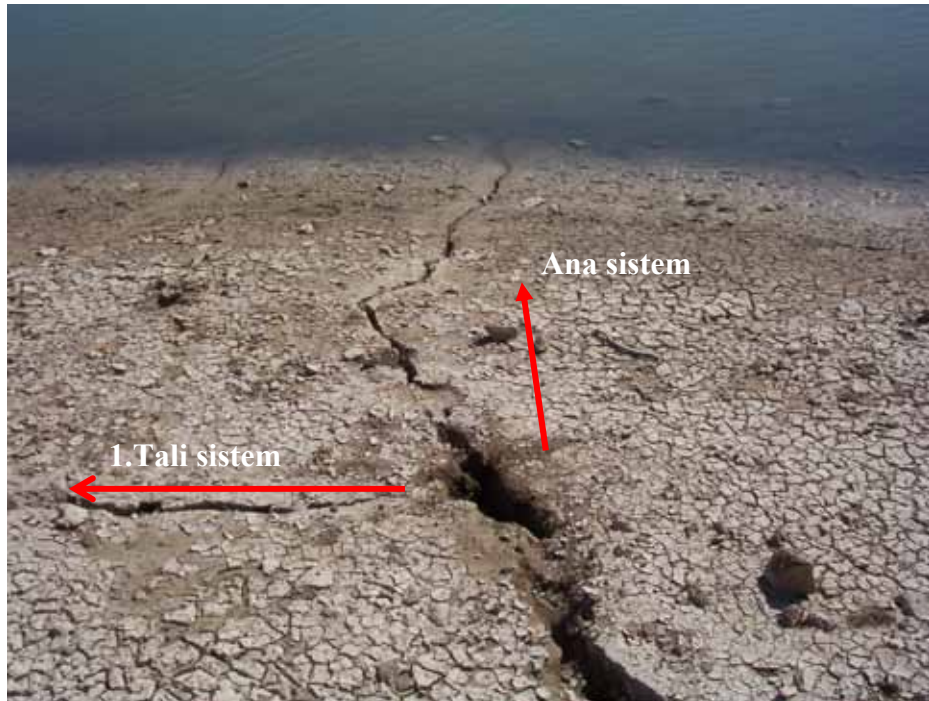
Yapılan gözlemler ve arazi çalışmalarındaki ölçümlere göre 1 ana çatlak sisteminin ve buna bağlı 2 tali sistemin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.19 - 4.20).



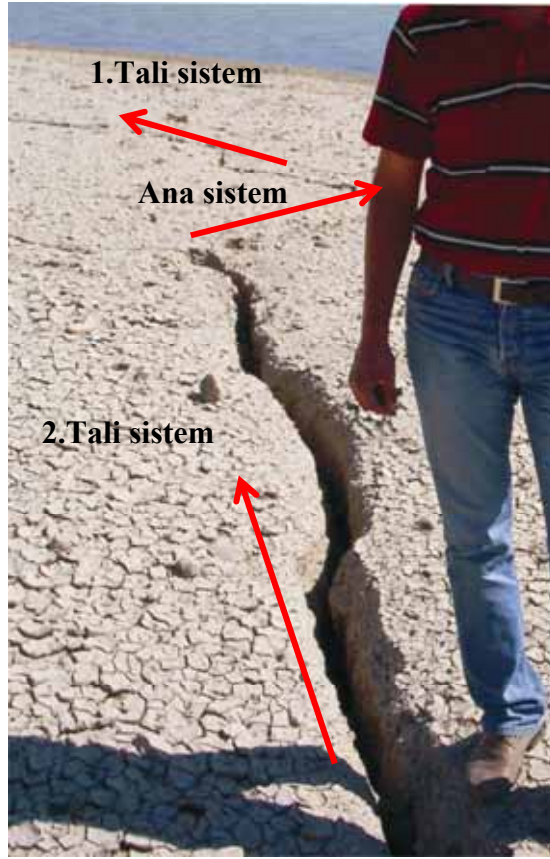
Şekil 4.17. Sol yamaçta görülen çatlaklar



Şekil 4.18. Sol yamaçtaki eklem sisteminin 15-20 cm açıklığı

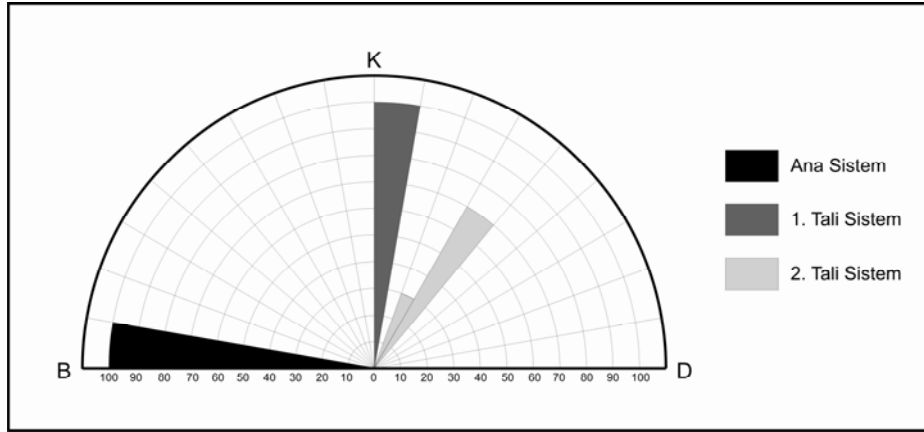


Şekil 4.19. Ana çatlak sistemi ve 1. tali sistem

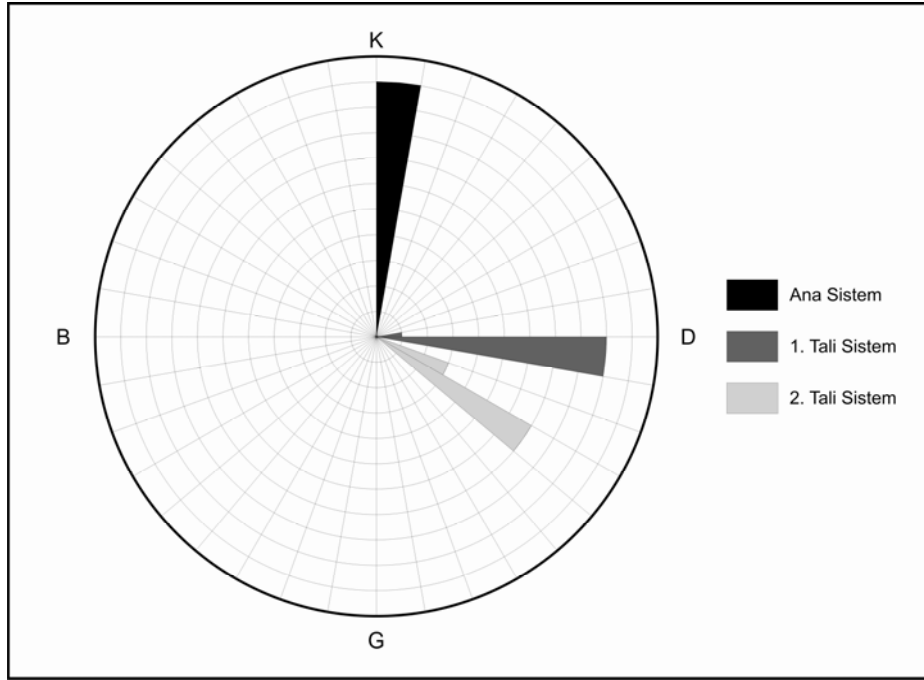


Şekil 4.20. Ana sistem ve tali sistemleri

Eklem sisteminin doğrultu eğimlerinin ölçümünden sonra bu değerler ile doğrultu gül diyagramı, eğim gül diyagramı ve stereografik projeksiyon yöntemi çalışmaları yapılmıştır. Şekil 4.21’de görüldüğü üzere ana eklem sisteminin doğrultusu K 80-90° B arasındadır, bu ana ekleme bağlı gelişen 1. tali sistemin doğrultusu K 0-10° D, 2. tali sistemin doğrultusu ise K 20-40° D arasındadır. Buna göre ana sistem ile 1. tali sistemin yaklaşık birbirine dik geliştiği ancak 2. tali sistemin ise bunları verevine kestiği anlaşılmıştır. Eğim gül diyagramında ise (Şekil 4.22) ana sistem ve tali sistem eğimlerinin doğrultu gül diyagramına benzer bir durum oluşturduğu görülmüştür.



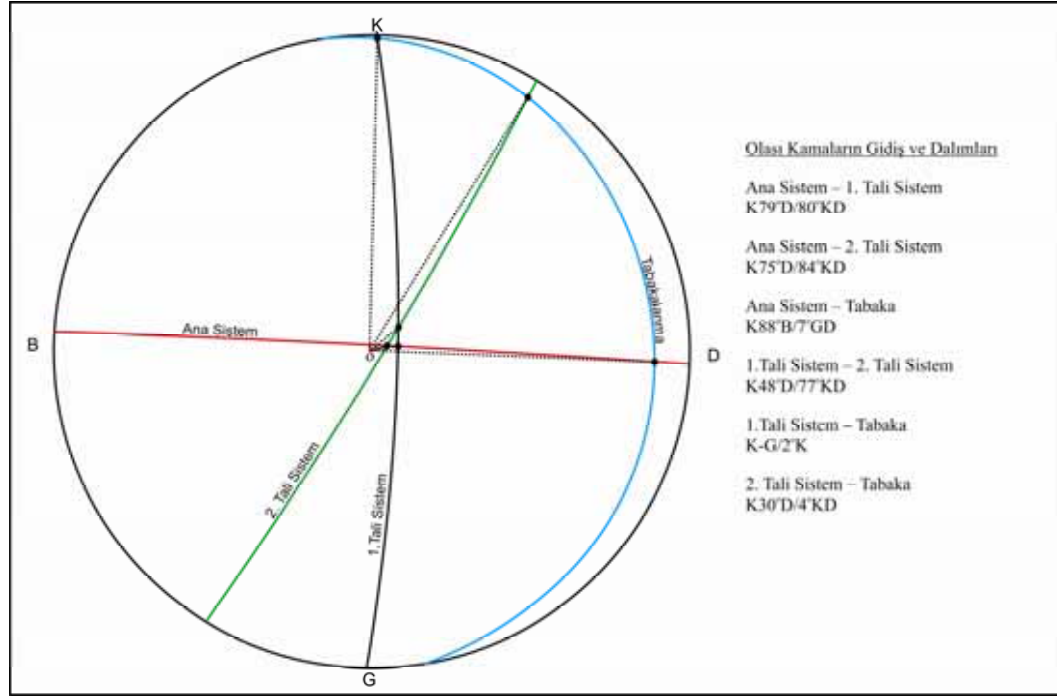
Şekil 4.21. Eklem sistemi doğrultu gül diyagramı



Şekil 4.22. Eklem sistemi eğim yönü gül diyagramı

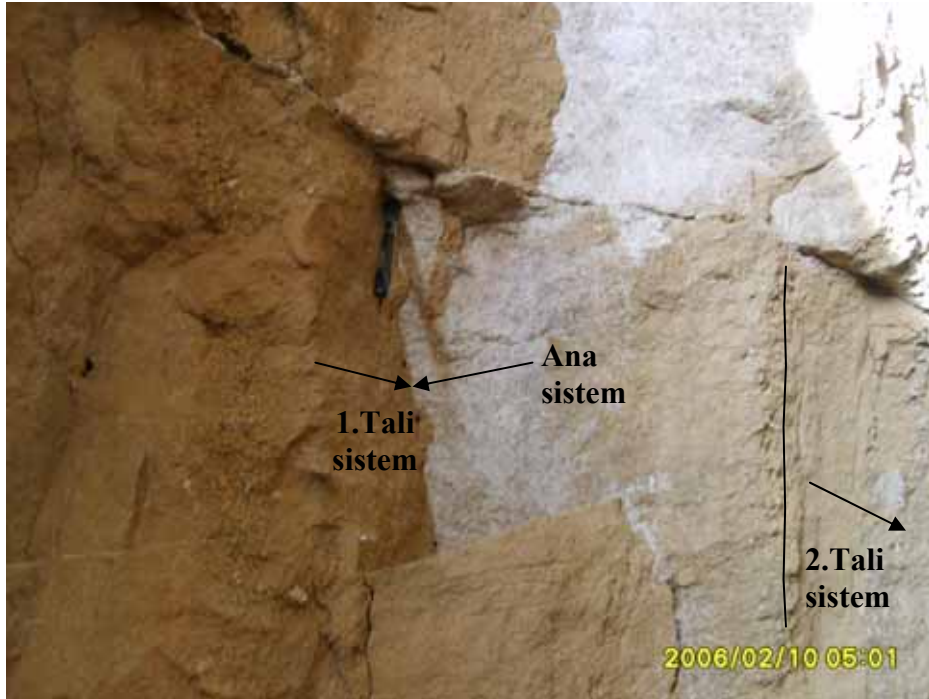
Stereografik projeksiyon yönteminde (Şekil 4.23) görüldüğü üzere bu eklem sisteminin tabakalanma ile ayrı bir oluşum sunduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yakından geçen Ecemiş fayını etkileyen stres sistemi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Buna göre bölge Ecemiş fayının sol yönlü hareketine neden olan stres sistemi altında deformasyona uğramıştır denilebilir. Yapılan çalışmada kesişen

eklemlerde meydana gelecek olası kamaların gidiş ve dalımları Şekil 4.23’de gösterilmektedir.



Şekil 4.23. Eklem sistemi stereografik projeksiyon yöntemi

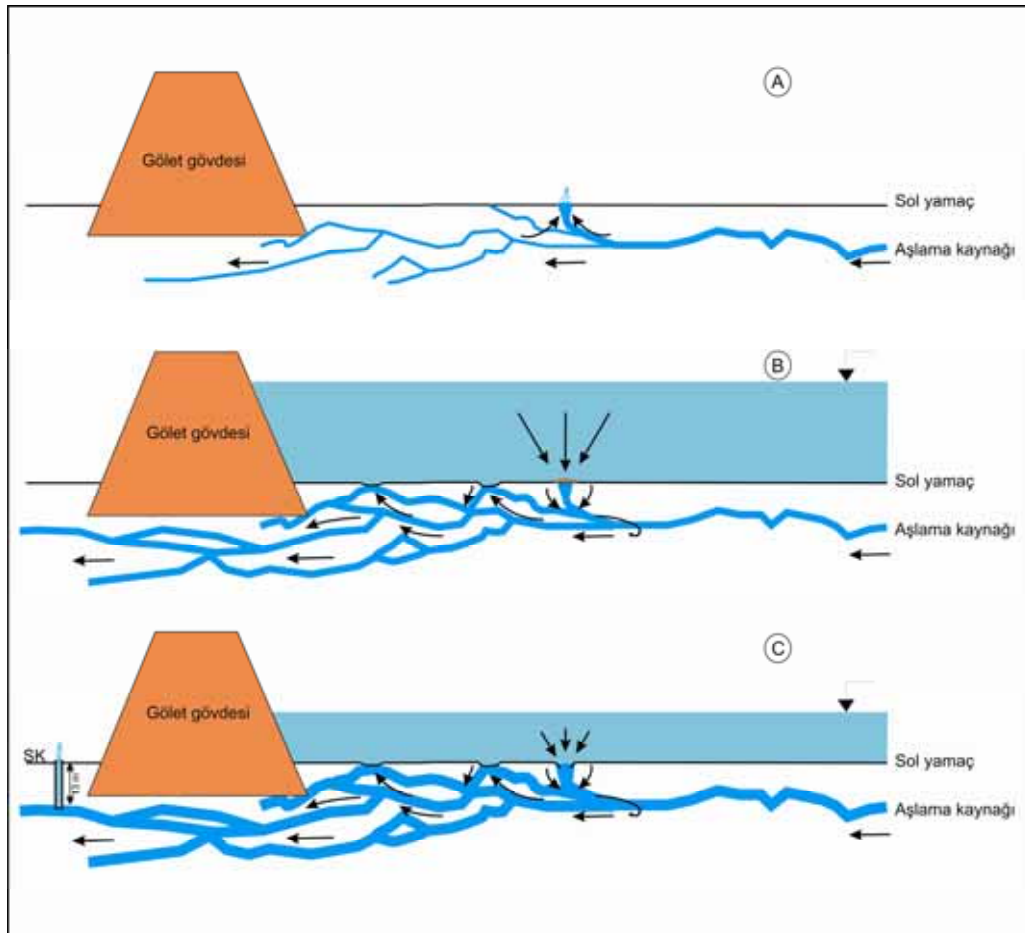
Sol yamaç üzerinde açılmış olan mağarada yapılan gözlemler sonucu, eklem sisteminin hem doğrultusu hem de eğimi açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca mağara içindeki çakıllı kumlu siltli kil birimi yapılan SK-2 adlı sondajda 3-15 m’ler arası kesilmiştir. Rezervuar alanında aşınma sebebi ile alt seviyelerde gözlenen bu birimde meydana gelmiş çatlak sisteminin oluşumuna neden olan stres koşulları, üstteki birimleride etkilenmiştir. Şekil 4.24’de görüldüğü gibi eklem aralıklarının ikincil karbonatla dolu olduğu görülmektedir. Buda eklem sistemlerinden sızan suyun karbonatça zengin olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.24. Sol sahildeki mağarada gözlenen eklem sistemi

Gölet rezervuar alanına ek su sağlaması açısından Aşlama kaynağının varlığı her ne kadar faydalı olarak görülse de bu unsurun rezervuar alanındaki sızma sorununu tetikleyen olaylardan biri olduğu düşünülmektedir. Nitekim Ertunç (2003)'de baraj gölü altında kalacak büyük kaynaklar daima bir soruyu akla getirmelidir demiştir ve şöyle devam etmiştir, göl dolduktan sonra bu kaynağın geliş yolu ters çalışarak, gölden su kaçağına neden olabilir. Gölet'te su tutulmaya başlanırken Aşlama kaynağının üzerinin kapatıldığı bilinmektedir. Bu Aşlama kaynağının çıkış noktasının kapatılması oldukça büyük bir soruna neden olmuştur. Kaynağın üzeri kapatılınca su zamanla basınç yaratmış ve piyezometrik seviyeye çıkmak için bir yol aramıştır. En sonunda da bir yol bularak normal akışını sürdürmüştür. Bu olay rezervuar alanının altında, malzeme çıkışlarına sebep olmuştur. Aynı zamanda göletteki suyun yükselmesi ile bu kaynağın kapatıldığı noktada bir gerilme artışı gözlenmiş ve nihai olarak bu su basıncı kaynağın kapatıldığı noktayı aşındırarak, Aşlama kaynağının ters çalışmasına sebep olmuştur. Nitekim göletteki suyun boşalması sırasında alüvyon biriminin mansap tarafındaki devamında deneme amaçlı yapılan sondajda 13 m'den sonra kuyu kotunun 3 metre

yükseğine kadar çıkan artezyen kesilmiştir, bu artezyen göletteki suyun düşümü ile son bulmuştur (Niğde İl Özel İdare, sözlü görüşme, 2006). Bell (2004)'de bahsettiği gibi basınç altındaki su kaldırma kuvveti oluşturabilir ve belirli şartlar altında borulanmaya neden olabilir. Buna örnekler Idaho'daki Jerome Rezervuarı, Washington'daki Cedar Rezervuarı, Tennessee'deki Hales Bar Rezervuarı, New York'taki Hondo Rezervuarı ve İspanya'daki Monte Jacques Rezervuarı olarak gösterilebilir. Rezervuar alanındaki bu olay Şekil 4.25'de kronolojik olarak gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.25. Aşlama kaynağının evrimi, A- kaynağın üzeri açıkken, B- kaynağın üzerinin kapatılması, C- kaynağın ters çalışması

Bir baraj veya gölet rezervuar alanının başlıca fonksiyonu depolama olduğundan, en önemli özelliği depolama kapasitesidir. Bu durumda buharlaşma ve

sızmadan ileri gelen kayıplar dikkate alınmalıdır. Önemli miktarda su kaybının olup olmayacağı yeraltı suyu koşullarına bağlıdır (Bell, 2004).

Knill (1971)'de yeraltı su seviyesinin ve piyezometrik seviyenin rezervuar alanındaki maksimum su seviyesinden düşük, fakat rezervuar tabanından yüksek olması durumunda içsel aşınma ve yüksek sızma basınçlarına neden olacağını rezervuar tabanında özellikle kireçtaşı arazisinde göçmelere (oturmalar) sebebiyet vereceğini belirtmiştir. Bu nedenle, yeraltı koşulları ortaya konduktan sonra göl alanının su sızdırabilirliği değerlendirilebilir. Önemli miktarda su kayıpları bir rezervuarın kullanım dışı kalmasına neden olabilmektedir. Su daima en düşük direnç hattına sızar ve yamaçlarda, tabanda ve rezervuar çevresindeki sırtlarda süresizlik devrelerinden veya gözenekli kayalardan geçerek daha alt seviyelere akar (Bell, 2004).

Ahmed (1960)'ta Aswan Rezuarı'ndaki sızmanın baraj dolduktan sonra baraj kapasitesinin % 20'sinden % 9'una düştüğünü ortaya koymuştur. Böyle durumlarda büyük miktarlardaki sızma suyu geçirgen katmanların beslenmesinde kullanılmakta ve böylelikle su tablası yükselmektedir. Bu katmanlar az-çok doygun olduklarında sızma önemli ölçüde azalır. Ancak geçirgen tabakalarda büyük gözenekler veya fisürler bulunduğu zaman rezervuarda sızma devam eder.

Dikilitaş Gölet'i yukarıda anlatılan sızma problemleri yüzünden çalışamaz hale gelmiştir. Bu problemlerin ortadan kaldırılması için çözüme yönelik bir ıslah yönteminin belirlenmesi ve uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Genel itibarı ile rezervuar alanında gözlenen ve tespit edilen bu problemlerin ortadan kaldırılması için ekonomiklik ve uygulanabilirlik şartları gözü önünde tutulmuştur. Bu şartlar altında iki farklı ıslah yönteminin faydalı olabileceği düşünülmüştür. Bunlardan biri rezervuar alanının jeotekstil malzemesi ile kaplanmasıdır. Diğerisi ise yine rezervuar alanının sıkıştırılmış kil örtü (clay blanket) yöntemi ile kaplanmasıdır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, rezervuar alanının Jeotekstil materyali kullanılarak kaplanmasından, diğer yöntemle göre daha fazla maliyet oluşturduğu gerekçesiyle vazgeçilmiştir.

4.3. Dikilitaş Göleti Islahı: Sıkıştırılmış Kil Örtü (Clay Blanket) Yöntemi

Rezervuar alanının sıkıştırılmış kil örtü ile kaplanması yöntemi hem uygulama açısından hem de ekonomik açıdan oldukça elverişlidir. Bu durumda önem arz eden unsur sıkıştırma işlemi için yakın bir alandan gerekli özelliklere sahip killi bir birimin varlığıdır. Kullanılacak killi birimin düşük geçirgenliğe, yüksek maksimum kuru birim hacim ağırlığına, plastisiteye ve dayanıma sahip olması ve içerisinde bir miktar silt ve kum içermesi beklenir.

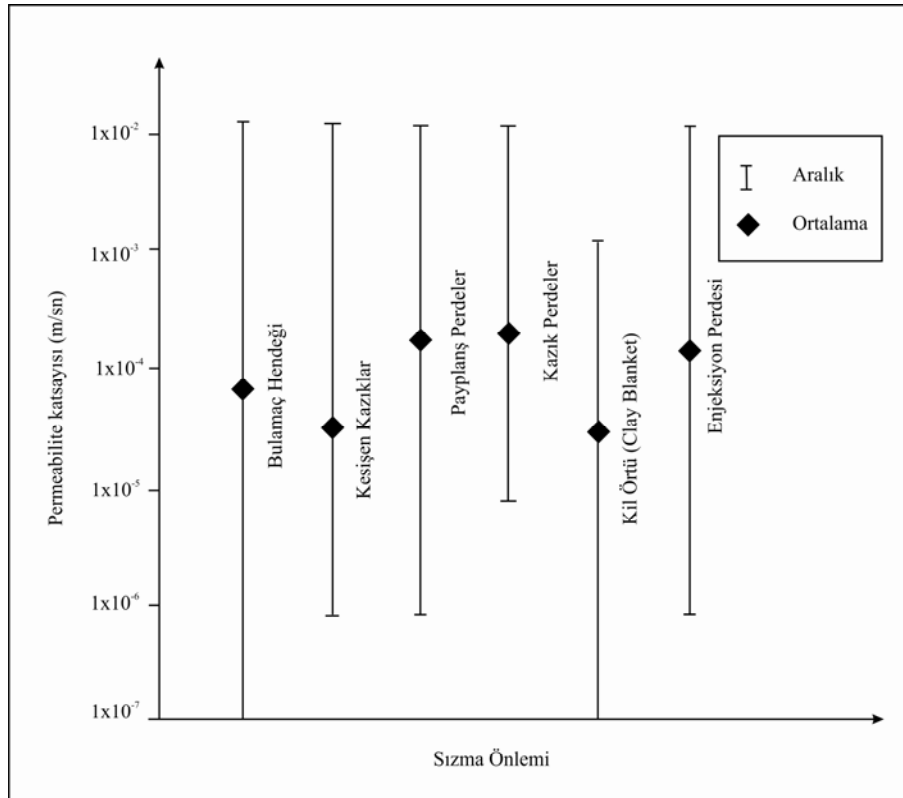
Coduto (1999) zeminlerin sıkıştırılmış dolgu olarak kullanılabilirliğinde MH ve CH türü zeminlerin, dolgu kaplamalarında (kil örtüler) çok düşük hidrolik iletkenliğin geçerli olmasından dolayı en iyi seçim olduğunu belirtmiştir. Aksi takdirde, özellikle ilk su muhtevası optimumun üzerinde olduğu zaman bunları kontrol altında tutmanın ve sıkıştırmanın güç olduğunu söylemiştir.

Coduto (1999)'a göre, sıkıştırılmış dolgular bir takım şartları sağlamalıdır, bu şartları şöyle sıralamıştır.

- 1- Dolgular hem kendi ağırlıklarını hem de temeller veya araçlar gibi dış yükleri desteklemek için yeterli dayanıma sahip olmalıdır. Dayanım eksikliği heyelanlara, taşıma gücü yenilmelerine neden olabilir.
- 2- Dolgular aşırı oturmaya neden olmamak için yeteri kadar sıkı olmalıdır. Yumuşak dolgular temellerin aşırı biçimde oturmasına izin verir ve genellikle yüzey drenaj biçimlerinde arzu edilmeyen değişimlere neden olur.
- 3- Dolgular ıslansa dahi 1. ve 2. koşulları karşılamaya devam etmelidir.
- 4- Toprak barajların çekirdeği veya düzenli dolgular için kaplamalar yeterince düşük hidrolik iletkenliğe (geçirimsizliğe) sahip olmalıdır.
- 5- Don kabarmasına meyilli alanlarda dona hassas olmayan zeminlerden yapılmış dolgular arzu edilir.

Sıkıştırılmış kil örtü (clay blanket) ıslah yöntemi özellikle rezervuar alanının küçük olduğu baraj ya da göletlerde kullanılır. Bu yöntemde rezervuar alanı killi bir birim ile sıkıştırılarak kaplanır ve sıkıştırma işlemi için kompaksiyon yöntemleri uygulanır.

Bu yöntemin kullanılmasının sebebi gölet'teki sızma problemlerinin rezervuar alanından kaynaklanmasıdır. Geçirimsiz bir malzemenin rezervuar alanına sıkıştırılarak serilmesi, suyun rezervuar alanındaki sızma problemini ortadan kaldıracaktır. Su direkt olarak rezervuar alanı ile temas etmeyeceği için sızma gerçekleşmeyecek ve gölet gerektiği gibi su tutabilecektir. Ancak sıkıştırılan dolgunun kalınlığı rezervuar alanında ek bir hacim teşkil edeceği için gölet'in su depolama kapasitesi bir miktar azalacaktır. Gölet'in su depolama kapasitesi göz önüne alındığında ($3.250.000 \text{ m}^3$) bu kapasitesinin bir miktar azalması çevre köy halkının ihtiyaçları bakımından bir sorun oluşturmayacaktır. Powell ve Morgenstern (1985)'de baraj ve rezervuar alanında gözlenen geçirimsizlik problemlerinin derecelere göre çeşitli ıslah yöntemlerinin kullanılabileceğini söylemiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Sızma kontrol önlemleri için önerilen permeabilite katsayıları aralıkları (Powell ve Morgenstern, 1985)

Şekil 4.26’da görüldüğü gibi rezervuar alanının geçirimsizliğine göre ıslah yöntemleri farklılık sunar. Daha önce fizibilite aşamasında yapılan sondajlarda ve araştırma sondajlarında yapılan basınçlı su deneyi ve sızma deneylerinde rezervuar alanındaki birimlerde orta geçirimli seviyelerin varlığı tespit edilmişti. Bu durumda Powell ve Morgenstern (1985), bu tip bir problemi ortadan kaldırmak için kil örtü yöntemini önermektedir.

Sıkıştırılmış kil örtü yöntemi ile ıslah çalışmasına birçok örnek verilebilir. Iwao ve Gunatilake (1999)’da Sri Lanka’daki Samanalawewa rezervuarından kaçakları kontrol etmekte kil örtü yönteminden bahsetmiştir. Bir başka örnek ise Yunanistan’dan verilebilir. Toprak dolgu Kolhiki Barajının kil çekirdek kısmında ve rezervuar alanında geçirimsizliği 10^{-7} cm/sn indirmek için siltli kum birimine bir miktar bentonit kili ilave ederek özel bir malzeme oluşturulmuş ve bu malzeme keçi ayaklı silindir sıkıştırıcılar ile optimum su içeriğinde sıkıştırmıştır (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Yunanistan Kolhiki Barajında uygulanan sıkıştırılmış kil örtü çalışması
(www.geoservice.gr)

Islah yöntemine karar verildikten sonra, ıslah çalışmasında kullanılmak üzere uygun numune arayışı başlatılmıştır. Daha önceki bölümlerde anlatılan bölgelerde araştırma çukurları açılmış ve alınan örselenmiş, örselenmemiş numunelerin indeks ve mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarında gerekli deneyler yapılmıştır. Islah yöntemine uygun numune seçiminden sonra mekanik stabilizasyon başlatılmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Mekanik stabilizasyon işlemlerinin başlanması

Kil örtü, optimum su içeriğinde, bir tabakasının kalınlığı 20 cm olacak şekilde serilmiş ve sıkıştırılmıştır. Arazide dikkat edilmesi gereken nokta laboratuvarda hesaplanan maksimum kuru birim hacim ağırlığının minimum % 95'inin gerçekleşmesidir. Aksi halde laboratuvarda hesaplanan sıkıştırma enerjisinde sıkıştırılmadan, kontrolsüz ya da yarı kontrolsüz olarak yapılacak bir dolgu, geri dönüşü olmayan ilave problemlere yol açabilir. Ayrıca son tabakanın sıkıştırılmasından sonra, gölet rezervuar alanında toplanacak suyun kil örtü ile direkt temasını ve dolayısı ile aşınmasını önlemek açısından en üst tabakanın üstüne 30 cm

kalınlığında ince kum, 20 cm kalınlığında kalın kum ve en üste çakıl serilerek sıkıştırılmıştır.

Sıkıştırılan bu kil örtünün gölet gövdesi ile olan dokanağı önem arz etmektedir. Gölet ana gövdesinin direkt kil örtü ile temasında, suyun kil örtünün altından girişine engel olmak açısından gölet ana gövdesi üzerine beton serilerek kil örtünün gövde ile olan dokanak bölgesinin iyi bir şekilde sıkıştırılması amaçlanmıştır (Şekil 4.29). Ayrıca bu betonun gövde ile olan temas noktasında geçirimsizlik sağlanmıştır.



Şekil 4.29. Kil örtünün gölet ana gövdesi ile olan dokanağında yapılan çalışma

Rezervuar alanında bulunan Aşlama kaynağının üzerine ek birtakım gerilmelerin uygulanmaması için ve bu kaynağın çıkış noktasının dolgu ile direkt temasını engellemek amacı ile Aşlama kaynağının üzerine maksimum su seviyesi yüksekliğinde kule savak yapılmıştır ve kaynağının akışı sağlanmıştır.

4.4. Numunelerin Sınıflama (İndeks) ve Mühendislik Özellikleri

4.4.1. Numunelerin İndeks Özellikleri

Uygun numune alımından sonra numunelerin indeks özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması için laboratuarda Atterberg limitleri, özgül ağırlık deneyi, tane boyu analizi (hidrometre deneyi ve elek analizi) yapılmıştır.

Kil örtü ile kaplama ıslah yönteminde kullanılacak birimin zemin sınıfı oldukça önemlidir. Önerilen zemin tipi kullanılmalıdır. Bu yüzden laboratuarda tüm indeks deneyleri yapılarak numuneler ilk önce birleştirilmiş zemin sınıflama sistemine (USCS) göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.3). Numunelere ait indeks deneylerin verileri EK- 31-51 arasında, birleştirilmiş zemin sınıflama sistemi ise EK- 52’de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Numunelerin indeks deney sonuçları

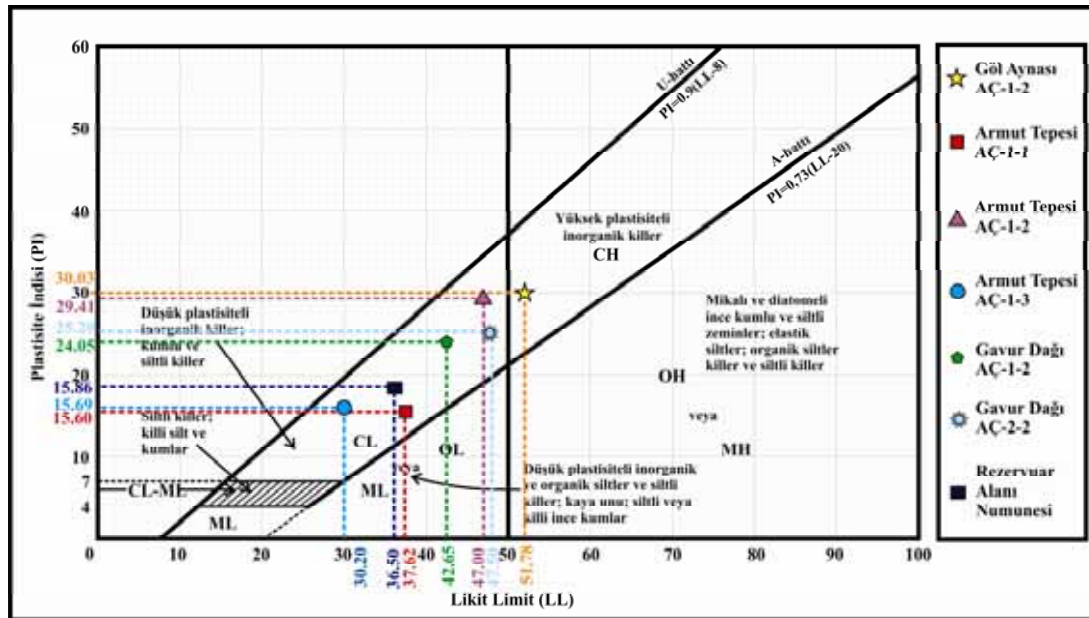
	Göl Aynası AÇ-1-1	Armut Tepesi AÇ-1-1	Armut Tepesi AÇ-1-2	Armut Tepesi AÇ-1-3	Gavur Dağı AÇ-1-2	Gavur Dağı AÇ-2-2	Rezervuar Numunesi
LL (%)	51.78	37.62	47.00	30.20	42.65	47.50	36.50
PL (%)	21.75	22.02	17.59	14.51	18.60	22.30	20.64
PI (%)	30.03	15.60	29.41	15.69	24.05	25.20	15.86
Ac	0.548	0.466	0.376	0.747	0.573	0.504	0.793
Gs	2.5833	2.5816	2.4553	2.5127	2.5079	2.6227	2.5683
Çakıl (%)	0.00	0.00	0.00	4.70	0.10	0.10	0.00
Kum (%)	23.80	47.10	39.00	54.20	40.10	34.60	46.95
Silt (%)	13.50	16.10	10.60	15.00	11.00	8.20	27.86
Kil (%)	62.70	36.80	50.04	26.10	48.80	57.10	25.19
Zemin Tipi	CH	CL	CL	CL	CL	CL	CL

Sınıflamaya yönelik Atterberg deneyleri sonucunda saptanan Plastisite indisi (PI) değerleri hesaplandıktan sonra, sonuçlar Casagrande plastisite diyagramı (Şekil 4.30) üzerinde işaretlenerek zeminlerin sınıflaması yapılmıştır. Ayrıca numuneler PI değerlerine göre değerlendirildiğinde plastisite derecelerinin plastik ve kuru dayanımlarının da orta-yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. 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

Şekil 4.30'da verilen Casagrande plastisite diyagramı üzerinde tüm numunelerin zemin tipi sınıflaması gösterilmiştir. Buna göre Göl Aynası AÇ-1-1 numunesi CH, diğer numuneler ise CL tipi zemin olarak bulunmuştur.



Şekil 4.30. Casagrande plastisite diyagramında çalışma konusu zeminlerin sınıflanması (Casagrande, 1948 ve Howard, 1977'den değiştirilmiştir)

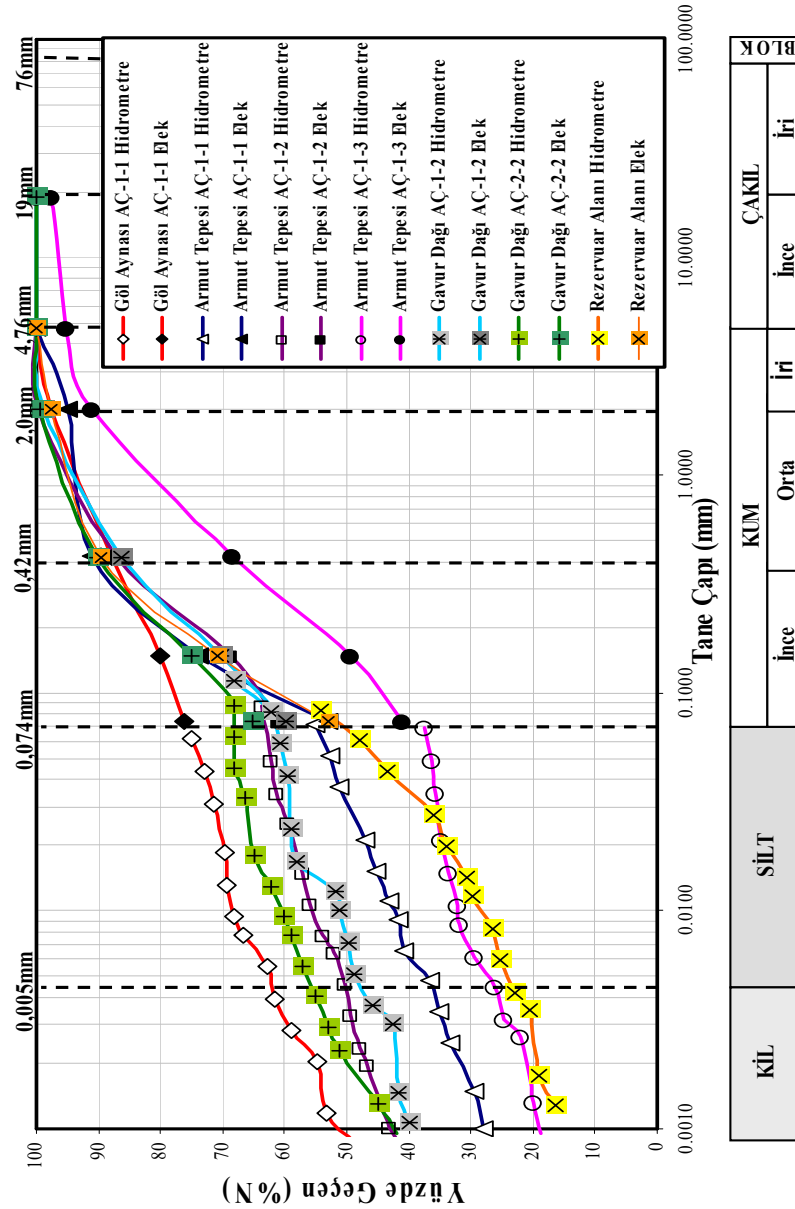
Tane boyu analizi neticesinde elde edilen ağırlıkça kil yüzdesi değeri kullanılarak zemine ait Aktivite (A_C) değerleri bulunmuş ve Çizelge 4.5'e göre aktiflik sınıflaması yapılmıştır. Rezervuar alanı numunesinin aktifliğinin normal olduğu ve diğer tüm numunelerin ise aktif olmayan kil grubuna girdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması (Skempton, 1953)

Aktivite (A_C)	Sınıflama
$A_C < 0,75$	Aktif olmayan killler
$0,75 < A_C < 1,25$	Normal killler
$A_C > 1,25$	Aktif killler

Numunelere ait granülometri eğrilerinin karşılaştırması Şekil 4.31’de sunulmuştur. Buna göre tüm numunelerin iyi derecelenmiş fakat kötü boylanmış olduğunu görmekteyiz. Numunelerin içerisinde en fazla kil oranına % 62.70 ile Göl Aynası AÇ-1-1 sahiptir.

Numunelerin özgül ağırlıkları karşılaştırıldığında, en küçük değerin (2.4553) Armut Tepesi AÇ-1-2, en yüksek değerin (2.6227) ise Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesine ait olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında tüm numunelerin özgül ağırlıkları 2.5-2.6 arasında olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.31. Numunelerin tane boyu analizi grafikleri

Numunelerin içerdiği kil minerallerinin hangi tip olduğunun belirlenmesi oldukça önemli bir konudur. Dolayısı ile numunelerin aktivite değerlerine göre içerdikleri kil mineralleri indirekt olarak saptanmıştır. Çizelge 4.6’da killi zeminlerin aktivite değerlerine göre kil minerali cinsi indirekt olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Değişik minerallerin aktiviteleri (Skempton, 1953 ve Mitchell, 1976)

Mineral	Aktivite
Na-Montmorilonit	4-7
Ca-Montmorilonit	1.5
İllit	0.5 – 1.3
Kaolinit	0.3 – 0.5
Halloysit (Dehidratlı)	0.5
Halloysit (Hidratlı)	0.1
Attapuljit	0.5 – 1.2
Allofan	0.5 – 1.2
Mika (Muskovit)	0.2
Kalsit	0.2
Kuvars	0.0

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere Göl Aynası AÇ-1-1, Armut Tepesi AÇ-1-3, Gavur Dağı AÇ-1-2, Gavur Dağı AÇ-2-2 ve rezervuar alanından alınan numunelerin aktivite değerleri 0.504 ile 0.793 arasındadır. Bu durumda bu zeminlerin içersindeki başlıca kil mineralinin illit grubuna girdiği görülmektedir. İllit grubu kil mineralleri hafif şişme özelliğine sahiptir (Coduto, 1999). Armut Tepesi AÇ-1-1 ve Armut Tepesi AÇ-1-2 numunelerin başlıca kil mineralleri ise kaolinit grubuna girmektedir. Kaolinit grubu killer kararlı bir yapıya sahip olup, şişme potansiyelleri çok düşüktür (Coduto, 1999).

4.4.2. Numunelerin Mühendislik Özellikleri

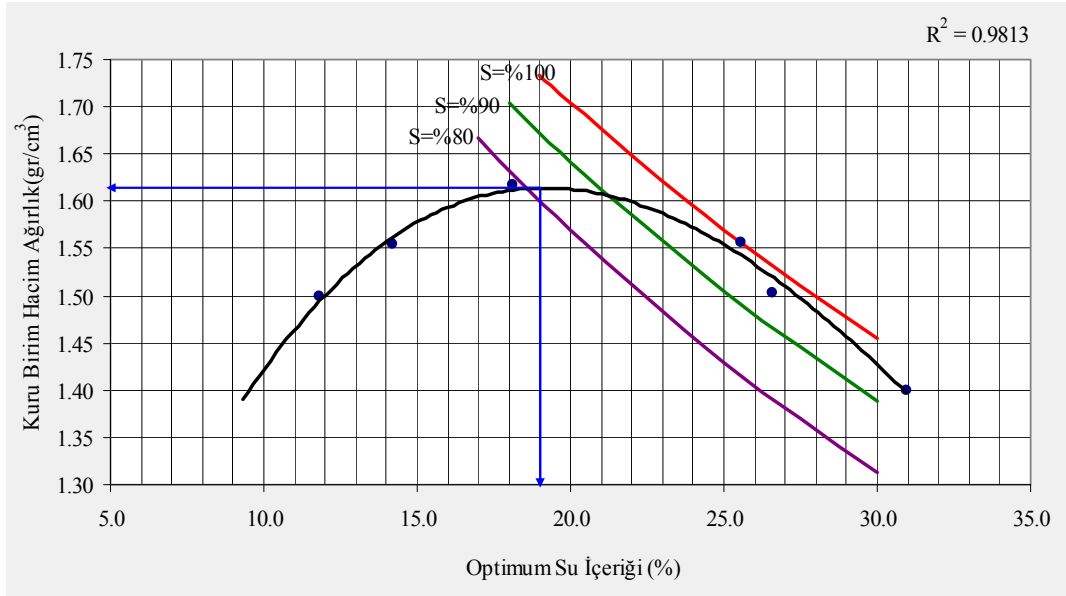
Seçilmiş olan ıslah yönteminde kullanılacak en uygun numunenin tespiti için, öncelikli olarak maksimum kuru birim hacim ağırlıklarının ve optimum su içeriklerinin bulunması için standart kompaksiyon deneyi yapılmıştır. Tespit edilen maksimum kuru birim hacim ağırlıklara sahip numunelerin geçirimsizlik değerlerinin bulunması açısından bu numuneler optimum su içeriğinde, standart kompaksiyon enerjisinde sıkıştırılarak, maksimum su yükü şartları altında permeabilite deneyi (geçirimsizlik deneyi)'ne tabi tutulmuştur. Daha sonra bu numunelerin dayanımlarının kıyaslanması açısından tekrar optimum su içeriğinde, standart kompaksiyon enerjisinde sıkıştırılarak alınan numuneler üzerinde, serbest basınç deneyleri yapılmıştır.

Rezervuar alanından alınan örselenmemiş numunenin ön konsolidasyon basıncının ve konsolidasyon sınıflanması (Aşırı Konsolidasyon Oranı, OCR) yapılması açısından konsolidasyon deneyi yapılmıştır.

4.4.2.1. Kompaksiyon Deney Sonuçları

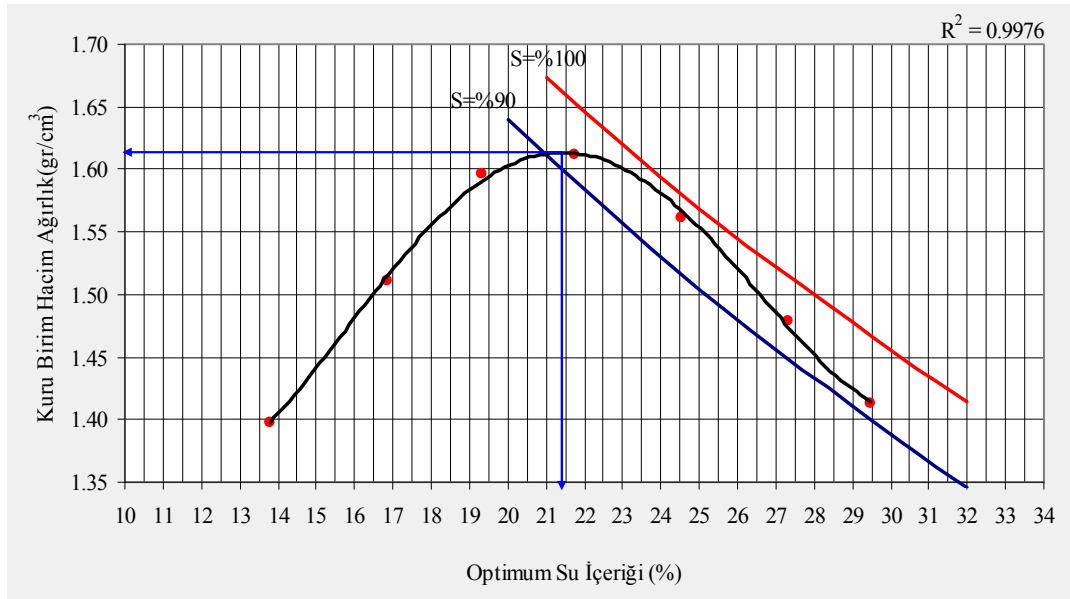
Alınan numuneler üzerinde Kompaksiyon deneyi ASTM (American Society Of Testing Materials) D 698-00 (2003) standartlarına göre yapılmıştır. Deney sonucu çizilen kompaksiyon grafiklerinde doygunluk çizgileri de gösterilerek, maksimum sıkışmanın hangi doygunluk değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Buna göre Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon deney sonucuna göre maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.617 gr/cm^3 , optimum su içeriği ise % 19.00 olarak bulunmuştur. Şekil 4.32'de Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği gösterilmiştir. Maksimum sıkışma doygunluk derecesi %90-100 arasındayken gerçekleşmiştir. Deney sonuç detayları EK-53' de verilmiştir.



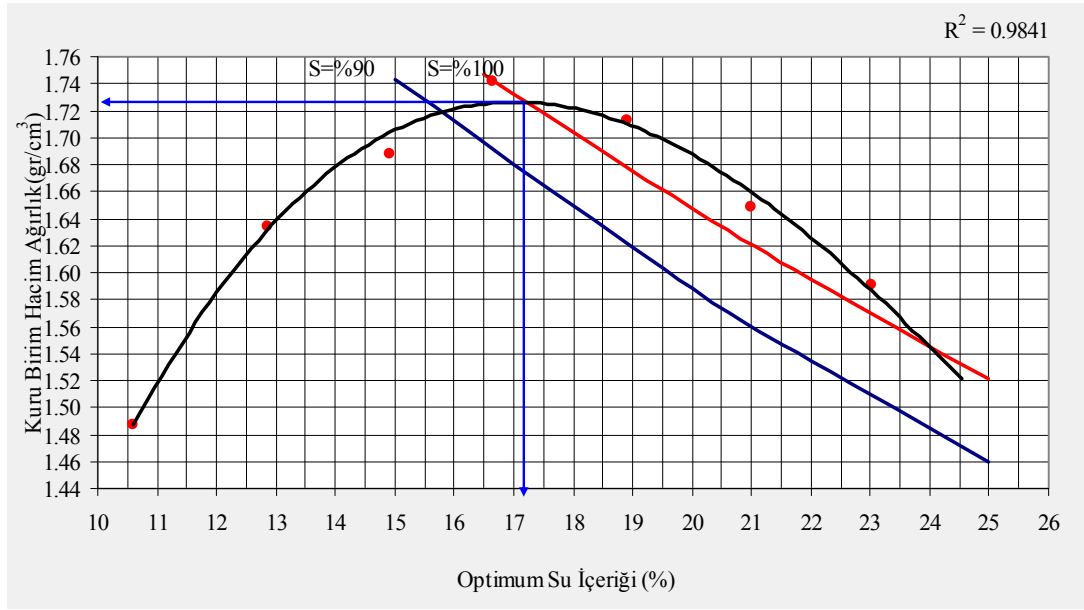
Şekil 4.32. Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği

Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon deney sonucuna göre optimum su içeriği ise % 21.52, maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.615 gr/cm^3 bulunmuştur. Şekil 4.33’de Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği gösterilmiştir. Bu grafiğe göre maksimum sıkışmanın, %80 ile %90 doygunluk dereceleri arasında gerçekleştiğini görmekteyiz. EK-54’ de deney sonuçları detay olarak verilmiştir.



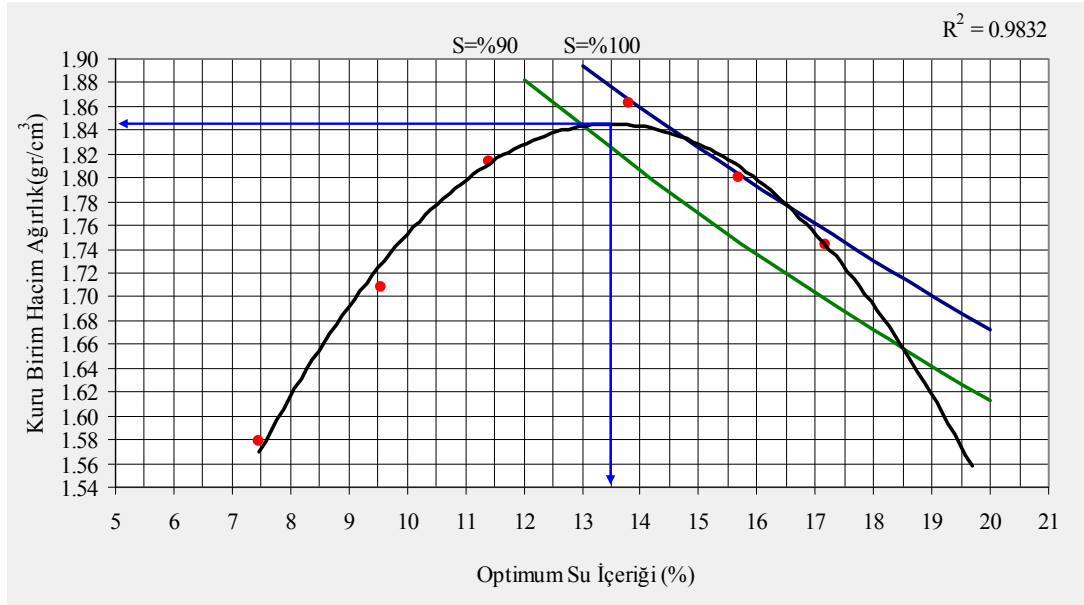
Şekil 4.33. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin kompaksiyon grafiği

Armut Tepesi AÇ-1-2 isminde alınan numunenin kompaksiyon deney sonucuna göre optimum su içeriği ise % 17.25 ve buna karşılık gelen maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.735 gr/cm^3 bulunmuştur ve doygunluk derecesi %100 iken maksimum sıkışma elde edilmiştir. Şekil 4.34’de Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiği gösterilmiştir. EK-55’ de deney sonuçları ve datası sunulmuştur.



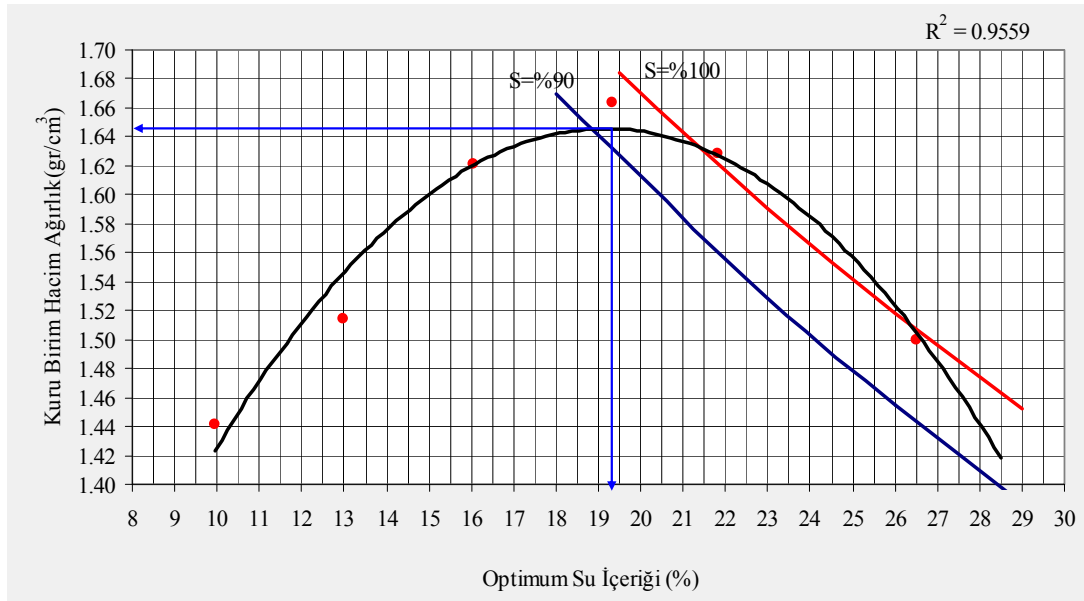
Şekil 4.34. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiği

Armut Tepesi AÇ-1-3 adlı numunenin yapılan standart kompaksiyon deney sonucuna göre maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.848 gr/cm^3 ve buna karşılık gelen optimum su içeriği ise % 13.50 bulunmuştur. Şekil 4.35’de Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin kompaksiyon grafiğinde görüldüğü üzere laboratuarda, maksimum sıkışma, doygunluk derecesi %90 ile %100 arasında gerçekleşmiştir. EK-56’ da deney sonuçları tam bir şekilde gösterilmiştir.



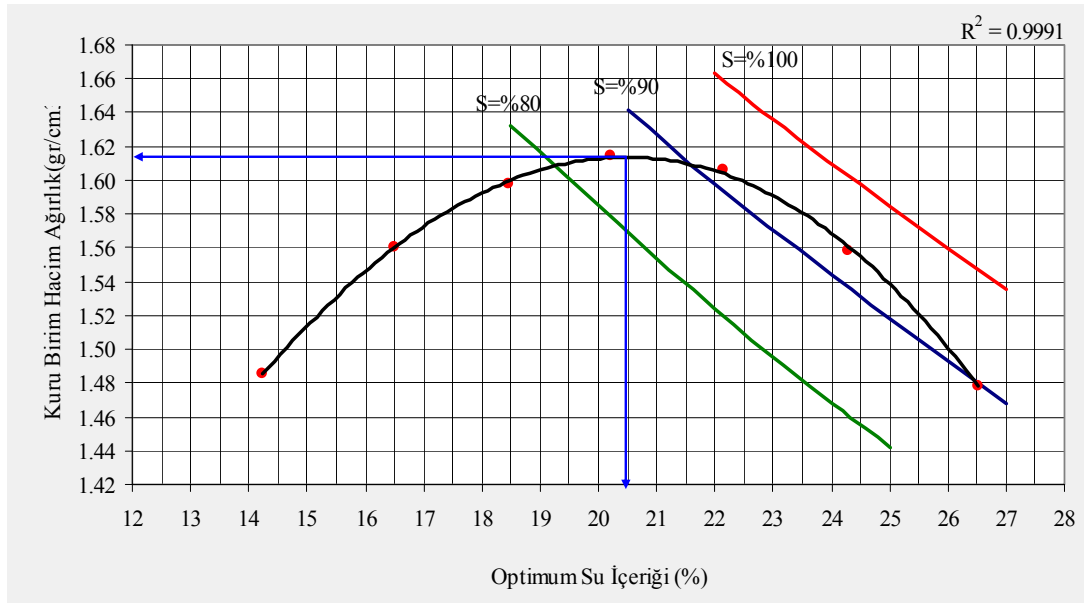
Şekil 4.35. Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin kompaksiyon grafiği

Yapılan standart kompaksiyon deneyine göre Gavur Dağı AÇ-1-2 adlı numunenin maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.645 gr/cm³ ve optimum su içeriği ise % 19.40 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.36'da Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiğinde görülmektedirki maksimum kuru birim hacim ağırlık doygunluk derecesinin %90 ile %100 arasında olduğu durumda elde edilmiştir. EK-57'de deney sonuçları verilmiştir.



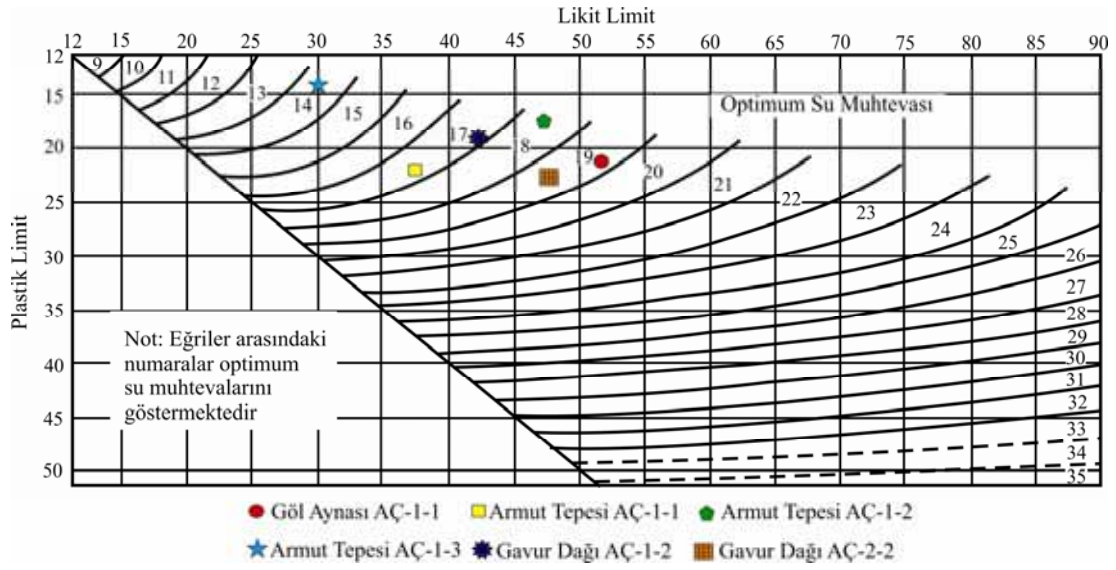
Şekil 4.36. Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin kompaksiyon grafiği

Yapılan kompaksiyon deneyine göre Gavur Dağı AÇ-2-2 adlı numunenin çizilen grafiğine göre maksimum kuru birim hacim ağırlığı 1.617 gr/cm^3 ve optimum su içeriği ise % 20.51 bulunmuştur. Şekil 4.37’de Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin kompaksiyon grafiği gösterilmiştir. Bu grafiğe göre maksimum sıkışma %80-90 doygunluk derecesi arasında gerçekleşmiştir. EK-58’de deney sonuçları datalarıyla birlikte verilmiştir.



Şekil 4.37. Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin kompaksiyon grafiği

Yapılan standart kompaksiyon deney sonuçlarının doğruluğunun belirlenebilmesi için Bowles (1970)’de Atterberg deneyi sonuçlarında bulunan likit limit ve plastik limite göre optimum su içeriğinin belirlendiği bir grafik sunmuştur (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Likit limit ve plastik limite göre optimum su içeriklerinin indirekt tayini (Bowles, 1970'den değiştirilerek alınmıştır)

Şekil 4.38'de likit limit ve plastik limit değerlerine göre ortalama optimum su içerikleri verilmiştir. Bu durumda Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin yapılan kompaksiyon deney sonucu optimum su içeriği % 19 bulunmuştur. Bu numunenin Atterberg deney sonuçları grafiğe yerleştirildiğinde de optimum değerinin % 19 olduğu görülmektedir. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin deney sonucu optimum su içeriği % 21.52 olarak bulunmuş, grafiğe göre ise bu değer yaklaşık % 17'dir. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin deney sonucu optimum su içeriği % 17.25 iken grafikteki optimum su içeriğinin ise % 18 olduğu görülmüştür. Aynı yaklaşım Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesi için yapıldığında, kompaksiyon deney sonucu bulunan optimum su içeriğinin % 13.50, grafikteki optimum su içeriğinin ise % 14 olduğu görülmüştür. Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin deney sonucu optimum su içeriği % 19.40 olarak hesaplanırken Bowles (1970)'e göre ise % 18 olduğu belirlenmiştir. Son numune olan Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin kompaksiyon deneyi sonucu bulunan optimum su içeriği % 20.51 iken grafikteki optimum su içeriği % 19'dur. Görülmektedir ki Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesi dışındaki diğer numunelerin likit limit ve plastik limitlerine göre optimum su içerikleri, standart kompaksiyon deney sonuçlarında bulunan optimum su içerikleri ile bazı numunelerde birebir değer, bazı numunelerde ise % 1 fark tespit edilmiştir. Bu fark Armut Tepesi AÇ-1-1

numunesinde % 4 olarak bulunmuştur. Bu değerler bize deney sonuçlarının oldukça doğru olduğunu göstermektedir.

4.4.2.2. Permeabilite Deney Sonuçları

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

Seçilen ıslah yönteminde (sıkıştırılmış kil örtü) uygun malzemenin serilip sıkıştırılmasından sonra, rezervuar alanındaki depolanacak suyun sıkıştırılmış kil örtüden sızarak kaçmaması için bu örtünün düşük hidrolik iletkenliğe (geçirimsizlik) sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle tüm numuneler üzerinde permeabilite deneyi yapılmıştır.

Bu deneyde ilk önce numuneler, standart kompaksiyon enerjisi altında, optimum su içeriklerinde, maksimum kuru birim hacim ağırlık elde edilecek şekilde standart kompaksiyon moldunda sıkıştırılmıştır. Daha sonra kompaksiyon moldundaki numune hassas bir şekilde numune alıcı yardımı ile permeabilite deney hücresine yerleştirilmiş ve gölet rezervuar alanında hesaplanan maksimum su gerilmesi altında numunelerin geçirimsizlik katsayıları hesaplanmıştır. EK-59, 60, 61, 62, 63, 64'de tüm numunelerin deney verileri sunulmuştur.

Deney sonucunda elde edilen permeabilite katsayıları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Buna göre tüm numuneler az geçirgen olup, özellikle Göl Aynası AÇ-1-1 numunesi ve Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesi en düşük permeabilite değerlerine sahiptir.

Çizelge 4.7. Tüm numunelerin permeabilite değerleri

Numune Adı	Permeabilite Katsayısı (k, cm/s)	Permeabilite Derecesi (Ulusay, 2001)
Göl Aynası AÇ-1-1	1.21041×10^{-8}	Az geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-1	5.60021×10^{-8}	Az geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-2	1.07688×10^{-8}	Az geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-3	3.07851×10^{-7}	Az geçirgen
Gavur Dağı AÇ-1-2	3.42764×10^{-8}	Az geçirgen
Gavur Dağı AÇ-2-2	2.15744×10^{-8}	Az geçirgen

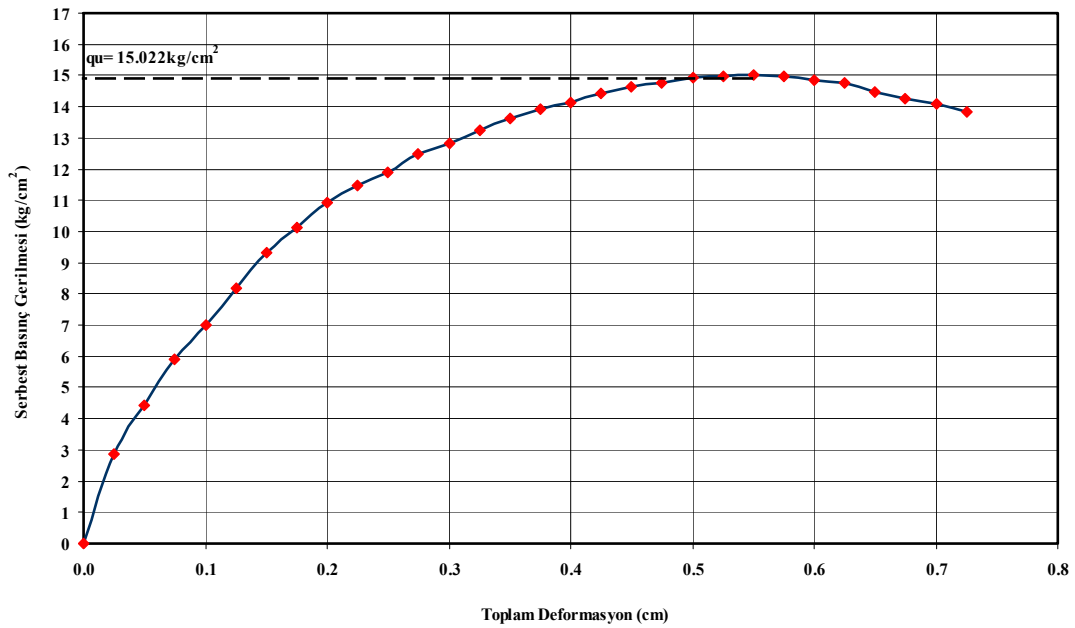
4.4.2.3. Serbest Basınç Dayanım Sonuçları

Sıkıştırılmış kil örtü, ıslah çalışmasında kullanılacak birimin serilip, optimum su içeriğinde sıkıştırılmasından sonra, üzerine gelecek su yüküne karşı göstereceği dayanım da çok önem arz eden bir konudur. Hesaplamalara göre ıslah yöntemi sonrası gölette birikecek suyun toplam derinliği 10 m'dir. Emniyetli tarafta kalmak için bu su yüksekliğinin 15 m olma olasılığını göz önüne aldığımızda, sıkıştırılmış kil örtü üzerine etkiyecek toplam su basıncı 1.5 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Dolgular üzerlerine gelen yükleri taşımak durumundadırlar Coduto (1999). Aksi halde dolgu üzerinde oluşacak bir yenilme, telafisi mümkün olmayan problemlere neden olabilir.

Islah yönteminde kullanılabilirliği araştırılan ideal malzemenin dayanımının belirlenmesi için, kompaksiyon deney sonuçları elde edildikten sonra, optimum su içeriklerinde numuneler, kompaksiyon moldunda tekrar sıkıştırılmıştır ve standartlara uygun silindirik numuneler çıkartılarak serbest basınç deneyine tabi tutulmuştur.

Göl Aynası mevkiinden alınan AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç gerilme grafiği Şekil 4.39'da verilmiş olup detay veriler EK-65'de sunulmuştur. Şekil 4.39'a göre Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç değeri 15.022 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Normal gerilme deformasyon grafiği sunan bu numunenin kohezyonu (C) 7.011 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. Bu durumda hesaplanan serbest

basınç gerilmesinin yorumunun yapılabilmesi için Terzaghi ve diğ. (1996)' da yapmış oldukları çalışmalar sonucu ortaya koydukları serbest basınç kıvam çizelgesine bakılarak (Çizelge 4.8) çıkan sonuca göre zeminin kıvamı belirlenebilir. Bu çizelgeye göre numune sert kıvamdadır. Bu bilgi bize malzemenin dolgu olarak kullanıldığında oldukça dayanımlı olacağını göstermektedir.



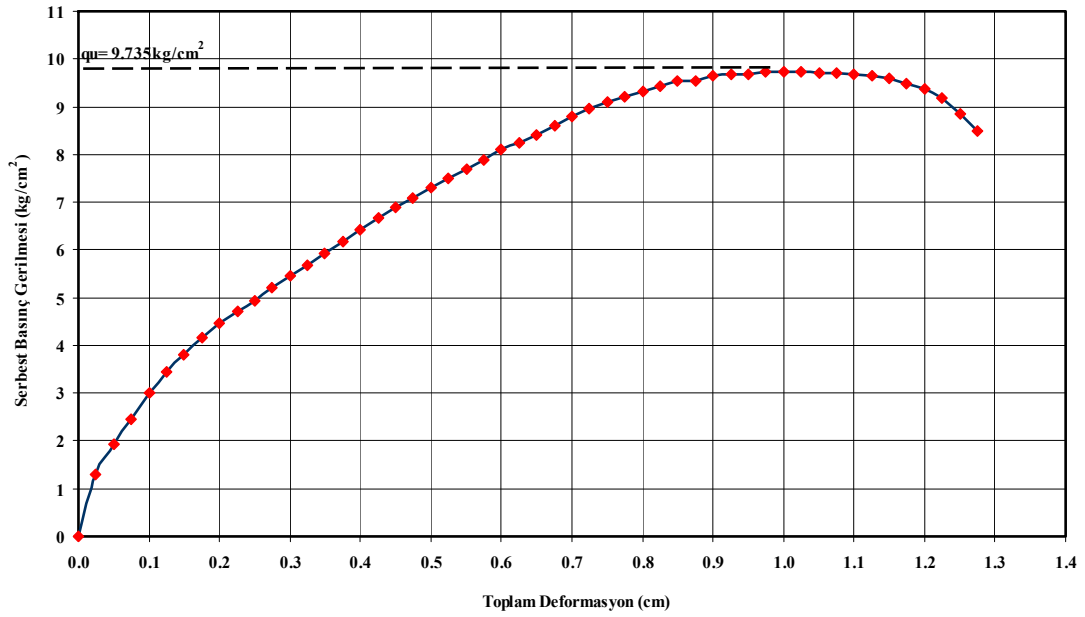
Şekil 4.39. Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

Çizelge 4.8. Serbest basınç dayanımı, q_u , değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı (Terzaghi ve diğ., 1996)

Kıvam	Serbest Basınç Dayanımı	
	q_u (kg/cm ²)	q_u (kPa)
Çok yumuşak	0,25'den küçük	25'den küçük
Yumuşak	0,25-0,50	25-50
Orta	0,50-1,0	50-100
Katı	1,0-2,0	100-200
Çok katı	2,0-4,0	200-400
Sert	4,0'den büyük	400'den büyük

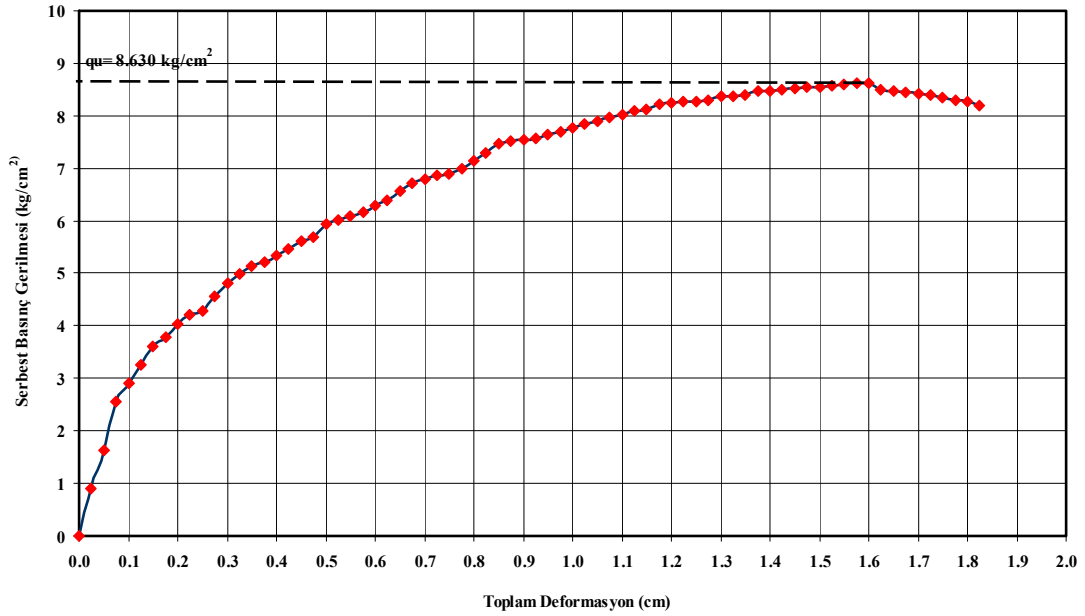
Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin optimum su içeriğinde tekrar sıkıştırılması sonucu elde edilen kompakte malzemenin serbest basınç gerilme değeri

Şekil 4.40'a göre 9.735 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Bu değere bağlı tutucu kuvvet olarak adlandırılan kohezyon ise 4.867 kg/cm^2 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.8'e göre numune sert kıvamdadır. Deney detay verileri EK-66'da sunulmuştur.



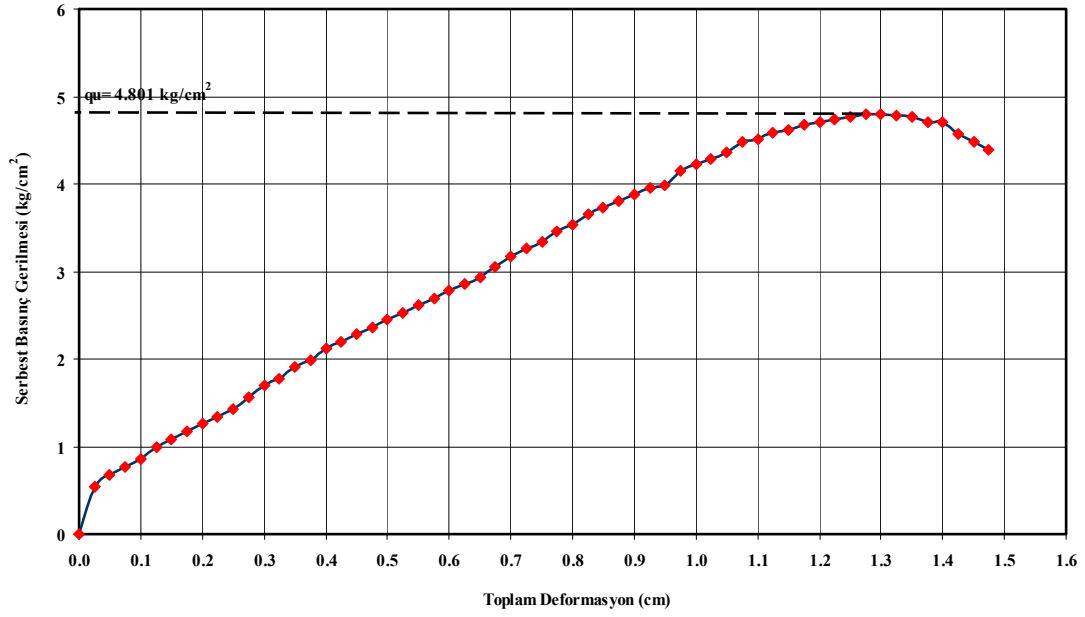
Şekil 4.40. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

Kompaksiyon deney sonuçlarına göre tekrar optimum su içeriğinde standart kompaksiyon enerjisi altında sıkıştırılan Armut Tepesi AÇ-1-2 adlı numunenin serbest basınç gerilme deformasyon grafiği Şekil 4.41'de verilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre Armut Tepesi AÇ-1-2'nin serbest basınç gerilme değeri 8.630 kg/cm^2 'dir. Bu değer yarısı olarak kabul edilen kohezyon ise 4.315 kg/cm^2 olarak tespit edilmiştir. Numunenin serbest basınç gerilmesine karşılık, kıvamını belirleyebilmek için Çizelge 4.8'e bakıldığında, sert kıvamda olduğu yani dolgu için dayanımlı olduğu görülmektedir. Bu deneye ait detay veriler EK-67'de gösterilmiştir.



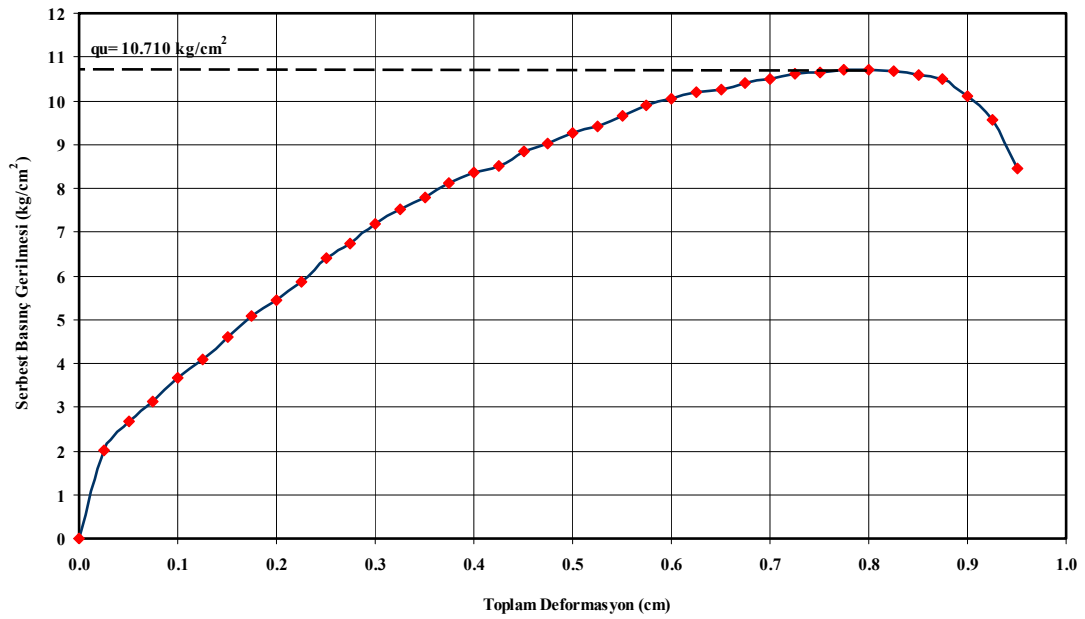
Şekil 4.41. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

Armut Tepesi AÇ-1-3 olarak isimlendirilen numunenin gerilme-deformasyon grafiği Şekil 4.42’de görülmektedir. Bu grafiğe göre numune diğerlerine oranla daha az dayanım göstermiştir. Ancak gerilme deformasyon grafiğinde elastik deformasyon sınırının daha yüksek olduğu görülmektedir. Buda göstermektedir ki bu numuneyi temsil edecek dolgu; üzerine gelecek gerilmelere karşı daha az kalıcı deformasyon gösterecektir. Yapılan hesaplamalara göre Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin serbest basınç gerilmesi 4.801 kg/cm^2 , kohezyonu ise 2.400 kg/cm^2 ’dir. Çizelge 4.8 incelediğinde numunenin sert kıvamda olduğu görülmektedir. Deneye ait detay veriler EK-68’de sunulmuştur.



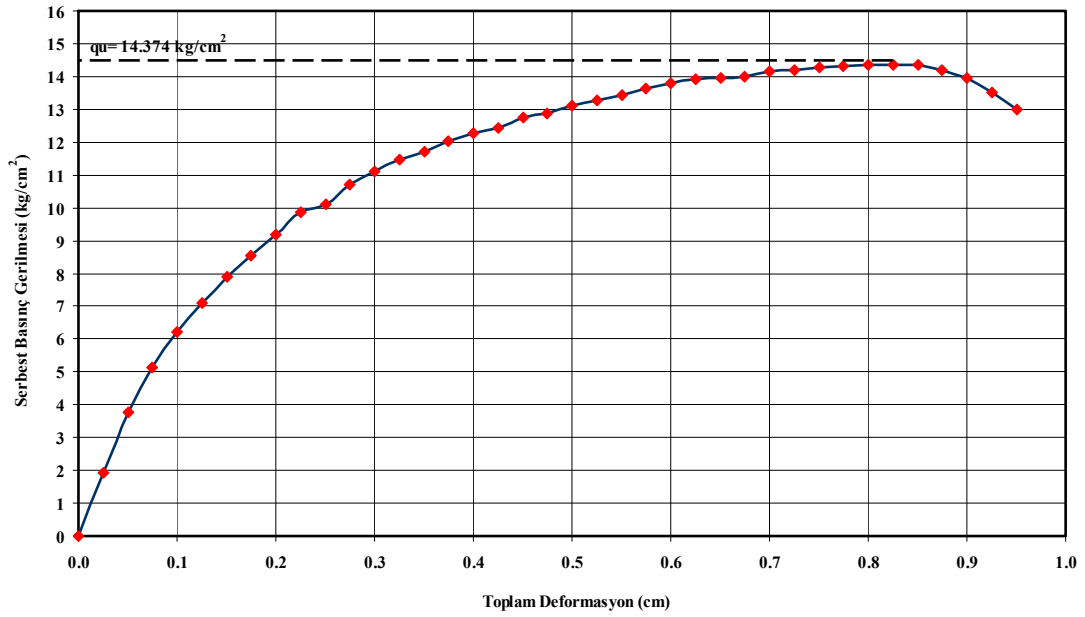
Şekil 4.42. Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

Gavur Dağı mevkiinde açılan AÇ-1-2 adlı numunenin serbest basınç deneyine ait gerilme deformasyon grafiği Şekil 4.43’de sunulmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucu serbest basınç gerilmesi 10.710 kg/cm², kohezyon ise 5.355 kg/cm²’dir. Çizelge 4.8’e göre sert kıvamdadır. Deney verileri EK-69’da gösterilmiştir.



Şekil 4.43. Gavur Dağı AÇ-1-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

Son numune olan Gavur Dağı AÇ-2-2 adlı numunenin serbest basınç gerilme deformasyon grafiği Şekil 4.44’de gösterilmiştir. Bu numunenin serbest basınç gerilmesi 14.374 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Kohezyon ise 7.187 kg/cm^2 olarak bulunmuş ve Çizelge 4.8’e göre sert kıvamdadır. Sonuçlar EK-70’de sunulmuştur.



Şekil 4.44. Gavur Dağı AÇ-2-2 numunesinin serbest basınç deneyi grafiği

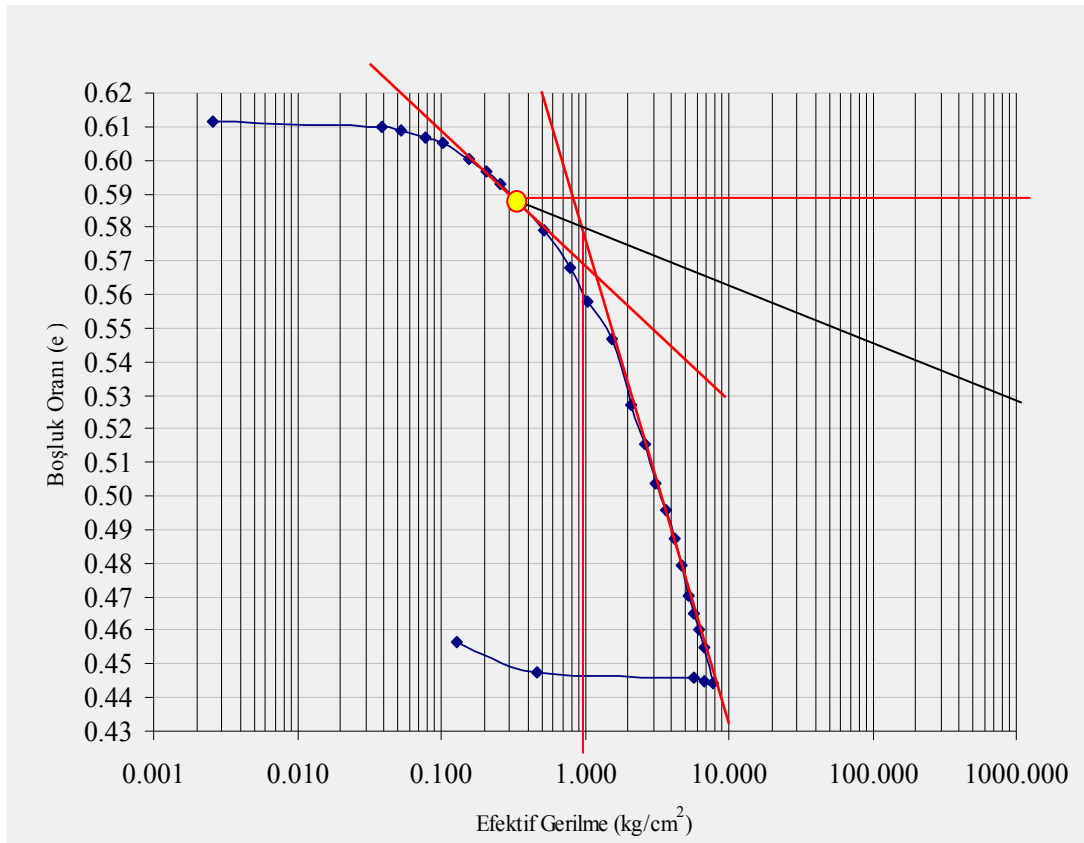
4.4.2.4. Konsolidasyon Deney Sonuçları

Rezervuar alanındaki alüvyonal birimden alınan numunenin, konsolidasyon deneyi ASTM (American Society of Testing Materials) D 2435-03 (2003) standartlarına göre yapılmıştır. Bu deneyde belirli derinlikten alınan numunenin ön konsolidasyon basıncı ve konsolidasyon sınıflamasının bulunması amaçlanmıştır.

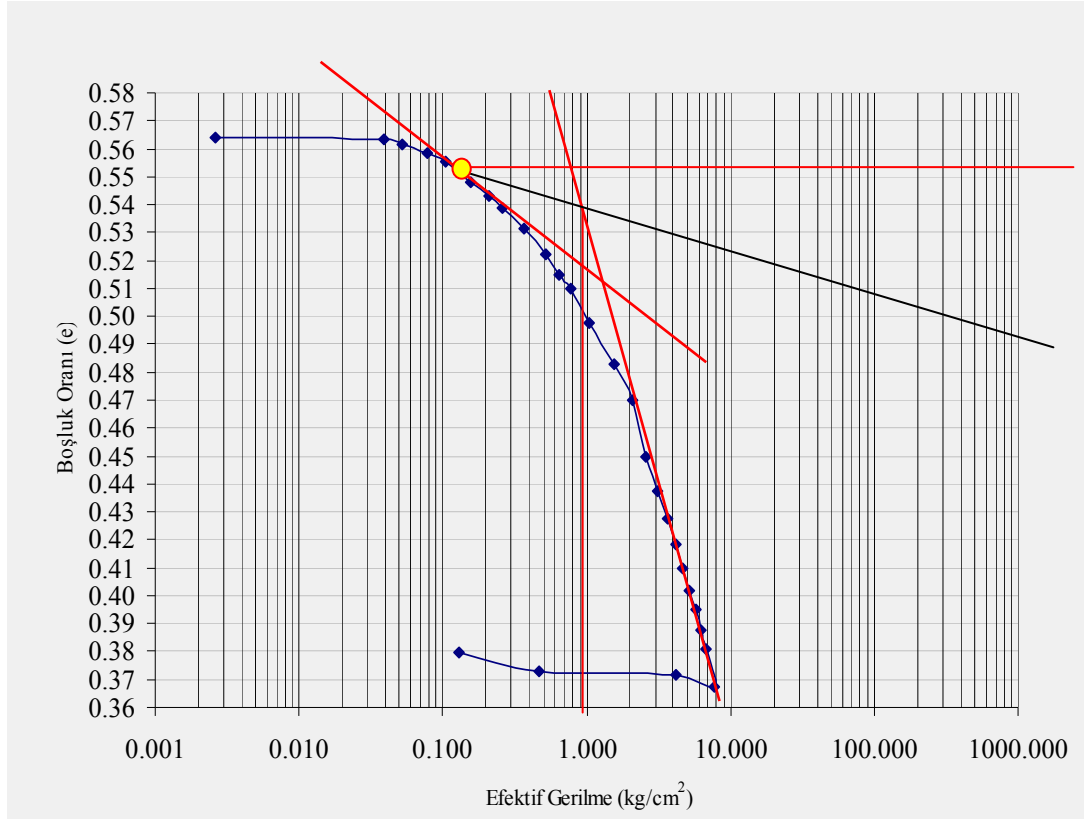
Bilindiği üzere gölet rezervuar alanındaki birimler ek olarak bir su yüküne maruz kaldıklarından bu birimlerin konsolidasyon sınıflamasında Aşırı Konsolide Zemin çıkmaları beklenir. Çünkü geçmişte uzun süreden bu yana etkisi altında kaldıkları maksimum efektif gerilmeye ek bir takım gerilmelere maruz kalmışlardır. Bu durumda ön konsolidasyon basıncı, düşey örtü basıncından büyük olacağı için bunların birbirine oranı 1’den büyük çıkacaktır. Böylelikle Aşırı Konsolide Zemin

sınıfına gireceklerdir. Rezervuar alanından alınan örselenmemiş numune üzerine 2 adet konsolidasyon deneyi uygulanmış ve bu 2 deneyin OCR sonuçları aynı çıkmıştır (Şekil 4.45-4.46).

Hesaplamalara göre Cassagrande yöntemi kullanılarak ön konsolidasyon basıncı her iki numunede 0.90 kg/cm^2 , örtü yükü ise 0.50 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Buradan Aşırı Konsolidasyon Oranı (OCR) 1.70 olarak hesaplanmıştır. Buna göre zemin aşırı konsolide zemin sınıfına girmektedir. Ayrıca konsolidasyon deneyinin yapıldığı bu birimin aşırı konsolide zemin çıkması, bu birimde olası bir sızma sonucu doku bozulması ve aşınmanın gerçekleşmediğini göstermektedir. Konsolidasyon deneylerine ait tüm veriler ve hesaplamalar EK-71 ve 72’de sunulmuştur.



Şekil 4.45. Birinci ön konsolidasyon basınç grafiği



Şekil 4.46. İkinci ön konsolidasyon basınç grafiği

4.4.3. Numunelerin İndeks ve Mühendislik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Coduto (1999) zeminlerin sıkıştırılmış dolgu olarak kullanılabilirliğinde MH ve CH türü zeminlerin dolgu kaplamalarında (kil örtüler) çok düşük hidrolik iletkenliğin geçerli olmasından dolayı en iyi seçim olduğunu belirtmiştir. Ancak killi zemini oluşturan kil mineralinin tipide oldukça önem arz etmektedir. Özellikle Na'lu montmorillonit kil minerali yüksek şişme-büzülme potansiyeline sahiptir (Holtz ve Kovacs, 1981). Dolayısı ile bu tip kil mineralini temsil eden zeminler CH tipi (yüksek plastisiteli kil) olsa dahi dolguda kullanılmaları (özellikle düşük yükler altında) mühendislik açısından oldukça sakıncalıdır. Rezervuar alanındaki sızma problemine karşılık kil örtü ile geçirimsiz bir perde oluşturmak için düşünülen ıslah yönteminde; kullanılacak zeminin, düşük geçirgenlik, yüksek kuru birim hacim ağırlık koşulunu sağlaması için kil içeriğinin ve plastisitenin yüksek fakat uniform bir birim yerine iyi derecelenmiş bir birim olması istenilir (Johnson ve Sallberg,

1960). İyi derecelenmiş zeminler tek tip tane boyutuna sahip zeminlere göre daha yüksek kuru birim hacim ağırlıklara sahiptir (Holtz ve Kovacs, 1981). Ayrıca dolguların, üzerine gelen yükleri taşıyamamaları durumunda oluşacak yenilme, telafisi mümkün olmayan problemlere neden olabilir (Coduto, 1999).

Yapılacak ıslah çalışmasında dolgunun kusursuz çalışması için ilk şart permeabilitesi düşük ve gölete en yakın, uygun mineralojik bileşime sahip killi malzemeyi seçmektir. Bu durumda yapılan sınıflama deneyleri sonucu Çizelge 4.3’de gösterildiği gibi bir tek Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin CH tipi zemin çıktığı ve bu numunenin illit grubu kil mineraline sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6). Ayrıca laboratuvar deney sonuçlarına göre Armut Tepesi AÇ-1-2’nin ve Gavur Dağı AÇ-1-2’nin Atterberg deney sonuçlarının plastisite kartında (Şekil 4.30) CH likit limit sınırına yakın olduğu ve içerdikleri kil minerallerinin, sırası ile kaolinit ve illit gurubu kil minerali olduğu saptanmıştır. Daha sonra tane boyu analizinde Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin yüksek kil içeriğine sahip olması (% 62.7) ve diğer birimlerin azımsanamayacak miktarda (silt % 13.5, kum % 23.80) olması, (iyi derecelenmiş) bu numuneyi temsil edecek birimin ideal dolgu malzemesi olarak kullanılmasını desteklemektedir. Ayrıca Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin granülometri eğrisine (Şekil 4.31) baktığımızda bu numuneyi de temsil eden zeminin diğerlerine oranla kil içeriğinin yüksek ve silt, kum birimlerinin (kil % 50.04, silt % 10.60, kum % 39.00) az olmadığı görülmektedir. Bu durumda Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesini temsil eden malzemenin de seçilen ıslah yönteminde kullanılabilirliği söz konusudur.

Ancak bu ıslah yöntemindeki ana unsur geçirimsizliği sağlamak ve yüksek kuru birim hacim ağırlıkta dolgu elde etmek olduğu için kompaksiyon deneyi ve permeabilite deneyi birlikte yorumlanarak malzemeler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Çizelge 4.9’da farklı sahalardan alınan numunelerin standart kompaksiyon ve permeabilite deney sonuçları birlikte verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tüm numunelerin standart kompaksiyon ve permeabilite değerleri

Numune Adı	Maksimum Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_{kmax} , gr/cm ³)	Permeabilite Katsayısı (k, cm/s) ve Derecesi
Göl Aynası AÇ-1-1	1.617	1.21041x10 ⁻⁸ Az Geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-1	1.615	5.60021x10 ⁻⁸ Az Geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-2	1.735	1.07688 x10 ⁻⁸ Az Geçirgen
Armut Tepesi AÇ-1-3	1.848	3.07851x10 ⁻⁷ Az Geçirgen
Gavur Dağı AÇ-1-2	1.645	3.42764 x10 ⁻⁸ Az Geçirgen
Gavur Dağı AÇ-2-2	1.617	2.15744 x10 ⁻⁸ Az Geçirgen

Çizelge 4.9'a baktığımızda Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesinin maksimum kuru birim hacim ağırlığının en yüksek (1.848 gr/cm³) çıktığı görülmektedir. Bu numunenin granülometri eğrisine (Şekil 4.31) bakıldığında kil, silt, kum ve çakıl miktarlarının sırası ile % 26.10, 15.10, 54.20 ve 4.70 olduğu görülmektedir. Kum miktarının yüksek olması ve ince taneli malzemenin de yaklaşık aynı oranda (% 41.2) olması nedeni ile yani daha iyi derecelenmiş birim olduklarından, bu malzeme diğerlerine oranla daha iyi sıkışmıştır. Ancak permeabilite deney sonucuna göre bu malzemenin permeabilite katsayısının diğerlerine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi yine kum miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bilinmektedir ki permeabilitesi en düşük birimler killi birimlerdir. Bu yüzden kil miktarı yüksek malzemelerin geçirimsizlikleri de düşük olur. Diğer en yüksek maksimum kuru birim hacim ağırlık (1.735 gr/cm³) Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesine aittir. Bu değer yanısıra permeabilite katsayısı da diğer birimlere oranla en düşük değeri almıştır. Diğer düşük permeabilite katsayısına sahip numune ise Göl Aynası AÇ-1-1 numunesidir. Zemin sınıflama evresinde bu iki numune (Göl Aynası AÇ-1-1, Armut Tepesi AÇ-1-2), seçilen ıslah yönteminde kullanılmak üzere zemin tipinden dolayı ideal dolgu malzemesi olarak görülmüş, yapılan bu mühendislik deneylerinin sonuçlarının yorumlanmasından sonrada, bu iki numunenin ideal dolgu birimi olduğu görülmüştür.

Dolguların dayanımlarının bilinmesi açısından yapılan serbest basınç deneyinin sonuçları Çizelge 4.10’da toplu olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Tüm numunelerin serbest basınç gerilme değerleri

Numune Adı	Serbest Basınç Gerilmesi (kg/cm ²)
Göl Aynası AÇ-1-1	15.022
Armut Tepesi AÇ-1-1	9.735
Armut Tepesi AÇ-1-2	8.630
Armut Tepesi AÇ-1-3	4.801
Gavur Dağı AÇ-1-2	10.710
Gavur Dağı AÇ-2-2	14.374

Çizelge 4.10’da görüldüğü üzere en yüksek dayanımı Göl Aynası AÇ-1-1 numunesi vermektedir. En düşük serbest basınç gerilmesi ise Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesine aittir. Daha önce ideal dolgu tipinde kullanılabilir olarak nitelendirdiğimiz Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin serbest basınç gerilmesi ise en düşük ikinci değeri almasına rağmen üzerine gelecek maksimum gerilme düşünüldüğünde (1.5 kg/cm²) oldukça dayanımlı olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan tüm deneyler ve ıslah alanına yakınlık birlikte yorumlandığında Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin, seçilmiş olan ıslah yönteminde kullanılmak üzere en ideal numune olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra alternatif olarak Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin de istenilen özelliklerin çoğuna uyan ikinci uygun numune olduğu belirlenmiştir.

4.5. Islah Yönteminin Uygulanması

Yapılan çalışmalar sonucu Dikilitaş Gölet'i rezervuar alanında gözlenen problemlerin tespiti yapılmış, bu problemlerin ortadan kaldırılması için gerekli ıslah yöntemi seçilmiş ve bu ıslah yöntemi için kullanılmak üzere farklı sahalardan alınan numunelerin dolguda kullanılabilirliği irdelenmiştir. Sonuç olarak bu ıslah yönteminde kullanılmak üzere en uygun numune seçimi yapıldıktan sonra, rezervuar alanında ıslah çalışması başlatılmıştır (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Islah çalışmasının başlaması

Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucu ıslah çalışmasında, Göl Aynası mevkiindeki malzeme hem en uygun birim olmasından hem de rezervuar alanına yakınlığından dolayı bu birim kullanılmıştır. Bu birim yaklaşık rezervi daha önceden hesaplanan bölgeden (Şekil 4.48) alınarak 20 cm kalınlığında, laboratuvar sonuçlarında bulunmuş olan optimum su içeriğinde (% 19) serilmiş ve silindir sıkıştırıcılar tarafından 6 pas geçilerek sıkıştırılmıştır.



Şekil 4.48. Göl Aynası mevkiinden malzeme alınması

Yaklaşık 7 ay süren çalışmalar sonucu gölet rezervuar alanı tamamen sıkıştırılmış kil örtü ile kaplanmıştır (Şekil 4.49)



Şekil 4.49. Rezervuar alanının kil örtü ile kaplanmış son hali

Çalışmaların son bulmasıyla gölete su verilmiş ve hesaplanan maksimum su seviyesin üstünde bir seviyede Dikilitaş Gölet'i su tutabilmiş ve elde edilen su seviyesini koruyabilmiştir (Şekil 4.50). Gölet'in su tutmaya başlamasından sonraki tarımsal faaliyet döneminde çevre köy halkı ürünleri için gerekli suyu kullanmış ve bölgede kalkınma başlamıştır.



Şekil 4.50. Dikilitaş Gölet'inin su tutmuş durumu

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar, Dikilitaş Gölet'inin rezervuar alanında çeşitli nedenlerden dolayı sızma problemi olduğunu, bundan dolayı da su tutma sorunu yaşandığını göstermiştir. Bu sızma problemlerinin nedenlerini ortaya koymak için rezervuar alanında (fizibilite aşamasında açılan sondajlar haricinde) 2 adet araştırma sondajı, 3 adet araştırma çukuru açılmıştır ve veriler değerlendirilmiştir. Ayrıca gölet alanında ve çevresinde saha çalışmaları yapılmış, araştırma derinleştirilmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda gölet rezervuar alanında 3 tip sızmanın gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bunlardan ilki özellikle sol yamaçta net bir şekilde görülen oldukça geniş aralıklı olan çatlak sisteminin varlığından kaynaklanan sızma tipidir. Diğer ise rezervuar alanının en üst seviyelerinde bulunan birimin geçirimsizliğinin yüksek olmasından kaynaklanan sızma, üçüncü tip ise rezervuar alanında başlangıçtan beri var olan Aşlama kaynağının üzerinin kapatılmasıyla gelişen, kaynağın ters çalışmasına neden olan kaçak tiptir.

Bu çalışmalar neticesinde rezervuar alanındaki sızmaya neden olan problemlerin tespitinden sonra gölet rezervuar alanında, sıkıştırılmış kil örtü (clay blanket) yöntemi ile ıslah çalışmasının yapılmasına karar verilmiştir. Bu kararın ardından gölet alanından ve yakın çevresindeki potansiyel malzeme sahalarını temsil eden 6 araştırma çukurundan numuneler alınmış ve zemin mekaniği laboratuvarında bu numunelerin seçilen ıslah yönteminde kullanılabilirliğini araştırmak için indeks ve mühendislik deneyleri yapılmıştır. Sonuç olarak yapılan tüm deneyler ve ıslah alanına yakınlık (ekonomiklik) birlikte yorumlandığında Göl Aynası AÇ-1-1 numunesinin seçilmiş olan ıslah yönteminde kullanılmak üzere en ideal numune olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra alternatif olarak Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesinin de istenilen özelliklerin çoğuna uyan ikinci uygun numune olduğu belirlenmiştir.

Hem ekonomik olmasından dolayı hem de seçilen ıslah yöntemine en uygun numune olması nedeni ile, Göl Aynası mevkiindeki bu birim, sağ sahil göl aynasında kazı yapılarak çekilmesi ile ıslah çalışmasında kullanılmıştır.

Islah çalışması öncesinde, gölet ana gövdesi üzerine kalınlığı yaklaşık 15 cm olacak şekilde beton kaplama yapılmıştır. Bunun amacı sıkıştırılacak kil örtünün direkt gölet ana gövdesi ile temasını engelleyerek suyun dolgu altına sızıp, basınç yaratıp dolguda deformasyonlar oluşturmasını engellemektir. Bu aşamada serilecek beton kalıplarının gölet gövdesi ile olan dokanak bölgesinde geçirimsizlik sağlanmış ve kil örtü direkt beton ile temas etmiştir.

Mekanik stabilizasyon işlemleri öncesinde rezervuar alanından bitki örtüsü, nadir bulunan gömülü nesneler ve kirletilmiş zeminler sıyırma yöntemi ile temizlenmiş ve düz bir topografya oluşturulmuştur.

Dolgu yapılacak ilk alan alüvyon biriminin üzerinde yer alan talveg alanı olduğu için bu alanda oldukça dikkatli olunmuştur. Mekanik stabilizasyon aşamasında sıkıştırılacak malzeme rezervuar alanına ulaştığında, standart kompaksiyon deney sonucunda bulunan optimum su içeriğine getirilmiş ve bu su içeriği homojen olarak dağıtılmıştır. Malzeme uygun su içeriğine getirildikten sonra ince yatay tabakalar halinde yaklaşık 20 cm kalınlığında serilmiştir. Daha sonra vibratörlü kompaksiyon araçları ile her tabaka eşit olacak şekilde sıkıştırılmıştır. Son aşamada gölette toplanacak suyun direkt kil örtü kaplaması ile temasını kesmek ve aşınmayı önlemek için en son tabaka üzerine 30 cm kalınlığında ince kum, 20 cm kalınlığında kalın kum ve en üste çakıl serilerek sıkıştırılmıştır.

Rezervuar alanında bulunan aşlama kaynağının üzeri kesinlikle kil örtü ile kapatılmamıştır. Aşlama kaynağı üzerine kule savak yapılmış ve bu kule savak boyu maksimum su kotu yüksekliğinde olacak şekilde dizayn edilmiştir.

Sonuç olarak Dikilitaş Gölet'i hesaplanan maksimum su seviyesin üstünde bir seviyede su tutabilmiş ve bu su seviyesini koruyabilmiştir. Gölet'in su tutmaya başlamasından sonraki tarımsal faaliyet döneminde çevre köy halkı ürünleri için gerekli suyu kullanmış ve bölgede kalkınma başlamıştır.

Sağ sahil göl aynasından kazı yapılarak malzemenin çekilmesi, topografik olarak bir düzensizlik yaratmıştır. Malzeme çekiminden kaynaklanan bu çukurluğun su ile dolması halinde, efektif gerilmenin azalması sonucunda sağ yamaçta ya da çukur içinde kütle hareketleri oluşabilir. Bu nedenle bu çukur alanda kütle hareketinin oluşmaması için bir takım önlemlerin alınması önerilir. Ayrıca bu

çukurluğu dolduran suyun kullanılamaması da bir sorun teşkil ettiği için bu çukur alandan rezervuar alanına bir kanal yapılarak çukur içindeki suyun tahliyesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- AHMED, A, A., 1960. An Analytical Study of the Storage Losses in the Nile Basin, With Special Reference to Aswan Dam Reservoir and the High Aswan Dam. Proceedings Institution Civil Engineers, 35, pp.181-200.
- ASTM D 2166-00, 2003. Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil, In: Annual Book ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, pp. 201-206.
- 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 Standards, 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 Standards, 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.
- AYHAN, A., PAPAK, İ., ATABEY, E., 1988. Gölçük (Misli)-Derinkuyu, Sulucaova Civarının Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 35s.

- AYTEKİN, M. 2004. Deneysel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, 2.Baskı, Ankara, 624 s.
- BAĞCI, M, A., 1987. Dikilitaş Göleti Jeoloji ve Jeoteknik Ön Çalışma Raporu, Anıt Mühendislik Taahhüt ve Ticaret LTD. ŞTİ. Ankara, 13s.
- BEEKMAN, P. H., 1966, Hasandağı-Melendizdağı bölgesinde Pliyosen ve Kuvaterner volkanizma faaliyetleri, MTA Dergisi, no. 66
- Bell, F, G., 2004. (Çeviri: KAYABALI, K., 2006), Mühendislik Jeolojisi ve İnşaat, Gazi Kitabevi, Ankara, 797s.
- BEYHAN, A., 1994. Stratigraphic Outline and Neotectonic of the Sulucaova-Kovalı Segment of the Ecemiş Fault Zone, Ms. Thesis, METU, Ankara, 109 p.
- BLUMENTHAL, M.M., 1941, Niğde ve Adana Vilâyetleri Dahilinde Torosların Jeolojisine Umumi Bakış: Maden Tetkik Arama Enat.,Ankara, No:8, 48 s.
- 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.
- BUCHARDT, W.S., 1954, Orta Anadolunun Jeolojisi, MTA Rapor No:2675 Ankara. (yayımlanmamış)
- CAN, H., GÜNTEKİN, A., ASLAN, M. ve DEMİRAN., 1992. Alt Yapı Laboratuvarı, Milli Eğitim Bakanlığı Basımevi, İstanbul, s.157.
- CASAGRANDE, A., 1948. Classification and Identification of Solis, Transactions, ASCE, Vol. 113, pp. 901-930.
- CODUTO, D, P., 1999. (Çeviri: KAYABALI, K., 2006), Jeoteknik Mühendisliği İlkeler ve Uygulamalar, Gazi Kitabevi, Ankara, 759s.
- COOMBES, H, A., 1968. Leakage Through Buried Channels. Bulletin Association Engineering Geologists, 6, 45-60.
- ÇETİN, H., 2000, Peleoseismology of the Ecemiş fault: Mid results. Workshop On Active Tectonics of Western Turkey, In Memoriam to Paul L. Hancock, Abstracts, Istanbul Technical University, 15-16 June, 2000, Istanbul, pp. 47-55.

- ÇETİN, H., 2000. Ecemiş Fayı Üzerinde Paleosismolojik Kazı Çalışmaları. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 4. Toplantısı, Kasım 16-17, 2000, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, s. 39.
- ÇETİN, H., 2004. Zemin Mekaniği Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana. (yayımlanmamış)
- 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.
- ERBİL, İ., 1992. Niğde Merkez Dikilitaş Göleti Mühendislik Jeolojisi Rapor Kritiği, Niğde İl Özel İdare Müdürlüğü.
- ERGUVANLI, K., 1982. Mühendislik Jeolojisi, Seç Kitabevi, İstanbul, 575s.
- ERTUNÇ, A., 2003. Mühendislik Jeolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yayın No: 41, S.D.Ü Basımevi, Isparta.
- FENER, M., 2006, Zemin Granülometrisinin Konsolidasyon Basıncı ve Zemin Hafızasına Etkisi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Müh. Anabilim dalı Doktora Tezi, Adana, 107s.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., 1977, Geologie des Westlichen Niğde-Massivs. Doctora Thesis, University of Bonn, 180 pp.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., 1982, Niğde Masifi Paragnayslarında Zirkon U/Pb Yaşları, TJK Bülteni, Vol: 25, s. 61-66.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., 1985, Niğde Masifi Batı Yarisının Jeolojisi, M.T.A. Derleme Rapor No. 5883.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., 1986a, Orta Anadolu Masifinin Güney Ucundan Jeokronolojik Yaş Bulguları. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 105/106, s.111-124.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., 1986b. Geochronological Data from the Southern Part (Niğde Area) of the Central Anatolian Massif. Bull. Mineral Resarch and Exploration, 105/106: pp.83-96.

- GÜZEL, M., 2004. Dikilitaş Göleti Jeofizik Rezistivite ve SP Etüt Raporu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Havza Islahı ve Göletler Dairesi Başkanlığı, 17s.
- 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.
- HOWARD, A, K., 1977. Laboratory Classification of Soil-Unified Soil Classification System, Earth Sciences Training Manual No: 4, U.S. Bureau of Reclamation, Denver, 56pp.
- IWAO, Y., and GUNATILAKE, J., 1999. A Geotechnical Overview of the Reservoir Leakage Problem of the Samanalawewa Dam, Sri Lanka. Proceedings Thirty Forth Japanese National Conference on Geotechnical Engineering, Tokyo, Japanese Geotechnical Society, 2, 1275-1276.
- İLKER, S., 1975. Adana baseni kuzeybatısının jeolojisi ve petrol olanakları, TPAO Arama Arşiv No: 973 Ankara, 63 s. (yayımlanmamış)
- İNTERNET, 2008. Google Earth Programı Harita Görüntüleri
- İNTERNET, 2008. <http://img510.imageshack.us>
- İNTERNET, 2008. www.dsi.gov.tr
- İNTERNET, 2008. www.geol.ucsb.edu
- İNTERNET, 2008. www.geoservice.gr
- İNTERNET, 2008. www.kaliteli-resimler.com
- İNTERNET, 2008. www.ozbulutinsaat.com
- İNTERNET, 2008. www.photoshopmagazin.com
- İNTERNET, 2008. www.yeniresim.com
- JOHNSON, A.W., and SALLBERG, J.R. 1960. Factors that Influence Field Compaction of Soils, Bulletin 272, Highway Research Board, 206 pp.
- KAYHAN, B., 2005, Zemin Mekaniği Deneylerinde Pratik Yöntemler, Çalışma Notu, Adana, 131 s.(yayımlanmamış).

- KAYHAN, B., 2006, Adana Bölgesindeki Killi Zeminlerin Hassasiyet Özelliği, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Müh. Anabilim dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 103s.
- KAYHAN, B., 2006. Piknometre Kalibrasyonun Yapılması, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana. (yayımlanmamış)
- KETİN, İ. 1963. 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası “Kayseri” paftası. MTA Enst. Yay., Ankara, 83 s.
- KLEYN, V.D., 1970. Recommendation of exploration for mineralization in the southwestern part of the Niğde-Çamardı Masif. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Derleme Rapor No.4345, 16 s.
- KNILL, J, L., 1971. Assessment of Reservoir Feasibility. Quarterly Journal Engineering Geology, 4, pp.355-372.
- KORKANÇ, M., 1998. Ecemiş Koridoru ve Eynelli-Bademdere (Çamardı-Niğde) Yöresinin Sedimentolojik ve Tektonik İncelenmesi, Niğde Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 104 s., (Yayımlanmamış).
- KORKANÇ, M., GÜREL, A., 2001. Ecemiş Fay Kuşağı Boyunca Eynelli-Bademdere (Niğde) Bölgesinin Tektonik İncelenmesi, Niğde Üniv. Müh. Mim. Fakültesi, Ecemiş Fay Kuşağı Çalışma Grubu Workshop-I. Bildiriler Kitabı, s.171-181.
- KORKANÇ, M., ve ÇOPUROĞLU, İ., 2006. Niğde Merkez Dikilitaş Sulama Göleti Durum Raporu. Rapor No: 1877-1994. Niğde Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 13s.
- LAHN, E., 1949. Orta Anadolu'nun Jeolojisi Hakkında Bildiri, TJK Bulteni, Cilt:2, No:1, Ankara, s.90-107.
- LEONARDS, G.A., 1962. Foundation Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1136 pp.
- MITCHELL, J. K., 1976. Fundamentals of Soil Behavior, 1st Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 422 p.
- MONEYMAKER, B, C., 1968. Reservoir Leakage in Limestone Terrains. Bulletin Association Engineering Geologists, 6, 3-60.

- NORMAN, T., 1972, Ankara Yahşıman bölgesinde Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 15, 180-276.
- POWELL, J. J. M., MORGENSTERN, N.R., 1985. "The Use and Performance of Seepage Prediction Measures" in Seepage and Leakage from Dams and Impoundments (edited by R.L. Volpe and W.E. Kelly) ASCE.
- 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.
- SERT, T. M., 1987. Niğde Merkez Dikilitaş Göleti Mühendislik Jeolojisi Rapor Kritiği, Niğde İl Özel İdare Müdürlüğü.
- SEYMEN, İ., 1981. Kaman dolaylarında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, v. 24 / 2, pp.101-108, (yayımlanmamış).
- SKEMPTON, A. W., 1953. The Collodial Activity of Clays, Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. I, pp.57-61.
- SÖYLEMEZ, M., 2003. Baraj Yıkılmalarına İstatistiksel Bir Yaklaşım, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Vol:18, No:1, Adana s. 65-76.
- TERZAGHI, K., 1944. Ends and means in soil mechanics, Engineering Journal of Canada, Vol. 27, p. 608.
- TERZAGHI, K., 1962. Dam Foundations on Sheeted. Geotechnique, 12, 199-208.
- TERZAGHI, K., PECK, R. B., and MESRI, G., 1996. Soil Mechanics in Engineering Practice, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 549 p.
- TOSUN, H., 2004. Baraj Mühendisliğinde Geoteknik-Geçirimli Zeminler ve İyileştirme Esasları, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı:430, s.38-47.
- TROMP, W., 1942. Kayseri-Niğde-Tuzgölü Arasının Jeolojisi, MTA Enstitüsü Rapor No: 1456, Ankara.

- ULUSAY, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No:38, 4. Baskı, Ankara, 335s.
- UZUNER, B, A., 1998. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği. Teknik Yayın Evi Mühendislik Mimarlık Yayınları. Ankara, s. 377.
- YETİŞ, C., DEMİRKOL, C., 1984. Ecemiş Fay Zonunun Jeolojik Evrimi, Yerbilimleri Dergisi, No.11. s.1-12.
- YILDIRIM, M., UZAYDIN, K., AKGÜNER, C., 1995. İstanbul İli, Avrupa Yakası Kemerburgaz Katı Atık Depolama Alanının Çevresel Değerlendirmesi Açısından Jeolojik-Hidrojeolojik Koşulları, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Sayı:47, s.8-13.

ÖZGEÇMİŞ

01.06.1982 yılında Urfa’da doğdum. İlkokul öğrenimini sırasıyla Urfa, Mersin, Antalya, Aksaray illerinde tamamladım. Ortaokulu Aksaray, lise öğrenimimi ise Adana ve Antalya’da tamamladım. 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nü kazandım. 2005 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldum ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans hakkı kazandım. 2006-2008 yılları arası proje asistanı olmaya hak kazandım ve halen görevime devam etmekteyim.

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 değerimi
- EK-3b. Düzeltmiř hidrometre okumasına karşılık efektif derinlik düzeltmesi
- EK-4. Suyun Sıcaklıkla Özgöl Ağırlığının Deđerisi (Detaylı)
- EK-5. Dikilitaş Gölet'ine ait tüm bilgiler
- EK-6. SK-1 sondaj logu
- EK-7. SK-2 sondaj logu
- EK-8. SK-3 sondaj logu
- EK-9. SK-4 sondaj logu
- EK-10. SK-5 sondaj logu
- EK-11. SK-6 sondaj logu
- EK-12. SK-7 sondaj logu
- EK-13. SK-8 sondaj logu
- EK-14. SK-9 sondaj logu
- EK-15. SK-10 sondaj logu
- EK-16. ASK-1 sondaj raporu sayfa 1
- EK-16. ASK-1 sondaj raporu sayfa 2
- EK-16. ASK-1 sondaj raporu sayfa 3
- EK-17. ASK-1 sızma deneyi sayfa 1
- EK-17. ASK-1 sızma deneyi sayfa 2
- EK-18. ASK-1 basınçlı su deneyi sayfa 1
- EK-18. ASK-1 basınçlı su deneyi sayfa 2
- EK-18. ASK-1 basınçlı su deneyi sayfa 3
- EK-19. ASK-2 sondaj raporu sayfa 1
- EK-19. ASK-2 sondaj raporu sayfa 2
- EK-19. ASK-2 sondaj raporu sayfa 3
- EK-20. ASK-2 sızma deneyi sayfa 1
- EK-20. ASK-2 sızma deneyi sayfa 2
- EK-21. ASK-2 basınçlı su deneyi sayfa 1
- EK-21. ASK-2 basınçlı su deneyi sayfa 2
- EK-21. ASK-2 basınçlı su deneyi sayfa 3
- EK-21. ASK-2 basınçlı su deneyi sayfa 4

- EK-21. ASK-2 basınçlı su deneyi sayfa 5
- EK-22. J-AÇ-1 Araştırma çukuru logu
- EK-23. J-AÇ-2 Araştırma çukuru logu
- EK-24. J-AÇ-3 Araştırma çukuru logu
- EK-25. Göl aynası AÇ-1-1 araştırma çukuru logu
- EK-26. Armut tepesi AÇ-1-1 araştırma çukuru logu
- EK-27. Armut tepesi AÇ-1-2 araştırma çukuru logu
- EK-28. Armut tepesi AÇ-1-3 araştırma çukuru logu
- EK-29. Gavur dağı AÇ-1-2 araştırma çukuru logu
- EK-30. Gavur dağı AÇ-2-2 araştırma çukuru logu
- EK-31. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-32. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-33. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-34. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-35. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-36. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-37. Rezervuar alanı numunesi Atterberg deney sonucu
- EK-38. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-39. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-40. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-41. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-42. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-43. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-44. Rezervuar alanı numunesi Özgül ağırlık deney sonucu
- EK-45. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-46. Armut Tepesi AÇ-1-1 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-47. Armut Tepesi AÇ-1-2 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-48. Armut Tepesi AÇ-1-3 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-49. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-50. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-51. Rezervuar alanı numunesi tane boyu analizi deney sonucu
- EK-52. Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi
- EK-52. Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi 2.sayfa
- EK-53. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu
- EK-54. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu

- EK-55. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu
- EK-56. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu
- EK-57. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu
- EK-58. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu
- EK-59. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-60. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-61. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-62. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-63. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-64. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi permeabilite deney sonucu
- EK-65. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-66. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-67. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-68. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-69. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-70. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi serbest basınç deney sonucu
- EK-71. Rezervuar alanı numunesi 1. konsolidasyon deney sonucu
- EK-72. Rezervuar alanı numunesi 2. konsolidasyon deney sonucu



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

EK-1

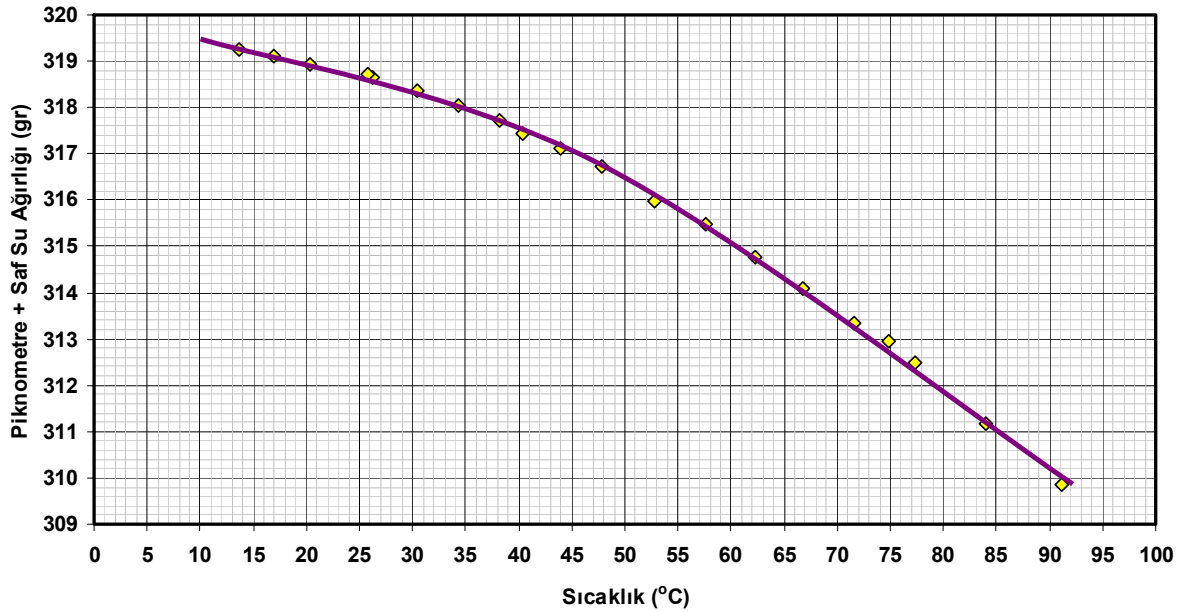
PİKNOMETRE KALİBRASYONU

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	

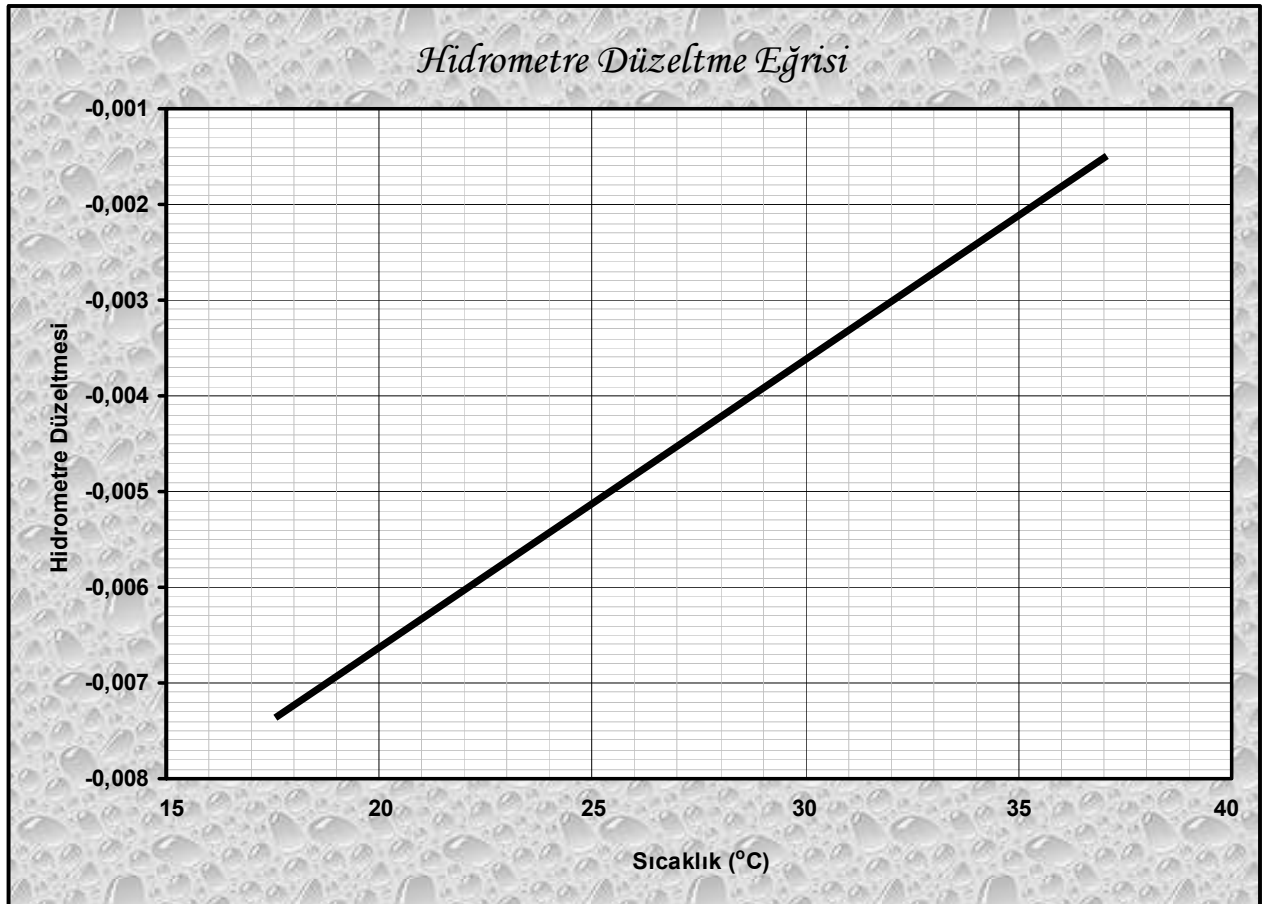
Piknometre Kalibrasyon Grafiği



Ek 1. Piknometre kalibrasyon eğrisi (Kayhan, 2006)

EK-2a. Suyun Sıcaklıkla Özgöl Yoğunluğunun ve Birim Hacim Ağırlığının Değişmesi (γ_w , r_s , G_w) (Can ve diğ., 1992)

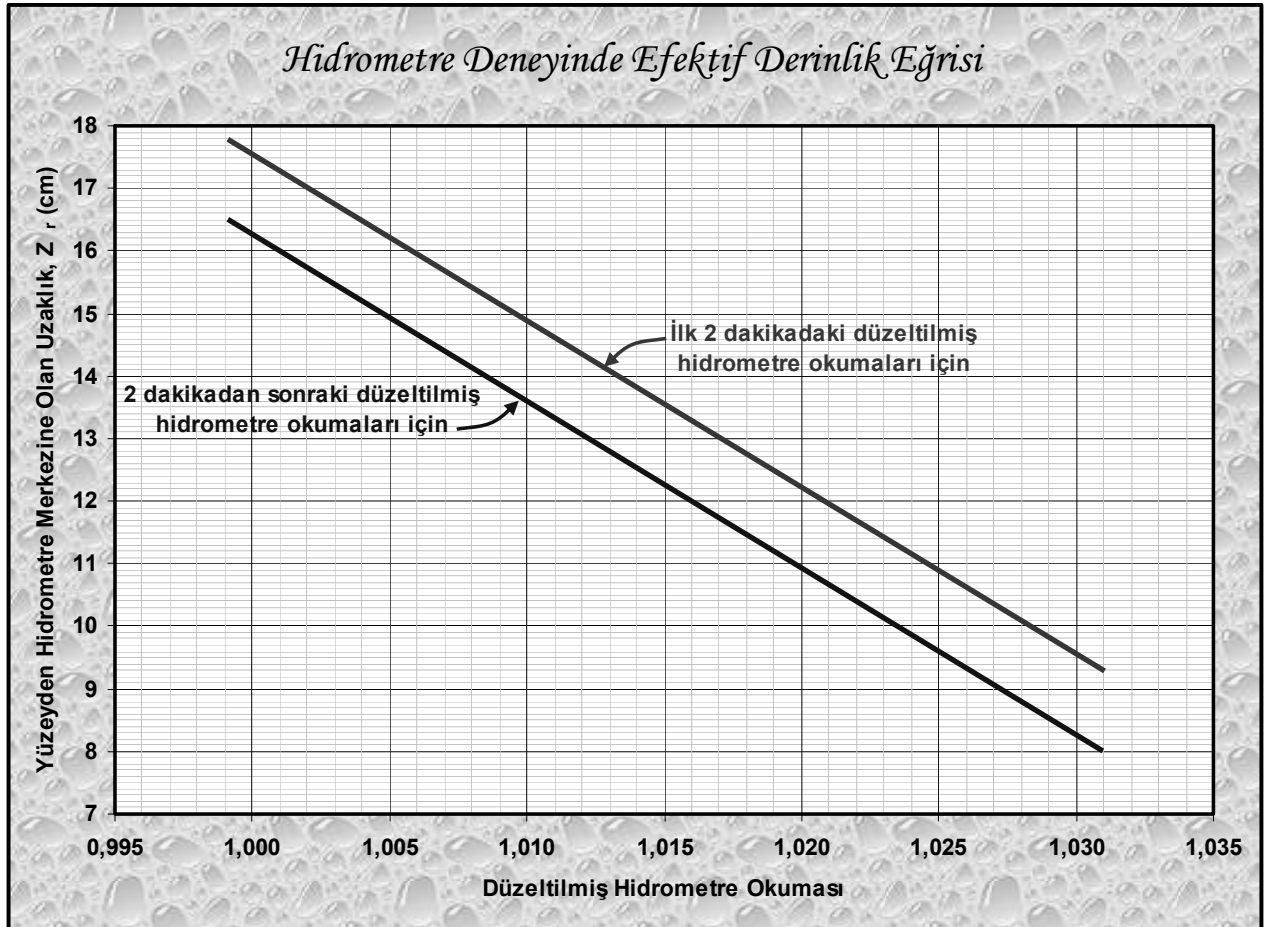
T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,9999	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999	0,9999	0,9998
10	0,9997	0,9996	0,9995	0,9994	0,9993	0,9991	0,9990	0,9988	0,9986	0,9984
20	0,9982	0,9980	0,9978	0,9976	0,9973	0,9971	0,9968	0,9965	0,9963	0,9960
30	0,9957	0,9954	0,9951	0,9947	0,9944	0,9941	0,9937	0,9934	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 etkerif derinlik düzeltmesi (Çetin, 1998)

EK-4. Suyun Sıcaklıkla Yoğunluğunun Değişmesi (ASTM D854-02, 2003)

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

	ANA GÖVDE	EK GÖVDE		ANA GÖVDE	EK GÖVDE		ANA GÖVDE	EK GÖVDE
Gövde yüksekliği (m)	26.10	5.78	Brut depolama (m ³)	3.250.000.000	-	Kil+zon dolgusu (m ³)	312.589	27.944
Kret kotu (m)	1513.30	1513.30	Ölü hacim (m ³)	103.000	-	Temel dolgusu (m ³)	35.328	1.356
Talveg kotu (m)	1487.20 (1482.74)		Buharlaşma (m ³)	267.000	-	Düşey filtre dolgusu (m ³)	6.152	817
Su kotu (m)	1511.00	1511.00	Sızma (m ³)	294.000	-	Yatay filtre dolgusu (m ³)	13.270	1.999
Maksimum su kotu (m)	1512.00	1512.00	Toplam kayıplar (m ³)	664.000	-	Riprap yapımı (m ³)	7.144	2.452
Ölü hacim kotu (m)	1497.50	1497.50	Faydalı hacim (m ³)	2.856.000	-	Kil+zon nakli (ton)	609.218	49.099
Kret uzunluğu (m)	351.50	393.00	Havza genişliği (km ²)	7.16	-	Kazı nakli (ton)	90.114	6.542
Kret üst genişliği (m)	7.00	4.00	Derivasyon havzası (km ²)	76.610	-	Filtre nakli (ton)	35.302	7.757
Memba şevi	1/3	1/3	Toplam havzası (km ²)	83.770	-	Riprap nakli (ton)	12.502	4.311
Mansap şevi	1 / 2.5	1 / 2.5	Göl aynası uzunluğu (m)	1640.00	-	Temel bilgileri	11-14 no'lu kazıklar arası şev 1/0.5 diğer 1/1; Ek gövde 1/0.5	
Temel max.derinliği (m)	19.86	1.00	Göl aynası genişliği (m)	938.00	-			
Temel genişliği (m)	6.00	4.00	Riprap altı filtre kalınlığı (m)	0.25	0.25	Dolu savak bilgileri	Q500 = 25.177 m ³ /sn borulu savak Φ 400SÇB, L=222.00 m	
Kil çekirdek kotu (m)	-	-	Riprap kalınlığı (m)	0.50	0.50			
Kil çekirdek genişliği (m)	-	-	Kret üstü stabilize (m)	0.25	0.25	Dip savak bilgileri	Φ 550 SÇB, L=96.00 m.Vana Φ 600 (1 volanlı 1 kelebek vana)	
Kil çekirdek şevi	-	-	Kamber payı (%)	2	2			
Düşey filtre kotu (m)	1511.00	1511.00	Sıyırma kalınlığı (m)	0.20	-	Topuk dren bilgileri	Φ 200 AÇB, L= 365.00 m. Tahliye Φ 300 AÇB,L=85.00 m Kanal ebatları b=0.6m, h=1.2m 1/1;etekten 0.6cm içte	
D.filtre kalınlığı (m)	1.00	1.00	Gövde dolgu tipi	Homojen	Homojen			
D.filtre şevi	1/1	1/1						

Başlama Bitiş: 1990 – 1996

Sulama Havzası: 538 hektar

Faydalanan Aile:1050

*Değerler tatbikat projesinden alınmıştır.

EK-5. Dikilitaş Gölet'ine ait tüm bilgiler

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Sondaj No : SK-1					Yer : Talveg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Sondaj Derinliği (m) : 24.0 m					Tarih : 24-26.8.1987																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Araç : Acker																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Sondör : Ali TÜRKOZ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Y.A.S Derinliği (m) : 2.10 m					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						Basıncılı Su							Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basıncı kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

EK-6. SK-1 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sondaj No : SK-2					Yer : Sol sahil su kotu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sondaj Derinliği (m) : 15.0 m					Tarih : 24-25.8.1987																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Araç : SMS-100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Sondör : Metin İŞBİLİR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Y.A.S Derinliği (m) : -					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Kerot %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
						Basıncılı Su						Basıncsız Su			Penetrasyon		Y.A.S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
						Tecrübe Alt-Üst Derinlik	Manometre Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1					0-0.3 m bitkisel toprak																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

EK-7. SK-2 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																				
Sondaj No : SK-3					Yer : Sağ sahil yamaç başlangıcı																				
Sondaj Derinliği (m) : 18.0 m					Tarih : 27-28.8.1987																				
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Araç : Acker																				
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Sondör : Ali TÜRKOZ																				
Y.A.S Derinliği (m) : -					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																				
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																			
						Basınçlı Su							Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S								
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyat (lt)	11.5dk Zayıyat (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik			
1		73	NWG Vidyeye Kron		0-0.4 m bitkisel toprak									1.5	3	2.2x10 ⁻⁴				27.8.1987	0.00				
2		77			0.4-3.0 m açık kahverenkli tuf çakıllı kumlu siltli kil											3.0	1.5	3.4x10 ⁻⁵							
3					3.0-4.0 m Co.konresyonlu siltli kil												4.5	0	10 ⁻⁷						
4		70															6.0	0	10 ⁻⁷						
5		73															7.5	0	10 ⁻⁷						
6																	9.0	0	10 ⁻⁷						
7		73															10.5	0	10 ⁻⁷						
8		73					4.0-18.0 m açık kahverenkli içerisinde metamorfik çakıllar bulunan kumlu siltli kil										12.0	0	10 ⁻⁷						
9		75					10.00-11.50 m arasında kum oranında artış gözlenir										13.5	0	10 ⁻⁷						
10		80															15.0	0	10 ⁻⁷				28.8.1987	3.00	0.70
11		70															16.5	0	10 ⁻⁷						
12		70															18.0	0	10 ⁻⁷						
13		76																							
14		71																							
15		74																							
16		80																							
17																									
18							Kuyu Sonu: 18.00 m.																	2.30	
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.																				

EK-8. SK-3 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																		
Sondaj No : SK-4					Yer : Sol sahil yamacı																		
Sondaj Derinliği (m) : 15.0 m					Tarih : 26-27.8.1987																		
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Araç : SMS-100																		
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Sondör : Metin İŞBİLİR																		
Y.A.S Derinliği (m) : -					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																		
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																	
						Basıncılı Su							Basıncsız Su			Penetrasyon		Y.A.S					
						Tecrübe Alt-Üst Derinlik	Manometre Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik			
1		96	NWG Vidye Kron		0-2.5 m yamaç molozu kahverenkli tuf çakıllı, kumlu kil								1.5	2	8.8x10 ⁻⁵			26.8.1987	0.00				
2		90													3.0	4.5	2.0x10 ⁻⁴						
3																4.5	1	2.2x10 ⁻⁵					
4		86														6.0	0	10 ⁻⁷					
5																7.5	0	10 ⁻⁷					
6		93														9.0	0	10 ⁻⁷					
7		96														10.5	0.5	3.6x10 ⁻⁷			27.8.1987	3.00	1.25
8																12.0	0	10 ⁻⁷					
9		100														13.5	0	10 ⁻⁷					
10		75														15.0	0	10 ⁻⁷					2.00
11		90																					
12																							
13		92																					
14		76																					
15								Kuyu Sonu: 15.00 m.															
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.																		

EK-9. SK-4 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Sondaj No : SK-5					Yer : Sağ sahil yamacı					Tarih : 28-29.8.1987					Araç : Acker																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Sondaj Derinliği (m) : 16.5 m					Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Sondör : Ali TÜRKOZ					Profil Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Y.A.S Derinliği (m) : -					Sondör : Ali TÜRKOZ					Profil Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Y.A.S Derinliği (m) : -					Sondör : Ali TÜRKOZ					Profil Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
						Basınçlı Su							Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyat (lt)	11.5dk Zayıyat (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1		86			0-0.4 m bitkisel toprak																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

EK-10. SK-5 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK				TEMEL SONDAJ PROFİLİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Sondaj No : SK-6				Yer : Sol sahil yamaç başlangıcı																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Sondaj Derinliği (m) : 18.0 m				Tarih : 29-30.8.1987																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm				Araç : SMS-100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Sondaj Şekli : Rotary-Dik				Sondör : M.İŞBİLİR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Y.A.S Derinliği (m) : -				Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
						Basıncılı Su							Basıncsız Su			Penetrasyon		Y.A.S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basıncı kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş. Derinlik	İş.Sn. Derinlik																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					0-0.3 m bitkisel toprak																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

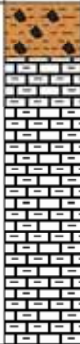
EK-11. SK-6 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																				
Sondaj No : SK-7					Yer : Sağ sahil yamacı																				
Sondaj Derinliği (m) : 16.5 m					Tarih : 30.8.1987																				
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Araç : Acker																				
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Sondör : A.TÜRKÖZ																				
Y.A.S Derinliği (m) : -					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																				
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																			
						Basınçlı Su							Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S								
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyat (lt)	11.5dk Zayıyat (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik			
1		81	NWG Vidyé Kron		0-0.2 m bitkisel toprak										1.5	2	8.8x10 ⁻⁵			30.8.1987	0.00				
2		84			0.2-3.7 m kahverenkli çakıllı, Co-konresyonlu, kumlu çok katı kil												3.0	0	10 ⁻⁷						
3																									
4		84																4.5	0	10 ⁻⁷					
5		74																6.0	0	10 ⁻⁷					
6																									
7		88																7.5	0	10 ⁻⁷					
8		78																9.0	0	10 ⁻⁷					
9							3.7-16.5 m kahverenkli çakıllı kumlu siltli kil, çakıllar metamorfik kayaa kökenli olup birim çok katı kıvamdadır											10.5	0	10 ⁻⁷					
10		83																12.0	0	10 ⁻⁷					
11		83																13.5	0	10 ⁻⁷					
12		88																15.0	0	10 ⁻⁷					
13		86																16.5	0	10 ⁻⁷					
14		100																							
15																									
16																									
17					Kuyu Sonu: 16.50 m.																		3.50		
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									
26																									
27																									
28																									
29																									
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.																				

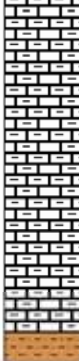
EK-12. SK-7 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK					TEMEL SONDAJ PROFİLİ																		
Sondaj No : SK-8					Yer : Sağ sahil kret																		
Sondaj Derinliği (m) : 18.0 m					kotu civarı																		
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm					Tarih : 1-2.9.1987																		
Sondaj Şekli : Rotary-Dik					Araç : Acker																		
Y.A.S Derinliği (m) : -					Sondör : A.TÜRKÖZ																		
					Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																		
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																	
						Basınçlı Su							Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S						
						Tecrübe	Alt-Üst Derinlik	Manometre	Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyat (lt)	11.5dk Zayıyat (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik	
1		81	NWG Vidye Kron		0-0.3 m bitkisel toprak									1.5	4	1.7x10 ⁻⁴			1.9.1987	0.00			
2		84			0.3-2.4 m kahverenkli çakıllı kil, yer yer tuf çakıllı ve metamorfik çakıllı, sıkı yapısıdır.										3.0	1.5	6.6x10 ⁻⁵						
3																							
4		84														4.5	0.5	1.1x10 ⁻⁵					
5		74														6.0	0	10 ⁻⁷					
6																							
7		88														7.5	0	10 ⁻⁷					
8		78														9.0	0	10 ⁻⁷					
9							2.4-18.0 m kahverenkli seyrek çakıllı kumlu siltli kil, çakıllar iri boyutta ve metamorfik kayac kökenli olup birim çok katı kıvamdadır														2.9.1987	1.00	0.60
10		83														10.5	0	10 ⁻⁷					
11		83														12.0	0	10 ⁻⁷					
12																							
13		88														13.5	0	10 ⁻⁷					
14		86														15.0	0	10 ⁻⁷					
15																							
16		100														16.5	0	10 ⁻⁷					
17		100														18.0	0	10 ⁻⁷					2.10
18					Kuyu Sonu: 18.00 m.																		
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.																		

EK-13. SK-8 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK				TEMEL SONDAJ PROFİLİ																			
Sondaj No : SK-9 Sondaj Derinliği (m) : 7.50 m Sondaj Çapı (mm) : 76 mm Sondaj Şekli : Rotary-Dik Y.A.S Derinliği (m) : -						Yer : B-B' Aksı Tarih : 3.9.1987 Araç : Acker Sondör : A.TÜRKÖZ Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																	
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Kerot %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ																	
						Basıncılı Su						Basıncsız Su		Penetrasyon		Y.A.S							
						Tecrübe Alt-Üst Derinlik	Manometre Yüksekliği (m)	Basıncı kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş. Derinlik	İş.Sn. Derinlik			
1		73	NWG Vidyö Kron		0-1 m kahverenkli çakıllı kil,								1.5	8	3.5x10 ⁻⁴				3.9.1987	0.00			
2		85													3.0	20	8.8x10 ⁻⁴						
3		70																					
4		70														4.5	133	2.9x10 ⁻³					
5		80														6.0	40	5.9x10 ⁻⁴					
6		74																					
7		90												7.5	39	3.7x10 ⁻⁴						6.80	
8					Kuyu Sonu: 7.50 m.																		
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.																		

EK-14. SK-9 sondaj logu

ANIT MÜHENDİSLİK				TEMEL SONDAJ PROFİLİ																
Sondaj No : SK-10				Yer : B-B' Aksı																
Sondaj Derinliği (m) : 8.00 m				Tarih : 3.9.1987																
Sondaj Çapı (mm) : 76 mm				Araç : SMS-100																
Sondaj Şekli : Rotary-Dik				Sondör : M.İŞBİLİR																
Y.A.S Derinliği (m) : -				Profili Hazırlayan : M.A.BAĞCI																
Derinlik (m)	İlerleme Şekli	Karat %	Kullanılan Kesici	Litoloji Profili	AÇIKLAMALAR	ARAZİ DENEYİ														
						Basınçlı Su						Basıncsız Su			Penetrasyon		Y.A.S			
						Tecrübe Alt-Üst Derinlik	Manometre Yüksekliği (m)	Basınç kg/cm ²	1.5dk Zayıyatı (lt)	11.5dk Zayıyatı (lt)	Top. Zayıyat (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	Su Zayıyatı (lt)	K cm/sn	Derinlik (m)	30 cm İlerleme	Tarih	İş.Bş.Derinlik	İş.Sn.Derinlik
1		72	NWG Vidye Kron		0.00-7.40 m beyaz renkli parçalı orta sertlikte traverten							1.5	1	4.4x10 ⁻⁵			3.9.1987	0.00		
2		70											3.0	1	4.4x10 ⁻⁵					
3		73											4.5	161	3.5x10 ⁻³					
4		71											6.0	4	5.9x10 ⁻⁵					
5		71											7.5	2.5	2.7x10 ⁻⁵					
6		96																		
7					7.40-8.00 kahverenkli siltli kil															
8					Kuyu Sonu: 8.00 m.														6.00	
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30					Anıt Mühendislikten değiştirilerek alınmıştır.															

EK-15. SK-10 sondaj logu

Sondaj Raporu										
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri: Rezervuar alanı sağ sahil yakını Sondaj No: SK-1 (ASK-1) Kullanılan Matkap: Vidye Kron							Tarih : 23-24.09.2004 Sayfa: 1 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary			
0.00 m'den 9.00 m'ye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, sızma deneyi yapıldı							Çapı	M'den	M'ye	
					Çakma Borusu					
					Muhafaza Borusu		Bx	0.00	4.50	
					Çimentolanma					
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi			
				Boy cm	%					
23.9.2004	NWG	0.00	1.00	100	48	48	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
23.9.2004	NWG	1.00	2.00	100	48	48	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
23.9.2004	BWG	2.00	3.00	100	60	60	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
23.9.2004	BWG	3.00	4.00	100	40	40	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
23.9.2004	BWG	4.00	5.00	100	40	40	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
24.9.2004	BWG	5.00	6.00	100	63	63	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
24.9.2004	BWG	6.00	7.00	100	48	48	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
24.9.2004	BWG	7.00	8.00	100	38	48	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
24.9.2004	BWG	8.00	9.00	100	67	67	Killi tuf	Normal gri ve grimsi		
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL			
		Yok			5 m					
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)		Çimento vs...				
				20 lt						
Not:										
Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.										

Sondaj Raporu									
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri:Rezervuar alanı sağ sahil yakını Sondaj No:SK-1 (ASK-1) Kullanılan Matkap: Vidye Kron							Tarih : 24-25.09.2004 Sayfa: 2 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary		
9.00 m'den 19.00 mye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, sızma deneyi yapıldı							Çapı	M'den	M'ye
					Çakma Borusu				
					Muhafaza Borusu		Bx	4.50	12.00
					Çimentolanma				
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi		
				Boy	%				
24.9.2004	BWG	9.00	10.00	100	56	56	Killi tuf	Normal gri ve grimsi	
24.9.2004	BWG	10.00	11.00	100	20	20	Killi tuf	Normal gri ve grimsi	
24.9.2004	BWG	11.00	12.00	100	20	20	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	12.00	13.00	100	15	15	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	13.00	14.00	100	15	15	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	14.00	15.00	100	22	22	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	15.00	16.00	100	22	22	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	16.00	17.00	100	13	13	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	17.00	18.00	100	13	13	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var	
25.9.2004	BWG	18.00	19.00	100	15	15	Çakıllı kumlu kil	Devirdayım suyunda az kaçak var	
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL		
		5.30 m			5.90 m				
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)	Çimento vs...				
				20 lt					
Not:									
10.00 m'den 22.00 m'ye kadar monometre yükselmedi. Sızma deneyi yapıldı.									
Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.									

Sondaj Raporu										
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri: Rezervuar alanı sağ sahil yakını Sondaj No: SK-1 (ASK-1) Kullanılan Matkap: Vidye ve Elmas Kron							Tarih : 25-26.09.2004 Sayfa: 3 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary			
19.00 m'den 30.00 m'ye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, basınçlı su deneyi ve sızma deneyi yapıldı.							Çapı	M'den	M'ye	
					Çakma Borusu					
					Muhafaza Borusu		Bx	12.00	18.00	
					Çimentolanma					
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi			
				Boy	%					
25.9.2004	BWG	19.00	20.00	100	15		Çakıllı kumlu kil	Normal gri		
25.9.2004	BWG	20.00	21.00	100	16		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	21.00	22.00	100	16		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	22.00	23.00	100	38		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	23.00	24.00	100	38		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	24.00	25.00	100	29		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	25.00	26.00	100	29		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	26.00	27.00	100	32		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	27.00	28.00	100	32		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	28.00	29.00	100	50		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
26.9.2004	BWG	29.00	30.00	100	50		Çakıllı kumlu kil	Devirdayım sağlanıyor		
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL			
		6.00 m			5.65 m					
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)		Çimento vs...				
				20 lt						
Not: 22.00 m'den 30.00 m'ye kadar olan kısımlarda Basınçlı Su Deneyi yapıldı.										
Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.										

SIZMA DENEYİ

Proje : Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Tarih : 23.9.2004
 Kuyu Yeri Ve Sndj No : Rerzervuar alanı sağ sahil yakını SK-1 (ASK-1) Sayfa No : 1
 Çakma Borunun Taban Derinliği : Bx: 1.50 m 3.00 m 4.50 m
 Delikli Boru Boyu:
 Delikli Borudaki Delik Adedi ve Çap:
 Y.A.S Seviyesi (deliğe su verilmeden evvel delikte mevcut su seviyesi derinliği: 0.45 cm 110 cm 220 cm 350 cm
 Savit Tutulan Su Seviyesi Derinliği : Kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı
 Y.A.S Seviyesi İle Sabit Tutulan Su Seviyesi Arasındaki Fark : 45cm 110 cm 220 cm 350 cm
 Y.A.S Seviyesini Sabit Seviyeye Yükseltmek İçin Deliğe Verilen Su Miktarı (litre/dakika) : 4 .0 8.0 11.0 14.0
 Deneyin Kuru Veya Dere İçinde Yapılıp Yapıladığı : Kuru kuru kuru kuru

DERİNLİK (m)			Deneye Başlanıldığı Saat	1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	İkinci 1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	Toplam Kayıp (lt) (10 dakika)
m'den	m'ye	Fark (cm)				
0.00	1.50	150		1	-	1
1.50	3.00	150		1	1	2
3.00	4.50	150		2	2	4
4.50	6.00	150		3	2	5

Not:

Sızma deneyi kuyu ağzından sabit seviye tutuldu.
 Normal olarak yapıldı.

Formu Dolduran

Ahmet GÜL

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.

SIZMA DENEYİ

Proje : Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Tarih : 24-25.9.2004
 Sayfa No : 2

Kuyu Yeri Ve Sndj No : Rezervuar alanı sağ sahil yakını SK-1 (ASK-1)

Çakma Borunun Taban Derinliği : Bx: 9.00 m 10.50 m 12.00 m 13.50 m 15.00 m

Delikli Boru Boyu:

Delikli Borudaki Delik Adedi ve Çap:

Y.A.S Seviyesi (deliğe su verilmeden evvel delikte mevcut su seviyesi derinliği: 510 cm 560 cm 580 cm 530 cm 540 cm 600cm

Savit Tutulan Su Seviyesi Derinliği : Kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı

Y.A.S Seviyesi İle Sabit Tutulan Su Seviyesi Arasındaki Fark : 510 cm 560 cm 580 cm 530 cm 540 cm 600cm

Y.A.S Seviyesini Sabit Seviyeye Yükseltmek İçin Deliğe Verilen Su Miktarı (litre/dakika) : 30 33 32 30 34 37

Deneyin Kuru Veya Dere İçinde Yapılıp Yapıladığı : Kuru kuru kuru kuru kuru kuru

DERİNLİK (m)			Deneye Başlanıldığı Saat	1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	İkinci 1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	Toplam Kayıp (lt) (10 dakika)
m'den	m'ye	Fark (m)				
10.00	12.00	2	9:00	12	12	24
12.00	14.00	2	10:00	12	11	23
14.00	16.00	2	11:00	10	10	20
16.00	18.00	2	12:00	7	5	12
18.00	20.00	2	13:30	13	12	25
20.00	22.00	2	14:30	10	10	20

Not:

Sızma deneyi kuyu ağzından sabit seviye tutuldu.
Normal olarak yapıldı.

Formu Dolduran

Ahmet GÜL

10.00 m'den 22.00 m'ye kadar monometre yükselmedi,
sızma deneyi yapıldı.

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 24.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sağ sahil yakını SK-1 (ASK-1)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	
Derinlik ve Çapı	: Bx: 3.00 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 1		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	6.00	8.00	2	770	778	2	780	783	3	13
4	8.00	10.00	2	783 monometre dört atmosfere yükselmedi. Bir saniye kadar dördte durdu kuyu ağzından su geldi monometre sıfır atmosfere düştü.						
				810	822	12				
				İkinci atmosferin birinci beş dakikası normal, ikinci beş dakikaya geçişte kuyu ağzından su geldi, monometre sıfıra düştü.						
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	15 saniye		Tuttu	Yok		1.90 m		3.90 m		
4	20 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		5.00 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 25.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sağ sahil yakını SK-1 (ASK-1)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	
Derinlik ve Çapı	: Bx: 18.00 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 2		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	22.00	24.00	2	835	840	10	845	848	3	13
4	24.00	26.00	2	848	860	12	860	866	6	18
				866	868	2	868	868	0	2
				873	881	8	881	881	0	8
				881	891	10	891	896	5	15
				896	896	0	896	896	0	0
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	25 saniye		Tuttu	Yok		1.95 m		5.30 m		
4	30 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		5.80 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje : Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı
 Kuyu Yeri ve Sondaj No : Rezervuar alanı sağ sahil yakını SK-1 (ASK-1)
 Muhafaza Borusu
 Derinlik ve Çapı : Bx: 18.00 m
 Deneyde Kullanılan
 Delikli Boru Boyu : 2.00 m
 Delikli Boru İç Çapı : -
 Sayfa No : 3

Tarih : 26.9.2004
 Deney Tipi : Teklastik
 Deney Lastiği Boyu Ve Çapı : 30.00 m BWG
 Pompa Marka ve Kapasite (lt/dak.) : Pancar Motoru
 Formu Dolduran : Ahmet GÜL

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	26.00	28.00	2	910	921	11	921	921	0	11
4	28.00	30.00	2	921	933	12	933	933	0	12
				933	933	0	933	933	0	0
				943	957	14	957	968	11	25
				968	994	26	994	1017	23	49
				1017	1029	12	1029	1039	10	22
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	35 saniye		Tuttu	Yok		2.30 m		6.00 m		
4	45 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		5.65 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

Sondaj Raporu											
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri: Rezervuar alanı sol sahil yakını Sondaj No: SK-2 (ASK-2) Kullanılan Matkap: Elmas Vidye Kron							Tarih : 27.09.2004 Sayfa: 1 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary				
0.00 m'den 9.00 mye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, sızma deneyi yapıldı							Çapı	M'den	M'ye		
					Çakma Borusu						
					Muhafaza Borusu		Bx	0.00	4.50		
					Çimentolanma						
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi				
				Boy cm	%						
27.9.2004	NWG	0.00	1.00	100	30	30	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	NWG	1.00	2.00	100	40	40	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	2.00	3.00	100	40	40	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	3.00	4.00	100	33	33	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	4.00	5.00	100	44	44	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	5.00	6.00	100	28	28	Killi tuf	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	6.00	7.00	100	28	28	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var			
27.9.2004	BWG	7.00	8.00	100	29	29	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var			
27.9.2004	BWG	8.00	9.00	100	29	29	Alüvyon	Devirdayım suyunda az kaçak var			
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL				
		Yok			4.60 m						
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)		Çimento vs...					
		20 lt									
Not:										Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.	

Sondaj Raporu											
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri: Rezervuar alanı sol sahil yakını Sondaj No: SK-2 (ASK-2) Kullanılan Matkap: Elmas Vidye Kron							Tarih : 27-28.09.2004 Sayfa: 2 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary				
9.00 m'den 19.00 mye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, sızma deneyi yapıldı. Basıncılı su deneyi yapıldı.							Çapı	M'den	M'ye		
					Çakma Borusu						
					Muhafaza Borusu		Bx	4.50	12.00		
					Çimentolanma						
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi				
				Boy cm	%						
27.9.2004	BWG	9.00	10.00	100	33	33	Tüflü çakıl	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	10.00	11.00	100	49	49	Tüflü çakıl	Normal gri ve grimsi			
27.9.2004	BWG	11.00	12.00	100	65	65	Tüflü çakıl	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	12.00	13.00	100	54	54	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	13.00	14.00	100	60	60	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	14.00	15.00	100	55	55	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	15.00	16.00	100	58	58	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	16.00	17.00	100	33	33	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	17.00	18.00	100	33	33	Tüf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	18.00	19.00	100	28	28	Gri tüf	Normal gri ve grimsi			
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL				
		7.10 m			10.50 m						
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)		Çimento vs...					
				25 lt							
Not:											
Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.											

Sondaj Raporu											
Proje: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Kuyu Yeri: Rezervuar alanı sol sahil yakını Sondaj No: SK-2 (ASK-2) Kullanılan Matkap: Elmas Vidye Kron							Tarih : 28.09.2004 Sayfa: 3 Makina Tipi: G-M-S Sondaj Şekli: Rotary				
19.00 m'den 30.00 m'ye kadar ilerleme yapıldı, karot alındı, sızma deneyi yapıldı. Basınçlı su deneyi yapıldı.							Çapı	M'den	M'ye		
					Çakma Borusu						
					Muhafaza Borusu		Bx	12.00			
					Çimentolanma						
Tarih	Kuyu Çapı	M'den M'ye	İlerleme (cm)	Karot		Zemin Cinsi	Sondaj Kuyu Durumu Ve Rengi				
				Boy cm	%						
28.9.2004	BWG	19.00	20.00	100	36	36	Gri tuf	Normal gri ve grimsi			
28.9.2004	BWG	20.00	21.00	100	24	24	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	21.00	22.00	100	24	24	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	22.00	23.00	100	22	22	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	23.00	24.00	100	22	22	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	24.00	25.00	100	22	22	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	25.00	26.00	100	22	22	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	26.00	27.00	100	60	60	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	27.00	28.00	100	60	60	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	28.00	29.00	100	52	52	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
28.9.2004	BWG	29.00	30.00	100	52	52	Gri tuf	Devirdayım suyunda kaçak var			
Yeraltı Suyu Ölçümü		İşbaşı derinliği (m)			İş sonu derinliği (m)		Sondör : Ahmet GÜL				
		10.50 m			22.00 m						
Kullanılan Malzeme		Benzin (lt)		Motorin (lt)		Çimento vs...					
				25 lt							
Not:											
Niğde İl Özel İdare'den ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.											

SIZMA DENEYİ

Proje : Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Tarih : 27.9.2004
 Sayfa No : 1

Kuyu Yeri Ve Sndj No : Rerzervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)

Çakma Borunun Taban Derinliği : Bx: 1.50 m 4.50 m 6.00 m 7.50 m 9.00 m

Delikli Borudaki Delik Adedi ve Çap:

Y.A.S Seviyesi (deliğe su verilmeden evvel delikte mevcut su seviyesi derinliği: 60 cm 120 cm 240 cm 400 cm 430 cm 460 cm

Savit Tutulan Su Seviyesi Derinliği : Kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı kuyuağzı

Y.A.S Seviyesi İle Sabit Tutulan Su Seviyesi Arasındaki Fark : 60 cm 120 cm 240 cm 400 cm 430 cm 460 cm

Y.A.S Seviyesini Sabit Seviyeye Yükseltmek İçin Deliğe Verilen Su Miktarı (litre/dakika) : 5 10 14 18 20 22

Deneyin Kuru Veya Dere İçinde Yapılıp Yapıladığı : Kuru kuru kuru kuru kuru kuru

DERİNLİK (m)			Deneye Başlanıldığı Saat	1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	İkinci 1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	Toplam Kayıp (lt) (10 dakika)
m'den	m'ye	Fark (cm)				
0.00	1.50	150	7:30	1	-	1
1.50	3.00	150	8:30	2	1	3
3.00	4.50	150	10:00	2	2	4
4.50	6.00	150	11:00	2	1	3
6.00	7.50	150	12:00	3	3	6
7.50	9.00	150	12:30	2	1	3

Not:

Sızma deneyi kuyu ağzından sabit seviye tutuldu.
Normal olarak yapıldı.

Formu Dolduran

Ahmet GÜL

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.

SIZMA DENEYİ

Proje : Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı Tarih : 27.9.2004
 Kuyu Yeri Ve Sndj No : Rerzervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2) Sayfa No : 2
 Çakma Borunun Taban Derinliği : Bx: 9.00 m 10.50 m
 Delikli Boru Boyu:
 Delikli Borudaki Delik Adedi ve Çap:
 Y.A.S Seviyesi (deliğe su verilmeden evvel delikte mevcut su seviyesi derinliği: 630 cm 710 cm
 Savit Tutulan Su Seviyesi Derinliği : Kuyuağzı kuyuağzı
 Y.A.S Seviyesi İle Sabit Tutulan Su Seviyesi Arasındaki Fark : 630 cm 710 cm
 Y.A.S Seviyesini Sabit Seviyeye Yükseltmek İçin Deliğe Verilen Su Miktarı (litre/dakika) : 25 28
 Deneyin Kuru Veya Dere İçinde Yapılıp Yapıladığı : Kuru kuru

DERİNLİK (m)			Deneye Başlanıldığı Saat	1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	İkinci 1.5 Dakikada Ölçülen Su Kaybı (lt)	Toplam Kayıp (lt) (10 dakika)
m'den	m'ye	Fark (cm)				
9.00	10.50	150	14:00	2	1	3
10.50	12.00	150	15:00	2	1	3

Not:

Sızma deneyi kuyu ağzından sabit seviye tutuldu.
 Normal olarak yapıldı.

Formu Dolduran

Ahmet GÜL

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır.

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 27.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	: 30.00 m BWG
Derinlik ve Çapı	: Bx: 9.00 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 1		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	12.00	14.00	2	55	67	12	67	72	5	17
4	14.00	16.00	2	72 monometre dört atmosfere yükselmedi.Kuyu ağzından su geldi monometre sıfır atmosfere düştü.						
				115	125	10	125	125	0	10
				125	142	17	Dört atmosferin birinci beş dakikası normal, ikinci beş dakikaya geçişte kuyu ağzından su geldi, manometre sıfıra atmosfere düştü.			
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	15 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		7.10 m		
4	20 saniye		Tuttu	Yok		1.95 m		8.00 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 28.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	
Derinlik ve Çapı	: Bx: 12.00 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 2		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	16.00	18.00	2	165 180	175 195	10 15	175 195	180	5	15
4	18.00	20.00	2	240 250	250	10	Dört atmosferin birinci beş dakikası normal, ikinci beş dakikaya geçişte kuyu ağzından su geldi, manometre sıfıra atmosfere düştü.			
							250	250	0	10
							manometre dört atmosfere yükselmedi, iki atmosfer normal yapıldı.			
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	25 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		9.80 m		
4	30 saniye		Tuttu	Yok		1.95 m		10.50 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 28.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	: 30.00 m BWG
Derinlik ve Çapı	: Bx: 13.00 m	Pompa Marka ve	
Deneyde Kullanılan		Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Delikli Boru İç Çapı	: -		
Sayfa No	: 3		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	20.00	22.00	2	260 280	275	15	275	280	5	20
4	22.00	24.00	2	300 318	manometre dört atmosfere yükselmiyor, ikinci atmosferin 10 dakikası normal yapıldı					18
					iki atmosfer normal,monometre dört atmosfere yükselmiyor					
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı	Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)		
1	35 saniye		Tuttu	Yok		2.30 m		16.00 m		
4	40 saniye		Tuttu	Yok		2.10 m		16.30 m		

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 28.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	: 30.00 m BWG
Derinlik ve Çapı	: Bx: 15.00 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 4		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	24.00	26.00	2	320	330	10	330	ikinci atmosferin birinci beş dakikası normal, ikinci beş dakikaya geçişte monometre sıfır atmosfere düştü, pompa kapasitesi artırıldı fakat sonuç alınamadı		
4	26.00	28.00	2	350	366	16	366	ikinci atmosferin birinci beş dakikası normal, ikinci beş dakikaya geçişte monometre sıfır atmosfere düştü, daha sonra yükselmedi		
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı		Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)	
1	45 saniye		Tuttu		Yok		2.40 m		19.00 m	
4	50 saniye		Tuttu		Yok		1.90 m		19.85 m	

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

BASINÇLI SU DENEYİ

Proje	: Niğde Dikilitaş Kasabası Gölet Sondajı	Tarih	: 28.9.2004
Kuyu Yeri ve Sondaj No	: Rezervuar alanı sol sahil yakını SK-2 (ASK-2)	Deney Tipi	: Teklastik
Muhafaza Borusu		Deney Lastiği Boyu	
Derinlik ve Çapı	: Bx: 17.50 m	Ve Çapı	: 30.00 m BWG
Deneyde Kullanılan		Pompa Marka ve	
Delikli Boru Boyu	: 2.00 m	Kapasite (lt/dak.)	: Pancar Motoru
Delikli Boru İç Çapı	: -	Formu Dolduran	: Ahmet GÜL
Sayfa No	: 5		

Deney No	Derinlik (m)			SU SAYACI OKUMASI						TOPLAM ZAYİYAT (5T.) 10 DAK.
				1.5 Dakika			11.5 Dakika			
	M'den	M'ye	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	Başlangıçta	Bitişte	Fark	
1	28.00	30.00	2	381	391	10	391	monometre iki atmosfere beş dakika devam edebildi, ikinci beş dakikaya geçişte monometre sıfıra düştü, pompa kapasitesi artırıldı yine sonuç alınamadı kaçak fazla.		
Deney No	İlk Su Vermeden Deney Başlangıcına Kadar Geçen Zaman		Lastiğin Tutup Tutmadığı		Sızıntı		Manometre Yüksekliği (m)		Yeraltı Suyu Derinliği (m)	
1	55 saniye		Tuttu		Yok		2.10 m		22.00 m	

Not:

Niğde İl Özel İdareden ve Ahmet Gül'den değiştirilerek alınmıştır

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1 (J-AÇ-1)

Yer : Ek gövde sağ sahil yakını

Çukur Derinliği (m) : 2.50 m

Tarih : 09.07.2006

Amaç : Jeoteknik amaçlı inceleme

Araç : Paletli Kepçe

Kot: : 1507 m

Numuneyi Alan : -

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlayan : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
1.0		0.00-0.48 m arası köşeli, yarı köşeli orta boy kuvars çakıllı kahverenkli killi siltli çok ince kum, matriks dokanaklı oldukça gevşek 0.48-0.66 m arası bloklu kaba boy çakıllı az kumlu gevşek malzemeli kırıklı altere olmuş beyazımsı krem renkli killi karbonatlı seviye 0.66-0.86 m arası beyazımsı krem renkli kırıklı traverten 0.86-1.31 m arası kahve renkli oldukça gevşek siltli kum karbonatlı sızma izleri (Co ₂ izleri) 1.31-1.65 m arası beyazımsı krem renkli kırıklı traverten oluşumu 1.65-2.50 m arası kırmızımsı kahve renkli oldukça gevşek siltli kum birimi
2.0		
3.0	Çukur Sonu: 2.50 m	
4.0		
5.0		

Düşünceler: Birimler geçirgenlik olarak değerlendirildiğinde hem traverten biriminin varlığı ve bu birimin kırıklı gevşek oluşu hemde orta seviyede siltli kum birimin içinde sızma izlerinin varlığından oldukça geçirgen olduğu yorumuna varılmıştır.

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-2 (J-AÇ-2)

Yer :Sağ sahil yakını

Çukur Derinliği (m) : 4.0 m

Tarih : 09.07.2006

Amaç : Jeoteknik amaçlı inceleme

Araç : Paletli Kepçe

Kot: : 1504 m

Numuneyi Alan : -

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlayan : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
1.0		0.00-0.80 m arası köşeli, yarı köşeli orta boy kuvars çakıllı kahverenkli killi siltli çok kum, matriks dokanaklı oldukça gevşek ve karbonatlı sızma izleri (Co, konkresyonu) bulundurur
2.0		0.80-1.70 m arası üstteki birime göre biraz daha sıkı siltli kum birimi
3.0		1.70-3.20 m arası beyazımsı krem renkli kırıklı traverten oluşuğu
4.0		3.20-4.00 m arası kahve renkli yer yer çakıllı bloklu siltli kil
5.0	Çukur Sonu: 4.0 m	

Düşünceler: Birimler geçirgenlik olarak değerlendirildiğinde hem traverten biriminin varlığı ve bu birimin kırıklı gevşek oluşu hemde ilk seviyelerde siltli kum birimin içinde sızma izlerinin varlığından oldukça geçirgen olduğu yorumuna varılmıştır.

EK-23. J-AÇ-2 Araştırma çukuru logu

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-3 (J-AÇ-3)

Yer : Rezervuar alanı orta kısım

Çukur Derinliği (m) : 4.0 m

Tarih : 09.07.2006

Amaç : Jeoteknik amaçlı inceleme

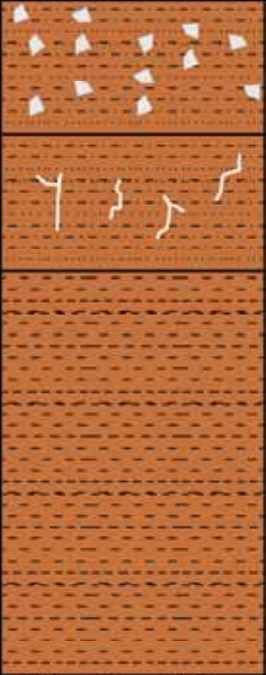
Araç : Paletli Kepçe

Kot: : 1497 m

Numuneyi Alan : -

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlayan : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
0.00		0.00-0.80 m arası köşeli, yarı köşeli orta boy kuvars çakıllı kahverenkli killi siltli çok kum, matriks dokanıklı oldukça gevşek
1.0		0.80-1.60 m arası kahve renkli siltli kum birimi karbonatlı sızma izleri (Co, konkresyonu) bulundurur
2.0		1.60-4.00 m arası kahve renkli üstteki birimi göre daha sıkı yapıda kil birimi
3.0		
4.0	Çukur Sonu: 4.0 m	
5.0		

Düşünceler: Birimler geçirgenlik olarak değerlendirildiğinde ilk seviyelerde siltli kum birimin içinde sızma izlerinin varlığından oldukça geçirgen olduğu yorumuna varılmıştır.

EK-24. J-AÇ-3 Araştırma çukuru logu

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1-1

Yer : Göl aynası

Çukur Derinliği (m) : 2.00 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

Alındığı Profil : 0.2-2.0 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 200 m

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlayan : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
0.00		0.00-0.30 m arası köşeli, yarı köşeli orta boy kuvars çakıllı kahverenkli killi siltli çok ince kum,
1.0		0.30-2.00 m arası kahve renkli siltli kil birimi
2.0	Çukur Sonu: 2.00 m	
3.0		
4.0		
5.0		

Düşünceler: Toplam rezervi 75.000+30.000 m³ dür.

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1-1

Yer : Armut tepesi

Çukur Derinliği (m) : 1.20 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

Alındığı Profil : 0.2-1.20 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 3.5 km

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlayan : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
		0.00-0.20 m arası bitkisel toprak
1.0		0.20-1.20 m arası kahve renkli siltli kumlu kil birimi
	Çukur Sonu: 1.20 m	
2.0		
3.0		
4.0		
5.0		

Düşünceler:

EK-26. Armut tepesi AÇ-1-1 araştırma çukuru logu

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1-2

Yer : Armut tepesi

Çukur Derinliği (m) : 1.40 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

Alındığı Profil : 0.4-1.40 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 3.5 km

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlaya : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
		0.00-0.40 m arası bitkisel toprak
1.0		0.40-1.40 m arası kahve renkli siltli kumlu kil birimi
2.0	Çukur Sonu: 1.40 m	
3.0		
4.0		
5.0		

Düşünceler:

EK-27. Armut tepesi AÇ-1-2 araştırma çukuru logu

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1-3

Yer : Armut tepesi

Çukur Derinliği (m) : 2.0 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

Alındığı Profil : 0.4-2.0 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 3.5 km

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlaya : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
		0.00-0.40 m arası bitkisel toprak
1.0		0.40-1.40 m arası kahve renkli siltli kil birimi
2.0	Çukur Sonu: 2.00 m	
3.0		
4.0		
5.0		

Düşünceler:

EK-28. Armut tepesi AÇ-1-3 araştırma çukuru logu

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-1-2

Yer : Gavur dağı

Çukur Derinliği (m) : 1.50 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

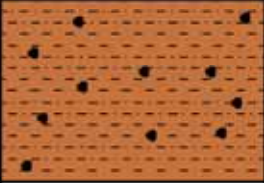
Alındığı Profil : 0.4-1.50 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 5 km

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlaya : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
		0.00-0.40 m arası bitkisel toprak
1.0		0.40-1.50 m arası kahve renkli yer yer orta boy çakıllı kumlu kil birimi
2.0	Çukur Sonu: 1.50 m	
3.0		
4.0		
5.0		

Düşünceler:

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU

AÇ - No : AÇ-2-2

Yer : Gavur dağı

Çukur Derinliği (m) : 1.60 m

Tarih : 25.05.2007

Amaç : Uygun malzeme araştırması

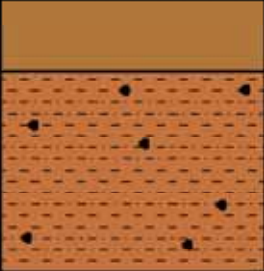
Alındığı Profil : 0.4-1.60 m

Gövdeye Olan Uzaklık: Memba yönünde 5 km

Numuneyi Alan : Mehmet IŞILAR

Y.A.S Derinliği (m) : -

Profili Hazırlaya : Fırat DUYGUN

Derinlik (m)	Çukur Profili	Açıklamalar
		0.00-0.40 m arası bitkisel toprak
1.0		0.40-1.60 m arası kahve renkli seyrek çakıllı kumlu kil birimi
2.0	Çukur Sonu: 1.60 m	
3.0		
4.0		
5.0		

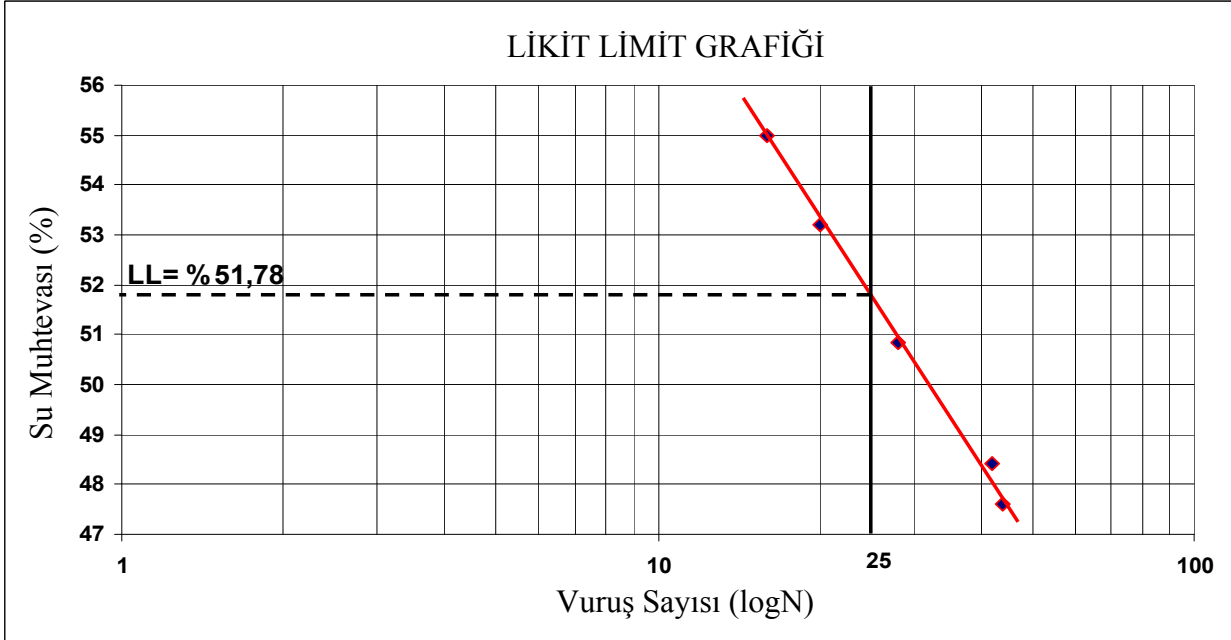
Düşünceler:

EK-30. Gavur dağı AÇ-2-2 araştırma çukuru log

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-31
LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ		

NUMUNE NO	Göl Aynası
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Göl Aynası Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	AÇ – 1 -1
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	06.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ					PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4	DENEY5	DENEY1	DENEY2	DENEY3
Kap No	G13	G9	12	G8	G7	G19	Y5	G21
Kap Ağırlığı (gr)	10,45	10,42	8,64	9,36	6,02	10,47	10,42	9,91
Kap+Yaş Numune (gr)	18,17	16,55	15,02	15,81	12,25	14,19	14,64	13,16
Kap+Kuru Numune (gr)	15,68	14,55	12,87	13,57	10,04	13,53	13,88	12,58
Kuru Numune Ağ. (gr)	5,23	4,13	4,23	4,21	4,02	3,06	3,46	2,67
Su Ağırlığı (gr)	2,49	2,00	2,15	2,24	2,21	0,66	0,76	0,58
Su İçeriği (%)	47,60	48,42	50,82	53,20	54,97	21,56	21,96	21,72
Vuruş Sayısı	44	42	28	20	16	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 51,78
Plastik Limit (PL)	% 21,75
Plastisite İndisi (PI)	% 30,03
Zemin Tipi (USCS)	CH

EK-31. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi Atterberg deney sonucu



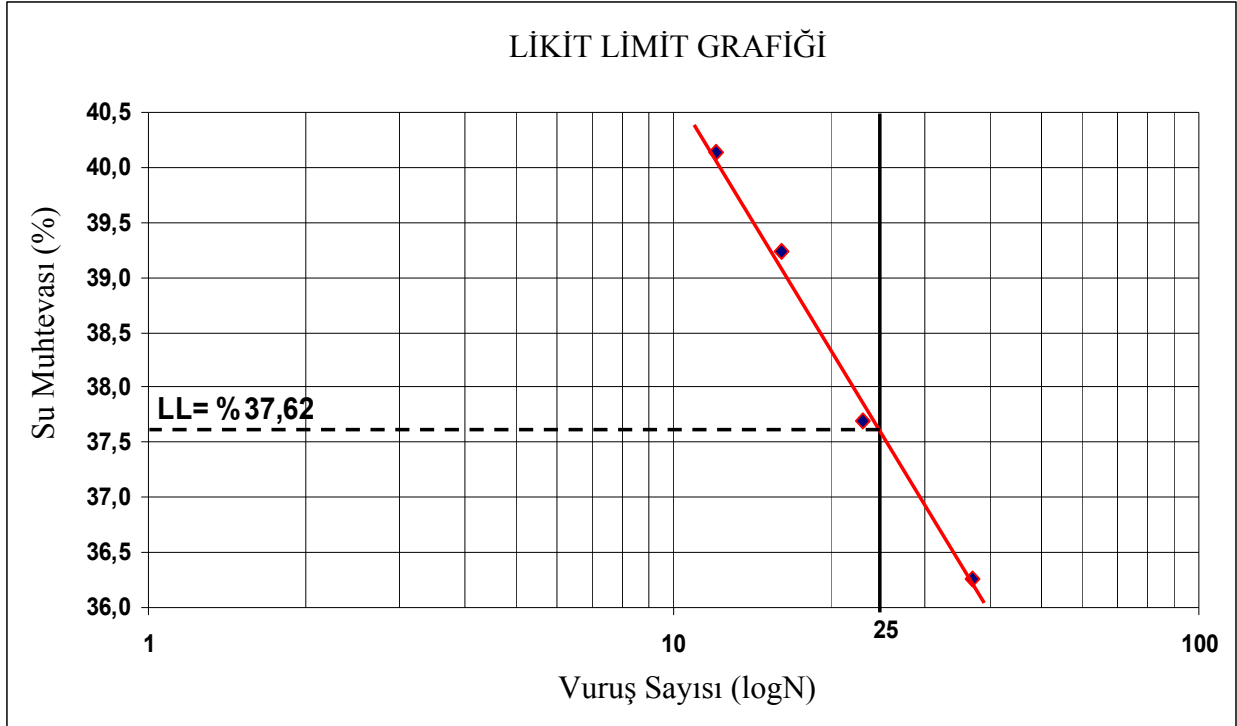
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-32

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Armut Tepesi
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	Aç – 1 – 1
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	08.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ				PLASTİK LİMİT DENEYİ			
	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4
Kap No	G20	Y5	G13	G19	G8	G6	G17	12
Kap Ağırlığı (gr)	9,45	10,42	10,42	10,47	9,36	9,08	10,11	8,63
Kap+Yaş Numune (gr)	15,28	16,95	19,37	19,45	12,27	12,97	14,27	14,10
Kap+Kuru Numune (gr)	13,61	15,11	16,92	17,06	11,75	12,27	13,52	13,1
Su Ağırlığı (gr)	1,67	1,84	2,45	2,39	0,52	0,70	0,75	1,00
Kuru Numune (gr)	4,16	4,69	6,50	6,59	2,39	3,19	3,41	4,47
Su İçeriği (%)	40,14	39,23	37,69	36,27	21,76	21,94	21,99	22,37
Vuruş Sayısı	12	16	23	37	-	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 37,62
Plastik Limit (PL)	% 22,02
Plastisite İndisi (PI)	% 15,60
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-32. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi Atterberg deney sonucu



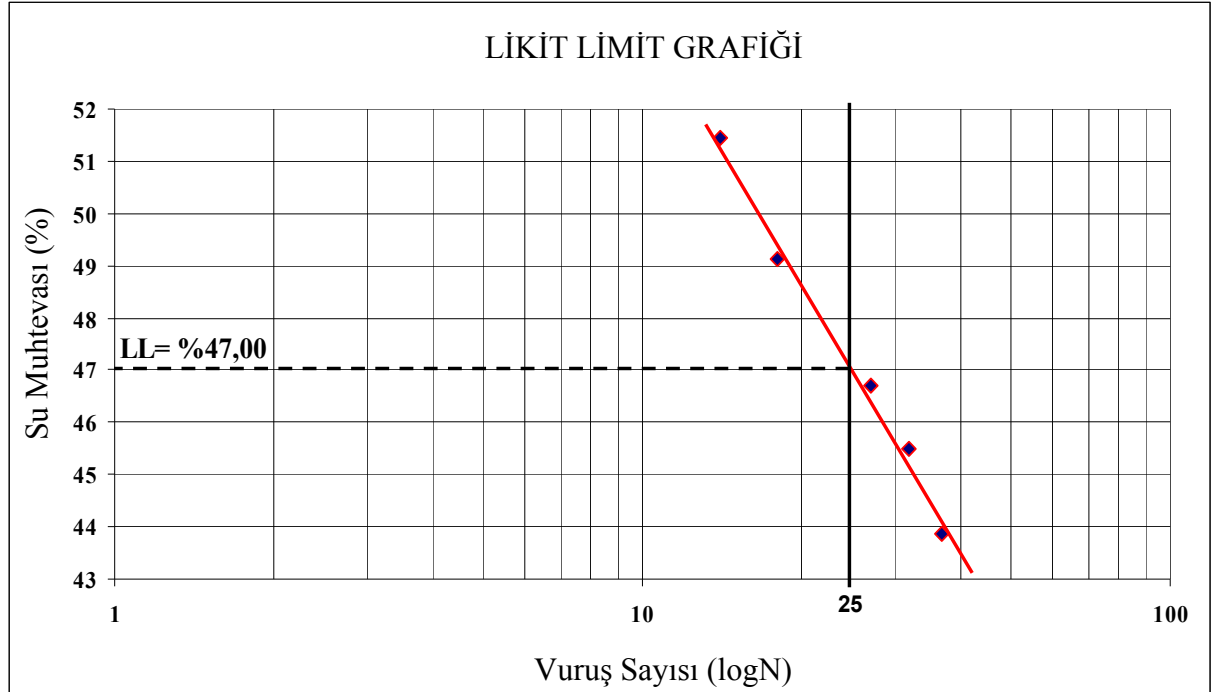
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK -33

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Armut Tepesi
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	Aç – 1 – 2
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	11.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ					PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4	DENEY5	DENEY1	DENEY2	DENEY3
Kap No	G9	G19	G7	G8	G13	G21	040	G21
Kap Ağırlığı (gr)	10,41	10,45	6,01	9,35	10,42	9,91	8,63	8,69
Kap+Yaş Numune (gr)	19,20	20,33	13,80	18,82	21,49	17,19	17,26	14,10
Kap+Kuru Numune (gr)	16,52	17,24	11,32	15,70	17,73	16,10	15,97	13,29
Su Ağırlığı (gr)	2,68	3,09	2,48	3,12	3,76	1,09	1,29	0,81
Kuru Numune (gr)	6,11	6,79	5,31	6,35	7,31	6,19	7,34	4,60
Su İçeriği (%)	43,86	45,51	46,70	49,13	51,44	17,61	17,57	17,6087
Vuruş Sayısı	37	32	27	18	14	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 47,00
Plastik Limit (PL)	% 17,59
Plastisite İndisi (PI)	% 29,41
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-33. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi Atterberg deney sonucu



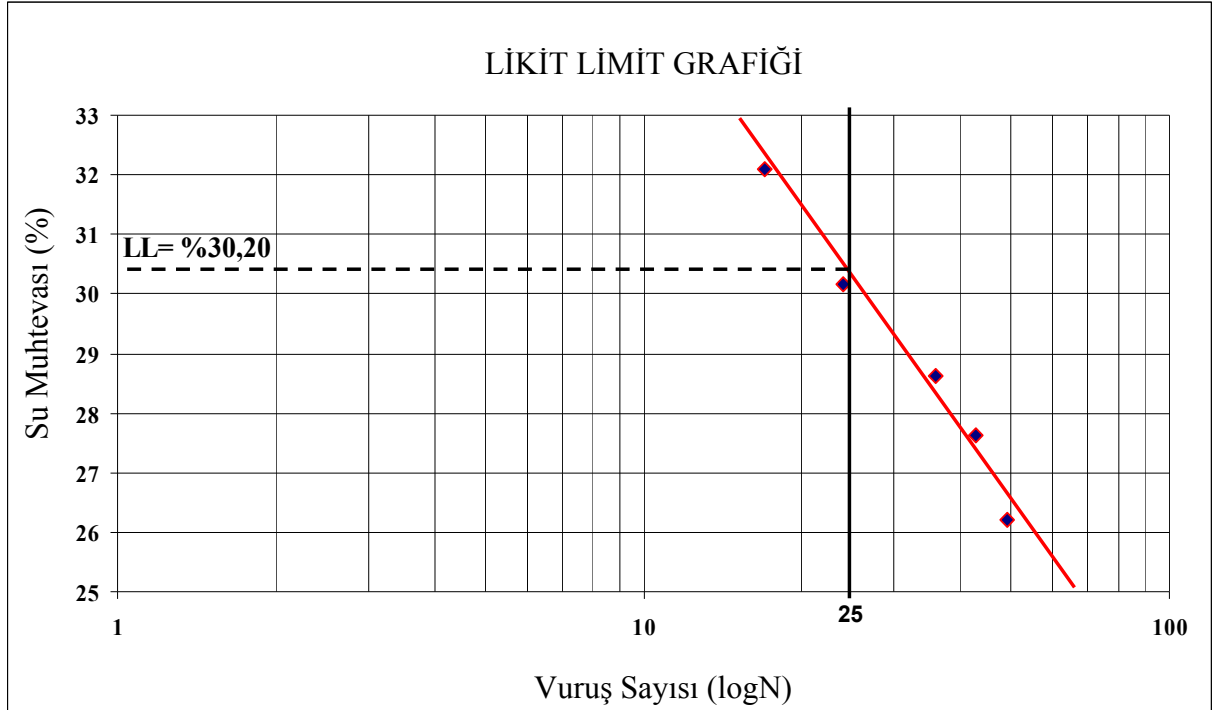
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK -34

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Armut Tepesi
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	Aç – 1 – 3
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	27.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ					PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4	DENEY5	DENEY1	DENEY2	DENEY3
Kap No	G7	G19	G8	G17	G12	G20	G19	G21
Kap Ağırlığı (gr)	6,02	10,45	9,36	10,12	8,63	9,46	9,41	9,07
Kap+Yaş Numune (gr)	16,37	18,81	18,53	20,48	23,12	15,06	13,76	13,71
Kap+Kuru Numune (gr)	14,22	17,00	16,49	18,08	19,6	14,35	13,22	13,11
Su Ağırlığı (gr)	2,15	1,81	2,04	2,40	3,52	0,71	0,54	0,60
Kuru Numune (gr)	8,20	6,55	7,13	7,96	10,97	4,89	3,81	4,04
Su İçeriği (%)	26,22	27,63	28,61	30,15	32,09	14,52	14,17	14,85
Vuruş Sayısı	49	43	36	24	17	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 30.20
Plastik Limit (PL)	% 14.51
Plastisite İndisi (PI)	% 15.69
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-34. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi Atterberg deney sonucu



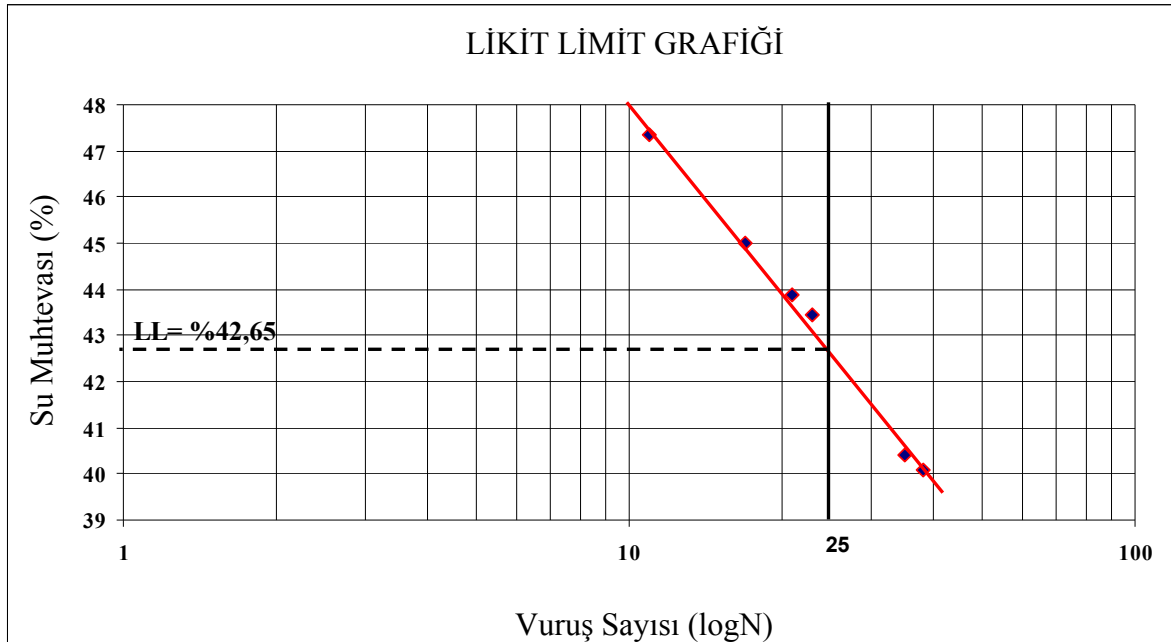
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-35

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Gavur Dağı
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	Aç – 1 – 2
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	10.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ						PLASTİK LİMİT DENEYİ			
	DENEY 1	DENEY 2	DENEY 3	DENEY 4	DENEY 5	DENEY 6	DENEY 1	DENEY 2	DENEY 3	DENEY 4
Kap No	12	G19	G9	G17	G7	G13	G8	G18	Y5	G6
Kap Ağırlığı (gr)	8,64	10,46	10,40	10,11	6,01	10,42	9,35	9,40	10,41	9,07
Kap+Yaş Numune (gr)	16,92	18,73	19,61	17,85	12,52	20,75	14,00	13,96	13,86	13,00
Kap+Kuru Numune (gr)	14,55	16,35	16,82	15,49	10,50	17,43	13,28	13,25	13,32	12,37
Su Ağırlığı (gr)	2,37	2,38	2,79	2,36	2,02	3,32	0,72	0,71	0,54	0,63
Kuru Numune (gr)	5,91	5,89	6,42	5,38	4,49	7,01	3,93	3,85	2,91	3,30
Su İçeriği (%)	40,10	40,41	43,46	43,87	44,99	47,36	18,32	18,44	18,56	19,09
Vuruş Sayısı	38	35	23	21	17	11	-	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 42,65
Plastik Limit (PL)	% 18,60
Plastisite İndisi (PI)	% 24,05
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-35. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi Atterberg deney sonucu



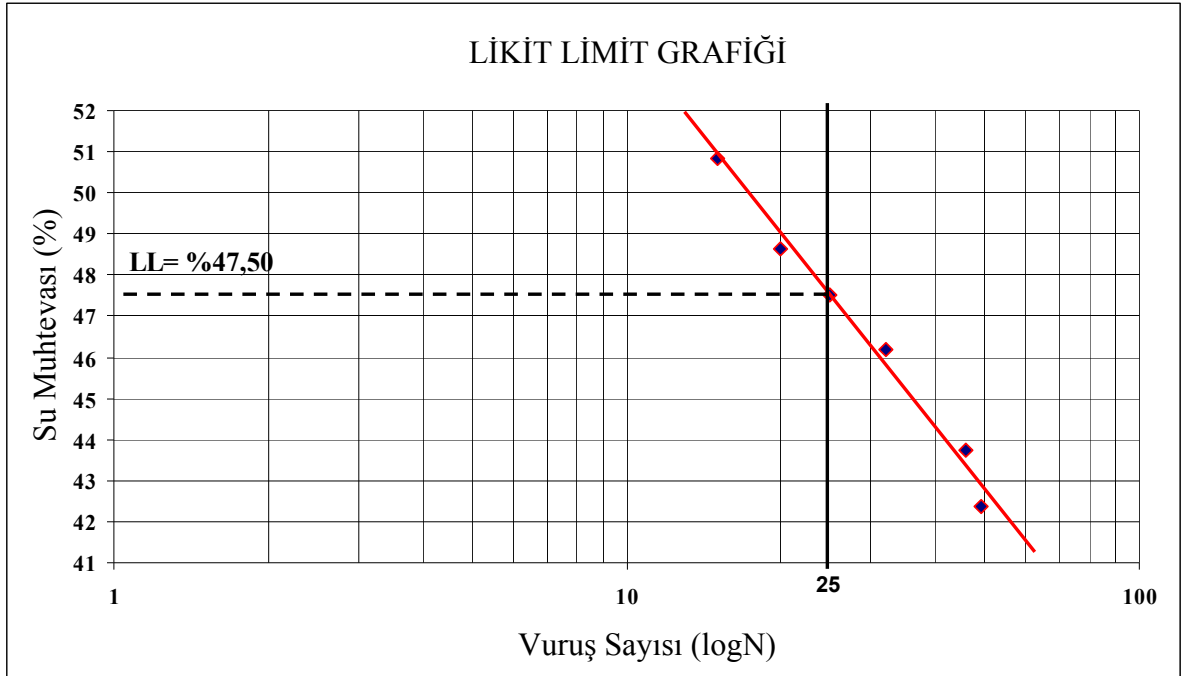
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK-36

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Gavur Dağı
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii
SONDAJ NO / AÇ NO	Aç – 2 – 2
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	29.06.2006
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ						PLASTİK LİMİT DENEYİ			
	DENEY 1	DENEY 2	DENEY 3	DENEY 4	DENEY 5	DENEY 6	DENEY 1	DENEY 2	DENEY 3	DENEY 4
Kap No	G19	G18	G13	G7	G8	G12	Y5	G6	G20	G17
Kap Ağırlığı (gr)	10,46	9,41	10,42	6,01	9,36	8,63	10,41	9,07	9,46	10,12
Kap+Yaş Numune (gr)	20,07	18,15	21,40	17,22	21,19	23,85	15,91	15,70	15,76	15,64
Kap+Kuru Numune (gr)	17,21	15,49	17,93	13,61	17,32	18,72	14,90	14,49	14,59	14,66
Su Ağırlığı (gr)	2,86	2,66	3,47	3,61	3,87	5,13	1,01	1,21	1,17	0,98
Kuru Numune (gr)	6,75	6,08	7,51	7,60	7,96	10,09	4,49	5,42	5,13	4,54
Su İçeriği (%)	42,37	43,75	46,21	47,50	48,62	50,84	22,49	22,32	22,81	21,59
Vuruş Sayısı	49	46	32	25	20	15	-	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 47,50
Plastik Limit (PL)	% 22,30
Plastisite İndisi (PI)	% 25,20
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-36. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi Atterberg deney sonucu



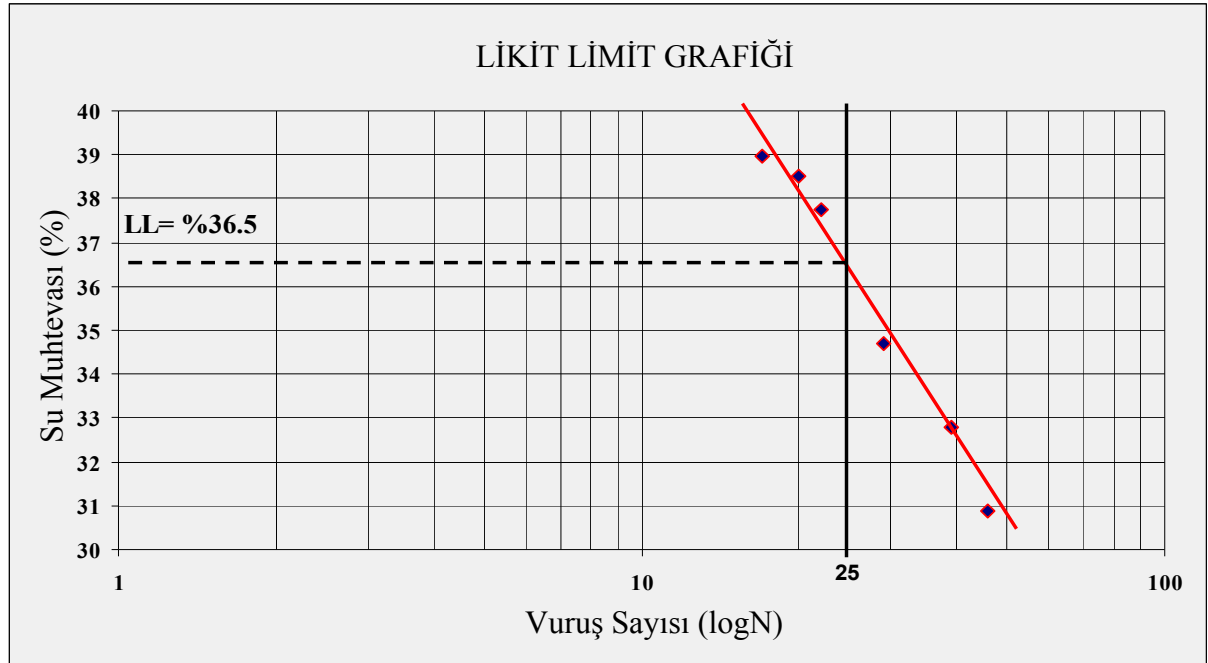
T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

EK -37

LİKİT LİMİT, PLASTİK LİMİT VE PLASTİSİTE İNDİSİNİN BELİRLENMESİ

NUMUNE NO	Rezevuar Alanı
NUMUNE LOKASYONU	Niğde/Merkez Dikilitaş Göleti Rezervuar Alanı
SONDAJ NO / AÇ NO	-
PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
DENEY TARİHİ	10.12.2007
DENEYİ YAPAN	Jeo. Müh. Fırat DUYGUN

	LİKİT LİMİT DENEYİ						PLASTİK LİMİT DENEYİ		
	DENEY1	DENEY2	DENEY3	DENEY4	DENEY5	DENEY6	DENEY1	DENEY2	DENEY3
Kap No	40	1	21	20	G17	G20	15	4	G17
Kap Ağırlığı (gr)	8,46	10,45	9,07	9,34	10,13	9,46	10,40	9,40	10,11
Kap+Yaş Num. (gr)	14,14	16,08	14,35	12,88	13,51	13,31	18,20	18,71	17,94
Kap+Kuru Numune (gr)	12,80	14,69	12,99	11,91	12,57	12,23	16,73	17,12	16,74
Su Ağırlığı (gr)	1,44	1,39	1,36	0,97	0,94	1,08	1,47	1,59	1,20
Kuru Numune (gr)	4,34	4,24	3,92	2,57	2,44	2,77	6,33	7,72	6,63
Su İçeriği (%)	30,88	32,78	34,69	37,74	38,52	38,98	23,22	20,59	18,09
Vuruş Sayısı	46	39	29	22	20	17	-	-	-



SONUÇLAR	
Likit Limit (LL)	% 36.50
Plastik Limit (PL)	% 20.64
Plastisite İndisi (PI)	% 15.86
Zemin Tipi (USCS)	CL

EK-37. Rezervuar alanı numunesi Atterberg deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-38
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/ Göl Aynası Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 1 – 2		
Numune no: Göl Aynası	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli siltli kumlu kil		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 07.07.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.14	71.15
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	106.88	107.42
Numune Ağırlığı (gr)	35.74	36.27
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	333.55	335.64
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	311.20	313.10
Sıcaklık (C⁰)	83.80	72.50
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9693	0.9764
Özgül Ağırlık (Gs)	2.5872	2.5793

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.5833

EK-38. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-39
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 1 – 1		
Numune no: Armut Tepesi	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli killi kum		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 21.07.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.08	71.08
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	106.60	106.39
Numune Ağırlığı (gr)	35.52	35.31
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	333.91	334.44
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	311.80	312.40
Sıcaklık (C⁰)	81.00	77.00
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9712	0.9736
Özgül Ağırlık (Gs)	2.5725	2.5906

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.5816

EK-39. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-40
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 1 – 2		
Numune no: Armut Tepesi	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli siltli kumlu kil		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 04.08.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.10	71.10
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	106.64	106.33
Numune Ağırlığı (gr)	35.54	35.23
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	334.12	333.43
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	312.70	312.40
Sıcaklık (C⁰)	75.00	76.50
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9749	0.9741
Özgül Ağırlık (Gs)	2.4538	2.4167

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.4553

EK-40. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİM MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-41
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 1 – 3		
Numune no: Armut Tepesi	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli siltli killi kum		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 06.08.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.24	71.14
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	106.57	106.31
Numune Ağırlığı (gr)	35.33	35.17
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	334.01	333.74
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	312.30	312.20
Sıcaklık (C⁰)	77.80	84.00
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9731	0.9693
Özgül Ağırlık (Gs)	2.5242	2.5011

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.5127

EK-41. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİM MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-42
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/ Gavur Dağı Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 1 – 2		
Numune no: Gavur Dağı	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli siltli kumlu kil		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 10.08.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.09	71.08
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	111.06	110.76
Numune Ağırlığı (gr)	39.97	39.68
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	337.77	336.50
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	313.40	312.20
Sıcaklık (C⁰)	70.50	77.50
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9775	0.9734
Özgül Ağırlık (Gs)	2.5045	2.5113

SONUÇLAR	
Özgül Ağırlık: 2.5079	

EK-42. Gavur dağı Aç-1-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİM MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-43
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii		
Sondaj/Aç No: Aç – 2 – 2		
Numune no: Gavur Dağı	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Kahve renkli kumlu kil		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: 04.08.2006

Özgül Ağırlık Deney Verileri		
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.09	71.10
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	106.50	106.23
Numune Ağırlığı (gr)	35.41	35.13
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	333.94	333.76
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	311.50	311.80
Sıcaklık (C⁰)	81.00	79.00
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9712	0.9724
Özgül Ağırlık (Gs)	2.6515	2.5938

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.6227

EK-43. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi Özgül ağırlık deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-44
ÖZGÜL AĞIRLIK DENEYİ		

Proje Adı: Döner Sermaye: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş Göleti Rezervuar Alanı		
Sondaj/Aç No: -		
Numune no: Rezervuar	Standart: ASTM D 854 – 02 (2003)	
Numunenin tanımı: Sarımsı kahve renkli killi siltli kum.		
Piknometre No: 1-250 ml	Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN	Deney Tarihi: : 9.12.2007

Özgül Ağırlık Deney Verileri	
Piknometre Ağırlığı (gr)	71.13
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı (gr)	109.14
Numune Ağırlığı (gr)	38.01
Piknometre Ağırlığı + Numune Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	337.23
Piknometre Ağırlığı + Saf Su Ağırlığı (gr)	313.70
Sıcaklık (C⁰)	68.70
Suyun Bu Sıcaklıktaki Özgül Ağırlığı (Gw)	0.9784
Özgül Ağırlık (Gs)	2.5683

SONUÇLAR
Özgül Ağırlık: 2.5683

EK-44. Rezervuar alanı numunesi Özgül ağırlık deney sonucu



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-46

Tane Boyu Analizi

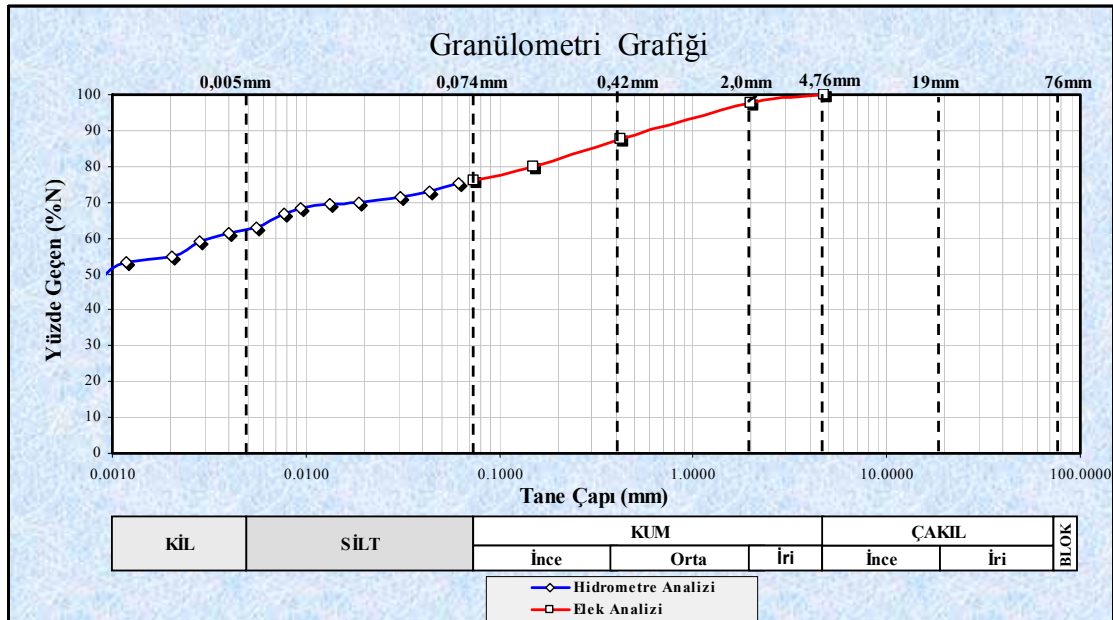
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	1
Numuneyi Alan	Mehmet İŞİLAR	Derinlik	0,2 - 7,0 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	07.06.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Göl Aynası Mevkii	Deneyi Yapan	Jeo.Müh. Firat DUYGUN
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (oC)	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 (%)
16.06.2006	12:36	15	27.00	1.0253	-0.00450	1.0208	12.10	0.00855	0.99650	0.11133	77.03
16.06.2006	12:36	30	27.00	1.0247	-0.00450	1.0202	12.25	0.00855	0.99650	0.06135	75.13
16.06.2006	12:37	60	27.00	1.0240	-0.00450	1.0195	12.40	0.00855	0.99650	0.04365	72.91
16.06.2006	12:38	120	27.00	1.0235	-0.00450	1.0190	12.50	0.00855	0.99650	0.03099	71.33
16.06.2006	12:41	300	27.00	1.0230	-0.00450	1.0185	11.34	0.00855	0.99650	0.01867	69.74
16.06.2006	12:46	600	27.00	1.0229	-0.00450	1.0184	11.32	0.00855	0.99650	0.01319	69.43
16.06.2006	12:56	1200	27.00	1.0225	-0.00450	1.0180	11.50	0.00855	0.99650	0.00940	68.16
16.06.2006	13:06	1800	26.70	1.0222	-0.00463	1.0176	11.60	0.00855	0.99650	0.00771	66.79
16.06.2006	13:36	3600	26.00	1.0214	-0.00480	1.0166	11.90	0.00875	0.99680	0.00558	62.77
16.06.2006	14:36	7200	26.00	1.0210	-0.00480	1.0162	11.95	0.00875	0.99680	0.00396	61.50
16.06.2006	16:36	14400	26.20	1.0202	-0.00478	1.0154	12.18	0.00875	0.99680	0.00283	59.03
16.06.2006	20:36	28800	25.70	1.0190	-0.00490	1.0141	12.50	0.00875	0.99680	0.00202	54.84
17.06.2006	12:36	86400	25.70	1.0185	-0.00490	1.0136	12.69	0.00875	0.99680	0.00118	53.26
18.06.2006	13:14	175080	25.70	1.0170	-0.00490	1.0121	13.30	0.00875	0.99680	0.00085	48.50

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4	4.76	31.15	30.98	0.17	0.00	0.00	100.00
10	2.00	26.03	24.84	1.19	2.38	2.38	97.62
40	0.42	32.84	27.94	4.90	9.80	12.18	87.82
100	0.149	34.03	30.15	3.88	7.76	19.94	80.06
200	0.074	27.48	25.56	1.92	3.84	23.78	76.22



Çakıl : % 0.0
Kum : % 23.8
Silt : % 13.5
Kil : % 62.7
Zemin Tipi: CH

Not
Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.

EK-45. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi tane boyu analizi deney sonucu



**Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı**

EK-47

Tane Boyu Analizi

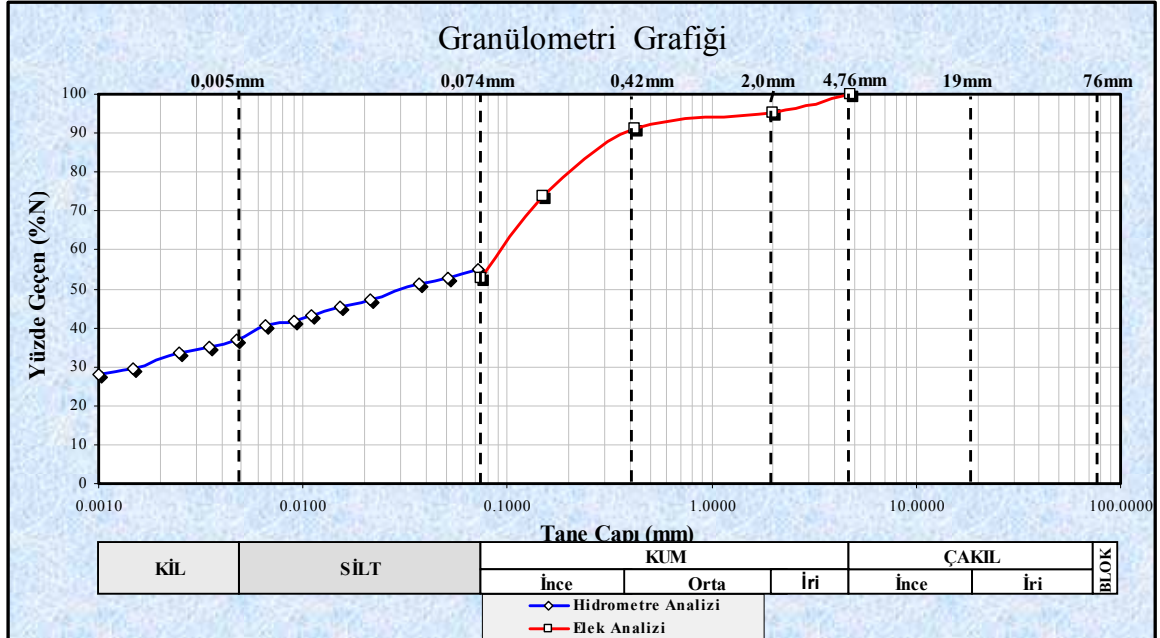
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	1
Numuneyi Alan	Mehmet IŞILAR	Derinlik	0,2 - 1,20 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	21.06.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii	Deneyi Yapan	Jeo.Müh Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (oC)	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 (%)
21.06.2006	10:23	15	29.50	1.0360	-0.00380	1.0322	9.00	0.00818	0.99580	0.09739	59.28
21.06.2006	10:23	30	29.50	1.0334	-0.00380	1.0296	9.70	0.00818	0.99580	0.07149	55.05
21.06.2006	10:24	60	29.50	1.0320	-0.00380	1.0282	10.08	0.00818	0.99580	0.05153	52.77
21.06.2006	10:25	120	29.50	1.0310	-0.00380	1.0272	10.30	0.00818	0.99580	0.03683	51.14
21.06.2006	10:28	300	29.50	1.0285	-0.00380	1.0247	9.70	0.00818	0.99580	0.02127	47.07
21.06.2006	10:33	600	29.30	1.0275	-0.00382	1.0237	10.00	0.00818	0.99586	0.01530	45.31
21.06.2006	10:43	1200	29.20	1.0262	-0.00388	1.0223	10.35	0.00818	0.99589	0.01103	43.05
21.06.2006	10:53	1800	29.00	1.0255	-0.00390	1.0216	10.55	0.00818	0.99595	0.00911	41.78
21.06.2006	11:23	3600	28.50	1.0252	-0.00410	1.0211	10.63	0.00836	0.99609	0.00654	40.74
21.06.2006	12:23	7200	28.00	1.0230	-0.00420	1.0188	11.25	0.00836	0.99624	0.00477	36.75
21.06.2006	14:23	14400	27.90	1.0220	-0.00423	1.0178	11.53	0.00855	0.99627	0.00346	35.02
21.06.2006	18:23	28800	27.70	1.0212	-0.00435	1.0169	11.72	0.00855	0.99632	0.00247	33.45
22.06.2006	10:23	86400	26.70	1.0193	-0.00464	1.0147	12.40	0.00875	0.99660	0.00149	29.43
23.06.2006	10:23	175080	27.10	1.0180	-0.00440	1.0136	11.68	0.00855	0.99649	0.00100	27.88

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4	4.76	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	33.17	28.23	4.94	4.94	4.94	95.06
40	0.42	34.88	30.99	3.89	3.89	8.83	91.17
100	0.149	40.9	23.52	17.38	17.38	26.21	73.79
200	0.074	50.41	29.51	20.90	20.90	47.11	52.89



Çakıl : % 0.0
Kum : % 47.1
Silt : % 16.1
Kil : % 36.8
Zemin Tipi: CL

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-48

Tane Boyu Analizi

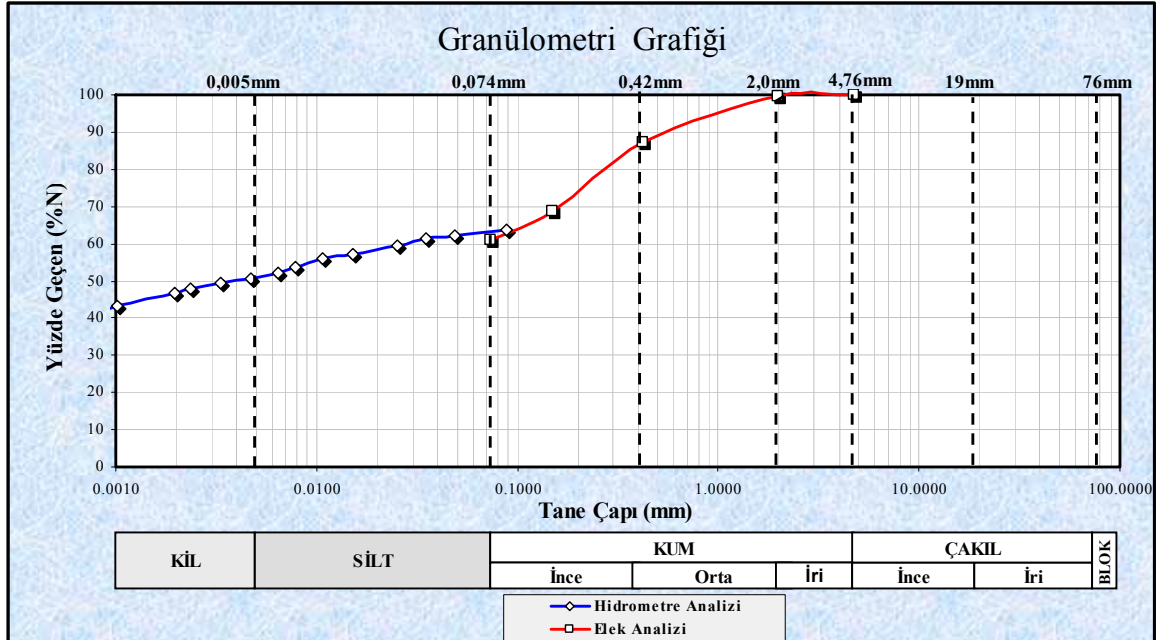
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	2
Numuneyi Alan	Mehmet IŞILAR	Derinlik	0.2 - 1.4 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	08.08.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii	Deneği Yapan	Jeo.Müh Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	1	Deneği Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deneği Esnasındaki Suyun Viskozitesi (μ)	Deneği Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
08.08.2006	10:21	15	30.50	1.0390	-0.00348	1.0355	8.00	0.00800	0.99570	0.08754	63.63
08.08.2006	10:21	30	30.50	1.0382	-0.00348	1.0347	8.41	0.00800	0.99570	0.04916	62.35
08.08.2006	10:22	60	30.50	1.0375	-0.00348	1.0340	8.51	0.00800	0.99570	0.03497	61.23
08.08.2006	10:23	120	30.50	1.0365	-0.00348	1.0330	8.83	0.00800	0.99570	0.02519	59.63
08.08.2006	10:26	300	30.50	1.0350	-0.00348	1.0315	7.90	0.00800	0.99570	0.01507	57.23
08.08.2006	10:31	600	30.50	1.0342	-0.00348	1.0307	8.10	0.00800	0.99570	0.01079	55.96
08.08.2006	10:41	1200	30.00	1.0330	-0.00363	1.0294	8.43	0.00800	0.99570	0.00778	53.80
08.08.2006	10:51	1800	30.00	1.0320	-0.00363	1.0284	8.70	0.00800	0.99570	0.00646	52.20
08.08.2006	11:21	3600	29.00	1.0315	-0.00393	1.0276	8.90	0.00818	0.99600	0.00467	50.44
08.08.2006	12:21	7200	28.50	1.0310	-0.00410	1.0269	9.05	0.00818	0.99600	0.00333	49.37
08.08.2006	14:25	14640	29.00	1.0300	-0.00393	1.0261	9.30	0.00818	0.99600	0.00237	48.05
08.08.2006	16:21	21600	29.00	1.0292	-0.00393	1.0253	9.50	0.00818	0.99600	0.00197	46.77
09.08.2006	10:21	86400	28.90	1.0270	-0.00392	1.0231	10.10	0.00818	0.99600	0.00102	43.27
10.08.2006	10:37	173760	27.20	1.0262	-0.00450	1.0217	10.75	0.00855	0.99650	0.00076	40.27

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4	4.760	27.92	27.92	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	30.01	29.63	0.38	0.38	0.38	99.62
40	0.425	40.43	28.06	12.37	12.44	12.83	87.17
100	0.149	43.93	25.53	18.40	18.51	31.34	68.66
200	0.074	28.78	21.19	7.59	7.64	38.97	61.03



Çakıl : % 0.0
Kum : % 39.0
Silt : % 10.6
Kil : % 50.4
Zemin Tipi: CL

Not

Bu deneği ASTM standartlarına göre yapılmıştır.

Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-49

Tane Boyu Analizi

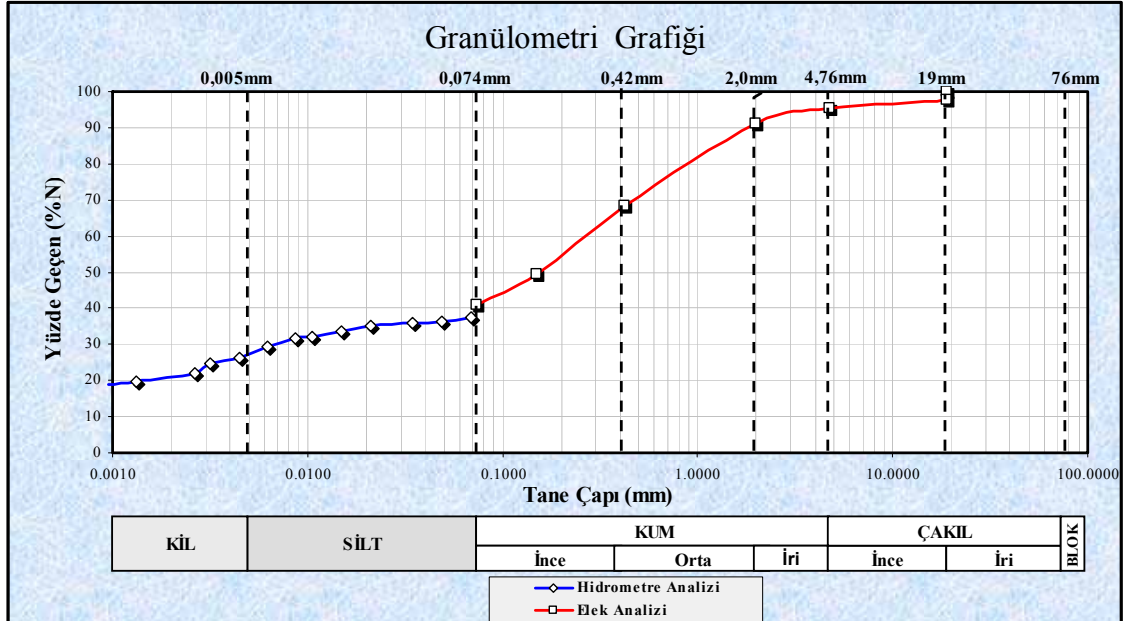
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	3
Numuneyi Alan	Mehmet İŞİLAR	Derinlik	0.2-2.0 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	15.10.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii	Deneyi Yapan	Jeo.Müh Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	1	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (oC)	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 (%)
15.10.2006	10:29	15	24.20	1.0180	-0.00540	1.0126	14.20	0.00916	0.99725	0.12486	40.20
15.10.2006	10:29	30	24.20	1.0170	-0.00540	1.0116	14.43	0.00916	0.99725	0.06894	37.58
15.10.2006	10:30	60	24.20	1.0165	-0.00540	1.0111	14.60	0.00916	0.99725	0.04903	36.27
15.10.2006	10:31	120	24.20	1.0163	-0.00540	1.0109	14.62	0.00916	0.99725	0.03470	35.75
15.10.2006	10:34	300	24.20	1.0160	-0.00540	1.0106	13.45	0.00916	0.99725	0.02105	34.97
15.10.2006	10:39	600	24.20	1.0155	-0.00540	1.0101	13.60	0.00916	0.99725	0.01497	33.66
15.10.2006	10:49	1200	23.90	1.0150	-0.00545	1.0096	13.70	0.00916	0.99732	0.01062	32.03
15.10.2006	10:59	1800	23.90	1.0149	-0.00545	1.0095	13.72	0.00916	0.99732	0.00868	31.77
15.10.2006	11:29	3600	23.90	1.0140	-0.00545	1.0086	13.95	0.00916	0.99732	0.00619	29.41
15.10.2006	12:29	7200	23.50	1.0130	-0.00560	1.0074	14.30	0.00938	0.99742	0.00448	26.14
15.10.2006	14:29	14640	23.50	1.0125	-0.00560	1.0069	14.40	0.00938	0.99742	0.00315	24.83
15.10.2006	16:29	21600	22.50	1.0120	-0.00590	1.0061	14.61	0.00961	0.99766	0.00265	22.11
16.10.2006	10:29	86400	21.80	1.0115	-0.00610	1.0054	14.80	0.00961	0.99782	0.00133	19.85
17.10.2006	10:29	172800	22.00	1.0110	-0.00608	1.0049	14.95	0.00961	0.99777	0.00095	18.73

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
1	19	10	10	0	0	0	100.0
3/4	19.05	24.69	23.32	1.37	2.26	2.26	97.7
4	4.760	30.96	29.51	1.45	2.39	4.65	95.3
10	2.000	26	23.46	2.54	4.19	8.84	91.2
40	0.425	41.7	27.94	13.76	22.69	31.53	68.5
100	0.149	39.71	28.09	11.62	19.16	50.69	49.3
200	0.074	36.34	31.37	4.97	8.20	58.89	41.1



Çakıl : % 4.7
Kum : % 54.2
Silt : % 15.0
Kil : % 26.1
Zemin Tipi: CL

Not
Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-50

Tane Boyu Analizi

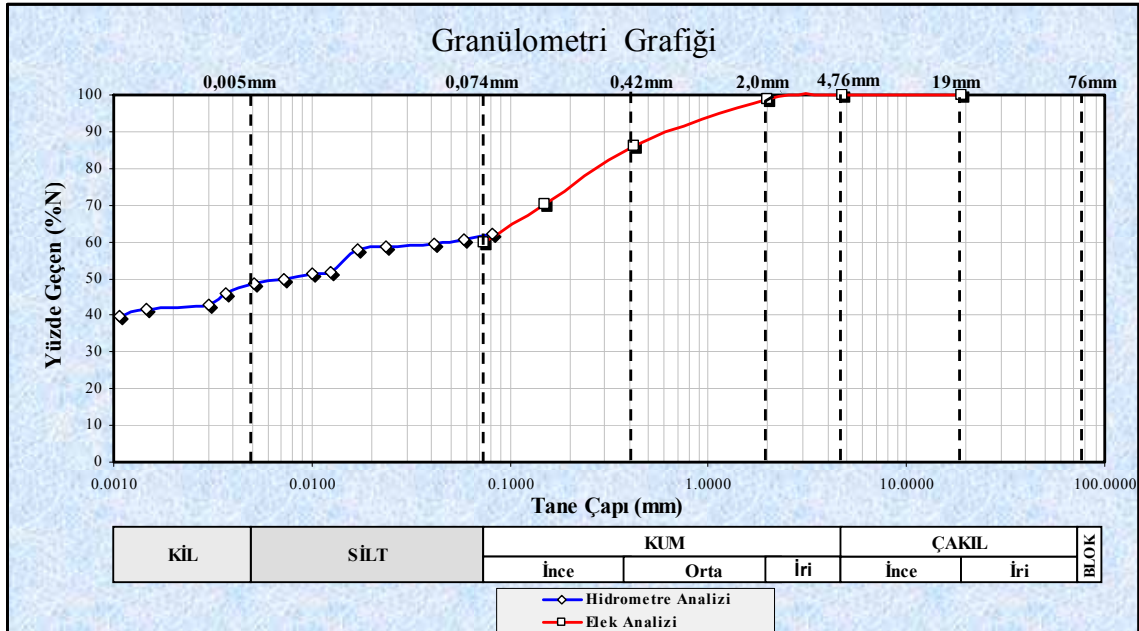
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	1
Numuneyi Alan	Mehmet İŞİLAR	Derinlik	0,2 - 1,50 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	20.06.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı	Deneyi Yapan	Geo.Müh. Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	2	Deney Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (oC)	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 (%)
29.06.2006	11:35	15	30.00	1.0225	-0.00360	1.01890	12.52	0.00800	0.99570	0.11359	68.23
29.06.2006	11:35	30	30.00	1.0205	-0.00360	1.01690	13.02	0.00800	0.99570	0.08191	62.35
29.06.2006	11:36	60	30.00	1.0199	-0.00360	1.01630	13.21	0.00800	0.99570	0.05834	60.59
29.06.2006	11:37	120	30.00	1.0195	-0.00360	1.01590	13.31	0.00800	0.99570	0.04141	59.41
29.06.2006	11:40	300	30.00	1.0193	-0.00360	1.01570	12.10	0.00800	0.99570	0.02380	58.82
29.06.2006	11:45	600	30.00	1.0190	-0.00360	1.01540	12.17	0.00800	0.99570	0.01688	57.94
29.06.2006	11:55	1200	29.50	1.0175	-0.00388	1.01362	12.68	0.00818	0.99600	0.01235	51.83
29.06.2006	12:05	1800	29.50	1.0173	-0.00388	1.01342	12.70	0.00818	0.99600	0.01009	51.24
29.06.2006	12:35	3600	29.00	1.0168	-0.00390	1.01290	12.84	0.00818	0.99600	0.00718	49.71
29.06.2006	13:35	7200	29.00	1.0165	-0.00390	1.01260	12.91	0.00818	0.99600	0.00509	48.83
29.06.2006	15:35	14400	27.10	1.0165	-0.00440	1.01210	13.05	0.00855	0.99650	0.00370	45.90
30.06.2006	17:44	22140	27.00	1.0155	-0.00450	1.01100	13.30	0.00855	0.99650	0.00302	42.67
01.07.2006	13:47	94320	27.60	1.0150	-0.00435	1.01065	13.45	0.00855	0.99650	0.00147	41.64
02.07.2006	12:24	175800	27.70	1.0142	-0.00434	1.00986	13.62	0.00836	0.99630	0.00107	39.90

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
3/4	19.05	28.30	28.30	0	0	0	100
4	4.76	28.28	28.23	0.05	0.09	0.09	99.91
10	2.00	28.61	28.08	0.53	0.96	1.05	98.95
40	0.42	31.87	24.84	7.03	12.70	13.74	86.26
100	0.149	32.31	23.52	8.79	15.88	29.62	70.38
200	0.074	41.5	35.67	5.83	10.53	40.15	59.85



Çakıl :% 0.1
Kum :% 40.1
Silt :% 11.0
Kil :% 48.8
Zemin Tipi: CL

Not
Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-51

Tane Boyu Analizi

Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	2
Numune Alan	Mehmet İŞİLAR	Derinlik	0.2-1.6 m
Alındığı tarih	25.05.2006	Tarih	08.08.2006
Alındığı Yer	Gavur Dağı	Deneyi Yapan	Geo.Müh Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	2	Deney Standardı	ASTM

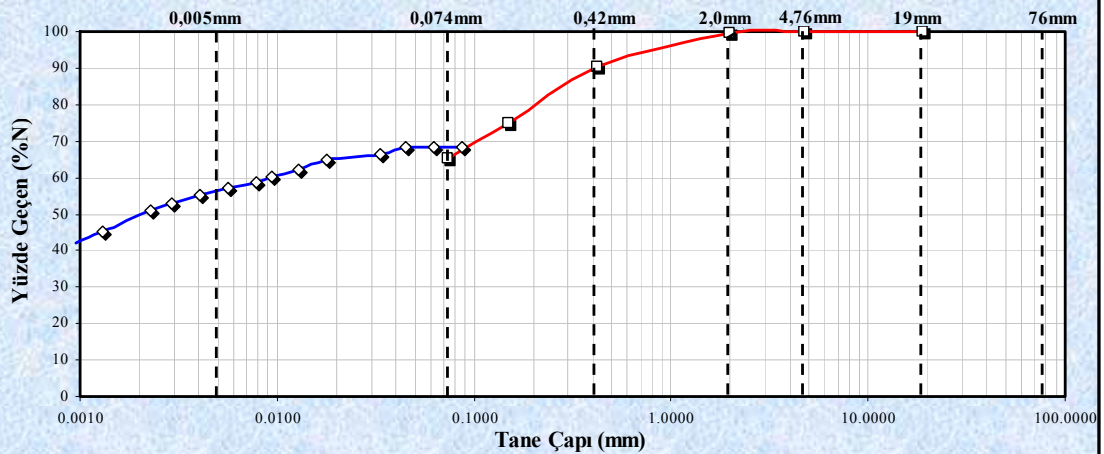
Hidrometre Analizi

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 (%)
08.08.2006	11:00	15	30.00	1.0400	-0.00360	1.03640	7.30	0.00800	0.99570	0.08673	68.18
08.08.2006	11:00	30	30.00	1.0400	-0.00360	1.03640	7.61	0.00800	0.99570	0.06262	68.18
08.08.2006	11:01	60	30.00	1.0400	-0.00360	1.03640	7.92	0.00800	0.99570	0.04517	68.18
08.08.2006	11:02	120	30.00	1.0390	-0.00360	1.03540	8.59	0.00800	0.99570	0.03326	66.51
08.08.2006	11:05	300	30.00	1.0380	-0.00360	1.03440	7.40	0.00800	0.99570	0.01800	64.83
08.08.2006	11:10	600	29.80	1.0365	-0.00370	1.03280	7.58	0.00800	0.99570	0.01291	62.15
08.08.2006	11:20	1200	29.50	1.0357	-0.00380	1.03190	7.80	0.00818	0.99600	0.00939	60.15
08.08.2006	11:30	1800	29.20	1.0350	-0.00388	1.03112	8.00	0.00818	0.99600	0.00778	58.84
08.08.2006	12:00	3600	29.00	1.0340	-0.00392	1.03008	8.24	0.00818	0.99600	0.00560	57.10
08.08.2006	13:00	7200	28.60	1.0330	-0.00406	1.02894	8.51	0.00818	0.99600	0.00403	55.19
08.08.2006	15:00	14400	29.00	1.0315	-0.00392	1.02758	8.93	0.00818	0.99600	0.00293	52.91
08.08.2006	17:45	24300	28.80	1.0305	-0.00400	1.02650	9.20	0.00818	0.99600	0.00229	51.10
09.08.2006	11:00	86400	27.70	1.0275	-0.00430	1.02320	10.09	0.00836	0.99630	0.00130	45.08
10.08.2006	11:00	172800	27.20	1.0260	-0.00449	1.02151	10.50	0.00855	0.99650	0.00095	41.92

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ. (gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
3/4	19.05	28.30	28.30	0	0	0	100
4	4.76	49.18	48.67	0.51	0.52	0.09	99.91
10	2.00	30.51	30.08	0.43	0.44	0.53	99.47
40	0.42	44.66	35.64	9.02	9.28	9.81	90.19
100	0.149	42.41	27.53	14.88	15.31	25.12	74.88
200	0.074	35.08	25.74	9.34	9.61	34.73	65.27

Granülometri Grafiği



KİL	SİLT	KUM			ÇAKIL		BLOK
		İnce	Orta	İri	İnce	İri	

Çakıl : % 0.1
Kum : % 34.6
Silt : % 8.2
Kil : % 57.1
Zemin Tipi: CL

Not

Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.

EK-50. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi tane boyu analizi deney sonucu



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı

EK-52

Tane Boyu Analizi

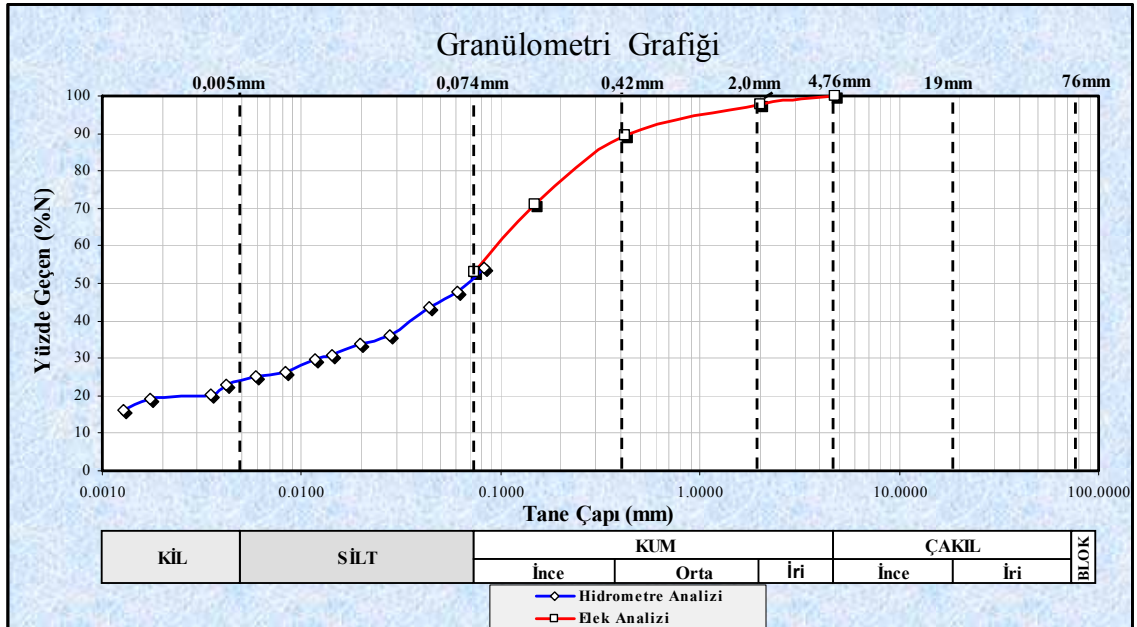
Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi	Numune No	-
Numuneyi Alan	Geo.Müh.Fırat DUYGUN	Derinlik	1.5 m
Alındığı tarih	21.07.2006	Tarih	15.10.2006
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş Göleti Rezervuar Alanı	Deneysel Yapan	Geo.Müh Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	-	Deneysel Standardı	ASTM

Hidrometre Analizi

Tarih	Okuma Zamanı	Zaman (sn)	Sıcaklık (°C)	Hidrometre Okuması (rs)	Hidrometre Düzeltmesi (r)	Düzeltilmiş Hidrometre Okuması	Zr (cm)	Deneysel Esnasındaki Suyun Viskozitesi (μ)	Deneysel Esnasındaki Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γw)	Tane Çapı: D (mm)	N (%)
08.08.2007	10:21	15	24.00	1.0300	-0.00545	1.0246	11.00	0.00916	0.99730	0.11441	58.53
08.08.2007	10:21	30	24.00	1.0280	-0.00545	1.0226	11.50	0.00916	0.99730	0.08272	54.23
08.08.2007	10:22	60	24.00	1.0250	-0.00545	1.0196	12.30	0.00916	0.99730	0.06049	47.79
08.08.2007	10:23	120	24.00	1.0230	-0.00545	1.0176	12.85	0.00916	0.99730	0.04372	43.49
08.08.2007	10:26	300	23.20	1.0200	-0.00569	1.0143	12.50	0.00938	0.99749	0.02760	36.12
08.08.2007	10:31	600	23.20	1.0190	-0.00569	1.0133	12.75	0.00938	0.99749	0.01971	33.98
08.08.2007	10:41	1200	23.20	1.0175	-0.00569	1.0118	13.13	0.00938	0.99749	0.01414	30.76
08.08.2007	10:51	1800	23.20	1.0170	-0.00569	1.0113	13.30	0.00938	0.99749	0.01162	29.68
08.08.2007	11:21	3600	23.20	1.0155	-0.00569	1.0098	13.65	0.00938	0.99749	0.00833	26.46
08.08.2007	12:21	7200	23.00	1.0150	-0.00573	1.0093	13.80	0.00938	0.99754	0.00592	25.19
08.08.2007	14:25	14640	23.00	1.0140	-0.00573	1.0083	14.02	0.00938	0.99754	0.00418	23.04
08.08.2007	16:21	21600	23.00	1.0128	-0.00573	1.0071	14.30	0.00938	0.99754	0.00348	20.47
09.08.2007	10:21	86400	22.50	1.0124	-0.00590	1.0065	14.55	0.00931	0.99766	0.00175	18.99
10.08.2007	10:37	173760	21.80	1.0115	-0.00610	1.0054	14.80	0.00984	0.99782	0.00128	16.28

Elek Analizi

Elek No	Elek Açıklığı (mm)	Kap+Num Ağ. (gr)	Kap Ağ.(gr)	Elekte Kalan (gr)	Kalan %	Kümülatif %	Geçen %
4	4.76	33.37	30.98	2.39	0.00	0.00	100.00
10	2.00	31.84	30.10	1.74	2.28	2.28	97.72
40	0.42	34.45	28.20	6.25	8.20	10.48	89.52
100	0.149	35.37	21.21	14.16	18.57	29.05	70.95
200	0.074	49.31	35.66	13.65	17.90	46.95	53.05



Çakıl :% 0.0
Kum :% 46.95
Silt :% 27.86
Kil :% 25.19
Zemin Tipi: CL

Not
Bu deney ASTM standartlarına göre yapılmıştır.
Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS) yöntemleri kullanılmıştır.

EK-51. Rezervuar alanı numunesi tane boyu analizi deney sonucu

Ana Bölümler		Grup Simgeler (*)	Tipik Adlamlar	Arazide tanıma yöntemleri			
1	2		3	4	5		
İri taneli zeminler Malzemenin Yarıdan çoğu 200 No.lu Elek çapından (0,075 mm) büyük	Çakıl İri fraksiyonunun yarıdan çoğu 4 No.lu elek çapından (4,75 mm) daha büyük	Temiz Çakıl (çok az veya sıfır ince tane)	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl kum karışımı, sıfır veya çok az ince tane	Tane boyunda geniş aralıklar ve tüm orta boy taneler önemli miktarda		
		İnce tane içeren Çakıl (önemli miktarda ince tane)	GP	Kötü derecelenmiş çakıl, çakıl kum karışımı, sıfır veya çok az ince tane	Bazı ara boyların eksik olduğu tek boy veya bir dizi boylar egemen		
			GM	Siltli çakıl, çakıl-kum-silt karışımı	Plastik olmayan ince taneler veya düşük plastisiteli ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda ML'ye bakınız)		
			GC	Killi çakıl, çakıl-kum-kil karışımı	Plastik ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda CL'ye bakınız)		
	Kum 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)	Temiz Kum (çok az veya sıfır ince tane)	SW	İyi derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Tane boylarında geniş aralık ve ara partikül boyları önemli miktarda		
		İnce tane içeren Kum (önemli miktarda ince tane)	SP	Kötü derecelenmiş kum, çakıllı kum, sıfır veya çok az ince tane	Bazı ara boyların eksik olduğu tek boy veya bir dizi boylar egemen		
			SM	Siltli kum, kum-silt karışımı	Plastik olmayan ince taneler veya düşük plastisiteli ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda ML'ye bakınız)		
			SC	Killi kum, kum-kil karışımı	Plastik ince taneler (teşhis yöntemleri için aşağıda CL'ye bakınız)		
			40 No.lu Elek Çapından Küçük Fraksiyonları Tanıma Yöntemleri				
		Kuru dayanım (ezilme karakteristikleri)			Dilatans (sarsmaya tepki)	Sağlamlık (Kıvam PL yakınında)	
İnce taneli zeminler Malzemenin Yarıdan çoğu 200 No.lu Elek çapından (0,075 mm)	Silt veya Kil Likit Limit 50'den küçük	ML	İnorganik silt ve çok ince kum, kaya unu, siltli veya killi ince kum veya çok az plastisiteli killi silt	Yok – çok az	Çabuk – yavaş	Yok	
		CL	Düşük-orta plastisiteli inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, yağlı kil	Orta – yüksek	Yok – çok yavaş	Orta	
		OL	Düşük plastisiteli organik silt ve organik siltli kil	Çok az – orta	Yavaş	Çok az	
	Silt veya Kil Likit Limit 50'den büyük	MH	İnorganik silt, mikalı veya diatomeli ince kumlu veya siltli zemin, elastik silt	Çok az – orta	Yavaş – yok	Az – orta	
		CH	Yüksek plastisiteli inorganik kil, yağlı kil	Yüksek – çok yüksek	Yok	Yüksek	
		OH	Orta-yüksek plastisiteli organik kil, organik silt	Orta – yüksek	Yok – çok yavaş	Az – orta	
	İleri Derecede Organik Zeminler		Pt	Turba ve diğeri ileri derece organik zeminler	Renk, koku, süngerimsi his ve çoğu zaman da lifli yapılarıyla kolayca tanınırlar		

EK-52. Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi

Laboratuar Sınıflama Kriterleri

Fraksiyonu tanımada "arazi tanınması" başlığı altındaki tane boyu eğrisini kullanınız.

Tane boyu eğrisinden çakıl ve kumun yüzdeleri tanımlayınız. İnce tane yüzdesine (200 No.lu elekten geçen fraksiyona) bağlı olarak iri taneli zeminler şöyle sınıflanır:

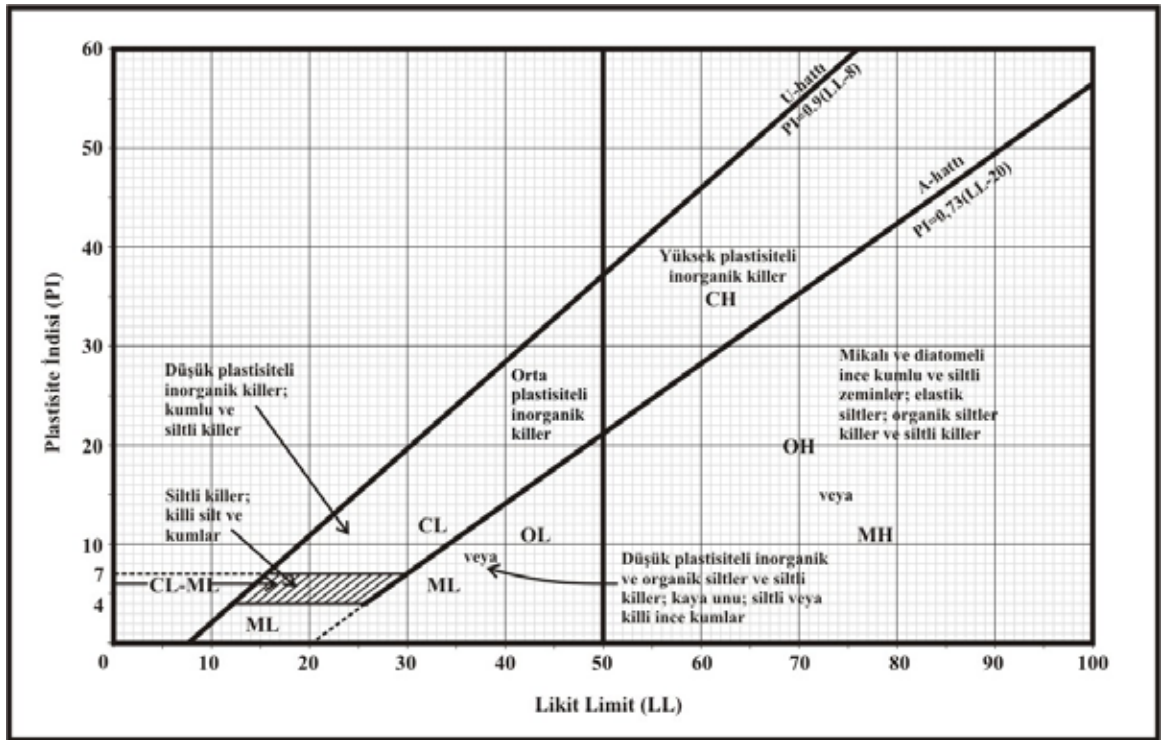
%5'den az : GW, GP, SW, SP

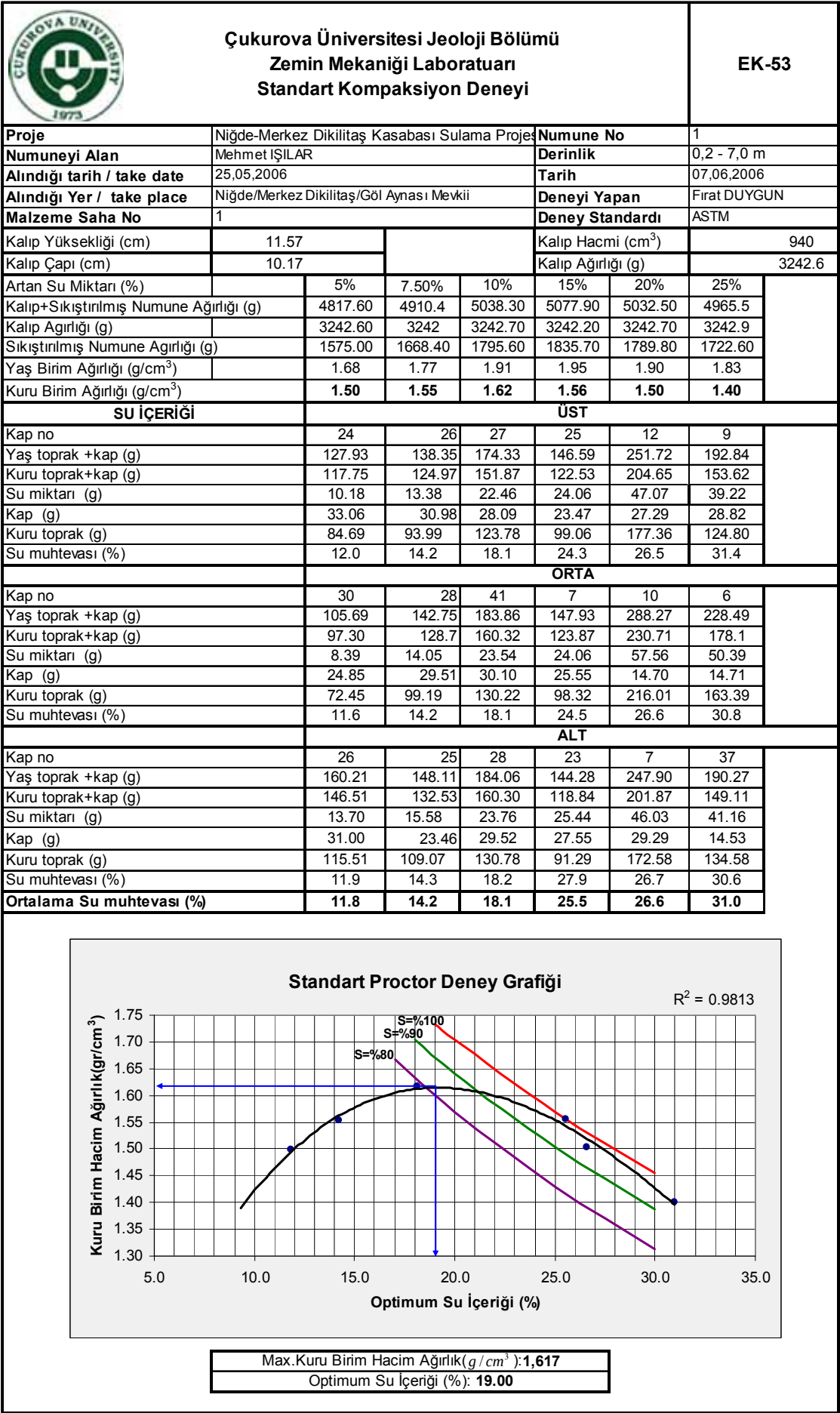
%5-12'den çok: GM, GC, SM, SC

%5-12 arası: İkili simge kullanımı gerektiren sınır durumları

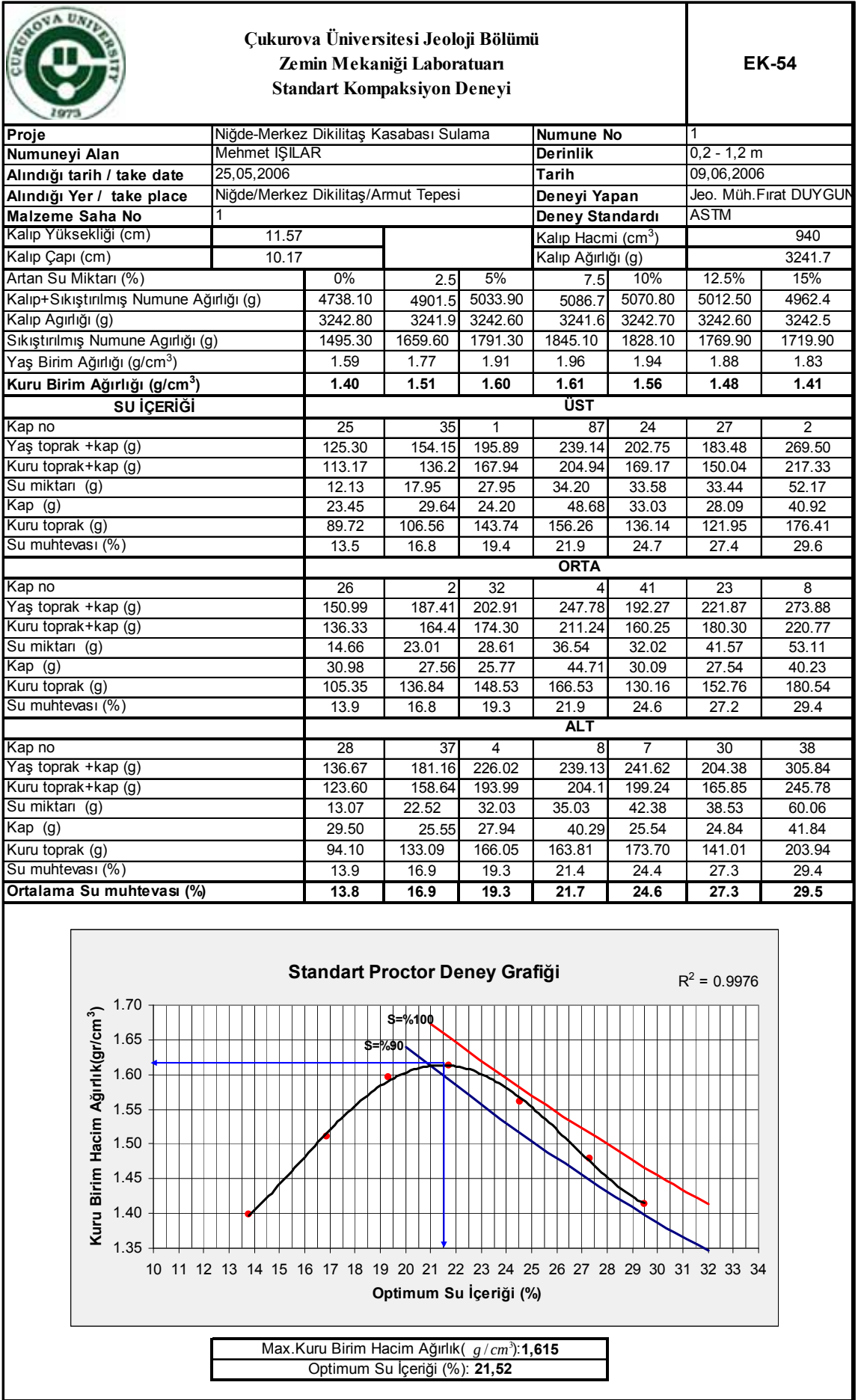
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad 4' \text{ den büyük}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad 1 \text{ ile } 3 \text{ arasında}$	
GW için tüm gradasyon şartları sağlanmaz	
Atterberg limitleri A hattının altında veya PI 4' den küçük	A hattının üstünde ve PI 4 ile 7 arasında ise ikili simge kullanımı gerektiren sınır durumu
Atterberg limitleri A hattının üstünde veya PI 7' den büyük	
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad 6' \text{ dan büyük}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad 1 \text{ ile } 3 \text{ arasında}$	
SW için tüm gradasyon şartları sağlanmaz	
Atterberg limitleri A hattının altında veya PI 4' den küçük	PI 4 ile 7 arasında ve limitler taralı alana düşerse ikili simge kullanımı gerektiren sınır durumu
Atterberg limitleri A hattının üstünde veya PI 7' den büyük	

İnce taneli zeminlerin laboratuar sınıflaması için Plastisite Abağı





EK-53. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu



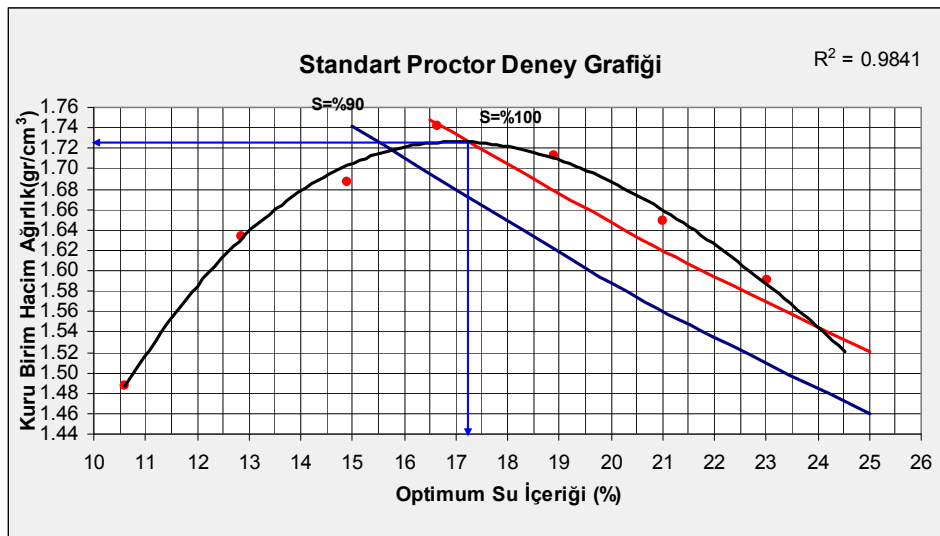
EK-54. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi standart kompaksiyon deney sonucu



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı
Standart Kompaksiyon Deneyi

EK-55

Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama				Numune No	2		
Numuneyi Alan	Mehmet IŞILAR				Derinlik	0,2 - 1,6 m		
Alındığı tarih / take date	25.05.2006				Tarih	31.07.2006		
Alındığı Yer / take place	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi				Deneyi Yapan	Jeo. Müh.Fırat DUYGUN		
Malzeme Saha No	1				Deney Standardı	ASTM		
Kalıp Yüksekliği (cm)	11.57				Kalıp Hacmi (cm ³)	940		
Kalıp Çapı (cm)	10.17				Kalıp Ağırlığı (g)	3241.5		
Artan Su Miktarı (%)	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	
Kalıp+Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	4788.90	4975.43	5064.80	5152.2	5157.20	5116.90	5081.60	
Kalıp Ağırlığı (g)	3242.10	3241.9	3242.30	3242.2	3242.40	3242.00	3242.1	
Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	1546.80	1733.53	1822.50	1910.00	1914.80	1874.90	1839.50	
Yaş Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.65	1.84	1.94	2.03	2.04	1.99	1.96	
Kuru Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.49	1.63	1.69	1.74	1.71	1.65	1.59	
SU İÇERİĞİ				ÜST				
Kap no	26	37	30	41	24	1	13	
Yaş toprak +kap (g)	131.80	129.42	175.29	174.52	196.41	174.98	178.62	
Kuru toprak+kap (g)	122.21	116.85	155.63	154.29	170.26	148.28	153.38	
Su miktarı (g)	9.59	12.57	19.66	20.23	26.15	26.70	25.24	
Kap (g)	30.97	25.55	24.83	30.11	33.04	21.20	44.00	
Kuru toprak (g)	91.24	91.30	130.80	124.18	137.22	127.08	109.38	
Su muhtevası (%)	10.5	13.8	15.0	16.3	19.1	21.0	23.1	
				ORTA				
Kap no	27	1	31	9	37	9	4	
Yaş toprak +kap (g)	171.88	151.95	194.41	161.68	186.36	161.83	280.30	
Kuru toprak+kap (g)	158.00	137.46	172.81	143.54	160.68	139.96	235.90	
Su miktarı (g)	13.88	14.49	21.60	18.14	25.68	21.87	44.40	
Kap (g)	28.07	21.21	28.20	35.66	25.54	35.65	44.69	
Kuru toprak (g)	129.93	116.25	144.61	107.88	135.14	104.31	191.21	
Su muhtevası (%)	10.7	12.5	14.9	16.8	19.0	21.0	23.2	
				ALT				
Kap no	28	35	35	45	40	41	8	
Yaş toprak +kap (g)	157.66	158.62	217.70	147.14	172.98	196.87	214.64	
Kuru toprak+kap (g)	145.34	144.44	193.51	129.42	150.18	167.89	182.27	
Su miktarı (g)	12.32	14.18	24.19	17.72	22.80	28.98	32.37	
Kap (g)	29.50	29.64	29.63	23.91	27.93	30.09	40.22	
Kuru toprak (g)	115.84	114.80	163.88	105.51	122.25	137.80	142.05	
Su muhtevası (%)	10.6	12.4	14.8	16.8	18.7	21.0	22.8	
Ortalama Su muhtevası (%)	10.6	12.9	14.9	16.6	18.9	21.0	23.0	



Max.Kuru Birim Hacim Ağırlık (g/cm³): 1.735

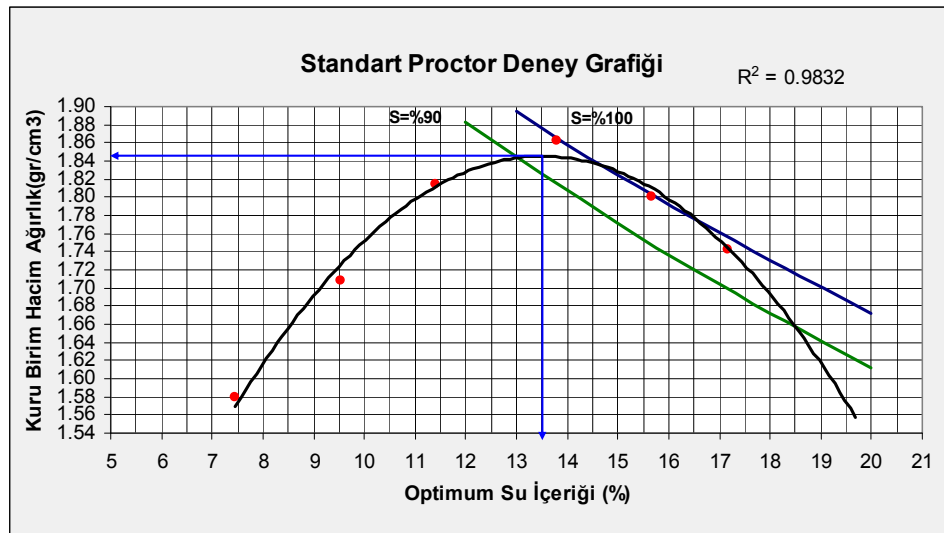
Optimum Su İçeriği (%): 17.25



Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı
Standart Kompaksiyon Deneyi

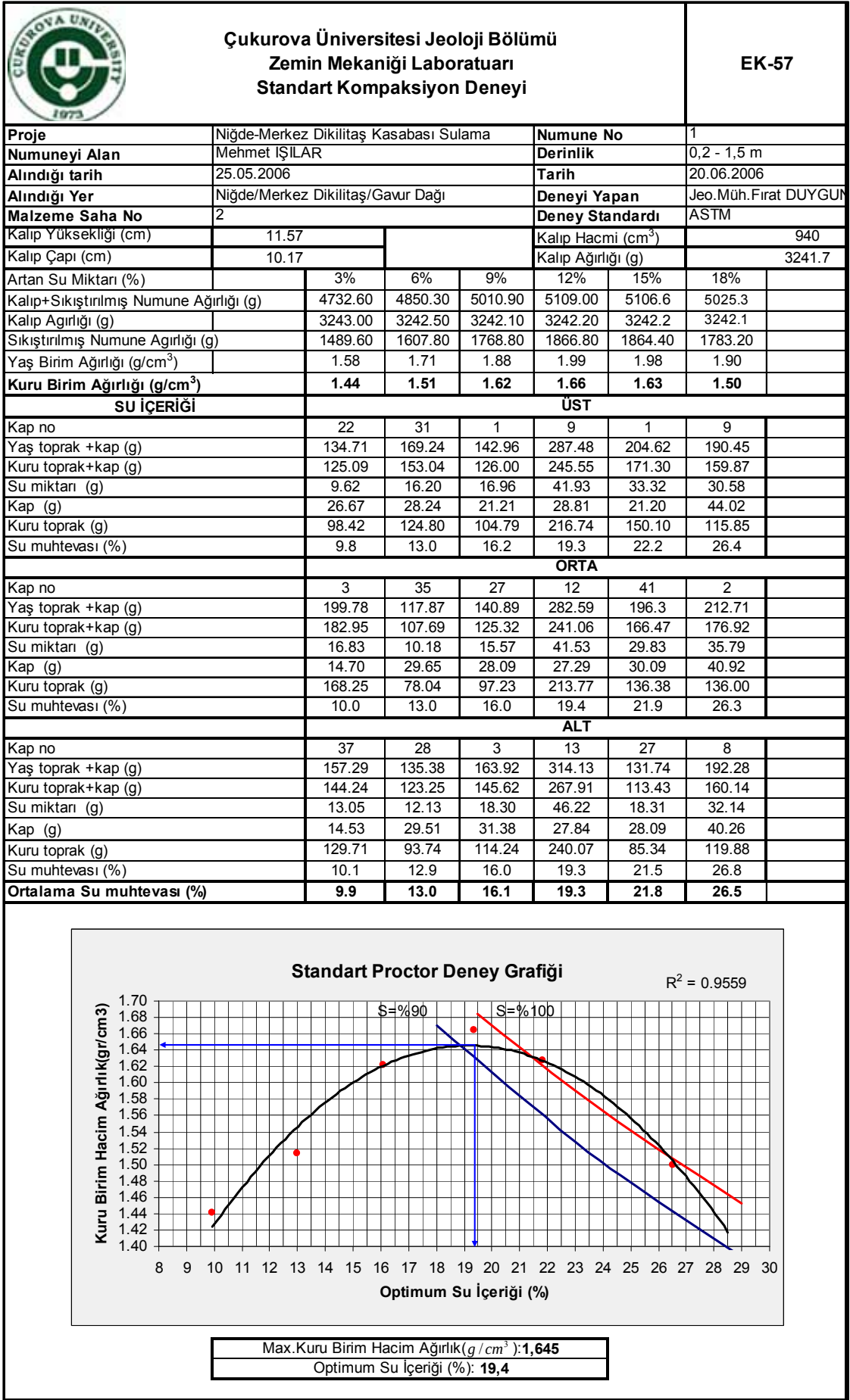
EK-56

Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama				Numune No	3
Numuneyi Alan	Mehmet İŞİLAR				Derinlik	0.2-2.0 m
Alındığı tarih / take date	25.05.2006				Tarih	27.09.2006
Alındığı Yer / take place	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi				Deneyi Yapan	Jeo. Müh.Fırat DUYGUN
Malzeme Saha No	1				Deney Standardı	ASTM
Kalıp Yüksekliği (cm)	11.57				Kalıp Hacmi (cm ³)	940
Kalıp Çapı (cm)	10.17				Kalıp Ağırlığı (g)	3241.5
Artan Su Miktarı (%)	4%	6%	8%	10%	12%	14%
Kalıp+Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	4836.8	5001.40	5141.4	5234.70	5199.20	5161.50
Kalıp Ağırlığı (g)	3241.9	3242.00	3242	3242.10	3242.00	3241.4
Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	1594.90	1759.40	1899.40	1992.60	1957.20	1920.10
Yaş Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.70	1.87	2.02	2.12	2.08	2.04
Kuru Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.58	1.71	1.81	1.86	1.80	1.74
SU İÇERİĞİ				ÜST		
Kap no	35	28	24	27	40	2
Yaş toprak +kap (g)	165.08	160.84	137.56	138.38	162.55	176.90
Kuru toprak+kap (g)	155.76	149.37	126.86	125.06	144.25	154.41
Su miktarı (g)	9.32	11.47	10.70	13.32	18.30	22.49
Kap (g)	29.64	29.51	33.05	28.09	27.95	27.55
Kuru toprak (g)	126.12	119.86	93.81	96.97	116.30	126.86
Su muhtevası (%)	7.4	9.6	11.4	13.7	15.7	17.7
				ORTA		
Kap no	41	30	25	9	42	2
Yaş toprak +kap (g)	156.6	144.99	139.03	171.66	206.99	150.22
Kuru toprak+kap (g)	147.72	134.51	127.28	155.21	184.32	132.04
Su miktarı (g)	8.88	10.48	11.75	16.45	22.67	18.18
Kap (g)	30.1	24.84	23.46	35.66	39.63	28.22
Kuru toprak (g)	117.62	109.67	103.82	119.55	144.69	103.82
Su muhtevası (%)	7.5	9.6	11.3	13.8	15.7	17.5
				ALT		
Kap no	45	32	26	2	1	26
Yaş toprak +kap (g)	149.78	159.26	176.65	138.55	258.42	151.34
Kuru toprak+kap (g)	141.04	147.65	161.59	124.97	229.52	134.46
Su miktarı (g)	8.74	11.61	15.06	13.58	28.90	16.88
Kap (g)	23.9	25.77	30.98	27.55	44.75	30.98
Kuru toprak (g)	117.14	121.88	130.61	97.42	184.77	103.48
Su muhtevası (%)	7.5	9.5	11.5	13.9	15.6	16.3
Ortalama Su muhtevası (%)	7.5	9.6	11.4	13.8	15.7	17.2



Max.Kuru Birim Hacim Ağırlık (g / cm³):1.848

Optimum Su İçeriği (%): 13.50

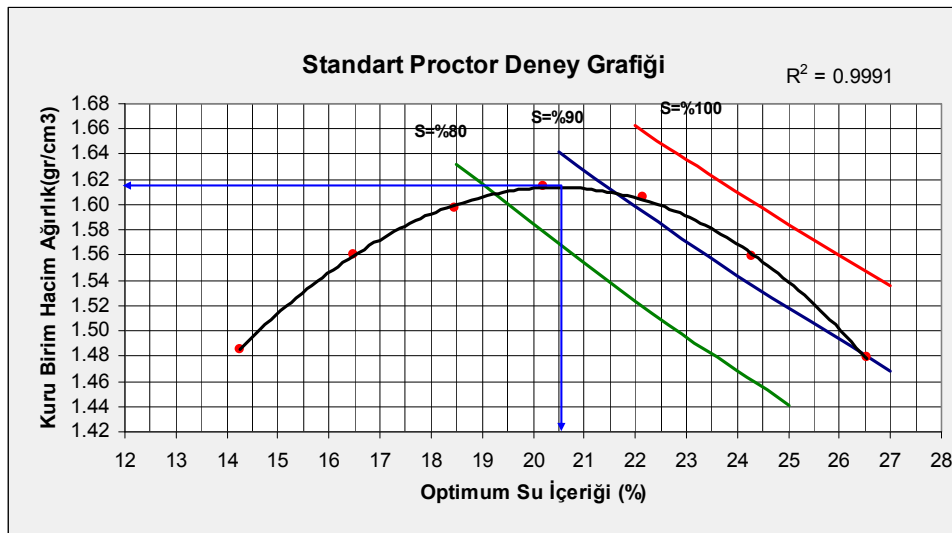




Çukurova Üniversitesi Jeoloji Bölümü
Zemin Mekaniği Laboratuvarı
Standart Kompaksiyon Deneyi

EK-58

Proje	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama				Numune No		2	
Numuneyi Alan	Mehmet İŞİLAR				Derinlik		0,2 - 1,6m	
Alındığı tarih	25.05.2006				Tarih		22.09.2006	
Alındığı Yer	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı				Deneyi Yapan		Jeo.Müh.Fırat DUYGUN	
Malzeme Saha No	2				Deney Standardı		ASTM	
Kalıp Yüksekliği (cm)	11.57				Kalıp Hacmi (cm ³)		940	
Kalıp Çapı (cm)	10.17				Kalıp Ağırlığı (g)		3241.7	
Artan Su Miktarı (%)		6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%
Kalıp+Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	4836.30		4950.40	5021	5066	5085.1	5062	5000
Kalıp Ağırlığı (g)	3241.10		3242.00	3242	3242	3241.1	3241	3241.40
Sıkıştırılmış Numune Ağırlığı (g)	1595.20		1708.40	1779.00	1824.00	1844.00	1820.80	1758.60
Yaş Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.70		1.82	1.89	1.94	1.96	1.94	1.87
Kuru Birim Ağırlığı (g/cm ³)	1.49		1.56	1.60	1.61	1.61	1.56	1.48
SU İÇERİĞİ		ÜST						
Kap no	9		41	30	51	40.00	1	25.00
Yaş toprak +kap (g)	170.12		125.27	110.91	146.06	190.56	133.55	115.00
Kuru toprak+kap (g)	153.35		111.81	97.47	126.80	161.21	111.61	95.78
Su miktarı (g)	16.77		13.46	13.44	19.26	29.35	21.94	19.22
Kap (g)	35.67		30.11	24.85	31.37	27.94	21.21	23.47
Kuru toprak (g)	117.68		81.70	72.62	95.43	133.27	90.40	72.31
Su muhtevası (%)	14.3		16.5	18.5	20.2	22.0	24.3	26.6
		ORTA						
Kap no	35		2	27	26	28.00	37.00	24.00
Yaş toprak +kap (g)	163.62		168.34	142.94	157.6	127.95	130.08	178.9
Kuru toprak+kap (g)	146.95		148.42	124.92	136.35	110.1	109.66	148.46
Su miktarı (g)	16.67		19.92	18.02	21.25	17.85	20.42	30.44
Kap (g)	29.65		27.56	28.09	30.98	29.53	25.55	33.06
Kuru toprak (g)	117.30		120.86	96.83	105.37	80.57	84.11	115.40
Su muhtevası (%)	14.2		16.5	18.6	20.2	22.2	24.3	26.4
		ALT						
Kap no	31		25	41	87	41	26	31
Yaş toprak +kap (g)	114.93		139.90	199.61	182.24	131.79	121.36	118.1
Kuru toprak+kap (g)	104.11		123.40	174.45	159.74	113.3	103.71	99.21
Su miktarı (g)	10.82		16.50	25.16	22.50	18.49	17.65	18.89
Kap (g)	28.27		23.46	36.64	48.7	30.1	30.98	28.22
Kuru toprak (g)	75.84		99.94	137.81	111.04	83.20	72.73	70.99
Su muhtevası (%)	14.3		16.5	18.3	20.3	22.2	24.3	26.6
Ortalama Su muhtevası (%)	14.2		16.5	18.5	20.2	22.1	24.3	26.5



Max.Kuru Birim Hacim Ağırlık(g/cm³):1,617

Optimum Su İçeriği (%): 20.51

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-59
KONSOLIDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 1 – 1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Göl Aynası Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CH
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	25	Kap No	8
Kap ağırlığı (gr)	23,46	Kap ağırlığı (gr)	40.26
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	73,58	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	155.75
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	65,55	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	131.84
Deney Başı Su Muhtevası (%)	19,1	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	26.10

sem.	TANIMLAMA	BİRİM	1. Deney	2. Deney	3. Deney
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	19.06.2006	20.06.2006	21.06.2006
h ₀	Deney başlangıç saati	-	16:00	16:00	16:00
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	20.06.2006	21.06.2006	22.06.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	16:00	16:00	16:00
T	Toplam deney süresi	sn	86400	86400	86400
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	-	1153,240	1155,000	1155,000
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2,470	2,470	2,470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,231	0,231	0,231
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,2394	2,2390	2,2390
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,26	3,26	3,26
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	1,00	1,00	1,00
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	1,50	1,50
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1,84	1,725	1,725
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98,16	98,275	98,275
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1,26E-08	1,18E-08	1,18E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1,21041 * 10 ⁻⁸		

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

EK-59. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi permeabilite deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-60
KONSOLIDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 1 – 1
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CL
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	24	Kap No	4
Kap ağırlığı (gr)	33,07	Kap ağırlığı (gr)	44,71
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	72,70	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	198,69
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	65,75	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	170,75
Deney Başı Su Muhtevası (%)	21,26	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	22,16

SEM.	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d _o	Deney başlangıç tarihi	-	05.07.2006	06.07.2006	07.07.2006
h _o	Deney başlangıç saati	-	16:00	16:53	16:18
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	06.07.2006	07.07.2006	08.07.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	16:34	16:00	15:15
T	Toplam deney süresi	sn	88440	83220	82620
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G _o	Deney başı guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	340,0	343,0	344,0
L _o	Deney başı numune boyu	cm	2,470	2,470	2,470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,068	0,069	0,069
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,4020	2,4014	2,4012
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,26	3,26	3,26
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	1,00	1,00	1,00
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h _o	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	8,60	5,30	5,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	9,89	6,095	5,865
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	90,11	93,905	94,135
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	7,43E-08	4,76E-08	4,61E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	5,60021*10 ⁻⁸		

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

EK-60. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi permeabilite deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-61
KONSOLIDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 1 – 2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CL
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	24	Kap No	4
Kap ağırlığı (gr)	33.07	Kap ağırlığı (gr)	44.69
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	74.47	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	204.3
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	68.32	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	178.38
Deney Başı Su Muhtevası (%)	17.40	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	19.9

SEM.	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d ₀	Deney başlangıç tarihi	-	28.11.2006	29.11.2006	30.11.2006
h ₀	Deney başlangıç saati	-	16:00	17:20	17:05
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	29.11.2006	30.11.2006	01.12.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	17:10	17:10	16:30
T	Toplam deney süresi	sn	90600	85800	87900
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	-	390.0	394.0	396.5
L ₀	Deney başı numune boyu	cm	2.470	2.470	2.470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0.078	0.079	0.079
L	Deney sonu numune boyu	cm	2.3920	2.3912	2.3907
R	Numune çapı	cm	6.35	6.35	6.35
P	Etkili yük	kg	3.20	3.20	3.20
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	31.67	31.67	31.67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	1.01	1.01	1.01
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	-	1.50	1.20	1.10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	1.725	1.38	1.265
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	98.275	98.62	98.735
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	1.24E-08	1.05E-08	9.38E-09
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	1.07688E-08		

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

EK-61. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi permeabilite deney sonucu



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

EK-62

KONSOLİDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 1 – 3
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CL
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	27	Kap No	38
Kap ağırlığı (gr)	28.08	Kap ağırlığı (gr)	41.78
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	110.67	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	207.56
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	100.86	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	185.89
Deney Başı Su Muhtevası (%)	13.48	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	15.03

SEM.	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d _o	Deney başlangıç tarihi	-	16.08.2006	17.08.2006	18.08.2006
h _o	Deney başlangıç saati	-	16:19	16:05	14:55
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	17.08.2006	18.08.2006	19.08.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	16:00	14:50	15:30
T	Toplam deney süresi	sn	85260	81900	87900
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G _o	Deney başı guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	458,0	462,0	464,0
L _o	Deney başı numune boyu	cm	2,470	2,470	2,470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,092	0,092	0,093
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3784	2,3776	2,3772
R	Numune çapı	cm	6,35	6,35	6,35
P	Etkili yük	kg	3,17	3,17	3,17
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	31,67	31,67	31,67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	1,00	1,00	1,00
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h _o	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	44,90	23,30	14,10
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	51,635	26,795	16,215
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	48,365	73,205	83,785
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	5,49E-07	2,45E-07	1,30E-07
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,07851E-07		

KULLANILAN DENKLEM

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

EK-62. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi permeabilite deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI	EK-63
KONSOLIDASYON CİHAZINDA PERMABİLİTE DENEYİ		

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 1 – 2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CL
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	41	Kap No	87
Kap ağırlığı (gr)	30,08	Kap ağırlığı (gr)	48,68
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	61,65	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	212,16
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	56,64	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	183,97
Deney Başı Su Muhtevası (%)	18,90	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	20,83

SEM.	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d _o	Deney başlangıç tarihi	-	21.07.2006	22.07.2006	23.07.2006
h _o	Deney başlangıç saati	-	16:00	16:00	20:17
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	22.07.2006	23.07.2006	24.07.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	15:45	20:15	17:45
T	Toplam deney süresi	sn	85500	101700	72280
G _k	Guage katsayısı	-	0,002	0,002	0,002
G _o	Deney başı guage okuması	-	0,000	0,000	0,000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	546,0	551,5	554,5
L _o	Deney başı numune boyu	cm	2,470	2,470	2,470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0,109	0,110	0,111
L	Deney sonu numune boyu	cm	2,3608	2,3597	2,3591
R	Numune çapı	cm	6,45	6,45	6,45
P	Etkili yük	kg	3,26	3,26	3,26
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32,67	32,67	32,67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	1,00	1,00	1,00
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0,85767	0,85767	0,85767
h _o	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	5,00	4,50	2,75
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	5,75	5,175	3,1625
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	94,25	94,825	96,8375
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	4,29E-08	3,24E-08	2,75E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	3,42764E-08		

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

EK-63. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi permeabilite deney sonucu

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

PROJE	Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi
NUMUNE NO	AÇ – 2– 2
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii
ZEMİNİN TANIMI	CL
DENEYİ YAPAN	Jeo.Müh.Fırat DUYGUN

Deney Başı Numunenin Su Muhtevası		Deney Sonu Numunenin Su Muhtevası	
Kap No	28	Kap No	41
Kap ağırlığı (gr)	29.50	Kap ağırlığı (gr)	39.63
Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	116.19	Kap + Yaş Num. Ağırlığı (gr)	200.43
Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	101.38	Kap + Kuru Num. Ağırlığı (gr)	171.37
Deney Başı Su Muhtevası (%)	20.6	Deney Sonu Su Muhtevası (%)	22.05

SEM.	TANIMLAMA	BİRİM	1. DENEY	2. DENEY	3. DENEY
d _o	Deney başlangıç tarihi	-	11.12.2006	12.12.2006	13.12.2006
h _o	Deney başlangıç saati	-	17:10	18:15	17:20
d ₁	Deney bitiş tarihi	-	12.12.2006	13.12.2006	14.12.2006
h ₁	Deney bitiş saati	-	18:10	17:15	17:50
T	Toplam deney süresi	sn	90000	82800	88200
G _k	Guage katsayısı	-	0.002	0.002	0.002
G _o	Deney başı guage okuması	-	0.000	0.000	0.000
G ₁	Deney sonu guage okuması	-	220.0	223.0	226.0
L _o	Deney başı numune boyu	cm	2.470	2.470	2.470
L ₁	Deney sonu oturma miktarı	cm	0.044	0.045	0.045
L	Deney sonu numune boyu	cm	2.4260	2.4254	2.4248
R	Numune çapı	cm	6.45	6.45	6.45
P	Etkili yük	kg	3.20	3.20	3.20
a	Numunenin yüzey alanı	cm ²	32.67	32.67	32.67
σ	Numunede oluşan toplam gerilme	kg/cm ²	0.98	0.98	0.98
A	Tüpün en kesit alanı	cm ²	0.85767	0.85767	0.85767
h _o	Başlangıçtaki su yüksekliği	cm	100	100	100
h _{sanal}	Tüpten okunan değer	-	3.60	2.20	1.80
h _{gerçek}	Suyun düşüş miktarı	cm	4.14	2.53	2.07
h ₁	Deney sonu su yüksekliği	cm	95.86	97.47	97.93
K	Permabilite Katsayısı	cm/s	2.99E-08	1.97E-08	1.51E-08
K _{ort}	Ortalama Permabilite Katsayısı	cm/s	2.15744E-08		

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

EK-64. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi permeabilite deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-65
---	---	--------------

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Göl Aynası Mevkii		
AÇ No: AÇ-1-1	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CH		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler		
Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş		
Numunenin Boyutları		
Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)
1	4.77	11.63
2	4.83	11.63
3	4.79	11.63
Ortalama	4.80	11.63
Boy/Çap (L/D)	2.425	Birimsiz
Alan (A_0)	18.070	cm ²
Hacim (V_0)	210.159	cm ³



Numunenin yenilme taslağı

Notlar ve Düşünceler:

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	37	38	Yok	Yok
Kap ağırlığı	40.50	41.73	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	185.10	181.11	gr	Tartım
Kuru num. ağı. + Kap ağı.	161.60	158.90	gr	Tartım
Su ağı.	23.50	22.21	gr	(Yaş num. ağı. + Kap ağı.) - (Kuru num. ağı. + Kap ağı.)
Kuru ağı.	121.10	117.17	gr	(Kuru num. ağı. + Kap ağı.) - (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	19.41	18.96	%	(Su ağı. / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	415.67	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	413.10	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.583	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	1.978	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.656	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	35.871	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.559	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	89.609	%	$S = [(1 - n) * \gamma_s * W] / n * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	2.015	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	1.015	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİSİ-[Göl Aynası AÇ-1-1]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.070	0.000
15	31.0	51.956	25	0.025	0.002	18.109	2.869
30	48.0	80.448	50	0.050	0.004	18.148	4.433
45	64.0	107.264	75	0.075	0.006	18.187	5.898
60	76.0	127.376	100	0.100	0.009	18.227	6.988
75	89.0	149.164	125	0.125	0.011	18.266	8.166
90	102.0	170.952	150	0.150	0.013	18.306	9.339
105	111.0	186.036	175	0.175	0.015	18.346	10.140
120	120.0	201.120	200	0.200	0.017	18.386	10.939
135	126.0	211.176	225	0.225	0.019	18.426	11.460
150	131.0	219.556	250	0.250	0.021	18.467	11.889
165	138.0	231.288	275	0.275	0.024	18.508	12.497
180	142.0	237.992	300	0.300	0.026	18.548	12.831
195	147.0	246.372	325	0.325	0.028	18.589	13.253
210	151.5	253.914	350	0.350	0.030	18.631	13.629
225	155.0	259.780	375	0.375	0.032	18.672	13.913
240	158.0	264.808	400	0.400	0.034	18.714	14.151
255	161.5	270.674	425	0.425	0.037	18.755	14.432
270	164.0	274.864	450	0.450	0.039	18.797	14.623
285	166.0	278.216	475	0.475	0.041	18.839	14.768
300	168.0	281.568	500	0.500	0.043	18.882	14.912
315	169.0	283.244	525	0.525	0.045	18.924	14.967
330	170.0	284.920	550	0.550	0.047	18.967	15.022
345	170.0	284.920	575	0.575	0.049	19.010	14.988
360	169.0	283.244	600	0.600	0.052	19.053	14.866
375	168.0	281.568	625	0.625	0.054	19.096	14.745
390	165.0	276.540	650	0.650	0.056	19.140	14.448
405	163.0	273.188	675	0.675	0.058	19.183	14.241
420	161.5	270.674	700	0.700	0.060	19.227	14.078
435	159.0	266.484	725	0.725	0.062	19.271	13.828

EK-65. Göl aynası AÇ-1-1 numunesi serbest basınç deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-66
---	---	--------------

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
AÇ No: AÇ-1-1	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CL		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş	 Numunenin yenilme taslağı <u>Notlar ve Düşünceler:</u>
--	---

Numunenin Boyutları		
Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)
1	4.82	11.50
2	4.82	11.50
3	4.82	11.50
Ortalama	4.82	11.50

Boy/Çap (L/D)	2.386	Birimsiz
Alan (A_0)	18.247	cm ²
Hacim (V_0)	209.837	cm ³

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	7	8	Yok	Yok
Kap ağırlığı	40.10	40.40	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	105.50	129.47	gr	Tartım
Kuru num. ağı. + Kap ağı.	93.83	113.69	gr	Tartım
Su ağı.	11.67	15.78	gr	(Yaş num. ağı. + Kap ağı.) - (Kuru num. ağı. + Kap ağı.)
Kuru ağı.	53.73	73.29	gr	(Kuru num. ağı. + Kap ağı.) - (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	21.72	21.53	%	(Su ağı. / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	415.61	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	414.06	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.582	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	1.981	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.627	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	36.979	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.587	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	95.575	%	$S = [((1 - n) * \gamma_s * W) / n] * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	1.997	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	0.997	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİŞİ-[Armut Tepesi AÇ-1-1]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.247	0.000
15	14.0	23.464	25	0.025	0.002	18.287	1.283
30	21.0	35.196	50	0.050	0.004	18.327	1.920
45	27.0	45.252	75	0.075	0.007	18.367	2.464
60	33.0	55.308	100	0.100	0.009	18.407	3.005
75	38.0	63.688	125	0.125	0.011	18.448	3.452
90	42.0	70.392	150	0.150	0.013	18.488	3.807
105	46.0	77.096	175	0.175	0.015	18.529	4.161
120	49.5	82.962	200	0.200	0.017	18.570	4.468
135	52.5	87.990	225	0.225	0.020	18.611	4.728
150	55.0	92.180	250	0.250	0.022	18.652	4.942
165	58.0	97.208	275	0.275	0.024	18.694	5.200
180	61.0	102.236	300	0.300	0.026	18.736	5.457
195	63.5	106.426	325	0.325	0.028	18.778	5.668
210	66.5	111.454	350	0.350	0.030	18.820	5.922
225	69.5	116.482	375	0.375	0.033	18.862	6.175
240	72.5	121.510	400	0.400	0.035	18.905	6.428
255	75.5	126.538	425	0.425	0.037	18.947	6.678
270	78.0	130.728	450	0.450	0.039	18.990	6.884
285	80.5	134.918	475	0.475	0.041	19.033	7.089
300	83.0	139.108	500	0.500	0.043	19.076	7.292
315	85.5	143.298	525	0.525	0.046	19.120	7.495
330	88.0	147.488	550	0.550	0.048	19.164	7.696
345	90.5	151.678	575	0.575	0.050	19.207	7.897
360	93.0	155.868	600	0.600	0.052	19.251	8.096
375	95.0	159.220	625	0.625	0.054	19.296	8.252
390	97.0	162.572	650	0.650	0.057	19.340	8.406
405	99.5	166.762	675	0.675	0.059	19.385	8.603
420	102.0	170.952	700	0.700	0.061	19.430	8.798
435	104.0	174.304	725	0.725	0.063	19.475	8.950
450	106.0	177.656	750	0.750	0.065	19.520	9.101
465	107.5	180.170	775	0.775	0.067	19.566	9.209
480	109.0	182.684	800	0.800	0.070	19.611	9.315
495	110.5	185.198	825	0.825	0.072	19.657	9.421
510	112.0	187.712	850	0.850	0.074	19.703	9.527
525	112.5	188.550	875	0.875	0.076	19.750	9.547
540	114.0	191.064	900	0.900	0.078	19.796	9.652
555	114.5	191.902	925	0.925	0.080	19.843	9.671
570	115.0	192.740	950	0.950	0.083	19.890	9.690
585	115.8	194.081	975	0.975	0.085	19.937	9.735
600	116.0	194.416	1000	1.000	0.087	19.985	9.728
615	116.3	194.919	1025	1.025	0.089	20.033	9.730
630	116.3	194.919	1050	1.050	0.091	20.080	9.707
645	116.5	195.254	1075	1.075	0.093	20.129	9.700
660	116.5	195.254	1100	1.100	0.096	20.177	9.677
675	116.3	194.919	1125	1.125	0.098	20.226	9.637
690	116.0	194.416	1150	1.150	0.100	20.274	9.589
705	115.0	192.740	1175	1.175	0.102	20.324	9.484
720	114.0	191.064	1200	1.200	0.104	20.373	9.378
735	112.0	187.712	1225	1.225	0.107	20.422	9.191
750	108.0	181.008	1250	1.250	0.109	20.472	8.842
765	104.0	174.304	1275	1.275	0.111	20.522	8.493

EK-66. Armut tepesi AÇ-1-1 numunesi serbest basınç deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-67
---	---	--------------

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
AÇ No: AÇ-1-2	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CL		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş	 Numunenin yenilme taslağı Notlar ve Düşünceler:
--	--

Numunenin Boyutları		
Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)
1	4.83	11.56
2	4.83	11.56
3	4.83	11.56
Ortalama	4.83	11.56

Boy/Çap (L/D)	2.393	Birimsiz
Alan (A_0)	18.322	cm ²
Hacim (V_0)	211.808	cm ³

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	52	53	Yok	Yok
Kap ağırlığı	45.10	44.85	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	145.50	172.13	gr	Tartım
Kuru num. ağı.+ Kap ağı.	130.75	153.50	gr	Tartım
Su ağı.	14.75	18.63	gr	(Yaş num. ağı.+Kap ağı.) – (Kuru num. ağı.+Kap ağı.)
Kuru ağı.	85.65	108.65	gr	(Kuru num. ağı.+Kap ağı.) – (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	17.22	17.15	%	(Su ağı / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	423.38	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	422.50	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.455	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	1.999	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.705	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	30.541	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.440	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	96.154	%	$S = [(1 - n) * \gamma_s * W] / n * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	2.011	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	1.011	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİSİ-[Armut Tepesi AÇ-1-2]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.322	0.000
15	10.0	16.760	25	0.025	0.002	18.362	0.913
30	18.0	30.168	50	0.050	0.004	18.402	1.639
45	28.0	46.928	75	0.075	0.006	18.442	2.545
60	32.0	53.632	100	0.100	0.009	18.482	2.902
75	36.0	60.336	125	0.125	0.011	18.522	3.257
90	40.0	67.040	150	0.150	0.013	18.563	3.612
105	42.0	70.392	175	0.175	0.015	18.604	3.784
120	45.0	75.420	200	0.200	0.017	18.645	4.045
135	47.0	78.772	225	0.225	0.019	18.686	4.216
150	48.0	80.448	250	0.250	0.022	18.727	4.296
165	51.0	85.476	275	0.275	0.024	18.768	4.554
180	54.0	90.504	300	0.300	0.026	18.810	4.811
195	56.0	93.856	325	0.325	0.028	18.852	4.979
210	58.0	97.208	350	0.350	0.030	18.894	5.145
225	59.0	98.884	375	0.375	0.032	18.936	5.222
240	60.5	101.398	400	0.400	0.035	18.979	5.343
255	62.0	103.912	425	0.425	0.037	19.021	5.463
270	64.0	107.264	450	0.450	0.039	19.064	5.626
285	65.0	108.940	475	0.475	0.041	19.107	5.702
300	68.0	113.968	500	0.500	0.043	19.150	5.951
315	69.0	115.644	525	0.525	0.045	19.194	6.025
330	70.0	117.320	550	0.550	0.048	19.237	6.099
345	71.0	118.996	575	0.575	0.050	19.281	6.172
360	72.5	121.510	600	0.600	0.052	19.325	6.288
375	74.0	124.024	625	0.625	0.054	19.369	6.403
390	76.0	127.376	650	0.650	0.056	19.414	6.561
405	78.0	130.728	675	0.675	0.058	19.458	6.718
420	79.0	132.404	700	0.700	0.061	19.503	6.789
435	80.0	134.080	725	0.725	0.063	19.548	6.859
450	80.5	134.918	750	0.750	0.065	19.593	6.886
465	82.0	137.432	775	0.775	0.067	19.639	6.998
480	84.0	140.784	800	0.800	0.069	19.684	7.152
495	86.0	144.136	825	0.825	0.071	19.730	7.305
510	88.0	147.488	850	0.850	0.074	19.776	7.458
525	89.0	149.164	875	0.875	0.076	19.822	7.525
540	89.5	150.002	900	0.900	0.078	19.869	7.550
555	90.0	150.840	925	0.925	0.080	19.916	7.574
570	91.0	152.516	950	0.950	0.082	19.963	7.640
585	92.0	154.192	975	0.975	0.084	20.010	7.706
600	93.0	155.868	1000	1.000	0.087	20.057	7.771
615	94.0	157.544	1025	1.025	0.089	20.105	7.836
630	95.0	159.220	1050	1.050	0.091	20.152	7.901

645	96.0	160.896	1075	1.075	0.093	20.201	7.965
660	97.0	162.572	1100	1.100	0.095	20.249	8.029
675	98.0	164.248	1125	1.125	0.097	20.297	8.092
690	98.5	165.086	1150	1.150	0.099	20.346	8.114
705	100.0	167.600	1175	1.175	0.102	20.395	8.218
720	100.5	168.438	1200	1.200	0.104	20.444	8.239
735	101.0	169.276	1225	1.225	0.106	20.494	8.260
750	101.5	170.114	1250	1.250	0.108	20.543	8.281
765	102.0	170.952	1275	1.275	0.110	20.593	8.301
780	103.0	172.628	1300	1.300	0.112	20.644	8.362
795	103.5	173.466	1325	1.325	0.115	20.694	8.382
810	104.0	174.304	1350	1.350	0.117	20.745	8.402
825	105.0	175.980	1375	1.375	0.119	20.796	8.462
840	105.5	176.818	1400	1.400	0.121	20.847	8.482
855	106.0	177.656	1425	1.425	0.123	20.898	8.501
870	106.5	178.494	1450	1.450	0.125	20.950	8.520
885	107.0	179.332	1475	1.475	0.128	21.002	8.539
900	107.5	180.170	1500	1.500	0.130	21.054	8.558
915	108.0	181.008	1525	1.525	0.132	21.106	8.576
930	108.5	181.846	1550	1.550	0.134	21.159	8.594
945	109.0	182.684	1575	1.575	0.136	21.212	8.612
960	109.5	183.522	1600	1.600	0.138	21.265	8.630
975	108.0	181.008	1625	1.625	0.141	21.319	8.491
990	108.0	181.008	1650	1.650	0.143	21.373	8.469
1005	108.0	181.008	1675	1.675	0.145	21.427	8.448
1020	108.0	181.008	1700	1.700	0.147	21.481	8.426
1035	108.0	181.008	1725	1.725	0.149	21.536	8.405
1050	107.5	180.170	1750	1.750	0.151	21.590	8.345
1065	107.0	179.332	1775	1.775	0.154	21.646	8.285
1080	107.0	179.332	1800	1.800	0.156	21.701	8.264
1095	106.5	178.494	1825	1.825	0.158	21.757	8.204

EK-67. Armut tepesi AÇ-1-2 numunesi serbest basınç deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-68
---	--	--

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Armut Tepesi Mevkii		
AÇ No: AÇ-1-3	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CL		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler		
Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş		
Numunenin Boyutları		
Ölçüm no	Çapı: D₀ (cm)	Boy: L₀ (cm)
1	4.83	11.55
2	4.83	11.55
3	4.83	11.55
Ortalama	4.83	11.55
Boy/Çap (L/D)	2.391	Birimsiz
Alan (A₀)	18.322	cm ²
Hacim (V₀)	211.625	cm ³



Numunenin yenilme taslağı

Notlar ve Düşünceler:

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	8	9	Yok	Yok
Kap ağırlığı	40.10	41.00	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	174.38	150.28	gr	Tartım
Kuru num. ağı. + Kap ağı.	157.87	136.87	gr	Tartım
Su ağı.	16.51	13.41	gr	(Yaş num. ağı. + Kap ağı.) - (Kuru num. ağı. + Kap ağı.)
Kuru ağı.	117.77	95.87	gr	(Kuru num. ağı. + Kap ağı.) - (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	14.02	13.99	%	(Su ağı. / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	439.74	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	422.50	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.512	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	2.078	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.822	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	27.451	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.378	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	93.071	%	$S = [(1 - n) * \gamma_s * W] / n * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	2.097	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	1.097	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİSİ-[Armut Tepesi AÇ-1-3]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.322	0.000
15	6.0	10.056	25	0.025	0.002	18.362	0.548
30	7.5	12.570	50	0.050	0.004	18.402	0.683
45	8.5	14.246	75	0.075	0.006	18.442	0.772
60	9.5	15.922	100	0.100	0.009	18.482	0.861
75	11.0	18.436	125	0.125	0.011	18.522	0.995
90	12.0	20.112	150	0.150	0.013	18.563	1.083
105	13.0	21.788	175	0.175	0.015	18.604	1.171
120	14.0	23.464	200	0.200	0.017	18.645	1.258
135	15.0	25.140	225	0.225	0.019	18.686	1.345
150	16.0	26.816	250	0.250	0.022	18.727	1.432
165	17.5	29.330	275	0.275	0.024	18.769	1.563
180	19.0	31.844	300	0.300	0.026	18.811	1.693
195	20.0	33.520	325	0.325	0.028	18.852	1.778
210	21.5	36.034	350	0.350	0.030	18.895	1.907
225	22.5	37.710	375	0.375	0.032	18.937	1.991
240	24.0	40.224	400	0.400	0.035	18.979	2.119
255	25.0	41.900	425	0.425	0.037	19.022	2.203
270	26.0	43.576	450	0.450	0.039	19.065	2.286
285	27.0	45.252	475	0.475	0.041	19.108	2.368
300	28.0	46.928	500	0.500	0.043	19.151	2.450
315	29.0	48.604	525	0.525	0.045	19.194	2.532
330	30.0	50.280	550	0.550	0.048	19.238	2.614
345	31.0	51.956	575	0.575	0.050	19.282	2.695
360	32.0	53.632	600	0.600	0.052	19.326	2.775
375	33.0	55.308	625	0.625	0.054	19.370	2.855
390	34.0	56.984	650	0.650	0.056	19.415	2.935
405	35.5	59.498	675	0.675	0.058	19.459	3.058
420	37.0	62.012	700	0.700	0.061	19.504	3.179
435	38.0	63.688	725	0.725	0.063	19.549	3.258
450	39.0	65.364	750	0.750	0.065	19.594	3.336
465	40.5	67.878	775	0.775	0.067	19.640	3.456
480	41.5	69.554	800	0.800	0.069	19.685	3.533
495	43.0	72.068	825	0.825	0.071	19.731	3.652
510	44.0	73.744	850	0.850	0.074	19.777	3.729
525	45.0	75.420	875	0.875	0.076	19.824	3.805

540	46.0	77.096	900	0.900	0.078	19.870	3.880
555	47.0	78.772	925	0.925	0.080	19.917	3.955
570	47.5	79.610	950	0.950	0.082	19.964	3.988
585	49.5	82.962	975	0.975	0.084	20.011	4.146
600	50.5	84.638	1000	1.000	0.087	20.059	4.220
615	51.5	86.314	1025	1.025	0.089	20.106	4.293
630	52.5	87.990	1050	1.050	0.091	20.154	4.366
645	54.0	90.504	1075	1.075	0.093	20.202	4.480
660	54.5	91.342	1100	1.100	0.095	20.251	4.511
675	55.5	93.018	1125	1.125	0.097	20.299	4.582
690	56.0	93.856	1150	1.150	0.100	20.348	4.613
705	57.0	95.532	1175	1.175	0.102	20.397	4.684
720	57.5	96.370	1200	1.200	0.104	20.446	4.713
735	58.0	97.208	1225	1.225	0.106	20.496	4.743
750	58.5	98.046	1250	1.250	0.108	20.546	4.772
765	59.0	98.884	1275	1.275	0.110	20.596	4.801
780	59.0	98.884	1300	1.300	0.113	20.646	4.790
795	59.0	98.884	1325	1.325	0.115	20.696	4.778
810	59.0	98.884	1350	1.350	0.117	20.747	4.766
825	58.5	98.046	1375	1.375	0.119	20.798	4.714
840	58.5	98.046	1400	1.400	0.121	20.849	4.703
855	57.0	95.532	1425	1.425	0.123	20.901	4.571
870	56.0	93.856	1450	1.450	0.126	20.952	4.479
885	55.0	92.180	1475	1.475	0.128	21.004	4.389

EK-68. Armut tepesi AÇ-1-3 numunesi serbest basınç deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-69
---	---	--------------

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii		
AÇ No: AÇ-1-2	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CL		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="3">Numunenin Boyutları</th></tr> <tr> <th>Ölçüm no</th><th>Çapı: D_0 (cm)</th><th>Boy: L_0 (cm)</th></tr> <tr> <td>1</td><td>4.81</td><td>11.26</td></tr> <tr> <td>2</td><td>4.81</td><td>11.26</td></tr> <tr> <td>3</td><td>4.81</td><td>11.26</td></tr> <tr> <td>Ortalama</td><td>4.81</td><td>11.26</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td>Boy/Çap (L/D)</td><td>2.341</td><td>Birimsiz</td></tr> <tr> <td>Alan (A_0)</td><td>18.171</td><td>cm²</td></tr> <tr> <td>Hacim (V_0)</td><td>204.606</td><td>cm³</td></tr> </table>	Numunenin Boyutları			Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)	1	4.81	11.26	2	4.81	11.26	3	4.81	11.26	Ortalama	4.81	11.26	Boy/Çap (L/D)	2.341	Birimsiz	Alan (A_0)	18.171	cm ²	Hacim (V_0)	204.606	cm ³	 Numunenin yenilme taslağı <u>Notlar ve Düşünceler:</u>
Numunenin Boyutları																												
Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)																										
1	4.81	11.26																										
2	4.81	11.26																										
3	4.81	11.26																										
Ortalama	4.81	11.26																										
Boy/Çap (L/D)	2.341	Birimsiz																										
Alan (A_0)	18.171	cm ²																										
Hacim (V_0)	204.606	cm ³																										

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	7	8	Yok	Yok
Kap ağırlığı	40.41	40.37	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	120.76	160.71	gr	Tartım
Kuru num. ağı. + Kap ağı.	107.57	141.17	gr	Tartım
Su ağı.	13.19	19.54	gr	(Yaş num. ağı. + Kap ağı.) - (Kuru num. ağı. + Kap ağı.)
Kuru ağı.	67.16	100.80	gr	(Kuru num. ağı. + Kap ağı.) - (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	19.64	19.38	%	(Su ağı. / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	406.29	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	405.12	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.507	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	1.986	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.660	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	33.795	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.510	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	96.454	%	$S = [(1 - n) * \gamma_s * W] / n * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	1.998	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	0.998	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİSİ-[Gavur Dağı AÇ-1-2]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.171	0.000
15	22.0	36.872	25	0.025	0.002	18.211	2.025
30	29.0	48.604	50	0.050	0.004	18.252	2.663
45	34.0	56.984	75	0.075	0.007	18.293	3.115
60	40.0	67.040	100	0.100	0.009	18.334	3.657
75	45.0	75.420	125	0.125	0.011	18.375	4.104
90	50.5	84.638	150	0.150	0.013	18.416	4.596
105	56.0	93.856	175	0.175	0.016	18.458	5.085
120	60.0	100.560	200	0.200	0.018	18.500	5.436
135	65.0	108.940	225	0.225	0.020	18.542	5.875
150	71.0	118.996	250	0.250	0.022	18.584	6.403
165	75.0	125.700	275	0.275	0.024	18.626	6.749
180	80.0	134.080	300	0.300	0.027	18.668	7.182
195	84.0	140.784	325	0.325	0.029	18.711	7.524
210	87.0	145.812	350	0.350	0.031	18.754	7.775
225	91.0	152.516	375	0.375	0.033	18.797	8.114
240	94.0	157.544	400	0.400	0.036	18.840	8.362
255	96.0	160.896	425	0.425	0.038	18.884	8.520
270	100.0	167.600	450	0.450	0.040	18.927	8.855
285	102.0	170.952	475	0.475	0.042	18.971	9.011
300	105.0	175.980	500	0.500	0.044	19.015	9.255
315	107.0	179.332	525	0.525	0.047	19.060	9.409
330	110.0	184.360	550	0.550	0.049	19.104	9.650
345	113.0	189.388	575	0.575	0.051	19.149	9.890
360	115.0	192.740	600	0.600	0.053	19.194	10.042
375	117.0	196.092	625	0.625	0.056	19.239	10.192
390	118.0	197.768	650	0.650	0.058	19.284	10.255
405	120.0	201.120	675	0.675	0.060	19.330	10.405
420	121.5	203.634	700	0.700	0.062	19.376	10.510
435	123.0	206.148	725	0.725	0.064	19.421	10.614
450	123.5	206.986	750	0.750	0.067	19.468	10.632
465	124.5	208.662	775	0.775	0.069	19.514	10.693
480	125.0	209.500	800	0.800	0.071	19.561	10.710
495	125.0	209.500	825	0.825	0.073	19.608	10.685
510	124.0	207.824	850	0.850	0.075	19.655	10.574
525	123.5	206.986	875	0.875	0.078	19.702	10.506
540	119.0	199.444	900	0.900	0.080	19.750	10.099
555	113.0	189.388	925	0.925	0.082	19.797	9.566
570	100.0	167.600	950	0.950	0.084	19.845	8.445

EK-69. Gavur dağı AÇ-1-2 numunesi serbest basınç deney sonucu

	T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI SERBEST BASINÇ (TEK EKSENLİ) DENEYİ	EK-70

Proje adı: Niğde-Merkez Dikilitaş Kasabası Sulama Projesi		
Lokasyon: Niğde/Merkez Dikilitaş/Gavur Dağı Mevkii		
AÇ No: AÇ-2-2	Numune no: 1	Derinlik: ---
Numunenin tanımı: CL		
Deney alet no: D.S. 04-38	Kuvvet halkası no: 1	Kuvvet halkası sabiti (k): 1,676
1dk'da alınan okuma: 100	Yükleme hızı: 1,00 mm/dk	Çevre basıncı (σ_3): 0
Deformasyon okuması 1birimi: 0,01mm	Deney tarihi: 2008	
Deneyi yapanlar: Jeo.Müh.Fırat DUYGUN		

Numune ile ilgili bilgiler Numune Türü: ☐ Örselenmemiş ☒ Örselenmiş	 Numunenin yenilme taslağı Notlar ve Düşünceler:																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="3">Numunenin Boyutları</th> </tr> <tr> <th>Ölçüm no</th> <th>Çapı: D_0 (cm)</th> <th>Boy: L_0 (cm)</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4.81</td> <td>10.98</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4.81</td> <td>10.98</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4.81</td> <td>10.98</td> </tr> <tr> <td>Ortalama</td> <td>4.81</td> <td>10.98</td> </tr> </table>		Numunenin Boyutları			Ölçüm no	Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)	1	4.81	10.98	2	4.81	10.98	3	4.81	10.98	Ortalama	4.81	10.98
Numunenin Boyutları																			
Ölçüm no		Çapı: D_0 (cm)	Boy: L_0 (cm)																
1	4.81	10.98																	
2	4.81	10.98																	
3	4.81	10.98																	
Ortalama	4.81	10.98																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Boy/Çap (L/D)</th> <td>2.283</td> <th>Birimsiz</th> </tr> <tr> <th>Alan (A_0)</th> <td>18.171</td> <th>cm²</th> </tr> <tr> <th>Hacim (V_0)</th> <td>199.518</td> <th>cm³</th> </tr> </table>	Boy/Çap (L/D)	2.283	Birimsiz	Alan (A_0)	18.171	cm ²	Hacim (V_0)	199.518	cm ³										
Boy/Çap (L/D)	2.283	Birimsiz																	
Alan (A_0)	18.171	cm ²																	
Hacim (V_0)	199.518	cm ³																	

SU İÇERİĞİ TESPİTİ	Deney Başı Su İç. İçin	Deney Sonu Su İç. İçin	Birim	Formül
Kap no	7	8	Yok	Yok
Kap ağırlığı	40.40	40.44	gr	Tartım
Yaş num. ağı. + Kap ağı.	130.76	145.61	gr	Tartım
Kuru num. ağı.+ Kap ağı.	115.57	128.00	gr	Tartım
Su ağı.	15.19	17.61	gr	(Yaş num. ağı.+Kap ağı.) – (Kuru num. ağı.+Kap ağı.)
Kuru ağı.	75.17	87.56	gr	(Kuru num. ağı.+Kap ağı.) – (Kap ağı.)
Su İçeriği (W)	20.21	20.11	%	(Su ağı / Kuru ağı.) * 100

Özellik	Değer	Birim	Formül
Deney Başı Numune (Yaş) Ağırlığı	390.60	gr	Tartım
Deney Sonu Numune (Yaş) Ağırlığı	388.10	gr	Tartım
Katı (Tane) Birim Hacim Ağırlık (γ_s)	2.622	gr/cm ³	Özgül ağırlık deneyinden
Suyun Birim Hacim Ağırlığı (γ_w)	1.00	gr/cm ³	Kabul
Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	1.958	gr/cm ³	$\gamma_n = W_t / V_t$
Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	1.629	gr/cm ³	$\gamma_k = [\gamma_n / (1 + W)]$
Porozite (n)	37.887	%	$n = [(\gamma_s - \gamma_k) / \gamma_s] * 100$
Boşluk Oranı (e)	0.610	Birimsiz	$e = [n / (1 - n)]$
Doygunluk Derecesi (S)	86.865	%	$S = [(1 - n) * \gamma_s * W] / n * 100$
Suya Doymun Birim Hacim Ağırlık (γ_d)	2.007	gr/cm ³	$\gamma_d = (\gamma_s + e * \gamma_w) / (1 + e)$
Su Altındaki Birim Hacim Ağırlık (γ_A)	1.007	gr/cm ³	$\gamma_A = \gamma_d - \gamma_w$

SERBEST BASINÇ DENEYİ VERİSİ-[Gavur Dağı AÇ-2-2]							
Geçen Zaman (sn)	Kuvvet (Yük) Halkası Okuması	Kuvvet (Yük) (kg)	Deformasyon Okuması	Toplam Deformasyon (cm)	Birim Deformasyon (ϵ)	Düzeltilmiş Alan (A_d) (cm^2)	Serbest Basınç Gerilmesi (σ_1) (kg/cm^2)
0	0.0	0.000	0	0.000	0.000	18.171	0.000
15	21.0	35.196	25	0.025	0.002	18.212	1.933
30	41.0	68.716	50	0.050	0.005	18.254	3.764
45	56.0	93.856	75	0.075	0.007	18.296	5.130
60	68.0	113.968	100	0.100	0.009	18.338	6.215
75	78.0	130.728	125	0.125	0.011	18.380	7.112
90	87.0	145.812	150	0.150	0.014	18.423	7.915
105	94.0	157.544	175	0.175	0.016	18.465	8.532
120	101.5	170.114	200	0.200	0.018	18.508	9.191
135	109.0	182.684	225	0.225	0.020	18.551	9.848
150	112.0	187.712	250	0.250	0.023	18.594	10.095
165	119.0	199.444	275	0.275	0.025	18.638	10.701
180	124.0	207.824	300	0.300	0.027	18.681	11.125
195	128.0	214.528	325	0.325	0.030	18.725	11.457
210	131.0	219.556	350	0.350	0.032	18.769	11.698
225	135.0	226.260	375	0.375	0.034	18.814	12.026
240	138.0	231.288	400	0.400	0.036	18.858	12.265
255	140.0	234.640	425	0.425	0.039	18.903	12.413
270	144.0	241.344	450	0.450	0.041	18.948	12.737
285	146.0	244.696	475	0.475	0.043	18.993	12.884
300	149.0	249.724	500	0.500	0.046	19.038	13.117
315	151.0	253.076	525	0.525	0.048	19.083	13.262
330	153.5	257.266	550	0.550	0.050	19.129	13.449
345	156.0	261.456	575	0.575	0.052	19.175	13.635
360	158.0	264.808	600	0.600	0.055	19.221	13.777
375	160.0	268.160	625	0.625	0.057	19.268	13.918
390	161.0	269.836	650	0.650	0.059	19.314	13.971
405	161.5	270.674	675	0.675	0.061	19.361	13.980
420	164.0	274.864	700	0.700	0.064	19.408	14.162
435	165.0	276.540	725	0.725	0.066	19.456	14.214
450	166.0	278.216	750	0.750	0.068	19.503	14.265
465	167.0	279.892	775	0.775	0.071	19.551	14.316
480	168.0	281.568	800	0.800	0.073	19.599	14.366
495	168.5	282.406	825	0.825	0.075	19.647	14.374
510	168.5	282.406	850	0.850	0.077	19.696	14.338
525	167.0	279.892	875	0.875	0.080	19.744	14.176
540	165.0	276.540	900	0.900	0.082	19.793	13.971
555	160.0	268.160	925	0.925	0.084	19.843	13.514
570	154.0	258.104	950	0.950	0.087	19.892	12.975

EK-70. Gavur dağı AÇ-2-2 numunesi serbest basınç deney sonucu

KONSOLIDASYON DENEYİ-1		EK-71
Proje:Niğde-Dikilitaş		
Lokasyon:Niğde-Dikilitaş		
Numune No:	Num Derinliği:	2,5 m
Numune Tanımı:: Sarımsı kahve renkli killi siltli kum.		
Konsolidometre No:1	Ring No: 1	
Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN		
Başlama Tarihi: 13.04.2007		
[A] Numune Datası		
Deney Başı		
(1) Numune Tipi:	Örselenmemiş	
(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.:	145.39	gr
(7) Ring Ağırlığı:	70.03	gr
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı:[formül, (6)-(7)]:	75.36	gr
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık:[formül, (8)/(5)]:	2.0082	gr/cm ³
(10) Su İçeriği:		
(a) Kap No:	24	birimsiz
(b) Islak Numune + Kap Ağ.:	120.01	gr
(c) Kuru Numune Ağ. + Kap Ağ.:	105.58	gr
(d) Kap Ağırlığı:	33.04	gr
(e) Su Ağırlığı:[formül, (b) - (c)]:	14.43	gr
(f) Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (c) - (d)]:	72.54	gr
(g) Deney Başı Su İçeriği:[formül, ((e)/(f))*100]:	19.89	%
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağırlığı:[formül, ((8)/((g)+100))*100]:	62.86	gr
(12) Özgül Ağırlık:	2.5683	birimsiz
(13) Deney Başı Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (11)/(12)]:	24.47	cm ³
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi:[formül, (5)-(13)]:	13.05	cm ³
(15) Numune İçi Su Hacmi:[formül, (8)-(11)]:	12.50	cm ³
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi:[formül, ((15)/(14))*100]:	95.80	%
Deney Sonu		
(17) Kap No:	1	birimsiz
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi:	109.80	gr
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi:	95.95	gr
(20) Kap Ağırlığı:	33.09	gr
(21) Deney Sonu Numune Su Ağırlığı:[formül, (18)-(19)]:	13.85	gr
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (19)-(20)]:	62.86	gr
(23) Deney Sonu Su İçeriği:[formül, ((21)/(22))*100]:	22.03	%
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi:[formül,((21)/(14))*100]	106.11	%
Boşluk Oranı		
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (22)/(12)]:	24.4753	cm ³
(26) Deney Başı Numune Hacmi:[formül, (5)]:	37.526	cm ³
(27) Deney Başı Boşluk Oranı, e ₀ :[formül, (14)/(13)]:	0.5333	birimsiz
[B] Zaman Deformasyon		
(1) Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği, H _s :[formül, (25)/(3)]	1.2718	cm
(2) 1 birim okuma:	0.002	mm
(3) Yük Kolu Etkisi:	10	birimsiz

Tarih	Geçen Zaman	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deformasyon (cm)	Konulan Yük (kg)	Etkiyen Yük (kg)	Gerilme (kg/cm ²)	Boşluk Oranı (e)
04.02.2007	24	3.30	0.0066	0.00066	0.005	0.05	0.002598	0.6114
05.02.2007	24	10.90	0.0218	0.00218	0.075	0.75	0.038973	0.6101
06.02.2007	24	17.00	0.0340	0.0034	0.100	1.00	0.051964	0.6091
07.02.2007	48	31.00	0.0620	0.0062	0.150	1.50	0.077946	0.6068
09.02.2007	24	42.00	0.0840	0.0084	0.200	2.00	0.103928	0.6050
10.02.2007	24	71.00	0.1420	0.0142	0.300	3.00	0.155893	0.6002
11.02.2007	24	93.00	0.1860	0.0186	0.400	4.00	0.207857	0.5965
12.02.2007	24	114.00	0.2280	0.0228	0.500	5.00	0.259821	0.5931
13.02.2007	28	153.00	0.3060	0.0306	0.700	7.00	0.363750	0.5866
14.02.2007	25.5	197.00	0.3940	0.0394	1.000	10.00	0.519642	0.5793
15.02.2007	27	267.00	0.5340	0.0534	1.500	15.00	0.779464	0.5678
16.02.2007	24	328.00	0.6560	0.0656	2.000	20.00	1.039285	0.5577
17.02.2007	25	395.00	0.7900	0.0790	3.000	30.00	1.558927	0.5466
18.02.2007	26	513.00	1.0260	0.1026	4.000	40.00	2.078570	0.5271
19.02.2007	24	582.00	1.1640	0.1164	5.000	50.00	2.598212	0.5157
20.02.2007	25.5	653.00	1.3060	0.1306	6.000	60.00	3.117855	0.5039
21.02.2007	24	702.00	1.4040	0.1404	7.000	70.00	3.637497	0.4958
22.02.2007	27	754.00	1.5080	0.1508	8.000	80.00	4.157140	0.4873
23.02.2007	48	803.00	1.6060	0.1606	9.000	90.00	4.676782	0.4792
25.02.2007	24	857.00	1.7140	0.1714	10.000	100.00	5.196425	0.4702
26.02.2007	24	888.00	1.7760	0.1776	11.000	110.00	5.716067	0.4651
27.02.2007	24	918.00	1.8360	0.1836	12.000	120.00	6.235710	0.4601
28.02.2007	26	948.00	1.8960	0.1896	13.000	130.00	6.755352	0.4552
01.03.2007	25	1012.50	2.0250	0.2025	15.000	150.00	7.794637	0.4445
02.03.2007	24	1010.00	2.0200	0.2020	13.000	130.00	6.755352	0.4449
03.03.2007	24	1005.00	2.0100	0.2010	11.000	110.00	5.716067	0.4458
04.03.2007	24	994.00	1.9880	0.1988	1.000	9.00	0.467678	0.4476
05.03.2007	24	941.00	1.8820	0.1882	2.500	2.5000	0.129911	0.4563

EK-71. Rezervuar alanı numunesi 1. konsolidasyon deney sonucu

KONSOLIDASYON DENEYİ-2		EK-72
Proje:Niğde-Dikilitaş		
Lokasyon:Niğde-Dikilitaş		
Numune No:	Num Derinliği:	2.5 m
Numune Tanımı:: Sarımsı kahve renkli killi siltli kum.		
Konsolidometre No:1	Ring No: 1	
Deneyi Yapan: Jeo.Müh. Fırat DUYGUN, Gürdal Bahadır DÖLEK		
Başlama Tarihi: 06.12.2007		
[A] Numune Datası		
Deney Başı		
(1) Numune Tipi:	Örselenmemiş	
(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.:	142.88	gr
(7) Ring Ağırlığı:	70.01	gr
(8) Deney Başı Islak Numune Ağırlığı:[formül, (6)-(7)]:	72.87	gr
(9) Islak Birim Hacim Ağırlık:[formül, (8)/(5)]:	1.9419	gr/cm ³
(10) Su İçeriği:		
(a) Kap No:	31	birimsiz
(b) Islak Numune + Kap Ağ.:	161.47	gr
(c) Kuru Numune Ağ. + Kap Ağ.:	140.83	gr
(d) Kap Ağırlığı:	28.19	gr
(e) Su Ağırlığı:[formül, (b) - (c)]:	20.64	gr
(f) Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (c) - (d)]:	112.64	gr
(g) Deney Başı Su İçeriği:[formül, ((e)/(f))*100]:	18.32	%
(11) Deney Başı Kuru Numune Ağırlığı:[formül, ((8)/((g)+100))*100]:	61.59	gr
(12) Özgül Ağırlık:	2.5683	birimsiz
(13) Deney Başı Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (11)/(12)]:	23.98	cm ³
(14) Numune İçi Boşluk Hacmi:[formül, (5)-(13)]:	13.55	cm ³
(15) Numune İçi Su Hacmi:[formül, (8)-(11)]:	11.28	cm ³
(16) Deney Başı Doygunluk Derecesi:[formül, ((15)/(14))*100]:	83.30	%
Deney Sonu		
(17) Kap No:	45	birimsiz
(18) Kap + Islak Konsolidasyon Numunesi:	97.42	gr
(19) Kap + Kurutulmuş Konsolidasyon Numunesi:	84.13	gr
(20) Kap Ağırlığı:	23.91	gr
(21) Deney Sonu Numune Su Ağırlığı:[formül, (18)-(19)]:	13.29	gr
(22) Deney Sonu Kuru Numune Ağırlığı:[formül, (19)-(20)]:	60.22	gr
(23) Deney Sonu Su İçeriği:[formül, ((21)/(22))*100]:	22.07	%
(24) Deney Sonu Doygunluk Derecesi:[formül,((21)/(14))*100]	98.10	%
Boşluk Oranı		
(25) Deney Sonu Numune İçi Katı (Tane) Hacmi:[formül, (22)/(12)]:	23.45	cm ³
(26) Deney Başı Numune Hacmi:[formül, (5)]:	37.53	cm ³
(27) Deney Başı Boşluk Oranı, e ₀ :[formül, (14)/(13)]:	0.5649	birimsiz
[B] Zaman Deformasyon		
(1) Katı (Tane) Kısımın Yüksekliği, H _s :[formül, (25)/(3)]	1.2184	cm
(2) 1 birim okuma:	0.002	mm
(3) Yük Kolu Etkisi:	10	birimsiz

Tarih	Geçen Zaman	Birim Okuma	Düzeltilmiş Okuma (mm)	Toplam Deformasyon (cm)	Konulan Yük (kg)	Etkiyen Yük (kg)	Gerilme (kg/cm ²)	Boşluk Oranı (e)
06.12.2007	24	3.50	0.0070	0.00070	0.005	0.05	0.002598	0.5643
07.12.2007	24	9.00	0.0180	0.00180	0.075	0.75	0.038973	0.5634
08.12.2007	24	19.50	0.0390	0.0039	0.100	1.00	0.051964	0.5617
09.12.2007	24	39.50	0.0790	0.0079	0.150	1.50	0.077946	0.5584
10.12.2007	24	59.00	0.1180	0.0118	0.200	2.00	0.103928	0.5552
11.12.2007	24	104.00	0.2080	0.0208	0.300	3.00	0.155893	0.5478
12.12.2007	26,5	131.50	0.2630	0.0263	0.400	4.00	0.207857	0.5433
13.12.2007	24	157.80	0.3156	0.0316	0.500	5.00	0.259821	0.5390
14.12.2007	48	202.00	0.4040	0.0404	0.700	7.00	0.363750	0.5317
16.12.2007	25,5	261.00	0.5220	0.0522	1.000	10.00	0.519642	0.5221
17.12.2007	24	306.30	0.6126	0.0613	1.250	12.50	0.649553	0.5146
18.12.2007	27	335.80	0.6716	0.0672	1.500	15.00	0.779464	0.5098
19.12.2007	24	408.50	0.8170	0.0817	2.000	20.00	1.039285	0.4978
20.12.2007	25	500.00	1.0000	0.1000	3.000	30.00	1.558927	0.4828
21.12.2007	26	580.00	1.1600	0.1160	4.000	40.00	2.078570	0.4697
22.12.2007	24	700.00	1.4000	0.1400	5.000	50.00	2.598212	0.4500
23.12.2007	25,5	775.00	1.5500	0.1550	6.000	60.00	3.117855	0.4377
24.12.2007	24	836.00	1.6720	0.1672	7.000	70.00	3.637497	0.4277
25.12.2007	27	894.00	1.7880	0.1788	8.000	80.00	4.157140	0.4182
26.12.2007	48	946.00	1.8920	0.1892	9.000	90.00	4.676782	0.4096
28.12.2007	24	992.00	1.9840	0.1984	10.000	100.00	5.196425	0.4021
29.12.2007	24	1036.00	2.0720	0.2072	11.000	110.00	5.716067	0.3948
30.12.2007	24	1079.00	2.1580	0.2158	12.000	120.00	6.235710	0.3878
31.12.2007	26	1120.00	2.2400	0.2240	13.000	130.00	6.755352	0.3811
01.01.2008	25	1205.00	2.4100	0.2410	15.000	150.00	7.794637	0.3671
02.01.2008	24	1178.00	2.3560	0.2356	8.000	80.00	4.157140	0.3715
03.01.2008	24	1169.00	2.3380	0.2338	6.000	9.00	0.467678	0.3730
04.01.2008	24	1130.00	2.2600	0.2260	3.000	2.5000	0.129911	0.3794
05.01.2008	24	1080.00	2.1600	0.2160	0.500	2.5000	0.129911	0.3876

EK-72. Rezervuar alanı numunesi 2. konsolidasyon deney sonucu