

**GÖLBAŞI (ANKARA) YERLEŞİM ALANI KİLLERİNİN ŞİŞME
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE KİREÇ İLE İYİLEŞTİRME**

Yusuf Ziya ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2009
ANKARA**

Yusuf Ziya ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “GÖLBAŞI (ANKARA) YERLEŞİM ALANI KİLLERİNİN ŞİŞME POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE KİREÇ İLE İYİLEŞTİRME” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nail Ünsal

.....

Tez Danışmanı, İnşaat Müh. A.D.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mehmet ORHAN

.....

Yapı Eğitimi A.D., Gazi Üniv.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

.....

İnşaat Müh. A.D., Gazi Üniv.

Yrd. Doç. Dr. Sami Oğuzhan AKBAŞ

.....

İnşaat Müh. A.D., Gazi Üniv.

Tarih: 19/06/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yusuf Ziya ÖZTÜRK

**GÖLBAŞI (ANKARA) YERLEŞİM ALANI KİLLERİNİN ŞİŞME
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ VE KİREÇ İLE İYİLEŞTİRME
(Yüksek Lisans Tezi)**

Yusuf Ziya ÖZTÜRK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAZİRAN 2009**

ÖZET

Suya kısmen doymun yada doymun olmayan killi zeminlerde su içeriğinde meydana gelen artışa bağılı olarak zeminde vuku bulan hacimsel artış, “şişme”, bu davranışa sahip killer de “şişen killer” olarak tanımlanmaktadır. Şişen killer çeşitli mühendislik yapılarında önemli hasarlara neden olmaktadır. Sonradan oluşacak ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesi bakımından şişen killerin tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, şişebilen zemin özelliğı taşıdığı düşünölen Gölbaşı (Ankara) yerleşim alanı killerinin, şişme potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde, inceleme alanında tümünde olmasa bile lokal olarak şişebilen killerin yer aldığı tespit edilmiştir. İnceleme alanından alınan yüksek plastisiteli kil “CH” sınıfına giren numunelerin şişme yüzdesi % 3,4 ~ 9,2 aralığında, ortalama % 6,7, şişme basınçları 65 ~ 243 kPa aralığında, ortalama 128 kPa olarak bulunmuştur. Düşük plastisiteli kil “CL” sınıfına giren numunelerin şişme yüzdesi ise % 1,6 ve % 0,5, şişme basınçları 11 kPa ve 6 kPa olarak bulunmuştur. Hafif yapılar için risk oluşturabilecek, şişme potansiyeli yüksek olarak belirlenen tüm “CH” killere ağırlıkça farklı oranlarda (%1, %3, %5, %7, %9) kireç maddesi katılarak şişme basıncı ve şişme yüzdelerindeki

değişim incelenmiştir. Kireç yüzdesinin $\geq$ %5 olduğu durumlarda şişme yüzdesinin ve şişme basıncının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 911.1.050
Anahtar Kelimeler : Şişen zeminler, şişme potansiyeli, kil, kireç
Sayfa Adedi : 286
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Nail Ünsal

**DETERMINATION OF THE SWELLING POTENTIAL OF GÖLBAŞI
(ANKARA) REGION CLAYS AND STABILIZATION WITH LIME**

(M.Sc. Thesis)

Yusuf Ziya ÖZTÜRK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

JUNE 2009

ABSTRACT

The increase in volume due to the increase in water content of partially saturated or unsaturated clays is called “swelling” and clays that possess this behaviour is named as “swelling clays”. Swelling clays cause considerable damage on various engineering structures. Thus, to prevent future economic losses, it is important to locate the swelling clays and take the necessary measures. In this study, it is aimed to estimate the swelling potential of Gölbaşı (Ankara) region clays, which are thought to have swelling clay properties. The results indicate the local presence of swelling clays. The samples taken from the study area, which can be classified as high-plasticity clays “CH”, were found to have percentage of swelling between % 3,4 and % 9,2 with an average of % 6,7 and swelling pressures between 65 kPa and 243 kPa with an average of 128 kPa. The samples, which can be classified as low-plasticity clays “CL”, were found to have percentage of swelling % 1,6 and % 0,5 and swelling pressures 11 kPa and 6 kPa. For all CH clays which have high swelling potential and which are of risk to light structures, the changes in swelling pressure and percentage were investigated after the addition of hydrated lime at different percentages by weight (1%, 3%, 5%, 7%, % 9). It was determined that, the swelling

pressure and percentage decreased significantly when the lime percentage is greater than %5.

Science Code : 911.1.050
Key Words : Expansive Soils, swelling potential, clay, lime
Page Number : 286
Adviser : Prof. Dr. Nail Ünsal

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yardımını esirgemeyen, önerileri ile bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım kıymetli hocam Prof. Dr. Nail ÜNSAL' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarım esnasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan İnş. Yük Müh. Aydın GÖKÇE' ye, yardımlarından ötürü çok teşekkür ederim.

Böyle bir çalışmanın yapılabilmesinde bana gerekli imkanları sunan devletimize teşekkürü bir borç bilirim.

Ve Aileme; bana her daim destek oldukları, sevgi ve güvenlerini benden hiçbir zaman eksik etmedikleri için minnettarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. ŞİŞEN KİLLERİN KÖKENİ VE MİNEROLOJİSİ.....	4
2.1. Şişen Killerin Kökeni	4
2.2. Killerin Minerolojisi	4
2.2.1. Kaolinit mineralleri	6
2.2.2. İllit mineralleri.....	7
2.2.3. Smektit mineralleri	8
2.2.4. Klorit mineralleri	10
3. KİLLERİN ŞİŞME ÖZELLİĞİ.....	11
3.1. Şişme Olayının Mekaniği	11
3.2. Killerin Şişme Davranışını Etkileyen Faktörler	12
3.2.1. Killerin şişme davranışını etkileyen zemin özellikleri	15
3.2.2. Killerin şişme davranışını etkileyen çevresel faktörler.....	20

Sayfa

3.2.3. Killerin şişme davranışını etkileyen arazi gerilme koşulları	22
4. ŞİŞEN KİLLERİN TANIMLANMASI VE SINIFLANDIRILMASI.....	23
4.1. Şişme Özelliğinin Tanımlanması.....	23
4.1.1. Şişme potansiyeli.....	23
4.1.2. Şişme basıncı	25
4.2. Şişen Killerin Sınıflandırılması	25
4.2.1. Şişen killerin nitel yöntemler ile sınıflandırılması	26
4.2.2. Şişen killerin nicel yöntemler ile sınıflandırılması.....	38
4.3. Geçmişte Yapılmış Çalışmalar.....	40
5. İNCELEME ALANININ TANITILMASI	41
5.1. Genel Bilgiler	41
5.2. İklim	43
5.3. Jeoloji	43
5.3.1. Stratigrafi	44
5.3.2. Emir formasyonu (Trae).....	44
5.3.3. Virancık gölselleri	45
5.3.4. Gölbaşı formasyonu (Tg).....	46
5.3.5. Alüvyon (Qal).....	47
5.4. Yapısal Jeoloji.....	47
5.5. Bölgenin Jeolojisi	48
5.6. Depremsellik.....	50
5.7. Su Durumu.....	51

	Sayfa
6. ARAZİ VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI.....	53
6.1. Arazi Çalışmaları	53
6.1.1. Zemin numunelerinin alınması.....	53
6.1.2. Mevcut yapılarda gözlenen zemin şişmesinin neden olduğu düşünülen hasarlar	56
6.2. Laboratuar Çalışmaları	59
7. İNCELEME ALANI KİLİNİN ŞİŞME POTANSİYELİNİN TANIMLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	60
7.1. Minerolojik Değerlendirmeler	60
7.2. İnceleme Alanı Killerinin Şişme Potansiyelinin Nitel (Dolaylı) Yöntemler İle Değerlendirilmesi	61
7.2.1. İnceleme alanı killerinin şişme potansiyelinin ampirik eşitlikler ile hesaplanması.....	66
7.2.2. Nitel değerlendirmeye ait sonuç	67
7.3. İnceleme Alanı Killerinin Şişme Potansiyelinin Nicel Yöntemler İle Değerlendirilmesi	69
7.3.1. Nicel değerlendirmeye ait sonuç.....	67
8. İNCELEME ALANI ŞİŞME POTANSİYELİNE SAHİP KİLLERİNİN ŞİŞME ÖZELLİKLERİNİN KİREÇ KATKI MADDESİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ.....	71
8.1. İyileştirme Malzemesi Olarak Kireç.....	71
8.1.1. Kirecin tanımı.....	71
8.1.2. Kirecin zemin iyileştirme mekanizması	73
8.1.3. Çalışma kapsamında kullanılan kirecin özellikleri.....	73
8.2. Yapılan Deneyler ve Uygulanan Yöntem	74
8.3. Kireç İle İyileştirmeye Ait Sonuç.....	76

	Sayfa
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	80
KAYNAKLAR	83
EKLER	87
EK-1 İnceleme alanı ve yakın civarına ait jeoloji haritası	88
EK-2 Minerolojik analizler	89
EK-3 Dane çapı dağılım eğrileri + G _s (Özgürlük Ağırlık).....	92
EK-4 Atterberg limitleri deney sonuçları	107
EK-5 Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuçları	122
EK-6 Standart proctor deney sonuçları	142
EK-7 Farklı kireç yüzdeleri için örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuçları	190
ÖZGEÇMİŞ	286

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Killerin şişme potansiyeline etki eden zemin özellikleri	13
Çizelge 3.2. Killerin şişme potansiyeline etki eden çevresel faktörler	14
Çizelge 3.3. Killerin şişme potansiyeline etki eden arazi gerilme koşulları ..	15
Çizelge 3.4. Çeşitli kil minerallerinin bazı özellikleri	16
Çizelge 4.1. Şişme potansiyelinin arazi ve laboratuvar deney sonuçları ile korelasyonu	27
Çizelge 4.2. Plastisite indisine dayalı şişme potansiyeli sınıflandırılması	27
Çizelge 4.3. Hacim değişikliği, şişme basıncı ve hafif yapılardaki muhtemel hasarlar arasındaki ilişki	28
Çizelge 4.4. Şişme potansiyeli ile rötre limiti ve lineer rötre arasındaki ilişki	28
Çizelge 4.5. Şişen zeminlerin, kolloid içeriği, plastisite indisi ve rötre limitine bağlı olarak sınıflandırılması	28
Çizelge 4.6. Şişen zeminlerin, likit limit, plastisite indisi ve doğal emmesine bağlı olarak sınıflandırılması	33
Çizelge 5.1. Ankara ili (1975-2006) aylık ortalama meteorolojik değerleri ..	43
Çizelge 6.1. Gölbaşı İlçesi yerleşim alanından alınan numunelerin listesi ..	56
Çizelge 7.1. Numunelerin XRD yöntemiyle bulunan mineral içerikleri	60
Çizelge 7.2. Zeminin fiziksel ve indeks özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan deneylerin toplu olarak sonuçları	62
Çizelge 7.3. Kil numunelerinin çeşitli indeks özellikleri	63
Çizelge 7.4. Kil numuneleri içerisindeki kil, silt, kum, çakıl ve kolloid dane çapı dağılım oranlarının değişim aralığı ve aritmetik ortalama değerleri	63

Çizelge	Sayfa
Çizelge 7.5. Kil numuneleri için likit limit (LL), plastik limit (PL), plastisite indisi (PI) ve aktivite değişim aralıkları ile ortalama değerler .	63
Çizelge 7.6. İnceleme alanı killerinin şişme potansiyelinin nitel yöntemler ile değerlendirilmesi	68
Çizelge 7.7. İnceleme alanı killerine ait şişme parametreleri	70
Çizelge 8.1. Çalışma kapsamında kullanılan sönmüş kirecin özellikleri	74
Çizelge 8.2. Standart proctor deney sonuçları	75
Çizelge 8.3. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerleri	77

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. (a) Silis levhasının strüktürü, (b) Silis levhasının basitleştirilmiş çizimi	5
Şekil 2.2. (a) Oktahedral levhanın strüktürü, (b) Oktahedral levhanın basitleştirilmiş çizimi	5
Şekil 2.3. Kaolinit-Serpantin grubu minerallerin yapısı a) Kaolinit, b) Serpantin	6
Şekil 2.4. Kaolinitin tipik elektron fotomikrografı ($17\mu m$)	7
Şekil 2.5. Mika benzeri kil minerallerin yapısı a) Muskovit ve illit, b) Vermikülit	8
Şekil 2.6. İllitin tipik elektron fotomikrografı ($7,5\mu m$)	8
Şekil 2.7. Smektit minerallerinin yapısı a) Montmorillonit, b) Saponit	9
Şekil 2.8. Montmorillonitin tipik elektron fotomikrografı	9
Şekil 2.9. Klorit minerallerinin yapısı	10
Şekil 2.10. Kloritin tipik elektron fotomikrografı (x 11 000)	10
Şekil 3.1. Kil – su sistemi	11
Şekil 3.2. Killerde muhtemel tane dizilim şekilleri.....	18
Şekil 3.3. Kıvam limitleri gösterimi	18
Şekil 4.1. Hacim değişimi, kolloid yüzdesi, plastisite indisi, rötre limiti ilişkileri	29
Şekil 4.2. Şişme potansiyeli – likit limit, başlangıç su muhtevası ve kuru birim hacim ağırlık arasındaki ilişki	30
Şekil 4.3. Farklı sınıflama sistemlerinin karşılaştırılması	32
Şekil 4.4. Şişen zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılan yerinde kuru birim hacim ağırlık – likit limit abağı	33

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. Plastisite indisi ve likit limite bağlı şişme potansiyeli kartı	34
Şekil 4.6. Kil yüzdesi ve plastisite indisine bağlı şişme potansiyeli kartı	34
Şekil 4.7. Kil yüzdesi ve aktiviteye bağlı şişme potansiyeli kartı	35
Şekil 4.8. Ödometre deneyindeki serbest şişme ve şişme basıncı	40
Şekil 5.1. Gölbaşı inceleme alanı yer bulduru haritası	42
Şekil 5.2. Ortalama sıcaklık ve yağışın aylara göre değişim grafiği	43
Şekil 5.3. Ankara İli deprem bölgeleri haritası	51
Şekil 6.1. Gölbaşı İlçesi yerleşim alanının uydu görüntüsü - açılan araştırma çukurlarının gösterimi	55
Şekil 7.1. Numuneler içerisindeki kil, silt, kum, çakıl dane çapı dağılım oranları	63
Şekil 7.2. Numunelerin likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastisite indisi (PI) değerleri	64
Şekil 8.1. Kuru zemin, kireç karışımında kullanılan ağırlıkça malzeme oranları	74
Şekil 8.2. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme yüzdesi ve ortalama şişme yüzdesi değerleri	78
Şekil 8.3. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme basıncı ve ortalama şişme basıncı değerleri	79

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 6.1. Araştırma çukurunun açılması - 1	54
Resim 6.2. Araştırma çukurunun açılması - 2	54
Resim 6.3. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 1	57
Resim 6.4. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 2	57
Resim 6.5. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 3	57
Resim 6.6. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 4	58
Resim 6.7. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 5	58
Resim 6.8. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 7	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
A	Kilin aktivitesi
a_v	Sıkışma katsayısı,
C	Kil yüzdesi
CL	Düşük plastisiteli kil
CH	Yüksek plastisiteli kil
e	Boşluk oranı
e_o	Başlangıç boşluk oranı
G_s	Özgül ağırlık
LL	Likit limit
ML	Düşük plastisiteli silt
MH	Yüksek plastisiteli silt
m_v	Hacimsel sıkışma katsayısı
P	Basınç
P_s	Şişme basıncı
PL	Plastik limit
PI	Plastisite indisi
S	Şişme yüzdesi
SC	Killi kum
SP	Şişme potansiyeli
w_n	Doğal su muhtevası
w_o	Başlangıç su muhtevası
w_{opt}	Optimum su muhtevası
γ_n	Doğal birim hacim ağırlık
γ_d	Kuru birim hacim ağırlık

Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	Amerikan test ve materyaller topluluğu
MTA	Maden teknik arama
SPT	Standart penetrasyon deneyi
TS	Türk standartı
TSE	Türk standartları enstitüsü
USCS	Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi
XRD	X-ışınları kırınım analizi

1. GİRİŞ

Suya kısmen doygun yada doygun olmayan killi zeminlerde su içeriğinde meydana gelen artışa bağlı olarak zeminde vuku bulan hacimsel artış, “şişme”, bu davranışa sahip killer de “şişen killer” olarak tanımlanmaktadır. Bu tür killerin göstermiş oldukları hacimsel artış engellendiğinde uyguladıkları basınca ise “şişme basıncı” adı verilmektedir.

Mühendisler tarafından şişebilen zeminlerin yapılara olumsuz etkileri ancak 1930’ lu yılların sonlarında anlaşılabilmektedir. 1920’ li yılların başlarında Amerika’ da hafif yapıların inşasında kullanılan çerçeve sistemleri ile yapılar belirgin çatlaklar oluşturmada fazla tasman yapabilmekteydi. 1930’ lu yıllara gelindiğinde; tuğla, yapı malzemesi olarak çok geniş bir alanda kullanılmaya başlandı. Tuğla kullanılan yapılarda görülen çatlaklara, şişebilen zeminlerin bu duruma olan etkisinden habersiz, inşaat sırasındaki kalitesiz işçiliğin ve yapı temelini köşesindeki oturmaların neden olduğu ilk başlarda düşünülmüştür. 1938 yılında Oregon’ da Owyhee projesinde çelik bir sifonun temel ile bağlantısında karşılaşılan sorunun şişen zeminden kaynaklandığı belirlendiğinde artık mühendisler yapılarda meydana gelen hasarların yalnızca oturmalarından kaynaklanmadığının farkına varmışlardı [1].

Mühendislik yapılarında meydana gelen deformasyonların büyük bölümü zemin hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Zeminlerin şişme özelliklerinden kaynaklanan temel altı hareketleri, üzerindeki hafif yapının elemanlarının çatlamasına, yapı estetiğinin ve işlevselliğinin bozulmasına vb. istenmeyen durumların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Şişen zeminler: mineralojik, kimyasal vb. özelliklerine ve çevresel etkilere bağlı olarak değişik şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerlerine sahiptirler. Eğer bu şişme basıncı, zemin üzerine etkiyen inşaat yükünü aşarsa, zeminde oluşacak şişme önemli temel hareketlerine ve yapısal sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, üzerine inşaat yapılacak zeminin şişme potansiyelinin bilinmesi, gerekli önlemlerin önceden alınabilmesi için son derece önemlidir.

Aralarında Türkiye' nin de bulunduğu dünyanın pek çok ülkesinde özellikle yarı kurak iklimin yaşandığı bölgelerdeki zeminlerde şişme-büzölme yaygın olarak gözlenmektedir. Şişen zeminler dünyanın neredeyse her yerinde bulunabilir. Gelişmemiş ülkelerde şişmeden kaynaklanan zemin problemleri henüz fark edilmemiş olabilir ve şişen killerin tespit edildiğı bölge sayısının dünyadaki yapılaşmaya paralel olarak artacağı beklenilmektedir [1].

Ülkemizde ise şişebilen killi zeminler ile ilgili en önemli problemler inşaa edilen hafif su yapılarında görölmüş ve genellikle Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında yer alan sulama inşaatlarında yaşanmıştır.

Türkiye' de şişen zeminlerden kaynaklanan ekonomik kayıpların belirlenmesine yönelik çalışmalar henüz yapılmadığından bu tür hasarlar hakkında net bir şey söylemek mümkün olmamakla beraber Amerika Birleşik Devletleri' nde şişebilen zeminlerin hafif yapı ve karayolu kaplamalarında neden olduğu maddi hasarın, ülke çapındaki su baskınlarından, kasırga, hortum ve depremlerden kaynaklanan maddi hasarın iki katından daha fazla olduğu belirtilmektedir [2].

Ülkemizde şişebilen killi zeminlerin, bilhassa Orta ve Güneydoğu Anadolu ile Batı Anadolu'nun bazı kesimlerinde geniş bir alana yayıldığı dikkate alındığında, hızlı artan kentleşme ve yapılaşmaya bağlı olarak bu tür problemlili zeminlerin daha ayrıntılı incelenmesi gereğı doğmaktadır. Bu incelemelerin daha sonradan oluşacak ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesinde önemli bir etken olacağı unutulmamalıdır.

Uzun vadede imkanları ve konumu nedeniyle gelişmeye müsait olan Ankara iline bağlı Gölbaşı İlçesi yerleşim alanının önemli bir bölümünün şişme davranışı gösterebilecek killi zeminler üzerinde yer alması ve bölgedeki hafif yapıların bu tür killer üzerinde gelişmesi, bölge killerinin şişme potansiyelinin

belirlenmesine yönelik bu çalışmanın yapılmasını haklı kılan ana nedenini oluşturmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda çalışma alanının muhtelif yerlerinden alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde indeks özelliklerini, mineralojik bileşimini ve şişme potansiyelini belirlemek için laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçları, şişme potansiyelinin tespitine yönelik çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş abak ve formüller ile kıyaslanmış, örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan ödometre deneyleri ile bölge killерinin şişme potansiyeli yorumlanmıştır. Alınan zemin numuneleri arasında, hafif yapılar için risk oluşturabilecek, şişme potansiyeli yüksek olarak belirlenen killere ağırlıkça farklı oranlarda (%1, %3, %5, %7, %9) kireç maddesi katılarak şişme basıncı ve şişme yüzdelerindeki değişim incelenmiştir.

2. ŞİŞEN KİLLERİN KÖKENİ VE MİNEROLOJİSİ

2.1. Şişen Killerin Kökeni

G. W. Donaldson şişmeye yol açan kil minerallerinin ana kaynağını iki grupta sınıflandırmıştır [1].

Bunlardan birincisi mağmatik kayaçlar, özellikle de bazalttır. Bu tür kayaçlar içeriğinde bulunan feldispat ve piroksen minerallerinin bozunmasıyla, montmorillonit ve diğer ikincil mineralleri oluştururlar. Diğer grupta ise fiziksel olarak ayrışması sonucu şişen killeri oluşturan, montmorillonit ihtiva eden sedimanter kayaçlardır.

Montmorillonit yüksek katyon değişimi yeteneğine sahip kil minerallerinin ve bunların ornatıma uğramış çeşitli kimyasal türlerinin ortak adıdır. Ağırlıklı olarak tuf ve volkan küllerinin bozunmasından meydana gelen montmorillonit şişmeye en fazla neden olan kil mineralidir [3,4].

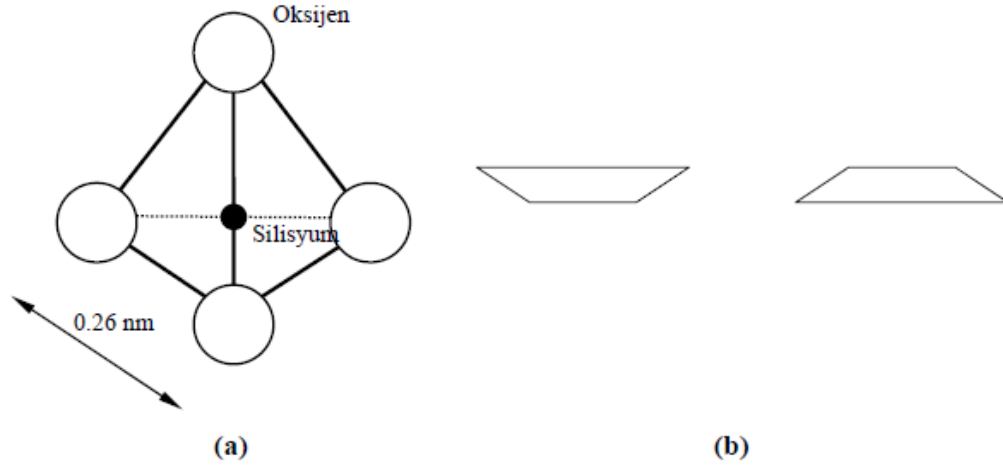
Şişen killerin oluşumunu daha iyi anlaşılabilmesi için kil mineralleri ve özellikleri hakkında bahsetmek uygun olacaktır.

2.2. Killerin Minerolojisi

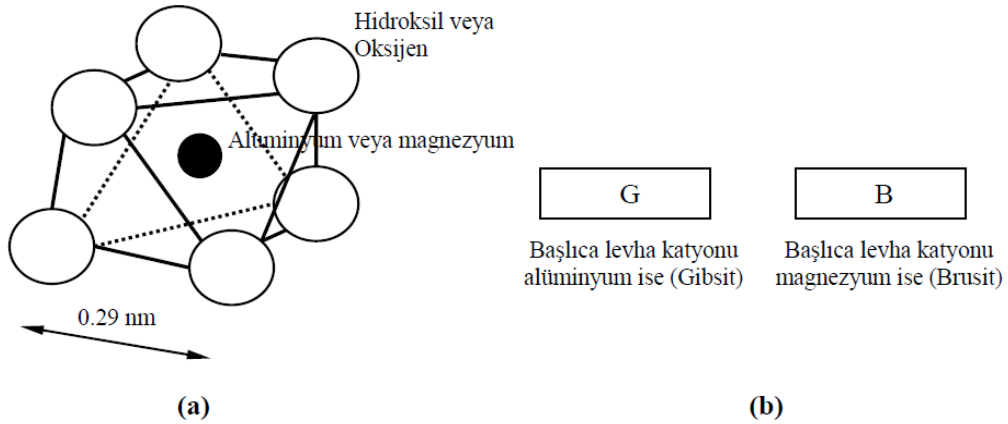
Killer, tane boyutları 2 mikron ($<0,002$ mm) veya daha küçük olan, hidratlı alüminyum veya magnezyum silikatlardan oluşan ikincil minerallerdir.

Her kil minerali; iki, üç veya dört levhadan oluşan birim hücrelere sahiptir. İki levhalı mineraller bir silis levhası (tetrahedral – dört yüzlü) ve bir oktahedral (sekizyüzlü) levhadan oluşmaktadır. Şekil 2.1’ de, tetrahedral silis levhasının strüktürü ve basitleştirilmiş çizimi görülmektedir. Şekil 2.3’ de ise oktahedral tabakanın strüktürü ve basitleştirilmiş çizimi verilmiştir. Üç levhalı mineraller ise, iki silis levhası arasına sıkışmış dioktahedral (tabaka katyonu iki

değerlikli: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+}) veya trioktahedral (tabaka katyonu üç değerlikli: Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+}) levhadan oluşur. Dört levhalı mineraller, 2:1 tabaka + bir tabaka arası hidroksit levhasından oluşur [5].



Şekil 2.1. (a) Silis levhasının strüktürü, (b) Silis levhasının basitleştirilmiş çizimi [6].



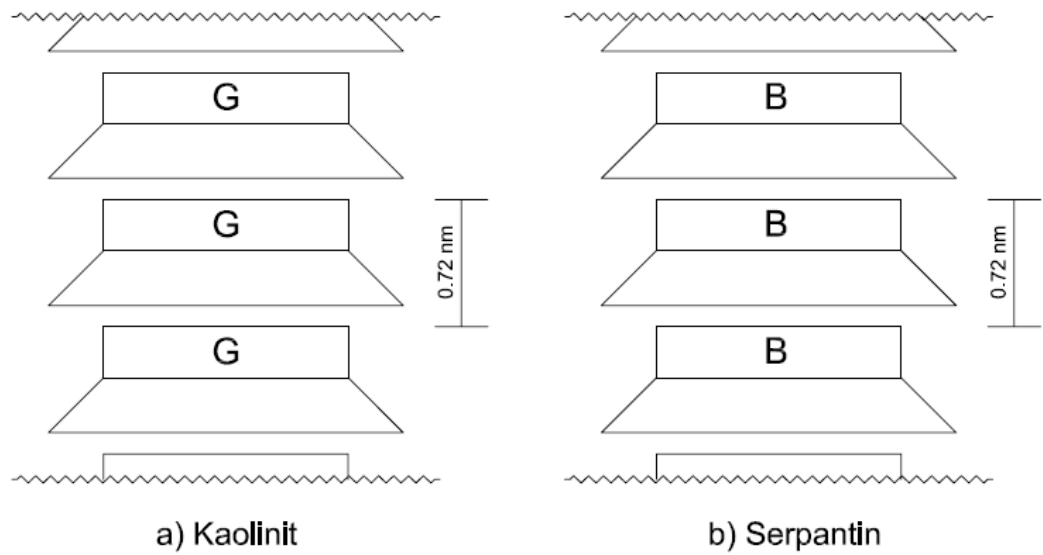
Şekil 2.2. (a) Oktahedral levhanın strüktürü, (b) Oktahedral levhanın basitleştirilmiş çizimi [6].

Kil mineralleri başlıca üç ana gruba ayrılır [7];

- Kaolinit Grubu Kil Mineralleri* genelde şişme özelliği göstermezler
- Mika-İllit Grubu Kil Mineralleri* illit ve vermikülit içerirler. Şişebilen kil grubunda olmakla beraber, genelde önemli problemlere yol açmazlar.
- Smektit Grubu Kil Mineralleri* montmorillonitleri içerirler. Oldukça yüksek şişme özelliğine sahip olup, en çok problem yaratan kil mineralleridir.

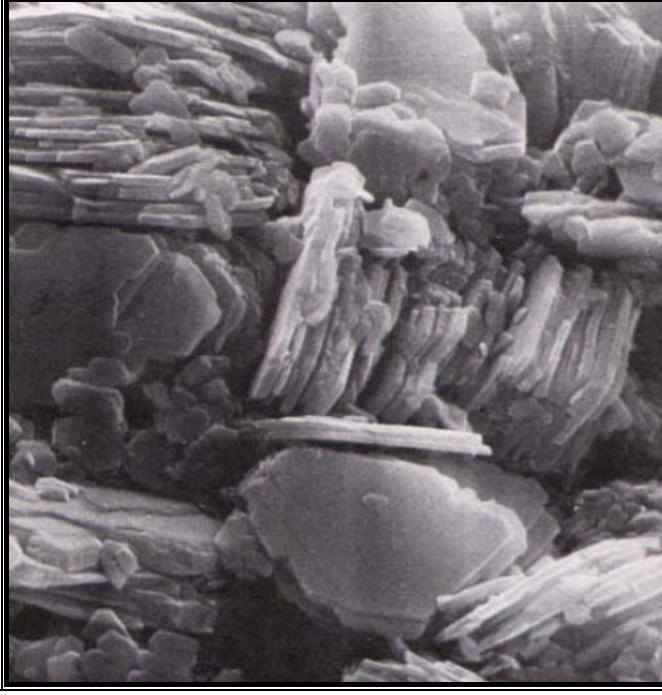
2.2.1. Kaolinit mineralleri

Kaolinitin yapısal formülü $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ şeklindedir, ortorombik ve hegzagonal şekilli levhacıklar halinde bulunurlar. Bloklar birbiri üzerine binmiş olup tabakalar arasındaki bağlar aktif Van der Waals kuvvetleri ve hidrojen bağlarından oluşmaktadır. Bu bağlar, suyun araya girip şişme oluşturmalarını önleyecek kadar kuvvetlidir [3,5]. Bu nedenle kaolinitler su ile karşılaştıklarında stabilitelerini kaybetmezler. Seramik sanayisinde kullanılmasının nedeni de budur. Şekil 2.3’ de kaolinit – serpantin grubu kil minerallerinin genel yapısı, Şekil 2.4’de tipik bir kaolinitin tarayıcı elektron mikroskopuyla (SEM) elde edilmiş görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.3. Kaolinit-Serpantin grubu minerallerin yapısı a) Kaolinit, b) Serpantin [5].

Kaolinit minerali, magmatik kayaların feldispatlarının ayrışması sonucunda meydana gelirler. Bazen feldispatlarla beraber, ayrışmanın tam olduğu yerlerde saf kaolinit yatakları meydana gelir [3].

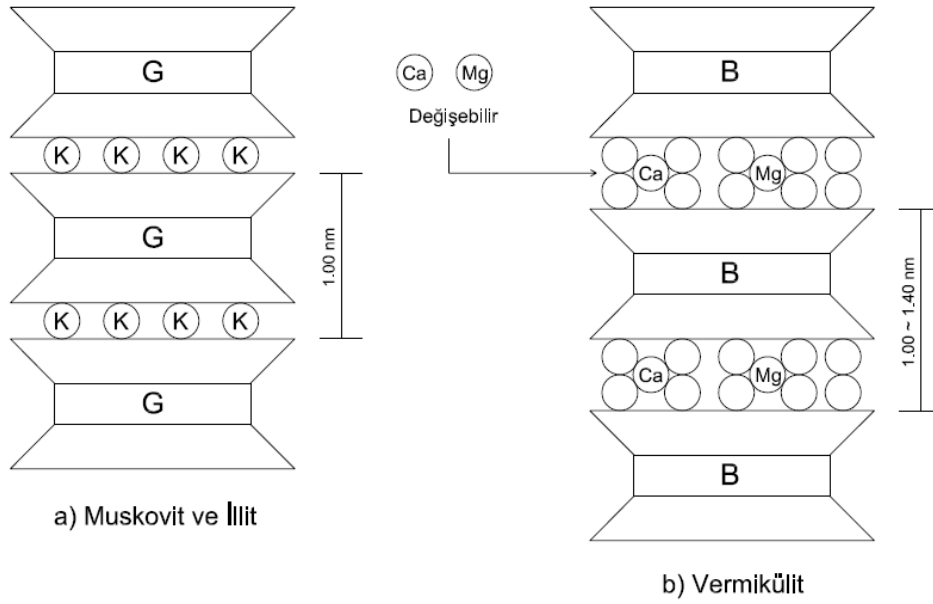


Şekil 2.4. Kaolinitin tipik elektron fotomikrografı ($17\mu m$) [5].

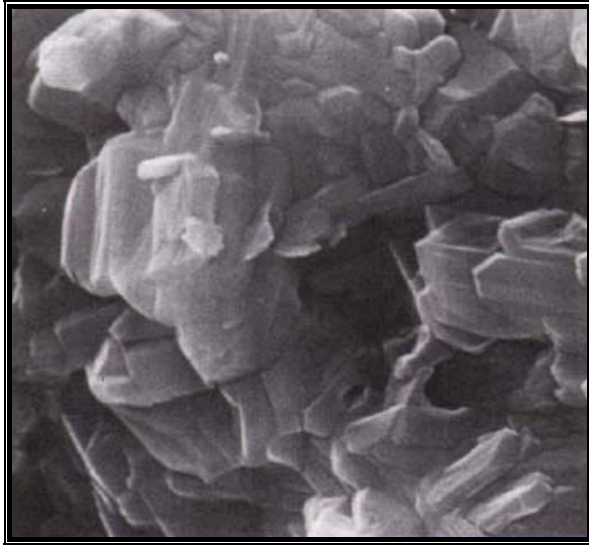
Kaolinit grubunun özel ve ilginç bir üyesi ise, halloysit mineralidir. Halloysit piritin bozunma ürünü olan feldispatın, H_2SO_4 ile yıkanması sonucu oluşurlar. Doğada yüksek yağış ve iyi drenaj koşulu, halloysit oluşumu için elverişli ortamlardır. Halloysitin bilinen iki türünden biri, kaolinite benzeyen hidratlanmamış tipi, diğeri ise tek su tabakası ile ayrılmış $(OH)_8Si_4Al_4O_{10}4H_2O$ hidratlı kaolinittir [8].

2.2.2. İllit mineralleri

İllit mikaya benzer bir kil mineralidir. İllit ve vermikülit, zeminlerde yaygın olarak karşılaşılan kil minerallerindendir. İllit mineralinde, potasyum tarafından sağlanan tabakalar arası bağ, polar sıvıların mevcut olması durumunda, bazal mesafenin sabit kalmasına (şişmenin engellenmesine) yetecek kadar kuvvetlidir [5].



Şekil 2.5. Mika benzeri kil minerallerin yapısı a) Muskovit ve illit, b) Vermikülit [5].

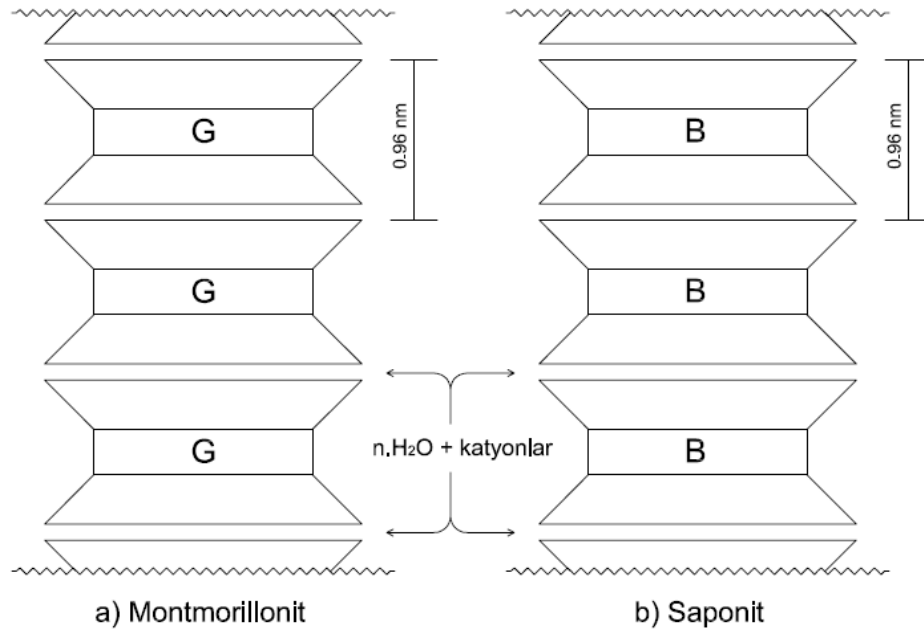


Şekil 2.6. İllitin tipik elektron fotomikrografı ($7,5\mu m$) [5].

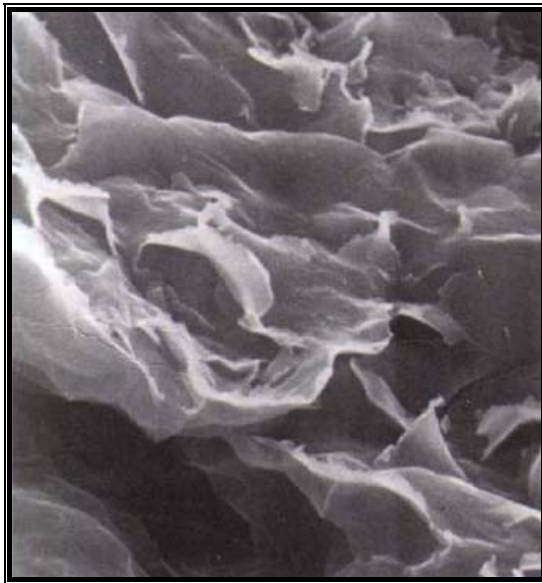
2.2.3. Smektit mineralleri

Smektit mineralleri, iki silis levhası arasına sıkışmış oktahedral levhadan oluşan yapıya sahiptir (Şekil 2.7). Kimyasal bileşimleri, $(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O$ şeklindedir. Tabakalar arası bağlar, Van der Waals kuvvetlerinden ve

yapıdaki yük eksikliğini dengelemek için bulunan katyonlardan ileri gelmektedir. Bu bağlar zayıftır ve su veya diğer polar sıvıların adsorbsiyonu ile kolaylıkla kırılabilir. Bu nedenle smektit mineralleri çok yüksek hacim artışları gösterirler.



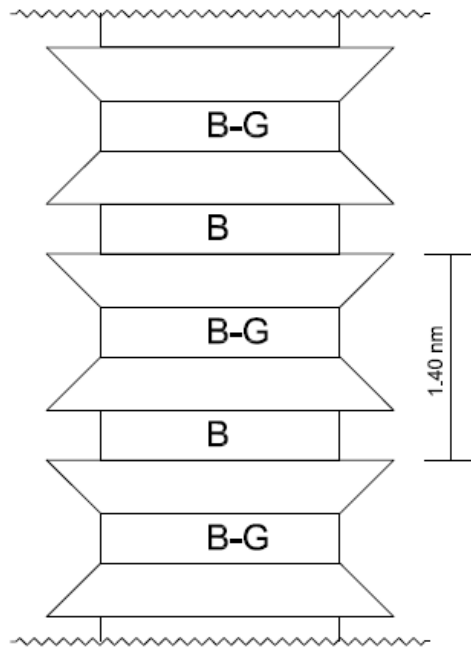
Şekil 2.7. Smektit minerallerinin yapısı a) Montmorillonit, b) Saponit [5].



Şekil 2.8. Montmorillonitin tipik elektron fotomikrografı ($7,5\mu m$) [5].

2.2.4. Klorit mineralleri

Klorit minerallerinin yapısı değişmiş mika benzeri veya brusit benzeri tabakalardan oluşmaktadır (şekil 2.9). Mika tabakaları arasındaki çift su tabakasının yerini oktahedral levhanın almış olması dışında, vermikülitlerin yapısına benzerdir.



şekil 2.9. Klorit minerallerinin yapısı [5].

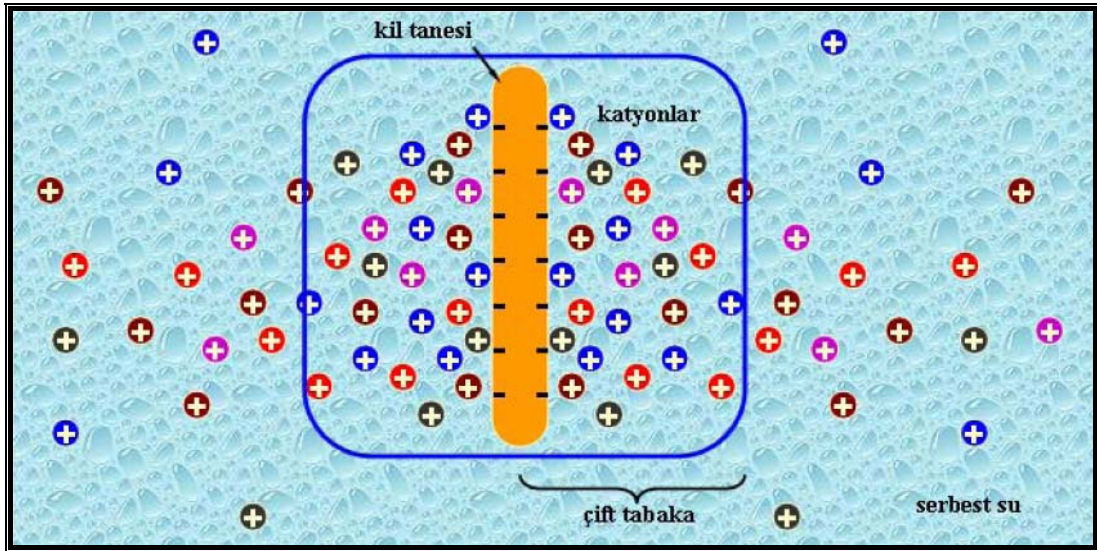


şekil 2.10. Kloritin tipik elektron fotomikrografı (x 11 000) [9].

3. KILLERİN ŞİŞME ÖZELLİĞİ

3.1. Şişme Olayının Mekanîği

Killerdeki şişme mekanizması birçok faktörün etkilediği karmaşık bir durumdur. Zeminin su muhtevastaki değışikliğin iç dengeyi bozması sonucu ortaya çıkan hacimsel artış şişme olarak tanımlanmaktadır. Kil taneleri, yüzeylerinde negatif elektrik yükü olan, pozitif yüklü köşelere sahip plakacıklardır. Zemin suyu içerisindeki katyonların kil tabakasının yüzeyine elektrikselsel kuvvetler ile tutunmasıyla, negatif yükler dengelenmektedir (Şekil 3.1). Elektrikselsel çekim kuvvetinin etki alanı hem negatif yüklerin hem de zemin suyunun elektro-kimyasal özelliklerinin bir fonksiyonudur. Van der Waals yüzey kuvvetleri ve kil kristali ile su molekülleri arasındaki adsorbsiyon kuvveti de bu çekim kuvvetini etkilemektedir. Bu iç elektro-kimyasal kuvvet sistemi dışardan uygulanan gerilmeler ve suyun kapilar gerilmesi ile dengede olmak zorundadır. Kapilar gerilme sıklıkla “kılcal emme” olarak adlandırılır [7].



Şekil 3.1. Kil – su sistemi [6].

Şişme ise zemin-su sisteminde (Şekil 3.1) içsel gerilme dengesini bozan bir takım değışikliklerin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Sıvı miktarının veya kimyasal bileşimin değışmesi durumunda tane içindeki kuvvetlerde

değişecektir. İç elektro-kimyasal kuvvet sistemi, zemin suyundaki kapiler gerilme (matris emme) ve dışarıdan uygulanan gerilmeler arasındaki denge bozulduğunda; denge yeniden sağlanıncaya kadar, taneler arası boşluk oranı değişir ve zeminde hacim değişikliği (şişme – büzülme) meydana gelmektedir [7].

3.2. Killerin Şişme Davranışını Etkileyen Faktörler

Killerin şişme davranışına etki eden çok sayıda faktör olmakla beraber bu faktörler aynı zamanda zeminin fiziksel özelliklerini de (plastisite, yoğunluk vb.) etkilemekte yada bunlardan etkilenmektedir. Killerin davranışını etkileyen faktörler üç ana grupta toplanabilir. Bunlar;

- a) *Zemin Özellikleri* tane içi kuvvet alanını etkilemektedir.
- b) *Çevresel faktörler* iç kuvvet sistemindeki olası değişiklikleri etkilemektedir.
- c) *Arazi gerilme durumudur.*

Killerin şişme davranışına etki eden faktörler Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3' de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Killerin şişme potansiyeline etki eden zemin özellikleri [7].

a) Zemin Özellikleri		
Faktör	Açıklama	Referans
Kil Mineralojisi	Zemin hacminde değişikliğe neden olan en tipik kil minerali: montmorillonitler ve vermikülitler ve bazı karışık tabakalı minerallerdir. İllit ve kaolinitler nadiren şişme özelliği göstermektedirler ancak tane boylarının küçük olmasından dolayı hacim değişimine neden olmaktadır.	<i>Grim (1968)</i> <i>Mitchell (1973)</i> <i>Snethan ve diğerleri (1977)</i>
Zemin içindeki suyun kimyası	Kasyon değeri ile konsantrasyonu arttıkça şişme miktarı azalmaktadır. Örneğin; zemin suyu içerisindeki Mg^{+2} kasyonları, Na^{+} kasyonlarına nazaran daha düşük şişmeye neden olacaktır.	<i>Mitchell (1976)</i>
Zeminin emmesi	Zemin emmesi, doymamış zeminlerde negatif boşluk basıncıyla ifade edilen, bağımsız efektif gerilme değişkenidir. Zeminin su emme kapasitesi: doygunluk, yerçekimi, boşluk oranı ve şekli, yüzey gerilimi ile zeminin ve suyun elektro-kimyasal özelliklerine bağlıdır.	<i>Snethan (1980)</i> <i>Fredlund (1977)</i> <i>Johnson (1977)</i> <i>Olsen (1965)</i> <i>Aitchison (1965)</i>
Plastisite	Genellikle geniş bir su muhtevası aralığında plastik davranış gösteren ve likit limit değeri yüksek olan zeminler, daha yüksek şişme ve büzülme potansiyeli göstermektedirler. Plastisite, şişme potansiyelinin bir göstergesidir.	
Zemin strüktürü ve fabrik	Floküler yapıda olan killeri, dispers yapıda olan killere nazaran daha fazla şişme eğilimi gösterirler. Çimentolanmış partiküller ise daha az şişme gösterirler.	<i>Johnson (1978)</i> <i>Snethan (1978)</i> <i>Seed vd. (1977)</i>
Kuru birim hacim ağırlık	Birim hacim ağırlığın daha yüksek olması genellikle birbirine daha yakın olan tane boşluklarına işaret eder. Bu da taneler arasında daha büyük itme kuvveti anlamına gelir ki, bu da daha yüksek bir şişme potansiyeli demektir.	<i>Chen (1973)</i> <i>Komornik (1969)</i> <i>Uppal (1965)</i>

Çizelge 3.2. Killerin şişme potansiyeline etki eden çevresel faktörler [7].

b) Çevresel Faktörler		
Faktör	Açıklama	Referans
1. Başlangıç su içeriği	Kurumuş haldeki şişebilen bir kilin, aynı özelliğe sahip su içeriği daha yüksek olan kile nazaran, daha fazla su almaya yada emmeye meyilli olacaktır. Tam tersi düşünüldüğünde, ıslak bir kil kururken daha kolay su kaybedecek ve başlangıçta kuru olan bir kile göre daha fazla büzülecektir.	
2. Su içeriğindeki değişiklikler	Zemin profilinin üst kesimlerine yakın olan aktif zon içerisindeki su içeriğinde meydana gelen değişimler, temel anlamda “şişmeyi” tanımlar. Su içeriğinde ve dolayısıyla da hacimdeki en büyük değişim bu zon içerisinde meydana gelmektedir.	<i>Johnson (1969)</i>
2.1 İklim	Buharlaşıma ile yağış miktarındaki farklılıklar, önemli ölçüde zeminin su içeriğinde mevsimsel olarak meydana gelen dalgalanmaların derinliğini etkilemektedir. Mevsimsel olarak en büyük şişme, kısa dönemli yağış periyotları ile yarı kurak iklimlerde meydana gelmektedir.	<i>Holland (1980) Lawrence (1980)</i>
2.2 Yer altı su seviyesi	Su tablasının sığ derinlikte olması ve su tablasında meydana gelen dalgalanmalar, zeminin su içeriğinde değişikliklere neden olmaktadır.	
2.3 Drenaj ve yapay olarak oluşan su birikintileri	Herhangi bir binanın temelini su basması sonucu yüzeyde su birikintisinin oluşmasına, su tesisatında meydana gelen sızıntılar ise suyun yüzeyden zemin derinliklerine kadar ilerlemesine neden olmaktadır.	<i>Krazynski (1980) Donaldson (1965)</i>
2.4 Bitki örtüsü	Bitkiler zemin içindeki suyu kendilerine doğru çekerler.	<i>Buckley (1974)</i>
2.5 Permabilite	Yüksek permabiliteli zeminler suyun daha hızlı bir şekilde ilerlemesine olanak sağlayarak, daha hızlı bir şişme meydana getirirler.	<i>Wise (1971) Hudson (1971) De Bruijn (1965)</i>
2.6 Sıcaklık	Sıcaklıktaki artış; nemim, binaların ve kaldırımların altında yer alan daha serin bölgelere nüfuz etmesine neden olur.	<i>Johnson (1976) Stroman (1976) Hamilton (1969)</i>

Çizelge 3.3. Killerin şişme potansiyeline etki eden arazi gerilme koşulları [7].

<i>c) Arazi Gerilme Koşulları</i>		
Faktör	Açıklama	Referans
1. Gerilmenin tarihçesi	Aşırı konsolide bir zemin, aynı boşluk oranına sahip ancak normal konsolide olmuş bir zemine nazaran daha fazla şişme eğilimindedir. Laboratuar ortamında zemin numunesinin yeniden ıslatılıp kurutulması şişmeyi azaltmaktadır fakat bu işlem belli sayıda tekrarlandığı takdirde şişme bu durumdan etkilenmeyecektir.	Mitchell (1976) Kassif vd. (1971)
2. Arazi şartları ve Zemin Profili	Bir zemindeki başlangıç gerilme durumunun, şişme potansiyeline sahip tabakaların yeri ve kalınlığının, zeminin şişmesi üzerinde önemli etkileri vardır. Eğer şişebilen zeminin altında şişme özelliği göstermeyen bir malzeme yer alıyorsa yada şişebilen zemin sığ derinlikteki anakaya üzerinde yer alıyorsa, o zaman çok daha az bir hareket meydana gelecektir.	Holland (1980) Lawrence (1980)
3. Yükleme	Sürşarj yükünün büyüklüğü, yoğunluğu ve su içeriği bilinen bir zeminin hacminde ne kadar değişiklik meydana geleceğini etkiler. Dışarıdan uygulanan yük, taneler arası çekim kuvvetini dengelemek üzere etki eder ve şişmeyi azaltır.	Holtz (1959)

3.2.1. Killerin şişme davranışını etkileyen zemin özellikleri

Kil minerolojisi

Farklı kil mineralleri, strüktürlerindeki ve tabakalar arası bağlanmalarındaki değişiklikler nedeniyle farklı şişme potansiyelleri gösterirler. Smektit ve vermikülitler, ıslanma ve kuruma sonucunda büyük hacim değişimlerine neden olurlar. Bu hacim değişimleri, illitlerde orta, kaolinitlerde ise daha düşük seviyededir [5].

Kil minerolojisi hakkında detaylı bilgi Bölüm 2' de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çeşitli kil minerallerinin bazı özellikleri [7, 10].

Kil Minerali (Tabakalar arası bağlar)	Paçacık boyutu d:çap, t:kalınlık, μ :mikron	Özgül yüzey (m ² /g)	Katyon değişimi sığası (kütle eşdeğeri/100gr)
Kaolinit (Güçlü hidrojen bağları)	d= 0,3 ~ 3 μ t= 1/10d~1/3d	10-20	3-15
İllit (Güçlü potasyum bağları)	d= 0,1 ~ 2 μ t= 1/10d	80-100	10-40
Montmorillonit (Zayıf Van der Waals bağları)	d= 0,1 ~ 1 μ t= 1/10d	800	70-80

Zemin suyunun kimyasal bileşimi

Katyon değeri ile konsantrasyon arttıkça şişme miktarı azalmaktadır. Örneğin; zemin suyu içerisindeki Mg⁺² katyonları, Na⁺ katyonlarına nazaran daha düşük şişmeye neden olacaktır [7].

Boşluk sıvısının iyonik konsantrasyonu ve boşluk sıvısındaki iyonların değeri, bir kilin hacimsel davranışını önemli ölçüde etkileyen iki önemli kimyasal değişimdir. İyonik konsantrasyonun artması sonucunda, ozmotik basınç farkında bir azalma meydana gelir. Böylelikle, çift tabaka bölgesindeki su dışarı çıkmaya başlar. Çift tabakadan suyun akışı, birim tabakalar arasındaki mesafenin azalmasına ve kilin sıkışmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, boşluk sıvısında iyonik konsantrasyonun azalması sonucunda kil şişmektedir. Boşluk sıvısındaki iyonların değeri ile çift tabaka kalınlığı ters orantılıdır. Boşluk sıvısında daha düşük değerli katyonların olması durumunda çift tabaka kalınlığı artmakta ve bu durum da zeminin şişmesine neden olmaktadır [11].

Bununla birlikte, boşluk suyundaki tuz konsantrasyonu da şişme potansiyeli azaltma eğilimindedir [12].

Zeminin emmesi

Zemin emmesi; belirli su muhtevasına sahip bir zeminin, boşluk suyunu adsorbe etme potansiyelini tanımlayan fiziksel bir özelliktir ve bu nedenle zeminlerin hacim değiştirme davranışıyla ilişkilidir.

Başlangıç emme değerinin artmasıyla, toplam şişme miktarı artmaktadır [7].

Zemin mikrostrüktürü ve fabrik

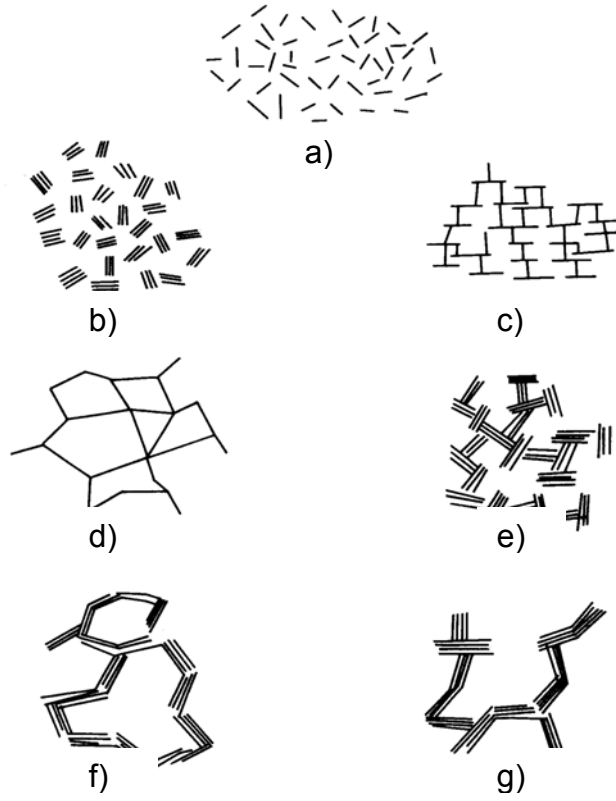
Kil strüktürü, zemin tanelerinin ve boşluklarının boyutu, şekli ve dizilimi olarak tanımlamıştır. Fabrik terimi ise genellikle zemin tanelerinin dizilimini ifade etmek için kullanılmaktadır.

Van Olphen [13], killerde tane birleşmelerini; dispers (kil taneleri yüz – yüze dizilim göstermezler), kümelenmiş (birkaç kil tanesi yüz – yüze dizilir ve kümelenir), flokülleşmiş (taneler köşe – köşeye veya köşe – yüze dizilir), deflokülleşmiş (taneler arasında bir bağlılık yoktur) olmak üzere kategorize etmiştir (Şekil 3.2) [14].

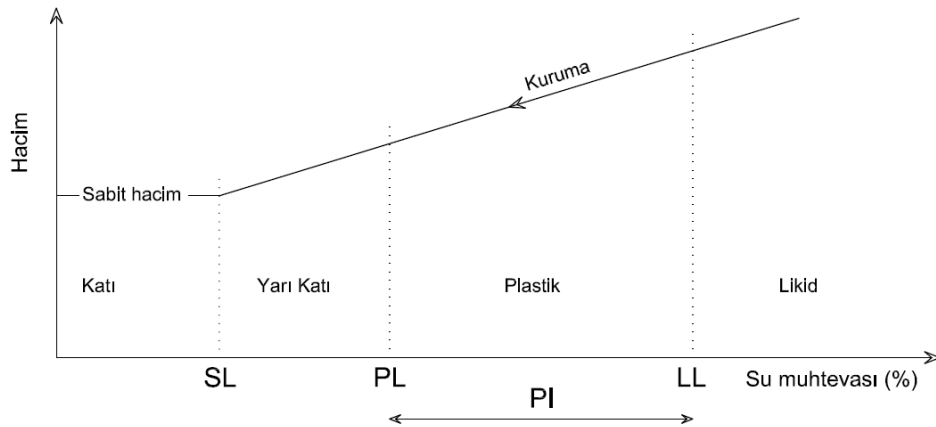
Tane diziliminin şişme üzerindeki etkisi, kil tipine bağlıdır. Sodyum montmorilloniti gibi yüksek şişme potansiyeline sahip killer için paralel tane oryantasyonu durumunda en büyük şişme gözlenir. Bununla birlikte, Seed ve Chan [15] en büyük şişme basıncı ve hacim artışının rasgele ve flokülleşmiş tane dizilimi durumunda meydana geldiğini belirtmişlerdir [14]. Çimentolaşmış partiküller ise daha az şişme gösterirler [12].

Plastisite

Zemin davranışındaki belirli kritik aşamalardaki su içeriğini ifade eden kıvam limitleri (Şekil 3.3) şişme potansiyellinin değerlendirilmesinde pek çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Killerde muhtemel tane dizilim şekilleri: (a) dispers ve defloküle olmuş (b) kümelenmiş ve defloküle olmuş (c) Köşe – yüz flokülleşmiş ve dispers. (d) Köşe – köşe flokülleşmiş fakat ayırık. (e) Köşe – yüz flokülleşmiş ve kümelenmiş. (f) Köşe – köşe flokülleşmiş ve kümelenmiş. (g) Köşe – yüz ve köşe – köşe flokülleşmiş ve kümelenmiş [13, 14].



Şekil 3.3. Kıvam limitleri gösterimi

Şişebilen zeminlerin çoğunda ,doğal su içeriği plastik limiti (PL) altındadır. Likit limit (LL) ve plastik limit (PL) arasındaki fark plastisite indisi (PI) olarak tanımlanmakta ve şişme potansiyeli hakkında ön bilgi vermektedir. Kuru şişen killere, kuru ve şişmeyen killere göre plastik hale gelmeden önce çok daha büyük miktarlarda su adsorbe edebilirler. Ayrıca, şişen killere genellikle, daha geniş bir su muhtevası aralığında plastik kalırlar, yani plastisite indisleri daha yüksektir.

Kuru birim hacim ağırlık

Sabit su muhtevası koşulları altında, zemin numunesinin kuru birim hacim ağırlığı arttıkça şişme yüzdesi ve şişme basıncı artmaktadır [16]. Buna göre; zeminin birim hacim ağırlığı arttıkça, paralel plakalar arasındaki mesafe azalmakta ve bunun sonucunda ozmotik itki ve şişme basıncı artmaktadır [12].

Özgül yüzey alanı

Özgül yüzey alanı, zeminin birim ağırlığının alanıdır ve genellikle m^2/gr olarak ifade edilmektedir. Zeminin özgül yüzey alanı, tane boyutu dağılımı ve mineraloji tarafından kontrol edilir. Bu nedenle, zemin bileşimi ile ilgili bir sabittir ve içsel bir zemin özelliği olarak kabul edilebilir. Kil mineralinin boyutu küçüldükçe, özgül yüzey alanı ve bunun sonucunda şişme potansiyeli artmaktadır. Çeşitli kil mineralleri için özgül yüzey alanı değerleri Çizelge 3.4' de verilmiştir.

Katyon değiştirme kapasitesi (GEC)

Bir kilin yük eksikliğini dengelemek için gereken değişebilir katyonların toplam miktarına ise, katyon değiştirme kapasitesi (CEC) adı verilir. Diğer bir deyişle, katyon değiştirme kapasitesi zeminlerin katyon tutma yeteneğini gösteren bir değerdir.

Sodyum gibi tek değerlikli değişebilir katyonlar, kalsiyum gibi iki değerlikli katyonlardan daha büyük şişmeye neden olur. Alüminyum gibi çok değerlikli değişebilir katyonlara sahip yüksek asitlikteki killerde düşük şişme gözlenmektedir [14]. Çeşitli kil mineralleri için katyon değiştirme kapasiteleri Çizelge 3.4' de verilmiştir.

3.2.2. Killerin şişme davranışını etkileyen çevresel faktörler

Arazide gerçekleşebilecek şişmenin miktarı çevresel koşulların bir fonksiyonudur ve bunun sonucu olarak, sınıflarına göre aynı şişme potansiyeline sahip olabilen iki zemin, çok farklı miktarlarda şişme gösterebilir [17].

Su içeriğindeki değişikliklerin en fazla yaşandığı, genelde zemin profilinin yüzeyden itibaren birkaç metresinde çevresel faktörlerin etkisi, zemindeki su içeriğinin değişiminde önemli rol oynar. Aynı zamanda bu bölgelerdeki örtü gerilmesi de düşük olduğundan, zemin şişmeden kaynaklanan hareketlere karşı koyamamaktadır. Zemin profilinin yüzeye yakın, şişme ve büzülme olayının meydana geldiği kesim aktif zon olarak adlandırılmaktadır. Aktif zon lokasyondan lokasyona değişim gösterir.

Buharlaşıma ile yağış miktarındaki farklılıklar, önemli ölçüde zeminin su içeriğinde mevsimsel olarak meydana gelen dalgalanmaların derinliğini etkilemektedir. Mevsimsel olarak en büyük şişme, kısa dönemli yağış periyotları ile yarı kurak iklimlerde meydana gelmektedir.

Su tablasının sığ derinlikte olması ve su tablasında meydana gelen dalgalanmalar, zeminin su içeriğinde değişikliklere neden olmaktadır.

Su içeriğinin değişmesine neden olan bir diğer faktör ise drenaj koşullarının değişmesi sonucu yapay olarak meydana gelen su birikintileridir (Örnek: sızıntı yapan su tesisatları).

Bitki örtüsü de zemin su içeriğini etkileyen bir diğer faktördür. Bazı ağaçlar zemindeki suyu bünyelerine fazlaca almaları sonucu, lokal olarak zeminin büzülmesine neden olabilmektedir.

Başlangıç su muhtevası

Zemin numunesinin başlangıç su muhtevasının artması, hem şişme yüzdesinde hem de şişme basıncında azalmaya neden olmaktadır [16].

Aynı kuru birim hacim ağırlığa sahip numuneler için; başlangıç su muhtevasının artması sonucunda, başlangıç doygunluk derecesi de artacak ve zeminin su emme eğilimi azalacaktır. Bu nedenle başlangıç su muhtevası arttıkça, şişme yüzdesi azalmaktadır. Rötire limitinden düşük su muhtevaları için bu etki düşüktür. Rötire limitini aşan su muhtevalarında ise, su muhtevalarındaki artış sonucunda, şişme basıncı ve yüzdesindeki azalma daha belirgindir. Ayrıca, su muhtevasının, fabrik üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır ve fabrikteki değişimler sonucunda şişme davranışı da değişmektedir [18].

Chen [1] başlangıç su muhtevasındaki artışla şişmenin azaldığını ancak şişme basıncının su muhtevasından bağımsız olduğunu belirtmiştir.

Su içeriğindeki tekrarlı değişiklikler

Abouleid, yoğrulmuş kil numuneleri için üç yada dört ıslanma kuruma tekrarından sonra şişme özelliklerinde herhangi bir hacim değişikliği olmadığını belirtmiştir. Diğer taraftan Nordquist ve Bauman, Obermeier ve

Popescu kuruma ve ıslanma tekrarlarının sayısıyla şişme yeteneğinin arttığını vurgulamışlardır [19].

3.2.3. Killerin şişme davranışını etkileyen arazi gerilme koşulları

Şişme basıncı, uygulanan gerilme izine kuvvetli şekilde bağlıdır ve elde edilen sonuçlar farklı gerilme izleri için oldukça farklı olabilir. Aşırı konsolide bir zemin, aynı boşluk oranında fakat normal konsolide zeminden daha çok şişme özelliğine sahiptir. Doygun olmayan bir kilin ıslanması sonucunda; uygulanan gerilme değerine, gerilme tarihçesine ve emme değişimine bağlı olarak, şişme veya göçme meydana gelebilmektedir. Bu durum aktif kil mineralleri içeren yüksek oranda şişebilen killer için bile geçerlidir [14].

Örtü gerilmesi

Zemine uygulanan sürşarj yükünün artmasıyla şişme miktarı azalmaktadır. Şişme basıncının ise uygulanan sürşarj yükünden bağımsız olduğu düşünülmektedir. Zeminin küçük bir miktar şişmesine izin verilmesi halinde ise şişme basıncı önemli ölçüde azalmaktadır [20].

4. ŞİŞEN KİLLERİN TANIMLANMASI VE SINIFLANDIRILMASI

4.1. Şişme Özelliğinin Tanımlanması

Suya kısmen doygun yada doygun olmayan killi zeminlerde su içeriğinde meydana gelen artışa bağlı olarak zeminde meydana gelen hacimsel artış “şişme” olarak tanımlanmaktadır. Bu tür killerin göstermiş oldukları hacimsel artış engellendiğinde uyguladıkları basınca ise “şişme basıncı” adı verilmektedir.

4.1.1. Şişme potansiyeli

Şişme potansiyeli genelde zeminlerin şişme özelliğini ifade eden bir kavram olarak kullanılmaktadır. Literatürde, şişme potansiyelinin belirlenmesi ve tanımlanması açısından tam bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bununla birlikte, şişme potansiyeli; genellikle, zeminlerin hem şişme yüzdesini hem de şişme basıncını kapsayan bir terim olarak kabul edilmektedir [14].

Şişme yüzdesi, örselenmemiş veya laboratuarda istenilen herhangi bir başlangıç koşulunda sıkıştırılarak hazırlanan zemin numunesinin, yük altında numunenin doygun hale gelinceye kadar su altında bırakılması sonucu hacminde meydana gelen artışın, başlangıç hacmine oranıdır. Daha kısa tanımlamak gerekirse zemin numunesinde meydana gelen hacimsel artış yüzdesidir. Bu hacimsel artış yüzdesi iki şekilde tanımlanabilir. Birincisi; sabit ve küçük bir sürşarj yükü altında numune doygun hale gelirken, yanıl deformasyonların engellenmesi (bir boyutlu ödometre koşullarında) durumunda meydana gelen düşey boy değişimidir. İkincisi ise; eksenel deformasyonların engellenmesi (üç eksenli koşullarında) durumunda, meydana gelen yanıl çap değişimi şeklinde ifade edilmektedir.

Literatürde, farklı araştırmacıların çalışmalarında, şişme potansiyelinin belirlenmesinde; kullanılan deney sistemi ve izlenen prosedür açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Örneğin, Holtz ve Gibbs [21] zeminin şişme potansiyelini, havada kurutulmuş örselenmemiş bir zeminin, 6,9 kPa sürşarj yükü altında doygun hale gelmesi sırasında meydana gelen hacim değişim yüzdesi olarak tanımlamışlardır.

Seed [17] şişme potansiyelini, standart AASHTO proctor testi su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlığında sıkıştırılmış zemin numunesinin, ödometre koşullarında 6,9 kPa sürşarj basıncı altında, su altında bırakılması sonucu meydana gelen düşey boy değiştirmesinin başlangıç numune yüksekliğine oranı olarak tanımlamıştır.

Snethen [22] şişme potansiyelini, örselenmemiş zemin numunesinin, ödometre koşullarında, arazide maruz kalacağı yüke eşdeğer sürşarj yükü altında ıslatılması sonucunda nihai denge doygunluk durumuna kadar meydana gelen hacim değişiminin, başlangıç numune hacmine oranı olarak tanımlamıştır.

Şişme potansiyelini belirlemeye yönelik deneylerde kullanılacak sürşarj yükü 2,9 kPa ~ 71,4 kPa, ring çapları 50 mm ~ 112 mm, ring yükseklikleri 12 mm ~ 37 mm aralığında değişebilmektedir [23].

“Serbest şişme (free swell)”, deney başında örnek üzerine uygulanan basıncın 7 kPa ve bu değerden daha az olması halinde elde edilen şişme olarak ifade edilirken, sürşarj yükünün bu değerden daha büyük olması durumunda elde edilen şişme değerleri ise “ sürşarj altında şişme (yükli şişme)” olmak üzere farklı şekillerde ifade edilmektedir.

4.1.2. Şişme basıncı

Şişen zeminlerin, suyla temasa geçmeleri sonucunda, matris emmedeki azalma nedeniyle ortaya çıkan hacim artışları engellenmeye çalışıldığında, bir basınç meydana gelmekte ve bu basınç şişme basıncı olarak isimlendirilmektedir. Sridharan ve Choudhury [24] şişme basıncını, kilin su veya elektrolit absorbe etmesine izin verilmesi halinde, kil – su sistemini istenen boşluk oranında tutmak için gerekli basınç olarak tanımlamışlardır.

ASTM ise şişme basıncını, numunenin şişmesini engelleyecek yada şişme tamamlandıktan sonra numuneyi eski haline (boşluk oranı, yükseklik) getirecek basınç olarak tanımlamıştır [25].

4.2. Şişen Killerin Sınıflandırılması

Yapı temelleri, yol, havaalanı, kanal vb. kaplamaları inşası genelde zeminin kuru olduğu dönemlerde yada yer altı su seviyesinin istenilen seviyeye düşürüldükten sonra yapılmaktadır. Zeminin yapı tarafından bu şekilde örtülmesiyle zemin içerisinde buharlaşma fazla gerçekleşmez ve zeminin su içeriği artar. Yapı tabanında şişme özelliği gösteren killerin mevcudiyeti söz konusu ise bu durum zeminde şişme meydana getirir. Yapıdan zemine aktarılan gerilmeler, zemin şişme basıncından daha az ise şişme meydana gelir. Bu şişmenin, fazla ve yapının oturduğu alan içerisinde her yerde aynı miktarda olmayışı yapısal hasarlara neden olmaktadır. Şişen killerin bulunduğu alanlarında inşa edilecek yapılarda şişmeden kaynaklanacak hasarın engellenmesi yada en aza indirilebilmesi için zeminin şişme potansiyelinin önceden belirlenmesi önem arz etmektedir.

Zeminin şişme özelliği göstermesi için birleştirilmiş zemin sınıflama sisteminde (USCS) muhtemelen CH yada CL sınıfına ait olması gerekmektedir (bununla beraber bazı ML, MH ve SC sınıfına dahil zeminler

de şişebilmektedir). Şişme özelliğine sahip zeminler genellikle fissürlü, kırık ve cilalı yüzeylidir ve önceki şişme ve büzülmenin izlerini taşırlar [23].

Zeminlerin şişme potansiyelini tahmin etmek için birçok deney ve yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler, genel olarak *dolaylı (nitel)* ve *doğrudan (nicel)* yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Dolaylı (nitel) yöntemler, kıvam limitleri, kil içeriği, aktivite, kuru birim hacim ağırlık vb. zemin parametrelerinden yararlanılarak çeşitli korelasyonlara gidilerek şişme potansiyelinin tahmin edildiği yöntemlerdir. Ayrıca, çeşitli zemin parametreleriyle şişme yüzdesi ve basıncını ilişkilendiren ampirik eşitlikler de mevcuttur. Doğrudan (nicel) yöntemler ise, zemin şişmesinin gerçek fiziksel ölçümleri olup, deney sonuçlarına bağlı olarak zeminin şişme potansiyelinin belirlenmesini ifade etmektedir.

4.2.1. Şişen killerin dolaylı (nitel) yöntemler ile sınıflandırılması

Bu değerlendirme yöntemi, şişen killeri tanımlamak ve sınıflandırmak için likit limit, plastisite indisi, büzülme limiti, büzülme indisi, serbest şişme indisi, aktivite, kuru birim hacim ağırlık, başlangıç su muhtevası, katyon değiştirme kapasitesi, emme indisi, zeminin mineralojik özellikleri gibi parametreler kullanılarak korelasyona gidilmesi esasına dayanmaktadır. Bu korelasyonlar yaklaşık olup, ön değerlendirme safhasında fikir vermesi bakımından faydalıdır.

Çeşitli araştırmacılar, şişen killerin şişme potansiyelinin dolaylı (nitel) olarak belirlenmesinde birçok korelasyon geliştirmişlerdir. Bu korelasyonlardan sık kullanılanların bazıları bölüm içerisinde verilmiştir.

Chen, şişme potansiyelini tahmine etmek için 200 nolu elekten geçen dane boyutunun ağırlıkça yüzdesi, likit limit ve SPT darbe sayıları arasında bir ilişkiye işaret etmiştir (Çizelge 4.1). Ayrıca buna ek olarak sadece plastisite indisine bağlı olarak da bir sınıflandırma önermiştir (Çizelge 4.2) [7,23].

Çizelge 4.1. Şişme potansiyelinin arazi ve laboratuvar deney sonuçları ile korelasyonu [7,23].

Laboratuvar ve arazi verileri			Şişme derecesi		
200 no'lu elekten geçen yüzde	Likit Limit (%)	SPT N değeri	Muhtemel Şişme (%)	Şişme Basıncı (kPa)	Şişme Potansiyeli
< 30	< 30	< 10	< 1	50	Düşük
30 ~ 60	30 ~ 40	10 ~ 20	1 ~ 5	120~250	Orta
60 ~ 95	40 ~ 60	20 ~ 30	3 ~ 10	250~1000	Yüksek
> 95	> 60	> 30	> 10	> 1000	Çok Yüksek

Çizelge 4.2. Plastisite indisine dayalı şişme potansiyeli sınıflandırılması [7].

Şişme Potansiyeli	Plastisite indisi PI (%)
Düşük	0 ~ 15
Orta	10 ~ 35
Yüksek	20 ~ 55
Çok Yüksek	> 35

Wayne vd. [26] hafif yapılarıdaki, şişen zeminlerin olumsuz etkilerini gözlemlemiş, hasar boyutu ile şişme yüzdesi ve şişme basıncı arasında ilişkiyi sınıflandırmışlardır (Çizelge 4.3).

Altmeyer [27] şişme potansiyelinin tahmin edilmesi için rötire limiti veya lineer rötrenin kullanımını önermiştir (Çizelge 4.4).

Holtz ve Gibbs [21] tarafından verilen, örselenmemiş zemin numunelerindeki şişme davranışını belirleyen kriterler Çizelge 4.5' de, grafiksel gösterim ise Şekil 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hacim değişikliği, şişme basıncı ve hafif yapılardaki muhtemel hasarlar arasındaki ilişki [26].

Hacim Değişikliği (%)	Şişme Basıncı (kPa)	Hafif Yapılardaki Olası Hasar
0 ~ 1,5	< 50	Düşük
1,5 ~ 5	50 ~ 250	Orta
5 ~ 25	250 ~ 1000	Yüksek
> 25	> 1000	Çok Yüksek

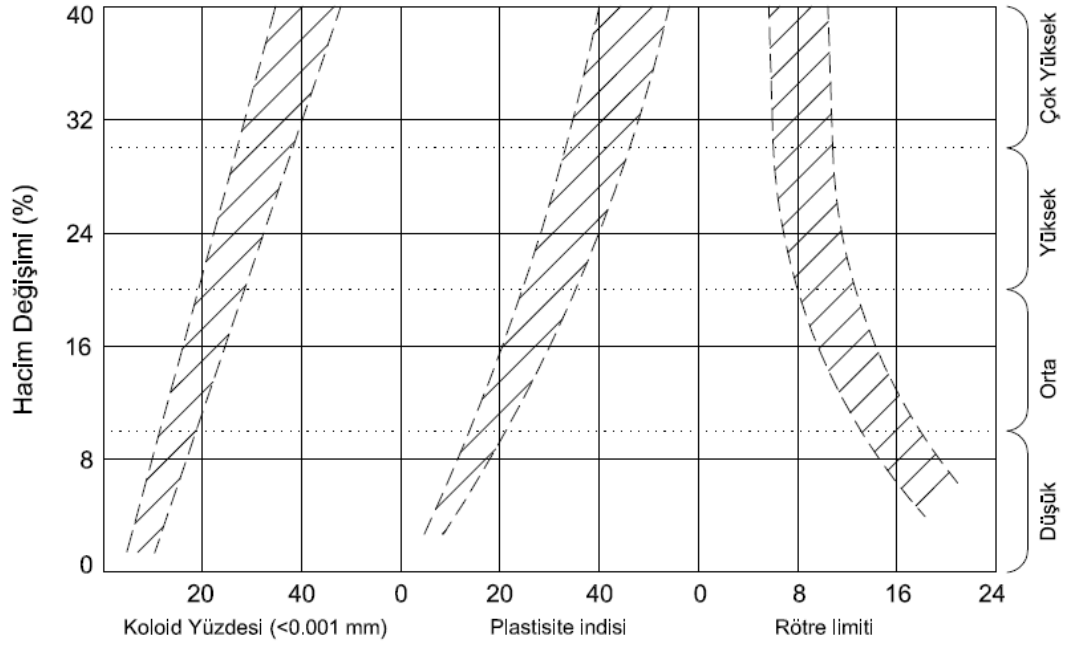
Çizelge 4.4. Şişme potansiyeli ile rötre limiti ve lineer rötre arasındaki ilişki [27].

Lineer Rötre	Rötre Limiti (%)	Muhtemel Şişme (%)	Şişme Derecesi
< 5	> 12	< 0,5	Kritik değil
5 ~ 8	10 ~ 12	0,5 ~ 1,5	Sınır
> 8	< 10	> 1,5	Kritik

Çizelge 4.5. Şişen zeminlerin, kolloid içeriği, plastisite indisi ve rötre limitine bağlı olarak sınıflandırılması [21].

Kolloid içeriği (<0,001 mm)	Plastisite İndisi PI (%)	Rötre Limiti (%)	Muhtemel Şişme* (%)	Şişme Derecesi
> 28	> 35	< 11	> 30	Çok Yüksek
20 ~ 31	25 ~ 41	7 ~ 12	20 ~ 30	Yüksek
13 ~ 23	15 ~ 28	10 ~ 16	10 ~ 20	Orta
< 15	< 18	> 15	< 10	Düşük

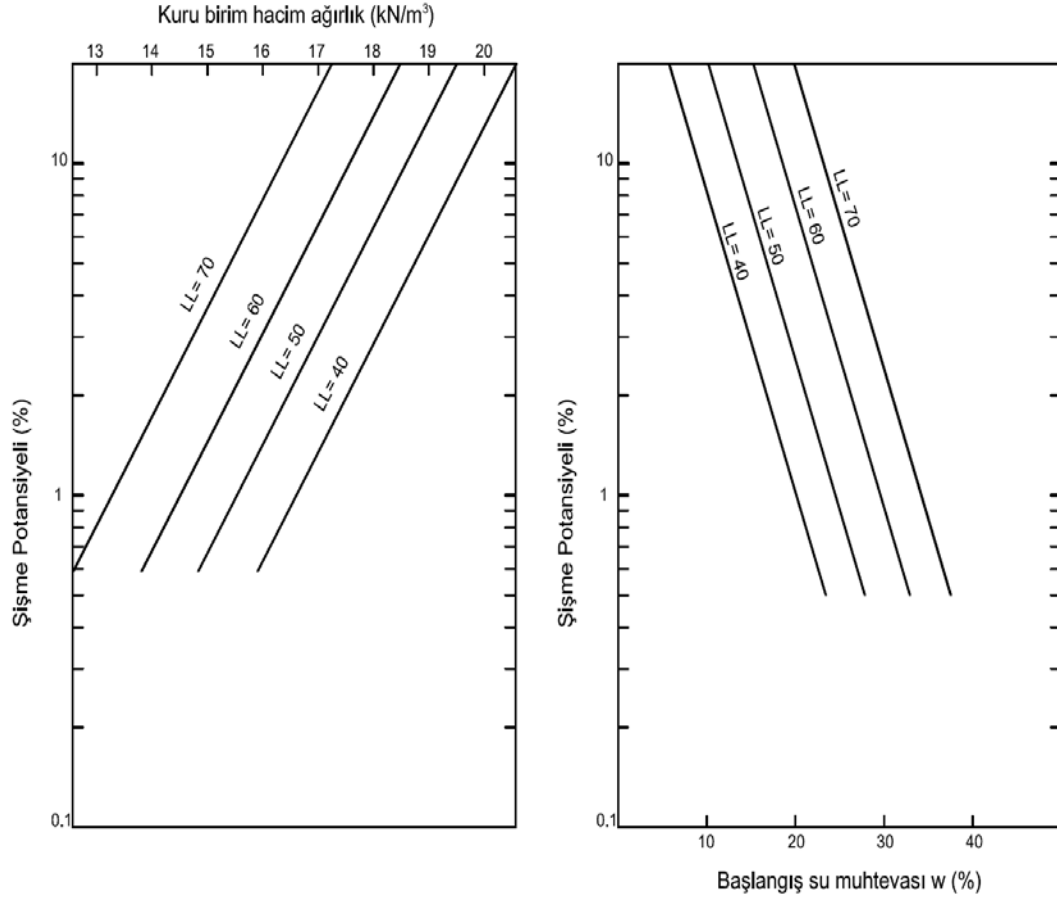
*: 6,9 kPa sürşarj yükü altında



Şekil 4.1. Hacim değişimi, kolloid yüzdesi, plastisite indisi, rötire limiti ilişkileri [21].

Vijayvergiya ve Ghazzaly [28], örselenmemiş numunelerin üzerinde şişme potansiyellerinin belirlenmesinde Şekil 4.2' de gösterilen abağı geliştirmişlerdir. Bu korelasyonda, başlangıç su muhtevası, likit limit ve kuru birim hacim ağırlık bağımsız değişkenler olarak alınmakta ve 9,6 kPa sürşarj yükü altındaki şişme potansiyeli verilmektedir.

Büzülme ve şişme arasında nitel bir ilişkinin var olduğu inancı, çeşitli araştırmacılar [21,27] tarafından rötire limitinin zeminin şişme potansiyelini gösteren bir parametre olarak kullanılmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, literatürde şişme potansiyeli ile rötire limiti arasında güçlü ve tutarlı bir ilişkinin bulunmadığını gösteren bir çok çalışma mevcuttur [1,17,30,31].



Şekil 4.2. Şişme potansiyeli – likit limit, başlangıç su muhtevası ve kuru birim hacim ağırlık arasındaki ilişki [28].

Chen, kendisi ve farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen, plastisite indisi - şişme potansiyeli arasındaki ilişkiyi aynı grafik üzerinde farklı eğriler ile karşılaştırmıştır (Şekil 4.3). Bu eğriler, bilinen bir plastisite indisi değerine karşılık gelen potansiyel hacim değişim yüzdelerini, çok geniş bir aralıkta göstermektedir [7].

Plastisite indisinin $PI = 15\%$ olması durumu için farklı metotlar: $8,5\%$, $1,5\%$ ve $1,0\%$ gibi farklı hacim değişimlerini işaret etmektedir (Şekil 4.3). Araştırmacıların dikkate aldığı deney yöntemleri birbirleriyle benzerlik gösterse de, bu üç tahmini hacim değişim yüzdelerinin doğrudan kıyaslanması çok doğru olmaz, çünkü deneyde kullanılan örneğin durumu ve su içeriği sınırları önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Holtz ve Gibbs tarafından geliştirilen yaklaşımda havada kurutulmuş örselenmemiş zemin

numunelerinin doygun hale gelmesi sırasında göstermiş olduğu hacim değişikliği dikkate alınmıştır ve 38 ayrı örnek üzerinde gerçekleştirilen deney sonuç verileri baz alınarak hazırlanmıştır. Seed ve diğerleri tarafından geliştirilen yöntemde ise örselenmiş zemin numuneleri üzerinde gerçekleştirilen deney sonuçları kullanılmıştır. Chen ise yaptığı çalışmada, örselenmemiş ve doğal su içeriğinde şişmeye bırakılan zemin numunelerin deney sonuçlarını kullanmıştır [7].

Mitchell - Gardner, Gibbs, likit limit ve yerinde kuru birim hacim ağırlık parametreleri kullanarak, zeminleri şişebilen (düşük, orta, yüksek, çok yüksek şişme) ve ken diye sınıflandıran bir abak geliştirmişlerdir (şekil 4.4) [29].

Dakshanamurty ve Raman [30] zeminlerin şişme potansiyelinin tahmin edilmesinde plastisite abağından yararlanmışlardır (şekil 4.5).

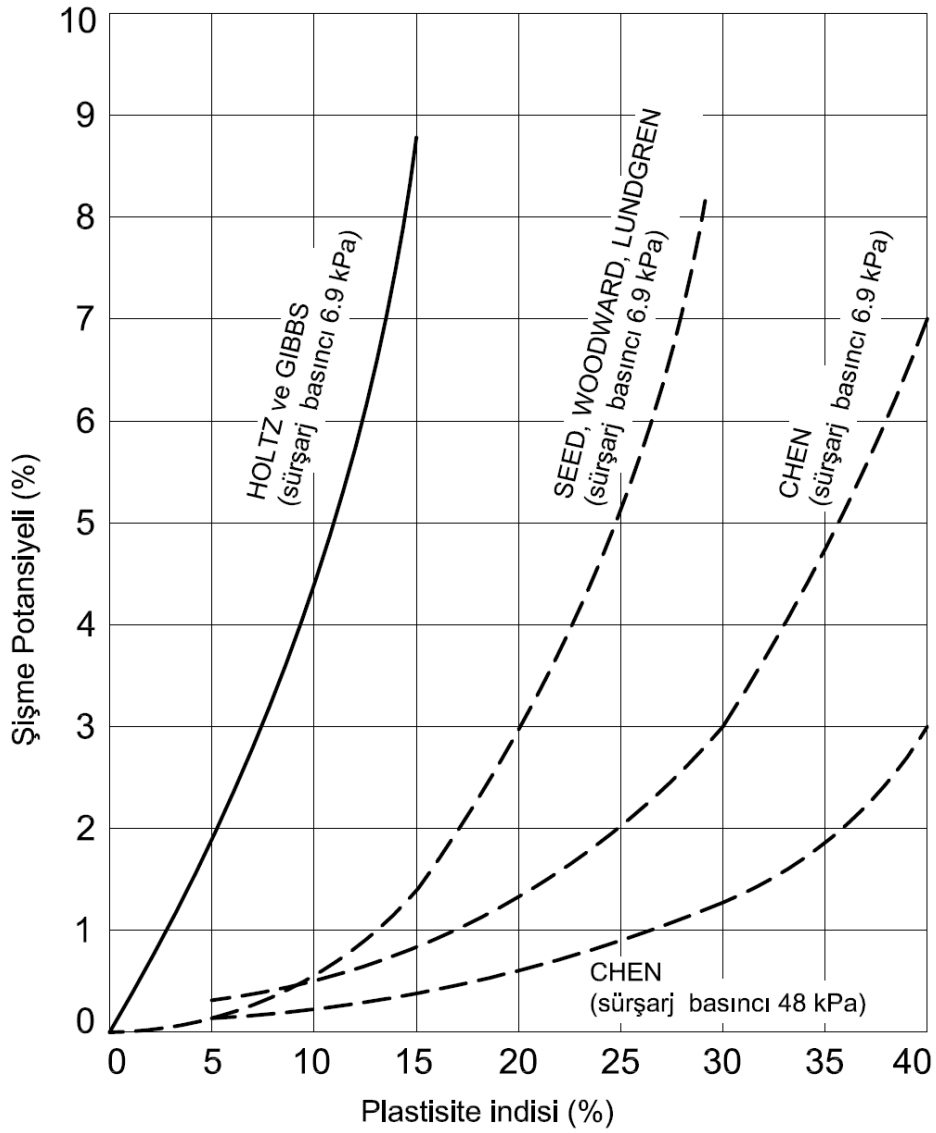
Van der Merwe [31] ise plastisite indisi ve kil yüzdesine bağlı olarak, şişme potansiyelinin tahmin edilmesi için şekil 4.6' de görülen abağı vermişlerdir.

Seed vd. [17] standart proctor sıklılığında ve optimumum su muhtevasından sıkıştırılmış killerin, 6,9 kPa sürşarj yükü altında şişme karakteristikleri üzerine yaptıkları çalışmada, aktivite ve kil boyutlu tanelerin yüzdesine dayanan bir abak geliştirmişlerdir (şekil 4.7).

Skempton, plastisite indisi ile kil yüzdesini, aktivite (A) olarak isimlendirilen tek bir parametrede birleştirmiştir (Eş. 4.1) [7,32].

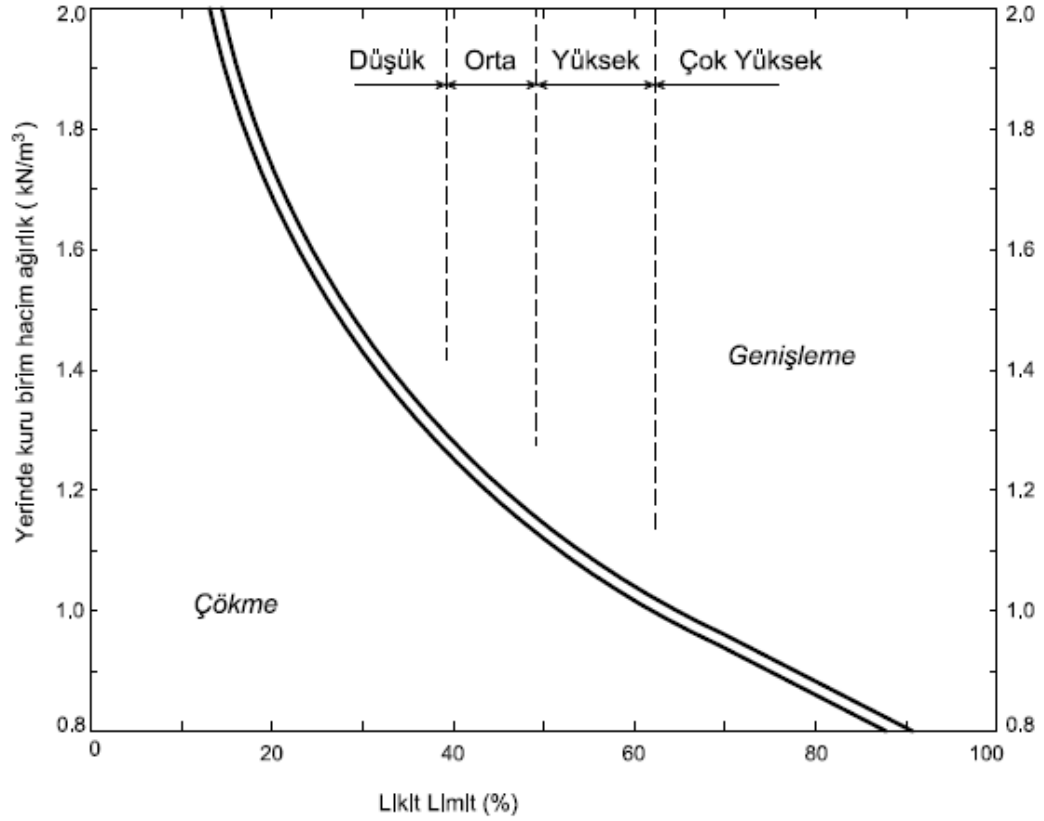
$$A = \frac{PI}{C} \quad (4.1)$$

Burada, A - aktivite, PI - plastisite indisi, C - kil yüzdesidir.



Şekil 4.3. Farklı sınıflama sistemlerinin karşılaştırılması [7].

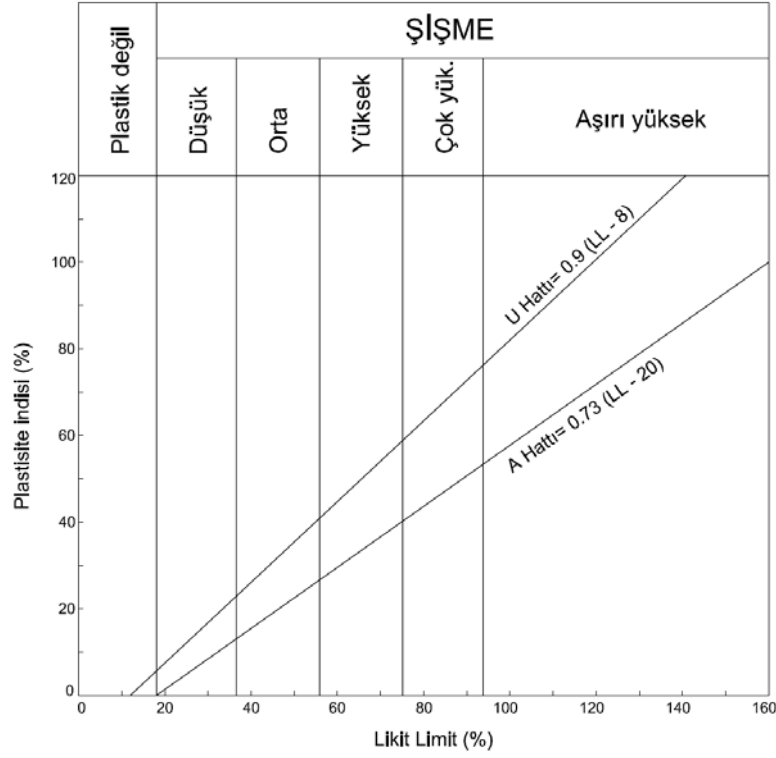
Snethen vd., potansiyel şişmeyi tahminde kullanılan, yayımlanmış 17 farklı kriteri değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmenin sonucunda, likit limit ve plastisite indisinin, potansiyel şişmenin en iyi göstergesi olduğu sonucuna varmışlar ve şişen zeminlerin sınıflandırılmasında (zeminin kendi doğal sürşarj yükü altında) kullanılmak üzere Çizelge 4.6' da verilen likit limit, plastisite indisi ve doğal su muhtevasında zemin emmesine değişkenlerine bağlı tabloyu geliştirmişlerdir. Zemin emmesi, doymamış zeminlerde negatif boşluk basıncıyla ifade edilen, bağımsız efektif gerilme değişkenidir [7]



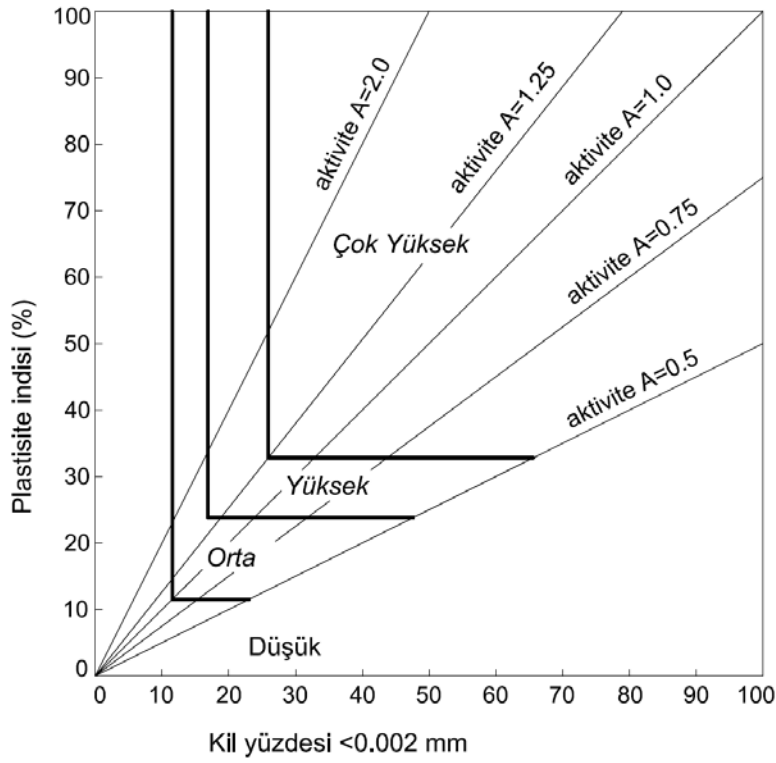
Şekil 4.4. Şişen zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılan yerinde kuru birim hacim ağırlık – likit limit abağı [29].

Çizelge 4.6. Şişen zeminlerin, likit limit, plastisite indisi ve doğal emmesine bağlı olarak sınıflandırılması [7].

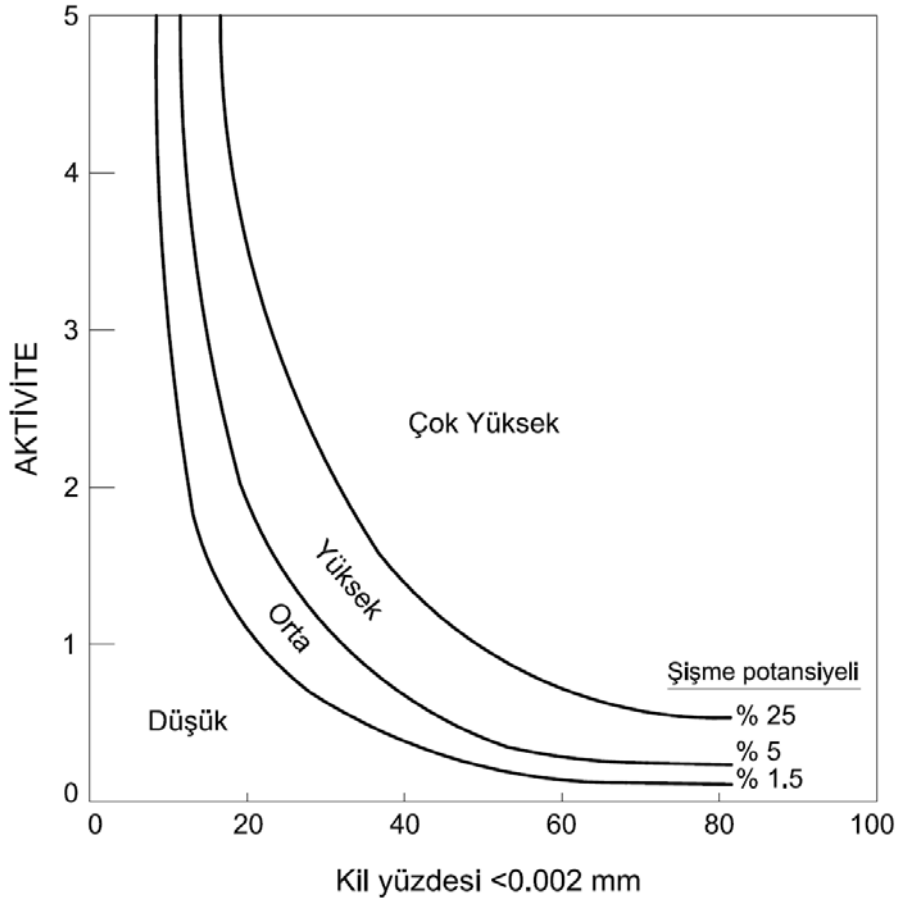
Likit Limit LL (%)	Plastisite İndisi PI (%)	μ (doğal emme) (MPa)	Potansiyel Şişme (%)	Şişme Derecesi
> 60	> 35	< 0,38	> 1,5	Yüksek
50 ~ 60	25 ~ 35	0,14 ~ 0,38	0,5 ~ 1,5	Orta
< 50	< 25	> 0,14	< 0,5	Düşük



Şekil 4.5. Plastisite indisi ve likit limite bağlı şişme potansiyeli kartı [30].



Şekil 4.6. Kil yüzdesi ve plastisite indisine bağlı şişme potansiyeli kartı [31].



Şekil 4.7. Kil yüzdesi ve aktiviteye bağlı şişme potansiyeli kartı [17].

Ampirik eşitlikler

Killerin şişme potansiyelinin belirlenmesine yönelik çeşitli ampirik yaklaşımlar da geliştirilmiştir. Bunlardan birkaç tanesine yer verilecektir.

Seed, standart proctor sıkılığında ve optimum su muhtevasında sıkıştırılan, 6,9 kPa sürşarj yükü altında şişmeye bırakılan killerin şişme potansiyelinin belirlenmesinde Eş. 4.2 'yi ve Seed ayrıca, Woodward ve Ludgren ile Eş. 4.3' deki basit ampirik formülü vermiştir. Eş. 4.2 yalnızca %8 ~ %65 arasında kil içeren zeminler için geçerli olduğu ve hesaplanan değer %33' lük bir hata payına sahip olduğu ifade edilmiştir [1,17].

$$S = 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot A^{2,44} \cdot C^{3,44} \quad (4.2)$$

$$S = 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot PI^{2,44} \quad (4.3)$$

Burada,

S - Şişme yüzdesi (%),

A - Aktivite,

C - Kil yüzdesi (%),

M - Sabit, (Doğal zeminler için 60, yapay zeminler için 100)

PI - Plastisite indisidir (%).

Chen [1], kuru birim hacim ağırlıkları $15,7 \sim 17,2 \text{ kN/m}^3$ ve su muhtevaları 15-20% aralığında değişen, örselenmemiş zemin numunelerinin 6,9 kPa sürşarj altındaki şişme yüzdeleri için aşağıdaki eşitliği vermiştir.

$$S = 0,2558 \cdot e^{0,0838 \cdot PI} \quad (4.4)$$

Burada,

S - Şişme yüzdesi (%),

PI - Plastisite indisidir (%).

Vijayvergiya ve Ghazzaly [28] likit limit ve su muhtevasına bağlı olarak killi zeminlerin şişme yüzdesinin tahmin edilmesi için Eş. 4.5' i vermişlerdir.

$$\log S = \frac{1}{12} (0,44 \cdot LL - w_o + 5,5) \quad (4.5)$$

Burada,

S - Şişme yüzdesi (%),

LL - Likit limit (%),

w_o - Başlangıç su muhtevasıdır (%).

Nayak ve Christensen [34] sıkıştırılmış zeminler için, plastisite indisi, kil yüzdesi ve başlangıç su muhtevasına bağlı olarak şişme yüzdesinin tahmin edilmesi için Eş. 4.6' yı vermişlerdir.

$$S = 2,29 \cdot 10^{-2} \cdot PI^{1,45} \frac{C}{w_o} + 6,38 \quad (4.6)$$

Burada,

S - Şişme yüzdesi (%),

PI - Plastisite indisi (%),

C - Kil yüzdesi (%),

w_o - Başlangıç su muhtevasıdır (%).

Komornik ve David [12,35] şişme basıncının örselenmemiş zeminler için, likit limit, kuru birim hacim ağırlık ve başlangıç su muhtevasına bağlı olarak tahmin edilmesi için Eş. 4. 7' yi vermişlerdir.

$$\text{Log}P_s = -2,132 + 0,0208 \cdot LL + 0,000665 \cdot \gamma_k - 0,0269 \cdot w_o \quad (4.7)$$

Burada,

P_s - Şişme basıncı (kg/cm^2),

LL - Likit limit (%),

γ_k - Kuru birim hacim ağırlık (kg/m^3).

w_o - Başlangıç su muhtevasıdır.

Nayak ve Christensen [34] sıkıştırılmış zeminler için şişme basıncının, plastisite indisi, kil yüzdesi ve başlangıç su muhtevasına bağlı olarak tahmin edilmesi için Eş. 4. 8'i vermişlerdir.

$$P_s = (3,58 \cdot 10^{-2}) \cdot PI^{1,12} \cdot \frac{C^2}{w_o^2} + 3,79 \quad (4.8)$$

Burada,

P_s - Şişme basıncı (psi), ($1 \text{ psi} \cong 6,9 \text{ kPa}$)

PI - Plastisite indisi (%),

C - Kil yüzdesi (%),

w_o - Başlangıç su muhtevasıdır (%).

4.2.2. Şişen killerin doğrudan (nicel) yöntemler ile sınıflandırılması

Hatırlanacağı üzere Bölüm 4.2' de şişme özelliği gösteren killerin, şişme potansiyelinin belirlenmesinde başvurulan yöntemler, *dolaylı (nitel)* ve *doğrudan (nicel) yöntemler* olarak sınıflandırılmıştı. Doğrudan (nicel) yöntemler, zemin şişmesinin gerçek fiziksel ölçümleri olup, deney sonuçlarına bağlı olarak zeminin şişme potansiyelinin belirlenmesini ifade etmektedir ve bu sebeptendir ki şişme potansiyelinin belirlenmesinde, nicel yöntemlerin kullanılması çok daha uygun olacaktır [1]. Şişme davranışı ve şişme parametrelerinin doğrudan (nicel) belirlenmesi için geliştirilen birkaç deney yöntemi mevcut ise de klasik ödometre deney düzeneği örselenmiş ya da örselenmemiş zemin numunelerin şişme potansiyelinin belirlenmesinde kullanılabilmektedir.

Ödometre Deney Metodu

Şişme potansiyelinin belirlenmesine yönelik alternatif nitelikte ASTM D 4546-03' de üç farklı ödometre deney metodu (metot A, metod B, metod C) önerilmiştir [36]. Bu üç alternatif metodun hepsinde zemin numunesinin yanal deplasmanının sınırlandırılması ve yalnızca eksenel yükleme yapılması gerekmektedir. Burada, sadece tez çalışmasında kullanılan ödometre deney metodu (Metot A) anlatılmıştır.

Metot A

Bu yöntemde zemin numunesi, sadece üzerine konacak poroz taş ve yükleme plakasının oluşturduğu en az 1 kPa sürşarj yükü altında suya doyurularak şişme tamamlanıncaya kadar beklenir. Sonra numunenin şişme öncesindeki boşluk oranı (numunenin başlangıç yüksekliği) elde edilinceye kadar klasik ödometre deneyindeki yük kademeleri altında numune yüklenir. Her yük artırımını öncesinde, numunenin uygulanan yük altından tamamıyla konsolide olmasına izin verilir.

Bir boyutlu ödometre koşullarında, numunenin kesit alanı sabit tutulduğundan dolayı serbest şişme yüzdesinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır [36].

$$S = \frac{H_1 - H_0}{H_0} \times 100 \quad (4.9)$$

Burada,

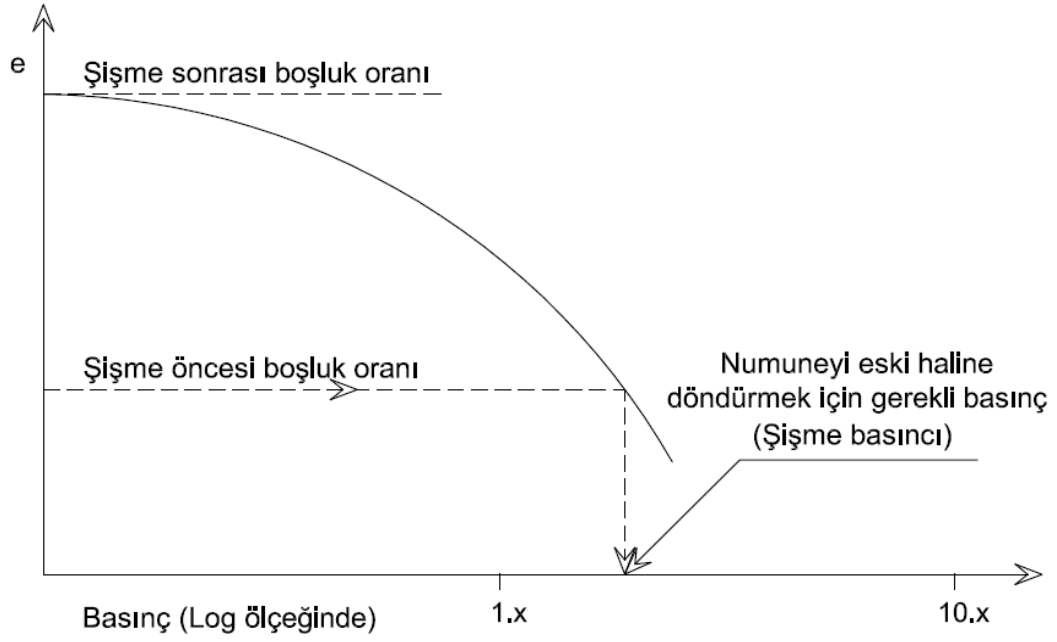
S - Serbest şişme yüzdesi ($\cong$ 1 kPa sürşarj yükü altında),

H_0 - Numunenin başlangıç yüksekliği,

H_1 - Şişme sonrasındaki numune yüksekliğidir.

ASTM şişme basıncını (Şekil 4.8), şişme tamamlandıktan sonra numuneyi eski haline (boşluk oranı, yükseklik) getirecek basınç olarak tanımlamıştır [1,25,36].

Bu yöntemin avantajı ise tek numune ile yalnızca şişme potansiyeli değil zeminin konsolidasyon parametreleri hesaplanabilmektedir.



Şekil 4.8. Ödometre deneyindeki serbest şişme ve şişme basıncı

4.3. Geçmişte Yapılmış Çalışmalar

Ülkemizde, şişen killerin bölgesel olarak tespit edilmesini amaçlayan çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Köylü [48], Yenikent (Ankara) yerleşim alanı killерinin şişme potansiyelinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmıştır.

Uran [49], Yeniçağa (Bolu) killерinin şişme potansiyelini irdelleyerek çevresel etkilerini araştırmıştır.

5. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

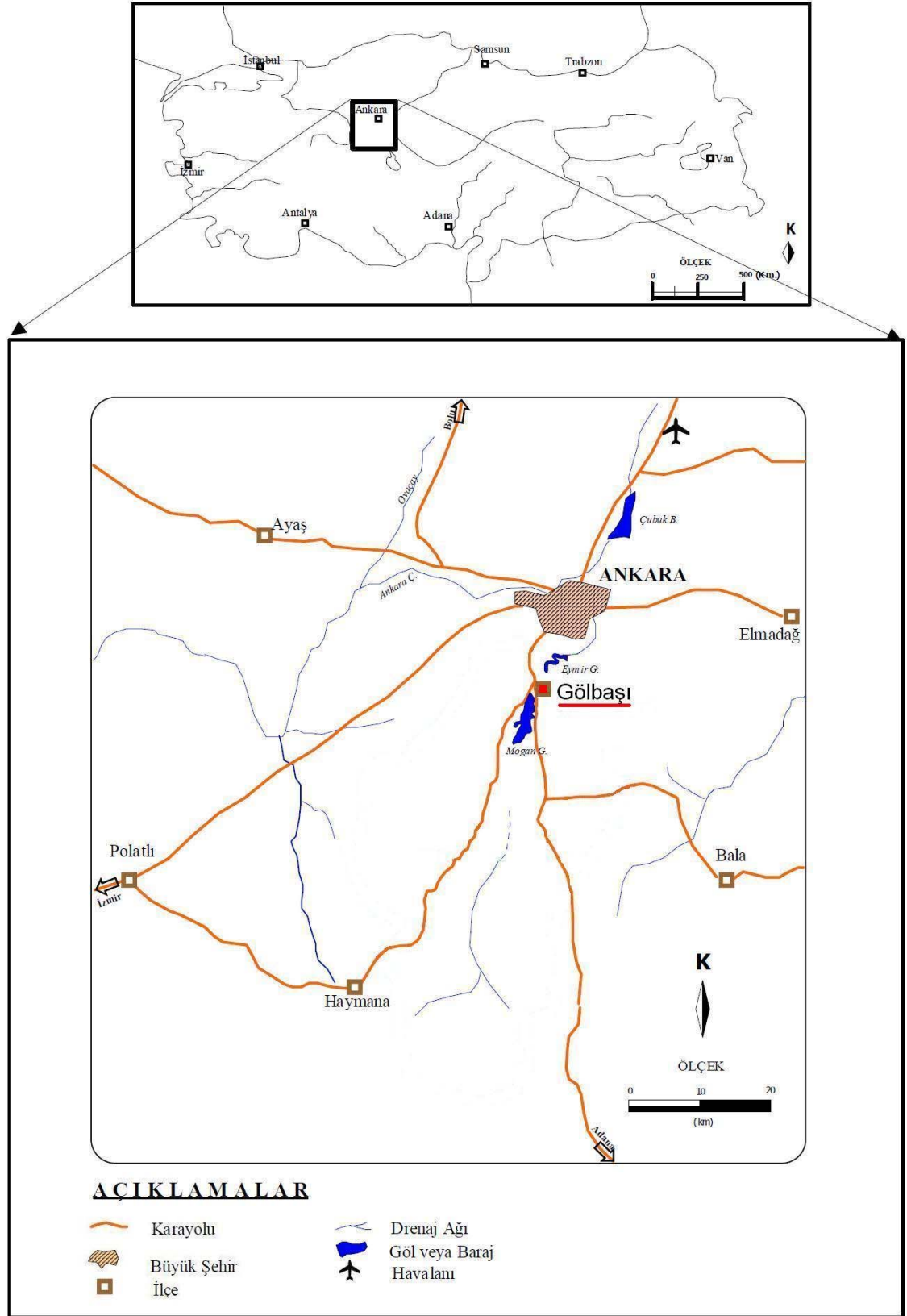
5.1. Genel Bilgiler

İnceleme alanı, Ankara ilinin 20 km güneyinde yer alan Gölbaşı İlçesi' nin yerleşim alanını kapsamaktadır (Şekil 5.1).

Gölbaşı ilçesi, doğu ve güneydoğuda Bala, güneybatıda Haymana, batıda gene Haymana ve Polatlı, kuzeybatıda Yenimahalle, kuzeyde de Çankaya ilçeleriyle çevrilidir. Kuzeydoğu sınırlarındaki bir noktada Mamak ve Elmadağ ilçelerine de komşudur. Kuzeyde Ankara kent merkezi, doğuda da Elmadağ ile çevrili olan ve güneye doğru uzanan bir çöküntü alanında yer alır. 1 111 km² yüz ölçüme sahip Gölbaşı İlçesi' nin kuzeyinde Eymir Gölü, güney ve güney batısında Mogan gölü uzanır.

Gölbaşı kenti, Mogan gölünün kuzey kıyılarına kuruludur. 1945' te Çankaya ilçesine bağlı bir bucak merkezi yapılan ve 1955' e değin çevresine tuğla ocakları dışında herhangi bir kuruluş olmayan Gölbaşı, aynı yıl E-5 Karayolu' nun buradan geçirilmesinden sonra transit ulaşım hizmet veren bir konaklama merkezi oldu. 1975' ten sonra Mogan Gölü kıyıları, tatil günlerinde Ankaralıların akın ettiği bir dinlence alanına dönüştü. Bazı kamu ve özel kuruluşların da göl kıyısına dinlence ve hizmet tesisleri kurmasıyla büyüyen kent, E-5 Karayolu' nun iki yanında gelişti. Kent, 1983' te ilçe merkezi yapılmıştır [37].

Kolay ulaşım nedeni ile hızlı nüfus artışı yanı sıra yoğun iş ve konut yapılaşması gözlenmektedir. İlçe Ankara'nın mesire, sayfiye, turizm ve sanayi bölgesi durumundadır. Mogan ve Eymir Gölleri, doğal güzelliği, temiz havası ve balık üretimi ile ilçeye turistik bir değer kazandırmaktadır.



Şekil 5.1. Gölbaşı inceleme alanı yer bulduru haritası

5.2. İklim

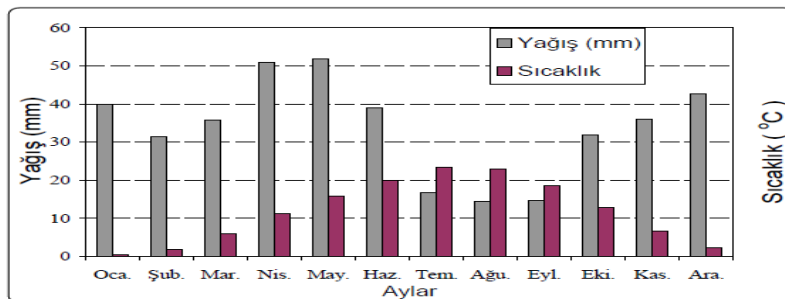
Gölbaşı ilçesinin bağlı olduğu Ankara ili ve çevresinde, İç Anadolu' nun tipik karasal iklim özellikleri hakimdir. Bu iklimin en belirgin özellikleri kış aylarının soğuk ve yağışlı, yaz aylarının sıcak ve kurak olmasıdır. 1975 – 2000 yılları arasında ortalama en fazla yağış 50,9 mm ve 51,8 mm ile Nisan ve Mayıs aylarında, ortalama en az yağış ise 14,4 mm ile Ağustos ayında alınmıştır. 1975 – 2000 yılları arasında, en sıcak ay 23,4 °C ortalama ile Temmuz, en soğuk ay ise 0,4 °C ortalama değeri ile Ocak ayı olmuştur (Çizelge 5.1 ve Şekil 5.2).

Buharlaştırma ile yağış miktarındaki farklılıklar, önemli ölçüde zeminin su içeriğinde mevsimsel olarak meydana gelen dalgalanmaların derinliğini etkilemektedir. Mevsimsel olarak en büyük şişme, kısa dönemli yağış periyotları ile yarı kurak iklimlerde meydana gelmektedir.

Çizelge 5.1. Ankara ili (1975-2006) aylık ortalama meteorolojik değerleri [38].

Ankara	Aylar											
	Oc.	Şu.	Ma.	Nis.	Ma.	Ha.	Te.	Ağ.	Eyl.	Eki.	Ka.	Ara.
Yağış * (mm)	39,8	31,3	35,7	50,9	51,8	39,0	16,7	14,4	14,7	31,8	35,9	42,6
Sıcaklık (°C)	0,4	1,9	6,0	11,2	15,9	19,9	23,4	22,9	18,5	12,9	6,6	2,3
Güneşlenme süresi (saat)	2,6	4,0	5,6	6,4	8,6	10,4	11,4	10,9	9,4	6,6	4,4	2,4
Yağışlı gün sayısı	11,5	10,2	10,2	12,6	12,4	9,3	4,0	3,3	3,7	7,3	9,0	11,1

* : 1975-2000 yılları arası



Şekil 5.2. Ortalama sıcaklık ve yağışın aylara göre değişim grafiği

5.3. Jeoloji

5.3.1. Stratigrafi

İnceleme alanında gözlenen en yaşlı birim Alt Triyas yaşlı Emir Formasyonudur. Emir Formasyonu Yeşil Şist Fasiyesinde metamorfizma geçirmiş kayalardan oluşan formasyonun kısmen ilksel özelliğini koruyan ve alttan üste doğru metamorfizması azalan kayaç topluluğundan oluşur. Üst kesimlere doğru gittikçe orta ve irileşen bol fosilli ezmiyen, Karbonifer yaşlı kireçtaşı blokları içerir.

Üst Miyosen yaşlı Gerder volkanitleri ile üst kesimlerde bunlarla yanal ve düşey geçişli gözlenen Virancık gölselleri daha yaşlı formasyonları uyumsuz örter. Üst Pliyosen yaşlı alüvyon yelpazeleri, yersel göl çökelleri ve akarsu çökellerinden oluşan Gölbaşı Formasyonu daha yaşlı tüm formasyonları uyumsuz örter. Alanda gözlenen en genç oluşuklar ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. İnceleme alanı ve yakın civarının jeoloji haritası Ek-1' de verilmiştir.

5.3.2 Emir formasyonu (Trae)

129 b4 paftasında Emir gölü çevresi ve Taşpınar Köyü güneyinde, 129 a3 paftasında Kızılcaşar Köyü güneyi ile Hacılar Köyü kuzeyi ve batısında, 129 b3 paftasında Bursal Köyü batısında kalan Kaplum Dere'de oldukça geniş alanlarda mostra verir. Tip yeri formasyon adının alındığı Emir gölü dolaylarıdır. Burada birim antiklinal ekseninde yayılım gösteren alttan eksikli formasyon konumundadır. Tabanı gözlenmez. Yaklaşık kalınlığı 500 m. dolayındadır. Oldukça kırıntılı ve kıvrımlı olması nedeniyle geniş yayılıma sahiptir. Formasyon genellikle boz, sarımsı ve kahverenkli, ayrışma yüzeyleri ise sarımsı, kahverenkli. Yeşil Şist Fasiyesinde mineral parajerzleri içeren ince ve kısmen kaba taneli birimlerin metamorfizması sonucunda oluşmuş katmanlardan meydana gelir. Bu katmanlar muskovit-kuvarsist, serisit-klorit-

kuvarsist, serisit-kloritşist, fillit, kalkşist-grafitşist ve metavolkanitlerden oluşur. İnce-orta ve yer yer kalın, oldukça belirgin katmanlıdır. Özellikle ince taneli katmanlarda daha belirgin olan sık kıvrımlarına ve şistoziteye sahiptir. Kalsit ve kuvars damarlarına sıkça rastlanır.

Emir Formasyonunun tabanı inceleme alanında gözlenmez. Kalınlığı için kesin rakam vermek olanaksızdır. En kalın olarak gözleendiği Emir gölü çevresinde alttan eksikli olarak 500 m dolayındadır. Üstüne Elmadağ Formasyonu geçişli olarak gelir. Geçiş zonunun en iyi gözleendiği yer çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan Yakupabdal Köyü batısında kalan Adıl Dere' dedir. Burada her iki formasyona ait kaya türleri aralanma göstermektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda formasyon içinde fosile rastlanmamıştır. Ancak daha önce yapılan etütlerde özellikle Emir ve Elmadağ Formasyonlarının geçiş zonuna karşılık gelen kesimlerde Alt Triyas yaşlı fosiller saptanmıştır. Bu verilere dayanarak formasyona Alt Triyas yaşı uygulanmıştır. Emir formasyonu daha önce Dilonen grovıkları, epimetimorfik şistler, metamorfik bloklu seri, gibi adlandırmalarla incelenmiştir.

5.3.3. Virancık gölselleri

Tip yeri Virancık Köyü doğusunda, Gerder yolu üzerindedir. Burada birim sık kıvrımlı killi kireçtaşı, mam, kiltası, kumtaşı ve tüfit aralanması şeklindedir. Alanın doğusunda etkin olan volkanizmanın ürünü olan tüfitler oldukça yaygındır. Kireçtaşları ise çörtlü ve daha kalın katmanlı aralanmalar şeklindedir. Birimler arasında sıkça geçişler söz konusudur.

Virancık gölselleri Mogan gölünün doğusu ve batısında kısmen değişik fosiller halinde gözlenir. Mogan gölü doğusunda tipik bir göl çökeli şeklindeki birim gölün batısında kalan mostralarda ise daha çok alüvyon yelpazeleri ile göl çökeli girikliği şeklindedir. Daha ayrıntılı çalışmalarda bir formasyon içinde

değişik fosillerin oluşturduğu üyeler şeklinde ayırtlanabilecek olan formasyona şu aşamada yersel bir adlama olan Virancık gölselleri adının uygulanması uygun görülmüştür.

Gerder volkanitleri ile geçişli gözlenen birim altta daha yaşlı formasyonlar üzerine uyumsuz gelir. Üst dakanağı ise Gölbaşı Formasyonu tarafından uyumsuz örtülür. Kalınlığı farklılıklar göstermekle beraber alanda 20 m ye kadar ulaştığı söylenebilir. Daha önce yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından Alt Plisosen gölselleri olarak yorumlanan birim Akyürek ve diğ. [39] adlandırdığı Kavaklı Formasyonu ile deneştirilebilir.

5.3.4. Gölbaşı formasyonu (Tg)

Tip yeri formasyon adının uygulandığı Gölbaşı dolaylarıdır. Burada formasyon daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz gelen yatay veya yataya yakın konumlu katmanlar şeklindedir. Formasyon genellikle kırmızı, boz, gri, beyaz ve sarımsı renkli, kalın çoğunlukla çok kalın belirsiz katmanlıdır. Çakıltaşı, kumtaşı, kilitaşı, miltaşı ve yer yer gölssel kireçtaşı aralanmasından oluşur. Çakıltaşı ve kumtaşı düzeylerini oluşturan malzeme genellikle Eymir ve Elmadağ, Dereköy Formasyonları ile volkanitlerden türemedir. Gevşek tutunmuş katmanlar halinde gözlenen Formasyonda bağlayıcı madde özellikle karbonat ve kildir. Katmanlar arasında sık geçişler gözlenir. Gölbaşı Formasyonu altta daha yaşlı formasyonlar üzerine uyumsuz gelir. Üst dokanağı genç alüvyonla örtülüdür. İçinde formasyona taş verebilecek fosile rastlanmamıştır. Daha önce yapılan çalışmalara dayanarak Üst Pliyosen yaşı uygulanmıştır. Genelde yatay konumda geniş mostralarda halinde gözlenen formasyon kalınlığı yaklaşık 200-250 m dolayındadır.

Gölbaşı Formasyonu alüvyon yelpazeleri ile zaman zaman küçük göllerin egemen olduğu bir akarsu çökeli şeklindedir.

5.3.5. Alüvyon (Qal)

Eymir ve Mogan gölleri ile Çölova deresinin geniş yatağında gözlenir. Kil, mil, kum ve çakıl depolanmaları şeklindedir. Çevredeki formasyonların farklı boyuttaki parçaları ile kayaç yapıcı minerallerin karışımından oluşur.

5.4. Yapısal Jeoloji

Gölbaşı ve çevresinde diskordanslar, kıvrımlar ve doğrultu atımlı faylar izlenebilen önemli yapısal şekillerdir. ikincil yapılar olarak metamorfitleerin şistozitleri ile Neojen yaşlı kayaların çatlak sistemleri gözlenmektedir.

Bölgenin geniş alanlarında yüzeylenen Emir Formasyonu çok kıvrımlı ve kırıklıdır. Birimlerde derine doğru artan kıvrım ve kırıklar aynı zamanda şistoziteye dönüşmektedir. Gölbaşı İlçesi ile Ankara şehir merkezi arasında yer alan karayolunda Emir Formasyonu yüzeylenir. Yol yarmalarında açık bir şekilde izlenebildiği gibi alt düzeylerde gelişen şistozite üste doğru azalır. Üst kısımlarda tabakalanma izlenebilir durumdadır. Eymir gölü çevresinde gözlenen ufak kıvrımlar Emir Formasyonunda yer alır. Genel olarak tüm kaya topluluklarında izlenebilen çatlak sistemleri özellikle Virancık gölselleri daha yoğundur. Volkanitlerdeki çatlakların bir kısmı soğuma çatlakları olup kayaçların soğuması ile ilgili yapılardır. Gerder' in doğu-kuzey doğusunda bulunan taş ocaklarında soğuma çatlakları rahat bir şekilde izlenebilir.

Bölgenin batısında, İncek-Tutumtaş-Hallaçlı ve çayırılı köyleri yakınlarından geçen bir senklinal yer almaktadır. Bu senklinalin genel doğrultusu KD-GB dır.

Gölbaşı çevresinde yer alan Miyosen yaşlı kayaçlar da kıvrımlanmıştır. Genellikle Virancık gölselleri olarak tanımlanan birimde gözlenebilen kıvrımların gidişleri KKD veya KKB dır. Temele yakın yerlerde sık kıvrımlı olan bu birimde eğimler yer yer 20° ye varmaktadır. Örencik ile Gerder

arasında yüzeylenen Miyosen kireçtaşları belirgin kıvrımlar sunar. Tanımlanan bu kıvrımlar Miyoseriden sonra meydana gelmişlerdir. Bu nedenle bölgede, ikinci bir deformasyon fazının ölçtüğü söylenebilir. Pliyosen yaşlı Gölbaşı Formasyonu genelde yatay tabakalıdır. Yerel olarak birim de izlenebilen 5-10 lik eğimler birimin çökme esnasında kazandığı eğimlerdir, kıvrımlanma ile ilişkisi bulunmamaktadır. Oğulbey'le Yağlıpınar köyleri arasındaki alanda Virancık gölselleri 30° ye varan eğimlenmeler göstermektedir. Buradaki eğimler genelde tek yönlüdür ve ikincil durumda olan doğrultu atımlı faylar tarafından kesilmektedir.

5.5. Bölgenin Jeolojisi

Gölbaşı ve çevresini içine alan geniş bir alan Akyürek ve diğ. [39] tarafından ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır. Akyürek ve diğ. [39] çalışmalarında bölgenin jeolojik evrimi anlatılmıştır. Bu çalışmada bölgenin Miyosen'e kadar olan evriminde önceki çalışmayı değiştirecek herhangi bir ilave bilgi üretilmemiştir.

Bölgede yer alan Emir ve Elmadağ Formasyonları Paleotetis okyanusunda gelişmişlerdir. Olasılıkla okyanus, Permiyende açılmaya başlamıştır. Triyas' ta meydana gelen Emir ve Elmadağ Formasyonlarına ait çökellerin arasında volkanik ürünler yer almıştır. Bu birimlerde, oluşunlar arasında var olan etkin tektonik nedeniyle kayma, göçme ve kaya yuvarlanması şeklinde yerleşen Karbonifer ve Permien yaşlı kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Triyas sonunda Paleotetis kapanmış, kaya toplulukları sıkışarak kıvrımlı ve bindirmeli yapı kazanmıştır. Jura başında, yeniden bir okyanus açılması ile başlayan bölgede, deniz yerinde bölgeyi kaplamış ve Lalelik Formasyonu oluşmaya başlamıştır. Orta Kretase' de kapanmaya başlayan okyanusa ait kaya toplulukları okyanus ve kıtasal tipli kayaçların tektonik dokanaklarla bir araya gelmesine neden olmuş ve bir tür melanj karakterinde olan Dereköy Formasyonu oluşmuştur. Bu alanda Tetis okyanusu Üst Kretase' de kapanmasını tamamlamıştır. Üst Kretase ile Üst Miyosen zaman aralığına ait kaya toplulukları çalışma alanında bulunmamaktadır. Eski çalışmalara göre

bölge Üst Kretase ile Üst Miyosen arasındaki zamanda Tetis okyanusu kapanmasından sonra ortaya çıkan birimler üzerinde meydana gelen havzalarda kıvrım ve kırıklı, metamorfize olmayan karasal veya denizel fasiyeste kaya toplulukları oluşmuştur.

Bölgede Orta Miyosen'de yeni bir tektonik dönem başlamıştır. Anadolu'nun genelinde K -G yönlü sıkışma şeklindeki tektonik etkinlik kıvrım, bindirme ve doğrultu atımlı fayları meydana gelmesine neden olmuştur. Bu dönem başında çalışma alanında akarsu ve göllerde çökelen kaya birimlerinden oluşan Virancık gölselleri çökelmiş ayrıca bunlara yaşıt olan Gerder volkaniteri de yüzeylenmiştir. Miyosen yaşlı olan Virancık yörsellerinde görülen kıvrımlar bu dönemde oluşmuşlardır. Gerder volkanitlerinin çıkışlarına ortam hazırlayan HID-GGB doğrultulu tektonik tabakada bu evrede gelişmiştir. Yeni tektonik dönemde Pliyosen sonuna doğru D-B yönlü sıkışmaya dönecek şekilde yapı değişikliği olmuştur. Dönemin ikinci evresinde kıvrımlar D-B yönlü olan birinci evrelerinin tersine K-G yönlü olmuştur. İşte bu sıkışma yönünün değişmesi nedeniyle çalışma alanında görülen Miyosen yaşlı kıvrım eksenlerinin yönü değişkendir. Gölbaşı Formasyonu yatay konumdaki tabakaların ilksel şekliyle korumaktadır.

Bölgenin jeolojik evrimi özet olarak şöyledir: Bölgede Triyas ve Jura-Kretase arasında iki okyanus açılıp kapanmış ve bunların ürünü olan kaya toplulukları oluşmuştur. Bölge Miyosen öncesinde okyanuslar kapandıktan sonra kayalar kıvrımlanmış, kırılmış ve faylanmış. Bu zaman aralığında Elmadağ Formasyonu ile Dereköy Formasyonu çoğunlukla doğrultu atımlı veya normal faylarla karşı karşıya gelmişlerdir. Miyosen günümüze kadar olan jeolojik evrim, ilgisi nedeniyle daha ayrıntılı anlatılacaktır.

Gölbaşı ve çevresi, Miyosen'de eski yapıları verev kesen ve uyumsuz bir şekilde örten bir çökme ortamı olmuştur. Çökellerin özelliklerine göre genelde gölde çökelmiş oldukları söylenebilir. Aynı zamanda meydana genel volkanik etkinlik bu çökellere ürün vermiş veya kesmiştir. Çalışılan alanın

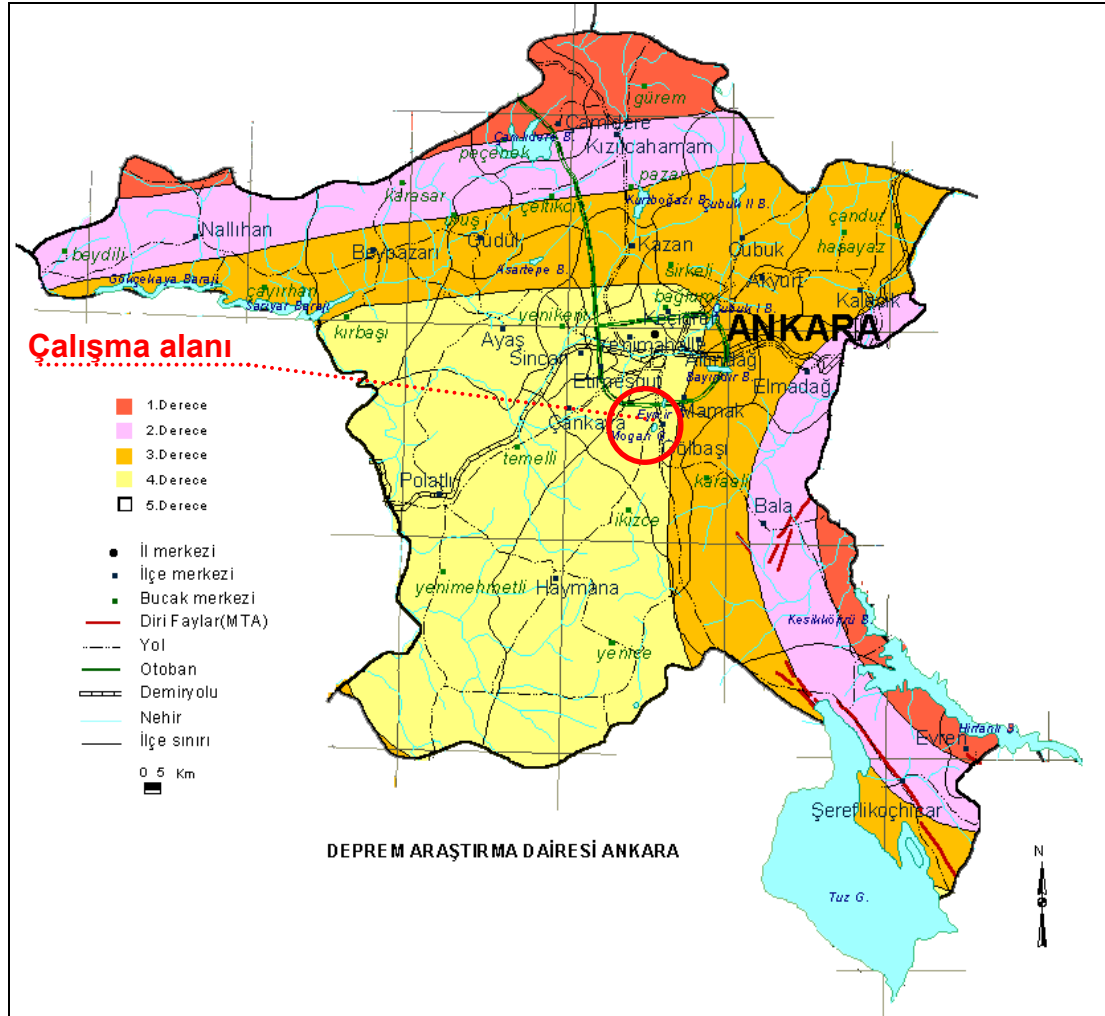
doğusunda yer alan tektonik zondan yüzeye çıkan bu volkanitler andezit, trakit, dasit ve bunların piroklastikleri şeklinde ürünlerden meydana gelmiştir. Miyosen sonunda bölge sıkışarak kıvrılmanmış ve Gölbaşı-Mogan gölü ve çevresi aynı zamanda yayvan bir senklinal şeklini almıştır. Oğulbey-Beynam arasındaki tektonik zon bir tür eski zayıflık zonunun devamı olarak etkinliğini sürdürmüştür. Pliyosen'de Gölbaşı Formasyonu kuzeyden güneye doğru açılan bir yayvan havzada çökelmiştir.

Pliyosen'de bugünkü Mogan gölü uzun eksenine uyumlu uzun ekseni olan, kabaca K-yönlü uzanan bu havza merkezinde kırmızı killi ve bu killi ardalanmış fakat seyrek olarak izlenebilen çakıl düzeyleri bulunmaktadır. Havza kenarına doğru çakıllı düzeyler artmakta ve yerel eğimler sunmaktadır. Ayrıca kuzeyde kırmızı killi hakim iken güneye doğru gri killi dönüşmekte ve aralarına jipsler girmektedir. Çalışma alanının yakın güneyinde Pliyosen yaşlı formasyonu killi düzeyleri sona ermektedir. Çökelin türü ve geometrisine göre havza önceleri sığ bir göl veya sınırlı gideri olan akarsu niteliğindedir. Gölde killi çökelirken havza kenarında çakıltaşlarından oluşan yelpazeler oluşmuştur. Havzanın güneye doğru gideri söz konusu olabilir. Gölbaşı Formasyonu çökeldiği sırada su bölüm çizgisi ile Eymir gölünün bugünkü güneybatı sınırı arasındaki alan yüksek ülke şeklinde, Gölbaşı havzasını sınırlamaktaydı. Pliyosen sona doğru vadinin yarılması sonucunda ortaya çıkan yükseklik farkı Gölbaşı havzasının boşalmasına ve Gölbaşı Formasyonunun seki düzlükleri şeklini almasına neden olmuştur. Dolayısıyla Eymir gölünün içinde yer aldığı vadi bir yan vadi niteliğindedir. Vadinin doğal dengesini bulması sonucunda bugünkü Eymir ve Mogan gölleri ortaya çıkmıştır.

5.6. Depremsellik

Gölbaşı İlçesi, çalışma alanı; T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı'nın 18.04.1996' da

yayımladığı “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” na göre [40] “4. derece deprem bölgesi ” sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Ankara İli deprem bölgeleri haritası

5.7. Su Durumu

Gölbaşı İlçesi' nin kuzeyinde Eymir Gölü, güney ve güney batısında Mogan gölü uzanır.

Eymir gölünün yüzölçümü yaklaşık 1,5 km² dir. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzunluğu 3 km den az, genişliği ise 200-250 m kadardır. Oluşum açısından bir doğal set gölüdür. Küçük bir vadinin ön bölümü

Elmadağ'ından inen sellerin taşıdığı döküntülerle tıkanmış, böylece ortaya çıkan doğal setin arkasında suların birikmesiyle de göl oluşmuştur. Eymir Gölünün derinliği ilkbaharda 12 m'yi bulur, suların çekildiği yaz sonlarında ise azalır. Gölün önündeki doğal seti oluşturan kum ve çakılların arasından sızan sular, Ankara'nın İncesu Deresini beslemektedir [41].

İlçenin güney ve güney batısında, Gökçe Gölü olarak da bilinen, deniz düzeyinden 972 m yükseklikte yer alan Mogan gölü uzanmaktadır. Yüzölçümü 6 km² dir. Uzunluğu 4 km, en geniş yeri 1250 m' dir. Derinliği suları yükseldiği ilkbaharda ancak 5 m'yi bulur. Mogan Gölü de Eymir Gölü gibi oluşum bakımından bir doğal set gölüdür. Güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan İncesu Vadisinin Elmadağ'ın batı yamaçlarından inen sellerin yığıldığı birikinti konileriyle tıkanması ve bu doğal setin arkasında suların birikmesi sonucunda oluşmuştur [42].

6. ARAZİ VE LABORATUAR ÇALIŞMALARI

6.1. Arazi Çalışmaları

Gölbaşı ilçesi yerleşim alanında, jeolojik istiflenme ve arazi yapısı dikkate alınarak belirlenmiş muhtelif lokasyonlardan, laboratuvar deneyleri yapılmak için örselenmiş (D) ve örselenmemiş (UD) zemin numuneleri alınmıştır. Çalışma alanında ayrıca, hafif yapılarındaki (yol, kaldırım, bahçe duvarı, az katlı binalar vb.) mevcut hasarlara ilişkin incelemelerde bulunulmuş ve zeminin şişme özelliğinin bu duruma etkisi irdelenmiştir.

6.1.1 Zemin numunelerinin alınması

Kepçe ile açılan araştırma çukurlarından (Resim 6.1, Resim 6.2), birimi temsil eden seviyelerden düşey yönde, ince cidarlı silindirik shelby tüpleri (86 mm çapında) ile örselenmemiş numuneler alınmıştır. Shelby tüpleri, zemini örselememeye dikkat edilerek, kepçenin hidrolik baskı yoluyla zemin içerisine itilmiş, tüplerin içi tamamen doldurulduktan sonra kepçenin, tüpün içinde bulunduğu zemin kütlesini tek seferde çukurdan çıkarmasıyla numune alımı gerçekleştirilmiştir. Çıkarılan tüplerinin her iki ağzı da parafinlenerek poşetlenmiştir. Shelby tüplerinin zemin içerisinden alınması esnasında, kepçe kolu ile beraberinde çıkartılan tüpün çevresindeki aynı zemin malzemesinden de yaklaşık 30 kg örselenmiş zemin numunesi alınmıştır.

İnceleme alanında, temel betonu yeni dökülmüş inşaat halindeki binaların temel derinliği incelenmiş ve temel alt kotlarının genelde çok derinde olmadığı tespiti yapılmıştır. Bu nedenle, zemin üst yüzeyinden 1,0 – 2,5 m derinlikten numune alınmaya özen gösterilmiştir.

Gölbaşı ilçesi yerleşim alanında toplamda 19 adet araştırma çukuru açılmış olup, bunlardan 10 adedinden hem örselenmemiş hem de örselenmiş numune, 4 adedinden sadece örselenmiş numune alınmış olup 5 adedinde

ise yapay dolgu ile karşılaştırılması veya doğal zeminde granüler malzeme miktarının fazla olması nedeniyle örnekleme yapılmasına gerek görülmemiştir (Çizelge 6.1).



Resim 6.1. Araştırma çukurunun açılması - 1



Resim 6.2. Araştırma çukurunun açılması - 2

Açılan araştırma çukurlarının koordinatları belirlenmiş olup Şekil 6.3' de gösterilen Gölbaşı İlçesi yerleşim alanının uydu görüntüsü [43] üzerine adlandırılarak işlenmiştir. Burada, hem örselenmiş hem de örselenmemiş numune alınan çukurlar kırmızı ile (10 adet: AÇ-1, AÇ-2, AÇ-3, AÇ-5, AÇ-6, AÇ-7, AÇ-9, AÇ-10, AÇ-13, AÇ-14), sadece örselenmiş numune alınabilen çukurlar pembe ile (4 adet: AÇ-4, AÇ-8, AÇ-11, AÇ-12), doğal zeminin kumlu-çakıllı olduğu veya yapay dolgu ile karşılaşılan ve numune alınmasına gerek görülmeyen çukurlar ise mor ile (5 adet) gösterilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Gölbaşı İlçesi yerleşim alanının uydu görüntüsü - açılan araştırma çukurlarının gösterimi [43].

Açılan araştırma çukurlarından alınan zemin numunelerinin adları, numune türleri, derinlikleri Çizelge 6.1’ de verilmiştir.

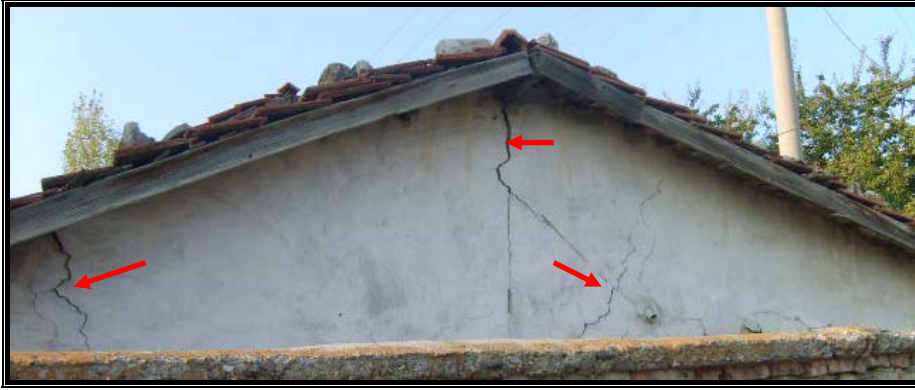
Çizelge 6.1. Gölbaşı İlçesi yerleşim alanından alınan numunelerin listesi

Araştırma Çukuru No (Numune Adı)	Örselenmiş Numune	Örselenmemiş Numune	Derinlik (m) (Numunenin alındığı derinlik)
AÇ-1	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-2	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-3	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-4	✗ Alınamadı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-5	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-6	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-7	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-8	✗ Alınamadı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-9	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-10	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-11	✗ Alınamadı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-12	✗ Alınamadı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-13	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m
AÇ-14	☒ Alındı	☒ Alındı	1,5 ~ 2,0 m

✗ Alınamadı: Numunelerin tüpten çıkarılması esnasında numuneler dağılmıştır. Yapılan elek-hidrometre ve Atterberg deneyleri neticesinde bu numuneler USCS’ ye göre SC olarak tanımlanmıştır.

6.1.2. Mevcut yapılarda gözlenen zemin şişmesinin neden olduğu düşünülen hasarlar

İnceleme alanında, zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar tek katlı binalarda ve özellikle bahçe duvarlarında kendini göstermektedir. Gözlenen hasarların büyük bir kısmı duvarlarda çatlama şeklinde gelişmiştir. Yapılarda görülen çatlakların, temel altındaki zeminin üzerindeki yüke bağlı olarak farklı miktarda şişmesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.



Resim 6.3. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 1



Resim 6.4. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 2



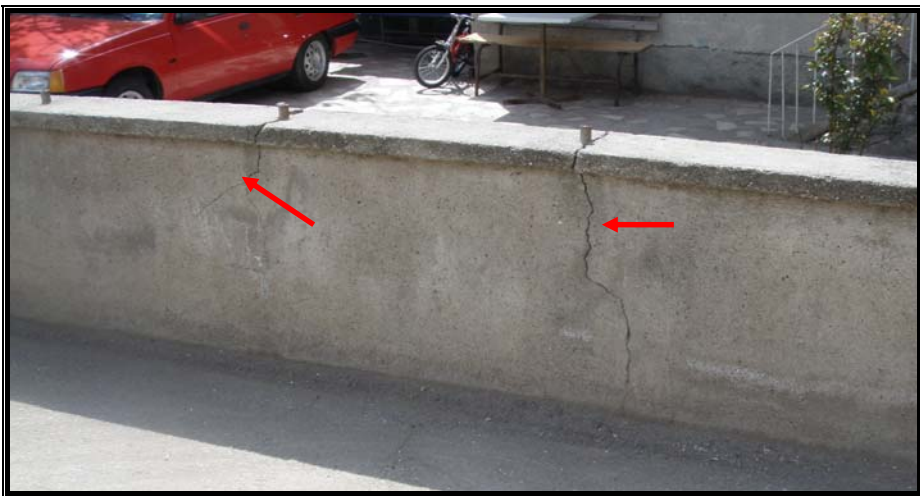
Resim 6.5. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 3



Resim 6.6. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 4



Resim 6.7. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 5



Resim 6.8. Zemin şişmesinin neden olduğu hasarlar - 6

6.2. Laboratuvar alışmaları

Gölbaşı yerleşim alanı killerinin şişme potansiyelinin belirlenmesine yönelik inceleme alanından alınan numuneler üzerinde birtakım laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler, minerolojik analizler ve zemin mekaniği laboratuvar deneyleri olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir.

a) Minerolojik analizler

- X-Ray difraksiyon analizleri: Çalışma alanı kilinin, minerolojik özelliklerini saptamak için M.T.A Genel Müdürlüğü laboratuvarında minerolojik incelemeler yapılmıştır.

b) Zemin mekaniği laboratuvar deneyleri

- Su muhtevasının tayini,
- Doğal birim hacim ağırlığın tayini,
- Likit limitin tayini,
- Plastik limitin tayini ve plastisite indisinin bulunması,
- Özgür ağırlığın tayini,
- Dane apı dağılımının bulunması (Elek+hidrometre analizi),
- Zeminde kuru birim hacim ağırlık – su muhtevası bağıntısının 2,5 kg tokmakla elde edilmesi (standart proctor deneyi).
- şişme potansiyelini belirlemeye yönelik, konsolidasyon (ödometre) deney düzeneği kullanılarak yapılan deneyler.

Yapılan tüm laboratuvar deneyleri ASTM ve TS standartlarında gerçekleştirilmiştir [36,44,45].

Deney sonuçları ve değerlendirmeler Bölüm 7 de verilmiştir.

7. İNCELEME ALANI KİLİNİN ŞİŞME POTENSİYELİNİN TANIMLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1. Minerolojik Değerlendirmeler

Zeminlerin mineralojik karakteristiklerinin belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri X-ray difraksiyon (XRD) analizleridir. X-ray difraksiyon analizleri, her kristal fazının kendine özgü bir X-ray difraksiyon modeli (paterni) olduğu prensibine dayanmaktadır.

Çalışma alanından alınan 3 adet zemin numunesi üzerinde M.T.A Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında X-ray difraksiyon analizleri yapılmıştır. Analizlere ait grafikler Ek-2’ de, örneklerin içerdiği mineraller ve bunların çokluk sırasına göre dizilişi Çizelge 7.1’ de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Numunelerin XRD yöntemiyle bulunan mineral içerikleri

Araştırma Çukuru No (Numune Adı)	Mineraller
AÇ-1	Kuvars (% 39), Montmorillonit (% 29), Albit (% 19), Allophan (% 6), Sodalit (% 4)
AÇ-2	Kuvars (% 38), Anorthit (% 21), Montmorillonit (% 9), Piemontit (% 9), Kalsit (% 9), İllit (% 6), Sodalit (% 5)
AÇ-3	Kuvars (% 35), İllit-Montmorillonit (% 26), Polyolithionit (% 13), Klorit-Serpantin (% 9), Montmorillonit (% 8), Albit (% 3), Lizardit (% 2)

Yukardaki çizelgedeki sonuçlara göre, çalışma alanının birbirine değişik uzaklıktaki yerlerinden alınmış numunelerin, içerdikleri mineralleri açısından farklılıklar göstermeleri ile birlikte zemin hacminde en fazla değişikliğe neden olan kil minerali “montmorillonit” ihtiva etmeleri nedeniyle çalışma alanı killerin şişme özellikleri önem kazanmaktadır.

7.2. İnceleme Alanı Killerinin Şişme Potansiyelinin Nitel (Dolaylı) Yöntemler İle Değerlendirilmesi

İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde, zeminin fiziksel ve indeks özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan deneylerin toplu olarak sonuçları Çizelge 7.2' de verilmiştir.

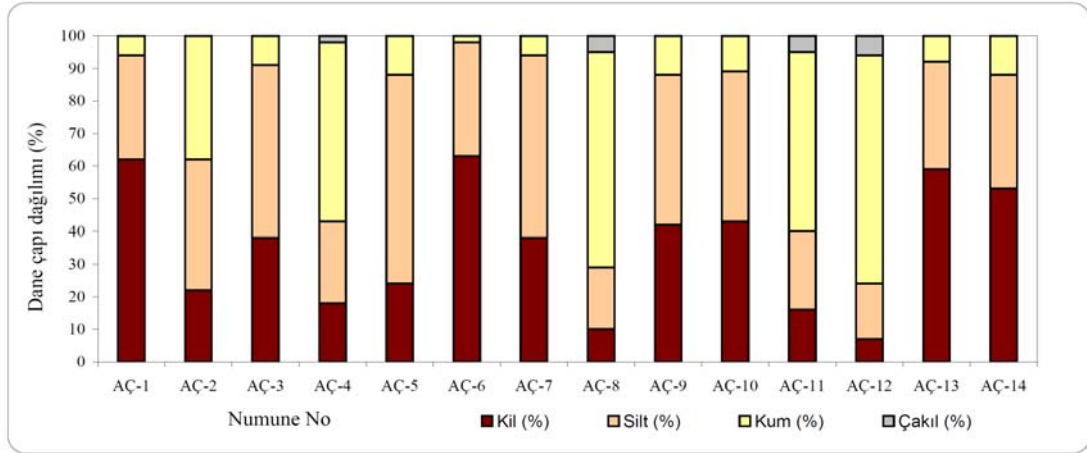
Gölbaşı yerleşim alanından alınan 14 adet numunenin, birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine göre, 8 adedi CH (yüksek plastisiteli kil), 2 adedi CL (düşük plastisiteli kil) ve 4 adedi SC (killi kum) zemin sınıfı içerisinde yer almaktadır. Zeminin şişme özelliği göstermesi için birleştirilmiş zemin sınıflama sisteminde muhtemelen CH yada CL sınıfına ait olması gerektiği bilinmektedir. Bununla beraber bazı ML, MH ve SC sınıfına dahil zeminler de şişebilmektedir [23].

Kil numunelerinin, doğal birim hacim ve doğal kuru birim hacim ağırlıkları, doğal su muhtevaları şişme deneyleri için hazırlanan örselenmemiş numuneler üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir.

Numunelerin dane çapı dağılımının bulunması, yıkamalı elek analizi ve hidrometre deneyi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Her iki deneyden elde edilen veriler, dane çapı dağılım eğrisinde bir araya getirilmiştir. Numunelere ait dane boyu dağılım eğrileri Ek-3' de verilmiştir. Kil, silt, kum, çakıl dane çapı dağılım oranları her numune için Şekil 7.1' de ayrıntılı bir biçimde, sadece kil numuneleri için ise Çizelge 7.4' de değişim aralıkları ile birlikte aritmetik ortalama sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.2. Zeminin fiziksel ve indeks özelliklerini belirlemeye yönelik yapılan deneylerin toplu olarak sonuçları

Araştırma Çukuru No	Derinlik (m) (Numunenin alındığı derinlik)	W_n (%)	γ_n (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	G_s (g/cm ³)	Elek Analizi		Dane çapı dağılımı (%)					Kıvam limitleri (%)			Aktivite	Zemin sınıfı
						#4 kalan (%)	#200 geçen (%)	Kolloid (<0,001 mm)	Kil	Silt	Kum	Çakıl	LL (%)	PL (%)	PI (%)		
AÇ-1	1,5~2,0 m	45,74	1,74	1,19	2,79	0	93,61	58	62	32	6	0	116	25	91	1,47	CH
AÇ-2	1,5~2,0 m	40,23	1,71	1,22	2,50	0	61,69	17	22	40	38	0	47	22	25	1,14	CL
AÇ-3	1,5~2,0 m	26,45	1,97	1,56	2,64	0	90,90	29	38	53	9	0	54	23	31	0,82	CH
AÇ-4	1,5~2,0 m	-	-	-	2,63	1,37	42,47	14	18	25	55	2	48	21	27	-	SC
AÇ-5	1,5~2,0 m	28,45	1,98	1,54	2,71	0	87,80	16	24	64	12	0	34	19	15	0,63	CL
AÇ-6	1,5~2,0 m	33,18	1,79	1,34	2,67	0	97,78	56	63	35	2	0	83	22	61	0,97	CH
AÇ-7	1,5~2,0 m	34,64	1,74	1,29	2,64	0	93,70	33	38	56	6	0	58	22	36	0,95	CH
AÇ-8	1,5~2,0 m	-	-	-	2,67	5,29	29,03	8	10	19	66	5	26	17	9	-	SC
AÇ-9	1,5~2,0 m	31,15	1,83	1,40	2,73	0	88,19	36	42	46	12	0	82	22	60	1,43	CH
AÇ-10	1,5~2,0 m	38,03	1,89	1,37	2,79	0	89,25	36	43	46	11	0	68	21	47	1,09	CH
AÇ-11	1,5~2,0 m	-	-	-	2,71	5,80	39,71	13	16	24	55	5	33	19	14	-	SC
AÇ-12	1,5~2,0 m	-	-	-	2,65	5,96	24,00	5	7	17	70	6	23	15	8	-	SC
AÇ-13	1,5~2,0 m	37,53	1,81	1,31	2,73	0	92,09	52	59	33	8	0	73	27	46	0,78	CH
AÇ-14	1,5~2,0 m	33,47	1,76	1,32	2,61	0	88,05	48	53	35	12	0	78	25	53	1,00	CH



Şekil 7.1. Numuneler içerisindeki kil, silt, kum, çakıl dane çapı dağılım oranları

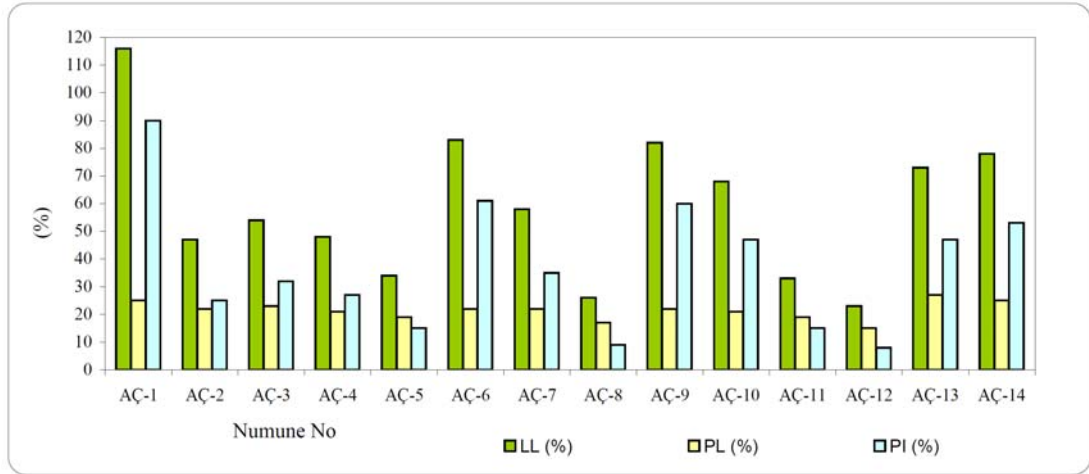
Çizelge 7.3. Kil numunelerinin çeşitli indeks özellikleri

Özellik	Değişim aralığı		Aritmetik ortalama
	En düşük	En yüksek	
W_n (%)	26,45	45,74	~ 35
γ_n (t/m ³)	1,71	1,98	1,82
γ_d (t/m ³)	1,19	1,56	1,35
Gs	2,50	2,79	2,68

Çizelge 7.4. Kil numuneleri içerisindeki kil, silt, kum, çakıl ve kolloid dane çapı dağılım oranlarının değişim aralığı ve aritmetik ortalama değerleri

Dane Çapı	Değişim aralığı		Aritmetik ortalama
	En düşük	En yüksek	
Kil (%)	22	63	44
Silt (%)	32	64	44
Kum (%)	2	38	12
Çakıl (%)	0	0	0
Kolloid (%) (<0,001 mm)	16	58	39
# 200' den geçen (%)	62	98	88

Numunelere likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastisite indisi (PI) deney sonuçları Ek-4' de verilmiştir. LL, PL ve PI değerleri her numune için Şekil 7.2' de ayrıntılı bir biçimde, sadece kil numuneleri için ise Çizelge 7.5' de değişim aralıkları ve aritmetik ortalama sonuçları verilmiştir.



Şekil 7.2. Numunelerin likit limit (LL), plastik limit (PL) ve plastisite indisi (PI) değerleri

Çizelge 7.5. Kil numuneleri için likit limit (LL), plastik limit (PL), plastisite indisi (PI) ve aktivite değişim aralıkları ile ortalama değerler

Atterberg limitleri ve Aktivite	Değişim aralığı		Aritmetik ortalama
	En düşük	En yüksek	
LL (%)	34	116	69
PL (%)	19	27	23
PI (%)	15	91	47
A	0,63	1,47	1,03

Skempton, killeri aktivite sayılarına göre, inaktif ($A < 0,75$), normal aktif ($0,75 < A < 1,25$) ve aktif ($A > 1,25$) olmak üzere üç gruba ayırmayı önermiştir. Bu sınıflandırmada aktif killer en yüksek şişme potansiyeline sahiptirler [7]. İnceleme alanındaki killerin %10' u inaktif, %80' i normal aktif, %10' u aktif kil grubuna girmektedir (Çizelge 7.2).

Çizelge 4.1' de verilen Chen tarafından önerilen korelasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; 200 nolu elekten geçen malzeme oranı % 88, likit limit $LL = \% 69$ alındığında, muhtemel şişmenin % 3 - %10, şişme basıncının 250 - 1000 kPa aralığında, şişme potansiyelinin “*yüksek-çok yüksek*” olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2' de verilen Chen tarafından önerilen korelasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama plastisite indisi değeri $PI = \% 47$ alındığında, şişme potansiyelinin “*çok yüksek*” olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5' de verilen Holtz ve Gibbs tarafından önerilen korelasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; kolloid içeriği ($<0,001$ mm) % 39, plastisite indisi $PI = \% 47$ alındığında, muhtemel şişmenin $>\% 30$, şişme derecesinin “*çok yüksek*” olduğu görülmektedir.

Şekil 4.2' de verilen Vijayvergiya ve Ghazzaly tarafından önerilen abağa göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; likit limit $LL = \% 69$, yerinde kuru birim hacim ağırlık $\gamma_d = 1,35 \text{ t/m}^3 \cong 13,5 \text{ kN/m}^3$, doğal su muhtevası $W_n = \% 35$ alındığında, şişme potansiyelinin $\cong \%1,5$ olduğu görülmektedir.

Şekil 4.4' de verilen abağa göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; likit limit $LL = \% 69$, yerinde kuru birim hacim ağırlık $\gamma_d = 1,35 \text{ t/m}^3 \cong 13,5 \text{ kN/m}^3$ alındığında, inceleme alanı killерinin “*çok yüksek*” oranda şişebilen zeminler sınıfına girdiği görülmektedir.

Şekil 4.5' da verilen abağa göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; likit limit $LL = \% 69$, plastisite indisi $PI = \% 47$ alındığında, inceleme alanı killерinin “*yüksek*” oranda şişebilen zeminler sınıfına girdiği görülmektedir.

Çizelge 4.6’ da verilen korelasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; likit limit $LL = \% 69$, plastisite indisi $PI = \% 47$ alındığında, potansiyel şişmenin $>\% 1,5$, şişme derecesinin “yüksek” olduğu görülmektedir.

Şekil 4.6’ de verilen abağa göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; likit limit $LL = \% 69$, kil içeriği ($<0,002$ mm) $\% 44$ alındığında, şişme potansiyelinin “çok yüksek” olduğu görülmektedir.

Şekil 4.7’ de verilen abağa göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; aktivite = 1,03, kil içeriği ($<0,002$ mm) $\% 44$ alındığında, şişme potansiyelinin “yüksek” ile gösterilen sınırlar içerisinde kaldığı aynı zamanda şişme potansiyelinin “çok yüksek” ile tariflendiği bölgeye de çok yakın olduğu görülmektedir.

7.2.1. İnceleme alanı killерinin şişme potansiyelinin ampirik eşitlikler ile Hesaplanması

Eş. 4.2’ de verilen formülasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; aktivite= 1,03, kil içeriği ($<0,002$ mm) $\% 44$ alındığında, numunenin standart proctor sıkılığında ve optimum su muhtevasında sıkıştırılması, 6,9 kPa sürşarj yükü altında şişmeye bırakılması durumun için şişme potansiyeli $\% 17,4$ ($S = 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,03^{2,44} \cdot 44^{3,44} = 17,4$) olarak hesaplanmaktadır.

Eş. 4.3’ de verilen formülasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama plastisite indisi değeri $PI = \% 47$ alındığında, zeminin doğal olması durumu için şişme potansiyeli $\% 26$ ($S = 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 47^{2,44} = 26$) olarak hesaplanmaktadır.

Eş. 4.4’ de verilen formülasyon, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; yerinde kuru birim hacim ağırlığının $\gamma_d = 1,35 \text{ t/m}^3 \cong 13,5 \text{ kN/m}^3$

15,7 ~ 17,2 kN/m³ aralığında, doğal su muhtevasının $W_n = \% 35$ ' in ise %15-20 aralığında olmayışı nedeniyle kullanılamamıştır.

Eş. 4.5' de verilen formülasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama likit limit değeri $LL = \% 69$ ve başlangıç su muhtevasının doğal su muhtevasına eşit olması durumu için $W_o = \% 35$ alındığında, doğal zeminler için şişme yüzdesi $\% 1,1$ ($\log S = \frac{1}{12}(0,44 \cdot 69 - 35 + 5,5) \rightarrow S \cong 1,1$) olarak hesaplanmaktadır.

Eş. 4.6' de verilen formülasyona göre, inceleme alanındaki killerin ortalama değerleri olan; plastisite indisi $PI = \% 47$, kil içeriği ($< 0,002$ mm) $\% 44$, başlangıç su muhtevası $W_o = \% 10-30$ (kabul) aralığında alındığında, zeminin sıkıştırılmış olması durumu için şişme yüzdesi $\% 15,3 \sim 33,2$ aralığından hesaplanmaktadır ($S = 2,29 \cdot 10^{-2} \cdot 47^{1,45} \frac{44}{10 \sim 30} + 6,38 \rightarrow S = 15,3 \sim 33,2$).

7.2.2. Nitel Değerlendirmeye Ait Sonuç

Çizelge 7.6' dan da görüleceği üzere inceleme alanı killерinin, 10 adet kil numunesi üzerinde gerçekleştirilen nitel sınıflama sonuçlarına göre; $\% 10$ ' u “düşük şişme potansiyeline”, $\% 10$ ' u “orta seviyede şişme potansiyeline”, $\% 20$ ' si “orta - yüksek seviyede şişme potansiyeline”, $\% 60$ ' ı ise “yüksek yada çok yüksek şişme potansiyeline” sahiptir. Dolayısıyla inceleme alanında tümünde olmasa bile, lokal olarak şişebilen zeminlerin mevcudiyeti söz konusudur. *İnceleme alanı killeri, lokal olarak şişme potansiyeli olan killerdir.*

Çizelge 7.6. İnceleme alanı killerin şişme potansiyelinin nitel yöntemler ile değerlendirilmesi

Numune No	Zemin Sınıfı	İnceleme Alanı Kilinin Şişme Potansiyelinin Nitel Yöntemler İle Değerlendirilmesi Yöntemler										Genel Değerlendirme
		Çizelge 4.1	Çizelge 4.2	Çizelge 4.5	Şekil 4.4	Şekil 4.5	Çizelge 4.6	Şekil 4.6	Şekil 4.7	Eş. 4.2	Eş. 4.3	
AÇ-1	CH	Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	A.Y	Y	Ç.Y	Ç.Y	% 135	% 130	Ç.Y
AÇ-2	CL	Y	O - Y	O	O	O	D	O - Y	D - O	% 2,1	% 5,6	O
AÇ-3	CH	Y	O - Y	Y	Y	O	O	Y	O - Y	% 6,0	% 9,4	O - Y
AÇ-5	CL	O	D	D	D	D	D	O	D	% 0,7	% 1,6	D
AÇ-6	CH	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y	Ç.Y	Ç.Y	% 51,7	% 49,1	Ç.Y
AÇ-7	CH	Y	Y	Y - Ç.Y	Y	O - Y	O - Y	Y - Ç.Y	O - Y	% 8,6	% 13,5	O - Y
AÇ-9	CH	Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y	Ç.Y	Y - Ç.Y	% 33,1	% 47,1	Ç.Y
AÇ-10	CH	Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y	Y	Ç.Y	Y	% 18,5	% 26,0	Y - Ç.Y
AÇ-13	CH	Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y	Y	Ç.Y	Y - Ç.Y	% 24,3	% 24,6	Y - Ç.Y
AÇ-14	CH	Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y - Ç.Y	Y	Ç.Y	Y - Ç.Y	% 30,7	% 34,8	Y - Ç.Y
Çizelge 7.3 , Çizelge 7.4 ve Çizelge 7.5' de hesaplanan ortalama indeks parametreleri kullanıldığında												
GENEL		Y - Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Ç.Y	Y	Y	Ç.Y	Y - Ç.Y	% 17,4	% 26	Y

D: Düşük, O: Orta, Y: Yüksek, Ç.Y: Çok yüksek, A.Y: Aşırı yüksek

7.3. İnceleme Alanı Killerinin Şişme Potansiyelinin Nicel (Doğrudan) Yöntemler İle Değerlendirilmesi

İnceleme alanı killerinin şişme potansiyelini doğrudan tespit için, örselenmemiş numuneler üzerinde, ödometre deney aleti kullanılarak, *ASTM D 4546 - Metot A* standardına uygun deneysel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan tüm deneyler Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Uygulamalı Jeoloji ve Kaya Mekaniği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araziden, UD tüpü kullanılarak alınan her iki ucu parafinli, örselenmemiş zemin numuneleri, laboratuara getirilerek, hidrolik krika yardımıyla, belirli çap ve yükseklikteki ödometre ringleri içerisine örselenmeden aktarılmıştır. Böylelikle, bu numuneler doğal su içeriklerinde ve doğal birim hacim ağırlıklarında değişim olmadan konsolidasyon deneyine hazır hale getirilmiştir. Tüm deneylerde numuneler üzerinde 1 kPa başlangıç sürşarj yükü uygulanmış ve klasik konsolidasyon deneyleri yapılmıştır.

Serbest şişme yüzdesi hesabında, numune suya doymun hale getirilerek şişmeye bırakılmıştır ve şişme sona erdiğinde, numune yüksekliğinde meydana gelen değişim miktarının, numunenin başlangıç yüksekliğine oranının yüzdesi, serbest şişme yüzdesi olarak belirlenmiştir [36].

Şişme tamamlandıktan sonra numuneyi eski haline (boşluk oranı, yükseklik) getirecek basınç olan ise numunenin şişme basıncını vermektedir [36].

Her bir numuneye ait şişme yüzdesi, şişme basıncı değerleri ve konsolidasyon deneyinden elde edilen $e-\log p$ grafikleri EK-5' de verilmiştir.

Çizelge 7.7' de tüm numuneler için şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerleri verilmiştir.

Çizelge 7.7. İnceleme alanı killere ait zemin sınıfı ve şişme parametreleri

Numune No	Zemin sınıfı	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kPa)	Nitel Değ.
AÇ-1	CH	8,0	169	Ç.Y
AÇ-2	CL	1,6	11	O
AÇ-3	CH	3,4	65	O - Y
AÇ-5	CL	0,5	6	D
AÇ-6	CH	6,3	243	Ç.Y
AÇ-7	CH	3,7	67	O - Y
AÇ-9	CH	6,8	111	Ç.Y
AÇ-10	CH	8,1	168	Y - Ç.Y
AÇ-13	CH	8,2	91	Y - Ç.Y
AÇ-14	CH	9,2	108	Y - Ç.Y
Ortalama değerler	CL	1,1	9	
	CH	6,7	128	

7.3.1. Nicel Değerlendirmeye Ait Sonuç

İnceleme alanından alınan yüksek plastisiteli kil “CH” sınıfına giren numunelerin şişme yüzdesi % 3,4 ~ 9,2 aralığında, ortalama % 6,7, şişme basınçları 65 ~ 243 kPa aralığında, ortalama 128 kPa olarak bulunmuştur. Düşük plastisiteli kil “CL” sınıfına giren numunelerin şişme yüzdesi ise % 1,6 ve % 0,5, şişme basınçları 11 kPa ve 6 kPa olarak bulunmuştur ki bu değerler diğer numunelere ait şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerlerinden bariz şekilde düşüktür. Bu durumun varlığı, şişme potansiyelini belirlemeye yönelik yapılan nitel sınıflamada da kendini göstermektedir (Çizelge 7.6, Çizelge 7.7).

İnceleme alanındaki yüksek plastisiteli kil “CH” sınıfına giren killere ait bulunan 128 kPa ortalama şişme basıncı değeri Çizelge 4.3’ e göre hafif yapılarda orta derecede hasar oluşturabilecek bir değerdir ve bu durum bölgedeki hafif yapılarda gözlenen hasarları açıklayıcı niteliktedir.

8. İNCELEME ALANI ŞİŞME POTANSİYELİNE SAHİP KİLLERİNİN ŞİŞME ÖZELLİKLERİNİN KİREÇ KATKI MADDESİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

İnceleme alanından alınan zemin numuneleri arasında, hafif yapılar için risk oluşturabilecek, şişme potansiyeli yüksek olarak belirlenen, yüksek plastisiteli kil sınıfına giren tüm “CH” killere (AÇ-1, AÇ-3, AÇ-6, AÇ-7, AÇ-9, AÇ-10, AÇ-13, AÇ-14, Çizelge 7.6 ve Çizelge 7.7), ağırlıkça farklı oranlarda kireç maddesi katılarak şişme basıncı ve şişme yüzdelerindeki değişim incelenmiştir. Kireç stabilizasyonu şişen zeminlerin iyileştirilmesinde çok sık kullanılan bir yöntemdir ve bu konuda gerek ulusal gerekse uluslararası alanda birçok çalışma yapılmıştır. Geoteknik literatüründe şişen killerin kireçle stabilizasyonunda kullanılması önerilen ağırlıkça kireç oranları yaklaşık olarak: “CL” killeri için % 5 ~ 10, “CH” killeri için % 3 ~ 8 aralığında verilmiştir [7]. Şişme potansiyeline sahip killerin kireç maddesi kullanılarak şişme özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanan bu çalışmada, ağırlıkça farklı kireç katkı madde oranları (%1, %3, %5, %7, %9) seçilerek çalışmalar yapılmış ve kireç katkı oranının şişme yüzdesi - şişme basıncında meydana getirdiği değişim yorumlanmıştır. Şişme potansiyelinin azaltılmasına yönelik olarak kullanan kireç katkı maddesinin seçiminde, kireç hammaddesinin doğada bol miktarda bulunması ucuz ve kolay tedarik edilen bir malzeme olması, çevreyi olumsuz etkilememesi gibi özellikleri ana etkenlerdir.

8.1. İyileştirme Malzemesi Olarak Kireç

8.1.1 Kirecin tanımı

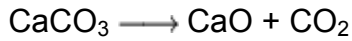
Kireç, kireç taşının çeşitli derecelerde (850-1450 °C) pişirilmesi sonucu elde edilen, suyla karıştırıldığında, tipine göre havada veya suda katılaşma özelliği gösteren, beyaz renkli, inorganik esaslı bağlayıcı madde türüdür. Kireçtaşları, tabii kireçtaşı ve dolomitik kireç taşı olmak üzere iki çeşittir.

Tabii kireç taşı, bileşiminde kütlece en az %90 oranında kalker (kalsiyum karbonat, CaCO_3) bulunduran tortul bir kayadır.

Dolomatik kireç taşı, bileşiminde kalsiyum karbonat (CaCO_3) yanında kütlece %10-%35 oranında magnezyum karbonat (MgCO_3) bulunduran tortul bir kayadır.

Kirecin üretiminde pişirilme ve söndürme işlemi olmak üzere iki aşama vardır.

Pişirilme işlemi (kalsinasyon)



Bu reaksiyon sonucunda meydana gelen CaO söndürülmemiş kalsiyum (kalker) kirecidir. CaO , parçalar haline getirilmiş tabii kireç taşının özel fırınlarda 900-1000 °C sıcaklıkta kızdırılması suretiyle elde edilen ve su ile muamele edilmesi sonucu ısı açığa çıkararak söndürülmüş kalker kireci (Ca(OH)_2 , kalsiyum hidroksit) haline gelebilen bağlayıcı bir malzemedir.

Kalkerden başka, CaCO_3 ve MgCO_3 'u aynı zamanda bulunduran dolomit taşlarının da yüksek derecede pişirilmesi ile kireç elde edilir. Bu haldeki kireç CaO ve MgO 'den oluşmaktadır. Bu durumda pişirilme işlemi aşağıdaki şekilde olmaktadır.

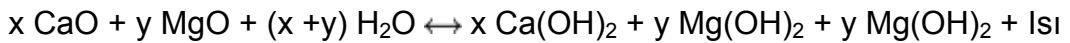
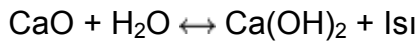


Bu reaksiyon sonunda meydana gelen $x \text{CaO} + y \text{MgO}$ söndürülmemiş dolomit kirecidir. $\text{CaO} + \text{MgO}$, parçalar haline getirilmiş dolomit kireç taşının özel fırınlarda 900-1000 °C sıcaklıkta kızdırılması suretiyle elde edilen ve su ile muamele edilmesi sonucu ısı açığa çıkararak söndürülmüş dolomit kireci ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{Mg(OH)}_2$, kalsiyum hidroksit+magnezyum hidroksit) haline gelebilen bağlayıcı bir malzemedir.

Söndürülmemiş kalker kirecinin öğütülerek belirli inceliğe getirilmesi ile söndürülmemiş toz kalsiyum (kalker) kireci, söndürülmemiş dolomit kirecinin öğütülerek belirli inceliğe getirilmesi ile söndürülmemiş toz dolomit kireci elde edilir.

Söndürme işlemi

Kireçler CaO halinde kullanılmazlar. Bunların su ile işlem görerek söndürülmeleri gerekir. Kirecin söndürülmesi bir hidratasyon olayıdır. Sönmemiş kirecin üzerine az miktarda su dökülünce bir süre sonra kireç parçasının kabardığı ve yavaş yavaş çatlayarak dağıldığı, aynı zamanda sıcaklık artışı ve buharlaşma görülür.



Reaksiyon sonunda elde edilen Ca(OH)_2 (kalsiyum hidroksit) sönmüş kireçtir.

8.1.2 Kirecin zemin iyileştirme mekanizması

Kireç, yüksek plastisiteli ve kil içeriği yüksek olan kohezyonlu zeminler için iyi bir iyileştirme katıdır. Bunun nedeni, kil mineralleri ve kireç arasında meydana gelen reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar kısa vadeli ve uzun vadeli iyileşmeler sağlar. Kısa vadeli iyileşmeler, katyon değişimi ve flokülasyon-aglomerasyon sonucu, uzun vadeli iyileşmeler ise puzolanik reaksiyonlar sonucu olmaktadır. Kendi kendine bağlayıcılık özelliği çok az olan veya hiç olmayan ancak uygun rutubet şartlarında ve normal ortam sıcaklığında kireç ile reaksiyona girip bağlayıcı özelliği olan ürünler açığa çıkaran, ince toz halindeki silisli veya silisli ve alüminli maddelere puzolan denir. Kil, silisyum ve alüminyum kaynağı olduğundan puzolanik reaksiyon için iyi bir puzolandır.

8.1.3 Çalışma kapsamında kullanılan kirecin özellikleri

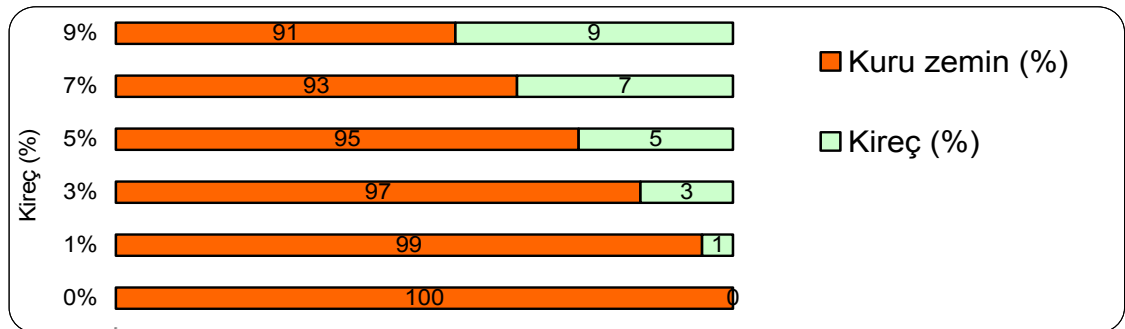
Çalışma kapsamında, TS EN 459-1 standardına uygun sönmüş kireç kullanılmıştır [46].

Çizelge 8.1. Çalışma kapsamında kullanılan sönmüş kirecin özellikleri [46].

Özellik	Sönmüş Kireç
CO ₂	≤ 7 %
CaO + MgO	≥ 80 %
SO ₃	≤ 2 %
MgO	≤ 10 %
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SO ₃	≤ 5 %

8.2. Yapılan Deneyler ve Uygulanan Yöntem

Etüvde kurutulan zemin numunelerine, ağırlıkça değişik oranlarda (%1, %3, %5, %7, %9) sönmüş kireç katılarak karışımlar hazırlanmıştır. (Örnek: Toplam 100 g kuru zemin numunesi + kireç karışımında, %5 kireç olması durumunda 95 g kuru zemin, 5 g kireç var demektir). Her numunenin farklı kireç oranlarındaki karışımları ve katıksız numune (%0 kireç) için TS 1900-1 standardına [44] uygun standart proctor deneyleri (sıkıştırma) yapılarak maksimum kuru birim hacim ağırlık ve optimum su muhtevası değerleri belirlenmiştir. Her bir deney numunesine ait γ_d-w (kuru birim hacim ağırlık - su muhtevası) grafikleri Ek-6' da verilmiştir.



Şekil 8.1. Kuru zemin, kireç karışımında kullanılan ağırlıkça malzeme oranları

Çizelge 8.2. Standart proctor deney sonuçları

Numune No	Zemin Sınıfı	Kireç % 0		Kireç % 1		Kireç % 3		Kireç % 5		Kireç % 7		Kireç % 9	
		W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)	W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)	W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)	W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)	W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)	W_{opt} (%)	γ_d (t/m ³)
AÇ-1	CH	29,96	1,403	28,40	1,383	29,95	1,377	31,68	1,373	31,65	1,371	31,67	1,374
AÇ-3	CH	22,51	1,600	20,91	1,590	21,83	1,552	22,91	1,524	23,92	1,512	24,04	1,514
AÇ-6	CH	30,16	1,376	28,83	1,361	30,52	1,349	32,60	1,342	33,16	1,339	32,96	1,339
AÇ-7	CH	25,55	1,473	26,81	1,484	26,35	1,470	25,85	1,454	26,66	1,446	27,20	1,440
AÇ-9	CH	27,52	1,413	26,99	1,435	28,21	1,414	30,12	1,387	31,69	1,363	33,21	1,333
AÇ-10	CH	24,85	1,521	23,71	1,533	26,13	1,484	28,49	1,441	30,72	1,401	30,38	1,397
AÇ-13	CH	29,33	1,387	27,66	1,368	31,72	1,340	34,13	1,321	37,53	1,273	40,51	1,217
AÇ-14	CH	27,93	1,342	28,13	1,316	29,22	1,308	30,03	1,304	30,56	1,292	31,34	1,285
Ortalama D.		27,23	1,439	26,43	1,434	27,99	1,412	29,48	1,393	30,74	1,375	31,41	1,362

Karışımdaki kireç yüzdesinin artmasıyla, ortalama değerler dikkate alındığında maksimum kuru birim hacim ağırlığının azaldığı, optimum su muhtevasının ise (kireç %1 karışımı haricinde) arttığı gözlenmiştir.

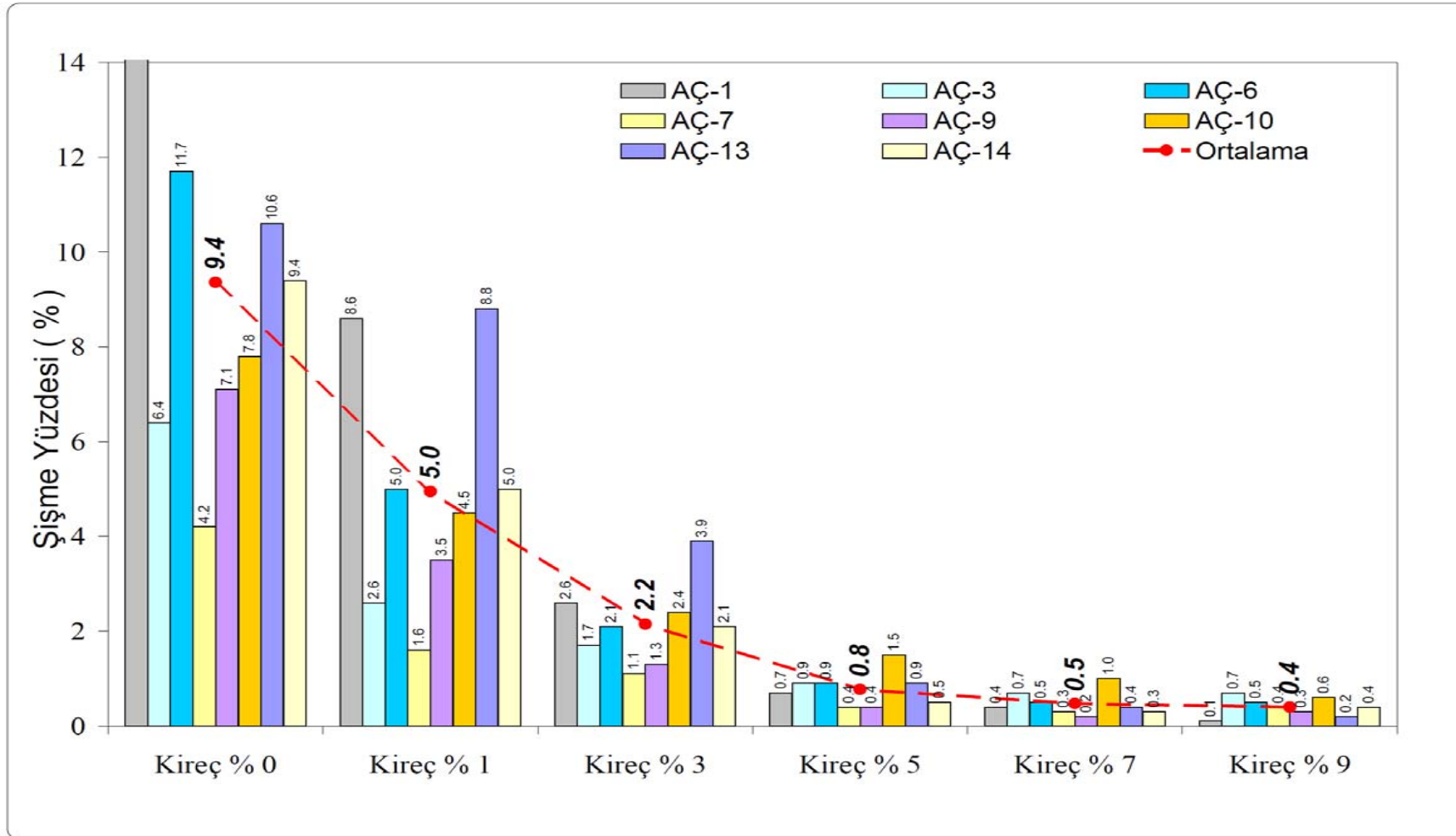
İncelenen zemin numuneleri - kireç karışımlarının şişme yüzdelerinin ve şişme basınçlarının belirlenmesi amacıyla bir boyutlu ödometre deneyleri yapılmıştır [36]. Deney numunelerinin başlangıç kuru birim hacim ağırlıkları ve su muhtevaları için, standart proctor deneylerinden elde edilen maksimum kuru birim hacim ağırlıkları ve optimum su muhtevaları değerleri esas alınmıştır. Bir başka deyişle her deney numunesi ödometre ringleri içerisine standart proctor deneyi su muhtevası ve maksimum kuru birim hacim ağırlığında sıkıştırılmıştır (istenilen kil + kireç + su karışımı yapıldıktan sonra tüm numuneler için seçilen süre olan 24 saat beklenildikten sonra sıkıştırma işlemi yapılmıştır). Tüm numuneler üzerinde, sadece üst poroz blok ve yükleme başlığının oluşturduğu 1 kPa başlangıç sürşarj yükü uygulanmış ve klasik konsolidasyon deneyleri yapılmıştır. Deney sonrasında ring içerisindeki numune kurutularak tartılmış ve numunelerin istenilen başlangıç koşullarında hazırlanıp hazırlanmadığı kontrol edilmiştir. Her bir deney numunesine ait şişme yüzdesi, şişme basıncı değerleri ve konsolidasyon deneyinden elde edilen $e-\log p$ grafikleri Ek-7' de verilmiştir.

8.3. Kireç İle İyileştirmeye Ait Sonuç

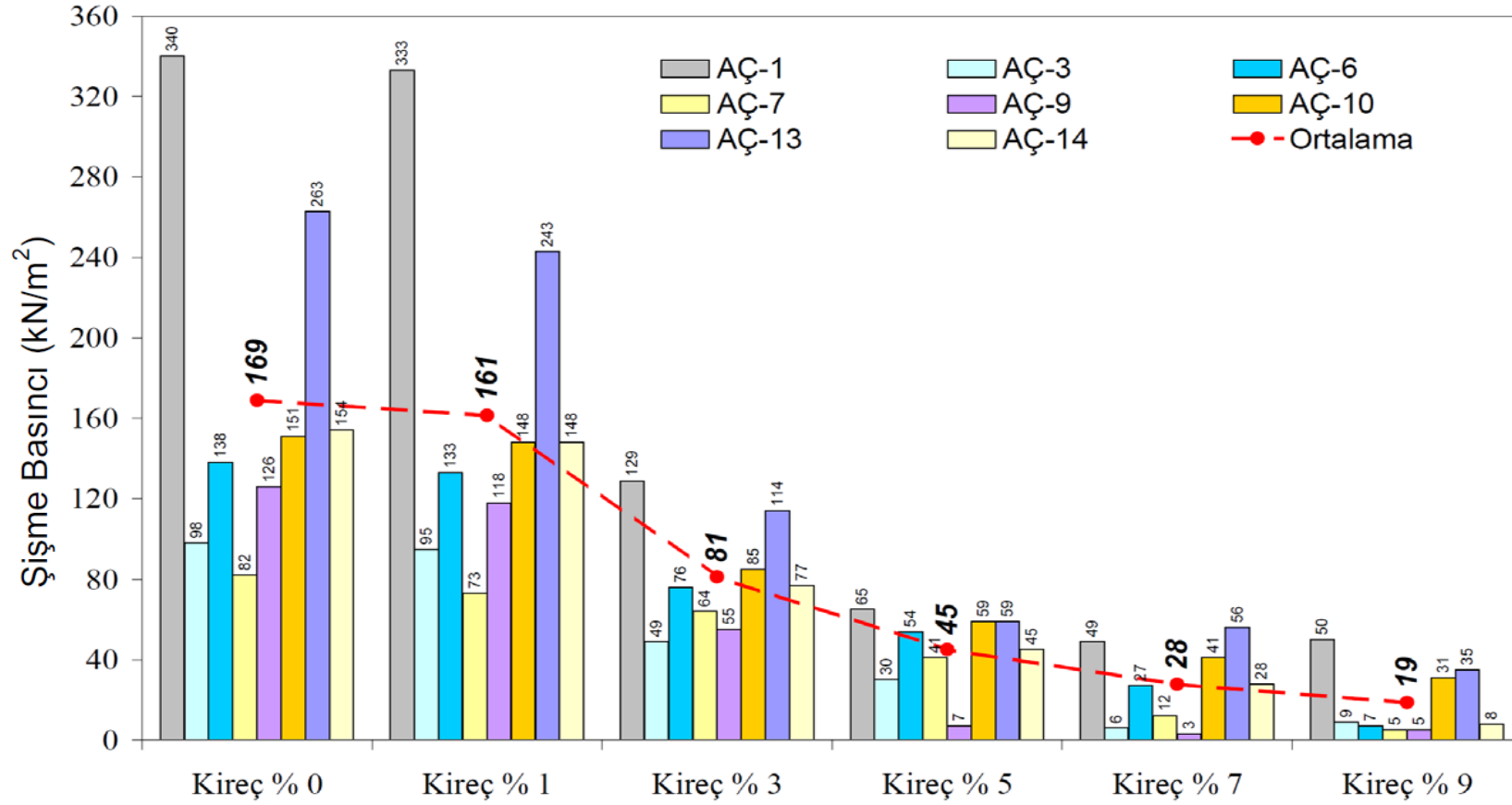
Şekil 8.2 ve Şekil 8.3 incelendiğinde, tüm deney numuneleri için kireç yüzdesinin $\geq 5\%$ olduğu durumlarda şişme yüzdesinin ve şişme basıncının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir.

Çizelge 8.3. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerleri

Numune No	Zemin Sınıfı	Kireç % 0		Kireç % 1		Kireç % 3		Kireç % 5		Kireç % 7		Kireç % 9	
		Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
AÇ-1	CH	17,7	340	8,6	333	2,6	129	0,7	65	0,4	49	0,1	50
AÇ-3	CH	6,4	98	2,6	95	1,7	49	0,9	30	0,7	6	0,7	9
AÇ-6	CH	11,7	138	5	133	2,1	76	0,9	54	0,5	27	0,5	7
AÇ-7	CH	4,2	82	1,6	73	1,1	64	0,4	41	0,3	12	0,4	5
AÇ-9	CH	7,1	126	3,5	118	1,3	55	0,4	7	0,2	3	0,3	5
AÇ-10	CH	7,8	151	4,5	148	2,4	85	1,5	59	1	41	0,6	31
AÇ-13	CH	10,6	263	8,8	243	3,9	114	0,9	59	0,4	56	0,2	35
AÇ-14	CH	9,4	154	5	148	2,1	77	0,5	45	0,3	28	0,4	8
Ortalama D.		9,4	169	5,0	161	2,2	81	0,8	45	0,5	28	0,4	19



Şekil 8.2. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme yüzdesi ve ortalama şişme yüzdesi değerleri



Şekil 8.3. Farklı numune ve kireç yüzdeleri için şişme basıncı ve ortalama şişme basıncı değerleri

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzun vadede imkanları ve konumu nedeniyle gelişmeye müsait olan Ankara iline bağlı Gölbaşı İlçesi yerleşim alanı killerin şişme potansiyelinin belirlenmesine yönelik bu çalışmada, muhtelif yerlerden alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde indeks özelliklerini, minerolojik bileşimini ve şişme potansiyelini belirlemek için laboratuvar deneyleri yapılarak, elde edilen veriler şişme potansiyelinin tespitine yönelik çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş abak ve formüller ile kıyaslanmış, killerin şişme potansiyeli yorumlanmıştır. İnceleme alanı killerin, 10 adet kil numunesi üzerinde gerçekleştirilen sınıflama sonuçlarına göre; % 10' u “düşük şişme potansiyeline”, % 10' u “orta seviyede şişme potansiyeline”, % 20' si “orta - yüksek seviyede şişme potansiyeline”, % 60' ı ise “yüksek yada çok yüksek şişme potansiyeline” sahiptir. Dolayısıyla inceleme alanında tümünde olmasa bile, lokal olarak şişebilen zeminlerin mevcudiyeti söz konusudur. İnceleme alanı killeri, lokal olarak şişme potansiyeli olan killerdir.

Yüksek plastisiteli kil “CH” sınıfına giren örselenmemiş zemin numunelerinin şişme yüzdesi % 3,4 ~ 9,2 aralığında, ortalama % 6,7, şişme basınçları 65 ~ 243 kPa aralığında, ortalama 128 kPa olarak bulunmuştur. Düşük plastisiteli kil “CL” sınıfına giren örselenmemiş zemin numunelerin şişme yüzdeleri ise % 1,6 ve % 0,5, şişme basınçları 11 kPa ve 6 kPa olarak bulunmuştur ki bu değerler diğer numunelere ait şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerlerinden bariz şekilde düşüktür. İnceleme alanındaki yüksek plastisiteli kil “CH” sınıfına giren killere ait bulunan 128 kPa (örselenmemiş numuneler için) ortalama şişme basıncı değeri hafif yapılarda orta derecede hasar oluşturabilecek bir değerdir ve bu durum bölgedeki hafif yapılarda gözlenen hasarları açıklayıcı niteliktedir.

Hafif yapılar için risk oluşturabilecek, şişme potansiyeli yüksek olarak belirlenen “CH” killere ağırlıkça farklı oranlarda (%1, %3, %5, %7, %9) kireç maddesi katılarak şişme basıncı ve şişme yüzdelerindeki değişim

incelenmiştir. Tüm deney numuneleri için ağırlıkça kireç katkı oranının $\geq \%5$ olduğu durumlarda şişme yüzdesinin ve şişme basıncının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

İnceleme alanında, şişme özelliği gösteren killerin üzerine teşkil edilecek hafif yapıların inşaatı sırasında, yapım sonrası zemin şişmesinden kaynaklanacak olası hasarların engellenebilmesi için birtakım önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunlar: temel altındaki şişen zeminlerin kaldırılması, şişen zeminlerin yapısının değiştirilmesi, inşaat sonrasında, yapı altındaki zeminin su içeriğinin kontrol altına alınması şeklinde sıralanabilir. Öneri niteliğinde olan bu yöntemler aşağıda ayrıntılı biçimde verilmiştir.

- Şişebilen zemin kalınlığı az olduğu durumlarda, şişen zemin kaldırılarak yerine daha az şişen uygun dolgu malzemesi sıkıştırılarak yerleştirilebilir [33].
- Şişen zeminlerin şişme potansiyeli, zeminin düşük kuru birim hacim ağırlığa sahip olacak şekilde, yüksek su muhtevasında (optimum su muhtevasının yaklaşık % 3-4 üzerinde) sıkıştırılması ile azaltılabilir [33].
- Kireç stabilizasyonu şişen zeminlerin iyileştirilmesinde çok sık kullanılan bir yöntemdir. Kireç - su karışımı, zeminin üst tabakasına karıştırıldıktan sonra sıkıştırılır. Kirecin zemine eklenmesi, zeminin likit limit, plastisite indisi ve şişme özelliğini düşürür. Bu tür bir stabilizasyon, yüzeyden itibaren 1-1,5 m derinliğe kadar ancak gerçekleştirilebilir. Yüksek kalsiyumlu sönmüş kireç veya dolomitik kireç, kireçle stabilizasyonda kullanılabilir [33].
- Su muhtevası yüksek olan zeminlerin daha az şişeceği ilkesine dayanan “önıslatma” yönteminde, yapının inşaatı öncesinde zemin su altında bırakılarak şişme sağlandıktan sonra inşaatı başlanır. Fakat bu yöntem, suyun yüksek plastisiteli killerin içerisine çok yavaş sızmasından dolayı uzun zaman alabilmektedir. İslatmadan sonra zeminin en üst tabakasına %4-5

sönmüş kireç eklenerek plastisite düşürülebilir ve yöntem uygulanabilir hale getirilebilir [33].

- Şişebilen zeminlerin üzerine inşaa edilecek hafif yapılarda, yapım esnasında ve sonrasında zeminin su içeriğinde değişimi engelleyebilecek şekilde drenaj sistemlerinin yapılması ve kökleri ile aşırı su çekmesi veya sulama dolayısı ile toprak nemini arttırması sebebi ile yakın mesafedeki bitkisel örtünün kontrollü biçimde uygulanması gerekmektedir.
- Altyapıda kullanılan boruların, killerin şişme davranışından olumsuz yönde etkilenmemesi için esnek olmasına özen gösterilmelidir.
- Şişebilen zeminlerin üzerine inşaa edilecek hafif yapılarda temellerin, mevsimsel değişimlerden etkilenen ve şişmenin yoğun olarak yaşandığı aktif zonun altına yerleştirilmesi de zemin şişmesinin yaratacağı hasarların önüne geçebilmek için alınacak önlemlerden biridir.

İnceleme alanında gerçekleştirilecek projelerde, yukarıda sıralanan önlemlerin hangisinin / hangilerinin uygulanıp uygulanmayacağı, ilgili projeye ait yapılacak ayrıntılı zemin etüdü neticesinde, projenin türüne ve alınacak önlemin maliyetine bağlı olarak belirlenmelidir.

Çalışma alanının muhtelif yerlerinden belirli sayıda alınan zemin numuneleri üzerinde yapılan deneyler neticesinde bölge killерinin şişme potansiyeli belirlenmiştir. Ancak çalışma alanının çok geniş bir alanı kapsamaması nedeniyle örnekleme sayısının artırılarak daha kapsamlı bir araştırmanın yapılması, bölge killерinin şişme potansiyelinin tam olarak ortaya konulması bakımından daha sağlıklı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Chen F.H., "Foundations on expansive soils", **Elsevier Scientific Publishing Company**, Amsterdam – Oxford – New York, 1-45 (1975).
2. Jones, D.E. and Holtz, W.G., "Expansive soils – the hidden disaster", Civil Engineering, **ASCE**, 49-51 (1973).
3. Ünsal, N., "İnşaat mühendisliği için jeoloji", **Alp Yayınevi**, Ankara, 48-50 (2006).
4. Encyclopaedia Britanica, **The University Of Chicago**, 16: 215, (1988).
5. Mitchell, J.K., "Fundamentals of soil behaviour", **John Wiley & Sons, Inc.**, New York, 422 (1976).
6. İnternet : Sivakugan, N., "Clay Mineralogy", <http://www.geoengineer.org/files/ClayMineralogy-Sivakugan.ppt> (2001).
7. Nelson, J.D. and Miller, D., "Expansive soils problems and practice in foundation and pavement", **John Wiley & Sons, Inc.**, New York, 8-15, 40-57, 189-197 (1992).
8. Önalp, A., "Geoteknik bilgisi I zeminler ve mekaniği", **Sakarya Üniversitesi Yayınları**, 27: 36-105 (1997).
9. Sudo, T., Shimoda, S., Yotsumoto, H., Aita, S., "Electron micrographs of clay minerals", **Elsevier Scientific Publishing Company**, Amsterdam – Oxford – New York, 146 (1981).
10. Lambe, T., Whitman, R. V., "Soil Mechanics", **John Wiley & Sons, Inc.**, New York, 41-51 (1969).
11. Di Maio, C., "Exposure of bentonite to salt solution: osmotic and mechanical effects", **Geotechnique**, 46 (4): 695–707, (1996).
12. Snethen, D.R., "A review of engineering experiences with expansive soils in highway subgrades", **U.S Army Eng. Waterways Exp. Sta.**, Report No. FHWA-RD-75-48, 32-69, (1975).
13. İnternet : Hong Kong University of Science & Technology Lecture Notes "Clay Minerals and Soil Structure", <http://www.teaching.ust.hk/~civl270/Class270/topic-4.ppt> (2002).
14. Uzundurukan, S., "Zeminlerin şişme özelliklerine etkiyen temel parametrelerin belirlenmesi ve modellenmesi", Doktora Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta, 12-84, (2006).

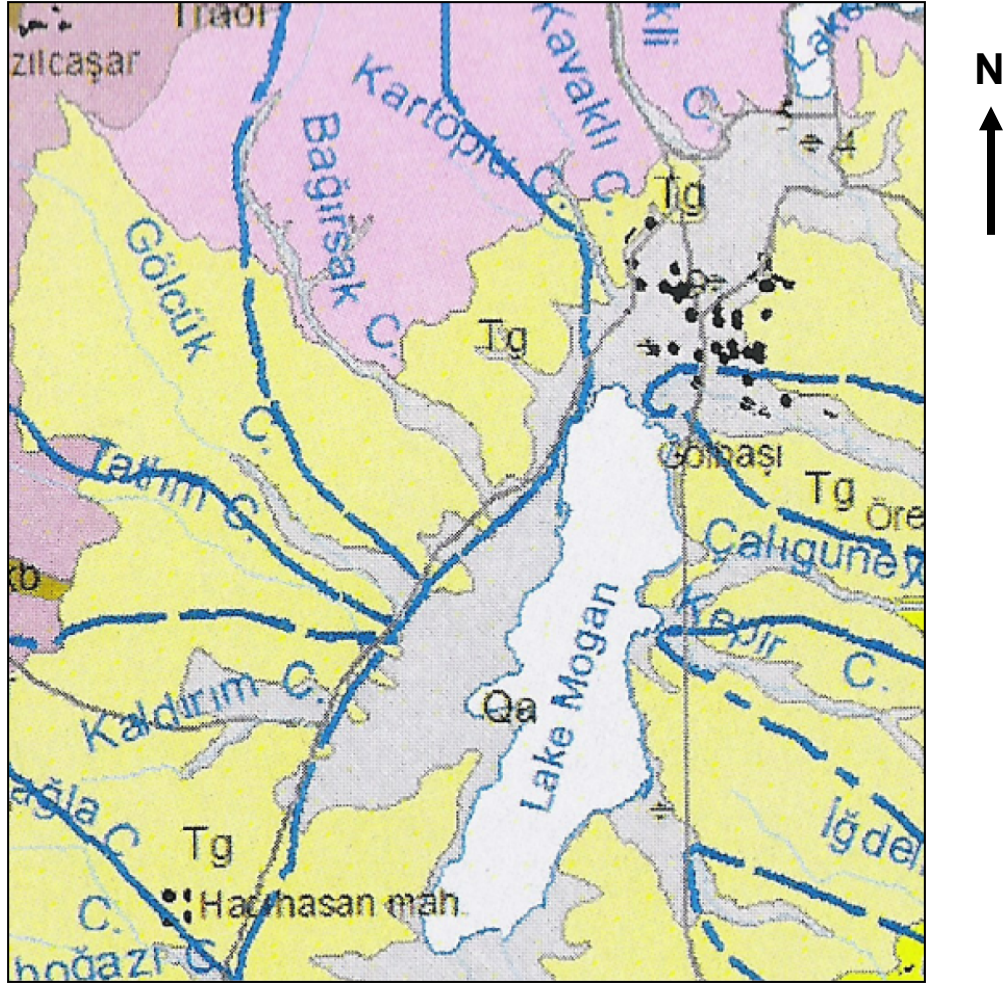
15. Seed, H.B., Chan, C.K., "Structure and strength characteristics of compacted clays", *Journal of Soil Mechanics and Foundation Division ASCE*, 85: 87-128, (1959).
16. Basma, A. A., Al-Sharif, M., "Treatment of expansive soils to control swelling", *Geotechnical Engineering*, 25 (1): 3-18, (1994).
17. Seed H. B., Woodward R. J., Lungreen R., "Predicting of swelling potential of compacted clays", *Journal of Soil Mechanics and Foundation Division ASCE*, 88: 53-87, (1962).
18. Ohri, M.L., "Swelling pressure of clays and its control", *International Conference on Poblematic Soils*, Nottingham, 427-433, (2003).
19. Dif, A. E., Bluemel, W. F., "Expansive soils under cyclic drying and wetting", *Geotechnical Testing Journal*, 14: 96-102, (1991).
20. Gromko, G.J., "Review of expansive soils", *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, 100: 667-687, (1974).
21. Holtz, W. G., Gibbs, H. J., "Engineering Properties of Expansive Clays", *ASCE Transactions*, 121: 641-663, (1956).
22. Snethen, D.R., "Evaluation of expedient methods, for identification and classification of potentially expansive soils", *Proceedings, 5th International Conference on Expansive Soils*, Adelaide, 22-26, (1984).
23. Coduto, D.P., "Foundation design principles and practices", *Prentice Hall*, New Jersey, 655-700, (1994).
24. Sridharan, A., Choudhury, D., "Swelling pressure of sodium montmorillonites", *Geotechnique*, 52: 459-462, (2002).
25. Murthy, V.N.S., "Geotechnical engineering – Principles and practices of soil mechanics and foundation engineering", *Marcel Dekker Inc.*, 800-816, (2002).
26. Wayne A.C., Osman M.A. and Elfatih M.A., "Construction on expansive soils in Sudan", *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 110: 359-379, (1984).
27. Altmeyer, W. T., "Discussion of Engineering Properties of Expansive Clays", *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASTM*, 81: 17-19, (1955).

28. Vijayvergiya, V. N., Ghazzaly, O.I., "Prediction of swelling potential for natural clays", **3rd International Conference on Expansive Soils**, Haifa, 227-236, (1973).
29. Holtz, R.D., Kovacs, W.D., "An introduction to geotechnical engineering", **Prentice Hall**, New Jersey, 186-190, (1981).
30. Dakshanamurthy, V., Raman, V., "A simple method of identifying expansive soil", **Soils and Foundations**, 13: 97-104, (1973).
31. Van Der Merwe, D.H., "The prediction of heave from the plasticity index and percentage clay fraction of soils", **Civil Engineers in South Africa**, 6: 103-107, (1964).
32. Skempton, A. W., "The Colloidal Activity of Clay", **Proceedings of the 3rd International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, 57-61, (1953).
33. Das, B. M., "Principles of Foundation Engineering", **PWS Publishing Company**, Boston, 639-659, (1995).
34. Nayak, N. V., Christensen, R. W., "Swelling characteristic of compacted expansive soils", **Clays and Clay Minerals**, 19: 251-261, (1974).
35. Komornik, A. and David, D., "Prediction of swelling pressure of clays", Journal of SMFE Div., **ASCE**, 95: 209-225, (1969).
36. ASTM D 4546-03, "Standard Test Method for One-Dimensional Swell or Settlement Percent of Cohesive Soils", **Annual Book of ASTM Standards**, 1-7 (1993).
37. Encyclopaedia Britanica, "Gölbaşı", **The Universty Of Chicago**, 9: 597, (1988).
38. İnternet : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü "Veri, değerlendirme" <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilcelerstatistik.aspx?m=ANKARA> (2009)
39. Akyürek, B., Bilginer, E., B., Hepsen N., Pehlivan, Ş., Sunu, O., Soysal, Y., Dağ, Z., Çatal, E., Sözen, B., Yıldırım, H., Hakyemez, Y., "Ankara-Elmadağ-Kalecik dolayının temel jeoloji özellikleri", **Jeoloji Mühendisliği Der.**, 20: 31-46, (1984).
40. İnternet : Afet İşleri Gen. Müd. Deprem Arş. Dairesi "Türkiye deprem bölgeleri haritası-Ankara", <http://www.deprem.gov.tr/linkhart.htm> (1996)

41. Encyclopaedia Britanica, “Emir Gölü”, *The Universty Of Chicago*, 8: 163, (1988).
42. Encyclopaedia Britanica, “Mogan Gölü”, *The Universty Of Chicago*, 16: 169, (1988).
43. İnternet : Uydu görüntüleri, <http://earth.google.com> (2009)
44. TS 1900-1, “İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuar deneyleri – Bölüm 1: Fiziksel özelliklerin tayini”, *Türk Standardları Enstitüsü*, 1-93, (2006).
45. TS 1900-2, “İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuar deneyleri – Bölüm 2: Mekanik özelliklerin tayini”, *Türk Standardları Enstitüsü*, 1-64, (2006).
46. TS EN 459-1, “Yapı kireci - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri ”, *Türk Standardları Enstitüsü*, 1-24, (2005).
47. Yağbasan, Ö., “Modeling of Mogan and Eymir Lakes aquifer system”, Doktora Tezi, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 28-29, (2007).
48. Köylü, B., “Killerde şişme potansiyelini belirleyen öğeler ve Yenikent (Ankara) yerleşim alanı killерinin şişme potansiyelinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-56, (2003).
49. Uran, Ş.B., “Yeniçağa (Bolu) killерinin şişme potansiyellerinin irdelenerek çevresel etkilerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-105, (2005).

EKLER

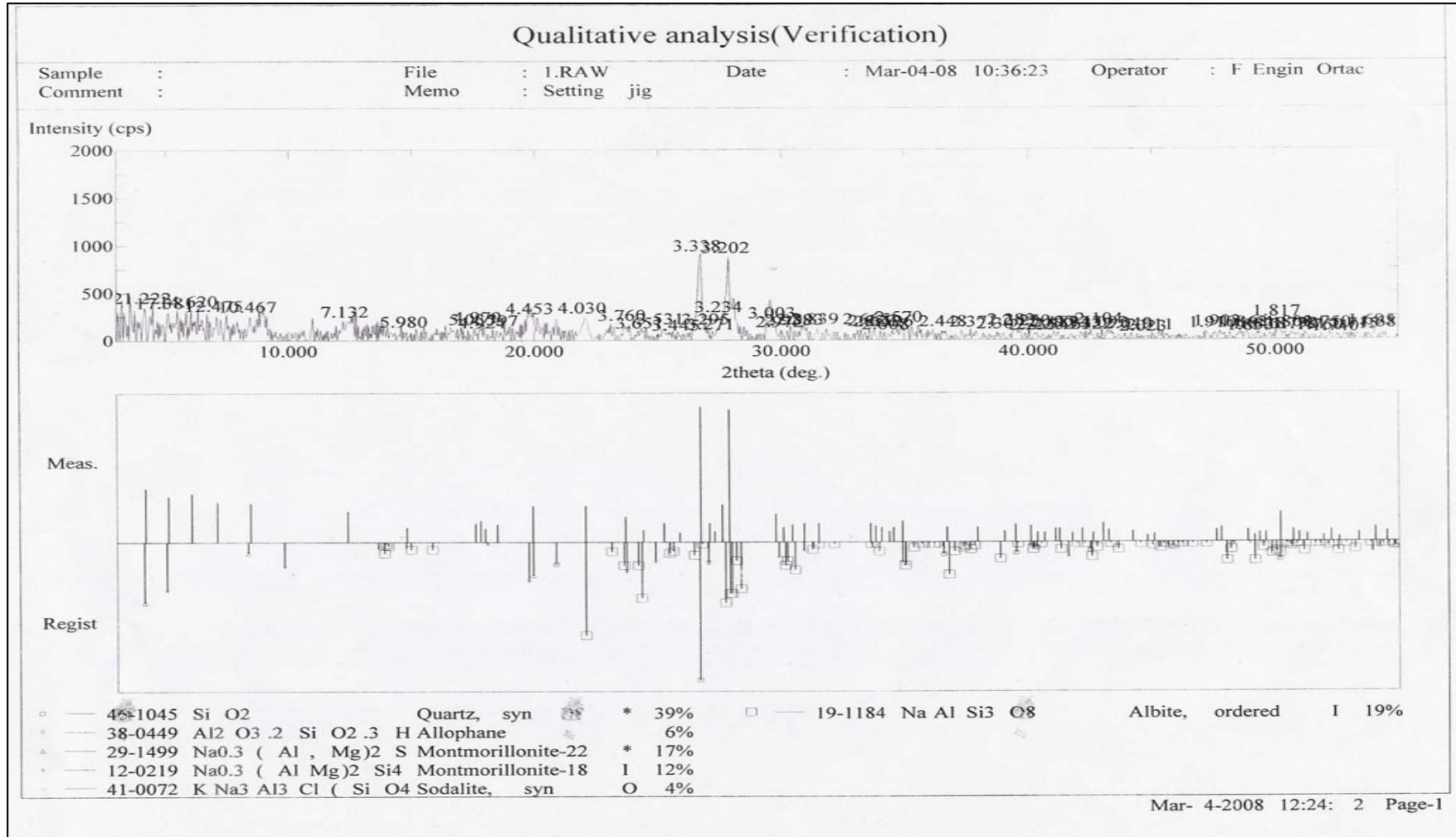
EK-1 İnceleme alanı ve yakın civarına ait jeoloji haritası



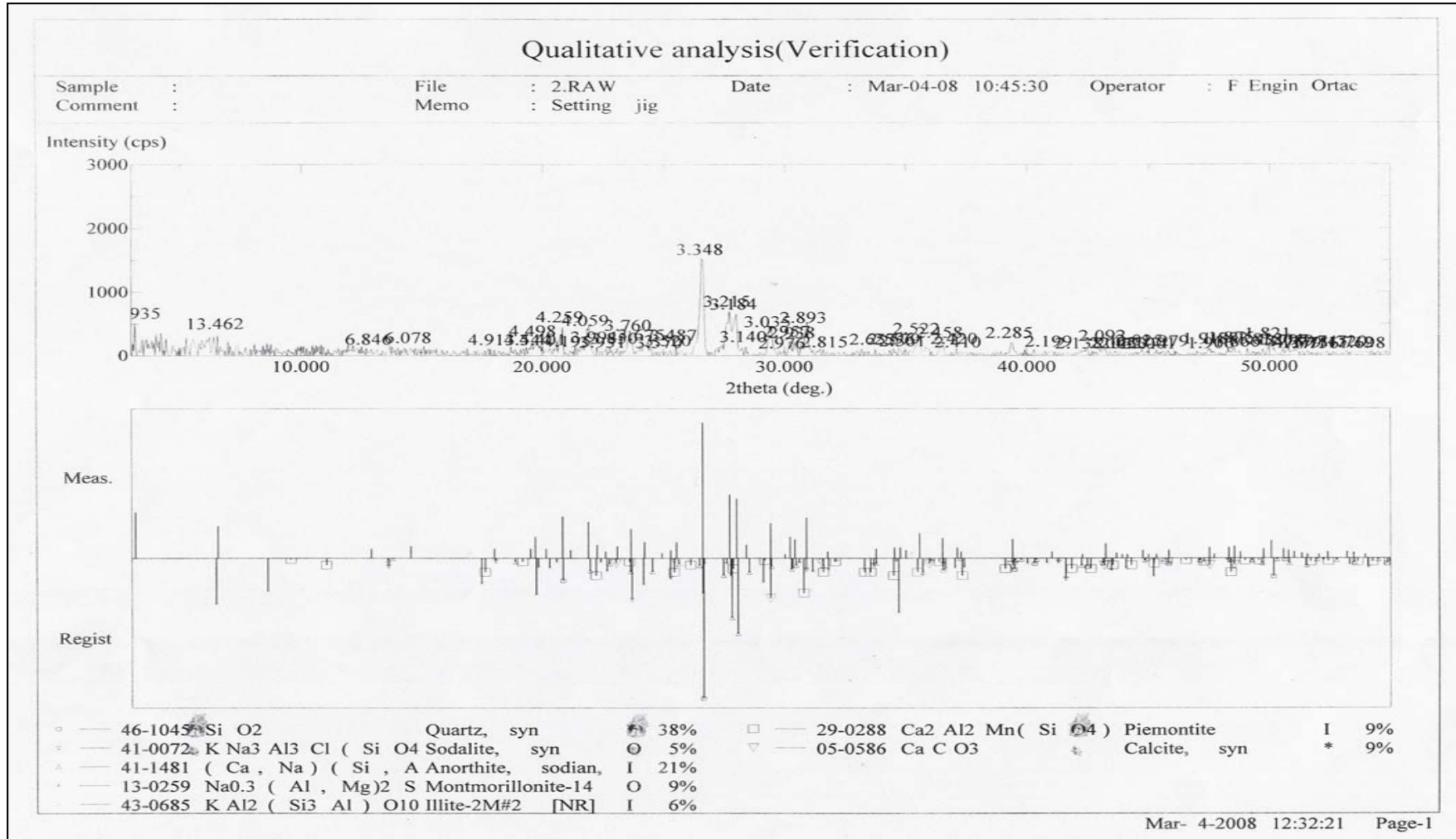
Harita 1.1. İnceleme alanı ve yakın civarının jeoloji haritası [47]

- Alüvyon
- Gölnaşı formasyonu (Tg)
- Virancık gölselleri
- Emir formasyonu (Trae)

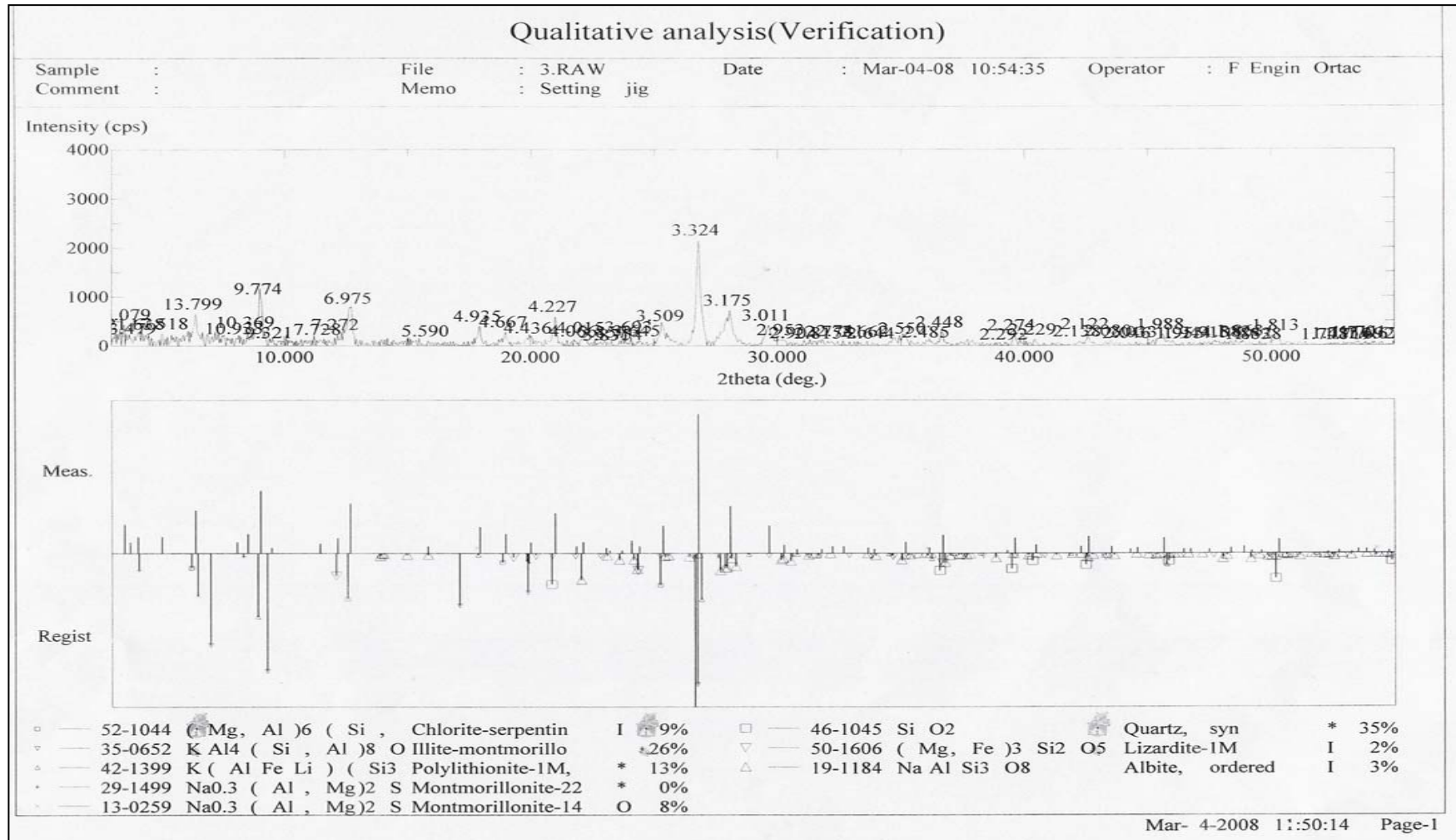
EK-2 Minerolojik analizler (AÇ-1)



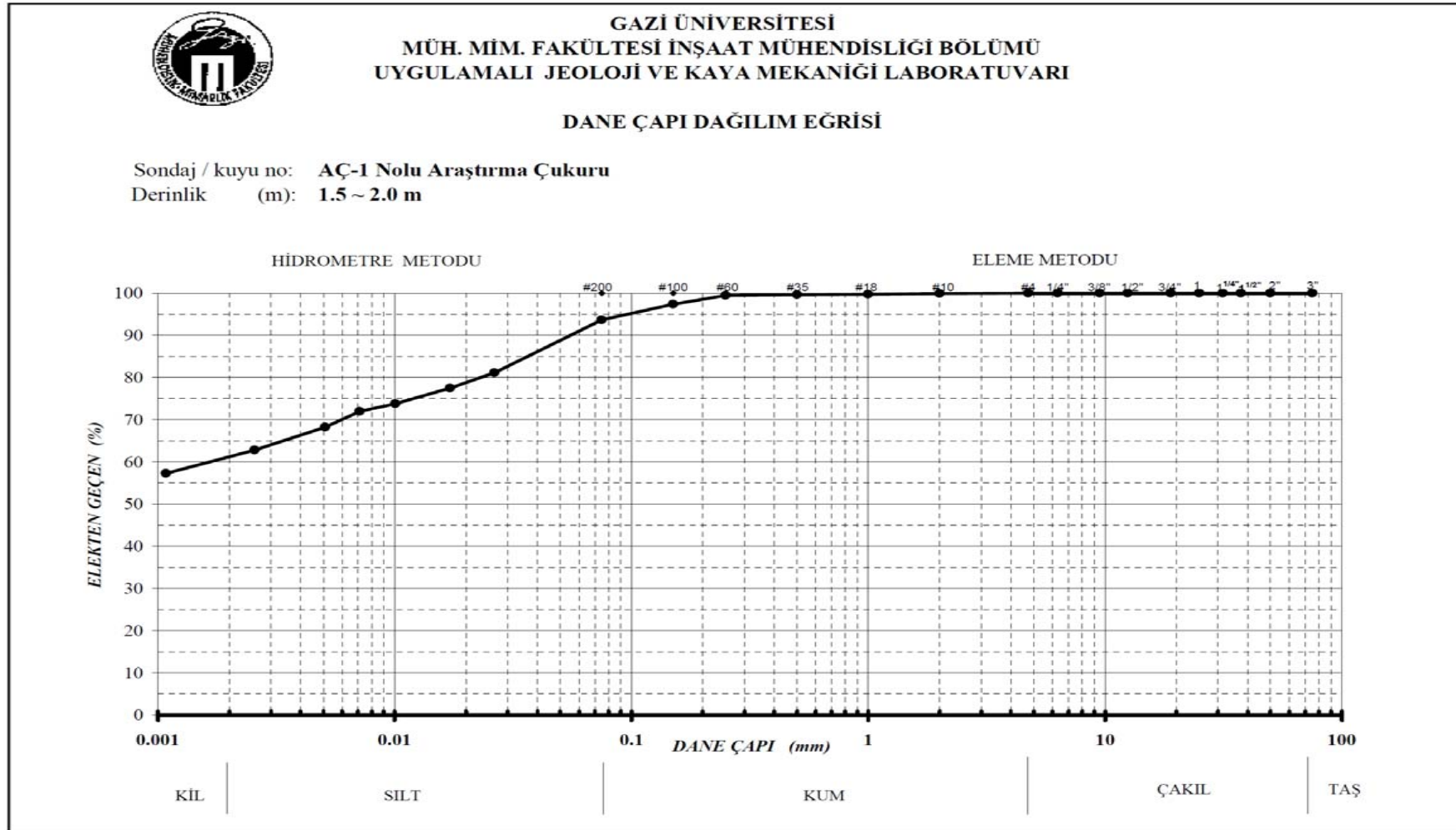
EK-2 (Devam) Minerolojik analizler (AÇ-2)



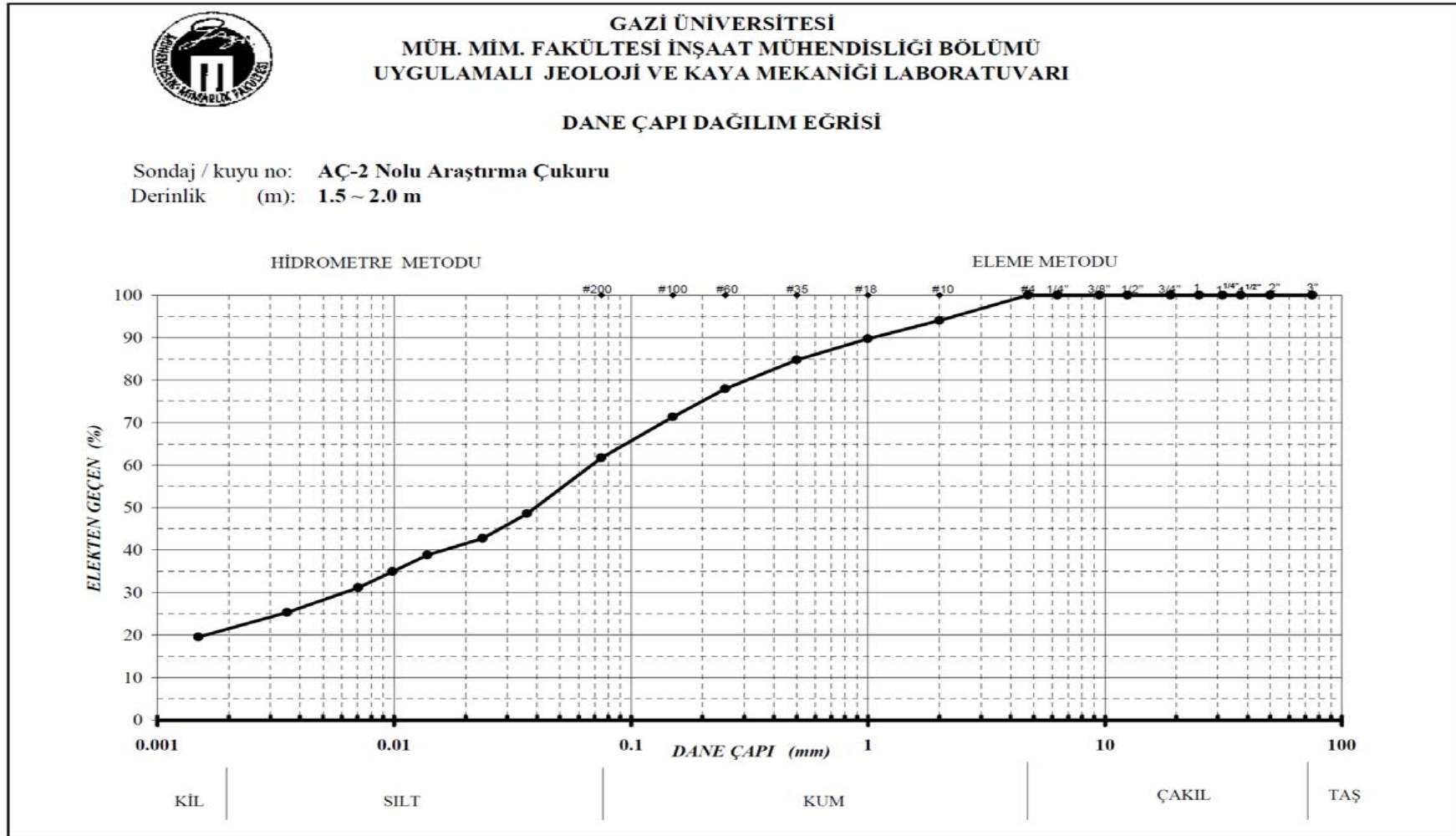
EK-2 (Devam) Minerolojik analizler (AÇ-3)



EK-3 Dane apı dağılım eğrileri (A-1)



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-2)



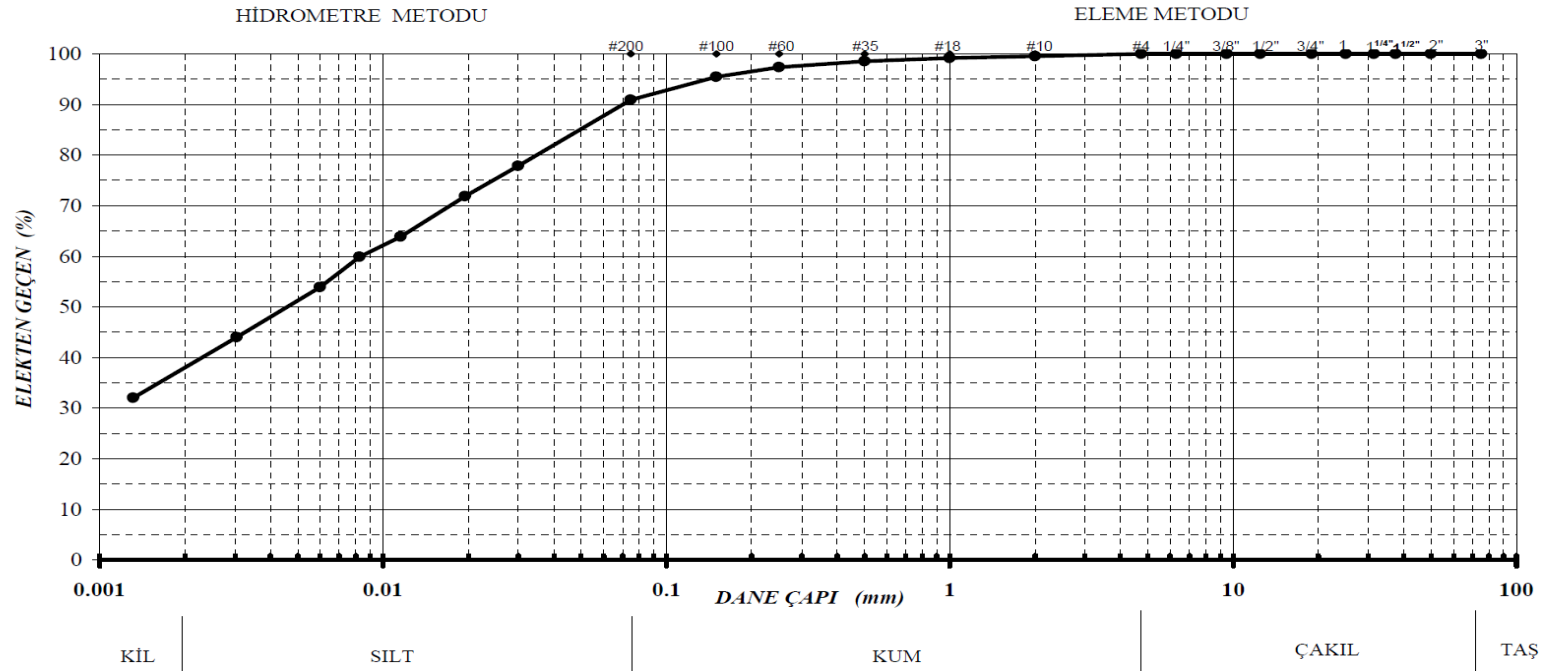
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-3)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE ÇAPI DAĞILIM EĞRİSİ

Sondaj / kuyu no: A-3 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



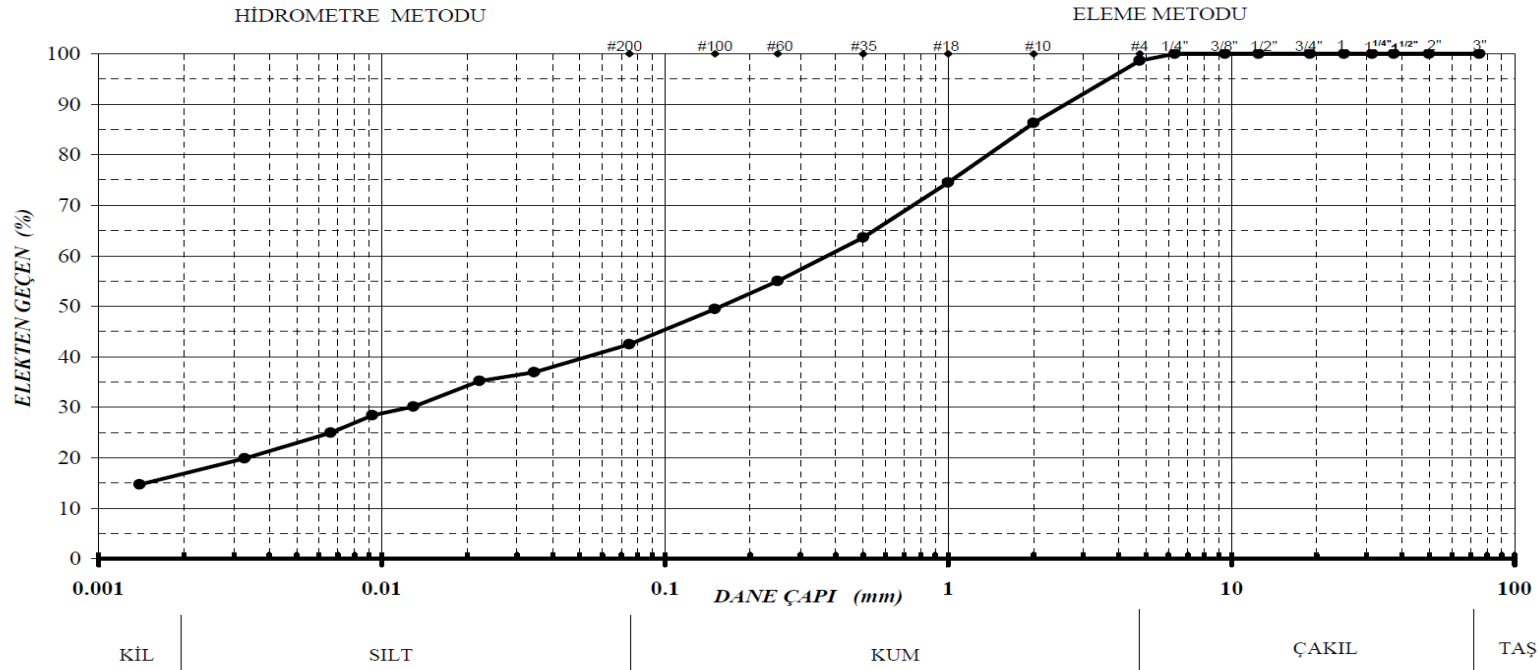
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-4)



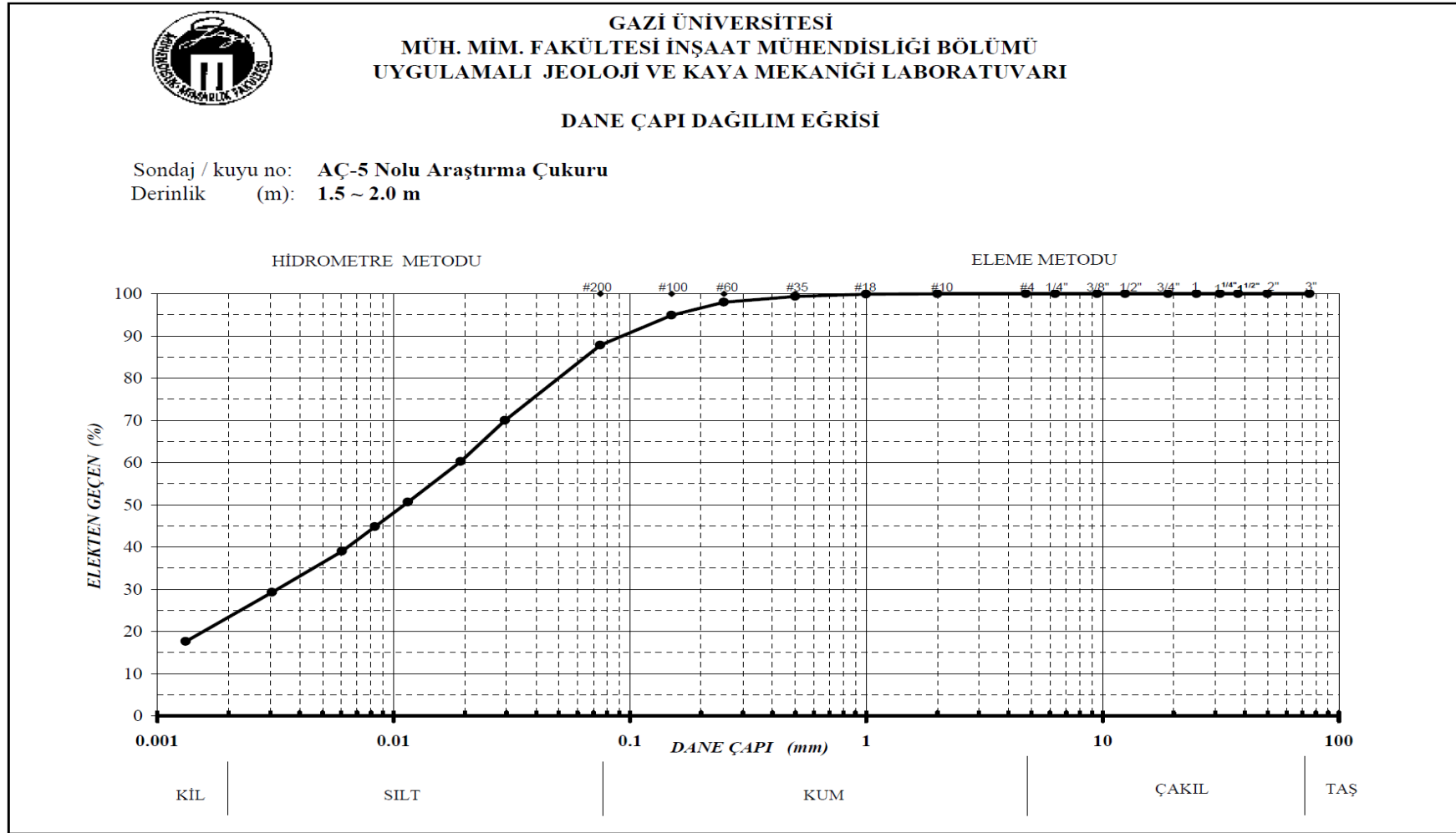
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE ÇAPI DAĞILIM EĞRİSİ

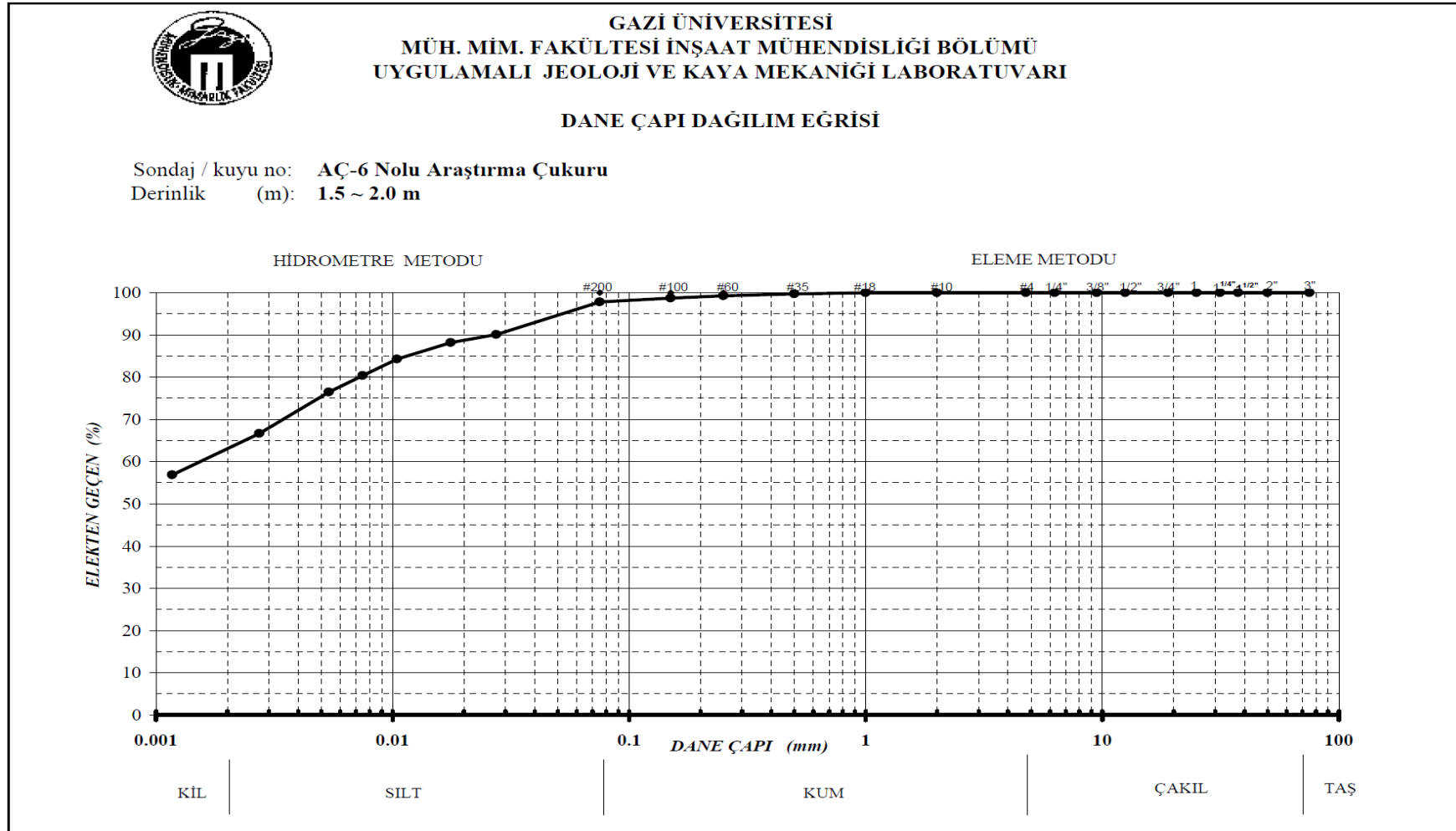
Sondaj / kuyu no: A-4 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-5)



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-6)



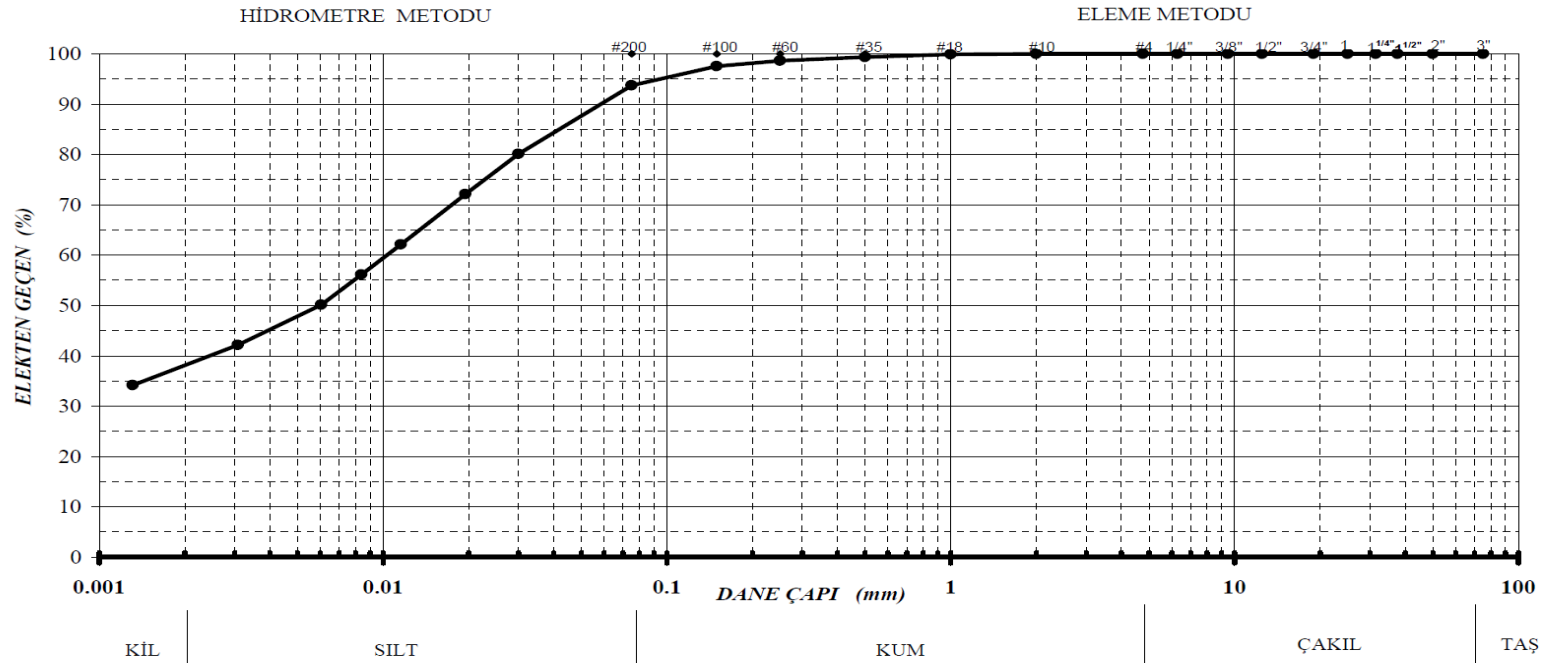
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-7)



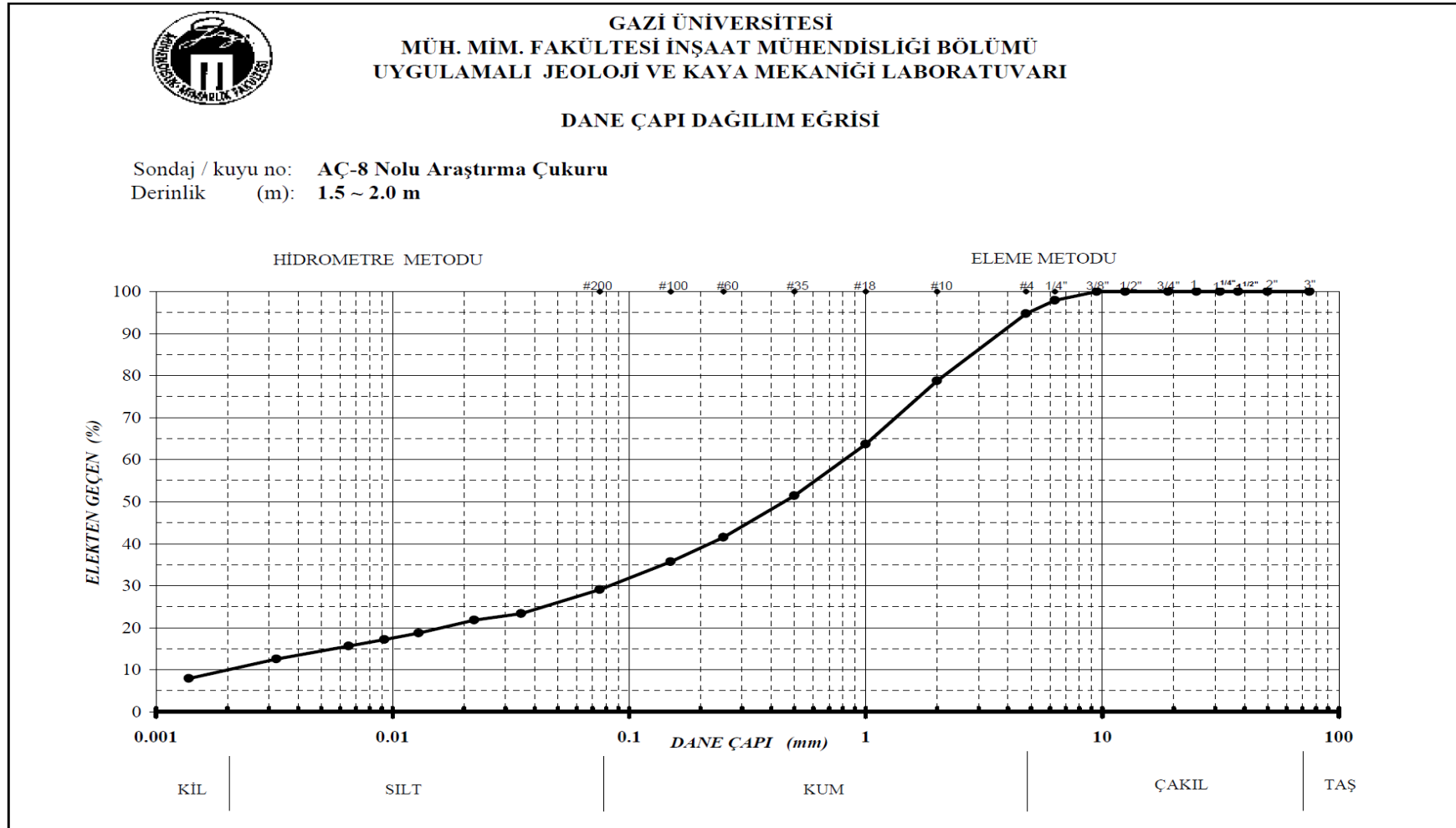
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE API DAĞILIM EĞRİSİ

Sondaj / kuyu no: A-7 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-8)



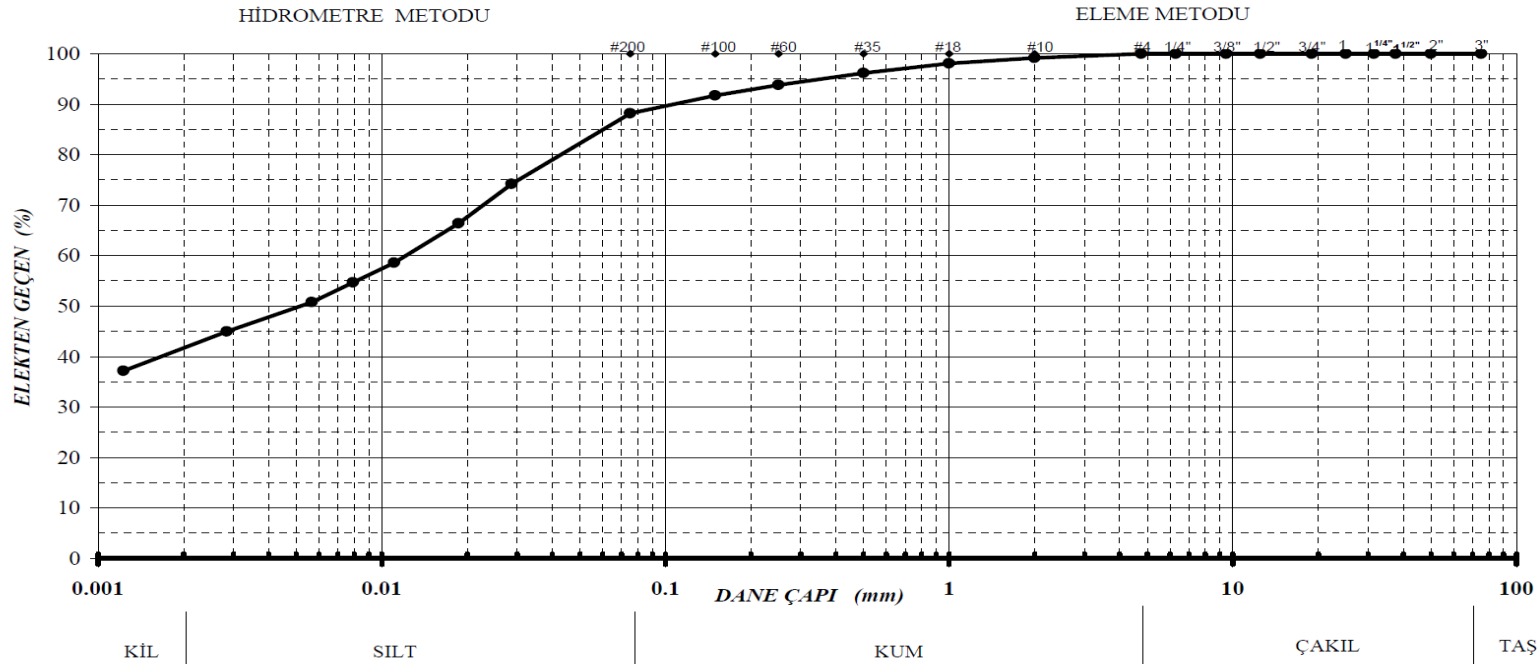
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-9)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE ÇAPI DAĞILIM EĞRİSİ

Sondaj / kuyu no: A-9 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



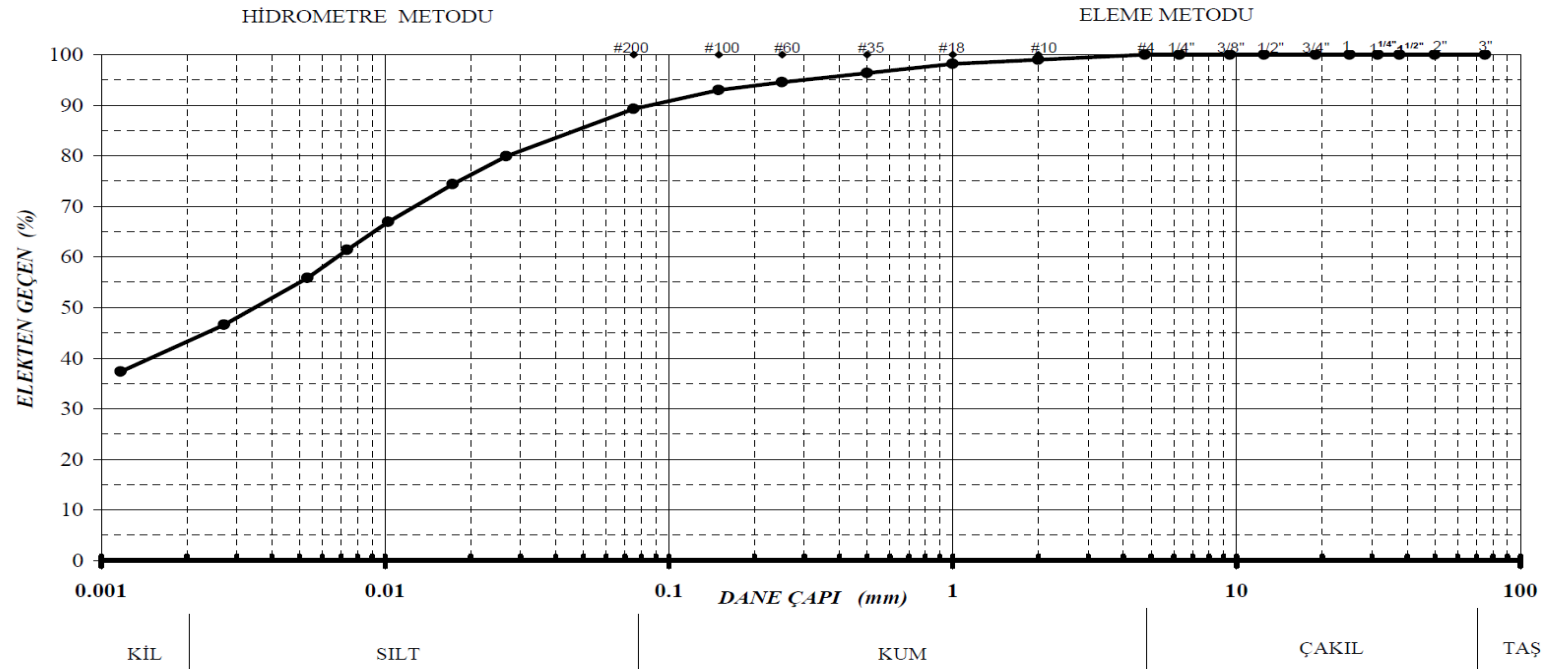
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-10)



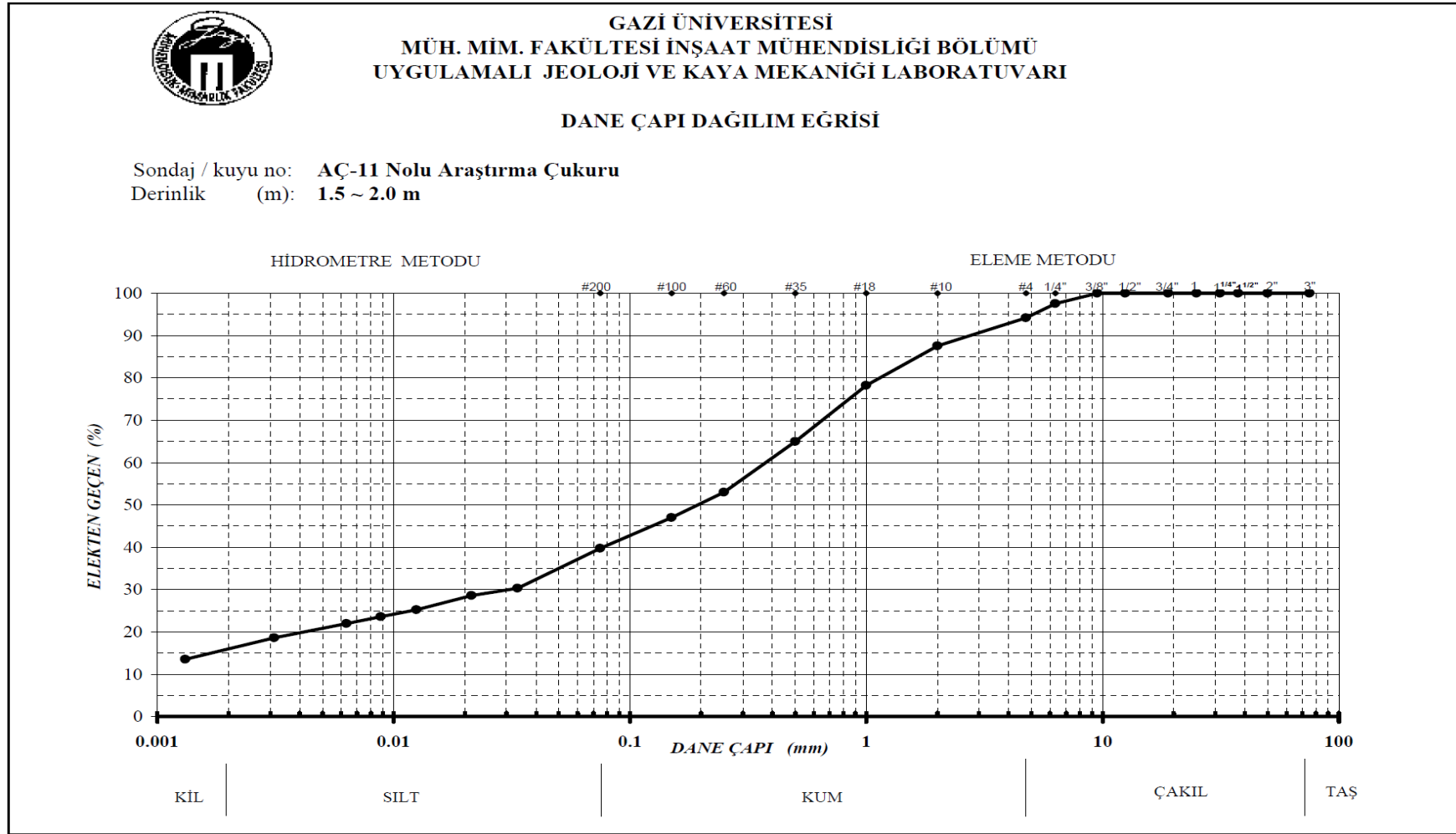
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE ÇAPI DAĞILIM EĞRİSİ

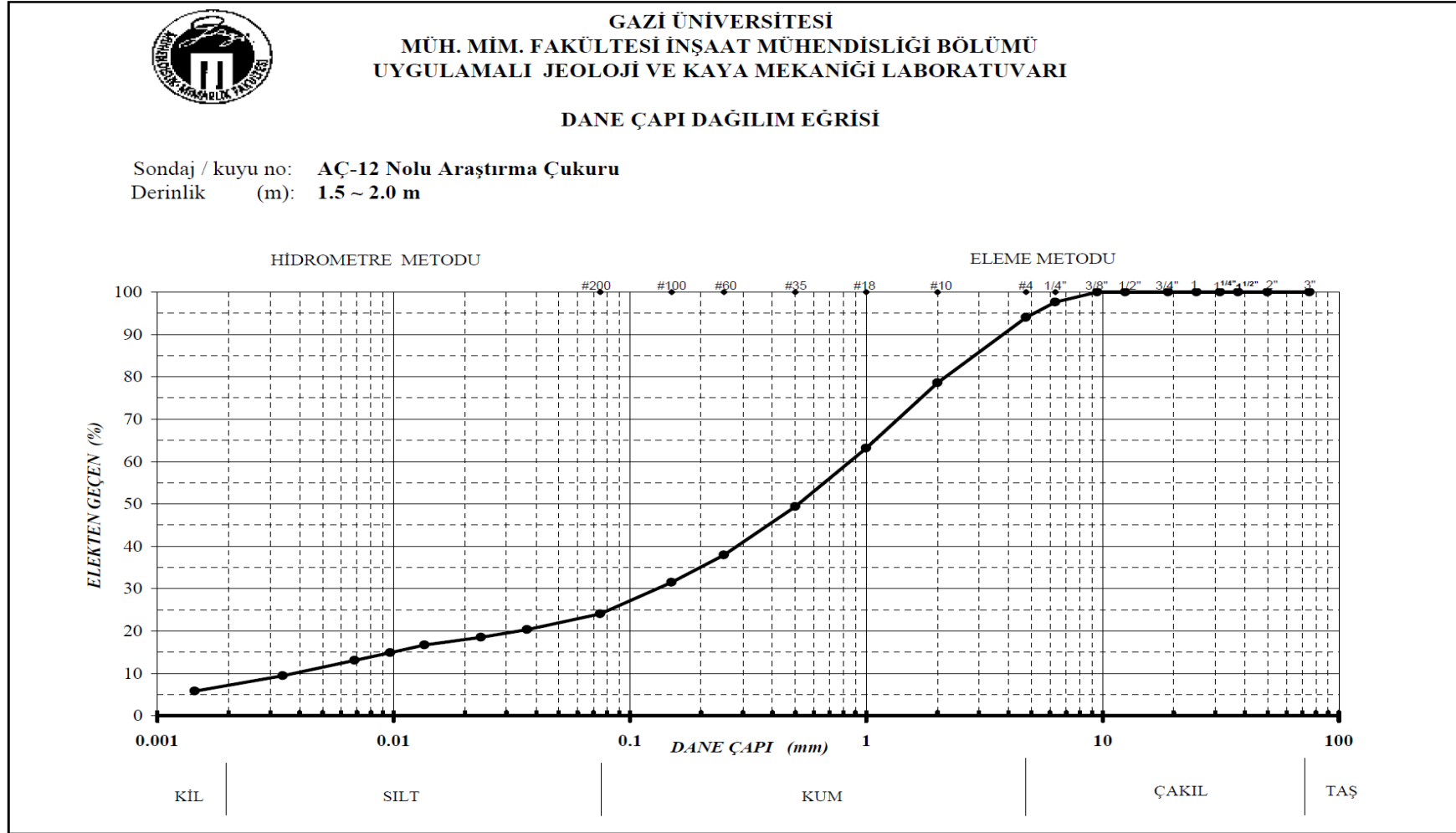
Sondaj / kuyu no: A-10 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-11)



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-12)



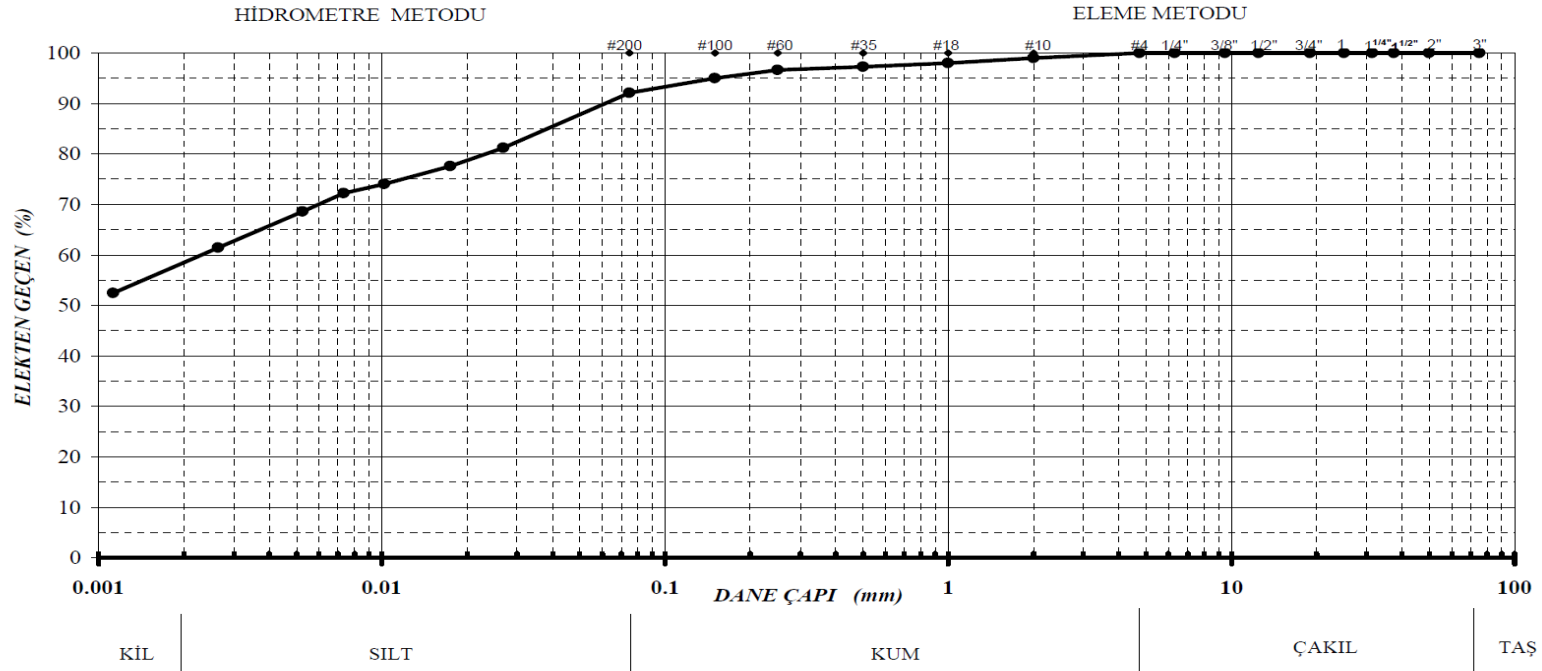
EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-13)



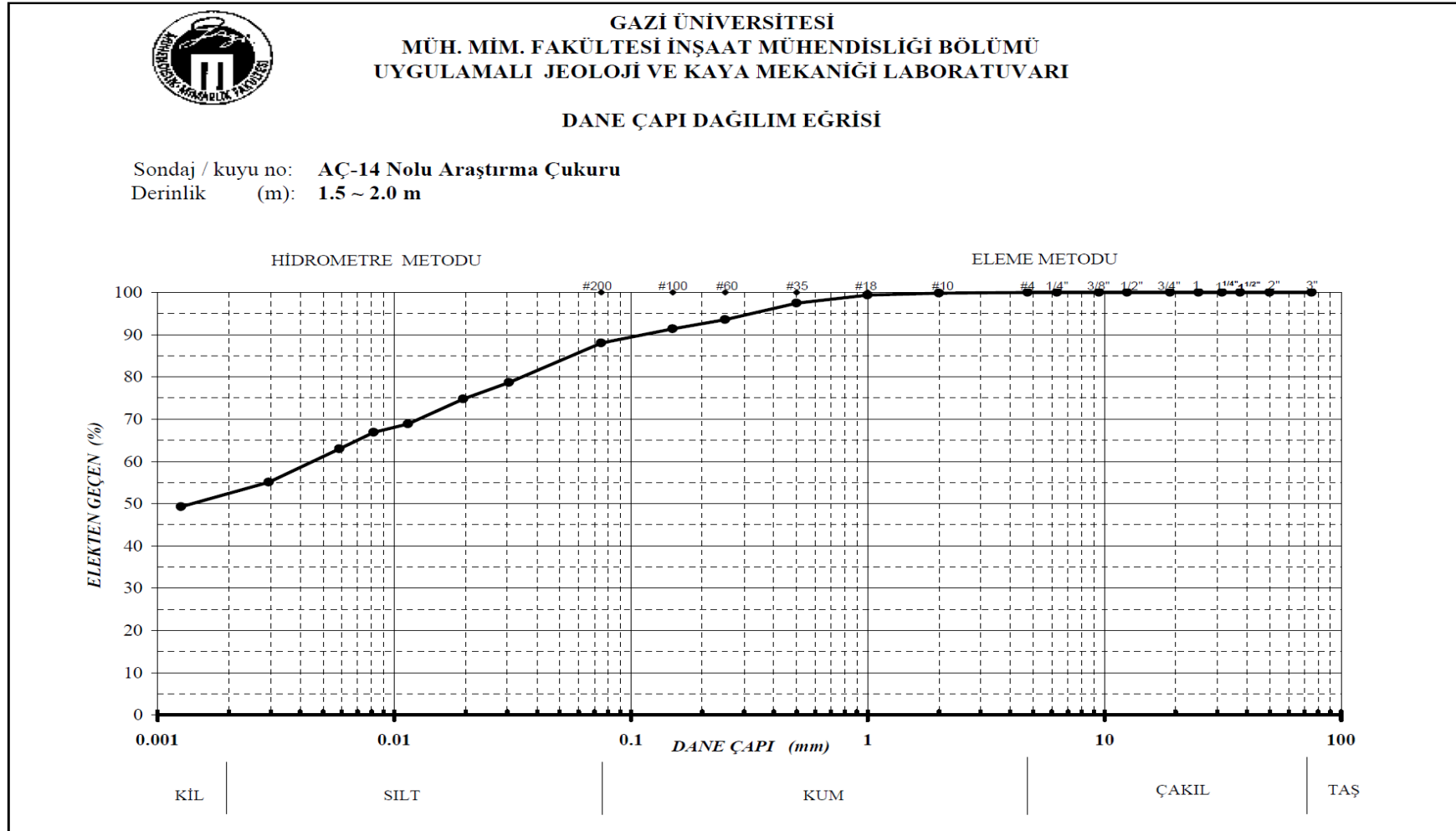
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

DANE ÇAPI DAĞILIM EĞRİSİ

Sondaj / kuyu no: A-13 Nolu Araştırma ukuru
Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (A-14)



EK-3 (Devam) Dane apı dağılım eğrileri (Toplu)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

Gs (Özgül Ağırlık) TAYİNİ

AÇ-1 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.64
	M3	767.33
	M4	734.85
	Gs =	2.789

AÇ-2 Gs tayini	M1	216.51
	M2	51.78
	M3	765.89
	M4	734.85
	Gs =	2.497

AÇ-3 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.18
	M3	766.03
	M4	734.85
	Gs =	2.641

AÇ-4 Gs tayini	M1	168.75
	M2	50.43
	M3	719.18
	M4	687.9
	Gs =	2.633

AÇ-5 Gs tayini	M1	205.77
	M2	51.14
	M3	759.7
	M4	727.46
	Gs =	2.706

AÇ-6 Gs tayini	M1	216.51
	M2	51.59
	M3	767.13
	M4	734.85
	Gs =	2.672

AÇ-7 Gs tayini	M1	216.51
	M2	51.93
	M3	767.09
	M4	734.85
	Gs =	2.637

AÇ-8 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.09
	M3	766.18
	M4	734.85
	Gs =	2.670

AÇ-9 Gs tayini	M1	205.77
	M2	50.1
	M3	759.23
	M4	727.46
	Gs =	2.733

AÇ-10 Gs tayini	M1	205.77
	M2	51.22
	M3	760.35
	M4	727.46
	Gs =	2.794

AÇ-11 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.98
	M3	767.01
	M4	734.85
	Gs =	2.709

AÇ-12 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.18
	M3	766.11
	M4	734.85
	Gs =	2.652

AÇ-13 Gs tayini	M1	216.51
	M2	50.73
	M3	767.02
	M4	734.85
	Gs =	2.733

AÇ-14 Gs tayini	M1	216.51
	M2	52.48
	M3	767.24
	M4	734.85
	Gs =	2.612

EK-4 Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-1)

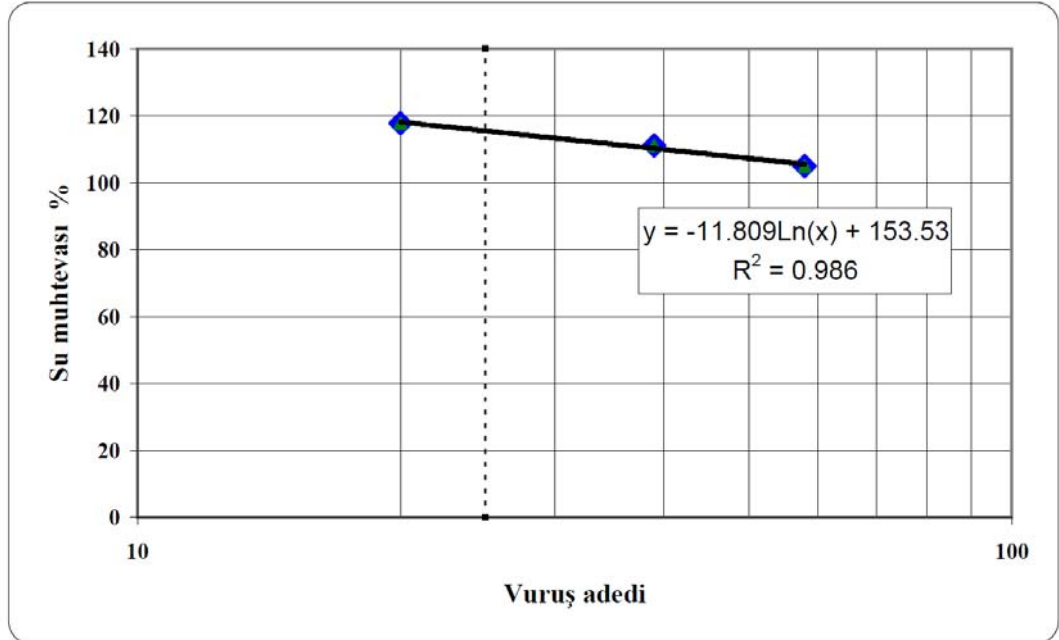


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	58	39	20			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.03	26.31	26.10			15.98	
Kap+yaş numune	33.76	36.93	35.75			17.31	
Kap+kuru numune	29.80	31.34	30.53			17.04	
Kuru numune ağı.	3.77	5.03	4.43			1.06	
Su ağı.	3.96	5.59	5.22			0.27	
Su muhtevası %	105.04	111.13	117.83			25.47	



<i>Likit limit</i>	116
<i>Plastik limit</i>	25
<i>Plastisite İndisi</i>	91

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-2)

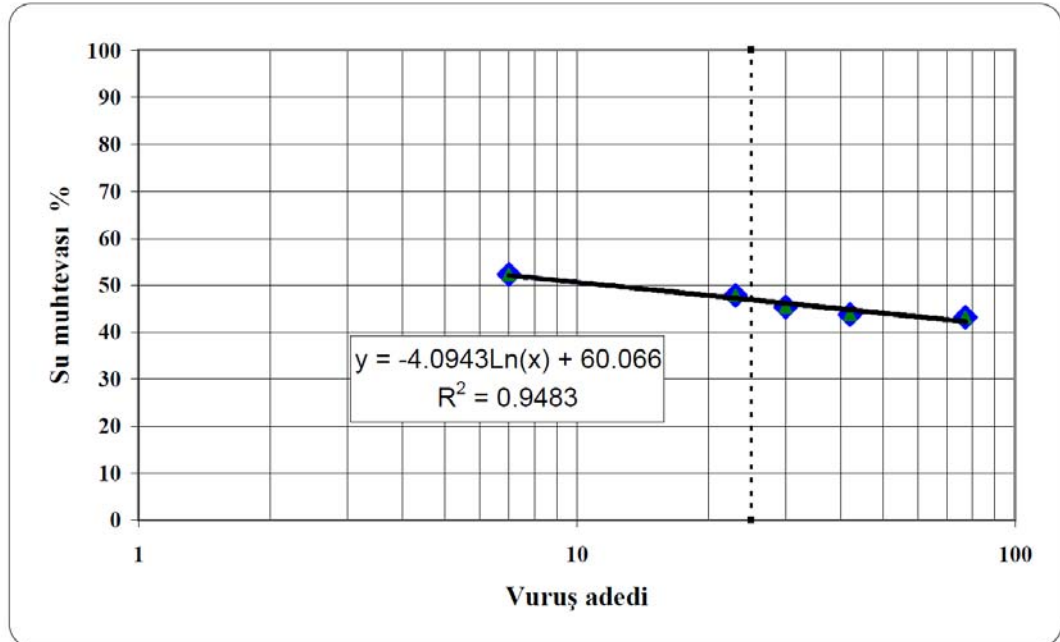


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-2 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	77	42	30	23	7	----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.03	26.30	26.11	26.03	26.74	26.18	
Kap+yaş numune	37.73	39.15	35.11	37.56	37.10	28.87	
Kap+kuru numune	34.20	35.24	32.30	33.83	33.54	28.39	
Kuru numune ağı.	8.17	8.94	6.19	7.80	6.80	2.21	
Su ağı.	3.53	3.91	2.81	3.73	3.56	0.48	
Su muhtevası %	43.21	43.74	45.40	47.82	52.35	21.72	



<i>Likit limit</i>	47
<i>Plastik limit</i>	22
<i>Plastisite İndisi</i>	25

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-3)

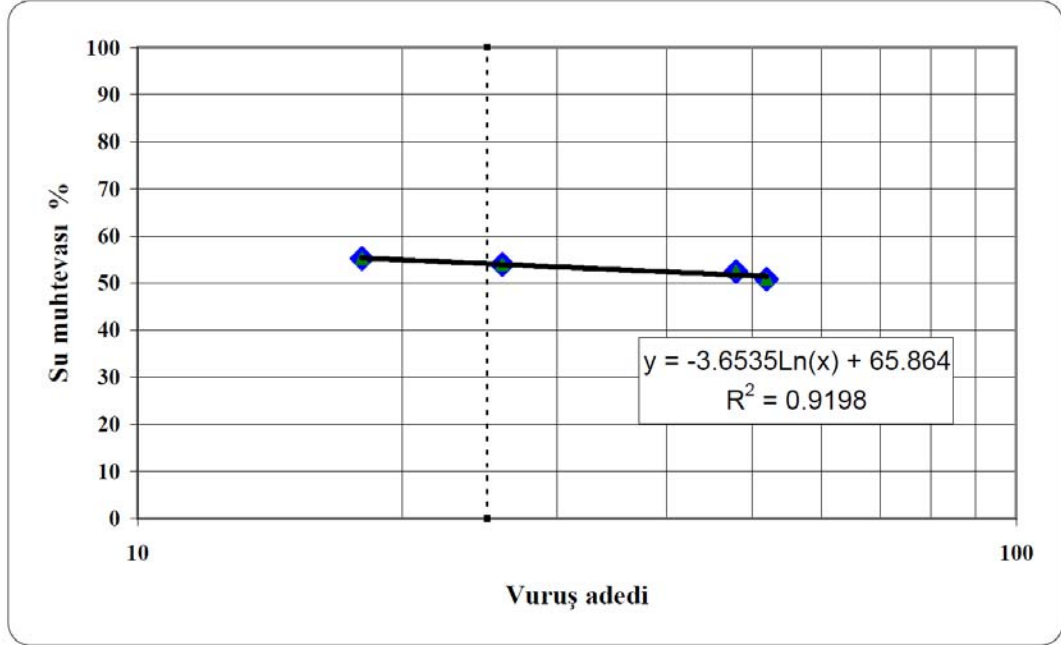


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	52	48	26	18		----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.09	26.99	26.79	27.02		15.97	
Kap+yaş numune	34.70	38.97	36.92	35.14		18.58	
Kap+kuru numune	31.80	34.85	33.37	32.25		18.10	
Kuru numune ağı.	5.71	7.86	6.58	5.23		2.13	
Su ağı.	2.90	4.12	3.55	2.89		0.48	
Su muhtevası %	50.79	52.42	53.95	55.26		22.54	



Likit limit	54
Plastik limit	23
Plastisite İndisi	32

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-4)

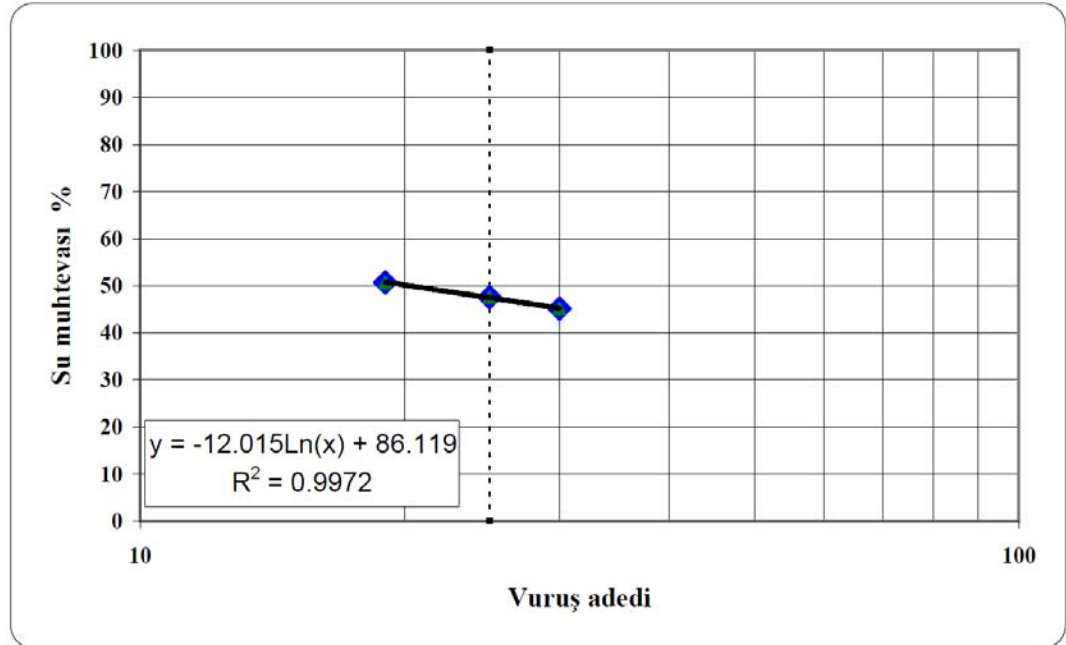


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-4 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	30	25	19			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.99	26.80	26.19			18.10	
Kap+yaş numune	37.47	36.38	39.60			24.15	
Kap+kuru numune	34.21	33.29	35.09			23.10	
Kuru numune ağı.	7.22	6.49	8.90			5.00	
Su ağı.	3.26	3.09	4.51			1.05	
Su muhtevası %	45.15	47.61	50.67			21.00	



<i>Likit limit</i>	48
<i>Plastik limit</i>	21
<i>Plastisite İndisi</i>	27

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-5)



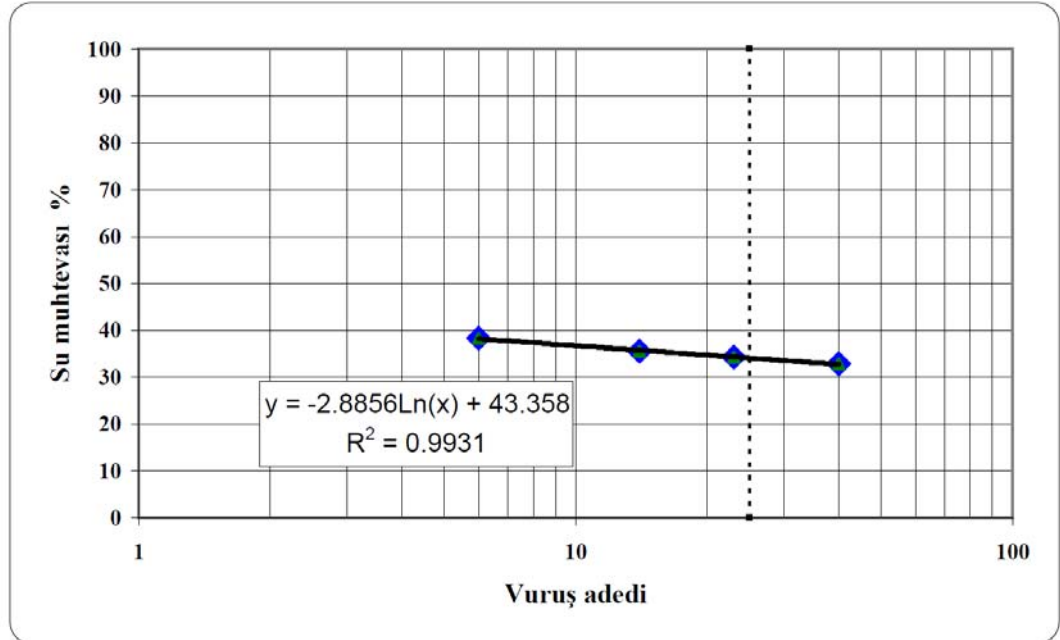
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-5 Nolu Araştırma Çukuru**

Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	40	23	14	6		----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.12	27.01	26.31	26.82		26.78	
Kap+yaş numune	39.62	37.95	37.76	34.83		29.65	
Kap+kuru numune	36.28	35.16	34.76	32.61		29.20	
Kuru numune ağı.	10.16	8.15	8.45	5.79		2.42	
Su ağı.	3.34	2.79	3.00	2.22		0.45	
Su muhtevası %	32.87	34.23	35.50	38.34		18.60	



<i>Likit limit</i>	34
<i>Plastik limit</i>	19
<i>Plastisite İndisi</i>	15

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-6)

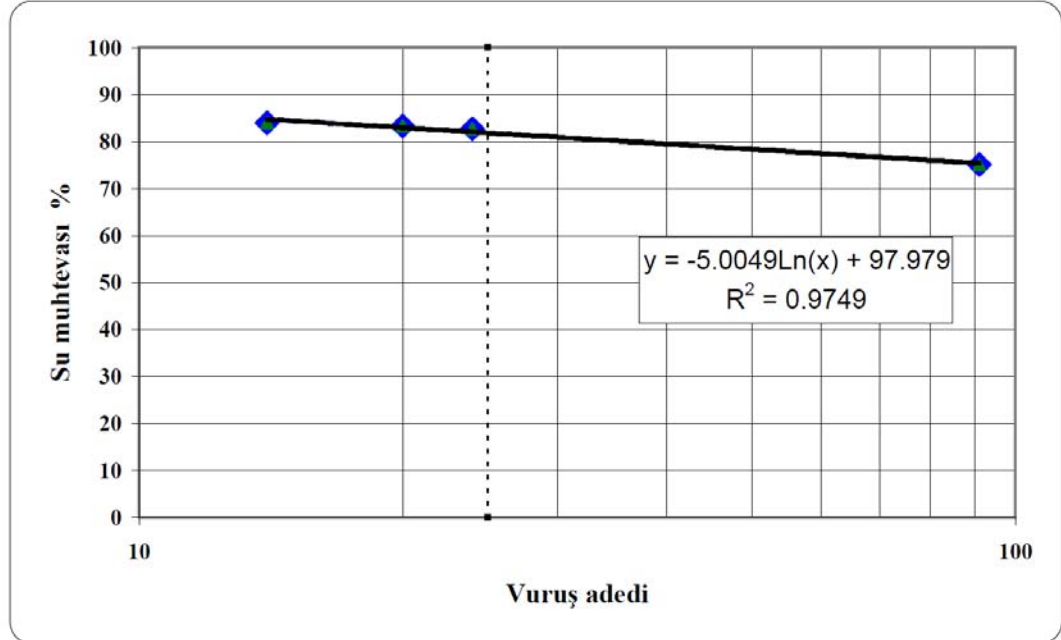


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

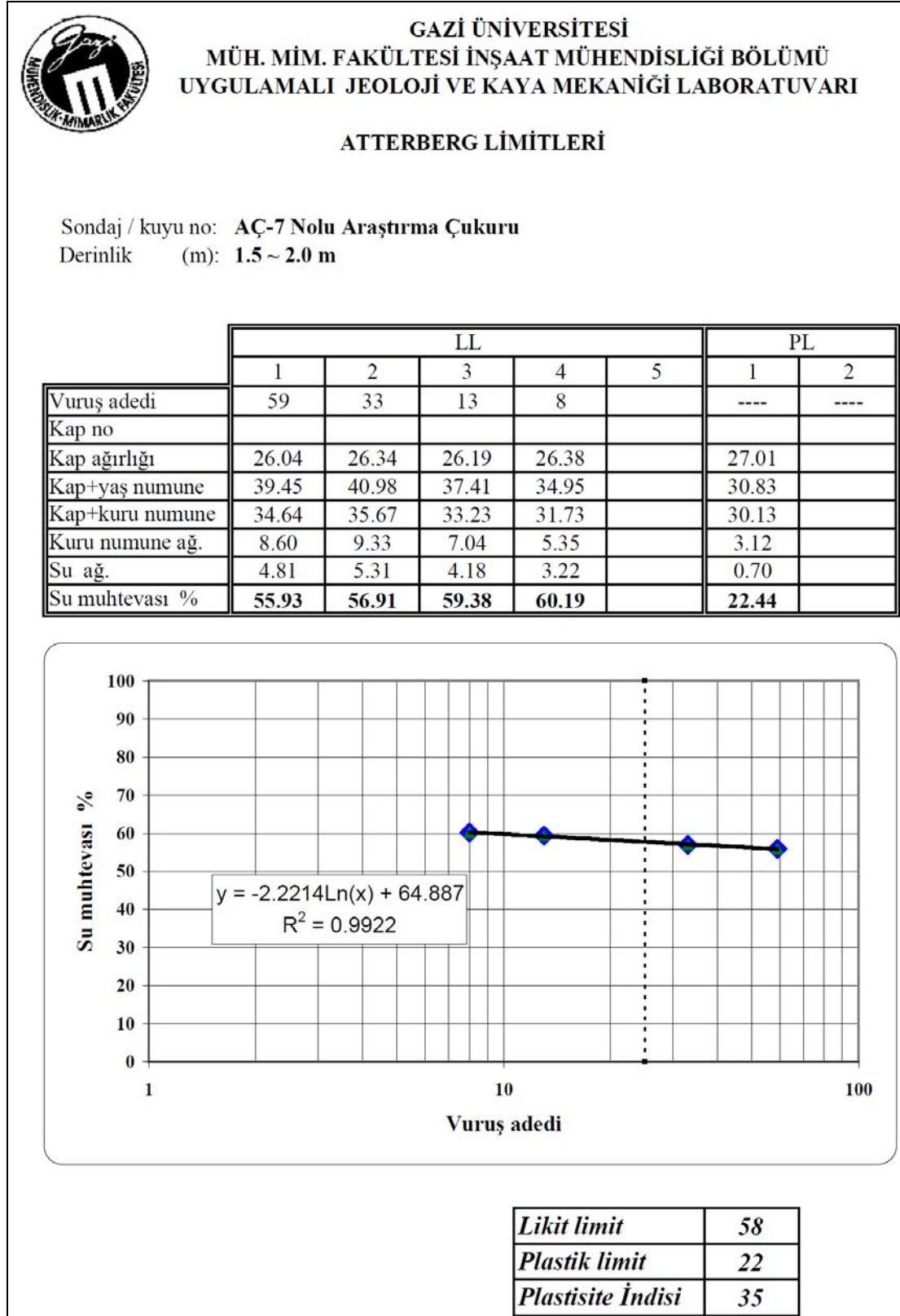
Sondaj / kuyu no: **AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	91	24	20	14		----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.09	27.00	27.00	26.30		15.98	
Kap+yaş numune	32.64	32.74	35.45	40.10		17.66	
Kap+kuru numune	29.83	30.14	31.61	33.80		17.36	
Kuru numune ağı.	3.74	3.14	4.61	7.50		1.38	
Su ağı.	2.81	2.60	3.84	6.30		0.30	
Su muhtevası %	75.13	82.80	83.30	84.00		21.74	



<i>Likit limit</i>	83
<i>Plastik limit</i>	22
<i>Plastisite İndisi</i>	61

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-7)



EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-8)

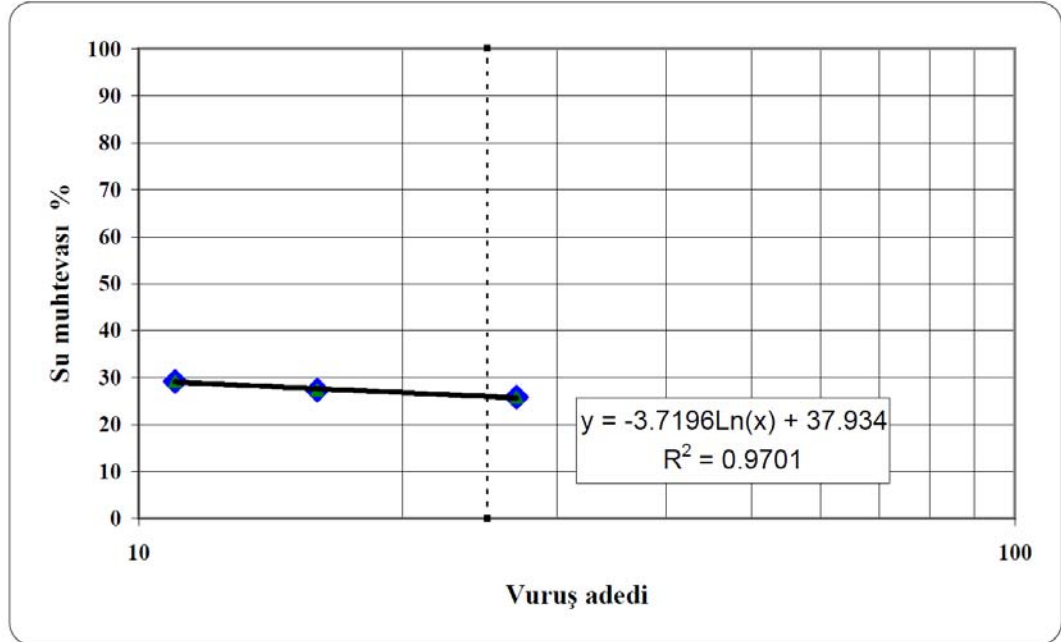


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-8 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	27	16	11			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.30	27.03	26.03			31.19	
Kap+yaş numune	39.41	39.02	42.75			33.92	
Kap+kuru numune	36.72	36.45	38.97			33.53	
Kuru numune ağı.	10.42	9.42	12.94			2.34	
Su ağı.	2.69	2.57	3.78			0.39	
Su muhtevası %	25.82	27.28	29.21			16.67	



<i>Likit limit</i>	26
<i>Plastik limit</i>	17
<i>Plastisite İndisi</i>	9

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-9)



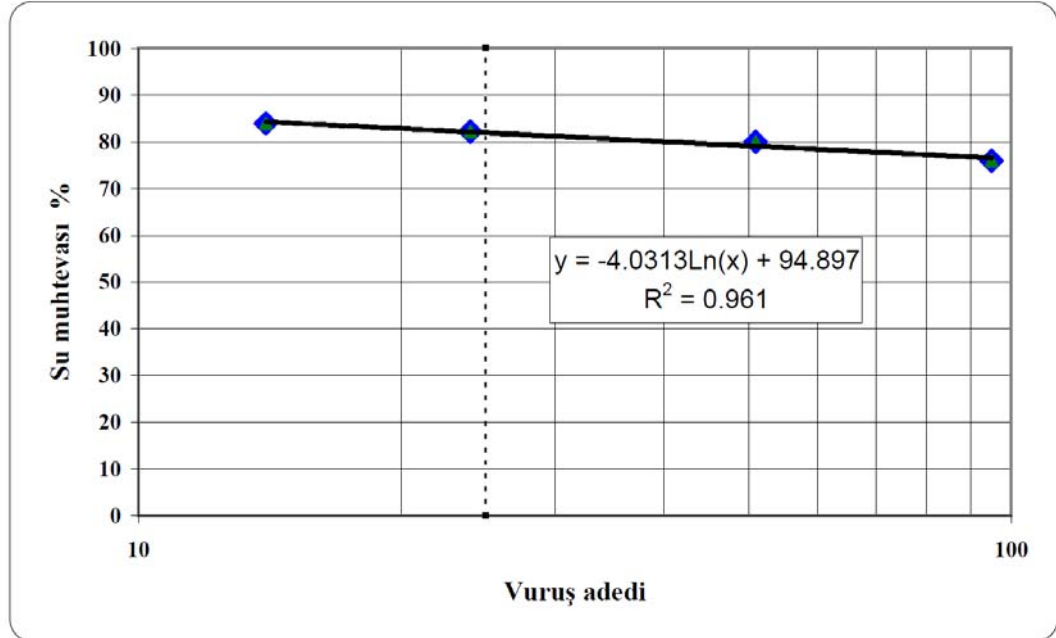
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru**

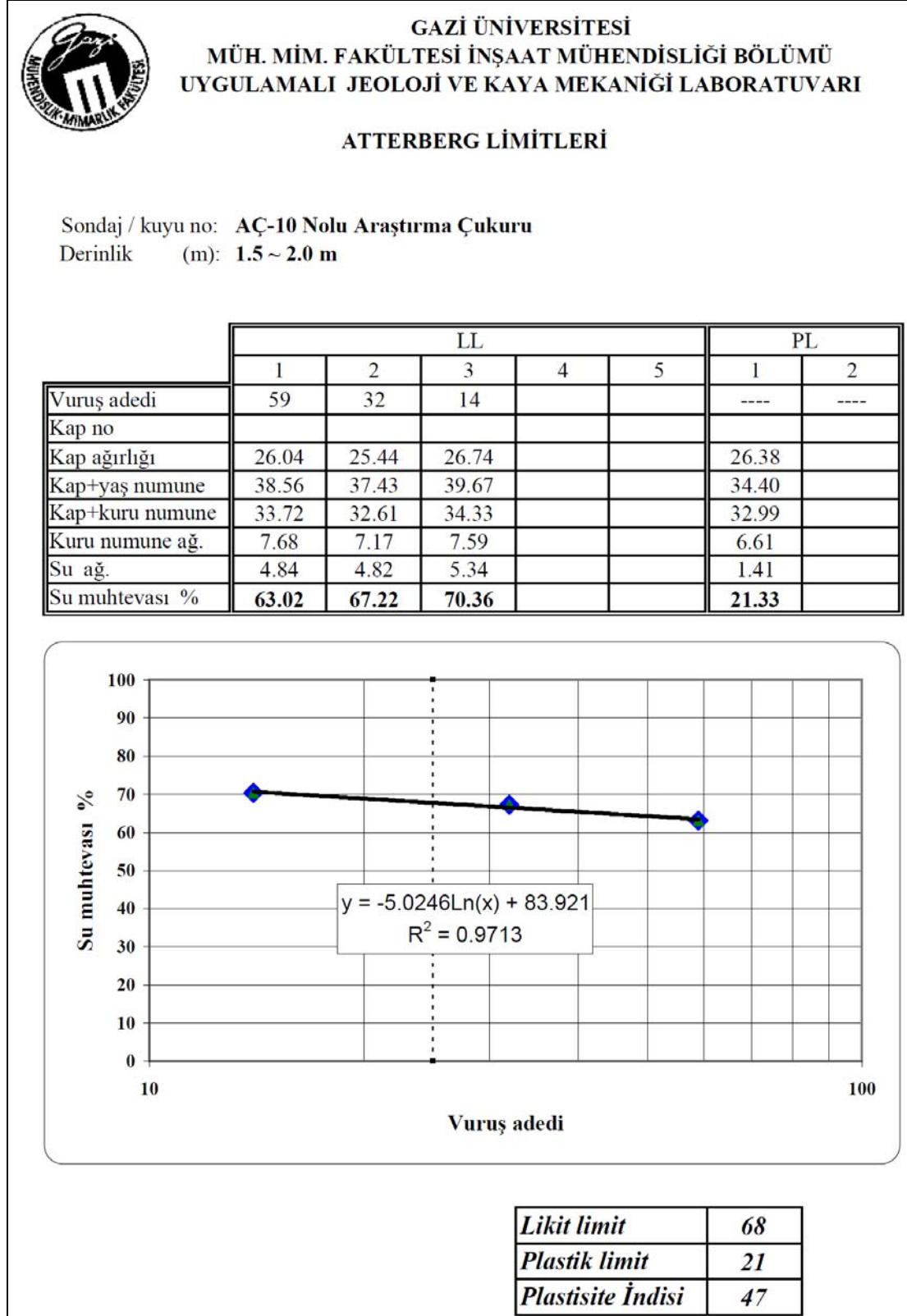
Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	95	51	24	14		----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	27.02	26.04	26.33	26.96		27.01	
Kap+yaş numune	32.93	32.32	39.56	40.29		30.83	
Kap+kuru numune	30.38	29.53	33.59	34.21		30.13	
Kuru numune ağı.	3.36	3.49	7.26	7.25		3.12	
Su ağı.	2.55	2.79	5.97	6.08		0.70	
Su muhtevası %	75.89	79.94	82.23	83.86		22.44	



<i>Likit limit</i>	82
<i>Plastik limit</i>	22
<i>Plastisite İndisi</i>	60

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-10)



EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-11)



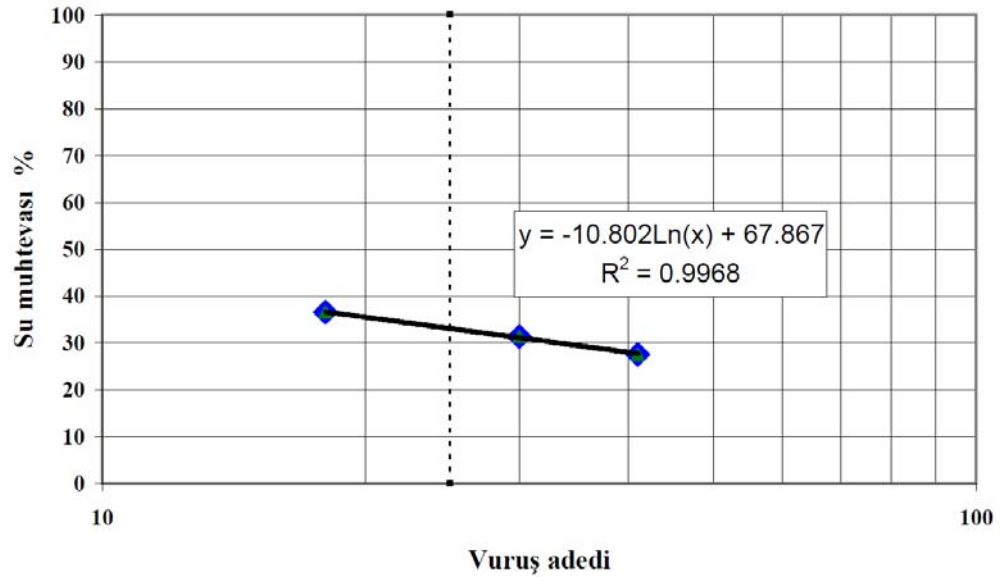
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-11 Nolu Araştırma Çukuru**

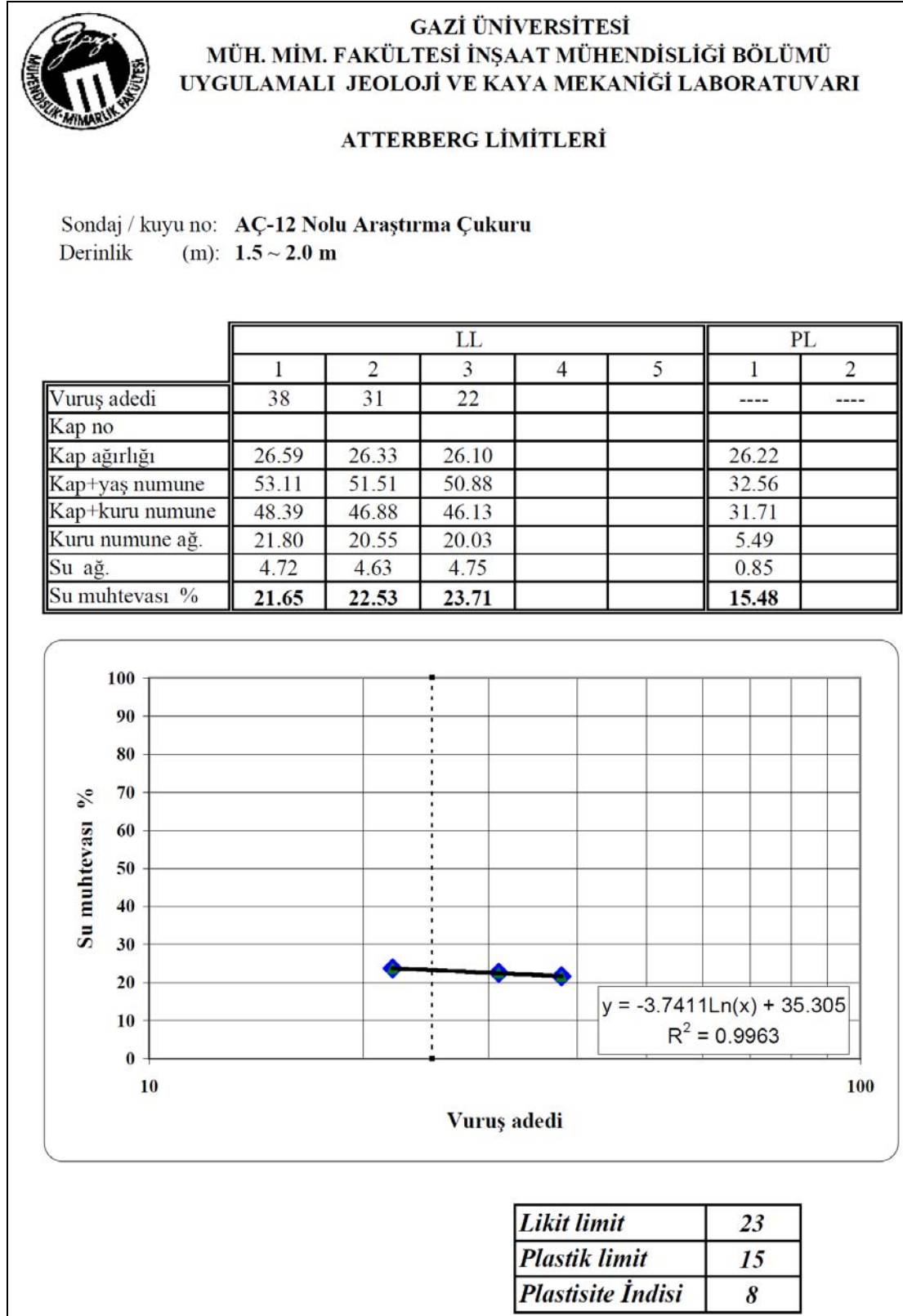
Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	41	30	18			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.29	26.13	26.10			26.02	
Kap+yaş numune	52.43	48.76	49.12			32.23	
Kap+kuru numune	46.78	43.35	42.96			31.26	
Kuru numune ağı.	20.49	17.22	16.86			5.24	
Su ağı.	5.65	5.41	6.16			0.97	
Su muhtevası %	27.57	31.42	36.54			18.51	



<i>Likit limit</i>	33
<i>Plastik limit</i>	19
<i>Plastisite İndisi</i>	15

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-12)



EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-13)

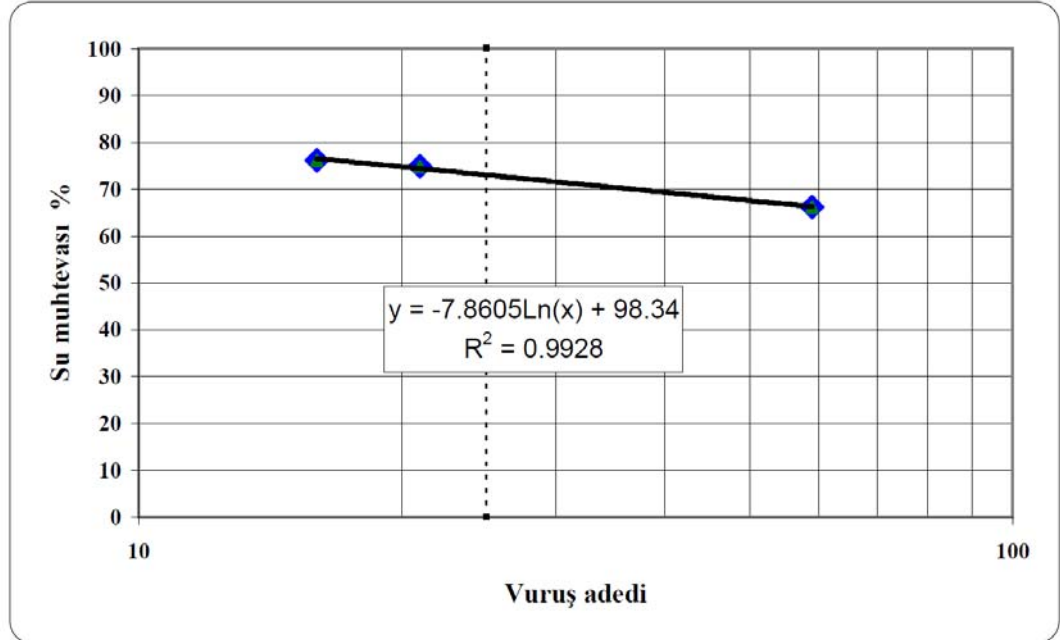


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

Sondaj / kuyu no: **AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	59	21	16			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.29	26.13	26.10			26.02	
Kap+yaş numune	42.36	41.19	43.75			34.21	
Kap+kuru numune	35.96	34.74	36.12			32.48	
Kuru numune ağı.	9.67	8.61	10.02			6.46	
Su ağı.	6.40	6.45	7.63			1.73	
Su muhtevası %	66.18	74.91	76.15			26.78	



<i>Likit limit</i>	73
<i>Plastik limit</i>	27
<i>Plastisite İndisi</i>	47

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (AÇ-14)

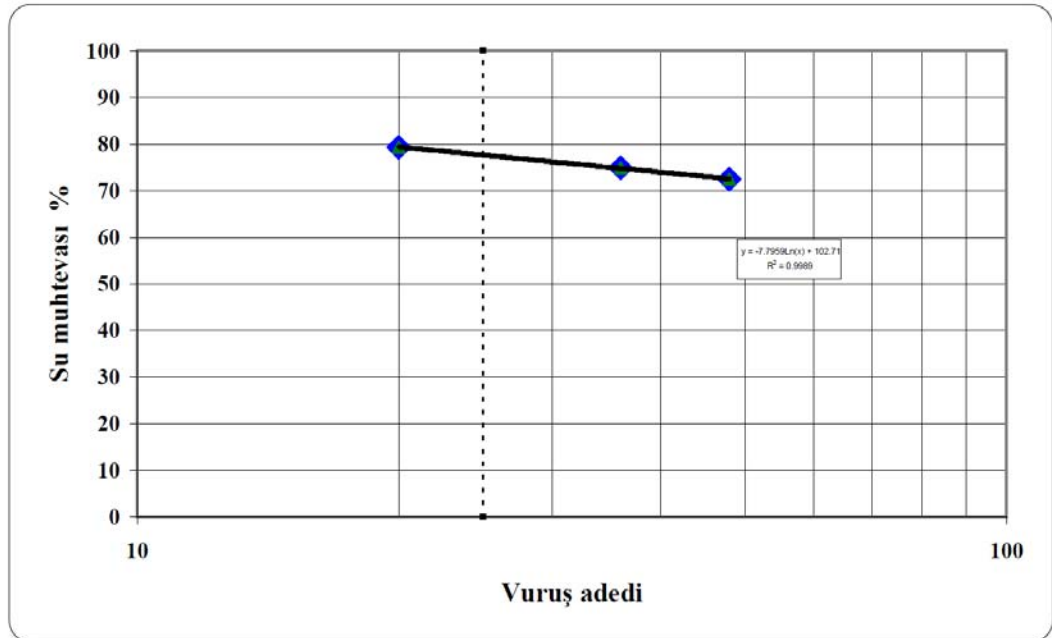


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

ATTERBERG LİMİTLERİ

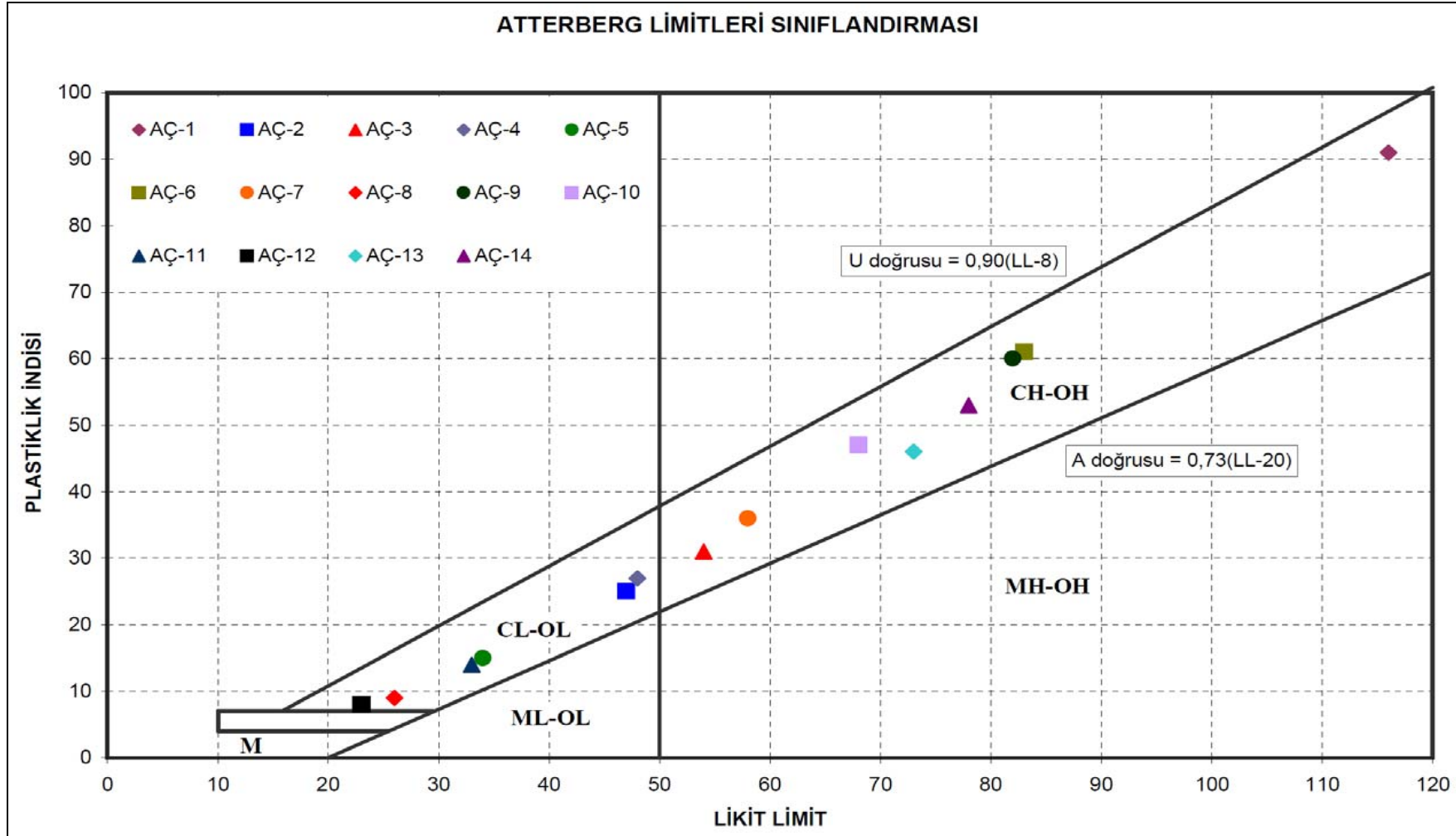
Sondaj / kuyu no: **AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru**
 Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	48	36	20			----	----
Kap no							
Kap ağırlığı	26.29	26.13	26.10			26.02	
Kap+yaş numune	41.12	44.46	63.11			36.11	
Kap+kuru numune	34.89	36.61	46.74			34.10	
Kuru numune ağı.	8.60	10.48	20.64			8.08	
Su ağı.	6.23	7.85	16.37			2.01	
Su muhtevası %	72.44	74.90	79.31			24.88	



Likit limit	78
Plastik limit	25
Plastisite İndisi	53

EK-4 (Devam) Atterberg limitleri deney sonuçları (Toplu)



EK-5 Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru					Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	208.20
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m					Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	170.95
Nunume türü :	UD (Örselenmemiş Numune)					Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.79
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	81.44
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.614	2Ho	1.0324

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.6140	0.0000	1.5816	1.5320					
0.2500	0.0450	0.0450	2.5690	0.0172	1.5366	1.4884	0.0436	0.2490	0.1751	0.0691	14.4641
0.5000	0.0830	0.0380	2.5310	0.0318	1.4986	1.4516	0.0368	0.2500	0.1472	0.0592	16.9013
1.0000	0.1320	0.0490	2.4820	0.0505	1.4496	1.4041	0.0475	0.5000	0.0949	0.0387	25.8265
2.0000	0.2140	0.0820	2.4000	0.0819	1.3676	1.3247	0.0794	1.0000	0.0794	0.0330	30.2683
4.0000	0.3610	0.1470	2.2530	0.1381	1.2206	1.1823	0.1424	2.0000	0.0712	0.0306	32.6531
2.0000	0.3350	-0.0260	2.2790	0.1282	1.2466	1.2075					
1.0000	0.2950	-0.0400	2.3190	0.1129	1.2866	1.2463					
0.5000	0.2560	-0.0390	2.3580	0.0979	1.3256	1.2840					
0.2500	0.2270	-0.0290	2.3870	0.0868	1.3546	1.3121					
0.0010											

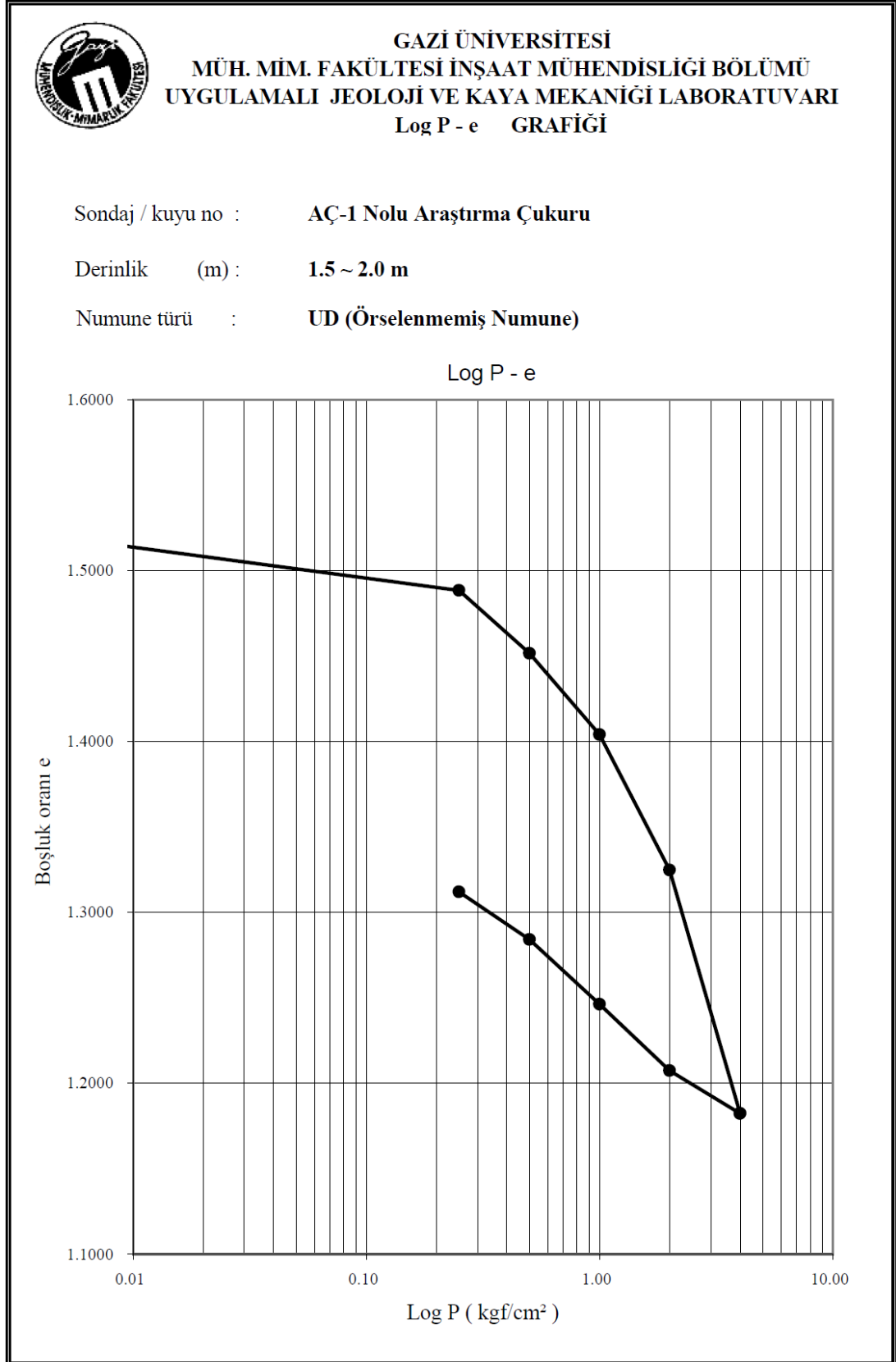
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	6.94	0.1940	8.0
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	4.731	169

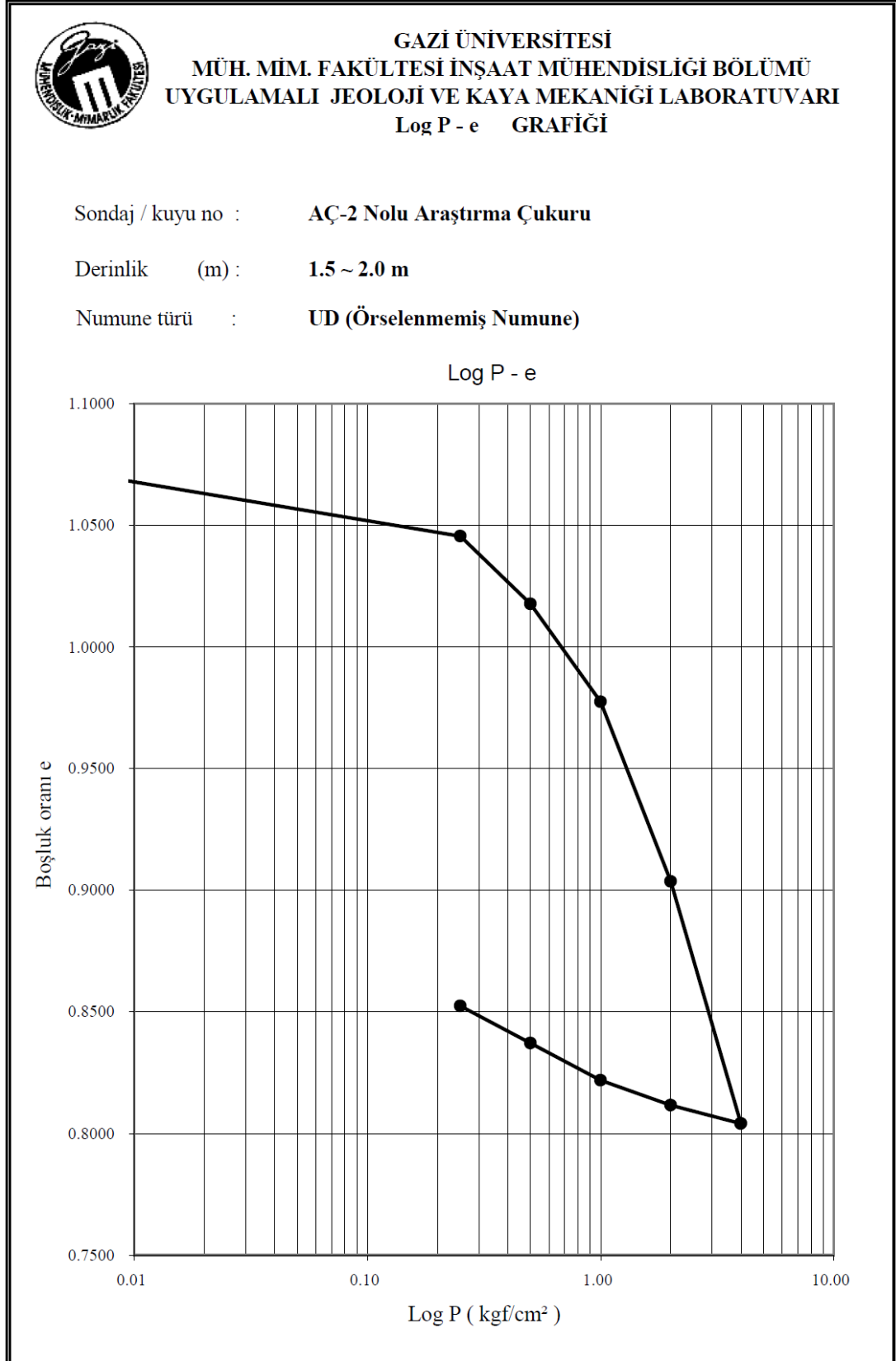
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-2)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :	AÇ-2 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	206.43			
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	172.89			
Numune türü :	UD (Örselenmemiş Numune)			Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.50			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	83.38			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.458	2Ho	1.1796			
Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/h _o)	Boşluk Yüksekliği h _b (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4580	0.0000	1.2784	1.0838					
0.2500	0.0450	0.0450	2.4130	0.0183	1.2334	1.0456	0.0381	0.2490	0.1532	0.0735	13.6009
0.5000	0.0780	0.0330	2.3800	0.0317	1.2004	1.0177	0.0280	0.2500	0.1119	0.0547	18.2803
1.0000	0.1255	0.0475	2.3325	0.0511	1.1529	0.9774	0.0403	0.5000	0.0805	0.0399	25.0526
2.0000	0.2125	0.0870	2.2455	0.0865	1.0659	0.9036	0.0738	1.0000	0.0738	0.0373	26.8103
4.0000	0.3300	0.1175	2.1280	0.1343	0.9484	0.8040	0.0996	2.0000	0.0498	0.0262	38.2213
2.0000	0.3210	-0.0090	2.1370	0.1306	0.9574	0.8117					
1.0000	0.3090	-0.0120	2.1490	0.1257	0.9694	0.8218					
0.5000	0.2910	-0.0180	2.1670	0.1184	0.9874	0.8371					
0.2500	0.2730	-0.0180	2.1850	0.1111	1.0054	0.8523					
0.0010											
SİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						SİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.38	0.0380	1.6		0.476	0.263	11			
Büyük İbre:	0.00										

EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-2)



EK-5 Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	224.53
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	196.29
Nunume türü :	UD (Örselenmemiş Numune)	Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.64
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	106.78
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.503	2Ho	1.4305

Uygulanan Basıncı (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/h ₀)	Boşluk Yüksekliği h _b (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basıncı Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı a _v (cm ² /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v (cm ³ /kgf)	Es 1/M _v (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5030	0.0000	1.0725	0.7497					
0.2500	0.0430	0.0430	2.4600	0.0172	1.0295	0.7197	0.0301	0.2490	0.1207	0.0690	14.4941
0.5000	0.0680	0.0250	2.4350	0.0272	1.0045	0.7022	0.0175	0.2500	0.0699	0.0407	24.6000
1.0000	0.1070	0.0390	2.3960	0.0427	0.9655	0.6749	0.0273	0.5000	0.0545	0.0320	31.2179
2.0000	0.1580	0.0510	2.3450	0.0631	0.9145	0.6393	0.0357	1.0000	0.0357	0.0213	46.9804
4.0000	0.2340	0.0760	2.2690	0.0935	0.8385	0.5861	0.0531	2.0000	0.0266	0.0162	61.7105
2.0000	0.2210	-0.0130	2.2820	0.0883	0.8515	0.5952					
1.0000	0.2020	-0.0190	2.3010	0.0807	0.8705	0.6085					
0.5000	0.1780	-0.0240	2.3250	0.0711	0.8945	0.6253					
0.2500	0.1580	-0.0200	2.3450	0.0631	0.9145	0.6393					
0.0010											

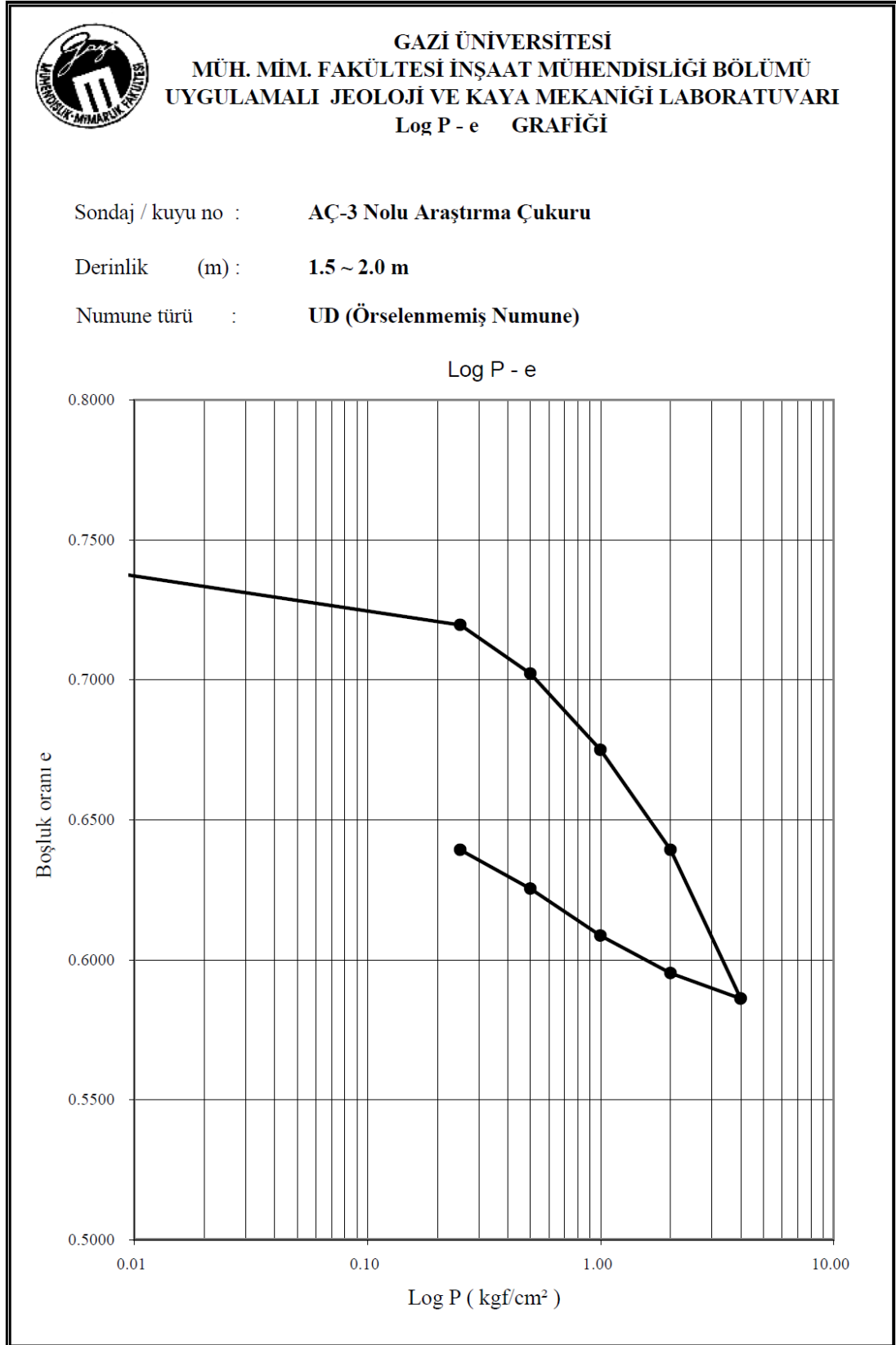
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.83	0.0830	3.4
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	1.790	65

EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-5 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	227.36			
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	197.31			
				Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgöl ağırlık	2.71			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	105.63			
Numune türü :		UD (Örselenmemiş Numune)		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.441	2Ho	1.3786			
Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/ho)	Boşluk Yüksekliği hb (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4410	0.0000	1.0624	0.7707					
0.2500	0.0150	0.0150	2.4260	0.0061	1.0474	0.7598	0.0109	0.2490	0.0437	0.0247	40.5206
0.5000	0.0380	0.0230	2.4030	0.0156	1.0244	0.7431	0.0167	0.2500	0.0667	0.0379	26.3696
1.0000	0.0730	0.0350	2.3680	0.0299	0.9894	0.7177	0.0254	0.5000	0.0508	0.0291	34.3286
2.0000	0.1400	0.0670	2.3010	0.0574	0.9224	0.6691	0.0486	1.0000	0.0486	0.0283	35.3433
4.0000	0.2210	0.0810	2.2200	0.0905	0.8414	0.6104	0.0588	2.0000	0.0294	0.0176	56.8148
2.0000	0.2110	-0.0100	2.2300	0.0864	0.8514	0.6176					
1.0000	0.1980	-0.0130	2.2430	0.0811	0.8644	0.6271					
0.5000	0.1830	-0.0150	2.2580	0.0750	0.8794	0.6379					
0.2500	0.1690	-0.0140	2.2720	0.0692	0.8934	0.6481					
0.0010											
SİSME YÜZDESİ TAYİNİ						SİSME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.11	0.0110	0.5		0.487	0.107	6			
Büyük İbre:	0.00										

EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-5)

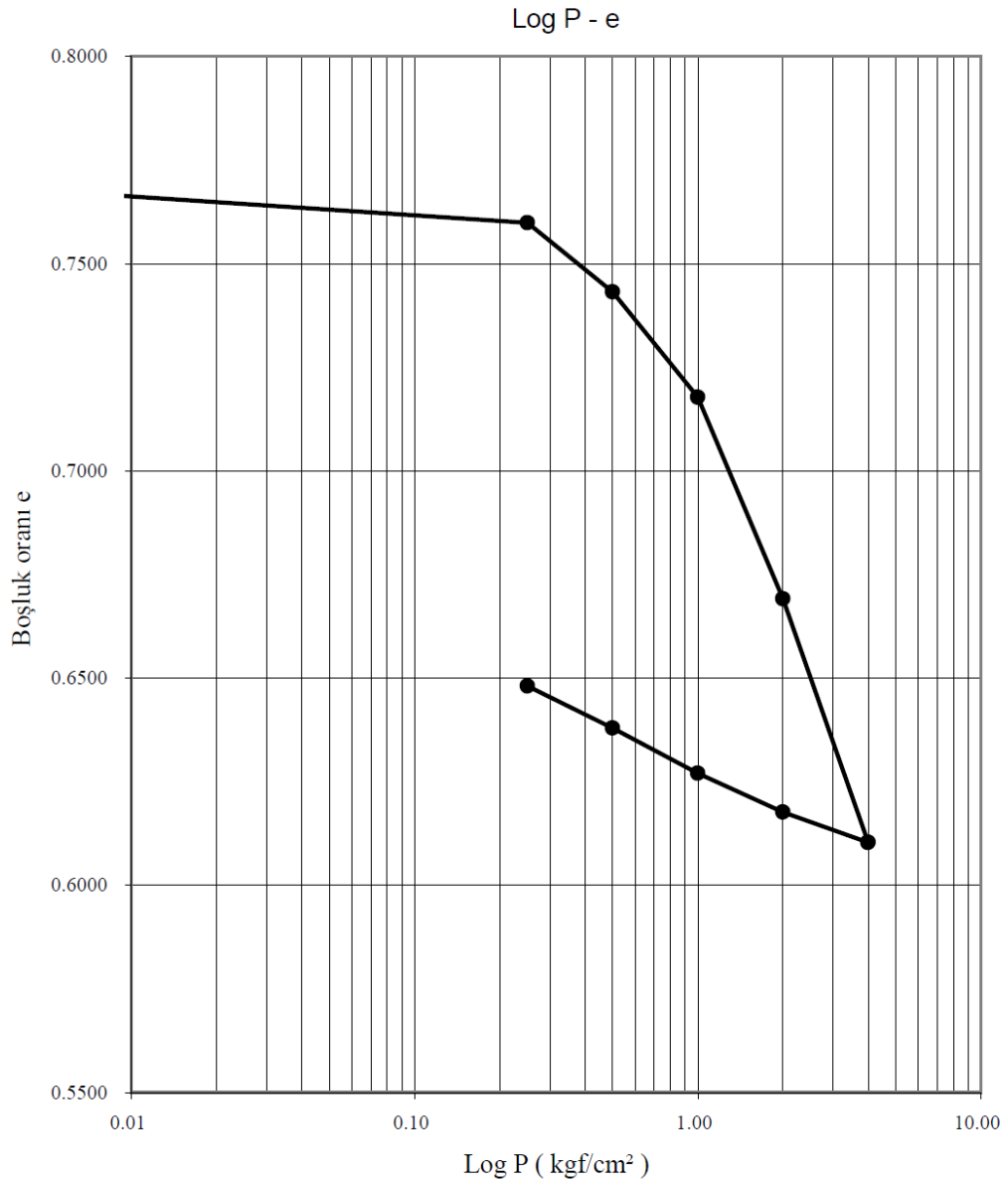


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI
Log P - e GRAFİĞİ

Sondaj / kuyu no : AÇ-5 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m) : 1.5 ~ 2.0 m

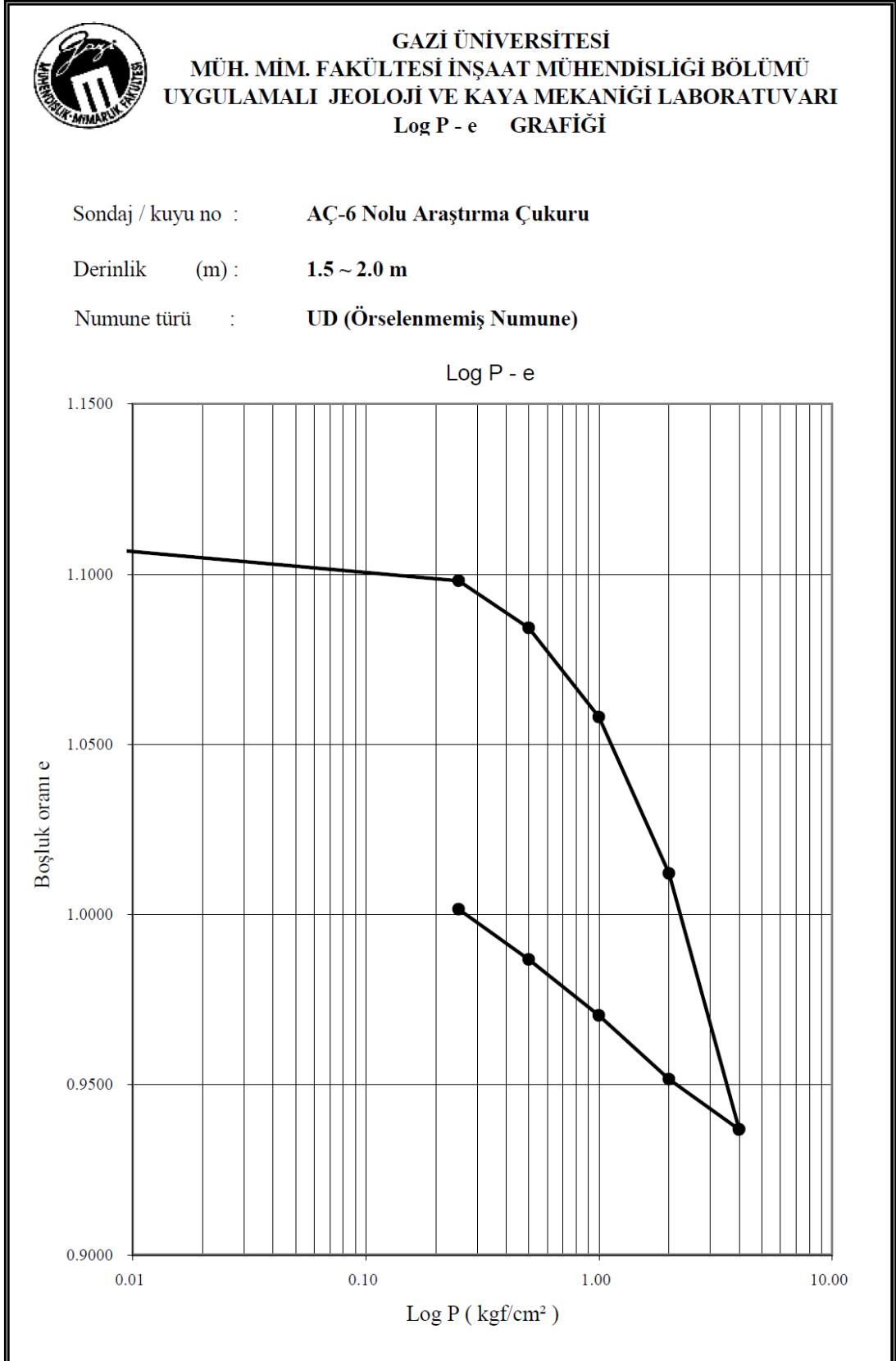
Numune türü : UD (Örselenmemiş Numune)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-6)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :	AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	214.55			
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	183.94			
Nunume türü :	UD (Örselenmemiş Numune)			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.67			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	92.26			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.582	2Ho	1.2221			
Uygulanan Basıncı (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/h ₀)	Boşluk Yüksekliği h _b (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basıncı Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ² /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5820	0.0000	1.3599	1.1127					
0.2500	0.0180	0.0180	2.5640	0.0070	1.3419	1.0980	0.0147	0.2490	0.0592	0.0280	35.7177
0.5000	0.0350	0.0170	2.5470	0.0136	1.3249	1.0841	0.0139	0.2500	0.0556	0.0265	37.7059
1.0000	0.0670	0.0320	2.5150	0.0259	1.2929	1.0579	0.0262	0.5000	0.0524	0.0251	39.7969
2.0000	0.1230	0.0560	2.4590	0.0476	1.2369	1.0121	0.0458	1.0000	0.0458	0.0223	44.9107
4.0000	0.2150	0.0920	2.3670	0.0833	1.1449	0.9368	0.0753	2.0000	0.0376	0.0187	53.4565
2.0000	0.1970	-0.0180	2.3850	0.0763	1.1629	0.9515					
1.0000	0.1740	-0.0230	2.4080	0.0674	1.1859	0.9704					
0.5000	0.1540	-0.0200	2.4280	0.0596	1.2059	0.9867					
0.2500	0.1360	-0.0180	2.4460	0.0527	1.2239	1.0015					
0.0010											
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u>						<u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u>					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	6.52	0.1520	6.3		0.487	6.822	243			
Büyük İbre:	0.00										

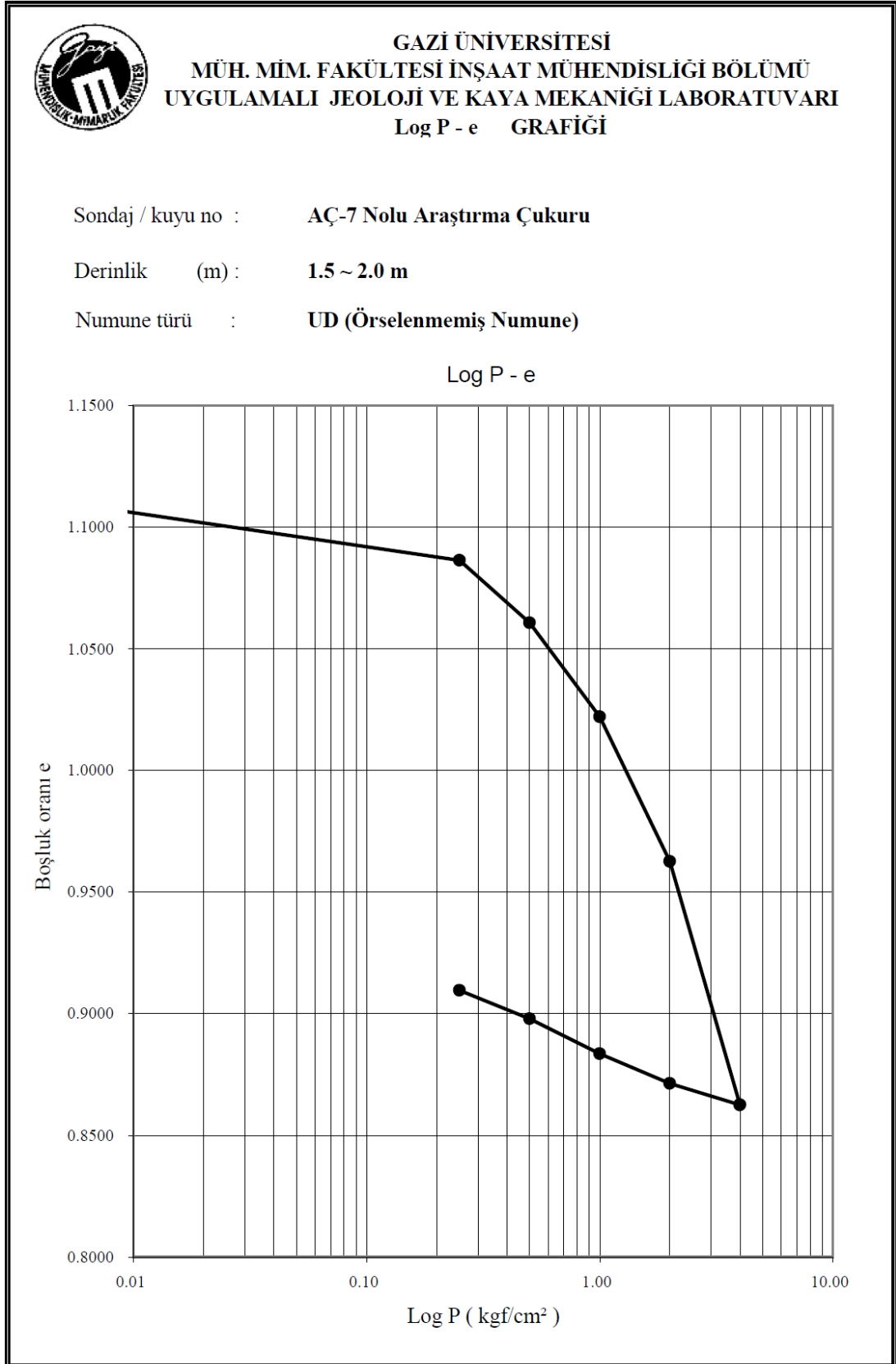
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.09			
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	180.37			
				Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.64			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	88.69			
Numune türü :		UD (Örselenmemiş Numune)		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.519	2Ho	1.1882			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği lb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5190	0.0000	1.3308	1.1201					
0.2500	0.0400	0.0400	2.4790	0.0159	1.2908	1.0864	0.0337	0.2490	0.1352	0.0638	15.6808
0.5000	0.0705	0.0305	2.4485	0.0280	1.2603	1.0607	0.0257	0.2500	0.1027	0.0492	20.3197
1.0000	0.1165	0.0460	2.4025	0.0462	1.2143	1.0220	0.0387	0.5000	0.0774	0.0376	26.6141
2.0000	0.1870	0.0705	2.3320	0.0742	1.1438	0.9627	0.0593	1.0000	0.0593	0.0293	34.0780
4.0000	0.3060	0.1190	2.2130	0.1215	1.0248	0.8625	0.1002	2.0000	0.0501	0.0255	39.1933
2.0000	0.2955	-0.0105	2.2235	0.1173	1.0353	0.8714					
1.0000	0.2810	-0.0145	2.2380	0.1116	1.0498	0.8836					
0.5000	0.2640	-0.0170	2.2550	0.1048	1.0668	0.8979					
0.2500	0.2500	-0.0140	2.2690	0.0992	1.0808	0.9097					
0.0010											
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u>						<u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u>					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.89	0.0890	3.7		0.487	1.846	67			
Büyük İbre:	0.00										

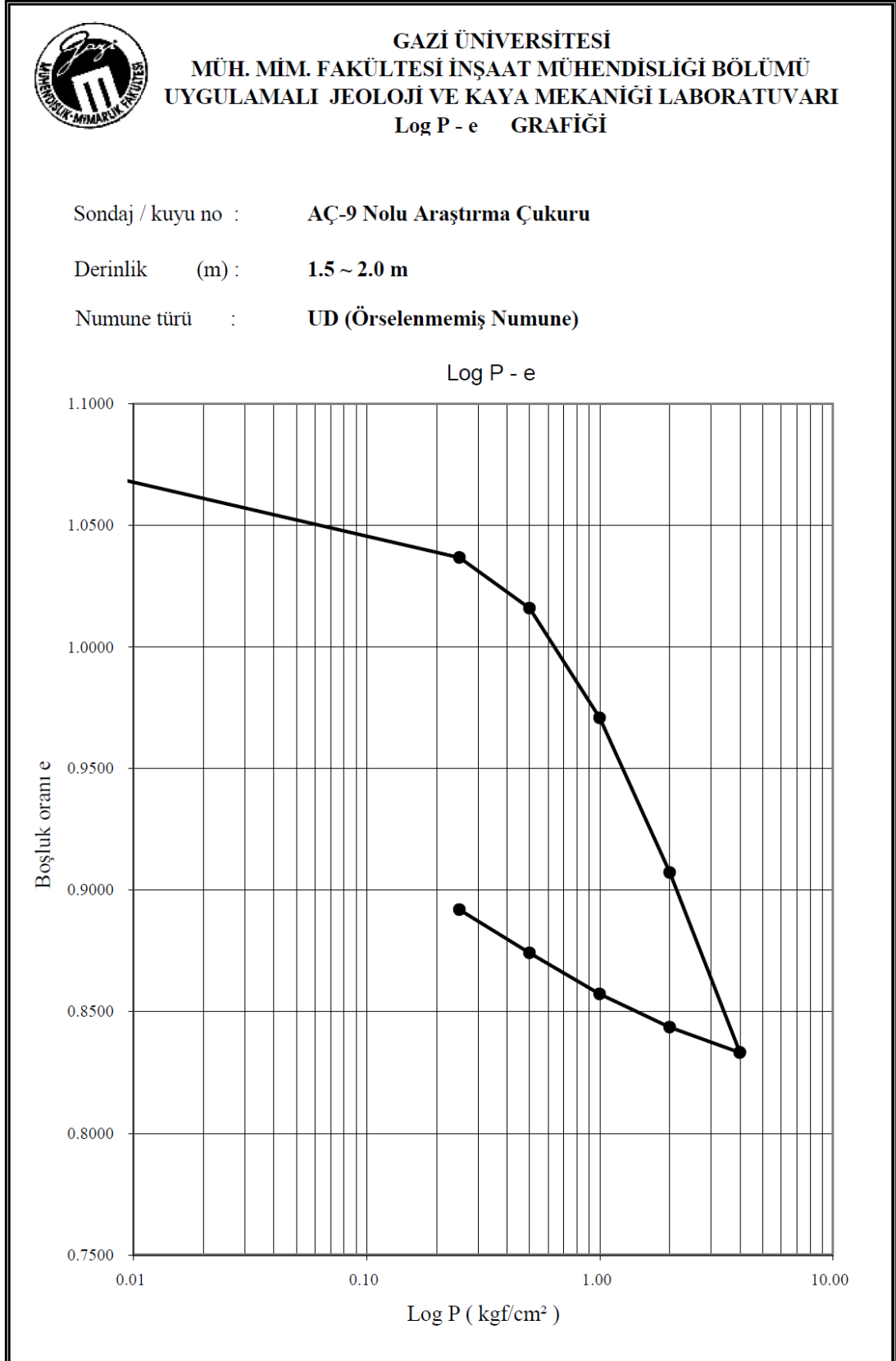
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :	AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	217.43			
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	187.56			
Numune türü :	UD (Örselenmemiş Numune)			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.73			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.88			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.596	2Ho	1.2421			
Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/ho)	Boşluk Yüksekliği hb (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5960	0.0000	1.3539	1.0899					
0.2500	0.0660	0.0660	2.5300	0.0254	1.2879	1.0368	0.0531	0.2490	0.2134	0.1021	9.7940
0.5000	0.0920	0.0260	2.5040	0.0354	1.2619	1.0159	0.0209	0.2500	0.0837	0.0411	24.3269
1.0000	0.1480	0.0560	2.4480	0.0570	1.2059	0.9708	0.0451	0.5000	0.0902	0.0447	22.3571
2.0000	0.2270	0.0790	2.3690	0.0874	1.1269	0.9072	0.0636	1.0000	0.0636	0.0323	30.9873
4.0000	0.3190	0.0920	2.2770	0.1229	1.0349	0.8331	0.0741	2.0000	0.0370	0.0194	51.5000
2.0000	0.3060	-0.0130	2.2900	0.1179	1.0479	0.8436					
1.0000	0.2890	-0.0170	2.3070	0.1113	1.0649	0.8573					
0.5000	0.2680	-0.0210	2.3280	0.1032	1.0859	0.8742					
0.2500	0.2460	-0.0220	2.3500	0.0948	1.1079	0.8919					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5					0.487	3.090	111			
Büyük İbre:	0.00	6.66	0.1660	6.8							

EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9)



EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-10)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :	AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	224.12																							
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	187.88																							
Nunume türü :	UD (Örselenmemiş Numune)				Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgöl ağırlık	2.79																							
					Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.30																							
					Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.659	2H ₀	1.2081																							
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.6590	0.0000	1.4509	1.2010																										
0.2500	0.0860	0.0860	2.5730	0.0323	1.3649	1.1298	0.0712	0.2490	0.2859	0.1299	7.6987																					
0.5000	0.1090	0.0230	2.5500	0.0410	1.3419	1.1108	0.0190	0.2500	0.0762	0.0358	27.9674																					
1.0000	0.1520	0.0430	2.5070	0.0572	1.2989	1.0752	0.0356	0.5000	0.0712	0.0337	29.6512																					
2.0000	0.2150	0.0630	2.4440	0.0809	1.2359	1.0230	0.0521	1.0000	0.0521	0.0251	39.7937																					
4.0000	0.3000	0.0850	2.3590	0.1128	1.1509	0.9527	0.0704	2.0000	0.0352	0.0174	57.5059																					
2.0000	0.2790	-0.0210	2.3800	0.1049	1.1719	0.9701																										
1.0000	0.2600	-0.0190	2.3990	0.0978	1.1909	0.9858																										
0.5000	0.2430	-0.0170	2.4160	0.0914	1.2079	0.9999																										
0.2500	0.2230	-0.0200	2.4360	0.0839	1.2279	1.0164																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u> <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>6.99</td><td>0.1990</td><td>8.1</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u> <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>4.697</td><td>168</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	6.99	0.1990	8.1	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	4.697	168
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	6.99	0.1990	8.1																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	4.697	168																														

EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10)

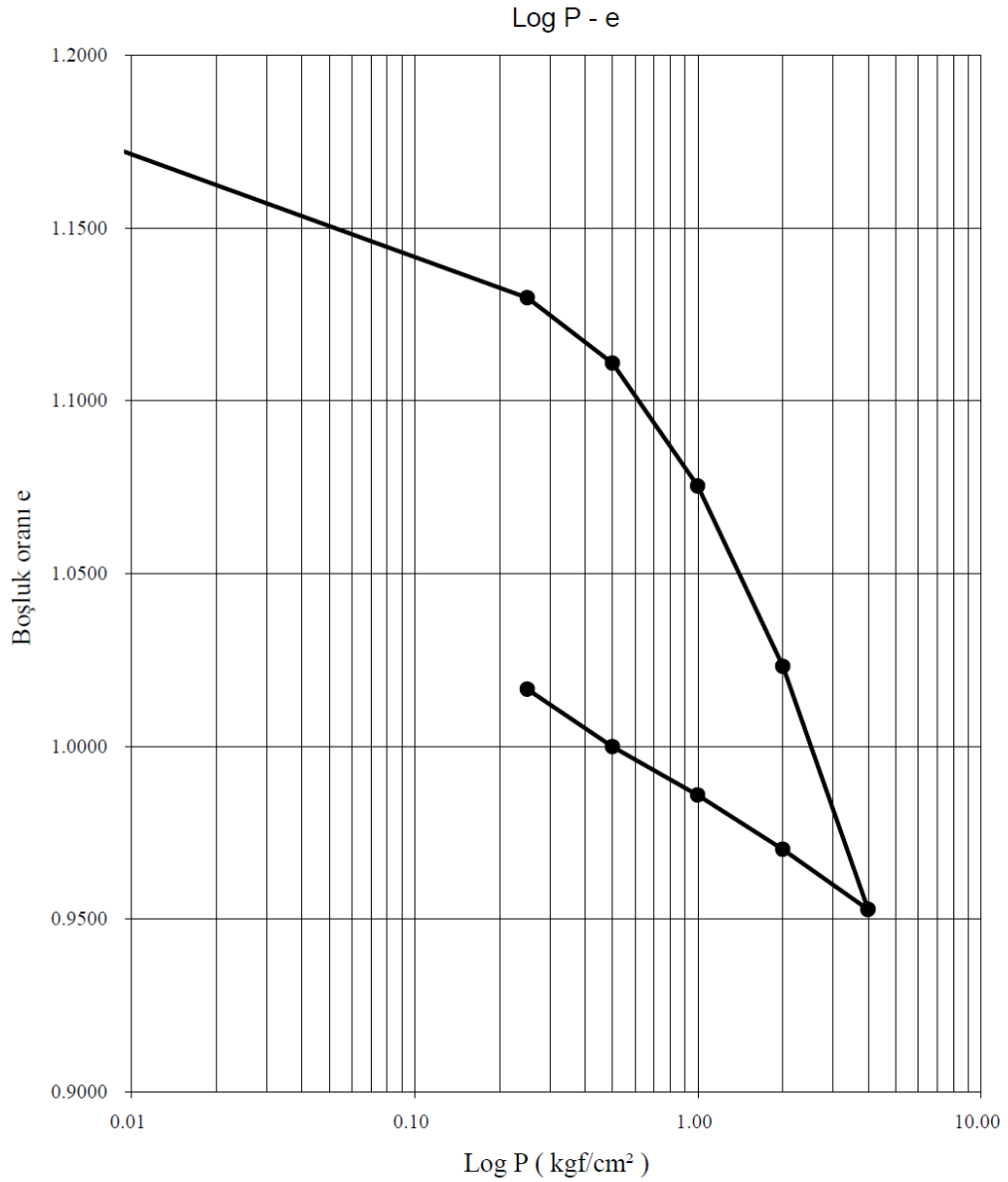


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI
Log P - e GRAFİĞİ

Sondaj / kuyu no : AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m) : 1.5 ~ 2.0 m

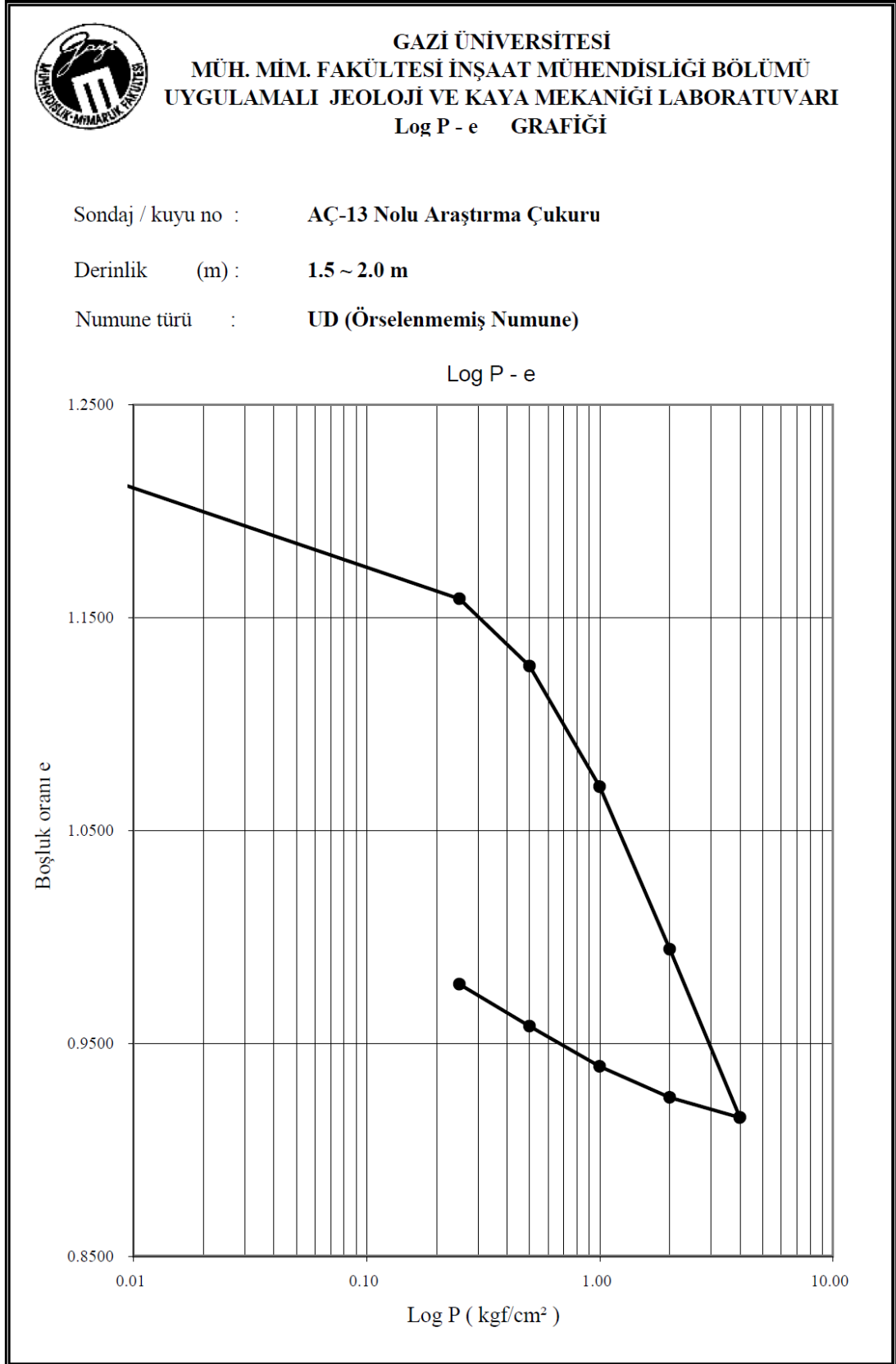
Numune türü : UD (Örselenmemiş Numune)



EK-5 (Devam)Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-13)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																											
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																											
Sondaj / kuyu no :	AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	213.18																																		
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	179.43																																		
Nunume türü :	UD (Örselenmemiş Numune)				Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.73																																		
					Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	89.92																																		
					Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.619	2Ho	1.1649																																		
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																																
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																																
0.0010	0.0000		2.6190	0.0000	1.4541	1.2482																																					
0.2500	0.1040	0.1040	2.5150	0.0397	1.3501	1.1589	0.0893	0.2490	0.3585	0.1595	6.2705																																
0.5000	0.1410	0.0370	2.4780	0.0538	1.3131	1.1272	0.0318	0.2500	0.1270	0.0588	16.9932																																
1.0000	0.2070	0.0660	2.4120	0.0790	1.2471	1.0705	0.0567	0.5000	0.1133	0.0533	18.7727																																
2.0000	0.2960	0.0890	2.3230	0.1130	1.1581	0.9941	0.0764	1.0000	0.0764	0.0369	27.1011																																
4.0000	0.3880	0.0920	2.2310	0.1481	1.0661	0.9151	0.0790	2.0000	0.0395	0.0198	50.5000																																
2.0000	0.3770	-0.0110	2.2420	0.1439	1.0771	0.9246																																					
1.0000	0.3600	-0.0170	2.2590	0.1375	1.0941	0.9392																																					
0.5000	0.3380	-0.0220	2.2810	0.1291	1.1161	0.9581																																					
0.2500	0.3150	-0.0230	2.3040	0.1203	1.1391	0.9778																																					
0.0010																																											
<table><tr><th colspan="5">ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</th><th colspan="3">ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</th></tr><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>6.99</td><td>0.1990</td><td>8.2</td><td>0.476</td><td>2.525</td><td>91</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>												ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ					ŞİŞME BASINCI TAYİNİ			Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	Küçük İbre:	5	6.99	0.1990	8.2	0.476	2.525	91	Büyük İbre:	0.00						
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ					ŞİŞME BASINCI TAYİNİ																																						
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																																				
Küçük İbre:	5	6.99	0.1990	8.2	0.476	2.525	91																																				
Büyük İbre:	0.00																																										

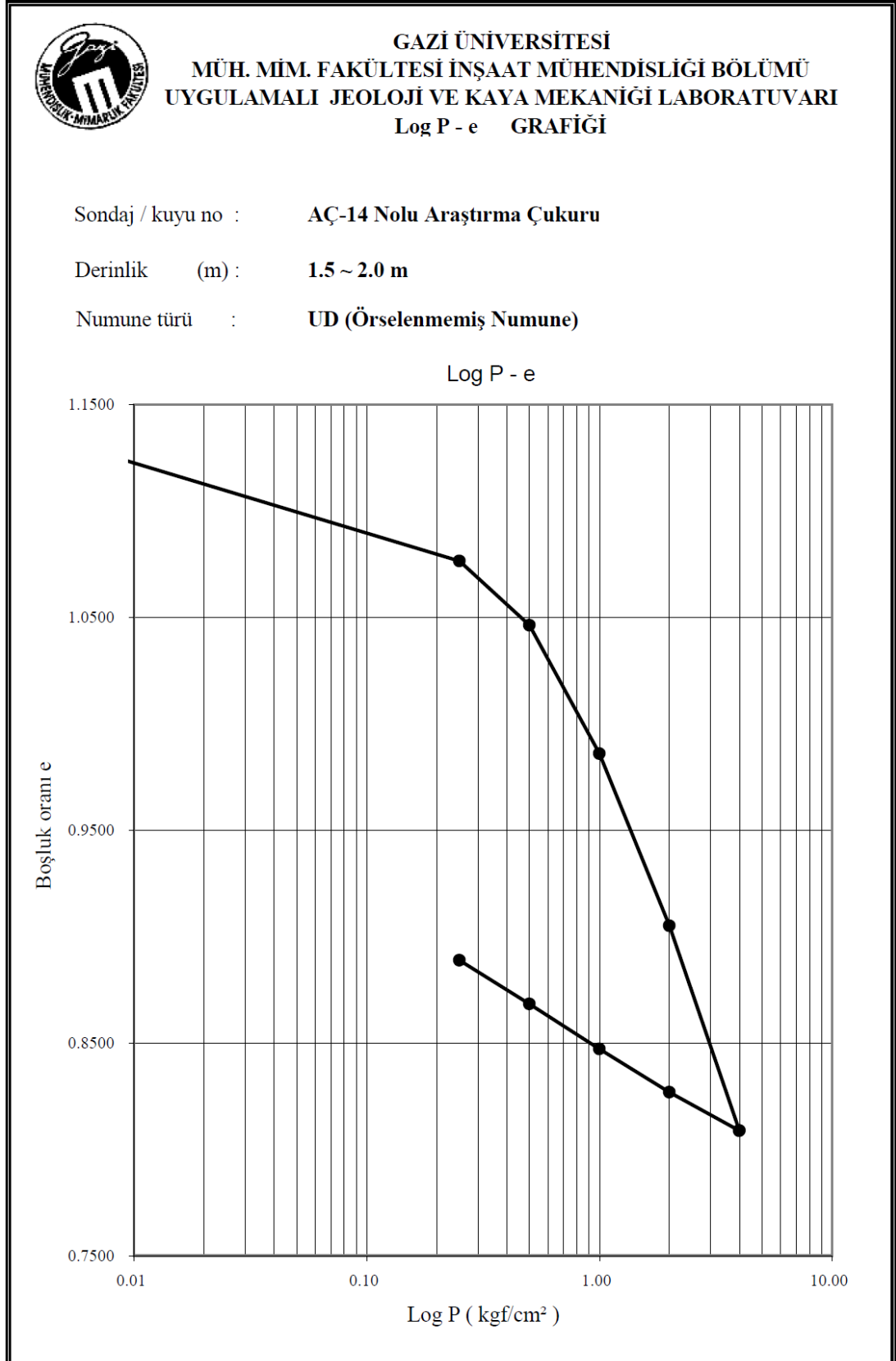
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13)



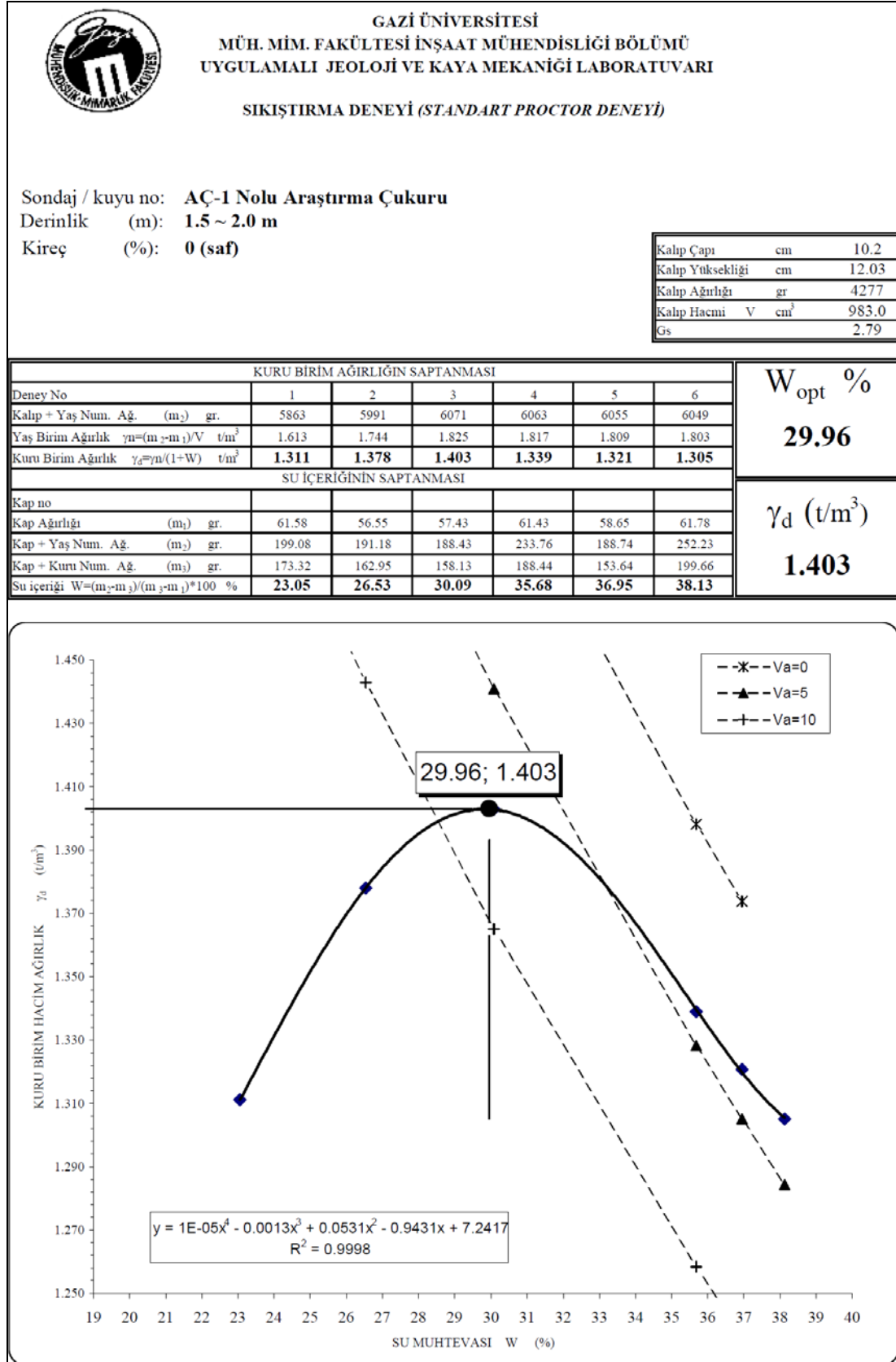
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüzdesi, şişme basıncı deney sonuç dataları (AÇ-14)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	210.23			
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	179.96			
				Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.61			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	90.45			
Numune türü :		UD (Örselenmemiş Numune)		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.642	2Ho	1.2257			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000	0.0970	2.6420	0.0000	1.4163	1.1555	0.0791	0.2490	0.3178	0.1474	6.7820
0.2500	0.0970	0.0370	2.5450	0.0367	1.3193	1.0764	0.0302	0.2500	0.1207	0.0582	17.1959
0.5000	0.1340	0.0740	2.5080	0.0507	1.2823	1.0462	0.0604	0.5000	0.1207	0.0590	16.9459
1.0000	0.2080	0.0990	2.4340	0.0787	1.2083	0.9858	0.0808	1.0000	0.0808	0.0407	24.5859
2.0000	0.3070	0.1180	2.3350	0.1162	1.1093	0.9051	0.0963	2.0000	0.0481	0.0253	39.5763
4.0000	0.4250	-0.0220	2.2170	0.1609	0.9913	0.8088					
2.0000	0.4030	-0.0250	2.2390	0.1525	1.0133	0.8267					
1.0000	0.3780	-0.0260	2.2640	0.1431	1.0383	0.8471					
0.5000	0.3520	-0.0250	2.2900	0.1332	1.0643	0.8684					
0.2500	0.3270		2.3150	0.1238	1.0893	0.8888					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	7.22	0.2220	9.2		0.476	3.006	108			
Büyük İbre:	0.00										

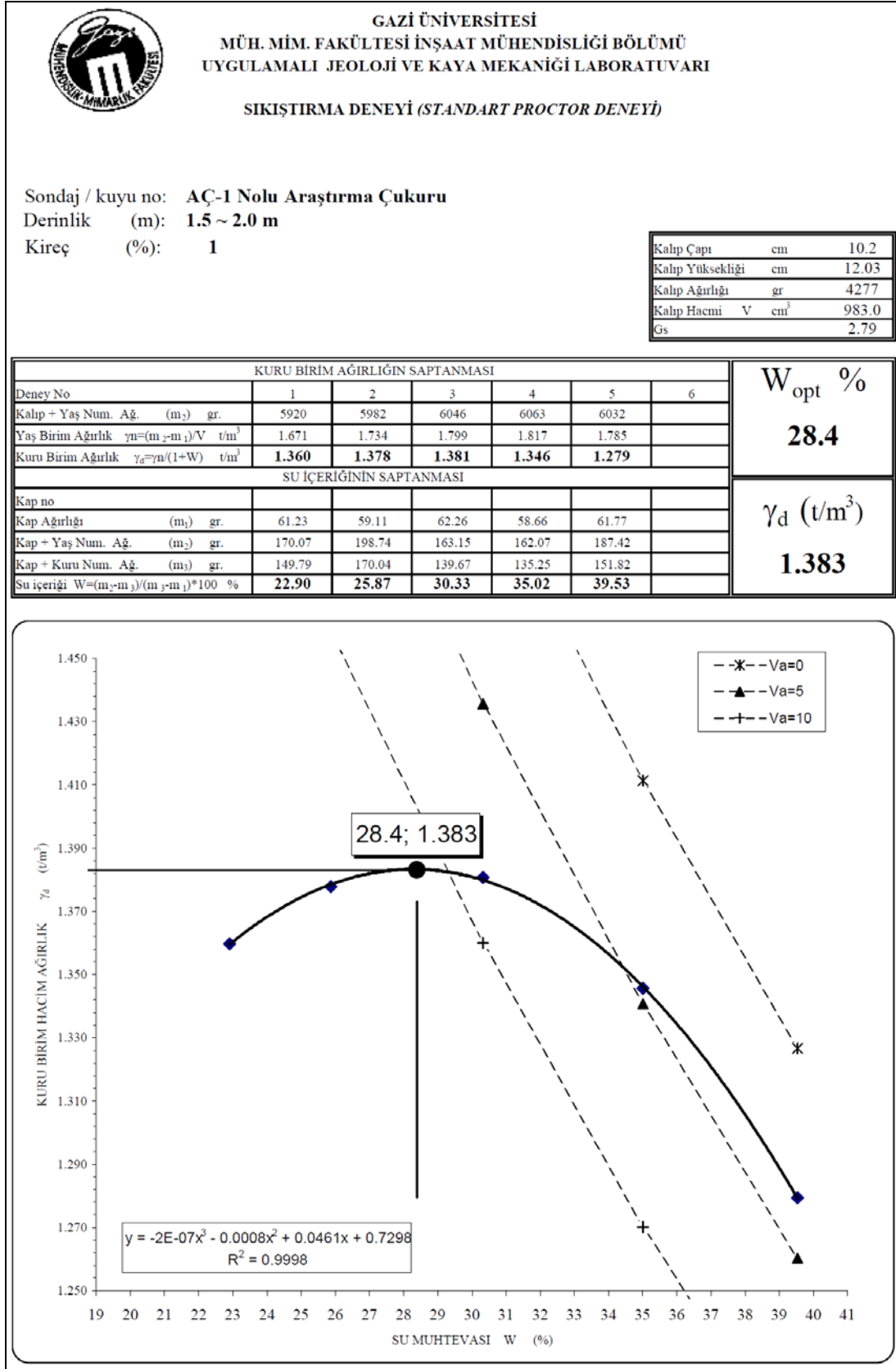
EK-5 (Devam) Örselenmemiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14)



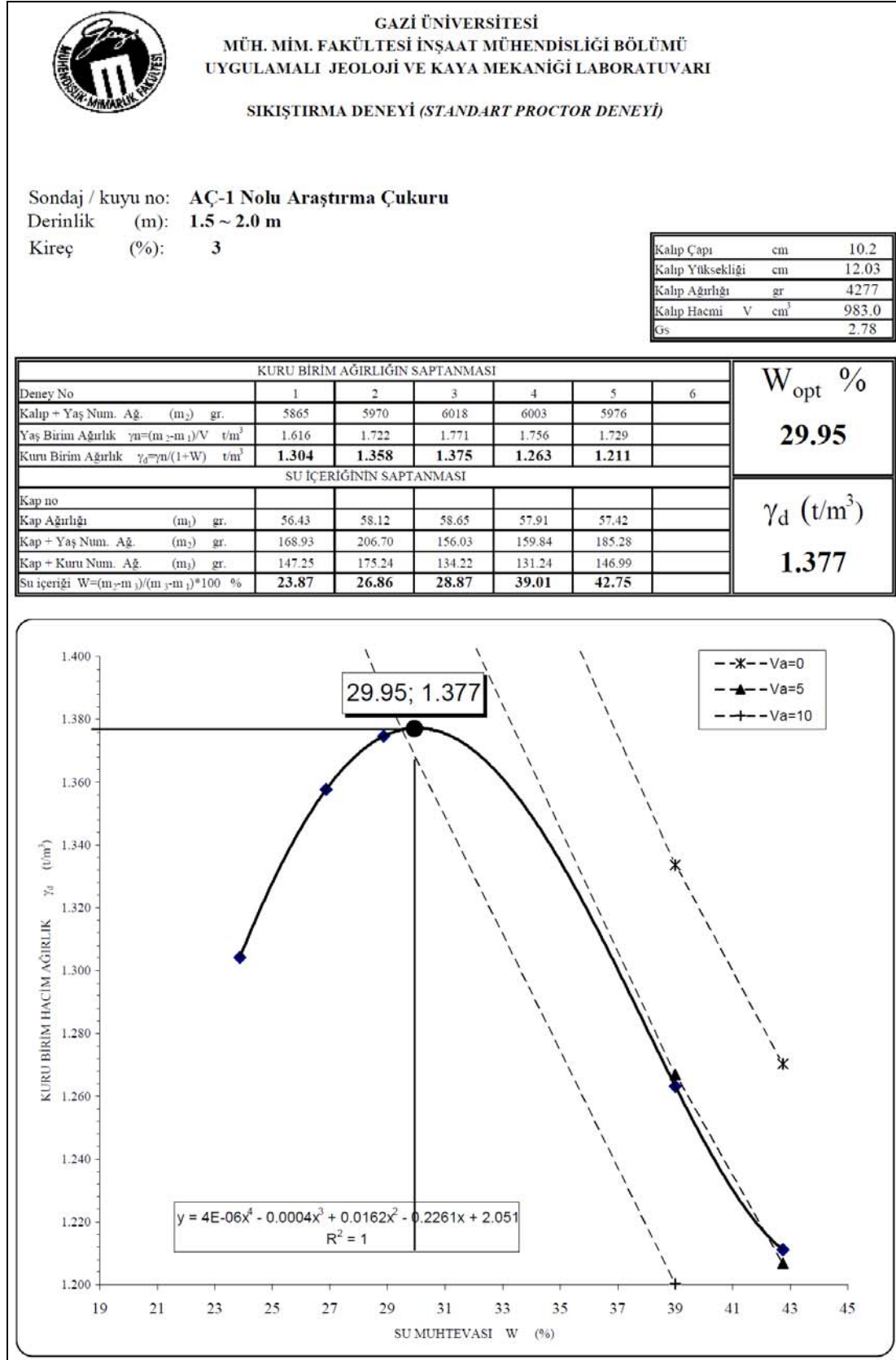
EK-6 Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %0)



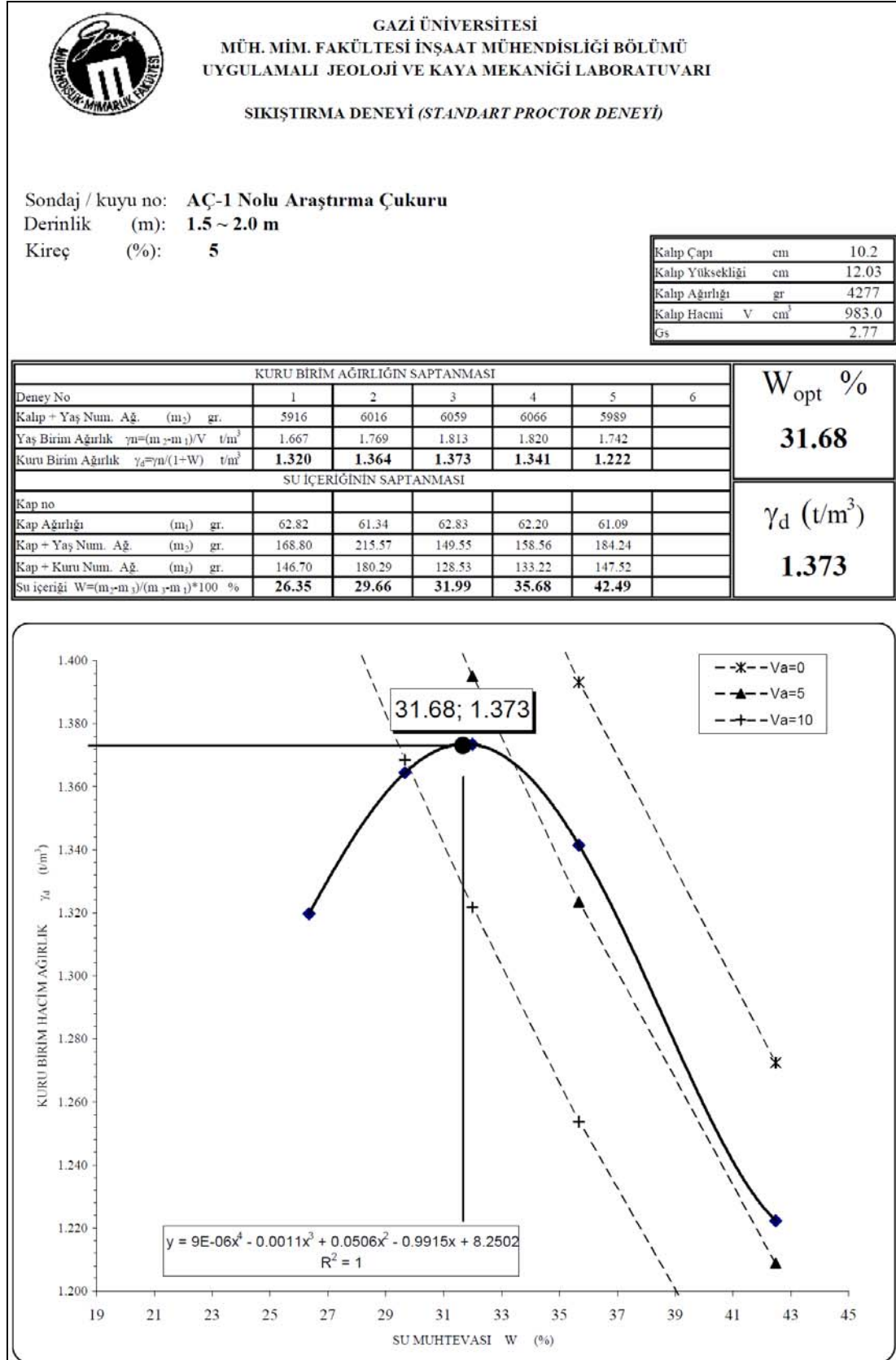
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %1)



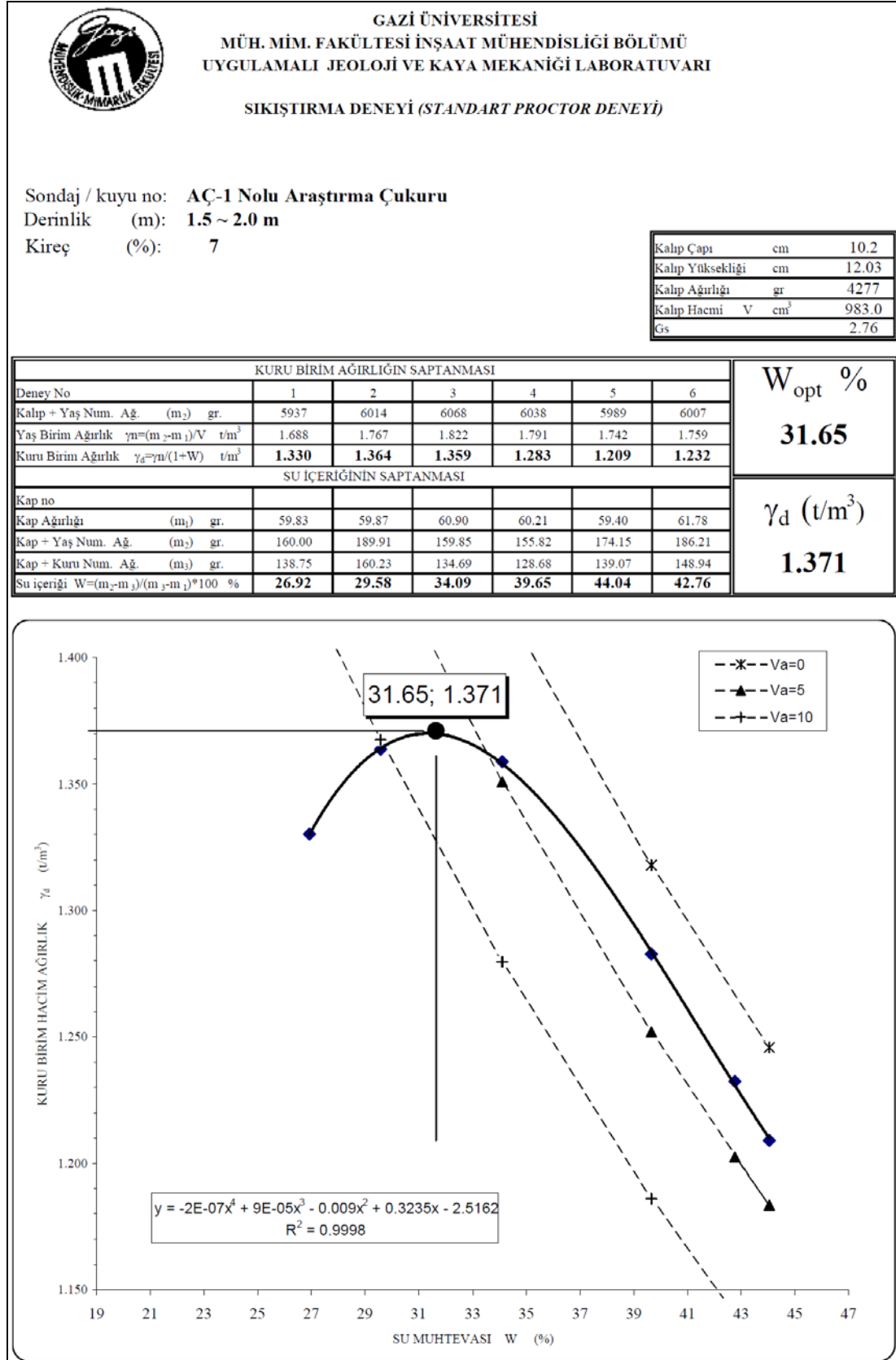
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %3)



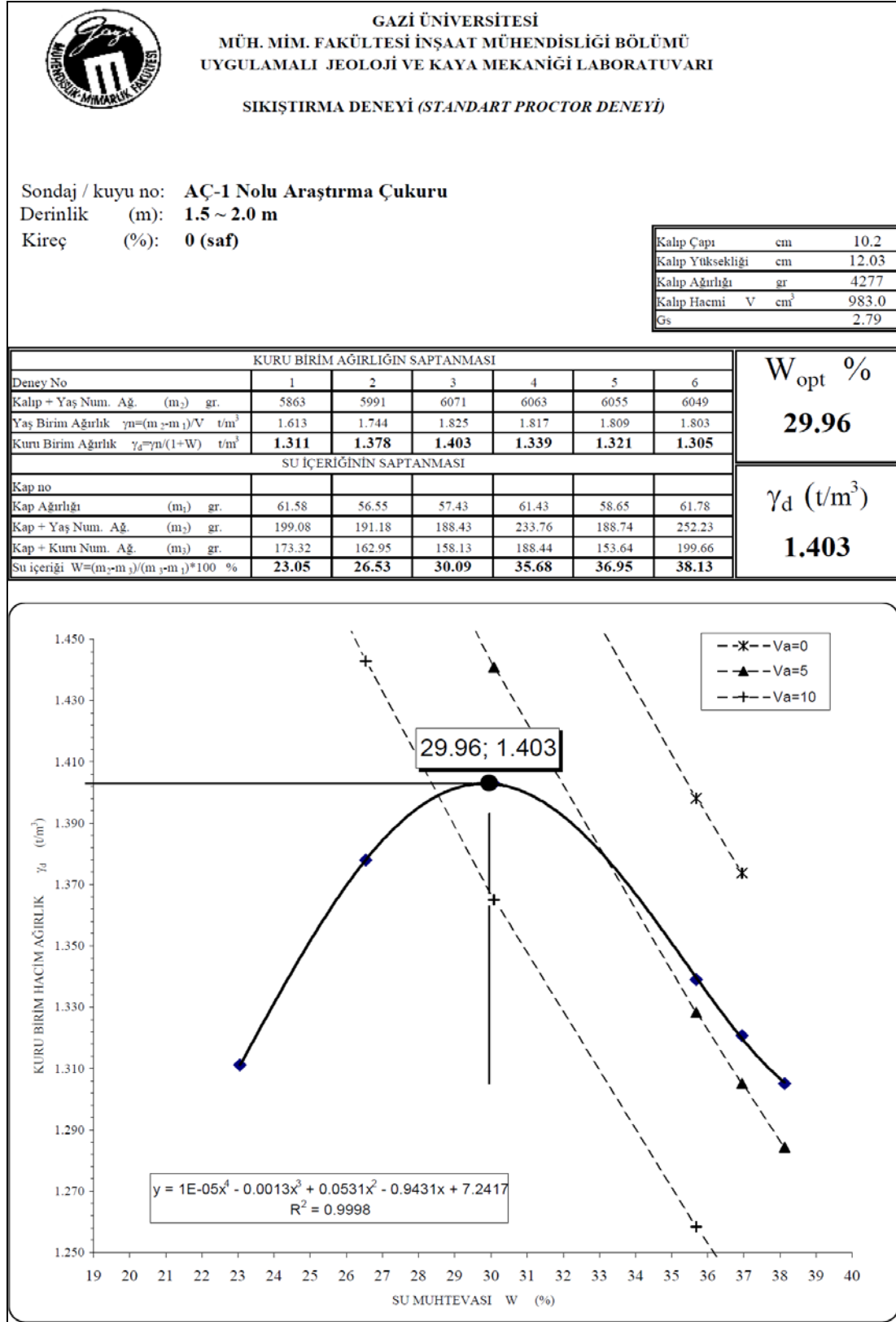
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %5)



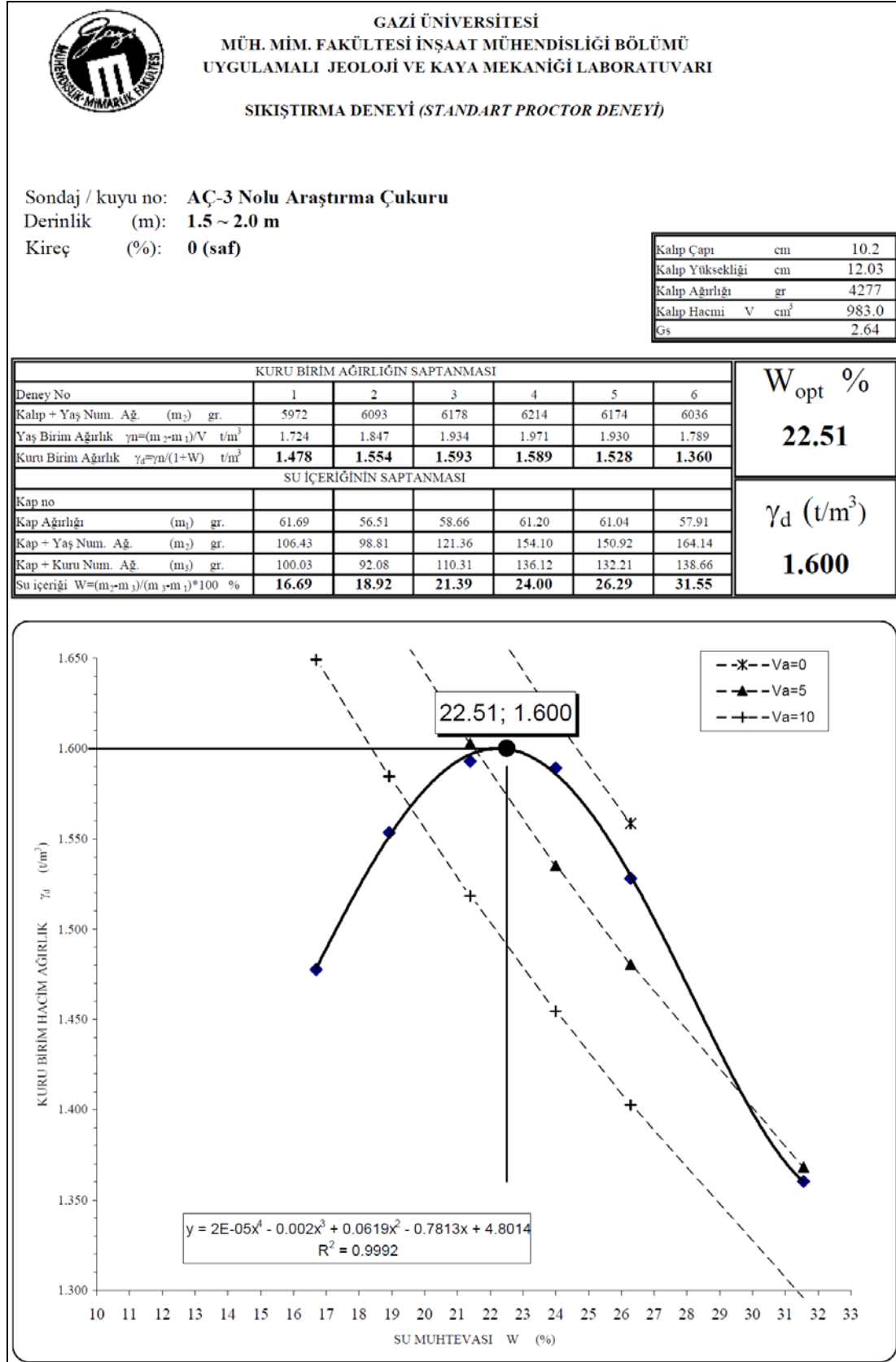
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %7)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-1, Kireç= %9)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %0)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %1)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

SİKİŞTİRMA DENEYİ (STANDART PROCTOR DENEYİ)

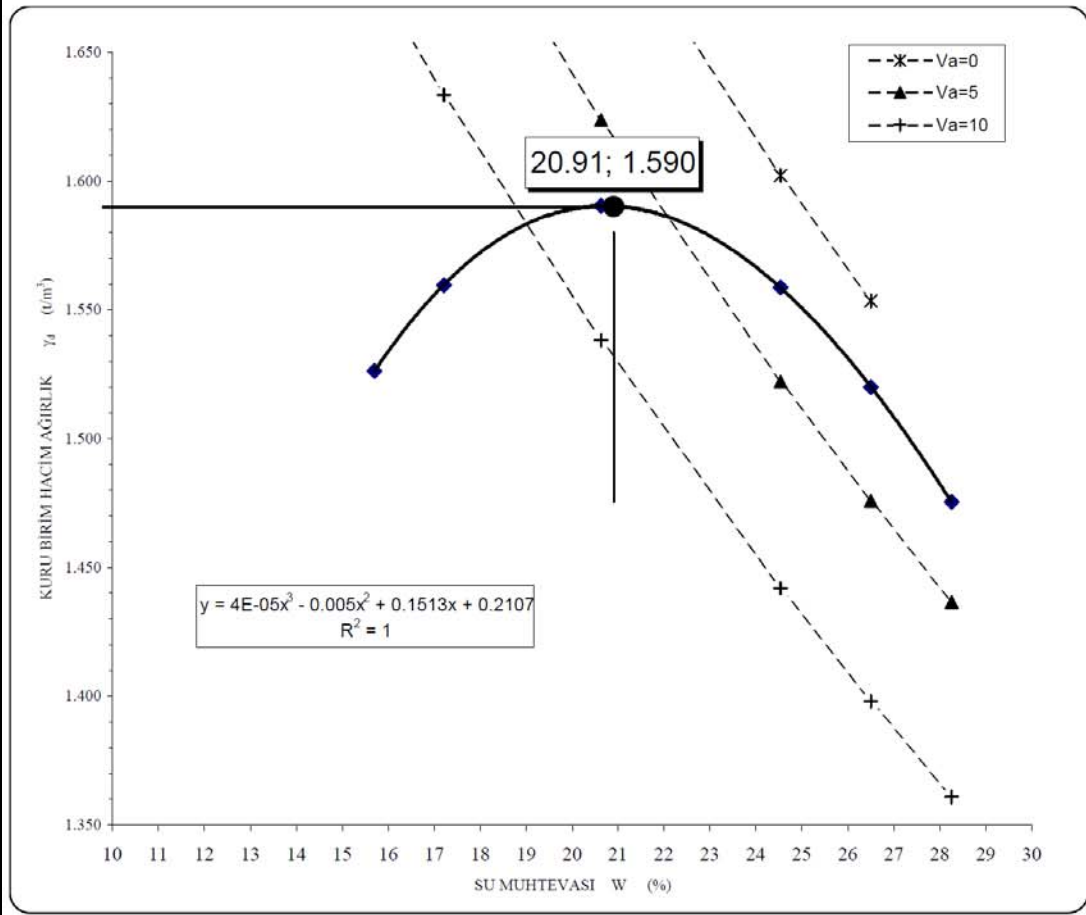
Sondaj / kuyu no: AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m

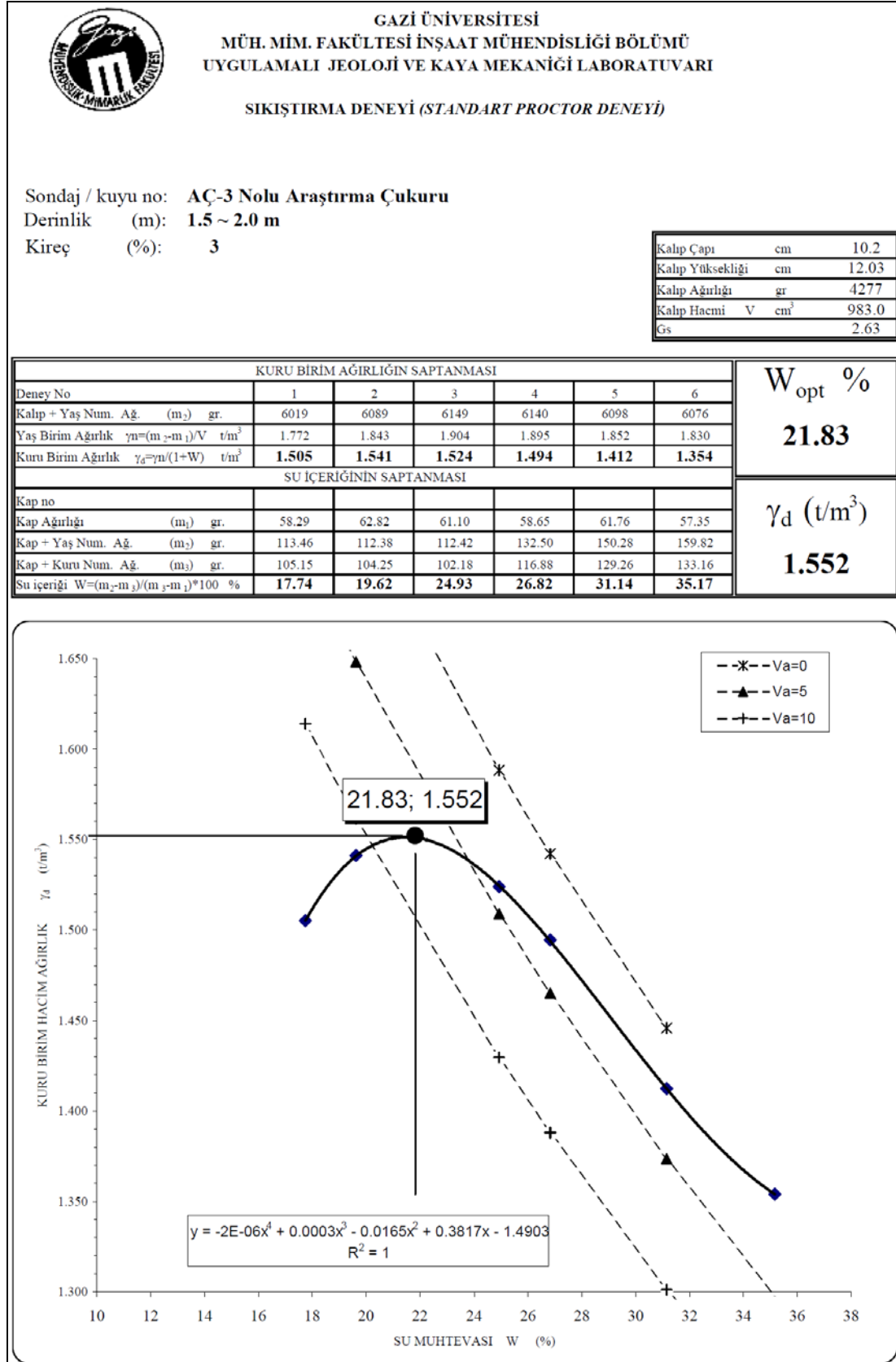
Kireç (%): 1

Kalıp Çapı	cm	10.2
Kalıp Yüksekliği	cm	12.03
Kalıp Ağırlığı	gr	4277
Kalıp Hacmi	V cm ³	983.0
G _s		2.64

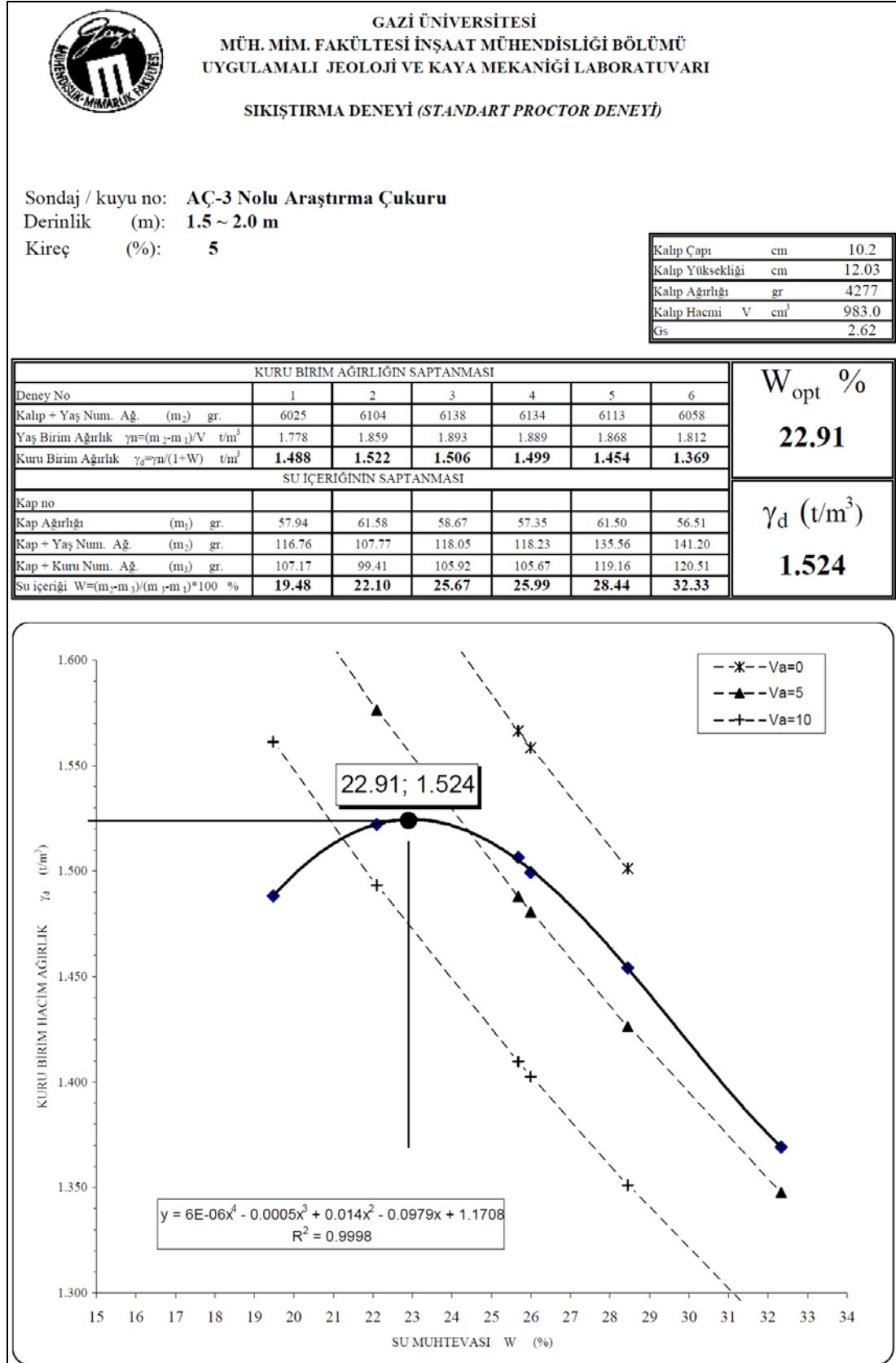
KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							W _{opt} %	
Deney No	1	2	3	4	5	6		
Kalıp + Yaş Num. Ağı. (m ₂) gr.	6013	6074	6163	6185	6167	6137		
Yaş Birim Ağırlık $\gamma_n=(m_2-m_1)/V$ t/m ³	1.766	1.828	1.919	1.941	1.923	1.892		
Kuru Birim Ağırlık $\gamma_d=\gamma_n/(1+W)$ t/m ³	1.526	1.560	1.591	1.559	1.520	1.475	20.91	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI								
Kap no								γ_d (t/m ³)
Kap Ağırlığı (m ₁) gr.	58.64	62.82	61.10	58.31	58.65	61.76		
Kap + Yaş Num. Ağı. (m ₂) gr.	110.07	116.81	106.30	113.38	129.36	158.85		
Kap + Kuru Num. Ağı. (m ₃) gr.	103.09	108.88	98.57	102.53	114.55	137.46		
Su içeriği $W=(m_2-m_3)/(m_2-m_1)*100$ %	15.70	17.22	20.63	24.54	26.49	28.26	1.590	



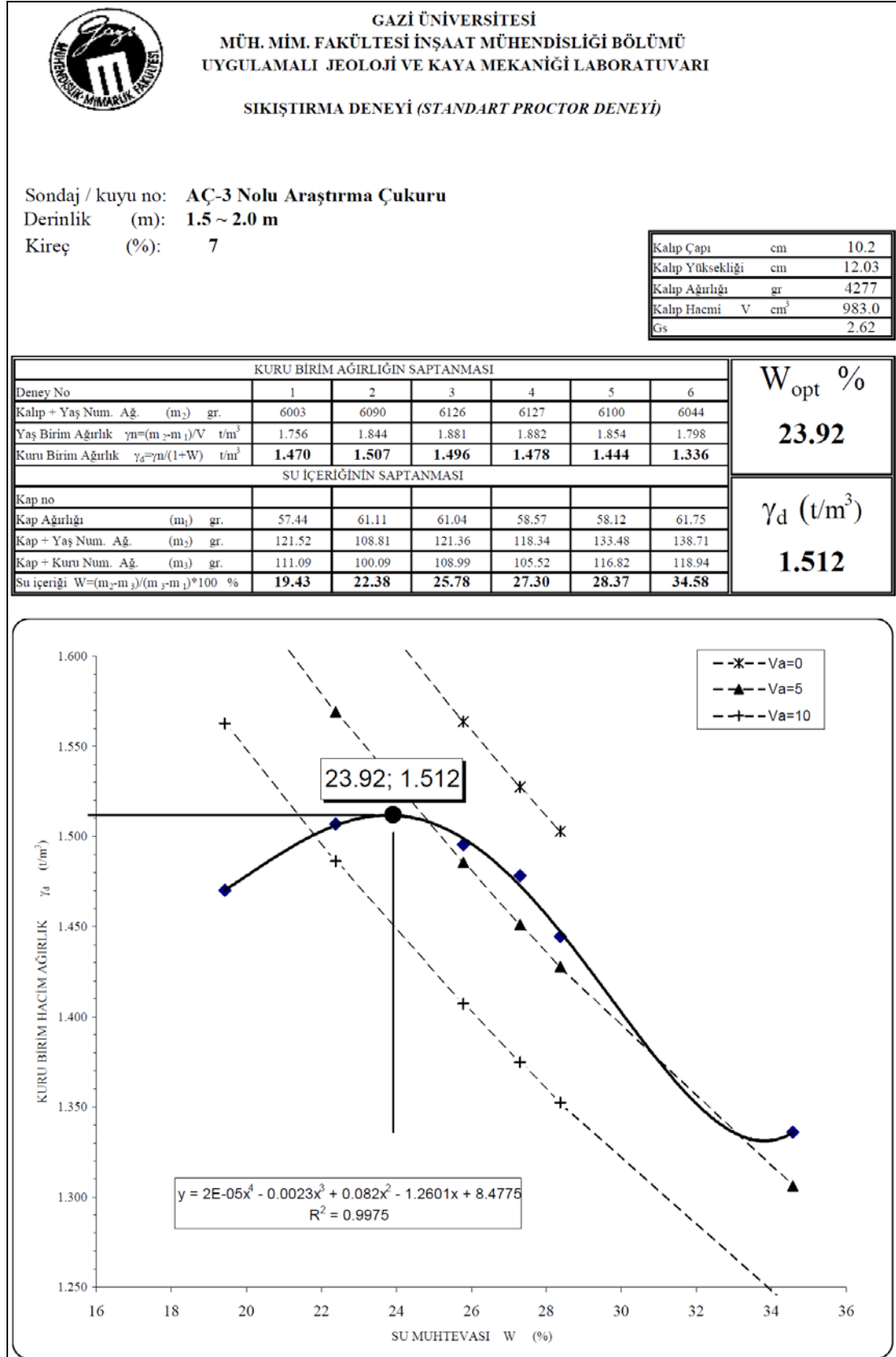
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %3)



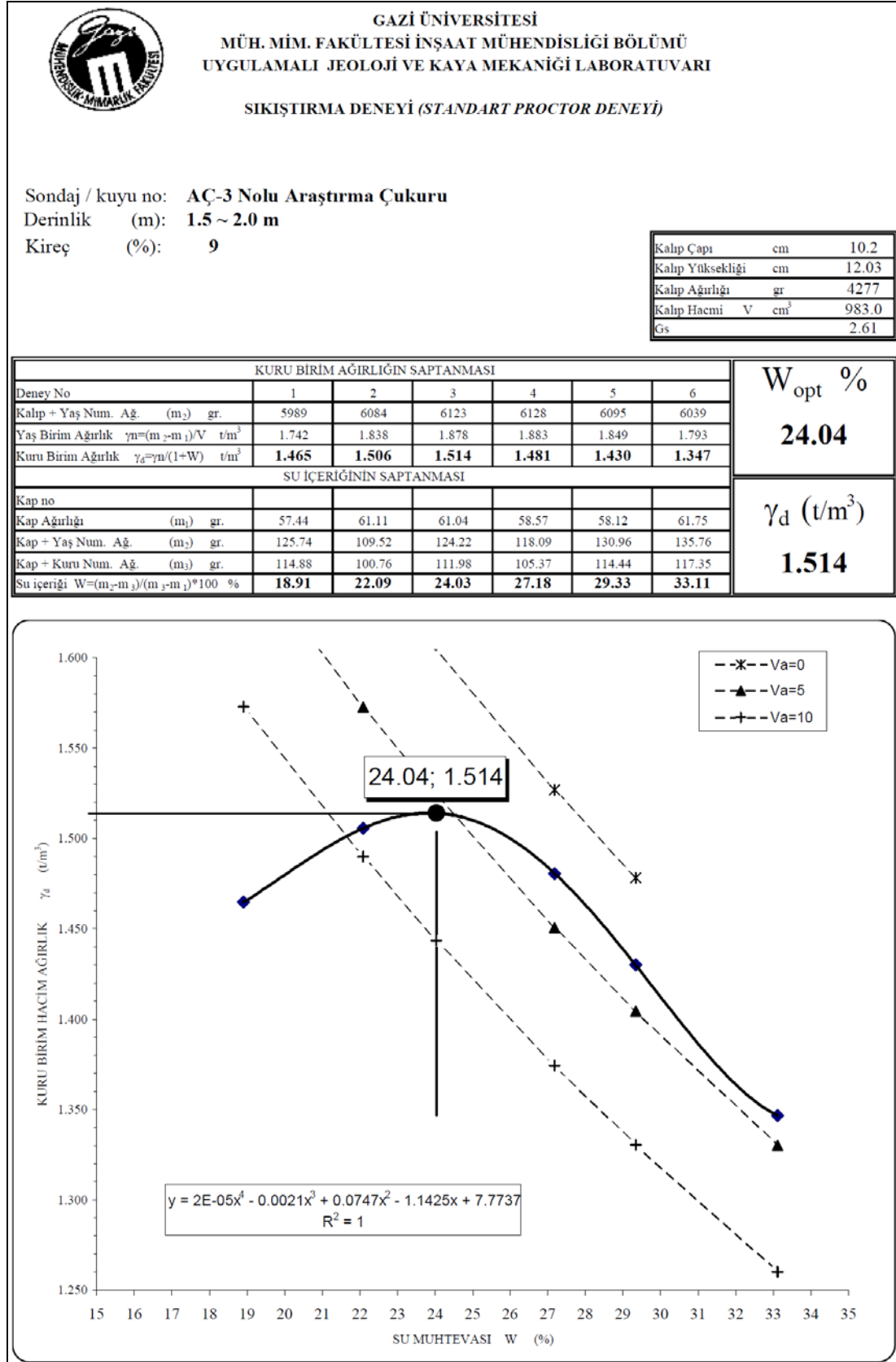
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %5)



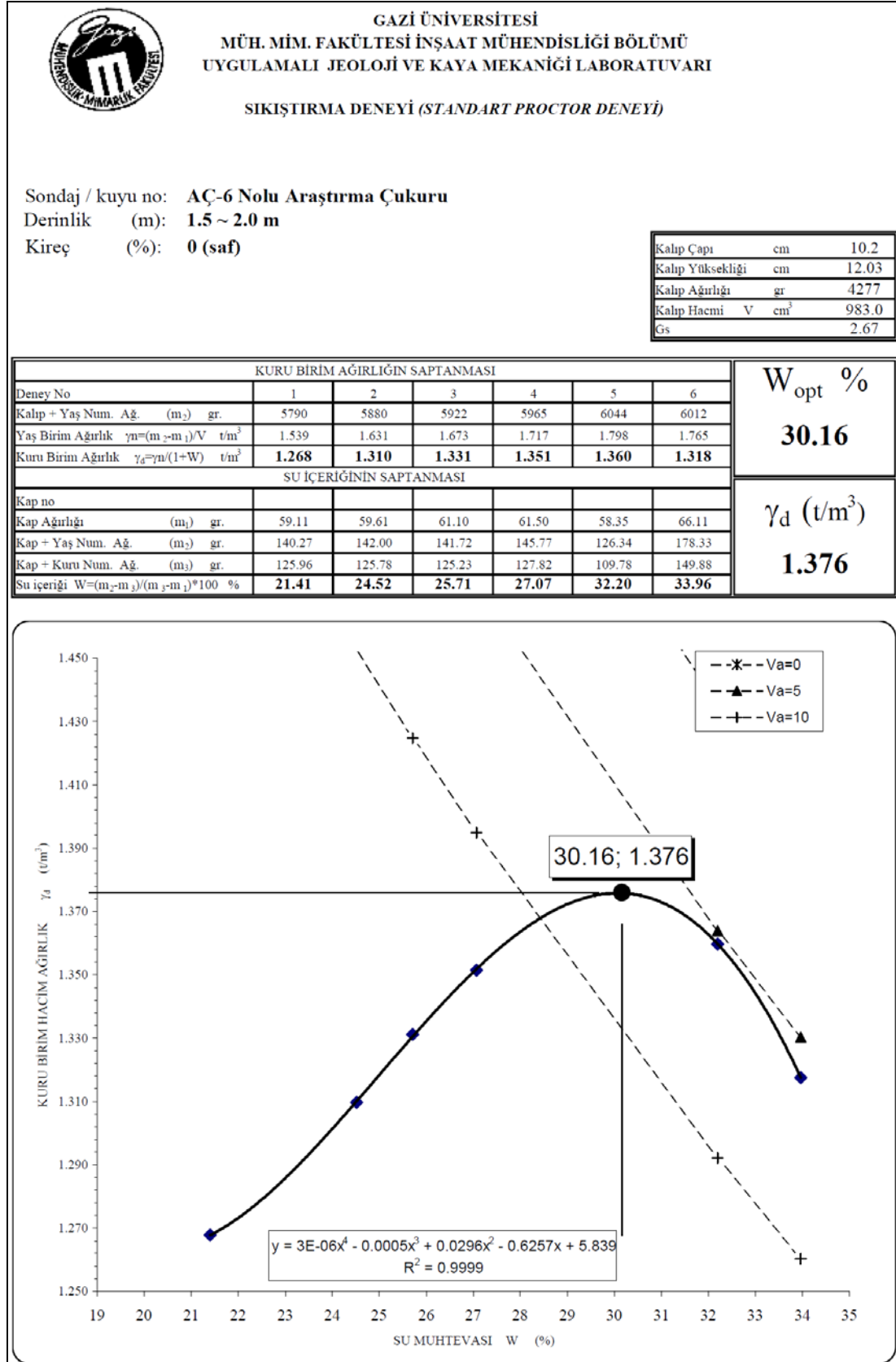
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %7)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-3, Kireç= %9)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %0)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %1)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

SİKİŞTİRMA DENEYİ (STANDART PROCTOR DENEYİ)

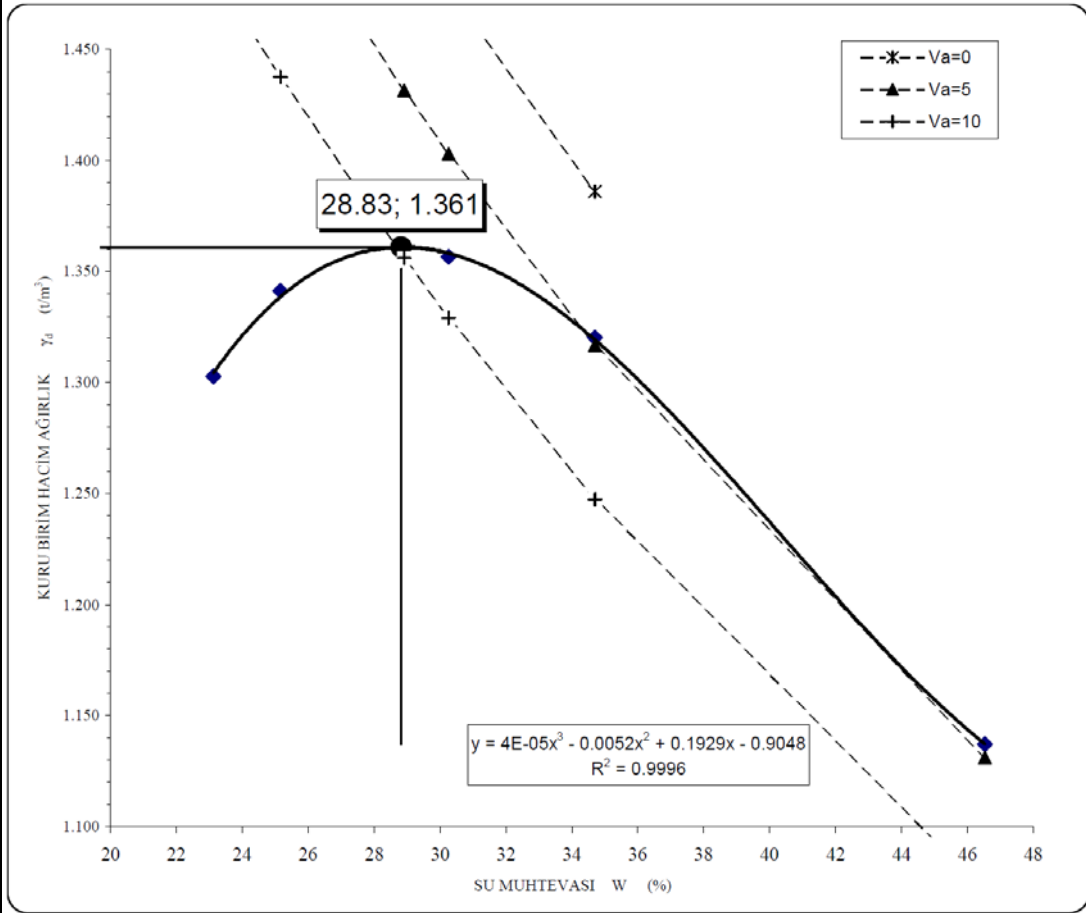
Sondaj / kuyu no: AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m

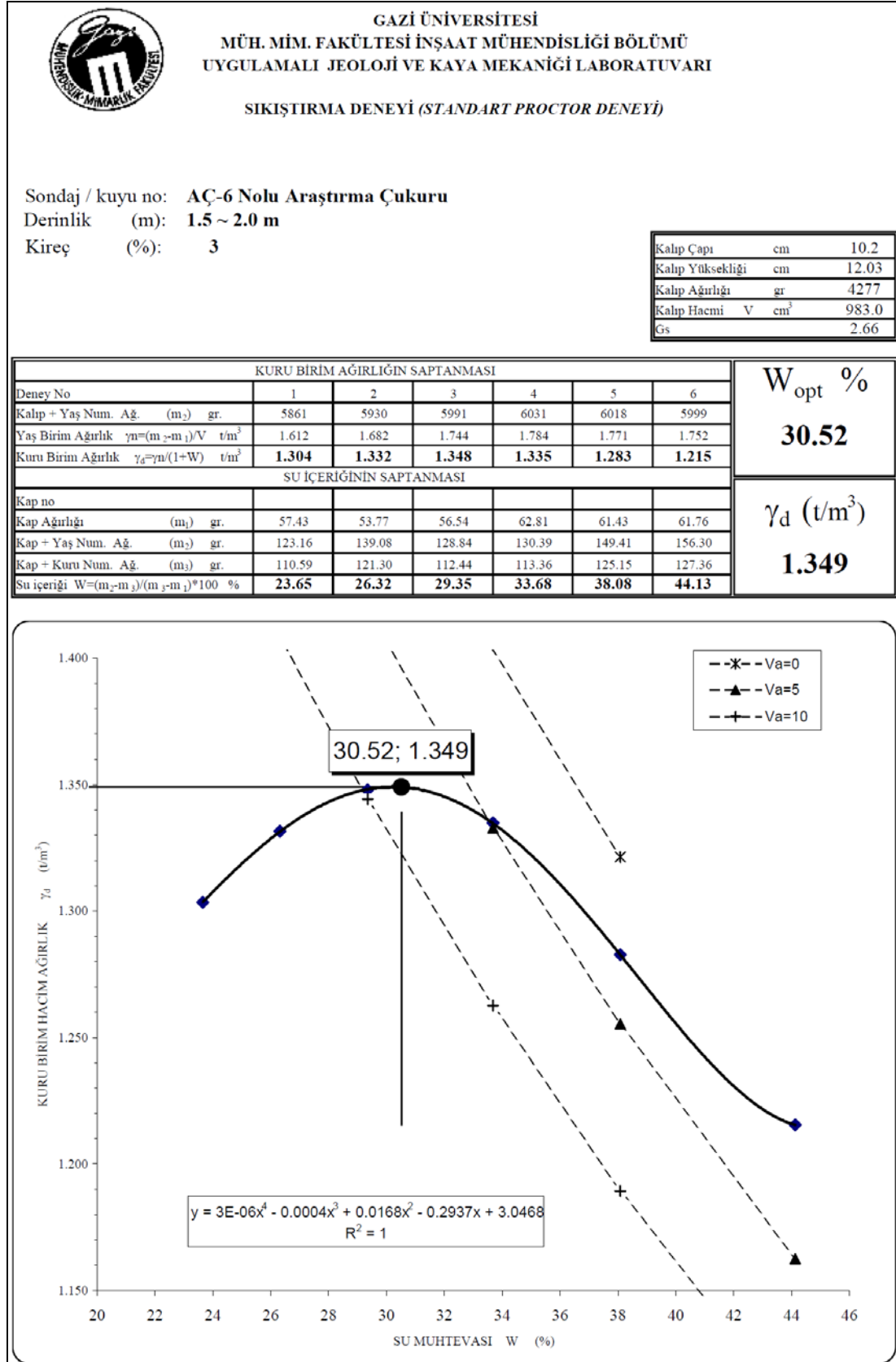
Kireç (%): 1

Kalıp Çapı	cm	10.2
Kalıp Yüksekliği	cm	12.03
Kalıp Ağırlığı	gr	4277
Kalıp Hacmi	V cm ³	983.0
G _s		2.67

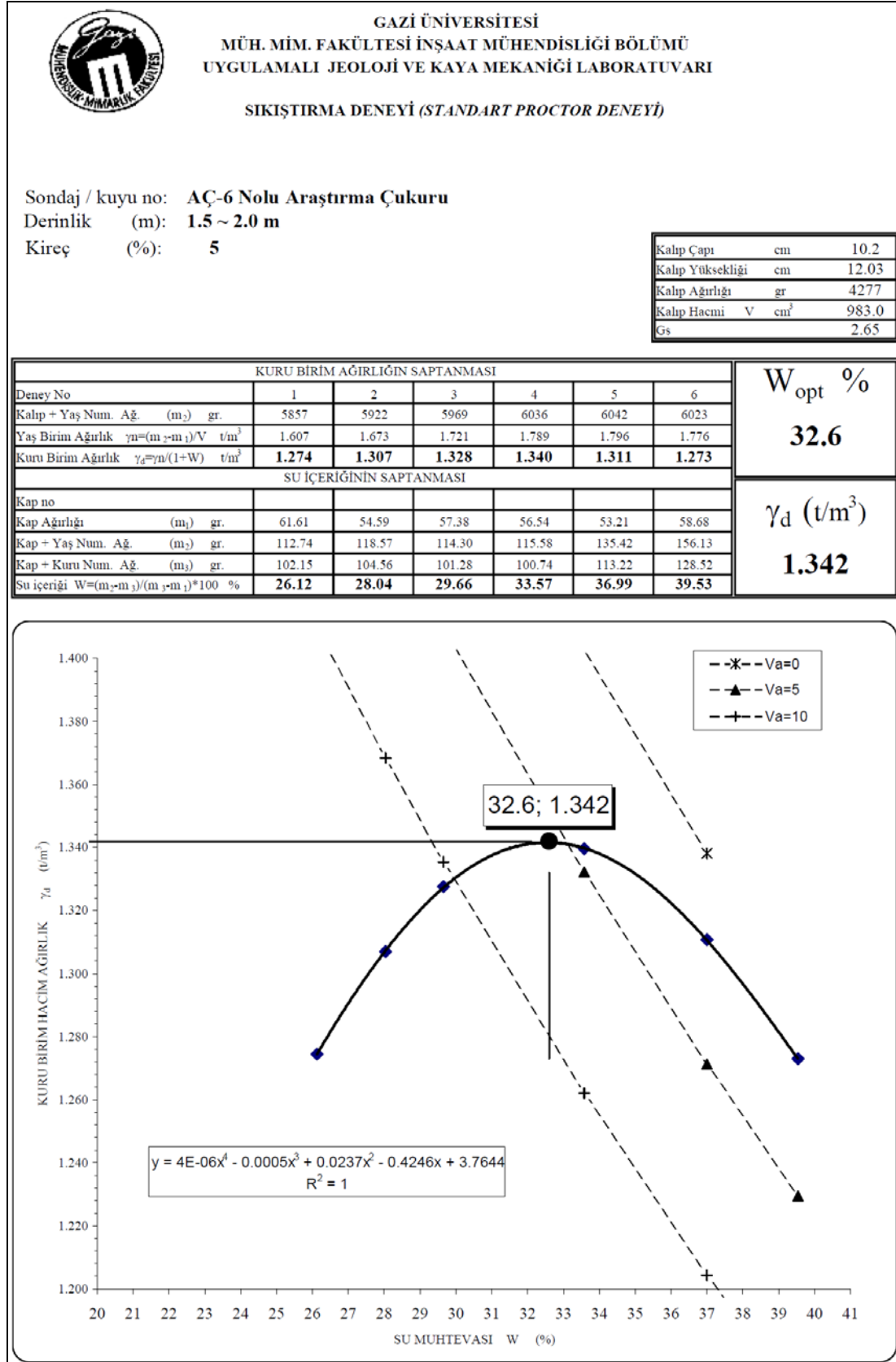
KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							W _{opt} %
Deney No	1	2	3	4	5	6	
Kalıp + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	5854	5927	6001	6014	6025	5915	
Yaş Birim Ağırlık $\gamma_m = (m_2 - m_1)/V$ t/m ³	1.604	1.679	1.754	1.767	1.778	1.666	28.83
Kuru Birim Ağırlık $\gamma_d = \gamma_m / (1 + W)$ t/m ³	1.303	1.341	1.361	1.357	1.320	1.137	
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							γ_d (t/m ³)
Kap no							
Kap Ağırlığı (m ₁) gr.	57.43	53.77	56.54	62.81	61.43	61.76	
Kap + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	132.54	156.68	141.67	143.44	161.93	156.16	1.361
Kap + Kuru Num. Ağ. (m ₃) gr.	118.43	136.00	122.58	124.71	136.04	126.18	
Su içeriği $W = (m_2 - m_3) / (m_3 - m_1) * 100$ %	23.13	25.15	28.91	30.26	34.70	46.54	



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %3)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %5)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %7)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

SİKİŞTİRMA DENEYİ (STANDART PROCTOR DENEYİ)

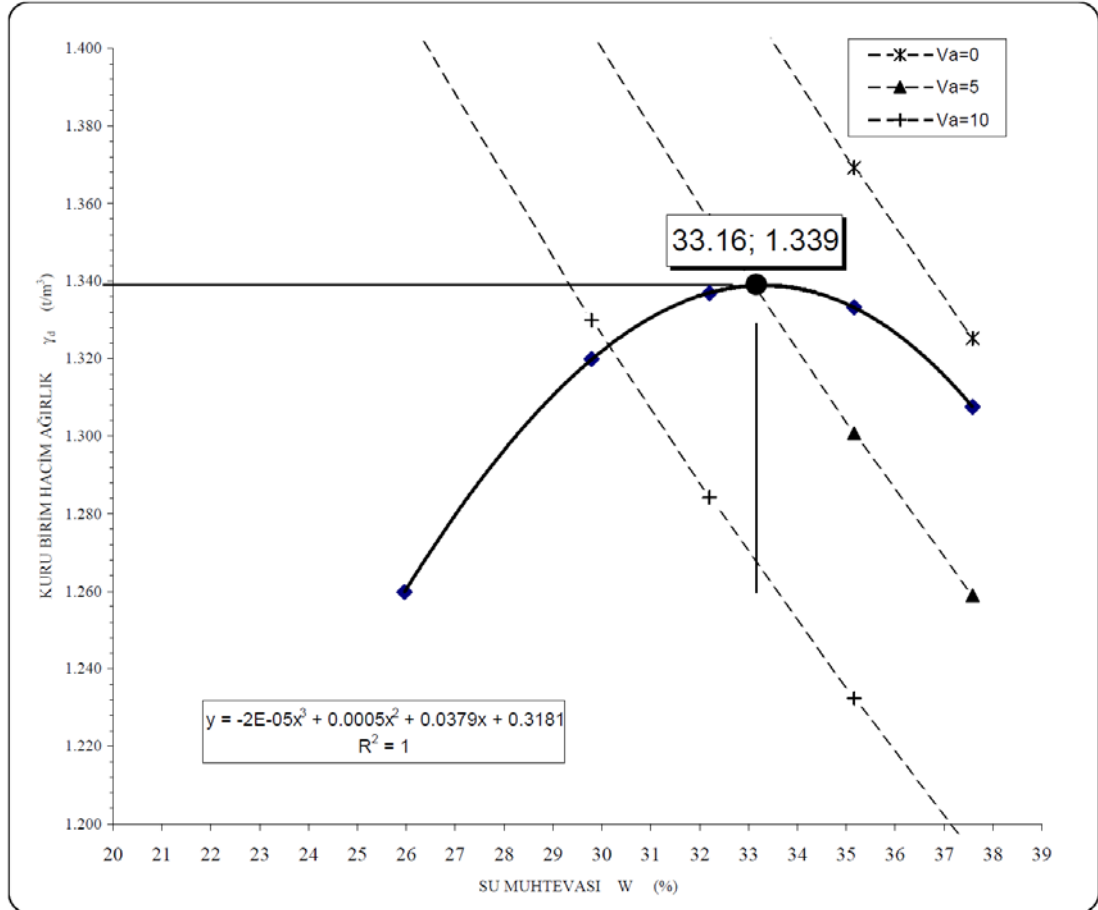
Sondaj / kuyu no: AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m

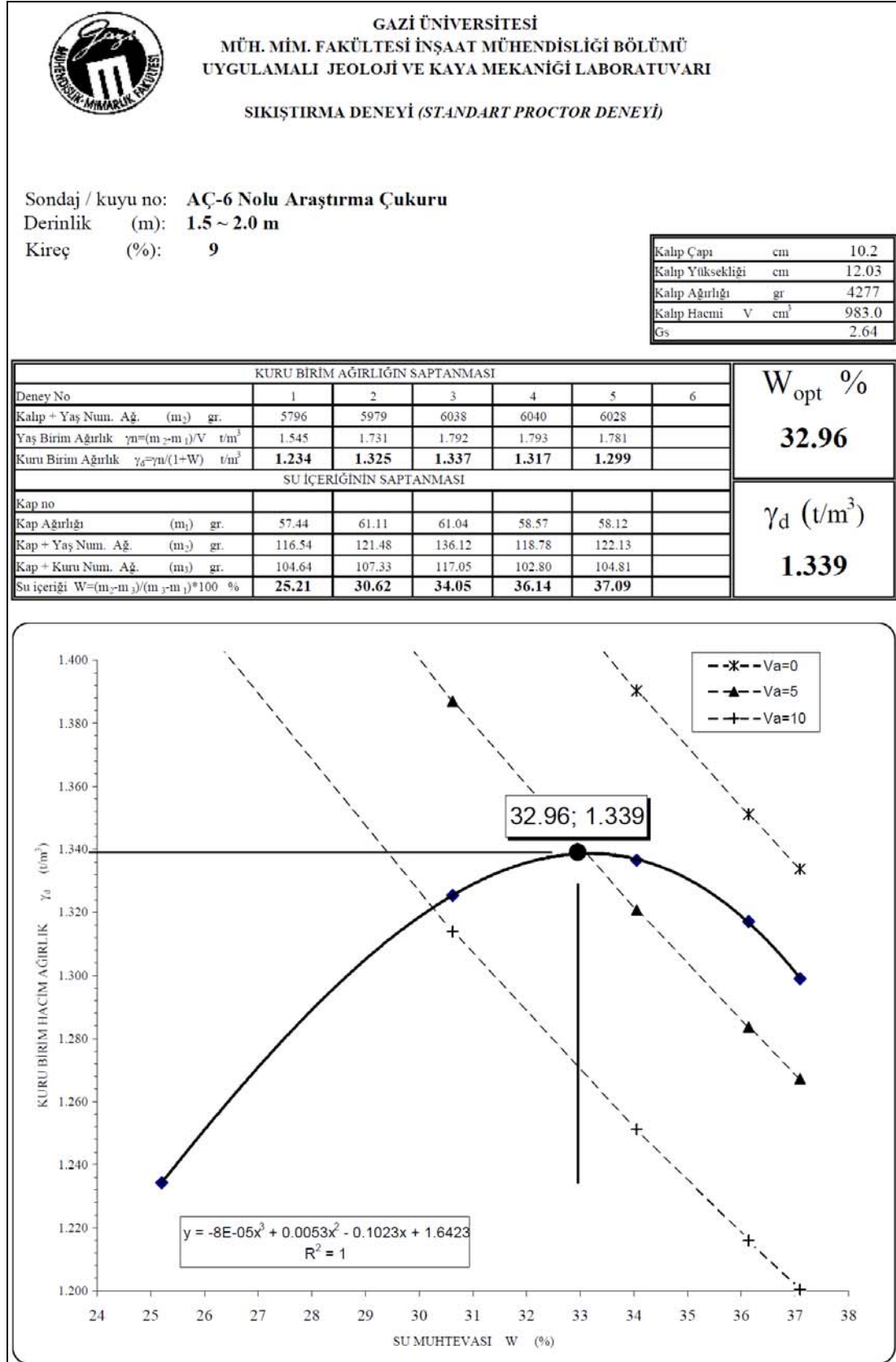
Kireç (%): 7

Kalıp Çapı	cm	10.2
Kalıp Yüksekliği	cm	12.03
Kalıp Ağırlığı	gr	4277
Kalıp Hacmi	V cm ³	983.0
G _s		2.64

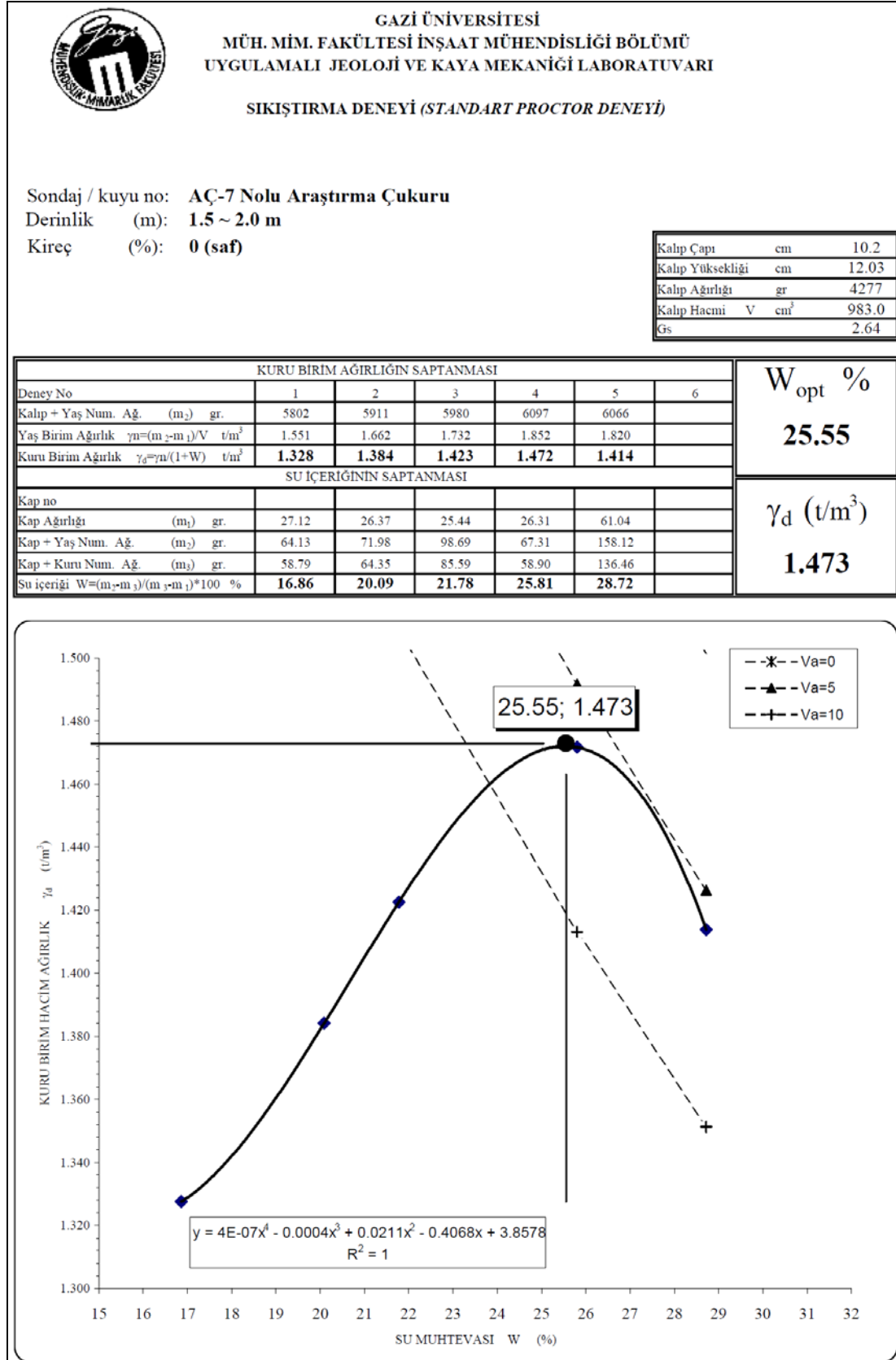
KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							W _{opt} %
Deney No	1	2	3	4	5	6	
Kalıp + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	5837	5961	6014	6048	6045		
Yaş Birim Ağırlık $\gamma_n=(m_2-m_1)/V$ t/m ³	1.587	1.713	1.767	1.802	1.799		
Kuru Birim Ağırlık $\gamma_d=\gamma_n/(1+W)$ t/m ³	1.260	1.320	1.337	1.333	1.308		33.16
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							γ_d (t/m ³)
Kap no							
Kap Ağırlığı (m ₁) gr.	59.65	58.08	59.31	57.62	55.82		
Kap + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	114.90	120.28	126.40	117.43	129.37		
Kap + Kuru Num. Ağ. (m ₃) gr.	103.51	106.00	110.06	101.87	109.28		
Su içeriği $W=(m_2-m_3)/(m_3-m_1)*100$ %	25.96	29.80	32.20	35.15	37.58		1.339



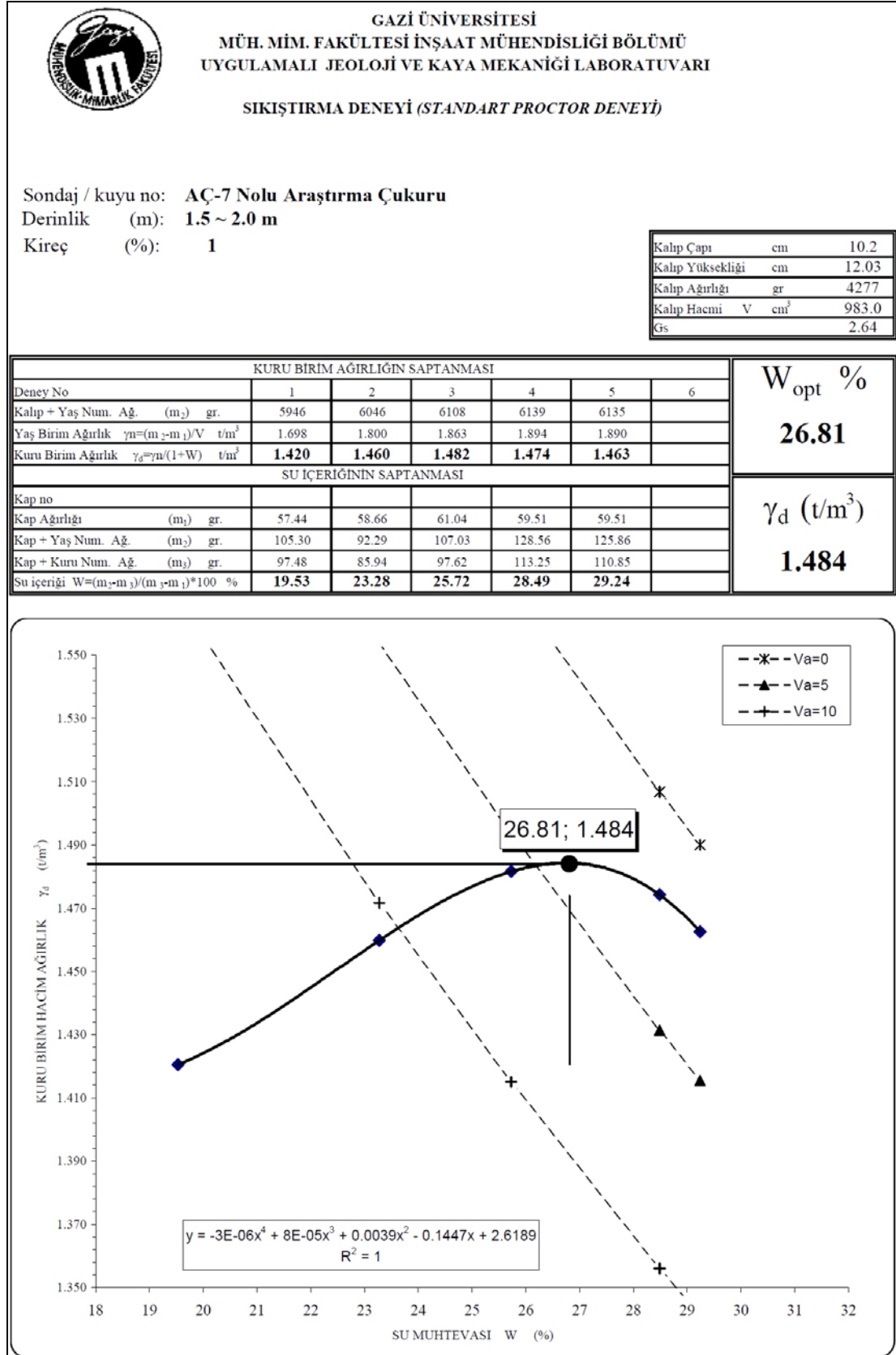
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-6, Kireç= %9)



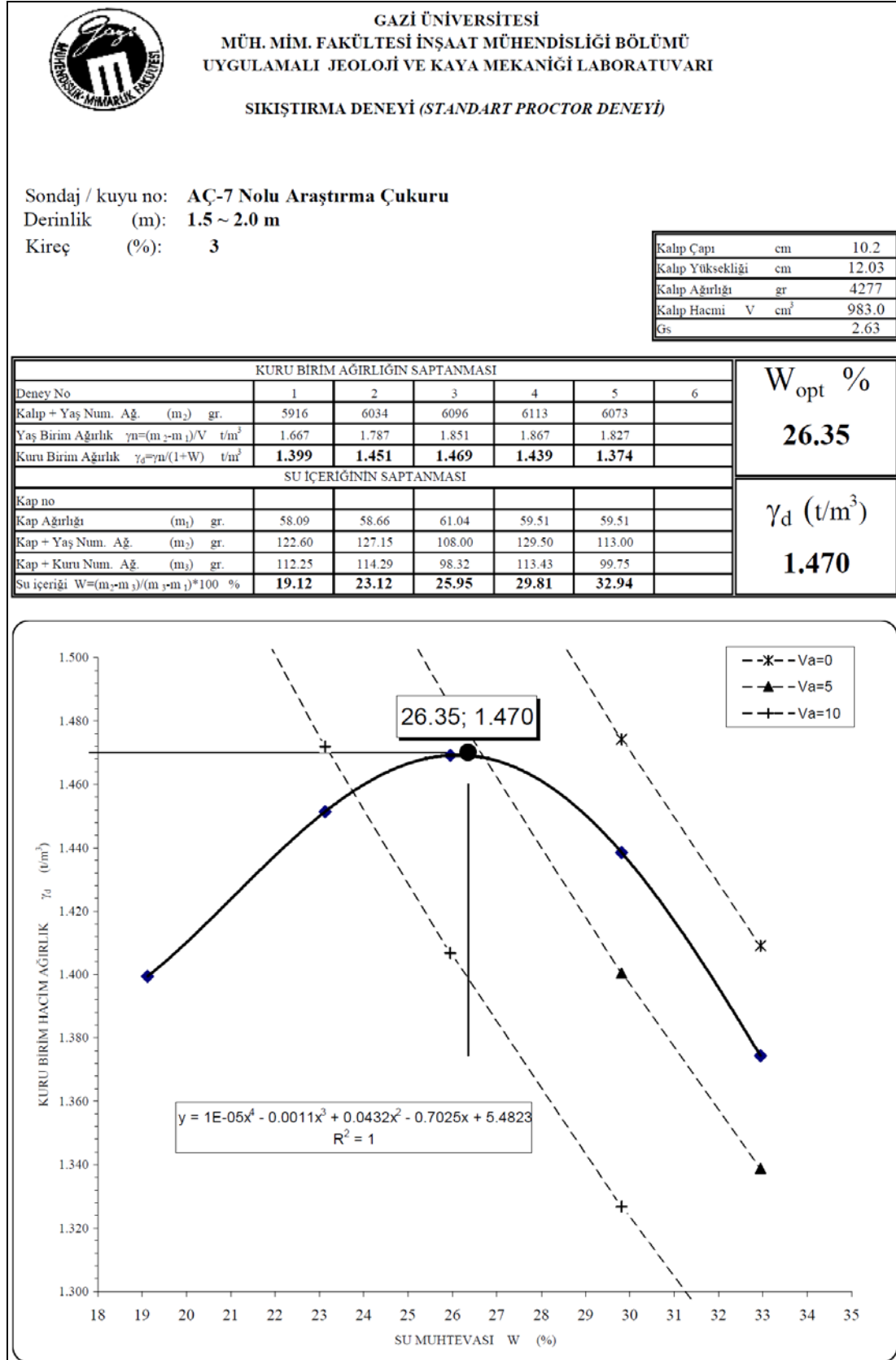
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %0)



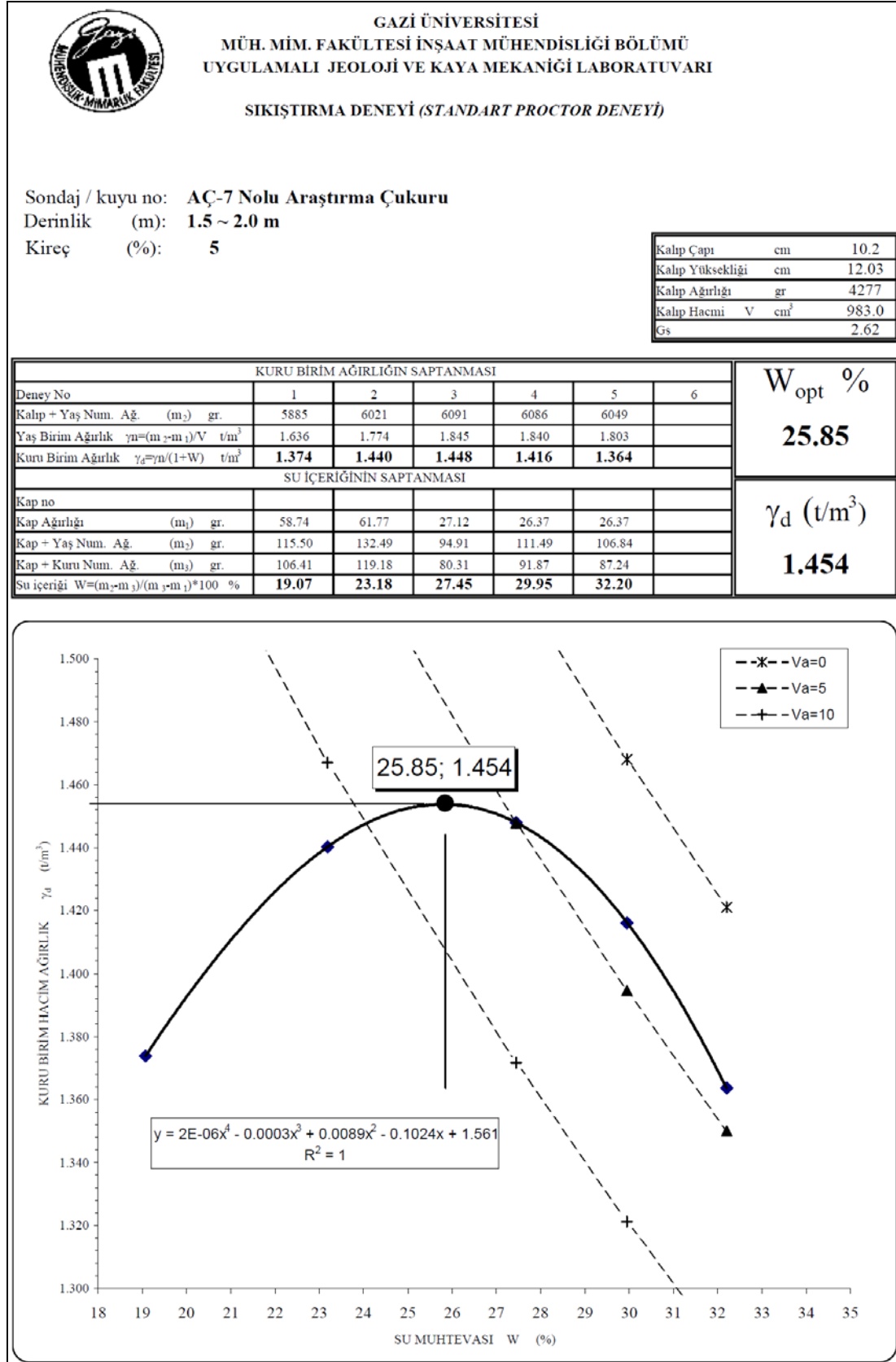
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %1)



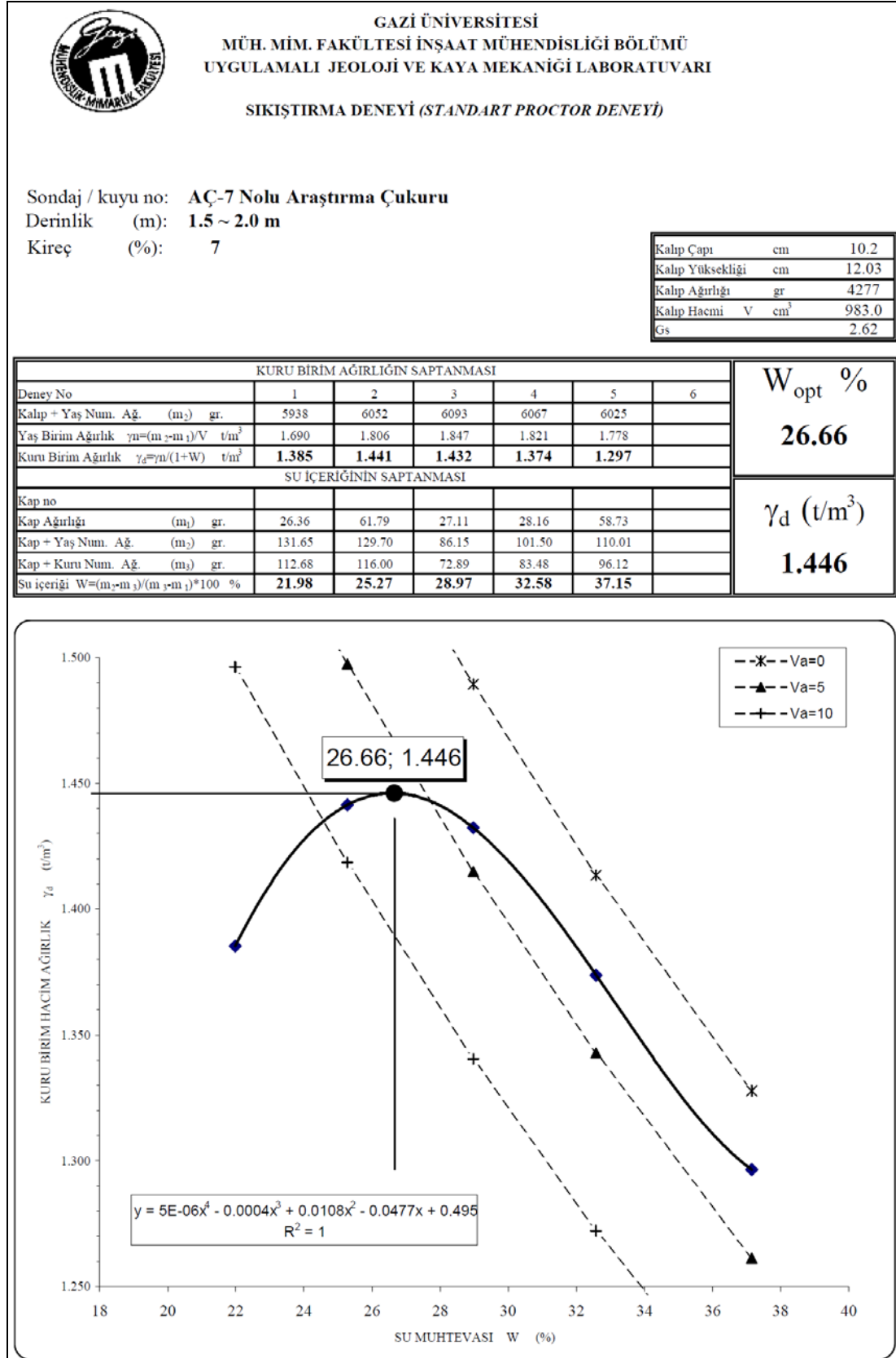
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %3)



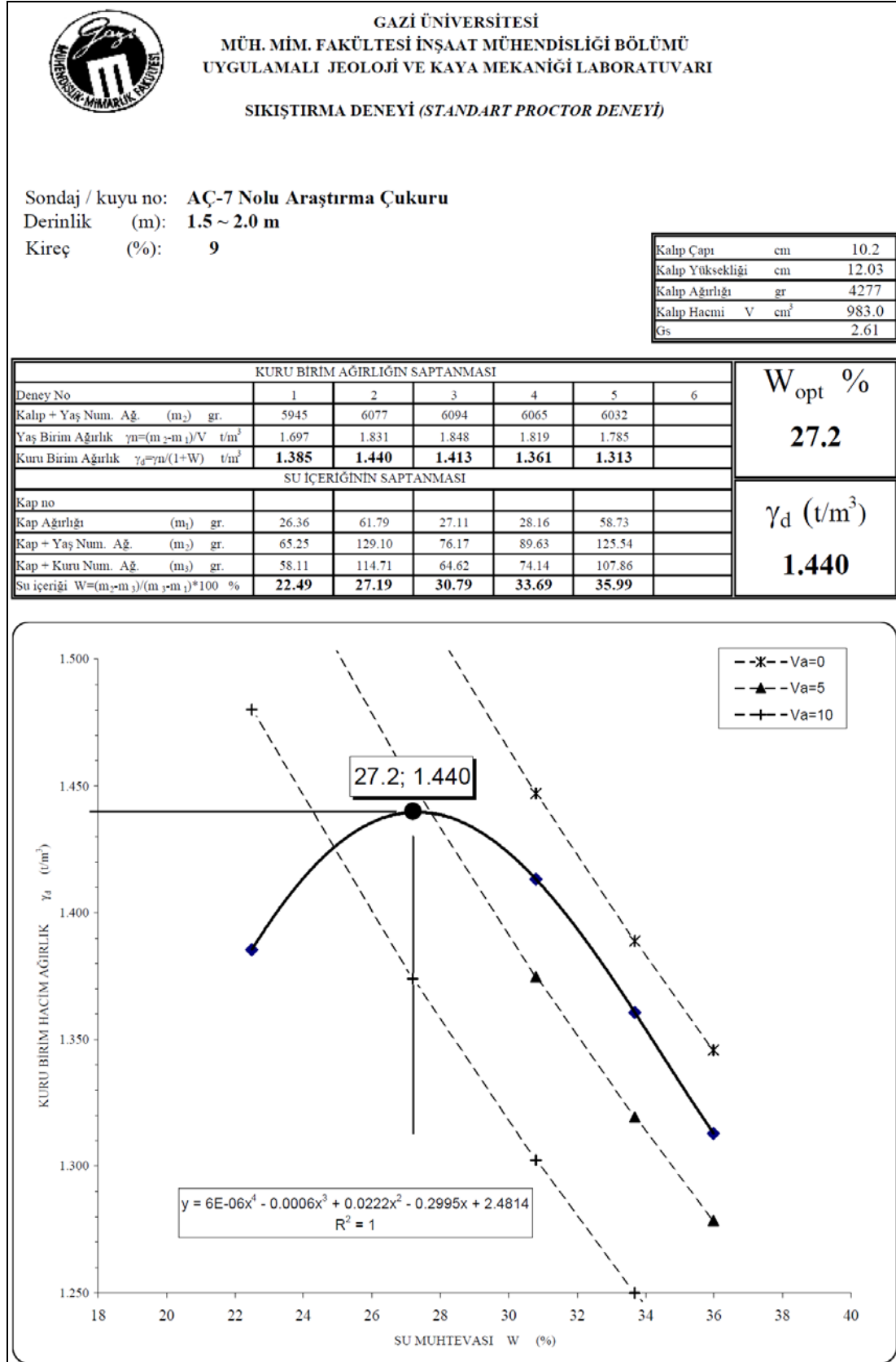
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %5)



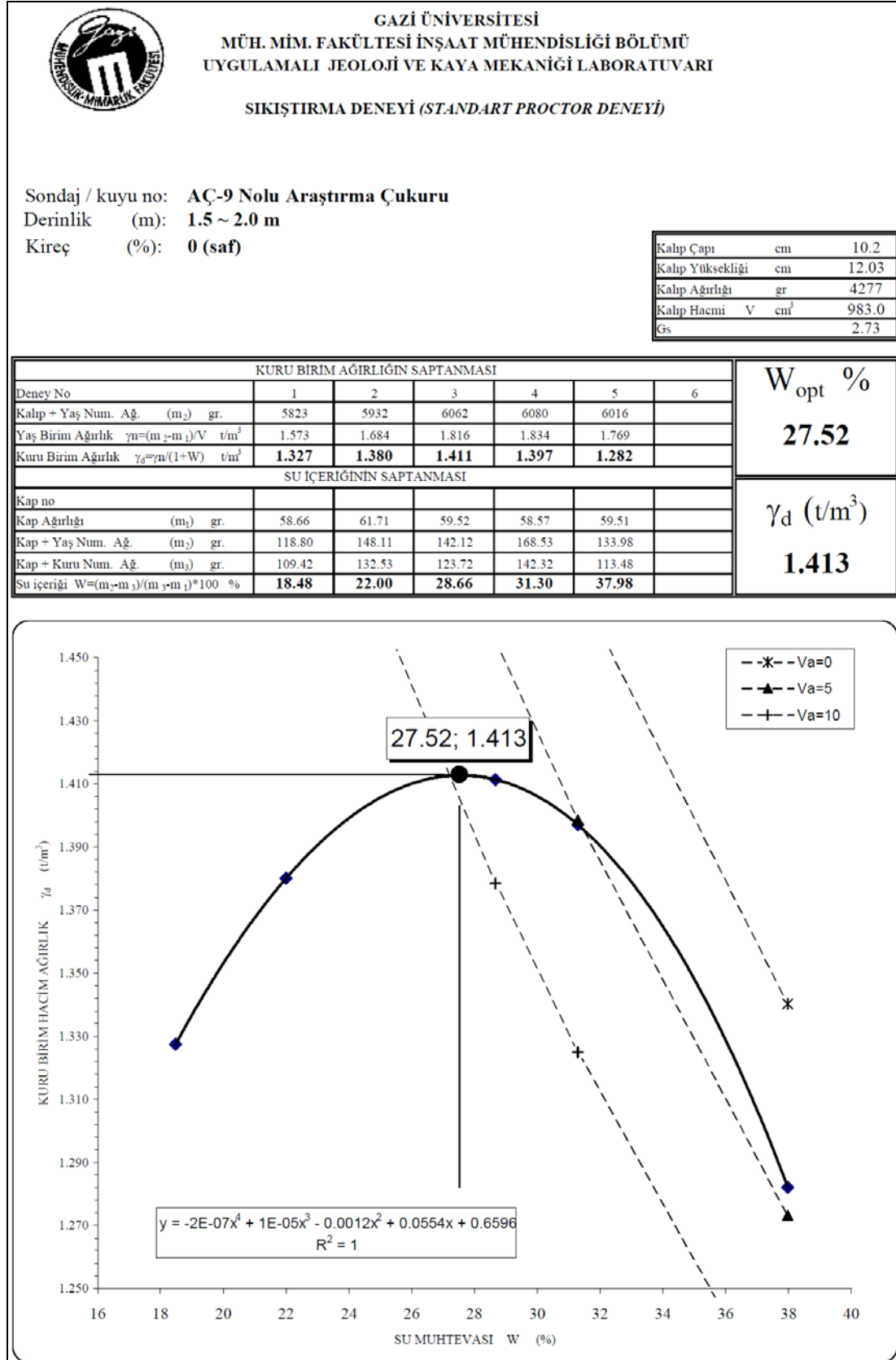
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %7)



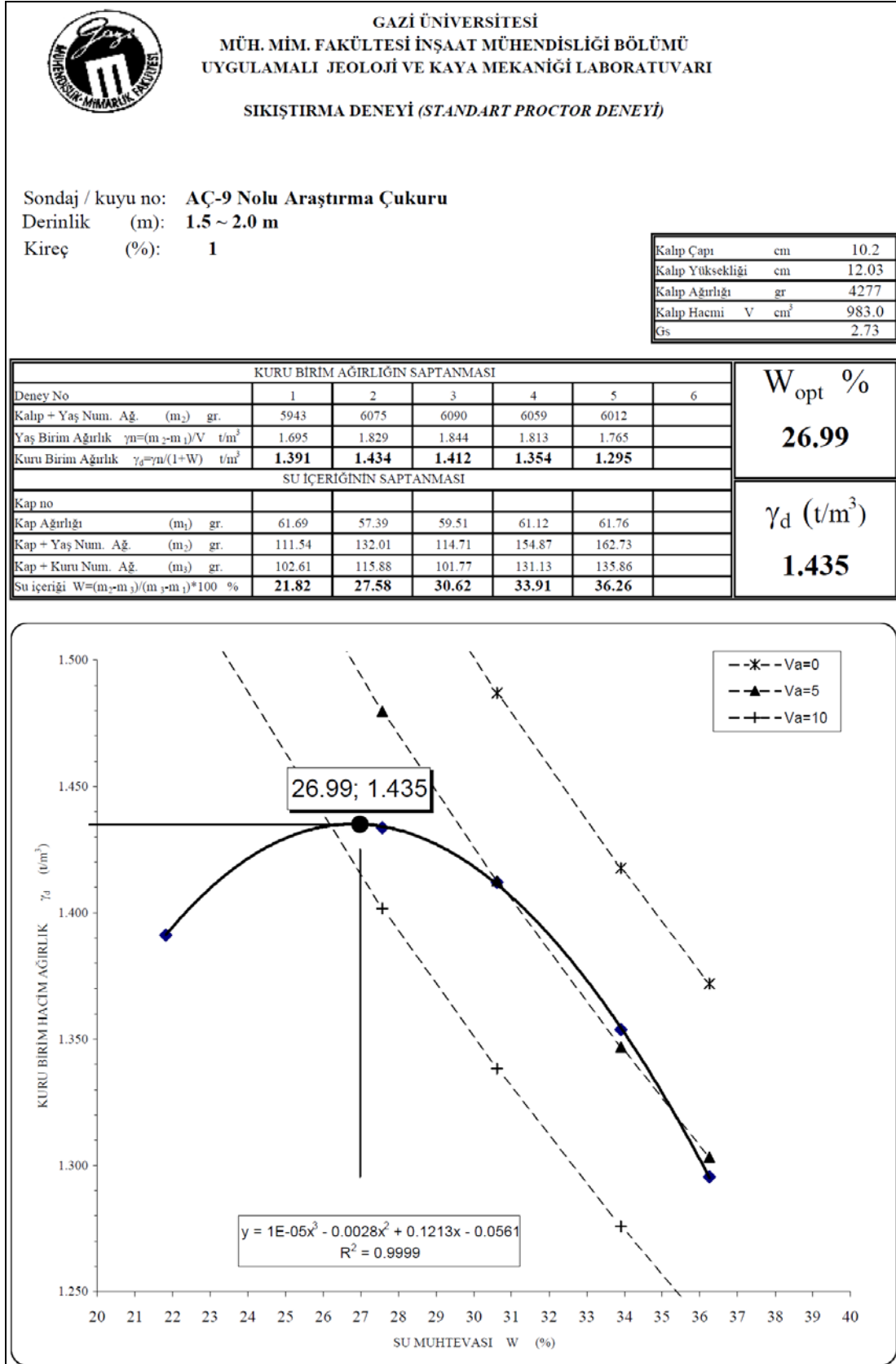
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-7, Kireç= %9)



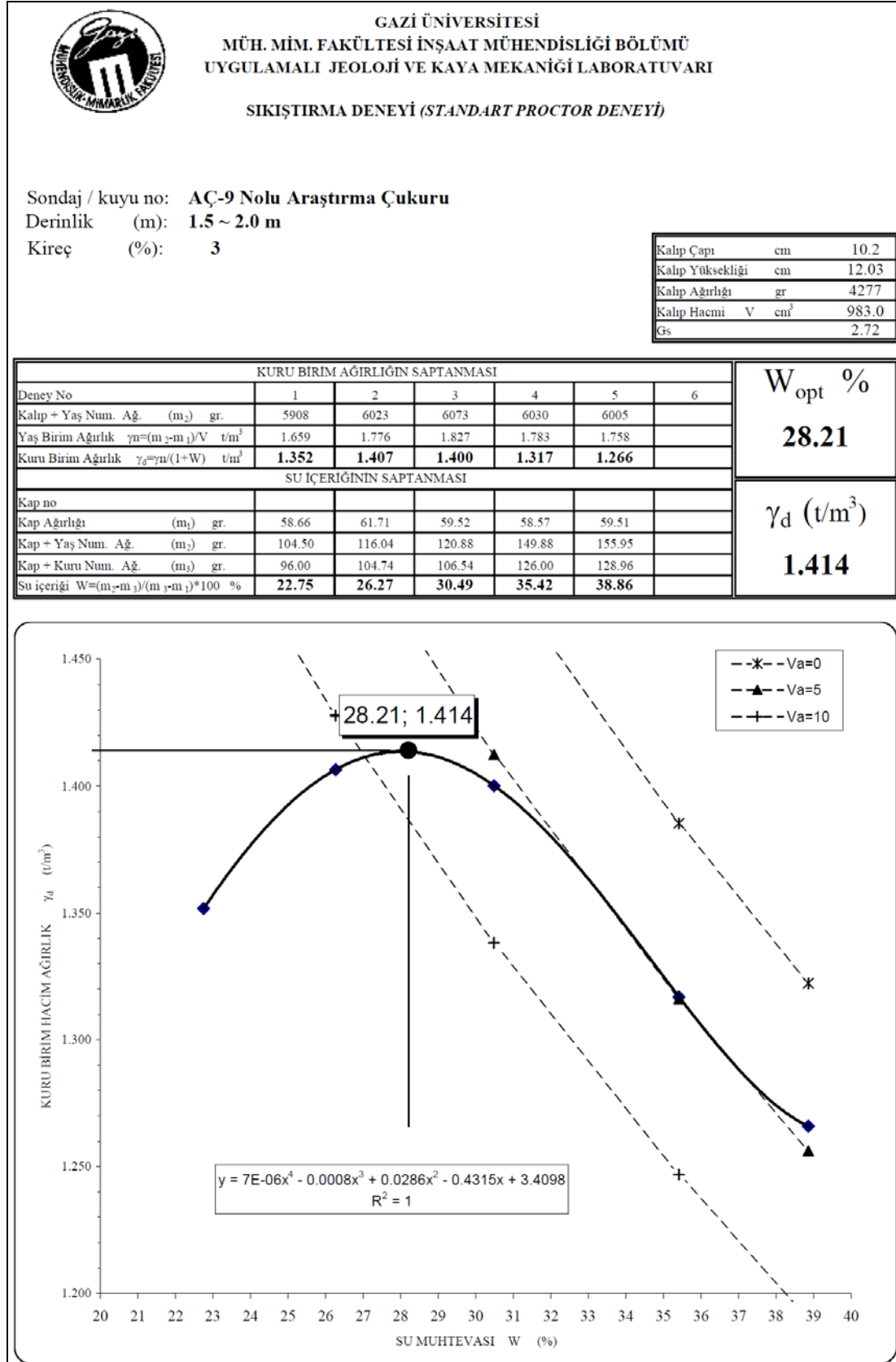
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %0)



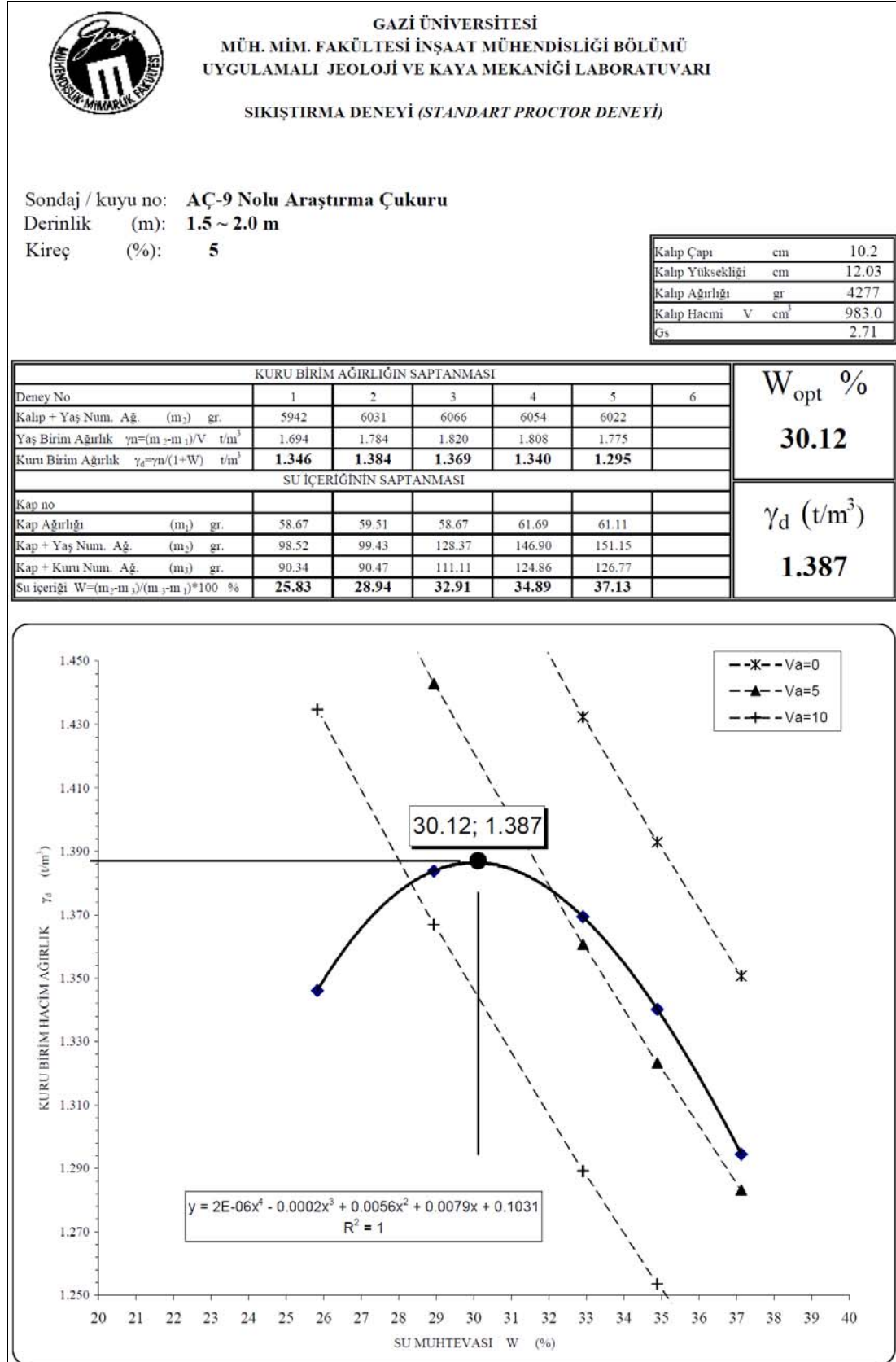
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %1)



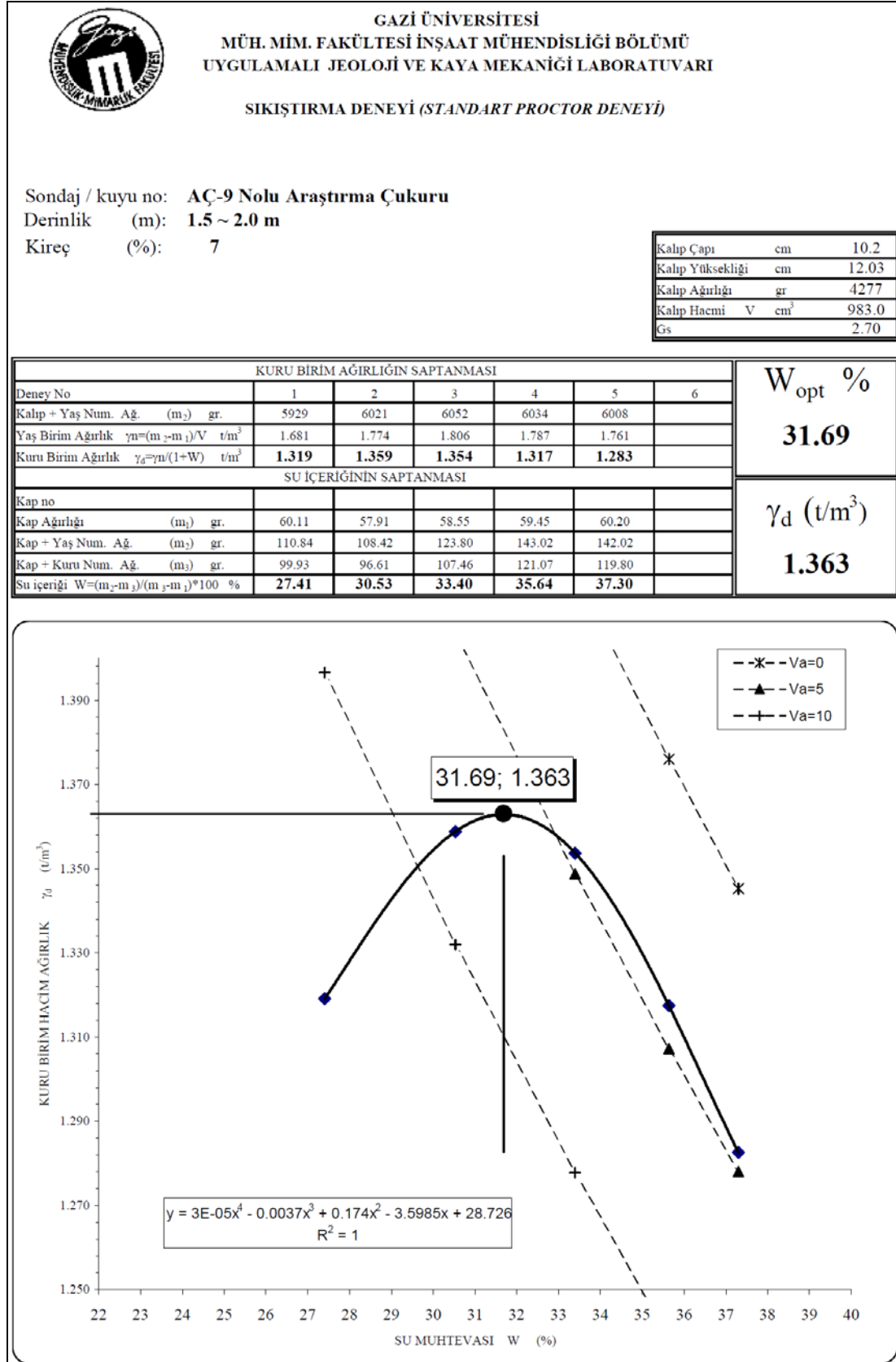
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %3)



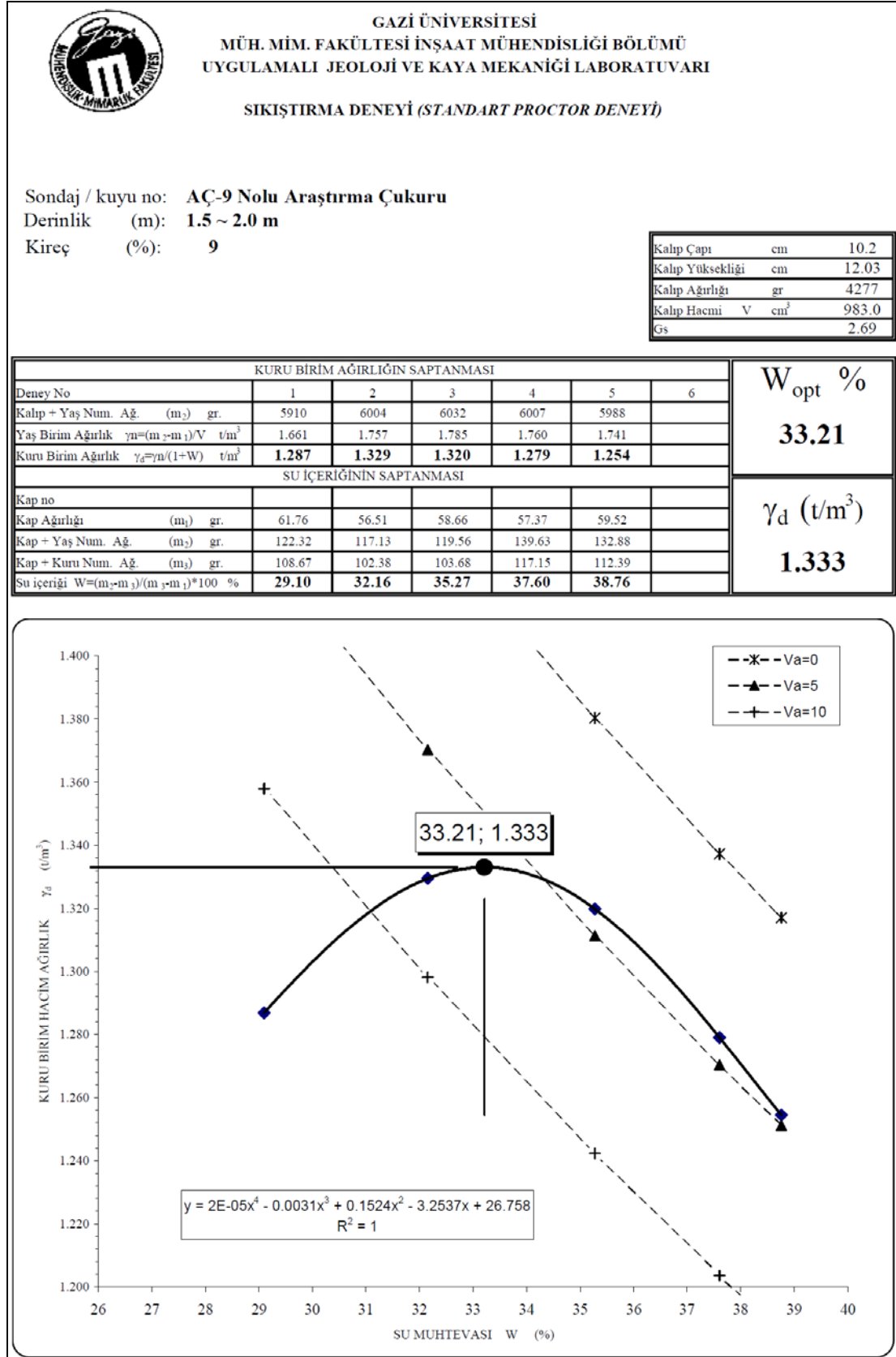
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %5)



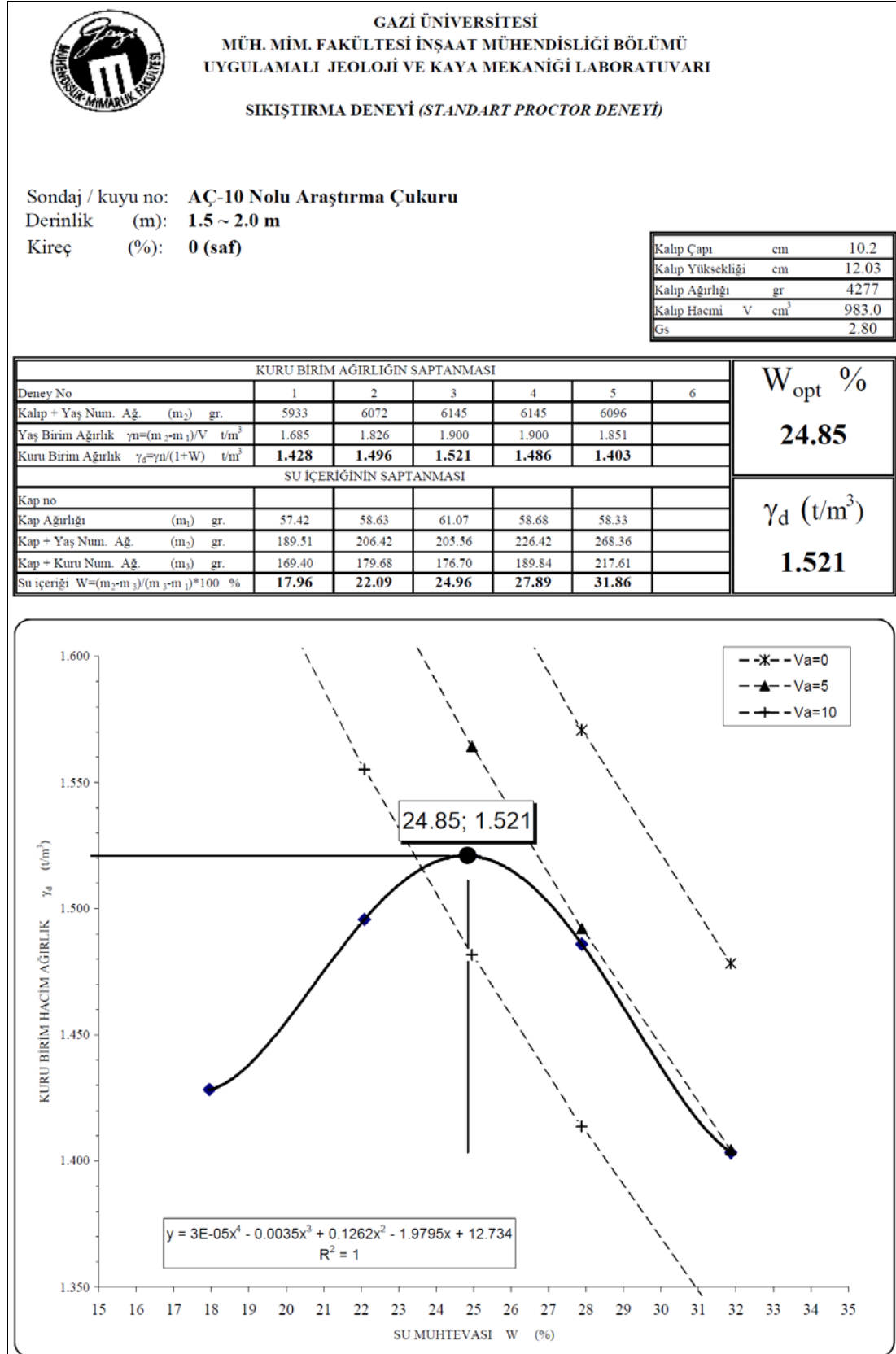
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %7)



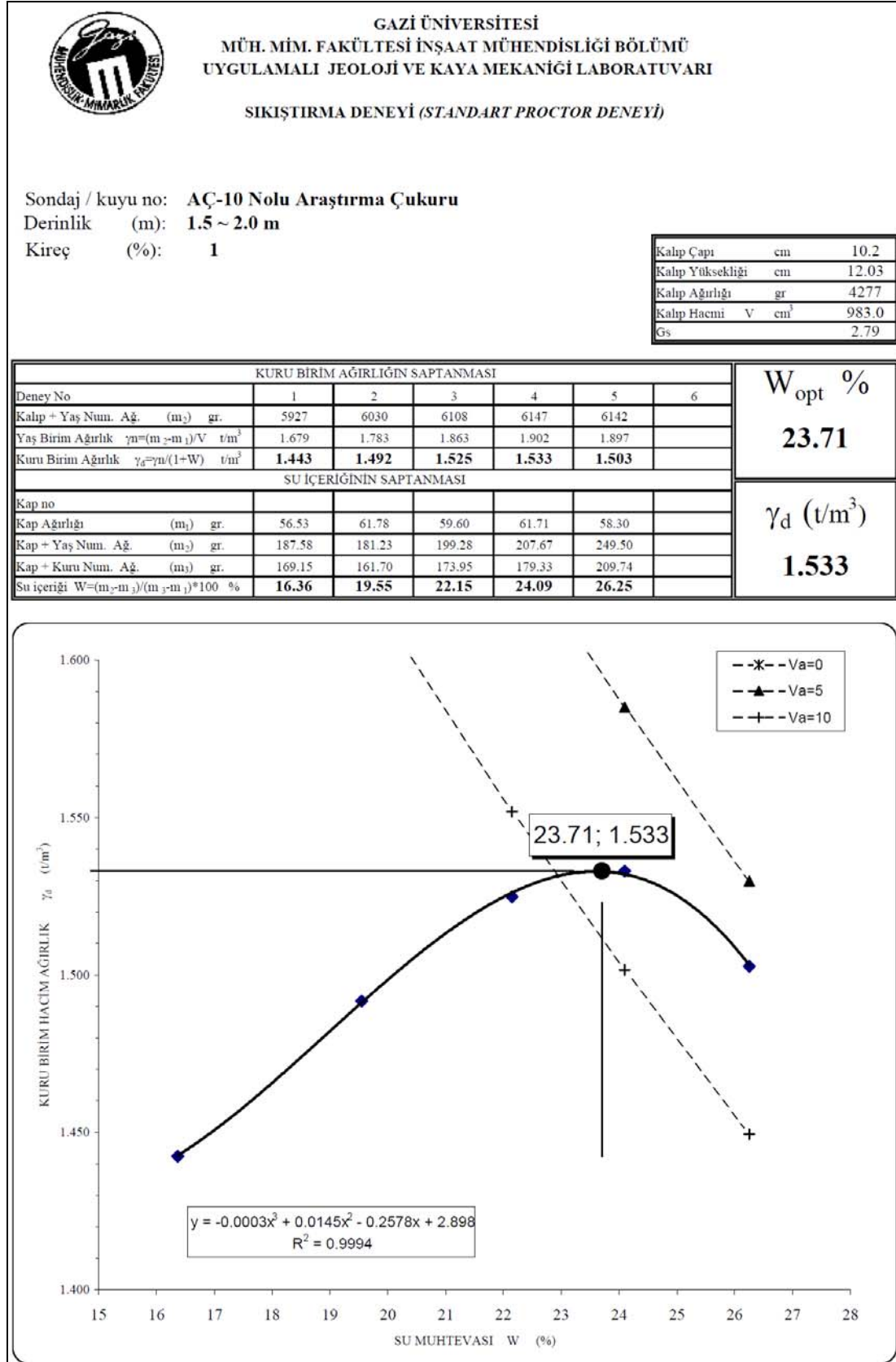
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-9, Kireç= %9)



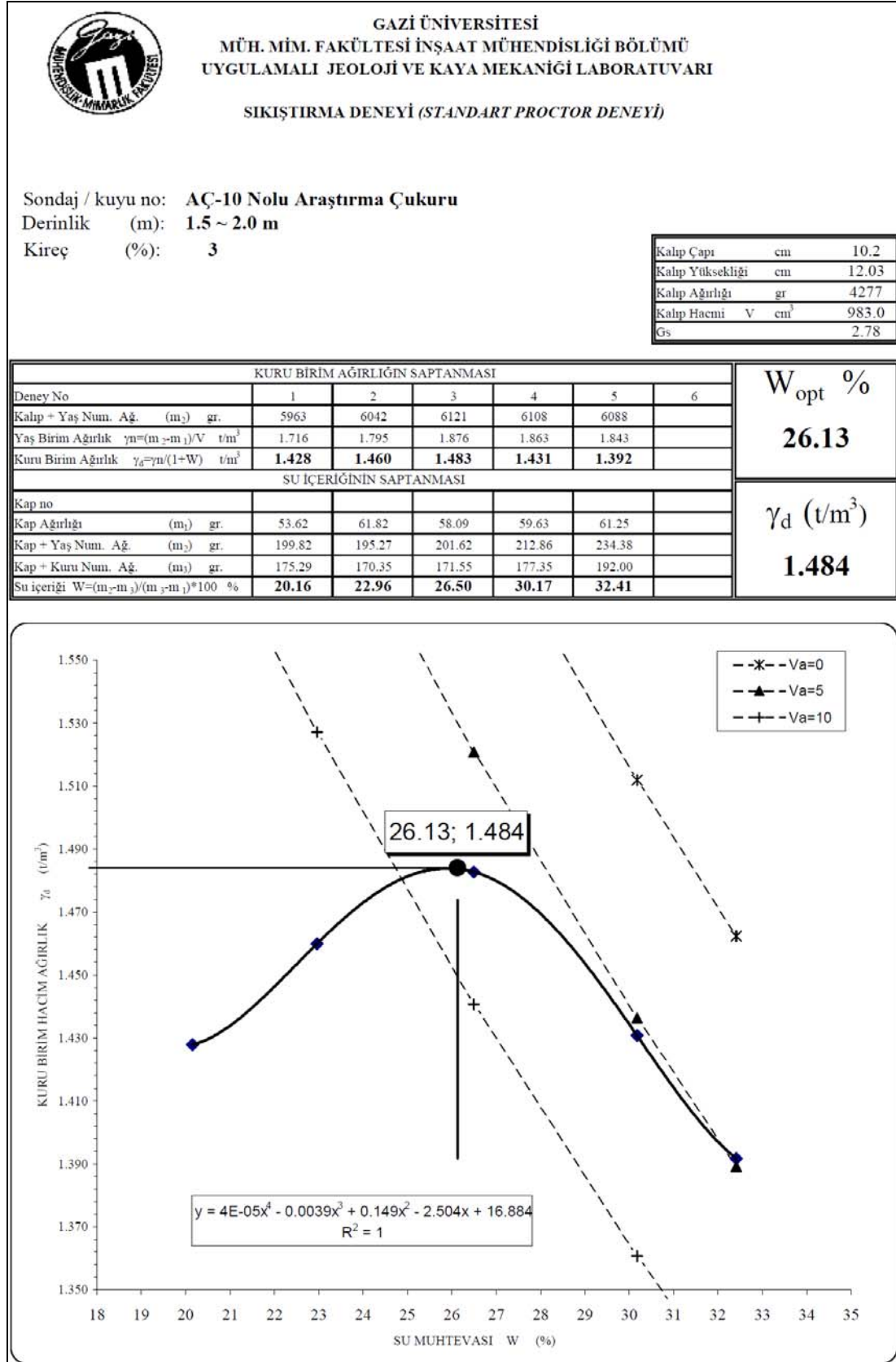
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %0)



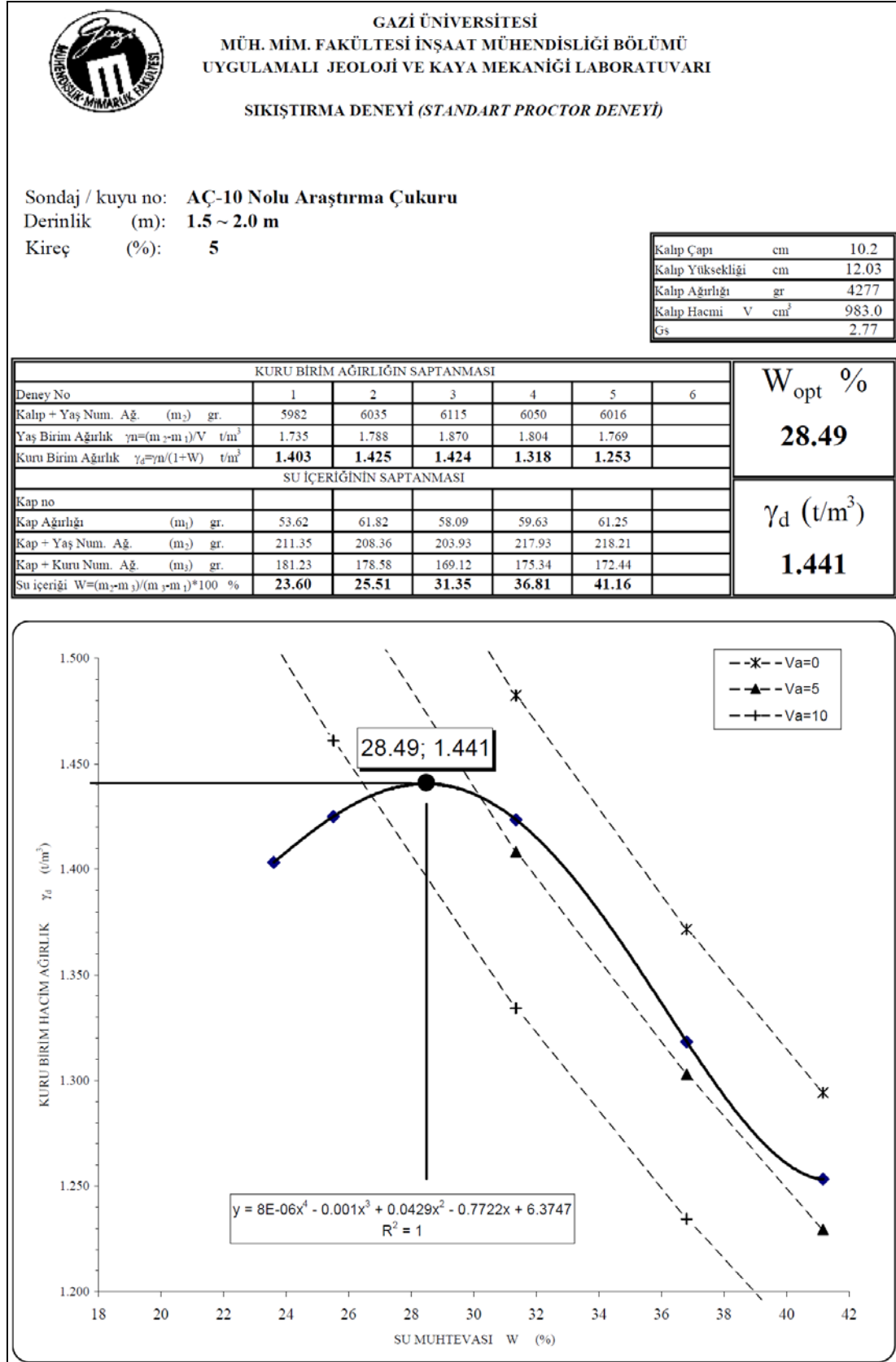
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %1)



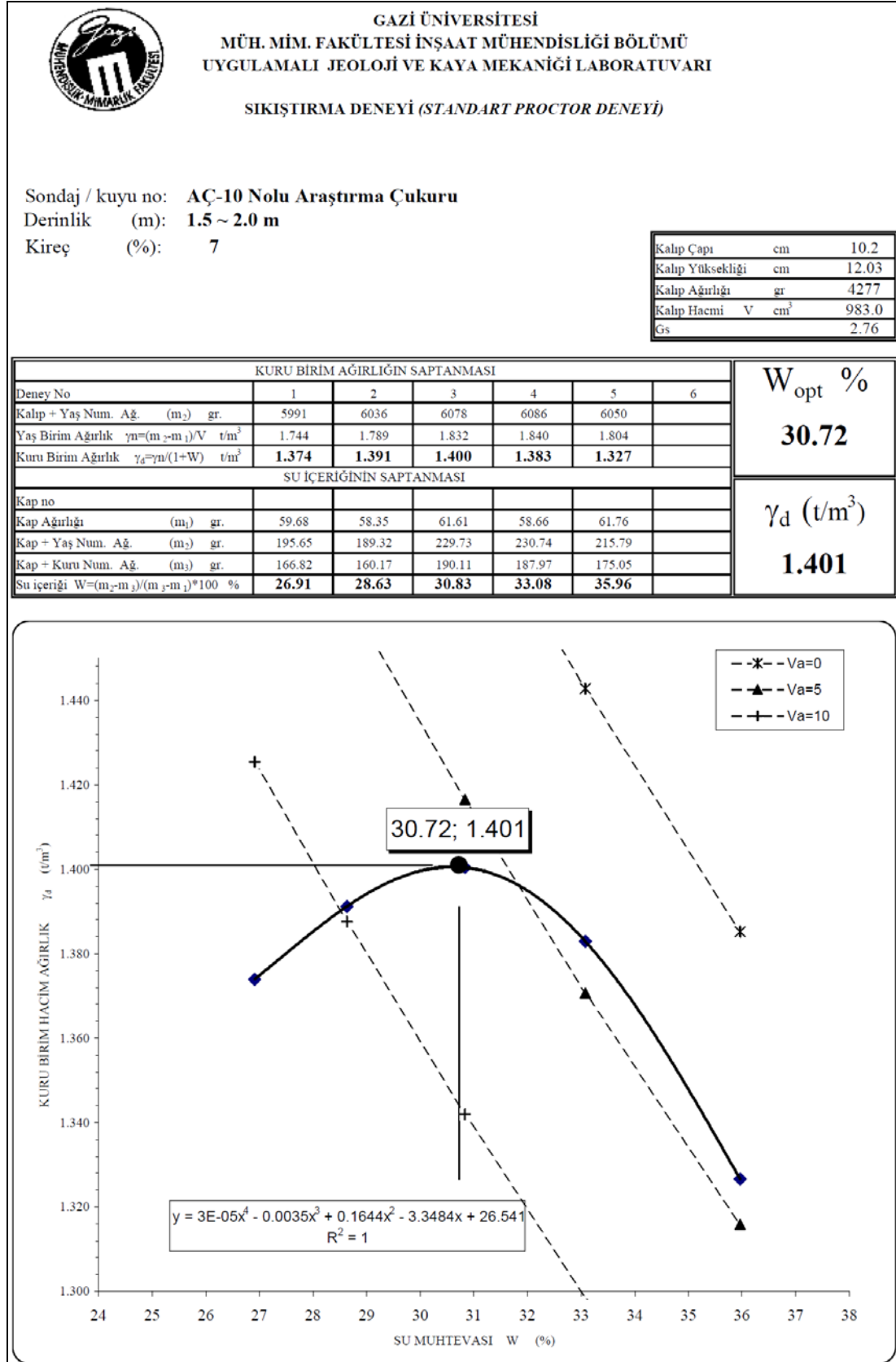
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %3)



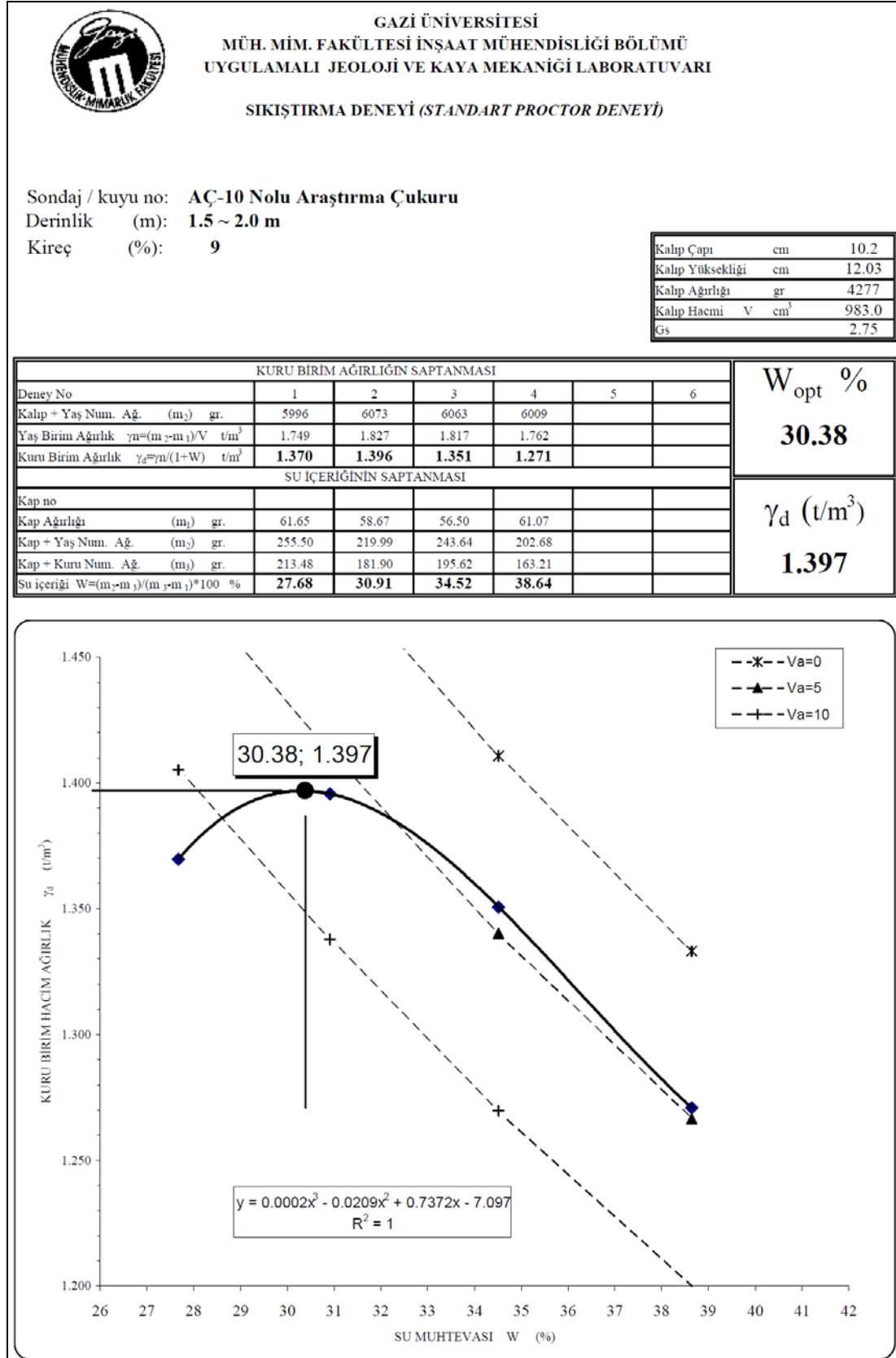
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %5)



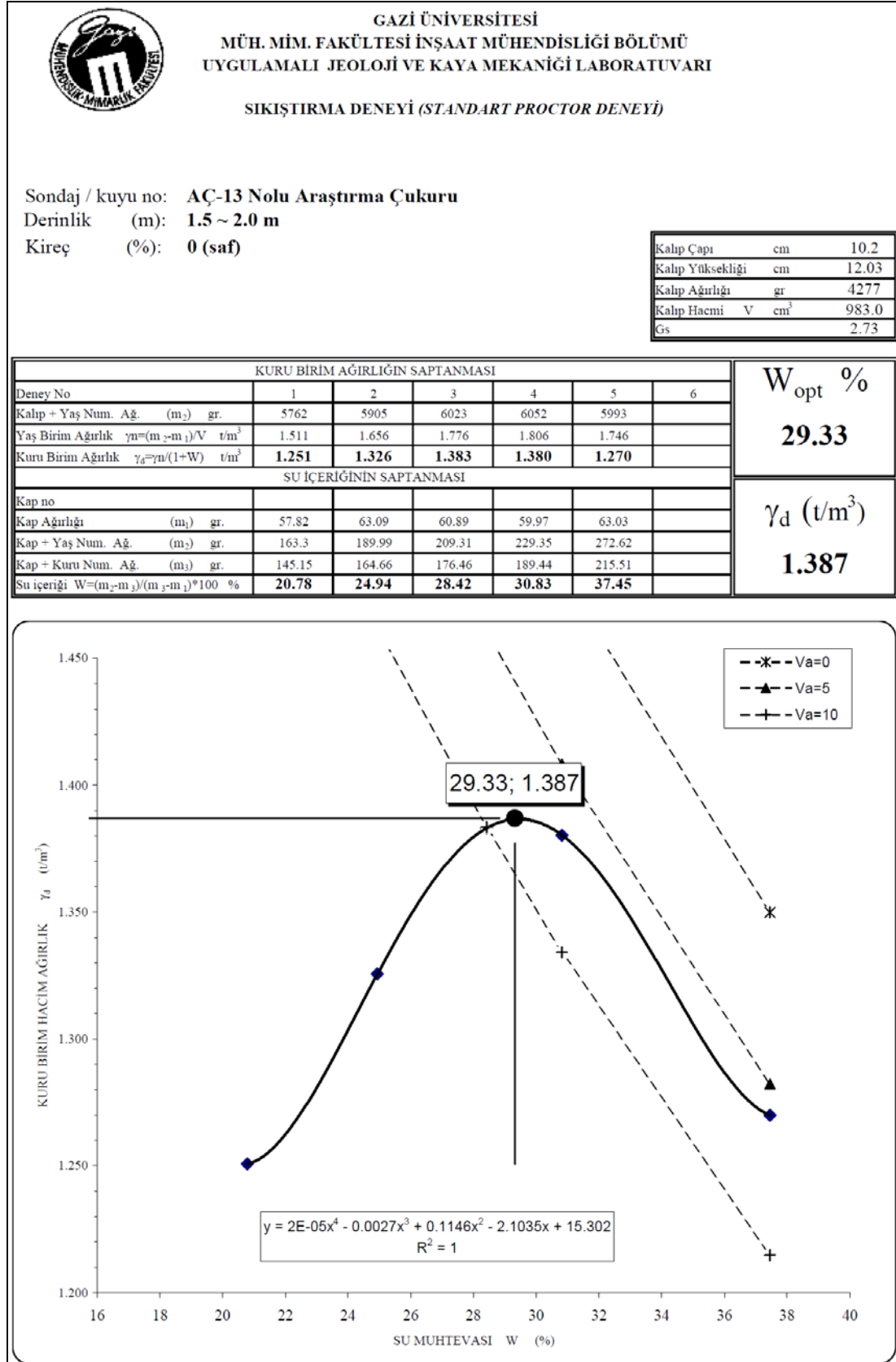
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %7)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-10, Kireç= %9)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %0)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %1)



GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

SİKİŞTİRMA DENEYİ (STANDART PROCTOR DENEYİ)

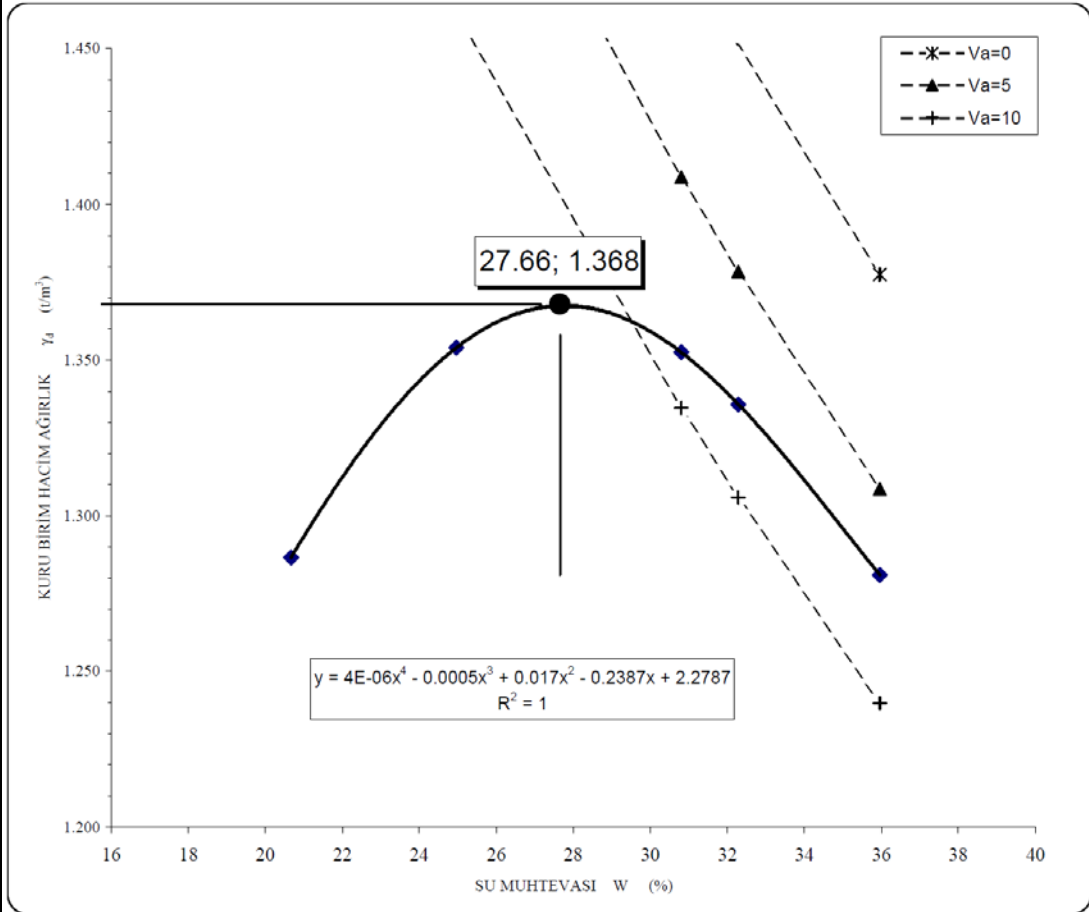
Sondaj / kuyu no: AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru

Derinlik (m): 1.5 ~ 2.0 m

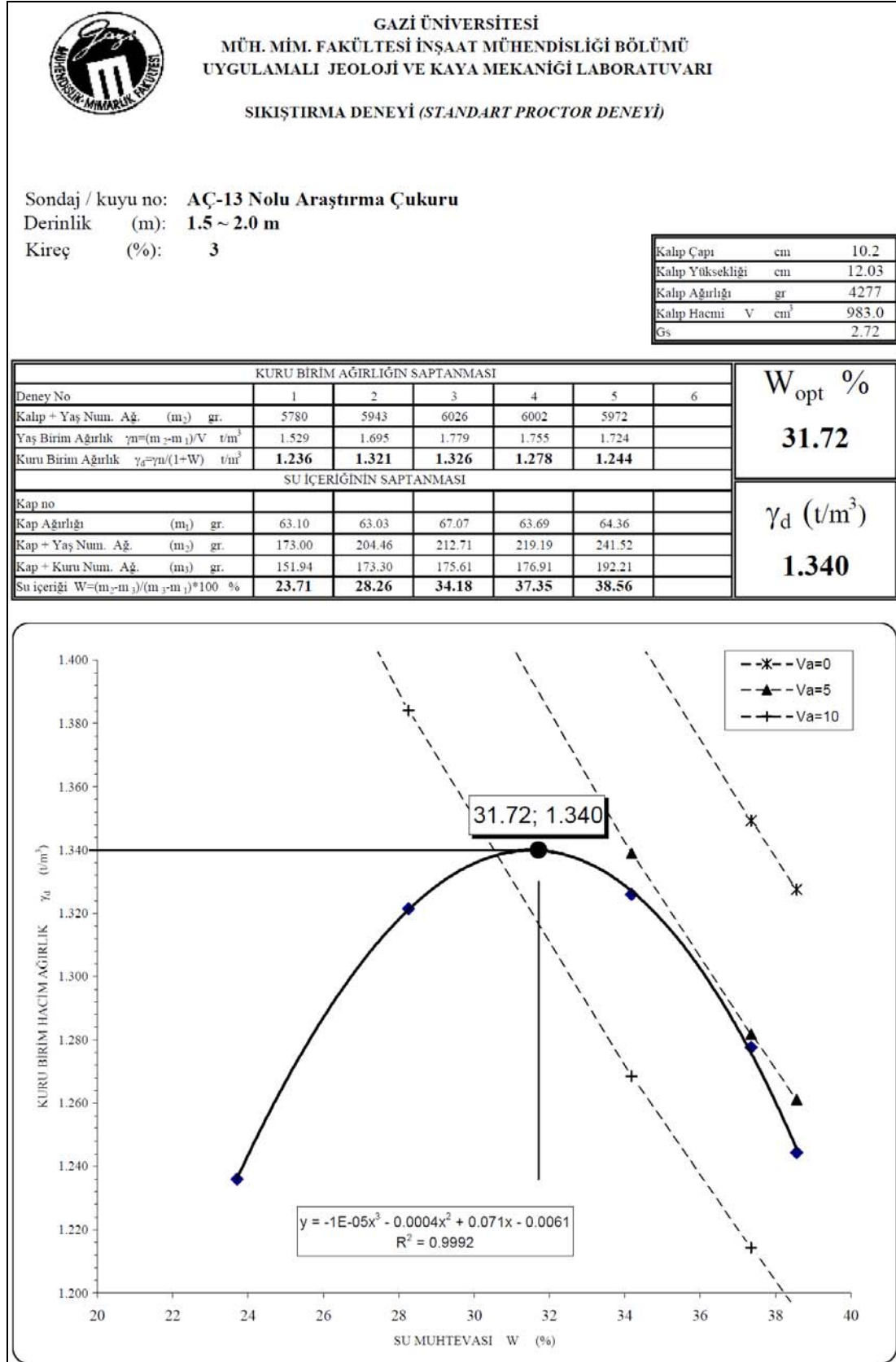
Kireç (%): 1

Kalıp Çapı	cm	10.2
Kalıp Yüksekliği	cm	12.03
Kalıp Ağırlığı	gr	4277
Kalıp Hacmi	V cm ³	983.0
G _s		2.73

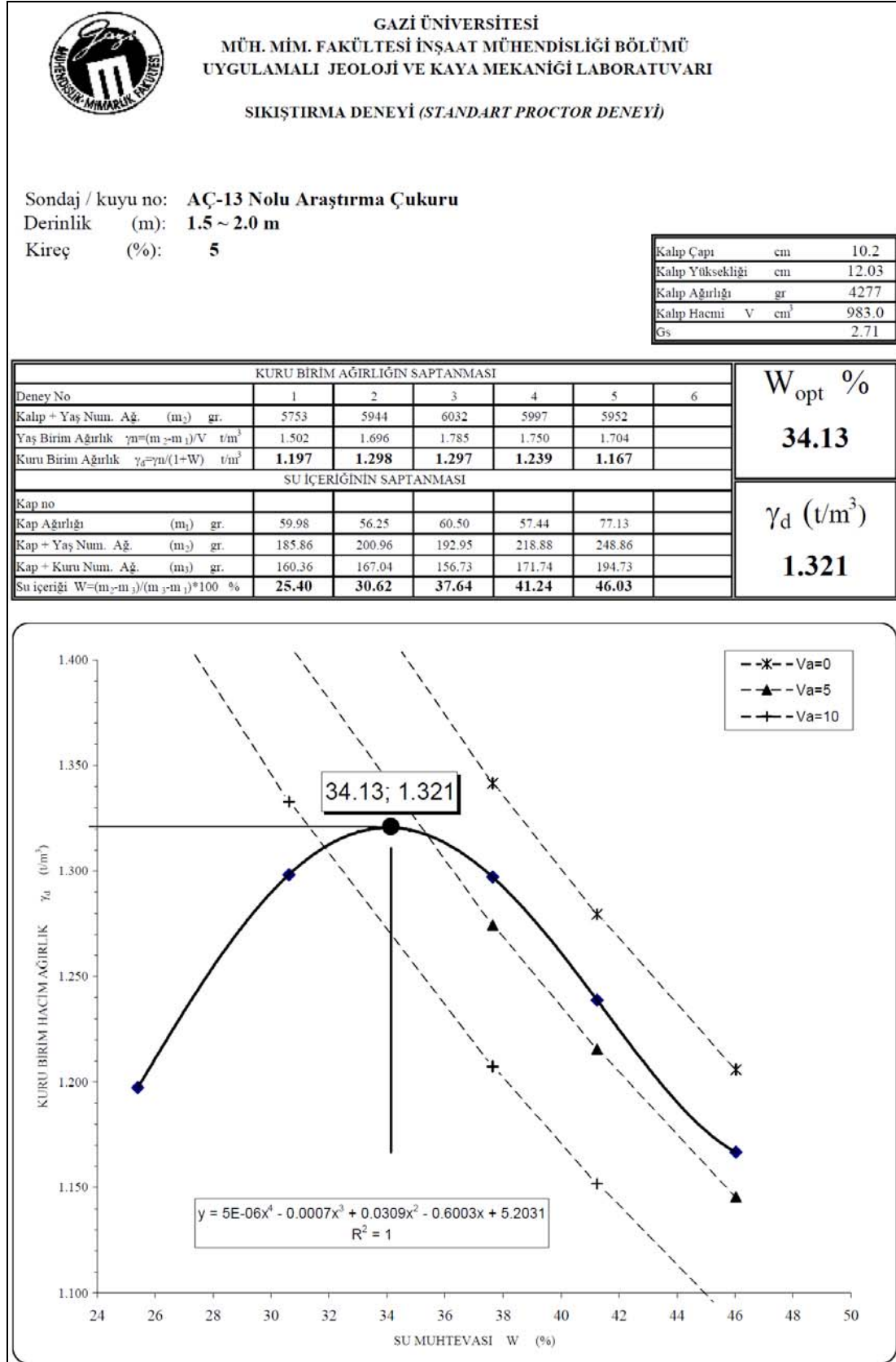
KURU BİRİM AĞIRLIĞIN SAPTANMASI							W _{opt} % 27.66
Deney No	1	2	3	4	5	6	
Kalıp + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	5803	5940	6016	6014	5989		
Yaş Birim Ağırlık $\gamma_n=(m_2-m_1)/V$ t/m ³	1.552	1.692	1.769	1.767	1.742		
Kuru Birim Ağırlık $\gamma_d=\gamma_n/(1+W)$ t/m ³	1.287	1.354	1.353	1.336	1.281		
SU İÇERİĞİNİN SAPTANMASI							γ_d (t/m ³) 1.368
Kap no							
Kap Ağırlığı (m ₁) gr.	63.19	63.12	67.16	63.78	64.45		
Kap + Yaş Num. Ağ. (m ₂) gr.	156.44	205.73	228.91	217.27	231.55		
Kap + Kuru Num. Ağ. (m ₃) gr.	140.47	177.25	190.82	179.81	187.35		
Su içeriği $W=(m_2-m_3)/(m_3-m_1)*100$ %	20.66	24.95	30.80	32.29	35.96		



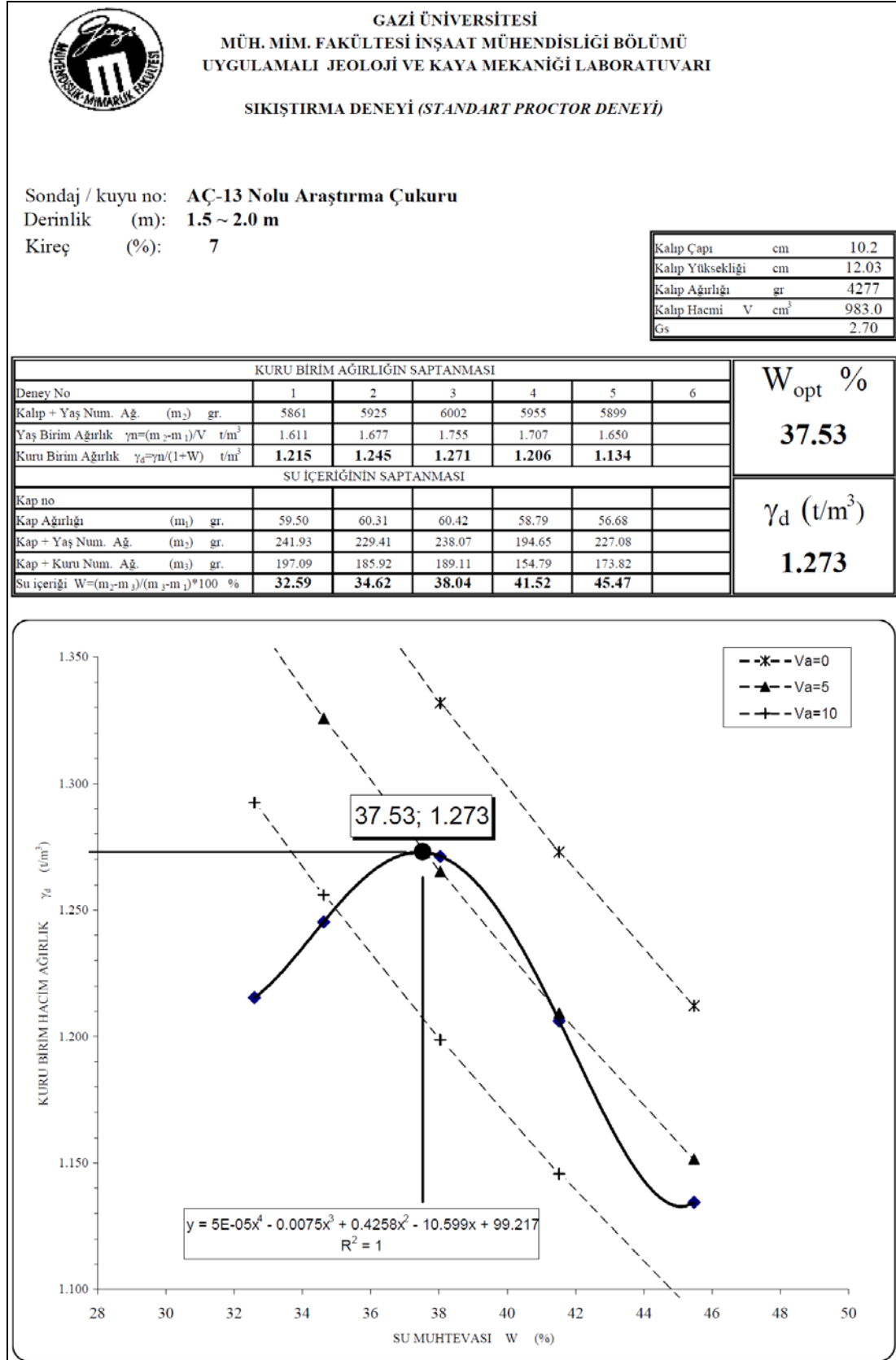
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %3)



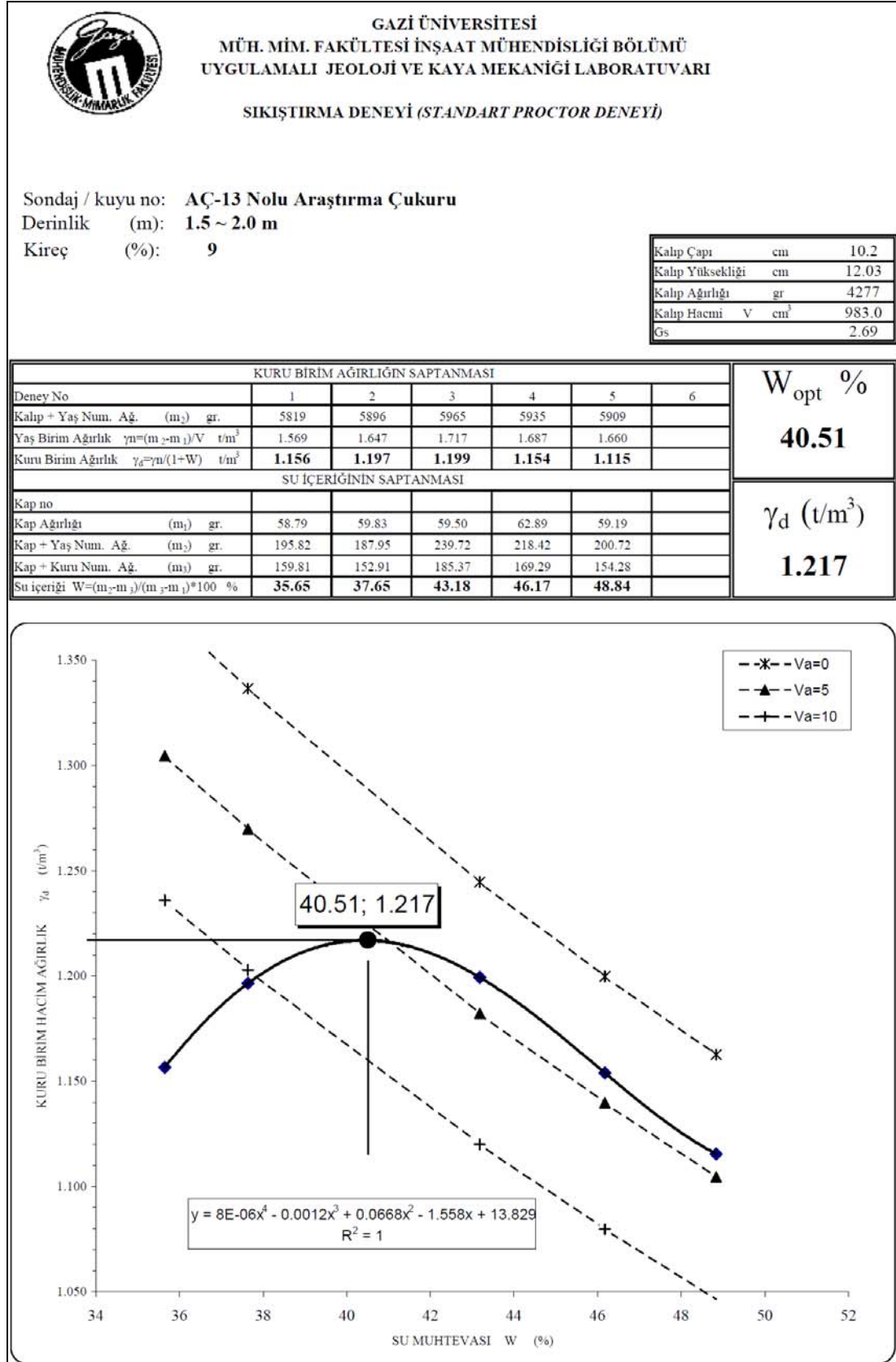
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %5)



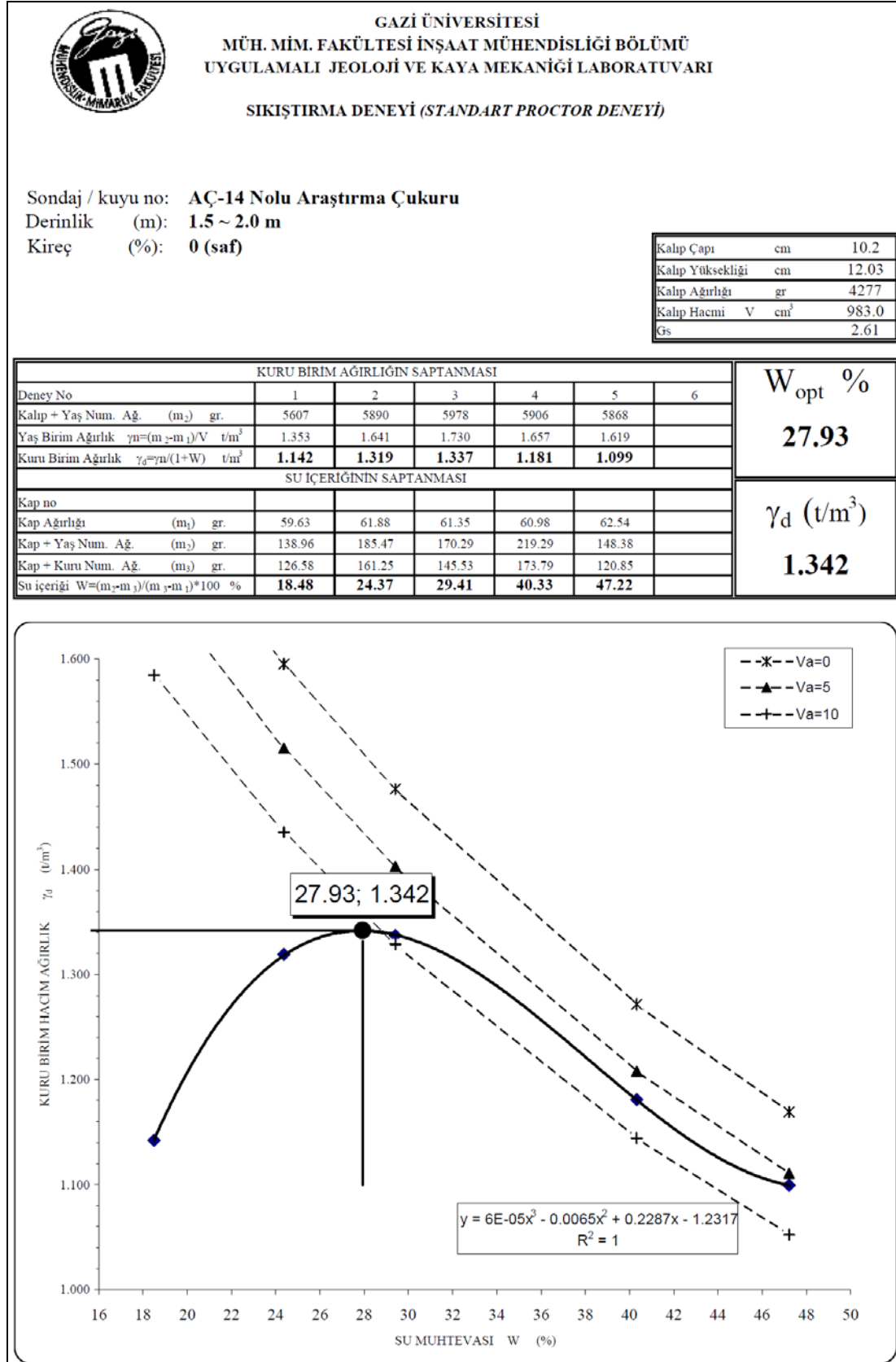
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %7)



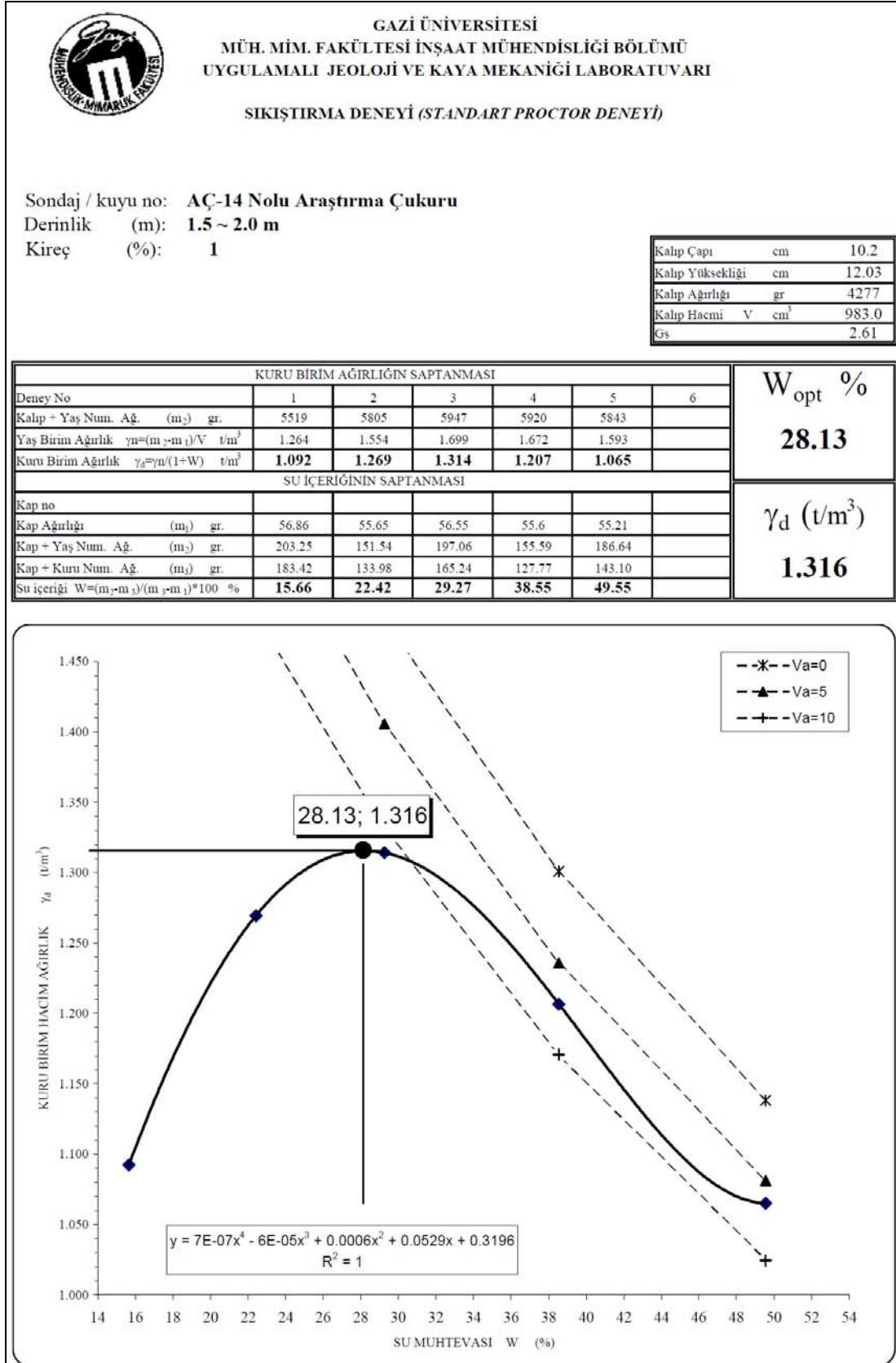
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-13, Kireç= %9)



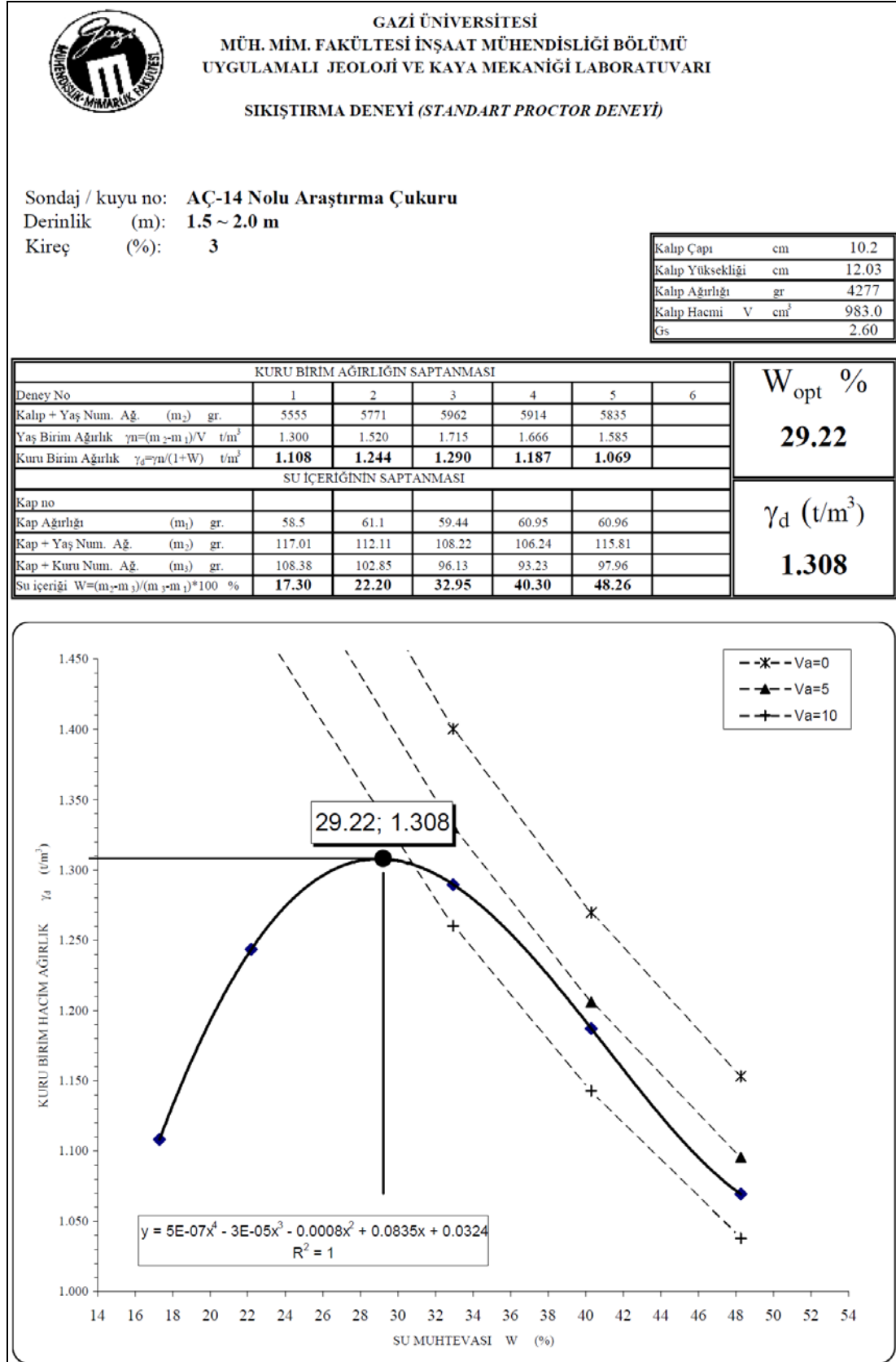
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %0)



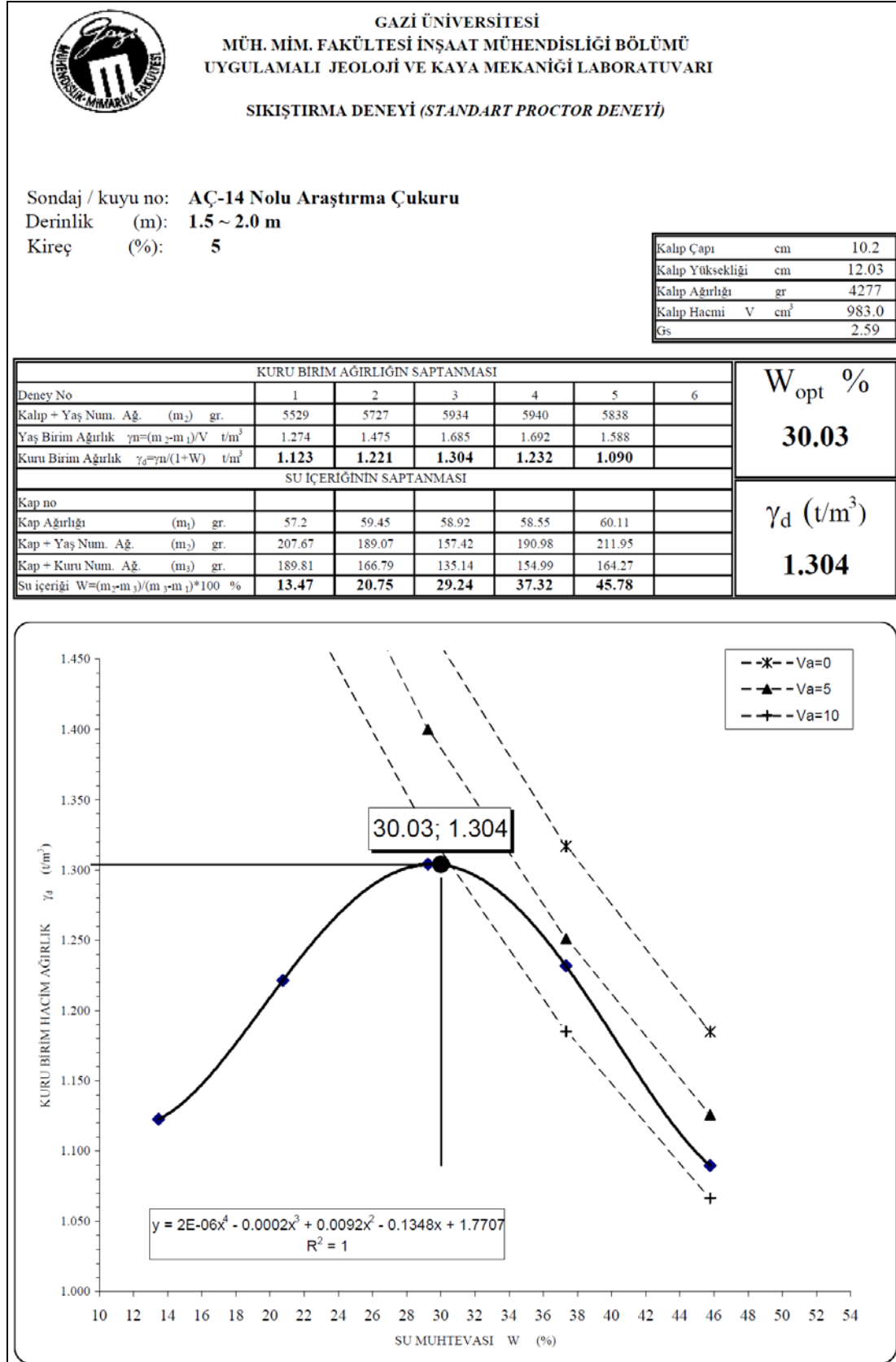
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %1)



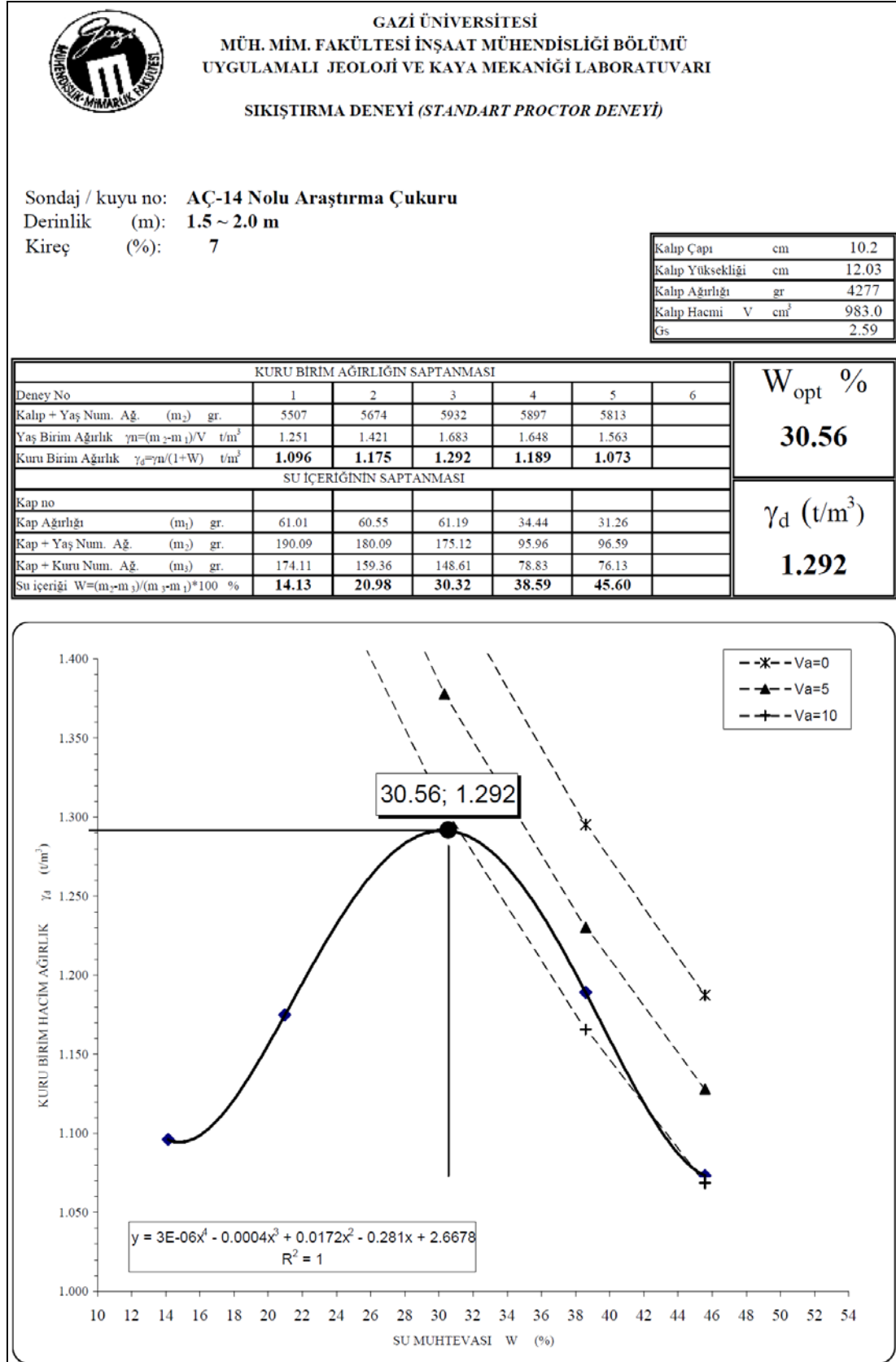
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %3)



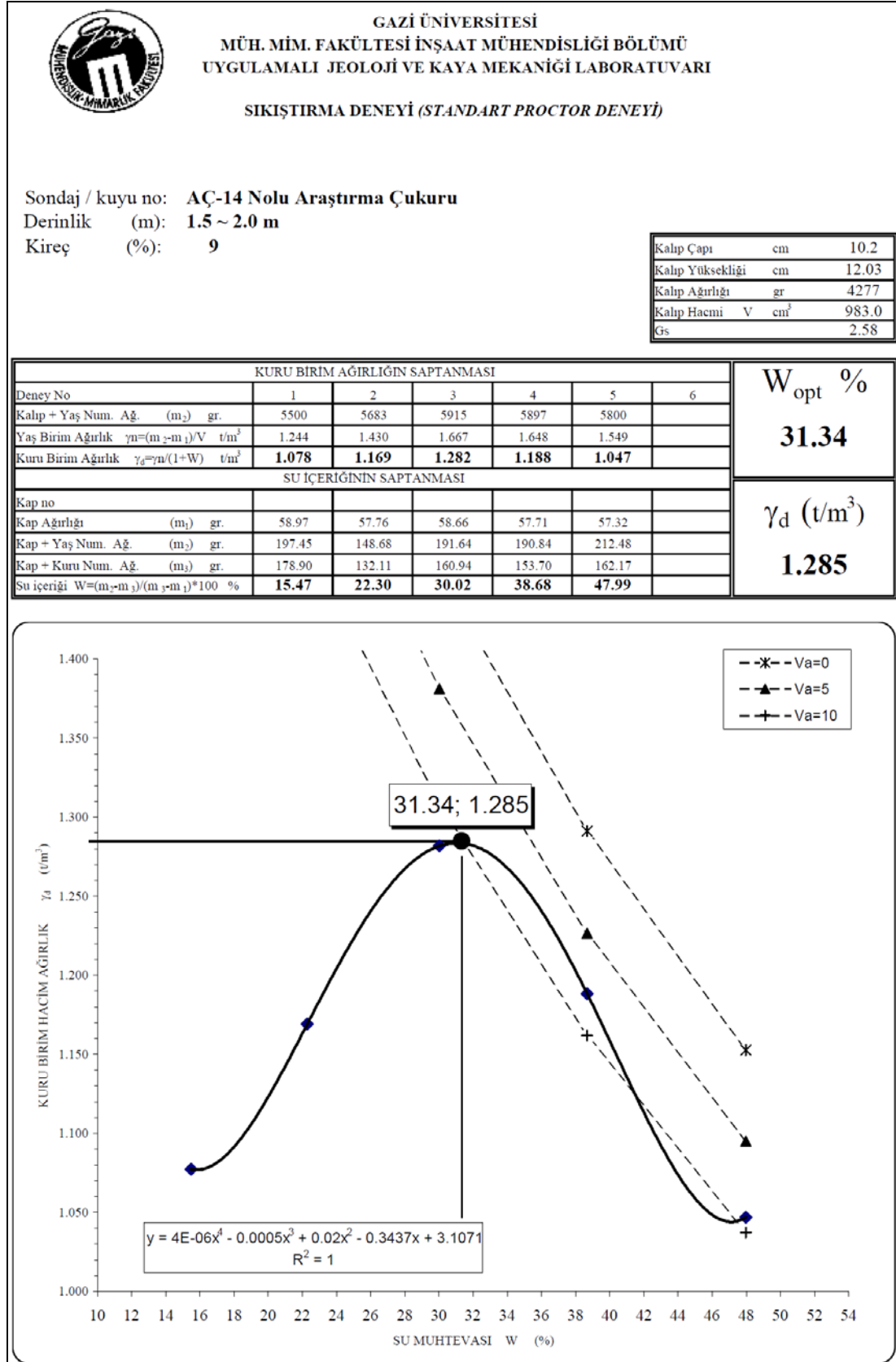
EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %5)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %7)



EK-6 (Devam) Standart proctor deney sonuçları (AÇ-14, Kireç= %9)



EK-7 Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	214.27
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	185.67
Kireç (%) :	0 (saf)		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.79
			Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	96.16
			Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.849	2H ₀	1.2190

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği lb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.8490	0.0000	1.6300	1.3372					
0.2500	0.0580	0.0580	2.7910	0.0204	1.5720	1.2896	0.0476	0.2490	0.1911	0.0818	12.2311
0.5000	0.1110	0.0530	2.7380	0.0390	1.5190	1.2461	0.0435	0.2500	0.1739	0.0760	13.1651
1.0000	0.1890	0.0780	2.6600	0.0663	1.4410	1.1821	0.0640	0.5000	0.1280	0.0570	17.5513
2.0000	0.3140	0.1250	2.5350	0.1102	1.3160	1.0796	0.1025	1.0000	0.1025	0.0470	21.2800
4.0000	0.4650	0.1510	2.3840	0.1632	1.1650	0.9557	0.1239	2.0000	0.0619	0.0298	33.5762
2.0000	0.4410	-0.0240	2.4080	0.1548	1.1890	0.9754					
1.0000	0.4060	-0.0350	2.4430	0.1425	1.2240	1.0041					
0.5000	0.3700	-0.0360	2.4790	0.1299	1.2600	1.0337					
0.2500	0.3360	-0.0340	2.5130	0.1179	1.2940	1.0616					
0.0010											

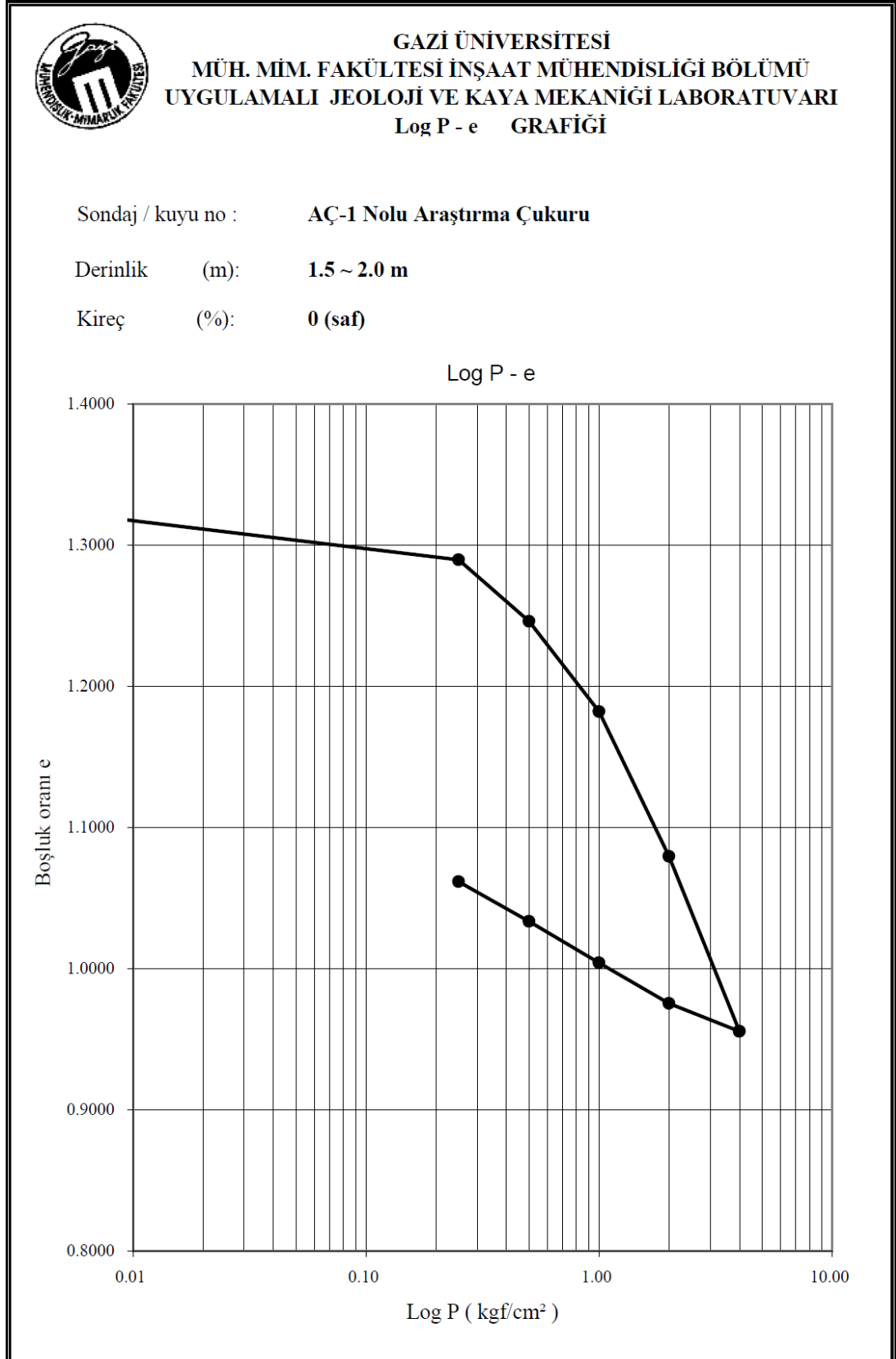
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük lbre:	5	9.29	0.4290	17.7
Büyük lbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	9.566	340

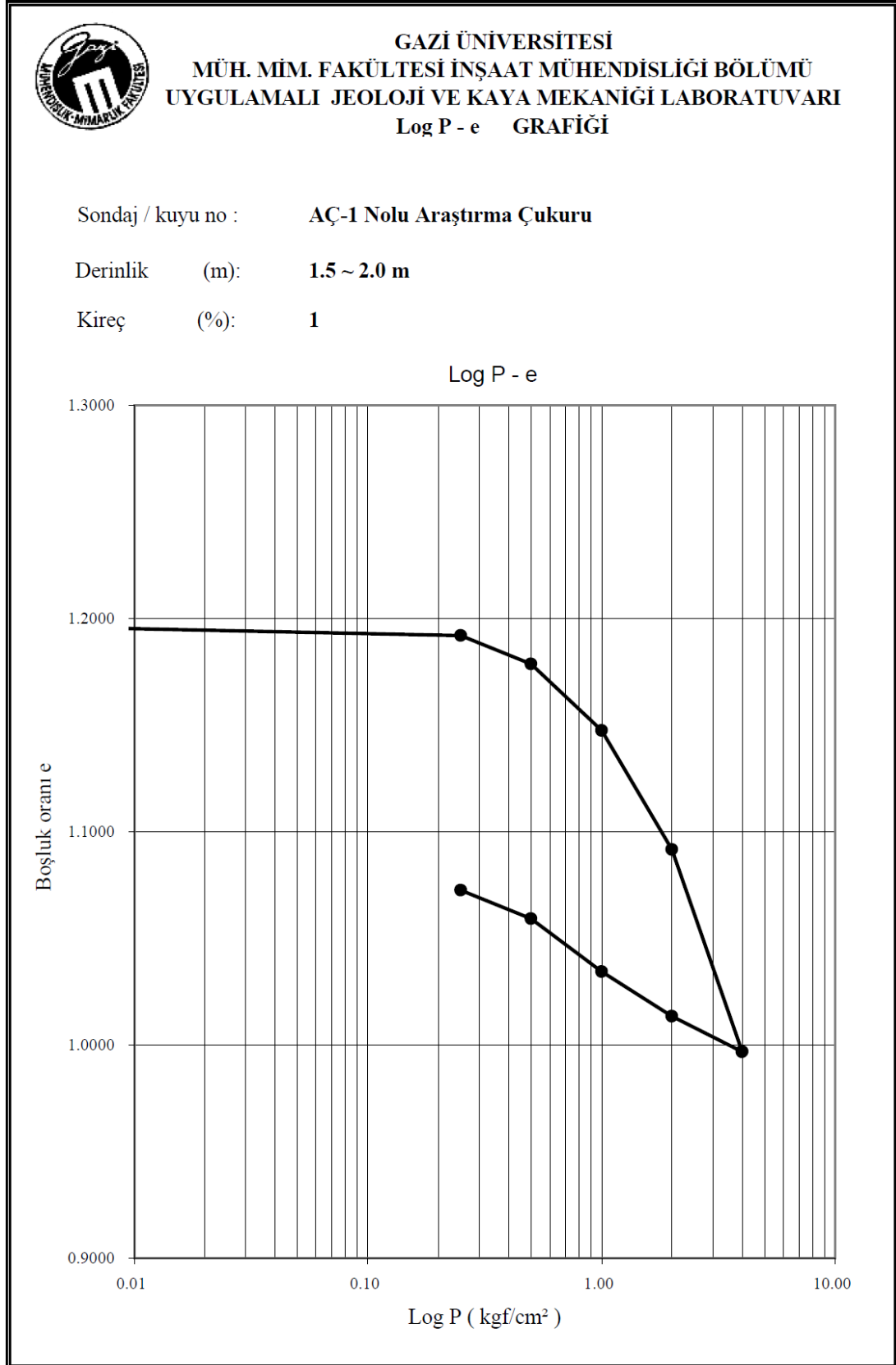
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	213.69																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	186.45																								
Kireç	(%):	1		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.79																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	94.77																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.640	2Ho	1.2014																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği lb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.6400	0.0000	1.4386	1.1975																										
0.2500	0.0065	0.0065	2.6335	0.0025	1.4321	1.1921	0.0054	0.2490	0.0217	0.0099	101.1323																					
0.5000	0.0225	0.0160	2.6175	0.0085	1.4161	1.1788	0.0133	0.2500	0.0533	0.0243	41.1484																					
1.0000	0.0600	0.0375	2.5800	0.0227	1.3786	1.1476	0.0312	0.5000	0.0624	0.0287	34.9000																					
2.0000	0.1270	0.0670	2.5130	0.0481	1.3116	1.0918	0.0558	1.0000	0.0558	0.0260	38.5075																					
4.0000	0.2410	0.1140	2.3990	0.0913	1.1976	0.9969	0.0949	2.0000	0.0474	0.0227	44.0877																					
2.0000	0.2210	-0.0200	2.4190	0.0837	1.2176	1.0135																										
1.0000	0.1960	-0.0250	2.4440	0.0742	1.2426	1.0344																										
0.5000	0.1660	-0.0300	2.4740	0.0629	1.2726	1.0593																										
0.2500	0.1500	-0.0160	2.4900	0.0568	1.2886	1.0726																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td>7.10</td><td>0.2100</td><td>8.6</td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>9.367</td><td>333</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5				Büyük İbre:	0.00	7.10	0.2100	8.6	Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	9.367	333
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5																															
Büyük İbre:	0.00	7.10	0.2100	8.6																												
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	9.367	333																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	217.04																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	188.22																								
Kireç	(%):	3		Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.78																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.64																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.524	2Ho	1.2168																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5240	0.0000	1.3072	1.0744																										
0.2500	0.0050	0.0050	2.5190	0.0020	1.3022	1.0703	0.0041	0.2490	0.0165	0.0080	125.6952																					
0.5000	0.0180	0.0130	2.5060	0.0071	1.2892	1.0596	0.0107	0.2500	0.0427	0.0206	48.4423																					
1.0000	0.0465	0.0285	2.4775	0.0184	1.2607	1.0362	0.0234	0.5000	0.0468	0.0227	43.9649																					
2.0000	0.0950	0.0485	2.4290	0.0376	1.2122	0.9963	0.0399	1.0000	0.0399	0.0196	51.0825																					
4.0000	0.1760	0.0810	2.3480	0.0697	1.1312	0.9297	0.0666	2.0000	0.0333	0.0167	59.9753																					
2.0000	0.1610	-0.0150	2.3630	0.0638	1.1462	0.9421																										
1.0000	0.1425	-0.0185	2.3815	0.0565	1.1647	0.9573																										
0.5000	0.1210	-0.0215	2.4030	0.0479	1.1862	0.9749																										
0.2500	0.1090	-0.0120	2.4150	0.0432	1.1982	0.9848																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.64</td><td>0.0640</td><td>2.6</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>3.594</td><td>129</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.64	0.0640	2.6	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	3.594	129
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.64	0.0640	2.6																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	3.594	129																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %3)

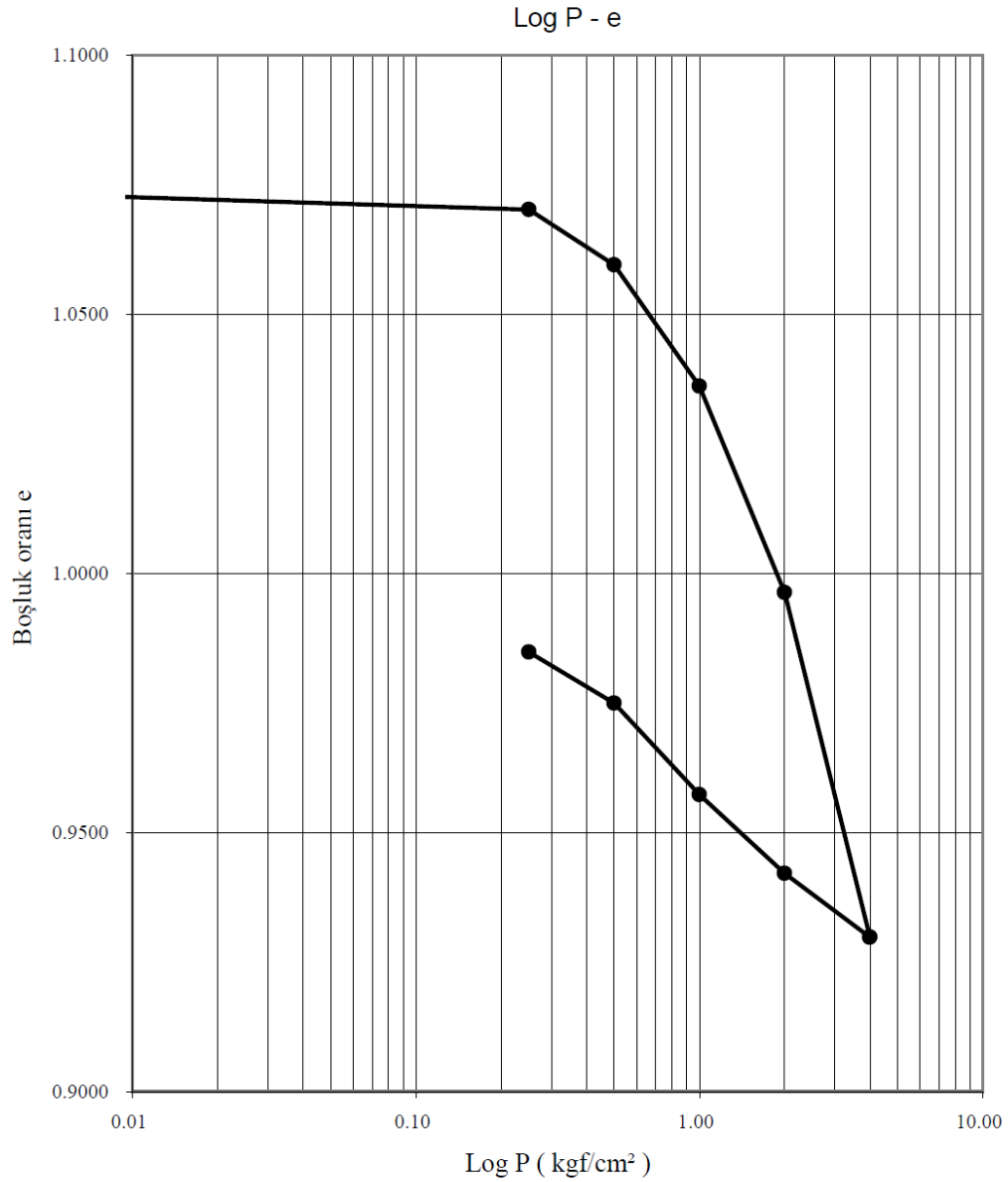


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI
Log P - e GRAFİĞİ

Sondaj / kuyu no : **AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru**

Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

Kireç (%): **3**



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	218.33
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	188.02
Kireç (%):	5			Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.77
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.44
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.478	2H ₀	1.2186

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı a _v	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4780	0.0000	1.2594	1.0335					
0.2500	0.0050	0.0050	2.4730	0.0020	1.2544	1.0294	0.0041	0.2490	0.0165	0.0081	123.4044
0.5000	0.0130	0.0080	2.4650	0.0052	1.2464	1.0228	0.0066	0.2500	0.0263	0.0129	77.2812
1.0000	0.0280	0.0150	2.4500	0.0113	1.2314	1.0105	0.0123	0.5000	0.0246	0.0122	82.1667
2.0000	0.0480	0.0200	2.4300	0.0194	1.2114	0.9941	0.0164	1.0000	0.0164	0.0082	122.5000
4.0000	0.0730	0.0250	2.4050	0.0295	1.1864	0.9736	0.0205	2.0000	0.0103	0.0051	194.4000
2.0000	0.0640	-0.0090	2.4140	0.0258	1.1954	0.9810					
1.0000	0.0550	-0.0090	2.4230	0.0222	1.2044	0.9884					
0.5000	0.0480	-0.0070	2.4300	0.0194	1.2114	0.9941					
0.2500	0.0420	-0.0060	2.4360	0.0169	1.2174	0.9990					
0.0010											

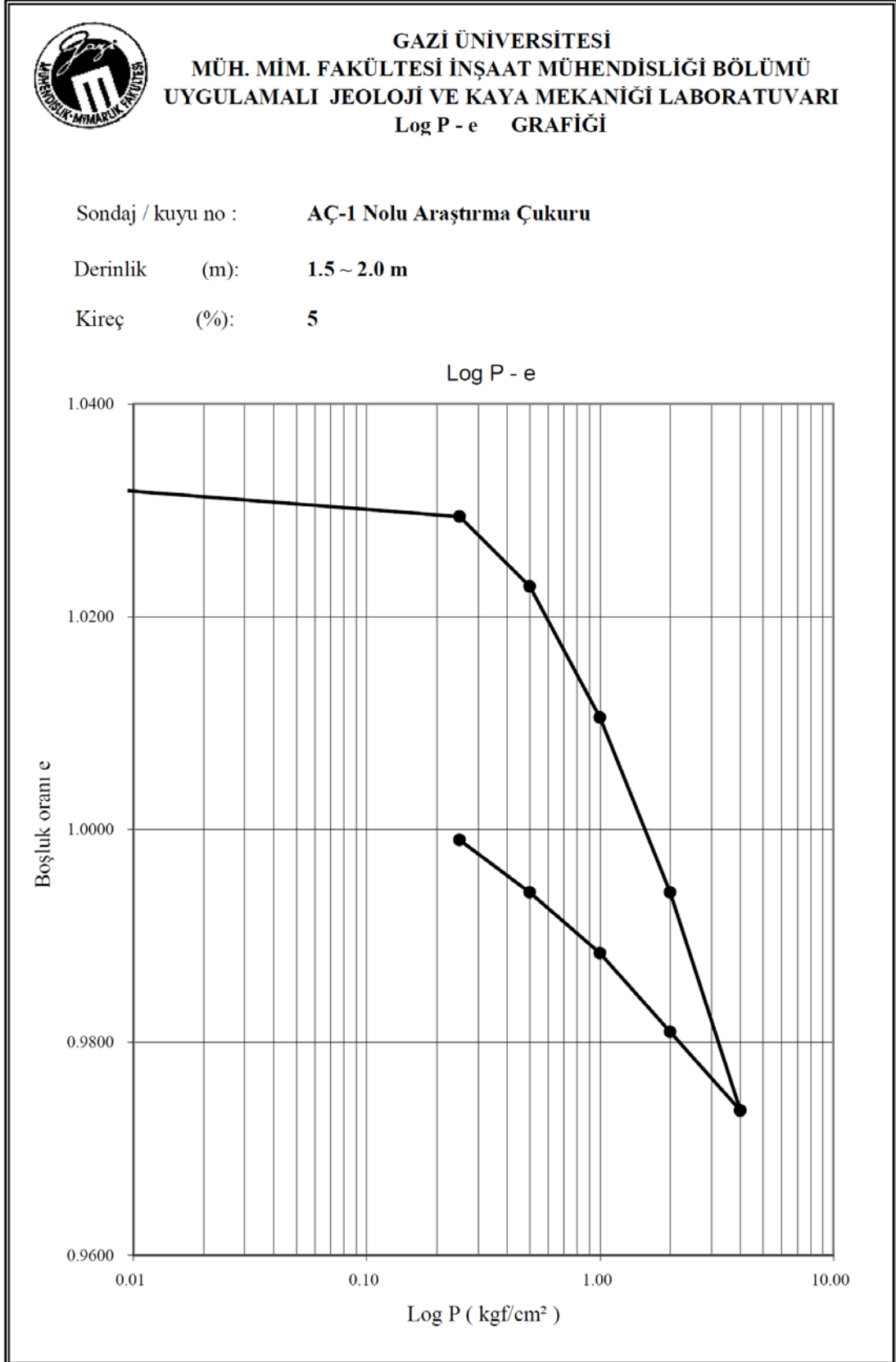
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.18	0.0180	0.7
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.534	1.784	65

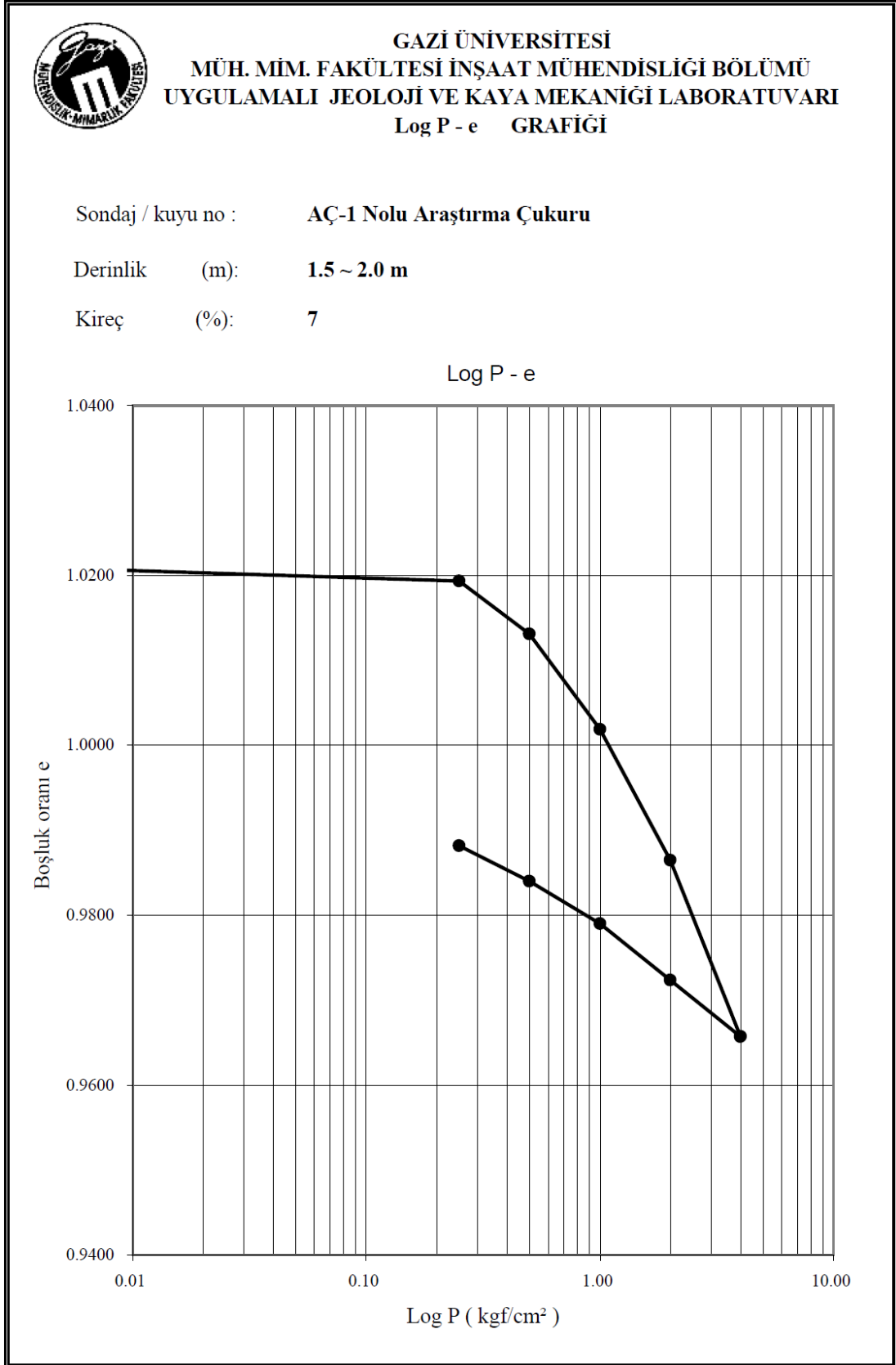
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	213.07																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	183.32																								
Kireç	(%):	7		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.76																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	93.81																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.430	2Ho	1.2021																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4300	0.0000	1.2279	1.0214																										
0.2500	0.0025	0.0025	2.4275	0.0010	1.2254	1.0193	0.0021	0.2490	0.0084	0.0041	242.0280																					
0.5000	0.0100	0.0075	2.4200	0.0041	1.2179	1.0131	0.0062	0.2500	0.0250	0.0124	80.9167																					
1.0000	0.0235	0.0135	2.4065	0.0097	1.2044	1.0019	0.0112	0.5000	0.0225	0.0112	89.6296																					
2.0000	0.0420	0.0185	2.3880	0.0173	1.1859	0.9865	0.0154	1.0000	0.0154	0.0077	130.0811																					
4.0000	0.0670	0.0250	2.3630	0.0276	1.1609	0.9657	0.0208	2.0000	0.0104	0.0052	191.0400																					
2.0000	0.0590	-0.0080	2.3710	0.0243	1.1689	0.9723																										
1.0000	0.0510	-0.0080	2.3790	0.0210	1.1769	0.9790																										
0.5000	0.0450	-0.0060	2.3850	0.0185	1.1829	0.9840																										
0.2500	0.0400	-0.0050	2.3900	0.0165	1.1879	0.9882																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.10</td><td>0.0100</td><td>0.4</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>1.338</td><td>49</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.10	0.0100	0.4	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	1.338	49
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.10	0.0100	0.4																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	1.338	49																														

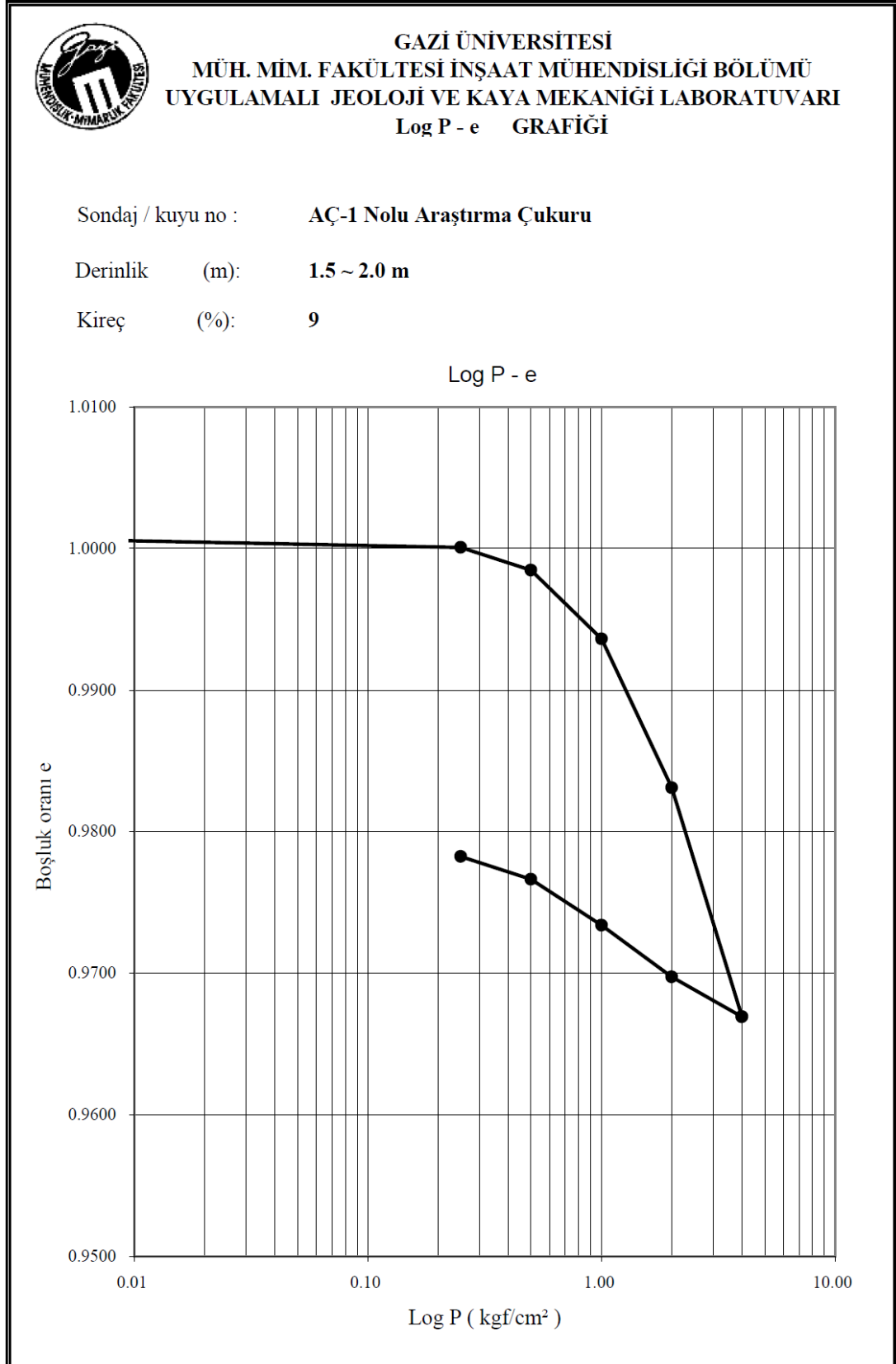
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-1, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-1 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	209.73																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	179.94																								
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.76																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	96.45																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.473	2H ₀	1.2359																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4730	0.0000	1.2371	1.0009																										
0.2500	0.0010	0.0010	2.4720	0.0004	1.2361	1.0001	0.0008	0.2490	0.0032	0.0016	615.7770																					
0.5000	0.0030	0.0020	2.4700	0.0012	1.2341	0.9985	0.0016	0.2500	0.0065	0.0032	309.0000																					
1.0000	0.0090	0.0060	2.4640	0.0036	1.2281	0.9936	0.0049	0.5000	0.0097	0.0049	205.8333																					
2.0000	0.0220	0.0130	2.4510	0.0089	1.2151	0.9831	0.0105	1.0000	0.0105	0.0053	189.5385																					
4.0000	0.0420	0.0200	2.4310	0.0170	1.1951	0.9669	0.0162	2.0000	0.0081	0.0041	245.1000																					
2.0000	0.0385	-0.0035	2.4345	0.0156	1.1986	0.9697																										
1.0000	0.0340	-0.0045	2.4390	0.0137	1.2031	0.9734																										
0.5000	0.0300	-0.0040	2.4430	0.0121	1.2071	0.9766																										
0.2500	0.0280	-0.0020	2.4450	0.0113	1.2091	0.9782																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.03</td><td>0.0030</td><td>0.1</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.535</td><td>1.360</td><td>50</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.03	0.0030	0.1	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.535	1.360	50
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.03	0.0030	0.1																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.535	1.360	50																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-1, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLÖJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	222.94
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	197.69
Kireç (%):	0 (saf)	Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.64
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	108.18
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.574	2Ho	1.4493

Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/ho)	Boşluk Yüksekliği hb (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5740	0.0000	1.1247	0.7761					
0.2500	0.0590	0.0590	2.5150	0.0229	1.0657	0.7354	0.0407	0.2490	0.1635	0.0921	10.8632
0.5000	0.0990	0.0400	2.4750	0.0385	1.0257	0.7078	0.0276	0.2500	0.1104	0.0636	15.7188
1.0000	0.1560	0.0570	2.4180	0.0606	0.9687	0.6684	0.0393	0.5000	0.0787	0.0461	21.7105
2.0000	0.2230	0.0670	2.3510	0.0866	0.9017	0.6222	0.0462	1.0000	0.0462	0.0277	36.0896
4.0000	0.3110	0.0880	2.2630	0.1208	0.8137	0.5615	0.0607	2.0000	0.0304	0.0187	53.4318
2.0000	0.2970	-0.0140	2.2770	0.1154	0.8277	0.5711					
1.0000	0.2750	-0.0220	2.2990	0.1068	0.8497	0.5863					
0.5000	0.2530	-0.0220	2.3210	0.0983	0.8717	0.6015					
0.2500	0.2260	-0.0270	2.3480	0.0878	0.8987	0.6201					
0.0010											

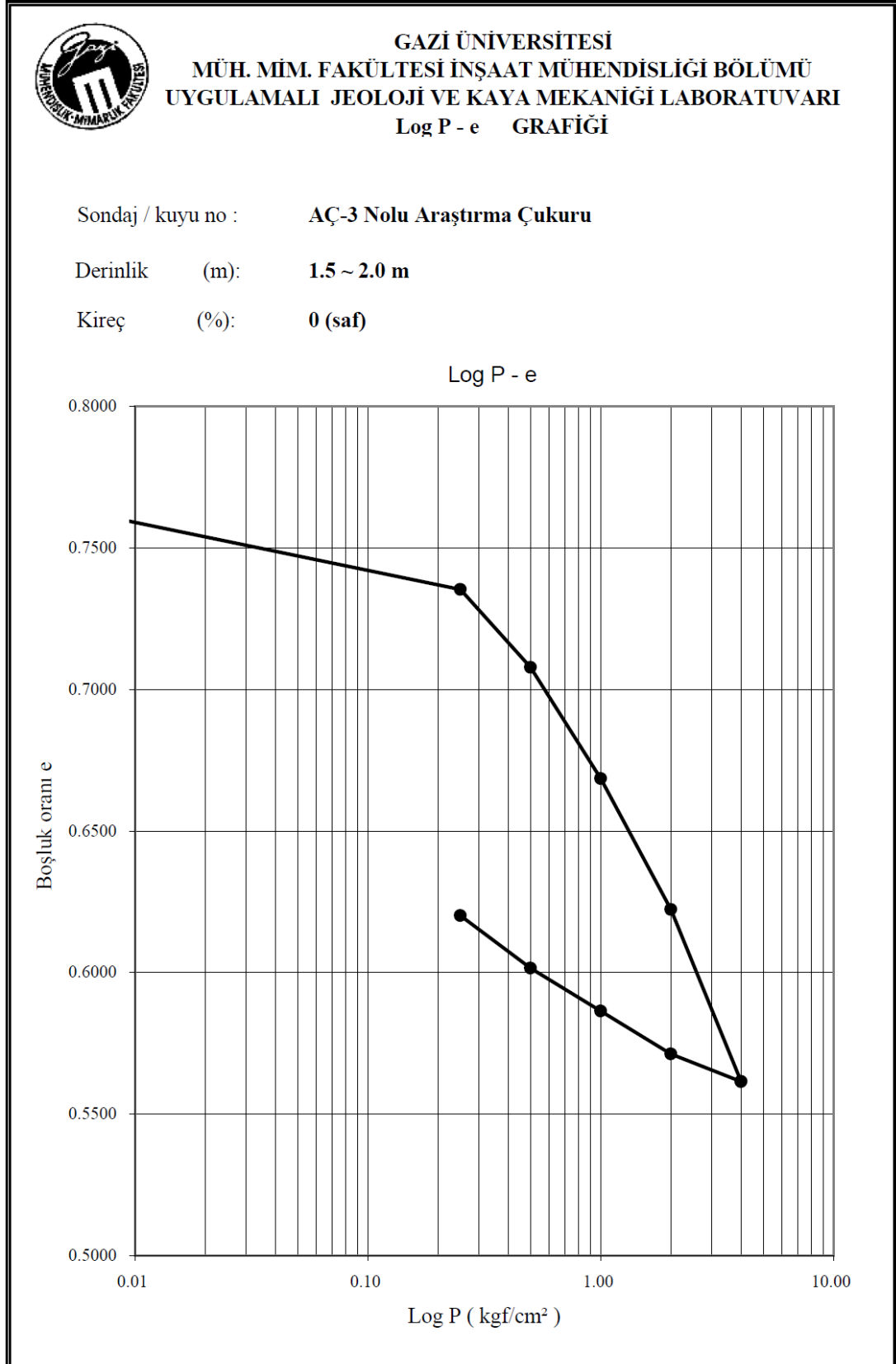
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	6.54	0.1540	6.4
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	2.723	98

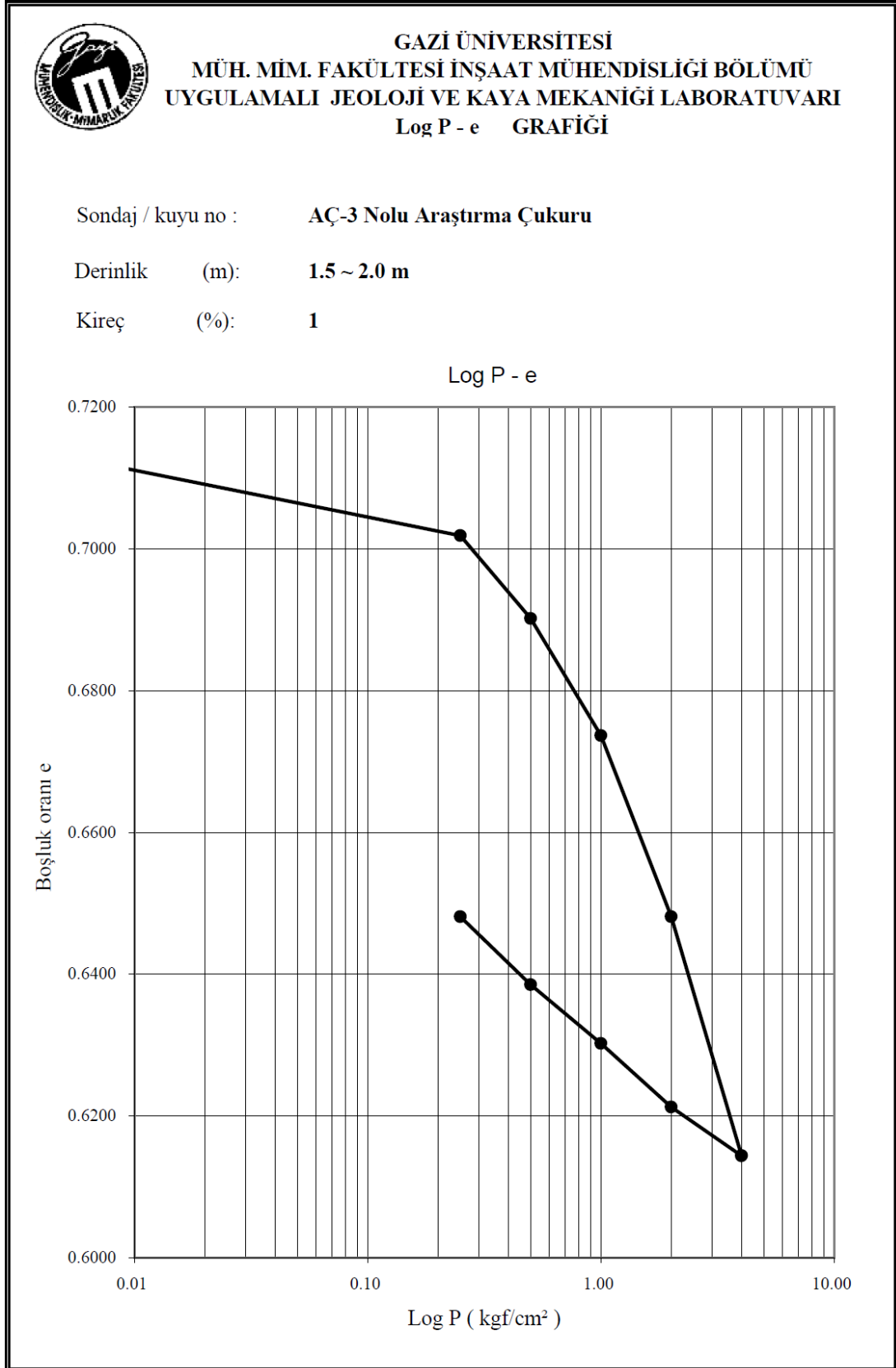
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	223.86			
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	199.97			
Kireç	(%):	1		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.64			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	108.29			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.492	2Ho	1.4507			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4920	0.0000	1.0413	0.7177					
0.2500	0.0230	0.0230	2.4690	0.0092	1.0183	0.7019	0.0159	0.2490	0.0637	0.0371	26.9786
0.5000	0.0400	0.0170	2.4520	0.0161	1.0013	0.6902	0.0117	0.2500	0.0469	0.0275	36.3088
1.0000	0.0640	0.0240	2.4280	0.0257	0.9773	0.6736	0.0165	0.5000	0.0331	0.0196	51.0833
2.0000	0.1010	0.0370	2.3910	0.0405	0.9403	0.6481	0.0255	1.0000	0.0255	0.0152	65.6216
4.0000	0.1500	0.0490	2.3420	0.0602	0.8913	0.6143	0.0338	2.0000	0.0169	0.0102	97.5918
2.0000	0.1400	-0.0100	2.3520	0.0562	0.9013	0.6212					
1.0000	0.1270	-0.0130	2.3650	0.0510	0.9143	0.6302					
0.5000	0.1150	-0.0120	2.3770	0.0461	0.9263	0.6385					
0.2500	0.1010	-0.0140	2.3910	0.0405	0.9403	0.6481					
0.0010											
SİSME YÜZDESİ TAYİNİ						SİSME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük lbre:	5	5.62	0.0620	2.6		0.487	2.637	95			
Büyük lbre:	0.00										

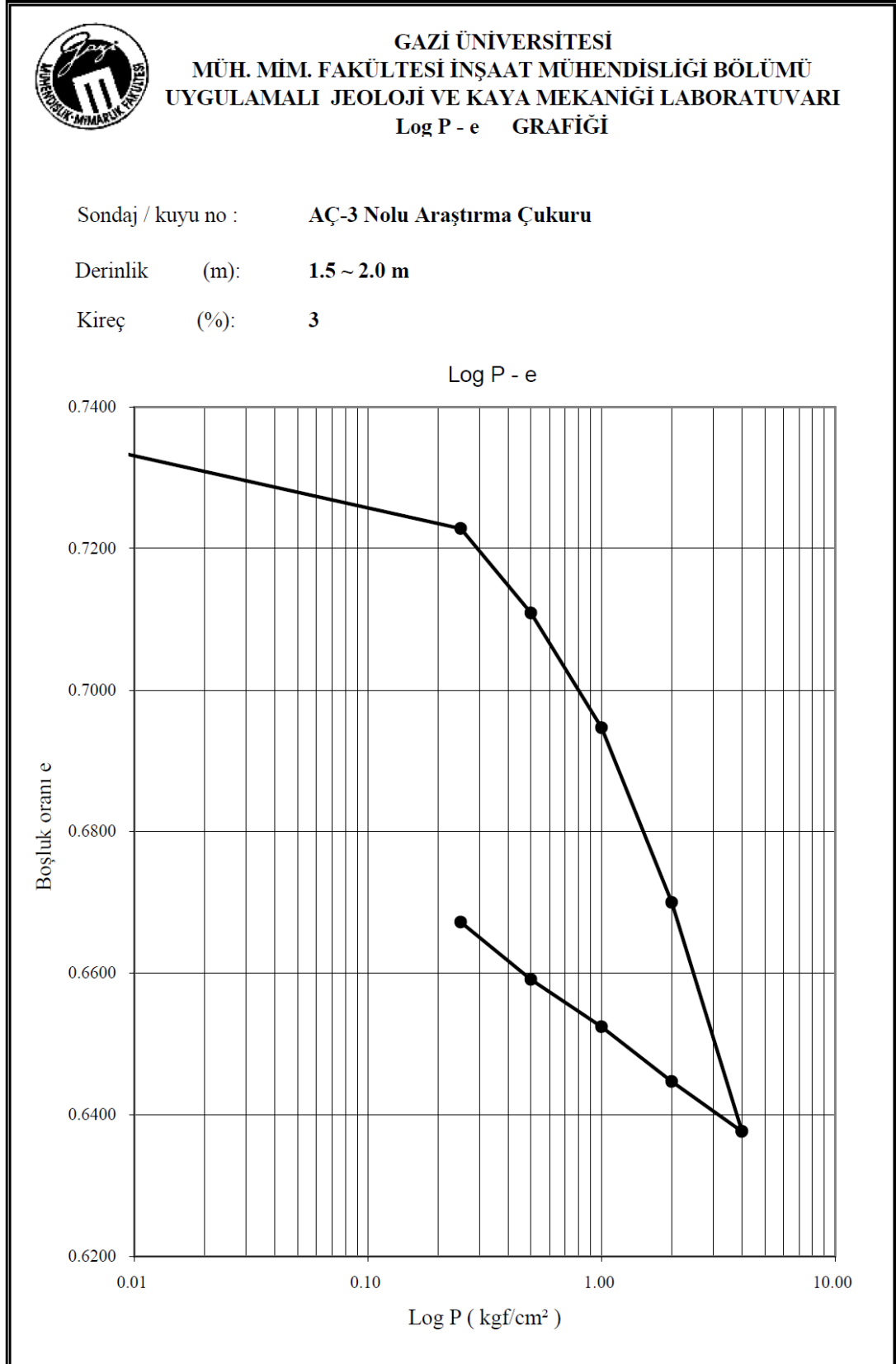
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	220.72																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	197.30																								
Kireç	(%):	3		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.63																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	105.62																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.472	2Ho	1.4204																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4720	0.0000	1.0516	0.7404																										
0.2500	0.0250	0.0250	2.4470	0.0101	1.0266	0.7228	0.0176	0.2490	0.0707	0.0406	24.6211																					
0.5000	0.0420	0.0170	2.4300	0.0170	1.0096	0.7108	0.0120	0.2500	0.0479	0.0278	35.9853																					
1.0000	0.0650	0.0230	2.4070	0.0263	0.9866	0.6946	0.0162	0.5000	0.0324	0.0189	52.8261																					
2.0000	0.1000	0.0350	2.3720	0.0405	0.9516	0.6700	0.0246	1.0000	0.0246	0.0145	68.7714																					
4.0000	0.1460	0.0460	2.3260	0.0591	0.9056	0.6376	0.0324	2.0000	0.0162	0.0097	103.1304																					
2.0000	0.1360	-0.0100	2.3360	0.0550	0.9156	0.6447																										
1.0000	0.1250	-0.0110	2.3470	0.0506	0.9266	0.6524																										
0.5000	0.1155	-0.0095	2.3565	0.0467	0.9361	0.6591																										
0.2500	0.1040	-0.0115	2.3680	0.0421	0.9476	0.6672																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.42</td><td>0.0420</td><td>1.7</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>1.337</td><td>49</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.42	0.0420	1.7	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	1.337	49
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.42	0.0420	1.7																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	1.337	49																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	217.42
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	193.69
Kireç (%):	5			Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.62
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	104.18
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.442	2Ho	1.4063

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4420	0.0000	1.0357	0.7364					
0.2500	0.0200	0.0200	2.4220	0.0082	1.0157	0.7222	0.0142	0.2490	0.0571	0.0329	30.4029
0.5000	0.0280	0.0080	2.4140	0.0115	1.0077	0.7165	0.0057	0.2500	0.0228	0.0132	75.6875
1.0000	0.0400	0.0120	2.4020	0.0164	0.9957	0.7080	0.0085	0.5000	0.0171	0.0099	100.5833
2.0000	0.0560	0.0160	2.3860	0.0229	0.9797	0.6966	0.0114	1.0000	0.0114	0.0067	150.1250
4.0000	0.0780	0.0220	2.3640	0.0319	0.9577	0.6810	0.0156	2.0000	0.0078	0.0046	216.9091
2.0000	0.0730	-0.0050	2.3690	0.0299	0.9627	0.6845					
1.0000	0.0700	-0.0030	2.3720	0.0287	0.9657	0.6866					
0.5000	0.0680	-0.0020	2.3740	0.0278	0.9677	0.6881					
0.2500	0.0650	-0.0030	2.3770	0.0266	0.9707	0.6902					
0.0010											

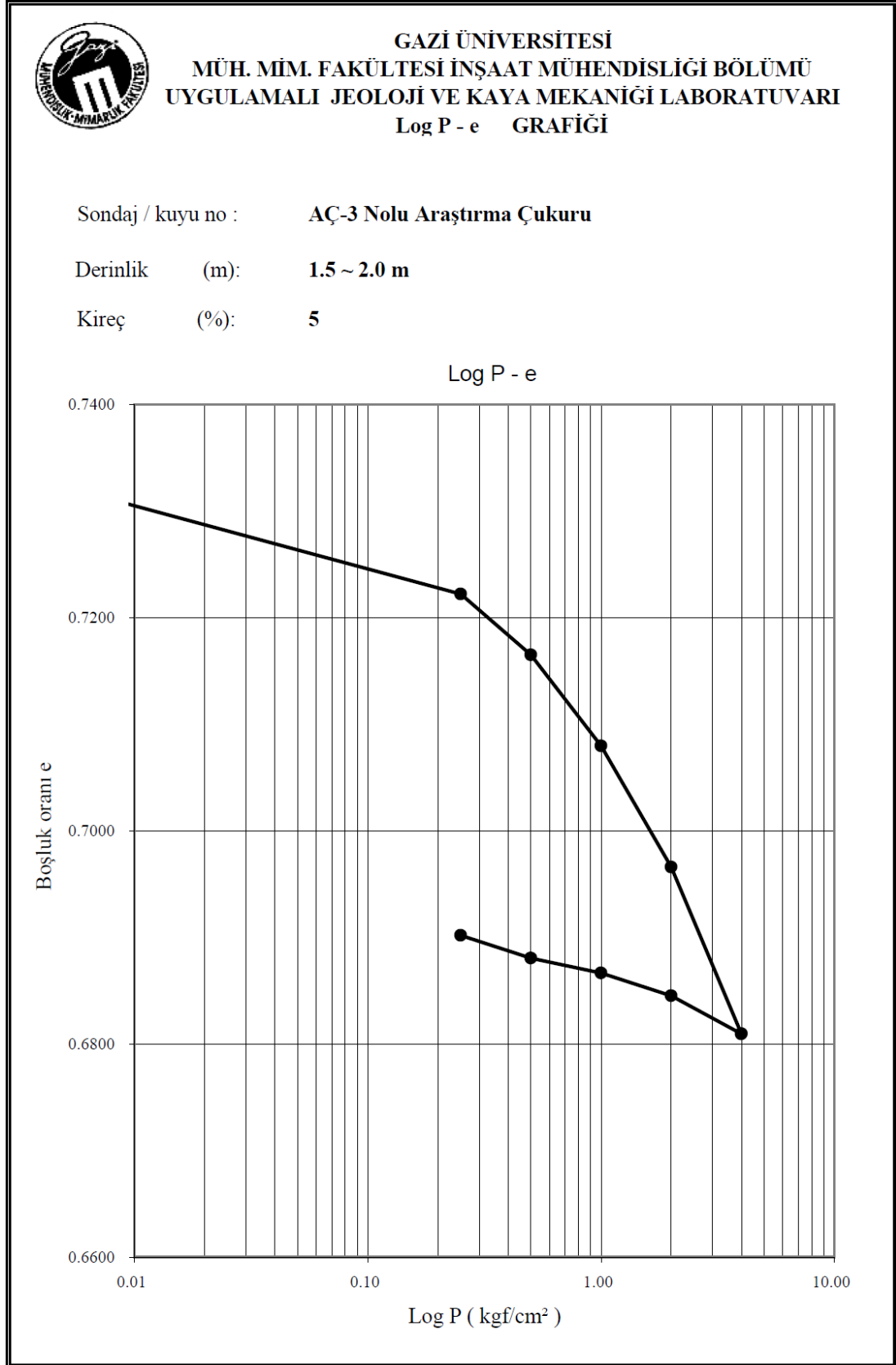
SİSME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.22	0.0220	0.9
Büyük İbre:	0.00			

SİSME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	0.801	30

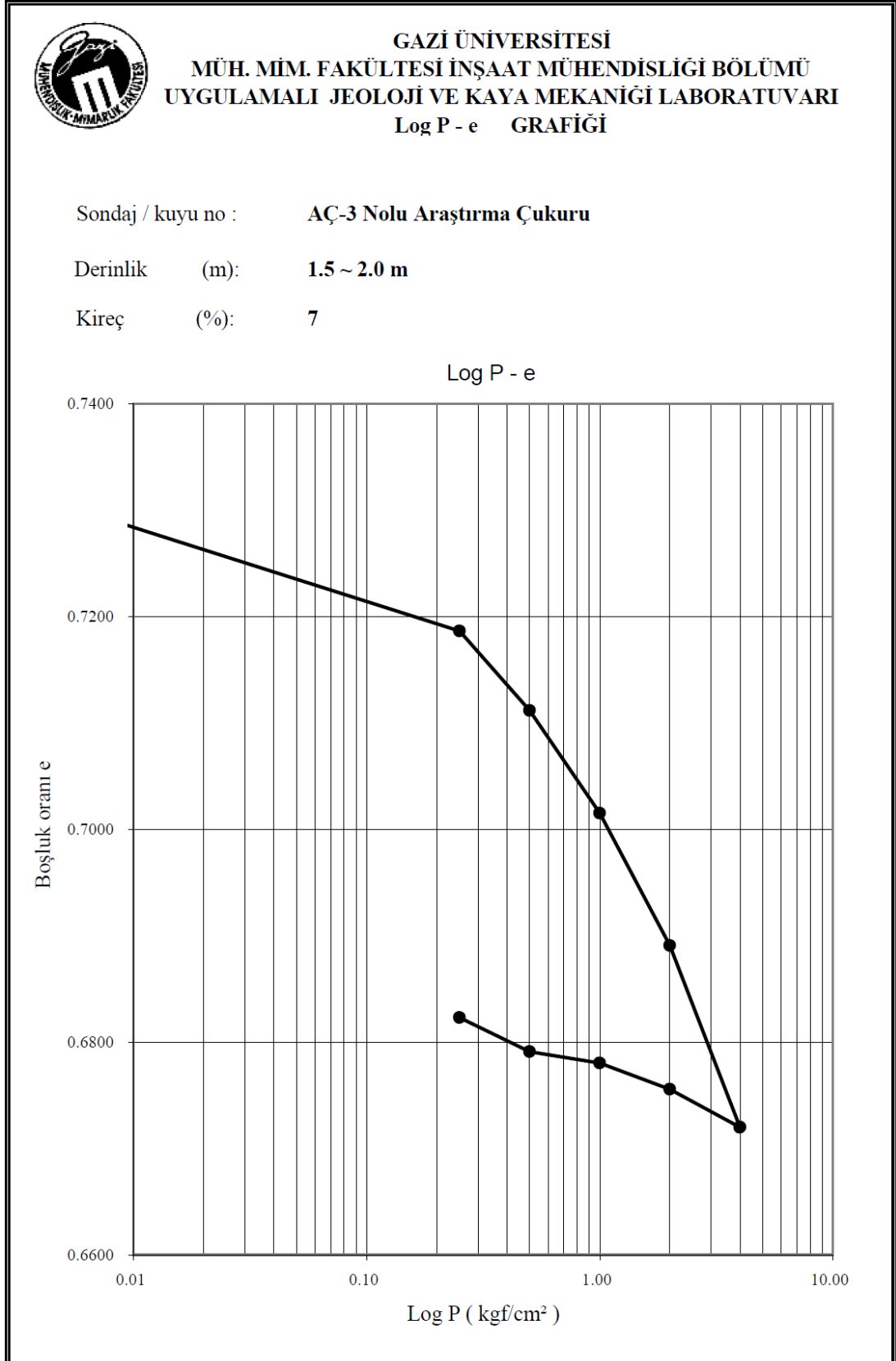
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	217.89																						
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	193.54																						
Kireç (%):		7				Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.62																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	104.03																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.437	2Ho	1.4043																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4370	0.0000	1.0327	0.7354																										
0.2500	0.0235	0.0235	2.4135	0.0096	1.0092	0.7186	0.0167	0.2490	0.0672	0.0387	25.8218																					
0.5000	0.0340	0.0105	2.4030	0.0140	0.9987	0.7112	0.0075	0.2500	0.0299	0.0174	57.4643																					
1.0000	0.0475	0.0135	2.3895	0.0195	0.9852	0.7015	0.0096	0.5000	0.0192	0.0112	89.0000																					
2.0000	0.0650	0.0175	2.3720	0.0267	0.9677	0.6891	0.0125	1.0000	0.0125	0.0073	136.5429																					
4.0000	0.0890	0.0240	2.3480	0.0365	0.9437	0.6720	0.0171	2.0000	0.0085	0.0051	197.6667																					
2.0000	0.0840	-0.0050	2.3530	0.0345	0.9487	0.6755																										
1.0000	0.0805	-0.0035	2.3565	0.0330	0.9522	0.6780																										
0.5000	0.0790	-0.0015	2.3580	0.0324	0.9537	0.6791																										
0.2500	0.0745	-0.0045	2.3625	0.0306	0.9582	0.6823																										
0.0010																																
<u>SİSME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.17</td><td>0.0170</td><td>0.7</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>SİSME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>0.108</td><td>6</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.17	0.0170	0.7	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	0.108	6
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.17	0.0170	0.7																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	0.108	6																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-3, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-3 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	218.24
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	193.43
Kireç (%):	9	Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.61
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	103.92
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.438	2H ₀	1.4082

Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/h ₀)	Boşluk Yüksekliği h _b (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı a _v (cm ² /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v (cm ³ /kgf)	Es 1/M _v (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4380	0.0000	1.0298	0.7313					
0.2500	0.0220	0.0220	2.4160	0.0090	1.0078	0.7157	0.0156	0.2490	0.0627	0.0362	27.5937
0.5000	0.0320	0.0100	2.4060	0.0131	0.9978	0.7086	0.0071	0.2500	0.0284	0.0166	60.4000
1.0000	0.0450	0.0130	2.3930	0.0185	0.9848	0.6993	0.0092	0.5000	0.0185	0.0108	92.5385
2.0000	0.0600	0.0150	2.3780	0.0246	0.9698	0.6887	0.0107	1.0000	0.0107	0.0063	159.5333
4.0000	0.0810	0.0210	2.3570	0.0332	0.9488	0.6738	0.0149	2.0000	0.0075	0.0044	226.4762
2.0000	0.0770	-0.0040	2.3610	0.0316	0.9528	0.6766					
1.0000	0.0740	-0.0030	2.3640	0.0304	0.9558	0.6787					
0.5000	0.0710	-0.0030	2.3670	0.0291	0.9588	0.6809					
0.2500	0.0680	-0.0030	2.3700	0.0279	0.9618	0.6830					
0.0010											

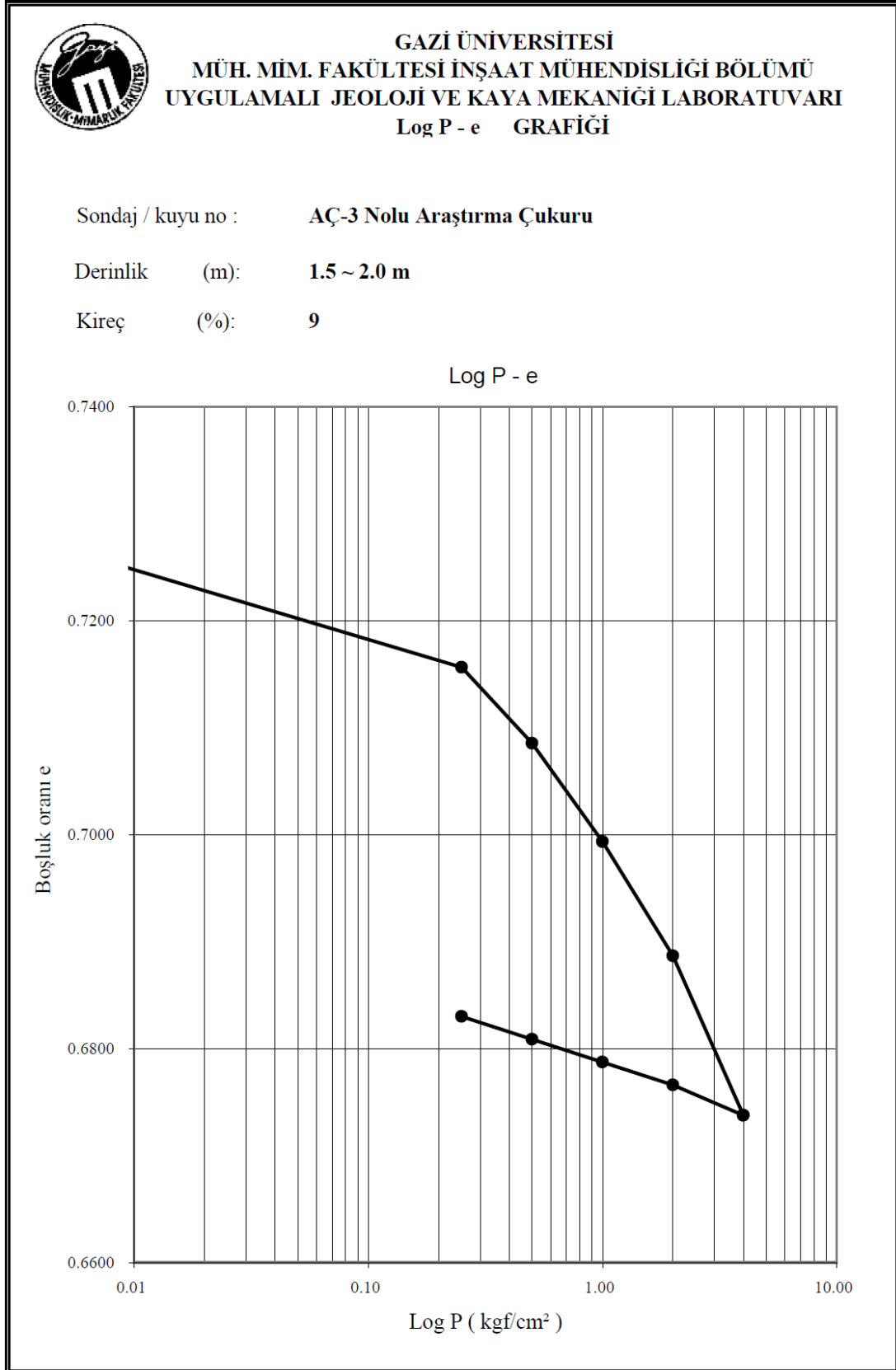
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.18	0.0180	0.7
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	0.207	9

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-3, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	210.87
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	182.73
Kireç (%):	0 (saf)	Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.67
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	93.22
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.704	2Ho	1.2348

Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/ho)	Boşluk Yüksekliği hb (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ² /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.7040	0.0000	1.4692	1.1898					
0.2500	0.0580	0.0580	2.6460	0.0214	1.4112	1.1428	0.0470	0.2490	0.1886	0.0861	11.6086
0.5000	0.1140	0.0560	2.5900	0.0422	1.3552	1.0975	0.0454	0.2500	0.1814	0.0847	11.8125
1.0000	0.2200	0.1060	2.4840	0.0814	1.2492	1.0116	0.0858	0.5000	0.1717	0.0819	12.2170
2.0000	0.3630	0.1430	2.3410	0.1342	1.1062	0.8958	0.1158	1.0000	0.1158	0.0576	17.3706
4.0000	0.5030	0.1400	2.2010	0.1860	0.9662	0.7824	0.1134	2.0000	0.0567	0.0299	33.4429
2.0000	0.4810	-0.0220	2.2230	0.1779	0.9882	0.8003					
1.0000	0.4530	-0.0280	2.2510	0.1675	1.0162	0.8229					
0.5000	0.4280	-0.0250	2.2760	0.1583	1.0412	0.8432					
0.2500	0.4070	-0.0210	2.2970	0.1505	1.0622	0.8602					
0.0010											

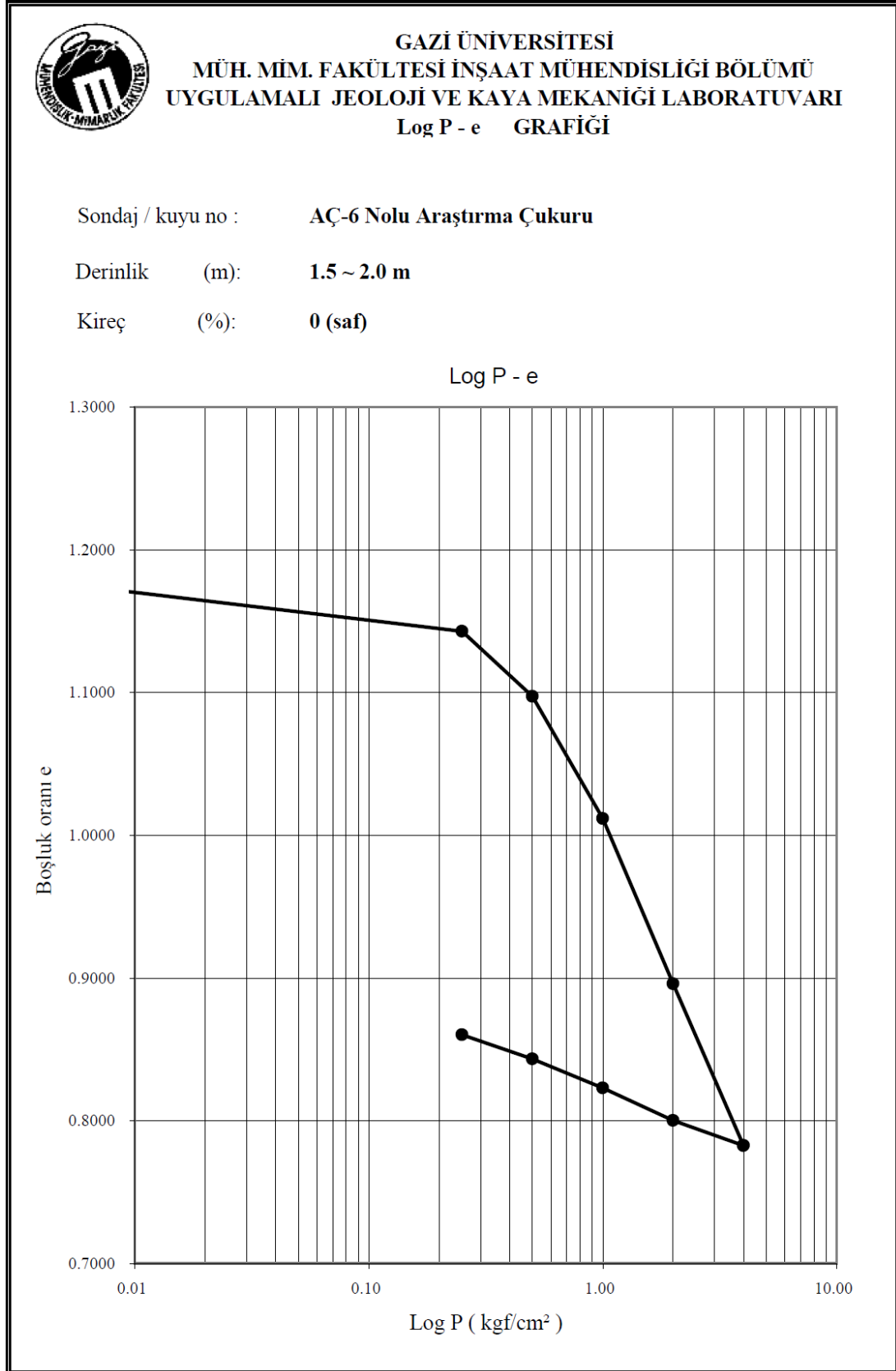
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük lbre:	5	7.84	0.2840	11.7
Büyük lbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	3.854	138

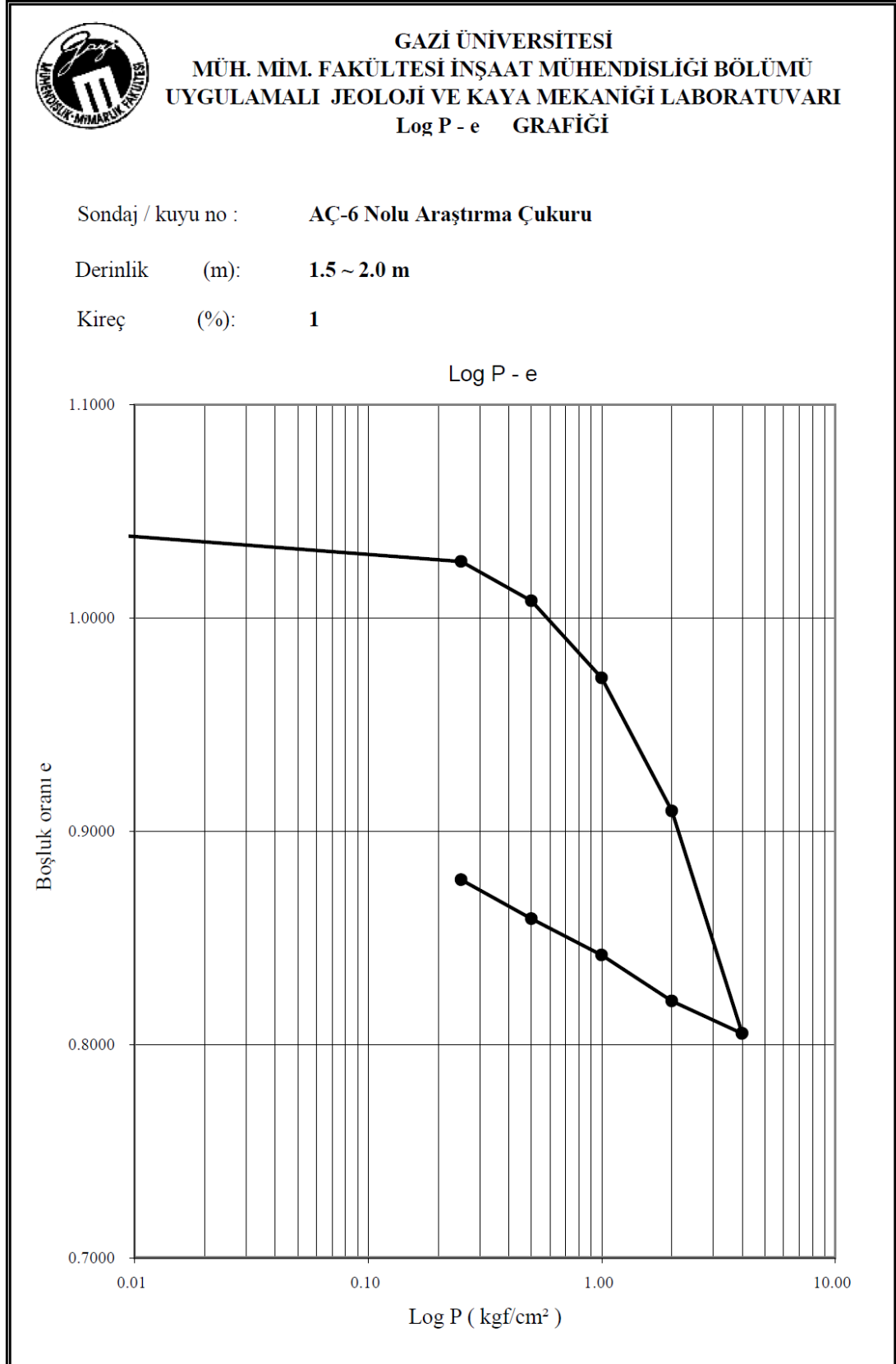
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	212.18																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	185.78																								
Kireç	(%):	1		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.67																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	94.10																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.551	2Ho	1.2465																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5510	0.0000	1.3045	1.0466																										
0.2500	0.0250	0.0250	2.5260	0.0098	1.2795	1.0265	0.0201	0.2490	0.0805	0.0394	25.4080																					
0.5000	0.0480	0.0230	2.5030	0.0188	1.2565	1.0081	0.0185	0.2500	0.0738	0.0364	27.4565																					
1.0000	0.0930	0.0450	2.4580	0.0365	1.2115	0.9719	0.0361	0.5000	0.0722	0.0360	27.8111																					
2.0000	0.1710	0.0780	2.3800	0.0670	1.1335	0.9094	0.0626	1.0000	0.0626	0.0317	31.5128																					
4.0000	0.3010	0.1300	2.2500	0.1180	1.0035	0.8051	0.1043	2.0000	0.0521	0.0273	36.6154																					
2.0000	0.2820	-0.0190	2.2690	0.1105	1.0225	0.8203																										
1.0000	0.2550	-0.0270	2.2960	0.1000	1.0495	0.8420																										
0.5000	0.2340	-0.0210	2.3170	0.0917	1.0705	0.8588																										
0.2500	0.2110	-0.0230	2.3400	0.0827	1.0935	0.8773																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>6.21</td><td>0.1210</td><td>5.0</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>3.712</td><td>133</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	6.21	0.1210	5.0	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	3.712	133
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	6.21	0.1210	5.0																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	3.712	133																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	213.96
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	185.73
Kireç (%):	3	Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.66
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	93.15
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.511	2H ₀	1.2385

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5110	0.0000	1.2725	1.0274					
0.2500	0.0130	0.0130	2.4980	0.0052	1.2595	1.0169	0.0105	0.2490	0.0422	0.0208	48.0953
0.5000	0.0335	0.0205	2.4775	0.0133	1.2390	1.0003	0.0166	0.2500	0.0662	0.0328	30.4634
1.0000	0.0635	0.0300	2.4475	0.0253	1.2090	0.9761	0.0242	0.5000	0.0484	0.0242	41.2917
2.0000	0.1250	0.0615	2.3860	0.0498	1.1475	0.9265	0.0497	1.0000	0.0497	0.0251	39.7967
4.0000	0.2170	0.0920	2.2940	0.0864	1.0555	0.8522	0.0743	2.0000	0.0371	0.0193	51.8696
2.0000	0.2030	-0.0140	2.3080	0.0808	1.0695	0.8635					
1.0000	0.1840	-0.0190	2.3270	0.0733	1.0885	0.8788					
0.5000	0.1690	-0.0150	2.3420	0.0673	1.1035	0.8909					
0.2500	0.1520	-0.0170	2.3590	0.0605	1.1205	0.9047					
0.0010											

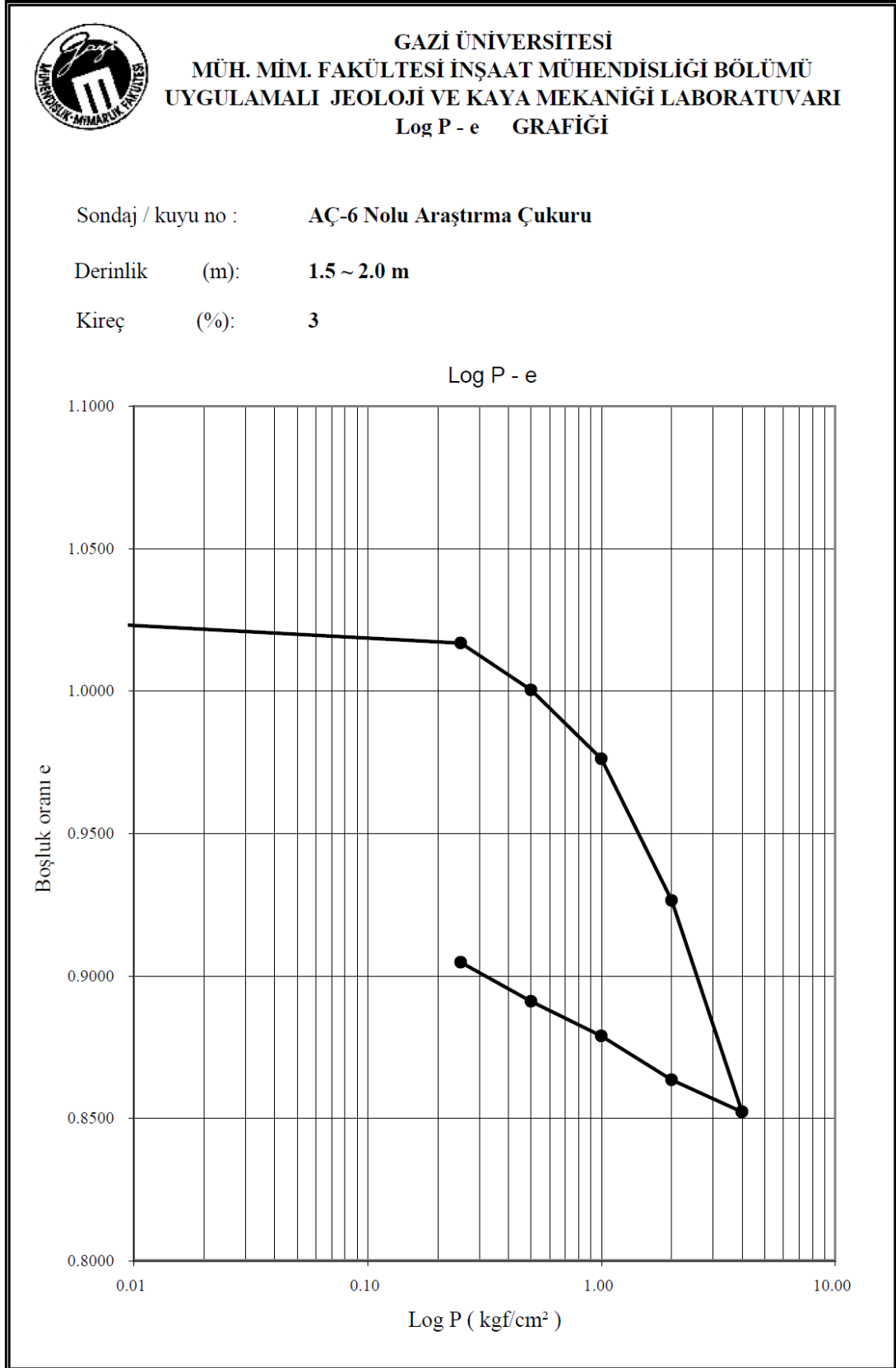
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.51	0.0510	2.1
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.534	2.095	76

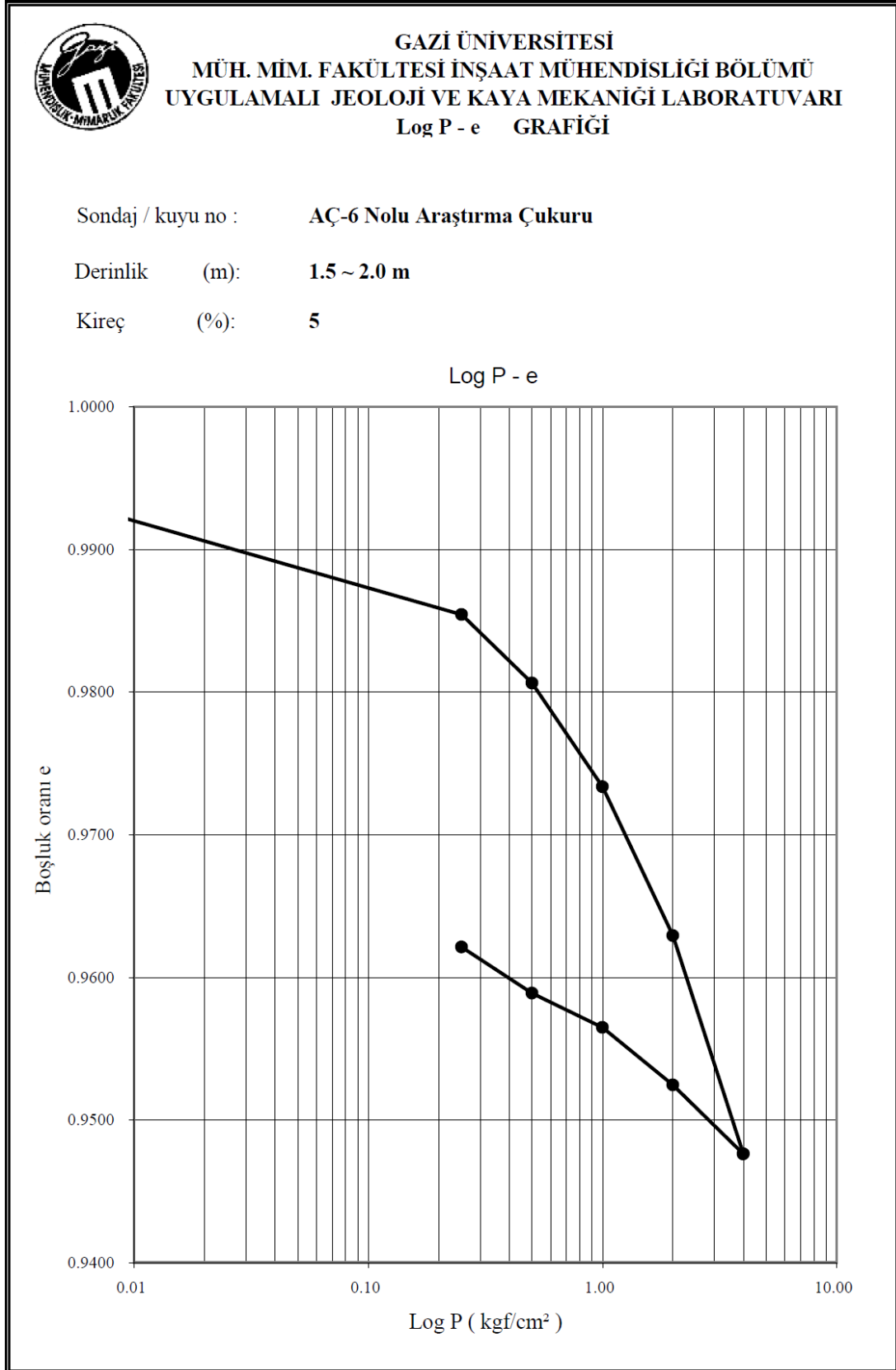
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	215.72																						
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	185.68																						
Kireç	(%):	5				Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.65																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	93.10																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.481	2Ho	1.2425																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4810	0.0000	1.2385	0.9967																										
0.2500	0.0140	0.0140	2.4670	0.0056	1.2245	0.9854	0.0113	0.2490	0.0452	0.0227	44.1264																					
0.5000	0.0200	0.0060	2.4610	0.0081	1.2185	0.9806	0.0048	0.2500	0.0193	0.0097	102.7917																					
1.0000	0.0290	0.0090	2.4520	0.0117	1.2095	0.9734	0.0072	0.5000	0.0145	0.0073	136.7222																					
2.0000	0.0420	0.0130	2.4390	0.0169	1.1965	0.9629	0.0105	1.0000	0.0105	0.0053	188.6154																					
4.0000	0.0610	0.0190	2.4200	0.0246	1.1775	0.9476	0.0153	2.0000	0.0076	0.0039	256.7368																					
2.0000	0.0550	-0.0060	2.4260	0.0222	1.1835	0.9524																										
1.0000	0.0500	-0.0050	2.4310	0.0202	1.1885	0.9565																										
0.5000	0.0470	-0.0030	2.4340	0.0189	1.1915	0.9589																										
0.2500	0.0430	-0.0040	2.4380	0.0173	1.1955	0.9621																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.21</td><td>0.0210</td><td>0.9</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>1.473</td><td>54</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.21	0.0210	0.9	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	1.473	54
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.21	0.0210	0.9																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	1.473	54																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.79
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	181.40
Kireç (%):	7	Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.64
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	91.89
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.433	2Ho	1.2311

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4330	0.0000	1.2019	0.9763					
0.2500	0.0125	0.0125	2.4205	0.0051	1.1894	0.9662	0.0102	0.2490	0.0408	0.0206	48.4654
0.5000	0.0170	0.0045	2.4160	0.0070	1.1849	0.9625	0.0037	0.2500	0.0146	0.0074	134.4722
1.0000	0.0235	0.0065	2.4095	0.0097	1.1784	0.9573	0.0053	0.5000	0.0106	0.0054	185.8462
2.0000	0.0330	0.0095	2.4000	0.0136	1.1689	0.9495	0.0077	1.0000	0.0077	0.0039	253.6316
4.0000	0.0475	0.0145	2.3855	0.0195	1.1544	0.9378	0.0118	2.0000	0.0059	0.0030	331.0345
2.0000	0.0435	-0.0040	2.3895	0.0179	1.1584	0.9410					
1.0000	0.0405	-0.0030	2.3925	0.0166	1.1614	0.9434					
0.5000	0.0385	-0.0020	2.3945	0.0158	1.1634	0.9451					
0.2500	0.0355	-0.0030	2.3975	0.0146	1.1664	0.9475					
0.0010											

ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük lbre:	5	5.13	0.0130	0.5
Büyük lbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.476	0.716	27

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %7)

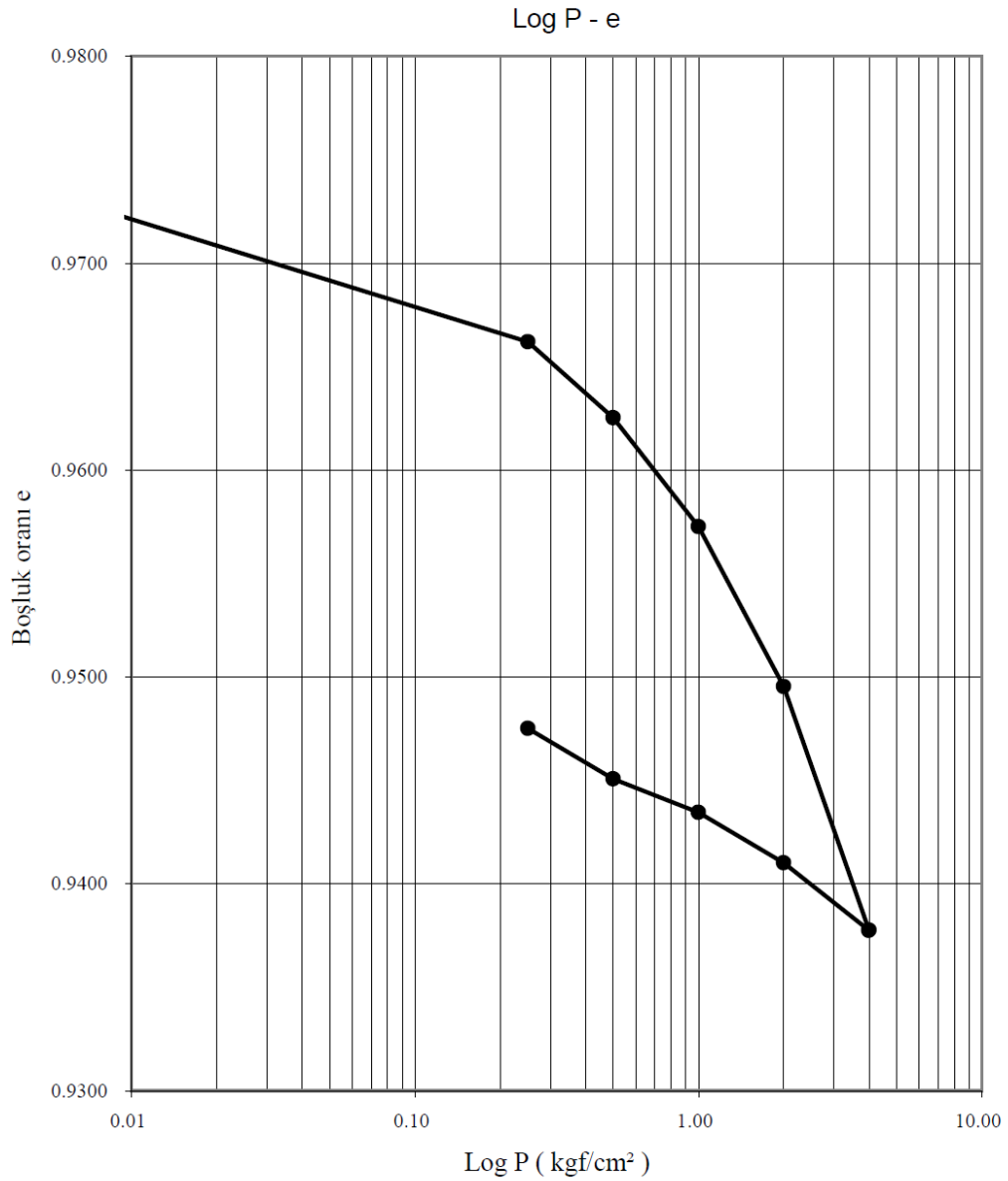


GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI
Log P - e GRAFİĞİ

Sondaj / kuyu no : **AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru**

Derinlik (m): **1.5 ~ 2.0 m**

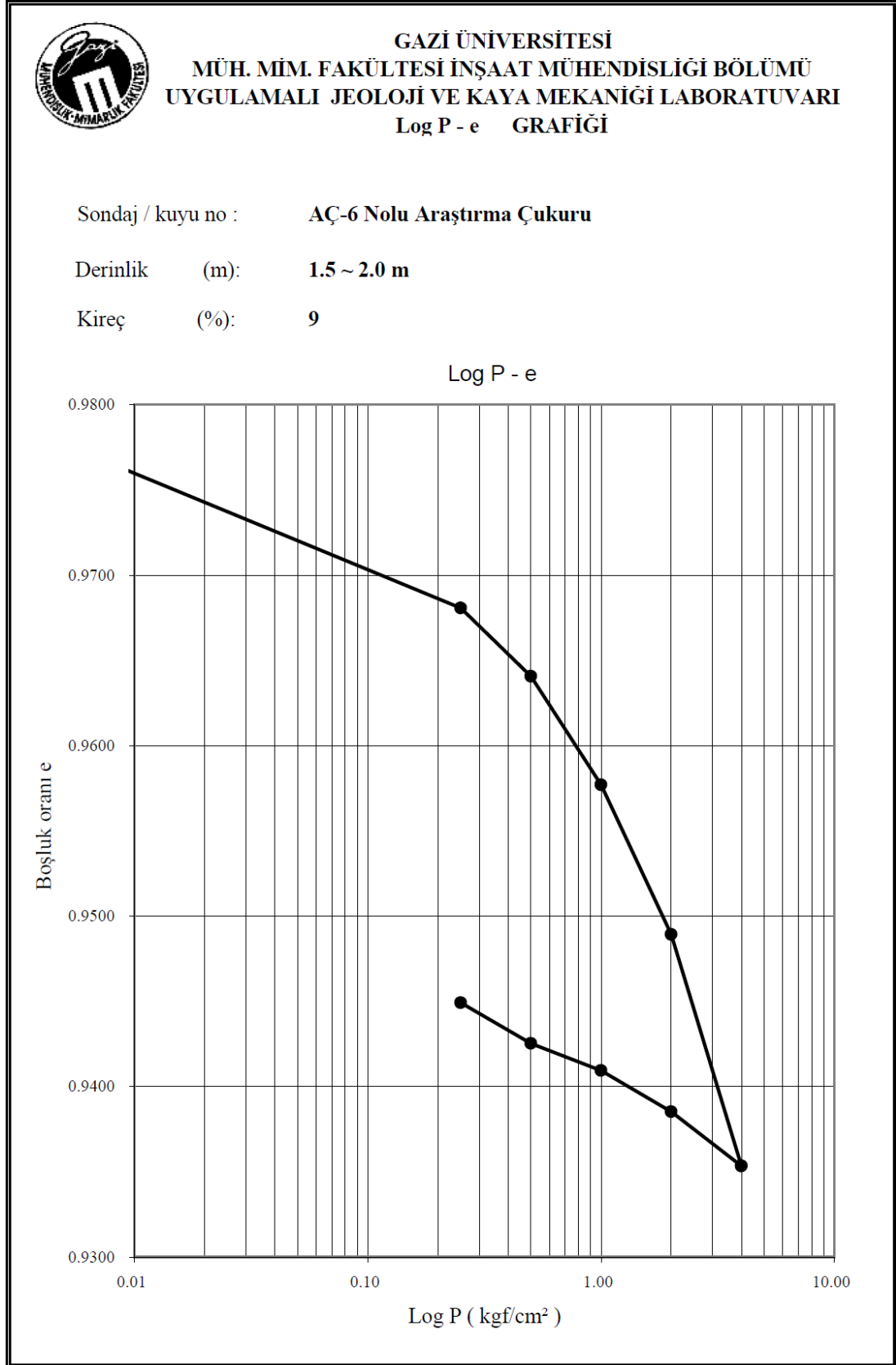
Kireç (%): **7**



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-6, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-6 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı		cm	6.00	Ring + yaş numune		207.79	
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği		cm	2.47	Ring + kuru numune		177.02	
Kireç (%):		9		Ring Ağırlığı		gr	83.49	Özgül ağırlık		2.64	
				Ring Alanı		cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı		93.53	
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği			2.483	2Ho		1.2530	
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4830	0.0000	1.2300	0.9816					
0.2500	0.0170	0.0170	2.4660	0.0068	1.2130	0.9681	0.0136	0.2490	0.0545	0.0275	36.3686
0.5000	0.0220	0.0050	2.4610	0.0089	1.2080	0.9641	0.0040	0.2500	0.0160	0.0081	123.3000
1.0000	0.0300	0.0080	2.4530	0.0121	1.2000	0.9577	0.0064	0.5000	0.0128	0.0065	153.8125
2.0000	0.0410	0.0110	2.4420	0.0165	1.1890	0.9489	0.0088	1.0000	0.0088	0.0045	223.0000
4.0000	0.0580	0.0170	2.4250	0.0234	1.1720	0.9353	0.0136	2.0000	0.0068	0.0035	287.2941
2.0000	0.0540	-0.0040	2.4290	0.0217	1.1760	0.9385					
1.0000	0.0510	-0.0030	2.4320	0.0205	1.1790	0.9409					
0.5000	0.0490	-0.0020	2.4340	0.0197	1.1810	0.9425					
0.2500	0.0460	-0.0030	2.4370	0.0185	1.1840	0.9449					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.13	0.0130	0.5		0.535	0.144	7			
Büyük İbre:	0.00										

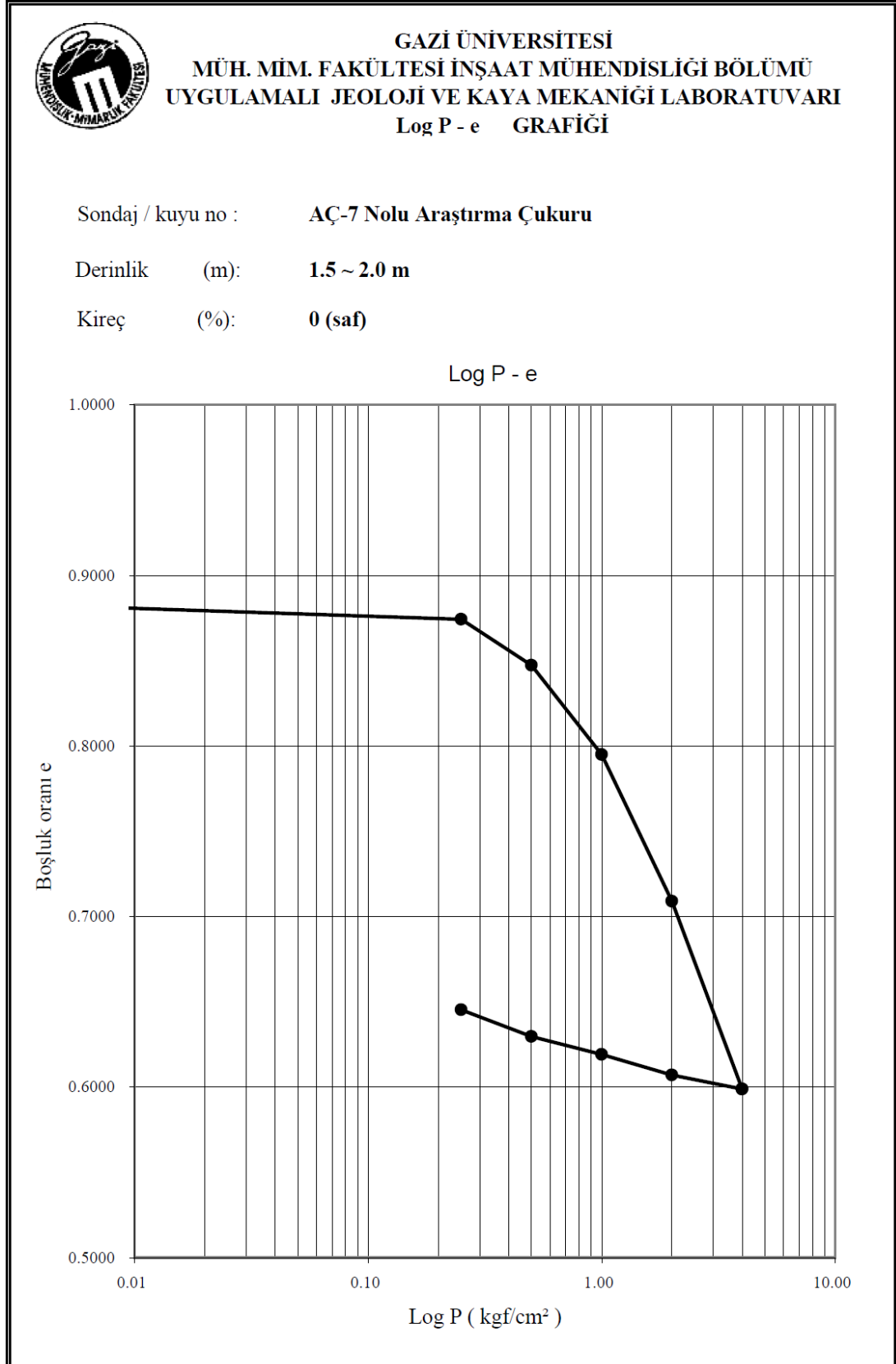
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-6, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	214.39																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	189.32																								
Kireç	(%):	0 (saf)		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.64																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	99.81																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.521	2Ho	1.3371																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5210	0.0000	1.1839	0.8854																										
0.2500	0.0150	0.0150	2.5060	0.0060	1.1689	0.8741	0.0112	0.2490	0.0451	0.0239	41.8486																					
0.5000	0.0510	0.0360	2.4700	0.0202	1.1329	0.8472	0.0269	0.2500	0.1077	0.0575	17.4028																					
1.0000	0.1210	0.0700	2.4000	0.0480	1.0629	0.7949	0.0524	0.5000	0.1047	0.0567	17.6429																					
2.0000	0.2360	0.1150	2.2850	0.0936	0.9479	0.7089	0.0860	1.0000	0.0860	0.0479	20.8696																					
4.0000	0.3830	0.1470	2.1380	0.1519	0.8009	0.5989	0.1099	2.0000	0.0550	0.0322	31.0884																					
2.0000	0.3720	-0.0110	2.1490	0.1476	0.8119	0.6072																										
1.0000	0.3560	-0.0160	2.1650	0.1412	0.8279	0.6191																										
0.5000	0.3420	-0.0140	2.1790	0.1357	0.8419	0.6296																										
0.2500	0.3210	-0.0210	2.2000	0.1273	0.8629	0.6453																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>6.01</td><td>0.1010</td><td>4.2</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>2.271</td><td>82</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	6.01	0.1010	4.2	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	2.271	82
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	6.01	0.1010	4.2																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	2.271	82																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	220.15
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	192.55
Kireç (%) :	1			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.64
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	100.87
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.469	2Ho	1.3513

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4690	0.0000	1.1177	0.8271					
0.2500	0.0060	0.0060	2.4630	0.0024	1.1117	0.8226	0.0044	0.2490	0.0178	0.0098	102.4635
0.5000	0.0230	0.0170	2.4460	0.0093	1.0947	0.8101	0.0126	0.2500	0.0503	0.0276	36.2206
1.0000	0.0520	0.0290	2.4170	0.0211	1.0657	0.7886	0.0215	0.5000	0.0429	0.0237	42.1724
2.0000	0.0980	0.0460	2.3710	0.0397	1.0197	0.7546	0.0340	1.0000	0.0340	0.0190	52.5435
4.0000	0.1800	0.0820	2.2890	0.0729	0.9377	0.6939	0.0607	2.0000	0.0303	0.0173	57.8293
2.0000	0.1690	-0.0110	2.3000	0.0684	0.9487	0.7020					
1.0000	0.1550	-0.0140	2.3140	0.0628	0.9627	0.7124					
0.5000	0.1410	-0.0140	2.3280	0.0571	0.9767	0.7227					
0.2500	0.1250	-0.0160	2.3440	0.0506	0.9927	0.7346					
0.0010											

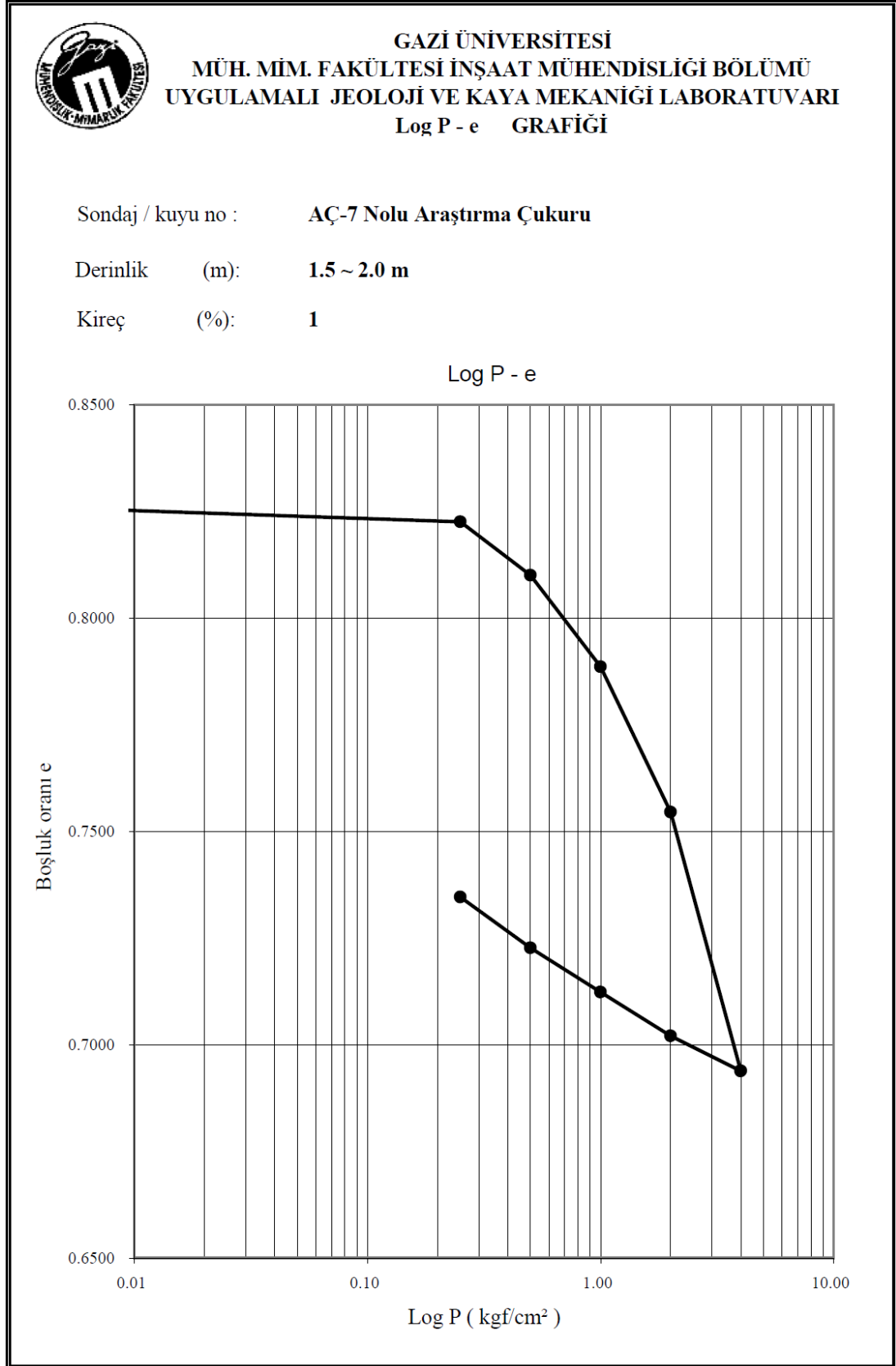
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük lbre:	5	5.39	0.0390	1.6
Büyük lbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.487	2.015	73

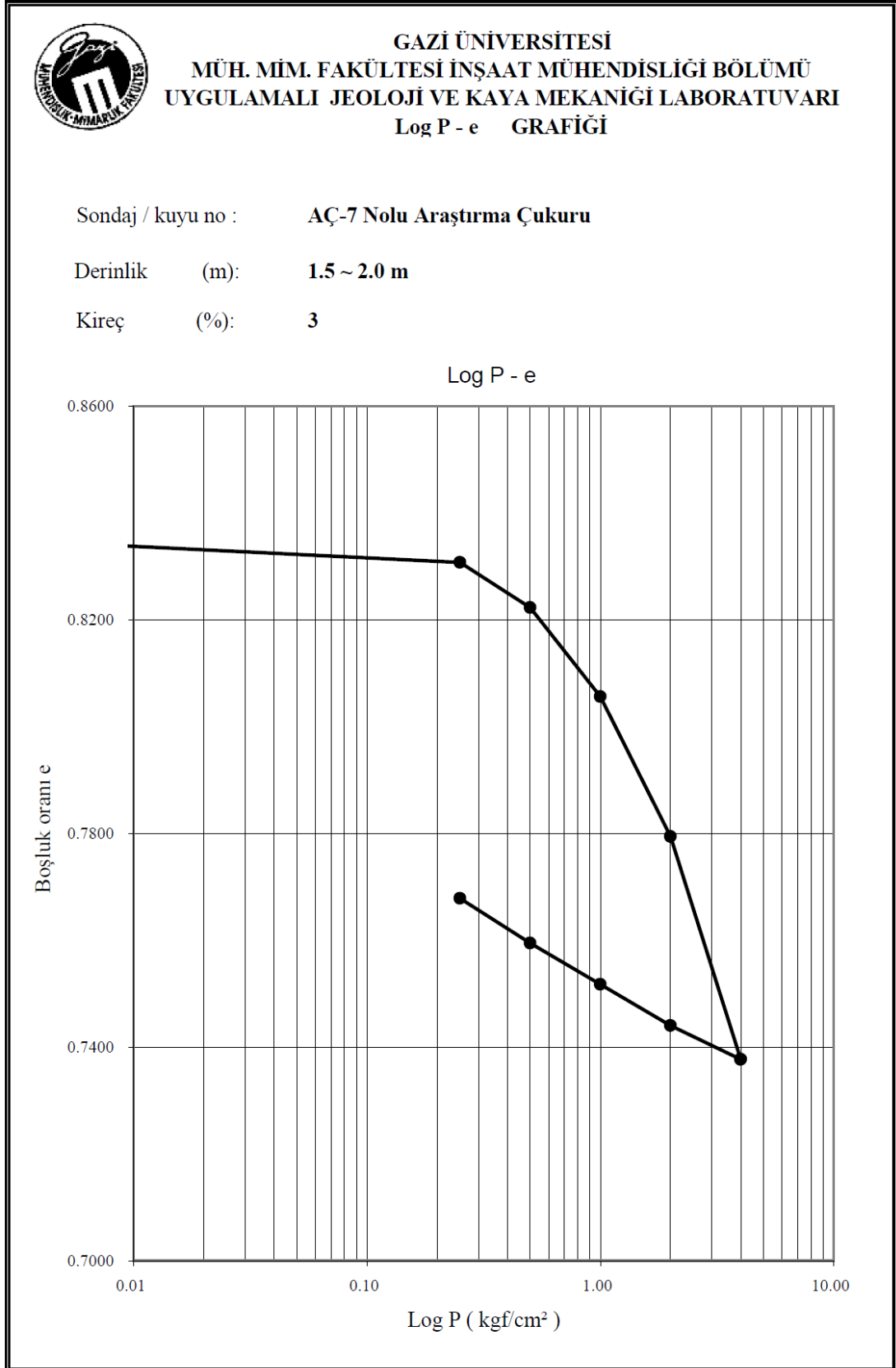
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	219.85																						
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	193.27																						
Kireç	(%) :	3				Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.63																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	100.69																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.486	2Ho	1.3541																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4860	0.0000	1.1319	0.8359																										
0.2500	0.0070	0.0070	2.4790	0.0028	1.1249	0.8308	0.0052	0.2490	0.0208	0.0113	88.4306																					
0.5000	0.0185	0.0115	2.4675	0.0074	1.1134	0.8223	0.0085	0.2500	0.0340	0.0186	53.8913																					
1.0000	0.0410	0.0225	2.4450	0.0165	1.0909	0.8057	0.0166	0.5000	0.0332	0.0182	54.8333																					
2.0000	0.0765	0.0355	2.4095	0.0308	1.0554	0.7794	0.0262	1.0000	0.0262	0.0145	68.8732																					
4.0000	0.1330	0.0565	2.3530	0.0535	0.9989	0.7377	0.0417	2.0000	0.0209	0.0117	85.2920																					
2.0000	0.1245	-0.0085	2.3615	0.0501	1.0074	0.7440																										
1.0000	0.1140	-0.0105	2.3720	0.0459	1.0179	0.7517																										
0.5000	0.1035	-0.0105	2.3825	0.0416	1.0284	0.7595																										
0.2500	0.0922	-0.0113	2.3938	0.0371	1.0397	0.7678																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.26</td><td>0.0260</td><td>1.1</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>1.756</td><td>64</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.26	0.0260	1.1	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	1.756	64
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.26	0.0260	1.1																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	1.756	64																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	219.55
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	193.99
Kireç (%):	5			Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgöl ağırlık	2.62
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	101.41
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.471	2Ho	1.3689

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4710	0.0000	1.1021	0.8050					
0.2500	0.0080	0.0080	2.4630	0.0032	1.0941	0.7992	0.0058	0.2490	0.0235	0.0130	76.9099
0.5000	0.0130	0.0050	2.4580	0.0053	1.0891	0.7955	0.0037	0.2500	0.0146	0.0081	123.1500
1.0000	0.0220	0.0090	2.4490	0.0089	1.0801	0.7890	0.0066	0.5000	0.0131	0.0073	136.5556
2.0000	0.0360	0.0140	2.4350	0.0146	1.0661	0.7787	0.0102	1.0000	0.0102	0.0057	174.9286
4.0000	0.0550	0.0190	2.4160	0.0223	1.0471	0.7649	0.0139	2.0000	0.0069	0.0039	256.3158
2.0000	0.0490	-0.0060	2.4220	0.0198	1.0531	0.7692					
1.0000	0.0440	-0.0050	2.4270	0.0178	1.0581	0.7729					
0.5000	0.0400	-0.0040	2.4310	0.0162	1.0621	0.7758					
0.2500	0.0370	-0.0030	2.4340	0.0150	1.0651	0.7780					
0.0010											

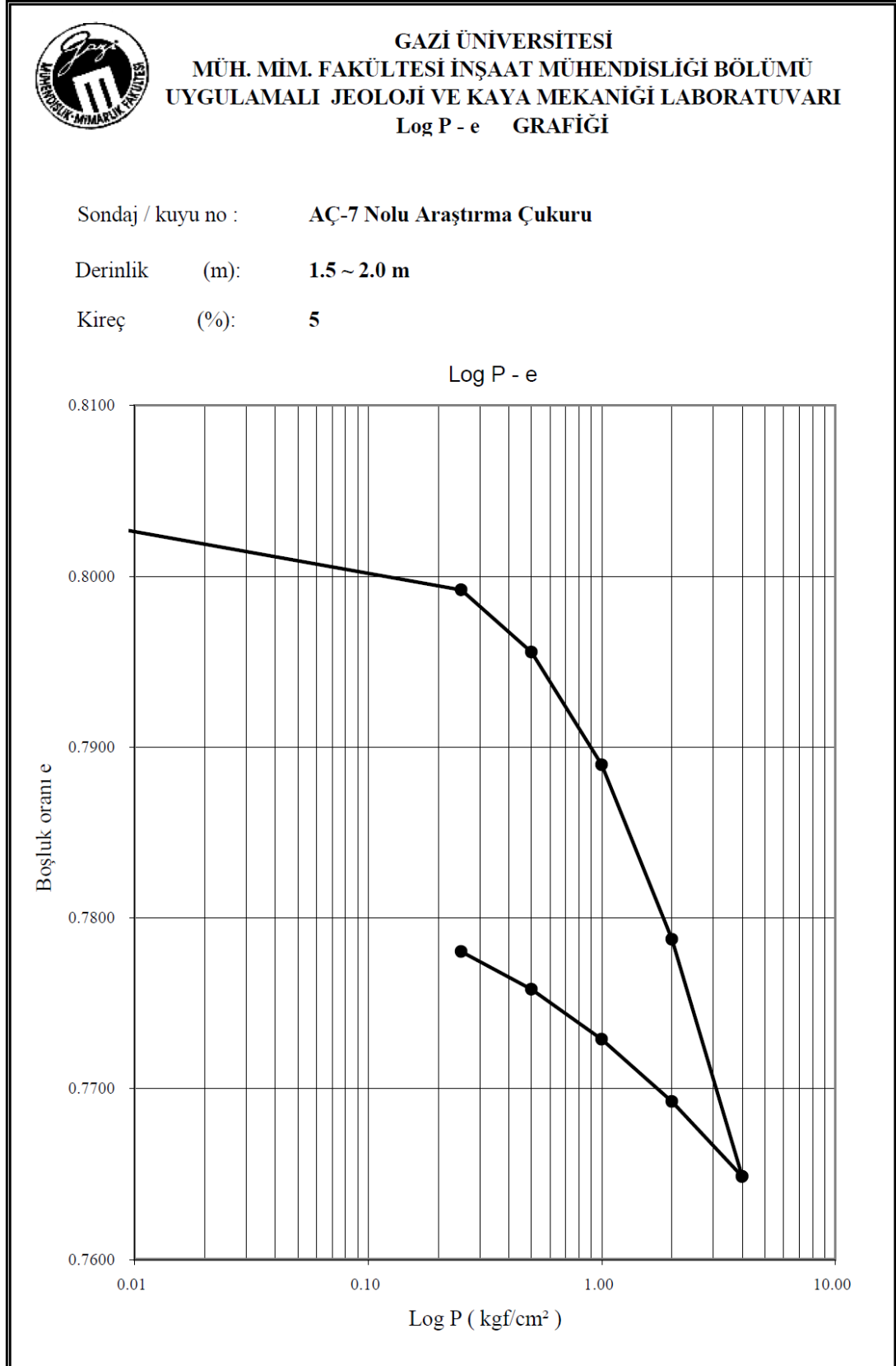
SİSME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.11	0.0110	0.4
Büyük İbre:	0.00			

SİSME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.534	1.106	41

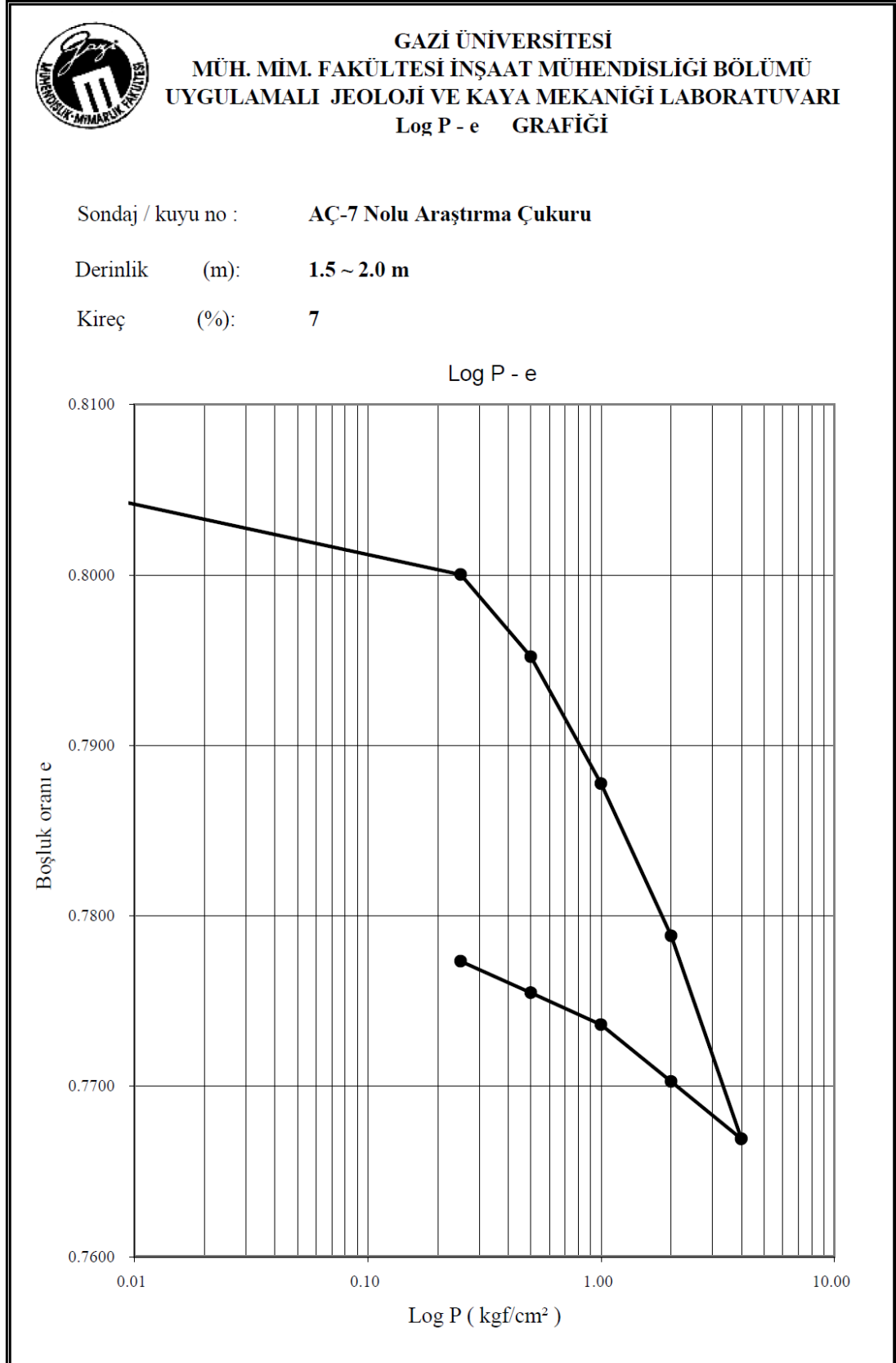
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	214.92			
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	189.04			
Kireç	(%):	7		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.62			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	99.53			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.428	2Ho	1.3436			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4280	0.0000	1.0844	0.8071					
0.2500	0.0095	0.0095	2.4185	0.0039	1.0749	0.8000	0.0071	0.2490	0.0284	0.0157	63.6392
0.5000	0.0160	0.0065	2.4120	0.0066	1.0684	0.7952	0.0048	0.2500	0.0194	0.0108	93.0192
1.0000	0.0260	0.0100	2.4020	0.0107	1.0584	0.7877	0.0074	0.5000	0.0149	0.0083	120.6000
2.0000	0.0380	0.0120	2.3900	0.0157	1.0464	0.7788	0.0089	1.0000	0.0089	0.0050	200.1667
4.0000	0.0540	0.0160	2.3740	0.0222	1.0304	0.7669	0.0119	2.0000	0.0060	0.0033	298.7500
2.0000	0.0495	-0.0045	2.3785	0.0204	1.0349	0.7703					
1.0000	0.0450	-0.0045	2.3830	0.0185	1.0394	0.7736					
0.5000	0.0425	-0.0025	2.3855	0.0175	1.0419	0.7755					
0.2500	0.0400	-0.0025	2.3880	0.0165	1.0444	0.7773					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.08	0.0080	0.3		0.476	0.292	12			
Büyük İbre:	0.00										

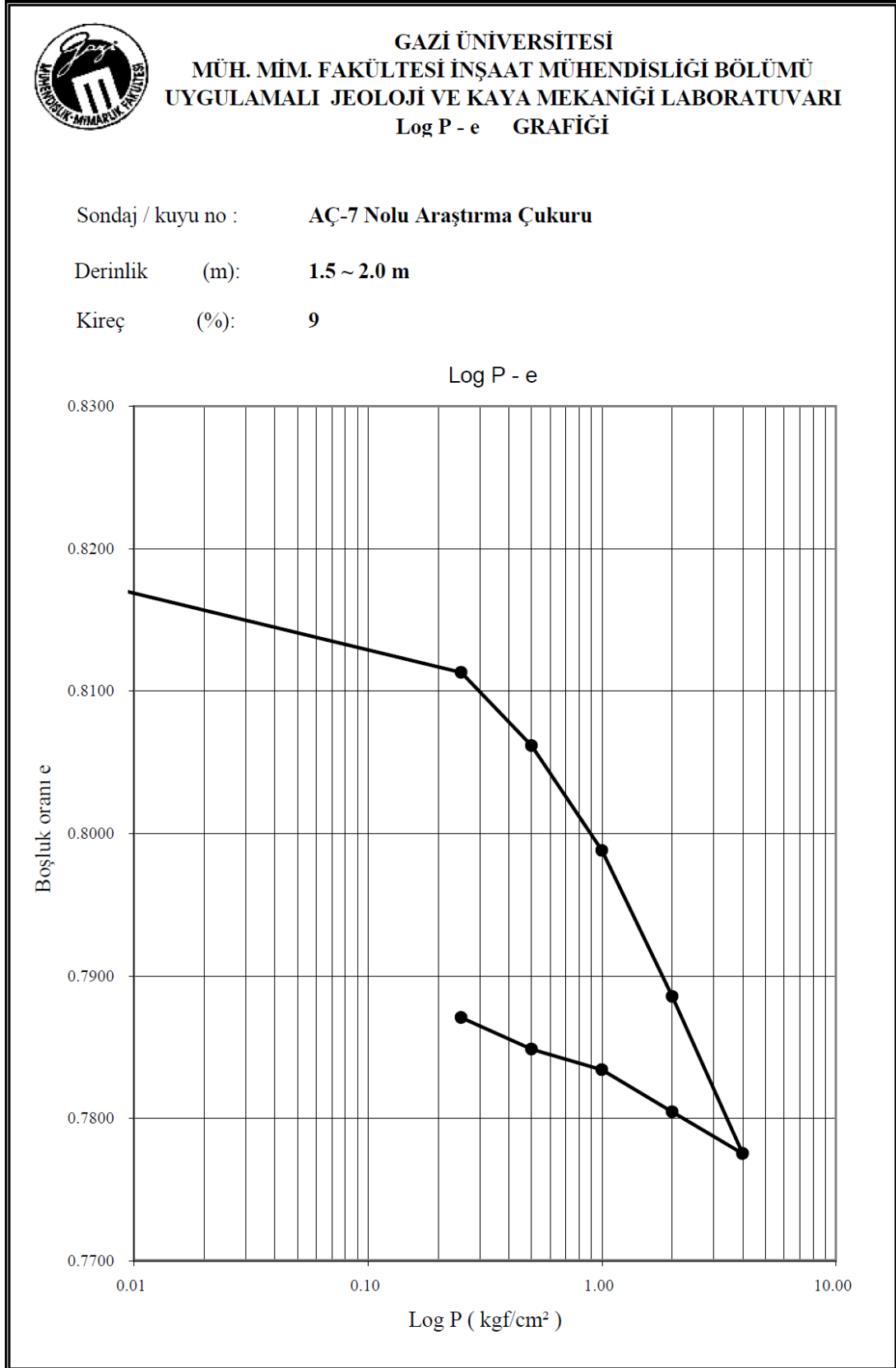
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-7, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-7 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	210.19																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	183.96																								
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.61																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	100.47																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.479	2H ₀	1.3615																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4790	0.0000	1.1175	0.8208																										
0.2500	0.0130	0.0130	2.4660	0.0052	1.1045	0.8113	0.0095	0.2490	0.0383	0.0211	47.4824																					
		0.0070																														
0.5000	0.0200		2.4590	0.0081	1.0975	0.8062	0.0051	0.2500	0.0206	0.0114	88.0714																					
		0.0100																														
1.0000	0.0300		2.4490	0.0121	1.0875	0.7988	0.0073	0.5000	0.0147	0.0081	122.9500																					
		0.0140																														
2.0000	0.0440		2.4350	0.0177	1.0735	0.7885																										
		0.0150					0.0110	2.0000	0.0055	0.0031	324.6667																					
4.0000	0.0590		2.4200	0.0238	1.0585	0.7775																										
		-0.0040																														
2.0000	0.0550		2.4240	0.0222	1.0625	0.7804																										
		-0.0040																														
1.0000	0.0510		2.4280	0.0206	1.0665	0.7834																										
		-0.0020																														
0.5000	0.0490		2.4300	0.0198	1.0685	0.7849																										
		-0.0030																														
0.2500	0.0460		2.4330	0.0186	1.0715	0.7871																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.09</td><td>0.0090</td><td>0.4</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.535</td><td>0.074</td><td>5</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.09	0.0090	0.4	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.535	0.074	5
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.09	0.0090	0.4																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.535	0.074	5																														

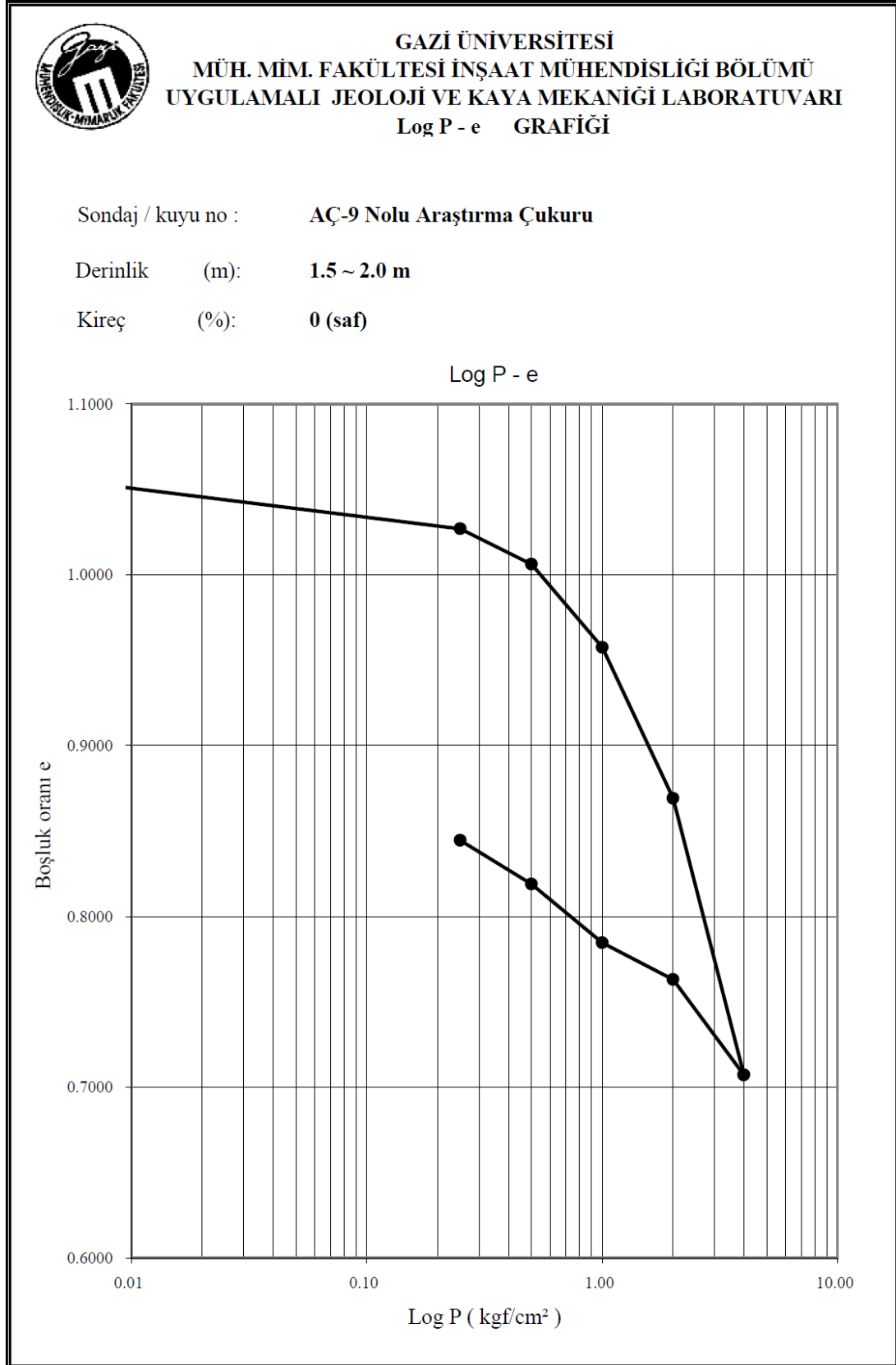
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-7, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	212.88																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	186.31																								
Kireç	(%) :	0 (saf)		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.73																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	96.80																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.593	2H ₀	1.2541																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı a _v	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5930	0.0000	1.3389	1.0677																										
0.2500	0.0510	0.0510	2.5420	0.0197	1.2879	1.0270	0.0407	0.2490	0.1633	0.0790	12.6599																					
0.5000	0.0770	0.0260	2.5160	0.0297	1.2619	1.0063	0.0207	0.2500	0.0829	0.0409	24.4423																					
1.0000	0.1380	0.0610	2.4550	0.0532	1.2009	0.9576	0.0486	0.5000	0.0973	0.0485	20.6230																					
2.0000	0.2490	0.1110	2.3440	0.0960	1.0899	0.8691	0.0885	1.0000	0.0885	0.0452	22.1171																					
4.0000	0.4520	0.2030	2.1410	0.1743	0.8869	0.7072	0.1619	2.0000	0.0809	0.0433	23.0936																					
2.0000	0.3820	-0.0700	2.2110	0.1473	0.9569	0.7631																										
1.0000	0.3550	-0.0270	2.2380	0.1369	0.9839	0.7846																										
0.5000	0.3120	-0.0430	2.2810	0.1203	1.0269	0.8189																										
0.2500	0.2800	-0.0320	2.3130	0.1080	1.0589	0.8444																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>6.73</td><td>0.1730</td><td>7.1</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>3.515</td><td>126</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	6.73	0.1730	7.1	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	3.515	126
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	6.73	0.1730	7.1																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	3.515	126																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	216.22
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	190.11
Kireç (%):	1			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.73
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	98.43
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.516	2H ₀	1.2752

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı a _v	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5160	0.0000	1.2408	0.9731					
0.2500	0.0270	0.0270	2.4890	0.0107	1.2138	0.9519	0.0212	0.2490	0.0850	0.0431	23.2031
0.5000	0.0410	0.0140	2.4750	0.0163	1.1998	0.9409	0.0110	0.2500	0.0439	0.0225	44.4464
1.0000	0.0730	0.0320	2.4430	0.0290	1.1678	0.9158	0.0251	0.5000	0.0502	0.0259	38.6719
2.0000	0.1320	0.0590	2.3840	0.0525	1.1088	0.8695	0.0463	1.0000	0.0463	0.0242	41.4068
4.0000	0.2390	0.1070	2.2770	0.0950	1.0018	0.7856	0.0839	2.0000	0.0420	0.0224	44.5607
2.0000	0.2130	-0.0260	2.3030	0.0847	1.0278	0.8060					
1.0000	0.1970	-0.0160	2.3190	0.0783	1.0438	0.8186					
0.5000	0.1740	-0.0230	2.3420	0.0692	1.0668	0.8366					
0.2500	0.1560	-0.0180	2.3600	0.0620	1.0848	0.8507					
0.0010											

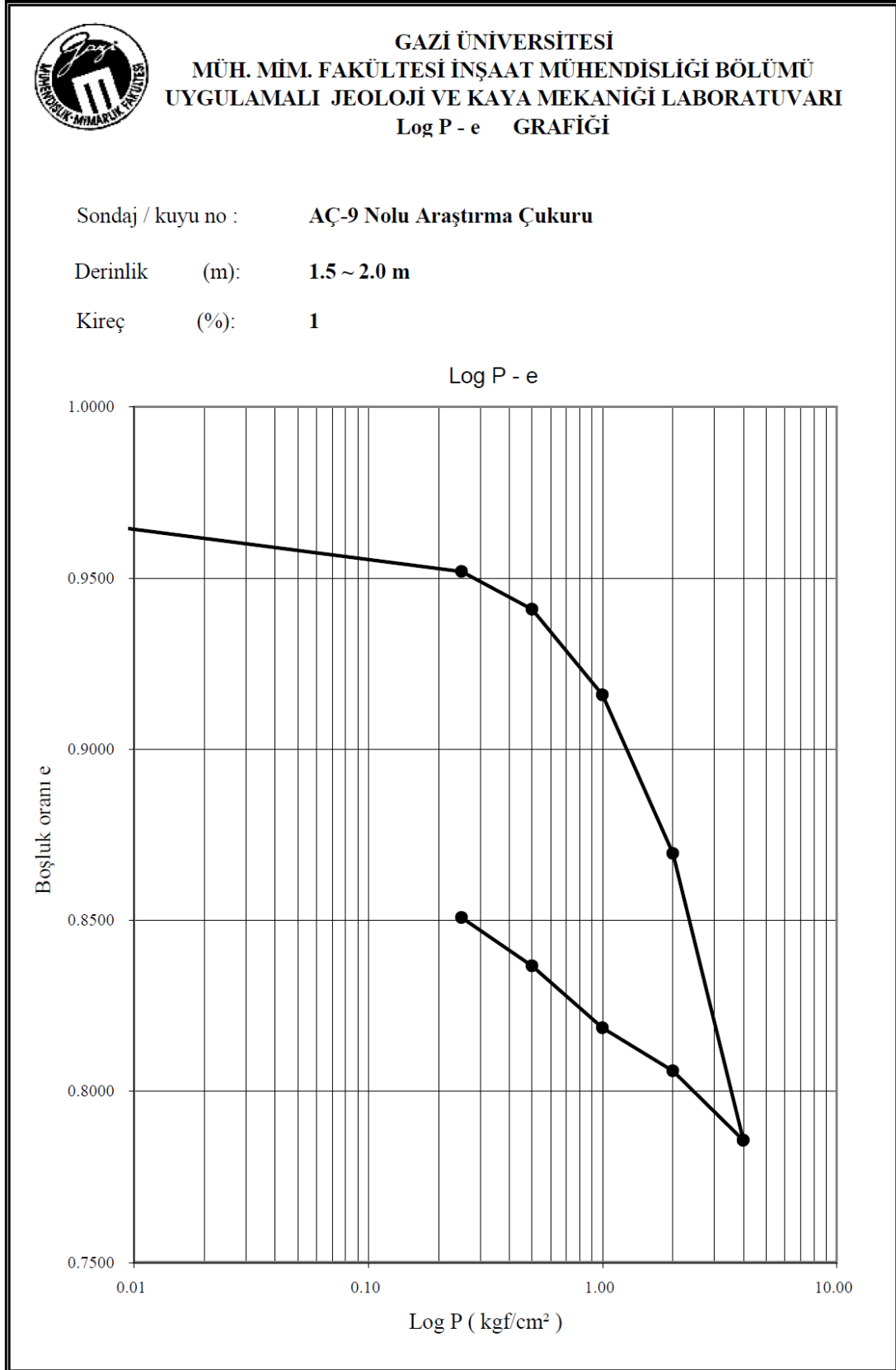
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.86	0.0860	3.5
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.487	3.288	118

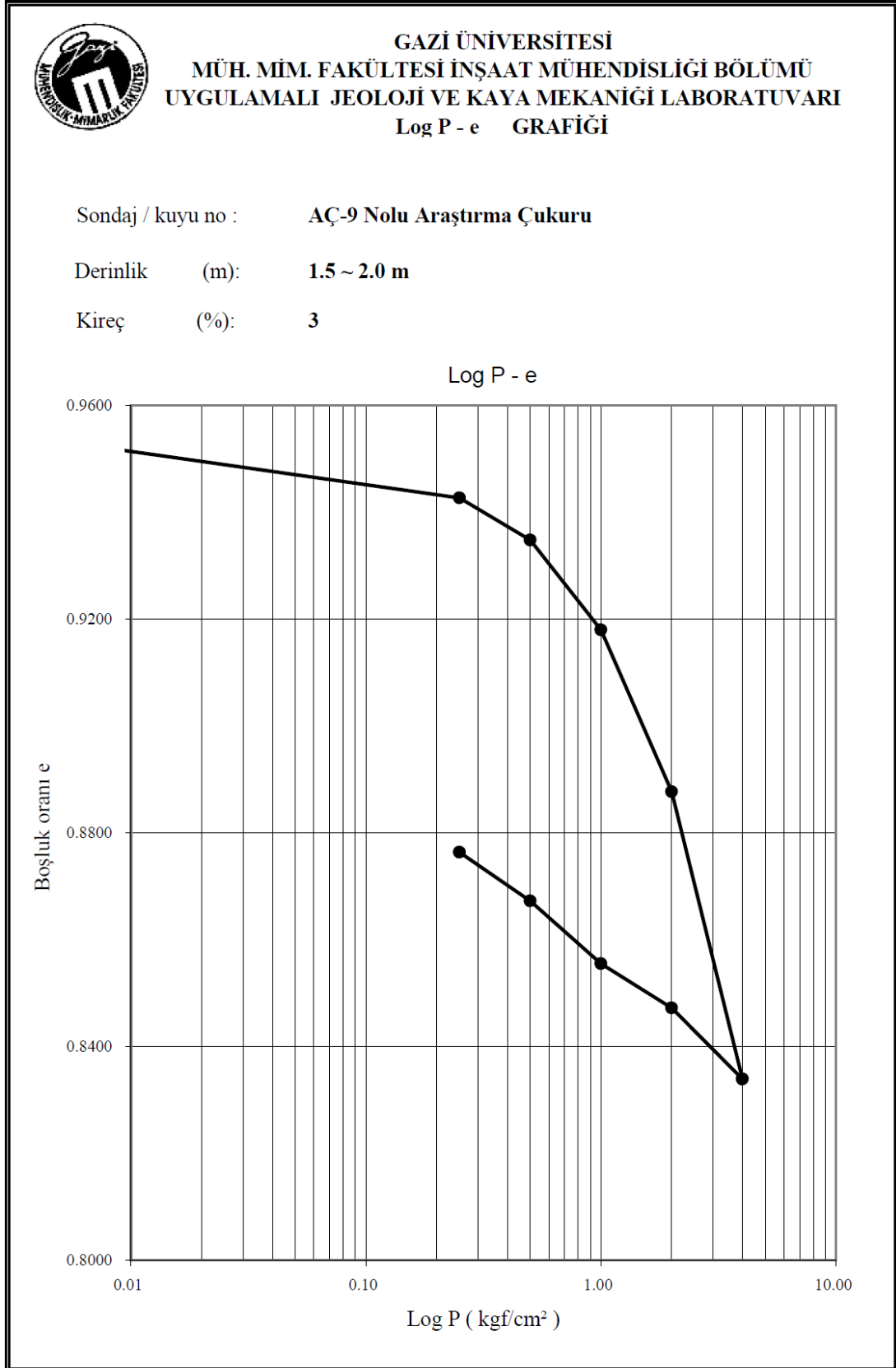
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	218.75																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	190.48																								
Kireç	(%):	3		Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgöl ağırlık	2.72																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	97.90																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.492	2H ₀	1.2730																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4920	0.0000	1.2190	0.9576																										
0.2500	0.0190	0.0190	2.4730	0.0076	1.2000	0.9427	0.0149	0.2490	0.0599	0.0306	32.6583																					
0.5000	0.0290	0.0100	2.4630	0.0116	1.1900	0.9348	0.0079	0.2500	0.0314	0.0162	61.8250																					
1.0000	0.0505	0.0215	2.4415	0.0203	1.1685	0.9179	0.0169	0.5000	0.0338	0.0175	57.2791																					
2.0000	0.0890	0.0385	2.4030	0.0357	1.1300	0.8877	0.0302	1.0000	0.0302	0.0158	63.4156																					
4.0000	0.1575	0.0685	2.3345	0.0632	1.0615	0.8339	0.0538	2.0000	0.0269	0.0143	70.1606																					
2.0000	0.1405	-0.0170	2.3515	0.0564	1.0785	0.8472																										
1.0000	0.1300	-0.0105	2.3620	0.0522	1.0890	0.8555																										
0.5000	0.1150	-0.0150	2.3770	0.0461	1.1040	0.8673																										
0.2500	0.1035	-0.0115	2.3885	0.0415	1.1155	0.8763																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.32</td><td>0.0320</td><td>1.3</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>1.502</td><td>55</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.32	0.0320	1.3	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	1.502	55
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.32	0.0320	1.3																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	1.502	55																														

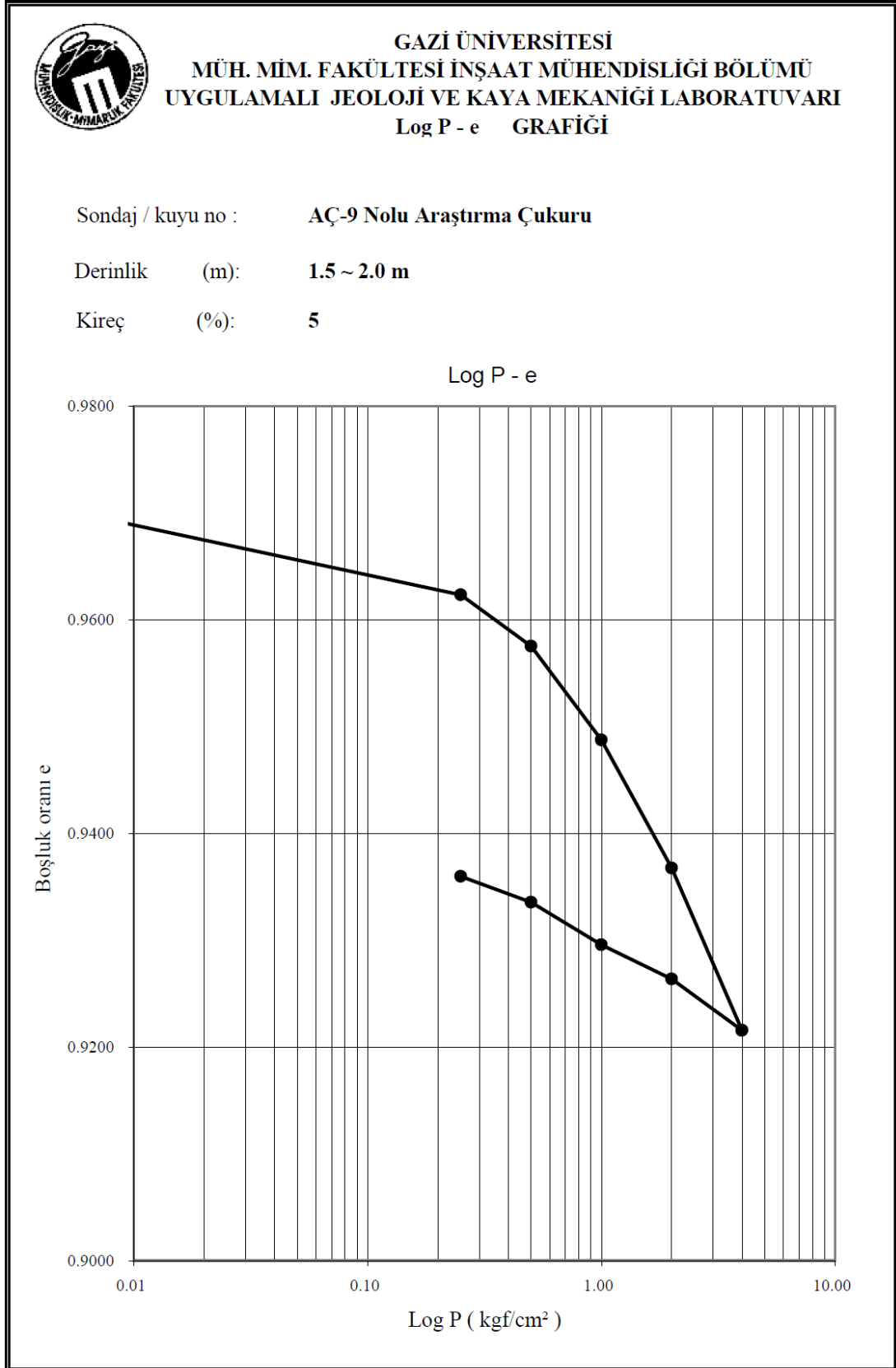
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	217.55			
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	188.44			
Kireç	(%):	5		Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.71			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.86			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.469	2Ho	1.2511			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4690	0.0000	1.2179	0.9735					
0.2500	0.0140	0.0140	2.4550	0.0057	1.2039	0.9623	0.0112	0.2490	0.0449	0.0228	43.9129
0.5000	0.0200	0.0060	2.4490	0.0081	1.1979	0.9576	0.0048	0.2500	0.0192	0.0098	102.2917
1.0000	0.0310	0.0110	2.4380	0.0126	1.1869	0.9488	0.0088	0.5000	0.0176	0.0090	111.3182
2.0000	0.0460	0.0150	2.4230	0.0186	1.1719	0.9368	0.0120	1.0000	0.0120	0.0062	162.5333
4.0000	0.0650	0.0190	2.4040	0.0263	1.1529	0.9216	0.0152	2.0000	0.0076	0.0039	255.0526
2.0000	0.0590	-0.0060	2.4100	0.0239	1.1589	0.9264					
1.0000	0.0550	-0.0040	2.4140	0.0223	1.1629	0.9296					
0.5000	0.0500	-0.0050	2.4190	0.0203	1.1679	0.9336					
0.2500	0.0470	-0.0030	2.4220	0.0190	1.1709	0.9360					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.09	0.0090	0.4		0.534	0.130	7			
Büyük İbre:	0.00										

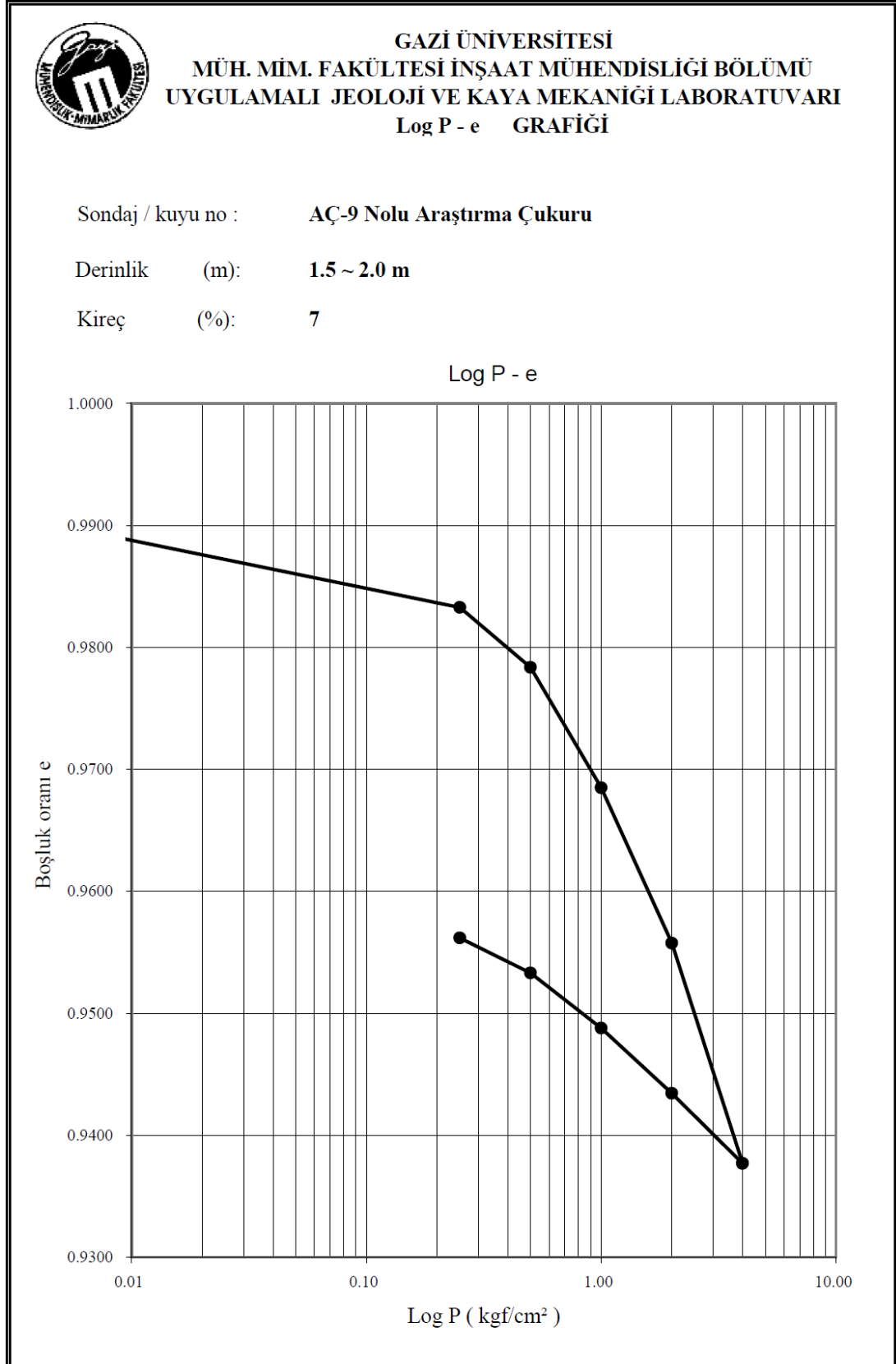
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	212.41																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	182.45																								
Kireç	(%):	7		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.70																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	92.94																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.426	2H ₀	1.2174																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı a _v	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4260	0.0000	1.2086	0.9927																										
0.2500	0.0115	0.0115	2.4145	0.0047	1.1971	0.9833	0.0094	0.2490	0.0379	0.0190	52.5282																					
0.5000	0.0175	0.0060	2.4085	0.0072	1.1911	0.9783	0.0049	0.2500	0.0197	0.0099	100.6042																					
1.0000	0.0295	0.0120	2.3965	0.0122	1.1791	0.9685	0.0099	0.5000	0.0197	0.0100	100.3542																					
2.0000	0.0450	0.0155	2.3810	0.0185	1.1636	0.9557	0.0127	1.0000	0.0127	0.0065	154.6129																					
4.0000	0.0670	0.0220	2.3590	0.0276	1.1416	0.9377	0.0181	2.0000	0.0090	0.0046	216.4545																					
2.0000	0.0600	-0.0070	2.3660	0.0247	1.1486	0.9434																										
1.0000	0.0535	-0.0065	2.3725	0.0221	1.1551	0.9488																										
0.5000	0.0480	-0.0055	2.3780	0.0198	1.1606	0.9533																										
0.2500	0.0445	-0.0035	2.3815	0.0183	1.1641	0.9562																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.06</td><td>0.0060</td><td>0.2</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>0.023</td><td>3</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.06	0.0060	0.2	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	0.023	3
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.06	0.0060	0.2																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	0.023	3																														

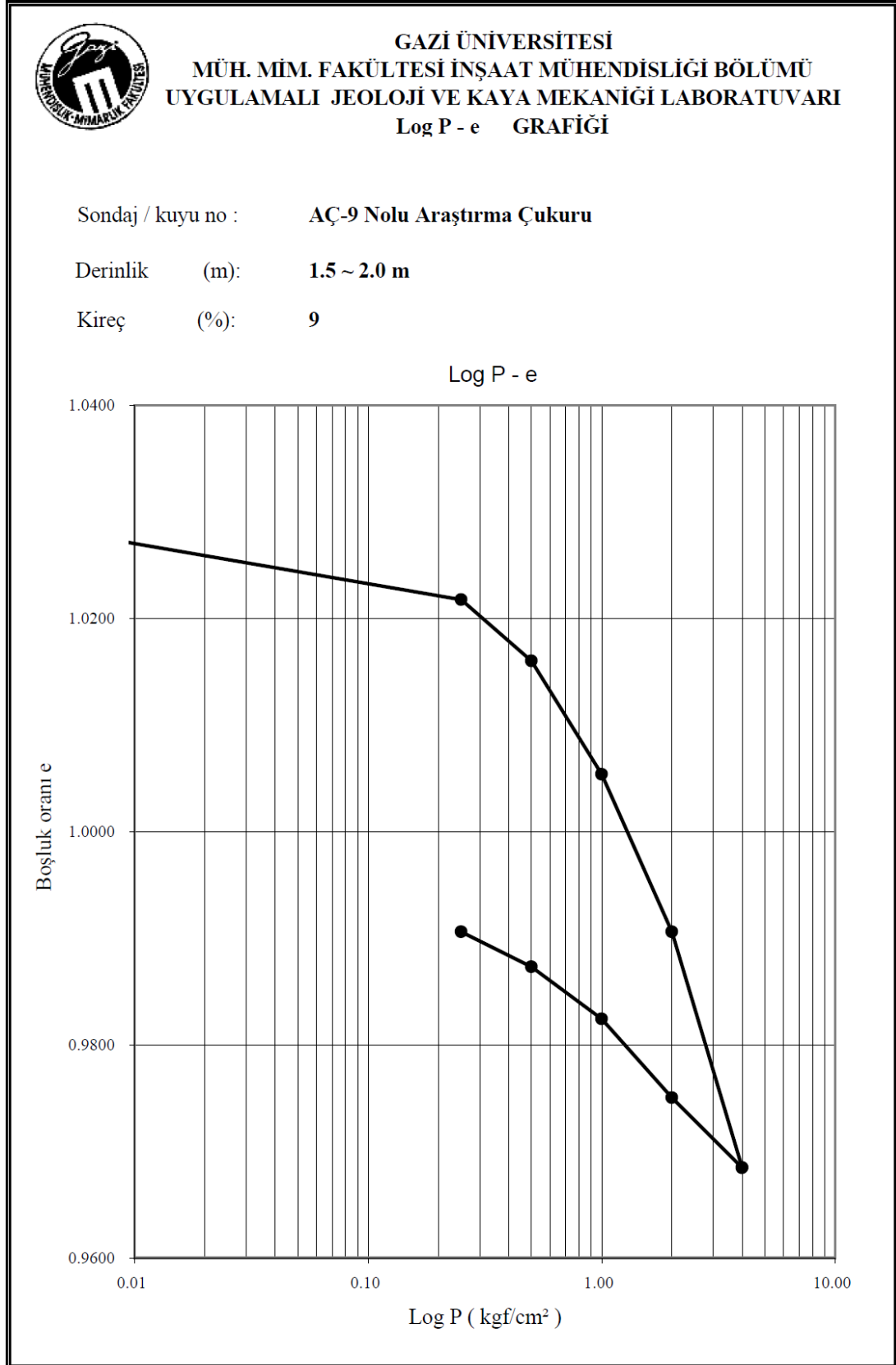
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-9, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-9 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	207.14																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	176.26																								
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.69																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	92.77																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.477	2Ho	1.2197																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4770	0.0000	1.2573	1.0308																										
0.2500	0.0110	0.0110	2.4660	0.0044	1.2463	1.0218	0.0090	0.2490	0.0362	0.0178	56.0703																					
0.5000	0.0180	0.0070	2.4590	0.0073	1.2393	1.0160	0.0057	0.2500	0.0230	0.0114	88.0714																					
1.0000	0.0310	0.0130	2.4460	0.0125	1.2263	1.0054	0.0107	0.5000	0.0213	0.0106	94.5769																					
2.0000	0.0490	0.0180	2.4280	0.0198	1.2083	0.9906	0.0148	1.0000	0.0148	0.0074	135.8889																					
4.0000	0.0760	0.0270	2.4010	0.0307	1.1813	0.9685	0.0221	2.0000	0.0111	0.0056	179.8519																					
2.0000	0.0680	-0.0080	2.4090	0.0275	1.1893	0.9750																										
1.0000	0.0590	-0.0090	2.4180	0.0238	1.1983	0.9824																										
0.5000	0.0530	-0.0060	2.4240	0.0214	1.2043	0.9873																										
0.2500	0.0490	-0.0040	2.4280	0.0198	1.2083	0.9906																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.07</td><td>0.0070</td><td>0.3</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.535</td><td>0.074</td><td>5</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.07	0.0070	0.3	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.535	0.074	5
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.07	0.0070	0.3																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.535	0.074	5																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-9, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	224.49
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	198.37
Kireç (%):	0 (saf)	Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.80
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	105.79
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.653	2Ho	1.3363

Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/ho)	Boşluk Yüksekliği lb (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı av (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv (cm ³ /kgf)	Es 1/Mv (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.6530	0.0000	1.3167	0.9854					
0.2500	0.0580	0.0580	2.5950	0.0219	1.2587	0.9420	0.0434	0.2490	0.1743	0.0878	11.3896
0.5000	0.0870	0.0290	2.5660	0.0328	1.2297	0.9203	0.0217	0.2500	0.0868	0.0447	22.3707
1.0000	0.1470	0.0600	2.5060	0.0554	1.1697	0.8754	0.0449	0.5000	0.0898	0.0468	21.3833
2.0000	0.2250	0.0780	2.4280	0.0848	1.0917	0.8170	0.0584	1.0000	0.0584	0.0311	32.1282
4.0000	0.3510	0.1260	2.3020	0.1323	0.9657	0.7227	0.0943	2.0000	0.0471	0.0259	38.5397
2.0000	0.3330	-0.0180	2.3200	0.1255	0.9837	0.7362					
1.0000	0.3200	-0.0130	2.3330	0.1206	0.9967	0.7459					
0.5000	0.3000	-0.0200	2.3530	0.1131	1.0167	0.7609					
0.2500	0.2800	-0.0200	2.3730	0.1055	1.0367	0.7758					
0.0010											

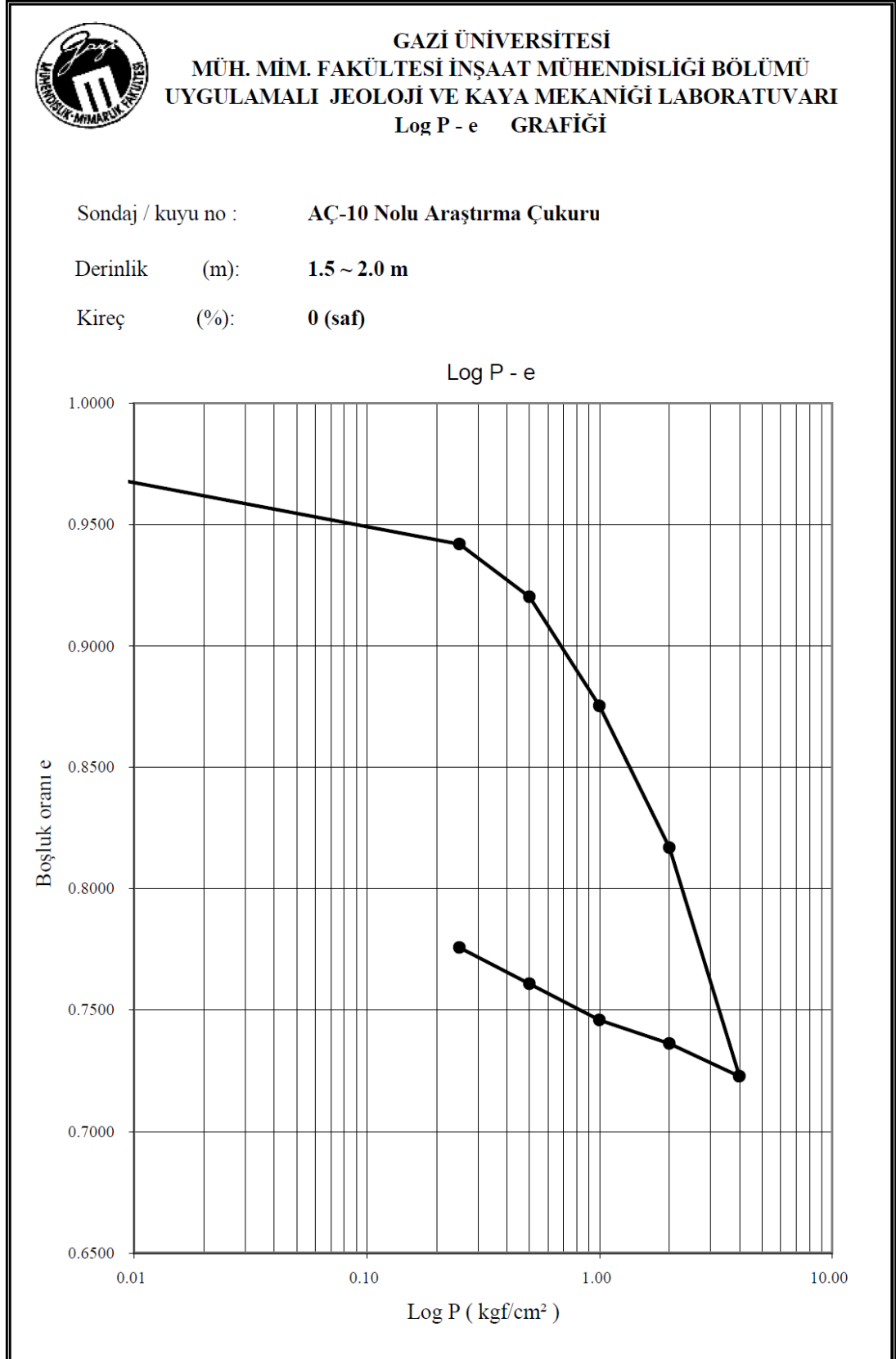
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	6.93	0.1930	7.8
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.534	4.216	151

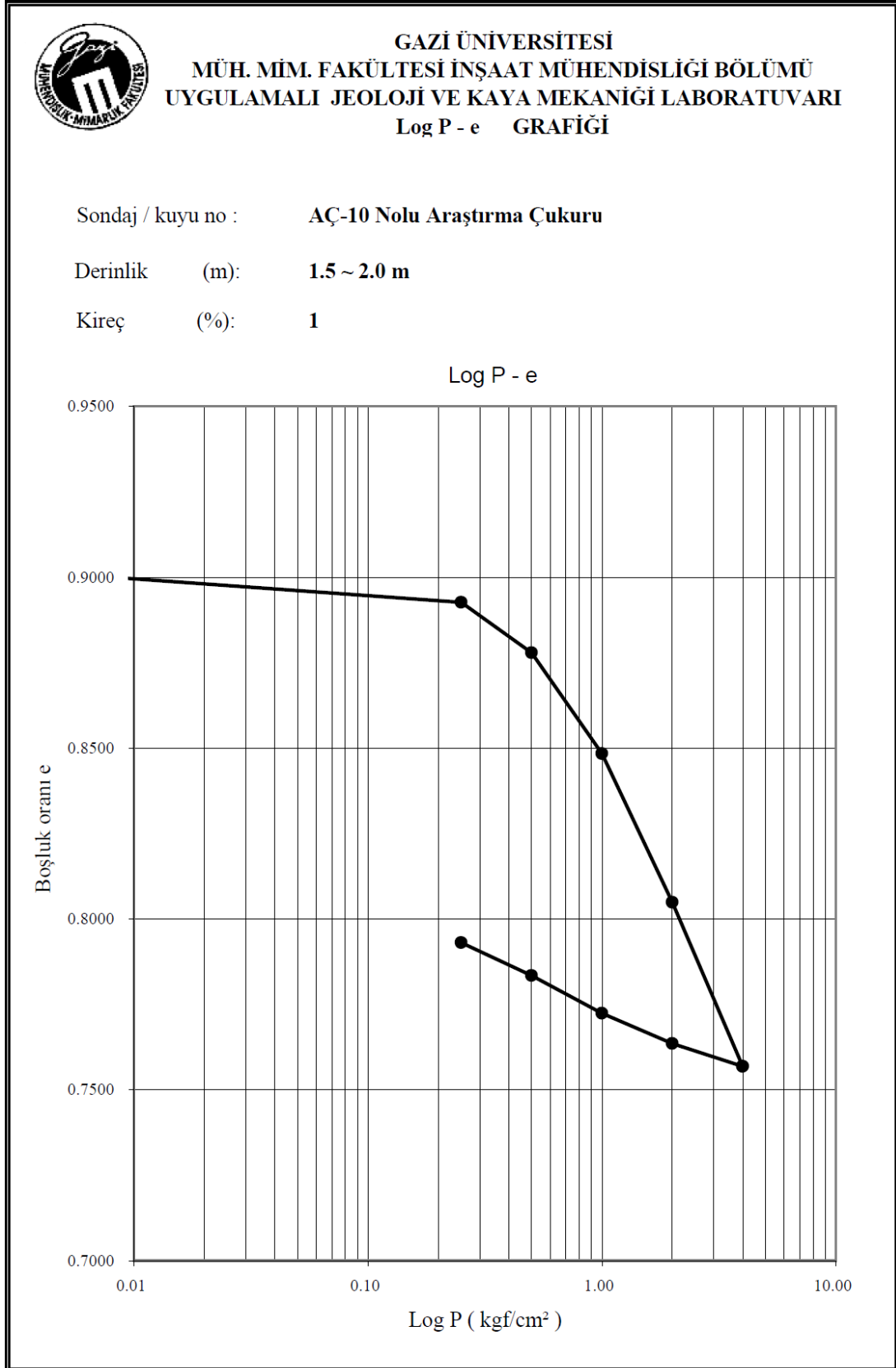
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	213.43																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	190.40																								
Kireç	(%):	1		Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.79																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	106.91																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.581	2Ho	1.3553																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5810	0.0000	1.2257	0.9044																										
0.2500	0.0160	0.0160	2.5650	0.0062	1.2097	0.8926	0.0118	0.2490	0.0474	0.0249	40.1668																					
0.5000	0.0360	0.0200	2.5450	0.0139	1.1897	0.8779	0.0148	0.2500	0.0590	0.0312	32.0625																					
1.0000	0.0760	0.0400	2.5050	0.0294	1.1497	0.8484	0.0295	0.5000	0.0590	0.0314	31.8125																					
2.0000	0.1350	0.0590	2.4460	0.0523	1.0907	0.8048	0.0435	1.0000	0.0435	0.0236	42.4576																					
4.0000	0.2000	0.0650	2.3810	0.0775	1.0257	0.7569	0.0480	2.0000	0.0240	0.0133	75.2615																					
2.0000	0.1910	-0.0090	2.3900	0.0740	1.0347	0.7635																										
1.0000	0.1790	-0.0120	2.4020	0.0694	1.0467	0.7724																										
0.5000	0.1640	-0.0150	2.4170	0.0635	1.0617	0.7834																										
0.2500	0.1510	-0.0130	2.4300	0.0585	1.0747	0.7930																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>6.11</td><td>0.1110</td><td>4.5</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.535</td><td>4.131</td><td>148</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	6.11	0.1110	4.5	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.535	4.131	148
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	6.11	0.1110	4.5																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.535	4.131	148																														

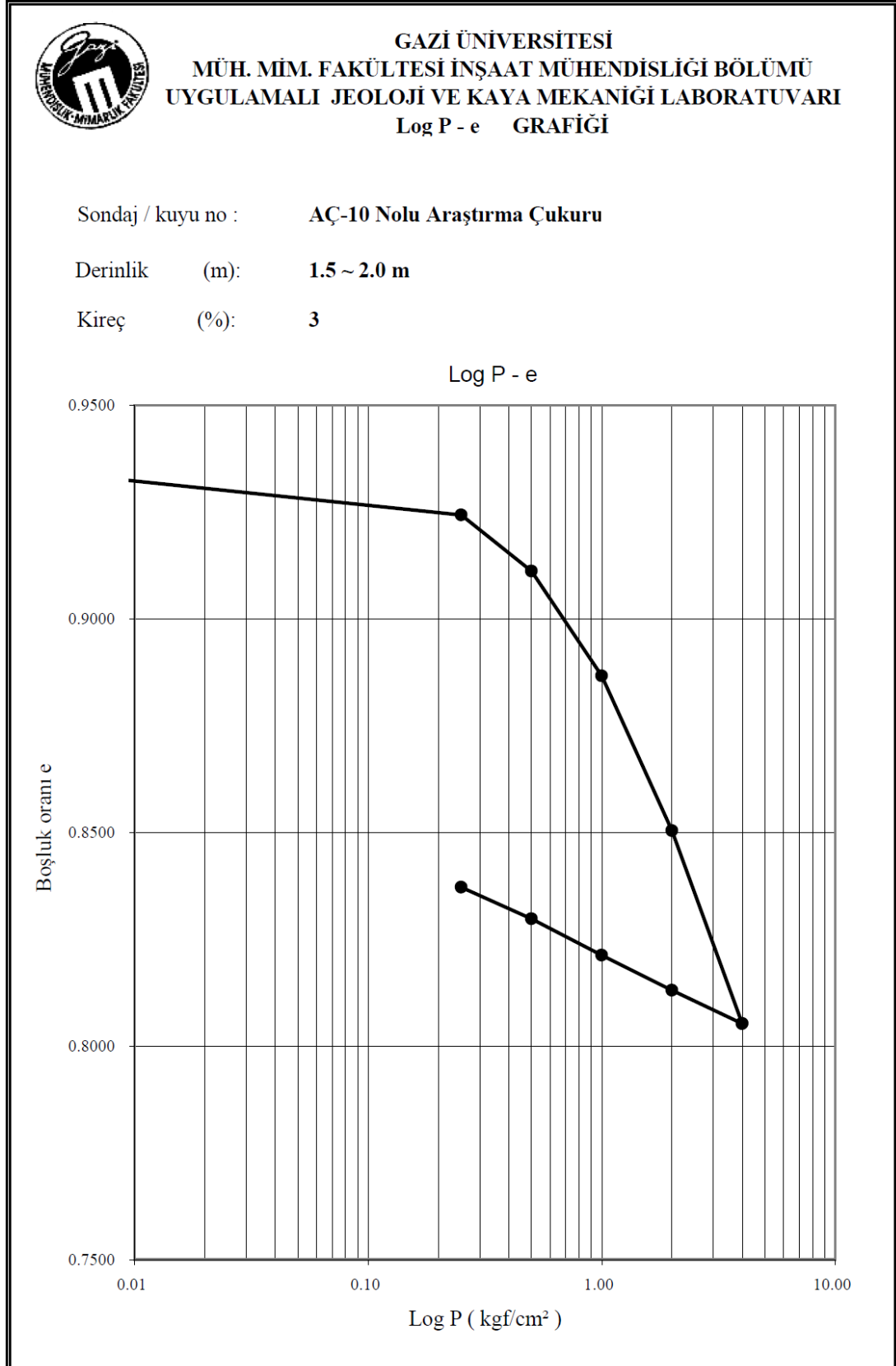
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLÖJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	219.47																						
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	192.63																						
Kireç (%) :		3				Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.78																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	100.95																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.489	2H ₀	1.2843																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4890	0.0000	1.2047	0.9380																										
0.2500	0.0175	0.0175	2.4715	0.0070	1.1872	0.9244	0.0136	0.2490	0.0547	0.0282	35.4149																					
0.5000	0.0345	0.0170	2.4545	0.0139	1.1702	0.9111	0.0132	0.2500	0.0529	0.0275	36.3456																					
1.0000	0.0660	0.0315	2.4230	0.0265	1.1387	0.8866	0.0245	0.5000	0.0491	0.0257	38.9603																					
2.0000	0.1125	0.0465	2.3765	0.0452	1.0922	0.8504	0.0362	1.0000	0.0362	0.0192	52.1075																					
4.0000	0.1705	0.0580	2.3185	0.0685	1.0342	0.8053	0.0452	2.0000	0.0226	0.0122	81.9483																					
2.0000	0.1605	-0.0100	2.3285	0.0645	1.0442	0.8130																										
1.0000	0.1500	-0.0105	2.3390	0.0603	1.0547	0.8212																										
0.5000	0.1390	-0.0110	2.3500	0.0558	1.0657	0.8298																										
0.2500	0.1295	-0.0095	2.3595	0.0520	1.0752	0.8372																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.59</td><td>0.0590</td><td>2.4</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>2.355</td><td>85</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.59	0.0590	2.4	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	2.355	85
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.59	0.0590	2.4																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	2.355	85																														

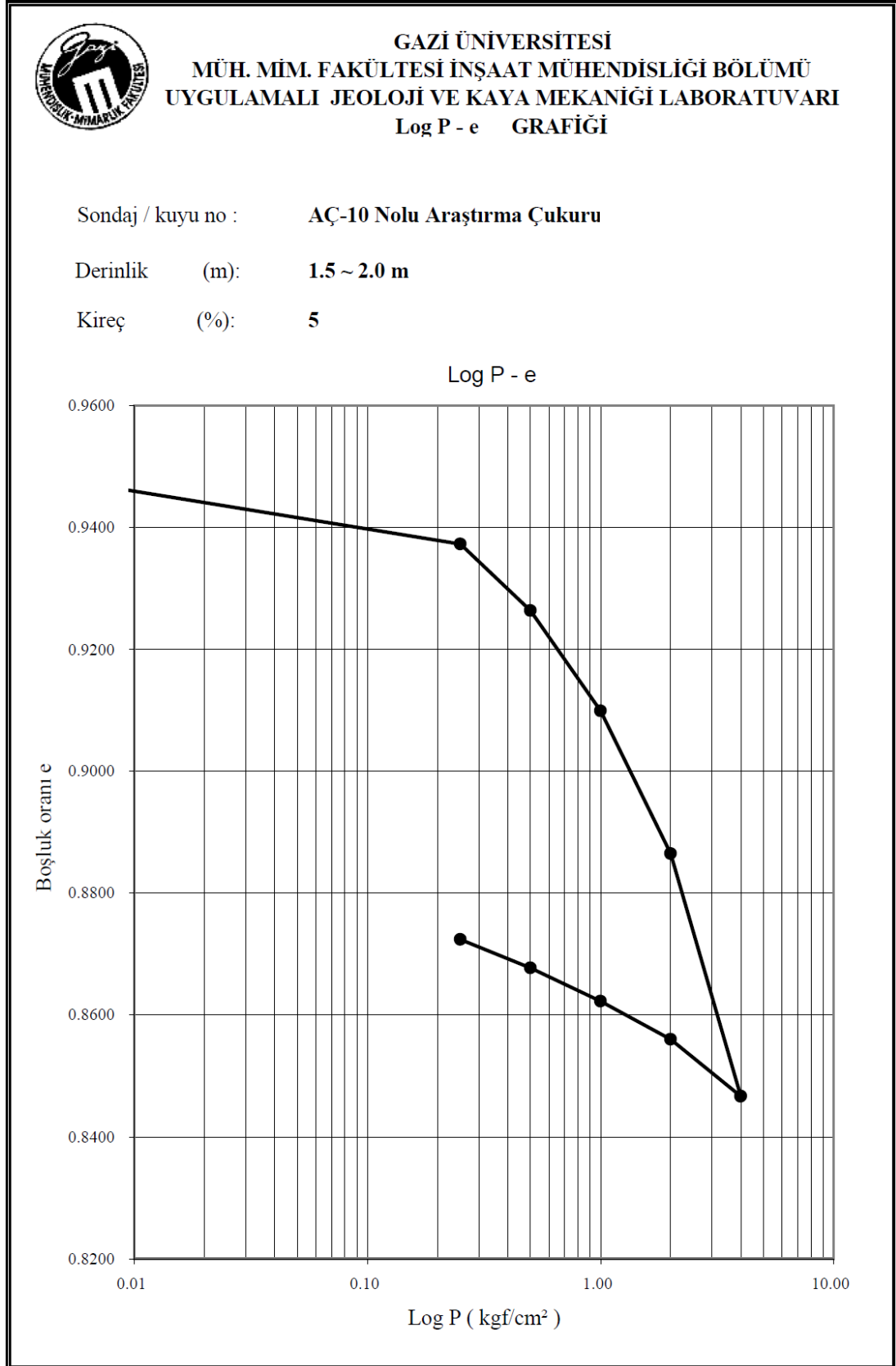
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	221.43																						
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	192.80																						
Kireç	(%):	5				Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgöl ağırlık	2.77																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	100.22																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.498	2Ho	1.2796																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4980	0.0000	1.2184	0.9521																										
0.2500	0.0190	0.0190	2.4790	0.0076	1.1994	0.9373	0.0148	0.2490	0.0596	0.0305	32.7369																					
0.5000	0.0330	0.0140	2.4650	0.0132	1.1854	0.9263	0.0109	0.2500	0.0438	0.0226	44.2679																					
1.0000	0.0540	0.0210	2.4440	0.0216	1.1644	0.9099	0.0164	0.5000	0.0328	0.0170	58.6905																					
2.0000	0.0840	0.0300	2.4140	0.0336	1.1344	0.8865	0.0234	1.0000	0.0234	0.0123	81.4667																					
4.0000	0.1350	0.0510	2.3630	0.0540	1.0834	0.8466	0.0399	2.0000	0.0199	0.0106	94.6667																					
2.0000	0.1230	-0.0120	2.3750	0.0492	1.0954	0.8560																										
1.0000	0.1150	-0.0080	2.3830	0.0460	1.1034	0.8623																										
0.5000	0.1080	-0.0070	2.3900	0.0432	1.1104	0.8677																										
0.2500	0.1020	-0.0060	2.3960	0.0408	1.1164	0.8724																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.38</td><td>0.0380</td><td>1.5</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>1.615</td><td>59</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.38	0.0380	1.5	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	1.615	59
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.38	0.0380	1.5																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	1.615	59																														

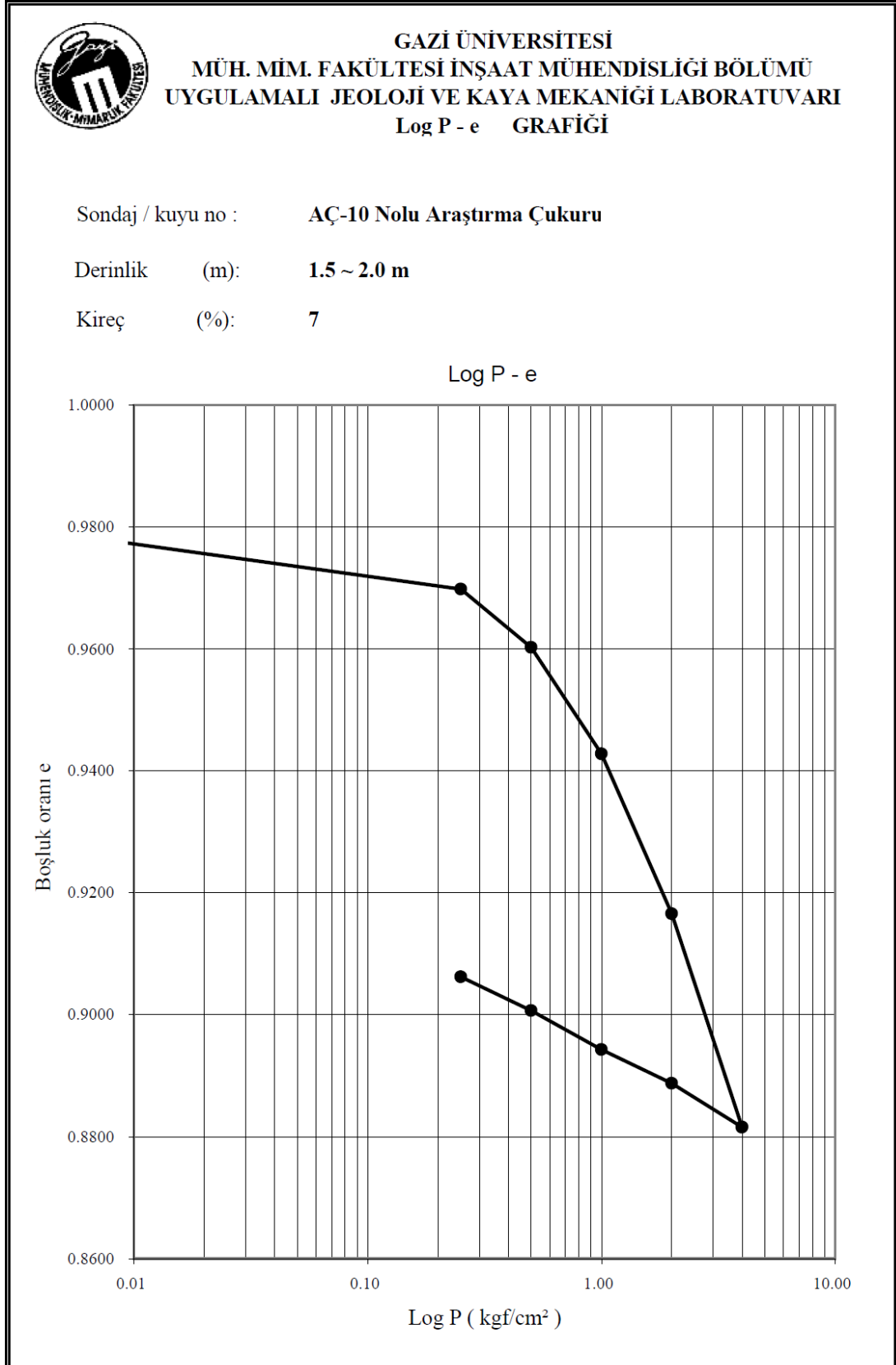
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.59																							
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	181.66																							
Kireç	(%)	7			Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.76																							
					Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	98.17																							
					Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.494	2H ₀	1.2580																							
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4940	0.0000	1.2360	0.9825																										
0.2500	0.0160	0.0160	2.4780	0.0064	1.2200	0.9698	0.0127	0.2490	0.0511	0.0258	38.8129																					
0.5000	0.0280	0.0120	2.4660	0.0112	1.2080	0.9603	0.0095	0.2500	0.0382	0.0194	51.6250																					
1.0000	0.0500	0.0220	2.4440	0.0200	1.1860	0.9428	0.0175	0.5000	0.0350	0.0178	56.0455																					
2.0000	0.0830	0.0330	2.4110	0.0333	1.1530	0.9165	0.0262	1.0000	0.0262	0.0135	74.0606																					
4.0000	0.1270	0.0440	2.3670	0.0509	1.1090	0.8816	0.0350	2.0000	0.0175	0.0091	109.5909																					
2.0000	0.1180	-0.0090	2.3760	0.0473	1.1180	0.8887																										
1.0000	0.1110	-0.0070	2.3830	0.0445	1.1250	0.8943																										
0.5000	0.1030	-0.0080	2.3910	0.0413	1.1330	0.9007																										
0.2500	0.0960	-0.0070	2.3980	0.0385	1.1400	0.9062																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ<table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.24</td><td>0.0240</td><td>1.0</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ<table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.535</td><td>1.106</td><td>41</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.24	0.0240	1.0	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.535	1.106	41
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.24	0.0240	1.0																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.535	1.106	41																														

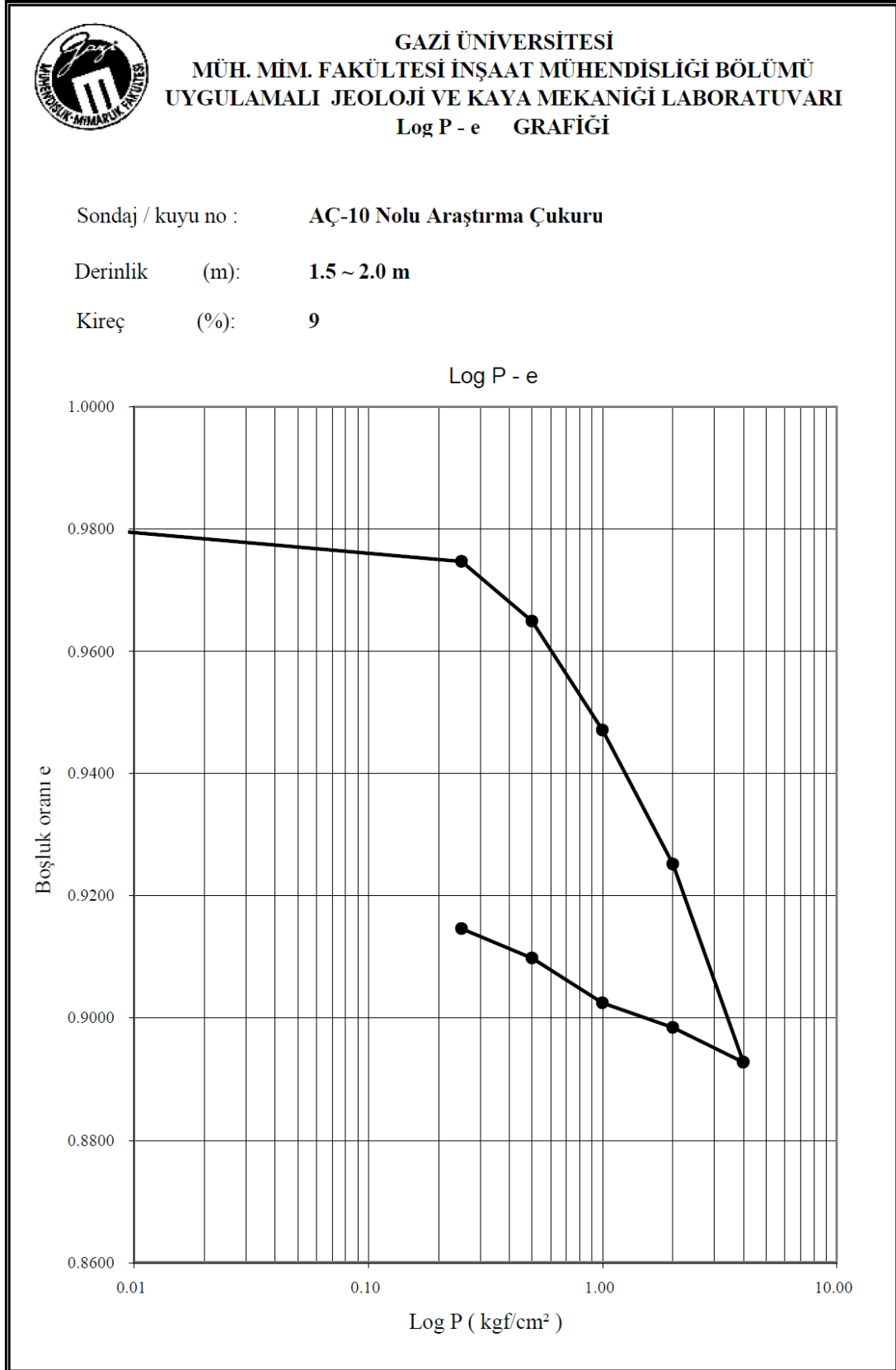
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-10, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-10 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	216.44																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	187.52																								
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.75																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	95.84																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.444	2Ho	1.2326																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4440	0.0000	1.2114	0.9828																										
0.2500	0.0100	0.0100	2.4340	0.0041	1.2014	0.9747	0.0081	0.2490	0.0326	0.0164	60.8556																					
0.5000	0.0220	0.0120	2.4220	0.0090	1.1894	0.9650	0.0097	0.2500	0.0389	0.0197	50.7083																					
1.0000	0.0440	0.0220	2.4000	0.0180	1.1674	0.9471	0.0178	0.5000	0.0357	0.0182	55.0455																					
2.0000	0.0710	0.0270	2.3730	0.0291	1.1404	0.9252	0.0219	1.0000	0.0219	0.0113	88.8889																					
4.0000	0.1110	0.0400	2.3330	0.0454	1.1004	0.8927	0.0325	2.0000	0.0162	0.0084	118.6500																					
2.0000	0.1040	-0.0070	2.3400	0.0426	1.1074	0.8984																										
1.0000	0.0990	-0.0050	2.3450	0.0405	1.1124	0.9025																										
0.5000	0.0900	-0.0090	2.3540	0.0368	1.1214	0.9098																										
0.2500	0.0840	-0.0060	2.3600	0.0344	1.1274	0.9147																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.14</td><td>0.0140</td><td>0.6</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>0.828</td><td>31</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.14	0.0140	0.6	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	0.828	31
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.14	0.0140	0.6																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	0.828	31																														

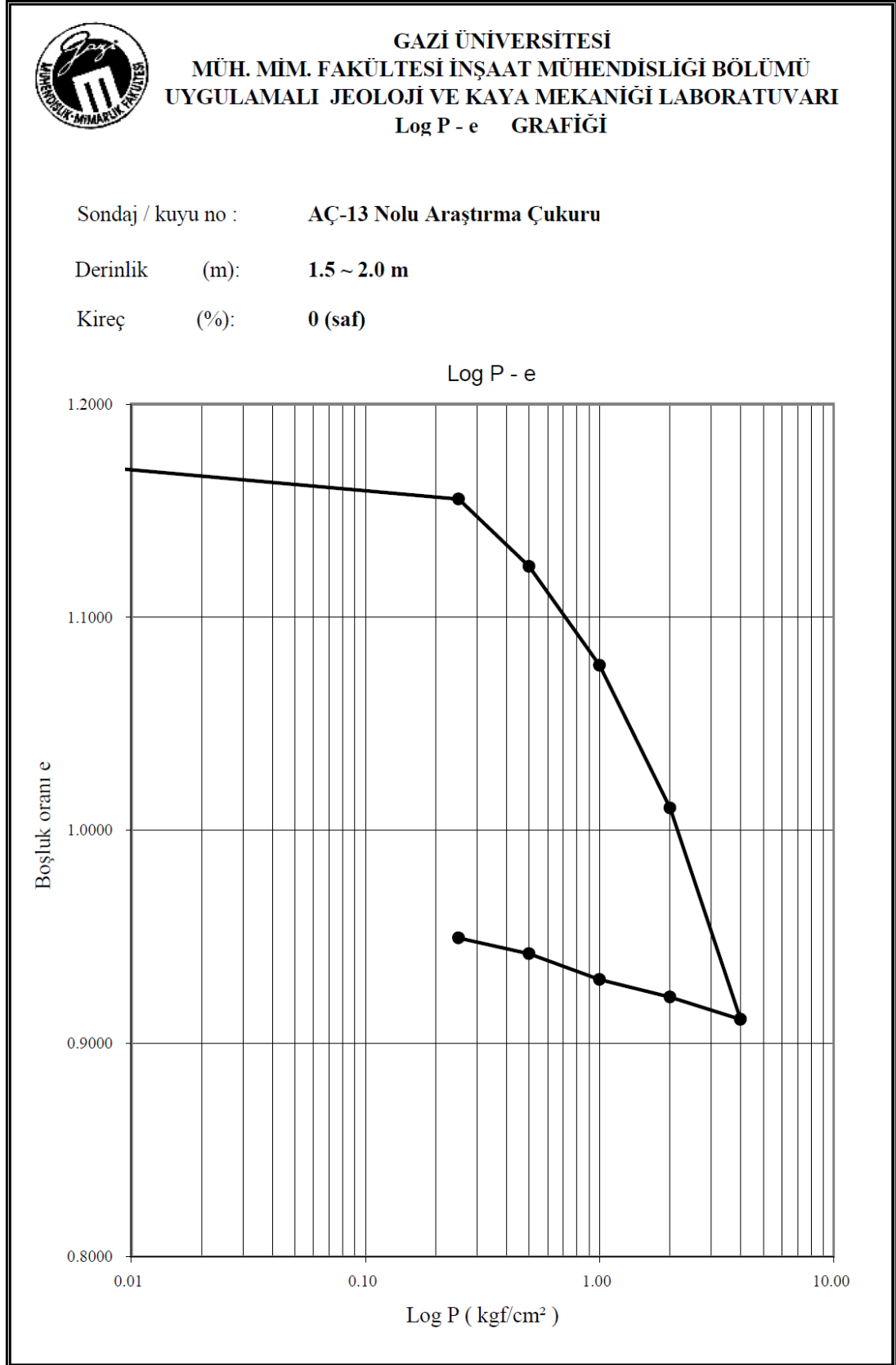
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-10, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	212.18																								
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	184.30																								
Kireç (%):		0 (saf)		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.73																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	94.79																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.676	2Ho	1.2280																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.6760	0.0000	1.4480	1.1791																										
0.2500	0.0290	0.0290	2.6470	0.0108	1.4190	1.1555	0.0236	0.2490	0.0948	0.0435	22.9767																					
0.5000	0.0680	0.0390	2.6080	0.0254	1.3800	1.1237	0.0318	0.2500	0.1270	0.0589	16.9679																					
1.0000	0.1250	0.0570	2.5510	0.0467	1.3230	1.0773	0.0464	0.5000	0.0928	0.0437	22.8772																					
2.0000	0.2070	0.0820	2.4690	0.0774	1.2410	1.0105	0.0668	1.0000	0.0668	0.0321	31.1098																					
4.0000	0.3290	0.1220	2.3470	0.1229	1.1190	0.9112	0.0993	2.0000	0.0497	0.0247	40.4754																					
2.0000	0.3160	-0.0130	2.3600	0.1181	1.1320	0.9218																										
1.0000	0.3060	-0.0100	2.3700	0.1143	1.1420	0.9299																										
0.5000	0.2910	-0.0150	2.3850	0.1087	1.1570	0.9421																										
0.2500	0.2820	-0.0090	2.3940	0.1054	1.1660	0.9495																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>7.56</td><td>0.2560</td><td>10.6</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>7.389</td><td>263</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	7.56	0.2560	10.6	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	7.389	263
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	7.56	0.2560	10.6																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	7.389	263																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.96
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	185.81
Kireç (%) :	1			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.73
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	94.13
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.643	2Ho	1.2195

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.6430	0.0000	1.4235	1.1673					
0.2500	0.0275	0.0275	2.6155	0.0104	1.3960	1.1447	0.0226	0.2490	0.0907	0.0418	23.8964
0.5000	0.0590	0.0315	2.5840	0.0223	1.3645	1.1189	0.0258	0.2500	0.1032	0.0481	20.7840
1.0000	0.1140	0.0550	2.5290	0.0431	1.3095	1.0738	0.0451	0.5000	0.0902	0.0426	23.4909
2.0000	0.1875	0.0735	2.4555	0.0709	1.2360	1.0136	0.0603	1.0000	0.0603	0.0291	34.4082
4.0000	0.2950	0.1075	2.3480	0.1116	1.1285	0.9254	0.0882	2.0000	0.0441	0.0219	45.6837
2.0000	0.2835	-0.0115	2.3595	0.1073	1.1400	0.9348					
1.0000	0.2750	-0.0085	2.3680	0.1040	1.1485	0.9418					
0.5000	0.2660	-0.0090	2.3770	0.1006	1.1575	0.9492					
0.2500	0.2540	-0.0120	2.3890	0.0961	1.1695	0.9590					
0.0010											

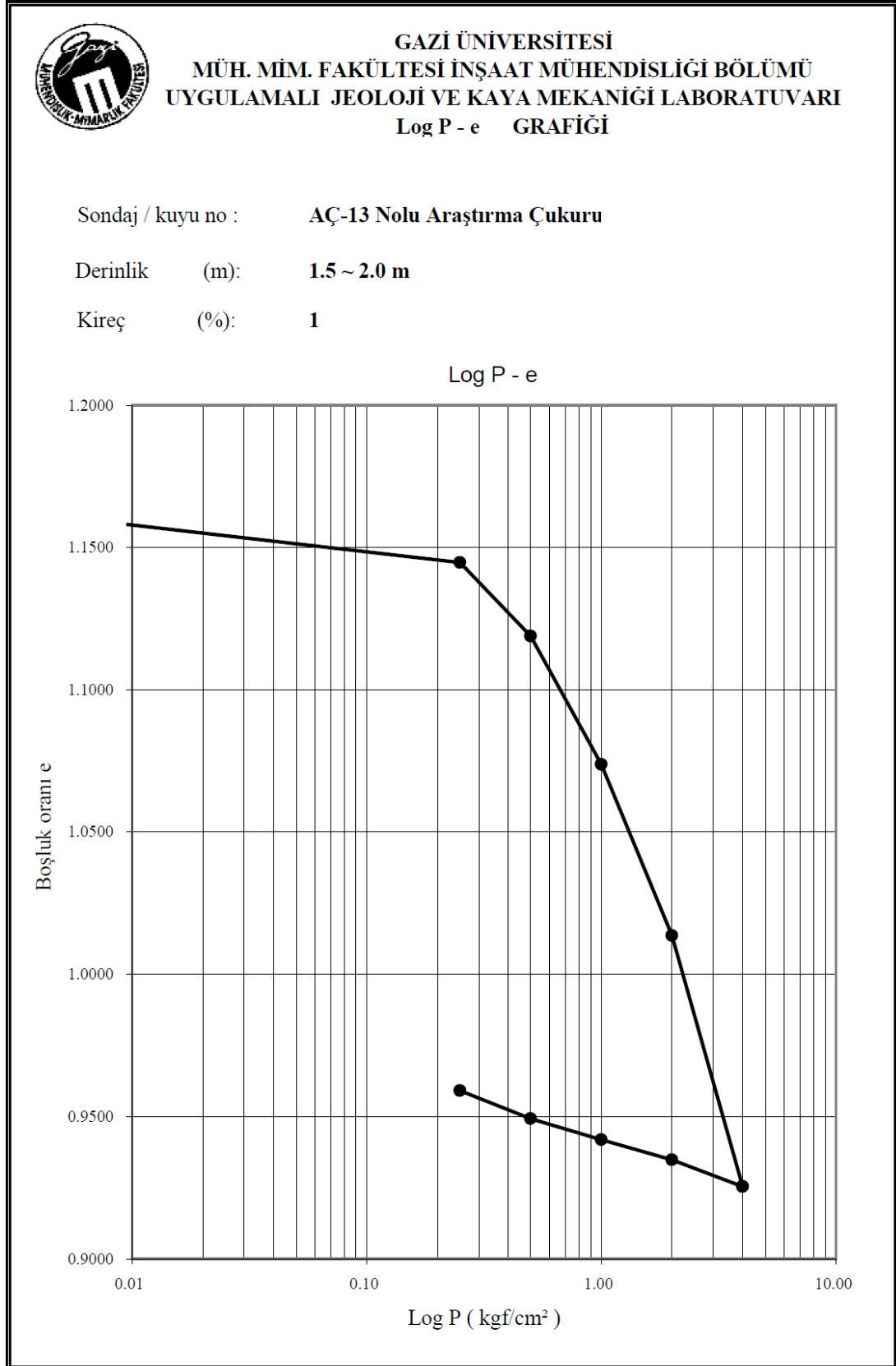
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	7.13	0.2130	8.8
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.487	6.822	243

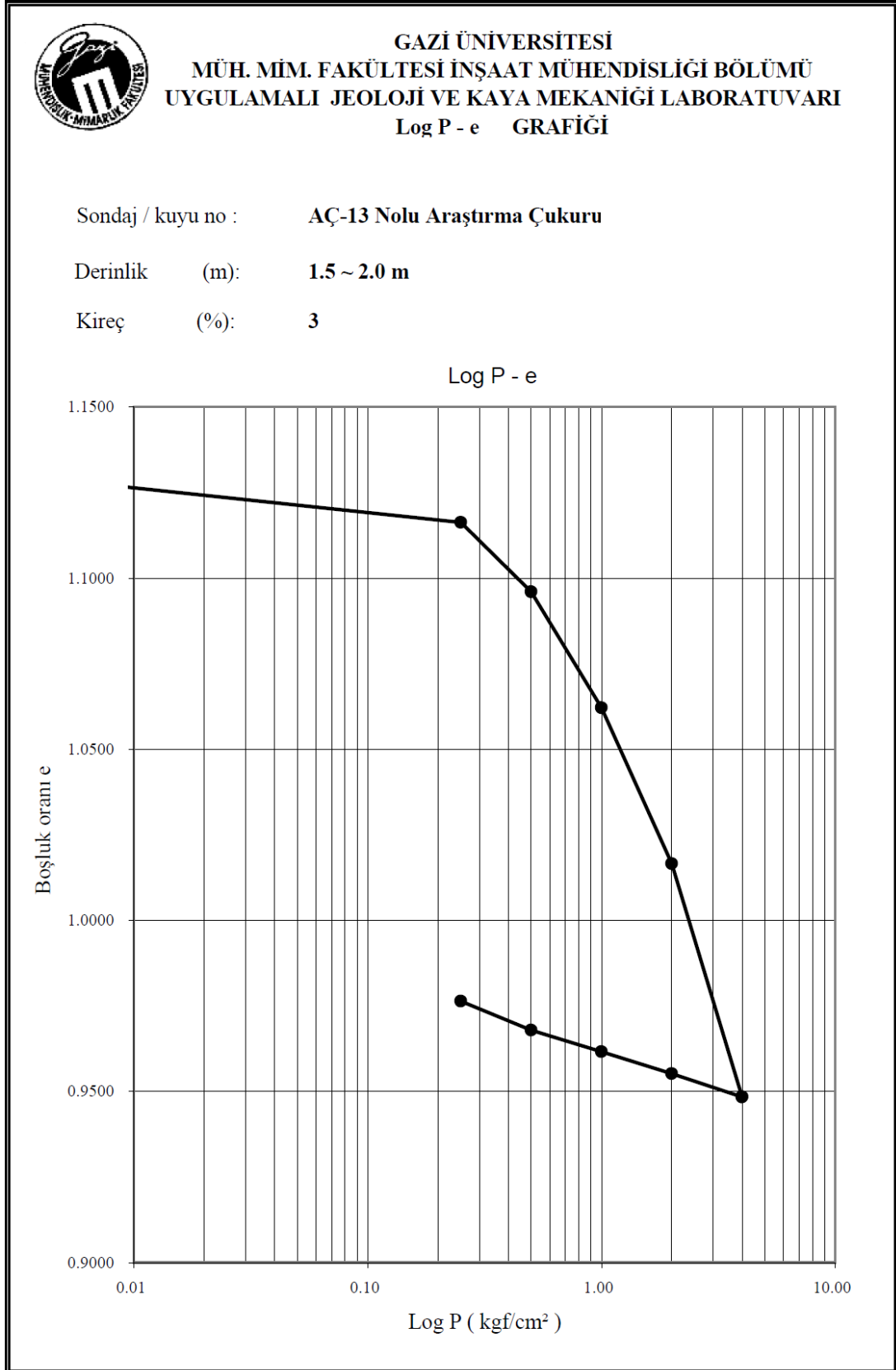
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru				Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.44																						
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m				Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	182.66																						
Kireç	(%):	3				Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.72																						
						Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	90.98																						
						Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.524	2Ho	1.1830																						
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.5240	0.0000	1.3410	1.1336																										
0.2500	0.0205	0.0205	2.5035	0.0081	1.3205	1.1162	0.0173	0.2490	0.0696	0.0326	30.6574																					
0.5000	0.0445	0.0240	2.4795	0.0176	1.2965	1.0959	0.0203	0.2500	0.0811	0.0383	26.0781																					
1.0000	0.0845	0.0400	2.4395	0.0335	1.2565	1.0621	0.0338	0.5000	0.0676	0.0323	30.9938																					
2.0000	0.1385	0.0540	2.3855	0.0549	1.2025	1.0165	0.0456	1.0000	0.0456	0.0221	45.1759																					
4.0000	0.2190	0.0805	2.3050	0.0868	1.1220	0.9484	0.0680	2.0000	0.0340	0.0169	59.2671																					
2.0000	0.2110	-0.0080	2.3130	0.0836	1.1300	0.9552																										
1.0000	0.2035	-0.0075	2.3205	0.0806	1.1375	0.9615																										
0.5000	0.1960	-0.0075	2.3280	0.0777	1.1450	0.9679																										
0.2500	0.1860	-0.0100	2.3380	0.0737	1.1550	0.9763																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>5.94</td><td>0.0940</td><td>3.9</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>3.175</td><td>114</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	5.94	0.0940	3.9	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	3.175	114
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	5.94	0.0940	3.9																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	3.175	114																														

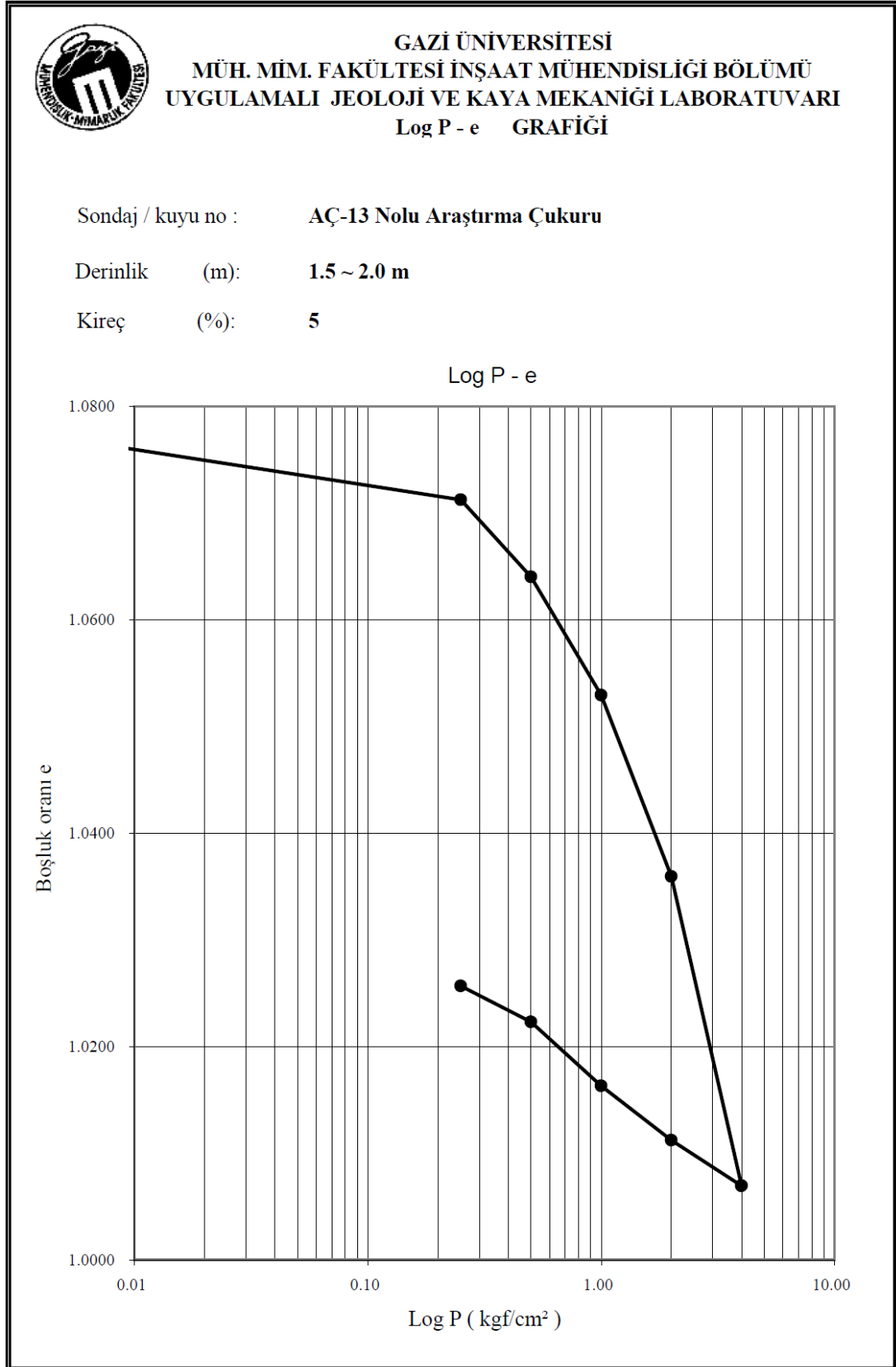
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	210.91			
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	179.46			
Kireç (%):		5		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgöl ağırlık	2.71			
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	89.95			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.441	2Ho	1.1739			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4410	0.0000	1.2671	1.0794					
0.2500	0.0095	0.0095	2.4315	0.0039	1.2576	1.0713	0.0081	0.2490	0.0325	0.0156	63.9799
0.5000	0.0180	0.0085	2.4230	0.0074	1.2491	1.0640	0.0072	0.2500	0.0290	0.0140	71.5147
1.0000	0.0310	0.0130	2.4100	0.0127	1.2361	1.0529	0.0111	0.5000	0.0221	0.0107	93.1923
2.0000	0.0510	0.0200	2.3900	0.0209	1.2161	1.0359	0.0170	1.0000	0.0170	0.0083	120.7415
4.0000	0.0850	0.0340	2.3560	0.0348	1.1821	1.0069	0.0290	2.0000	0.0145	0.0071	140.4254
2.0000	0.0800	-0.0050	2.3610	0.0328	1.1871	1.0112					
1.0000	0.0740	-0.0060	2.3670	0.0303	1.1931	1.0163					
0.5000	0.0670	-0.0070	2.3740	0.0274	1.2001	1.0223					
0.2500	0.0630	-0.0040	2.3780	0.0258	1.2041	1.0257					
0.0010											
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ						ŞİŞME BASINCI TAYİNİ					
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)		Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)			
Küçük İbre:	5	5.21	0.0210	0.9		0.476	1.621	59			
Büyük İbre:	0.00										

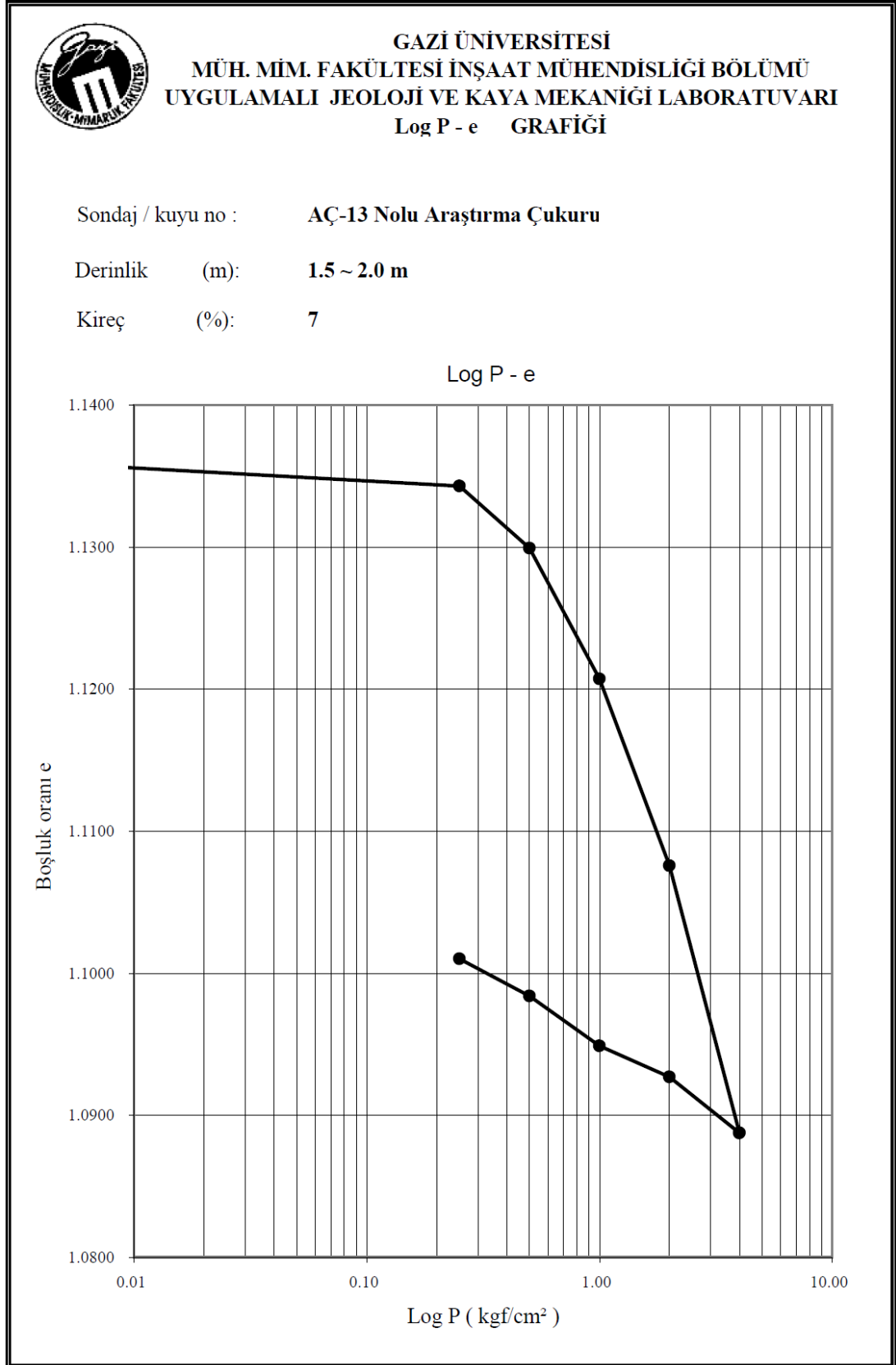
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.56																							
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	178.83																							
Kireç	(%)	7			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.70																							
					Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	87.15																							
					Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.439	2H ₀	1.1416																							
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği h _b	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı a _v	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v	Es 1/M _v																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4390	0.0000	1.2974	1.1365																										
0.2500	0.0025	0.0025	2.4365	0.0010	1.2949	1.1343	0.0022	0.2490	0.0088	0.0041	242.9244																					
0.5000	0.0075	0.0050	2.4315	0.0031	1.2899	1.1299	0.0044	0.2500	0.0175	0.0082	121.8250																					
1.0000	0.0180	0.0105	2.4210	0.0074	1.2794	1.1207	0.0092	0.5000	0.0184	0.0086	115.7857																					
2.0000	0.0330	0.0150	2.4060	0.0135	1.2644	1.1076	0.0131	1.0000	0.0131	0.0062	161.4000																					
4.0000	0.0545	0.0215	2.3845	0.0223	1.2429	1.0887	0.0188	2.0000	0.0094	0.0045	223.8140																					
2.0000	0.0500	-0.0045	2.3890	0.0205	1.2474	1.0927																										
1.0000	0.0475	-0.0025	2.3915	0.0195	1.2499	1.0949																										
0.5000	0.0435	-0.0040	2.3955	0.0178	1.2539	1.0984																										
0.2500	0.0405	-0.0030	2.3985	0.0166	1.2569	1.1010																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.09</td><td>0.0090</td><td>0.4</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>1.535</td><td>56</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.09	0.0090	0.4	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	1.535	56
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.09	0.0090	0.4																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	1.535	56																														

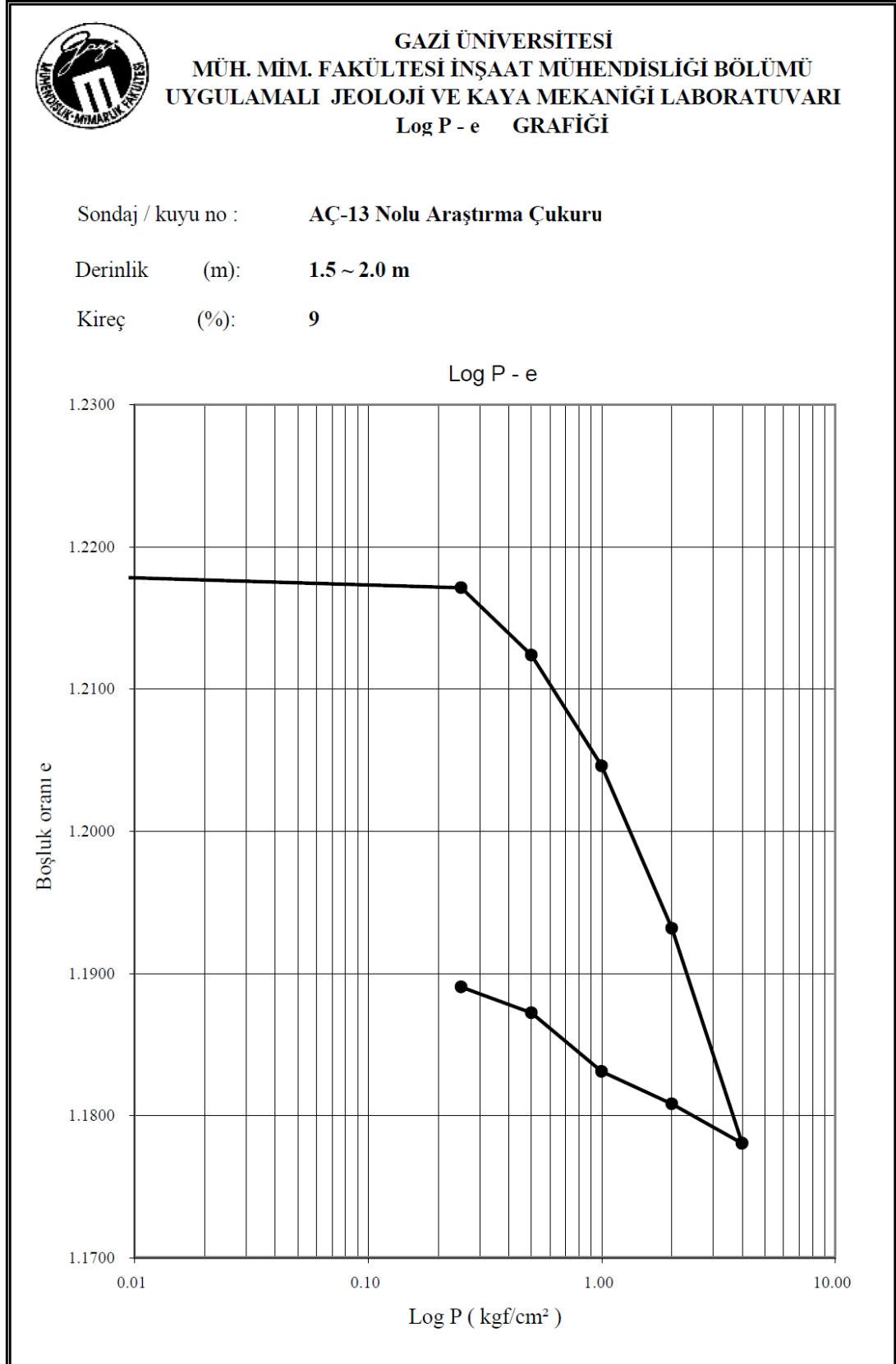
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-13, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-13 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	206.12																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	172.62																								
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.69																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	83.11																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.424	2Ho	1.0927																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4240	0.0000	1.3313	1.2183																										
0.2500	0.0013	0.0013	2.4227	0.0005	1.3300	1.2171	0.0012	0.2490	0.0048	0.0022	464.2892																					
0.5000	0.0065	0.0052	2.4175	0.0027	1.3248	1.2124	0.0048	0.2500	0.0190	0.0086	116.4760																					
1.0000	0.0150	0.0085	2.4090	0.0062	1.3163	1.2046	0.0078	0.5000	0.0156	0.0070	142.2059																					
2.0000	0.0275	0.0125	2.3965	0.0113	1.3038	1.1932	0.0114	1.0000	0.0114	0.0052	192.7200																					
4.0000	0.0440	0.0165	2.3800	0.0182	1.2873	1.1781	0.0151	2.0000	0.0075	0.0034	290.4848																					
2.0000	0.0410	-0.0030	2.3830	0.0169	1.2903	1.1808																										
1.0000	0.0385	-0.0025	2.3855	0.0159	1.2928	1.1831																										
0.5000	0.0340	-0.0045	2.3900	0.0140	1.2973	1.1872																										
0.2500	0.0320	-0.0020	2.3920	0.0132	1.2993	1.1890																										
0.0010																																
<u>ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ</u><table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.04</td><td>0.0040</td><td>0.2</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <u>ŞİŞME BASINCI TAYİNİ</u><table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.476</td><td>0.942</td><td>35</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.04	0.0040	0.2	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.476	0.942	35
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.04	0.0040	0.2																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.476	0.942	35																														

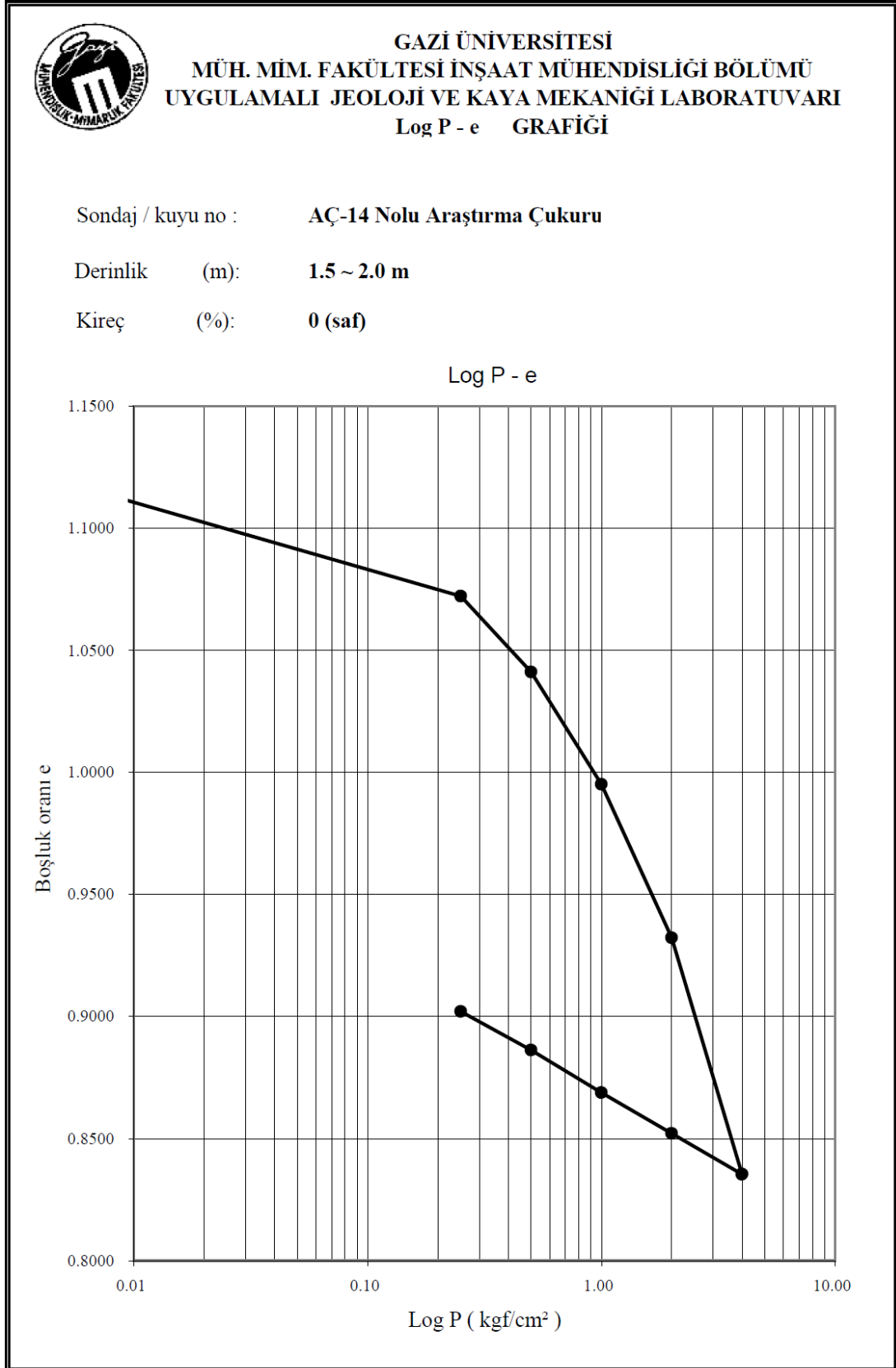
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-13, Kireç= %9)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %0)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	211.65																								
Derinlik (m):		1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	185.46																								
Kireç (%) :		0 (saf)		Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.61																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	92.88																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.691	2H ₀	1.2586																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000	0.0830	2.6910	0.0000	1.4324	1.1381																										
0.2500	0.0830	0.0390	2.6080	0.0308	1.3494	1.0721	0.0659	0.2490	0.2648	0.1239	8.0730																					
0.5000	0.1220	0.0580	2.5690	0.0453	1.3104	1.0411	0.0310	0.2500	0.1239	0.0598	16.7179																					
1.0000	0.1800	0.0790	2.5110	0.0669	1.2524	0.9951	0.0461	0.5000	0.0922	0.0452	22.1466																					
2.0000	0.2590	0.1220	2.4320	0.0962	1.1734	0.9323	0.0628	1.0000	0.0628	0.0315	31.7848																					
4.0000	0.3810	0.0210	2.3100	0.1416	1.0514	0.8354	0.0969	2.0000	0.0485	0.0251	39.8689																					
2.0000	0.3600	-0.0210	2.3310	0.1338	1.0724	0.8521																										
1.0000	0.3390	-0.0210	2.3520	0.1260	1.0934	0.8687																										
0.5000	0.3170	-0.0220	2.3740	0.1178	1.1154	0.8862																										
0.2500	0.2970	-0.0200	2.3940	0.1104	1.1354	0.9021																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük lbre:</td><td>5</td><td>7.31</td><td>0.2310</td><td>9.4</td></tr><tr><td>Büyük lbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.534</td><td>4.301</td><td>154</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük lbre:	5	7.31	0.2310	9.4	Büyük lbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.534	4.301	154
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük lbre:	5	7.31	0.2310	9.4																												
Büyük lbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.534	4.301	154																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %0)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %1)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	209.86
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.46	Ring + kuru numune	184.04
Kireç (%):	1	Ring Ağırlığı	gr	92.58	Özgül ağırlık	2.60
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	91.46
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.583	2H ₀	1.2441

Uygulanan Basınç (kgf/cm ²)	Tasman (cm)	Tasman Farkı (cm)	Numune Yüksekliği (cm)	Epsilon (h/h ₀)	Boşluk Yüksekliği h _b (cm)	Boşluk Oranı e (%)	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı (kgf/cm ²)	Sıkışma Katsayısı a _v (cm ³ /kgf)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı M _v (cm ³ /kgf)	Es 1/M _v (kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5830	0.0000	1.3389	1.0762					
0.2500	0.0410	0.0410	2.5420	0.0159	1.2979	1.0432	0.0330	0.2490	0.1323	0.0637	15.6870
0.5000	0.0650	0.0240	2.5180	0.0252	1.2739	1.0239	0.0193	0.2500	0.0772	0.0378	26.4792
1.0000	0.0970	0.0320	2.4860	0.0376	1.2419	0.9982	0.0257	0.5000	0.0514	0.0254	39.3437
2.0000	0.1430	0.0460	2.4400	0.0554	1.1959	0.9612	0.0370	1.0000	0.0370	0.0185	54.0435
4.0000	0.2350	0.0920	2.3480	0.0910	1.1039	0.8873	0.0739	2.0000	0.0370	0.0189	53.0435
2.0000	0.2170	-0.0180	2.3660	0.0840	1.1219	0.9017					
1.0000	0.1990	-0.0180	2.3840	0.0770	1.1399	0.9162					
0.5000	0.1820	-0.0170	2.4010	0.0705	1.1569	0.9299					
0.2500	0.1680	-0.0140	2.4150	0.0650	1.1709	0.9411					
0.0010											

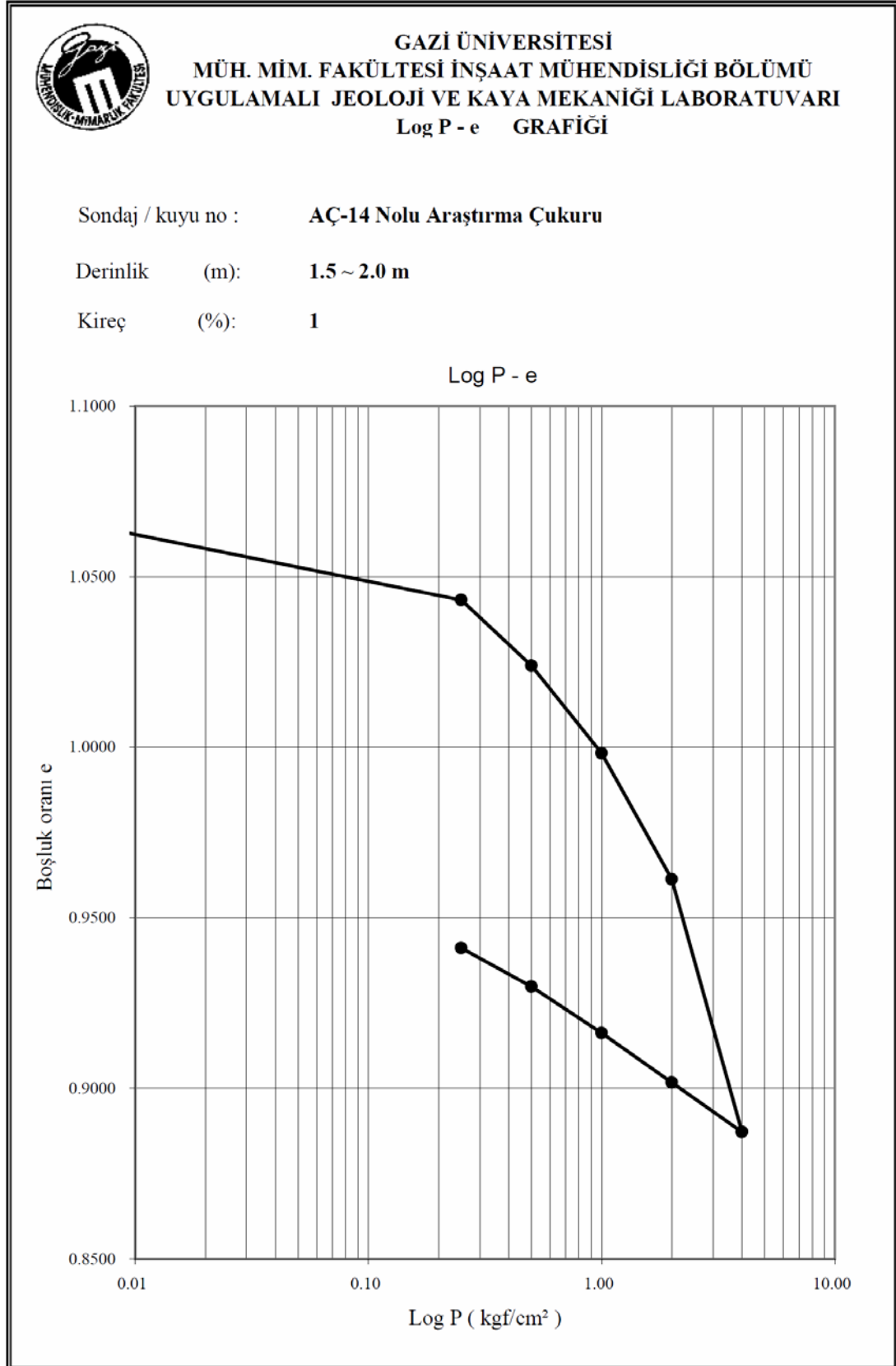
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	6.23	0.1230	5.0
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.534	4.131	148

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %1)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %3)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru	Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	201.40
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m	Ring Yüksekliği	cm	2.47	Ring + kuru numune	175.08
Kireç (%):	3	Ring Ağırlığı	gr	83.49	Özgül ağırlık	2.60
		Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	91.59
		Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.523	2Ho	1.2459

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ² /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.5230	0.0000	1.2771	1.0250					
0.2500	0.0260	0.0260	2.4970	0.0103	1.2511	1.0042	0.0209	0.2490	0.0838	0.0414	24.1626
0.5000	0.0410	0.0150	2.4820	0.0163	1.2361	0.9921	0.0120	0.2500	0.0482	0.0240	41.6167
1.0000	0.0610	0.0200	2.4620	0.0242	1.2161	0.9761	0.0161	0.5000	0.0321	0.0161	62.0500
2.0000	0.0930	0.0320	2.4300	0.0369	1.1841	0.9504	0.0257	1.0000	0.0257	0.0130	76.9375
4.0000	0.1380	0.0450	2.3850	0.0547	1.1391	0.9143	0.0361	2.0000	0.0181	0.0093	108.0000
2.0000	0.1290	-0.0090	2.3940	0.0511	1.1481	0.9215					
1.0000	0.1210	-0.0080	2.4020	0.0480	1.1561	0.9279					
0.5000	0.1140	-0.0070	2.4090	0.0452	1.1631	0.9335					
0.2500	0.1110	-0.0030	2.4120	0.0440	1.1661	0.9360					
0.0010											

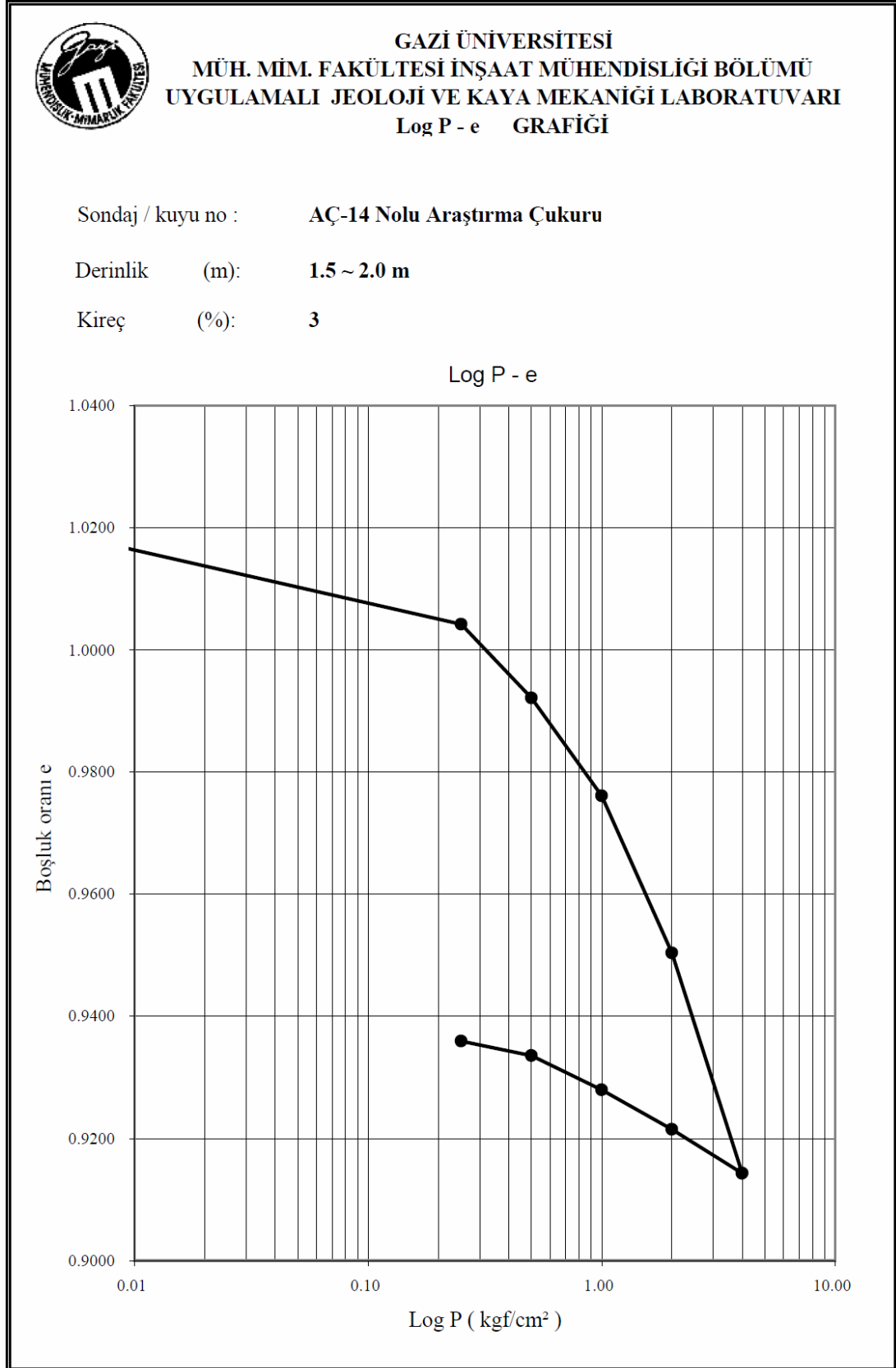
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük lbre:	5	5.53	0.0530	2.1
Büyük lbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.535	2.124	77

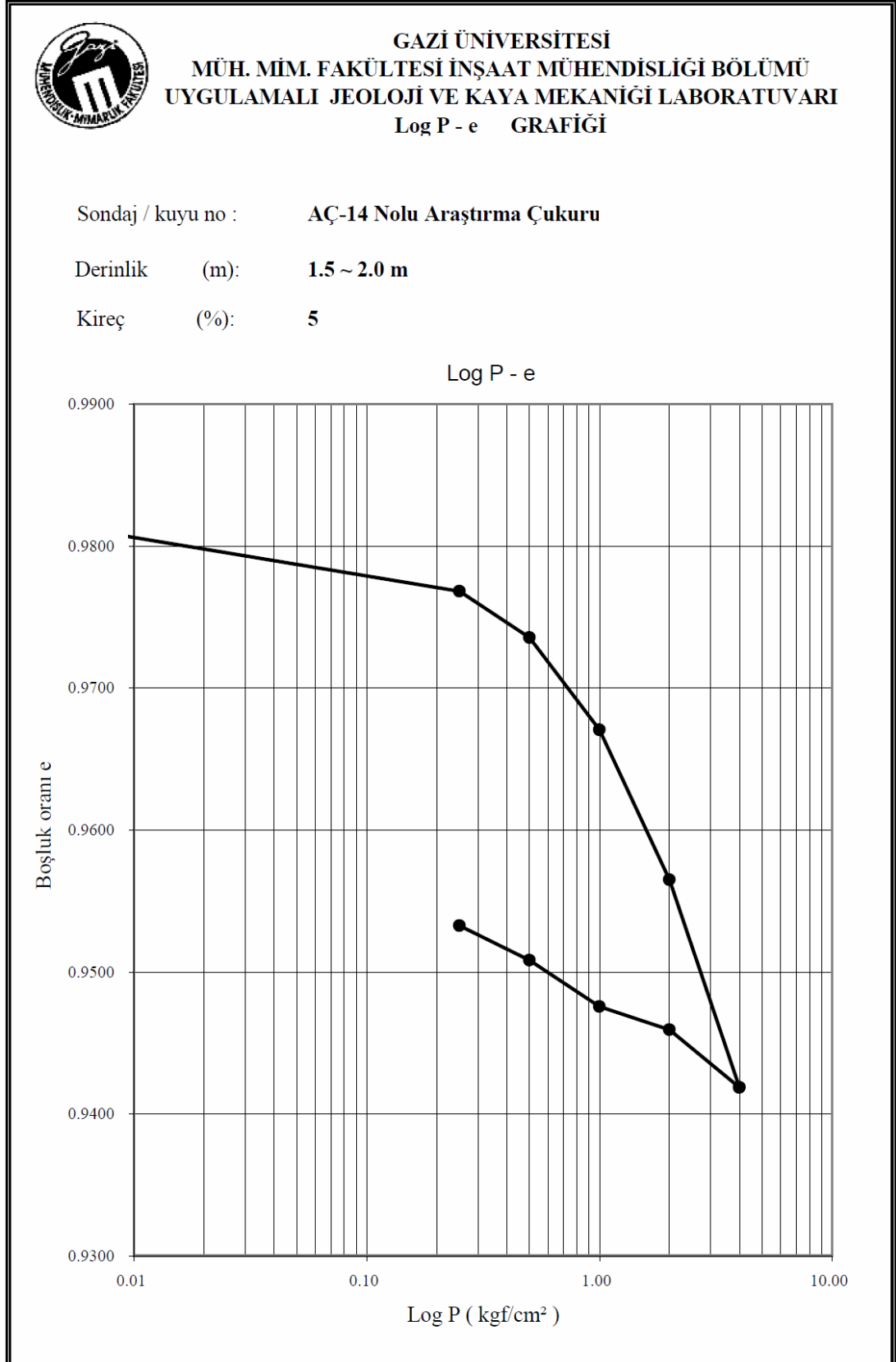
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %3)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %5)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLJİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI																																
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU																																
Sondaj / kuyu no :		AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	208.84																								
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	181.81																								
Kireç	(%):	5		Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.59																								
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	90.13																								
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.441	2Ho	1.2308																								
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv																					
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/h ₀)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ³ /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)																					
0.0010	0.0000		2.4410	0.0000	1.2102	0.9833																										
0.2500	0.0080	0.0080	2.4330	0.0033	1.2022	0.9768	0.0065	0.2490	0.0261	0.0132	75.9761																					
0.5000	0.0120	0.0040	2.4290	0.0049	1.1982	0.9736	0.0032	0.2500	0.0130	0.0066	152.0625																					
1.0000	0.0200	0.0080	2.4210	0.0082	1.1902	0.9671	0.0065	0.5000	0.0130	0.0066	151.8125																					
2.0000	0.0330	0.0130	2.4080	0.0135	1.1772	0.9565	0.0106	1.0000	0.0106	0.0054	186.2308																					
4.0000	0.0510	0.0180	2.3900	0.0209	1.1592	0.9419	0.0146	2.0000	0.0073	0.0037	267.5556																					
2.0000	0.0460	-0.0050	2.3950	0.0188	1.1642	0.9459																										
1.0000	0.0440	-0.0020	2.3970	0.0180	1.1662	0.9476																										
0.5000	0.0400	-0.0040	2.4010	0.0164	1.1702	0.9508																										
0.2500	0.0370	-0.0030	2.4040	0.0152	1.1732	0.9532																										
0.0010																																
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ <table><tr><td>Dial gauge 1/100 mm</td><td>Başlangıç Okuması</td><td>Nihai Okuma</td><td>Şişme Miktarı (cm)</td><td>Şişme Yüzdesi (%)</td></tr><tr><td>Küçük İbre:</td><td>5</td><td>5.11</td><td>0.0110</td><td>0.5</td></tr><tr><td>Büyük İbre:</td><td>0.00</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> ŞİŞME BASINCI TAYİNİ <table><tr><td>Başlık Ağırlığı (kg)</td><td>Yük (kg)</td><td>Şişme Basıncı (kN/m²)</td></tr><tr><td>0.487</td><td>1.224</td><td>45</td></tr></table>												Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)	Küçük İbre:	5	5.11	0.0110	0.5	Büyük İbre:	0.00				Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)	0.487	1.224	45
Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)																												
Küçük İbre:	5	5.11	0.0110	0.5																												
Büyük İbre:	0.00																															
Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)																														
0.487	1.224	45																														

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %5)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %7)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI

KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU

Sondaj / kuyu no :	AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru			Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	207.72
Derinlik (m):	1.5 ~ 2.0 m			Ring Yüksekliği	cm	2.43	Ring + kuru numune	180.69
Kireç (%):	7			Ring Ağırlığı	gr	91.68	Özgül ağırlık	2.59
				Ring Alanı	cm ²	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	89.01
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.438	2Ho	1.2155

Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4376	0.0000	1.2221	1.0055					
0.2500	0.0060	0.0060	2.4316	0.0025	1.2161	1.0005	0.0049	0.2490	0.0198	0.0099	101.1604
0.5000	0.0150	0.0090	2.4226	0.0062	1.2071	0.9931	0.0074	0.2500	0.0296	0.0148	67.5444
1.0000	0.0280	0.0130	2.4096	0.0115	1.1941	0.9824	0.0107	0.5000	0.0214	0.0107	93.1769
2.0000	0.0490	0.0210	2.3886	0.0201	1.1731	0.9652	0.0173	1.0000	0.0173	0.0087	114.7429
4.0000	0.0900	0.0410	2.3476	0.0369	1.1321	0.9314	0.0337	2.0000	0.0169	0.0086	116.5171
2.0000	0.0850	-0.0050	2.3526	0.0349	1.1371	0.9355					
1.0000	0.0800	-0.0050	2.3576	0.0328	1.1421	0.9397					
0.5000	0.0730	-0.0070	2.3646	0.0299	1.1491	0.9454					
0.2500	0.0680	-0.0050	2.3696	0.0279	1.1541	0.9495					
0.0010											

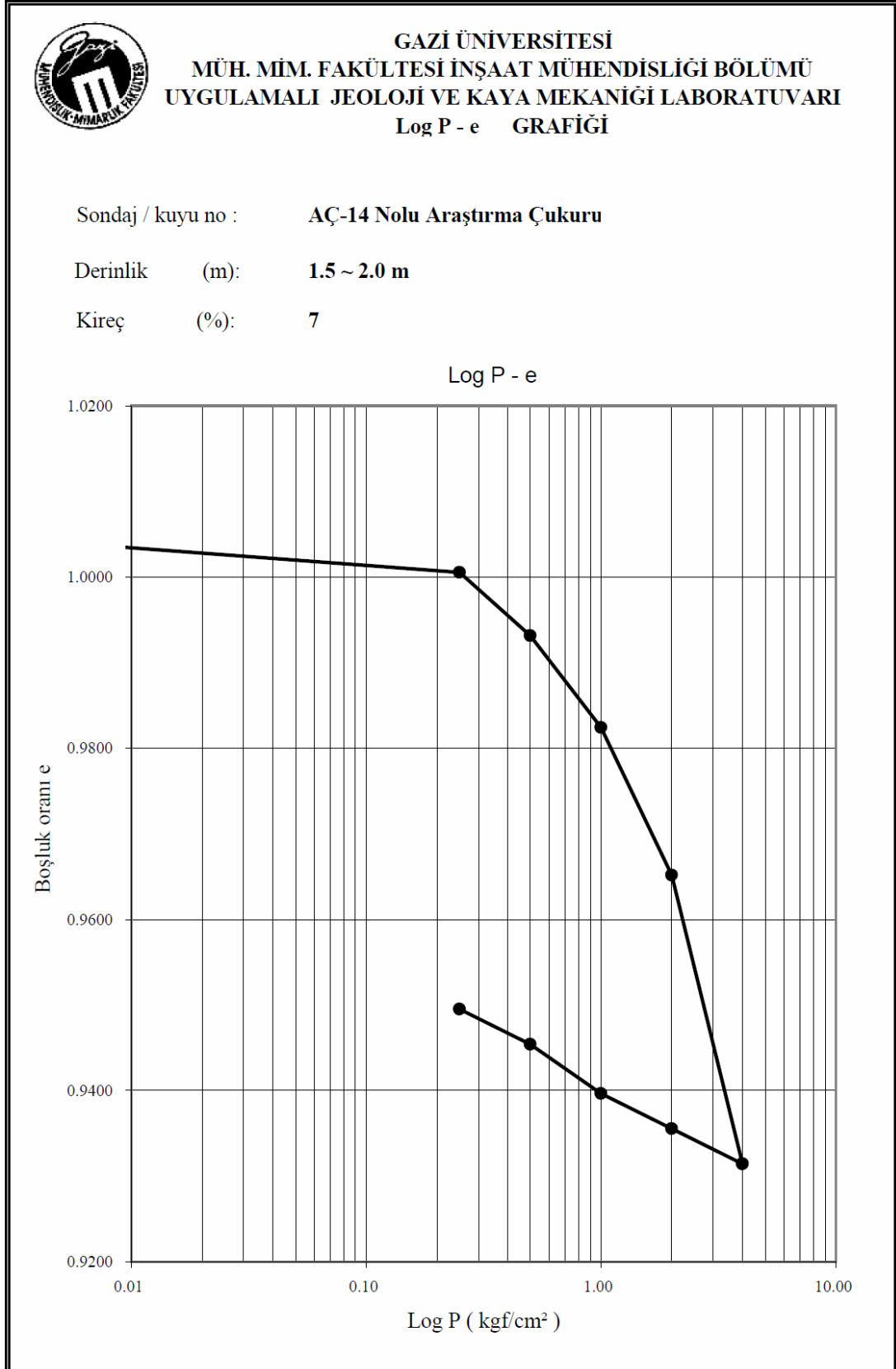
ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ

Dial gauge 1/100 mm	Başlangıç Okuması	Nihai Okuma	Şişme Miktarı (cm)	Şişme Yüzdesi (%)
Küçük İbre:	5	5.08	0.0076	0.3
Büyük İbre:	0.00			

ŞİŞME BASINCI TAYİNİ

Başlık Ağırlığı (kg)	Yük (kg)	Şişme Basıncı (kN/m ²)
0.487	0.743	28

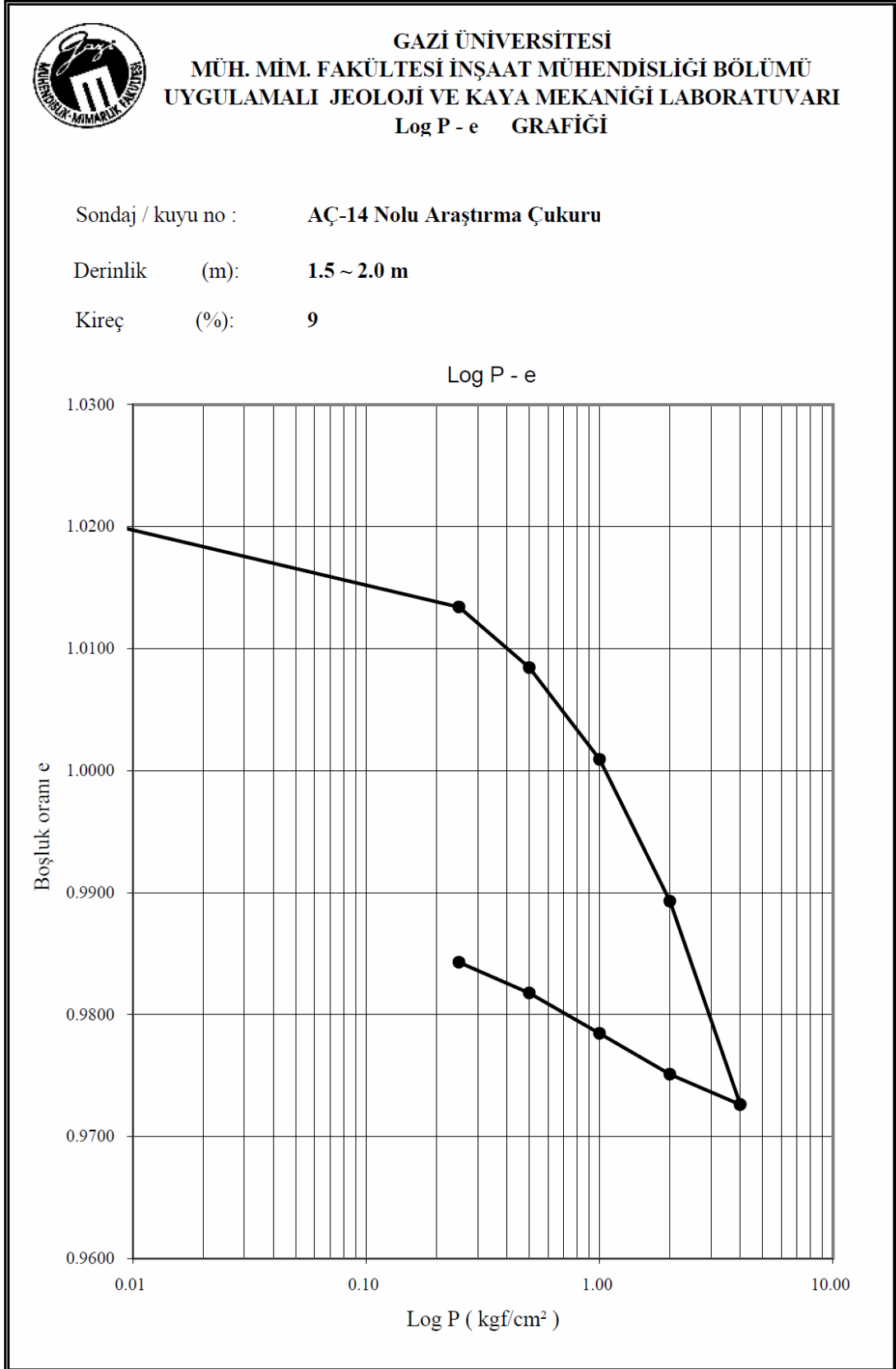
EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %7)



EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait konsolidasyon, şişme yüz., şişme bas. deney sonuç dataları (AÇ-14, Kireç= %9)

GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜH. MİM. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ UYGULAMALI JEOLojİ VE KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI											
KONSOLIDASYON DENEYİ HESAPLAMA FOYU											
Sondaj / kuyu no :		AÇ-14 Nolu Araştırma Çukuru		Ring Çapı	cm	6.00	Ring + yaş numune	204.51			
Derinlik	(m):	1.5 ~ 2.0 m		Ring Yüksekliği	cm	2.42	Ring + kuru numune	177.08			
Kireç	(%):	9		Ring Ağırlığı	gr	89.51	Özgül ağırlık	2.58			
				Ring Alanı	cm ⁺	28.27	Numunenin kuru Ağırlığı	87.57			
				Şişme Sonu Numune Yüksekliği		2.430	2Ho	1.2004			
Uygulanan Basınç	Tasman	Tasman Farkı	Numune Yüksekliği	Epsilon	Boşluk Yüksekliği hb	Boşluk Oranı e	Boşluk Oranı Değişimi	Basınç Artışı	Sıkışma Katsayısı av	Hacimsel Sıkışma Katsayısı Mv	Es 1/Mv
(kgf/cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(h/ho)	(cm)	(%)		(kgf/cm ²)	(cm ² /kgf)	(cm ³ /kgf)	(kgf/cm ²)
0.0010	0.0000		2.4300	0.0000	1.2296	1.0242					
0.2500	0.0130	0.0130	2.4170	0.0053	1.2166	1.0134	0.0108	0.2490	0.0435	0.0215	46.5438
0.5000	0.0190	0.0060	2.4110	0.0078	1.2106	1.0084	0.0050	0.2500	0.0200	0.0099	100.7083
1.0000	0.0280	0.0090	2.4020	0.0115	1.2016	1.0009	0.0075	0.5000	0.0150	0.0075	133.9444
2.0000	0.0420	0.0140	2.3880	0.0173	1.1876	0.9893	0.0117	1.0000	0.0117	0.0058	171.5714
4.0000	0.0620	0.0200	2.3680	0.0255	1.1676	0.9726	0.0167	2.0000	0.0083	0.0042	238.8000
2.0000	0.0590	-0.0030	2.3710	0.0243	1.1706	0.9751					
1.0000	0.0550	-0.0040	2.3750	0.0226	1.1746	0.9784					
0.5000	0.0510	-0.0040	2.3790	0.0210	1.1786	0.9818					
0.2500	0.0480	-0.0030	2.3820	0.0198	1.1816	0.9843					
0.0010											
Dial gauge 1/100 mm Küçük İbre: 5 Büyük İbre: 0.00 Başlangıç Okuması 5 Nihai Okuma 5.10 Şişme Miktarı (cm) 0.0100 Şişme Yüzdesi (%) 0.4 ŞİŞME YÜZDESİ TAYİNİ ŞİŞME BASINCI TAYİNİ Başlık Ağırlığı (kg) 0.476 Yük (kg) 0.164 Şişme Basıncı (kN/m²) 8 </											

EK-7 (Devam) Örselenmiş numunelere ait kons. (e-logP) grf. (AÇ-14, Kireç= %9)



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZTÜRK, Yusuf Ziya
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 11.05.1983 Yozgat
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (533) 629 90 38
 Faks :
 e-mail : yusufziyaozturk@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi MMF/ İnşaat Müh. Böl.	2006
Lise	Yozgat Anadolu Lisesi	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2009	Geogis Müh. Müş. Ltd. Şti.	Geoteknik Mühendisi
2006-2007	Bar-Su Proje ve İnş. Tic. Ltd. Şti.	Teknik Ofis Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Müzik, yüzme, fitness, masa tenisi, bilgisayar, kitap