



T.C.

**BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RİSKLİ BİNALARIN JEOTEKNİK
MODELLENMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ, BATMAN İLİ
ÖRNEĞİ**

Medine EREN

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Haziran-2019
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Medine EREN tarafından hazırlanan "Riskli Binaların Jeoteknik Modellenmesi ve Değerlendirilmesi, Batman İli Örneği" adlı tez çalışması 25/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Ulaş İnan SEVİMLİ

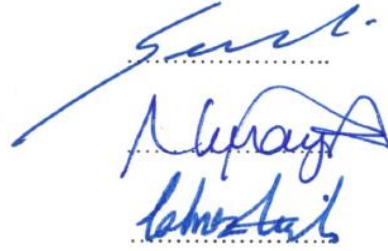
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN

Üye

Prof. Dr. Şahnaz TİĞREK

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.


Prof. Dr. Şahnaz TİĞREK
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Medine EREN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

RİSKLİ BİNALARIN JEOTEKNİK MODELLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ, BATMAN İLİ ÖRNEĞİ

Medine EREN

**Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN

2019, 228 Sayfa

Jüri

**Danışman: Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN
Dr.Öğr.Üyesi Ulaş İnan SEVİMLİ
Prof.Dr. Şahnaz TİĞREK**

Bu çalışma kapsamında, Batman ili kent merkezi Tilmerç Mahallesinde bulunan Babil ve Serhat apartmanları ile çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde alanların jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özelliklerinin tespiti amacıyla inceleme çalışmaları yapılarak Babil apartmanının yıkılması ile kent merkezinde ortaya çıkan zeminel sorunların nedenleri araştırılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında inceleme alanında zeminin litolojik ve jeolojik durumları, mühendislik parametrelerinin (kayma mukavemeti, geçirimsizlik parametreleri, sıkışma davranışı) tespiti amacıyla 5 adet araştırma çukuru ve 8 adet temel sondaj kuyusu olmak üzere toplamda (6x25+1x22+1x18 metre) 190 metre derinliğinde temel sondaj kuyusu açılmıştır. İnceleme alanının da içinde yer aldığı Batman il merkezi ve çevresinde yüzeyleyen jeolojik formasyonun yapılan arazi çalışmalarında; güncel dolgu veya bitkisel toprak (topografya yüzeyi ve altı), ve Şelmo formasyonunun katı-kısmen katı ince-iri kum, orta katı-katı siltli killi ince kum, ince kumlu katı silt, siltli katı kil, pekişmiş katı kil ve kilaşı birimlerinden oluştuğu görülmüştür. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacı ile örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler alınmıştır. Bu numuneler üzerinde zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri, konsolidasyon ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Babil apartmanı için dolgu birimde su içeriği % 27,9, Şelmo formasyonu biriminde ise % 20,6 dır. Bulunan değerlere göre dolgu birimin su içeriği (% 27,9) Şelmo formasyonu birimine (% 20,6) göre daha fazladır. Dolgu birimde W_L (Likit Limit) aralığı % 39,7 ile % 41,2 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 32,6 ile % 42,6 arasında, W_p (Plastik limit) dolgu birimde % 21,4 ile % 24,7 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 20,7 ile % 23,3, dolgu birimde I_p (Plastisite İndisi) % 15 ile % 19,3 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 11,9 ile % 19,9 olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanındaki Babil apartmanı ve çevresinde taşıma gücü hesabı Meyerhof bağıntısı kullanılarak, konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) duruma göre $q_{ult} = 325,5$ kPa olarak hesaplanmış, bu değer ile binanın ağırlığına oranlanarak elde edilen güvenlik katsayısı 0,7 bulunmuş olup bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan 3'ten küçüktür, konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre ise $q_{ult} = 662,4$ kPa olarak hesaplanmış, elde edilen güvenlik katsayısı 1,4 bulunmuş olup, bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan 3'den küçüktür. Babil apartmanı için hesaplanan konsolidasyon oturması bu tür yapılar için izin verilebilir maksimum oturma miktarı olan 10 cm'in çok üzerinde 27 cm olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla yapı temelinin oturma kriterlerini sağlamadığı tespit edilmiştir. İnceleme alanının sınırları içinde yeraltı jeolojisi, hidrojeoloji, jeomekanik davranışa ait saha çalışmaları yapılarak jeolojik ortam modellemesi oluşturulmuştur. Ortam modellemesi ile yeraltı suyu ilişkisi belirlenerek Babil apartmanının yıkılma sebebi değerlendirilerek yorumlanmıştır. Serhat Apartmanının Babil Apartmanı tarafında kazılan

kanalın içinde suya rastlanılmış ve bu sudan, şebeke suyundan, DSİ Açık Kanalındaki sudan alınan örnekler üzerinde yapılan fiziksel özellik ölçümleri ile 3 suyun özelliğinin birbirinden farklı olduğu Serhat Apartmanının Babil Apartmanı tarafında kazılan kanalın içindeki suyun ise yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında yapılan sondajlarda, araştırma çukurlarında karşılaşılan birimler ve stratigrafik ilişki, hidrojeolojik özellikler, kuru birim hacim ağırlık değerleri ve aşırı konsolidasyon (OCR) değerlerine göre inceleme alanının ana bir fay üzerinde olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Fay, Hidrojeoloji, Jeomekanik davranış, Jeoteknik modelleme, Kayma mukavemetleri, Konsolidasyon oturması, Şelmo formasyonu, Taşıma gücü.

ABSTRACT**MS THESIS****GEOTECHNICAL MODELLING AND EVALUATING OF RISKY BUILDINGS
EXAMPLE OF BATMAN PROVINCE****Medine EREN****THE GRADUATE SCHOOL OF m NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGY ENGINEERING****Advisor: Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN****2019, 228 Pages****Jury****Advisor: Dr. Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN****Dr.Öğr.Üyesi Ulaş İnan SEVİMLİ****Prof.Dr. Şahnaz TİĞREK**

In this study, I carried out an examination studies to determine the geological, geotechnical and hydrogeological features of Babil and Serhat apartment buildings located in Tilmerç Quarter of Batman province city center along with its surroundings, areas around Dünya Hospital and Yaşar Kemal City Forest, and searched the reasons of soil problems occurred in the city center following the demolition of Babil apartment building. During the field survey, a total 190 meters of foundation bore was drilled including 5 test pits and 8 foundation bores (6x25+1x22+1x18 meter) in order to detect the soil's lithological and geological states, engineering parameters (shear strength, permeability parameters, compression behaviors) in the examination area. In the field survey of the geological formation outcropping in the city center of Batman where the examination area is located; it was observed that the current filling or topsoil (topography surface and underground), and Şelmo formation is created from the units of stiff-partly stiff fine-coarse sand, medium stiff-stiff fine sand with silty clay, stiff silt with fine sand, silty stiff clay, solidified stiff clay and claystone. Disturbed (SPT) and undisturbed (UD) samples were taken to identify the physical and mechanical aspects of the soil layers penetrated while boring a well. The soil's natural unit bulk density, water content, sieve analysis, Atterberg limits, consolidation and triaxial compression tests were conducted on these samples. Water content of the filler content in the Babil apartment building was 27,9%, and 20,6% in the Şelmo formation. According to the acquired values, water content of the filler unit (27,9%) is 20,6% more than the Şelmo formation unit. W_L (Liquid Limit) was calculated between 39,7% and 41,2% in the filler unit, and from 32,6% to 42,6% in Şelmo formation unit, W_p (Plastic Limit) was calculated between 21,4% and 24,7% in the filler unit, and from 20,7% to 23,3% in Şelmo formation, I_p (Plasticity Index) was calculated between 15% and 19,3% in the filler unit, and from 11,9% to 19,9% in Şelmo formation unit. Bearing capacity of Babil apartment building in the examination area and its surrounding was measured as $q_{ult} = 325,5$ kPa by employing the Meyerhof correlation based on unconsolidated-undrained (UU) condition, and the safety factor was found to be 0,7 by rating this value to the building's weight, and this value is smaller than 3 which is the permissible safety factor; on the other hand, it was calculated as $q_{ult} = 662,4$ kPa according to the unconsolidated-undrained (UU) condition, acquired safety factor was 1.4, and this value is smaller than 3 which is the permissible safety factor. The consolidation settlement estimated for the Babil apartment building was 27 cm which is quite more than the permissible maximum settlement amount of 10 cm for this kind of structures. Therefore, it was detected that settlement criteria of construction foundation were not fulfilled. Geological environment modelling was created within the examination area by conducting

field surveys on underground geology, hydrogeology, geomechanical behavior. The reason of Babil apartment building's demolition was evaluated identifying the underground water connection with the environment modeling. Water was observed in the channel drilled on the Babil apartment building side of the Serhat Apartment building and physical quality measurements performed on the samples taken from this water, tap water, water from Open Channel of Directorate General for State Hydraulic Works (DSİ) reveals that these 3 waters are different from each other and the water on the Babil apartment building side of the Serhat Apartment building is underground water. Drilling in the examination area revealed that the examination area is settled on a main fault line according to units observed in the test pits and stratigraphic correlation, hydrogeological features, dry unit weight values and over-consolidation rate (OCR).

Key Words: Bearing capacity, Consolidation settlement, Fault line, Geomechanical behavior, Geotechnical modeling, Hydrogeology, Shear strength, Şelmo formation

ÖNSÖZ

Uzun çok uzun bir aradan sonra bana verdiği inanç ve güvenle, bu tezin başarılı bir şekilde sonuçlanmasında benden daha fazla heyecan duyan ve emek sarf eden, hala bir yerlerde hayallerinin gerçekleşmesi için katkı sunacak birilerinin varlığına tekrardan inanmamı sağlayan, hayatı daha anlamlı kılacak birçok şeyin birlikte başarılı olacağını her defasında dillendiren ve dahasını buraya dökemediğim ancak hayatımda ve zamanımda her zaman yeri olacak olan tez danışmanım, değerli hocam Sn.Dr.Öğr.Üyesi Nuray ALPASLAN'a, bu çalışmanın tez haline gelmesinde büyük katkısı olan ve güzel bir tesadüfle denk geldiğim, kedisinden kısa sürede pek çok şey öğrendiğim, bilgisini ve katkısını benden esirgemeyen, değerli hocam Sn.Dr.Öğr.Üyesi Erkan BOZKURTOĞLU'na, lisans eğitimimde ve sonrasında ihtiyacım olduğu her anda bana desteğini hiçbir zaman esirgeyemeyen sevgili hocam Sn.Dr.Öğr.Üyesi Ulaş İnan SEVİMLİ'ye, bu tez'in başlangıcından bitimine kadar desteklerini her zaman hissettiğim ve isimlerini burada tek tek sayamayacağım sevgili arkadaşlarıma, hayatımın her adımında aldığım kararlara saygı duyan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım ailem'e ve son olarak hayallerini gerçekleştirmek için zamanın kendinden yana olduğunu ve asla pes etmemek gerektiğini bir daha tecrübe eden kendime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanı	3
1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler	4
1.3. Amaç ve Kapsam	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ VE TEKTONİK EVRİMİ	9
3.1. İnceleme Alanının Jeolojisi ve Tektoniği	10
3.1.1. Stratigrafi	12
3.1.1.1. Hoya Formasyonu (Teh)	14
3.1.1.2. Germik Formasyonu (Tog)	15
3.1.1.3. Şelmo Formasyonu (Tmş).....	16
3.1.1.4. Kıradağı Bazaltları (QB)	17
3.1.1.5. Alüvyonlar (Qal)	17
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
4.1. Standart Penetrasyon Testi.....	18
4.1.1. Enerji Düzeltmesi	20
4.1.2. Delgi Çapı, Tüp Tipi ve Tij uzunluğu İçin Düzeltmeler	20
4.1.3. Siltli Kum/ İnce Kum Düzeltmesi	21
4.2. Laboratuvar Çalışmaları	22
4.2.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler.....	22
4.2.1.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığı	22
4.2.1.2. Kuru Birim Hacim Ağırlığı.....	22
4.2.1.3. Özgül Ağırlık	22
4.2.1.4. Su İçeriği	23
4.2.1.5. Elek Analizi.....	23
4.2.1.6. Atterberg Limitlerinin Tayini.....	23
4.2.1.6.1. Likit Limit (LL-W _L)	23
4.2.1.6.2. Plastik Limit (PL-W _P).....	24
4.2.1.6.3. Plastisite İndisi (PI-I _P)	24
4.2.2. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler	25
4.2.2.1. Üç Eksenli Basınç Deneyi.....	25
4.2.2.2. Konsolidasyon.....	28

4.3. Zeminlerin Geçirimliliğinin Permeabilite Deneyi ile Testi	30
4.4. Zeminlerin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Parametreler	32
4.4.1. Zeminin Taşıma Gücü	32
4.4.1.1. Terzaghi Taşıma Gücü Hesabı	33
4.4.1.2. Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı	34
4.4.2. Konsolidasyon Oturması	37
4.4.2.1. Konsolidasyon Parametreleri	37
4.4.2.1.1. Ön Konsolidasyon Basıncı (σ'_c)	37
4.4.2.1.2. Sıkışma İndisi (C_c) ve Şişme/Kabarma İndisi (C_s) değerlerinin bulunması	40
4.4.2.1.3. Konsolidasyon Katsayısı (C_v)	41
4.4.2.2. Konsolidasyon Oturması Hesabı.....	42
5. TARTIŞMA VE BULGULAR.....	43
5.1. İnceleme Alanındaki Arazi Çalışmaları.....	43
5.2. Babil Apartmanı Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri	45
5.2.1. Babil Apartmanı Taşıma Gücü Hesabı	50
5.2.2. Babil Apartmanı Konsolidasyon Hesabı	53
5.2.3. Babil Apartmanı Taşıma Gücü ve Konsolidasyon Analizi.....	54
5.3. Serhat Apartmanı ve Çevresindeki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri	56
5.3.1. Serhat Apartmanı Taşıma Gücü Hesabı	62
5.3.2. Serhat Apartmanı Konsolidasyon Hesabı	65
5.3.3. Serhat Apartmanı Taşıma Gücü ve Konsolidasyon Analizi	66
5.4. Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı Arasında Kalan Boş Alandaki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri	66
5.5. Dünya Hastanesi Doğu Tarafı Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri.....	71
5.6. Yaşar Kemal Kent Ormanı Alanındaki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri	73
5.7. İnceleme Alanının Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri.....	75
5.7.1. İnceleme Alanının Hidrojeolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi	87
5.8. İnceleme Alanının Jeomekanik Modeli	89
5.8.1. Dane Dağılımının Değerlendirilmesi.....	89
5.8.2. Su İçeriğinin Değerlendirilmesi.....	93
5.8.3. Kayma Mukavemetinin Değerlendirilmesi.....	94
5.8.4. Kuru Birim Hacim Ağırlığına Göre Değerlendirme.....	95
5.8.5. Aşırı Konsolidasyon Değerine Göre Değerlendirme.....	98
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	101
6.1. Sonuçlar	101
6.2. Öneriler	106
KAYNAKLAR	109
EKLER	118
EK-1 SONDAJ KUYULARI LOGLARI.....	119
EK-2 LABORATUVAR DENEY SONUÇ RAPORLARI.....	128

ÖZGEÇMİŞ	211
-----------------------	------------

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	: Enkesit alanı
b	: Boşluk basıncı parametresi
B	: Temel genişliği
B'	: Etkili temel genişliği
c	: Kohezyon
c'	: Temel altındaki zemin efektif kohezyonu
C_B	: Kuyu çapı düzeltmesi
C_c	: Sıkışma indisi
C_R	: Tij düzeltmesi
C_s	: Şişme indisi
C_S	: Numune alıcı düzeltmesi
C_v	: Konsolidasyon katsayısı
D	: Temel taban derinliği
d_c, d_q, d_γ	: Derinlik faktörleri
E_r	: Şahmerdan Etkinliği
e	: Eksantrite
e_1	: Yükleme kademesi başı boşluk oranı
e_2	: Yükleme kademesi sonu boşluk oranı
F	: Eşdeğer deprem yükü
ΔF_N	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
G	: Özgül ağırlık
H_{dr}	: Drenaj boyu
I_p	: Plastisite indisi
i	: Hidrolik eğim
i_c, i_q, i_γ	: Yük eğim faktörleri
K_p	: Pasif toprak basıncı katsayısı
k	: Permeabilite katsayısı
l	: Zemin örneğinin uzunluğu
L	: Temelin uzun kenarını
M_t	: Toplam moment

N	: Arazide ölçülmüş SPT değeri
N_{60}	:Düzeltilmiş SPT değeri
N'	:Siltli kum düzeltmesi yapılmış SPT-N değeri
N_c, N_q, N_γ	:Terzaghi taşıma gücü faktörleri
r_γ	:Azaltma faktörü
s_c, s_q, s_γ	:Temel şekil faktörleri
S_c	:Konsolidasyon oturması
t_{90}	:Belli bir konsolidasyon yüzdesine karşıt gelen boyutsuz zaman faktörü
u_c	:Numunenin boşluk suyu basıncı
V_t	:Taban kesme kuvveti
$V_{Tüm}$	:Numune toplam hacmi
W	:Su içeriği
W_i	:Kat ağırlığı
W_{kuru}	:Zemindeki kuru ağırlık
W_L	:Likit limit
W_p	:Plastik limit
W_{su}	:Zemindeki su ağırlığı
W_{Tane}	:Kuru ağırlık
W_T	:Yapının toplam ağırlığı
w_t	:Numune toplam ağırlığı
ϕ	:İçsel sürtünme açısı
γ'	:Zemin efektif birim hacim ağırlığı
γ_n	:Doğal birim hacim ağırlık
γ_k	:Kuru birim hacim ağırlık
γ_{su}	:Suyun birim hacim ağırlığı
σ	:Gerilme
σ_3	:Hücre basıncı
σ'	:Efektif gerilme
σ_z'	:Temel derinliğindeki efektif düşey gerilmesi
σ'_c	:Ön konsolidasyon basıncı
σ'_0	:Efektif jeolojik basınç
σ'_1	:Yükleme kademesi başı efektif gerilme
σ'_2	:Yükleme kademesi sonu efektif gerilme

τ	:Kayma direnci
q	:Suyun debisi
q_n	:Zeminin nihai taşıma gücü
q'	:Eksantrik yüklü temelin taşıma gücü

Kısaltmalar

AÇ	:Araştırma Çukuru
AKO-OCR	:Aşırı Konsolidasyon Oranı
BASKİ	:Batman Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü
BZKK	:Bitlis Zagros Kenet Kuşağı
CD	:Konsolidasyonlu – Drenajlı Üç Eksenli Basınç Deneyi
CH	:Yüksek plastisiteli, inorganik kil, yağlı kil
CL	:Düşük-orta plastisiteli inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, yağlı kil)
CU	: Konsolidasyonlu – Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi
DAFZ	:Doğu Anadolu Fay Zonu
DSİ	: Devlet Su İşleri
EC	: Elektrik iletkenliği
GZ-1, GZ-2	:Sondaj Kuyusu
KAFZ	:Kuzey Anadolu Fay Zonu
KÜE	:Karllova Üçlü Eklemleri
LL	:Likit Limit
L-1, L-2, L-3	:Sondaj Kuyusu
ML	:İnorganik silt ve çok ince siltli kum, kaya unu, siltli veya killi ince kum veya çok az plastisiteli killi silt
MTA	:Maden Tetkik Arama
ÖDFZ	:Ölüdeniz Fay Zonu

pH	:Asitlik ve bazlık derecesi
PI	:Plastisite İndisi
PL	:Plastik Limit
R	:Refü
SK-1, SK-2, SK-3	:Sondaj Kuyusu
SPT	:Standart Penetrasyon Testi
T	:Sıcaklık
TPAO	:Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TDS	:Toplam çözünmüş katı madde miktarı
UD	:Örselenmemiş Numune
UU	:Konsolidasyonsuz – Drenajsız Üç Eksenli Basınç Deneyi

1. GİRİŞ

Mühendislik tasarımının bir parçası olan zeminin ya da yapı yerinin incelenmesi, yapılması düşünülen inşaat projesi ile doğal çevre etkileşiminin değerlendirilmesi amacıyla temel veriyi sağlamak için yapılmaktadır. Zeminler, yerkabuğundaki kayaların fiziksel ve kimyasal ayrışmalarının veya bozunmalarının ürünlerini içerirler. Başka bir deyişle; zemin, büyük bir çoğunluğunu kayaların kimyasal ve fiziksel bozunması ile oluşmuş katı daneler ile bu danelerin arasını dolduran sıvı (su) ve/veya gazın (hava) oluşturduğu bir malzeme olarak tanımlanabilir.

Zeminde katı, sıvı ve gaz fazının bir arada bulunması, katı daneciklerin çok farklı boyutlarda ve şekillerde olması, zeminin hem fiziksel hem de kimyasal olarak değişik yapılar sunması, zemini diğer malzemelerden farklı ve zor kılar.

Zemin yapı olarak heterojen olmakta metreler hatta santimetreler içerisinde değişiklikler gösterebilir. Laboratuvar deneyleri zeminin hangi durumlarda nasıl tepkiler vereceğini yaklaşık olarak belirleyerek mühendislik özelliklerine ışık tutar. Zeminler oluşum zamanları süresince su alma, kuruma, donma ve yüklenme, gibi çeşitli tesirler altında kalırlar. Zeminlerin bu tesirler altında ortaya koyacağı tepkiler, zeminlerin hem yapı malzemesi olarak kullanılmasını hem de zeminin üstüne yapılacak bina, köprü, yol, baraj gibi mühendislik yapılarının yüklerini taşıma fonksiyonunu da yerine getirmede büyük önem taşımaktadır.

Bir yapının inşa edilmesi, en geniş anlamda zemindeki dengenin bozulması ve stabil bir duruma müdahale etmek anlamına gelir. Bu müdahale sonucunda temel zemininde var olan denge bozulur ve bu yeni durum karşısında yeniden dengenin kurulması sürecinde zeminde bazı değişiklikler ortaya çıkar. Bu nedenle bütün yapıların temel zemin davranışının yeterince anlaşılabilmesi için zeminin, fiziksel özelliğinin ve karakterinin bilinmesi oldukça önemlidir.

Tasarım aşamasında zeminin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü temeli oluşturan zemin, üstteki yapının etkisinin olduğu alanlarda deformasyona ve gerilmelere maruz kalır. Yapı ile temel zemini arasındaki kuvvet veya basınçların büyüklüğü, doğrultusu ve dağılımı sadece yapı ve zemin arasındaki bölgenin özelliklerine bağlı olmamakla birlikte zeminin ve yapının birbirinden farklı çeşitli fiziksel özelliklerine de bağlıdır.

Zemine uygulanan yükler altında zemin mukavemetinin aşılması durumunda üstteki yapının güvenliği tehlikeye girer. Eğer zemin mukavemeti aşılsa sıkışmalar oluşur, bu da önemli bir jeolojik problem olan oturmalara neden olur ve yapı üzerinde olumsuz etkiler meydana gelir.

Zeminlerde genel olarak yaşanan stabilite problemleri ile zemin temeli ile zeminin üstünde bulunan yapıların stabil durumları arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Bu problemler, yapı temellerin taşıma gücü hesapları, istinat yapılarının ve şevlerin duraylılık hesapları olarak sayılabilir. Zeminlerin elastik ve plastik şekil değiştirme özellikleri sebebiyle zeminler çeşitli yüklere maruz kaldıkları zaman zeminlerde elastik ve plastik olarak şekil değişimleri oluşur. Bu şekil değişimlerin sonucunda, zeminin müsaade edilebilir sınırlar içerisinde kalmasına yönelik çözümler üretilmelidir.

Zemin içerisinde bulunan suyla ilgili problemler; Zeminlerin çoğu geçirimsizliği olan birimlerden oluşmaktadır. Suyun varlığı, birim içine sızan suyun miktarı, hızı ve bu suyun zemin birimleri üzerine uyguladığı basınçlar zeminin davranışı üzerine önemli etkiler yaratarak zemin mekaniğinin önemli konularından biri haline gelmiştir (Özçep ve ark., 2005). Düşük geçirgenliğe sahip kil tabakaları mineralojik yapılarından dolayı şişme dereceleri yüksek ve çok yüksek olduklarından, kuru halde iken sağlam bir yapı sunarlar ancak su ile temas geçtiklerinde büyük bir hacimsel değişime uğrarlar.

Zeminler düşük yükler altında şişme özelliği gösterirken, yüksek yükler altında ise oturma eğilimi gösterirler. Böylece zemin danelerini bir arada tutan güçlü bağsal yapılar belirli bir süre sonra bozulmaya başlar ve zeminlerde meydana gelen bu fiziksel değişiklikler mühendislik yapılarında istenmeyen önemli problemlere neden olur. Bu gibi durumların en aza indirgenmesi ya da tamamen ortadan kalkması için iyi bir zemin etüdünün ve araştırmasının yapılması önem arz etmektedir (Uygar, 1999, Chen, F, 1988).

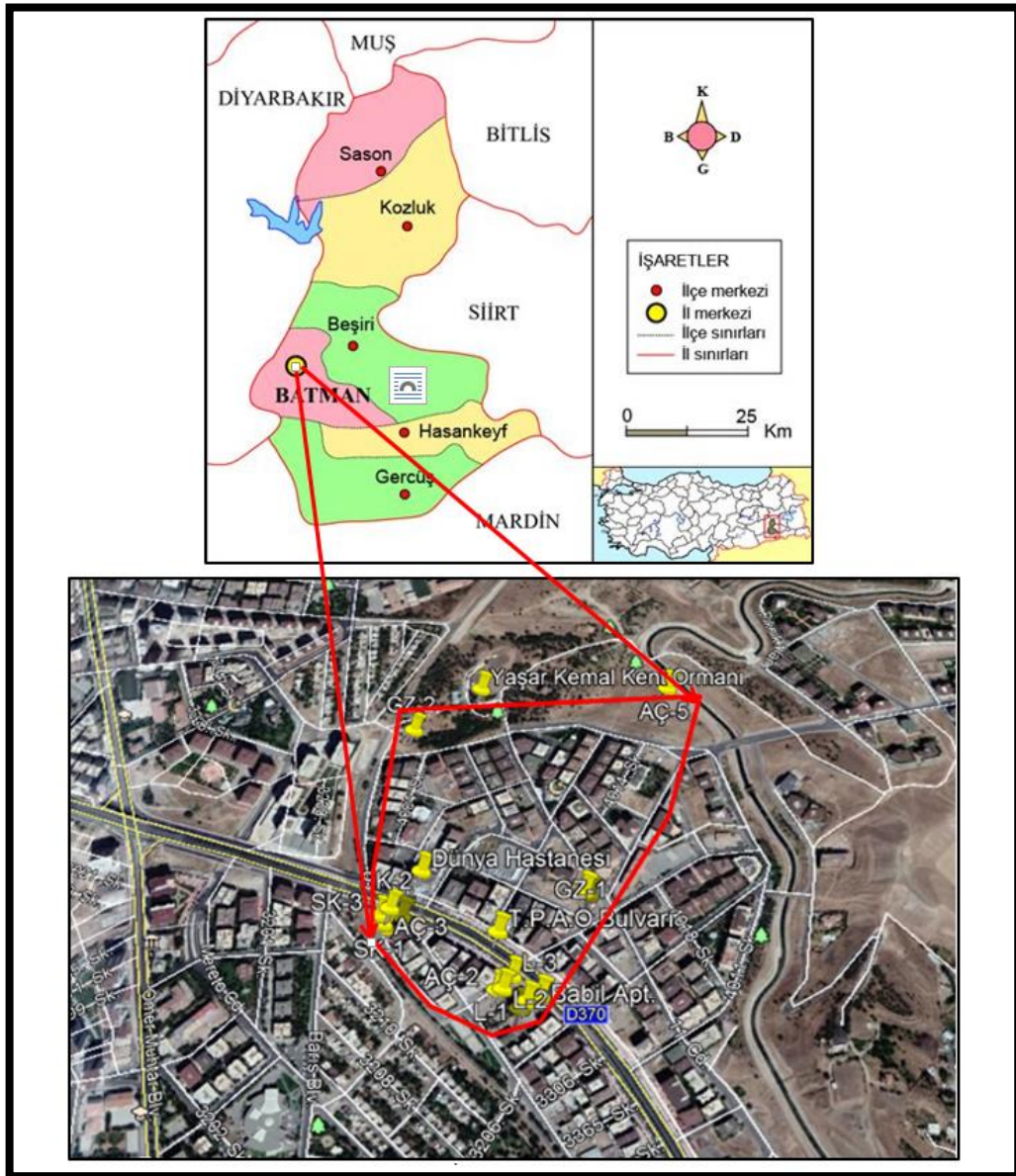
Herhangi bir yapının tasarımı ve yapımından önce zemin özelliklerinin bilinmesi, taşıma gücü ve oturma şartlarının sağlanması ile birlikte, zeminde ve yapıda yaşanabilecek sorunlara ekonomik çözümler üretilmesi de oldukça önemlidir.

Zemin etüdü ve zemin araştırması yapılmamış yerlerde yapı-zemin etkileşimi ile ilgili sağlıklı veriler olmayacağından daha sonra ortaya çıkacak problemler için de herhangi bir önlem alınamayacaktır (Uygar, 1999 ve Aydın, 1999). Yapıların oturacağı zeminlerin problemlerinin önceden belirlenmesi için sağlıklı bir zemin araştırması

yapılarak zeminin tanımlanması, ve mühendislik parametrelerinin belirlenmesi gelecekte meydana gelebilecek can ve mal kaybını asgari düzeye indirecektir.

1.1. İnceleme Alanı

Bu yüksek lisans tezi dahilinde, Batman ili kent merkezi Tilmerç mahallesinde bulunan Şekil 1.1’ de gösterilen Babil ve Serhat apartmanları ve çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi çevresindeki alan ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde yer alan sınırlı alandaki zemin birimlerin jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.2. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

Batman ili, 38° 40' ve 37° 50' kuzey enlemleri ve 41°10' ve 41° 40' doğu boylamları arasında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Rakımı 550 metre olan Batman ili'nin Doğusunda Bitlis ve Siirt, Batısında Diyarbakır, Güneyinde Mardin ve Kuzeyinde Muş illeri bulunmaktadır.

Batman ili, Diyarbakır yöresinin güneydoğu bölümünde, Raman ve Kıra Dağları arasında, K-G yönünde akan Batman Çayı'nın eski mendereslerinin oluşturduğu sekiler üzerinde kurulmuştur. Bu sekilerden yüksek olanlar doğudan gelen İluh Deresi ve onun yan kolları tarafından yarılrken, alçak sekiler yine İluh Deresi tarafından meydana gelen birikinti yelpazesi ile örtülmüştür (Tonbul ve Sunkar, 2008). Batman ilinin, kuzey ve kuzeydoğusu yüksek, sarp ve dağlık olup güneyi ise dağlık ve engebelidir.

1.3. Amaç ve Kapsam

Bu tezde, Batman ili kent merkezi Tilmerç Mahallesinde bulunan Babil ve Serhat apartmanları ve çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi çevresindeki alan ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde yer alan sınırlı alandaki zeminlerin jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özelliklerinin tespiti ile zeminin stabilite koşullarının irdelenmesi, zeminin yapısı ve zeminin davranış özelliklerinin tespiti gibi çalışmalar yapılarak, 2017 yılında yıkılan Babil Apartmanının yıkılma nedenlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda zemin sondajları ve araştırma çukurları açılarak alınan veriler sonucunda gerekli parametrelerin belirlenip, ortaya çıkan sonucun mühendislik çalışmaları ile yorumlanması yapılmıştır.

Arazi çalışmaları kapsamında inceleme alanında zeminin litolojik ve jeolojik durumları, mühendislik parametrelerinin (kayma mukavemeti, geçirimsizlik parametreleri, sıkışma davranışı) tespiti amacıyla temel sondaj kuyuları ve araştırma çukurları açılıp buralardan alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneler incelenerek zemini sınıflandırmak üzere laboratuvar deneylerine tabii tutulacaktır. Laboratuvar deneylerine tabi tutulan numuneler üzerine; su muhtevası, kuru birim hacim ağırlığı, doğal birim hacim ağırlığı, Atterberg limitleri, elek analizi, üç eksenli basınç dayanımı parametreleri, konsolidasyon, sabit seviyeli permeabilite deneyleri yapılarak, zemin yapı ilişkisi, jeolojik ortam modellemesi-yeraltı suyu ilişkisi-jeomekanik davranış bütünlüğü içinde tartışılıp sunulacak ve sondaj-arazi çalışmalarına

dayalı gözlem ve tespitler sonucu alanın yeraltı jeolojisi ile hidrojeolojik özelliklerinin ilişkisi belirlenip, sahanın jeomekanik davranışının tanımlanması hakkında bir çalışma sunulacaktır.

Alanın yeraltı jeolojisi, hidrojeolojisi ve jeomekanik davranışına ait çalışmalar yaparak jeolojik ortam modellemesini oluşturmaktır. Elde edilen jeolojik ortam modellemesi ile yeraltı suyu ilişkisinin tektonik açıdan da yorumlanması ve değerlendirilmesi yapılarak Babil apartmanının yıkılma sebebinin belirlenmesidir.

Tartışma ve Bulgular bölümünde, Batman ilinin zeminsel özelliklerinin jeolojik ve geoteknik özellikleri, laboratuvar deneyleri ve jeolojik yöntemlerle irdelenerek, kentin zemin durumu ile ilgili sonuçlar değerlendirilecektir. Kent merkezinde ortaya çıkan zeminsel sorunların nedenleri çeşitli laboratuvar deneyleri, jeolojik ve jeoteknik yöntemlerle araştırılarak alınması gereken önlemler sunulacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Çalışma alanı; maden yataklarının zenginliği, hidrokarbon oluşumu için uygun ortamların varlığı, bölgenin jeolojik ve tektonik durumu ve kendine özgü morfolojiye sahip olma gibi nedenlerle 1910’lu zamanlardan itibaren pek çok araştırmacının ilgisini çekmeyi başarmıştır. Aşağıda bu araştırmacılara ait verilere özet bir şekilde değinilecektir.

Oswald (1912) Güneydoğu Anadolu’nun ilk jeolojik veri araştırmasını yapmış ancak bu çalışma literatürde çok kabul görmemiştir.

Ketin (1961-1964) Dağ kuşaklarının orojenik gelişmeleri esasına dayandığı sınıflama oluşturmuş, Güneydoğu Anadolu Sıradağları veya Kenar Kıvrımları Bölgesi gibi tanımlamaları yapmıştır.

Altınlı, 1966 yılında MTA (Maden Tetkik ve Arama Kurumu) dergisinde “Doğu ve Güneydoğu Anadolu’nun jeolojisi” adlı yayınında; Midyat Kireçtaşlarının güneye bakan bakan sürekliliği olan dik yarmalar oluşturduğunu; bölgedeki Üst Miyosen yaşlı litolojik birimlerin yumuşak yapıda olmaları, heyelana ve kütle hareketlerine elverişli karasal, lagüner ve gölsel sedimanlardan oluştuğunu, bölgede Pliyosen’in bir yıkım devresi gibi gözüktüğünü belirtmiştir.

Sungurlu (1974) “İnceleme alanında kambriyen sonrasında geç kretase (Koniasiyen) ortalarına kadar hüküm süren tüm orojenik fazların etkileri hafif olarak hissedilmiştir. Bölgenin jeolojik evrimi, orojenez fazlarının etkisinden ziyade epirojenik hareketlerin kontrolünde gelişmiştir” diyerek burayı tanımlamıştır.

Geç kretaseden günümüze dek süren zaman aralığında Arabistan levhası şelf alanında etkili tektonizmanın görüldüğü dönemler saptanmıştır. Bunlar; Albien – Erken Maastrichtiyen, Erken Paleosen, Orta Eosen Sonu, Erken Miyosen sonu olarak ele alınmıştır.

Sungurlu (1974) ve Perinçek (1980) Güneydoğu Anadolu’da miyosen zamanı tektonizmanın en yoğun olduğu dönemdir. Tektonik hareketlerin orta miyosende yoğunluk kazanmasıyla Güneydoğu Anadolu’nun günümüzdeki yapısal konumunu belirleyen sürüklenimler gelişmeye başlamıştır. Bölgede erken miyosen sonrası başlayan tektonik hareketler geç miyosen sonrasına kadar devam etmiştir.

Açıkbaş ve ark. (1979) Alt Eosen yaşlı klastik kayaların Midyat Grubunun tabanını oluşturan Gercüş Formasyonu; Alt Eosen - Alt Oligosen yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan istif Hoya Formasyonu; Orta Eosen-Oligosen yaşlı dolomit ara

katkılı evaporitlerden oluşan istif ise Germik Formasyonu olarak tanımlayarak Midyat Grubuna ait stratigrafiyi günümüzdeki şekliyle açıklamıştır.

Perinçek (1980) Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Oligosen dönemi ve sonunda yoğun tektonizmanın etkisi altında kaldığını ve bölgede önemli paleocoğrafik değişimler yaşandığını, bölgedeki çeşitli yapısal unsurların bu hareketlenmelere bağlı olarak geliştiğini ve Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olup Eosen-Oligosen denizinin geometrisini değiştirdiğinden ve Germik Formasyonu sınırlı ve evaporitik koşullu regresif deniz ortamında oluştuğundan bahsetmiştir.

Yalçınlar (1985) ‘Strüktürel Jeomorfoloji-1’ adlı kitabında, inceleme alanının kuzeybatı sınırında bulunan Maymuniye boğazı için, günümüzde açık ve derin karstik bir vadi olarak görünen boğazın, geçmişte Batman vadisi içinden akan büyük bir akarsu ile yarıldığı, sonradan bu suyun kapanma neticesinde batı yönüne doğru dönmüş ve maymuniye boğazını terk etmiş olduğunu açıklamıştır.

Duran (1988) Güneydoğu Anadolu’da Geç Paleosen-Erken Miyosen döneminde çökelmiş olan Midyat ve Silvan gruplarını incelemişlerdir. Bu çalışmada Kapıkaya-Fırat ve Lice formasyonları Silvan grubu olarak tanımlanmıştır. Bu bölgede geniş alan kapsayan transgresyonun Orta Eosen’de geliştiğini, Geç Eosen sonlarında da etkin olan bir regresyonun başladığını belirterek, Midyat ve Silvan grupları arasında bir çökeltme boşluğu ve erozyon döneminin yaşandığı ve grupların birbirleriyle diskordans ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Güven ve ark. (1988) Güneydoğu Anadolu’da Mardin ve Midyat grupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi üzerine yaptıkları çalışmalarında anılan istifte saptadıkları özellikleri açıklamışlar, ölçülen kesitler boyunca incelenen birimlerin düşey fasiyes ilişkileri ve yaş konakları saptanarak çökeltme ortamlarını ve bu ortamların zaman içindeki değişimlerini belirlemeye çalışmışlardır.

Duran ve ark. (1989) Güneydoğu Anadolu’da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisini incelemişler, önceden Midyat Grubu altında toplanmış birimleri iki ayrı gruba ayırmışlardır. Buna göre; Gercüş, Kavalköy, Hoya, Havillati, Germik ve Gaziantep formasyonları Midyat Grubu; Kapıkaya, Fırat ve Lice formasyonlarını ise Silvan Grubu içerisinde değerlendirmişlerdir. Ayrıca, Midyat ve Silvan grupları arasında bir diskordans olduğunu da belirtmişlerdir.

Perinçek (1990) Midyat Grubu karbonatlarının Mesozoyik birimlerini örttüğünü, Erken Miyosen öncesi bir süreksizliğin olduğunu, Alt Miyosen yaşlı Fırat Formasyonu üzerine Üst Miyosen birimlerinin geldiğini belirterek, bölgenin Geç Kratese ve Genç

Miyosen sonlarına doğru değişik yöndeki sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında kaldığına dikkat çekmiştir.

İnceleme alanını da kapsayacak şekilde bölge hakkında en kapsamlı olan çalışma Duran ve Yılmaz'ın (1997) tüm Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki otokton ve allakton birimleri kapsayan, 553 adet teknik rapor ve yerli/yabancı yayınlardan derledikleri "Güneydoğu Anadolu Stratigrafi Adlama Sözlüğü Lexicon" adlı yayınıdır.

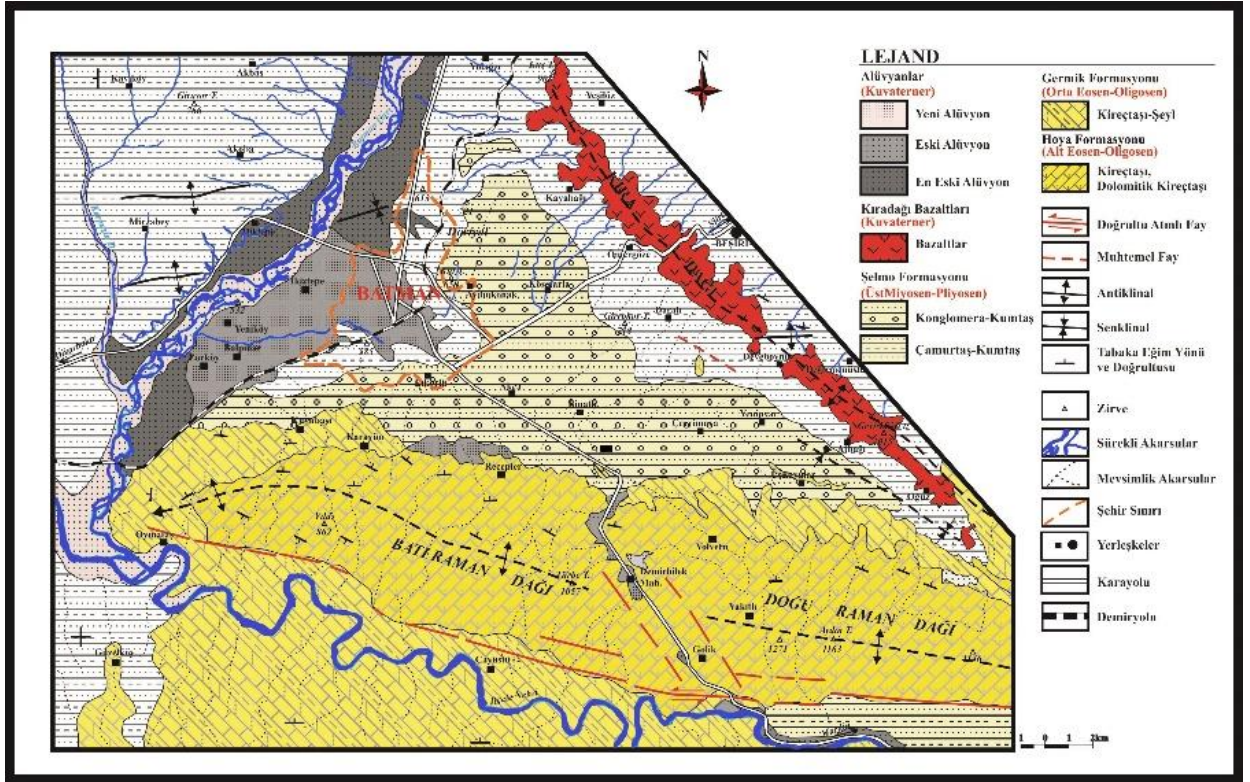
Batman ili ve çevresinde farklı amaçlar için değişik kuruluşlarca pek çok detaylı jeolojik etüt araştırmaları ve çalışmaları yapılmıştır. Maden Tektik ve Arama (MTA) ve Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) nın hazırlamış olduğu, 1/100.000 ölçekli, M46 mardin paftasında inceleme alanı orta-üst miyosen yaşlı şelmo formasyonundan oluştuğu belirtilmiştir.

DSİ Genel Müdürlüğüne, Batman Barajı Sulama Projesi Jeoteknik Etütleri de Batman ili ve çevresini içermektedir. 1991 yılında Gap Mahallesiinde oluşan çöküntülerden sonra, Batman Belediyesinin isteği üzerine DSİ X. Bölge Müdürlüğü ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü incelemelerde bulunarak bu çöküntülerle ilgili bir zemin araştırma programı önerilmiştir. Bu öneriler kapsamında 1992 yılında bölgede MTA tarafından dört adet zemin sondaj kuyusu açılmıştır. Bu sondajlarda üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonunun, yeşilimsi kahve renkli, çimentolanmamış çakıllı, kumlu, siltli killi birimleri geçilmiştir. Kilin içerisinde kum, silt, çakıl mercekleri gözlemlenmiştir. Yapılaşma bölgeleri için Şelmo formasyonunun içerisindeki kumlu, siltli, çakıllı birimlerin tehlike oluşturduğu belirtilmiştir.

Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) etkisinde kalarak gerçekleşmiştir (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Şaroğlu ve ark., 1992). Bu fay bölgeleri üzerinde tespit edilen kayma hızları yaklaşık olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) için 25 mm/yıl ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) için 9 mm/yıl'dır (McClusky ve ark., 2000; Reilinger ve ark., 2006). Bu iki fay bölgesi Karlıova'da Karlıova Üçlü Eklemleri (KÜE) olarak adlandırılmış olan yerde birleşmektedir (Gülen ve ark., 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Bu tektonik hareketler bölgede meydana gelmiş önemli depremlerin, odak mekanizmalarının çözümlerini de desteklemektedir (Eyidoğan, 1983; Jackson ve McKenzie, 1984; Taymaz ve ark., 1991; Pınar, 1995; Kalafat ve ark., 2009). Anadolu plakası ile Arap plakası arasındaki göreceli hareketi karşılayan sol-yanal doğrultu atımlı DAFZ, yaklaşık 580 km uzunluğuyla Karlıova Üçlü Eklemleri (KÜE)'den İskenderun Körfezi dolaylarına kadar uzanmakta ve burada Ölüdeniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleşmektedir (Gülen ve ark., 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Şaroğlu ve ark., 1992).

3.1. İnceleme Alanının Jeolojisi ve Tektoniği

Batman şehri, Diyarbakır yöresinin güneydoğusunda Raman ve Kırda Dağları arasında bulunmaktadır. Batman ilinin jeolojik özellikleri incelendiğinde BZKK'nın kuzeyinde Avrasya plakasına ait ofiyolitik kayalar ve dilimlenmiş metamorfik kayaların yer aldığı görülür (Sunkar ve Tonbul, 2013). Batman iline ait jeolojik harita Şekil 3.2' de verilmiştir.



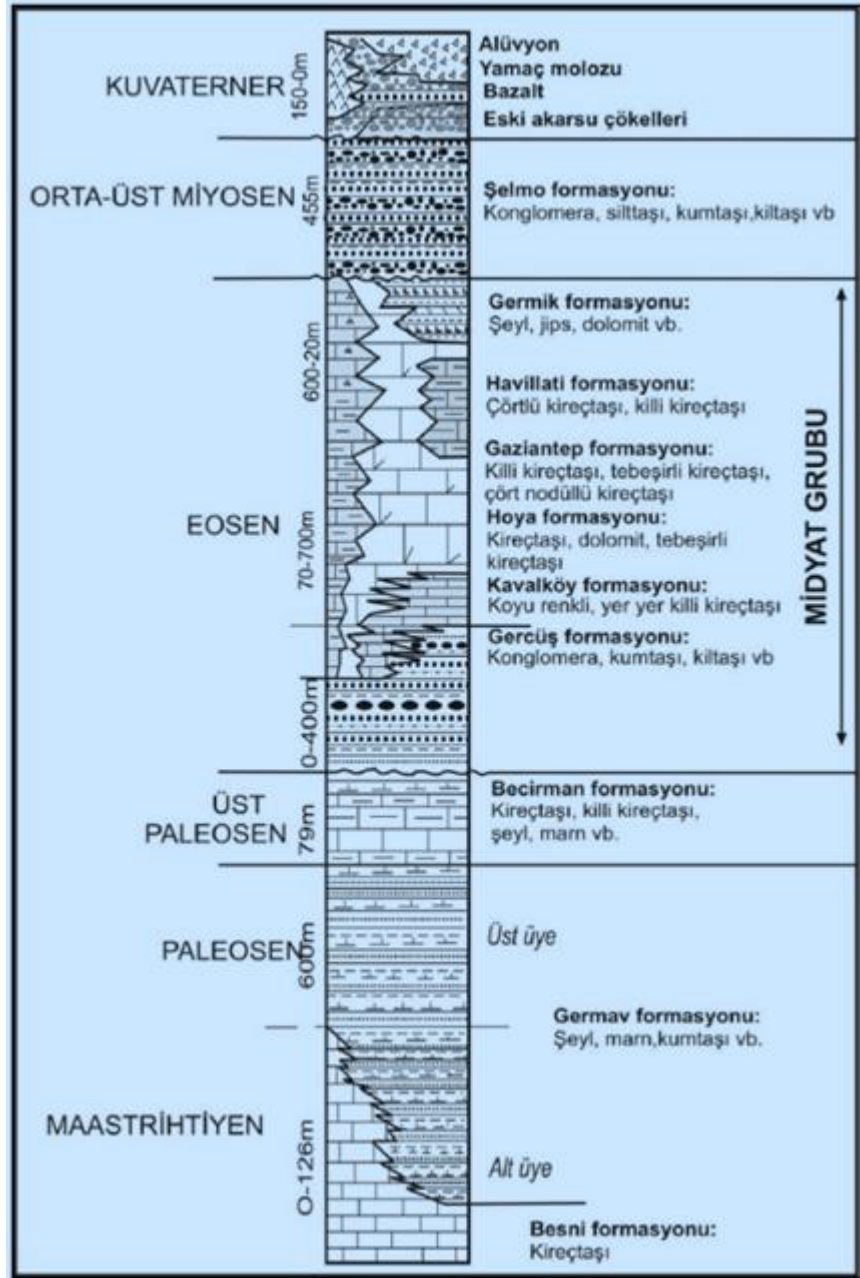
Şekil 3.2. Batman ili jeoloji haritası (MTA'nın 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası ve TPAO'nun çalışmalarından değiştirilerek hazırlanmıştır (Sunkar ve Tonbul, 2013)

İnceleme alanı ve yakın çevresi Türkiye'de meydana gelen birçok depremin 'tetikleme zonu'nun (kontakt alanının) güneyinde yer almaktadır. Kenar Kıvrımları Bölgesinin güneyinde bulunan inceleme alanında Kuzey-Güney yönlü sıkışma hareketinin sonucunda meydana gelen, birbirine paralel ve düzenli kıvrım alanları yer almaktadır. İnceleme alanı çevresinde, bölgedeki diğer kıvrım yapıları ile benzerlik gösteren Gercüş antiklinali, Raman antiklinali ve Softek antiklinali bulunmaktadır. Bu kıvrım yapılarının en güzel örnekleri Fransa Alplerindeki Jura dağlarında bulunduğundan bu şekilde ifade edilmektedirler (Türkunal, 1980). Bu nedenle inceleme alanının da içinde bulunduğu morfoloji, özgün bir Jura tipi kıvrım ile bu kıvrım bölgesinin Güneydoğu Anadolu düzlükleri ile birleştiği bir alan olarak bilinir. Bu kıvrımlı yapılardan Gercüş ve Softek Antiklinalleri tektonik hareketlerin başka bir deyişle fayların yardımı ile dış kuvvetlerin de (Flüviyal) etkisinde kalarak aşınıp tabana kadar boşaltılmışlardır. İnceleme alanında Raman Dağı en yaşlı kıvrımlı yapıdır. Lokman (1940) 45 km uzunluğunda, 10 km genişliğinde olan Raman Antiklinalinin, tabaka eğiminin kuzeyde 5-10° arasında, güneye doğru yer yer dikleşmekle birlikte 40-60° arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir. K-G doğrultusundaki sıkışmalar, D-B doğrultusunda uzanan kıvrımlı yapıları oluşturmuşlardır. Kıvrımlanmadan sonra

sıkışmanın devam etmesi Raman Antiklinali'nin güney yamaçlarına faylı ve bindirmeli bir özellik kazandırmıştır. İnceleme alanında içinde bulunduğu Batman ilinde en önemli kırıklı yapı olan, KB-GD doğrultusunda uzanan Raman Fayı, Raman Dağının güney yamaçlarını kesmektedir. Bindirme bileşenli sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olan Raman Fayı, Raman Dağı güney yamaçları boyunca fay façetaları ve akarsularda sağ yanal ötelenmelere neden olmuştur. Maymune Boğazı güneyinde, boğazın doğu bölümündeki yamaçlarda bindirme yapısı belirgindir. Doğu Raman Dağı doğusundaki dereler sağ yanal ötelenmiştir. Maymune Boğazı'nın bulunduğu alandaki düşey atımlı faylar, Raman Fayı'nı dikine kesen diğer önemli faylardır.

3.1.1. Stratigrafi

Bölge stratigrafik ve sedimantolojik açıdan pek çok araştırmacı tarafından incelenip formasyon ve üyelere ayrılmıştır (Duran ve ark., 1988; Yalçın ve Ertem, 1997; Çoruh ve ark., 1997; Ziegler, 2001; Coşkun, 2004; Dağıstan ve Şimşek, 2005; Çandır, 2007; Kırıl ve Tulukçu, 2008; Öztürk ve Çelik, 2008; Koç ve ark., 2009; Özdoğan ve ark. 2011; Yeşilova ve ark., 2011). Şekil 3.3'de Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit verilmiştir.



Şekil 3.3. Mardin-M46 paftasında, Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit (Şenel, 2007)

Batman ili ve çevresi, stratigrafik açıdan Eo-Kambriye'den başlayarak Pliyosen dahil bütün devirler boyunca devamlı bir sedimantasyon havzası olarak gelişmiştir. Kambriyen'den itibaren bütün formasyonlar sığ deniz (kıta kenarı, şelf) fasiyesinde gelişmiş, metamorfizma ve mağmatik intrüzyon etkisinde kalmamışlardır. Burada yer alan formasyonlar, Şelmo formasyonu hariç mineral bakımından daha çok kalker ve kalkerin ara katkılı özelliğine sahiptirler (Yıldırım, 2003). Şekil 3.4' de inceleme alanındaki formasyonların stratigrafik konumları görülmektedir.

SENZOYİK				ÜST SİSTEM
TERSİYER				SİSTEM
Alt Eosen-Üst Oligosen	Alt Miyosen	Alt Miyosen	Kuvaterner	SERİ
MİDYAT GRUBU		SILVAN GRUBU		GURUP
HOYA	GERMİK F.	ŞELMO F.	ALÜVYON	FORMASYON
Trom	Tog	Tmy	Qal	SİMGELER
50-600 mt	465 mt	500 mt	0-50mt	KALINLIK(m)
				BİRİM
Beyaz-krem renkli Kireçtaşı, Killi kireçtaşı, tebeşirli Kireçtaşı				AÇIKLAMA
Krem, bej, gri, açık gri renkli Kireçtaşı				
Gri, koyu gri, sarımsı gri, yeşilimsi gri Silttaşı, Kumtaşı, Marn, Şeyl,				
Çakıl, kum, kil, silt ve çamur vb.				

Şekil 3.4. İnceleme alanındaki formasyonların stratigrafik kesiti (Bolgi 1961'den faydalanarak hazırlanmıştır)

Batman ili ve çevresinde gözlemlenen en yaşlı birim, Midyat grubuna ait Alt Eosen-Alt Oligosen yaşlı, seyrek killi kireçtaşı seviyeli, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Hoya Formasyonu, Hoya formasyonu üzerine Oligosen yaşlı, yer yer dolomitik kireçtaşı, killi kireçtaşlarından oluşan Germik Formasyonu, bu formasyonların üzerini uyumsuz olarak Orta-Üst Miyosen yaşlı, konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı'ndan oluşmuş Şelmo formasyonu örter. Kıra Dağı'nı oluşturan Kuvaterner yaşlı bazaltlar Şelmo formasyonu üzerine gelmiş olup, Alüvyonlardan oluşan Kuvaterner birimler ise Batman Çayı Vadisi ve Batman çevresinde yüzeylemektedir.

3.1.1.1. Hoya Formasyonu (Teh)

Birimin tip kesit yeri Diyarbakır ili Çüngüş ilçesinin 2 km güneybatısındaki Hoya köyü dolayındır. Midyat grubunun formasyonudur. İlk kez Hoya köyü dolayında, Sungurlu (1977) tarafından adlandırıldığı Perinçek (1979) tarafından belirtilmesine rağmen

literatür taramalarında bu referans bulunamamıştır. Bu nedenle, ilk adlayan Perinçek (1978) olarak kabul edilmiştir. Perinçek (1978) hazırlamış olduğu Güneydoğu Anadolu otokton ve allokton kaya birimleri jeoloji sembolleri haritasında “Midyat grubu” içinde “Hoya formasyonu” adını isim bazında kullanmıştır.

Görür ve ark. (1981) tarafından ölçülen Hoya ölçülmüş stratigrafi kesiti Hoya Formasyonunun tip kesiti olarak önerilmiştir. Tip kesitinde Gercüş Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen Hoya Formasyonu Oligosen yaşlı Germik formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Hoya Formasyonu; Batman ili dolaylarında Hasankeyf civarında Gercüş formasyonu ile uyumludur (Tuna,1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1989 ve 1990; Açıkbaş ve ark., 1981; Yılmaz, 1982; Görür ve Akkök, 1982 ve 1984; Günay, 1984; Amoco, 1985; Yoldemir, 1985 ve 1987; Duran ve ark., 1988 ve 1989). Hoya formasyonu, masif ve orta-kalın tabakalı, bazen ince-orta tabakalı, krem, bej, gri açık gri, siyah, beyaz renkli, nummulitli, miliolidli, alg, ekinid, gastropod lamelli vb. kavrı kırıntılı, sert, kireçtaşları ve yer yer dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Dolomitler, krem, bej, açık gri renkli, ince-orta-kalın tabakalı, iyi poroziteli, karstik görünümlü, yer yer fosil izli, erime boşluklu, çört nödüllü, kireçtaşı ve tebeşir arabantlıdır. Hoya formasyonu’nun yaşı Alt Eosen-Alt Oligosen olarak belirtilmiştir (Duran ve ark., 1988 ve 1989). Yaşı Eosen olarak kabul edilmektedir ancak birim bazı yerlerde Alt Oligoseni’de kapsadığı belirtilmiştir (Yılmaz ve Duran, 1997). Hoya Formasyonu’nun çökme ortamı, sınırlı/yarı sınırlı sığ epirik deniz-sığ normal deniz-şelf kenarı/önü olarak belirtilmiştir (Duran ve ark., 1988 ve 1989).

3.1.1.2. Germik Formasyonu (Tog)

Beyaz, kızıl kahve, yeşil, bej, gri renkli jips, anhidrit, şeyl, dolomit ve kumlu-milli dolomitlerden oluşan bu birim, ilk kez Bolgi (1961) tarafından adlandırılmıştır. Germik formasyonu Hoya formasyonu üzerine uyumlu gelirken, Şelmo formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Germik formasyonu beyaz, bej, gri, kirli sarı renkli yumuşak, dağınık fiziksel koşullara dayanıksız, jips, anhidrit, şeyl, ve dolomitlerden oluşmaktadır. Germik formasyonu, birimin kalınlığı en fazla 465 metredir (Eren ve ark.,2012) ancak Batman ve Siirt illeri civarında açılmış olan petrol kuyularında birimin kalınlığı 34-465 metre ölçülmüştür (Perinçek, 1980; Açıkbaş ve ark., 1981; Duran ve ark., 1988 ve 1989).

Germik Formasyonu Oligosen yaşı kabul edilmektedir. Birim sınırlı ve evaporitik koşullu regresif deniz ortamında çökelmiştir. Birim, bazı araştırmalarda Kapıkaya Formasyonuna dahil edilmektedir (Duran ve ark., 1988).

3.1.1.3. Şelmo Formasyonu (Tmş)

Batman kent merkezinde bulunan ve inceleme alanının büyük bir kısmını şelmo formasyonu oluşturmaktadır (Eren ve ark., 2012).

Birimin tip kesit yeri Batman ili Sason ilçesinin güneybatısındaki Şelmo köyü dolaydır.

“Şelmo formasyonu” ismi, ilk kez Bolgi (1961) tarafından Siirt ve Batman illeri dolayında kullanılmıştır. Tip kesitinde Şelmo formasyonu toplam 455,53 metre olarak ölçülmüştür. Şelmo Formasyonu Adıyaman ovasında, Palanlı, Artan, Halof yapılarının arasında ve güneyinde Midyat Grubu üzerinde açılı diskordanslıdır (Tuna, 1973; Açıkbaş ve Baştuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1989 ve 1990; Savcı ve Dülger, 1980; Biçer, 1981; Yılmaz, 1982; Günay, 1990). Üst dokanağı ise şariyalı olup, Miyosen sonu sürüklenim kütleleri Şelmo Formasyonu üzerine itilmiştir. Şelmo Formasyonu mostra verdiği alanlarda, kirli sarı, pembe, şarabi, sarımsı gri, alacalı kırmızı, kahve renkli, iri taneli, belirsiz kalın tabakalı, polijenik elemanlı, köşeli, çakıllı, zayıf-orta karbonat çimentolu, kötü boylanmalı, jips ara katkılı çakıltası; açık gri, beyaz, kirli sarı, yeşilimsi gri, kahve bordo renkli, ince-orta-iri taneli, ince-orta-kalın yer yer belirsiz tabakalı, zayıf-orta çimentolu, yumuşak orta sert, çapraz tabakalı, laminalı, kötü boylanmalı, polijenik elemanlı kumtaşı; kirli sarı bordo renkli silttaşı; açık gri beyaz renkli şeyl ve sarımsı gri, açık gri, kahve renkli marn aralanmasından oluşmaktadır (Kırathioğlu, 1964; Bolgi, 1961; Saltık, 1970; İlker, 1972; Tuna, 1973; Açıkbaş ve Başbuğ, 1975; Perinçek, 1979, 1980, 1989 ve 1990; Savcı ve Dülger, 1980; Açıkbaş ve ark., 1981; Yılmaz, 1982; Pasin, 1989). Şelmo Formasyonunda bazı ostrakodlar dışında fosil bulgusuna rastlanmadığı için net bir yaş tayini yapılmamış ancak birim stratigrafik konumuna göre çökelme yaşına bağlı Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaş aralığında değerlendirilmiştir (Çemen ve ark., 1990). Şelmo formasyonu karasal ortam fasiyeslerini yansıtır, çökelim ortamı Plaj kumları, geçiş-gel-git düzlüğü, playadır (Çemen ve ark., 1990).

3.1.1.4. Kıradağı Bazaltları (QB)

Kıra Dağı yöresinde yüzeyleyen bazaltlar Pliyosen yaşlı olup, Kuzeybatı-Güneydoğu uzantılı bir fay hattı boyunca çıkan lavların çukur alanı doldurmasıyla oluşmuştur. Günümüze kadar ayrıntılı bir şekilde çalışılmamıştır.

3.1.1.5. Alüvyonlar (Qal)

İnceleme alanında Batman Çayı'nın taşkın ovası çökelleri ve güncel alüvyal çökeller yüzeyler. Taşkın ovası çökelleri, gevşek tutturulmuş konglomera, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşları ile temsil edilir. Güncel alüvyon ise özellikle Batman Çayı boyunca yüzeyler. MTA tarafından yörede yapılan sondajlara göre alüvyon kalınlığının 40 metre dolayında olduğu belirtilmektedir (MTA,1992).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında; Batman ili kent merkezi Tilmerç Mahallesinde bulunan Babil ve Serhat apartmanları ve çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi çevresindeki alan ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde yer alan sınırlı alandaki mevcut zeminin yatay ve düşey yöndeki litolojik değişimleri ve mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla araştırma çukurları ve temel sondaj kuyularının açılması, numunelerin alınması, laboratuvar deneylerinin yapılarak alanın jeoteknik modelinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. İnceleme alanındaki zeminin litolojik ve jeolojik durumlarıyla, mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi amacıyla beş adet araştırma çukuru ve sekiz adet temel sondaj kuyusu açılmıştır. Laboratuvarda zemin sınıflandırma deneyleri kapsamında; elek analizi, Atterberg limitleri, su içeriğinin belirlenmesi, kuru birim hacim ağırlığının belirlenmesi, geçirimsizlik deneyleri, üç eksenli basınç deneyleri yapılarak ortam modellemesi-yeraltı suyu ilişkisi-jeomekanik davranış bütünlüğü içinde tartışılmış ve sondaj-arazi çalışmalarına dayalı gözlem ve tespitler sonucu alanın yeraltı jeolojisi ile hidrojeolojik özelliklerinin ilişkisi belirlenip, jeomekanik davranış ve tektonik değerlendirme yapılmıştır.

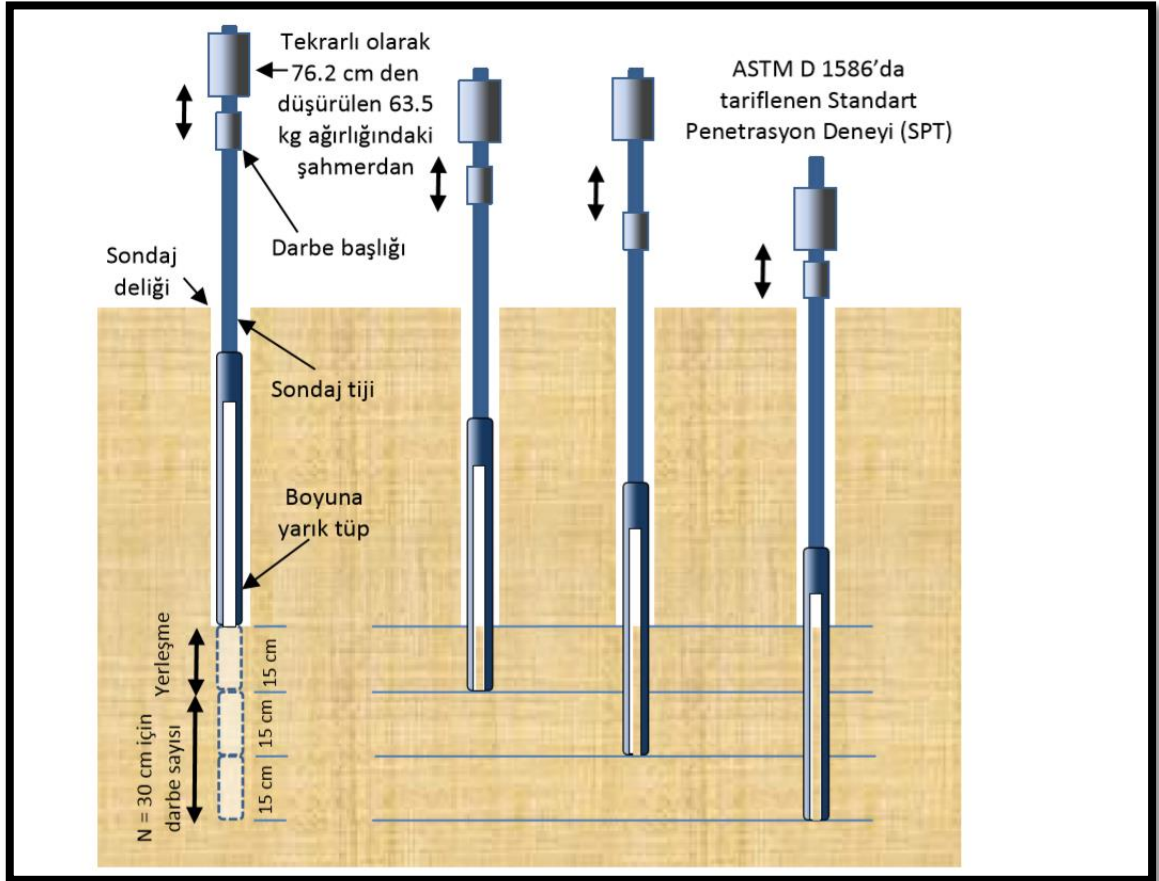
İnceleme alanının sınırları içinde yeraltı jeolojisi, hidrojeoloji, jeomekanik davranışa ait saha çalışmaları yapılarak jeolojik ortam modellemesi oluşturulmuştur. Ortam modellemesi ile yeraltı suyu ilişkisi belirlenerek Babil apartmanının yıkılma sebebi değerlendirilerek yorumlanmıştır.

4.1. Standart Penetrasyon Testi

Standart penetrasyon deneyi, yeraltı ortamının mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan ve tüm dünyada en yaygın olarak kullanılan bir saha deneyidir. Günümüzde zemin türünü, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin sıkılık, mukavemet (dayanım), kıvam ve sıvılaşma durumu ile temel zemininin taşıma kapasitesi ve tahmini oturmayı belirlemekte kullanılan bu deney için ‘Standart Penetrasyon Deneyi’ terimi ilk olarak Terzaghi tarafından 1947 yılında düzenlenen Teksas Zemin Mekaniği Konferansı’nda kullanılmış ve bir örnek alıcı tüpün zeminin içerisine çakılması olarak tanımlanmıştır (Clayton ve ark., 1995).

SPT deney düzeneği en uçta ‘boyuna yarık tüp’ olarak bilinen standart örnek alıcısının bağlı olduğu tijlerin üzerine, 63,5 kg ağırlığındaki bir şahmerdanın 76,2 cm

yükseklikten tekrarlı bir şekilde bırakılarak kuyu tabanından toplamda 45 cm'lik itilme sağlanana kadar çakılması ve bunun için gerekli olan darbe sayısı (SPT-N) değerlerinin belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Örnek alıcısı ile alınan örnekler örselenmiş olarak laboratuvar deneylerinde kullanılmaktadır. Şekil 4.1'de Standart penetrasyon deneyi aşamaları görülmektedir.



Şekil 4.1. Standart penetrasyon deneyi aşamaları (FHWA, 2002b)

Jeoteknik uygulamalarda arazide yapılan Standart Penetrasyon Testi (SPT) vuruş sayılarında (SPT-N_{arazi}), Şahmerdan türüne göre Şahmerdan verimi E_r (%), Tij Uzunluğu (C_R), Kuyu Çapı (C_B) ve İç Gömlek (C_S) gibi SPT ölçümlerini etkileyen durumlar için çeşitli düzeltmeler yapılmalıdır. Bu düzeltmeler sonucunda bulunan değerler SPT-N₆₀ olarak normalize edilir ve eşitlik (4.1)'deki gibi uygulanır.

$$N_{60} = (N \cdot E_r \cdot C_R \cdot C_B \cdot C_S) \quad (4.1)$$

Eşitlik (4.1) de; N ; Arazide ölçülmüş SPT değeri, E_r ; Şahmerdan Etkinliği, C_R ; Tij düzeltmesi, C_B ; Kuyu çapı düzeltmesi ve C_S ; Numune alıcı düzeltmesidir.

4.1.1. Enerji Düzeltmesi

Standart Penetrasyon Testi (SPT) deneyi yapılırken SPT tüpüne uygulanan dinamik enerji her darbe için 63,5 kg ağırlığındaki bir kütlenin 76,2 cm'den düşürülmesi şeklindedir. Deney sırasında uygulanan 473,4 Jül enerjinin tüpün ucunda % 40'a kadar inebildiği veya sönmüldüğü görülmüştür. Bu enerji kaybı nedenleri; tij ve şahmerdanların ağırlığı tarafından sönmülenen enerji, şahmerdanın örse çarpması sonucu açığa çıkan ısı ve ses enerjisi, tijlerin eğilmesi veya atalet momenti küçük tijlerin kullanımı ve değişik şahmerdan parçaları arasında, halatların sürtündüğü yüzeylerdeki enerji kayıpları olarak sıralanabilir (Skempton, 1986; Clayton ve ark., 1995). Çizelge 4.1'de SPT deneyinde kullanılan Şahmerdan türüne göre Şahmerden verimi değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. SPT Şahmerdan verimleri (Clayton,1990)

Şahmerdan Türü	Şahmerdan Verimi - E_r (%)
Donut	0,45 – 0,85
Safety	0,60 – 0,73
Otomatik	0,55 – 0,60

4.1.2. Delgi Çapı, Tüp Tipi ve Tij Uzunluğu İçin Düzeltmeler

Arazide yapılan Standart Penetrasyon Testi (SPT) deneyinde, ölçülen SPT değerlerine delgi çapı, standart penetrasyon tüp tipi ve tij uzunluğuna bağlı olarak düzeltme faktörleri uygulanmaktadır. Çizelge 4.2'de farklı araştırmacılar tarafından önerilen bu düzeltme faktörleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. Delgi çapı, tüp tipi ve tij uzunluğu düzeltme faktörleri (Aggour ve Radding, 2001)

			Düzeltilme Faktörü			
Değişkenler		Semboller	Skempton (1986)	Robertson ve Wride (1997)	McGregor ve Duncan (1998)	Bowles (1996)
Tij Uzunluğu	>30 m	C _R	1	<1,0	1	1
	10-30 m		1	1	1	1
	6-10 m		0,95	0,95	1	0,95
	4-6 m		0,85	0,85	1	0,85
	3-4 m		0,75	0,75	1	0,75
	0-3 m		0,75	-	0,75	0,75
Tüp	Astar olmayan örnek alıcı kullanılmış ise	C _S	1,2	1,1-1,3	-	1,0
	Standart tüp (astar olan) örnek alıcı Gevşek kum		1	1	-	0,9
	Sıkı kum ve kil		1	1	-	0,8
Delgi Çapı	60-120 mm	C _B	1			
	150 mm		1,05	1,05	-	1,05
	200 mm		1,15	1,15	-	1,15

4.1.3. Siltli Kum / İnce Kum Düzeltmesi

Genleşme düzeltmesi olarak da bilinen siltli kum/ince kum düzeltmesi, dinamik yük altında kalan ince dane oranı fazla olan kumlu zeminlerde ve suya doygun siltli zeminlerde düşük geçirgenlik nedeniyle, suyun ortamdan uzaklaşamamasına ve boşluk suyu basıncının artmasına sebep olur. Dolayısıyla ortamdan uzaklaşamayan suyun varlığı zeminin mukavemetini artırarak, SPT değerlerinde yüksek yanıltıcı sonuçlar verebilir. Siltli kum düzeltmesi eşitlik (4.2) kullanılarak yapılır (Terzaghi ve Peck, 1948).

$$N' = 15 + \frac{N - 15}{2} \quad (4.2)$$

Eşitlik (4.2)'de N'; siltli kum düzeltmesi yapılmış SPT-N değeridir.

4.2. Laboratuvar Çalışmaları

4.2.1. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

4.2.1.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığı Tayini

Zeminin doğal birim hacim ağırlığı (γ_n) , zeminin toplam ağırlığının, zeminin toplam hacmine oranıdır.

$$\gamma_n = \frac{w_t}{V_{Tüm}} \quad (4.3)$$

Eşitlik (4.3)' de γ_n ; Doğal birim hacim ağırlık, w_t ; Numune toplam ağırlığı, $V_{Tüm}$; Numunenin toplam hacmi' dir.

4.2.1.2. Kuru Birim Hacim Ağırlığı

Kuru birim hacim ağırlığı, yaş veya kuru zeminlerdeki, kuru ağırlığın (tane ağırlığının), tüm hacme oranı olarak tanımlanır.

$$\gamma_k = \frac{W_{Tane}}{V_{Tüm}} \quad (4.4)$$

Eşitlik (4.4)' de, γ_k ; Kuru birim hacim ağırlık, W_{Tane} ; Kuru ağırlık'tır.

4.2.1.3. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık (G), kuru birim hacim ağırlığının, suyun birim ağırlığına oranı olarak tanımlanır.

$$G = \frac{\gamma_k}{\gamma_{su}} \quad (4.5)$$

Eşitlik (4.5)' de, γ_k ; Kuru birim hacim ağırlık, γ_{su} ; Suyun birim hacim ağırlığıdır.

4.2.1.4. Su İçeriği

Su İçeriği zemindeki su ağırlığının, kuru ağırlığa oranı olarak tanımlanır.

$$W = \frac{W_{su}}{W_{kuru}} \quad (4.6)$$

Eşitlik (4.6)' da W ; Su içeriği, W_{su} ; Zemindeki su ağırlığı, W_{kuru} ; Zemindeki kuru ağırlıktır.

4.2.1.5. Elek Analizi

Zeminleri meydana getiren katı daneler çok değişik Şekil ve boyutlarda olabilmektedir. Bu katı danelerin bklklerinin dağılışı Şekil ve miktarını belirlemek için yapılan işlem dane boyu dağılım analizidir. Dane boyu dağılımı elek analizi deneyi ile belirlenir.

4.2.1.6. Atterberg Limitlerinin Tayini

İnce daneli zeminlerin içerdikleri su miktarına bağlı olarak oluşan değişimleri belirleyebilmek için bazı sınır su muhtevası değerleri tanımlanmıştır. Kıvam limitleri adı verilen bu su muhtevaları ile kohezyonlu zeminlerde zeminin sertlik ve yumuşaklık durumu belirlenir. İnce daneli zeminler için kıvam limitleri adı verilen bu su muhtevaları değerlerini belirleyebilmek için kullanılan deney yöntemleri Atterberg (1911) tarafından geliştirilmiştir.

4.2.1.6.1. Likit Limit (LL- W_L)

Zeminin kayma direncinin azalarak, akmaya başladığı andaki su içeriğidir (Uzuner, 1998). Likit Limit (LL)'in tayininin Casagrande (1932) tarafından deney Şekli ve yapılışı belirlenmiş olup, uluslararası bir standart haline gelmiştir. Likit limit deneyi American Society of Testing Materials ASTM D 4318 (2000) standartlarına göre yapılmıştır. Bu deneyde zemin numunesi bir kap içerisine konur üzerine damıtık su ilave edilerek zemin homojen bir hamur haline gelene kadar palet bıçağıyla karıştırılır.

Elde edilen karışım Casagrande aletinin çanak kısmına konur ve oluk açma bıçağı ile ortadan ikiye bölünür. Likit limit aletindeki kol saat yönünün tersi yönünde saniyede iki devirlik bir hızla çevrilerek zeminin iki parçasının oluk tabanında bir cm boyunca birleşmesini sağlayacak darbe sayısı saptanır. Bu birleşme, yeniden su içeriğinin belirlenmesi için, bir miktar numune alınıp numune kabına konur ve su içeriği değiştirilerek yeni bir darbe sayısı belirlenir. En az üç defa bu yöntem tekrar edilerek $N=25$ vuruş sayısına denk gelen su muhtevası değeri hesaplanır ve bu su muhtevası likit limit olarak tanımlanır.

Casagrande aletinde pirinçten mamul çanağının şekli ve ağırlığı, özel kaşıkla açılan yarığın (çentiğin) şekli ve miktarı, düşüşün yüksekliği vb. bir takım standartlarla belirlenmiş olup alet, zemin mekaniği laboratuvarlarında bu standartlara uygun bir biçimde konulmuş olarak bulunmaktadır (Skempton 1951; Bishop, 1966).

4.2.1.6.2. Plastik Limit (PL- W_p)

Plastik Limit (PL), zeminin plastik kıvamdan yarı plastik kıvama geldiği andaki su muhtevasıdır.

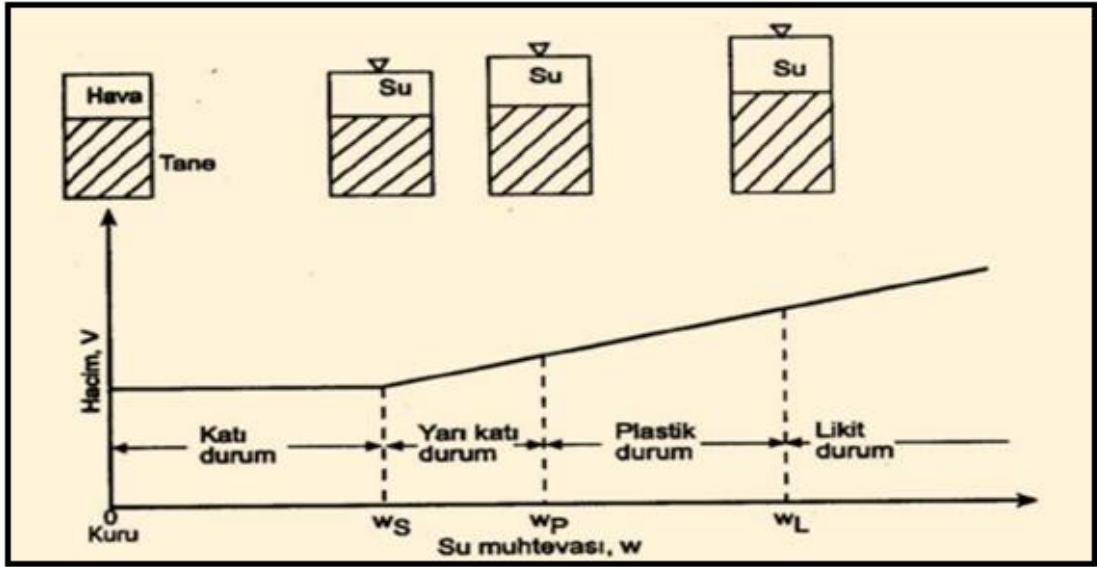
Plastik Limit (PL) deneyi, zemin numunesinin cam tabla üzerinde avuç içi ile yuvarlanırken 3 mm çapında ve 8 mm boyunda silindirik numuneler haline getirilebildiği ve bu silindirik numuneler üzerinde çatlakların oluştuğu andaki su içeriğidir (Uzuner, 1998).

4.2.1.6.3. Plastisite İndisi (PI- I_p)

İnce daneli zeminler su muhtevalarına bağlı olarak katı, yarı katı, plastik ve sıvı kıvamda olabilir. İnce daneli zeminlerin çoğu doğal halde plastik kıvamda bulunur ve bu kıvam aralığını belirleyen en yüksek su muhtevasına likit limit (LL veya W_L) ve en düşük su muhtevasına plastik limit (PL veya W_p) denir. Plastisite indisi (PI veya I_p) ise zeminin plastik limitten likit limite geçmesini sağlayan su miktarının yüzde değeri olarak tarif edilebilir. Şekil 4.2’de kohezyonlu zeminlerde hacim-su muhtevası ilişkisi ve kıvam limitleri durumları gösterilmiştir.

$$I_p = W_L - W_p \quad (4.7)$$

Eşitlik (4.7)' de I_p ; Plastisite indisi, W_L ; Likit limit ve W_p ; Plastik limittir.

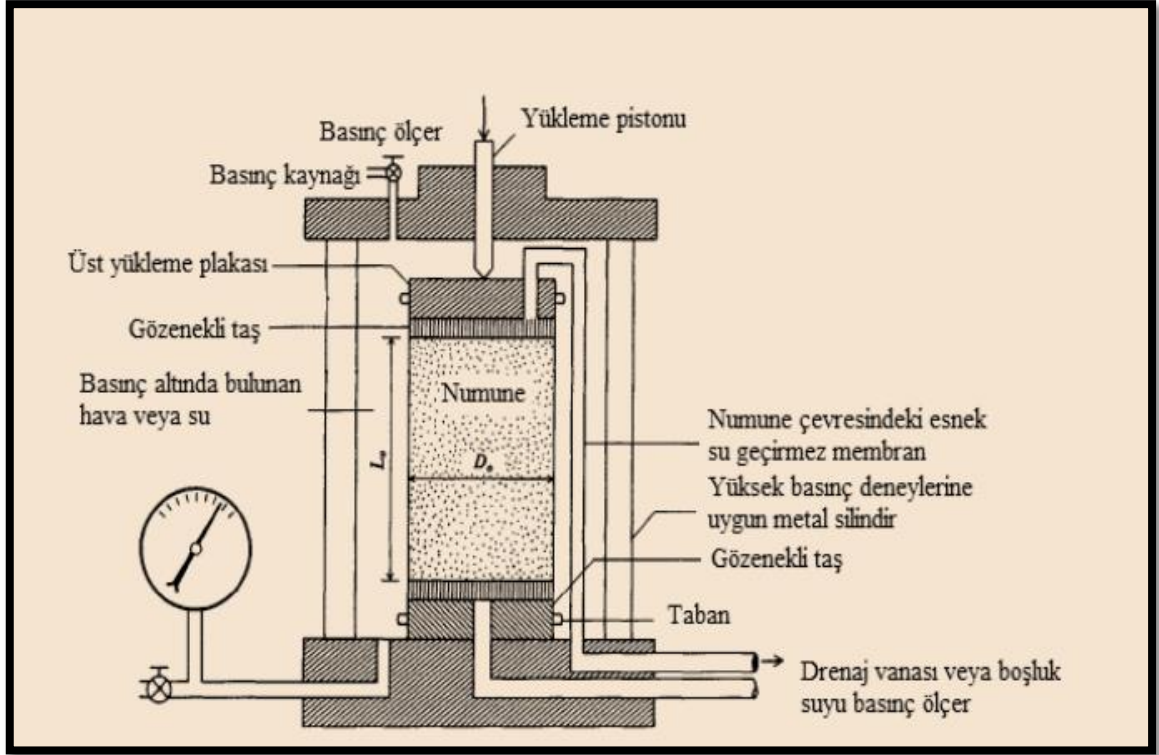


Şekil 4.2. Kohezyonlu zeminlerde hacim-su muhtevası ilişkisi ve kıvam limitleri (Budhu,2000)

4.2.2. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

4.2.2.1. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Üç eksenli basınç deneyi, zeminlerin kırılmadan karşı koyabileceği en büyük kayma dayanımı parametrelerini belirlemede kullanılan yaygın bir deneydir. Deneyde drenaj şartlarının kontrol edilebilmesi ve boşluk suyu basınçlarının ölçülebilmesi en büyük avantajdır. Laboratuvarında, numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyleri ile değişik eksenel gerilmelerin etkisinde kalan zeminlerin kayma direnci özellikleri bulunur. Üç eksenli deney aletinin bir şeması Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Üç eksenli basınç deney düzeneği (Bowles, 1996)

Üç eksenli basınç deneyinde bir hücre içerisine silindirik biçimdeki zemin numunesi yerleştirilir ve hava ya da genelde su basıncı yardımıyla numuneye hidrostatik bir basınç uygulanır. İçerisinde numune bulunan lastik kılıf, zeminin sudan etkilenmesini önleyerek zemin numunesinin içine ve dışına ayrı ayrı basınçlar uygulanmasına izin verir.

Numuneye etkiyen eksenel gerilme, numune üzerindeki başlığa temas eden bir piston vasıtasıyla olur. Numunenin alt ve üst başlıklara bağlı halde bulunan kanallar sayesinde drenaj kontrol edilebilir (Özaydın, 2000).

Eksenel yükleme sırasında drenajsız veya drenajlı koşullar sağlanabilmektedir. Buna bağlı olarak Konsolidasyonsuz – Drenajsız Deneyler (UU), Konsolidasyonlu – Drenajsız Deneyler (CU) ve Konsolidasyonlu – Drenajlı Deneyler (CD) olmak üzere üç çeşit deney yöntemi uygulanabilir.

Bunlardan, *Konsolidasyonsuz – Drenajsız Deneyi (UU)*; Eksenel ve hücre basıncı yüklemesinde zemin içerisinde bulunan suyun numuneden uzaklaşmasına ve bu yüklemeler altında konsolidasyonuna izin verilmeyerek kısa bir zamanda numunenin aniden kesilmesi sağlanır. Böylelikle boşluk suyu basıncı en yüksek düzeyde kalır. *Konsolidasyonlu – Drenajsız Deneyi (CU)* zemin numunesinin arazi koşullarında bulunan gerilmelere eşit değerlerde basınç uygulanarak numunenin konsolide olması

sağlandıktan sonra drenaja izin verilmeyerek boşluk suyu basıncı ölçülür. *Konsolidasyonlu – Drenajlı Deneyinde (CD)* ise, zemin numunesi belli bir basınçta konsolide edilir ve drenaj koşullarına izin verilerek uygulanan kesme gerilmelerinin boşluk suyu basıncını arttırmaması için, uzun zaman koşullarında kesilir. Buradan elde edilen parametreler efektif gerilme türünden verilir. Deneyde zemin numunesi ilk olarak hücre içinde bulunan sıvının uyguladığı basınçta (σ_3) maruz kalır ve bu basınçta (σ_3) numunenin boşluk suyu basıncını (u_c) artırır. Boşluk suyu basıncındaki artış boyutsuz olup, Skempton (1954) tarafından boşluk basıncı parametresi “ b ” olarak tanımlanır ve doymuş zeminlerde bu değer 1’dir (Das, 2002).

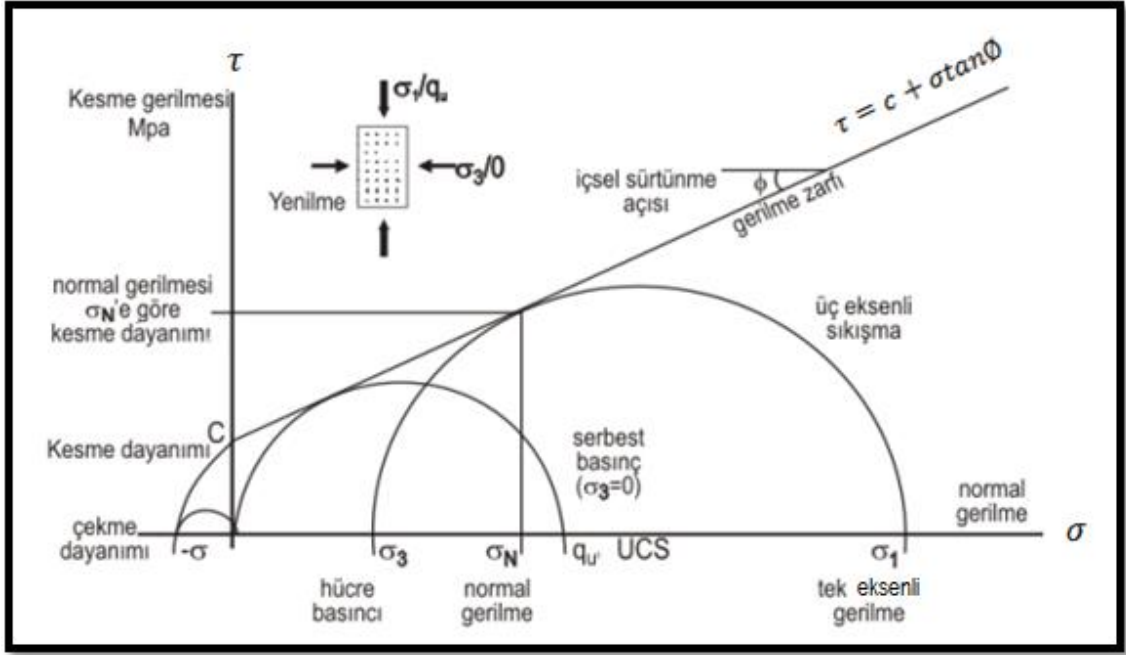
$$b = \frac{u_c}{\sigma_3} \quad (4.8)$$

Eşitlik (4.8)’de b ; boşluk basıncı parametresi, u_c ; numunenin boşluk suyu basıncı, σ_3 ; hücre basıncıdır.

Üç eksenli deney yönteminde kırılma zarfı, numunenin hücre basıncı altında gittikçe artan bir düşey yük ile kırılma anındaki asal gerilmelere göre çizilen Mohr dairelerinden geçen teğetler yardımıyla elde edilir ve Coulomb tarafından 1776 yılında kayma eşitliğindeki c ve τ değerlerini bulmak esasına dayanmaktadır (Şekil 4.4).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (4.9)$$

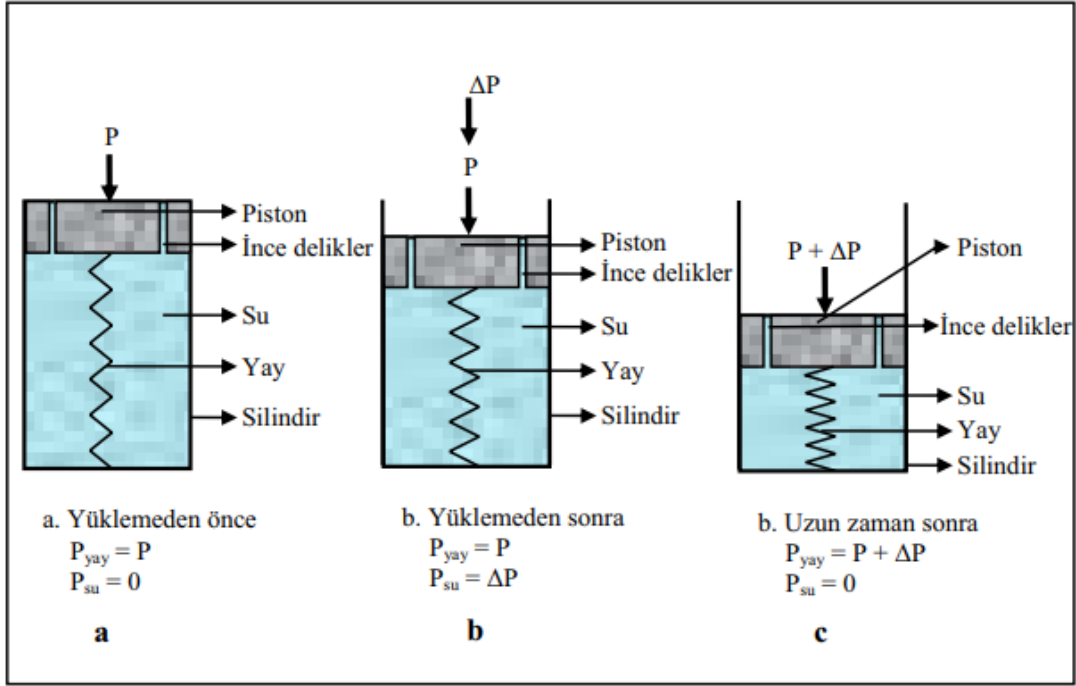
Eşitlik (4.9)’da τ ; Kayma direnci (kg/cm^2), σ ; Gerilme (kg/cm^2), c ; Kohezyon (kg/cm^2), ϕ ; İçsel sürtünme açısı (derece)’dir.



Şekil 4.4. Mohr kırılma zarfı (Coulomb, 1776'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

4.2.2.2. Konsolidasyon

Suya doymun zeminlere uygulanan yüklerle boşluk suyu basıncı azalır ve efektif gerilmeler artarak zeminin daha fazla sıkışmasına sebep olur. Bu durum zemin mekaniğinde konsolidasyon olarak tanımlanır. Konsolidasyon olayının mekanizması içi su dolu silindir ve bu silindirin üzerinde küçük delikleri olan bir yay üzerine oturan piston düzenine benzetilerek açıklanabilir (Şekil 4.5).



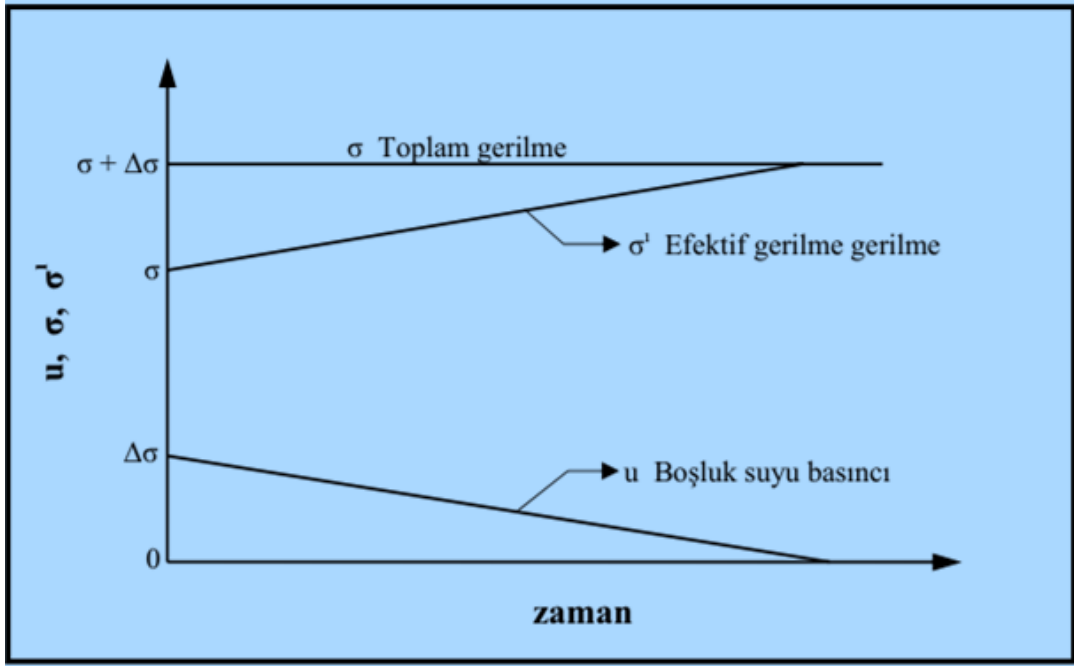
Şekil 4.5. Konsolidasyon olayının mekanizması (Kahafaji and Andersland, 1993)

Zeminler lineer elastik bir malzeme özelliği göstermediğinden yüklenme ve boşalma durumunda hacim değişiklikleri olacaktır. Bu hacim değişiklikleri zemin ile ilgili projelerin tasarımında en etkili faktör olmaktadır. Bu nedenle zeminlerin sıkışması ve konsolidasyonu zemin mekaniğinde çok önemli bir yer tutmaktadır (Aytekin, 2004).

Konsolidasyon deneyi ilk olarak 1925 yılında Karl Terzaghi tarafından yapılmıştır. Konsolidasyon deneyinin amacı bir zemin numunesine uygulanan basınç altında suyun çıkışına izin verilerek oluşan deformasyonları ölçmektir.

Konsolidasyon deneyinin yapılışında, ağırlığı ve boyutları bilinen ringe örselenmemiş zemin numunesi yerleştirilerek toplam ağırlığı ve su muhtevası hesaplanır. Ödometre aletinin alt kısmında bulunan poröz taş suya doymun hale getirilir ve zemin numunesi buraya yerleştirilerek üstüne poröz taş konularak sıkıştırılır. Ödometre aletine zemin numunesinin suya doymun hale gelmesi için su haznesi bağlanır. Ödometre aletine yükleme düzeneği ve deformasyon saati bağlanarak numuneye $0,25 \text{ kg} / \text{cm}^2$ değerinde kuvvet gelecek şekilde ilk okuma yüklemesi yapılır. Sonrasında zemin numunesi üzerine $0,50, 1,00, 2,00, 4,00, 6,00, 10,00 \text{ kg} / \text{cm}^2$ gibi gerilme değerleri için $t = 15 \text{ sn.}, 30 \text{ sn.}, 1 \text{ dk.}, 2 \text{ dk.}, 4 \text{ dk.}, t = 8 \text{ dk.}, 15 \text{ dk.}, 30 \text{ dk.}, 1 \text{ sa.}, 2 \text{ sa.}, 4 \text{ sa.}, 8 \text{ saat ve } 24 \text{ saat}$ okumaları hesaplanır. Bütün bu okumalardan sonra zemin numunesi doğal durumundaki gerilme seviyesine kadar yüklenir ve bu gerilmeler kadar boşaltma yapılarak her iki durum için de zemin numunesinin oturma ve kabarma

miktarları okuma saatinden verilen zaman aralıklarında kaydedilir. Deney sonunda zemin numunesinin kuru ağırlığı ve su muhtevası hesabı için numune etüvde 24 saat kurutularak numunede oluşan deplasmanlar belirlenmiş olunur. Şekil 4.6'da toplam gerilme (σ), boşluk suyu basıncı (u) ve efektif gerilme (σ')'nın zamanla değişimi görülmektedir (Uzuner, 1998).



Şekil 4.6. Konsolidasyon deneyinde, toplam gerilme (σ), boşluk suyu basıncı (u) ve efektif gerilme (σ') zaman arasındaki ilişki (Uzuner, 1998).

4.3. Zeminlerin Geçirirliğin Permeabilite Deneyi ile Testi

Zemini oluşturan tanecikler arasındaki boşluklarda bulunan su, hareketsiz olabileceği gibi bazen de bu boşluklardan akabilir. Suyu doymun bir zeminin belli bir kesitinden, belirli bir zaman da geçen suyun hızı permeabilite olarak tanımlanır. Kil gibi ince daneli zeminlerde boşluk oranı, kum gibi iri daneli zeminlere kıyasla daha fazladır ancak killi zeminde bulunan ince daneler direnç göstererek suyun geçişine izin vermezler bu nedenle killi zeminlerin permeabilite katsayıları kumlu ve çakıllı gibi daha iri taneli zeminlere göre daha düşüktür (Day, 2001). Zeminlerin permeabilite katsayılarına göre sınıflandırılması Terzaghi ve Peck (1967) Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Zeminlerin permeabilite katsayılarına göre sınıflandırılması Terzaghi ve Peck (1967)

Geçirimsizlik katsayısı k (cm/sn)	Geçirimsizlik durumu
$>10^{-1}$	Yüksek
$10^{-1} - 10^{-3}$	Orta
$10^{-3} - 10^{-5}$	Düşük
$10^{-5} - 10^{-7}$	Çok düşük
$10^{-7} <$	Pratik olarak geçirimsiz

Suya doymun bir zemin ortamında, laminar bir şekilde akan su hızının hidrolik eğim ile orantılı olduğunu Darcy (1856)'da yaptığı çalışmalarda belirlemiş ve l uzunluklu, A en kesit alanlı bir zemin örneğinin h_1-h_2 su düzey farkına maruz bırakıldığında (Şekil 4.7) suyun debisini Eşitlik (4.10)'da gösterildiği şekilde hesaplamıştır.

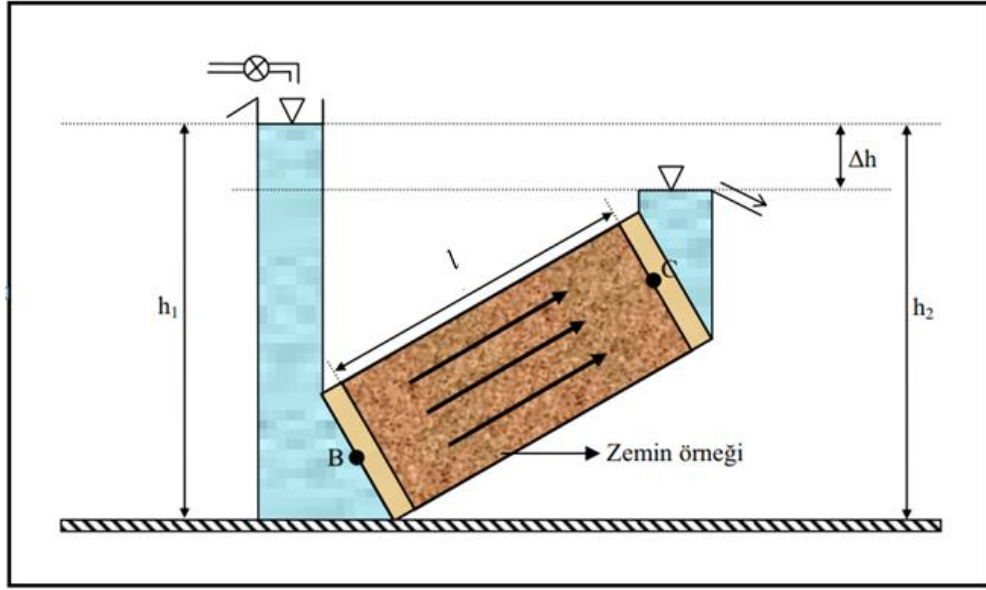
$$q = A * k * i \quad (4.10)$$

Eşitlik (4.10)' da q ; Suyun debisi (cm^3 / sn), A ; Enkesit alanı (cm^2), k ; Permeabilite katsayısı (cm/sn , m/sn), i ; Hidrolik eğimdir.

Hidrolik eğim ise eşitlik (4.11)' de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$i = \frac{h_1 - h_2}{l} \quad (4.11)$$

Eşitlik (4.11)' de i ; Hidrolik eğim, h_1 , h_2 ; Su düzeyi farkı, l ; Zemin örneğinin uzunluğudur.



Şekil 4.7. Darcy yasasının şematik gösterimi (Darcy,1856)

Laboratuvar ortamında kil ve silt gibi ince taneli zeminlerin permeabilite katsayılarını bulmak için düşen seviyeli permeabilite deneyi, kum ve çakıl gibi iri taneli zeminlerin permeabilite katsayılarını bulmak içinse sabit seviyeli permeabilite deneyi yapılır.

4.4. Zeminin Mekanik Özelliklerini Belirleyen Parametreler

4.4.1. Zeminin Taşıma Gücü

Zemin taşıma gücü, temelin göçmeden taşıyabileceği en yüksek taban basıncıdır. Temel taşıma gücü, zeminin birim hacim ağırlığına, kayma mukavemeti ve deformasyon özelliklerine, zeminin arazideki gerilme durumuna, hidrolik şartlara, temelin derinlik, büyüklük, taban şekli ve pürüzlülüğü gibi geometrik özelliklerine, temele uygulanan yük değerlerine ve inşaat metodlarına göre değişiklik göstermektedir (Kumbasar ve Kip, 1999).

Temellerin taşıma gücü hesaplamaları ile ilgili ilk çalışmalar Terzaghi (1943) tarafından geliştirilmiş olup günümüzde hala yaygın olarak kullanılmaktadır.

4.4.1.1. Terzaghi Taşıma Gücü Hesabı

Terzaghi, taşıma gücü hesaplamalarında; temel derinliği D olmak üzere, temel genişliği B 'den daha küçük olması (yüzeysel temel şartı $D \leq B$), temel tabanının, temel ve zemin arasında kayma oluşmayacak şekilde pürüzlü olması, zeminin, homojen yarı sonsuz ve uniform olması, taşıma gücü limit değerlerine ulaştığında zeminde genel kesme kırılması oluşması, zeminde konsolidasyon oturmasına izin verilmemesi, temelin zemine göre rijit sayılması, temele etkiyen yüklerin basınç şeklinde olup, eksantrisite nin olmaması gibi kabuller yapmıştır (Coduto, 2001).

Terzaghi, ilk hesaplamalarını sürekli temeller için kullanmış olup, daha sonra deneysel olarak elde ettiği sonuçları, kare ve dikdörtgen temeller için de geliştirmiştir. Terzaghi taşıma gücü denklemi eşitlik (4.12)'de verilmiştir.

$$q_n = c' * N_c * s_c + \sigma z' * N_q + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * s_\gamma \quad (4.12)$$

Eşitlik (4.12)'de, q_n ; Zeminin nihai taşıma gücü c' ; Temel altındaki zemin efektif kohezyonu $\sigma z'$; Temel derinliğindeki efektif düşey gerilmesi γ' ; Zemin efektif birim hacim ağırlığı B ; Temel genişliği, N_c , N_q ve N_γ ; Terzaghi taşıma gücü faktörleri s_c ve s_γ ; Temel geometri katsayıları'dır (Çizelge 4.4).

Terzaghi taşıma gücü faktörleri olan N_c , N_q ve N_γ , Eşitlik (4.13), Eşitlik (4.14), Eşitlik (4.15) ve Eşitlik (4.16) deki denklemler ile hesaplanmaktadır.

$$N_c = (N_q - 1) * \cot \phi \quad (4.13)$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \quad (4.14)$$

$$a = e^{\left(0,75 \pi \frac{\phi}{2} \right) * \tan \phi} \quad (4.15)$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} * \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \quad (4.16)$$

Eşitlik (4.13), Eşitlik (4.14), Eşitlik (4.15) ve Eşitlik (4.16)'de, ϕ : Zeminin içsel sürtünme açısı, K_{py} : Terzaghi tarafından grafik yöntemler kullanarak elde ettiği bir katsayı olup Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Terzaghi temel geometri katsayıları

Temel Geometrisi	s_c	s_γ
Şerit temel	1,0	1,0
Kare temel	1,3	0,8
Dairesel temel	1,3	0,6

Çizelge 4.5. Terzaghi N_c , N_q , N_γ ve K_{py} katsayıları (Bowles, 1996)

ϕ (derece)	N_c	N_q	N_γ	K_{py}
0	5,7	1,0	0,0	10,8
5	7,3	1,6	0,5	12,2
10	9,6	2,7	1,2	14,7
15	12,9	4,4	2,5	18,6
20	17,7	7,4	5,0	25,0
25	25,1	12,7	9,7	35,0
30	37,2	22,5	19,7	52,0

4.4.1.2. Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı

Meyerhof (1951, 1963)'de Terzaghi hesaplamalarına yakın bir yaklaşımla, temellerin şekil ve derinlik faktörlerini, temele etkiyen yatay yüklerin de etkisinde olduğu durumlar için yük eğim faktörlerini içeren bir yöntem geliştirmiştir. Meyerhof taşıma gücü denklemi eşitlik (4.17)'de verilmiştir.

$$q_u = c * N_c * s_c * d_c * i_c + q' * N_q * s_q * d_q * i_q + 0,5\gamma * B' * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * r_\gamma * i_\gamma \quad (4.17)$$

Eşitlik (4.17)'de; d_c , d_q ve d_γ ; Derinlik faktörleri, s_c , s_q ve s_γ ; Temel şekil faktörleri i_c , i_q ve i_γ ; Yük eğim faktörleri, r_γ ; Azaltma faktörüdür.

Çizelge 4.6'da Meyerhof'un taşıma gücü faktörleri, Çizelge 4.7'de Şekil faktörleri, Çizelge 4.8'de Derinlik faktörleri, Çizelge 4.9'da Eğiklik faktörleri hesaplamasında kullanılan bağıntılar verilmiştir.

Çizelge 4.6. Meyerhof'un taşıma gücü faktörleri

Taşıma Gücü Faktörleri
$N_c = (N_q - 1) * \cot \phi$
$N_q = e^{(\pi * \tan \phi)} * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$
$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1,4 * \phi)$

Çizelge 4.7. Meyerhof'un şekil faktörleri

Şekil Faktörleri
$S_c = 1 + 0,2K_p * \frac{B}{L}$ tüm ϕ 'ler için
$S_q = S_\gamma = 1 + 0,1K_p * \frac{B}{L}$ $\phi > 10^\circ$
$S_q = S_\gamma = 1$ $\phi = 0$

Çizelge 4.8. Meyerhof'un derinlik faktörleri

Derinlik Faktörleri
$d_c = 1 + 0,2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ tüm ϕ 'leri için
$d_q = d_\gamma = 1 + 0,1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ $\phi > 10^\circ$
$d_q = d_\gamma = 1$ $\phi = 0^\circ$

Çizelge 4.9. Meyerhof'un eğiklik faktörleri

Eğiklik Faktörleri		
$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\phi^0}{90^0}\right)^2$	tüm ϕ 'leri için	
$i_\gamma = \left(1 - \frac{\phi^0}{\phi^0}\right)^2$	$\phi > 0^\circ$	
$i_\gamma = 0$	$\theta > 0$	$\phi = 0$

Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de L ;temelin uzun kenarını, D ; temel taban derinliğini, K_p ; pasif toprak basıncı katsayısıdır. Pasif toprak basıncı denklemi eşitlik (4.18)'de verilmiştir.

$$K_p = \tan^2\left(45 \frac{\phi}{2}\right) \quad (4.18)$$

Yapı temelleri genelde ağırlık merkezinden geçecek şekilde düşey yüklerle yüklenir ancak bazen bu mümkün olmayarak temel üzerinde bir moment etkisi oluşur. Bu nedenle temele gelecek eksantirite etkisini de dikkate alarak (Meyerhof, 1951), merkezi yüklü bir temel için ancak temel genişliğinin azaltılması ile oluşan etkili temel genişliği üzerinde taşıma gücü karşılanır. Bu etkili temel genişliği denklemi eşitlik (4.19)'te verilmiştir.

$$B' = B - 2e \quad (4.19)$$

Eşitlik (4.19)'da B' ; Etkili temel genişliği, B ; Temel genişliği, e ; Eksantirite'dir.

$$e = \frac{M_t}{W_T} \quad (4.20)$$

Eşitlik (4.20)'de e ; Eksantirite, M_t ; Toplam moment, W_T ; Yapının toplam ağırlığı'dır.

Bu durumda eksantrik yüklü temelin taşıma gücü hesabı eşitlik (4.21)'deki gibi olacaktır.

$$q' = q_n * B' * L \quad (4.21)$$

Eşitlik (4.21)'de q' ; Eksantrik yüklü temelin taşıma gücü, q_n ; Taşıma gücü, B' ; Etkili temel genişliği, L ; Temel uzunluğu'dur.

4.4.2. Konsolidasyon Oturması

Konsolidasyon oturması, temel vasıtasıyla zemine aktarılan yapı yükleri sebebiyle, artan boşluk suyu basıncının zamana bağlı olarak sönümlenmesi sonucu zeminde oluşan hacim değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Permeabilitesi düşük killi ve siltli kohezyonlu zeminlerde suyun dışarı çıkması uzun zaman alacağından kohezyonlu zeminler için konsolidasyon oturması söz konusudur. Yüksek permeabiliteye sahip kohezyonsuz zeminlerde ise suyun dışarı çıkması kısa sürede gerçekleştiğinden ani oturma ve konsolidasyon oturması ayırt edilemez. Oturmanın gerçekleşmesi boşluk suyunun drenajına bağlıdır. Sabit efektif gerilmeler boşluk suyu basıncında herhangi bir değişikliğe izin vermeyerek zamana bağlı ikincil oturmaya oluşturur (Holtz ve Kovacs, 1981), (Kayabalı, 2002) ve özellikle zeminin aşırı yüklenmeye maruz kalmadığı durumlarda ihmal edilebilir.

4.4.2.1. Konsolidasyon Parametreleri

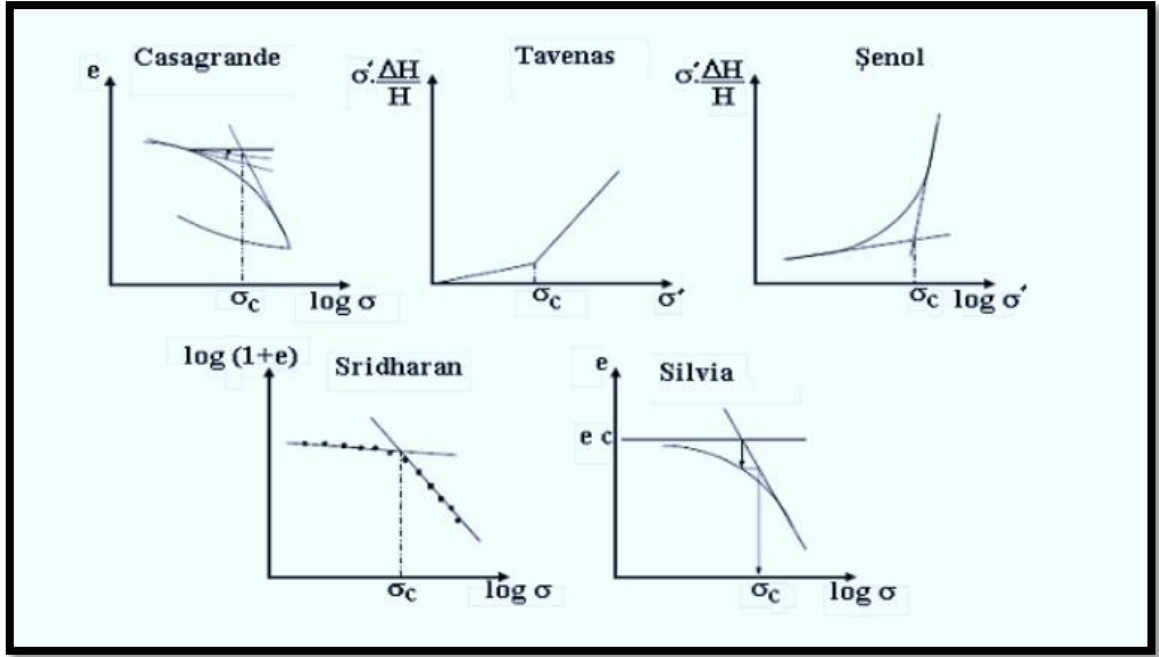
Konsolidasyon oturma hesabının yapılabilmesi için laboratuvar verilerinden elde edilen parametrelere ihtiyaç duyulur.

4.4.2.1.1. Ön Konsolidasyon Basıncı (σ'_c)

Zeminler geçmişinde ve zeminden örnek alındığı zamanda çeşitli gerilmelerin etkisi altında kalırlar, zeminden örnek alma anındaki bu gerilme, örtü basıncı veya efektif jeolojik basınç (σ'_0) olarak tanımlanır. Bu gerilmenin, zeminin geçmişte maruz kaldığı gerilmeden daha büyük olduğu değer de ön konsolidasyon basıncı (σ'_c) dır. Aşırı konsolidasyon derecesi ise zeminin ön konsolidasyon basıncının örtü basıncına oranı şeklinde olup aşırı konsolidasyon oranı AKO (OCR- Over-Consolidation Ratio) olarak adlandırılır.

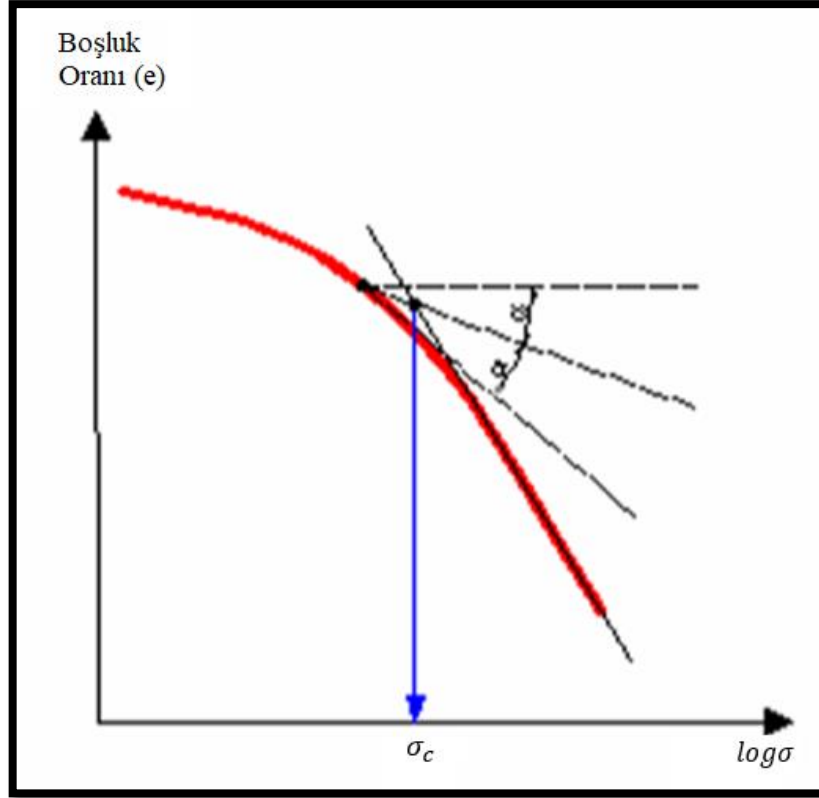
$$AKO = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \quad (4.22)$$

Normal konsolide zeminlerde AKO bire eşit, aşırı konsolide zeminlerde birden büyüktür. Aşırı konsolidasyon oranı (AKO)'nun belirlenmesinde, Casagrande ve ark, 1944, Pacheco ve Silvia 1970, Sridharan ve ark, 1991, Şenol, 1997, Tavenas, 1979 yöntemleri kullanılmaktadır (Şekil 4.8).



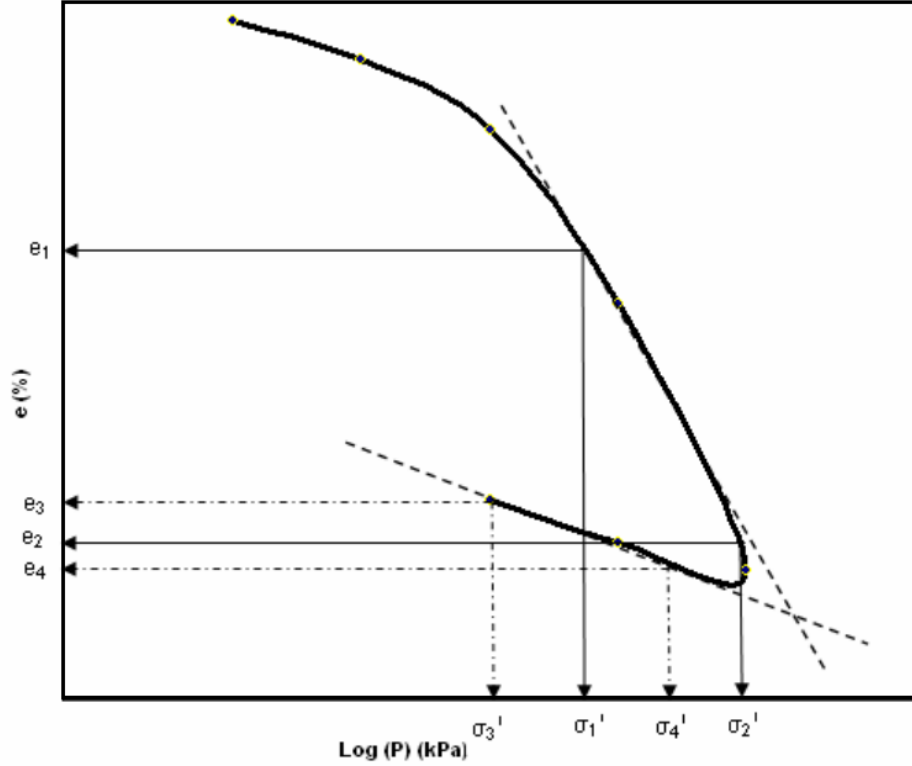
Şekil 4.8. Ön konsolidasyon basıncını belirleme yöntemleri (Casagrande ve ark., 1944, Pacheco Silvia 1970, Sridharan ve ark., 1991, Şenol, 1997, Tavenas., 1979)

Ön konsolidasyon basıncı Casagrande Yönteminin $e-\log \sigma$ grafiği ile bulunabilmektedir. Zemin örneklerine uygulanan konsolidasyon deneyinde, zeminin geçmişte maruz kaldığı gerilme değeri kadar basınç verildiğinde, zeminde az miktarda sıkışma olur ve sonrasında zeminin sıkışma-basınç grafiğinin eğimi hızla artar. Grafikteki eğriselliğin en büyük değerde olduğu nokta belirlenir ve bu noktaya yatayda bir doğru ve noktanın teğeti çizilir. Bu iki doğrunun açkırtayı çizilerek, eğrinin doğrusal olan kısmı uzatılarak açkırtayı kestiği noktanın apsisi zemine ait ön konsolidasyon basıncına eşittir. Ön konsolidasyon basıncının bulunması Şekil 4.9' da verilmiştir.



Şekil 4.9. A.Ön konsolidasyon basıncının belirlenmesi

Konsolidasyon oturması, zeminin başlangıç durumunu gösteren boşluk oranı ile ilişkilidir (Nishida 1956; Hough 1957; Sowers 1970). $e - \log \sigma$ grafiği ile aynı zamanda sıkışma indisi (C_c) ve şişme/kabarma indisi (C_s) değerleri bulunabilmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. .Konsolidasyon deneyleri sonucu elde edilen tipik boşluk oranı- basınç (e-σ) grafiği

4.4.2.1.2. Sıkışma İndisi (C_c) ve Şişme/Kabarma İndisi (C_s) Değerlerinin Bulunması

Sıkışma indisi, konsolidasyon deneyine ait e - $\log \sigma$ grafiğinin eğimi olup boyutsuzdur. Bu değer eşitlik (4.23)'deki bağıntı gibi hesaplanmaktadır.

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log(\sigma'_2 - \sigma'_1)} \quad (4.23)$$

Eşitlik (4.23)'de C_c ; Sıkışma indisi, e_1 ; yükleme kademesi başı boşluk oranı, e_2 ; yükleme kademesi sonu boşluk oranı, σ'_1 ; yükleme kademesi başı efektif gerilme, σ'_2 ; yükleme kademesi sonu efektif gerilmedir.

Şişme/kabarma indisi, zemine verilen yükün boşaltılması sırasında elde edilen e - $\log \sigma$ grafiğinin eğimi olup, eşitlik 4.24'deki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$C_s = \frac{e_3 - e_4}{\log(\sigma'_4 - \sigma'_3)} \quad (4.24)$$

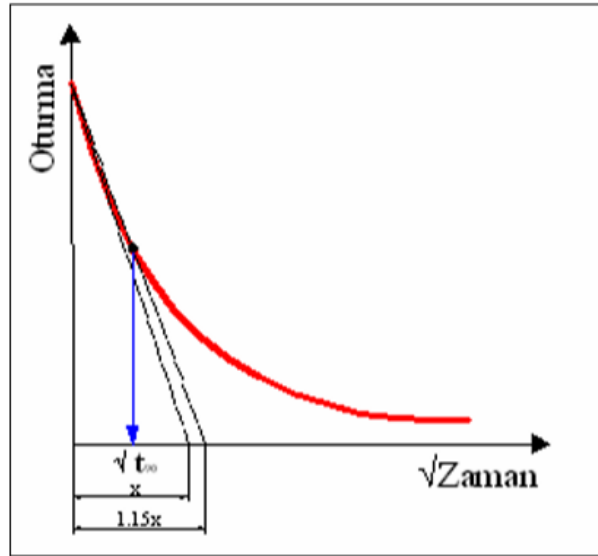
Eşitlik (4.24)'te C_s ; Şişme/kabarma indisi, e_3 ; boşaltma kademesi başı boşluk oranı, e_4 ; Boşaltma kademesi sonu boşluk oranı, σ'_4 ; Boşaltma kademesi başı efektif gerilme, σ'_3 ; Boşaltma kademesi sonu efektif gerilmedir.

4.4.2.1.3. Konsolidasyon Katsayısı (C_v)

Boşluk suyunun zeminden uzaklaşması, zeminin permeabilitesiyle ilgilidir. Konsolidasyon katsayısı, permeabilite ile sıkışma davranışını belirleyen ve konsolidasyon sürecini ortaya koyan bir katsayıdır (Holtz ve Kovacs, 1981).

Konsolidasyon katsayısı belirlenmesinde Taylor (1948) tarafından geliştirilen karekök zaman yöntemine göre, başlangıç kısmı doğrusal olan oturma eğrisinin düşey eksenindeki oturma değerleri ile yatay ekseninde bu oturmaların gerçekleşmesi için geçen zamanın karekök cinsinden değeri kullanılır.

Karekök zaman yönteminde, başlangıç kısmı doğrusal olan konsolidasyon eğrisinin apsisinden 1,15 kat daha büyük olan ikinci doğrusal apsis, konsolidasyonun % 90'lık kısmının tamamlandığı sürenin (t_{90}) karekökünü verir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Karekök zaman yöntemi (Taylor 1948)

$$C_v = \frac{0.848H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (4.25)$$

Eşitlik (4.25)'de, C_v ; Konsolidasyon katsayısı, H_{dr} ; Drenaj boyudur (Kil tabakasının üst ve alt sınırının geçirgen olması durumunda $H_{dr} = H_{dr} / 2$ olarak alınır), t_{90} ; Konsolidasyonun %90'ının tamamlanmasına karşılık gelen zaman faktörüdür.

4.4.2.2. Konsolidasyon Oturması Hesabı

Konsolidasyon oturması hesabında normal killer ve konsolide olmuş killer için farklı bağıntılar kullanılmaktadır. Zemin cinsi ve temel tiplerine göre izin verilebilir oturma miktarları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Normal konsolide killerde oturma miktarının hesaplanması (Das, 2008)' göre eşitlik (4.26)'deki bağıntı kullanılır.

$$S_c = H \frac{c_c}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} \quad (4.26)$$

Aşırı konsolide killerde oturma miktarının hesaplanması (Das, 2008)' göre eşitlik (4.27)'daki bağıntı kullanılır.

$$S_c = H \frac{c_s}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} \quad (\sigma'_0 + \Delta\sigma') < \sigma'_c \quad (4.27)$$

$$S_c = H \frac{c_s}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \right) + \frac{c_c H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right) \quad (\sigma'_0 + \Delta\sigma') > \sigma'_c \quad (4.28)$$

Eşitlik (4.26), Eşitlik (4.27) ve Eşitlik (4.28)'de, S_c ; Konsolidasyon oturması, σ'_0 ; Konsolidasyon basıncı, σ'_c ; Ön konsolidasyon basıncıdır.

Çizelge 4.10 İzin verilebilir oturma miktarları (Uzuner,1995)

	Zemin Cinsi	Tekil-Şerit Temeller	Radye Temeller
Dönme	Hepsi	1/300	1/300
Maks.Farklı Oturma	Kil	4 cm	4 cm
Maks.Farklı Oturma	Kum	2,5 cm	2,5 cm
Maks.Mutlak Oturma	Kil	6,5 cm	6,5-10 cm
Maks.Mutlak Oturma	Kum	4 cm	4-6,5 cm

5. TARTIŞMA VE BULGULAR

Bu çalışma kapsamında; Batman ili kent merkezi Tilmerç Mahallesi'nde bulunan Babil ve Serhat apartmanları ve çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi çevresindeki alan ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde yer alan sınırlı alanlardaki mevcut zeminin yatay- düşey yöndeki değişimini ve zeminin mühendislik özelliklerini tespiti yönelik sondaj kuyusunun açılması, numunenin alınması, laboratuvar deneylerinin yapılması, jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi tartışılmıştır.

İnceleme alanında jeoteknik çalışmalar kapsamında, araştırma çukurları ve temel sondaj kuyuları açılmıştır. Araştırma çukurları CAT 3290 marka paletli ekskavatörle açılarak zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı su seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler yapılarak, alınan örselenmiş numuneler üzerinde laboratuvarda zemin sınıflandırma deneyleri, sondajlardan ise hidrolik tipi rotary sondaj makinesi ile; 2 mm-76 mm' lik tij ve karotiyer kullanılarak numuneler alınmıştır. Sondaj kuyularının açılması sırasında zemin tabakalarının alt ve üst derinlikleri, numune alınan seviyeler, yeraltı su seviyesi ve diğer tüm gözlemler ile değerlendirmeler yapılarak, sondaj kuyularından alınan SPT (örselenmiş) ve UD (örselenmemiş) numuneler üzerinde laboratuvarda zemin sınıflandırma deneyleri, geçirimsizlik deneyleri, üç eksenli basınç deneyleri yapılarak ortam modellemesi-yeraltı suyu ilişkisi-jeomekanik davranış bütünlüğü içinde tartışılmış ve sondaj-arazi çalışmalarına dayalı gözlem ve tespitler sonucu alanın yeraltı jeolojisi ile hidrojeolojik özelliklerinin ilişkisi belirlenip, jeomekanik davranış ve tektonik değerlendirme yapılmıştır.

İnceleme alanının sınırları içinde yeraltı jeolojisi, hidrojeoloji, jeomekanik davranışa ait saha çalışmaları yapılarak jeolojik ortam modellemesi oluşturulmuştur. Ortam modellemesi ile yeraltı suyu ilişkisi belirlenerek Babil apartmanının yıkılma sebebi değerlendirilerek yorumlanmıştır.

5.1. İnceleme Alanındaki Arazi Çalışmaları

İnceleme alanında zeminin mühendislik jeolojisi yönünden özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Babil Apartmanı ve çevresinde 2 adet (AÇ-1 ve AÇ-2), Serhat Apartmanı ve çevresinde 1 adet (AÇ-3), Dünya Hastanesi çevresinde 1 adet (AÇ-4) ve Yaşar Kemal Kent Parkında 1 adet (AÇ-5) olmak üzere 5 farklı lokasyonda araştırma

çukurları (AÇ), yine zeminin yatay ve düşey yöndeki litolojik özelliklerini, yeraltı suyu durumunu, sıklık derecesini, mukavemet (dayanım) özelliklerini tespit etmek amacıyla, Babil Apartmanı ve çevresinde 3 adet (L-1, L-2, L-3), Serhat Apartmanı ve çevresinde 3 adet (SK-1, SK-2, SK-3), Dünya Hastanesi çevresinde 1 adet (GZ-1) ve Yaşar Kemal Parkında 1 adet (GZ-2) olmak üzere toplam 8 lokasyonda toplamda (6x25+1x22+1x18 metre) 190 metre derinliğinde temel sondaj kuyuları açılmıştır. İnceleme alanında yapılan araştırma çukurları ve temel sondaj lokasyon yerleri Şekil 5.1’de, açılan temel sondaj kuyularının ve araştırma çukurlarının lokasyon koordinatları Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.1. İnceleme alanında açılan araştırma çukurları ve temel sondaj kuyularının lokasyonları

Çizelge 5.1. İnceleme alanında açılmış olan sondaj kuyularının koordinatları (UTM 3’-ED50)

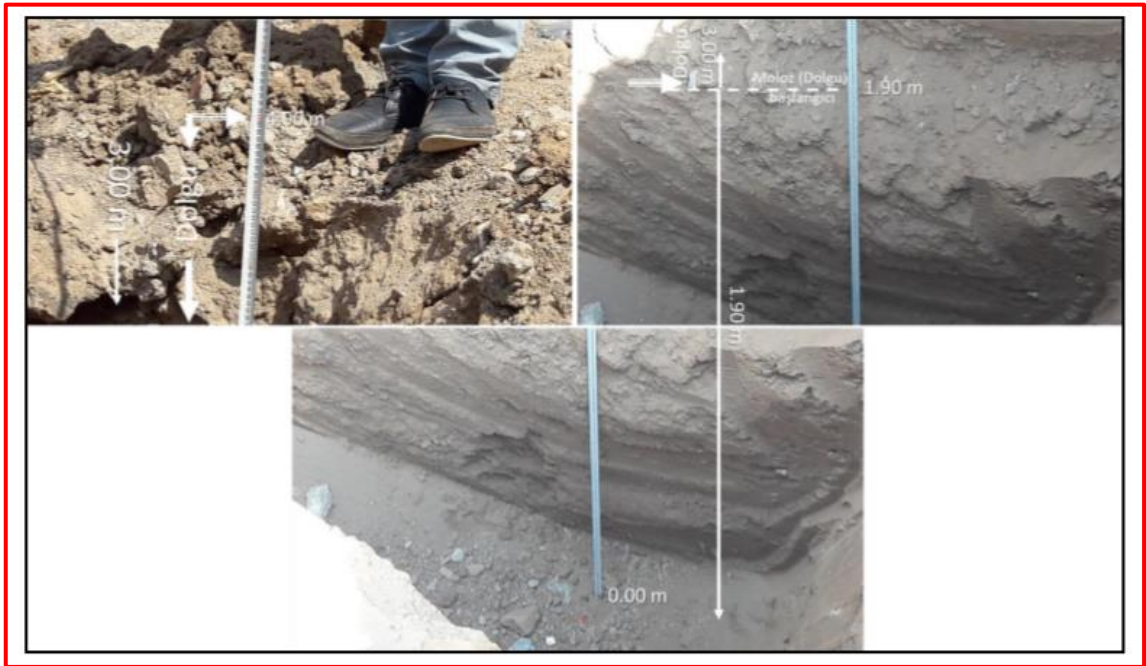
Sondaj Kuyusu Adı	X	Y	Z
SK1	4197081,657	424582,0945	625,8449707
SK2	4197121,036	424583,9375	630,3120117
SK3	4197093,731	424577,9345	626,8579712
L1	4196967,011	424763,4433	623,8359985
L2	4197003,405	424746,7492	624,6810303
L3	4196980,981	424732,7752	623,2700195
GZ1	4197132,505	424847,9907	634,1110229
GZ2	4197448,705	424599,2847	628,5640259

Çizelge 5.2. İnceleme alanında açılmış olan araştırma çukurlarının koordinatları (UTM 3'-ED50)

Araştırma Çukuru Adı	X	Y	Z
AÇ-1	424763,443	4196967,011	623,830
AÇ-2	4196986,096	424735,057	623,710
AÇ-3	4197080,884	424582,374	624,476
AÇ-4	4197132,081	424848,555	634,110
AÇ-5	4197502,290	424908,912	645,805

5.2. Babil Apartmanı Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri

Babil Apartmanındaki jeoteknik çalışmalar kapsamında 1 adet araştırma çukuru (AÇ-1), ve 1 adet temel sondaj kuyusu (L-1) açılmıştır (Şekil 5.3). Açılmış olan araştırma çukurunda zemin yüzeyinden üç metre derinliğe kadar dolgu ile kaplı olup, üç metre derinlikten sonra Şelmo formasyonuna ait siltli katı kil birim bulunmaktadır (Şekil 5.2).

**Şekil 5.2.** Babil apartmanında 16.09.2017 tarihinde açılan araştırma çukuruna ait fotoğraflar

L-1 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-6,50 metre arasında örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 6,50-18,00 metre kahve renkli, yer yer karbonat konkresyonlu, düşük-orta plastisiteli az kumlu, siltli, katı kil 8,00-10,00 metre arası ince kum bandı

geçilmiştir. Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te L-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar görülmektedir.



Şekil 5.3. Babil apartmanı L-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar



Şekil 5.4. Babil apartmanı L-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar

Babil Apartmanında açılmış olan araştırma çukurlarında zemin yüzeyinden, 3,00 metre ve 5,00 metreden, L-1 numaralı sondaj kuyusundan ise 2,00-2,35 metre, 4,00-

4,35 metre ve 6,00-6,35 metrelerden örnek numuneler alınmıştır. Şekil 5.5’de Babil Apartmanında açılan araştırma çukurundan örnek alımı çalışmaları görülmektedir. Şekil 5.6 ‘da Babil Apartmanında açılan L-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler üzerinde yapılan zemin sınıflama deneyine göre; zemin sınıfının CL (Düşük-orta plastisiteli inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, yağlı kil) olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.3).



Şekil 5.5. Babil Apartmanında araştırma çukuru açılması sırasındaki örnek alımı çalışmaları



Şekil 5.6. Babil Apartmanında açılan L-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler

Araştırma çukuru-1 (AÇ-1) ve L-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları kapsamında, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla doğal birim hacim ağırlığı, kuru birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri deneyleri yapılmıştır (Çizelge 5.3). Çizelge 5.3’de görüldüğü üzere, dolgu birimde su içeriği % 27,9, Şelmo formasyonu biriminde ise % 20,6 dır. Bulunan değerlere göre dolgu birimin su içeriği (% 27,9) Şelmo formasyonu birimine (% 20,6) göre daha fazladır. Dolgu birimde W_L (Likit Limit) aralığı % 39,7 ile % 41,2 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 32,6 ile % 42,6 arasında, W_p (Plastik limit) dolgu birimde % 21,4 ile % 24,7 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 20,7 ile % 23,3, dolgu birimde I_p (Plastisite İndisi) % 15 ile % 19,3 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 11,9 ile % 19,9 olarak hesaplanmıştır. Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuç bilgileri EK 2’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 5.3. Babil Apartmanının zemin sınıflandırma deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj (S) / Araştırma Çukuru (AÇ)	Zemin Sınıfı (USCS)	Su İçeriği W(%)	Dane Çapı Dağılımı				Atterberg Limitleri	
				% Çakıl	% Kum	% Silt	% Kil	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
Dolgu									
Yüzey	AÇ	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	---	1,4	35,5	43,3	19,8	41,2	23,3

2,00-2,35	S	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	27,9	0	28,9	45,9	25,2	40,7	21,4
3,00	AÇ	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	---	0,4	34,7	43,8	21,0	39,7	24,7
Şelmo formasyonu									
4,00-4,35	S	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	20,6	2,4	27,4	43,9	26,3	42,6	22,7
4,90	AÇ	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	---	0,2	37,7	50,0	12,1	39,3	23,3
6,00-6,35	S	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	---	3,7	45,7	28,7	21,9	32,6	20,7

Babil apartmanında açılan L1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örneklerde 2,00-2,35 metrede kuru birim hacim ağırlığı $15,6 \text{ kN/m}^3$ ve 4,00-4,35 metrede kuru birim hacim ağırlığı $16,1 \text{ kN/m}^3$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Babil apartmanı L1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örneklerin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlikle değişimi

Derinlik (m)	Sondaj İsmi	Kuru birim hacim ağırlık $\gamma_k (\text{kN/m}^3)$
2,00-2,35	L-1	15,6
4,00-4,35		16,1

Babil apartmanında açılan L1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş (UD) örnekler üzerinde, zeminin kayma mukavemeti parametrelerini belirlemek için, üç eksenli konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) ve üç eksenli konsolidasyonlu-drenajsız (CU) basınç deneyleri yapılmıştır. Konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) deneyleri L-1 numaralı sondaj kuyusu örneklerinin; 2,00-2,35 metresinden ve 4,00-4,35 metresinden (Çizelge 5.5), üç eksenli konsolidasyonlu-drenajsız (CU) deneyleri ise L-1 numaralı sondaj kuyusu örneklerinin; 4,00-4,35 metresinden ve 6,00-6,35 metresinden alınan örnekler üzerinde yapılmıştır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.5. Babil Apartmanı zemininin kayma mukavemeti parametreleri UU deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj adı	Zemin Sınıfı (USCS)	$\gamma_k (\text{kN/m}^3)$	Su İçeriği W (%)	S (%)	Hücre Basıncı (kPa)	$c_u (\text{kPa})$
2,00-2,35	L-1	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	15,6	27,9	100	50	29
4,00-4,35		CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	16,1	20,6	86,1	100	63,4

Çizelge 5.6. Babil Apartmanı zemininin kayma mukavemeti parametreleri CU deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj İsmi	Zemin Sınıfı (USCS)	γ_k (kN/m ³)	Su İçeriği W (%)	Hücre Basıncı (kPa)	Toplam Gerilmelere Göre Mukavemet Parametreleri		Etketif Gerilmelere Göre Mukavemet Parametreleri	
						c (kPa)	ϕ (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)
4,00-4,35	L-1	CL, Düşük Plastisiteli, Kumlu KİL	16,0	24,4	80	5,4	16,1	10,2	23,8
			16,6	22,0	160				
6,00-6,35		CL, Düşük Plastisiteli, Kumlu KİL	17,3	20,8	120	8,2	12,7	9,4	25,0
			16,6	25,2	240				

5.2.1. Babil Apartmanı Taşıma Gücü Hesabı

İnceleme alanında bulunan Babil Apartmanı 15,6 m x 26,9 m temel alana sahip, temel derinliği üç metre, zemin kotu altında üç bodrum kat, zemin kat, asma kat ve yedi normal kat olmak üzere toplam 13 kat şeklinde inşa edilmiştir. Babil Apartmanı temelinin oturduğu ortamın, mekanik özelliklerini tespit etmek amacı ile L-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile Meyerhof yöntemi kullanılarak, konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) durumuna göre mukavemet parametreleri ile taşıma gücü hesabı yapılarak, gerekli ortam parametreleri Çizelge 5.7’de, Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) durumuna göre yapılarak gerekli ortam parametreleri

Birim Hacim Ağırlık, γ_n (kN/m ³)	İçsel Sürtünme Açısı, $\phi_{üç\ eksenli}'$ (derece)	Drenajsız Kayma Mukavemeti, c_u (kPa)
16	0	63,4

Çizelge 5.8. Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri

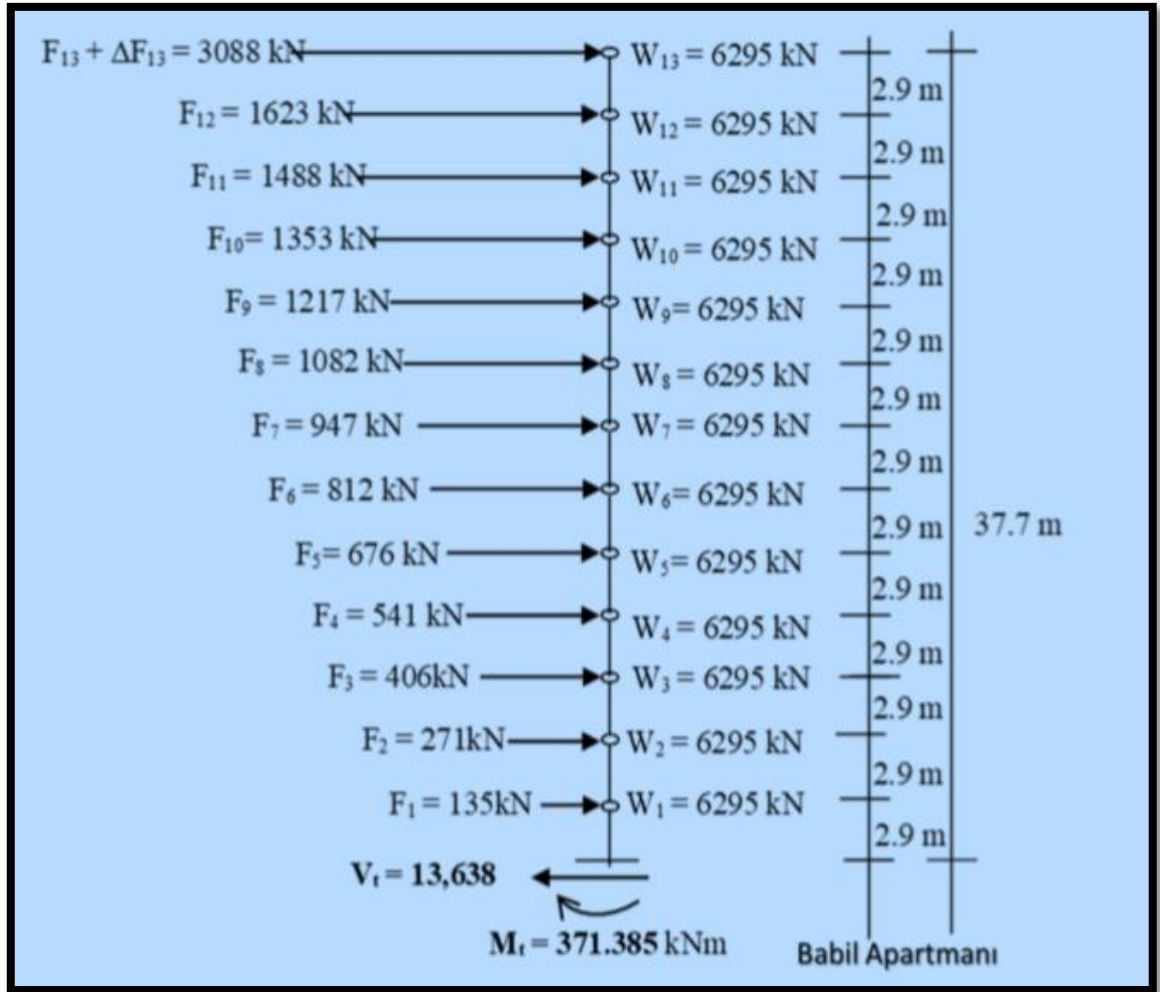
Taşıma Gücü Faktörleri		Şekil Faktörleri		Derinlik Faktörleri		Eğiklik Faktörleri	
N_c	5,14	S_c	1,048	d_c	1,092	i_c	0,801
N_q	1,00	S_q	1,024	d_q	1,000	i_q	0,801
N_γ	0	S_γ	1,024	d_γ	1,000	i_γ	0

Betonarme yapı inşaat ağırlığı 15 kPa/kat kabul edilerek binanın toplam ağırlığı;

$$W_T = 13 * (15,6 * 26,9) * 15 = 81.829 \text{ kN}$$

olarak hesaplanmıştır.

Babil Apartmanında katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri ve bu yüklerden meydana gelen moment, “Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007” esasları gereğince V_t , Taban kesme kuvveti, W_i ; Kat ağırlığı, F ; Eşdeğer deprem yükü, ΔF_N ; Binanın N’inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, 2,9; Kat yüksekliği, 37,7; Binanın toplam yüksekliği olmak üzere, Toplam moment M_t ; 371,385 $kN.m$ olarak hesaplanmıştır (İTÜ-Nova Teknoloji A.Ş., 2018, Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Babil Apartmanı katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, taban kesme kuvveti ve taban momenti (İTÜ-Nova Teknoloji A.Ş., 2018)

Babil Apartmanı için yapılan hesaplamalara göre;

Maksimum Taşıma Gücü $q_{ult} = 323,5 \text{ kPa}$

Maksimum Taşıma Yüğü $V_{ult} = B' * L * q_{ult} = 56,738 \text{ kN}$,

Güvenlik Katsayısı $V_{ult}/W_T = 0,7$ olarak bulunmuştur, bu değer Güvenlik Katsayısı (GS) olan üçten küçüktür.

Babil Apartmanı temelinin oturduğu ortamın, mekanik özelliklerini tespit etmek amacı ile L-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile Meyerhof yöntemi kullanılarak, konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre mukavemet parametreleri ile taşıma gücü hesabı yapılarak, gerekli ortam parametreleri Çizelge 5.9'da, Meyerhof'a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre yapılarak gerekli ortam parametreleri

Birim Hacim Ağırlık, γ_n (kN/m ³)	İçsel Sürtünme Açısı, $\phi_{üç \text{ eksenli}}$ (derece)	Drenajsız Kayma Mukavemeti, C_u (kPa)
16	23,8	10,2

Çizelge 5.10. Meyerhof'a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri

Taşıma Gücü Faktörleri		Şekil Faktörleri		Derinlik Faktörleri		Eğiklik Faktörleri	
N_c	19,06	S_c	1,114	d_c	1,141	i_c	0,801
N_q	9,41	S_q	1,057	d_q	1,071	i_q	0,801
N_γ	5,53	S_γ	1,057	d_γ	1,071	i_γ	0,363

Babil Apartmanı için yapılan hesaplamalara göre;

Maksimum Taşıma Gücü $q_{ult} = 662,4 \text{ kPa}$

Maksimum Taşıma Yüğü $V_{ult} = B' * L * q_{ult} = 116,177 \text{ kN}$

Güvenlik Katsayısı $V_{ult}/W_T = 1,4$ olarak bulunmuştur, bu değer Güvenlik Katsayısı (GS) olan üçten küçüktür.

5.2.2. Babil Apartmanı Konsolidasyon Hesabı

Babil apartmanı temelin oturduğu ortamının konsolidasyon özelliklerini tespit etmek amacı ile toplam üç adet örselenmemiş numune almak için yapılan sondajdan (L-1) elde edilen numuneler üzerinde 3 adet kademeli yüklemeli konsolidasyon deneyi yapılmıştır (Çizelge 5.11).

Babil Apartmanı zemininde konsolidasyon deneyi, L-1 numaralı sondaj kuyusunun; 2,00-2,35 metresi, 4,00-4,35 metresi ve 6,00-6,35 metresinde alınan örnekler üzerinde yapılmıştır (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11. Babil Apartmanı Konsolidasyon Deneyi Sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj	W (%)	γ_k (kN/m ³)	γ_n (kN/m ³)	e_o	C_c	C_s	σ'_o (kPa)	σ'_c (kPa)	OCR
2.00-2.35	L-1	26.8	13.6	17.2	0.95	0.279	0.047	34.4	50	1.5
4.00-4.35		21.4	16.1	19.5	0.65	0.213	0.039	73.4	100	1.4
6.00-6.35		30.4	15.2	19.8	0.74	0.228	0.048	113	100	0.9

Bu deney sonuçları neticesinde 7,5 m'lik bir zemin profilinde (Temel derinliği 3,00 metre ve temel altı ile kil taşı arasındaki düşük plastisiteli kumlu kil kalınlığı H = 4,50 m alınarak) Babil Apartmanı inşası neticesinde meydana gelecek konsolidasyon oturmaları temel tabanı altındaki kil tabakasının orta noktası temsili nokta olarak alınarak;

$$\sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_c(16 * 5.25) + (13 * 15) = 235 \text{ kPa} > 100 \text{ kPa}$$

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c}$$

$$S_c = \frac{0.039 * 4.5}{1 + 0.65} \log \frac{100}{84} + \frac{0.213 * 4.5}{1 + 0.65} \log \frac{279}{100} = 0.266 = 27 \text{ cm}$$

bulunmuştur.

Bu toplam konsolidasyon oturmasının meydana geleceği zamanı hesaplamak için kademeli yüklemeli konsolidasyon deneyi (L-1; 4,00-4,35m) 200 kPa yükleme

aşamasından logaritma zaman metodu kullanılarak elde edilen konsolidasyon katsayısı $C_v = 5.9 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s} = 1.86 \text{ m}^2/\text{yıl}$ olarak hesaplanmış ve oturmaların %90'ının tamamlanması için geçen süre;

$$t = \frac{0.848 \times H_{dr}^2}{c_v} = \frac{0.848 \times 5^2}{1.86} = 9,2 \text{ yıl} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

5.2.3. Babil Apartmanı Taşıma Gücü ve Konsolidasyon Analizi

Yapılan kısa vade ve uzun vadeli taşıma gücü analizlerine göre Babil Apartmanı taşıma gücü izin verilen güvenlik sayısının altındadır. Ayrıca, yapının inşaatı olan 27.12.2006 tarihinden günümüze kadar geçen sürenin konsolidasyon oturmasının % 90'ının tamamlanması için hesaplanan süreden çok daha uzun olması sebebiyle tahmin edilen konsolidasyon oturmalarını büyük çoğunluğunun gerçekleştiği kabul edilmektedir. Tahmin edilen konsolidasyon oturmaları bu tür yapılar için izin verilebilir maksimum oturma miktarı 10 cm'in çok üzerinde 27 cm olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile yapı temeli hem taşıma gücü hem de oturma kriterlerini sağlamamaktadır. Babil Apartmanında taşıma gücü ve oturma kriterlerinin sağlanmadığını gösteren fotoğraflar Şekil 5.8, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.8. Babil apartmanında gözlenen taşıma gücü ve oturma deformasyonları



Şekil 5.9. Babil apartmanında gözlenen taşıma gücü ve oturma deformasyonları



Şekil 5.10. Babil apartmanında gözlenen taşıma gücü ve oturma deformasyonları

5.3. Serhat Apartmanı ve Çevresindeki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri

Serhat Apartmanı ve çevresinde jeoteknik çalışmalar kapsamında bir adet araştırma çukuru (AÇ-3), ve üç adet temel sondaj kuyusu (SK-1, SK-2 ve SK-3) açılmıştır (Şekil 5.11). Serhat Apartmanı ve çevresinde açılan 1,50 metre derinliğindeki araştırma çukurunda dolguya rastlanılmamış olup Şelmo formasyonu kesilmiştir. Zemin yüzeyinden 1,50 metre derinde Şelmo formasyonunun kıltaşı seviyesi görülmüş olup, daha derine inilememiştir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Serhat apartmanı önünde 24.02.2018 tarihinde açılan araştırma çukuruna ait fotoğraf

SK-1 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-1,00 metre arası dolgu, 1,00-6,50 metre arasından ise örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 6,50-25,00 metre kahve renkli, yer yer karbonat konkresyonlu, düşük-orta plastisiteli az kumlu, siltli, katı kil, SK-2 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-1,50 metre arası dolgu, 1,50-10,00 metre arası kahve renkli, düşük orta plastisiteli, az çakıllı, (çakıllar yuvarlak, değişik kökenli) az kumlu, yer yer karbonat konkresyonlu siltli, katı kil, 10,00-25,00 metre arası kahve renkli, karbonat konkresyonlu, düşük-orta plastisiteli, pekişmiş katı kil, SK-3 numaralı sondaj

kuyusunda; 0,00-1,00 metre arası dolgu, 1,00-4,50 metre arasında örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 4,50- 25,00 metre arası kahve renkli, yer yer karbonat konkresyonlu, düşük-orta plastisiteli az kumlu, siltli, katı kil geçilmiştir. Şekil 5.12 ve Şekil 5.13’de Serhat apartmanı ve çevresinde yapılmış olan sondaj çalışmaları görülmektedir.



Şekil 5.12. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları



Şekil 5.13. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmaları

SK-2 numaralı sondaj kuyusunun açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik niteliklerini, zemin profilinin (tabakaların kalınlıklarını), cinslerini, mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla standart penetrasyon testi (SPT-N) yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan SK-2 sondajında elde edilen SPT-N değerleri Çizelge 5.12 'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. SK-2 numaralı sondaj kuyusunun SPT-N darbe sayıları

Sondaj Adı	Derinlik	0-15cm	15-30cm	30-45cm	N	N ₆₀
SK-2	1,50-1,95	44	50/4	-	R	R
SK-2	3,00-3,45	6	11	14	25	17
SK-2	4,50-4,95	33	50/13	-	R	R
SK-2	6,00-6,45	11	31	45	60	R
SK-2	7,50-7,95	50/12	-	-	R	R
SK-2	9,00-9,45	50/5	-	-	R	R

SPT deneylerinde N darbe sayıları $25 < N < R$ aralığında kalmış ve bu değerlere göre zeminin çok katı-sert zemin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13. Kohezyonlu Zeminlerde darbe sayısı ile kıvam ve serbest basınç direnci arasındaki bağıntı.(Terzaghi ve Peck,1948)

Darbe Sayısı (N)	Kıvam	Serbest Basınç Direnci q_a (kg/cm ²)
<2	Çok yumuşak	0,25
2-4	Yumuşak	0,25-0,50
4-8	Orta	0,50-1,00
8-15	Katı (Sıkı)	1,02-2,00
15-30	Çok katı (Çok Sıkı)	2,00-4,00
>30	Sert	4,00

Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı sondajlardan sadece SK-2 numaralı sondaj kuyusundan, 1,50 metreden, 3,00 metreden, 4,50 metreden, 6,00 metreden, 7,50 metreden, 9,00 metreden ve 15,00 metreden örnekler alınmıştır. Şekil 5.14'de Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-2 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler üzerinde yapılan zemin sınıflama deneyine

göre; zemin sınıfı 6,00-7,50 metre arası inorganik silt ve çok ince siltli kum, kaya unu, siltli veya killi ince kum veya çok az plastisiteli killi silt (ML) olup diğer derinliklerde ise yüksek plastisiteli, inorganik kil, yağlı kil (CH)' dir (Çizelge 5.14).



Şekil 5.14. Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-1, SK- ve SK-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler

Araştırma çukuru-3 (AÇ-3) ve SK-2 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları kapsamında, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla doğal birim hacim ağırlığı, kuru birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, su içeriği, elek analizi, Atterberg limitleri deneyleri yapılmıştır (Çizelge 5.14). Çizelge 5.14’de görüldüğü üzere, dolgu birimde su içeriği % 16,2 ile % 23,1 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 37 ile % 61,5 arasında, W_p (Plastik limit) % 23,2 ile % 29 arasında, I_p (Plastisite İndisi) % 8 ile % 32,6 arasında hesaplanmıştır.

Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuç bilgileri EK 2’de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 5.14. Serhat Apartmanı ve çevresindeki zemin sınıflandırma deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	Su İçeriği W(%)	Dane Çapı Dağılımı				Atterberg Limitleri	
				% Çakıl	% Kum	% Silt	% Kil	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
1,50	SK-2	CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	18,7	1,6	34,2	38,0	26,2	61,5	28,9
3,00		CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	18,1	1,8	35,7	33,1	29,4	50,8	24,3
4,50		CH, yüksek plastisiteli, kil	16,2	0	9,2	64,7	26,1	52,4	28,3
6,00		ML, düşük plastisiteli, silt	23,1	0	3,2	58,5	38,3	49,2	28,0
7,50		CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	21,8	2,0	22,9	50,4	24,7	37	29
9,00		CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	21,6	0	23,0	51,7	25,3	44	27
15,00		CH, yüksek plastisiteli, kil	16,2	0	3,8	63,0	33,2	53,6	23,2

Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularından sadece SK-1 ve SK-3 numaralı sondajlardan alınan örneklerde kuru birim hacim ağırlığı hesaplanmıştır. SK-1 numaralı sondajda 2,00-2,40 metrede, 17,6 kN/m³, 4,00-4,40 metrede 16,8 kN/m³ ve 14,00-14,40 metrede 16,8 kN/m³ ve SK-3 numaralı sondajda 2,00-2,40 metrede, 16,1 kN/m³ ve 14,00-14,40 metrede 15,2 kN/m³ olarak bulunmuştur (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15. Serhat apartmanı SK-1 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örneklerin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlikle değişimi

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Kuru birim hacim ağırlık γ_k (kN/m ³)
2,00-2,40	SK-1	17,6
4,00-4,40		16,8
14,00-14,40		16,8
2,00-2,40	SK-3	16,1
14,0-14,40		15,2

Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularından sadece SK-1 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örneklerde özgül ağırlık değerleri hesaplanmıştır. SK-1 numaralı sondaj kuyusunun; 2,00-2,40 metresinde 2,63gr/cm³, 4,00-4,40 metresinde 2,64 gr/cm³ ve 14,00-14,40 metresinde 2,65 gr/cm³ ve SK-3 numaralı sondaj kuyusunun; 2,00-2,40 metresinde 2,64 gr/cm³ ve 14,00-14,40 metresinde 2,63gr/cm³ olarak hesaplanmıştır. Özgül ağırlık değerleri SK-1 numaralı sondaj kuyusu ve SK-3 numaralı sondaj kuyusu için ortalama 2,64 gr/cm³ tür. Bu derinliklerde belirlenen özgül ağırlık değerleri Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Şelmo formasyonu birimlerinin özgül ağırlık değerlerinin sondajlarda derinlikle değişimi

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Özgül ağırlık G (gr/cm ³)
2,00-2,40	SK-1	17,6
4,00-4,40		16,8
14,00-14,40		16,8
2,00-2,40	SK-3	16,1
14,0-14,40		15,2

Serhat Apartmanı ve çevresindeki zeminin kayma mukavemeti parametrelerini tespit etmek amacıyla SK-1 ve SK-2 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde üç eksenli konsolidasyonsuz–drenajsız (UU) ve üç eksenli konsolidasyonlu–drenajsız (CU) deneyleri yapılmıştır.

Konsolidasyonsuz–drenajsız (UU) deneyleri SK-1 numaralı sondaj kuyusunun 2,00-2,40 metresinden, 4,00-4,40 metresinden ve 14,00-14,40 metresinden alınan örnekleri üzerinde ve SK-2 numaralı sondaj kuyusunun 2,00-2,40 metresinden ve 14,00-14,40 metresinden alınan örnekleri üzerinde, konsolidasyonlu–drenajsız (CU) deneyleri ise sadece SK-1 numaralı sondaj kuyusunun 4,00-4,35 metresinden alınan örnekleri üzerinde yapılmıştır. Konsolidasyonsuz–drenajsız (UU) deneyi sonuçları Çizelge 5.17’de ve konsolidasyonlu–drenajsız (CU) deneyi sonuçları Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.17 Serhat Apartmanı zemininin kayma mukavemeti parametreleri UU deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	γ_k (kN/m ³)	Su İçeriği W (%)	S (%)	Hücre Basıncı (kPa)	c_u (kPa)
2,00-2,40	SK-1	CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	17,6	18,0	97,1	50	293
4,00-4,40		CH, yüksek plastisiteli, kumlu kil	16,1	21,4	89,5	50	96
14,00-14,40		CH, yüksek plastisiteli, kil	16,8	17,8	82,8	80	209
2,00-2,40	SK-2	CH, yüksek plastisiteli, kil	16,8	20,9	99,1	280	223
14,00-14,40		CH, yüksek plastisiteli, kil	15,2	21,5	78,0	280	217

Çizelge 5.18. Serhat Apartmanı zemininin kayma mukavemeti parametreleri CU deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	γ_k (kN/m ³)	Su İçeriği W (%)	Hücre Basıncı (kPa)	Toplam Gerilmelere Göre Mukavemet Parametreleri		Efektif Gerilmelere Göre Mukavemet Parametreleri	
						c (kPa)	ϕ (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)
4,00-4,35	SK-1	CL, Düşük Plastisiteli Kumlu KİL	16,0	24,4	80	5,4	16,1	10,2	23,8
			16,6	22,0	160				

Serhat Apartmanı ve çevresindeki zemin ortamın konsolidasyona uğraması durumunda Şelmo formasyonu katmanlarının drenajlı kayma mukavemeti parametreleri, toplam gerilmelere göre olan kayma mukavemeti parametrelerinden daha fazla olmaktadır.

5.3.1. Serhat Apartmanı Taşıma Gücü Hesabı

İnceleme alanında bulunan Serhat Apartmanı 19,2 m x 24,3 m temel alana sahip, temel derinliği 3,00 metre, zemin kotu altında üç bodrum kat, zemin kat ve yedi normal kat olmak üzere toplam onbir kat şeklinde inşa edilmiştir. Serhat Apartmanı temelinin oturduğu ortamın, mekanik özelliklerini tespit etmek amacı ile (SK-1 ve SK-2) numaralı sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile Meyerhof yöntemi kullanılarak, konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) durumuna göre mukavemet parametreleri ile taşıma gücü hesabı yapılarak, gerekli ortam parametreleri Çizelge 5.19’de, Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri Çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.19.Konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) durumuna göre yapılarak gerekli ortam parametreleri

Doğal Birim Hacim Ağırlık, γ_n (kN/m ³)	İçsel Sürtünme Açısı, $\phi_{\text{üç eksenli}}$ ' (derece)	Drenajsız Kayma Mukavemeti, c_u (kPa)
16	0	200

Çizelge 5.20. Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri

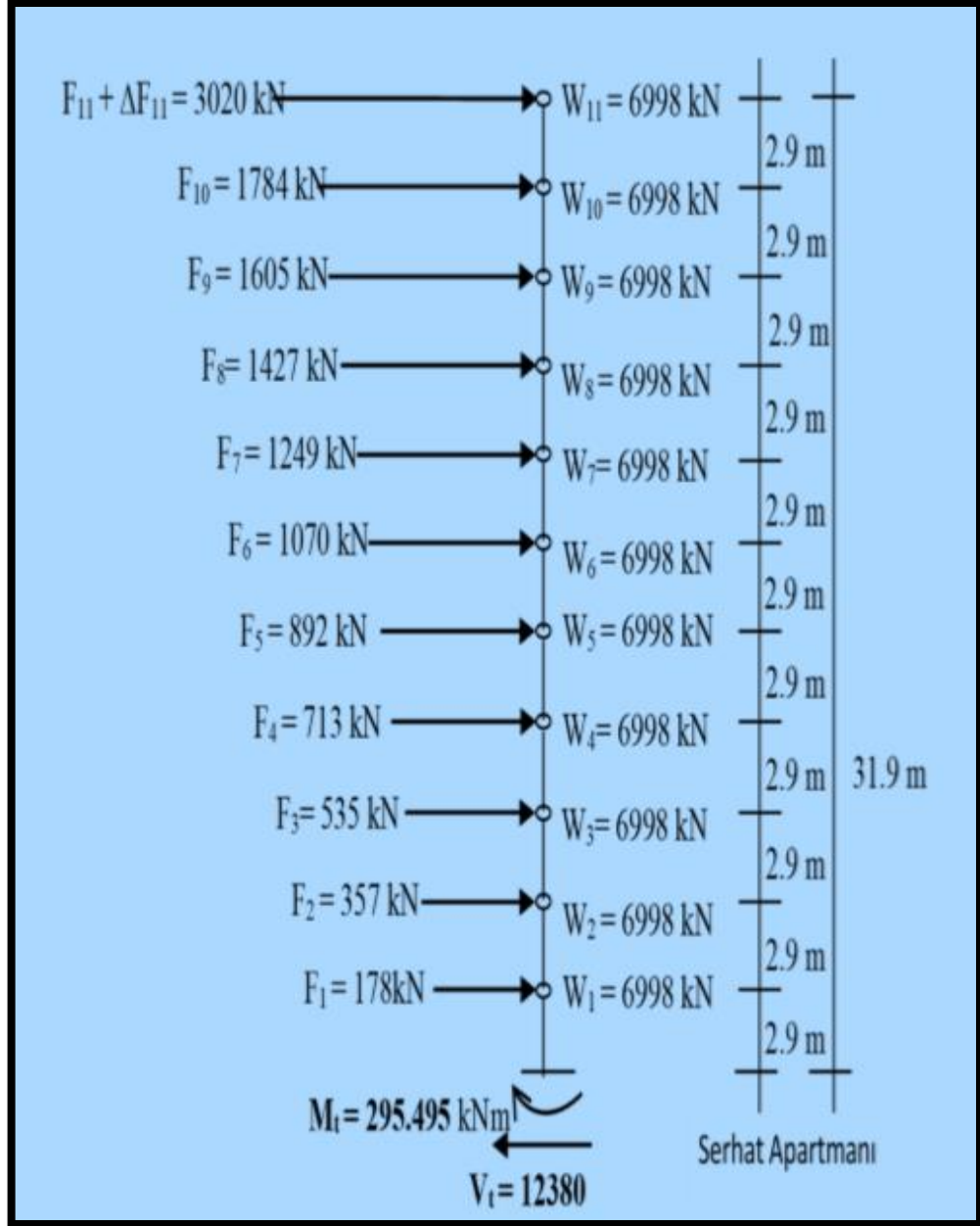
Taşıma Gücü Faktörleri		Şekil Faktörleri		Derinlik Faktörleri		Eğiklik Faktörleri	
N_c	5,14	S_c	1,095	d_c	1,052	i_c	0,801
N_q	1,00	S_q	1,047	d_q	1,000	i_q	0,801
N_γ	0	S_γ	1,047	d_γ	1,000	i_γ	0

Betonarme yapı inşaat ağırlığı 15 kPa/kat kabul edilerek binanın toplam ağırlığı;

$$W_T = (19.20 * 24.30) * 11 * 15 = 76.982 \text{ kN}$$

olarak hesaplanmıştır.

Serhat Apartmanında katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri ve bu yüklerden meydana gelen moment “Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007” esaslarına göre hesaplanmıştır (İTÜ-Nova Teknoloji A.Ş., 2018, Şekil 5.15).



Şekil 5.15. Serhat Apartmanı katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, taban kesme kuvveti ve taban momenti (İTÜ-Nova Teknoloji A.Ş., 2018)

Serhat Apartmanı için yapılan hesaplamalara göre;

Maksimum Taşıma Gücü $q_{ult} = 905 \text{ kPa}$

Maksimum Taşıma Yüğü $V_{ult} = B' * L * q_{ult} = 252,902 \text{ kN}$

Güvenlik Katsayısı $V_{ult}/W_T = 3,3$ olarak bulunmuştur, bu değer Güvenlik Katsayısı (GS) olan üçten büyüktür.

Serhat Apartmanı temelini oturduğu ortamın, mekanik özelliklerini tespit etmek amacı ile SK-1 ve SK-2 numaralı sondaj kuyularından alınan numuneler üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile Meyerhof yöntemi kullanılarak, konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre mukavemet parametreleri ile taşıma gücü hesabı yapılarak, gerekli ortam parametreleri Çizelge 5.21’de, Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre yapılarak gerekli ortam parametreleri

Doğal Birim Hacim Ağırlık, γ_n (kN/m ³)	İçsel Sürtünme Açısı, $\phi_{\text{üç eksenli}}'$ (derece)	Drenajsız Kayma Mukavemeti, c' (kPa)
16	33,4	2,1

Çizelge 5.22. Meyerhof’a göre hesaplanmış taşıma, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri

Taşıma Gücü Faktörleri		Şekil Faktörleri		Derinlik Faktörleri		Eğiklik Faktörleri	
N_c	40,00	S_c	1,327	d_c	1,097	i_c	0,801
N_q	27,38	S_q	1,164	d_q	1,048	i_q	0,801
N_γ	28,05	S_γ	1,164	d_γ	1,048	i_γ	0,514

Serhat Apartmanı için yapılan hesaplamalara göre;

Maksimum Taşıma Gücü $q_{ult} = 2300 \text{ kPa}$

Maksimum Taşıma Yüğü $V_{ult} = B' * L * q_{ult} = 642,735 \text{ kN}$

Güvenlik Katsayısı $V_{ult}/W_T = 8,4$ olarak bulunmuştur, bu değer Güvenlik Katsayısı

(GS) olan üçten büyüktür.

5.3.2. Serhat Apartmanı Konsolidasyon Hesabı

Serhat Apartmanı temelin oturduğu ortamının konsolidasyon özelliklerini tespit etmek amacı ile toplam iki adet örselenmemiş numune almak için yapılan sondajlardan (SK-1 ve SK-2) elde edilen numuneler üzerinde beş adet kademeli yüklemeli konsolidasyon deneyi yapılmıştır (Çizelge 5.23). Serhat Apartmanı zemininde konsolidasyon deneyi, SK-1 numaralı sondaj kuyusunun; 2,00-2,40 metresi, 4,00-4,40 metresi, 6,00-6,40 metresi ve 14,00-14,40 metresinde, SK-3 numaralı sondaj kuyusunun; 2,00-2,40 metresinden alınan örnekler üzerinde yapılmıştır (Çizelge 5.23).

Çizelge 5.23. Serhat Apartmanı Konsolidasyon Deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	W (%)	γ_k (kN/m ³)	γ_n (kN/m ³)	e_0	C_c	C_s	σ'_0 (kPa)	σ'_c (kPa)	OCR
2,00-2,40	SK-1	17,0	16,5	19,3	0,56	0,148	0,06	38,6	200	5,2
4,00-4,40		17,5	16,4	19,3	0,58	0,182	0,06	77,2	160	2,1
6,00-6,40		18,2	16,6	19,6	0,56	0,245	0,08	116,4	310	2,7
14,00-14,40		21,5	16,1	19,6	0,60	0,205	0,03	273,2	400	1,5
2,00-2,40	SK-3	21,4	16,2	19,7	0,59	0,217	0,06	39,4	190	4,8

Bu deney sonuçları neticesinde 6,5 m'lik bir zemin profilinde (Temel derinliği 3 metre ve temel altı ile kil taşı arasındaki yüksek plastisiteli zemin kalınlığı $H = 3,5$ m alınarak) Serhat Apartmanı inşası neticesinde meydana gelecek konsolidasyon oturmaları kilin orta noktası temsili nokta olarak alınarak:

$$\sigma'_0 + \Delta\sigma' < \sigma'_c(16,5 * 4,75) + (11 * 15) = 243,4 \text{ kPa} < 310 \text{ kPa}$$

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c}$$

$$S_c = \frac{0,06 * 3,5}{1 + 0,6} \log \frac{243,4}{78,4} = 0,065 = 7 \text{ cm}$$

olarak bulunmuştur.

Bu toplam konsolidasyon oturmasının meydana geleceği zamanı hesaplamak için kademeli yüklemeli konsolidasyon deneyi (SK-1: 6,00 – 6,40m) 200 kPa yükleme aşamasından logaritma-zaman metodu kullanılarak elde edilen konsolidasyon katsayısı $C_v = 3,83 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s} = 12,1 \text{ m}^2/\text{yıl}$ olarak hesaplanmış ve oturmaların % 90'ının tamamlanması için geçen süre;

$$t = \frac{0,848 \times H_{dr}^2}{C_v} = \frac{0,848 \times 3,5^2}{12,1} = 0,9 \text{ yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

5.3.3. Serhat Apartmanı Taşıma Gücü ve Konsolidasyon Analizi

Yapılan kısa vade ve uzun vadeli taşıma gücü analizlerine göre Serhat Apartmanı taşıma gücü izin verilen güvenlik sayısının üzerindedir. Ayrıca, yapının inşasından günümüze kadar geçen sürenin konsolidasyon oturmasının % 90'ının tamamlanması için hesaplanan süreden çok daha uzun olması sebebiyle konsolidasyon oturmalarından kaynaklı bir stabilite sorunu öngörülmemiştir.

5.4. Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı Arasında Kalan Boş Alandaki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri

Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı arasında kalan boş alanda yapılan jeoteknik çalışmalar kapsamında bir adet araştırma çukuru (AÇ-2), ve iki adet temel sondaj kuyusu (L-2 ve L-3) açılmıştır (Şekil 5.16 ve Şekil 5.17). Açılmış olan araştırma çukurunda zemin yüzeyinden 3,00 metre derinliğe kadar dolgu ile kaplı olup, 3,00 metre derinlikten sonra Şelmo formasyonuna ait siltli katı kil birim bulunmaktadır (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı arasında kalan boş alanda açılan araştırma çukuru görüntüsü



Şekil 5.17. Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan sahada açılmış olan araştırma çukuru açılma sırasındaki arazi çalışmaları

L-3 numaralı sondaj kuyusunun açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik niteliklerini, zemin profilinin (tabakaların kalınlıklarını), cinslerini, mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla standart penetrasyon testi (SPT-N) yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan L-3 numaralı sondaj kuyusunda elde edilen SPT-N değerleri Çizelge 5.24’de verilmiştir.

Çizelge 5.24. L-3 numaralı sondaj kuyusunun SPT-N darbe sayıları

Sondaj No	Derinlik	0-15cm	15-30cm	30-45cm	N	N ₆₀
L-3	1,50-1,95	9	11	13	24	16
L-3	3,00-3,45	12	14	16	30	24
L-3	6,00-6,45	12	13	15	28	19
L-3	7,50-7,95	R	-	-	R	R

SPT deneylerinde N darbe sayıları $16 < N < R$ aralığında kalmış ve bu değerlere göre zeminin çok katı-sert zemin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.25).

Çizelge 5.25. Kohezyonlu Zeminlerde darbe sayısı ile kıvam ve serbest basınç direnci arasındaki bağıntı (Terzaghi ve Peck,1948)

Darbe Sayısı (N)	Kıvam	Serbest Basınç Direnci $q_a(\text{kg/cm}^2)$
<2	Çok yumuşak	0,25
2–4	Yumuşak	0,25–0,50
4–8	Orta	0,50–1,00
8–15	Katı (Sıkı)	1,02–2,00
15–30	Çok katı (Çok Sıkı)	2,00–4,00
>30	Sert	4,00

L-2 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-8,50 metre arısında örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 8,50-22,00 metre arası kahve renkli, yer yer karbonat konkresyonlu, düşük-orta plastisiteli kumlu, siltli, katı kil, L-3 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-25,00 metre arası kahve renkli, düşük plastisiteli, kumlu-killi silt geçilmiştir. Babil Apartmanı ve Serhat apartmanı arasında kalan boş alanda açılmış olan, L-2 numaralı sondaj kuyusundan 2,00-2,35 metre, 4,00-4,35 metre 6,00-6,35 metre ve 8,00-8,35 metrelerden örnekler alınmıştır. L-3 numaralı sondaj kuyusundan ise 1,00-1,95 metreden, 3,00-3,45

metreden 5,00-5,45 metreden ve 7,00-7,45 metreden örnekler alınmıştır. Şekil 5.18’de Babil Apartmanı ve Serhat apartmanı arasında kalan boş alanda açılmış olan, L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde yapılan zemin sınıflama deneyine göre; zemin sınıfının CL (Düşük-orta plastisiteli inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, yağlı kil) ve SM (siltli kum, kum silt karışımı) olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.26).



Şekil 5.18. Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda açılmış L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler

L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları kapsamında, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla doğal birim hacim ağırlığı, kuru birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, su içeriği, elek analizi, Atterberg limitleri deneyleri yapılmıştır (Çizelge 5.26). Çizelge 5.26’da görüldüğü üzere, su içeriği % 12,8 ile % 22,5 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 31,6 ile % 43 arasında, W_p (Plastik limit) % 18,7 ile % 26 arasında, I_p (Plastisite İndisi) % 12,6 ile % 22 arasında hesaplanmıştır. Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuç bilgileri EK 2’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 5.26. Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanın zemin sınıflandırma deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	Su İçeriği W(%)	Dane Çapı Dağılımı				Atterberg Limitleri	
				% Çakıl	% Kum	% Silt	% Kil	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
2,00-2,35	L-2	CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	16,4	0	24,1	47,5	28,4	39,6	21,1
4,00-4,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	16,4	0	30,2	42,3	27,5	38,2	21,2
6,00-6,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	22,5	1,5	42,3	35,2	21,0	33,0	18,7
8,00-8,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	17,5	2,5	49,5	30,1	17,9	31,6	19,0
1,50-1,95	L-3	SM, siltli kum	20,5	4,8	66,0	20,2	9,0	---	---
3,00-3,45		SM, siltli kum	20,0	7,2	65,7	19,8	7,3	---	---
5,00-5,45		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	12,8	2,3	46,7	34,3	16,7	41	26
7,00-7,45		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	15,6	0,9	40,4	35,9	22,8	43	21

Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı arasında kalan boş alanda açılan L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularından sadece L-2 numaralı sondaj kuyusundan alınan örneklerde kuru birim hacim ağırlığı, 2,00-2,35 metrede $19,3 \text{ kN/m}^3$ ve 4,00-4,35 metrede kuru birim hacim ağırlığı $18,6 \text{ kN/m}^3$, 6,00-6,35 metrede $16,9 \text{ kN/m}^3$ ve 8,00-8,35 metrede $17,5 \text{ kN/m}^3$ olarak bulunmuştur (Çizelge 5.27).

Çizelge 5.27. Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanı arasında kalan boş alanda açılan L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularından alınan örneklerin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlikle değişimi

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Kuru birim hacim ağırlık $\gamma_k (\text{kN/m}^3)$
2,00-2,35	L-2	19,3
4,00-4,35		18,6
6,00-6,35		16,9
8,00-8,35		17,5

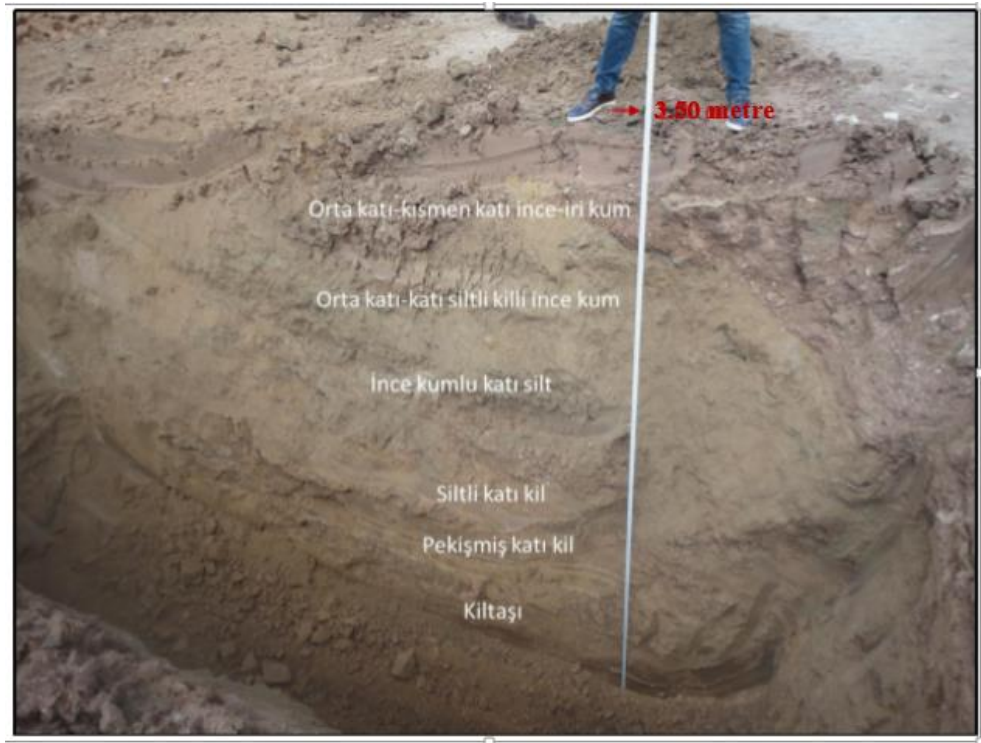
Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda açılan L-2 numaralı sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş (UD) örnekler üzerinde, zeminin kayma mukavemeti parametrelerini belirlemek için, üç eksenli konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) ve üç eksenli konsolidasyonlu-drenajsız (CU) basınç deneyleri yapılmıştır. konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) deneyleri L-2 numaralı sondaj kuyusu örneklerinin; 2,00-2,35 metresinden, 4,00-4,35 metresinden, 6,00-6,35 metresinden ve 8,00-8,35 metresinden alınan örnekler üzerinde yapılmıştır (Çizelge 5.28).

Çizelge 5.28. Babil ve Serhat Apartmanları arasındaki boş alandaki zeminin kayma mukavemeti parametreleri konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Sondaj Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	γ_k (kN/m ³)	Su İçeriği (%)	S (%)	Hücre Basıncı (kPa)	C_u (kPa)
2,00-2,35	L-2	CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	19,3	15,6	100	50	301
4,00-4,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	18,6	16,4	100	100	309,1
6,00-6,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	16,9	22,5	99	150	41
8,00-8,35		CL, düşük plastisiteli, kumlu kil	17,5	17,5	91,3	200	87,3

5.5. Dünya Hastanesi Doğu Tarafı Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri

Dünya Hastanesi Doğu tarafında jeoteknik çalışmalar kapsamında bir adet araştırma çukuru (AÇ-4), ve bir adet temel sondaj kuyusu (GZ-1) açılmıştır. Açılmış olan araştırma çukurunda zemin yüzeyinden 3,50 metreye kadar Şelmo formasyonuna ait SC (killi-kum, kil kum karışımı) olduğunu göstermiştir (Şekil 5.19).



Şekil 5.19. Dünya Hastanesi doğu tarafında 24.02.2018 tarihinde açılan araştırma çukuruna ait görüntü

Araştırma çukuru-4 (AÇ-4)'te alınan örnekler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları kapsamında, zeminin fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla elek analizi, Atterberg limitleri deneyleri yapılmıştır (Çizelge 5.29). Çizelge 5.29'da görüldüğü üzere, W_L (Likit Limit) aralığı % 37,8, W_p (Plastik limit) dolgu birimde % 19,1, I_p

(Plastisite İndisi) % 18,7 olarak hesaplanmıştır. Deneylere ilişkin föyler, raporlar ve sonuç bilgileri EK 2’ de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 5.29. Dünya Hastanesi Doğu tarafındaki zemin sınıflandırma deneyi sonuçları

Derinlik (m)	Araştırma Çukuru Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	Su İçeriği W(%)	Dane Çapı Dağılımı				Atterberg Limitleri	
				% Çakıl	% Kum	% Silt	% Kil	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
0,50	AÇ-4	SC, killi kum	---	3,8	76,7	15,5	4,0	---	---
1,50		SC, killi kum	---	4,7	38,5	26,8	7,0	---	---
3,50		SC, killi kum	---	0	50,3	44,7	5,0	37,8	19,1

GZ-1 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-2,50 metre arasında örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 2,50-7,00 metre arasında, açık kahve renkli, ince kumlu katı silt, 7,00-25,00 metre arasında, açık kahve renkli, az ayrılmış, sık kırıklı, zayıf, kilaşı-silttaşı ardalanması geçilmiştir. Şekil 5.20 ve Şekil 5.21’de GZ-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar görülmektedir. Şekil 5.22 Dünya Hastanesi doğu tarafında GZ-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler görülmektedir.



Şekil 5.20. Dünya Hastanesi Doğu tarafında GZ-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar



Şekil 5.21. Dünya Hastanesi Doğu tarafında GZ-1 numaralı sondaj kuyusuna ait çalışmalar



Şekil 5.22. Dünya Hastanesi Doğu tarafında açılan GZ-1 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler

5.6. Yaşar Kemal Kent Ormanı Alanındaki Jeoteknik Çalışmalar ve Mühendislik Analizleri

Yaşar Kemal Kent Ormanı alanında yapılan jeoteknik çalışmalar kapsamında bir adet araştırma çukuru (AÇ-5), ve bir adet temel sondaj kuyusu (GZ-2) açılmıştır (Şekil

5.23). Açılmış olan araştırma çukurunda zemin yüzeyinden 2,00 metre derinlikte Şelmo formasyonuna ait kıltaşı seviyesi ile karşılaşılması ve kazı sonlandırılmıştır (Şekil 5.23).



Şekil 5.23. Yaşar Kemal Kent Ormanı içinde 24.02.2018 tarihinde açılan araştırma çukurunda kıltaşı seviyesinden alınmaya çalışılan UD örnek'te Shelby tüpünde oluşan ezilme

AÇ-5 te 1,00 metreden alınan örnek üzerinde yapılan zemin sınıflandırma deneyi, topografya yüzeyinden kıltaşının başladığı 2,00 metreye kadar zemin sınıfının CL (Düşük-orta plastisiteli inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, yağlı kil) olduğunu göstermiştir (Çizelge 5.30). Çizelge 5.30'da görüldüğü üzere W_L (Likit Limit) % 36,4, W_p (Plastik limit) % 21,1, I_p (Plastisite İndisi) % 15,3 hesaplanmıştır.

Çizelge 5.30. Yaşar Kemal Kent Ormanı zemin sınıflandırma deneyi sonucu

Derinlik (m)	Araştırma Çukuru Adı	Zemin Sınıfı (USCS)	Su İçeriği $W(\%)$	Dane Çapı Dağılımı				Atterberg Limitleri	
				% Çakıl	% Kum	% Silt	% Kil	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)
1,00	AÇ-5	CL, kumlu kil	---	0	28,1	59,9	12,0	36,4	21,1

GZ-2 numaralı sondaj kuyusunda; 0,00-8,50 metre arasında örselenmemiş numune (UD) alınmıştır, 8,50-25,00 metre arasında kahve renkli, ince kumlu katı siltli birimler bulunmuştur. Şekil 5.24'de GZ-2 sondajına ait örnekler görülmektedir.



Şekil 5.24. Yaşar Kemal Kent Ormanı alanında açılmış GZ-2 numaralı sondaj kuyusundan alınan örnekler

5.7. İnceleme Alanının Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Diyarbakır Havzası'nın güneydoğu bölümünde, Kırâ ve Raman Dağları arasında yer alan Batman ilinde genel olarak, yazları sıcak ve kurak, kışları ise nispeten ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi özellikleri görülür. Yağışlar yükseklerde kar, ovalarda yağmur şeklinde olup senelik ortalama sıcaklık değerinin 16°C , yağış miktarı ise 489,4 milimetredir (<http://www.cografya.gen.tr/tr/batman/iklim.html>).

İnceleme alanının da içinde yer aldığı Batman ilinin 1959 – 2018 yılları arasına ait 59 yıllık verisi incelendiğinde; en düşük sıcaklık değerlerinin, ortalama sıcaklık değerlerinin ve en yüksek sıcaklık değerlerinin Ocak ayı ortasından Temmuz ayı ortasına kadar düzenli olarak arttığı, Temmuz ayı ortasından Ağustos ayı ortasına kadar birbirine yakın değerlerde kaldığı, Ağustos ayı ortasından Ocak ayı ortasına kadar düzenli olarak azaldığı, en düşük sıcaklık değerinin $-1,5^{\circ}\text{C}$ ve en yüksek sıcaklık değerinin $39,2^{\circ}\text{C}$ olarak gerçekleştiği, yıllık ortalama en düşük sıcaklık değerinin 8,9

°C, yıllık ortalama sıcaklık değerinin 16,4 °C ve yıllık ortalama en yüksek sıcaklık değerin de 23,7 °C olduğu görülmektedir.

Batman ilinin aylık ortalama yağışlı gün sayısı ise, Ocak ayı ortasından Nisan ayı ortasına kadar hemen hemen sabit kalmakta, Nisan ayı ortasından Temmuz ayı ortasına kadar düşmekte, Temmuz ayı ortasından Ağustos ayı ortasına kadar sabit kalmakta ve Ağustos ayı ortasından Ocak ayı ortasına kadar da artmaktadır.

Batman ilinin ortalama aylık toplam yağış miktarı ise, Ocak ayı ortasından Mart ayı ortasına kadar artmakta, Mart ayı ortasından Nisan ayı ortasına kadar hemen hemen sabit kalmakta, Nisan ayı ortasından Temmuz ayı ortasına kadar şiddetli azalmakta, Temmuz ayı ortasından Ağustos ayı ortasına kadar sabit kalmakta, Ağustos ayı ortasından Eylül ayı ortasına kadar düşük şiddetle artmakta, Eylül ayı ortasından Ocak ayı ortasına kadar şiddetli artmaktadır.

Batman ilinin, 59 yıllık ortalama en düşük yağışlı gün sayısı, Temmuz ve Ağustos aylarında 0,4 gün ve en düşük yağış miktarı yine Temmuz ve Ağustos aylarında 0,6 kg/m² (mm) olarak gerçekleşmiştir. Batman ilinin 59 yıllık ortalama en yüksek yağışlı gün sayısı 11,7 gün ile Mart ayında ve en yüksek yağış miktarı yine Mart ayında 75,0 kg/m² (mm) görülmüştür. Batman ili, Ekim ve Nisan ayları arasında yağışlı olup Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında bol miktarda yağış almaktadır. Batman ilinin 1959 – 2018 yılları arasında 59 yıllık süre için, yıllık ortalama yağışlı gün sayısının ortalama değeri 6,76 gün/ay olup bu süre için ortalama yağış değerine ait ortalama değer 40,79 milimetredir (Çizelge 5.31).

Çizelge 5.31. Batman iline ait meteorolojik değerler (1959 – 2018)
(<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BATMAN>)

BATMAN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1959 - 2018)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,6	5,0	9,6	14,6	19,8	26,6	31,2	30,2	24,9	17,7	9,8	4,6	16,4
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	7,6	10,6	15,9	21,7	27,7	34,9	39,2	39,2	34,5	26,6	17,0	9,6	23,7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-1,5	0,0	3,7	7,9	11,5	16,0	20,3	19,8	15,1	10,1	4,1	0,4	8,9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,2	4,6	5,6	7,3	9,0	11,5	11,9	11,2	9,8	6,9	5,2	3,0	89,2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,1	10,4	11,7	11,5	8,5	2,3	0,4	0,4	1,1	5,9	7,6	10,2	81,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	61,2	66,8	75,0	72,8	47,3	7,1	0,6	0,6	3,7	33,3	55,0	66,0	489,4

BATMAN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1959 - 2018)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18,6	24,6	30,6	35,8	42,0	45,1	48,8	46,2	43,8	37,0	36,6	23,0	48,8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24,0	-22,2	-17,0	-9,0	0,9	5,0	11,8	11,5	4,1	-3,0	-7,6	-23,0	-24,0

Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı		Günlük En Hızlı Rüzgar		En Yüksek Kar	
01.04.1999	69,2 mm	26.05.2007	108.7 km/sa	08.02.1972	32,0 cm

İnceleme alanımızın da içinde bulunduğu Batman ilinin hidrolojik özellikleri, yağışa bağlı su bilançosu ve buharlaşma değerlerini belirlemek amacıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğü Batman ili Merkez Meteoroloji İstasyonu'nun 1960-2014 yıllarına ait veri setine 'PENMAN' yöntemi, uygulanmıştır. Çizelge 5.33'de Yağış (mm) , Ep: potansiyel buharlaşma değeri (mm), Er: Gerçek Buharlaşmayı (mm)'yi göstermektedir. Penman (1948), yöntemi enerji dengesi ve kütle transferi denklemlerini esas alır. Çizelge 5.33'de görüldüğü üzere, ortalama yağış değeri toplamının 580,910 mm.su/yıl, bölgenin suyu buharlaştırma potansiyelinin 780,515 mm.su/yıl olduğu, inceleme alanında yıl içindeki değişimlerine göre, en çok yağışın 86,56 milimetre ile Nisan ayında, potansiyel buharlaşmanın da 146,67 milimetre ile Temmuz ayında olduğu görülmektedir. İnceleme alanı ve çevresinde akiferler Ekim ayında yağışlardan beslenmeye başlamakta ve Aralık – Nisan ayları arasında tamamen yeraltı suyu ile doymun hale gelmektedir.

Ekim – Mayıs ayları arasında potansiyel ve gerçek buharlaşma değerleri birbirine eşit olduğundan buharlaşma kapasitesinin tamamen karşılandığı bölgede potansiyel buharlaşma Ekim – Nisan ayları arasında sadece yağıştan, Mayıs ve Haziran ayları arasında ise yağış ve akiferin rezervuar kapasitesinden sağlanır. Haziran- Eylül ayları arasında yağış miktarının azalması ve akiferdeki su miktarının olmaması nedeniyle buharlaşma ihtiyacı karşılanmaz. Haziran ayındaki gerçek buharlaşma miktarı, yağış miktarı 3,95 mm.su ve akifer rezervuarındaki 58,294 mm.su katkısı ile 62,244 mm.su olmaktadır. Temmuz-Eylül ayları arasında ise yağışın tamamı buharlaştığından akifer rezervuarına akışın herhangi bir katkısı olmamaktadır. Haziran ve Eylül ayları arasında yağışın az olması ve akifer rezervuarında su bulunmaması

nedeniyle yeraltı suyu, komşu birimdeki akiferlerden gelen sular ve havzayı drene eden karstik sistemden beslenen kaynak sularıyla oluşacaktır. Aralık–Nisan ayları arasında akifer rezervuarının % 100 dolu olması ve yağış miktarının yüksek olması nedeniyle yüzeysel akış oluşmakta ve aralık ayında aniden artarak, Nisan ayı dahil olmak üzere fazla suyu oluşturmaktadır.

Bölgedeki su fazlası ise Aralık ayında ani olarak artarak Ocak ayında en büyük değerine ulaştıktan sonra Nisan ayında aniden azalıp diğer aylarda ise oluşmamaktadır.

İnceleme alanı ve çevresine düşen yıllık yağış değerinin % 64,077'si yani 372,229 mm buharlaşmakta, geriye kalan % 35,923' si yani 208,476 mm ise yüzeysel akışa geçmekte ve bir kısmı da yeraltına sızmaktadır. Yeraltına sızan suyun miktarı teorik olarak, akışın % 30'u olarak kabul edilmektedir (İTÜ-Nova Teknoloji A.ş., 2018). Bu kabullenmeye göre inceleme alanında sızan su miktarı 62,543 mm/yıl dır (Çizelge 5.32).

Çizelge 5.32. İnceleme alanına düşen yağışın yüzdeler olarak sızma, buharlaşma ve akış değerleri

Sızma (mm)	62,543
Buharlaşmanın Yağıştan yüzdesi (%)	64,077
Akışın Yağıştan yüzdesi (%)	35,923

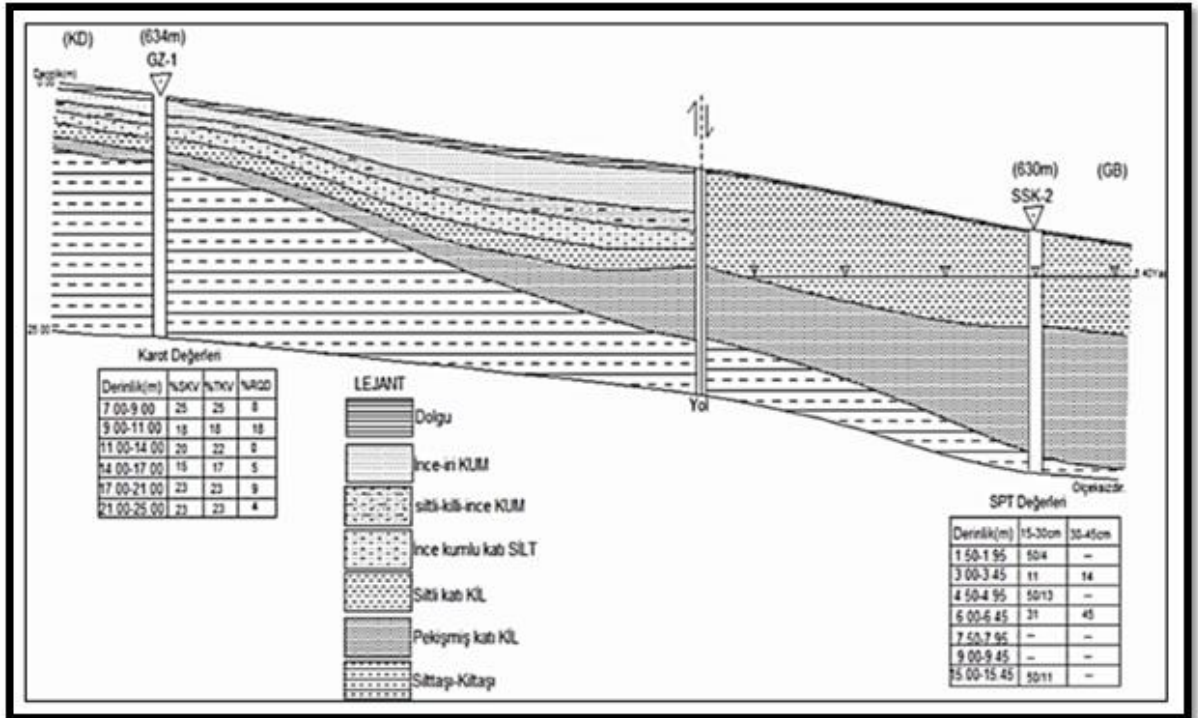
Akış katsayısı, belirli bir havza için kanalın maksimum debisiyle birim zamanda bölgeye düşen maksimum yağış miktarı arasındaki orandır. Akış katsayısı kumlu zemin, az geçirimli zeminlerde genellikle 0,05-0,35 arasında değişen boyutsuz bir büyüklüktür (Bayazit M, 2011). Akış katsayısı yazı kurak olan yerler için azdır ve yüzeysel akış; Coğrafik durum (yükseklik, topoğrafik eğim vb), topoğrafik durum, jeolojik durum (litoloji, jeolojik yapı vb), meteorolojik durum, akarsu ağı ve yüzey drenaj sistemi, bitki örtüsü ve insan yapıları vb. pek çok etmenden etkilenir (Hall, 1984).

İnceleme alanında gerçekleşecek yüzey ve yüzey altı akışa ait akış katsayısı değeri 0,359 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.33). Bu değer akışın yüksek–çok yüksek şiddette gerçekleştiğini göstermektedir.

Çizelge 5.33. İnceleme alanı için hesaplanan Penman su bilançosu değerleri. İstasyon Adı: 17282
(Batman-Merkez) Konum: 37.8636 K, 41.1562 D

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Yağış (mm)	69,57	70,81	80,83	86,56	74,36	3,95	0,39	0,09	3,2	48,94	65,72	76,49	580,910
EP (mm)	2,633	24,268	45,360	75,036	116,066	138,341	146,667	118,613	70,588	37,184	5,758	0,000	780,515
Y-EP (mm)	66,937	46,542	35,470	11,524	-41,706	-134,391	-146,277	-118,523	-67,388	11,756	59,962	76,490	-
Rezerv su (RI)	100,000	100,000	100,000	100,000	58,294	0,000	0,000	0,000	0,000	11,756	71,718	100,000	-
ER (mm)	2,633	24,268	45,360	75,036	116,066	62,244	0,390	0,090	3,200	37,184	5,758	0,000	372,229
Eksik su (mm)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	76,097	146,277	118,523	67,388	0,000	0,000	0,000	408,286
Fazla su (mm)	66,937	46,542	35,470	11,524	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	48,208	208,681
Akış (Al)	45,520	46,031	40,751	26,137	13,069	6,534	3,267	1,634	0,817	0,408	0,204	24,104	208,476
Yağışın akışa göre açığı (mm)	24,050	24,779	40,079	60,423	61,291	-2,584	-2,877	-1,544	2,383	48,532	65,516	52,386	372,434

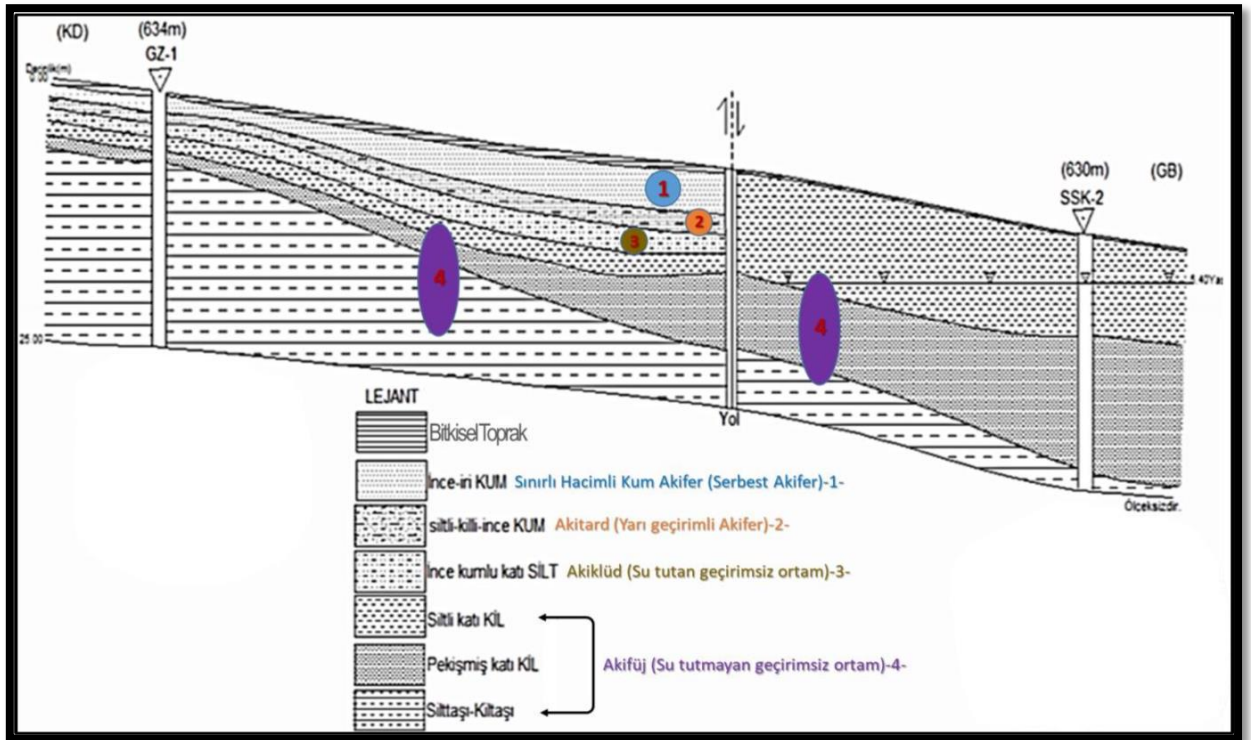
İnceleme alanında bulunan Şelmo formasyonunun iri ve ince daneli çökelleri stratigrafik olarak, bitkisel toprak yer yer güncel dolgu ile başlayıp, ince-iri kum, siltli-killi-ince kum, ince kumlu katı silt, siltli katı kil, pekişmiş katı kil, silttaş-kıltaşı ile devam etmektedir (Şekil 5.25).



Şekil 5.25. İnceleme alanında açılan GZ-1 ile SK-2 numaralı sondaj kuyuları güzergahından alınmış jeolojik kesit

İnceleme alanında bitkisel toprak ile altındaki ince-iri kum daneli Şelmo formasyonuna ait birim, yağış ile bünyesine alacağı suyu tutup iletebilme özelliğine

sahip serbest akifer özelliğinde ve kalınlığı son derece azdır. Yayılımı ise inceleme alanında Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarının kuzey sınırını oluşturan Dünya Hastanesi, Yaşar Kemal Kent Ormanı kesiminde kuzeye doğru, doğu ve batı yöneliminde de devam etmektedir. Yatayda yayılımı geniş olan fakat düşeyde kalınlığı az olan bu birim bu özellikleri ile sınırlı hacimli kum akiferi oluşturur, bu akiferin altında ise, suyu tutan fakat gecikmeli ileten akifer (akitard) özelliği gösteren siltli killi ince kum seviyesi yer almaktadır. Bu katmanın içine süzülen su, ortamın porozite (gözeneklilik) ve permeabilitesine (geçirimsizlik) bağlı olarak farklı kesimlerde farklı hidrolik eğim ve akış hızı ile yeraltında hareket eder. Bu seviyenin altında ise bünyesine sızabilen suyu tutup vermeyen (akiklöd) ince kumlu katı silt katman bulunmaktadır. En altta yer alan kil ve kilaşı birimleri hidrojeolojik açıdan akifüj olup, bu birimlerin içine yağış suyunun süzülmesi ihtimali yoktur. Şekil 5.26’da Şelmo formasyonun akifer ortam (suyu tutan ve ileten) olma açısından birimlerinin değerlendirilmesi verilmiştir.



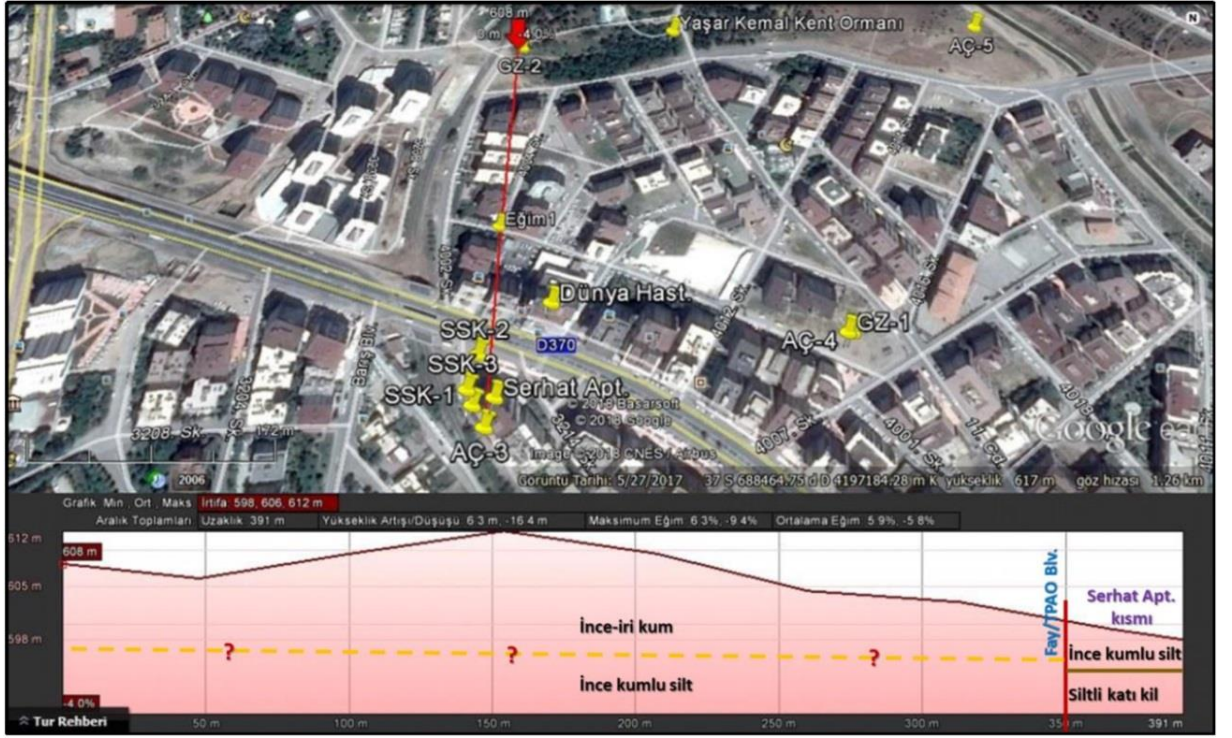
Şekil 5.26. İnceleme alanında bulunan birimlerin akifer ortam olabilme durumu

İnceleme alanında yeraltı suyu sadece Serhat Apartmanı çevresinde açılmış olan SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularında rastlanılmıştır. Çizelge 5.34’de yeraltı suyu tespit edilen sondaj kuyuları koordinatları ve yeraltı suyu seviyeleri verilmiştir.

Çizelge 5.34. Serhat Apartmanı çevresinde açılan sondajlarda statik su seviyesi

Sondaj Kuyusu	Y	X	Z	Derinlik (m)
SK-1	4197081,657	424582,0945	625,8449707	3,90
SK-2	4197121,036	424583,9375	630,3120117	5,40
SK-3	4197093,731	424577,9345	626,8579712	4,90

Yeraltı suyunun deniz seviyesine göre kot değerleri; SK-1 numaralı sondaj kuyusunda 621,95 metre, SK-2 numaralı sondaj kuyusunda 624,91 metre, SK-3 numaralı sondaj kuyusunda 621,96 metredir. Su seviyesi değerleri Şekil 5.27 ile gösterilen ilişkide yeraltı suyu akımının Yaşar Kemal Kent Ormanından Serhat Apartmanına doğru olduğunu göstermektedir. Serbest akifer olan ince-iri-kum seviyeye geçen veya süzülen yağış suyunun, bu birime göre daha az geçirimsizliği olan akitard özellikteki ince-kumlu silt birime geçmesiyle yeraltı suyu oluşmuştur (Şekil 5.27). Yaşar Kemal Kent ormanında serbest akifer özelliğindeki birimlerin, Serhat Apartmanı tarafında görülmemesi ve direk akitard özelliğindeki birimlere geçmesiyle bu alanlardan geçen muhtemel bir fay olabileceğine işaret etmektedir. Yine Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularındaki yeraltı suyu seviyesi farkının yaklaşık olarak üç metre, SK-1 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularındaki yeraltı suyu seviyesi farkının yaklaşık olarak bir metre olması ve açılmış olan AÇ-3 numaralı araştırma çukurunda yeraltı suyunun görülmemesi muhtemel fayın varlığının bir diğer göstergesidir.



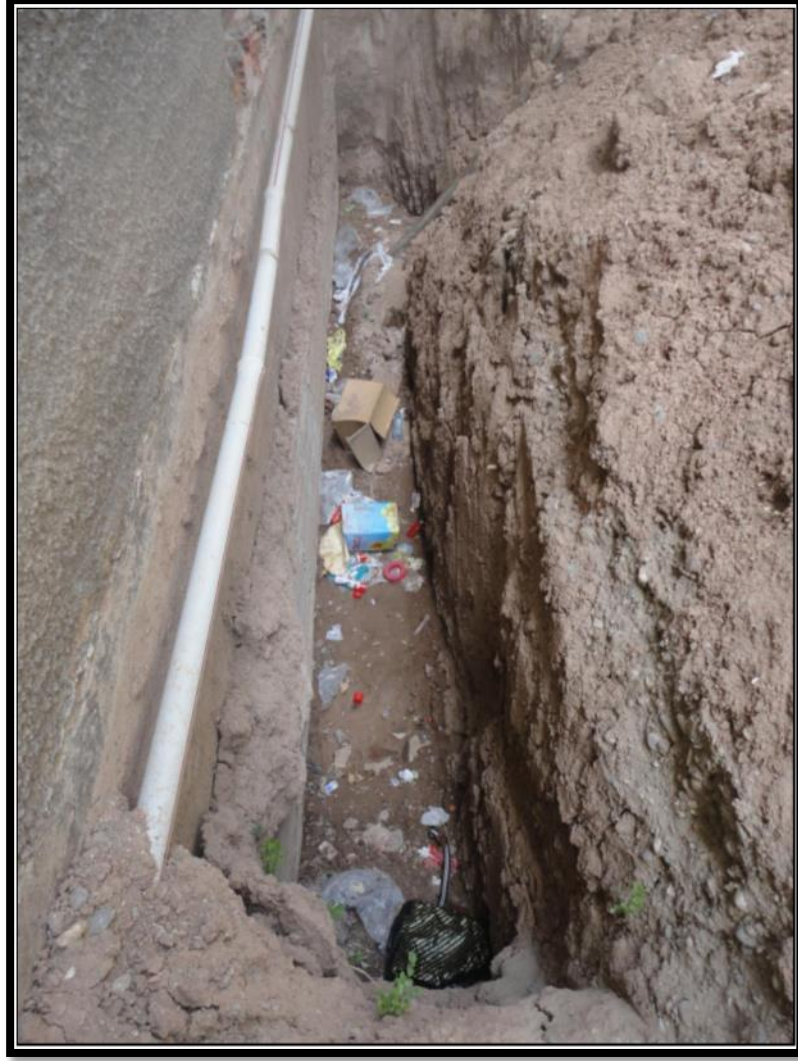
Şekil 5.27. Serhat Apartmanı ve Yaşar Kemal Kent Ormanı doğrultusunda bulunan birimlerin akifer ortam özelliği

19 Haziran 2017 tarihinde Serhat Apartmanı bahçesinde, yeraltı suyu varlığının tespit edilmesi amacıyla açılmış olan kanalın içinde yaz ayı olmasına rağmen yeraltı suyuna rastlanılmıştır (Şekil 5.28).



Şekil 5.28. Serhat Apartmanı bahçesinde açılmış kanal içinde 19.06.2017 tarihinde gözlenen yeraltı suyu

Yeraltı suyu durumunu kontrol etmek amacıyla aynı kanalda, 03 Temmuz 2017 tarihinde yapılan çalışmada Batman ilinde artan hava sıcaklığı nedeniyle kanalın içindeki suyun birkaç gün içinde buharlaşarak kuruduğu görülmüştür (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Serhat Apartmanı bahçesinde 03.07.2017 tarihinde açılmış kanalın yeraltı suyu durumu

Yeraltı suyunun buharlaşarak yok olmasının nedeni, burada bulunan sınırlı hacimli kum akiferin bünyesindeki yeraltı suyunun Haziran ayı boyunca buharlaşarak akiferdeki statik su seviyesini derine indirmesi ile ilişkilidir. Böylece Şekil 5.27 ile gösterilen ilişki içinde ince-iri kum katmandan ince kumlu silt katmana olan yeraltı akışı da hidrolik eğim'in azalması ile durma noktasına gelecek ve inceleme alanının akitard özellikte su tutan ve ileten birimi olan bu katman sınırlı hacimli kum akiferden yeterince beslenemeyeceği için kuruyacaktır.

Serhat Apartmanı bahçesinde açılan kanalda karşılaşılan suyun Batman Belediyesi Su ve Kanalizasyon Müdürlüğü (BASKİ) şebekesinden veya DSİ açık kanal'ından kaynaklı olup olmadığını tespit etmek amacıyla, 19 Haziran 2017 tarihinde Serhat Apartmanında şebeke suyundan, açılmış olan kanal içindeki sudan ve DSİ açık kanalındaki sudan örnekler alınarak bu suların asitlik ve bazlık derecesi (pH), Elektrik iletkenliği (EC), Toplam çözünmüş katı madde miktarı (TDS) ve Sıcaklık (t) değerleri ölçülmüştür. Çizelge 5.35'de Serhat Apartmanı şebeke suyu, yeraltı suyu ve DSİ açık kanal suyuna ait ölçümler verilmiştir.

Çizelge 5.35. Serhat Apartmanı şebeke suyu, zemin suyu (yeraltı suyu) ve DSİ açık kanal suyuna ait ölçümler

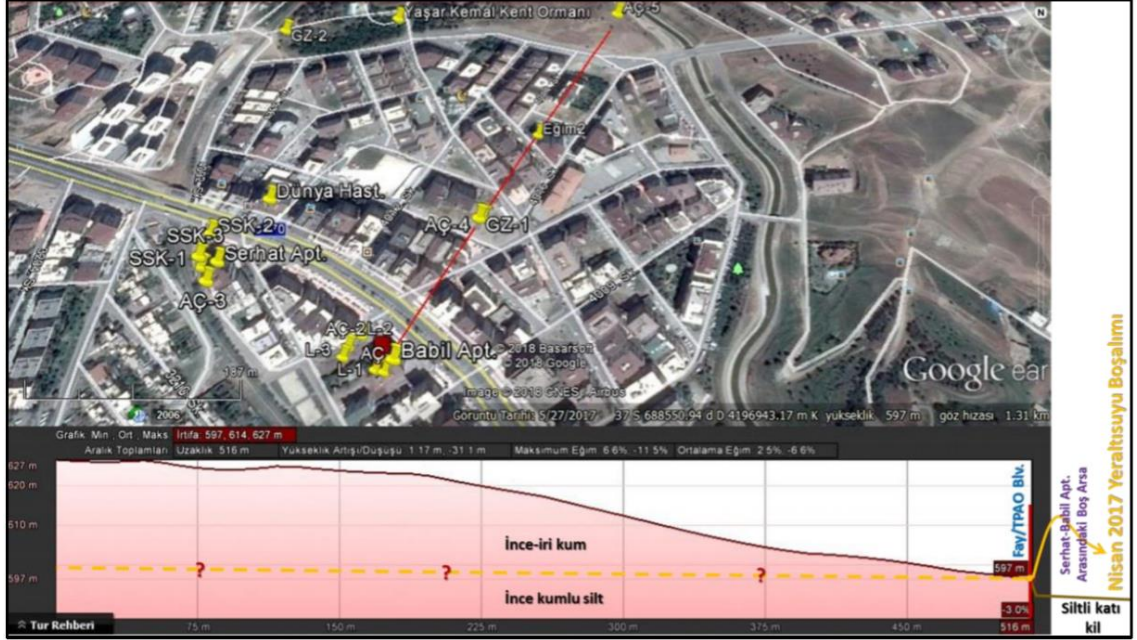
Ölçülen Değerler	Serhat Apartmanı		DSİ Açık Kanal
	Şebeke Suyu	Zemin Suyu	
pH	8,19	7,43	7,58
EC (µS)	331	1343	212
TDS (ppm)	116	671	106
T (°C)	28,3	28,2	28,3

Çizelge 5.35'te verilmiş olan ölçüm sonuçlarına göre, zemin suyuna ait elektrik iletkenliği (EC) ve toplam çözünmüş katı madde miktarı (TDS) değerlerinin, şebeke suyu ve DSİ açık kanal suyu değerlerinden farklı olması Serhat Apartmanı bahçesi kanal kazısında rastlanılan bu suyun yeraltı suyu olduğunu kanıtlamaktadır.

İnceleme alanında Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan ve kuzeydeki sınırı Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı, güneydeki sınırı 3214 Sokak olan boş alanda Nisan 2017 tarihinde yeraltı suyunun kendisini çamur akması şeklinde noktasal olarak aniden boşalttığı gözlemlenmiştir. Yeraltı suyu boşalımının olduğu alana yakın yerlerde açılan L-2 ve L-3 numaralı sondaj kuyularında topografya yüzeyinde dolgu, dolgunun altında ise Şelmo formasyonu'nun siltli katı kil seviyesi (L-2 numaralı sondaj) ile kumlu, killi silt seviye (L-3 numaralı sondaj) bulunmaktadır.

Yeraltı suyu boşalımının olduğu alana daha yakın kesimde açılmış olan L-2 numaralı sondaj kuyusunun tamamında siltli katı kil geçilmiş olup ve bu birimin su tutmayan geçirimsiz ortam (Akifüj) olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında bulunan sınırlı hacimli kum akifer ortamı, güneyde Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı kuzeyde Dünya Hastanesi ile Yaşar Kemal Kent Ormanına doğru doğu batı yöneliminde yayılım sunmaktadır (Şekil 5.30). Bu serbest akifer özelliğindeki sınırlı hacimli kum akifer ortamı Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan boş alanın Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı'nın güney sınırında Şelmo formasyonunun siltli katı kil seviyesi

(L-2 numaralı sondaj) ile fay düzlemi boyunca kesilmektedir. Böylece serbest akifer özelliğindeki sınırlı hacimli kum akifer Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı boyunca yayılımlı fay düzlemindeki geçirimsiz sınırı oluşturarak, yeraltı suyunun boşalmasına sebep olmuştur (Şekil 5.31).



Şekil 5.30. Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan boş alanın sınırlı hacimli kum akifer ortam ile olan ilişkisi

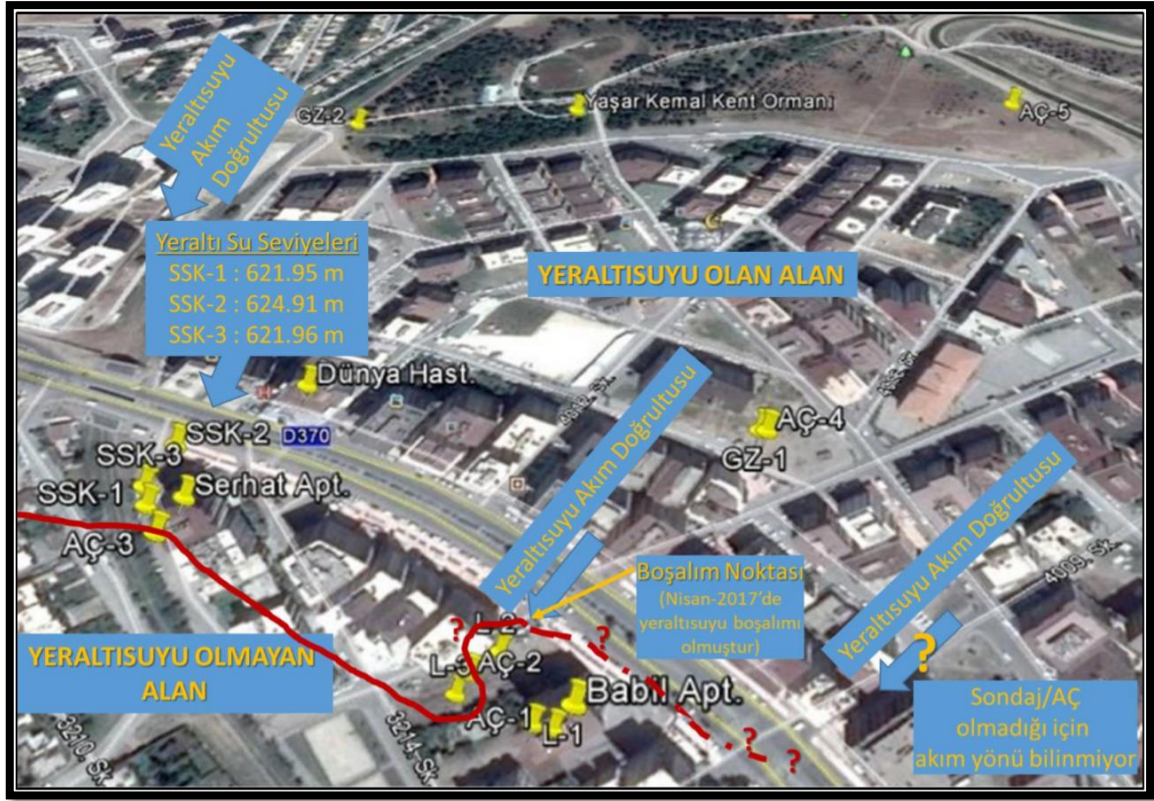


Şekil 5.31. Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan boş alan (<https://www.google.com/earth/2019> yılı görüntüsü)

5.7.1. İnceleme Alanının Hidrojeolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanı genelinde yeraltı suyunun bulunma potansiyeli olan alanlar Şekil 5.32 ile gösterilmiştir. Şekil 5.27, Şekil 5.30 ve Şekil 5.32’da kesikli çizgi (-.-.-) ve soru işareti (?) ile verilmiş olan yerler inceleme alanı dışında kalmaktadır. Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan ve kuzeydeki sınırı Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı, güneydeki sınırı 3214 Sokak olan boş arsa ile Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarının güney ucunda karşı karşıya gelen geçirimli ve geçirimsiz birimin, boş arsa sınırlı hacimli kum akifer için hidrojeolojik açıdan geçirimsiz sınır şartını oluşturmuştur.

Batman ilinde 2016 yılı sonbahar ve kış ayları ile 2017 yılı kış ve ilkbahar aylarında yağın yağışlar ile sınırlı hacimli kum akiferin hacmi süzülen yağış suları ile büyük oranda dolmuştur. Akifer hacminde yükselen bu yeraltı suyu nedeniyle (Şekil 5.32) Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarına doğru yeraltında geçirimli birim ile geçirimsiz birimin kesişme noktasında su basıncı değeri ve hidrolik eğim artmıştır. Su basıncının artmasıyla geçirimsiz birim içinde akifer, yüzeydeki dolgu malzemesini çamurlaştırarak uygun bir boşalma noktasından kendisini aniden boşaltmaya başlamıştır. Böylelikle, suya doymun hacimdeki akiferde su seviyesinin düşmesi ile belli bir süre sonra bu noktadan su boşalımı sonlanmıştır. Sonuç olarak, bu durum inceleme alanında bulunan yeraltı suyunun şehir şebekesi ve/veya DSI açık kanalı ile ilişkili olmadığı göstermektedir.



Şekil 5.32. Çalışma alanında yeraltı suyu durumu

İnceleme alanında hidrojeolojik çalışmalar kapsamında geçirimsizlik değerlerini belirlemek amacıyla Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı kuzeyinde açılmış olan GZ-1 ve GZ-2 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde sabit seviyeli permeabilite deneyleri yapılmıştır. Çizelge 5.36’de permeabilite deney sonuçları verilmiştir.

Çizelge 5.36. İnceleme alanındaki GZ-1 ve GZ-2 numaralı sondaj kuyularına ait geçirimsizlik (Permeabilite) deney sonuçları

Sondaj Kuyusu	Derinlik (metre)	Geçirimsizlik katsayısı k (cm/sn)
GZ-1	2,00	$1,55 \times 10^{-4}$
GZ-2	2,00	$7,00 \times 10^{-5}$
GZ-2	4,00	$4,60 \times 10^{-5}$
GZ-2	6,00	$2,00 \times 10^{-4}$
GZ-2	8,00	$6,60 \times 10^{-4}$

Bu değerler Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı kuzeyindeki zeminlerin düşük-çok düşük geçirimsizliğe sahip olduğunu (Çizelge 5.37), bundan dolayı burada bulunan sınırlı

kum akiferin dolma ve boşalma ilişkisinin yalnızca birbirini takip eden aşırı yağışlı yıllar ile ya da suni beslenme ile olabileceğini göstermektedir.

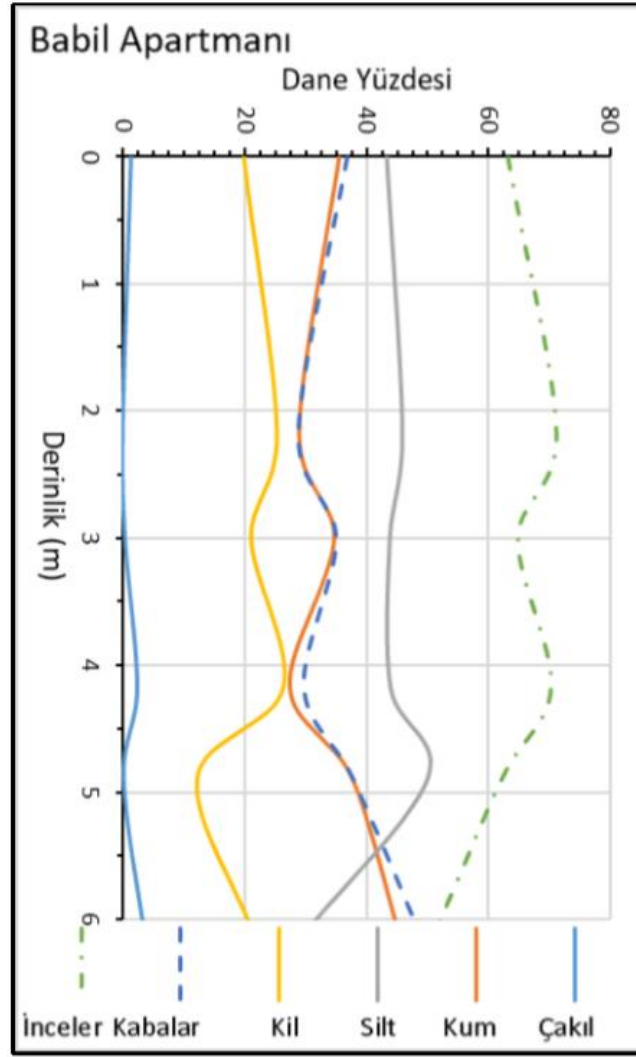
Çizelge 5.37. Zeminlerin permeabilite katsayılarına göre sınıflandırılması Terzaghi ve Peck (1967)

Geçirimsizlik katsayısı k (cm/sn)	Geçirimsizlik durumu
$>10^{-1}$	Yüksek
$10^{-1} - 10^{-3}$	Orta
$10^{-3} - 10^{-5}$	Düşük
$10^{-5} - 10^{-7}$	Çok düşük
$10^{-7} <$	Pratik olarak geçirimsiz

5.8. İnceleme Alanının Jeomekanik Modeli

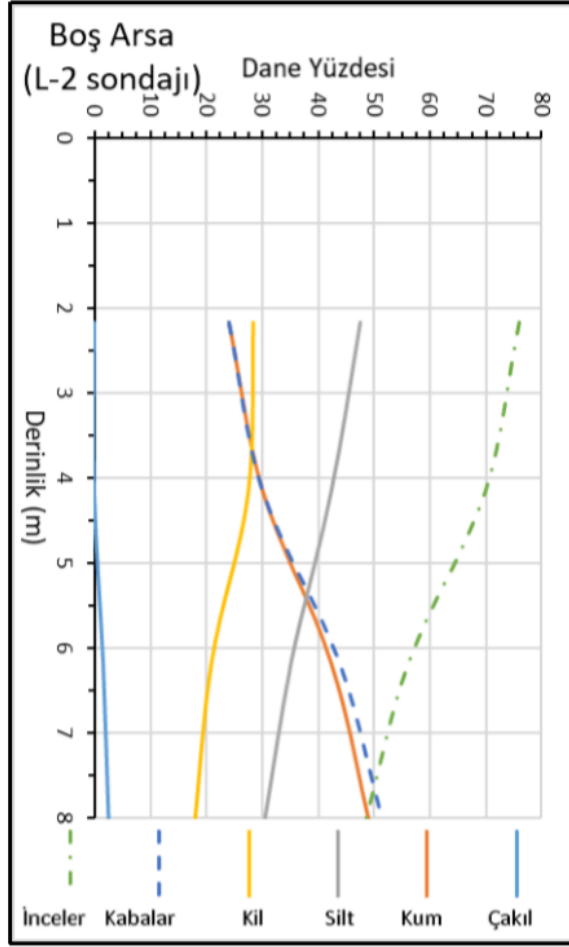
5.8.1. Dane Dağılımının Değerlendirilmesi

İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda, Şelmo formasyonunun Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı güneyinde, Serhat Apartmanından Babil Apartmanına doğru olan kesimde ağırlıklı olarak CL grubu kil bulunduğu, bu killer ile birlikte CH grubu kil, ML grubu silt ve SM grubu siltli kum da içerdiği belirlenmiştir. Babil Apartmanının bulunduğu arsada dolgu birimdeki ince malzeme oranı topoğrafya yüzeyinden itibaren ilk 2.00 metre de kaba malzeme oranından daha fazla olup dolgu birimin 2,00-3,00 metre arasında kaba danelerin oranı ince danelere göre artmıştır. Dolgunun altında bulunan Şelmo formasyonunun topoğrafya yüzeyinden derine doğru 3,00-4,00 metre arasındaki kısmında ince danelerin oranı kaba danelerin oranına göre artmasına rağmen, 4,00-6,00 metre arasındaki kısmında ise ince danelerin oranı azalmakta kaba danelerin oranı artmaktadır (Şekil 5.33).



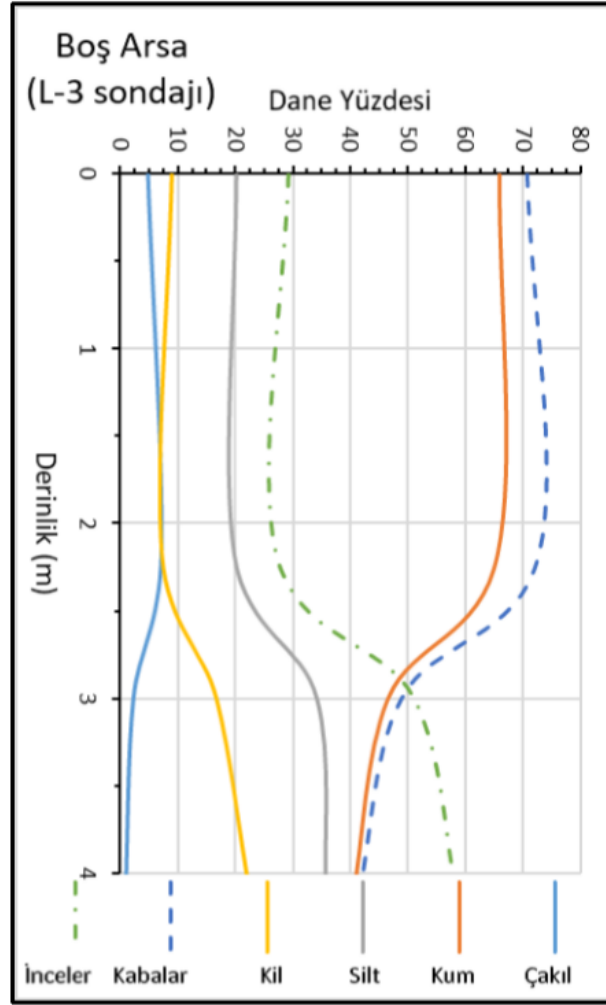
Şekil 5.33.Babil Apartmanı zemin dane dağılımının derinlik ile ilişkisi

Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda L-2 numaralı sondaj kuyusunun olduğu kısımda topografya yüzeyinden derine doğru ilk 2,00 metre dolgu birimi olup 2,00-8,00 metre arasında ince danelerin oranı azalmakta kaba danelerin oranı ise artmaktadır (Şekil 5.34).



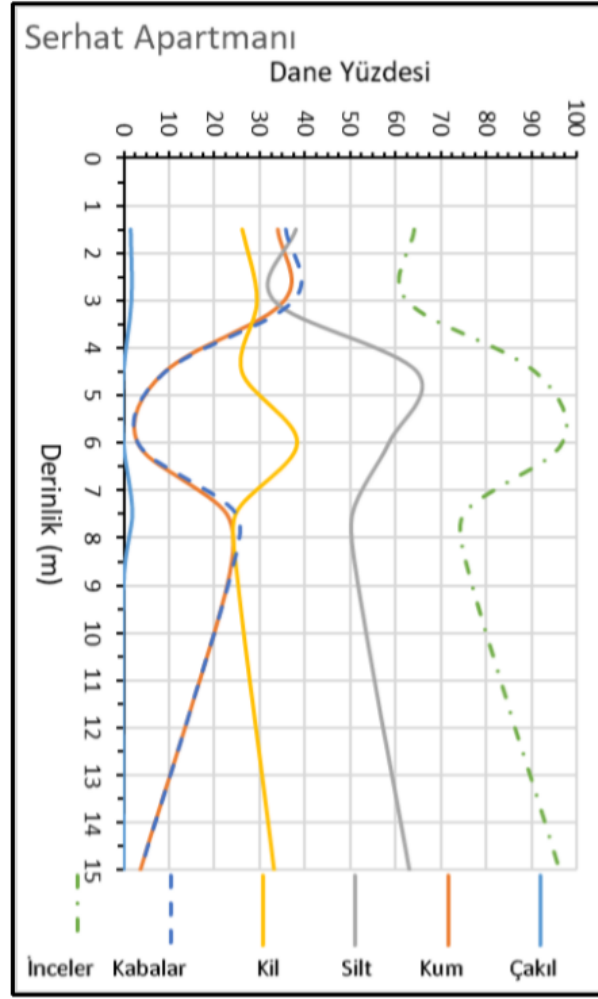
Şekil 5.34. Babil ve Serhat Apartmanları arası boş alanın zemin dane dağılımının derinlik ile ilişkisi

Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda L-3 numaralı sondaj kuyusunun olduğu kısımda topografya yüzeyinden derine doğru ilk 1,50 metre dolgu birimi olup 1,50 metreden sonra Şelmo formasyonu başlamaktadır. Topografya yüzeyinden derine doğru 2,00 metreye kadar kaba danelerin oranı çok az miktarda artarken, ince danelerin oranı azalmakta, 2,00-2,50 metre arasında, kaba danelerin oranı azalırken ince danelerin oranı artmaktadır. 2,50-3,00 metre arasında ise, ince danelerin oranı aşırı bir artma eğilimi gösterirken kaba daneler aynı oranda azalma eğilimi göstermiştir. 3,00-4,00 metre arasında kaba danelerin oranı azalmaya devam ederken ince danelerin oranı da artmaya devam etmiştir (Şekil 5.35).



Şekil 5.35. Babil ve Serhat Apartmanları arası boş alanın zemin dane dağılımının derinlik ile ilişkisi

Serhat Apartmanının olduğu alanda SK-2 numaralı sondaj kuyusunun olduğu kısımda 1,50-3,00 metre arasında kaba dane oranı artarken ince dane oranı azalmıştır. 3,00-6,00 metre arasında kaba dane oranı azalırken, ince dane oranı artmıştır, 6,00-7,50 metre arasında kaba dane oranı artarken, ince dane oranı azalmış ve 7,50-15,00 m arasında kaba dane oranı azalırken, ince dane oranı artmıştır (Şekil 5.36).



Şekil 5.36.Serhat Apartmanı SK-2 numaralı sondaj kuyusu zemin dane dağılımının derinlik ile ilişkisi

5.8.2. Su İçeriğinin Değerlendirilmesi

Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda topografya yüzeyinden derine doğru su içeriğindeki değişimlerde, kumlu birimlerin (SM) su içeriği değerinin boş alanda daha fazla yayılım sunan killi birimlerin (CL) su içeriği değerinden fazla olduğu laboratuvar deney sonuçlarında görülmüştür. Bu alanda killi birimlerdeki su içeriği değerlerinde görülen değişimlerin Nisan 2017 tarihinde alanda meydana gelen ani yeraltı suyu boşalımı ile ilişkilendirilebilir. Killi birim meydana gelen yeraltı suyu boşalımı nedeniyle bünyesine almış olduğu suyu geçen sürede homojen olarak bünyesinden atamamıştır. Killi birimler genellikle bünyelerine aldıkları suları tutarak suyun hareketini sınırlayıp, bu suları bünyelerinden ancak buharlaşma ile uzaklaştırırlar.

Kil birimin su içeriğinin düşük olması, bu birimin yeraltı ve yerüstü sularıyla beslenmesinin olmaması ve güneş ışınlarının birimdeki suyu buharlaştırması şeklinde açıklanabilir.

Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanın çevresinde ise beş kattan yüksek yapılar bulunmaktadır. Bu yapıların boş alan üzerine gölgelerinin düşmesi nedeniyle alanda yüzeyde homojen buharlaşma oluşmamakta ve kil birimde benzer seviyelerde derinlikle değişen birbirinden farklı zemin suyu içeriği oluşmaktadır. Kum birim (SM) ise zemin suyunu daneleri arasındaki boşluklarında tutar, bundan dolayı birimin hem 1,50 metrede hem de 3,45 metrede zemin su içeriği değerinin değişmeyip ortalama % 20 olduğu görülmüştür.

5.8.3. Kayma Mukavemetinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında Babil Apartmanının bulunduğu alanda topografya yüzeyinden derine doğru ilk üç metre dolgu dolgunun hemen altında ise Şelmo formasyonu bulunmaktadır. Zeminde dolgunun su içeriğinin % 27,9 ve Şelmo formasyonunun su içeriğinin % 20,6 olduğu ve dolgunun Şelmo formasyonundan daha fazla su içerdiği belirlenmiştir. Doygunluk derecesi (% S) dolgu birimde % 100, dolgunun hemen altında yer alan Şelmo formasyonunda ise % 86,1 olduğu görülmektedir. Babil Apartmanının üzerine inşa edilmiş olduğu zeminin topografya yüzeyinden derine doğru drenajsız kayma mukavemeti artmakta olup dolgu biriminde drenajsız kayma mukavemeti 29 kPa iken, dolgunun hemen altında bulunan Şelmo formasyonunun drenajsız kayma mukavemeti değeri ise 63,4 kPa olarak bulunmuştur. Bu alanda bulunan birimlerin konsolidasyona uğraması durumunda Şelmo formasyonu birimlerinin drenajlı kayma mukavemeti parametreleri, toplam gerilmelere göre olan kayma mukavemeti parametrelerinden daha fazla olmaktadır.

Babil Apartmanı ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda L-2 numaralı sondaj kuyusunun olduğu kısımda topografya yüzeyinden derine doğru ilk iki metre dolgudur, dolgunun drenajsız kayma mukavemeti değeri Babil Apartmanında açılmış olan L-1 numaralı sondaj kuyusunun 2,00-2,35 metresinden alınan örnekte 29 kPa, Babil ve Serhat Apartmanları arasında kalan boş alanda dolgu birimin hemen altında L-2 numaralı sondajın 2,00-2,35 metresinden alınan örnekte drenajsız kayma mukavemeti 301 kPa iken, 4,00-4,35 metredeki drenajsız kayma mukavemeti değeri 309,1 kPa değerine çıkmakta ve bu seviyenin karşılığında Babil Apartmanında açılmış olan L-1 numaralı sondaj kuyusundaki drenajsız kayma mukavemeti değeri 63,4 kPa olmaktadır.

Şelmo formasyonunun drenajsız kayma mukavemeti değerleri ise L-2 numaralı sondaj kuyusunun 6,00-6,35 metresinde 41 kPa ve 8,00-8,35 metresinde ise 87,3 kPa olarak artma eğilimi göstermiştir.

Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-1 ve SK-2 numaralı sondaj kuyularının topografya kotları arasında yaklaşık olarak 4,50 metre kot farkı vardır, bu durumda SK-1 numaralı sondaj kuyusunun, SK-2 numaralı sondaj kuyusuna göre derinlik karşılıkları, SK-1 numaralı sondaj kuyusunun 2,00-2,40 metresinin SK-2 numaralı sondaj kuyusunun 6,50-6,90 metresine, SK-1 numaralı sondajın 4,00-4,40 metresinin SK-2 numaralı sondaj kuyusunun 10,50-10,90 metresine, SK-1 numaralı sondaj kuyusunun 14,00-14,40 metresinin SK-2 numaralı sondaj kuyusunun 18,50-18,90 metresine denk gelecektir. Serhat Apartmanı ve çevresinde bulunan birimlerin drenajsız kayma mukavemeti değerleri topografya yüzeyinden derine doğru Çizelge 5.38’da verilmiştir.

Çizelge 5.38. Serhat Apartmanı ve çevresinin drenajsız kayma mukavemeti değerleri

SK-2 numaralı sondaj cinsinden derinlik (m)	Sondaj Kuyusu Adı	c_u (kPa)
2,00-2,40	SK-2	223
6,50-6,90	SK-1	293
10,50-10,90	SK-1	96
14,00-14,40	SK-2	217
18,50-18,90	SK-1	209

5.8.4. Kuru Birim Hacim Ağırlığına Göre Değerlendirme

Şelmo formasyonunda topoğrafya yüzeyinden derine doğru karşılaşılan birimlerin kuru birim hacim ağırlık değerleri γ_k (kN/m³) SK-1, SK-3, L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyularından alınan örnekler üzerinde yapılmış konsolidasyonsuz drenajsız (UU) deneyleri yapılarak bulunmuştur. Bu derinliklerde belirlenen kuru birim hacim ağırlık değerleri Çizelge 5.39 ile verilmiştir.

Çizelge 5.39. SK-1, SK-3, L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyuları birimlerinin kuru hacim birim ağırlık değerleri

Derinlik (m)	Sondaj Kuyusu Adı	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
2,00-2,40	SK-1	17,6
4,00-4,40		16,8
14,00-14,40		16,8
2,00-2,40	SK-3	16,1
14,00-14,40		15,2

2,00-2,35	L-1	15,6
4,00-4,35		16,1
2,00-2,35	L-2	19,3
4,00-4,35		18,6
6,00-6,35		16,9
8,00-8,35		17,5

SK-1 numaralı sondaj kuyusunun topografik kotu 625,84 metre, SK-3 numaralı sondaj kuyusunun topografya kotu 626,86 metre, L-1 numaralı sondaj kuyusunun topografya kotu 623,84 metre ve L-2 numaralı sondaj kuyusunun topografya kotu 624,68 metredir (Çizelge 5.40). Bu sondajlar bir arada değerlendirildiğinde Şelmo formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerinin en yüksek topografik kot olan SK-3 numaralı sondajından derine doğru değişimi Çizelge 5.40’de verilmiştir.

Çizelge 5.40. SK-1, SK-3, L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyuları birimlerinin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlikle değişimi

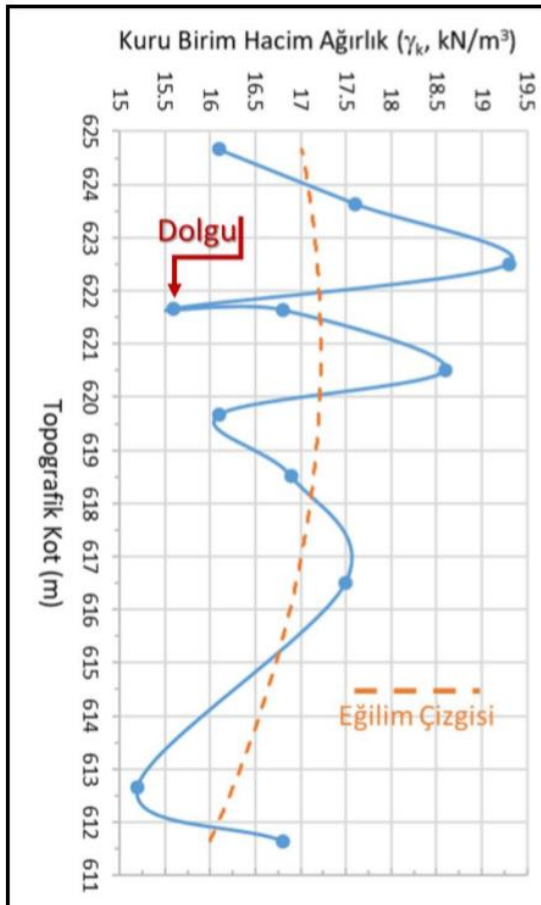
Topografik Kot (m)	Sondaj Kuyusu Adı	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
624,66	SK-3	16,1
623,64	SK-1	17,6
622,50	L-2	19,3
621,66	L-1	15,6
621,64	SK-1	16,8
620,50	L-2	18,6
619,66	L-1	16,1
618,50	L-2	16,9
616,50	L-2	17,5
612,66	SK-3	15,2
611,64	SK-1	16,8

SK-1 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularında dolgu kalınlığı 1,50 metre, L-2 numaralı sondaj kuyusunda dolgu kalınlığı 2,00 metre, L-1 numaralı sondaj kuyusunda ise dolgu kalınlığı 3,00 metredir. Çizelge 5.39 ve Çizelge 5.40 ile verilen değerler arasında dolgunun kuru birim hacim ağırlık değeri sadece Babil Apartmanı ve çevresinde açılmış olan L-1 numaralı sondaj kuyusunda belirlenmiştir. İnceleme alanında dolgu biriminin olmaması durumunda Şelmo formasyonunun kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlik ile değişimi Çizelge 5.41’de verilmiştir.

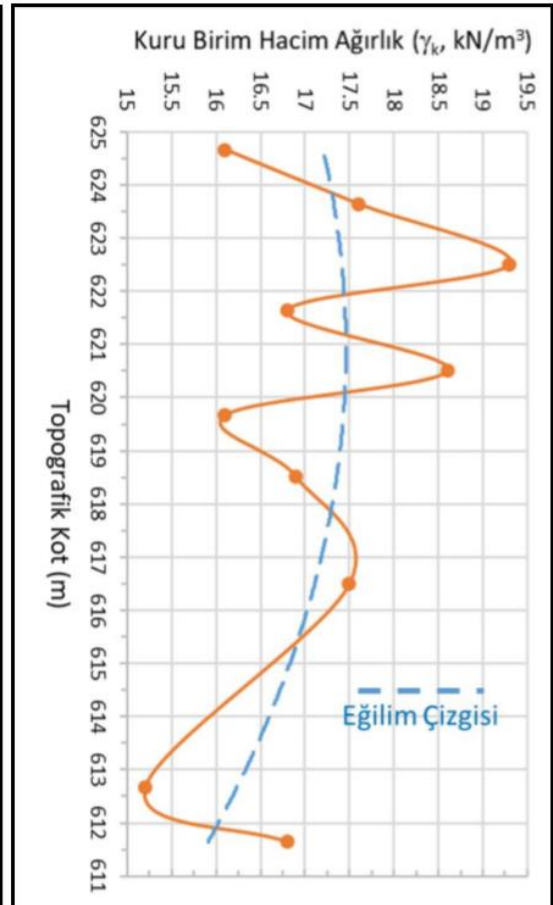
Çizelge 5.41. Şelmo formasyonu birimlerinin kuru birim hacim ağırlık değerlerinin derinlikle değişimi

Topografik Kot (m)	Sondaj Kuyusu Adı	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)
624,66	SK-3	16,1
623,64	SK-1	17,6
622,50	L-2	19,3
621,64	SK-1	16,8
620,50	L-2	18,6
619,66	L-1	16,1
618,50	L-2	16,9
616,50	L-2	17,5
612,66	SK-3	15,2
611,64	SK-1	16,8

Çizelge 5.41’de verilmiş olan dolgu birimi ve Şelmo formasyonu birimlerine ait kuru birim hacim ağırlık değerlerinin topoğrafik kotlarına göre derinlik değişimleri Şekil 5.37’de, Şelmo formasyonu birimlerine ait kuru birim hacim ağırlık değerlerinin topoğrafik kotlarına göre derinlik değişimi ise Şekil 5.38’de gösterilmiştir.



Şekil 5.37. Dolgu ve Şelmo formasyonu birlikteliğinde kuru birim hacim ağırlık değerlerinin topografya yüzeyinden derinlik ile değişimi.



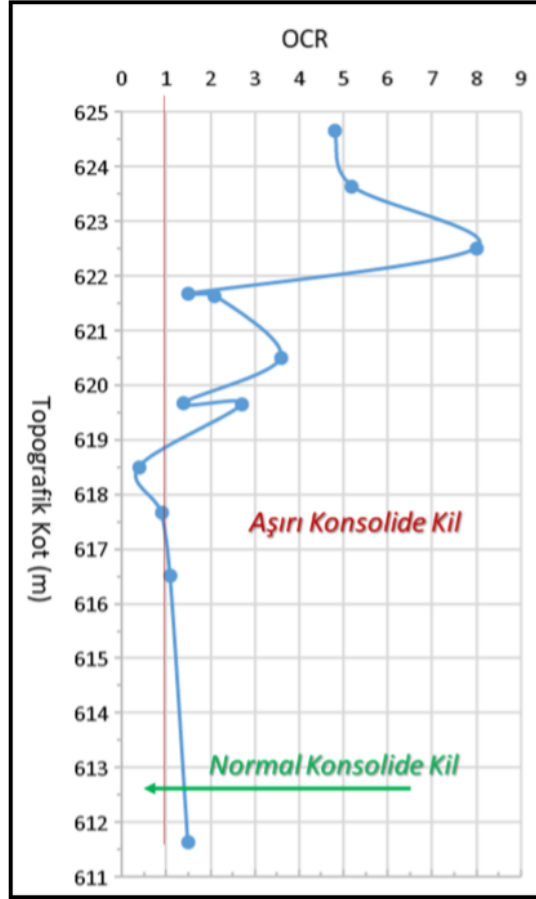
Şekil 5.38. Şelmo formasyonunda kuru birim hacim ağırlık değerlerinin topografya yüzeyinden derinlik ile değişimi.

Tektonik etkiler altında kalmamış olan birimlerde, kuru birim hacim ağırlık değerleri derinlik ile artmaktadır. İnceleme alanında bulunan hakim litoloji olan Şelmo formasyonunda jeolojik yükün az olduğu yüzey ve yüzeye yakın yerlerde kuru birim hacim ağırlık değeri yaklaşık olarak 16 kN/m^3 dür.

İnceleme alanı içinde, kuru birim hacim ağırlık değerleri, derinlik ile artma ve azalma eğilimi göstermektedir. Bu değişimler bölgenin geçirmiş olduğu tektonizma ile ilgilidir, tektonik faaliyet şiddetinin Şelmo formasyonu üzerindeki etkisi ile Şelmo formasyonunun birimlerinde heterojenliğe neden olmakta ve yine bölgedeki küçük ölçekli pek çok fayın, formasyonun stratigrafik istiflenmesinde karışıklığa neden olması ile ilişkilidir. Bunun sonucunda, açılmış olan SK-1 numaralı sondaj kuyusunda 3,90 metrede var olan yeraltı suyunun, yaklaşık 2 metre yakınlıkta ve hemen hemen aynı topoğrafik kotta açılan AÇ-3 numaralı araştırma çukurunda olmaması buradan geçen muhtemel bir fayın varlığına işaret etmektedir.

5.8.5. Aşırı Konsolidasyon Değerine Göre Değerlendirme

İnceleme alanında açılmış olan L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyularından elde edilen örnekler üzerinde yapılan konsolidasyon deneylerinde aşırı konsolidasyon değerleri (OCR) değerleri bulunmuştur. Aşırı konsolidasyon değerlerine göre, Normal konsolide killerde (OCR) = 1 olup, aşırı konsolide killerde ise $\text{OCR} > 1$ dir. L-1 numaralı sondaj kuyusunda 617,67 metre topoğrafik kotunda ve L-2 numaralı sondaj kuyusunda 618,51 metre topoğrafik kotunda normal konsolide kil, diğer derinliklerde ise aşırı konsolide kilin olması bölgeyi etkilemiş tektonizmanın son derece kompleks ve şiddetli olduğunu göstermektedir (Şekil 5.39).



Şekil 5.39. L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyularındaki konsolidasyon özelliklerinin derinlik ile değişimi

Şekil 5.25’de inceleme alanında açılan GZ-1 ile SK-2 sondaj kuyularından alınmış jeolojik kesit görülmektedir. Jeolojik kesitte zemini oluşturan birim en gençten en yaşlıya doğru; güncel dolgu, orta katı-kısmen katı ince-iri kum, orta katı-katı siltli-killi-ince kum, ince kumlu katı silt, siltli, katı kil, pekişmiş katı kil ve kilaşı-silttaşı ardalanmasından oluştuğu anlaşılmıştır.

İnceleme alanında sondajlarda ve araştırma çukurlarında karşılaşılan birimler ile su içeriği, kayma mukavemeti, kuru birim hacim ağırlığı ve konsolidasyon deneylerinden elde edilen sonuçlara göre, inceleme alanının ana bir fay üzerinde olduğuna işaret etmektedir. Arazi çalışmalarındaki gözlemler, sondajlar ve araştırma çukurlarında bulunan birimlere göre, fay düzleminin Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı üzerinde yer aldığı ve fayın yükselen bloğunun Dünya Hastanesi ile Yaşar Kemal Kent Ormanı bölgesinde, fayın düşen bloğunun ise Babil ve Serhat Apartmanları bölgesinde olduğu düşünülmektedir.

Babil ve Serhat apartmanları bölgesindeki düşen bloğun oluşan seviye farkı nedeniyle ince daneli birimler tarafından daha fazla beslendiği, mevcut düşünülen fayın çökelme havzası ile birlikte gelişmeye başladığı, Şelmo formasyonunun da çökelme havzasından yeryüzüne çıkışı esnasında fayın gelişimini tamamlayarak ayrışma olayları sonucunda üst seviyelerdeki kaba daneli birimlerin yeterince istiflenmediği, aşındığı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu tez çalışması kapsamında; Batman ili kent merkezi Tilmerç Mahallesinde bulunan Babil ve Serhat Apartmanları ile çevrelerindeki alanlar, Dünya Hastanesi ve Yaşar Kemal Kent Ormanı çevresinde bulunan alanların jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özelliklerinin tespiti amacıyla inceleme çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında inceleme alanında zeminin litolojik ve jeolojik durumları ve mühendislik özelliklerini belirlemek amacıyla araştırma çukurları ve temel sondaj kuyularının açılması, numunelerin alınması, laboratuvar deneylerinin yapılması ile alanın jeoteknik modelinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Laboratuvarda zemin sınıflandırma deneyleri kapsamında; elek analizi, Atterberg limitleri, su içeriği, kuru birim hacim ağırlık tayinleri, geçirimsizlik deneyleri, üç eksenli basınç deneyleri yapılarak ortam modellemesi-yeraltı suyu ilişkisi-jeomekanik davranış bütünlüğü içinde tartışılmış ve sondaj-arazi çalışmalarına dayalı gözlem ve tespitler sonucu alanın yeraltı jeolojisi ile hidrojeolojik özellikleri ilişkisi belirlenip, jeomekanik davranış ve tektonik değerlendirme yapılmıştır.

İnceleme alanının sınırları içinde yeraltı jeolojisi, hidrojeoloji, jeomekanik davranışa ait saha çalışmaları yapılarak jeolojik ortam modellemesi oluşturulmuştur. Ortam modellemesi ile yeraltı suyu ilişkisi belirlenerek Babil Apartmanının yıkılma sebebi değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1-) İnceleme alanının da içinde yer aldığı Batman il merkezi ve çevresinde yüzeyleyen jeolojik formasyonun yapılan arazi çalışmalarında Şelmo formasyonu'ndan oluştuğu, Şelmo formasyonunun stratigrafik istiflenmesi topografya yüzeyinden derine doğru gidildikçe; güncel dolgu veya bitkisel toprak (topografya yüzeyi ve altı), orta katı-kısmen katı ince-iri kum, orta katı-katı siltli killi ince kum, ince kumlu katı silt, siltli katı kil, pekişmiş katı kil ve kilaşı'ndan oluştuğu tespit edilmiştir.

2-) İnceleme alanında Serhat apartmanı ve çevresinde açılan SK-2 numaralı sondaj kuyusunda yapılan SPT –N Darbe sayılarına göre $25 < N < R$ aralığında kalmış ve bu değerlere göre zeminin çok katı-sert zemin olduğu belirlenmiştir.

3-) Babil Apartmanının olduğu kesimde dolgunun altında zemin sınıfı CL, Serhat Apartmanının olduğu kesimde zemin sınıfının ağırlıklı olarak CH olup seyrek ve küçük yayılımlar şeklinde ML sınıfı zemininde olduğu, Babil ve Serhat Apartmanları arasındaki boş arsanın zemin sınıfının CL olup seyrek ve küçük yayılımlar şeklinde SM sınıfı zeminin de olduğu, Dünya Hastanesinin olduğu alanda zemin sınıfının SC olduğu ve inceleme alanında bulunan dolgunun zemin sınıfının CL olduğu, bu dolgu biriminin çalışma alanı ve çevresinde Şelmo formasyonunda yapılan inşaat kazılarından çıkan malzeme olduğu anlaşılmıştır.

4-) Babil Apartmanı ve çevresinde dolgu birimde su içeriği % 27,9, Şelmo formasyonu biriminde ise % 20,6 dır. Bulunan değerlere göre dolgu birimin su içeriği (% 27,9) Şelmo formasyonu birimine (% 20,6) göre daha fazladır. Dolgu birimde W_L (Likit Limit) aralığı % 39,7 ile % 41,2 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 32,6 ile % 42,6 arasında, W_P (Plastik limit) dolgu birimde % 21,4 ile % 24,7 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 20,7 ile % 23,3, dolgu birimde I_p (Plastisite İndisi) % 15 ile % 19,3 arasında, Şelmo formasyonu biriminde % 11,9 ile % 19,9 olarak hesaplanmıştır. Serhat Apartmanı ve çevresinde, dolgu birimde su içeriği % 16,2 ile % 23,1 arasında, W_L (Likit Limit) aralığı % 37 ile % 61,5 arasında, W_P (Plastik limit) % 23,2 ile % 29 arasında, I_p (Plastisite İndisi) % 8 ile % 32,6 arasında hesaplanmıştır. Dünya Hastanesi Doğu tarafı ve çevresinde W_L (Likit Limit) aralığı % 37,8, W_P (Plastik limit) dolgu birimde % 19,1, I_p (Plastisite İndisi) % 18,7 olarak hesaplanmıştır. Yaşar Kemal Kent Ormanı ve çevresinde W_L (Likit Limit) % 36,4, W_P (Plastik limit) % 21,1, I_p (Plastisite İndisi) % 15,3 hesaplanmıştır.

5-) İnceleme alanındaki Babil Apartmanı ve çevresinde açılan (L-1) numaralı sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş numuneler (UD) üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile taşıma gücü hesabı Meyerhof bağıntısı kullanılarak, konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) duruma göre $q_{ult} = 325,5$ kPa olarak hesaplanmış, bu değer ile binanın ağırlığına oranlanarak elde edilen güvenlik katsayısı 0,7 bulunmuş olup, bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan üçten küçüktür, konsolidasyonlu-drenajsız (CU)

durumuna göre ise $q_{ult} = 662.4$ kPa olarak hesaplanmış, elde edilen güvenlik katsayısı 1.4 bulunmuş olup, bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan üçten küçüktür. İnceleme alanındaki Serhat apartmanı ve çevresinde açılan (SK-1 ve SK-2) numaralı sondaj kuyusundan alınan örselenmemiş numuneler (UD) üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi ile taşıma gücü hesabı Meyerhof bağıntısı kullanılarak, konsolidasyonsuz-drenajsız (UU) duruma göre $q_{ult} = 905$ kPa, olarak hesaplanmış elde edilen güvenlik katsayısı 3,3 bulunmuş olup, bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan 3'den büyüktür, konsolidasyonlu-drenajsız (CU) durumuna göre ise $q_{ult} = 2300$ kPa olarak hesaplanmış elde edilen güvenlik katsayısı 8,4 bulunmuş olup, bu değer izin verilebilir güvenlik katsayısı olan 3'ten büyüktür. Sonuç olarak taşıma gücü analizine göre; Babil Apartmanında elde edilen güvenlik sayısının, izin verilebilen güvenlik sayısından yaklaşık % 53 daha az olduğu ve taşıma gücü kriterlerini sağlamadığı, Serhat Apartmanındaki elde edilen güvenlik sayısının, izin verilen güvenlik sayısından 2,8 kat daha fazla olduğu ve taşıma gücü kriterlerini sağladığı tespit edilmiştir.

6-) İnceleme alanındaki Babil Apartmanı ve çevresinde temelin oturduğu ortamın konsolidasyon oturması bu tür yapılar için izin verilebilir maksimum oturma miktarı olan 10 cm'in çok üzerinde 27 cm olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla yapı temelinin oturma kriterlerini sağlamadığı tespit edilmiştir. İnceleme alanı için konsolidasyon katsayısı $C_v = 5,9 \times 10^{-4}$ cm²/s = 1,86 m²/yıl olarak hesaplanmış ve oturmaların % 90'ının tamamlanması için geçen süre 9,2 yıl olarak belirlenmiştir. İnceleme alanındaki Serhat Apartmanı ve çevresinde temelin oturduğu ortamının konsolidasyon oturması bu tür yapılar için izin verilebilir maksimum oturma miktarı olan 10 cm'in altında 7 cm olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanı için konsolidasyon katsayısı $C_v = 3,83 \times 10^{-3}$ cm²/s = 12,1 m²/yıl olarak hesaplanmış ve oturmaların % 90'ının tamamlanması için geçen süre 0,9 yıl olarak hesaplanmıştır.

7-) İnceleme alanının da içinde olduğu Batman ilinin ortalama yağış değeri toplamının 580,910 mm.su/yıl, bölgenin suyu buharlaştırma potansiyelinin 780,515 mm.su/yıl olduğu, inceleme alanında yıl içindeki değişimlerine göre, en çok yağışın 86.56 milimetre ile Nisan ayında, potansiyel buharlaşmanın da 146,667 milimetre ile Temmuz ayında olduğu görülmektedir. İnceleme alanı ve çevresine düşen yağış değerinin % 64,077'si yani 372,229 mm buharlaşmakta, geriye kalan % 35,923' si yani 208,476 mm ise

yüzeysel akışa geçmekte ve bir kısmı da yeraltına sızmaktadır ve sızan su miktarı 62,543 mm/yıl dır. İnceleme alanında gerçekleşecek yüzey ve yüzey altı akışa ait akış katsayısı değeri 0,359 olarak hesaplanmıştır. Bu değer akışın yüksek–çok yüksek şiddette gerçekleştiğini göstermiştir.

8-) İnceleme alanında Dünya Hastanesi Doğu tarafı ve çevresinde açılan GZ-1 numaralı sondaj kuyusunun 2,00. metresinden, Yaşar Kemal Kent Ormanı ve çevresinde açılan GZ-2 numaralı sondaj kuyusunun 2,00-8,00. metrelerinden alınan örnekler üzerinde yapılan permeabilite deneylerine göre, kum akiferin geçirimsizlik değerinin (K) $6,60 \times 10^{-4}$ cm/s ile $4,60 \times 10^{-5}$ cm/s arasında değişmekte olduğu bu değerlerin de düşük–çok düşük geçirimsizliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

9-) İnceleme alanında yeraltı suyuna sadece Serhat Apartmanı çevresinde açılmış olan SK-1, SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularında rastlanılmıştır. Su seviyesi değerleri yeraltı suyu akımının Yaşar Kemal Kent Ormanından Serhat Apartmanına doğru olduğunu göstermektedir. Serbest akifer olan ince-iri-kum seviyeye geçen veya süzülen yağış suyunun, bu birime göre daha az geçirimsizliği olan akitard özellikteki ince-kumlu silt birime geçmesiyle yeraltı suyu oluşmuştur. Yaşar Kemal Kent Ormanında serbest akifer özelliğindeki birimlerin, Serhat Apartmanı tarafında görülmemesi ve direk akitard özelliğindeki birimlere geçmesiyle bu alanlardan geçen muhtemel bir fay olabileceğine işaret etmektedir. Serhat Apartmanı ve çevresinde açılmış olan SK-2 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularındaki yeraltı suyu seviyesi farkının yaklaşık olarak 3,00 metre, SK-1 ve SK-3 numaralı sondaj kuyularındaki yeraltı suyu seviyesi farkının yaklaşık olarak 1,00 metre olması ve açılmış olan AÇ-3 numaralı araştırma çukurunda yeraltı suyunun görülmemesi muhtemel fayın varlığının bir diğer göstergesidir.

10-) İnceleme alanında Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan boş arsada Nisan 2017 tarihinde ani yeraltı suyu boşalımı olmuştur. Söz konusu alanda boşalım noktasının boş arsadaki çevresinde Akifüj ortam, Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı çevresinde (bulvarın güney yöndeki kısmı) fay düzlemine ait milonitik (ezilme) zon bulunur. Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarının karşı tarafında (bulvarın kuzey yönündeki kısmı) Dünya Hastanesi - Yaşar Kemal Kent Ormanı - Batman Oto Yıkama - 11. Cadde uzanımında sınırlı hacimli kum akifer ortam bulunur. Boş arsada Nisan 2017 tarihindeki ani yeraltı suyu boşalımının sebebi geçirimsiz ile geçirimsiz ortamın karşılaşma alanında

yeraltı suyunun akışının engellenmesi sonucu hidrolik eğimin diklenmesine bağlı artan hidrolik yükün kendisini akış yolu bulduğu bir noktadan ani olarak boşaltmasıdır. İnceleme alanında bulunan sınırlı hacimli kum akifer ortamı, güneyde Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı kuzeyde Dünya Hastanesi ile Yaşar Kemal Kent Ormanına doğru Doğu-Batı yöneliminde yayılım sunmaktadır. Bu serbest akifer özelliğindeki sınırlı hacimli kum akifer ortamı Serhat Apartmanı ile Babil Apartmanı arasında kalan boş alanın Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı'nın Güney sınırında Şelmo formasyonunun siltli katı kil seviyesi (L-2 sondajı) ile fay düzlemi boyunca kesişmektedir. Böylece serbest akifer özelliğindeki sınırlı hacimli kum akifer Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarı boyunca yayımlı fay düzlemindeki geçirimsiz sınırı oluşturarak, yeraltı suyunun boşalmasına sebep olmuştur.

11-) Serhat Apartmanının Babil Apartmanı tarafında kazılan kanalın içinde suya rastlanılmış ve bu sudan, şebeke suyundan, DSİ açık kanalındaki sudan alınan örnekler üzerinde yapılan fiziksel özellik ölçümleri ile 3 suyun özelliğinin birbirinden farklı olduğu Serhat Apartmanının Babil Apartmanı tarafında kazılan kanalın içinde suyun ise yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir.

12-) İnceleme alanı bölgesinde zemin özelliklerinin yatay ve düşey de dağılımı heterojen olup bölgesel tektonizmadan aşırı derecede etkilenmiştir. L-1 ve L-2 numaralı sondaj kuyularının 6. metresinde normal konsolide kil olan zemin diğer tüm alanlarda aşırı konsolide olup OCR değeri 1,1 ile 8 arasında değişmektedir. OCR değerlerinin derinlikle değişimi bölgeyi etkilemiş tektonizmanın son derece kompleks ve şiddetli olduğunu göstermektedir.

13-) Tektonik etkiler altında kalmamış olan birimlerde, kuru birim hacim ağırlık değerleri derinlik ile artmaktadır. İnceleme alanında bulunan hakim litoloji olan Şelmo formasyonunda jeolojik yükün az olduğu yüzey ve yüzeye yakın yerlerde kuru birim hacim ağırlık değeri yaklaşık olarak 16 kN/m^3 dür. İnceleme alanı içinde, kuru birim hacim ağırlık değerleri, derinlik ile artma ve azalma eğilimi göstermektedir. Bu değişimler bölgenin geçirmiş olduğu tektonizma ile ilgilidir, tektonik faaliyet şiddetinin Şelmo formasyonu üzerindeki etkisi ile Şelmo formasyonunun birimlerinde heterojenliğe neden olmakta ve yine bölgedeki küçük ölçekli pek çok fayın, formasyonun stratigrafik istiflenmesinde karışıklığa neden olması ile ilişkilidir. Bunun sonucunda, açılmış olan

SK-1 numaralı sondaj kuyusunda 3,90 metrede var olan yeraltı suyunun, yaklaşık 2,00 metre yakınlıkta ve hemen hemen aynı topoğrafik kotta açılan AÇ-3 numaralı araştırma çukurunda olmaması buradan geçen muhtemel bir fayın varlığına işaret etmektedir.

14-) İnceleme alanında yapılan sondajlarda, araştırma çukurlarında karşılaşılan birimler ve stratigrafik ilişki inceleme alanının ana bir fay üzerinde olduğunu göstermiştir. Fayın cinsini belirlemek için düşen ve yükselen veya birbirine göre yatay hareket eden bloklar hakkında arazide yeterli kanıt gözlenememiştir. Sondaj ve araştırma çukurlarında gözlemlenen birimlere göre fayın düzlemi üzerinde Türkiye Petrolleri A.O. Bulvarının yer aldığı, Dünya Hastanesi ile Yaşar Kemal Kent Ormanı tarafının fayın yükselen bloğu, Babil ve Serhat Apartmanlarının olduğu kesimin ise fayın düşen bloğu olduğu anlaşılmıştır. Fay gelişiminin havzada çökelme sırasında olduğu, düşen bloğun (Babil ve Serhat Apartmanları kesimini) oluşan seviye farkı nedeniyle ince daneli malzemece daha fazla beslenip üst kesimlerinde kaba daneli malzemenin yeterince katmanlaşmadığı, Şelmo formasyonunun çökelme havzasından yeryüzüne çıkışı sırasında fayın gelişimini tamamlayarak yeryüzünde etkisi altında kalmış olduğu ayrışma olayları sonucunda aşındığı düşünülmektedir.

6.2. Öneriler

Yapıların oturacağı zeminlerin problemlerinin önceden belirlenmesi için sağlıklı bir zemin araştırması yapılarak zeminin tanımlanması, ve mühendislik parametrelerinin tespit edilmesi gelecekte oluşabilecek can ve mal kaybını önleyecektir.

Yapı inşaat aşamasında kazılan temellerde temelin iyi sıkıştırılması veya temel kazısında, temelde meydana gelen farklı kotların, temel kazısı esnasında çıkan malzemenin iyice sıkıştırılarak dolgu malzemesi olarak kullanılması ya da gro betonun temele serilmesi oturmanın izin verilebilir sınırlar içerisinde kalmasına yardımcı olacaktır.

Bölgenin daha sonraki yerleşim planının sağlıklı ve güvenilir bir biçimde oluşabilmesi için sözü edilen muhtemel fayın detaylı olarak incelenmesi, kent merkezinde ileride oluşabilecek jeolojik problemlerin çözümüne katkı sunacaktır.

Batman ili genelinde imar planına esas yapılacak zemin araştırmalarında daha kapsamlı veriler sunan mikrobölgeleme ölçeğinde çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu tez çalışmasında kullanılan laboratuvar çalışmaları için T.C Okan Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Zemin Mekaniği Laboratuvarı'na teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji Raporu ve petrol olanakları, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 917*, 45 s., Ankara.
- Açıkbaş, D., Sungurlu, O., Akgül, A. ve Erdoğan, T., 1979, Geology and petroleum possibilities of Southesat Turkey, *TPAO Arama Grubu Rapor No. 1410*.
- Açıkbaş, D., Akgül, A. ve Erdoğan, L. T., 1981, Güneydoğu Anadolu'nun hidrokarbon olanakları ve Baykan-Şirvan-Pervari yöresinin jeolojisi, *TPAO Arama Grubu Rapor No. 1543*, 387 s., Ankara
- Aggour M.S., Radding W.R., 2001, Standart penetration test (SPT) correction, *Maryland Department of Transport State Highway Administration*, 2001
- Amaco, 1985, Turkey ESRI report no. ET 85/1 geological studies in SETURKEY(Pervari- Beytüşşebap, Hazro, Mardin), *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 215*, 214 s., Ankara.
- Altınlı, İ. E., 1966, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi, *M.T.A.Derg.no.66*, 35-74.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972, Doğu Anadolu fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler, *MTA Enstitüsü Dergisi*, 78, 44-50.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 18(1), 91-101.
- ASTM, 2000. ASTM D 4318 (American Society of Testing and Materials), Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils, *Annual Book of ASTM Standarts*.
- Atterberg, A., 1911, Über die Physikalcshe Bodenuntersuchung and uber die Plastistiziat der Tone *Internationale Mittelungencfur Bodenkunde*, Vol. 1, pp. 10-43, Berlin.
- Aytekin, M., 2004, Deneysel Zemin Mekaniği, *Teknik Yayın Evi Mühendislik ve Mimarlık Yayınları*, Ankara, s. 624.
- Aydın, E. 1999, "A preliminary Investigation of Some Selected Soils Causing Geotechnical Problems on Highways of TRNC", MS Thesis, *Eastern Mediterranean University, Civil Engineering Department*, TRNC.
- Barka, A., and Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7, 663-684.

- Barka, A., and Reilinger, R., 1997, Active tectonics of the eastern Mediterranean region, deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annali di Geofisica*, XL(3), 587-610.
- Bayazıt, M., 2011, Hidroloji, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 119
- Biçer, Z., 1981, Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenim örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1605*, 22 s., Ankara.
- Bishop, A.W. 1966 “ The strength of soils as engineering materials, “*Geotechnique*, Vol.16, London, pp.89-128.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçümleri AR/TPO/261 nolu saha ile Reşan Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etüdleri, *TPAO Arama Grubu Rapor No. 162*, Ankara.
- Bowles, J. E., 1996, Foundation Analysis and Design, *McGraw-Hill Companies, Inc.*, New York, USA
- Bowles, J.E., 1988, Foundation Analysis and Design, *McGrawHill, 4th Edition*, Singapore
- Budhu, M., 2000, Soil Mechanics and Foundations, *Wiley*, New York, 586p.
- Casagrande, A. (1932), "Research of Atterberg Limits of Soils," *Public Roads*, Vol. 13, No.8.
- Casagrande, A., and Carillo, N., 1944, Shear failure of anisotropic materials, *Proceedings of Boston Society of Civil Engineers*, 31, 74–87.
- Chen, F.H. 1988, “Foundations on Expansive Soils”, *Development in Geotechnical Engineering*, No. 12, Elsevier, Amsterdam, 280 pp.
- Clayton, C. R. I. 1990, “SPT Energy Transmission Theory, Measurement and Significance” *Ground Engineering*, 23(10): 35 – 43.
- Clayton, C. R. I. 1993, “The Standard Penetration Test (SPT) – Methods and Use” Construction Industry Research and Information Association, *Funder Report/CP/7*, CIRIA, London, 129 pp.
- Clayton, C.R.I., Matthews, M.C., Simons, N.E., 1995, Site Investigation, *Wiley-Blackwell*. 497-503 p.
- Coduto, D. P. 2000, “Foundation Design, Principles and Practices” 2nd edition, *Prentice Hall, Inc.*, New Jersey.
- Coduto, D.P. 2001, Foundation Design: Principle and Practices. 2nd Edition, *Prentice Hall*, Upper Saddle River.

- Coşkun, B., 2004, Arabian-Anatolian plate movements and related trends in southeast Turkey's oilfields. *Energy sources*, 26: 987–1003.
- Coulomb, C.A. . 1776, "Essai Sur Une Application de s regies de s Maximis e t Minimum a Quelques Problemes de Statique Relatifs a L'Architecture'," *Mem. Acad. Roy. Pres. Divers Savants*, Paris, Vol. 3, Paris.
- Das, B.M., 2008, Fundamentals of Geotechnical Engineering, 3rd Edition, Spain
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
- Çandır, İ., 2007, Kozluk-Gercüş (Batman) Civarındaki Kayaların Çimento Hammadde Özelliklerinin Araştırılması (yüksek lisans tezi). SÜ, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*
- Çemen, İ., Perinçek, D., Ediger, V. ve Akça, L., 1990, Güneydoğu Anadolu'daki Bozova doğrultu atımlı fayı üzerindeki ilk hareket ters faylanma olan faylara bir örnek, *Türkiye 8. Petrol Kongresi, Jeoloji Bildirileri*, 169-179, Ankara.
- Çoruh, T., Yakar, H., Ediger, V. Ş., 1997, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton İstifinin Biyostratigrafi Atlası. *TPAO Araştırma Merkezi Grubu Bşk, Yay. No: 30*, Ankara. 212.
- Dağıstan, H. Şimşek, S., 2005, Geological and hydrogeological investigation of Kozluk-Taşlıdere (Batman) geothermal field. *Proceedings World Geothermal Congress*. 24–29 Nisan 2005, Antalya. 1–8.
- Darcy, H., 1856, Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon, *Dalmant*, Paris, p. 674.
- Das, B.M., 1993, Principles of Soil Dynamics, *HWS Publ.*, USA.
- Day, W.R., 2001, Soil Testing Manual ‘Procedures, Classification Data, and Sampling Practices’. *USA*. p. 619.
- Day, R.W. 2002, Geotechnical Earthquake Engineering Handbook. *McGraw Hill*.
- Duran, O. 1988, “Güneydoğu Anadolu’da Midyat ve Silvan gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli”, *Türkiye Petrol Jeoloji Derneği Bülteni*, 1-2, 99-126.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, L. ve Perinçek, D. 1989, Güneydoğu Anadolu'da Midyat Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve paleocografyası, paleontolojisi, jeoloji tarihi, rezervuar ve diyajenez özellikleri ve olası petrol potansiyeli. *TPAO Araştırma Merkezi, Rapor No.2563*.
- Eren, Y., Nalbantçılar, M.T., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş. ve Polat, S., 2012, Esentepe (Gültepe/Batman) Çukurunun Oluşum Mekanizması, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 385-394.

- Eyidoğan, H., 1983, Bitlis-Zağros bindirme ve kıvrımlı kuşağının sismotektonik özellikleri. Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi*, 112s (yayımlanmamış).
- Görür, N., Akkök, R., Yöndem, F., Bayram, S., 1981, Sabunsuyu-II ölçülmüş kesiti, *TPAO Arama Grubu, Arşiv no. 9244*, Ankara
- Görür, N. ve Akkök, R., 1982, Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı boyunca Midyat Formasyonu'nun sedimantolojik özellikleri, *TPAO Arama Grubu Rapor No. 1698*, 72 s., Ankara.
- Görür, N. ve Akkök, R., 1984, Facies Analysis of the Midyat group (Lower Eocene to Lower Miocene) of the southeast Turkey, *TPAO Arama Grubu Rapor No. 2187*, 57 s., Ankara.
- Gülen, L., Barka, A. A., and Toksöz, M. N., 1987, Continental collision and related complex deformation: Maraş triple junction and surrounding structures, SE Turkey, *Yerbilimleri*, 14, 319-336.
- Günay, Y. 1984, Amanos Dağlarının jeolojisi ve Karasu-Hatay grabeninin petrol olanakları, *TPAO Arama Grubu, Rapor No 1954*.
- Günay, Y., 1990, Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi (Yayınlanmamış), *Tpao Arama Grubu*, Ankara.
- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M.E., Tezcan, Ü.Ş. ve Çoruh, T., 1988, Güneydoğu Anadolu'da Mardin ve Midyat Grupları arasında yer alan birimlerin stratigrafisi (ön rapor), *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2414*, 154 s.
- FHWA-NHI-01-031 2002b, "Subsurface Investigations (Geotechnical Site Characterization)" *Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation*.
- Hall, M. J., 1984, Urban Hydrology, *Elsevier Applied-Science*, New York, USA
- Holtz, R. D. and Kovacs, W. D. 1981, An introduction to geotechnical engineering. *Prentice Hall*, pp. 27, New Jersey, USA.
- Hough, B.K., 1957, Basic Soils Engineering, *The Ronald Pres Company*, New York, 114-115.
- İlker, S., 1972, VI. Bölge Adıyaman kuzey ve kuzeydoğusundaki sahalar hakkında jeolojik rapor, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 981*, 27 s., Ankara.
- İtü Nova Teknoloji A.Ş., 2018, Yeraltı jeolojisi, hidrojeoloji, jeomekanik incelemesi ve raporlanması hizmet alım işi, 18/4534, 44-50.
- Jackson, J., McKenzie, D.P., 1984, Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan, *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society*, 77, 185-264.

- Kahafajı, A.W.N. ve Andersland, O.B., 1993, Geotechnical Engineering and Soil Testing, p. 246.
- Kalafat, D., 1995, Anadolu'nun tektonik yapılarının deprem mekanizmaları açısından irdelenmesi, *Deprem Araştırma Bülteni*, 77, 217 s.
- Kayabalı, K., 2002, Geoteknik Mühendisliğine Giriş (Çeviri). *Gazi Kitabevi*. Orjinal; Robert D. Holtz., William D. Kovacs., 1981. An Introduction to Geotechnical Engineering, *Prentice-Hall*, Englewood Cliffs.
- Ketin, İ., 1961, Über die magmatischen Erscheinungen in der Türkei. *Bull. Geol. Soc. Turkey*, vol. VII, no. 2, Ankara.
- Ketin, İ., 1964, Güneydoğu Anadolu Paleozoyik teşekküllerinin jeolojik etüdü hakkında rapor (I.Kısım: Derik-Bedinan, Penbeğli-Tut ve Hazro bölgesi), *TPAO Arama Grubu*, Rapor no. 287, 36 s., Ankara.
- Kıral, N., Tulukçu, A., 2008, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin (Siirt - Batman - Bitlis – Diyarbakır Bingöl - Şanlıurfa - Adıyaman - Muş - Mardin) endüstriyel hammadde prospeksiyon raporu. *MTA*, Rapor No: 11045.
- Kıratlıoğlu, E., 1964, AR/TPO/674 nolu sahanın jeolojik raporu, *TPAO Arama Grubu*, Rapor no. 324, 13 s., Ankara.
- Koç Taşgın, C., Türkmen, İ., Orhan, H., Aksoy, E., 2009, Soft-sediment deformation structures in the Late Miocene Şelmo Formation around Adıyaman area, Southeastern Turkey. *27th IAS Meeting Of Sedimentologists*. 20–23 September 2009, Alghero, Italy. 233.
- Kumbasar, V., Kip, F., 1999, Zemin Mekaniği Problemleri, *Çağlayan Kitabevi*, 671s.
- Lokman, Kemal; 1940, “Ramandağ Petrolü”, *MTA Dergisi*, Sayı 20, Yıl 1940.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Georgiev, I., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradisis, D., Peter, Y., Prilepi, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., Veis, G., 2000, “GPS Constraints on Crustal Movements and Deformations in the Eastern Mediterranean 1988-1997, *Implications for Plate Dynamics*” *JGR. Vol. 105, No.B3*, pp. 5695-5719.
- Meyerhof, G. G. 1957, “Discussion on Research on Determining the Density of Sands by Penetration Testing” *Proc. 4th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Engrg.*, Vol. 1: 110.
- Meyerhof G. G. 1976, “Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations” *JGED, ASCE, 102(GT3)*: 195 – 228.

- MTA,1992, Batman İli Gap Mahallesi çöküntü alanında yapılan ES-1,2,3,4 zemin sondajları kuyu bitirme raporu, *MTA Genel Müdürlüğü*
- Nishida, Y., 1956, A brief note on compression index of soil, *ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 82, 1027-1 -1027-14.
- Oswald, F. 1912, Armenien, Handbuch reg. *Geology*, Bd. 5/3.
- Özaydın, K., 2000, Zemin Mekaniği. *Birsen Yayın Evi*. İstanbul. s. 143-183.
- Özdoğan Oral, T., Çağlayan Kaya, Ö., Açıkbaz, İ., Bahtiyar, İ., Siyako, M., 2011, Batman kuzeyi Miyosen istifi stratigrafisi ve hidrokarbon olanakları. *Türkiye 18. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongresi*. 11–13 Mayıs 2011, Ankara.
- Öztürk, M., Çelik, R., 2008, Diyarbakır Ovası'nın yeraltı su seviye haritalarının coğrafik bilgi sistemi (Cbs) ile tespiti. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri*. 20–22 Mart 2008, Ankara. 125– 134.
- Özçep, F.,Aşçı, M.,Tezel,O.,Yas, T., Alpaslan, N., Gündoğdu, D, Statik Ve Dinamik (Deprem) Etkiler Altında Zemin Davranışı, Kocaeli 2005, *Deprem Sempozyumu*,Sy:1123-1129,23-25 Mart, Kocaeli,2005
- Pacheco, Silva, F., 1970, A new graphical construction for determination of the preconsolidation stress of a soil sample, *Proceedings of the 4th Brazilian Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Rio de Janeiro, Brazil, 2, 225–232.
- Pasin, C., 1989, Siirt-Eruh ve Şırnak arasındaki bölgenin jeolojisi, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2632*, 24 s., Ankara.
- Perinçek, D. 1978, V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri, *TPAO Arama Grubu, Rapor No.6657*.
- Perinçek, D. 1979, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman) alanının jeolojik incelemesi, *TPAO Arama Grubu, Rapor No.1395*.
- Perinçek, D., 1980, Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin Kıta Üzerinde Çökelen İstifteki Etkileri, 5. *Türkiye Petrol Kongresi Bildirileri*, 77-93, Ankara.
- Perinçek, D., 1989, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları, *TPAO Arama Grubu. Rapor No:2545.127s*.
- Perinçek, D. 1990, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi. *GDA Türkiye: TPJD Bülteni*, C.2/1, s. 21-68.
- Pınar, A., 1995, Rupture process and spectra of some major Turkish earthquakes and their seismotectonic implications, PhD Thesis, *Boğaziçi University*, İstanbul, 125 pp (unpublished).

- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., et al. 2006, GPS Constraints on Continental Deformation in the Africa-Arabia-Eurasia Continental Collision Zone and Implications for the Dynamics of Plate Interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111.
- Saltık, O., 1970, Cizre-Silopi-Rubai sahasına ait rekonesans jeoloji raporu, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 488*, 9 s., Ankara.
- Savcı, H. ve Dülger, S. 1980, Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1442*, 41 s., Ankara.
- Sridharan, A., Abraham, B., Jose, B.T., 1991, Improved Technique for Estimating of Preconsolidation Pressure. *Geotechnique*. Vol.41, No. 2, pp. 263 - 268.
- Skempton, A. W. 1951, "The bearing capacity of clays," *Proc., Building Research Congress*, London, Div. 1, pp. 180-189.
- Skempton, A. W., 1986, Standard Penetration Test Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Overconsolidation, *Geotechnique*, 36, 3, 425-447.
- Sowers, G.B., 1970, Introductory Soil Mechanics and Foundations, 3. edition, *Macmillan, Collier-Macmillan Limited*, London.
- Sunkar, M ve Tonbul, S., 2013, İluh Deresi Batman Havzası'nın Jeomorfolojisi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 24, 38-60, İstanbul
- Sungurlu, O., 1974, VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi, *Türkiye 2. Petrol Kongresi Bildirileri*. 22-25 Ocak 1974, Ankara. 85-107.
- Şenel, M., 2007, Türkiye Jeoloji Haritaları Mardin M-46 Paftası, 1:100,000, *MTA Jeoloji Etüdleri Dairesi*, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, *Türkiye jeoloji Kurumu, Konferans serisi:2*.
- Şenol, A., 1997, Zeminlerin ön konsolidasyon basıncının belirlenmesi, Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Taylor, D. W., 1948, Fundamentals of Soil Mechanics, *John Wiley & Sons Inc.* New York.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H., and Jackson, J, 1991, Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian fault zone (Turkey), *Geophys. J. Int.*, 106, 537-550.
- Tavenas, F., 1979, The behavior of embankments on clay foundations: *State of the art, Proceedings of the 32nd Canadian Geotechnical Conference*, Canadian Geotechnical Society.

- Terzaghi, K., 1943, Theoretical Soil Mechanics, Wiley, N.Y.
- Terzaghi, K. ve Peck, R. B. 1948, "Soil Mechanics in Engineering Practice," John Wiley & Sons, New York.
- Terzaghi, K. And Peck, B.C., 1967, Soil Mechanics in Engineering Practice, Wiley, New York, N.Y. p. 729
- Tonbul, S. ve Sunkar, M., 2008, Batman Şehrinde Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, Çanakkale, 103-114.
- Tuna, D. 1973, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. *TPAO Arama Grubu, Arşiv No.813*.
- Türkunal, S., 1980, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi, *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, No 08*, ANKARA.
- Uygar, E. 1999, "An Investigation on Internal Erosion Characteristics of Various Earth Dams in Turkish Republic of Northern Cyprus", MS Thesis, *Eastern Mediterranean University, Civil Engineering Department*, TRNC.
- Ulusay, R., 2001, Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, Türkiye, 4. baskı*, s. 192
- Uzuner, B.A. 1998, Temel Zemin Mekaniği, *Teknik Yayınevi*, Ankara
- Yalçın, E., Ertem, M. E., 1997, Deniz tuzlalarının Türkiye tuz potansiyelindeki yeri, 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 16–17 Ekim 1997, İzmir. 208–215.
- Yalçınlar, İ., 1985, Strüktürel Jeomorfoloji-I, *İstanbul Üniv. Edebiyat Fak. Yay. No: 800*, İstanbul
- Yeşilova, Ç., Yeşilova Güngör, P., Helvacı, C., 2011, Baykan Kurtalan-Şirvan (Siirt) bölgesinin jeolojisi ve bölgedeki tuzlu birimlerin incelenmesi. *64. Türkiye Jeoloji Kurultayı*. 25–29 Nisan 2011, Ankara.
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2012, Batman-Siirt kuzeyi stratigrafisi ve sedimantolojisi, *Türkiye. Türkiye Petrol Jeologları Dergisi*, 23, 7 - 49.
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2013, Lice Formasyonu Evaporitleri ve Killerinin Ekonomik Önemi: Baykan - Kurtalan - Şirvan Bölgesi (Siirt). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt 17, sayı 2, 78 - 83 s.
- Yıldırım, A.2003, Gercüş Antiklinali ve Çevresinin Jeomorfolojik Özellikleri, *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 8 Temmuz-2003*, İstanbul
- Yılmaz, Y., 1982, Amonos dağlarının tektoniği, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1653*, 91 s., Ankara.

- Yılmaz, E. and Duran, O., 1997, Güneydogu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimleri Stratigrafi Adlama Sözlüğü, *TPAO Araştırma Merkezi Grup Başkanlığı Eğitim Yayınları*, No: 31
- Yoldemir, O., 1985, Suvarlı (Adıyaman) yakın dolayının jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olanakları, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2113*, 9s., Ankara.
- Yoldemir, O., 1987, Suvarlı-Haydarlı-Narlı-Gaziantep arasında kalan alanın jeolojisi, yapısal durumu ve petrol olanakları, *TPAO Arama Grubu, Rapor no. 275*, 60 s., Ankara.
- Ziegler, M. A., 2001, Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences. *GeoArabia*, 6 (3): 445.
- <http://www.cografya.gen.tr/tr/batman/iklim.html> [Ziyaret Tarihi: 3 Nisan 2019].
- <https://www.google.com/earth/> [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2019].
- <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BATMAN> [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2019].

EKLER

EK-1 SONDAJ KUYU LOGLARI

YÜKLENİCİ FİRMA				SONDAJ LOGU										İŞ YERİ		
PROJE ADI				Beton Zemin Değerlendirmesi / Bölümleri										SONDAJ NO		
İL				Beton										L-1		
İLÇE				BAŞLAMA TARİHİ										SAYFA NO		
MAHALLE/KÖY				10.02.2018										1		
PAFTA				MAKİNA TİPİ / METODU										SORUMLU JEOTEK MÜHENDİSİ		
ADA				D 500 Rotary												
PARSEL				OTOMATİK												
SONDAJ KUTU				DELİĞİ ÇAP												
KOORDİNATLAR				DERİNLİK										TARİHİ		
UTM 3' Ed50				YERALTI SUYU (m)										AÇIKLAMA		
X (E)				VOK												
Y (D)																
623.83																
4194967.01																
424763.44																
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)				18.00 m												
BAŞLAMA TARİHİ				09.02.2018												
BİTİŞ TARİHİ				10.02.2018												
MAKİNA TİPİ / METODU				D 500 Rotary												
SPT SAHMERDAN TİPİ				OTOMATİK												
DELİĞİ ÇAP				89.00 mm												
YERALTI SUYU (m)																
DERİNLİK				TARİHİ												
VOK																
AÇIKLAMA																
SONDÖR BELGE NO																
Sonda Derinliği (m)				Zemin Profili										Zemin Tanımlaması		
Muhafaza Boru Derinliği (m)														Sonda Derinliği (m)		
Kaya İçi Deneyler																
Örnek Derinliği (m)																
Örnek Tıra ve No																
Standart Penetrasyon Deneyi SPT																
Darbe Sayısı																
0-15																
15-30																
30-45																
Z																
Elektronik Modülü kg/cm ²																
Limit Basınçı kg/cm ²																
TCR (TKV) %																
SCR (SKV) %																
RQD %																
Ayrışma Derecesi																
Çatlak Sıklığı																
Dayanım																
Zemin Profili																
Zemin Tanımlaması																
Sonda Derinliği (m)																
0.00																0.00
0.50																0.50
1.00																1.00
1.50																1.50
2.00																2.00
2.50			2.00-2.50	UD-1												2.50
3.00																3.00
3.50																3.50
4.00																4.00
4.50			4.00-4.50	UD-2												4.50
5.00																5.00
5.50																5.50
6.00			6.00-6.50	UD-3												6.00
6.50																6.50
7.00																7.00
7.50																7.50
8.00																8.00
8.50																8.50
9.00			9.00	K1												9.00
9.50																9.50
10.00			10.00	K2												10.00
10.50																10.50
11.00																11.00
11.50																11.50
12.00			12.00	K3												12.00
12.50																12.50
13.00																13.00
13.50																13.50
14.00			14.00	K4												14.00
14.50																14.50
15.00																15.00
15.50																15.50
16.00			16.00	K5												16.00
16.50																16.50
17.00																17.00
17.50																17.50
18.00			18.00	K6												18.00
18.50																18.50
19.00																19.00
19.50																19.50
20.00																20.00
20.50																20.50
21.00																21.00
21.50																21.50
22.00																22.00
22.50																22.50
23.00																23.00
23.50																23.50
24.00																24.00
24.50																24.50
25.00																25.00
25.50																25.50
26.00																26.00
26.50																26.50
27.00																27.00
27.50																27.50
28.00																28.00
28.50																28.50
29.00																29.00

0,00-18,00 m

Şelmo Formasyonu

Kahve Renkli Yer Yer

Karbonat Konkresyonlu,

Düşük-Orta Plastisiteli

Az Kumlu Siltli Katı KİL

(8,00-10,00m arası ince

kum geçilmiştir).

KUYU SONU: 18,00 m

KIVAM DURUMU (İNCE TANELİ)				SIKILIK (İRİ TANELİ)				ORANLAR				KIRIKLAR (30 cm)					
N 0-2	Çok Yumuşak	N 0-4	Çok Gevsek	N 0-4	Çok Gevsek	0-10 %	Pek Az	<1	Seyrek	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevsek	10-20 %	Az	1-2	Orta
N 5-8	Orta Katı	N 11-30	Orta Sıkı	N 11-30	Orta Sıkı	20-35 %	Çok	2-10	Sık	N 9-15	Katı	N 31-50	Sıkı	35-50 %	Pek Çok	10-20	Çok Sık
N 16-30	Çok Sert	N >50	Çok Sıkı	N >50	Çok Sıkı			>20	Parçalı	N >30	Sert						
DAYANIMLILIK				AYRISMA				KAYA KALİTESİ TANIMI (RQD)				AÇIKLAMALAR					
I	Çok Zayıf	I	Taze	I	Taze	0-25 %	Çok Katı	UD	Örselenmemiş Örnek	IV	Çok Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	0-25 %	Çok Katı	UD	Örselenmemiş Örnek
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Katı	DS	Örselenmiş Örnek	III	Orta	III	Orta Ayrışmış	25-50 %	Orta	DS	Standart Penetrasyon Deneyi
III	Orta	III	Orta Ayrışmış	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	İyi	SPT	Toplam Karot Yüzdesi	IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	SPT	Çapını Karayan Karot Yüzdesi
IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	IV	Tamamen Ayrışmış	90-100 %	Çok İyi	TCR	Yerli Deneyi	V	Çok Dayanımlı	V	Kalın			TCR	Karot Örnek
V	Çok Dayanımlı	V	Kalın	V	Kalın			SCR	Karot Örnek							SCR	Basınçlı Su Deneyi
								VST								VST	
								K/C								K/C	
								BST								BST	

NOT : Vahat sebebiyle kayaya yeraltı suyu gözlemleri için 25 m, Ø50 mm. perfore PVC boru indirilmiştir.

YÖKLENİCİ FİRMA										SONDAJ LOGU										İŞ YERİ	
PROJE ADI										Betonun Zemin Değerlendirmesi / Serhat Apt.										SONDAJ NO	
İL										Betonun										SK-2	
İLÇE										SONDAJ DERİNLİĞİ (m)										25.00 m	
MAHALLE/ÖY										BAŞLAMA TARİHİ										23.01.2018	
PAFTA										BİTİŞ TARİHİ										24.01.2018	
ADA										MAKİNA TİPİ / METODU										D 500 Rotary	
PARSEL										SPT ŞAHMERDAN TİPİ										OTOMATİK	
SONDAJ KUTU										DERİNLİK										89.00 mm	
KOORDİNATLAR										TARİH										23.02.2018	
UTM 3° Ed50										5.40m											
X (E)										4197121.03											
Y (D)										424583.93											
YERALTI SUYU (m)																					
SONDÖR BELGE NO																					
Sondaj Derinliği (m)	Muhafaza Borusu Derinliği (m)	Kaya İş Deneyler	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipleri ve No	Standart Penetrasyon Deneyi SPT				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlaması	Sondaj Derinliği (m)		
					Darbe Sayısı				Elastikite Modülü kg/cm ²	Lütfi Basıncı kg/cm ²	TCR (TVV) %	SCR (SRV) %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Boyutları					
0.00					0-15	15-30	30-45	N												0.00-1.00	
0.50																				0.50	
1.00																				1.00	
1.50																				1.50	
2.00			1.50-1.95	SPT-1	44	50/4	-	R												2.00	
2.50																				2.50	
3.00																				3.00	
3.50			3.00-3.45	SPT-2	6	11	14	25												3.50	
4.00																				4.00	
4.50																				4.50	
5.00			4.50-4.95	SPT-3	33	50/13	-	R												5.00	
5.50																				5.50	
6.00			6.00-6.45	SPT-4	11	31	45	60												6.00	
6.50																				6.50	
7.00																				7.00	
7.50																				7.50	
8.00			7.50-7.95	SPT-5	50/12	-	-	R												8.00	
8.50																				8.50	
9.00																				9.00	
9.50			9.00-9.45	SPT-6	50/5	-	-	R												9.50	
10.00																				10.00	
10.50			10.50	K1																10.50	
11.00																				11.00	
11.50																				11.50	
12.00																				12.00	
12.50																				12.50	
13.00			13.50	K2																13.00	
13.50																				13.50	
14.00																				14.00	
14.50																				14.50	
15.00																				15.00	
15.50			15.00-15.45	SPT-7	23	50/11	-	R												15.50	
16.00																				16.00	
16.50			16.50	K3																16.50	
17.00																				17.00	
17.50																				17.50	
18.00			18.00	K4																18.00	
18.50																				18.50	
19.00																				19.00	
19.50																				19.50	
20.00			20.00	K5																20.00	
20.50																				20.50	
21.00																				21.00	
21.50																				21.50	
22.00			22.00	K6																22.00	
22.50																				22.50	
23.00																				23.00	
23.50																				23.50	
24.00																				24.00	
24.50																				24.50	
25.00			25.00	K7																25.00	
25.50																				25.50	
26.00																				26.00	
26.50																				26.50	
27.00																				27.00	
27.50																				27.50	
28.00																				28.00	
28.50																				28.50	
29.00																				29.00	
KIVAM DURUMU (İNCE TANELİ)					SİKLİKLIK (İRİ TANELİ)					ORANLAR					KIRIKLAR (30 cm)						
N	0-2	Çok Yumuşak			N	0-4	Çok Gevsek			0-10 %	Pek Az			<1	Seyrek						
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevsek			10-20 %	Az			1-2	Orta						
N	5-8	Orta Katı			N	11-30	Orta Sıkı			20-35 %	Çok			2-10	Sık						
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50 %	Pek Çok			10-20	Çok Sık						
N	16-30	Çok Sert			N	>50	Çok Sıkı							>20	Parçalı						
N	>30	Sert																			
DAYANIMLILIK					AYRISMA					KAYA KALİTESİ TANIMI (RQD)					AÇIKLAMALAR						
I	Çok Zayıf				I	Taze				0-25 %	Çok Katı			UD	Örselelenmiş Örnek						
II	Zayıf				II	Az Ayrışmış				25-50 %	Katı			Ds	Örselelenmiş Örnek						
III	Orta				III	Orta Ayrışmış				50-75 %	Orta			SPT	Standart Penetrasyon Deneyi						
IV	Dayanıklı				IV	Tamamen Ayrışmış				75-90 %	İyi			SCR	Çapını Karıyan Karot Yüzdesi						
V	Çok Dayanıklı				V	Kalın				90-100 %	Çok İyi			VST	Veyin Deneyi						
															K/C Karot Örnek						
															BST Basıncılı Su Deneyi						

NOT : Yıkıntı sebebiyle kayaya yeraltı suyu gözlemlenir için 25 m, 850 mm. perfore PVC boru indirilmiştir.

YÜKLENİCİ FİRMA										SONDAJ LOGU										İŞ YERİ	
PROJE ADI										Batman Zemin Değerlendirmesi /Serhat Apt.										SONDAJ NO	
İL										Batman										SK-3	
İLÇE										SONDAJ DERİNLİĞİ (m)										25.00 m	
MAHALLE/KÖY										BAŞLAMA TARİHİ										03.02.2018	
PAFTA										BİTİŞ TARİHİ										03.02.2018	
ADA										MAKİNA TİPİ / METODU										D 500 Rotary	
PARSEL										SPT ŞAHMERDAN TİPİ										OTOMATİK	
SONDAJ KUTU										DELİZ ÇAP										89.00 mm	
KOORDİNATLAR										YERALTI SUYU (m)										DERİNLİK	
UTM 3° EGS0										4.90m										TARİHİ	
X (E)										4197093.73										23.02.2018	
Y (D)										424577.93										AÇILAMA	
SONDÖR BELGE NO																					
Sonda Derinliği (m)	Muhafaza Baran Derinliği (m)	Kaya İzi Derinliği (m)	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tünel ve Ne	Standart Penetrasyon Deneyi SPT				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri				Zemin Profili		Zemin Tanımlaması	Sonda Derinliği (m)			
					Dorbe Sayısı				Elastikite Modülü kg/cm ²	Likrit Basınç kg/cm ²	TCR (TVV) %	SCR (SKV) %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım					
0.00					0-10	15-30	30-45	N									0.00-1.00	0.00			
0.50																	0.50	0.50			
1.00																	1.00	1.00			
1.50																	1.50	1.50			
2.00																	2.00	2.00			
2.50			2.00-2.50	UD-1													2.50	2.50			
3.00																	3.00	3.00			
3.50																	3.50	3.50			
4.00																	4.00	4.00			
4.50			4.00-4.50	UD-2													4.50	4.50			
5.00																	5.00	5.00			
5.50			6.00														5.50	5.50			
6.00																	6.00	6.00			
6.50																	6.50	6.50			
7.00			7.00	K1													7.00	7.00			
7.50																	7.50	7.50			
8.00			8.00	K2													8.00	8.00			
8.50																	8.50	8.50			
9.00			9.00	K3													9.00	9.00			
9.50																	9.50	9.50			
10.00																	10.00	10.00			
10.50																	10.50	10.50			
11.00			11.00	K4													11.00	11.00			
11.50																	11.50	11.50			
12.00			12.00	K5													12.00	12.00			
12.50																	12.50	12.50			
13.00																	13.00	13.00			
13.50																	13.50	13.50			
14.00			14.00	K6													14.00	14.00			
14.50																	14.50	14.50			
15.00			15.00	K7													15.00	15.00			
15.50																	15.50	15.50			
16.00																	16.00	16.00			
16.50																	16.50	16.50			
17.00			17.00	K8													17.00	17.00			
17.50																	17.50	17.50			
18.00																	18.00	18.00			
18.50																	18.50	18.50			
19.00																	19.00	19.00			
19.50																	19.50	19.50			
20.00			20.00	K9													20.00	20.00			
20.50																	20.50	20.50			
21.00																	21.00	21.00			
21.50																	21.50	21.50			
22.00																	22.00	22.00			
22.50			23.00	K10													22.50	22.50			
23.00																	23.00	23.00			
23.50																	23.50	23.50			
24.00																	24.00	24.00			
24.50																	24.50	24.50			
25.00			25.00	K11													25.00	25.00			
25.50																	25.50	25.50			
26.00																	26.00	26.00			
26.50																	26.50	26.50			
27.00																	27.00	27.00			
27.50																	27.50	27.50			
28.00																	28.00	28.00			
28.50																	28.50	28.50			
29.00																	29.00	29.00			

YASSI: 4,90 m

1,00-25,00 m

Şelmo Formasyonu

Kahve Renkli Yer Yer

Karbonat Konkresyonlu,

Düşük-Orta Plastisiteli

Az Kumlu Siltli Katı KİL.

1,00-25,00 m

Şelmo Formasyonu

Kahve Renkli Yer Yer

Karbonat Konkresyonlu,

Düşük-Orta Plastisiteli

Az Kumlu Siltli Katı KİL.

KUVV SONU:25,00 m

KIVAM DURUMU (İNCE TANELİ)				SIKILIK (İRİ TANELİ)				ORANLAR				KIRIKLAR (30 cm)			
N 0-2	Çok Yumuşak	N 0-4	Çok Gevşek	0-10 %	Pek Az	<1	Seyrek								
N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	10-20 %	Az	1-2	Orta								
N 5-8	Orta Katı	N 11-30	Orta Sıkı	20-35 %	Çok	2-10	Sık								
N 9-15	Katı	N 31-90	Sıkı	35-50 %	Pek Çok	10-20	Çok Sık								
N 16-30	Çok Sert	N >90	Çok Sıkı			>20	Parçalı								
N >30	Sert														
DAYANIMLILIK				AYRIŞMA				KAYA KALİTESİ TANIMI (RQD)				AÇIKLAMALAR			
I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek								
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek								
III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi								
IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi								
V	Çok Dayanımlı	V	Kalıtı	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çapın Karot Karot Yüzdesi								
						VST	Veyin Deneyi								
						K/C	Karot Örnek								
						BST	Basınçlı Su Deneyi								

NOT : Yıkılış sebebiyle huyruş yarıltazıya gıştışleri için 25 m. Ø50 mm. perfore PVC baru indirilmiştir.

YÜKLENCİ FİRMA										SONDAJ LOGU										İŞ VEREN			
PROJE ADI İL İLÇE MAHALLE/KÖY PAFTA ADA PARSEL SONDAJ KOTU KOORDİNATLAR UTM 3' Ed50										Batman Zemin Değerlendirmesi / Diyarı Hast. Batman SONDAJ DERİNLİĞİ (m) BAŞLAMA TARİHİ BİTİŞ TARİHİ MAKİNA TİPİ / METODU SPT ŞAHMERDAN TİPİ DELİĞİ ÇAP VERALTI SIVU (m) 634.11 4197132.5 424847.99										25.00 m 12.02.2018 12.02.2018 D 500 Rotary OTOMATİK 89.00 mm DERİNLİK TARİH AÇIKLAMA YOK		SONDAJ NO SAYFA NO 62-1 1 SORUMLU JEOTEK MÜHENDİSİ MEDİNE EREN SONDÖR BELGE NO	
Sonda Derinliği (m)	Muhafaza Borusu Derinliği (m)	Kuyu İçi Deneyler	Örnek Derinliği (m)	Örnek Tipleri ve No	Standart Penetrasyon Deneyi SPT				Presiyometre Deneyi		Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlaması	Sonda Derinliği (m)				
					Darbe Sayısı				Elastikite Modülü kg/cm ² Lamin Basıncı kg/cm ²		TCR (TRV) %	SCR (SKV) %	RQD %	Ayrılma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım							
					0-15	15-30	30-45	N															
0.00																				0.00			
0.50																				0.50			
1.00																				1.00			
1.50																				1.50			
2.00																				2.00			
2.50			2.00-2.50	UD-1																2.50			
3.00			3.00	K-1																3.00			
3.50																				3.50			
4.00																				4.00			
4.50																				4.50			
5.00																				5.00			
5.50																				5.50			
6.00																				6.00			
6.50																				6.50			
7.00			7.00	K-2																7.00			
7.50																				7.50			
8.00																				8.00			
8.50																				8.50			
9.00			9.00	K3																9.00			
9.50																				9.50			
10.00																				10.00			
10.50																				10.50			
11.00			11.00	K4																11.00			
11.50																				11.50			
12.00																				12.00			
12.50																				12.50			
13.00																				13.00			
13.50																				13.50			
14.00			14.00	K5																14.00			
14.50																				14.50			
15.00																				15.00			
15.50																				15.50			
16.00																				16.00			
16.50																				16.50			
17.00			17.00	K6																17.00			
17.50																				17.50			
18.00																				18.00			
18.50																				18.50			
19.00																				19.00			
19.50																				19.50			
20.00																				20.00			
20.50																				20.50			
21.00			21.00	K7																21.00			
21.50																				21.50			
22.00																				22.00			
22.50																				22.50			
23.00																				23.00			
23.50																				23.50			
24.00																				24.00			
24.50																				24.50			
25.00			25.00	K8																25.00			
25.50																				25.50			
26.00																				26.00			
26.50																				26.50			
27.00																				27.00			
27.50																				27.50			
28.00																				28.00			
28.50																				28.50			
29.00																				29.00			
KIVAM DURUMU (İNCE TANELİ)					SİKILIK (İRİ TANELİ)					ORANLAR					KIRIKLAR (30 cm)								
N 0-2	Çok Yumuşak	N 0-4	Çok Gevşek	0-10 %	Pek Az	-1	Seyrek																
N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	10-20 %	Az	1-2	Orta																
N 5-8	Orta Katı	N 11-30	Orta Sıkı	20-35 %	Çok	2-10	Sık																
N 9-15	Katı	N 31-50	Sıkı	35-50 %	Pek Çok	10-20	Çok Sık																
N 16-30	Çok Sert	N >50	Çok Sıkı			>20	Pargalı																
N >30	Sert																						
DAYANIMLILIK					AYRIŞMA					KAYA KALİTESİ TANIMI (RQD)					AÇIKLAMALAR								
I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek																
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek																
III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi																
IV	Dayanımlı	IV	Tomamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi																
V	Çok Dayanımlı	V	Kalın	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çöpünü Koruyan Karot Yüzdesi																
						VST	Veyn Deneyi																
						K/C	Karot Örnek																
						BST	Batmış Su Deneyi																
NOT : Yıkıntı sebebiyle kuyuya yeraltına gidenler için 25 m. Ø50 mm. perfore PVC borusu indirilmiştir.																							

YÜKLENCİ FİRMA		SONDAJ LOGU										İŞ YERİ																			
PROJE ADI		Batman Zemin Değerlendirmesi / Yapar Kemal Parkı										SONDAJ NO																			
İL		Batman		SONDAJ DERİNLİĞİ (m)		25.00 m		BAŞLAMA TARİHİ		12.02.2018		SAYFA NO																			
İLÇE				BİTİŞ TARİHİ		12.02.2018		SORUMLU JEOTEK MÜHENDİS		MEDİNE EREN		1																			
MAHALLE/KÖY				MAKİNA TİPİ / METODU		D 500 Rotary		OTOMATİK																							
PAFTA				DELĞİ ÇAP		89.00 mm																									
ADA				YERALTI SUYU (m)		DERİNLİK		TARİHİ		AÇIKLAMA																					
PARSEL				YOK																											
SONDAJ KUTU		628.56																													
KOORDİNATLAR		X (00)		4197448.7																											
UTM 3° Ed50		Y (00)		424599.28																											
Sonda Derinliği (m)	Muhafaza Borusu Derinliği (m)	Kaya İçi Deneyler	Örnekleme Derinliği (m)	Örnekleme Tipleri ve No	Standart Penetrasyon Deneyi SPT	Presiyometre Deneyi	Kaya Özellikleri						Zemin Profili	Zemin Tanımlaması	Sonda Derinliği (m)																
					Derinlik Sayısı	Elektrode Modülü kg/cm ²	Lümi Basınç kg/cm ²	TCR (TCV) %	SCR (SKV) %	RQD %	Ayrışma Derecesi	Çatlak Sıklığı	Dayanım																		
0.00					0-15											0.00															
0.50					15-30											0.50															
1.00					30-45											1.00															
1.50					N											1.50															
2.00																2.00															
2.50			2.00-2.50	UB-1												2.50															
3.00																3.00															
3.50																3.50															
4.00																4.00															
4.50			4.00-4.50	UD-2												4.50															
5.00																5.00															
5.50																5.50															
6.00																6.00															
6.50			6.00-6.50	UD-3												6.50															
7.00																7.00															
7.50																7.50															
8.00																8.00															
8.50			8.00-8.50	UD-4												8.50															
9.00																9.00															
9.50																9.50															
10.00			9.00	K1												10.00															
10.50																10.50															
11.00																11.00															
11.50																11.50															
12.00			12.00	K2												12.00															
12.50																12.50															
13.00																13.00															
13.50																13.50															
14.00			14.00	K3												14.00															
14.50																14.50															
15.00			15.00	K4												15.00															
15.50																15.50															
16.00																16.00															
16.50																16.50															
17.00																17.00															
17.50																17.50															
18.00			18.00	K5												18.00															
18.50																18.50															
19.00																19.00															
19.50																19.50															
20.00																20.00															
20.50																20.50															
21.00			21.00	K6												21.00															
21.50																21.50															
22.00																22.00															
22.50																22.50															
23.00																23.00															
23.50																23.50															
24.00			24.00	K7												24.00															
24.50																24.50															
25.00			25.00	K8												25.00															
25.50																25.50															
26.00																26.00															
26.50																26.50															
27.00																27.00															
27.50																27.50															
28.00																28.00															
28.50																28.50															
29.00																29.00															
KIVAM DURUMU (İNCE TANELİ)					SİKLİLİK (İRİ TANELİ)					ORANLAR					KIRIKLAR (30 cm)																
N 0-2	Çok Yumuşak	N 0-4	Çok Gevşek	N 0-10 %	Pek Az	N 1-2	Seyrek	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	N 10-20 %	Az	N 1-2	Orta	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 2-10	Sık	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi
N 5-8	Orta Katı	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	N 10-20 %	Az	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok
N 9-15	Katı	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	N 10-20 %	Az	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi
N 16-30	Çok Sert	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	N 10-20 %	Az	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta
N >30	Sert	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek	N 10-20 %	Az	N 11-30	Orta Sıkı	N 20-35 %	Çok	N 31-50	Sıkı	N 35-50 %	Pek Çok	N 50-75 %	İyi	N 75-90 %	Çok İyi	N 90-100 %	Çok İyi	N 1-2	Orta	N 3-4	Yumuşak	N 5-10	Gevşek
DAYANIMLILIK					AVRİŞMA					KAYA KALİTESİ TANIMI (RQD)					AÇIKLAMALAR																
I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek	I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek	I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek	I	Çok Zayıf	I	Taze	0-25 %	Çok Kötü	UD	Örselenmemiş Örnek
II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek	II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek	II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek	II	Zayıf	II	Az Ayrışmış	25-50 %	Kötü	DS	Örselenmiş Örnek
III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi	III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi	III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi	III	Orta	III	Orta Ayrışmış	50-75 %	Orta	SPT	Standart Penetrasyon Deneyi
IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi	IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi	IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi	IV	Dayanımlı	IV	Tamamen Ayrışmış	75-90 %	İyi	TCR	Toplam Karot Yüzdesi
V	Çok Dayanımlı	V	Kalıntı	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çapırı Koruyucu Karot Yüzdesi	V	Çok Dayanımlı	V	Kalıntı	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çapırı Koruyucu Karot Yüzdesi	V	Çok Dayanımlı	V	Kalıntı	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çapırı Koruyucu Karot Yüzdesi	V	Çok Dayanımlı	V	Kalıntı	90-100 %	Çok İyi	SCR	Çapırı Koruyucu Karot Yüzdesi
NOT : Yıkılı sebebiyle kayıya yerleştirilen gözlemleri için 25 m. Ø90 mm. perfore PVC boru indirilmiştir.																															

EK-2 LABORATUVAR DENEY SONUÇ RAPORLARI

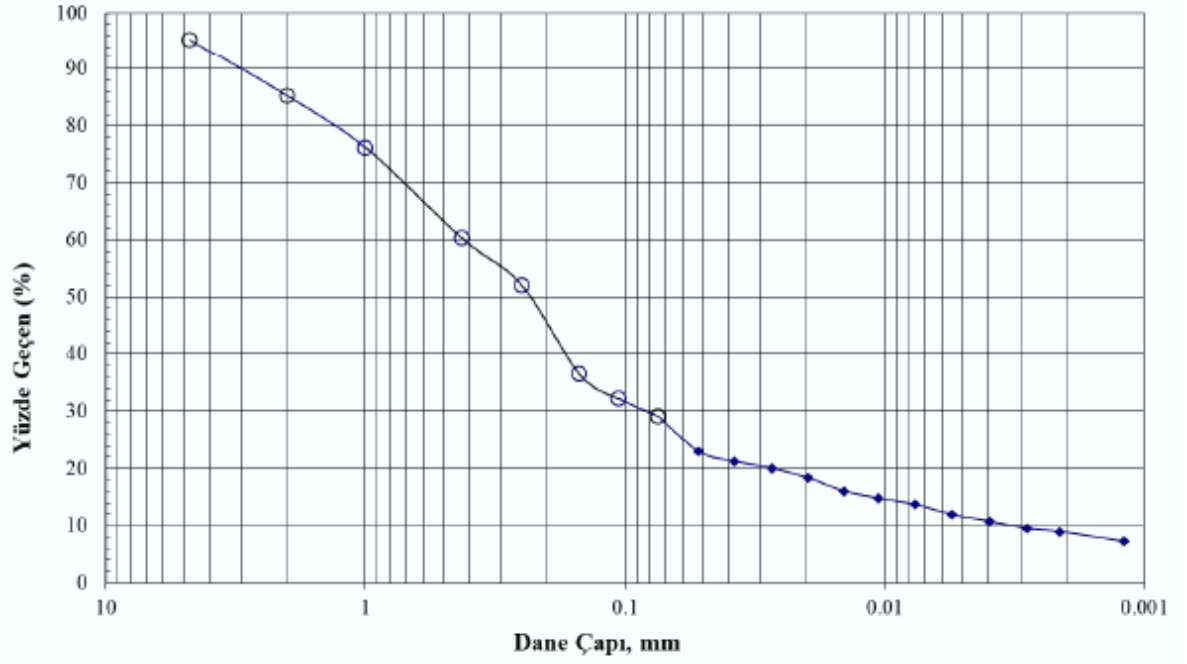
**BABİL APARTMANI VE ÇEVRESİNDE AÇILMIŞ OLAN
ARAŞTIRMA ÇUKURLARI VE SONDAJ KUYULARI
NUMUNELERİ LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI**

		T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ	
		ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI	
OKAN ÜNİVERSİTESİ		İSTANBUL	
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi	22.02.2018
Yer ve Derinlik:	Babil Apartmanı SK-L3	Deneyi Yapan:	HŞ
SU MUHTEVASI DENEY RAPORU			
Kap Numarası:	101	110	105
Yer	SK-L3	SK-L3	SK-L3
Derinlik (m)	1.5 - 1.95	3 - 3.45	5 - 5.45
Kap + Islak Numune (g):	525.02	612.23	527.8
Kap + Kuru Numune (g):	493.95	577.5	506.75
Kap Ağırlığı (g):	342.14	404.27	342.87
Su Muhtevası (%):	20.5	20.0	12.8

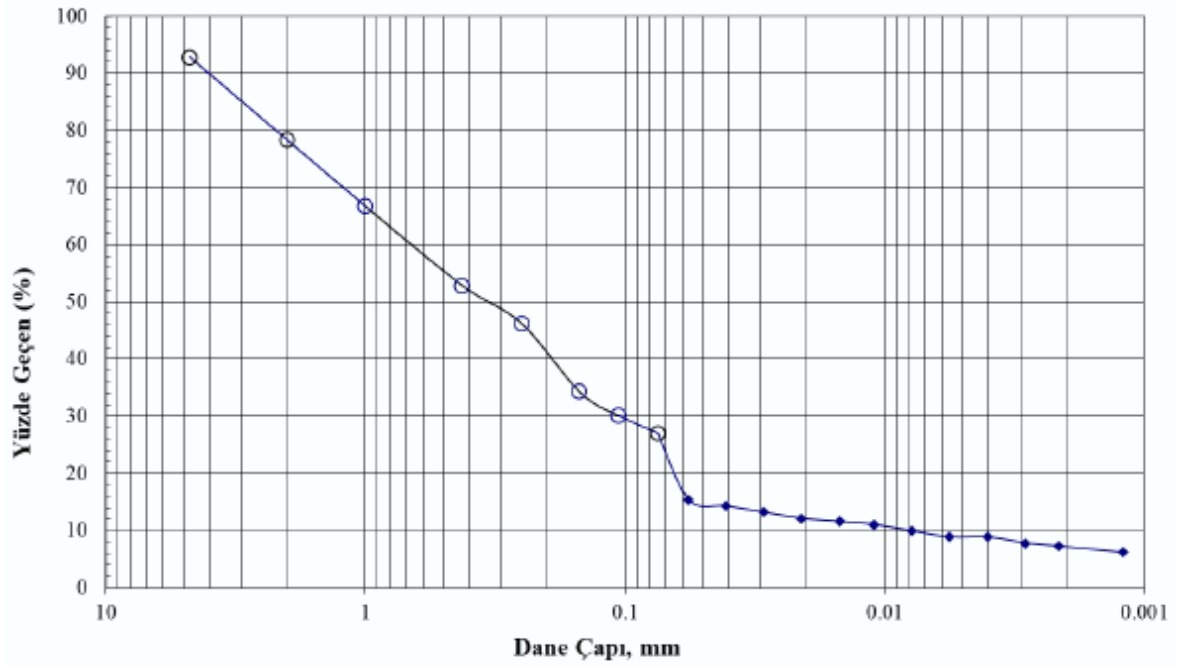
		OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ	
		ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI	
OKAN ÜNİVERSİTESİ		İSTANBUL	
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi	7.02.2018
Yer ve Derinlik:	L32-1	Deneyi Yapan:	H.Ş.
#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - ISLAK ELEK ANALİZİ			
Tepsi Numarası:	103	110	109
Yer	SK-L3	SK-L3	SK-L3
Derinlik	1.5	3	5
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce) :	418.18	435.47	416.72
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra) :	395.97	410.49	374.7
Tepsi Ağırlığı (g):	342.01	343.21	334.33
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%):	29.2	27.1	51.0

		OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ		
OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI		
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi	5.03.2018	
Yer ve Derinlik:	Babil Apartmanı SK_L1 vs SK_L2	Deneyi Yapan:	H.Ş.	
#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - ISLAK ELEK ANALİZİ				
Tepsi Numarası:	102	109	110	104
Yer	SK-L1	SK-L2	SK-L1	SK-L2
Derinlik	2.00 - 2.35 m	2.00 - 2.35 m	4.00 - 4.35 m	4.00 - 4.35 m
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce) :	422.02	416.05	484.18	422.64
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra) :	365.48	353.9	428.14	366.93
Tepsi Ağırlığı (g):	342.46	334.16	404.37	342.78
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%):	71.1	75.9	70.2	69.8
Tepsi Numarası:	101	102	105	
Yer	SK-L1	SK-L2	SK-L2	
Derinlik	6.00 - 6.35	6.00 - 6.36	8.00 - 8.35	
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce) :	423.77	424.13	425.61	
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra) :	382.54	377.99	385.96	
Tepsi Ağırlığı (g):	342.3	342	343.03	
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%):	50.6	56.2	48.0	

Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SPT-L3- 1.5 - 1.95 m

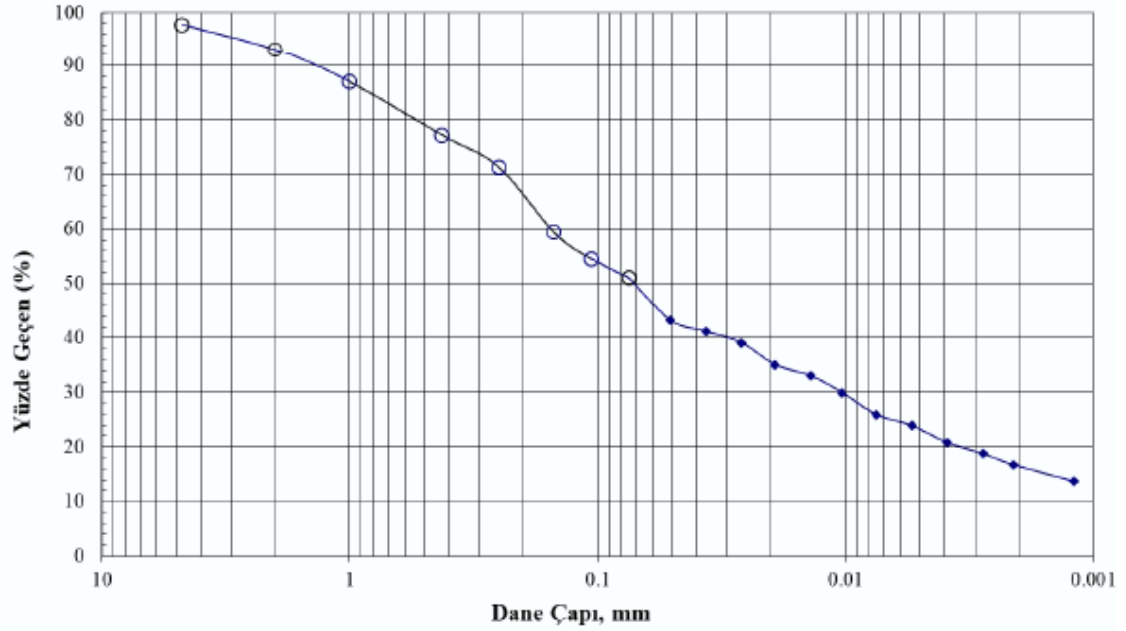


Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SPT-L3- 3.0 - 3.45 m

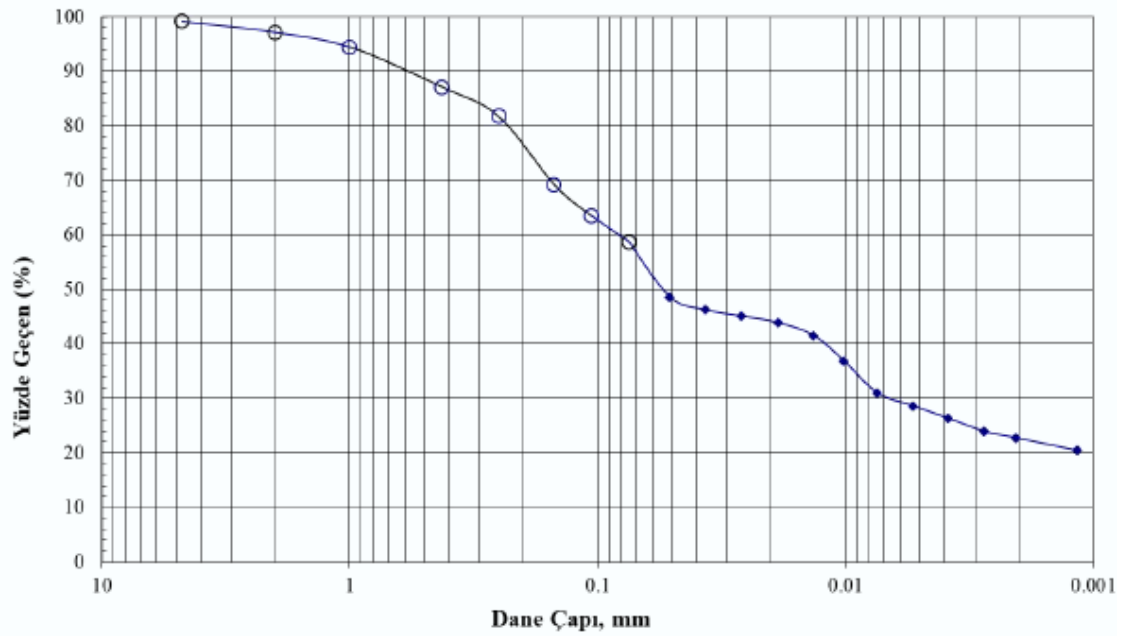




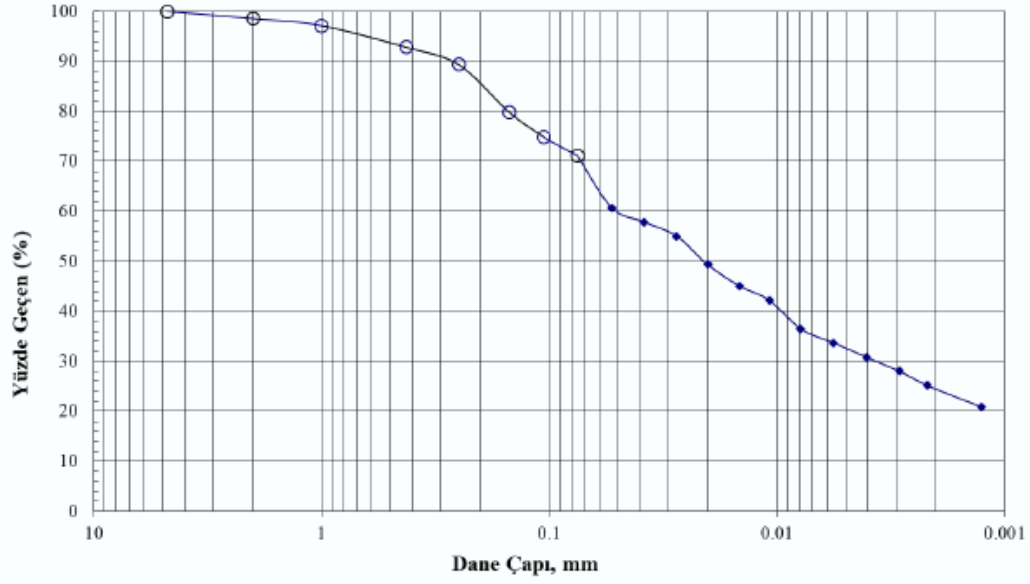
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SPT-L3- 5.0 - 5.45 m



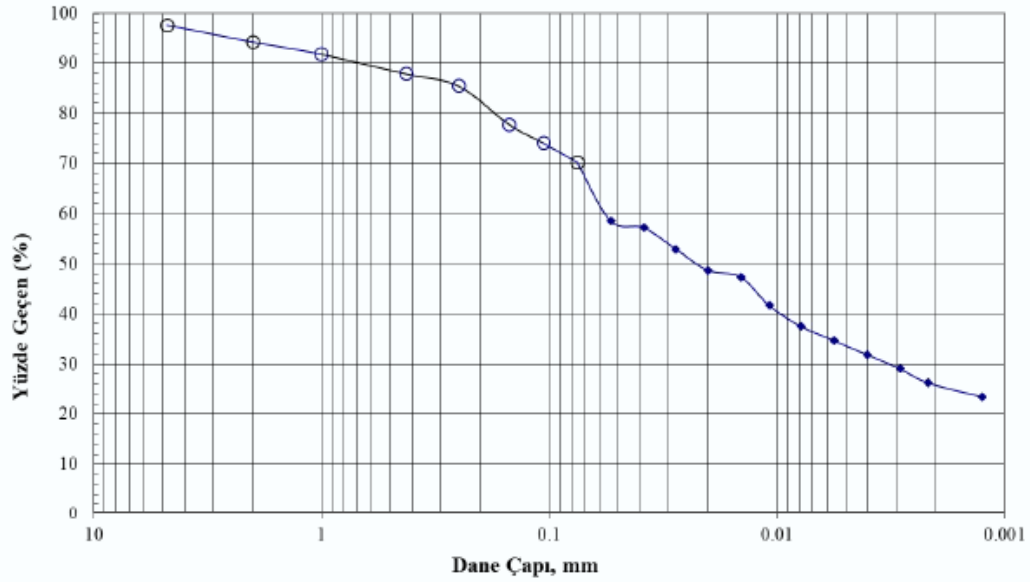
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SPT-L3- 7.0 - 7.45 m



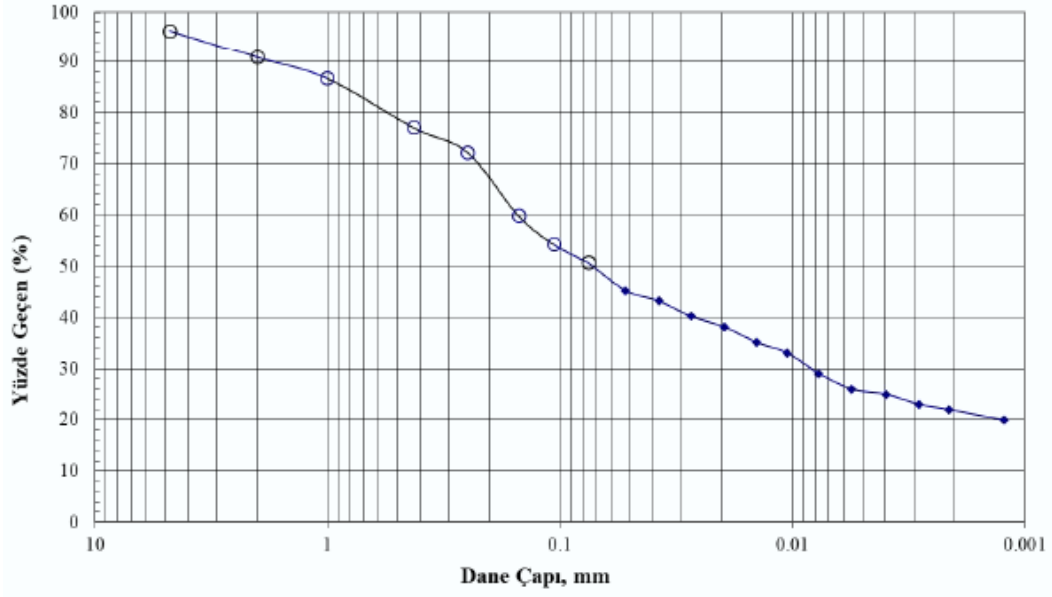
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L1 2.00 - 2.35 m



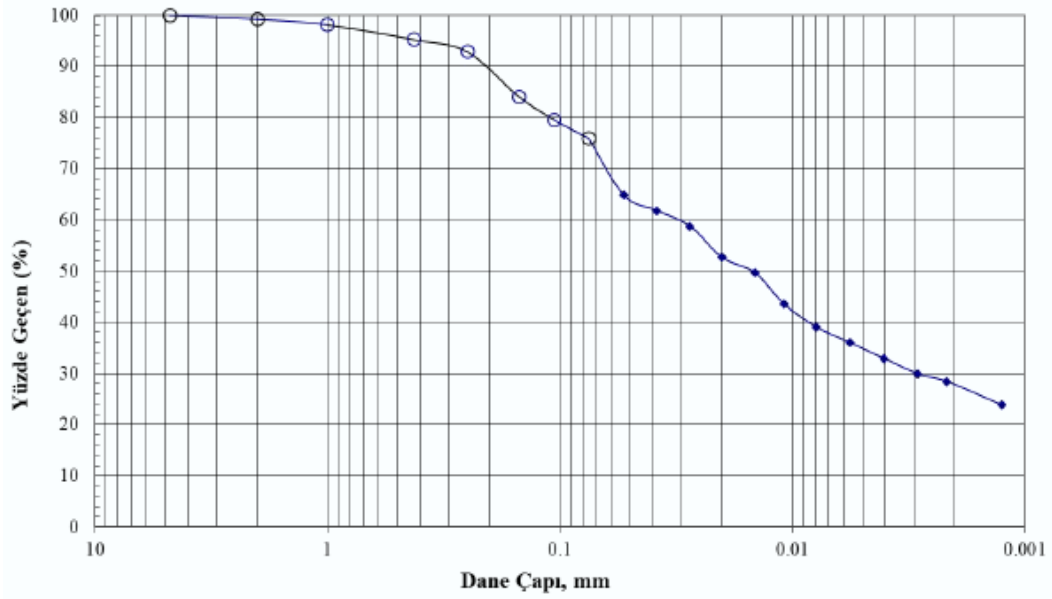
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L1 4.00 - 4.35 m



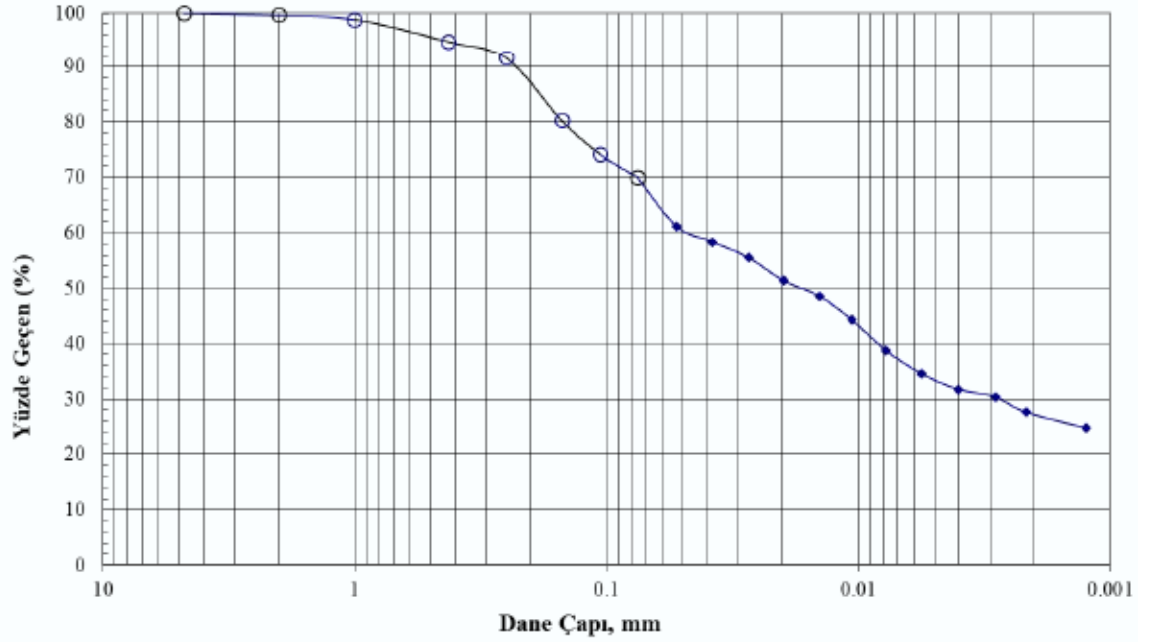
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L1 6.00 - 6.35 m



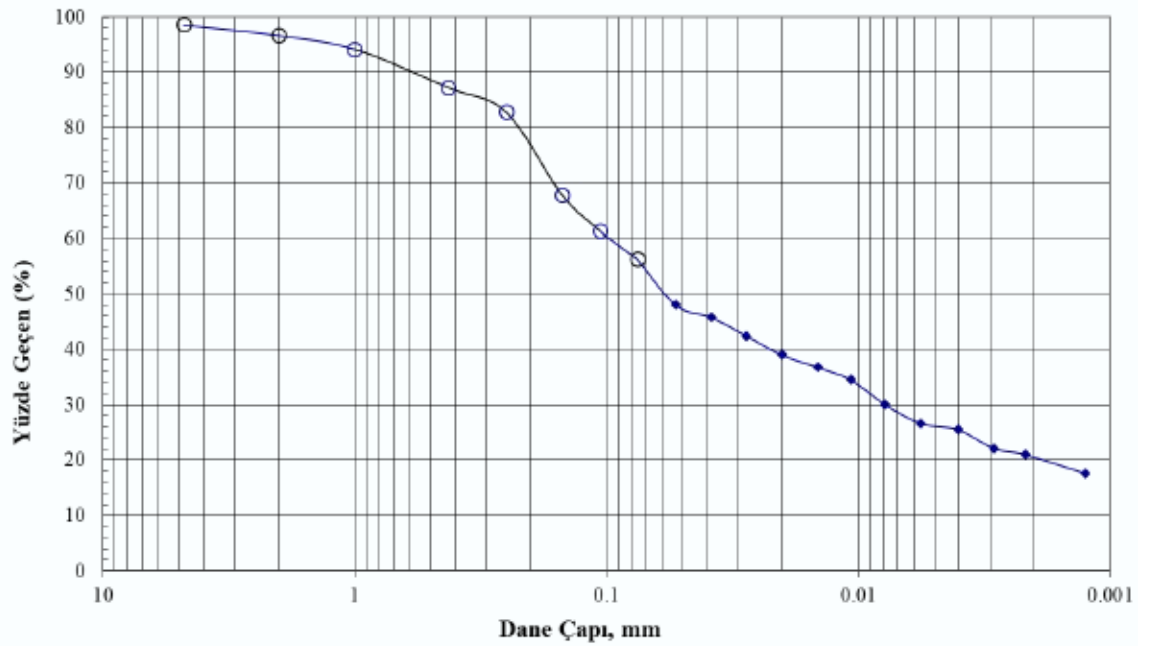
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L2 2.00 - 2.35 m



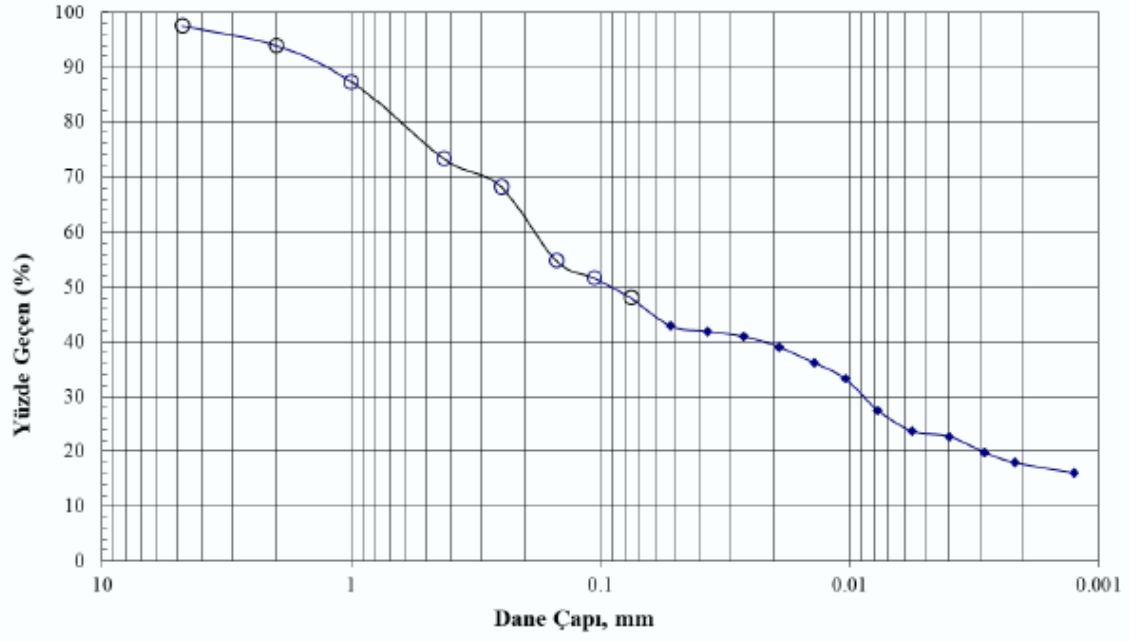
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L2 4.00 - 4.35 m

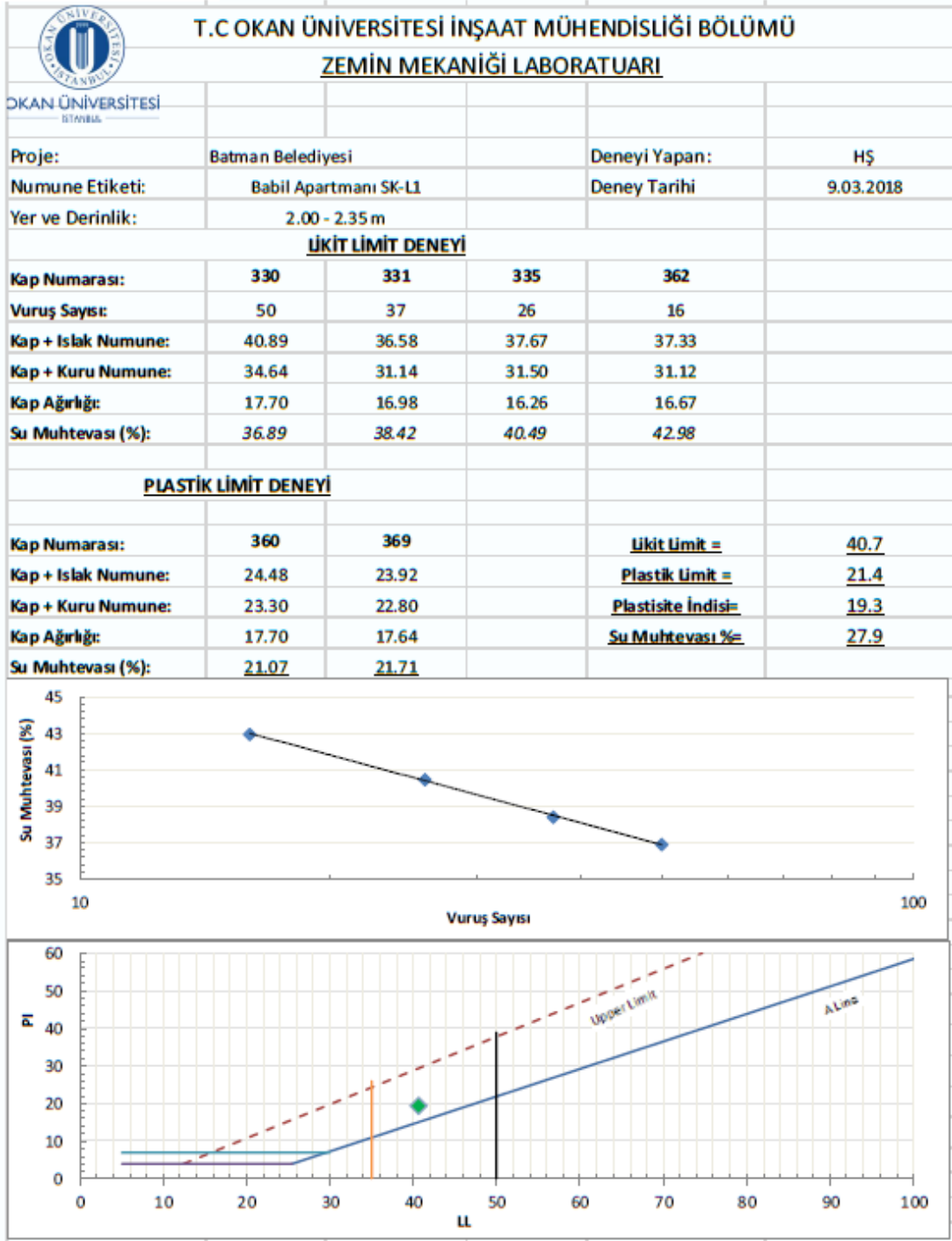


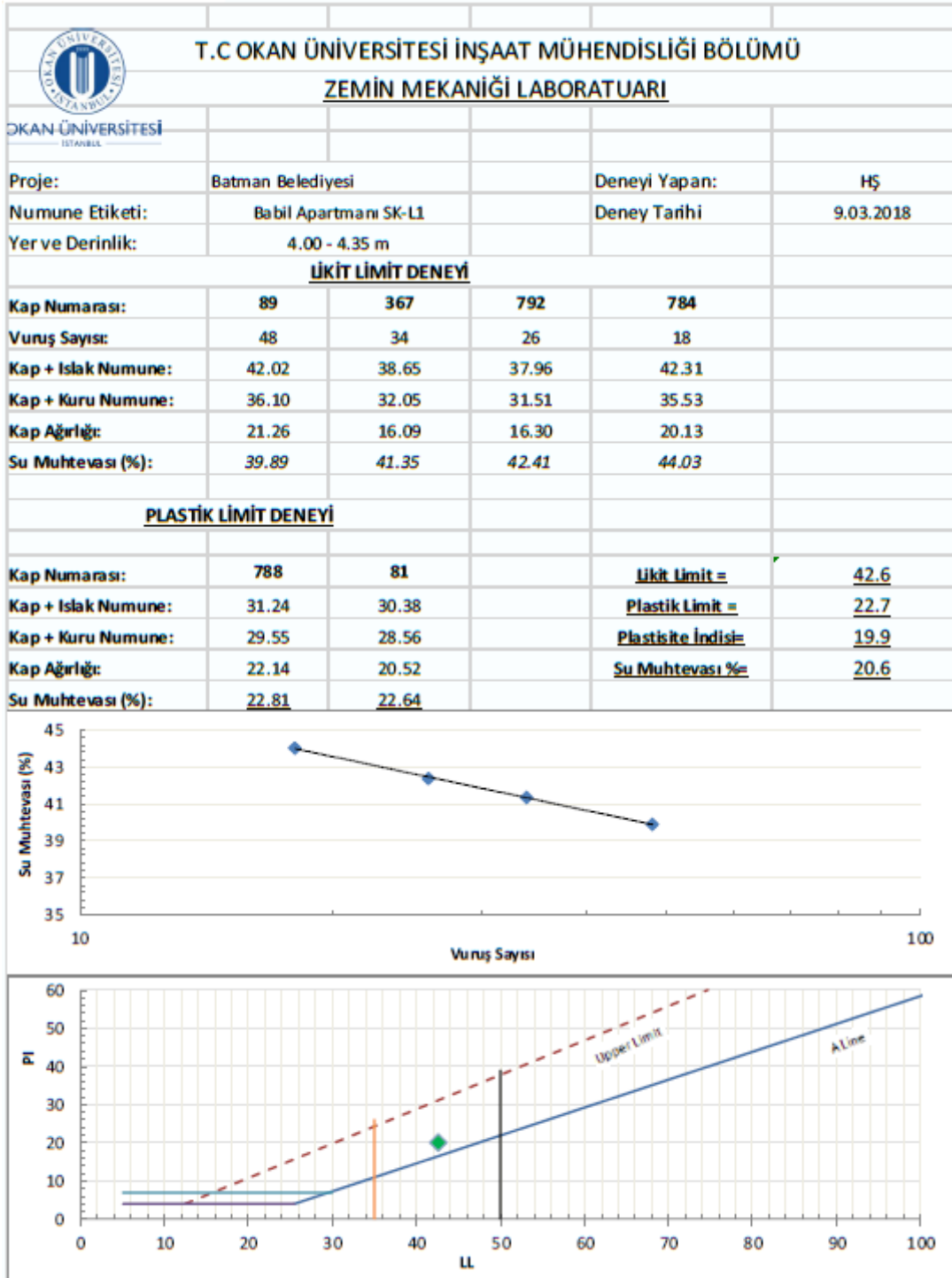
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L2 6.00 - 6.35 m

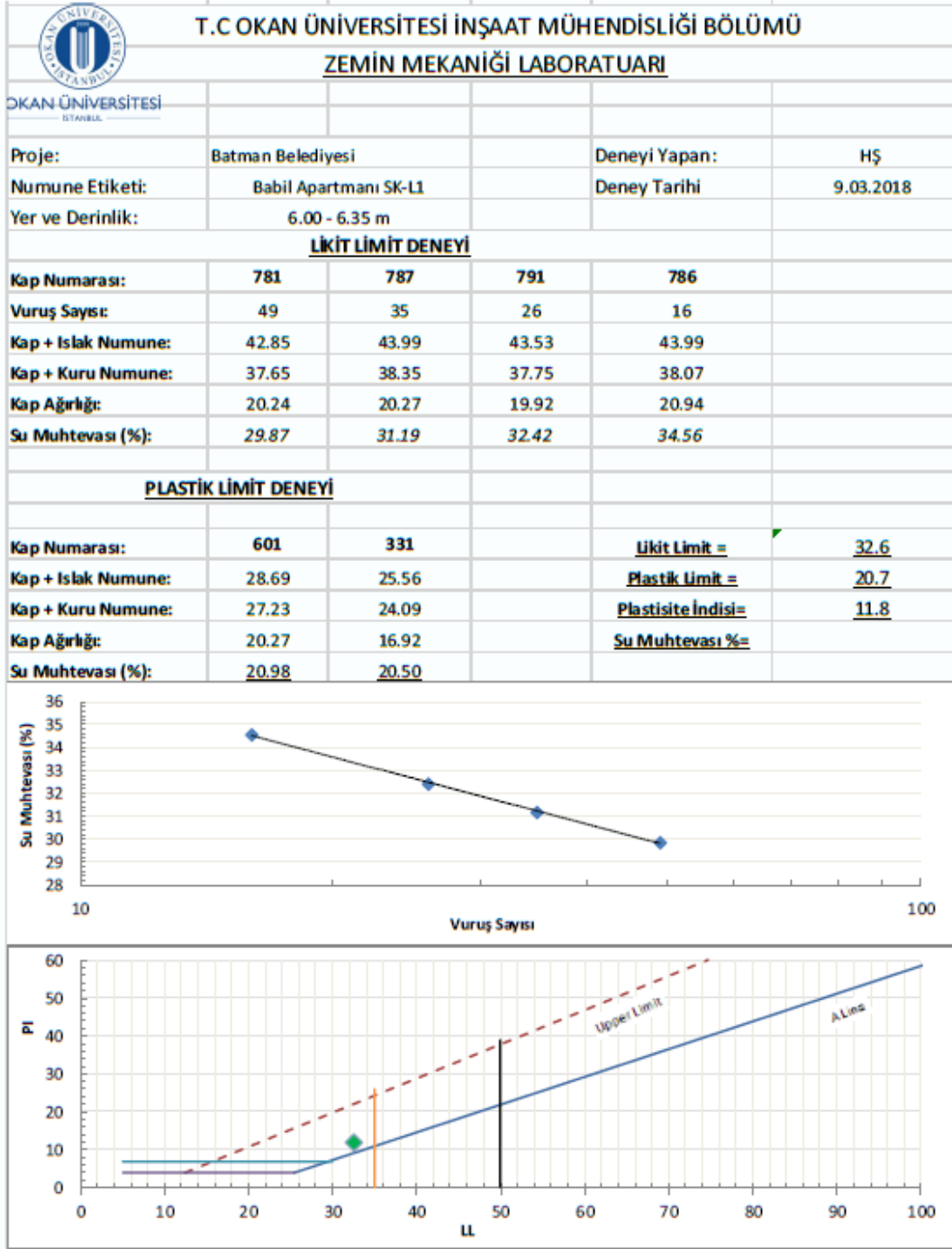


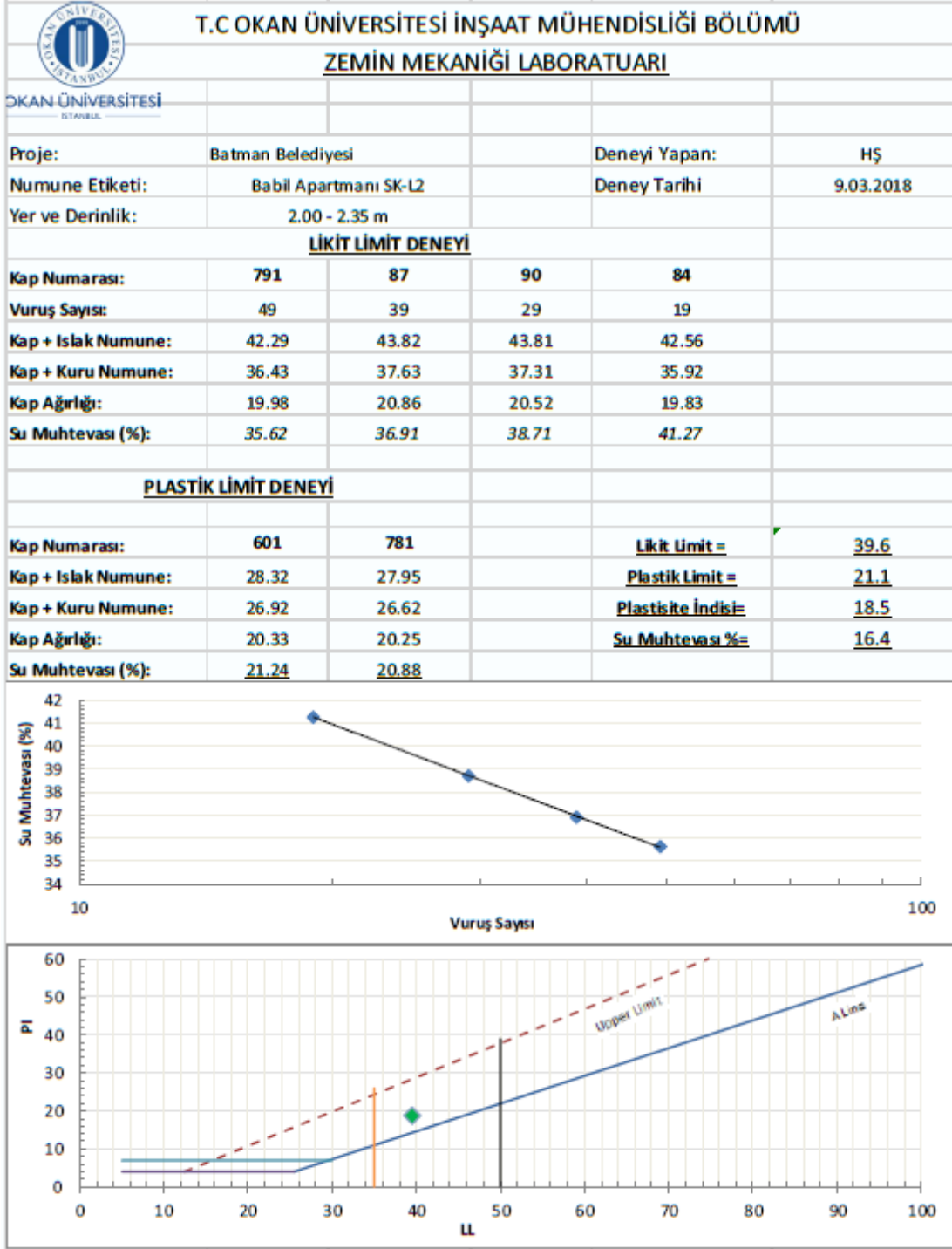
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
SK-L2 8.00 - 8.35 m

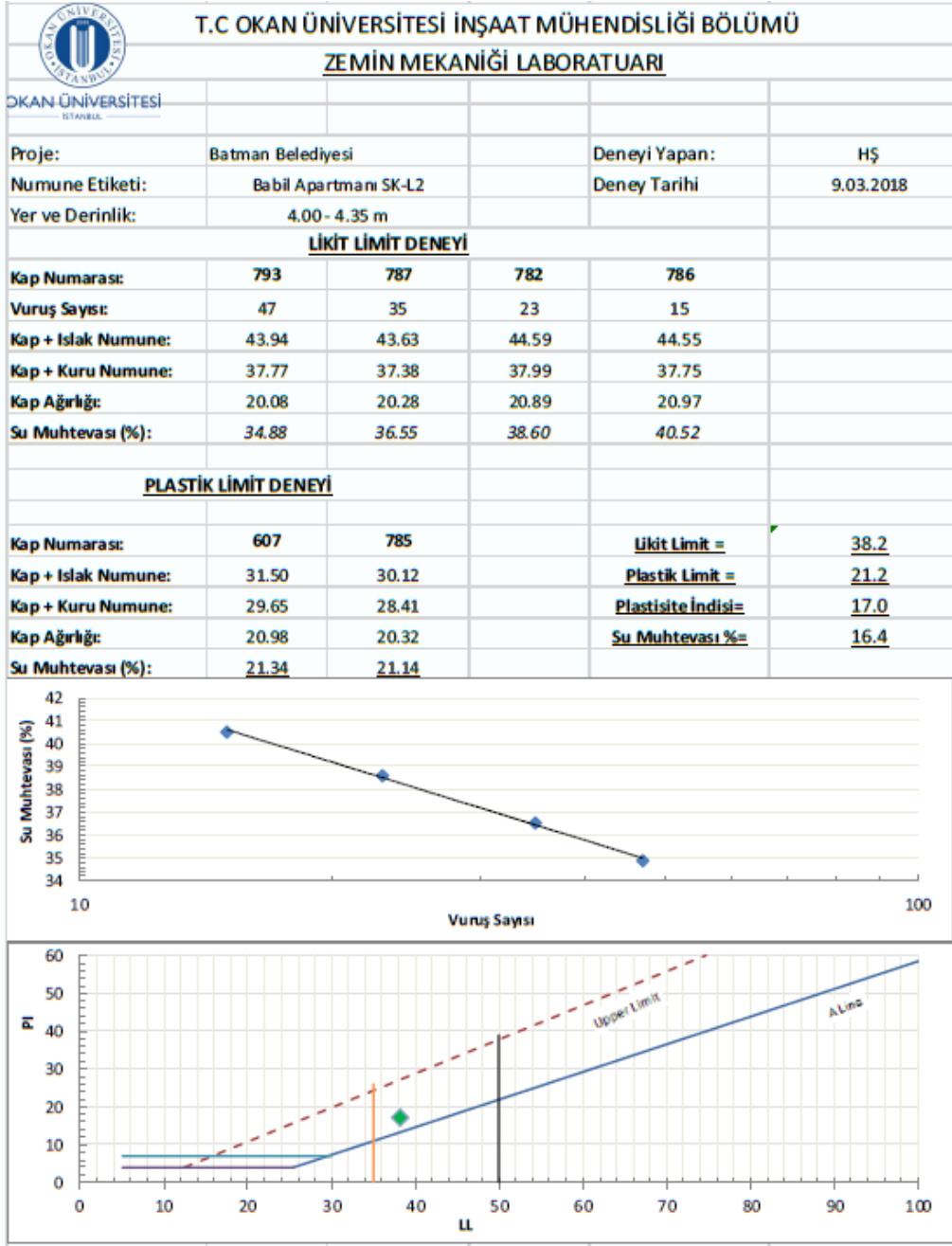


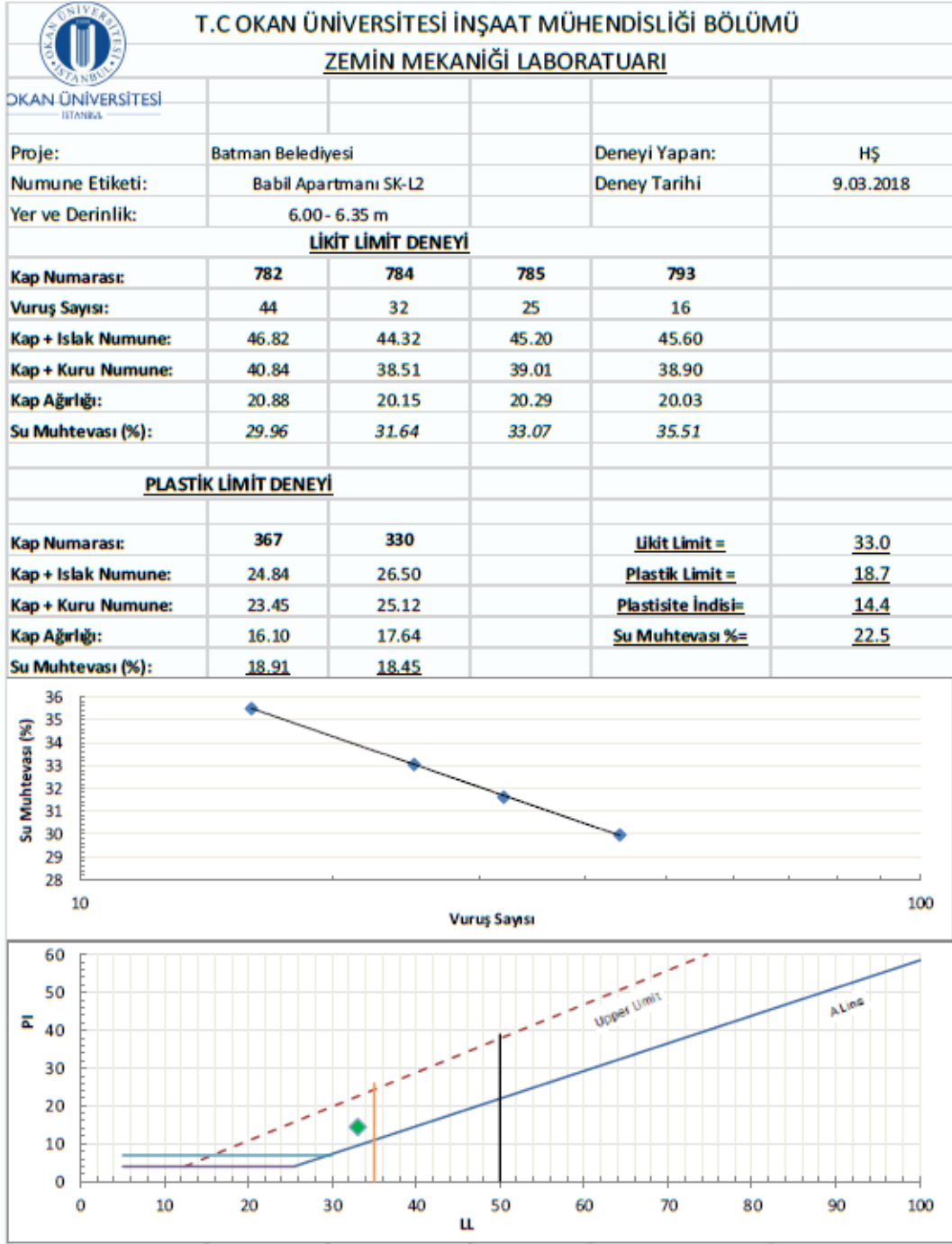


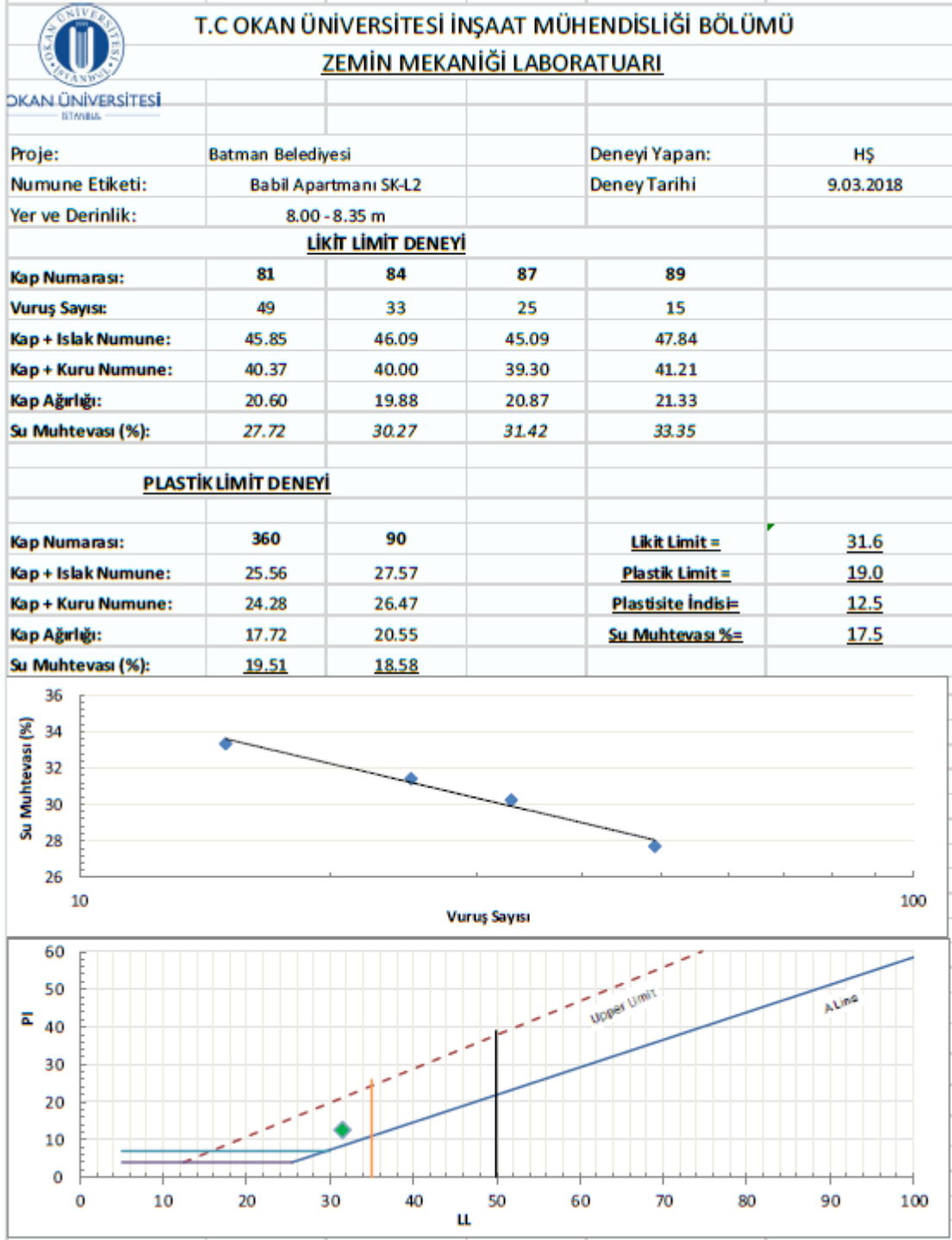


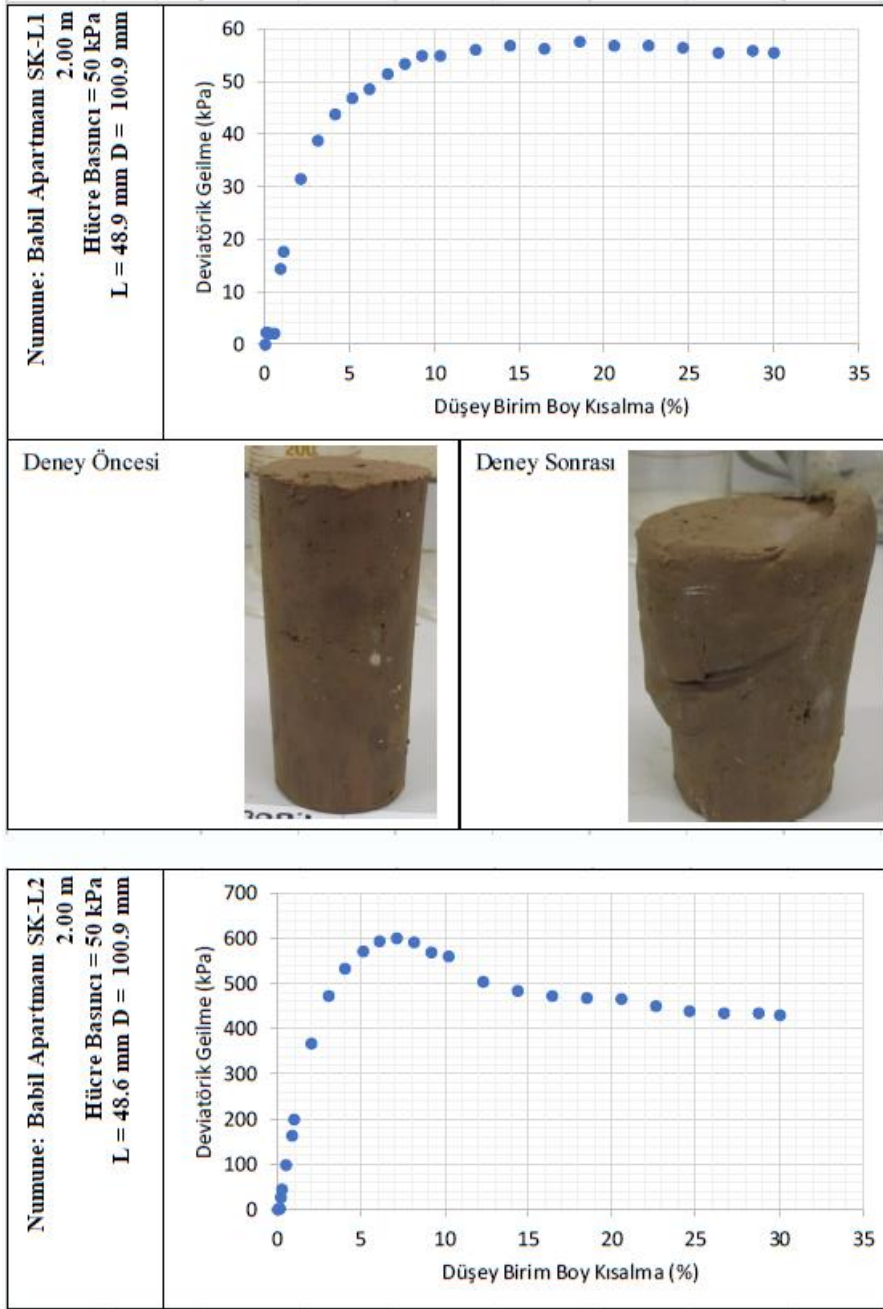


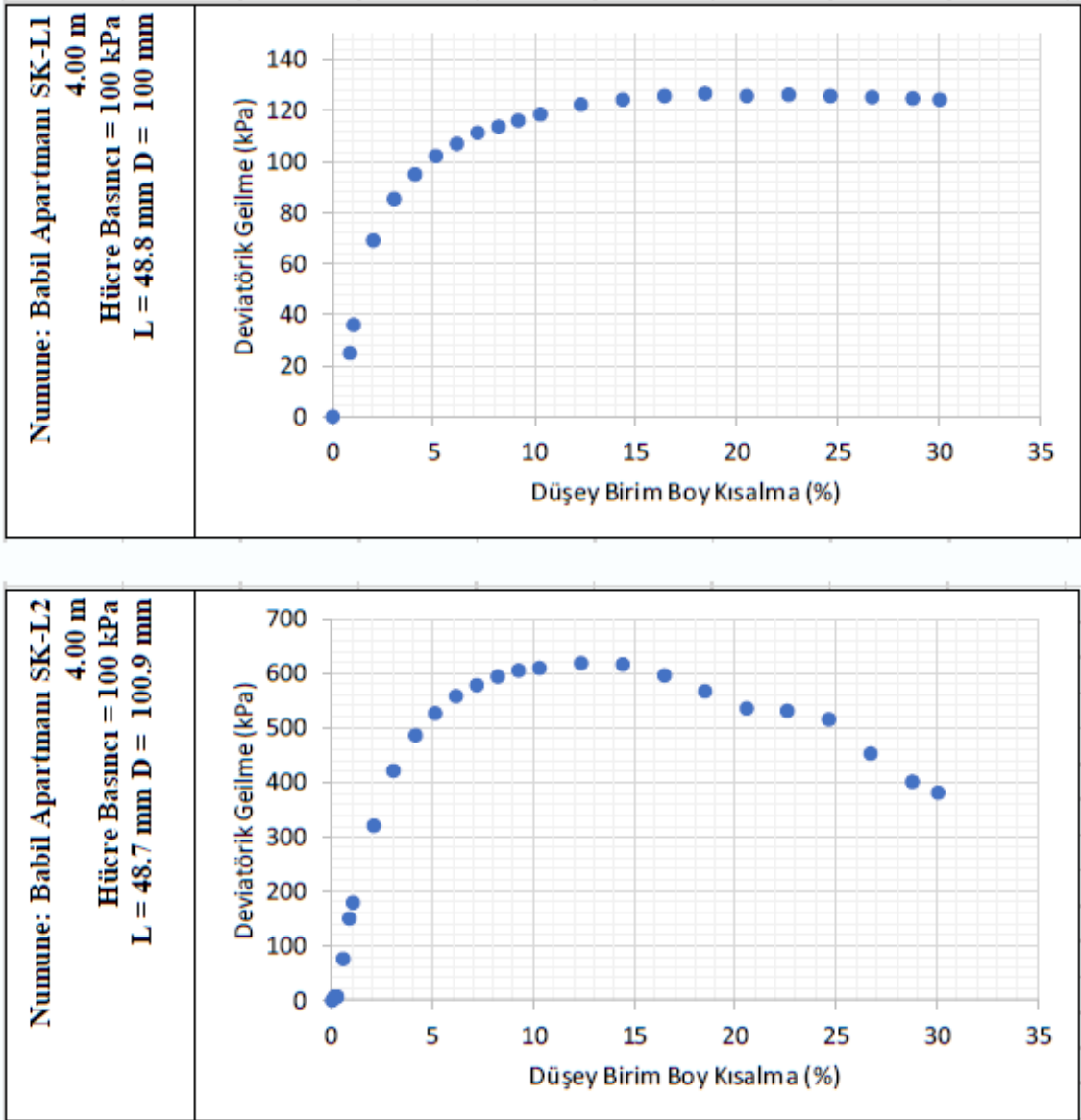


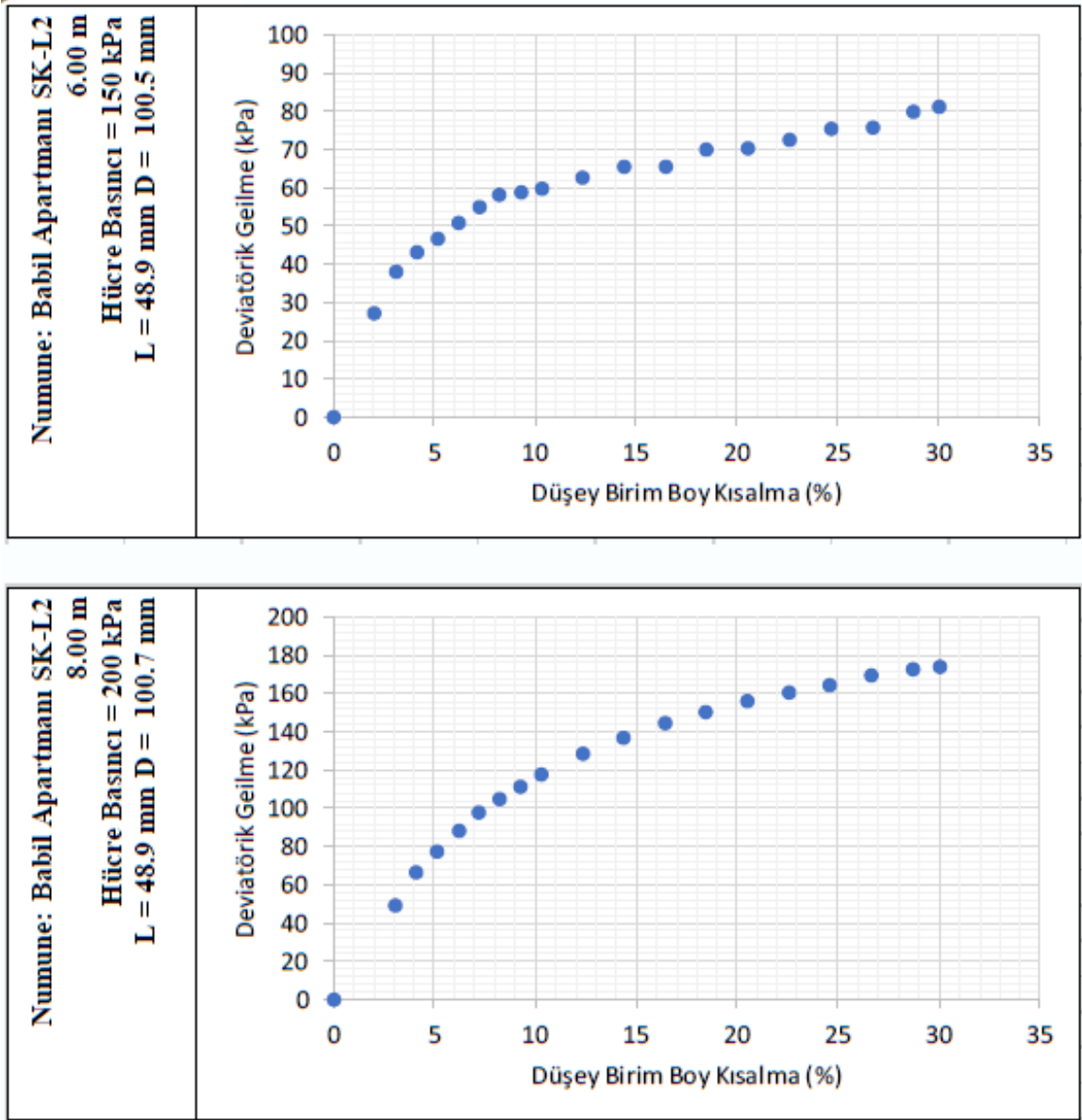




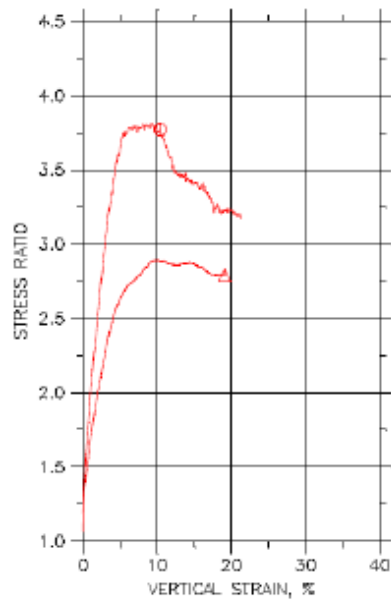
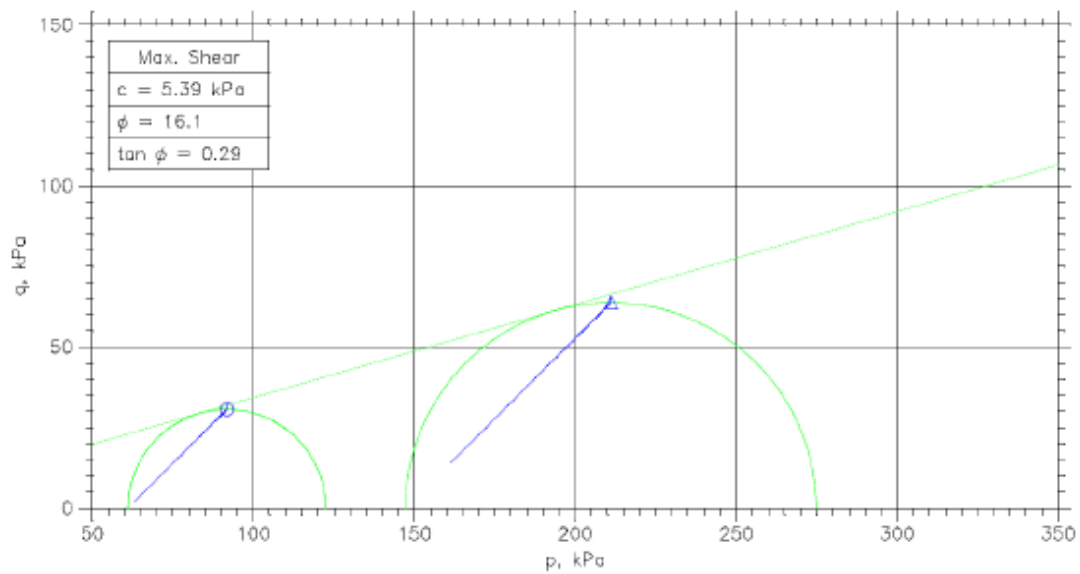








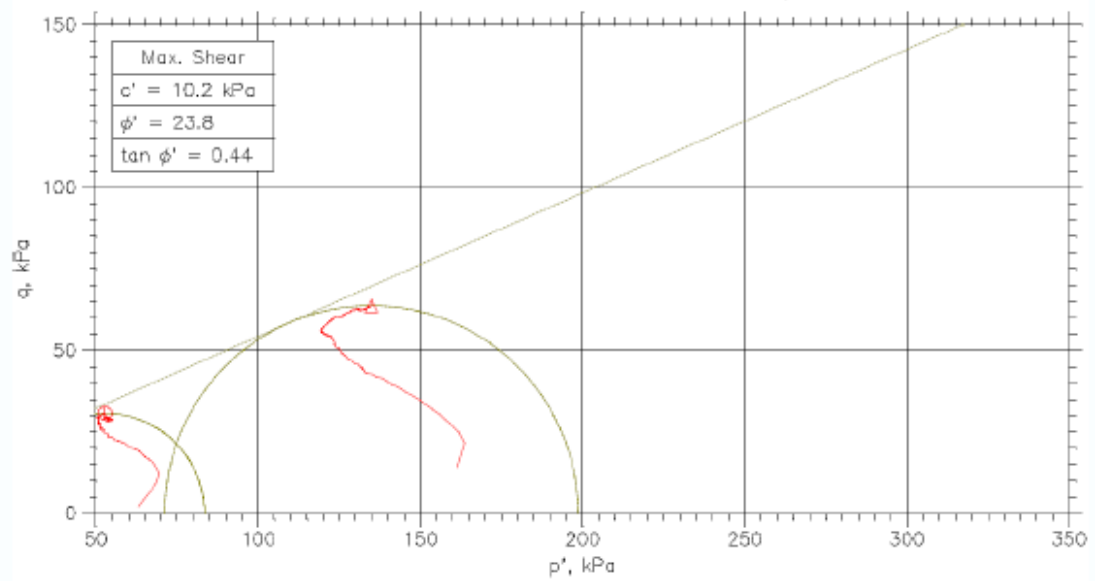
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767



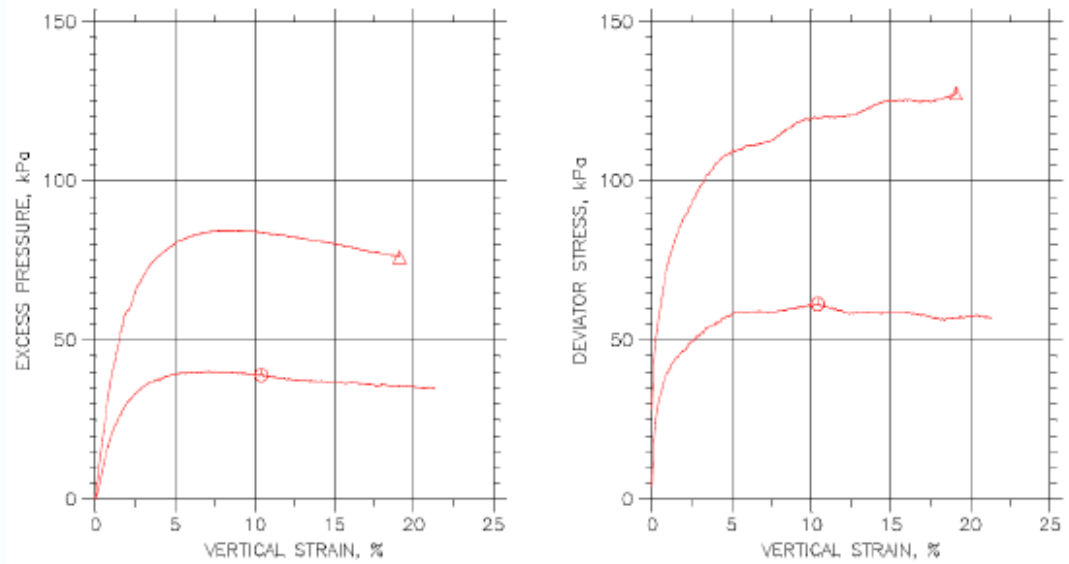
Symbol	○	△		
Sample No.				
Test No.				
Depth	4.00	4.00-4.35		
Initial	Diameter, mm	48.89	48.71	
	Height, mm	101	100.2	
	Water Content, %	20.6	16.6	
	Dry Density, N/m ³	16310	14640	
	Saturation, %	89.2	55.3	
Before Shear	Void Ratio	0.623	0.809	
	Water Content, %	24.4	22.0	
	Dry Density, N/m ³	15970	16610	
	Saturation, %	100.0	100.0	
	Void Ratio	0.658	0.594	
	Back Press., kPa	210.	350.	
	Ver. Eff. Cons. Stress, kPa	80.76	161.7	
	Shear Strength, kPa	30.65	63.76	
	Strain at Failure, %	10.4	19.1	
	Strain Rate, %/min	0.075	0.075	
	B-Value	0.97	0.84	
	Estimated Specific Gravity	2.7	2.7	
	Liquid Limit	0	0	
	Plastic Limit	0	0	

 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL	Project: Babil Apt.				
	Location:				
	Project No.:				
	Boring No.: SK ₁ L1				
	Sample Type: Shelby				
	Description:				
	Remarks:				

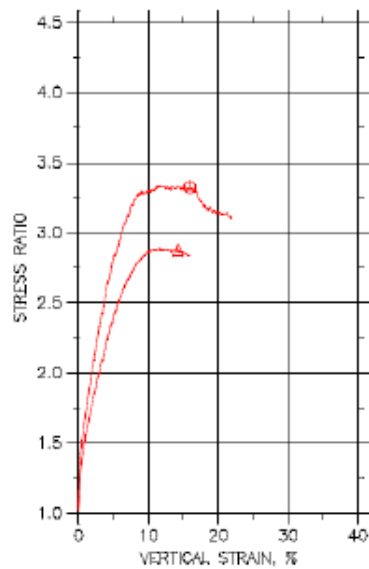
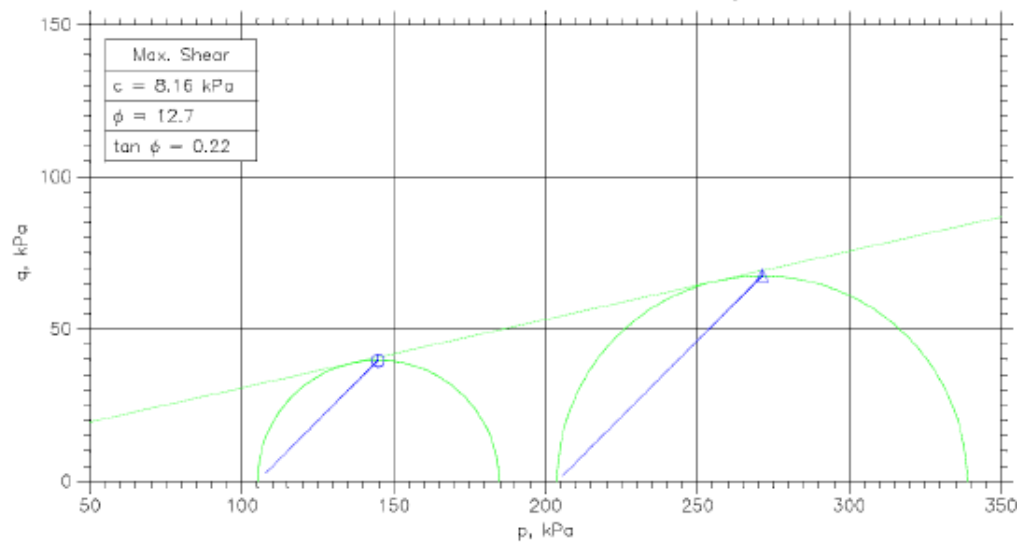
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767



CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767



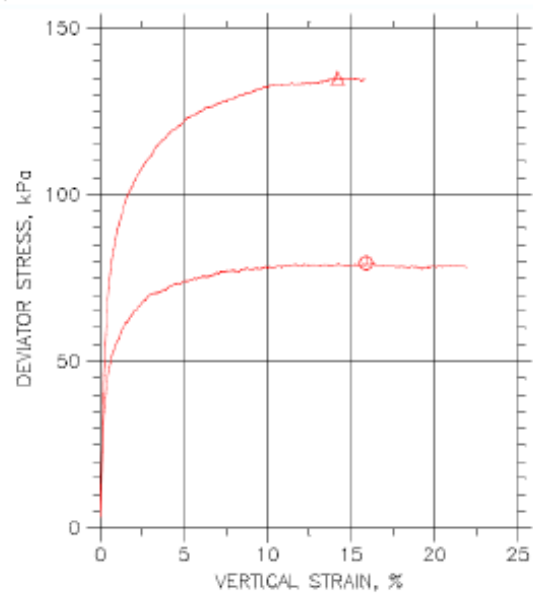
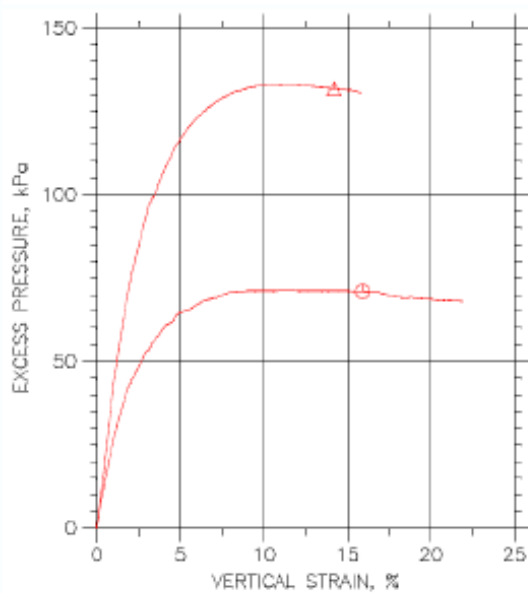
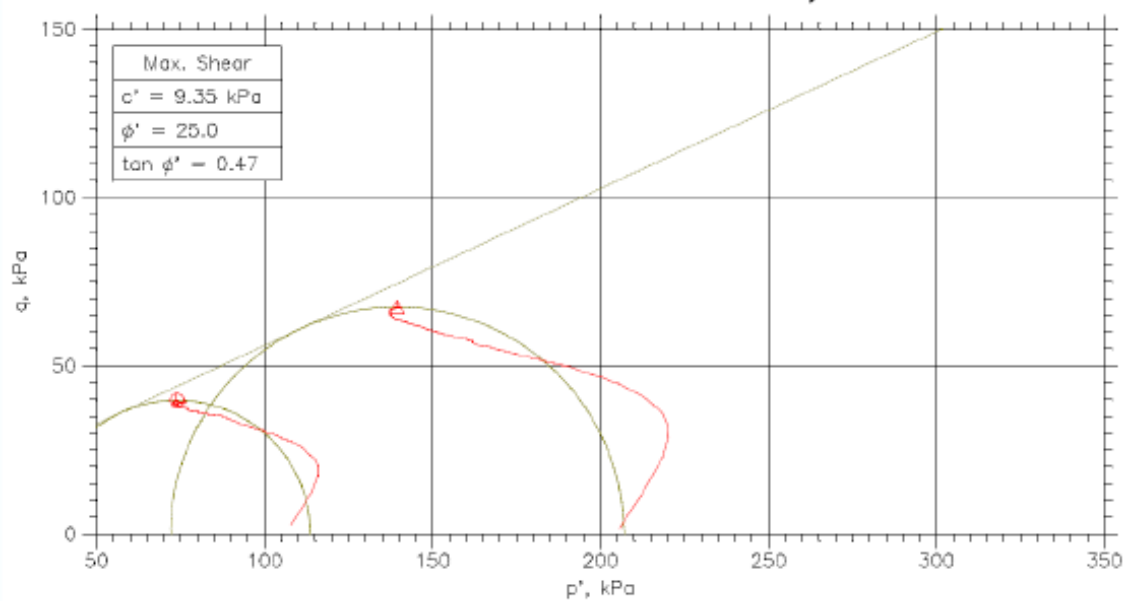
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767

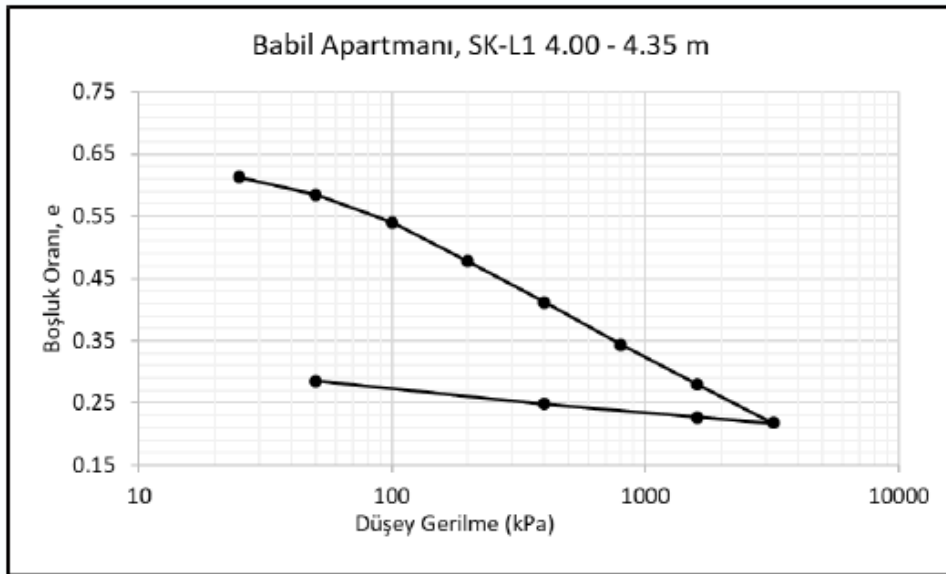
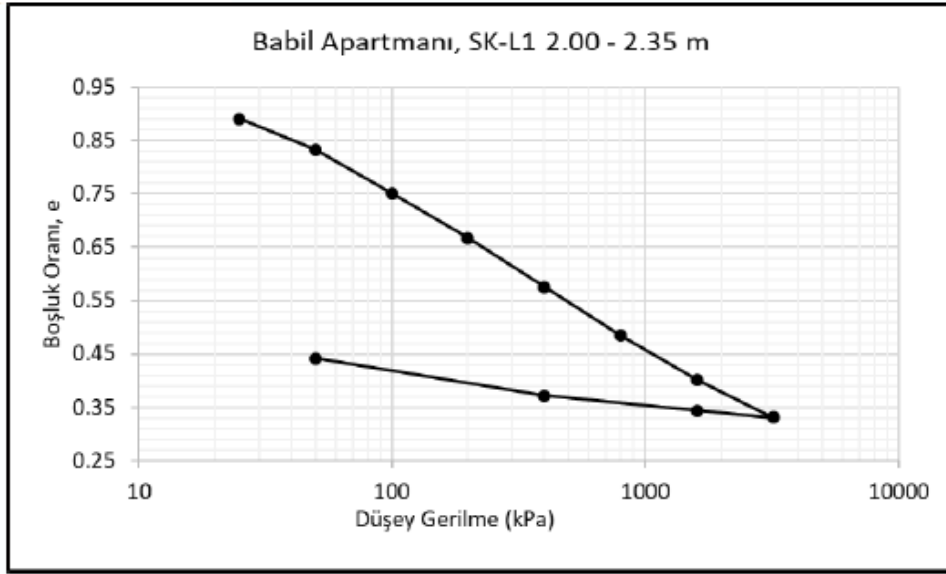


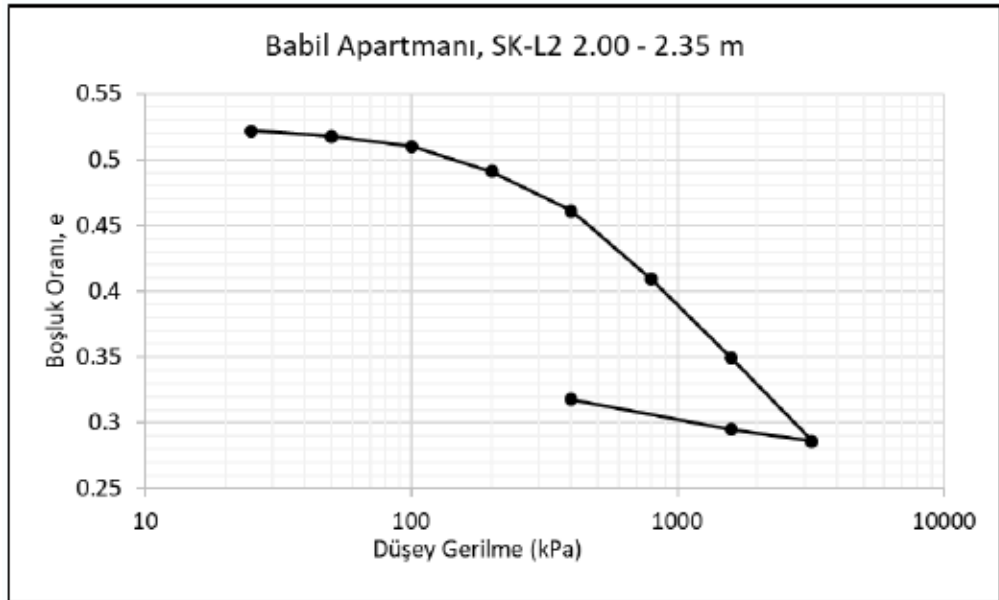
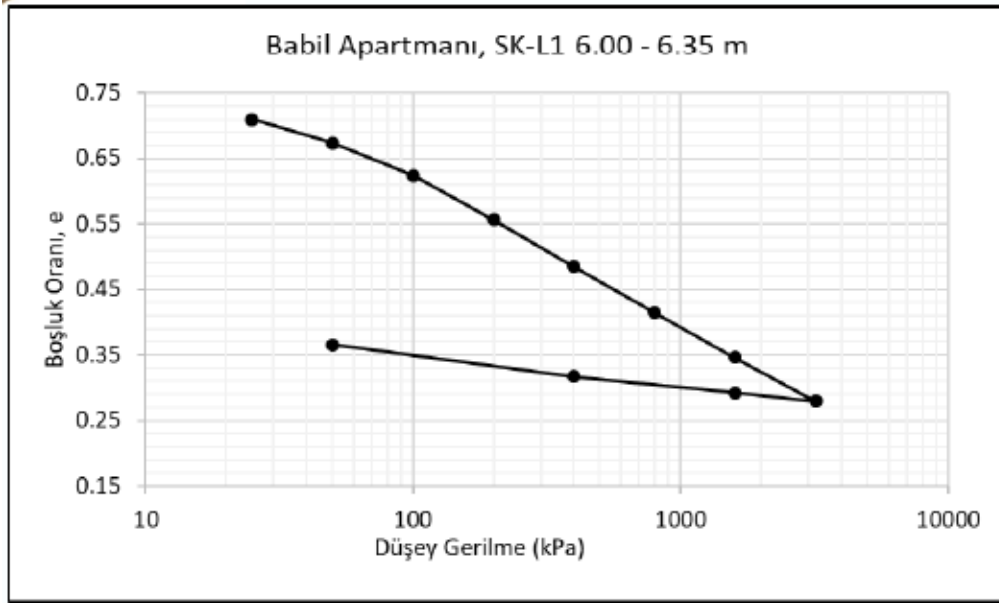
Symbol	⊙	△		
Sample No.				
Test No.				
Depth	6.00	6.00_6.35		
Initial	Diameter, mm	48.91	48.82	
	Height, mm	111.6	100.3	
	Water Content, %	20.8	25.2	
	Dry Density, N/m^3	16350	15180	
	Saturation, %	90.6	91.5	
Before Shear	Void Ratio	0.62	0.744	
	Water Content, %	19.8	22.1	
	Dry Density, N/m^3	17270	16600	
	Saturation, %	100.0	100.0	
	Void Ratio	0.534	0.595	
	Back Press., kPa	267.4	287.	
	Ver. Eff. Cons. Stress, kPa	120.8	243.9	
	Shear Strength, kPa	39.72	67.44	
	Strain at Failure, %	15.9	14.2	
	Strain Rate, %/min	0.075	0.075	
	B-Value	0.87	0.85	
	Estimated Specific Gravity	2.7	2.7	
	Liquid Limit	0	0	
	Plastic Limit	0	0	

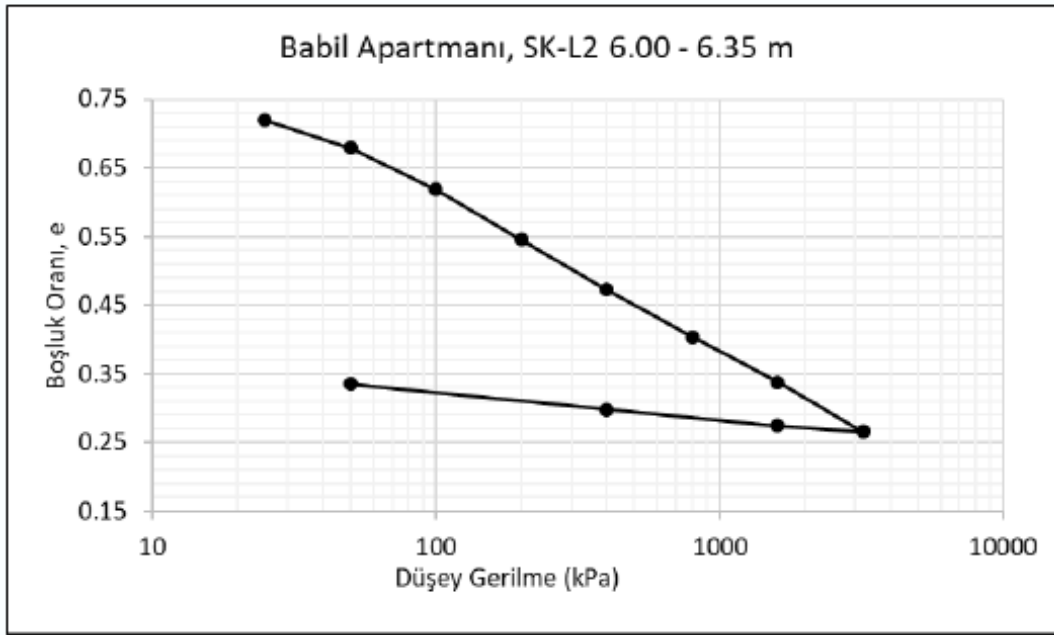
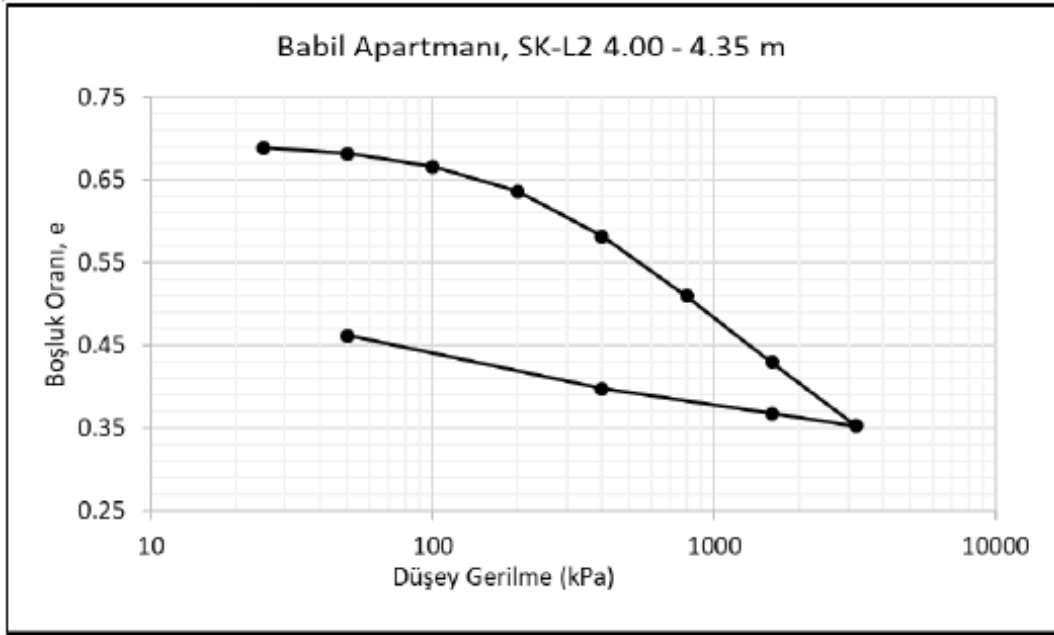
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL	Project: Babil Apt.				
	Location:				
	Project No.:				
	Boring No: SK_LL1				
	Sample Type: Shelby				
	Description:				
	Remarks:				

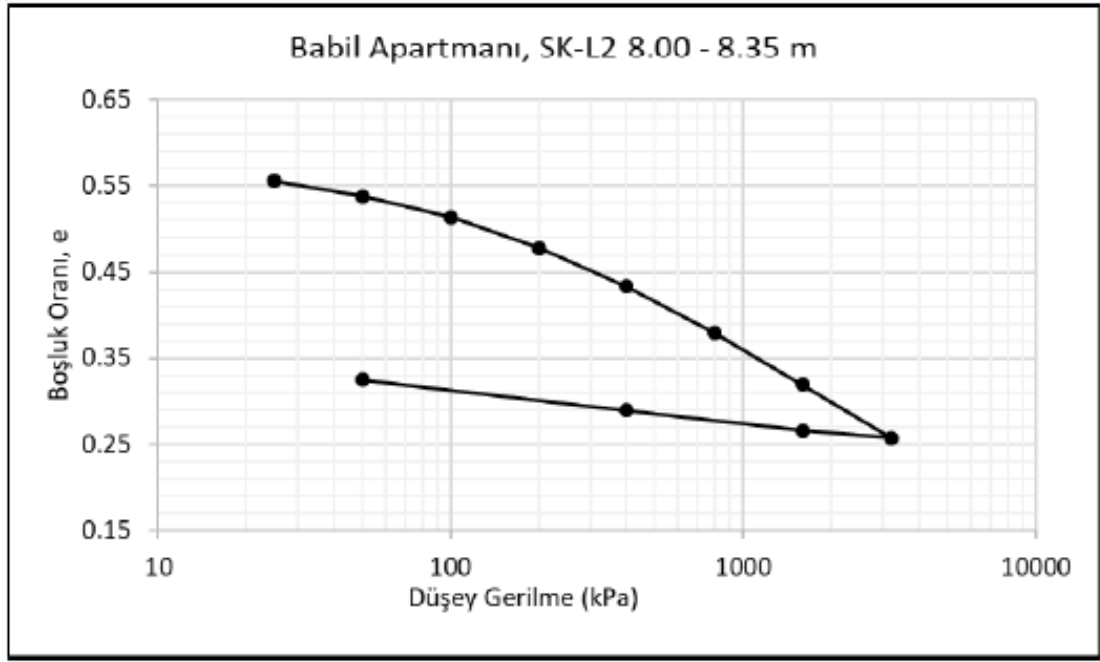
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767





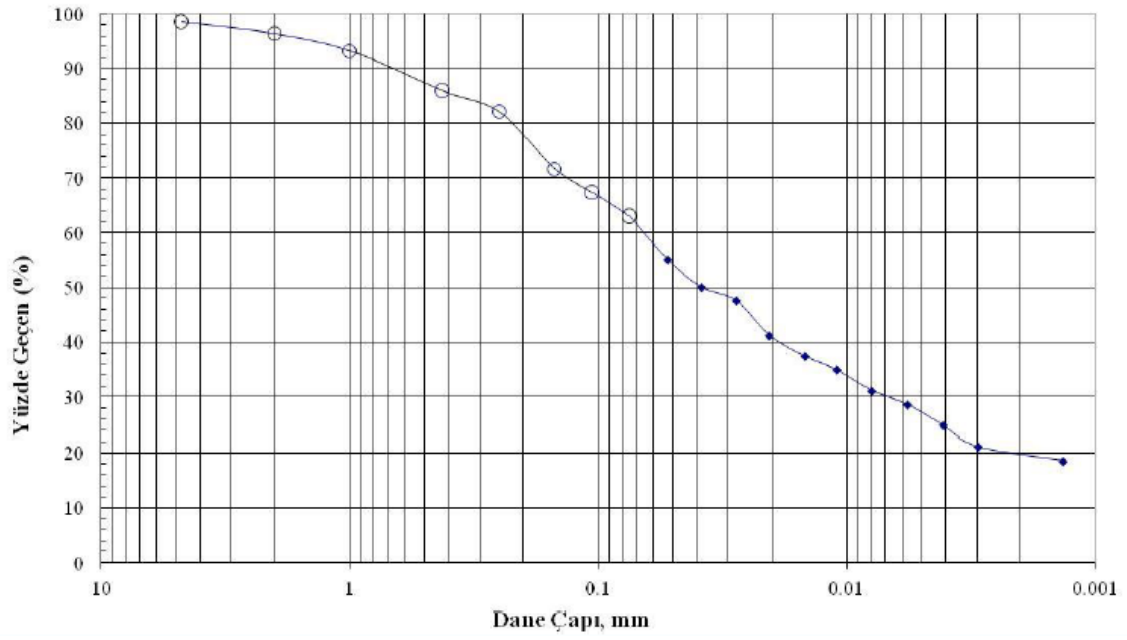




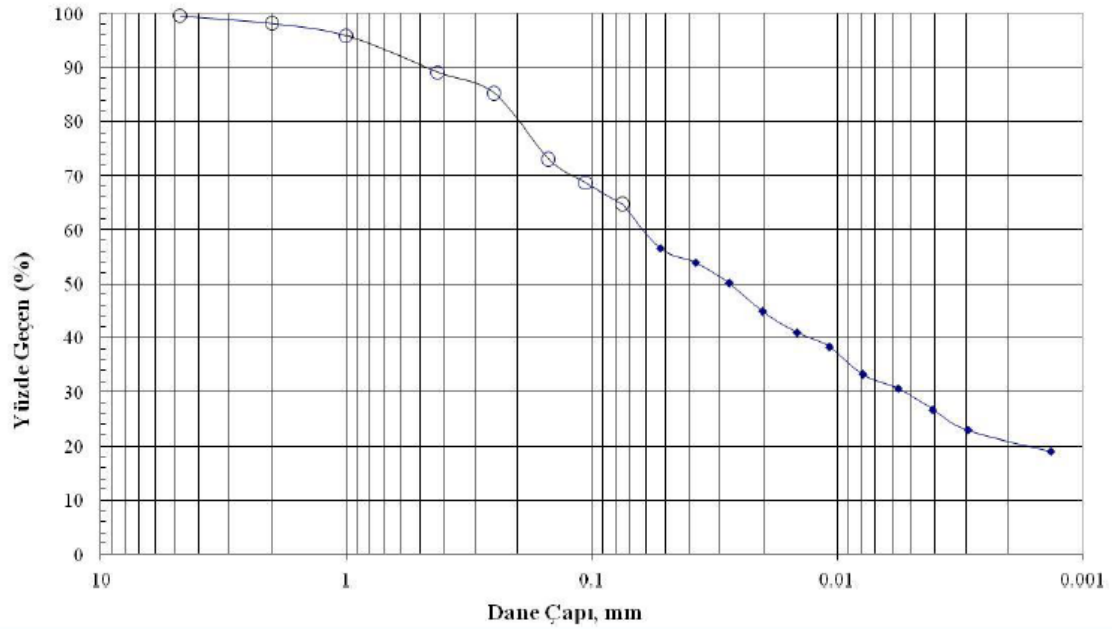


			
OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ			
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI			
			
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi	04.04.2018
Yer ve Derinlik:	Babil Apt. Dolgu	Deneyi Yapan:	H.Ş.
#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - İSLAK ELEK ANALİZİ			
Tepsi Numarası:	108	109	108
Yer	Babil Apt. Dolgu	Babil Apt. Dolgu	Babil Apt. Doğal Zemin
Derinlik	Yüzey	3	5
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce)	420.3	429.6	438.67
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra)	363.89	367.79	378.54
Tepsi Ağırlığı (g):	330.89	334.17	341.91
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%)	63.1	64.8	62.1

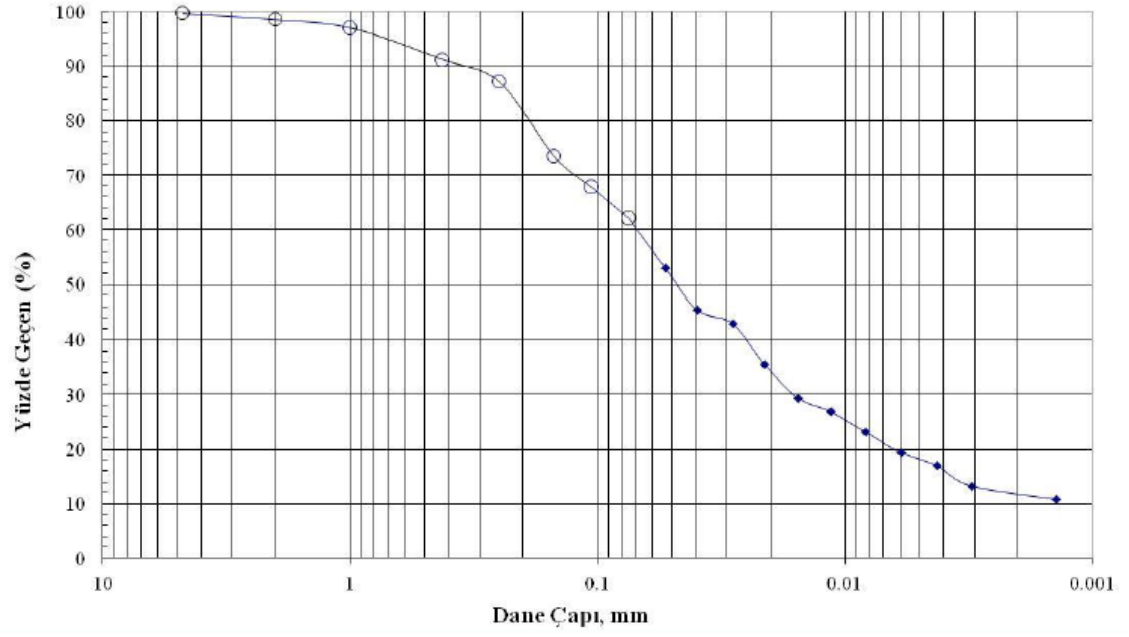
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
Muayene Çukuru - Yüzey Numune



Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
Muayene Çukuru - 3 m derinlik - dolgu



Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Babil Apartmanı
Muayene Çukuru - 5 m derinlik - Doğal Zemin





T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

OKAN ÜNİVERSİTESİ
ŞİŞLİ

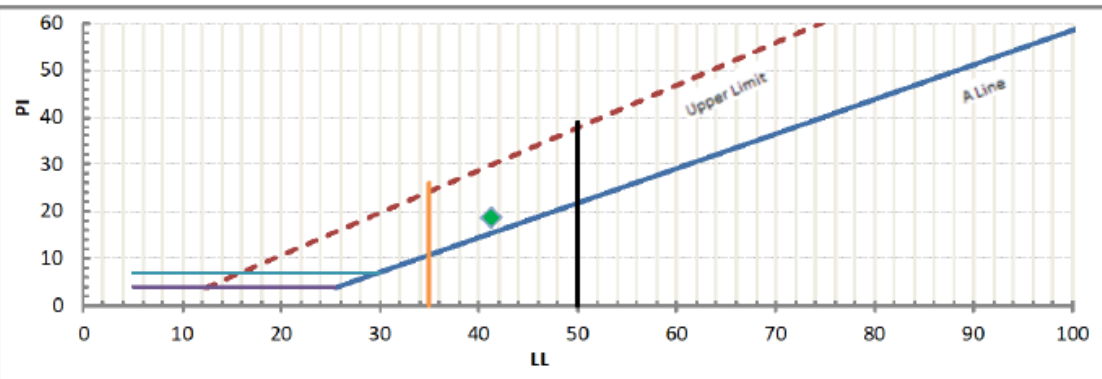
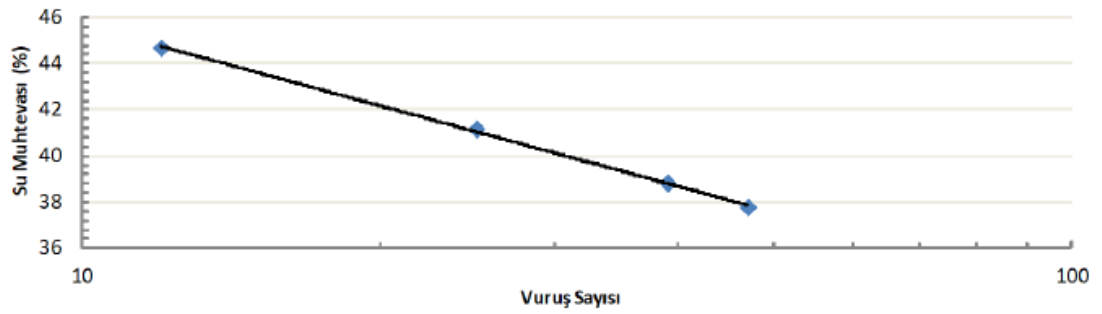
Proje:	Batman Belediyesi	Deneyi Yapan:	HŞ
Numune Etiketi:	Babil Apt	Deney Tarihi	04.04.2018
Yer ve Derinlik:	Muayene Çukuru_Dolgu_Yüzey		21.03.2018

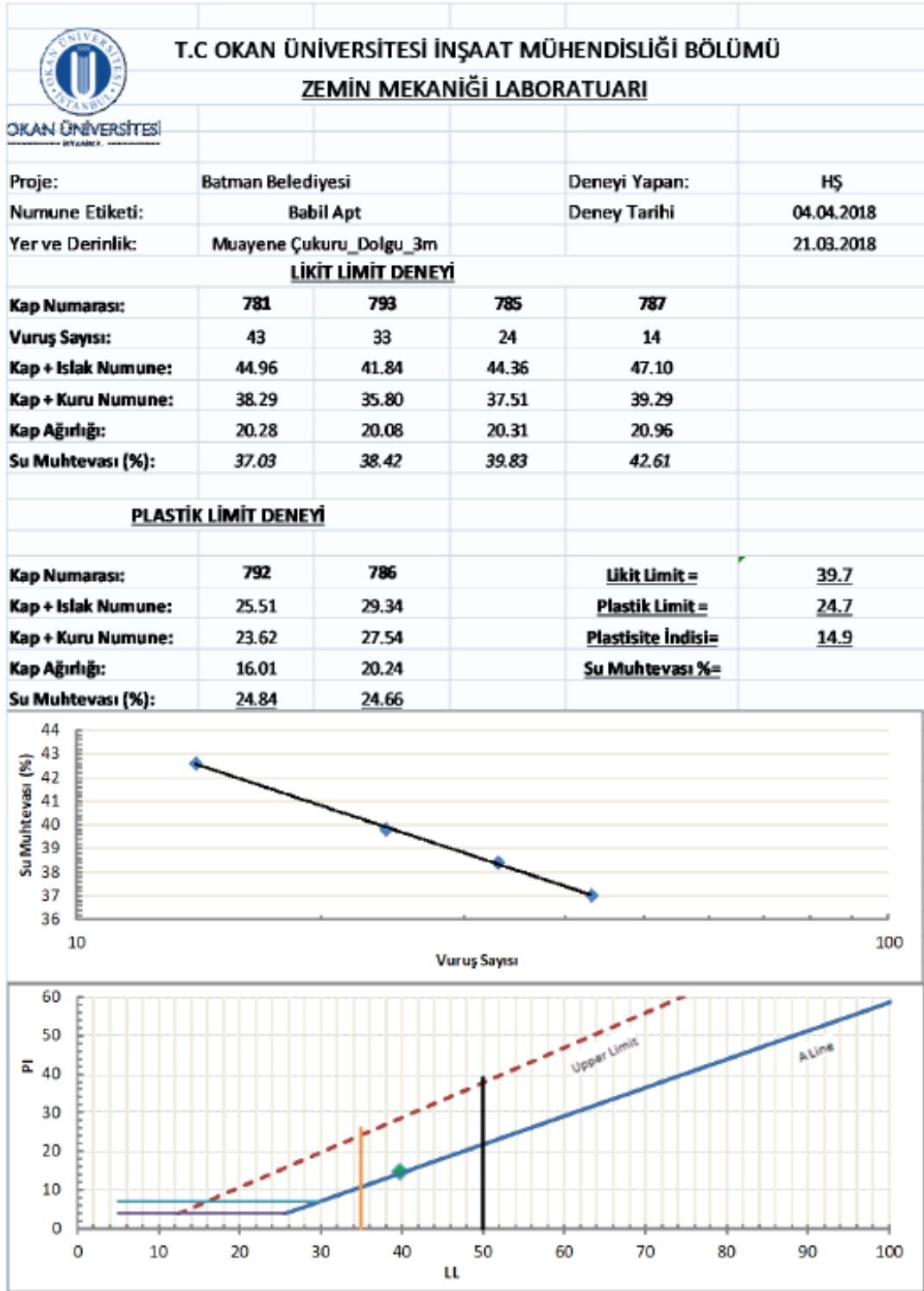
LİKİT LİMİT DENEYİ

Kap Numarası:	784	791	788	87
Vuruş Sayısı:	47	39	25	12
Kap + Islak Numune:	42.22	43.51	46.12	45.02
Kap + Kuru Numune:	36.16	36.91	39.13	37.54
Kap Ağırlığı:	20.12	19.91	22.15	20.80
Su Muhtevası (%):	37.78	38.82	41.17	44.68

PLASTİK LİMİT DENEYİ

Kap Numarası:	335	331	Likit Limit =	41.2
Kap + Islak Numune:	24.64	25.47	Plastik Limit =	22.3
Kap + Kuru Numune:	23.12	23.89	Plastisite İndisi =	18.9
Kap Ağırlığı:	16.20	16.89	Su Muhtevası % =	
Su Muhtevası (%):	21.97	22.57		







T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUARI

OKAN ÜNİVERSİTESİ
 İYANIR

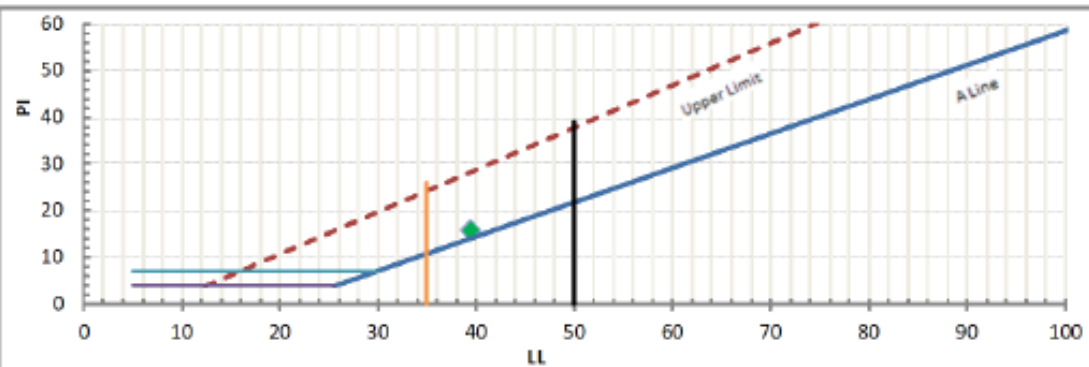
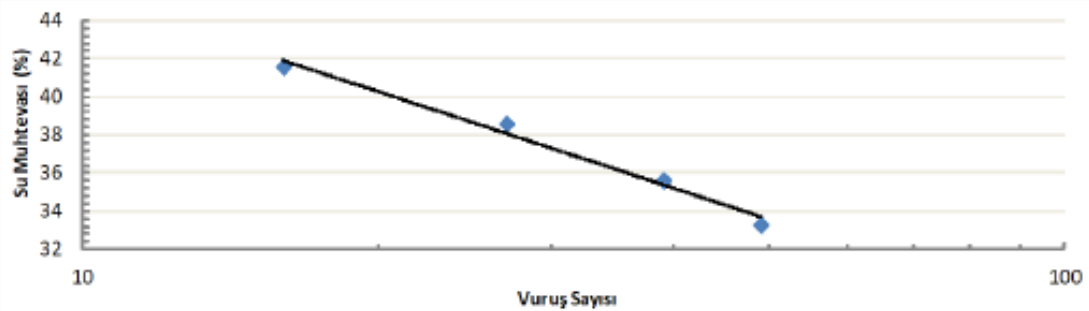
Proje:	Batman Belediyesi	Deneyi Yapan:	HŞ
Numune Etiketi:	Babil Apt	Deney Tarihi	04.04.2018
Yer ve Derinlik:	Muayene Çukuru_5m		21.03.2018

LİKİT LİMİT DENEYİ

Kap Numarası:	782	90	81	89
Vuruş Sayısı:	49	39	27	16
Kap + Islak Numune:	45.08	46.92	46.48	44.55
Kap + Kuru Numune:	39.01	39.96	39.24	37.68
Kap Ağırlığı:	20.78	20.43	20.48	21.16
Su Muhtevası (%):	33.30	35.64	38.59	41.59

PLASTİK LİMİT DENEYİ

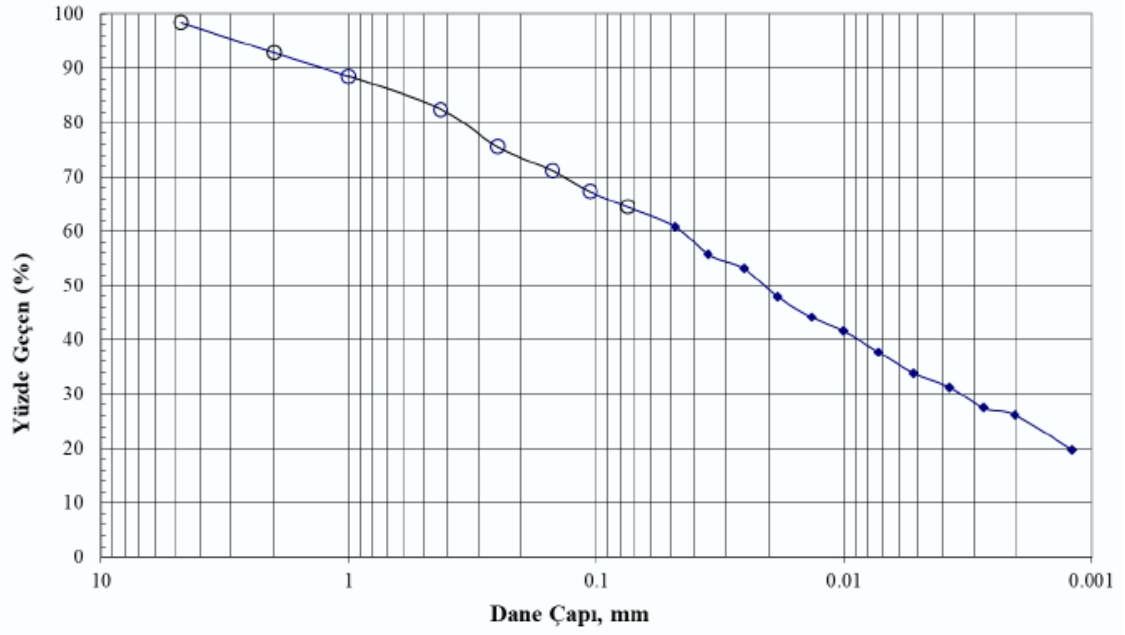
Kap Numarası:	369	84	Likit Limit =	39.3
Kap + Islak Numune:	26.71	28.92	Plastik Limit =	23.3
Kap + Kuru Numune:	24.97	27.18	Plastisite İndisi=	16.0
Kap Ağırlığı:	17.53	19.71	Su Muhtevası %=	
Su Muhtevası (%):	23.39	23.29		



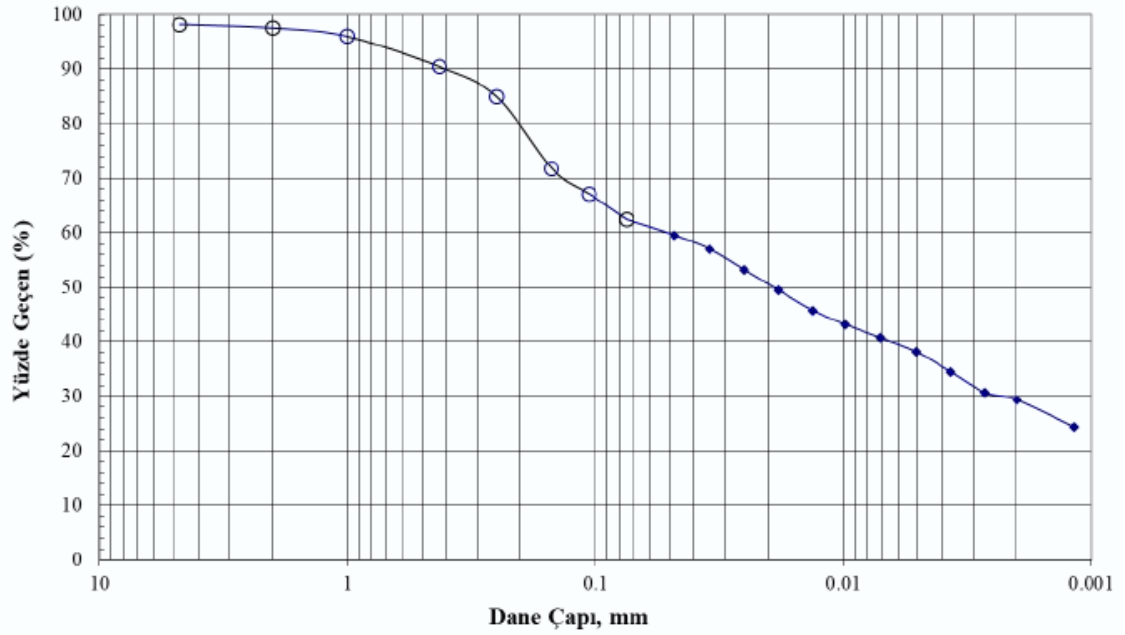
**SERHAT APARTMANI VE ÇEVRESİNDE AÇILMIŞ OLAN ARAŞTIRMA
ÇUKURLARI VE SONDAJ KUYULARI NUMUNELERİ LABORATUVAR
DENEY SONUÇLARI**

		T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ	
		ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI	
OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL			
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi:	6.02.2018
Yer ve Derinlik:	Serhat Apartmanı SK-2-1	Deneyi Yapan:	HŞ
<u>SU MUHTEVASI DENEY RAPORU</u>			
Kap Numarası:	101	109	103
Yer	SK-2-1	SK-2-1	SK-2-1
Derinlik (m)	1.5	3	4.5
Kap + Islak Numune (g):	545.4	1036.14	844.34
Kap + Kuru Numune (g):	513.4	928.31	774.43
Kap Ağırlığı (g):	342.36	334.12	342
Su Muhtevası (%):	18.7	18.1	16.2
Kap Numarası:	104	110	102
Yer	SK-2-1	SK-2-1	SK-2-1
Derinlik (m)	7.5	9	15
Kap + Islak Numune (g):	596.48	561.77	507.59
Kap + Kuru Numune (g):	551.11	533.81	484.62
Kap Ağırlığı (g):	342.82	404.53	342.61
Su Muhtevası (%):	21.8	21.6	16.2
<u>#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - ISLAK ELEK ANALİZİ</u>			
Tepsi Numarası:	103	110	109
Yer	SK-2-1	SK-2-1	SK-2-1
Derinlik	1.5	3	4.5
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkama dan Önce) :	402.34	470.2	395.94
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkama dan Sonra) :	363.6	429.09	339.79
Tepsi Ağırlığı (g):	341.99	404.4	334.13
#200 Nolu Elektan Geçen Madde Miktarı (%):	64.2	62.5	90.8
Tepsi Numarası:	104	101	108
Yer	SK-2-1	SK-2-1	SK-2-1
Derinlik	7.5	9	15
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkama dan Önce) :	411.26	402.22	402.79
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkama dan Sonra) :	359.8	356.1	337.75
Tepsi Ağırlığı (g):	342.77	342.3	330.83
#200 Nolu Elektan Geçen Madde Miktarı (%):	75.1	77.0	90.4

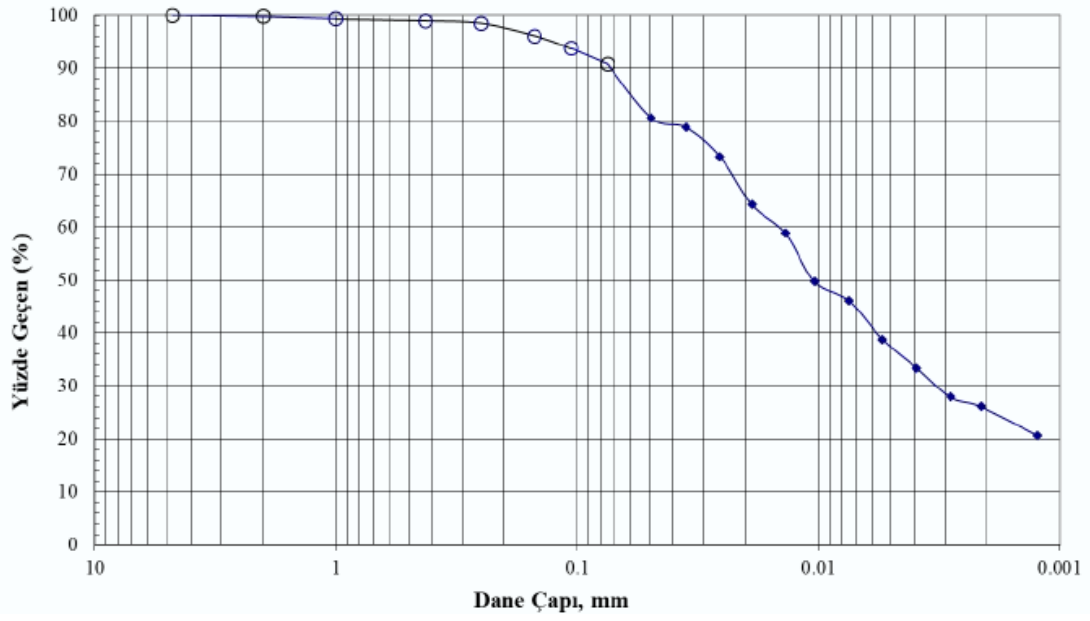
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-1.5 m



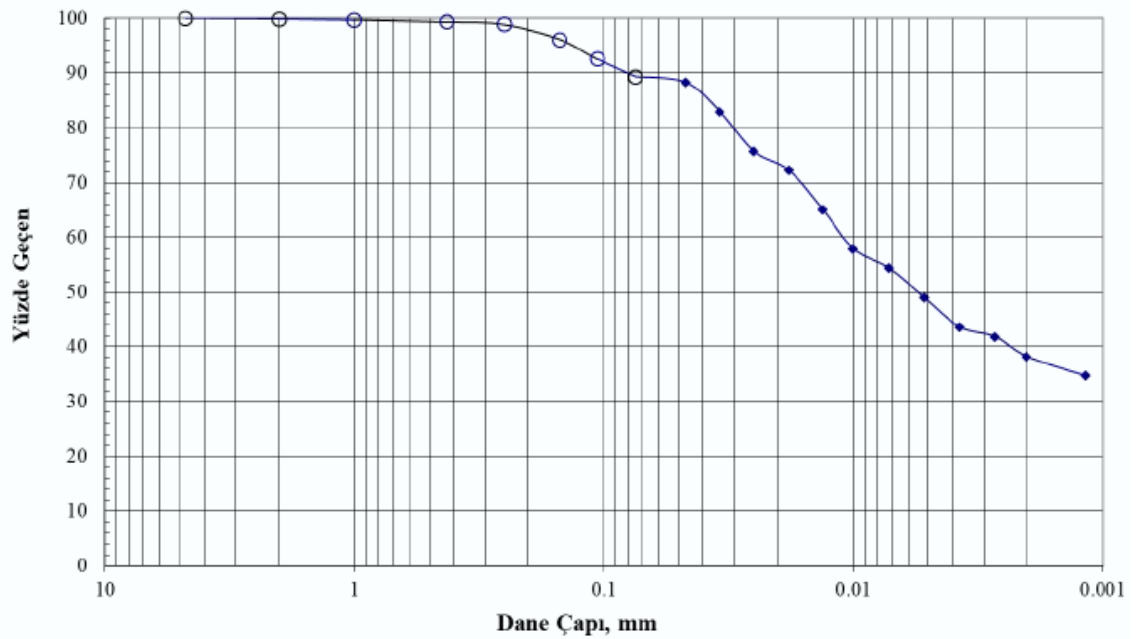
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-3.0 m



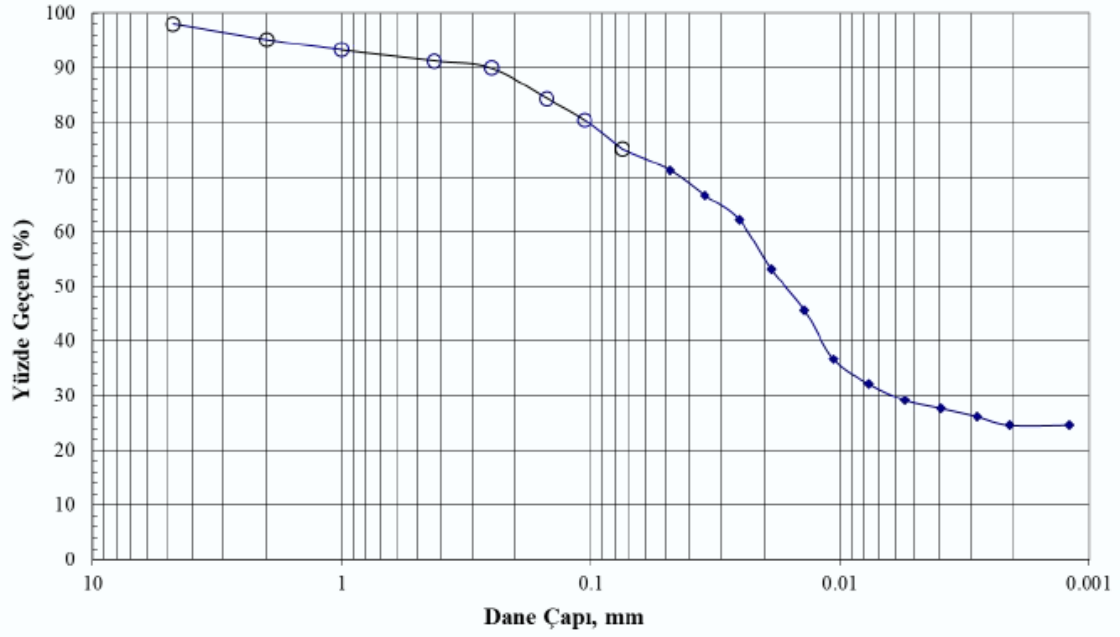
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-4.5 m



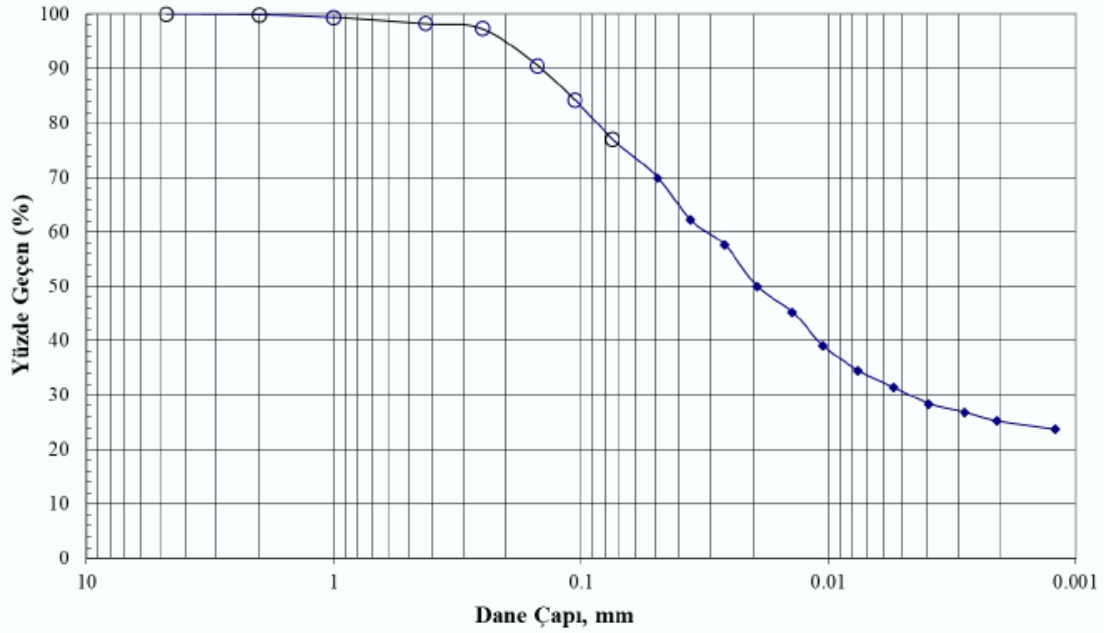
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-6.0 m



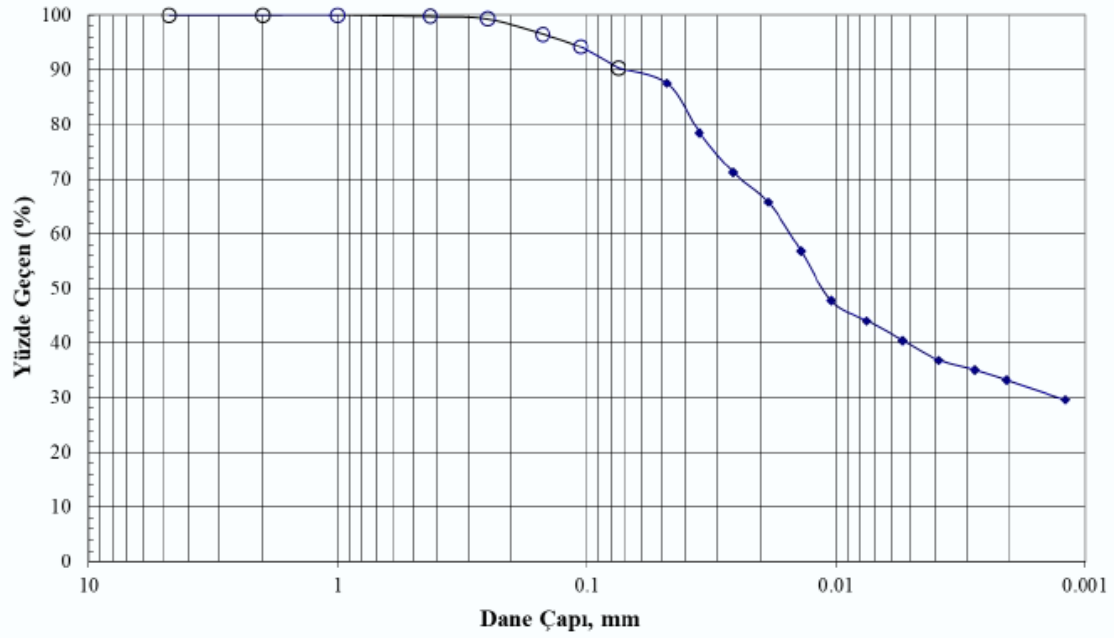
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-7.5 m

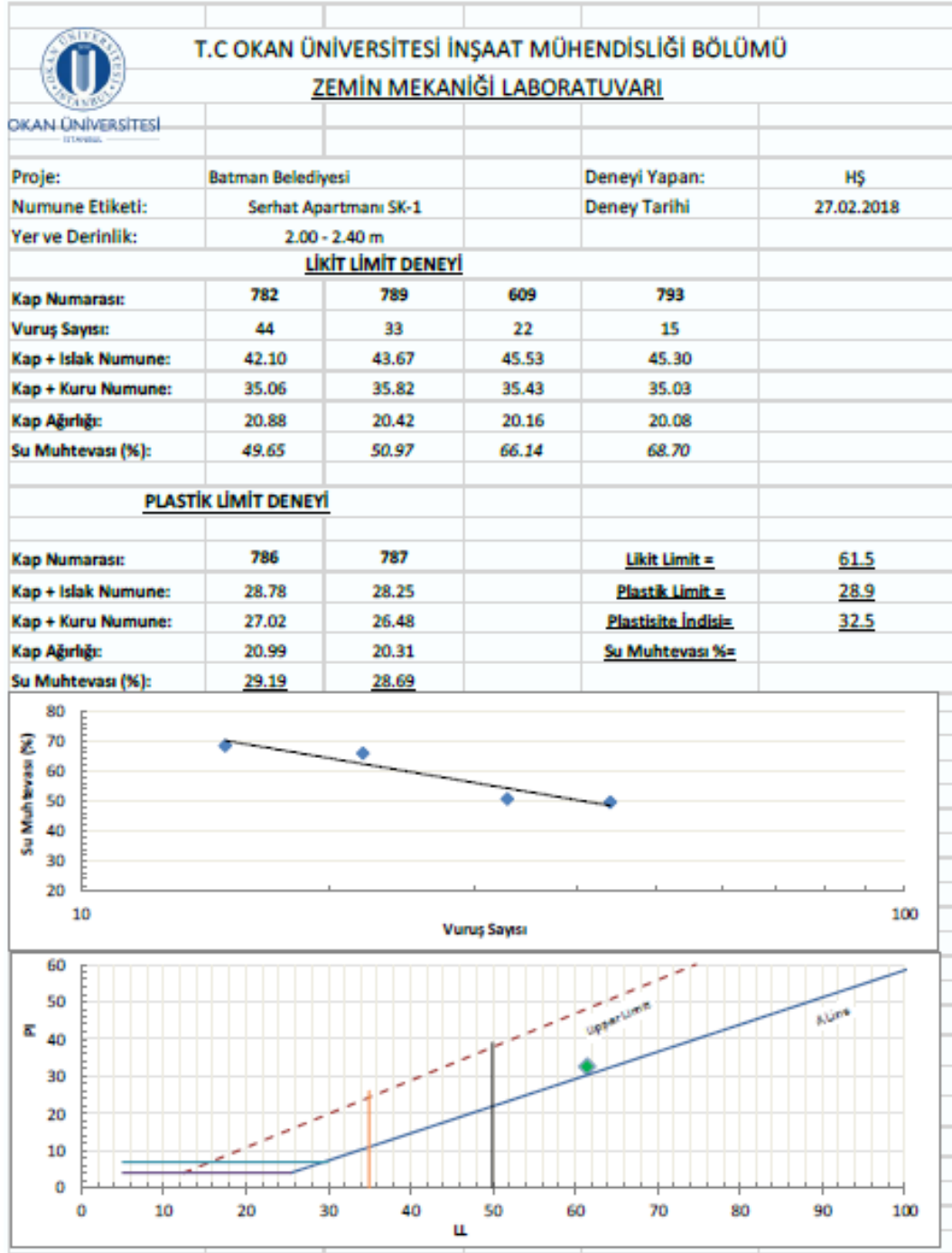


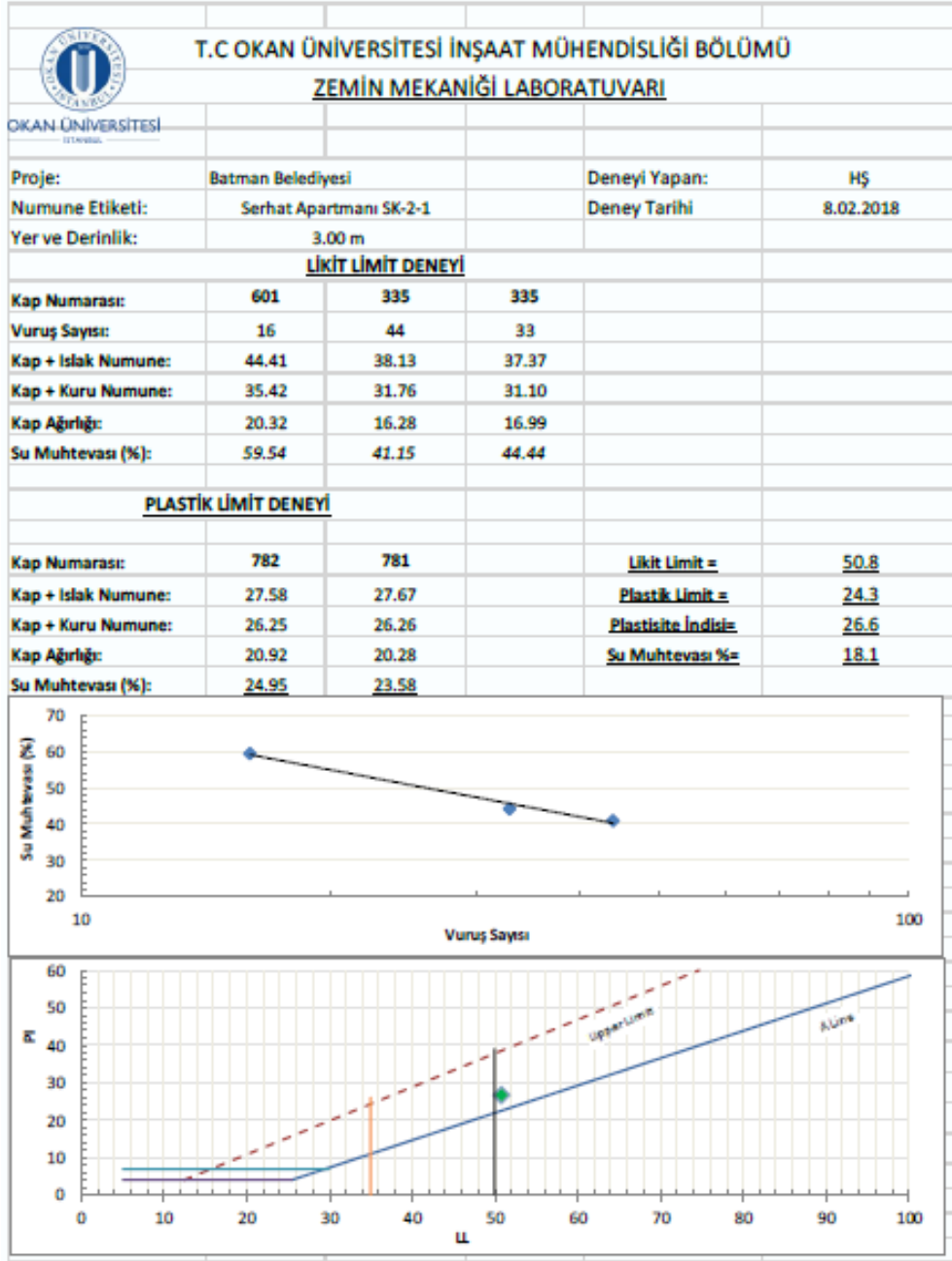
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-9.0 m

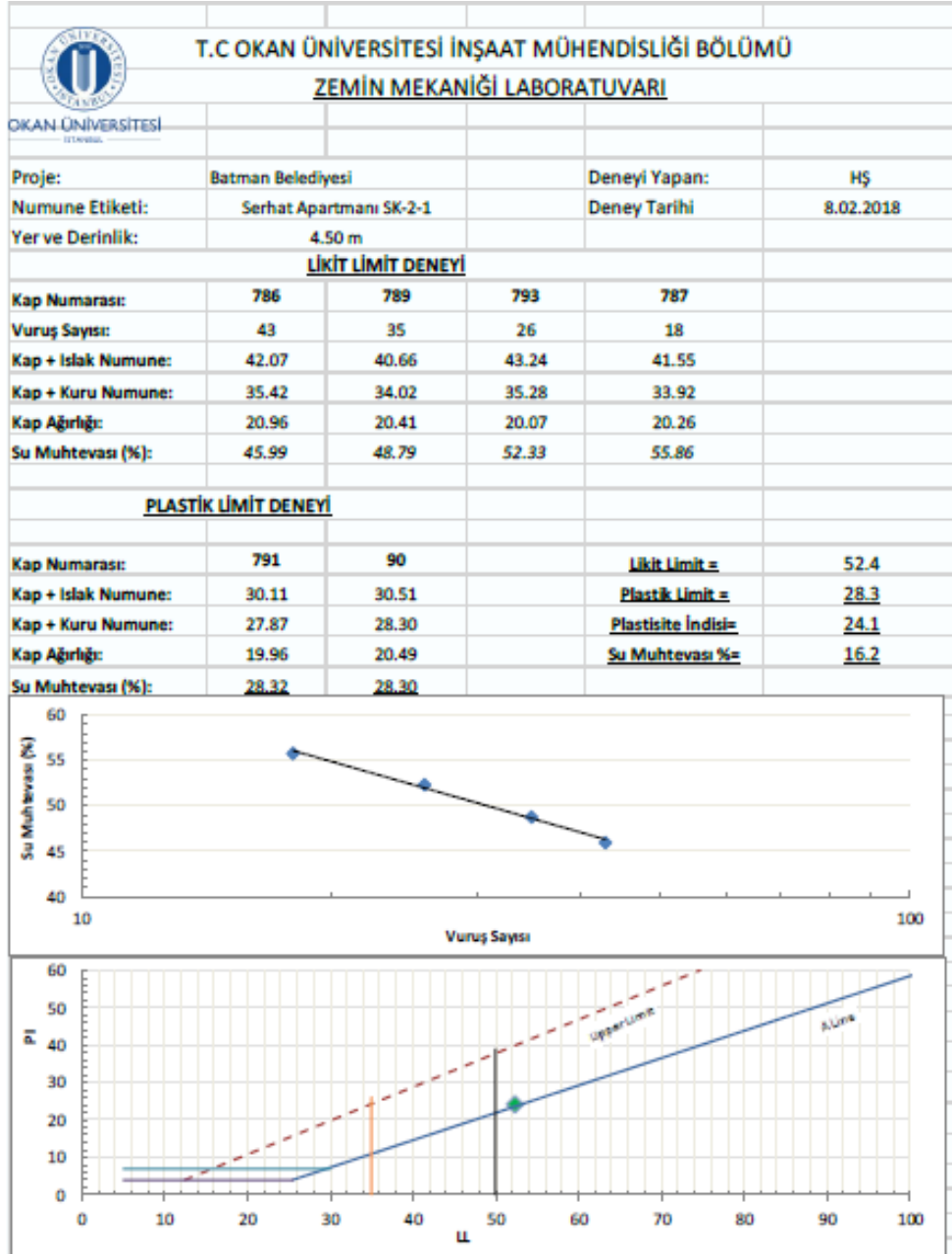


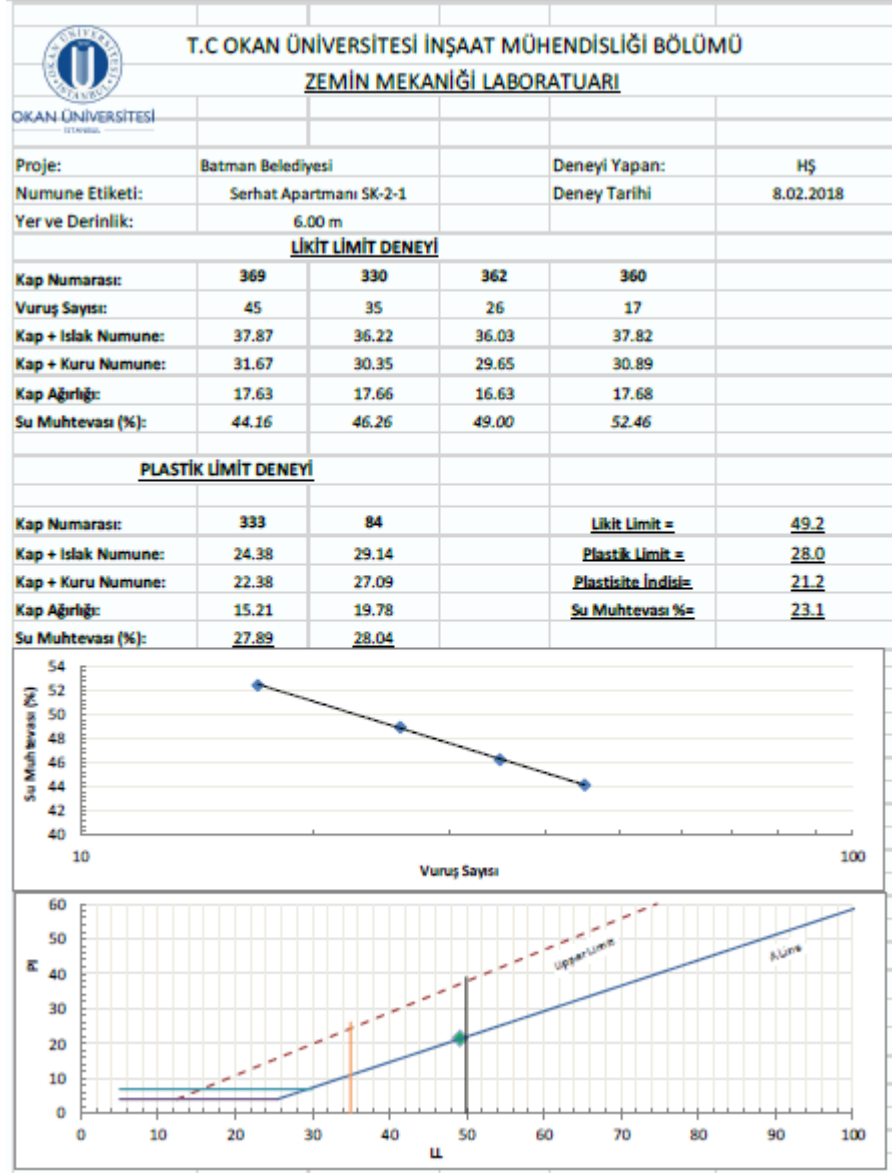
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Serhat Apartmanı
SPT-2-1-15.0 m

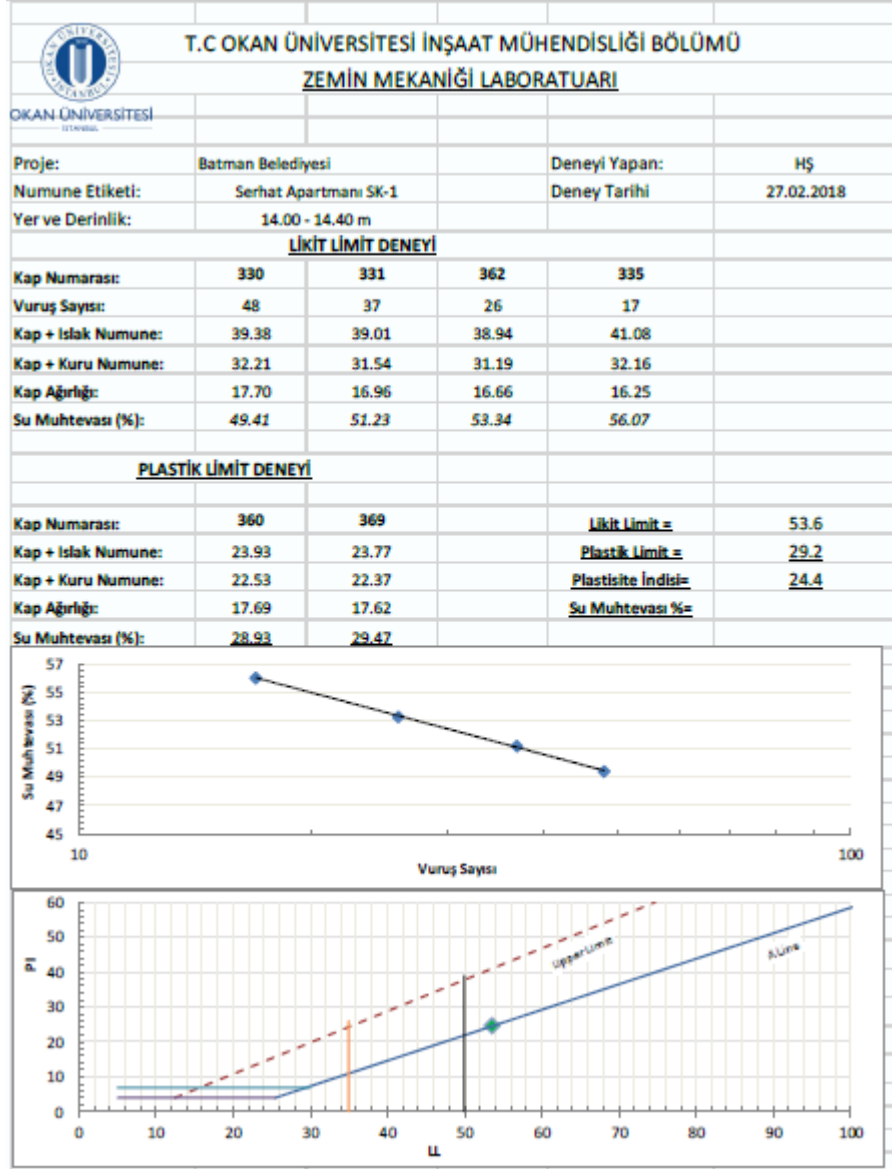












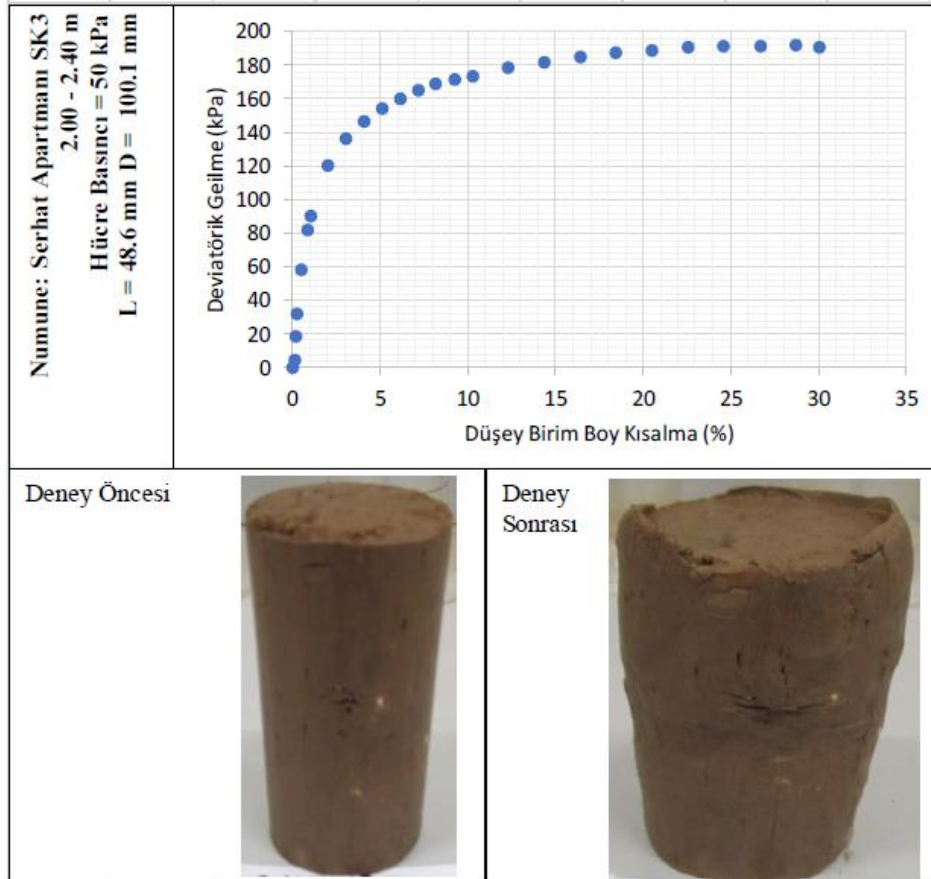
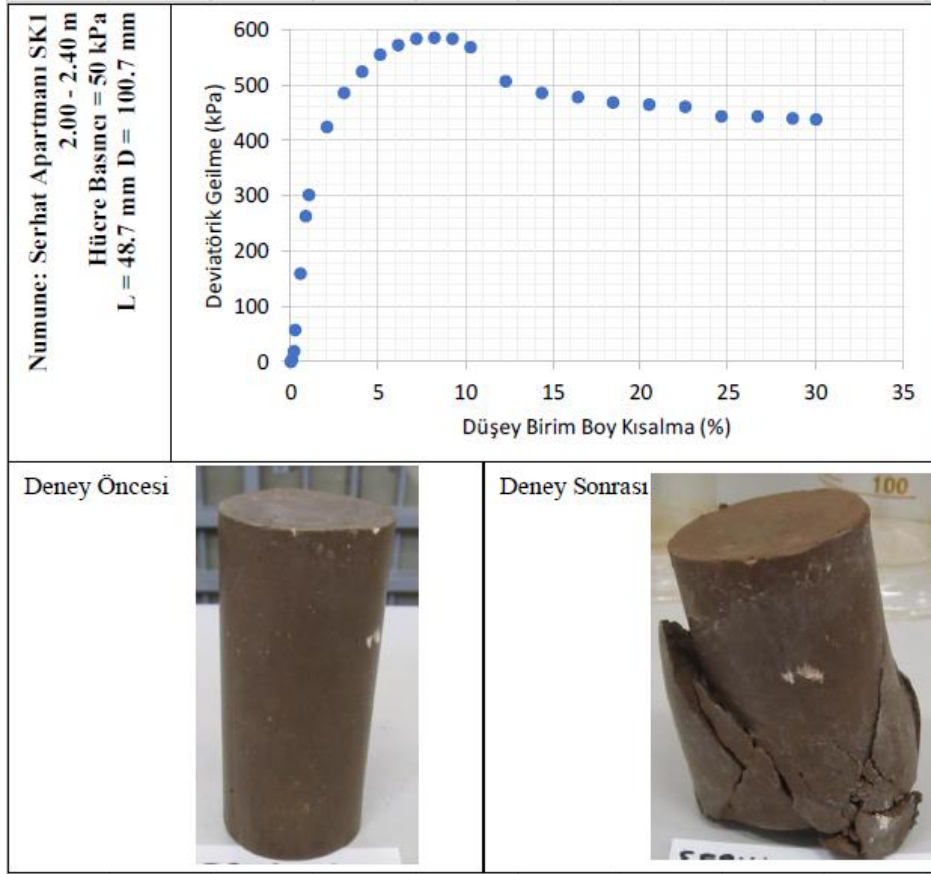
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
Proje:		Batman Serhat Apartmanı			
Projenin Yeri:		Batman			
Zemin Tanımı:					
Derinlik: 2.00-2.40		Kuyu No.	SK-1	Örnek No.	
Testi Yapan:		H. Ş.		Yapılış Tarihi:	27.02.2018
Test No.		1	2		
Piknometre No		1	2		
Şişenin Hacmi		500	500		
Havanın boşaltılma yöntemi*		Vakum	Vakum		
Şişe+Su+Zemin = Mbws		697.62	697.98		
Sıcaklık, °C		19.8	19.8		
Şişe + Su = Mbw**		653.82	653.87		
Kap No.		101	102		
Kap + Kuru Numune		412.9	413.59		
Kap Ağırlığı		342.1	342.56		
Kuru Numune Ağırlığı = Ms		70.8	71.03		
Mw = Ms + Mbw - Mbws		27	26.92		
$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$		1.0001	1.0001		
$G_s = \alpha M_s / M_w$		2.62	2.64		
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör					
**Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur.					
Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.63			

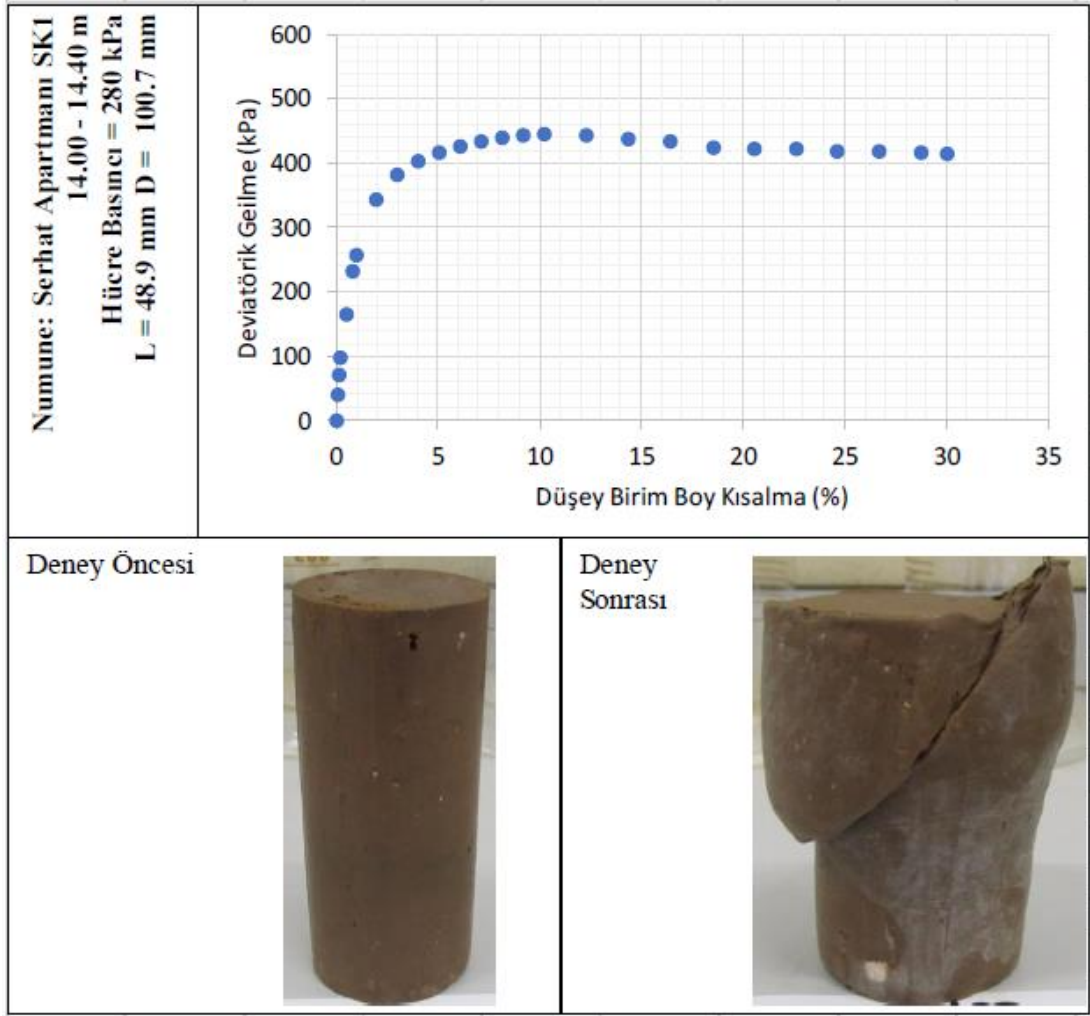
		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
OKAN ÜNİVERSİTESİ					
Proje:		Batman Serhat Apartmanı			
Projenin Yeri:		Batman			
Zemin Tanımı:					
Derinlik:	2.00 -2.40	Kuyu No.	SK-3	Örnek No.	
Testi Yapan:	H. Ş.	Yapılış Tarihi:		27.02.2018	
Test No.		1	2		
Piknometre No		1	2		
Şişenin Hacmi		500	500		
Havanın boşaltılma yöntemi*		Vakum	Vakum		
Şişe+Su+Zemin = Mbws		697.9	697.81		
Sıcaklık, °C		19.9	19.9		
Şişe + Su = Mbw**		653.87	653.3		
Kap No.		110	105		
Kap + Kuru Numune		475.5	414.36		
Kap Ağırlığı		404.36	342.95		
Kuru Numune Ağırlığı = Ms		71.14	71.41		
Mw = Ms + Mbw - Mbws		27.11	26.9		
$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$		1	1		
$G_s = \alpha M_s / M_w$		2.62	2.65		
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör					
**Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur.					
Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.64			

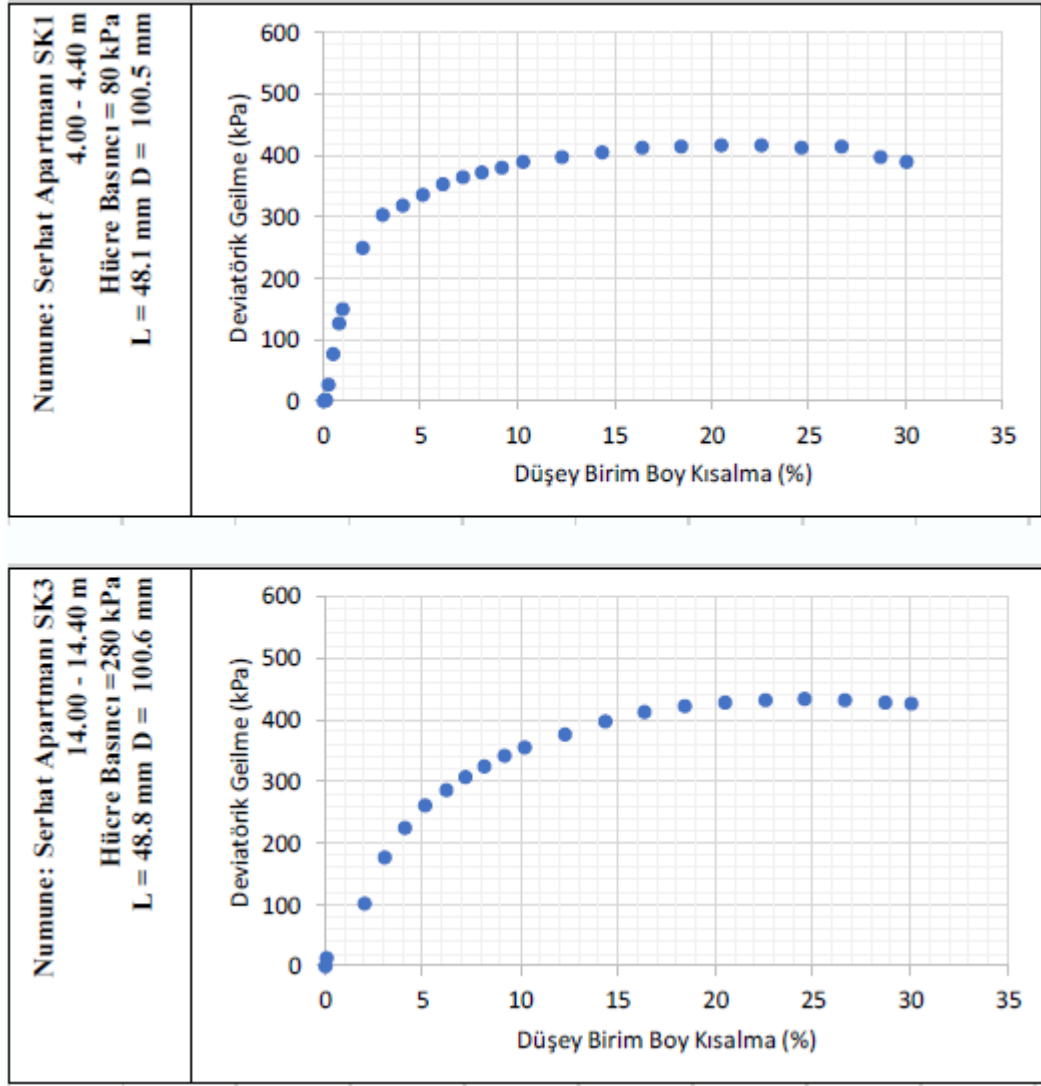
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
Proje:	Batman Serhat Apartmanı				
Projenin Yeri:	Batman				
Zemin Tanımı:					
Derinlik:	4.00 -4.40	Kuyu No.	SK-1	Örnek No.	
Testi Yapan:	H.Ş.	Yapılış Tarihi:			27.02.2018
	Test No.	1	2		
	Piknometre No	1	2		
	Şişenin Hacmi	500	500		
	Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum		
	Şişe+Su+Zemin = Mbws	697.2	697.83		
	Sıcaklık, °C	19.7	19.7		
	Şişe + Su = Mbw**	653.8	653.95		
	Kap No.	109	103		
	Kap + Kuru Numune	403.66	412.74		
	Kap Ağırlığı	334.08	342.01		
	Kuru Numune Ağırlığı = Ms	69.58	70.73		
	Mw = Ms + Mbw - Mbws	26.18	26.85		
	$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$	1	1		
	$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.66	2.63		
* Havayı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör **Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur. Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.65			

 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
Proje:	Batman Serhat Apartmanı				
Projenin Yeri:	Batman				
Zemin Tanımı:					
Derinlik:	6.00 -6.40	Kuyu No.	SK-1	Örnek No.	
Testi Yapan:	H.Ş.		Yapılış Tarihi:	27.02.2018	
Test No.	1	2			
Piknometre No	1	2			
Şişenin Hacmi	500	500			
Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum			
Şişe+Su+Zemin = Mbws	697.6	697.7			
Sıcaklık, °C	19.8	19.8			
Şişe + Su = Mbw**	653.92	653.95			
Kap No.	108	75			
Kap + Kuru Numune	401.16	421.13			
Kap Ağırlığı	330.86	350.78			
Kuru Numune Ağırlığı = Ms	70.3	70.35			
Mw = Ms + Mbw - Mbws	26.62	26.6			
$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$	1	1			
$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.64	2.64			
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör					
**Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur.					
Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:	2.64				

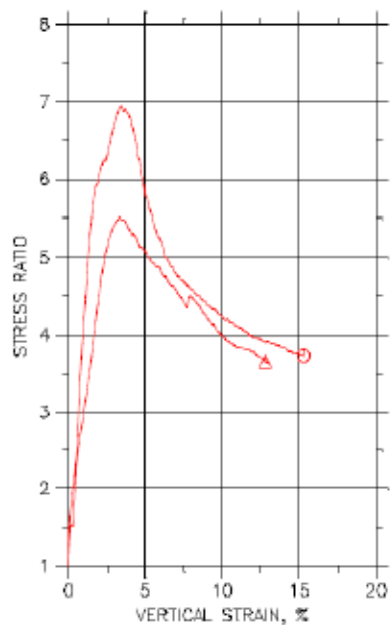
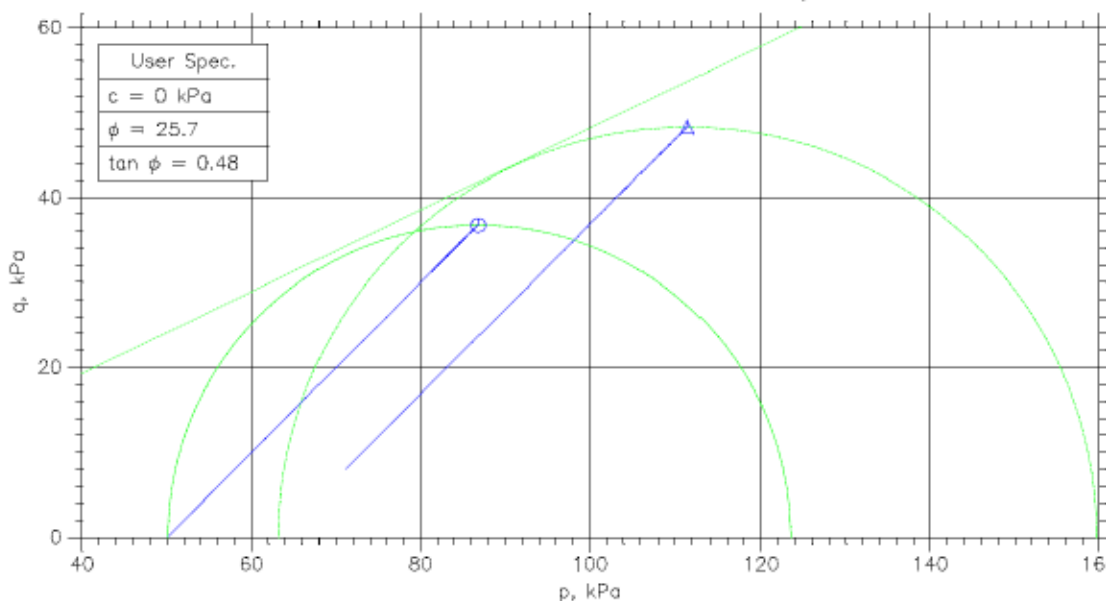
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
Proje:		Batman Serhat Apartmanı			
Projenin Yeri:		Batman			
Zemin Tanımı:					
Derinlik:	14.00 -14.40	Kuyu No.	SK-1	Örnek No.	
Testi Yapan:	H. Ş.	Yapılış Tarihi:		27.02.2018	
Test No.		1	2		
Piknometre No		1	2		
Şişenin Hacmi		500	500		
Havanın boşaltılma yöntemi*		Vakum	Vakum		
Şişe+Su+Zemin = Mbws		697.31	675.53		
Sıcaklık, °C		19.8	19.8		
Şişe + Su = Mbw**		653.95	631.91		
Kap No.		88	82		
Kap + Kuru Numune		428.19	422.56		
Kap Ağırlığı		357.74	352.47		
Kuru Numune Ağırlığı = Ms		70.45	70.09		
Mw = Ms + Mbw - Mbws		27.09	26.47		
$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$		1	1		
$G_s = \alpha M_s / M_w$		2.60	2.65		
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör **Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur. Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.63			







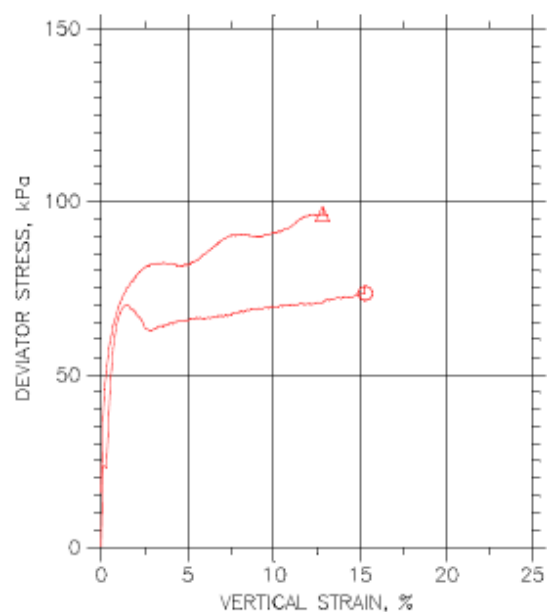
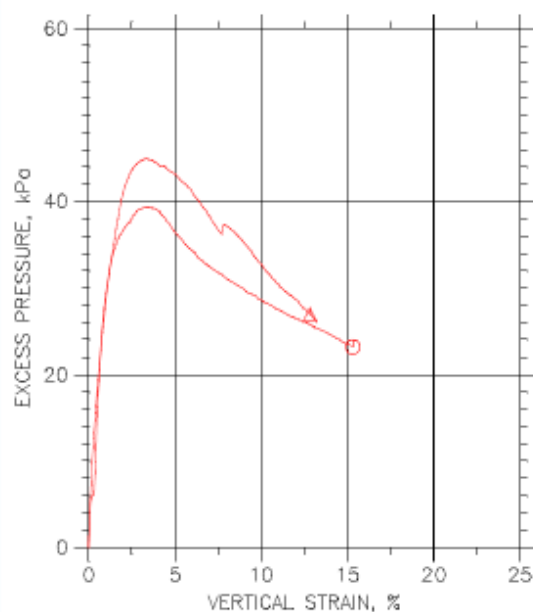
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767



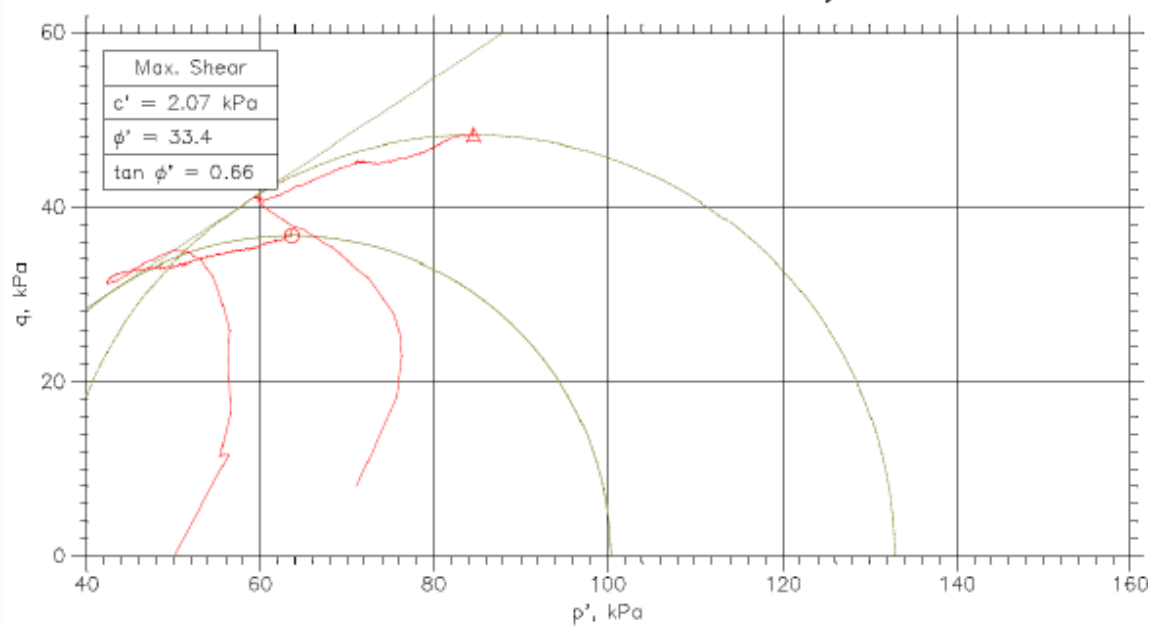
Symbol	○	△		
Sample No.				
Test No.				
Depth	2.00	2.00		
Initial				
Diameter, mm	48.7	48.76		
Height, mm	100.3	100.9		
Water Content, %	17.6	21.1		
Dry Density, N/m ³	16600	16490		
Saturation, %	80.0	94.0		
Void Ratio	0.595	0.606		
Before Shear				
Water Content, %	22.8	23.0		
Dry Density, N/m ³	16390	16340		
Saturation, %	100.0	100.0		
Void Ratio	0.615	0.621		
Back Press., kPa	406.1	390.1		
Ver. Eff. Cons. Stress, kPa	50.48	119.		
Shear Strength, kPa	36.72	48.24		
Strain at Failure, %	15.3	12.8		
Strain Rate, %/min	0.075	0.075		
B-Value	0.80	0.85		
Estimated Specific Gravity	2.7	2.7		
Liquid Limit	0	0		
Plastic Limit	0	0		

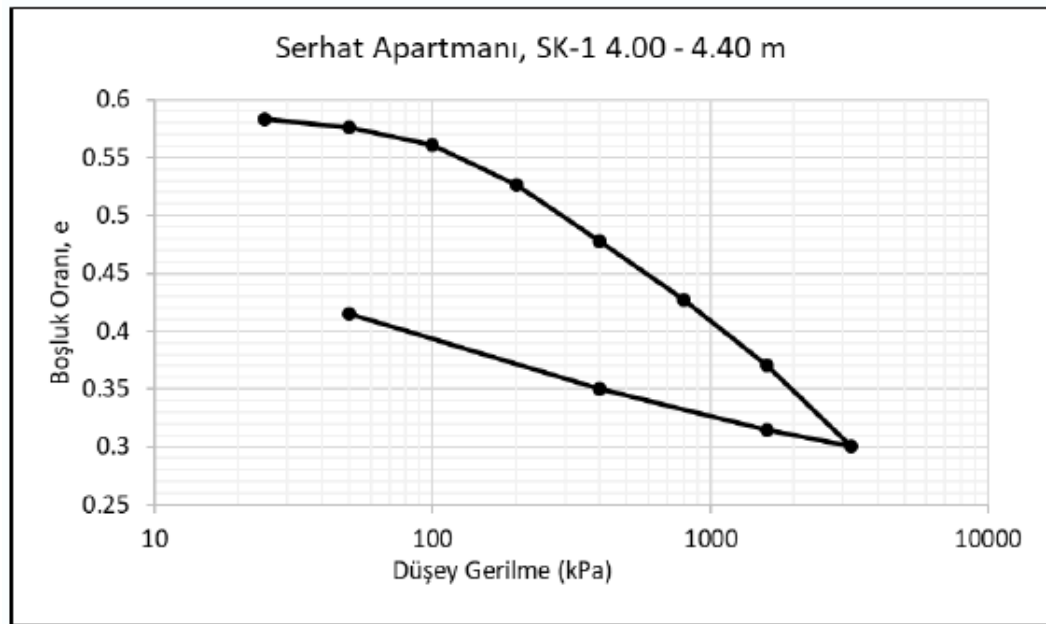
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL	Project: Serhat Apt.	
	Location:	
	Project No.:	
	Boring No.: SK_1	
	Sample Type: Shelby	
Description:		
Remarks:		

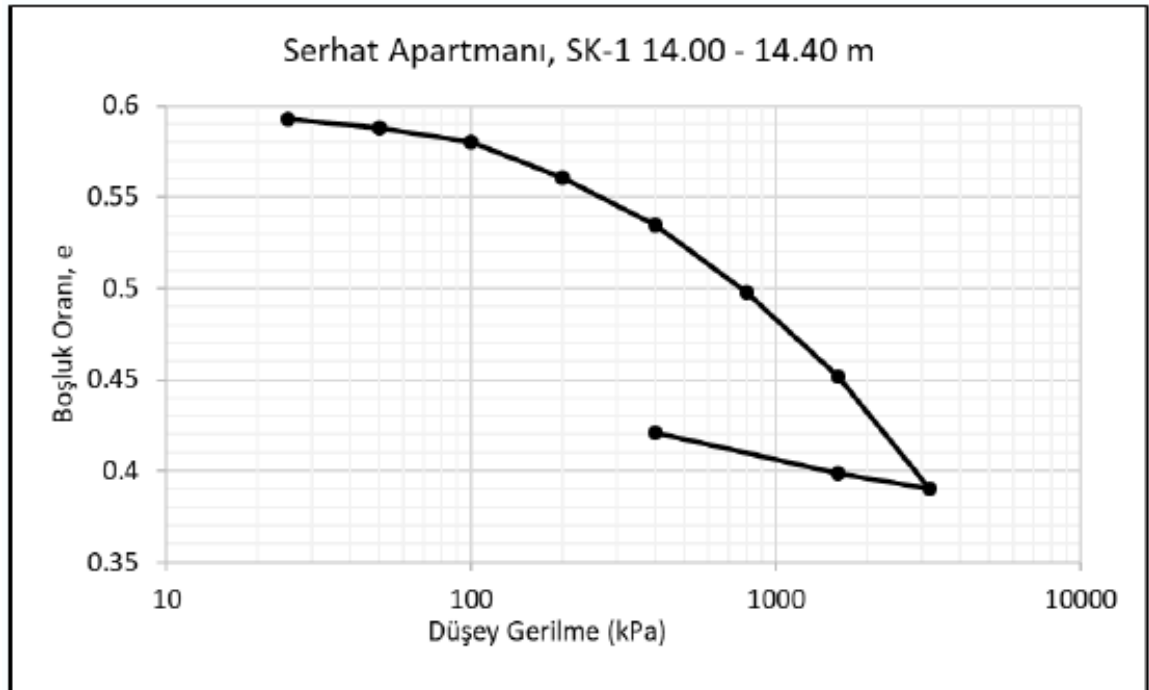
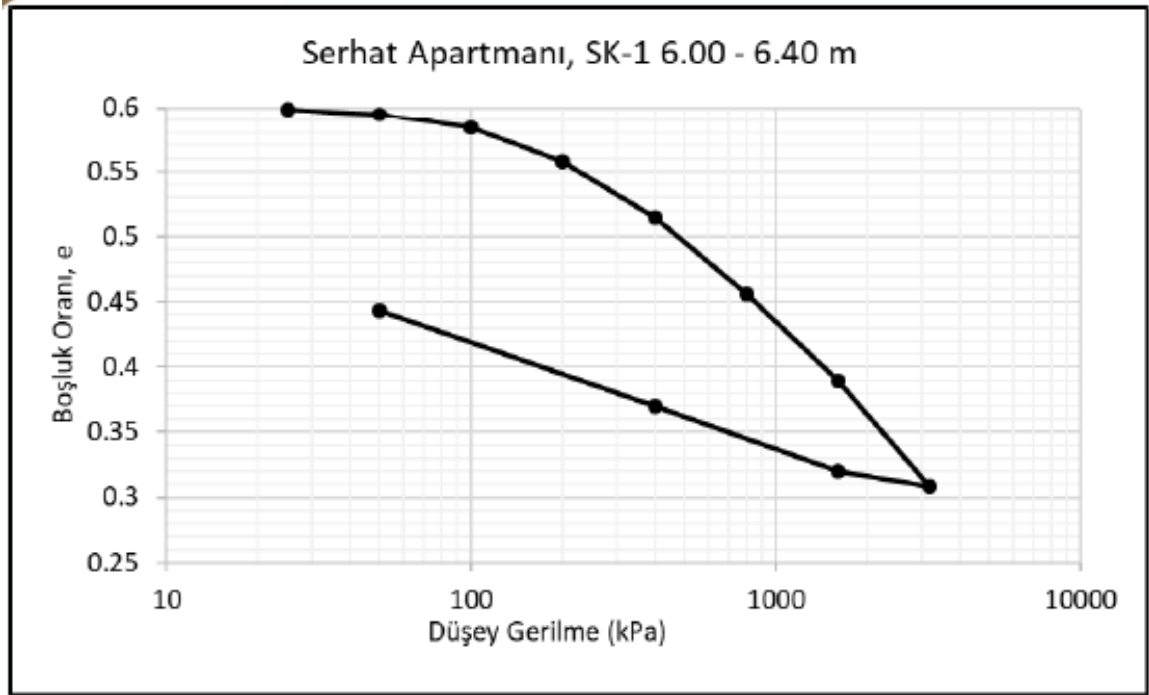
CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767

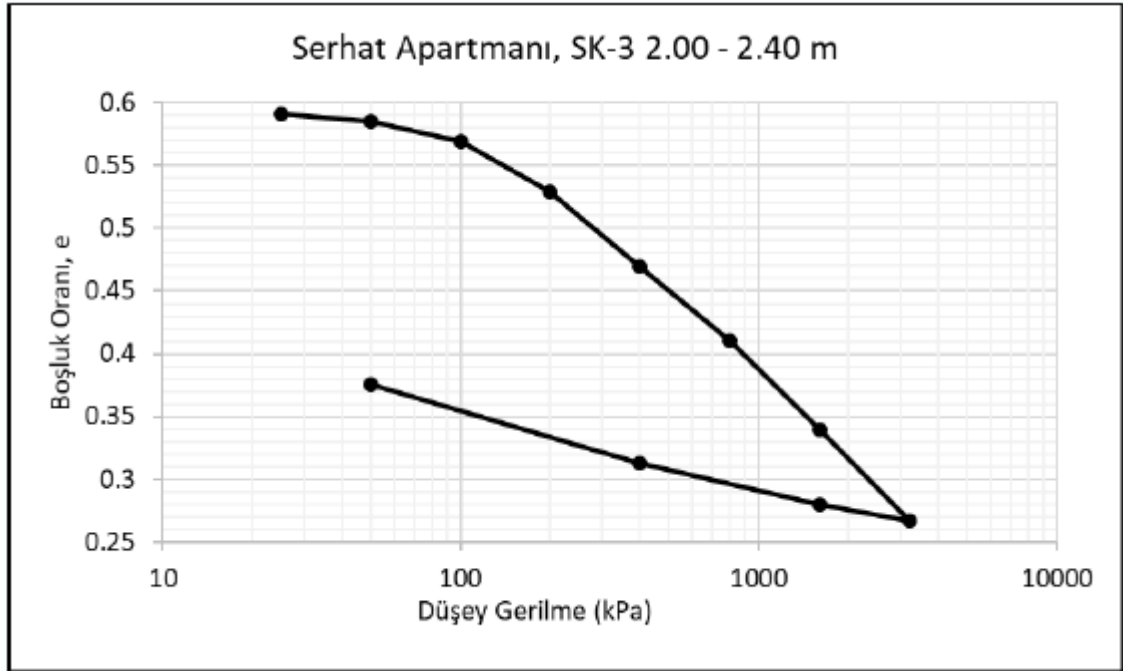


CONSOLIDATED UNDRAINED TRIAXIAL TEST by ASTM D4767









**DÜNYA HASTANESİ VE YAŞAR KEMAL KENT ORMANI
ÇEVRELERİNDE AÇILMIŞ OLAN ARAŞTIRMA ÇUKURLARI VE SONDAJ
KUYULARI NUMUNELERİ LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI**



OKAN ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL

OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

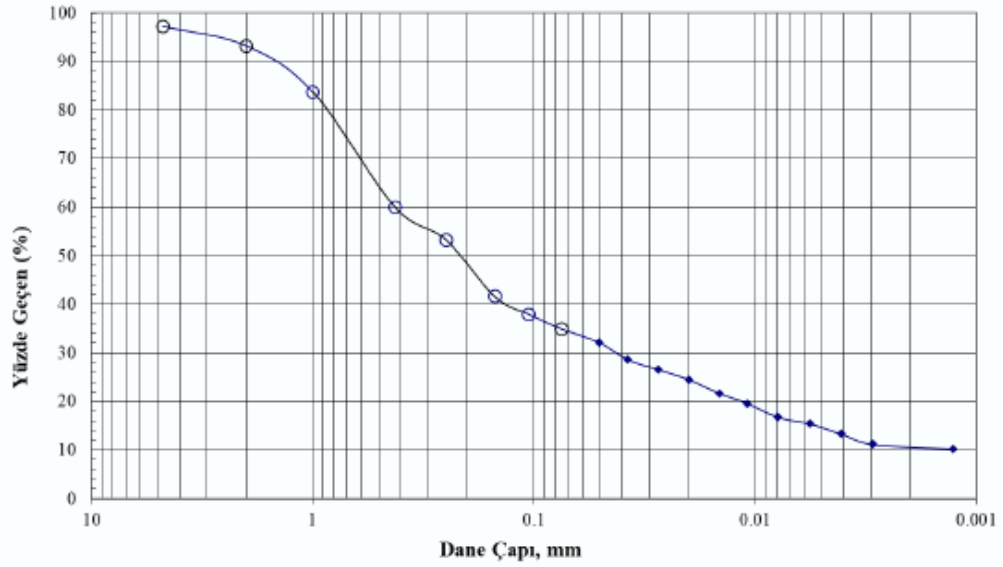
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi:	23.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-1 ve GZ-2	Deneyi Yapan:	H.Ş.

#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - İSLAK ELEK ANALİZİ

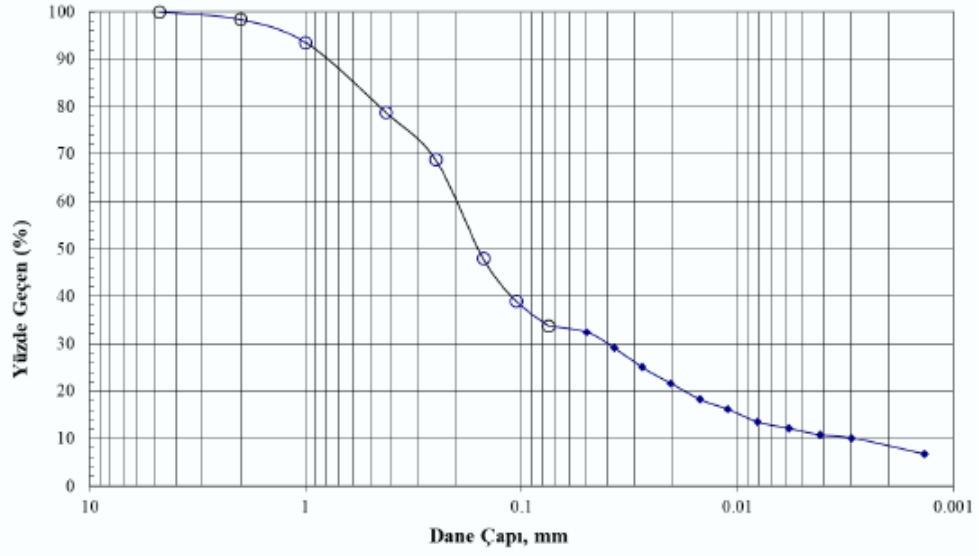
Tepsi Numarası:	101	101	110	101	105
Yer	Sondaj 3 GZ-1	Sondaj 4 GZ-2	Sondaj 4 GZ-2	Sondaj 4 GZ-2	Sondaj 4 GZ-2
Derinlik	2.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce) :	449.48	448.74	504.18	442.28	443.1
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra) :	412.13	412.83	480.98	400.89	421.97
Tepsi Ağırlığı (g):	342.7	342.45	404.22	342.22	342.9
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%):	35.0	33.8	23.2	41.4	21.1



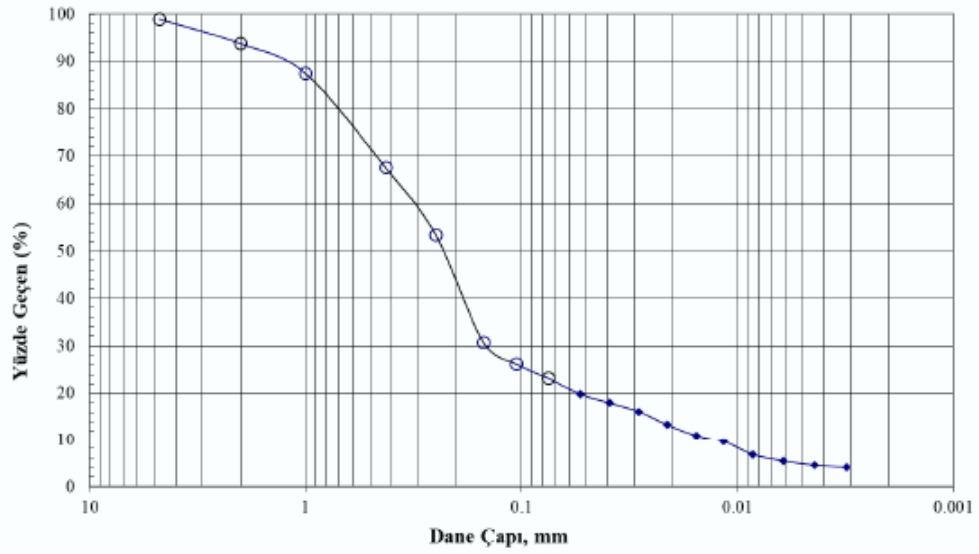
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Sondaj-3 GZ-1
2.00 m



Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Sondaj-4 GZ-2
2.00 m

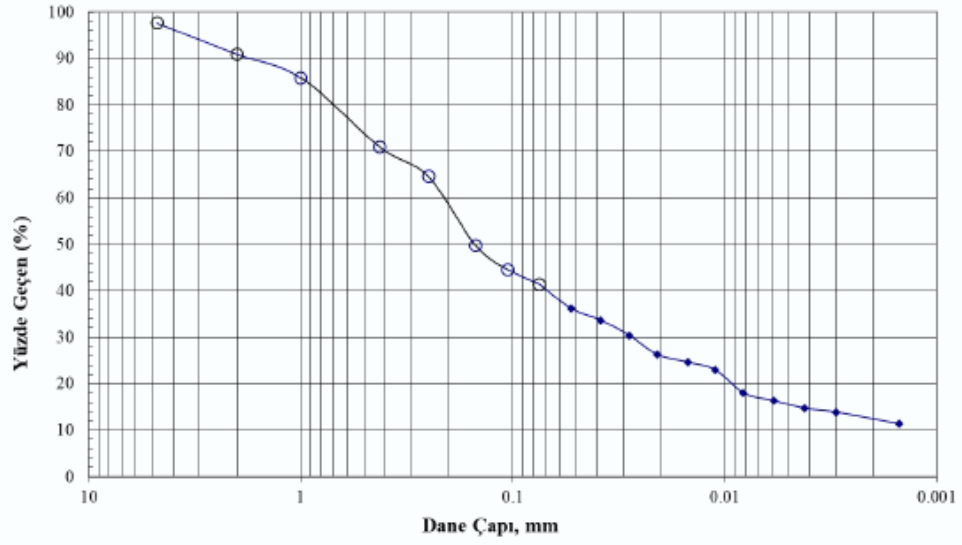


Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Sondaj-4 GZ-2
4.00 m

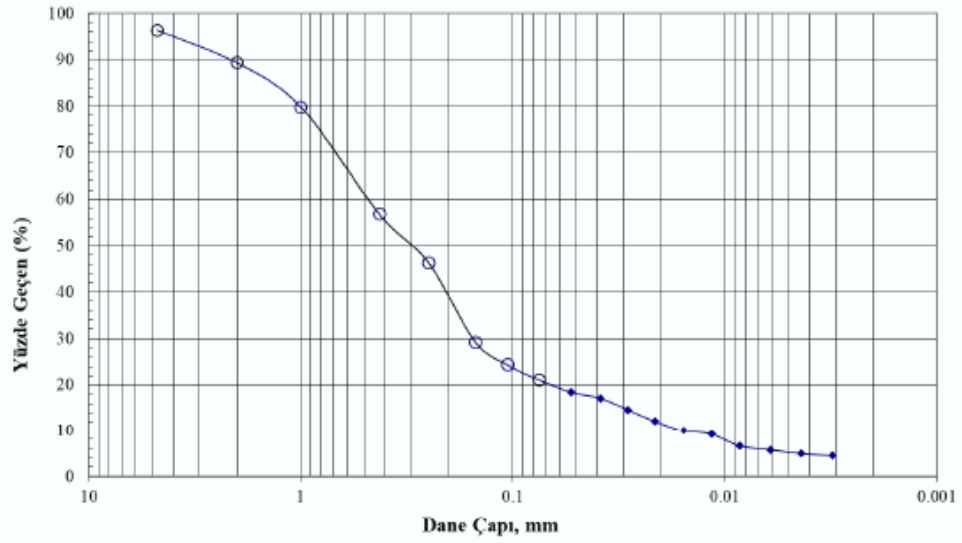




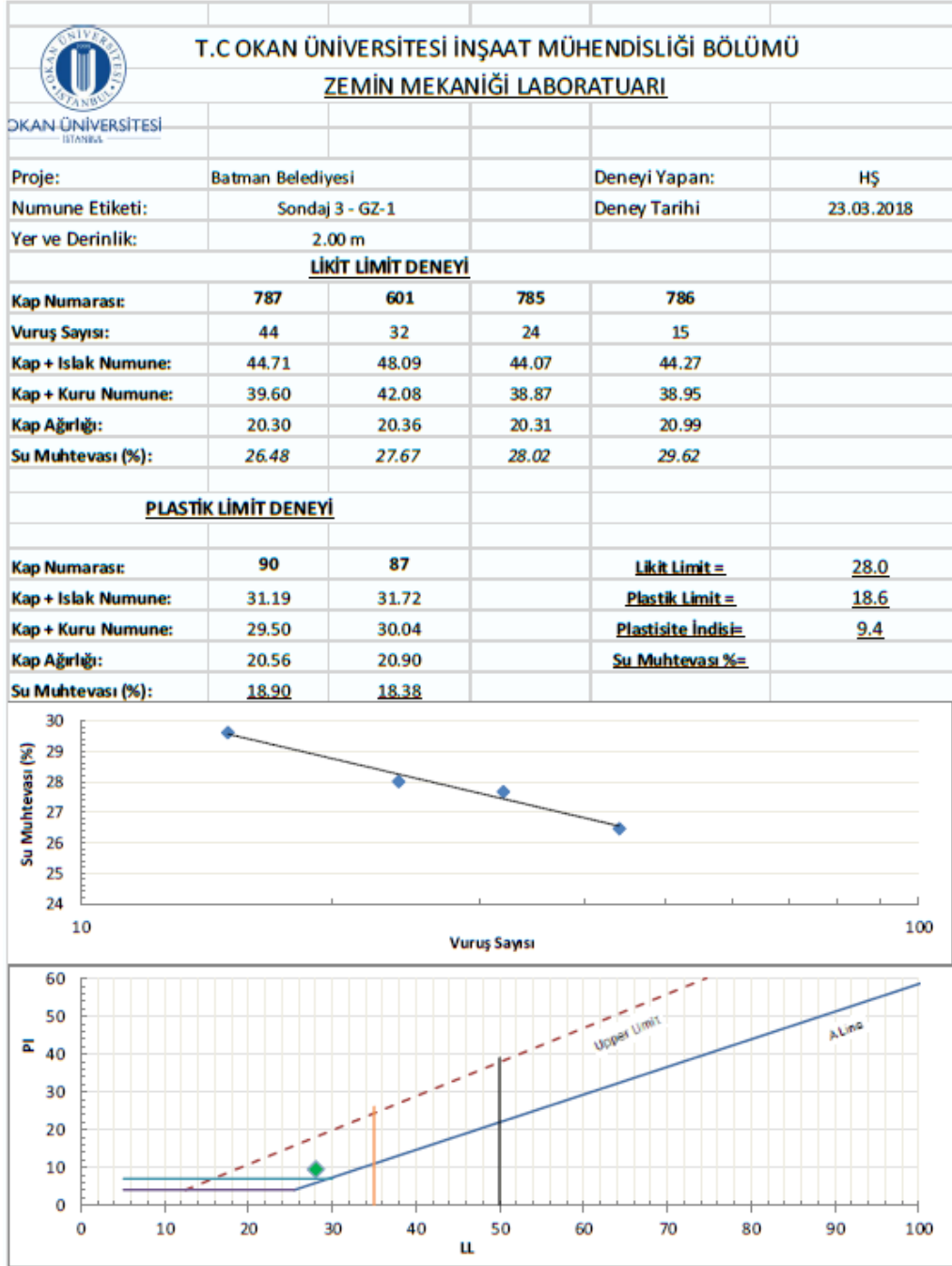
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Sondaj-4 GZ-2
6.00 m

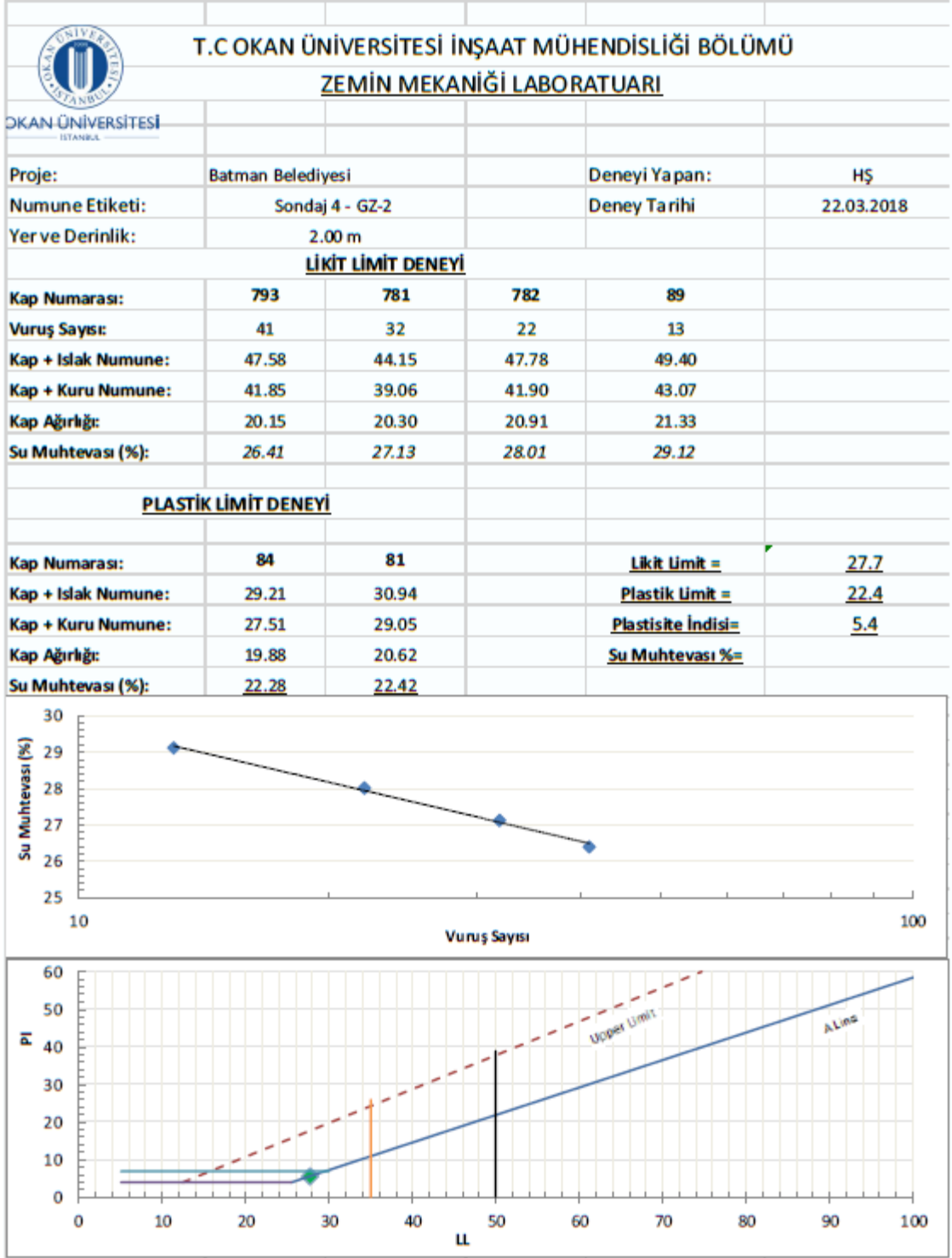


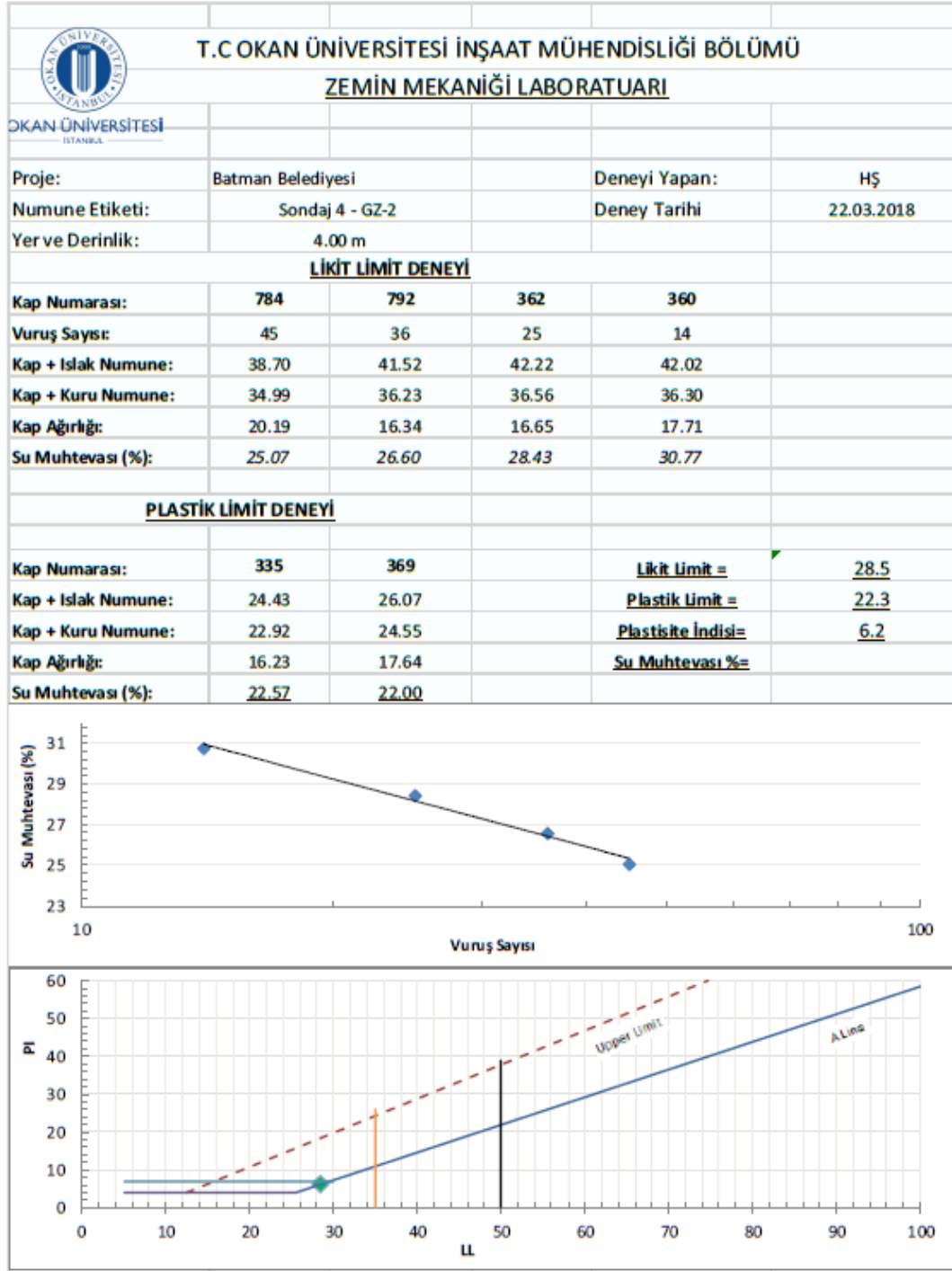
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Sondaj-4 GZ-2
8.00 m

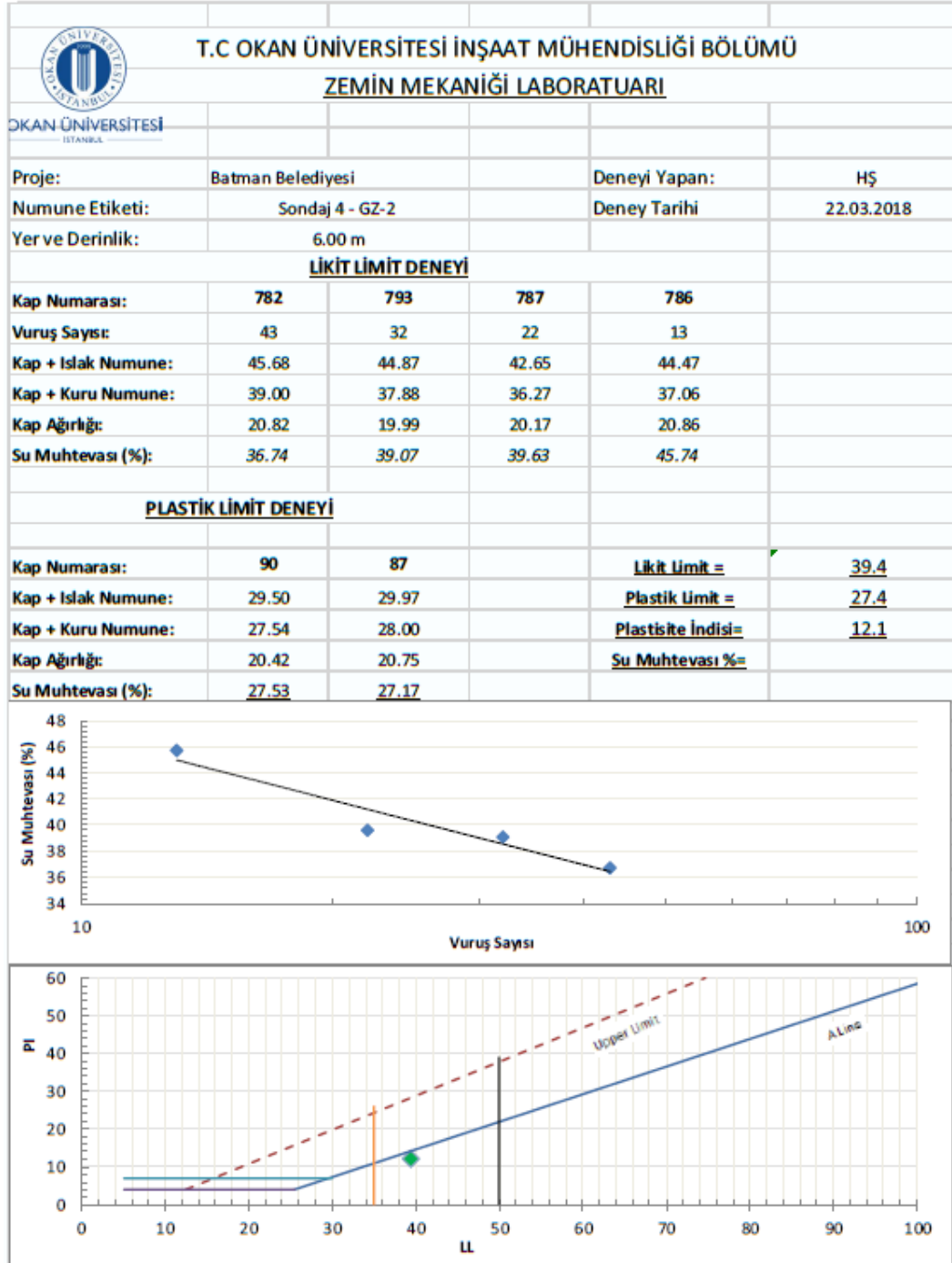


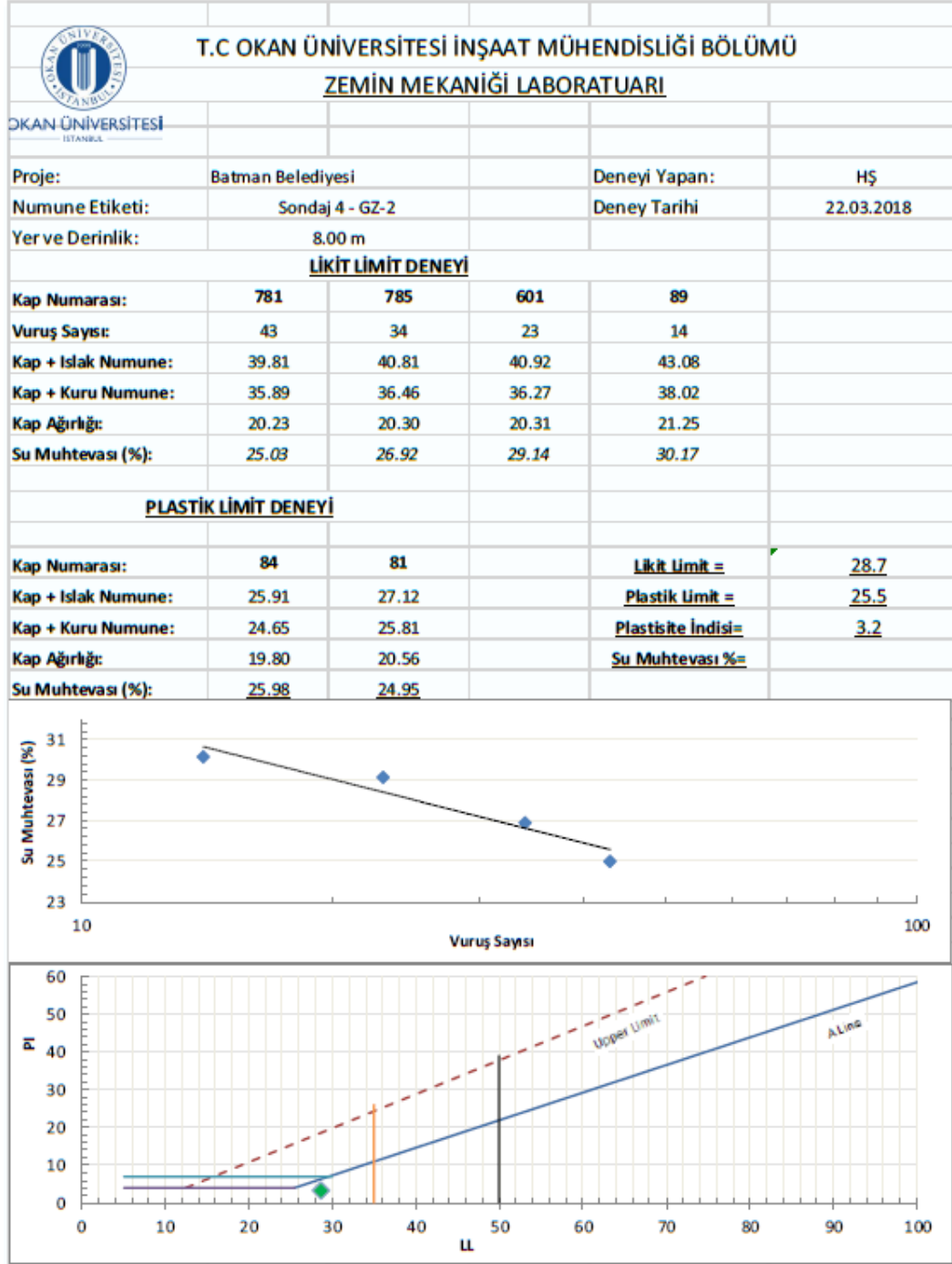
 OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
Proje:	<u>Sondaj-4 GZ-2</u>				
Projenin Yeri:	<u>Batman</u>				
Zemin Tanımı:					
Derinlik: <u>2</u>	Kuyu No.		Örnek No.		
Testi Yapan:	<u>H. Ş.</u>		Yapılış Tarihi:	<u>22.03.2018</u>	
	Test No.	1	2		
	Piknometre No	1	2		
	Şişenin Hacmi	500	500		
	Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum		
	Şişe+Su+Zemin = M_{bws}	692.03	670.08		
	Sıcaklık, °C	20.1	20.1		
	Şişe + Su = M_{bw}^{**}	653.78	631.85		
	Kap No.	109	102		
	Kap + Kuru Numune	394.97	403.44		
	Kap Ağırlığı	334.42	342.74		
	Kuru Numune Ağırlığı = M_s	60.55	60.7		
	$M_w = M_s + M_{bw} - M_{bws}$	22.3	22.47		
	$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$	1	1		
	$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.72	2.70		







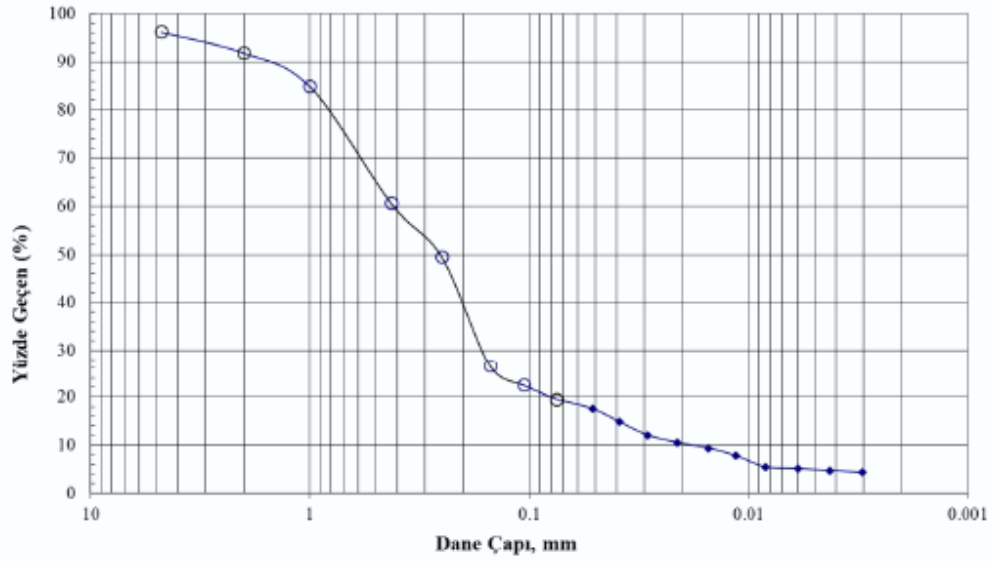




		OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ	
		ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI	
OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL			
Proje:	Batman Belediyesi	Deney Tarihi	21.03.2018
Yer ve Derinlik:	AÇ4 ve AÇ5	Deneyi Yapan:	H.Ş.
#200 NOLU ELEKTEN GEÇEN MADDE MİKTARI - ISLAK ELEK ANALİZİ			
Tepsi Numarası:	101	103	109
Yer	AÇ-4	AÇ-4	AÇ-4
Derinlik	0.5	1.5	3.5
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Önce) :	480.71	468.33	471.08
Tepsi + Kuru Numune (g) (Yıkamadan Sonra) :	453.75	421.96	402.99
Tepsi Ağırlığı (g) :	342.48	331.11	334.16
#200 Nolu Elekten Geçen Madde Miktarı (%):	19.5	33.8	49.7

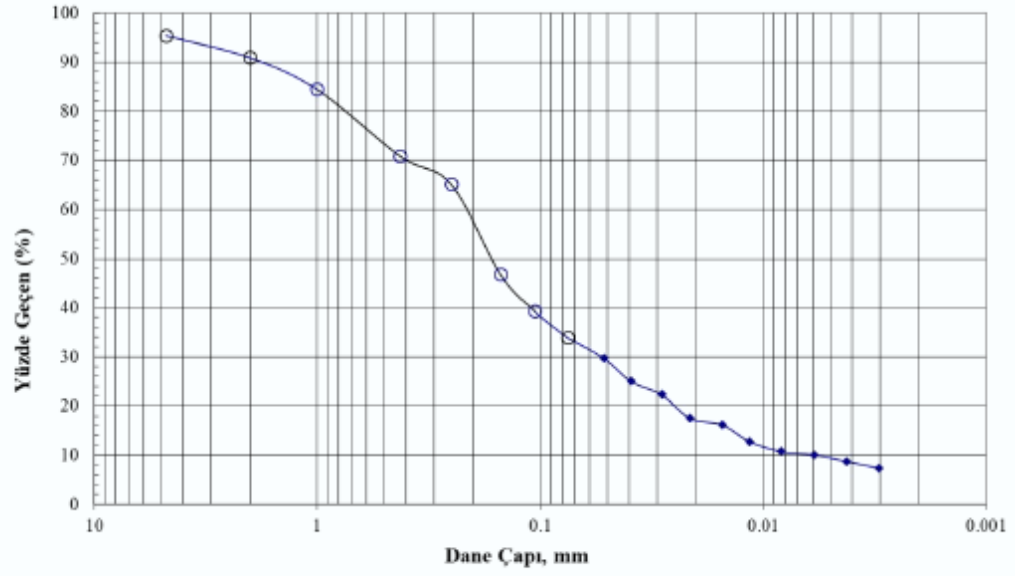


Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Dünya Hastanesi
AÇ-4 0.50 m

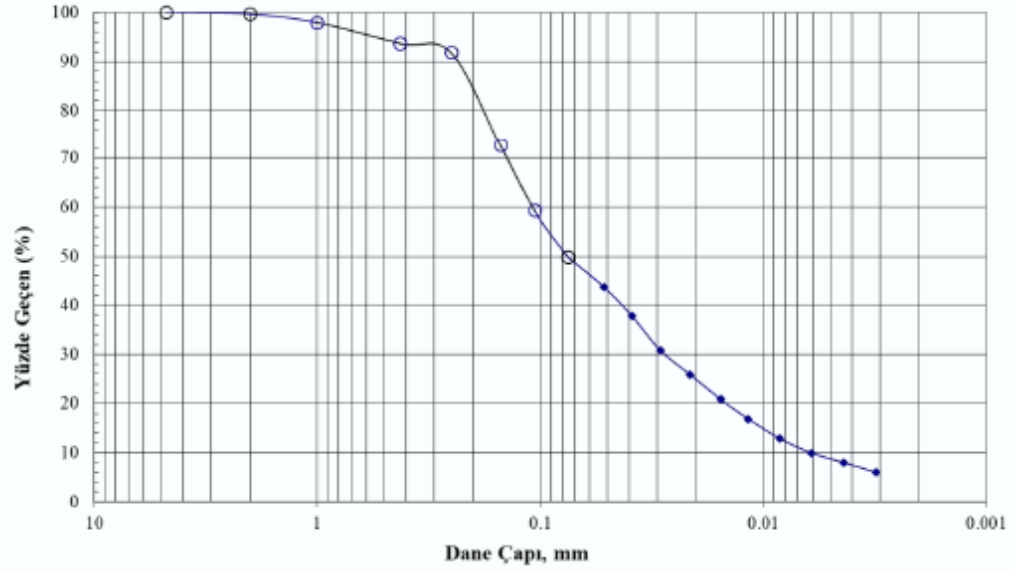




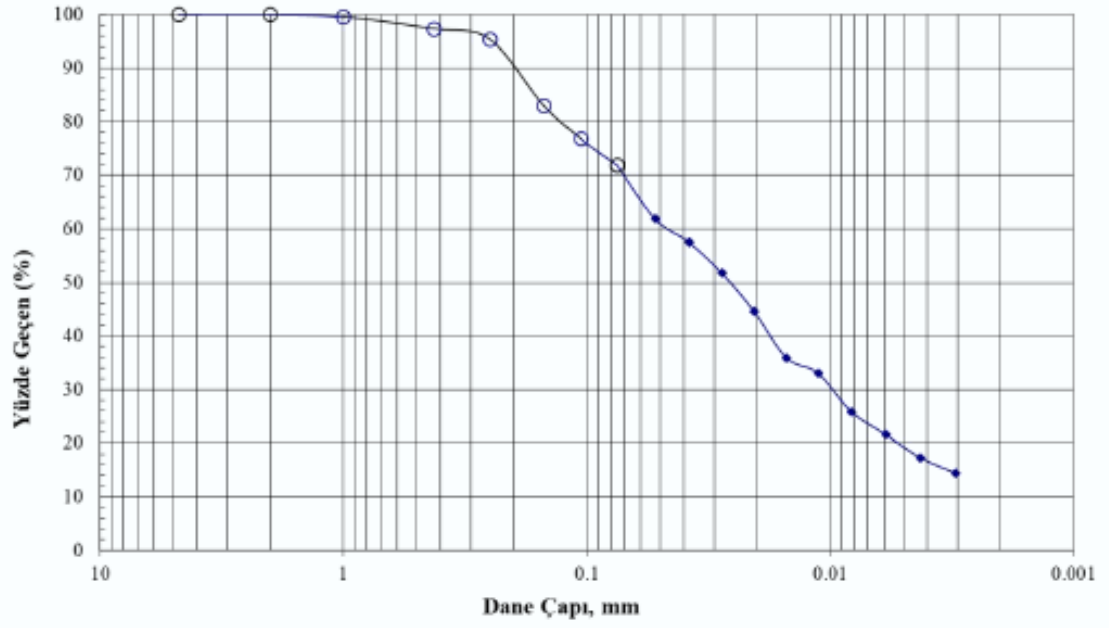
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Dünya Hastanesi
AÇ-4 1.50 m



Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Dünya Hastanesi
AÇ-4 3.50 m



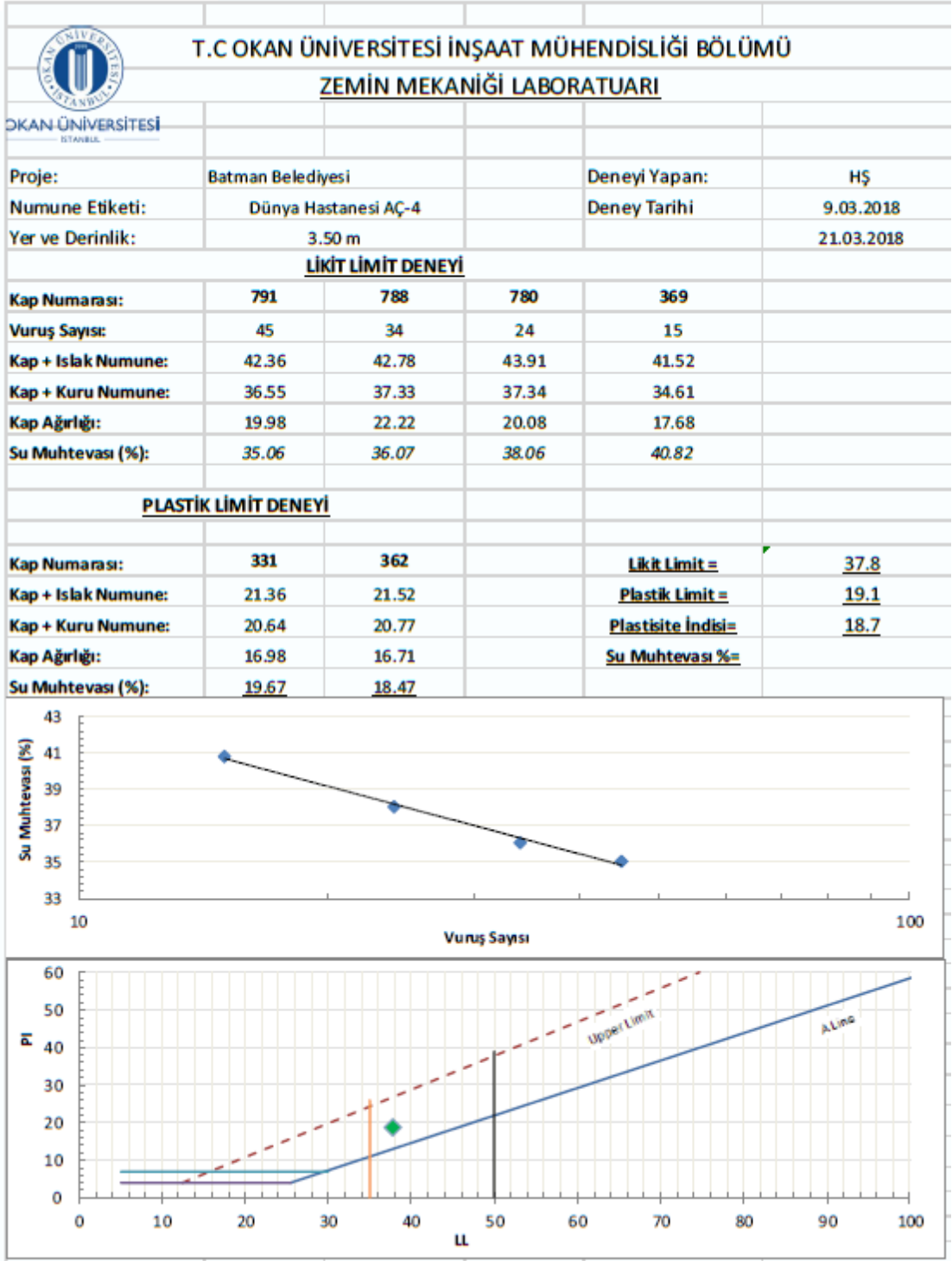
Dane Çapı Dağılımı Eğrisi
Batman Belediyesi Yaşar Kemal Parkı
AÇ-5 1.00 m

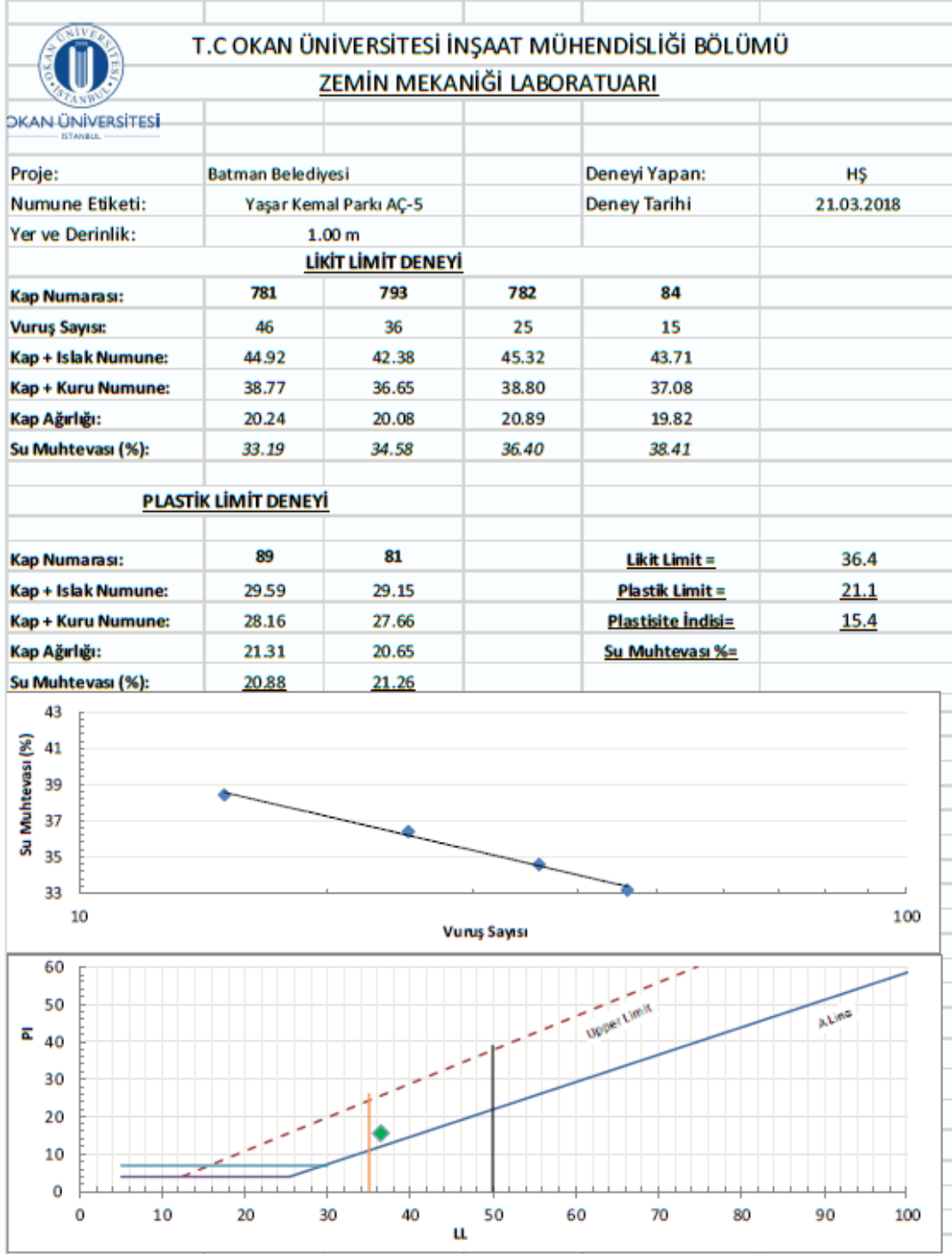


		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL					
Proje:	Batman Dünya Hastanesi Araştırma Çukuru AC-4				
Projenin Yeri:	Batman				
Zemin Tanımı:					
Derinlik: 1.5	Kuyu No.	AC-4	Örnek No.		
Testi Yapan:	H. Ş.		Yapılış Tarihi:	22.03.2018	
	Test No.	1	2		
	Piknometre No	1	2		
	Şişenin Hacmi	500	500		
	Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum		
	Şişe+Su+Zemin = Mbws	691.65	670.24		
	Sıcaklık, °C	20.1	20.1		
	Şişe + Su = Mbws**	653.95	632.05		
	Kap No.	105	103		
	Kap + Kuru Numune	403.15	402.89		
	Kap Ağırlığı	343.48	341.97		
	Kuru Numune Ağırlığı = Ms	59.67	60.92		
	$M_w = M_s + M_{bw} - M_{bws}$	21.97	22.73		
	$\alpha = \rho_T / \rho_{20^\circ C}$	1	1		
	$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.72	2.68		
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör **Mbws piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur. Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.7			

		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ			
OKAN ÜNİVERSİTESİ					
Proje:	Batman Dünya Hastanesi Araştırma Çukuru AC-4				
Projenin Yeri:	Batman				
Zemin Tanımı:					
Derinlik: 3.5	Kuyu No.	AC-4	Örnek No.		
Testi Yapan:	H. Ş.		Yapılış Tarihi:	22.03.2018	
	Test No.	1	2		
	Piknometre No	1	2		
	Şişenin Hacmi	500	500		
	Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum		
	Şişe+Su+Zemin = M_{bws}	693.8	670.15		
	Sıcaklık, °C	20	20		
	Şişe + Su = M_{bw}^{**}	654.08	632.05		
	Kap No.	108	109		
	Kap + Kuru Numune	394.83	395.46		
	Kap Ağırlığı	331.17	334.36		
	Kuru Numune Ağırlığı = M_s	63.66	61.1		
	$M_w = M_s + M_{bw} - M_{bws}$	23.94	23		
	$\alpha = \rho_w / \rho_{20^\circ C}$	1	1		
	$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.66	2.66		
* Havaı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör **M_{bw} piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur. Su M_{bws} deki su ile 1 derece fark göstermelidir.					
Notlar:					
Ortalama Özgül Ağırlık:		2.66			

		T.C. OKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ LABORATUVARI ÖZGÜL AĞIRLIK DENEY FÖYÜ	
OKAN ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL			
Proje:	<u>Batman Dünya Hastanesi Araştırma Çukuru AÇ-5</u>		
Projenin Yeri:	<u>Batman</u>		
Zemin Tanımı:			
Derinlik: 1	Kuyu No.	AÇ-5	Örnek No.
Testi Yapan:	H. Ş.		Yapılış Tarihi: 21.03.2018
Test No.	1	2	
Piknometre No	1	2	
Şişenin Hacmi	500	500	
Havanın boşaltılma yöntemi*	Vakum	Vakum	
Şişe+Su+Zemin = Mbws	669.95	691.22	
Sıcaklık, °C	20	20	
Şişe + Su = Mbw**	631.62	653.41	
Kap No.	110	102	
Kap + Kuru Numune	465.56	402.13	
Kap Ağırlığı	404.52	342.58	
Kuru Numune Ağırlığı = Ms	61.04	59.55	
Mw = Ms + Mbw - Mbws	22.71	21.74	
$\alpha = \rho_{T1} / \rho_{20^{\circ}\text{C}}$	1	1	
$G_s = \alpha M_s / M_w$	2.69	2.74	
* Havayı almak için kullanılan metot = Vakum yada aspiratör **Mbw piknometre ile işaretli yere kadar olan suyun ağırlığından oluşur. Su Mbws deki su ile 1 derece fark göstermelidir.			
Notlar:			
Ortalama Özgül Ağırlık: 2.71			





PERMEABİLİTE DENEYİ SONUÇLARI



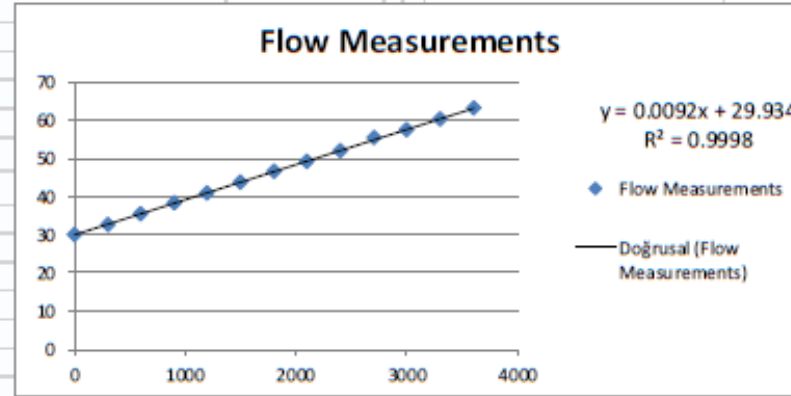
T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih:	22.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-1-2.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.25	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	i=(H1-H2)/L	1.38
Numune Alanı (cm ²)	41.28		
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)		
0	30	Ksat (cm/s)	1.614E-04
300	32.64		
600	35.46	Tray No:	108
900	38.32	Tray Weight (g)	331.18
1200	40.95	Tray + Dry Sample Weight (g)	1657.9
1500	43.67		
1800	46.51		
2100	49.23	Sample Volume (cm ³):	826
2400	52.07	Sample Dry Weight (g):	1326.72
2700	55.32	Sample Bulk Unit Weight (kN/	15.8
3000	57.52	Sample porosity, n (-):	0.38
3300	60.36		
3600	63.04		

$$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$$





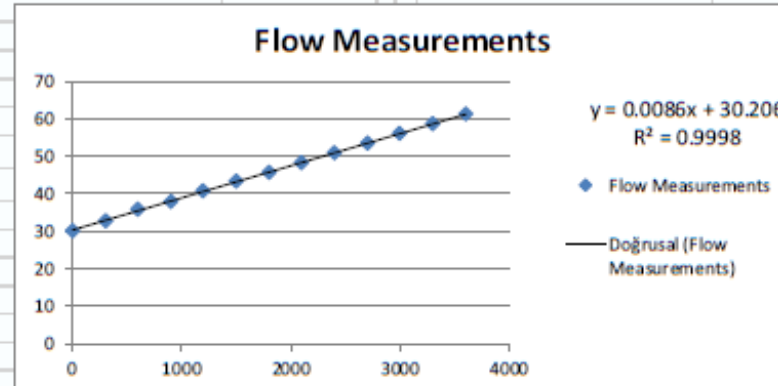
T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih	22.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-1-2.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.25	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	$i=(H1-H2)/L$	1.38
Numune Alanı (cm ²)	41.28		
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)		
0	30	Ksat (cm/s)	1.508E-04
300	32.66	Tray No:	108
600	35.72	Tray Weight (g)	331.18
900	37.78	Tray + Dry Sample Weight (g)	1657.9
1200	40.57		
1500	43.1		
1800	45.58		
2100	48.17	Sample Volume (cm ³):	826
2400	50.71	Sample Dry Weight (g):	1326.72
2700	53.27	Sample Bulk Unit Weight (kN/	15.8
3000	55.91	Sample porosity, n (-):	0.38
3300	58.37		
3600	60.98		

$$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$$



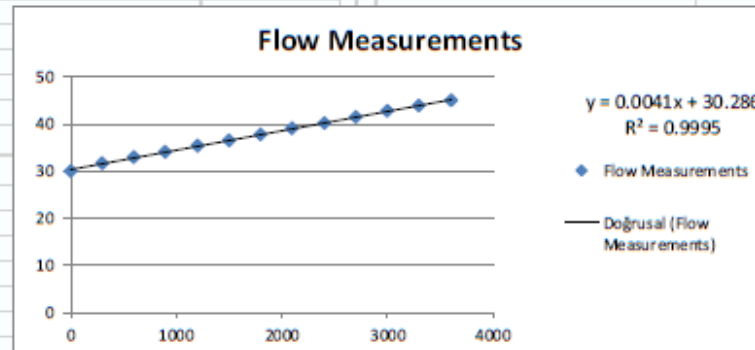


T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

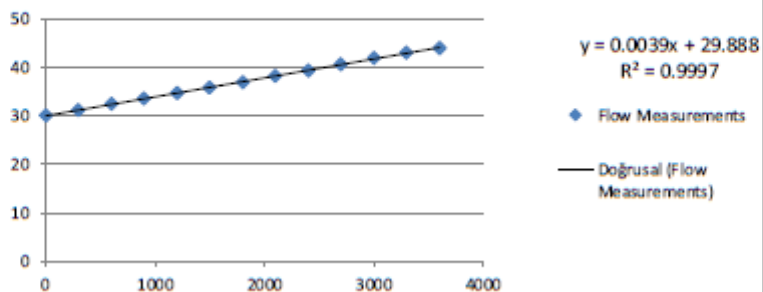
Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih	19.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-2-2.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.25	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	$i = (H1-H2)/L$	1.38
Numune Alanı (cm ²)	41.28		
		$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$	
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)	Ksat (cm/s)	7.192E-05
0	30		
300	31.62	Tray No:	101
600	32.85	Tray Weight (g)	342.56
900	34.04	Tray + Dry Sample Weight (g)	1672.4
1200	35.31		
1500	36.44		
1800	37.76		
2100	38.94	Sample Volume (cm ³):	826
2400	40.11	Sample Dry Weight (g):	1329.80
2700	41.41	Sample Bulk Unit Weight (kN/m ³):	15.8
3000	42.73	Sample porosity, n (-):	0.38
3300	43.87		
3600	44.96		



		T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi	
Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih	19.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-2-2.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.25	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	$i=(H1-H2)/L$	1.38
Numune Alanı (cm²)	41.28		
Flow Measurements		$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$	
Zaman (sec)	Hacim (cm³)	Ksat (cm/s)	6.841E-05
0	30		
300	31.04	Tray No:	101
600	32.26	Tray Weight (g)	342.56
900	33.46	Tray + Dry Sample Weight (g)	1672.4
1200	34.53		
1500	35.62	Sample Volume (cm³):	826
1800	36.82	Sample Dry Weight (g):	1329.80
2100	38.01	Sample Bulk Unit Weight (kN/m³):	15.8
2400	39.22	Sample porosity, n (-):	0.38
2700	40.42		
3000	41.71		
3300	42.91		
3600	43.89		

Flow Measurements



$y = 0.0039x + 29.888$
 $R^2 = 0.9997$

◆ Flow Measurements
 — Doğrusal (Flow Measurements)

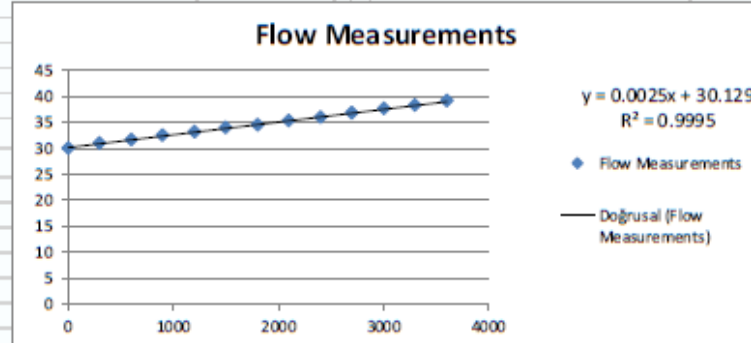


T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih:	23.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-2-4.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.10	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	i=(H1-H2)/L	1.38
Numune Alanı (cm ²)	39.59		
		$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$	
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)	Ksat (cm/s)	4.572E-05
0	30		
300	30.94	Tray No:	108
600	31.62	Tray Weight (g)	331.52
900	32.41	Tray + Dry Sample Weight (g)	1640.7
1200	33.13		
1500	33.86		
1800	34.46		
2100	35.28	Sample Volume (cm ³):	792
2400	35.97	Sample Dry Weight (g):	1309.18
2700	36.76	Sample Bulk Unit Weight (kN/m ³):	16.2
3000	37.52	Sample porosity, n (-):	0.36
3300	38.19		
3600	39.02		



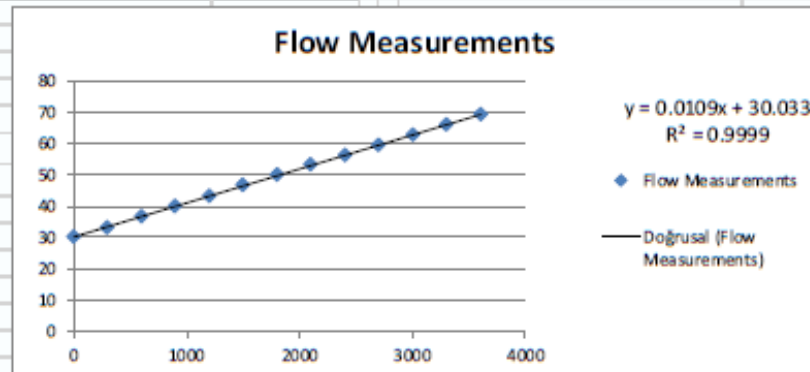


T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih:	23.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-2-6.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.09	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	$i=(H1-H2)/L$	1.38
Numune Alanı (cm ²)	39.48		
		$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$	
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)	Ksat (cm/s)	1.999E-04
0	30		
300	33.17	Tray No:	109
600	36.5	Tray Weight (g)	334.4
900	39.8	Tray + Dry Sample Weight (g)	1657.2
1200	43.11		
1500	46.63		
1800	49.91		
2100	53.11	Sample Volume (cm ³):	790
2400	56.26	Sample Dry Weight (g):	1322.77
2700	59.52	Sample Bulk Unit Weight (kN/m ³):	16.4
3000	62.74	Sample porosity, n (-):	0.36
3300	65.95		
3600	69.23		





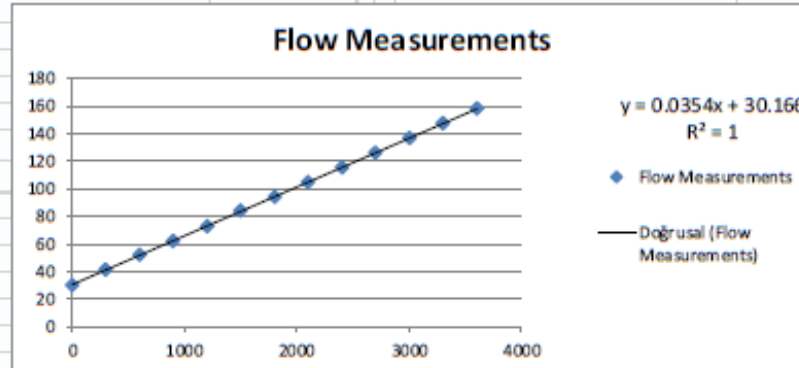
T.C OKAN ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ZEMİN MEKANİĞİ LABORATUVARI

Sabit Seviyeli Permeabilite Deneyi

Proje:	BATMAN	Testi Yapan:	HŞ
Numune:	1	Tarih	23.03.2018
Yer ve Derinlik:	GZ-2-8.00 m		
Core Tipi:	Shelby	Piezometer Readings	
Numune Boyutları		H1 (cm)	27.62
Numune Çapı (cm)	7.00	H2 (cm)	0.00
Numune Uzunluğu (cm)	20.00	$i=(H1-H2)/L$	1.38
Numune Alanı (cm ²)	38.48		
Flow Measurements			
Zaman (sec)	Hacim (cm ³)		
0	30	Ksat (cm/s)	6.661E-04
300	40.95	Tray No:	102
600	51.55	Tray Weight (g)	342.48
900	61.99	Tray + Dry Sample Weight (g)	1748.6
1200	72.33		
1500	83.62		
1800	93.84		
2100	104.37	Sample Volume (cm ³):	770
2400	115.06	Sample Dry Weight (g):	1406.07
2700	125.83	Sample Bulk Unit Weight (kN/m ³):	17.9
3000	136.38	Sample porosity, n (-):	0.30
3300	146.97		
3600	157.61		

$$k = \frac{Q}{iA} \left(\frac{cm}{s} \right)$$



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Medine EREN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Batman
Telefon : 0544 667 49 11
Faks : -
e-mail : medineeren@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Kandilli Kız Anadolu Lisesi, Üsküdar-İSTANBUL	2000
Üniversite	: Çukurova Üniversitesi-ADANA	2006
Yüksek Lisans	: Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı	Devam ediyor.
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

- Hakkari ili, Merkez İlçesi, İmar planına Esas Mikrobölgeleme Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2017
- Gümüşhane ili, Kelkit İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2017
- Gümüşhane ili, Şiran İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2017
- Ilısu Barajı ve Hes Göl Altında Kalacak Olan Köy Yollarının Rölekasyonu Proje Yapım İş, Jeoteknik Etüt Raporu, DSİ IX Bölge-2016
- Mardin ili, Midyat İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2016
- Karabük İli, Eflani İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2016
- Siirt İli, Gökçebağ İlçesi İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2015
- Siirt ili, Kayabağlar İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2014

- Diyarbakır ili, Hazro İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank--2014
- Diyarbakır İli, Kocaköy İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank -2014
- Şırnak İli, Kumçatı İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2014
- Batman İli, Gercüş İlçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2014
- Batman ili, Beşiri ilçesi, İmar planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, İlbank-2014
- Batman 15 bin kişilik spor salonunun jeolojik-jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu-2013
- Batman ve İlçelerinde yapılacak olan okul inşaatlarının Zemin Etüt Sondajları ve Raporu -2013
- Batman yeni valilik binası jeolojik-jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, Adalet Bakanlığı-2013
- Beşiri cezaevi jeolojik-jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, Adalet Bakanlığı-2012
- Nabucco Doğalgaz Boru Hattının Silopi-Sivas Hattında 600 km 'lik Hattın Ön Arazi Çalışması, Her bir Km de bir araştırma çukuru açılması, Fotoğraf Çekimleri, Birim tanımlaması, Ön Arazi Logu'nun Hazırlanması, İlerleme ve Teslim Raporlarının Hazırlanması-2011 (Bölge Sorumlusu)
- Van ili cezaevi jeolojik-jeoteknik Zemin Etüt Sondajları ve Raporu, Adalet Bakanlığı -2012
- Siirt İli Yeni Çevreyolu Araştırma Çukurlarını açmak ve araştırma çukuru loglarını hazırlamak, 2010
- Batman İli Yeni Çevreyolu Araştırma Çukurlarını açmak ve araştırma çukuru loglarını hazırlamak, 2010
- Batman Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı sitesinde yeni yapılacak binaların zemin etüdünü yürütmek ve jeolojik-jeoteknik raporunu hazırlamak, 31-11-2009/05-01-2010
- Türkiye jeoloji Mühendisleri Odası Batman Şube'de Zemin Etüt Sondaj Kuyuları kontronörlüğü ve Zemin etüd jeolojik-jeoteknik rapor denetimi 2009-2010

- Hasankeyf yeni yapılacak İlçe merkezinin toplam 2750 m’lik zemin etüd sondajının saha şefliğini yapmak ve sondaj logu hazırlamak, Yüksel Proje, (Saha Mühendisi) 05 10-2009/22-11-2009
- Türkiye jeoloji Mühendisleri Odası Adana Şube’de Zemin Etüd ve Yeraltısuyu Kullanım Raporlarını Onaylamak 2006
- Kayaoğlu Jeoloji İnşaat Ltd. Şti. Zemin Etüd sondaj aşamalarını takip etmek ve zemin etüd raporlarını hazırlamak, yeraltısuyu projelerini hazırlamak, Diyarbakır- 2007
- Pozantı-Ankara Otoyol Çalışmalarında Fore Kazık Uygulamalarında bulunmak 2006
- Teknosa iç ve dış ticaret A.Ş Satış Danışmanlığı 2006
- Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 15 Gün Saha Kampı, 2005
- Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Batman Bölge Müdürlüğü 30 iş günü Staj, 2005

UZMANLIK ALANI : Zemin Mekaniği- Jeoteknik

YABANCI DİLLER : İngilizce: Okuma: Çok iyi, Yazma:Çok iyi, Konuşma:İyi

Rusça : Okuma: Orta, Yazma: Orta, Konuşma:Başlangıç,

Çince : Okuma: Orta, Yazma: Başlangıç, Konuşma:Başlangıç