



**SIĞ TEMELLERİN KONSOLİDASYON OTURMASININ
HESAPLANMASINDA KULLANILAN GELENEKSEL YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

İrfan SAVAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

AĞUSTOS 2019

İrfan SAVAŞ tarafından hazırlanan “SİĞ TEMELLERİN KONSOLİDASYON OTURMASININ HESAPLANMASINDA KULLANILAN GELENEKSEL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ÖZER

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Salih YAZICIOĞLU

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Berna UNUTMAZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 07/08/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İrfan SAVAŞ
07/08/2019

SIĞ TEMELLERİN KONSOLİDASYON OTURMASININ HESAPLANMASINDA KULLANILAN GELENEKSEL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

İrfan SAVAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2019

ÖZET

Geleneksel yöntemlerle konsolidasyon oturması, sıkışma indisi (C_c) veya hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) kullanılarak hesaplanabilmektedir. Aşırı konsolide zeminlerde konsolidasyon oturmasının hesaplanması için sıkışma indisinin yanı sıra kabarma indisinin de (C_r) bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler araziden alınan örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde laboratuvarında gerçekleştirilen konsolidasyon deneylerinin sonucunda elde edilir. Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı illerinde ve Ankara'nın farklı bölgelerinde jeoteknik etüt sondajı yapılarak alınan örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde elde edilen C_c , C_r ve m_v parametreleri kullanılarak, tek daireli, 165 m² oturum alanına sahip toplam 7 katlı konut tipi bir binanın konsolidasyon oturması 5 farklı yöntemle hesaplanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Birinci yöntemde, numune üzerindeki örselenme etkisini ortadan kaldırmak için Schmertmann (1955)'nin önerdiği grafik yöntem kullanılarak çizilen arazi e-logP grafiğinden belirlenen C_c değeri; ikinci yöntemde konsolidasyon deneyindeki son yükleme adımının eğiminden hesaplanan C_c değeri; üçüncü yöntemde yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışına uygun olarak seçilen m_v değerleri, dördüncü yöntemde tüm yükleme adımlarından elde edilen m_v değerlerinin aritmetik ortalaması, beşinci yöntemde ise Stroud (1974) tarafından önerilen bağıntı kullanılarak Standart Penetrasyon Testi (SPT) değerlerinden korelasyonla elde edilen m_v değerleri kullanılarak konsolidasyon oturması hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm zeminler aşırı konsolide zemin olup, aşırı konsolidasyon oranları 1,4 ile 3,0 arasında değişmektedir. Elde edilen sonuçlara göre m_v ile hesaplanan konsolidasyon oturmalarının, C_c ile hesaplanan konsolidasyon oturmalarından genellikle daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Bilim Kodu : 91132
Anahtar Kelimeler : Zemin, kil, konsolidasyon oturması, hacimsel sıkışma katsayısı, sıkışma indisi
Sayfa Adedi : 114
Danışman : Doç. Dr. Mustafa ÖZER

COMPARISON OF THE CONVENTIONAL METHODS USED FOR THE
CALCULATION OF THE CONSOLIDATION SETTLEMENT OF SHALLOW
FOUNDATIONS

(M. Sc. Thesis)

İrfan SAVAS

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

August 2019

ABSTRACT

Consolidation settlement in the conventional methods can be calculated with compression index (C_c) or coefficient of volume compressibility (m_v). Recompression index (C_r) as well as compression index are also needed to calculate consolidation settlement of the overconsolidated soils. These parameters are obtained from laboratory consolidation tests conducted on undisturbed samples taken from the site. In this study, consolidation settlements of a 7-storey residential building were calculated with 5 different methods by using C_c , C_r and m_v parameters obtained from undisturbed soil samples taken from different cities of Turkey and different regions of Ankara city by using geotechnical drilling, and the results obtained were compared. In the first method, C_c values obtained from slope of the virgin compression line which is constructed with the method proposed by Schmertmann (1955); in the second method C_c values obtained from slope of the latest loading step of the laboratory void ratio-logarithmic pressure graph (e -logP), in the third method m_v values which are choose according to load increment due to construction of the building, in the fourth method arithmetic mean of the all m_v values obtained from loading steps of consolidation test, in the fifth method m_v values obtained from standard penetration test (SPT) value by using correlation proposed by Stroud (1974) were used. All soils are overconsolidated soils and over consolidation ratio of its are varies between 1,4 to 3,0. According to results obtained, the consolidation settlement calculated with m_v values are higher than the consolidation settlement calculated with C_c values.

Science Code : 91132

Key Words : Clay, soil, consolidation settlement, coefficient of volume compressibility, Compression index

Page Number : 114

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mustafa ÖZER

TEŞEKKÜR

Çalışmaları boyunca değerli bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren çok değerli hocam Doç. Dr. Mustafa ÖZER'e, beni yetiştiren ve bugünlere getiren çok değerli anneme ve babama, desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen çok değerli eşime, çalışmada kullanılan binanın idestatik çözümlemelerini yapan ve bu sayede kolon yüklerini bulmamızı sağlayan Dörtler Mühendislikten (Bursa) İnş. Müh. Celal Batuhan BİNGÖL'e, Örselenmemiş zemin numunesi sağlayan Ankara Büyük Şehir Belediyesi, Araştırma Dairesinden Jeo. Müh. Zafer GÖLCÜK'e, Karayolları Genel Müdürlüğü IV. Bölge Müdürlüğünden Jeo. Müh. Orçun BAŞER'e, bazı sondaj verilerini bizimle paylaşan Hendese Jeoteknik'ten Jeofizik Müh. Fatih ADİL'e, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. BU ÇALIŞMADA KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR	13
3.1. Aşırı Konsolide Zemin	13
3.2. Normal Konsolide Zemin.....	13
3.3. Ön Konsolidasyon Basıncı (PP')	13
3.4. Aşırı Konsolidasyon Farkı (Pf')	15
3.5. Aşırı Konsolidasyon Oranı (OCR veya AKO).....	16
3.6. Arazi Boşluk Oranı (e_0)	16
3.7. Sıkışma İndisi (C_c).....	17
3.7.1. Sıkışma indisinin (C_c) e - $\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından belirlenmesi.....	17
3.7.2. Sıkışma indisinin (C_c) Schmertmann (1955) yöntemi ile belirlenmesi....	18
3.8. Tekrar Sıkışma İndisi (C_r):	22
3.9. Hacimsel Sıkışma Katsayısı (m_v):	23
3.10. Efektif Zemin Basıncı (q_{zem}):	25

	Sayfa
3.11. Temel Temas Basıncı (q_{tem}):	25
3.12. Net Temas Basıncı (q_{net}):	25
3.13. Gerilme Artışı (ΔP):	25
4. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER	29
4.1. Sıkışma İndisinin Kullanıldığı Yöntemler	31
4.2. Hacimsel Sıkışma Katsayısının Kullanıldığı Yöntemler	32
5. ÇALIŞMADA KULLANILAN YAPI VE ÖZELLİKLERİ	39
6. ÇALIŞMADA KULLANILAN ZEMİNLER.....	43
6.1. Arazi-1	43
6.2. Arazi-2.....	47
6.3. Arazi-3.....	51
6.4. Arazi-4.....	55
6.5. Arazi-5.....	59
7. HESAPLAMALAR	63
7.1. Temel Temas Basıncının Hesaplanması	63
7.2. Net Temas Basıncının Hesaplanması	63
7.3. Konsolidasyon Oturmasının Hesaplanması	63
7.3.1. Arazi-1 için arazi sıkışma doğrusunun eğiminden hesaplanan C_c değerleri kullanılarak yapılan konsolidasyon oturması hesabı (Yöntem-1)	64
7.3.2. Arazi-1 için laboratuvar e-logP doğrusunun son yükleme adımından hesaplanan C_c değerleri kullanılarak elde edilen konsolidasyon hesabı (Yöntem-2).....	65
7.3.3. Arazi-1 için gerilme artışına göre seçilmiş m_v değerleri kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-3).....	65

Sayfa

7.3.4. Arazi-1 için tüm yükleme adımlarından elde edilen mv değerlerinin aritmetik ortalaması kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-4).....	66
7.3.5. Arazi-1 için Stroud (1974)'ün görgül eşitliği ile hesaplanan mv değerleri kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-5)...	66
7.4. Tüm Zeminlerin Toplu Verileri ve Konsolidasyon Hesap Sonuçları	68
7.4.1. Arazi-1	68
7.4.2. Arazi-2	70
7.4.3. Arazi-3	72
7.4.4. Arazi-4	74
7.4.5. Arazi-5	76
8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	79
KAYNAKLAR	83
EKLER.....	87
EK-1. Çalışmada kullanılan binaya ait mimari çizimler, idecad modeli ve statik analiz sonuçları.....	88
EK-2. Sondaj logları	93
EK-3. Laboratuvar deney sonuçları	107
ÖZGEÇMİŞ	114

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Cc ile m_v 'nin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri	4
Çizelge 2.1. Ankara killерinin gerilme aralığına bağlı olarak m_v değerlerini	8
Çizelge 4.1. Sıkışma indisi (Cc) ile konsolidasyon oturmasının hesaplanmasında kullanılan bağıntılar.....	31
Çizelge 5.1. Çalışmada kullanılan binanın kolon yükleri.	41
Çizelge 5.2. Çalışmada kullanılan binanın proje özellikleri.	42
Çizelge 6.1. Arazi-1'e ait bazı zemin parametreleri.	44
Çizelge 6.2. Arazi-1'den elde edilen SPT sayıları ve Stroud'un bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri.....	46
Çizelge 6.3. Arazi-2'ye ait bazı zemin parametreleri.	48
Çizelge 6.4. Arazi-2'den elde edilen SPT sayıları ve Stroud'un bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri.	50
Çizelge 6.5. Arazi-3'e ait bazı zemin parametreleri.	52
Çizelge 6.6. Arazi-3'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud'un bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri.	54
Çizelge 6.7. Arazi-4'e ait bazı zemin parametreleri.	56
Çizelge 6.8. Arazi-4'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud'un bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri.	58
Çizelge 6.9. Arazi-5'e ait bazı zemin parametreleri.	60
Çizelge 6.10. Arazi-5'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud'un bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri.....	62
Çizelge 7.1. Arazi -1 için Konsolidasyon deneyi sonucunda elde edilen veriler.	68
Çizelge 7.2. Arazi-1 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	69
Çizelge 7.3. Arazi-2 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	70
Çizelge 7.4. Arazi-2 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	71
Çizelge 7.5. Arazi-3 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	72

Çizelge	Sayfa
Çizelge 7.6. Arazi-3 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	73
Çizelge 7.7. Arazi-4 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	74
Çizelge 7.8. Arazi-4 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	75
Çizelge 7.9. Arazi-5 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	76
Çizelge 7.10. Arazi-5 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler	77
Çizelge 8.1. Tüm yöntemler ile elde edilen konsolidasyon oturması miktarlarının toplu gösterimi	79

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Önkonsolidasyon basıncının Casagrande yöntemiyle bulunması.....	15
Şekil 3.2. Sıkışma indisinin $e-\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından belirlenmesi...	18
Şekil 3.3. Aşırı konsolide zeminler için Schmertmann tarafından önerilen arazi düzeltmesi	20
Şekil 3.4. Normal konsolide zeminler için Schmertmann tarafından önerilen arazi düzeltmesi	21
Şekil 3.5. Tekrar sıkışma indisinin belirlenmesi.....	22
Şekil 3.6. Killi zeminler için tipik bir $\varepsilon-P'$ grafiği.....	23
Şekil 4.1. Oturma hesaplarında kullanılan zemin tabakalarının dağılımı	30
Şekil 4.2. f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik	35
Şekil 4.3. Stroud'ta çizelge halinde yayınlaman sayısal veriler kullanılarak oluşturulan grafik.	36
Şekil 4.4. f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişki.....	37
Şekil 4.5. Buzul zeminler için plastisite indisine bağlı olarak f_2 katsayısının bulunması için Stroud ve Butler tarafından geliştirilen grafik.....	38
Şekil 5.1. Çalışmada kullanılan binanın 3 boyutlu ideCAD modeli.....	39
Şekil 5.2. Çalışmada kullanılan binanın radye temel ve kolon aplikasyonu planı.....	40
Şekil 6.1. Arazi-1 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli.....	45
Şekil 6.2. Arazi-2 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli.	49
Şekil 6.3. Arazi-3 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli.	53
Şekil 6.4. Arazi-4 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli.	57
Şekil 6.5. Arazi-5 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli.	61

Şekil	Sayfa
Şekil 8.1. Tüm zeminlerin yöntemlere göre konsolidasyon miktarlarında gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	79
Şekil 8.2. Arazi-1 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	80
Şekil 8.3. Arazi-2 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	80
Şekil 8.4. Arazi-3 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	81
Şekil 8.5. Arazi-4 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	81
Şekil 8.6. Arazi-5 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik.....	82

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
a_v	Sıkışma katsayısı
B	Temelin kısa kenarı
C_c	Sıkışma indisi
C_r	Kabarma indisi
e	Boşluk oranı
e_o	Arazi boşluk oranı
f_z	Plastisite indisine bağlı bir katsayı
G_s	Özgül ağırlık
H_i	Numunenin deney başlangıcındaki kalınlığı
I	Temelin köşesi altındaki gerilme artışı için etki katsayısı
L	Temelin uzun kenarı
LL	Likit limit
m	Metre
m_v	Hacimsel sıkışma katsayısı
N	Araziden elde edilen SPT değeri
P'	Düşey efektif basınç
P'_0	Mevcut efektif zemin basıncı
P'_{ilk}	Temel yüklemesinden önceki efektif gerilme
P'_f	Aşırı konsolidasyon basıncı
P'_p	Ön konsolidasyon basıncı
P'_{son}	Temel yüklemesinden sonraki efektif gerilme
PI	Plastisite indisi
PL	Plastik limit
q_{net}	Net temel basıncı
q_{tem}	Temel temas basıncı
q_{zem}	Zemin basıncı

Simgeler**Açıklamalar** **S_c**

Konsolidasyon oturması

 W_0

Doğal su içeriği

 z

Gerilme artışının hesaplanacağı noktaya düşey mesafe

 γ_n

Doğal birim hacim ağırlık

 ΔH

Numunede meydana gelen toplam boy kısalması

 ΔP

Gerilme artışı

 ε

Düşey birim boy değişimi

Kısaltmalar**Açıklamalar****OCR veya AKO**

Aşırı konsolidasyon oranı

SPT

Standart penetrasyon deneyi

YASS

Yeraltı su seviyesi

1. GİRİŞ

Herhangi bir yapı temeli veya dolgu nedeniyle zemin yüzeyinde meydana gelen toplam düşey deformasyona “oturma” denir (Holtz ve Kovacs, 1981: 284). Zeminlerde oturma üç bileşeni vardır. Bunlar ani (elastik) oturma, konsolidasyon oturması ve ikincil oturmadır (Bowles, 1996: 337; Murthy, 2003: 561). Ani oturma, yükleme yapılır yapılmaz zeminin su muhtevasında değişiklik olmadan yani zeminde hacim değişmesi (azalması) meydana gelmeden kısa sürede gerçekleşen oturmadır (Smith ve Smith, 1998: 312; Murthy, 2003: 561; Das, 2010: 294). Yük kaldırıldığında ani oturma tamamlanır (en azından büyük bir bölümünün) geri geleceği düşünülür. Bu nedenle ani oturmaya aynı zamanda elastik oturma da denir. Konsolidasyon oturması zeminin boşluklarında bulunan suyun drene olmasıyla hacminin azalması sonucunda meydana gelen oturmadır (Das, 2010: 294; Day, 2006: 8.1). İkincil oturma ise aşırı boşluk suyu basınçları sönmüştükten sonra (birincil konsolidasyon oturması tamamlandıktan sonra) meydana gelen oturmadır. Bu oturma sebebi sıkıştırma kuvvetleri altında tanelerin yeniden yerleşerek (konum alarak) daha sıkı bir yapı oluşturmasıdır (Budhu, 2011: 211; Bowles, 1996: 335). İkincil oturma daha çok organik zeminlerde meydana gelir (Bowles, 1996: 335).

Zeminlerde konsolidasyon oturması hem sıkışma indisi (C_c) hem de hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) kullanılarak hesaplanabilmektedir. Her iki indis ile de kendi içinde de farklı yöntemler kullanılarak konsolidasyon oturması hesaplanmaktadır. Bu parametreler araziden alınan örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde laboratuvar ortamında gerçekleştirilen konsolidasyon deneyinden elde edilir. C_c değeri, örslenme etkisini göze alarak konsolidasyon deneyinin sonucunda çizilen boşluk oranı-logaritmik basınç (e -logP) grafiğinin son yükleme adımından hızlı bir şekilde belirlenebildiği gibi, örslenme etkisini ortadan kaldırmak için Schmertmann'ın önerdiği grafik yöntem kullanılarak çizilen arazi e -logP grafiğinden de belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada konsolidasyon oturması ele alınmıştır. Sıkışma indisinin kullanıldığı yöntemlerde iki farklı yaklaşım, hacimsel sıkışma katsayısının kullanıldığı yöntemlerde ise üç farklı yaklaşımla konsolidasyon oturması hesaplanmıştır. Böylece toplam 5 farklı yaklaşımla konsolidasyon oturması hesaplanmıştır. Bu yaklaşımlarda uygulanan yöntemler tez çalışmalarımızın ileriki bölümlerinde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Laboratuvar $e\text{-log}P$ doğrusunun son yükleme adımının eğimi genellikle arazi sıkışma doğrusunun eğimine yaklaşılmaktadır. Bu nedenle her iki şekilde hesaplanan sıkışma indisleri arasındaki fark da genellikle küçük olmaktadır. Hem bu nedenle hem de arazi sıkışma doğrusunun çizilmesi ve buradan arazi sıkışma indisinin hesaplanması zahmetli ve zaman alıcı olduğundan ülkemizde oturma hesaplarında çoğu kez laboratuvar $e\text{-log}P$ doğrusunun son yükleme adımının eğiminden hesaplanan sıkışma indisi kullanılmaktadır. Bu çalışmada, her ne kadar aralarındaki fark küçük olsa da her iki şekilde hesaplanan sıkışma indisleriyle de konsolidasyon oturmaları hesaplanarak sıkışma indisleri arasında sözü edilen bu küçük farkların oturma hesaplarına ne kadar yansıtacağını görmek amaçlanmıştır. Bu nedenle oturma hesapları hem Schmertmann (1955) tarafından önerilen yöntem kullanılarak çizilen arazi sıkışma doğrusunun eğiminden hesaplanan C_c değerleri hem de laboratuvar $e\text{-log}P$ doğrusunun son yükleme adımından hesaplanan C_c değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımlar bu çalışmada sırasıyla “Yöntem-1” ve “Yöntem-2” olarak adlandırılmıştır.

Bu çalışmada da, Budhu (2011: 219) ve Holtz ve Kovacs (2002) tarafından önerildiği gibi konsolidasyon oturması hesaplamalarında kullanılan m_v değerleri temel yüklemesinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışına (yani P'_{ilk} ile $P'_{ilk} + \Delta P$ gerilme aralığına) uygun olarak laboratuvar $\varepsilon\text{-}P'$ grafiği üzerinden (veya sayısal verilerinden) seçilerek alınmıştır. P'_{ilk} ile $P'_{ilk} + \Delta P$ gerilme aralığının (yani gerilme artışının) birden fazla m_v değerine denk gelmesi durumunda ise yine Budhu (2011: 219) ve Holtz ve Kovacs (2002) tarafından önerildiği gibi bu m_v değerlerinin “aritmetik” ortalaması alınmıştır. Bu yaklaşım bu çalışmada “Yöntem-3” olarak adlandırılmıştır.

m_v değeri kullanılarak yapılan konsolidasyon oturması hesaplamalarında diğer bir yaklaşım ise bütün yükleme adımlarından elde edilen tüm m_v değerlerinin aritmetik ortalamasının kullanılmasıdır (Yöntem-4). Ülkemizde zaman zaman uygulandığına şahit olunması nedeniyle bu çalışmada bu yaklaşımla da konsolidasyon oturması hesaplanmıştır.

Son olarak Stroud (1974) tarafından önerilen bir eşitlik (Eşitlik 6.5) ile hesaplanan m_v değerleri kullanılarak konsolidasyon oturması hesaplanmıştır (Yöntem-5).

Aşırı konsolide zeminlerde konsolidasyon oturmasının hesaplanması için C_c değerinin yanı sıra C_r (kabarma indisi) değerinin de hesaplanması gerekmektedir. m_v değeri ise,

laboratuvar e-logP grafiğinden belirlenebildiğı gibi birim boy kısalması-basınç (ϵ -P) grafiğinden de belirlenebilmektedir. Bunun yanı sıra, mv değerin Standart Penetrasyon Testi (SPT) değerlerinden tahmin edilmesine yönelik bazı korelasyonlar da bulunmaktadır. Laboratuvar konsolidasyon deneyinde her yükleme adımı (gerilme artışı) için ayrı bir mv değeri hesaplanırken, Cc ve/veya Cr değeri ise tüm zemini (yükleme adımlarını) temsil edecek şekilde tek bir değer olarak hesaplanmaktadır. Cc değeri kullanılarak konsolidasyon oturmasının hesaplanmasında normal konsolide ve aşırı konsolide zeminler için farklı bağıntılar kullanılmaktadır. Cc değerin (özellikle arazi Cc değerin) bulunması ve Cc değeri ile konsolidasyon oturmasının hesaplaması nispeten zahmetli olduğundan ülkemizde zemin etüt çalışmalarında pek tercih edilmediğı bilinmektedir. mv değeri ile konsolidasyon oturmasının hesaplanmasında ise normal konsolide ve aşırı konsolide zeminler için tek ve basit bir bağıntı kullanılmakta, başka bir ifadeyle zeminin normal konsolide veya aşırı konsolide olması hesaplarda dikkate alınmamaktadır. Bunun gibi sebeplerden dolayı mv değeri ile konsolidasyon oturmasının hesaplanması nispeten daha az zahmetlidir. Bu nedenle ülkemizde konsolidasyon oturması hesaplarında mv parametresi daha çok tercih edilmektedir. Bu sebeplerden bu tez çalışmasında ülkemizde kullanılan çeşitli geleneksel yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar ile bu yöntemler ile elde edilen konsolidasyon oturmalarının arasındaki farklar ortaya konulmak amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı illerinden ve Ankara'nın farklı bölgelerinden jeoteknik etüt sondajı yapılarak alınan örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde konsolidasyon deneyleri yapılmış ve zeminin Cc, Cr ve mv gibi sıkışma parametreleri belirlenmiştir. Numunelerin alındığı arazide tipik bir yapı temeli tasarlanarak bu temelin yapacağı konsolidasyon oturması hem Cc hem de mv parametreleri kullanılarak hesaplanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Konsolidasyon oturması hesaplamalarında toplam 5 yaklaşım kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında yapılan çalışmalar, ülkemizdeki kullanılan söz konusu çeşitli geleneksel yöntemler arasındaki farklı oturma miktarlarına dikkat çekilmesi açısından büyük öneme sahiptir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. C_c ile m_v 'nin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri

C_c	m_v
Numune örselenmesini içermez. Arazi konsolidasyon doğrusu ile numune örselenmelerini elemine eder	Numune örselenmesini içerir.
Konsolidasyon oturması hesaplamalarında zeminin aşırı konsolide olup olmadığını dikkate alır (hesaba katar).	Konsolidasyon oturması hesaplamalarında zeminin aşırı konsolide olup olmadığını dikkate almaz (hesaba katmaz).
Konsolidasyon oturması hesaplamalarında sadece tek bir C_c değeri kullanılmaktadır. Zemini temsil eden tek bir (sabit) C_c değeri vardır. Zemini temsil eden C_c değeri sabittir.	Konsolidasyon oturması hesaplamalarında gerilme artışına bağlı olarak farklı (uygun olan) m_v değerinin kullanılması gerekmektedir. Zemini temsil eden tek bir m_v değeri yoktur. m_v değeri gerilme artışına bağlı olarak değişmektedir.
Zemini temsil eden tek bir C_c değeri bulunduğu için diğer zemin parametreleri ile korelasyonu mümkündür.	m_v değerleri gerilme artışına bağlı olarak değiştiği için diğer zemin parametreleri ile korelasyonu pratik değildir.

Çizelge 1.1. (devamı) Cc ile mv'nin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri

Aşırı konsolide zeminlerde ön konsolidasyon basıncının değeri oturma hesabında kullanılacak formülü belirlemektedir. Bu nedenle oturma hesaplanacak derinlik boyunca (en az temel tabanından itibaren 2B derinliğe kadar) zemini temsil eden ön konsolidasyon basıncının yeterli doğrulukla belirlenmesi önemlidir. Ön konsolidasyon basıncı (veya OCR) derinlikle birlikte azaldığı ve 1'e yaklaştığı için farklı derinliklerden yeteri kadar örselenmemiş numune alınıp zemini karakterize eden (temsil eden) ön konsolidasyon basıncının doğru bir şekilde belirlenmesi (Pp profilinin çıkartılması) önemlidir.	Zeminin ön konsolidasyon durumunu dikkate almaz. Zemin ister normal konsolide olsun, ister aşırı konsolide oturma hesabında kullanılacak formül aynıdır.
Numune kalitesinin ve deney kalitesinin hesaplanan oturma üzerindeki etkisi büyüktür. Şöyle ki. Zemin normal konsolide olarak nitelendirilirse oturmalar, aşırı konsolide olarak nitelendirildiği duruma göre oldukça farklı çıkmaktadır.	Konsolidasyon oturması hesaplamalarında zeminin aşırı konsolide olup olmadığını dikkate almaz (hesaba katmaz).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Özmen (1990), Trabzon ve çevresindeki killerin konsolidasyon özelliklerini incelenmiş ve iki farklı boyutta deney halkası kullanarak yaptığı konsolidasyon deneyleri sonucunda elde ettiği C_c ve m_v parametrelerini kıyaslamıştır. Bu amaçla, çapı 76,2 mm ve yüksekliği 19,0 mm olan bir halkayla çapı 50,0 mm ve yüksekliği 20,0 mm olan bir halka kullanarak aynı cins zemin numuneleri üzerinde konsolidasyon deneyleri gerçekleştirmiştir. Bunun için, çeşitli derinliklerden sondaj yoluyla alınmış olan 10 adet örselenmemiş numune kullanmıştır. Sonuç olarak 76,2 mm'lik halkayla bulunan C_c ve m_v parametrelerinin 50 mm'lik halkayla bulunan C_c ve m_v parametrelerinden daha büyük olduğunu göstermiştir. Özmen (1990), farklı çaptaki halkalarla bulunan C_c ve m_v parametreleri arasındaki değişimin konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

Güler (2001), Ankara yöresinden alınan kil zeminlerin sıkışma indisi (C_c) ve yeniden yükleme indisinin (C_r), kıvam limitleri, doğal su muhtevası ve başlangıç boşluk oranıyla ilişkisini araştırmıştır. Bu amaçla, Ankara ilinin çeşitli bölgelerini temsil eden kil numunelere, tanımlama, sınıflandırma ve konsolidasyon deneyleri uygulayarak ilgili parametreleri elde etmiştir. Elde ettiği ilişkileri literatürde önerilen ilişkilerle karşılaştırılmış ve önemli farklılıkların olduğunu görmüştür. Buna ilaveten, literatürde önerilen ampirik ifadeleri de kendi aralarında karşılaştırmış, bunlar arasında da önemli farklılıkların olduğunu görmüştür. Sonuç olarak, literatürde önerilen bağıntıların ve kendi çalışmasında elde edilen ampirik ifadelerin tasarım amaçlı kullanılamayacağı, ancak kaba tahminler için yararlı olabileceğini ifade etmiştir. Güler (2001), kendi çalışmasında elde edilen ve/veya literatürde bulunan sıkışma indisi değerlerinin konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

Yılmaz (2006), Ankara'nın Bahçelievler, Balgat, 100. Yıl, Kızılay, Öveçler, Emek ve Söğütözü bölgelerinden sondaj yoluyla aldığı 25 adet örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde Ankara kilinin sıkışma-kabarma özelliklerini incelemiştir. Çalışmasının sonucunda inceleme bölgelerindeki killerin m_v değerlerini gerilme aralığına bağlı olarak aşağıdaki gibi belirlemiştir (Çizelge 2.1). Yılmaz (2006), m_v değerlerindeki bu değişimin konsolidasyon oturmasına yansımalarını değerlendirmemiştir.

Çizelge 2.1. Ankara killilerinin gerilme aralığına bağlı olarak m_v değerlerini (Yılmaz, 2006)

Gerilme aralığı (kg/cm ²)	m_v değeri (cm ² /kg)
0.00-1.00	0.0061-0.0683
1.00-2.00	0.0062-0.0100
2.00-4.00	0.0031-0.0072
4.00-8.00	0.0022-0.0067
8.00-16.0	0.0016-0.0053
16.0-32.0	0.0014-0.0050

Turan (2006), kohezyonlu zeminlere oturan dayanma duvarlarının konsolidasyon oturmalarını hesaplamış ve hesaplanan oturmaları izin verilebilir oturma değerleriyle karşılaştırmıştır. Bunun için bir bilgisayar programı geliştirilmiş ve iki tipik örneğe uygulayarak, hesaplanan değerleri izin verilebilir değerlerle karşılaştırmıştır. Üniform ve farklı oturmanın nedenleri, zararları, alınabilecek önlemler gibi konular üzerinde durmuştur. Bununla birlikte dayanma duvarlarının konsolidasyon oturmalarını hesaplayan Fortran bilgisayar programı yazmış, sayısal iki örneği hem elle hem de programla çözmüştür. İki çözümün sonuçlarını karşılaştırmış ve birbirine yakın değerlerin çıktığı görmüştür. Bu sonuçlara göre programın doğru çalıştığı sonucuna varmıştır.

Aksoy (2007), Çukurova alüvyal zeminine ait, doymamış koşullarda ve örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde, su içeriği ve gerilme artışı değerlerinin hacimsel sıkışma katsayısı üzerindeki etkilerini irdelemiştir. Bu amaçla, aynı zemin ortamından alınan örnekleri, farklı su içeriklerinde hazırlamış ve sabit su içerikli konsolidasyon deneylerine tabi tutmuştur. Deneylerin sonucunda, değişik su içeriklerinde hazırlanan bu örneklerin, hacimsel sıkışma katsayıları hesaplanmıştır. Elde ettiği verileri değerlendirerek hacimsel sıkışma katsayısının, su içeriği ve gerilme değişkenleriyle birlikte değişimini gösteren grafikler çizmiştir. Aksoy (2007), çalışmasının sonucunda hacim değiştirme özelliklerinin; zeminin tarihçesi, ilk boşluk oranı, gerilme geçmişi ve su içeriğine bağlı olduğunu ortaya koymuş ve hacimsel sıkışma katsayısını, gerilme geçmişi ve su içeriği ile ilişkilendirmiştir. Aksoy (2007), çalışmasında incelediği deneysel değişkenlerin konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

Günay (2008), Bu çalışma geoteknik mühendisliğindeki en önemli sorunlardan biri olan oturma sorununu ile İzmir’de en çok rastlanan ve kamuoyunun gündeminde kalan Bostanlı ve yöresindeki oturmalar sonucu ortaya çıkan durumu incelemek, oturmanın yöre ile ilgili veya ilgisiz tüm nedenlerini bir araya getirmek ve çare aramak amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaçla mevcut rapor, araştırma ve projeler gibi kamu ve özel sektör kaynaklarından yararlanarak, incelenen yörelerin idealize geoteknik profilleri, indeks özellikleri ve dayanım parametreleri, muhtelif oturma nedenleri ve ilgili teorik bilgiler, oturmaların tahmini ve hesaplanması üzerine kullanılan değişik yöntem ve deney verileri ile derlenen uygulamalar, seçilen yörelerde sıklıkla kullanılan kazıklı temellerde taşıma gücü ve oturma kavramları ve kazık gruplarındaki oturma analizlerinin yapımı ve değerlendirilmesi, Mavişehir, Bostanlı ve Çiğli yörelerindeki bazı problemlili yapılarda oturma nedenlerinin saptanması ve mevcut zemin profillerine göre uygun olacak temel sistemi önerileri, bu tez kapsamında incelenmiştir. Oturmanın genel ve özel muhtelif nedenlerini saptamış ve bu bağlamda 13 ayrı nedeni ayrıntılarıyla incelemiş olup, bu nedenlerden önemli bir kısmının yöredeki oturmaları da açıklayabileceği görülmüştür. Oturmanın anlaşılabilmesi için bu hususların ayrı ayrı tetkikinin gerektiğini belirtmiştir.

Dumanlılar (2010), numune örselenmesinin konsolidasyon parametreleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu amaçla araziden aynı özelliklere sahip 20 adet örselenmemiş numune alınmış ve laboratuvara getirmiştir. Dumanlar (2010), laboratuvara getirdiği numuneleri sistematik olarak farklı oranlarda örselenmiştir. Numunenin bir tanesine hiç örselenme uygulamamış, diğer numuneleri ise %10, %20, %30, %40 ve %50 olacak şekilde içlerini boşaltılıp geri doldurmak suretiyle örselenmiştir. Daha sonra örselenmiş numuneler ve şahit numuneler üzerinde konsolidasyon deneyleri yapmıştır. Konsolidasyon deneylerinin sonucunda Casagrande yöntemini uygulayarak numunelerin ön konsolidasyon basınçlarını belirlemiştir. Bu amaçla toplam 15 adet örselenmemiş numuneyi laboratuvara getirmiş, bunların sadece en ideal olan 6 tanesi kullanmış diğer numuneleri ise zeminin temel fiziksel özelliklerini belirlemek için kullanmıştır. Ön konsolidasyon basınçlarının yanı sıra zeminin granülometrik özelliklerini (elek analizi, hidrometre analizi) ve Atterberg limitlerini de (likit limit, plastik limit, rötre limiti) belirlemiştir. Konsolidasyon deneylerinden elde edilen verileri kullanarak numune örselenmesinin ön konsolidasyon basıncı üzerine etkisi ortaya koymuştur. Tüm deney sonuçlarını değerlendirdiğinde, %50 oranında örselenmiş numune hariç diğer tüm örselenmiş numunelerin ve örselenmemiş numunenin ön konsolidasyon basınçlarının yaklaşık $1,85 \text{ kg/cm}^2$ civarında olduğunu saptamıştır. Bu sonuçlara göre,

numune örselenmesinin ön konsolidasyon basıncı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. Dumanlılar (2010), numune örselenmesinin konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

İnalkaç (2011), Zemin dayanım parametreleri elde edilmiş ve bu parametrelerden biri olan ön konsolidasyon basıncı üzerinde fazlaca durulmuş olup hesaplama yöntemleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Ayrıca arazi (muayene çukuru, SPT) ve laboratuvar (Elek ve hidrometre, Atterberg limit, piknometre, konsolidasyon, kayma mukavemeti, serbest basınç, kesme kutusu, üç eksenli basınç) deneylerinin gereğe ne kadar yakın olabileceği konusu irdelenmiştir. Ancak konsolidasyon parametrelerinin konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırılmamıştır. Bu çalışmada, kil zemin, kum zemin gibi zeminin farklı özellikleri arasında geçiş yapılmak amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleri ve sayısal analizler gerçekleştirilmiş olup çoğunlukla zeminin farklı özelliklerine bağlı olarak mukavemet parametrelerinin değişimi arasında ilişkiler kurulması hedeflenmiştir.. Çoğunlukla zeminin farklı özelliklerine bağlı olarak, mukavemet parametrelerinin değişimi arasında ilişkiler kurulmuştur. Bu ilişkilerin kurulması için üç farklı araziden alınan numuneler üzerinde zemin mekaniği deneyleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zemin ortamında yapılmak suretiyle arazi deneyleri yapılmıştır. Tüm bunların yanı sıra laboratuvar ortamında küçük model üzerinde yük-deplasman ilişkileri arazi yükleme deneyi ile elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Zeminin yükler altında yaptığı oturma miktarı konsolidasyon deneyinden elde edilen parametreler yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bu parametreler arasında önemli bir yer tutan ön konsolidasyon basıncı 2 farklı araziden alınan numuneler üzerinde Casagrande ve diğer araştırmacılar tarafından önerilen 7 farklı yöntem ile hesaplanıp kendi içinde karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Kötü derecelenmiş kumda yapılan deney sonuçlarına göre gradasyon aralığı genişledikçe Φ değeri büyümüş ve zemin mukavemeti artmıştır. Konsolidasyon deneyinden bulunan parametre ve büyüklükler değerlendirildiğinde, deney başı ve sonu su muhtevaları, birim hacim ağırlıkları, başlangıç boşluk oranı değerleri ve numune çaplarının, bulunan ön konsolidasyon basıncı değerlerine etkisi olduğu anlaşılmıştır. Ön konsolidasyon basıncında en yüksek değer Schmertmann metodunda bulunmuştur. Tavenas ile Janbu yöntemlerinden hesaplanan ön konsolidasyon basınçları kendi aralarında uyumludur. Butterfield yöntemi diğer yöntemlere göre uyumsuz sonuçlar vermiştir. Casagrande yönteminden bulunan değerler genelde ortalama bir sonuç vermektedir.

Altundağ (2016), Ön konsolidasyon basıncının hesaplanmasında kullanılan yöntemleri karşılaştırmış ve bu yöntemlerin konsolidasyon parametreleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Altundağ (2016), Adapazarı kent merkezinden elde ettiği siltli zeminleri kullanarak farklı kil oranlarında hazırladığı 8 numunenin sıkışma parametrelerini tespit etmek amacıyla klasik ödometre aletinde konsolidasyon deneyleri yapmıştır. Böylece her numunenin hacimsel sıkışma katsayısını, konsolidasyon katsayısını, sıkışma indisini ve yeniden yükleme indisini hesaplamıştır. Yapılan deneyler sonucunda elde ettiği e-logP grafiklerini kullanarak literatürde bulunan 6 farklı yöntemle göre numunelerin ön konsolidasyon basıncı değerlerini belirlemiş ve elde ettiği sonuçlara dayanarak pratikte en çok tercih edilen Casagrande yönteminin gerçeğe en yakın sonuç verdiğini öne sürmüştür. Altundağ (2016), farklı yöntemlerle belirlenen ön konsolidasyon basıncının konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

Alptekin (2016), Mersin ili merkez yerleşim alanında yer alan sınırlı bir bölgedeki kohezyonlu zeminlerin indeks özellikleri ile konsolidasyon parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Alptekin (2016), çalışma alanının 4 farklı yerinden sondaj yardımıyla örselenmemiş örnekler almış ve bu örnekler üzerinde Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda konsolidasyon deneylerinin yanı sıra su muhtevası, özgül ağırlık, likit limit ve plastik limit deneyleri yapmıştır. Ayrıca çalışma alanında özel firmalar tarafından parsel bazında gerçekleştirilen 8 adet jeoteknik etüd raporundan toplam 54 adet indeks ve konsolidasyon verisi derlemiştir. Alptekin (2016), 18 adet deniz sondajından ve 40 adet kara sondajından elde edilmiş toplam 58 adet veri toplamıştır. Alptekin (2016), MS Excel yazılımı kullanarak inceleme alanındaki 58 adet zemin örneğinin indeks ve konsolidasyon özelliklerini basit ve çoklu regresyon analizleri ile değerlendirmiştir. Analiz sonucuna göre indeks özelliklerden Likit Limit (LL), Plastik Limit (PL), Plastiste İndisi (PI), yoğunluk (ρ), birim hacim ağırlık (γ) ve ilk boşluk oranı (e_0) ile konsolidasyon özelliklerden sıkışma indisi (C_c) ve şişme indisi (C_s) parametreleri arasındaki ilişkileri saptamıştır. Bulduğu sonuçları literatürde bulunmuş sonuçlarla karşılaştırmıştır. Alptekin (2016), korelasyonla bulunan konsolidasyon parametreleri ile deneyde bulunan konsolidasyon parametreleri arasındaki sapma miktarının konsolidasyon oturması üzerindeki etkilerini araştırmamıştır.

3. BU ÇALIŞMADA KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR

Bu çalışmada kullanılan kavramlar, açıklamaları ve varsa bu çalışmada dikkate alınan özel hususlar aşağıda verilmiştir.

3.1. Aşırı Konsolide Zemin

Jeolojik geçmişi boyunca günümüzdeki efektif zemin basıncından (efektif gerilmeden) daha büyük bir basınca (efektif gerilmeye) maruz kalmış olan zeminlerdir (Bowles, 1996: 22). Bu basınca yol açan sebep, jeolojik olaylar nedeniyle geçmişte zeminin üzerinde bulunan zemin veya buz katmanları olarak gösterilmektedir. Günümüze gelinceye değin çeşitli jeolojik olaylar nedeniyle (erozyon, aşınma, erime vb) bu katmanların zeminin üzerinden kalktığı düşünülmektedir. Ayrıca geçmişte yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde bu yeraltı suyunun çekilmesi ve zeminin ıslanma-kuruma döngüsüne maruz kalması da aşırı konsolidasyona yol açabilmektedir (Bowles, 1996: 22; Coduto, 2001: 68).

3.2. Normal Konsolide Zemin

Günümüzdeki efektif zemin basıncı (efektif gerilme) daha önce maruz kaldığı en büyük basınca eşit olan zeminlerdir (Bowles, 1996: 22).

Başka bir ifadeyle, jeolojik geçmişi boyunca günümüzdeki efektif zemin basıncından (efektif gerilmeden) daha büyük bir basınca (efektif gerilmeye) maruz kalmamış olan zeminlerdir (Coduto, 2001: 67).

3.3. Ön Konsolidasyon Basıncı (P'_p)

Zeminin jeolojik geçmişi boyunca maruz kaldığı en büyük basınçtır (Coduto, 2001: 67). Deneysel çalışmalar, zeminin geçmişte maruz kaldığı en büyük basıncı hatırladığını (gerilme geçmişini bünyesinde sakladığını) göstermiştir. Aşırı konsolide zeminler geçmişte maruz kaldığı basınçtan daha küçük bir basınca maruz kaldıklarında nispeten daha az konsolidasyon oturması gösterirken, geçmişte maruz kaldıkları basınç aşıldığında bir anda daha yüksek deformasyon yapmaktadırlar (Budhu, 2011: 215). Bu dönüm noktası o zeminin geçmişte maruz kaldığı en büyük basınç (ön konsolidasyon basıncı) hakkında fikir

vermektedir. Bu temel fikirden yola çıkılarak zeminlerin ön konsolidasyon basıncını bulmaya yönelik bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bunların içinden en yaygın olanı Casagrande (1936) tarafından geliştirilen yöntemdir¹ (Day, 2006: 8.6; Murthy, 2003: 218).

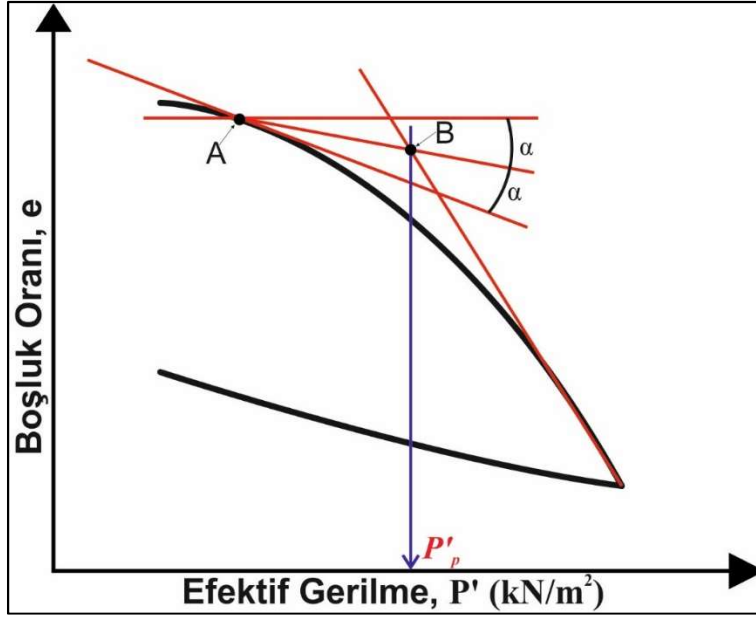
Bu çalışmada da zeminlerin ön konsolidasyon basıncı Casagrande (1936) tarafından önerilen yöntem kullanılarak bulunmuştur. Casagrande (1936) yöntemiyle zeminlerin ön konsolidasyon basıncı aşağıdaki adımlar izlenerek bulunmaktadır.

- Konsolidasyon e-logP eğrisi üzerinde en küçük yarıçaplı eğri (veya maksimum eğriselliğin olduğu yer) göz kararıyla seçilir (Şekil 3.1’de A noktası).
- A noktasından bir yatay bir doğru çizilir.
- A noktasından e-logP eğrisine bir teğet çizilir.
- Yatay doğru ile teğet doğrusunun açkırtayı çizilir.
- Son yükleme adımından geçen bir doğru çizilir. Bu doğru, bir önceki adımda çizilen açkırtayı kesecek şekilde yukarıya doğru uzatılır. Bu iki çizginin kesişme noktası ön konsolidasyon basıncının aşıldığı noktayı gösterir (Şekil 3.1’de B noktası). Bu noktadan aşağıya doğru çizilen düşey çizginin yatay ekseninde gösterdiği değer zeminin ön konsolidasyon basıncıdır.

Ön konsolidasyon basıncı ile mevcut efektif zemin basıncı birbirine $\pm$ %10 mertebesinde yakın çıkan zeminlerin aşırı konsolide olup olmadığı çeşitli faktörler dikkate alınarak belirlenir. Bu faktörler numune kalitesi (örselenme durumu), deney yöntemleri vb olabilir (Bowles, 1996: 73).

Kuramsal olarak ön konsolidasyon basıncı (P'_p) ile mevcut efektif zemin basıncı (P'_0) birbirine eşit olan zeminler ($P'_p \approx P'_0$) normal konsolide zemin olarak değerlendirilmektedir. Ancak numune örselenmesi ve diğer başka etkenler nedeniyle her ikisi de bir miktar hataya açıktır. Bu nedenle bu her iki değer birbirine $\pm$ %20 mertebesinde yakın olan zeminler de normal konsolide zemin olarak değerlendirilmektedir (Coduto, 2001: 68).

¹ Bowles’a (1996) göre Casagrande, 1964 yılında Northwestern Üniversitesindeki bir konferansta yaptığı bir konuşmasında bu yöntemi kendisinin hiç kullanmadığını ifade etmiştir.



Şekil 3.1. Ön konsolidasyon basıncının Casagrande(1936) yöntemiyle bulunması (Holtz ve Kovacs, 1981).

3.4. Aşırı Konsolidasyon Farkı (P'_f)

Ön konsolidasyon basıncı derinlikle birlikte değişen bir değerdir. Araziden belli bir derinlikten alınan örselenmemiş numune üzerinde laboratuvarında gerçekleştirilen konsolidasyon deneyi sonucunda bulunan ön konsolidasyon basıncı sadece numune alınan derinlikteki ön konsolidasyon basıncını temsil eder. Aynı jeolojik geçmişe sahip farklı derinliklerdeki zeminlerin ön konsolidasyon basınçları farklı olur. Aynı jeolojik geçmişe sahip bir zemin tabakası içerisinde farklı derinliklerdeki ön konsolidasyon basınçlarını tahmin etmek için Eşitlik 3.2 ile numune alınan derinlikteki “aşırı konsolidasyon farkı” adı verilen² parametrenin hesaplanması gerekmektedir (Coduto, 2001: 69).

$$P'_f = P'_p - P'_0 \quad (3.1)$$

Aynı jeolojik geçmişe sahip bir zemin tabakası içinde *aşırı konsolidasyon farkı* (P'_f) yaklaşık olarak sabittir. Bu sayede aynı tabaka içerisinde diğer derinliklerdeki ön konsolidasyon basınçları Eşitlik 3.3 ile hesaplanabilmektedir (Coduto, 2001: 69).

$$P'_p = P'_0 + P'_f \quad (3.2)$$

² Coduto'da (2001: 69) bu parametre “overconsolidation margin” olarak ifade edilmiş olup, bu çalışmada bu tabir “aşırı konsolidasyon farkı” olarak tercüme edilmiştir.

Aşırı konsolidasyon farkı zeminin aşırı konsolide olmasına yol açan ve geçmişte maruz kaldığı ancak günümüzde bulunmayan ilave bir basınçtır. Bu basınç, zeminin geçmişte üzerinde bulunan bir zemin, kaya, buz vb bir katmanından kaynaklanabileceği gibi çeşitli jeolojik olaylardan da (ıslanma-kuruma döngüsü, yeraltı su seviyesinin düşmesi vb) kaynaklanmış olabilir.

Bu çalışmada, sıkışma indisinin kullanıldığı konsolidasyon oturması hesaplarında ön konsolidasyon basıncının derinlikle birlikte değişimi Eşitlik 3.2 kullanılarak oturma hesaplarına dahil edilmiştir. Bunun için öncelikle, numune alınan derinlik için efektif zemin basıncı (P'_0) hesaplanmış, Casagrande yöntemiyle P'_p değeri bulunmuş ve Eşitlik 3.1 ile P'_f değeri hesaplanmıştır. Daha sonra Eş. 3.2 ile istenen derinlikteki ön konsolidasyon basıncı (P'_p) hesaplanmıştır.

3.5. Aşırı Konsolidasyon Oranı (OCR veya AKO)

Zeminin geçmişte maruz kaldığı en büyük efektif zemin basıncının günümüzdeki efektif zemin basıncına oranıdır (Eş. 3.1)

$$OCR = \frac{P'_p}{P'_0} \quad (3.3)$$

Normal konsolide zeminlerde OCR=1 iken aşırı konsolide zeminlerde OCR > 1 olur. OCR değeri 1 ile 3 arasında olan zeminler hafif aşırı konsolide, 6 ile 8 arasında olan zeminler ise çok aşırı konsolide olarak nitelendirilmektedir (Bowles, 1996: 22).

Ön konsolidasyon basıncı gibi aşırı konsolidasyon oranı da derinlikle birlikte değişir (Coduto, 2001: 70). Aşırı konsolidasyon oranı zemin yüzeyine yaklaştıkça artar, derine inildikçe 1'e yaklaşır (yani derinlikle birlikte azalır) (Bowles, 1996: 22; Budhu, 2011: 216).

3.6. Arazi Boşluk Oranı (e_0)

Boşluk oranı (e), zeminin boşluk hacminin tane hacmine oranıdır (Eş. 3.4). Boşluk oranı ondalık olarak verilir (100 ile çarpılmaz) ve birimi yoktur.

$$e = \frac{V_{boşluk}}{V_{tane}} \quad (3.4)$$

Arazi boşluk oranı (e_0), sıkışma indisinin kullanıldığı konsolidasyon oturması hesaplamalarında önemli bir girdi parametresidir. Bu çalışmada arazi boşluk oranı, araziden sondaj yoluyla alınan örselenmemiş örnekler üzerinde laboratuvarda gerçekleştirilen konsolidasyon deneyinden önce yapılan ağırlık-hacim ölçümleri kullanılarak hesaplanmıştır.

3.7. Sıkışma İndisi (C_c)

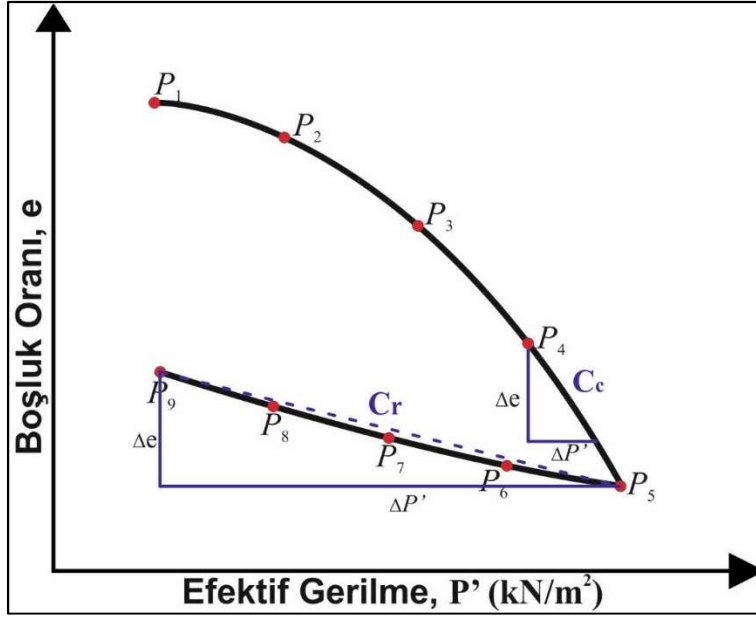
Konsolidasyon deneyinin sonucunda çizilen boşluk oranı-logaritmik basınç ($e-\log P'$) grafiğinin doğrusal kısmının eğimidir (Craig, 2004: 230). Sıkışma indisi, $e-\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından hızlı bir şekilde belirlenebildiği gibi, Schmertmann'ın önerdiği grafik yöntem kullanılarak çizilen arazi $e-\log P'$ grafiğinden de belirlenebilmektedir.

3.7.1. Sıkışma indisinin (C_c) $e-\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından belirlenmesi

Konsolidasyon deneyinde son yükleme adımından sonra zeminin doğrusal davranış gösterdiği kabul edilmektedir. Bu kabule dayanarak $e-\log P'$ grafiğinde son yükleme adımının eğim C_c olarak değerlendirilmektedir. Şekil 3.2'de örnek olarak tipik bir $e-\log P'$ grafiği gösterilmektedir. Bu grafikte P_4 ve P_5 noktalarını birleştiren doğrunun eğimi C_c olup, Eşitlik 3.5 ile hesaplanabilmektedir.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta P} = \frac{e_4 - e_5}{\log P_5 - \log P_4} \quad (3.5)$$

Eşitlik 3.5'den de görülebileceği gibi, C_c değeri hesaplanırken basınç değerlerinin logaritmik eksen üzerinde olduğu hesaplarda dikkate alınmaktadır.



Şekil 3.2. Sıkışma indisinin $e\text{-}\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından belirlenmesi

3.7.2. Sıkışma indisinin (C_c) Schmertmann (1955) yöntemi ile belirlenmesi

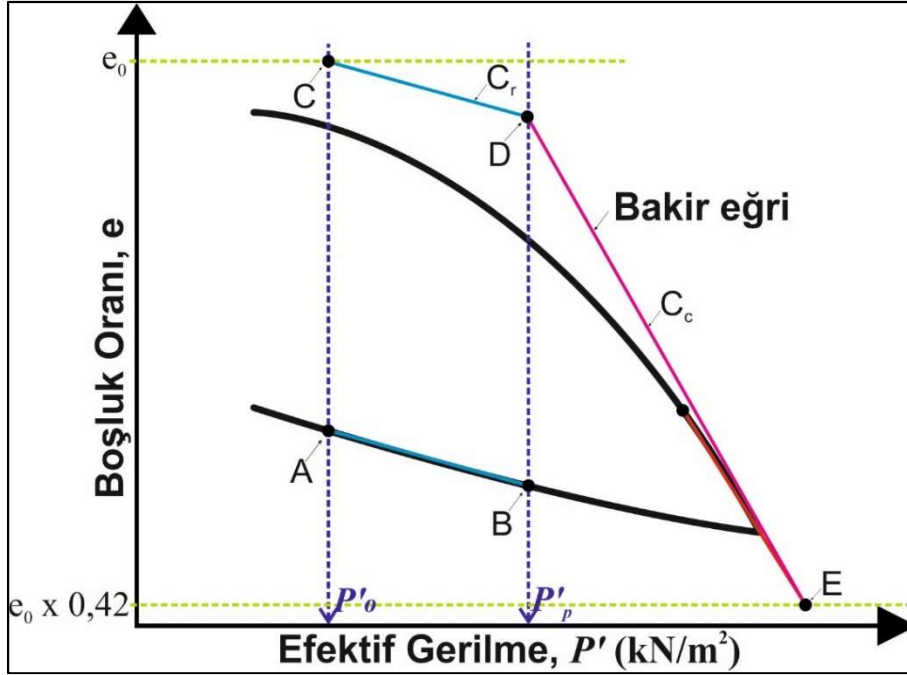
Konsolidasyon deneylerinin yapılmasında kullanılan numune her ne kadar “örselenmemiş” olarak nitelendirilse de bu numunelerin sondajla yerinden alınmasından laboratuvar da deney için hazırlanmasına kadar geçen birçok aşamada kaçınılmaz bir şekilde bir miktar örselendiği bilinmektedir. Bu örselenme etkisi ister istemez konsolidasyon deneyinin sonucunda çizilen $e\text{-}\log P'$ grafiğine de yansımaktadır. Bu durumda laboratuvar $e\text{-}\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından hesaplanan C_c değerinin de numune örselenmesinden etkilenmesi kaçınılmazdır.

Bu durumu fark eden Schmertmann numune örselenmesinin $e\text{-}\log P'$ grafiği üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak için grafik bir yöntem önermiştir. Schmertmann (1955) tarafından önerilen yöntemle düzeltme uygulanmış $e\text{-}\log P'$ grafiğinin eğimi de arazi C_c değerini vermektedir³. Normal konsolide ve aşırı konsolide zeminler için bu yöntemin uygulamaları biraz farklı olup her ikisi de aşağıda anlatılmıştır.

³ Schmertmann (1955) tarafından önerilen yöntemle düzeltme uygulanmış $e\text{-}\log P'$ grafiği İngilizce kaynaklarda “virgin consolidation line” olarak ifade edilmektedir. Bu ifade Türkçe yazılmış kaynaklarda genellikle “bakir konsolidasyon eğrisi” olarak tercüme dilmiş olsa da bu çalışmada “arazi konsolidasyon eğrisi” olarak adlandırılmıştır.

Aşırı konsolide zeminlerde Schmertmann (1955) yönteminin uygulanması:

- Laboratuvar $e\text{-log}P'$ grafiği çizilir.
- Casagrande yöntemiyle (veya başka bir yöntemle) zeminin ön konsolidasyon basıncı (P'_p) bulunur.
- Numune alınan derinlikteki jeolojik örtü yükü (P'_0) hesaplanır.
- P'_p ve P'_0 değerleri laboratuvar $e\text{-log}P'$ grafiğinde P eksenine işaretlenerek her ikisi için de bu eksenden yukarıya doğru düşey birer doğru çizilir (Şekil 3.3).
- Arazi boşluk oranı (e_0) değeri, boşluk oranı eksenine işaretlenir ve bu noktadan yatay bir doğru çizilir.
- P'_0 doğrusu ile e_0 doğrusunun kesiştiği noktadan (Şekil 3.3'te C noktası) aşağıya doğru, $e\text{-log}P'$ grafiğinin yük boşaltma eğrisinin eğimine paralel bir doğru çizilir. Bu doğrunun P'_p doğrusunu kestiği yere bir nokta konur (Şekil 3.3'te D noktası).
- e_0 değerinin 0,42 katı ($0,42e_0$) boşluk oranı eksenine işaretlenir ve bu noktadan yatay bir doğru çizilir.
- $e\text{-log}P'$ grafiğinin son yükleme adımından geçen bir doğru çizilir ve bu doğru aşağıya doğru uzatılarak $0,42e_0$ çizgisiyle kesiştiği yere bir nokta konur (Şekil 3.3'te E noktası).
- D ve E noktalarını birleştiren bir doğru çizilir.
- Böylece ortaya çıkan CDE doğrusu zeminin arazi (örselenmemiş) $e\text{-log}P'$ grafiğini vermektedir.



Şekil 3.3. Aşırı konsolide zeminler için Schmertmann (1955) tarafından önerilen arazi düzeltmesi

Şekil 3.3'te DE ile gösterilen doğrunun eğimi zeminin arazi (örselenmemiş) sıkışma indisini vermektedir. Bu durumda numune örselenmelerinden arındırılmış arazi sıkışma indisi Bağntı 3.6 ile hesaplanabilir (Coduto, 1998:386).

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta P} = \frac{e_D - e_E}{\log P'_E - \log P'_D} \quad (3.6)$$

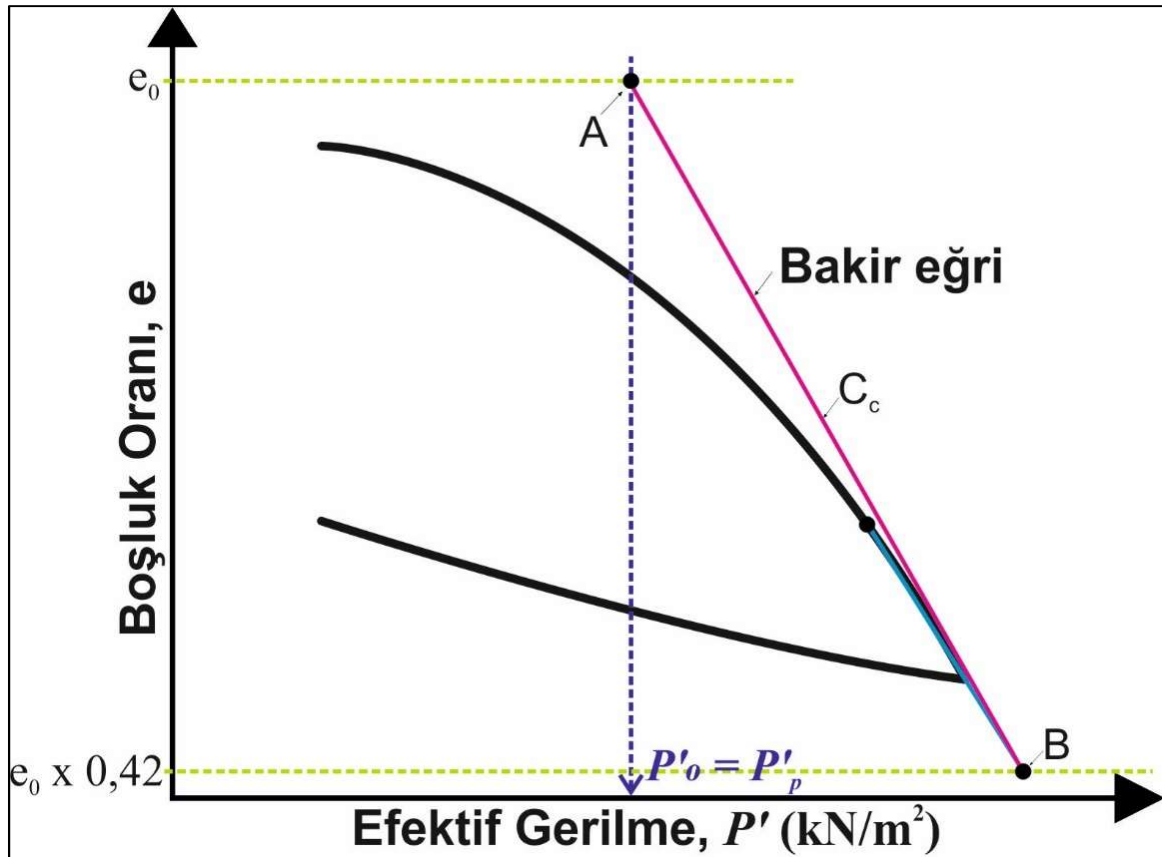
Sıkışma indisinin hesaplanmasında Eşitlik 3.6'da gösterildiği gibi illa ki D ve E noktalarının kullanılması şart değildir. DE doğrusu üzerinde seçilen herhangi iki tane nokta da kullanılabilir.

Normal konsolide zeminlerde Schmertmann (1955) yönteminin uygulanması:

Normal konsolide zeminlerde $P'_p = P'_0$ dır. Buna göre işlem adımları aşağıdaki gibidir.

- Laboratuvar e - $\log P'$ grafiği çizilir.
- Numune alınan derinlikteki jeolojik örtü yükü (P'_0) hesaplanır.

- P'_0 değeri laboratuvar e - $\log P'$ grafiğinde P eksenine üzerine işaretlenerek bu eksenin yukarıya doğru düşey bir doğru çizilir (Şekil 3.4).
- Arazi boşluk oranı (e_0) değeri, boşluk oranı ekseninde işaretlenir ve bu noktadan yatay bir doğru çizilir.
- P'_0 doğrusu ile e_0 doğrusunun kesiştiği yere bir nokta konur (Şekil 3.4'te A noktası).
- e_0 değerinin 0,42 katı ($0,42e_0$) boşluk oranı ekseninde işaretlenir ve bu noktadan yatay bir doğru çizilir.
- e - $\log P'$ grafiğinin son yükleme adımından geçen bir doğru çizilir ve bu doğru aşağıya doğru uzatılarak $0,42e_0$ çizgisiyle kesiştiği yere bir nokta konur (Şekil 3.4'te B noktası).
- A ve B noktalarını birleştiren bir doğru çizilir.
- Böylece ortaya çıkan AB doğrusu zeminin arazi (örselenmemiş) e - $\log P'$ grafiğini vermektedir.



Şekil 3.4. Normal konsolide zeminler için Schmertmann (1955) tarafından önerilen arazi düzeltmesi

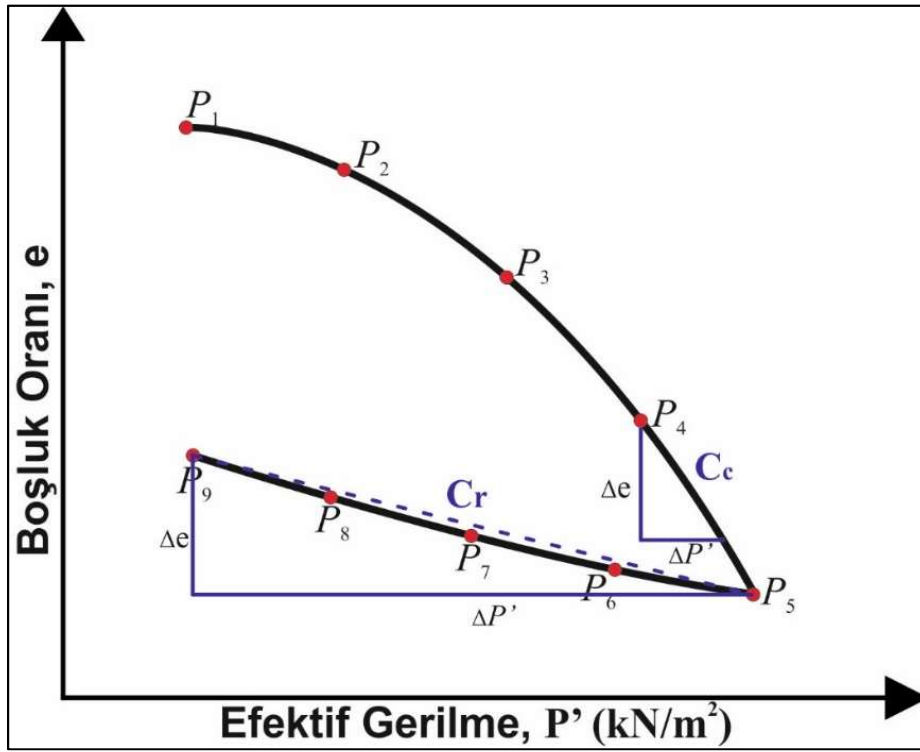
Normal konsolide zeminlerde de AB doğrusunun eğimi zeminin arazi sıkışma indisini vermektedir. Bu eğim Bağıntı 3.7 ile hesaplanabilmektedir.

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta P} = \frac{e_A - e_B}{\log P'_B - \log P'_A} \quad (3.7)$$

Sıkışma indisinin hesaplanmasında Eşitlik 3.7’de gösterildiği gibi illa ki A ve B noktalarının kullanılması şart değildir. AB doğrusu üzerinde seçilen herhangi iki tane nokta da kullanılabilir.

3.8. Tekrar Sıkışma İndisi (C_r):

Konsolidasyon deneyinin sonucunda çizilen boşluk oranı-logaritmik basınç (e - $\log P'$) grafiğinde ilk yük boşaltma adımı ile son yük boşaltma adımı arasındaki doğrunun eğimidir (Şekil 3.4’te 5 inci ve 9 uncu noktalar arasındaki doğrunun eğimi). Bazı kaynaklarda buna “şişme indisi” veya “kabarma indisi” de denilmekte ve C_s simgesi ile gösterilmektedir.



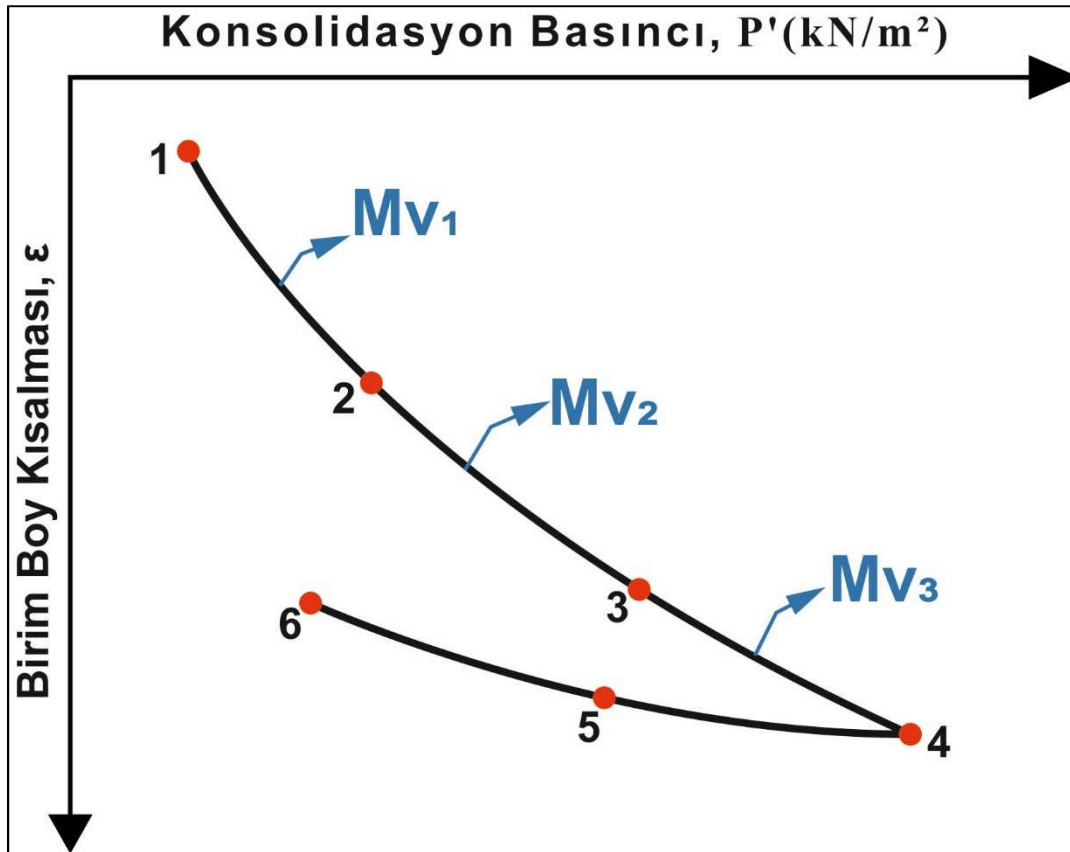
Şekil 3.5. Tekrar sıkışma indisinin belirlenmesi

Tekrar sıkışma indisi Bağıntı 3.8 ile hesaplanabilmektedir (Coduto, 1998:386).

$$C_r = \frac{\Delta e}{\Delta P} = \frac{e_9 - e_5}{\log P'_5 - \log P'_9} \quad (3.8)$$

3.9. Hacimsel Sıkışma Katsayısı (m_v):

Hacimsel sıkışma katsayısı (m_v), düşey birim boy değişimi (ϵ)-düşey efektif basınç (P') grafiğinde iki nokta arasındaki doğrunun eğimi olup her yükleme adımı için ayrı ayrı hesaplanmaktadır (Holtz ve Kovacs, 1981: 311; Budhu, 2011: 209). Bu parametre, çeşitli kaynaklarda “hacimsel sıkışma modülü” (ör. Budhu, 2011: 209), “hacimsel değişim katsayısı” (Ör. Holtz ve Kovacs, 1981: 284, 311) ve “hacimsel sıkışma katsayısı” (ör. Craig, 2004: 230; Bowles, 1996: 59; Smith ve Smith, 1998: 327; Murthy, 2003: 222; Al-Khafaji ve Andersland, 1992: 250; Salgado, 2008: 226) gibi isimlerle anılmakta olup, bu çalışmada daha yaygın bir kullanıma sahip olduğu için “hacimsel sıkışma katsayısı” terimi benimsenmiştir. Killi zeminler üzerinde elde edilen tipik bir ϵ - P' grafiği Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.6. Killi zeminler için tipik bir ϵ - P' grafiği

Hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) değerleri Eşitlik 3.9 ile her yükleme adımı için ayrı ayrı hesaplanmaktadır (Holtz ve Kovacs, 1981: 311; Budhu, 2011: 209).

$$m_v = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta P} = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{P'_2 - P'_1} \quad (3.9)$$

Örneğin Şekil 3.5'te verilen tipik ε - P' grafiğinde (m_v) değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$(m_v)_1 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{P'_2 - P'_1}$$

$$(m_v)_2 = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_2}{P'_3 - P'_2}$$

$$(m_v)_3 = \frac{\varepsilon_4 - \varepsilon_3}{P'_4 - P'_3}$$

Hacimsel sıkışma katsayısının birimi basınç (gerilme) biriminin tersidir. Örneğin, konsolidasyon deneyinde basınç (gerilme) birimi olarak (kN/m^2) tercih edildiyse, Hacimsel sıkışma katsayısının birimi m^2/kN olacaktır.

Bu eşitliklerdeki ε değeri birim boy kısalması olup, $\varepsilon = \Delta H/H_0$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte, ΔH her yükleme adımının sonunda numunede meydana gelen toplam boy kısalması, H_0 ise numunenin deney başlangıcındaki kalınlığıdır (genellikle 20 mm).

Şekil 3.5'ten de görülebileceği gibi ε - P' grafiği doğrusal bir grafik değildir. Ancak m_v değeri hesaplanırken iki yükleme noktası arasında zeminin doğrusal davrandığı kabul edilmekte ve zeminin yük altındaki davranışını karakterize edebilmek için her yükleme adımı için ayrı bir m_v değeri hesaplanmaktadır. Oturma hesaplamalarında bu kabulden kaynaklanan hatanın (ε - P' grafiğinin eğrisellik etkisinin) en aza indirilmesi için bazı kaynaklarda (ör. Budhu 2011: 219; Craig, 2004: 230) laboratuvar deneyi sırasında zemine uygulanan gerilme artışının 100 kPa'yı geçmemesi istenmektedir.

ε - P' grafiği doğrusal bir grafik olmadığı için (Şekil 3.5) konsolidasyon oturması hesaplamalarında temel yüklemesinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışına uygun olan m_v değerlerinin laboratuvarda elde edilen ε - P' verilerinden (grafikten veya sayısal verilerinden) seçilerek kullanılması gerekmektedir (Budhu, 2011: 219). Şayet yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışı ε - P' grafiğinde birden fazla m_v

değerine (yükleme adımına) karşılık gelirse bu m_v değerlerinin ortalamasının alınması önerilmektedir (Budhu, 2011: 219).

3.10. Efektif Zemin Basıncı (q_{zem}):

Temel inşaatından önce temel tabanı seviyesindeki efektif zemin basıncıdır. Net temas basıncının hesabında kullanılır.

3.11. Temel Temas Basıncı (q_{tem}):

Kolon yükleri + temel ağırlığının zeminde oluşturduğu basınçtır. Kolon yükleri, statik-betonarme projesine ait raporlarından alınır. Temel ağırlığı ise, betonun birim hacim ağırlığı 24 kN/m^3 kabul edilerek yaklaşık olarak hesaplanabilir. Radye temellerde, üniform yük dağılımı varsayımıyla, tüm kolon yükleri toplanıp temel ağırlığı da ilave edilerek temel alanına bölünmek suretiyle hesaplanır.

3.12. Net Temas Basıncı (q_{net}):

Yapının temel tabanında meydana getirdiği net basınçtır. Temel temas basıncından temel tabanı seviyesindeki efektif zemin basıncının çıkartılmasıyla hesaplanır (Eşitlik 3.10).

$$q_{net} = q_{tem} - q_{zem} \quad (3.10)$$

Yeraltı su seviyesinin altına inşaa edilen temellerin temel tabanı seviyesinde meydana getirdiği net temas basıncı hesaplanırken güvenli tarafta kalmak için suyun yapıya uygulayacağı kaldırma kuvveti dikkate alınmamıştır.

3.13. Gerilme Artışı (ΔP):

Yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışıdır. Yapı yüklerinden önceki efektif zemin basıncı (P_0) ile yapı yüklerinden sonraki efektif zemin basıncı (P_{son}) arasındaki fark olarak da tarif edilebilir ($\Delta P = P_{son} - P_0$). Sıkışma indisiyle oturma hesaplarının yapılabilmesi için yapı yüklerinden sonra zemindeki gerilmenin hangi düzeye çıktığının yani

P_{son} değerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için de ΔP (gerilme artışı) değerinin bilinmesi gerekmektedir.

Gerilme artışını hesaplamak için çeşitli kaynaklarda çeşitli yaklaşımlar bulunmakla birlikte, en yaygın kullanıma sahip olanı Boussinesq (1885) tarafından geliştirilmiş olan yöntemdir. Bu yönteme göre, temel tabanından itibaren istenen derinlikteki gerilme artışları Eş. 3.11 ile hesaplanabilmektedir.

$$\Delta P = I \times q_{\text{net}} \quad (3.11)$$

Bu eşitlikte;

ΔP : Yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışı (kN/m²),

q_{net} : Temelden zemine aktarılan net temas basıncı (kN/m²),

I : Temelin köşesi altındaki gerilme artışı için etki katsayısıdır (birimsiz).

Eşitlik 3.11'deki I etki katsayısının hesaplanması için çeşitli kaynaklarda çeşitli formatlarda bağıntılar verilebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan I etki katsayısı bağıntısı Eşitlik 3.12'de verilmiştir (Budhu, 2011: 170; Das, 2010: 279; Das, 1999: 224; Holtz ve Kovacs, 1981: 348).

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + m^2n^2 + 1} \right) \left(\frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 - m^2n^2 + 1} \right) \right] \quad (3.12)$$

Bu eşitlikte;

$$m = B/z$$

$$n = L/z$$

$$B = \text{Temelin kısa kenarı (m)}$$

$$L = \text{Temelin uzun kenarı (m)}$$

$$z = \text{Temel tabanından itibaren gerilme artışının hesaplanacağı derinlik (m).}$$

Eşitlik 3.12'de; $\tan^{-1}$ içeren terim (parantez içindeki son terim) radyan olarak hesaplanmakta ve $m^2+n^2+1 < m^2n^2$ olduğu durumlarda bu terime π eklenmesi gerekmektedir (Budhu, 2011: 170).

Bu çalışmada ele alınan binanın radye temel sistemiyle inşa edileceği tasarlanmıştır. Radye temeller tekil temellere göre nispeten esnek kabul edilmektedir (Coduto, 2001: 154; Bowles, 1996: 306). Kil zemine oturan esnek temellerin merkezi altındaki oturmanın köşesi altındaki oturmaya göre daha yüksek olması beklenir (Coduto, 2001: 155). Bu nedenle bu çalışmada da temelin merkezi altındaki oturma dikkate alınmıştır.

Temelin köşesi altındaki gerilme artışını veren bağıntıyı (Eşitlik 3.12) kullanarak temelin merkezi altındaki gerilme artışını hesaplayabilmek için temel 4 eşit (dikdörtgen) parçaya bölünmekte ve süperpozisyon ilkesi uygulanarak her bir temelin köşesi altındaki oturma toplanıp tüm temelin merkezi altındaki gerilme artışı hesaplanabilmektedir (Das, 1999: 225; Das, 2010: 280; Budhu, 2011: 174; Bowles, 1992: 295; Coduto, 2001: 213). Ancak bunun Eşitlik 3.12’de B yerine $B/2$, L yerine $L/2$ kullanılması gerekmektedir.

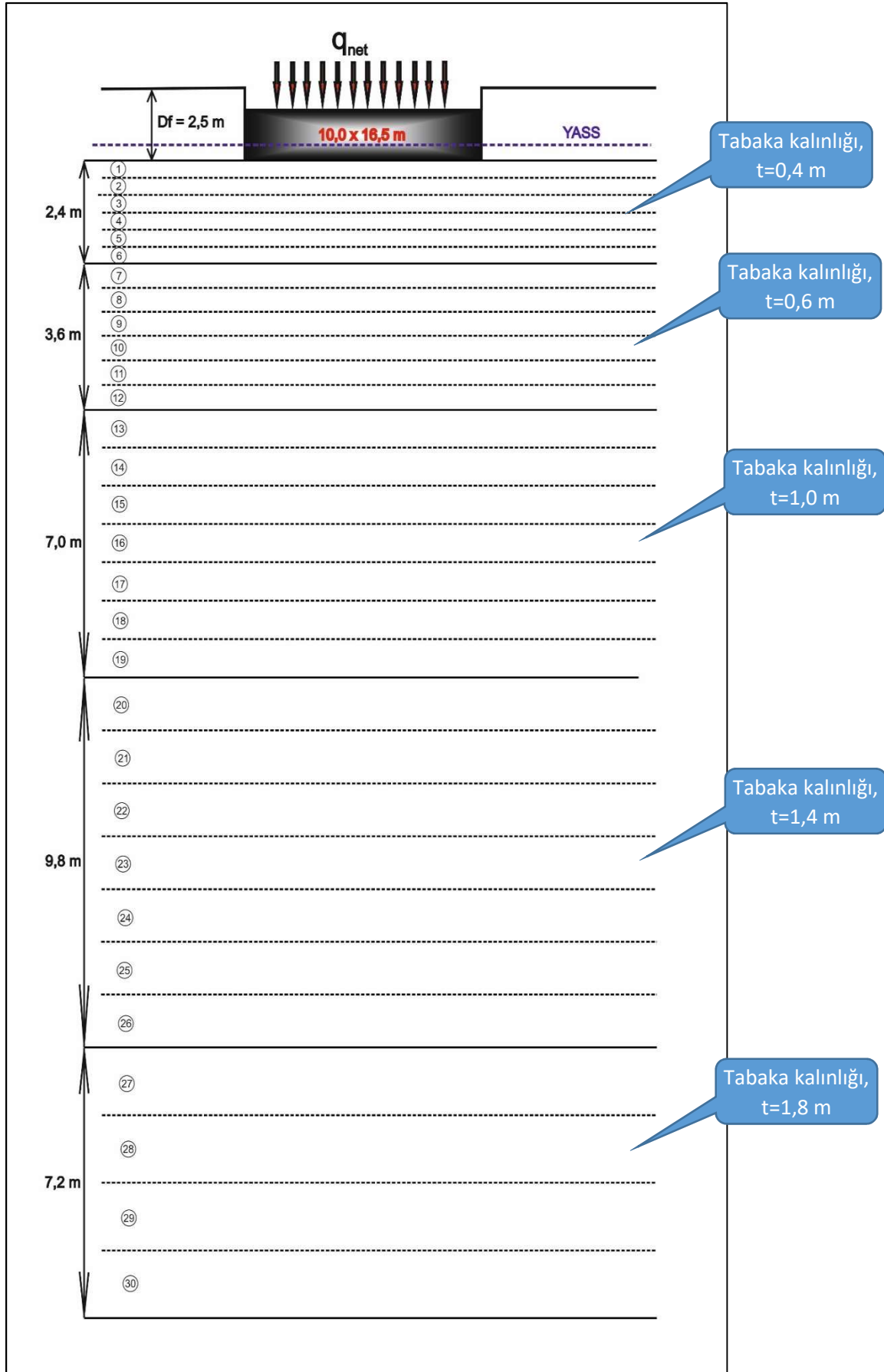
4. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

Zeminlerin ön konsolidasyon basıncı (P'_p) Bölüm 3.3'te anlatıldığı gibi Casagrande (1936) yöntemiyle, arazi sıkışma indisi (C_c) Bölüm 3.7'de anlatıldığı gibi Schmertman (1955) yöntemiyle bulunmuştur. Aşırı konsolidasyon oranı (AKO) 1'den küçük olan zeminler normal konsolide zemin olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, Bölüm 3.3'te ifade edildiği gibi, ön konsolidasyon basıncı (P'_p) ile mevcut efektif zemin basıncı (P'_0) birbirine $\pm \%20$ mertebesinde yakın olan zeminler de normal konsolide zemin olarak değerlendirilmiştir (Bowles, 1996: 73; Coduto, 2001: 68).

Konsolidasyon oturması hesaplamaları hem sıkışma indisi (C_c) hem de hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) kullanılarak yapılmıştır. Sıkışma indisinin kullanıldığı yöntemlerde iki farklı yaklaşım, hacimsel sıkışma katsayısının kullanıldığı yöntemlerde ise üç farklı yaklaşım uygulanmıştır. Böylece toplam 5 farklı yaklaşımla konsolidasyon oturması hesaplanmıştır. Bu yaklaşımlarda uygulanan yöntemler aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Zeminde yapı yüklerinden kaynaklanan gerilme artışları (ΔP) Bölüm 3.13'te anlatıldığı gibi Eş. 3.11 ve Eş. 3.12 kullanılarak Boussinesq (1885) yöntemiyle hesaplanmıştır. Literatürden bilindiği gibi gerilme artışları kare temellerde $2B$ derinliğe ulaşıldığında yaklaşık $\%10$ 'a (yani $\Delta P/q_{net} = 0,1$), şerit temellerde ise $3B$ derinliğe ulaşıldığında yaklaşık $\%20$ 'ye kadar düşmektedir (Bowles, 1996: 292; Coduto, 2001: 211; Das, 2010: 285). Bu çalışmada ele alınan temel dikdörtgen şeklinde olup, (şerit değil ama kare de değil) gerilme artışları (konsolidasyon oturması hesaplamaları) temel tabanından itibaren 30 m ($3B$) derinliğe kadar devam ettirilmiştir.

Oturma hesapları için zemin 30 tabakaya bölünmüştür. Oturmaların mümkün olduğunca hassas bir şekilde hesaplanabilmesi için temele yakın olan tabakaların kalınlığı nispeten daha az seçilmiş olup, temelden uzaklaştıkça tabaka kalınlıkları arttırılmıştır. Buna göre ilk 6 tabakanın kalınlığı 40 cm , sonraki 6 tabakanın kalınlığı 60 cm , sonraki 7 tabakanın kalınlığı 100 cm , sonraki 7 tabakanın kalınlığı 140 cm , kalan son 4 tabakanın kalınlığı ise 180 cm olarak seçilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Oturma hesaplarında kullanılan zemin tabakalarının dağılımı

4.1. Sıkışma İndisinin Kullanıldığı Yöntemler

Sıkışma indisinin (C_c) kullanıldığı yöntemlerde, normal konsolide ve aşırı konsolide zeminlerin konsolidasyon oturmaları farklı eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu eşitlikler toplu halde Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Normal konsolide zeminlerin konsolidasyon oturması Eşitlik 4.1 ile hesaplanmaktadır. Aşırı konsolide zeminlerde ise yapı inşasından sonraki efektif zemin basıncı zeminin ön konsolidasyon basıncından küçük olursa ($P'_{son} < P'_p$) Eşitlik 4.2, büyük olursa ($P'_{son} > P'_p$) Eşitlik 4.3 kullanılmaktadır (Coduto, 2001: 72-75; Budhu, 2011: 218; Das, 1999: 251).

Çizelge 4.1. Sıkışma indisi (C_c) ile konsolidasyon oturmasının hesaplanmasında kullanılan bağıntılar

Bağıntı	Ön koşul	Eş. No.
$S_c = \sum H_0 \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{P'_{son}}{P'_0} \right)$	$P'_0 \cong P'_p$	(4.1)
$S_c = \sum H_0 \frac{C_r}{1 + e_0} \log \left(\frac{P'_{son}}{P'_0} \right)$	$(P'_{son} < P'_p)$ ise	(4.2)
$S_c = \sum H_0 \frac{C_r}{1 + e_0} \log \left(\frac{P'_p}{P'_0} \right) + H_i \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{P'_{son}}{P'_p} \right)$	$(P'_{son} > P'_p)$ ise	(4.3)

Bu bağıntılarda;

S_c : Konsolidasyon oturması (mm)

H_0 : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının kalınlığı (m)

P'_0 : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının orta noktasındaki efektif zemin basıncı (temel yüklemesinden önceki efektif gerilme) (kPa)

P'_{son} : Yapı yüklerinden dolayı zemin tabakasının orta noktasında meydana gelen gerilme artışı ile aynı noktada yapı inşasından önceki efektif gerilmenin toplamı ($\sigma'_{son} = \sigma'_0 + \Delta\sigma'$), ($P'_{son} = P'_0 + \Delta P'$).

$\Delta P'$: Yapı yüklerinden dolayı zemin tabakasının orta noktasında meydana gelen gerilme artışı (kPa) (Eşitlik 3.11 ile hesaplanmıştır)

P'_p : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının orta noktasındaki

ön konsolidasyon basıncı (kPa)

C_c : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının sıkışma indisi

C_r : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının yeniden sıkışma indisi

e_0 : Konsolidasyon oturması hesaplanan zemin tabakasının yerindeki boşluk oranı

Eşitlik 4.1 ila 4.3'te gerilmeler m^2/kN olarak girildiğinde oturma metre olarak hesaplanmaktadır. Bunu mm'ye çevirmek için söz konusu eşitlikler ile hesaplanan değerler ayrıca 1000 ile çarpılmıştır.

Bu çalışmada, sıkışma indisinin kullanıldığı yöntemlerde iki farklı yaklaşımla konsolidasyon oturması hesaplanmıştır.

Birinci yaklaşımda (Yöntem-1)

Oturma hesaplarında Schmertman (1955) yöntemiyle bulunan arazi sıkışma indisi (C_c) değerleri kullanılmıştır. Oturma hesaplarında kullanılan formüller ise zeminin normal konsolide veya aşırı konsolide olması durumuna göre Çizelge 4.1'den seçilmiştir.

İkinci yaklaşımda (Yöntem-2)

Oturma hesaplarında laboratuvar $e - \log P'$ grafiğinin son yükleme adımının eğiminden hesaplanan C_c değerleri kullanılmıştır. Oturma hesaplarında kullanılan formüller ise yine zeminin normal konsolide veya aşırı konsolide olması durumuna göre Çizelge 4.1'den seçilmiştir.

4.2. Hacimsel Sıkışma Katsayısının Kullanıldığı Yöntemler

Hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) ile konsolidasyon oturması aşağıdaki bağıntıyla (Eş. 4.4) hesaplanmıştır (Budhu, 2011: 219; Craig, 2004: 236; Salgado, 2008: 227).

$$S_c = \sum m_v H_0 \Delta P \quad (4.4)$$

Bu bağıntıda;

S_c : Konsolidasyon oturması (mm)

m_v : Zemin tabakasını temsil eden hacimsel sıkışma katsayısı (m^2/kN)

H_0 : Zemin tabakasının kalınlığı (m)

$\Delta P'$: Yapı yüklerinden dolayı zemin tabakasının orta noktasında meydana gelen gerilme artışı (kN/m^2) (Eşitlik 3.12 ile hesaplanmıştır)

Eşitlik 4.4'te, tabaka kalınlığının birimi metre, gerilme artışının birimi kN/m^2 , hacimsel sıkışma katsayısının birimi ise m^2/MN olarak girildiğinde oturma değeri doğrudan mm olarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada, m_v değerlerin seçimine bağlı olarak konsolidasyon oturması üç farklı yaklaşımla hesaplanmıştır. Bu yaklaşımların açıklamaları aşağıda verilmiştir. Bu yaklaşımlar, yukarıdan itibaren devam edecek şekilde üçüncü, dördüncü ve beşinci yaklaşım olarak adlandırılmıştır.

Üçüncü yaklaşımda (Yöntem-3)

Budhu (2011: 219) ve Holtz ve Kovacs (2002) tarafından önerildiği gibi m_v değerleri yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışına bağlı olarak laboratuvar ε - P' grafiği üzerinden (veya sayısal verilerinden) seçilerek alınmıştır. Bu yaklaşımda yapı yüklerinden dolayı zeminde meydana gelen gerilme artışı ($P'_{ilk} - P'_{son}$ aralığı) laboratuvar konsolidasyon deneylerinde hangi yükleme adımına denk geliyorsa o adımı temsil eden m_v değeri alınmıştır. Ancak, zeminde meydana gelen $P'_{ilk} - P'_{son}$ aralığının laboratuvar konsolidasyon deneylerinde birden fazla yükleme adımına denk gelmesi durumunda bu m_v değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınmıştır.

Dördüncü yaklaşımda (Yöntem-4)

Ele alınan zemin için laboratuvar konsolidasyon deneyinde elde edilen tüm m_v değerlerinin aritmetik ortalaması kullanılmıştır. Bu yaklaşım herhangi bir kaynaktan önerilmemiş olmasına rağmen kolay ve pratik olması nedeniyle ülkemizde gerçekleştirilen “özellikle

düşük bütçeli” zemin etüt çalışmalarında yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada bu yaklaşıma da yer verilmesi gereği duyulmuştur.

Beşinci yaklaşımda (Yöntem-5)

M_v değerleri Stroud (1974) tarafından önerilen görgül bir eşitlik (Eşitlik 4.5) kullanılarak hesaplanmıştır. Arazide gerçekleştirilen standart penetrasyon testi vuruş sayılarına (SPT- N) ve zeminin plastisite indisine bağlı olarak m_v değerlerinin tahmin edilmesine dayanan bu bağıntı Eşitlik 4.5’te verilmiştir.

$$m_v = 1/f_2 N \quad (4.5)$$

Bu eşitlikte;

- m_v : Hacimsel sıkışma katsayısı (m^2/kN)
 N : Araziden elde edilen “ham” SPT değeri (enerji oranı %60)
 f_2 : Plastisite indisine bağlı bir katsayıdır (kN/m^2)

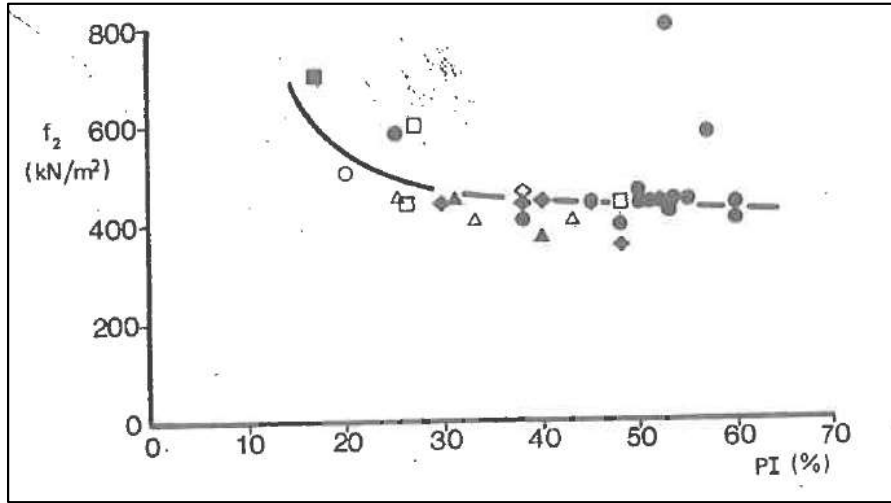
Stroud (1974) tarafından önerilen bu basit eşitlik ülkemizde gerçekleştirilen zemin etüt çalışmalarında (raporlarında) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada bu eşitliğe de yer verilmesi uygun görülmüştür. Bu eşitliği kullanılacak kişiler tarafından aşağıdaki hususların bilinmesinde fayda görülmektedir.

Stroud (1974) tarafından önerilen bu eşitlik (Eşitlik 4.5), Londra’da (İngiltere) genellikle aşırı konsolide ve fisürlü killerin hakim olduğu 18 arazideki toplam 70 sondajda yapılan Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ve bu sondajlardan alınan örselenmemiş örnekler üzerinde laboratuvarında gerçekleştirilen ödometre deneyleri sonucunda elde edilen hacimsel sıkışma katsayıları (m_v) kullanılarak geliştirilmiştir.

Bu eşitlikte yer alan m_v değerlerinin 100 kPa’lık bir gerilme artışına karşılık gelen m_v değerleri olduğu Stroud (1974)’te açıkça ifade edilmiş olmakla birlikte, SPT değerlerine herhangi bir düzeltme yapıp yapılmadığı (en azından derinlik düzeltmesi) ve SPT düzeneğinin enerji oranının kaç olduğu belirtilmemiştir. Ancak, SPT deneylerinin özel bir firma tarafından imal edilen otomatik düşürmeli şahmerdan (automatic trip monkey) kullanılarak yapıldığı belirtilmiştir (Stroud, 1974). Ülkemizdeki bazı kaynaklarda (Ör. Erol

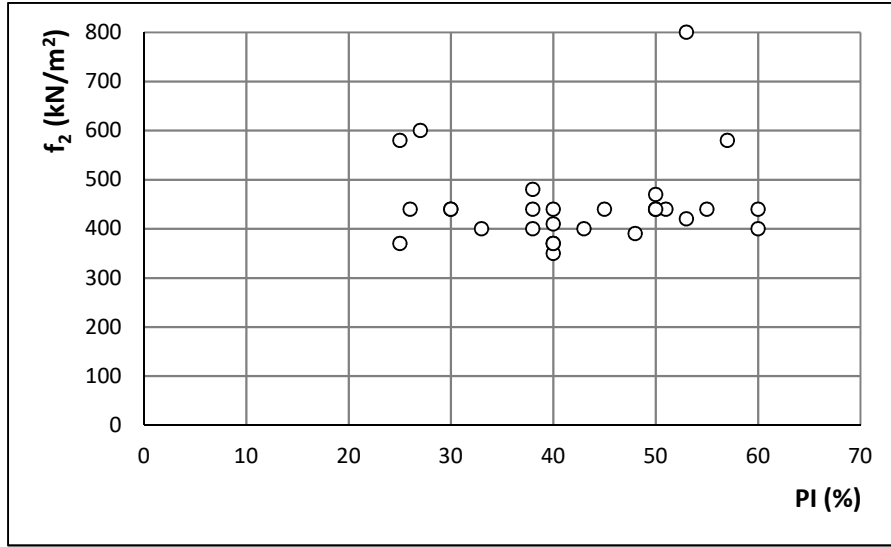
ve Çekinmez, 2016 ve Sivrikaya ve Toğrol, 2009) Stroud (1974) tarafından kullanılan bu makinanın enerji oranı (E_r) %60 olarak yorumlanmıştır. Bu çalışmada da söz konusu SPT makinasının enerji oranının %60 olduğu ve Stroud (1974)'te aksi belirtilmediği için SPT- N sayılarına herhangi bir düzeltme yapılmadığı (ham veriler olduğu) kabul edilmiştir.

Eşitlik 4.5'te yer alan f_2 katsayısı için Stroud (1974) tarafından yayımlanan orijinal grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik (Stroud, 1974 tarafından yayımlanan orijinal makaleden alınmıştır)

Stroud (1974)'te f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişkiyi gösteren değerler çizelge halinde de yayımlanmıştır. Bu değerler kullanılarak oluşturulan grafik ise Şekil 4.3'te verilmiştir

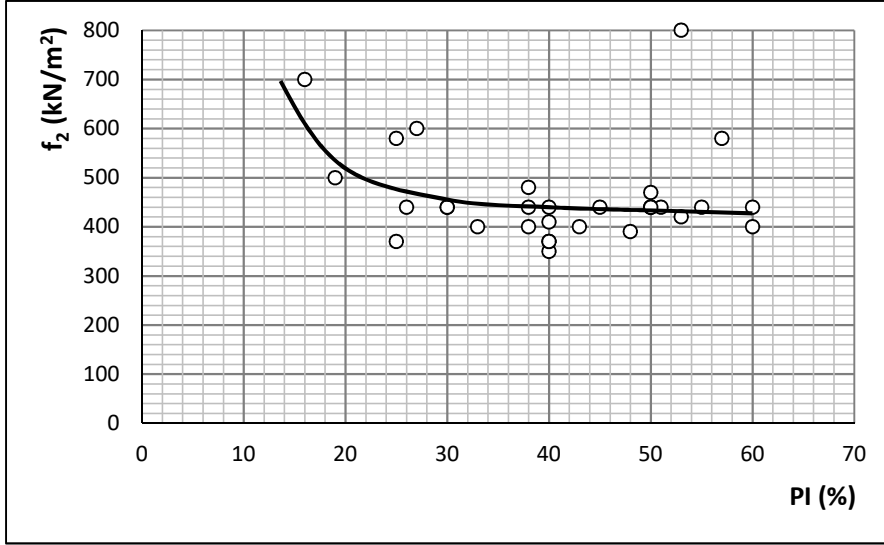


Şekil 4.3. Stroud (1974)'te çizelge halinde yayımlanan sayısal veriler kullanılarak oluşturulan grafik

Dikkatli bakıldığında her iki grafikteki veri noktalarında bazı farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Örneğin orijinal grafikte (Şekil 4.2) $PI=10$ ile 20 arasında iki veri noktası olmasına rağmen sayısal veriler kullanılarak oluşturulan grafikte (Şekil 4.3) bu verilerin olmadığı görülmektedir. Ayrıca $PI=40$ çizgisindeki ve $PI=50$ ile $PI=60$ arasındaki veri noktalarında da bazı farklılıklar olduğu görülmektedir.

Stroud (1974)'te yayımlanan orijinal grafik üzerinden $PI=10$ ile $PI=20$ arasındaki noktaların koordinatları yaklaşık olarak okunup, yine Stroud (1974)'te çizelge halinde yayımlanan sayısal verilere eklenerek Şekil 4.4'te verilen grafik oluşturulmuştur. Bu grafiğin üzerine, orijinal grafikteki yerine sadık kalınarak veri noktalarını temsil eden bir eğri çizilmiştir. Böylece Stroud (1974)'te yayımlanan orijinal grafiğin aynısı elde edilmiştir (Şekil 4.4).

Bu çalışmada m_v değerlerinin elde edilmesinde kullanılan f_2 katsayıları Şekil 4.4'ten alınmıştır.

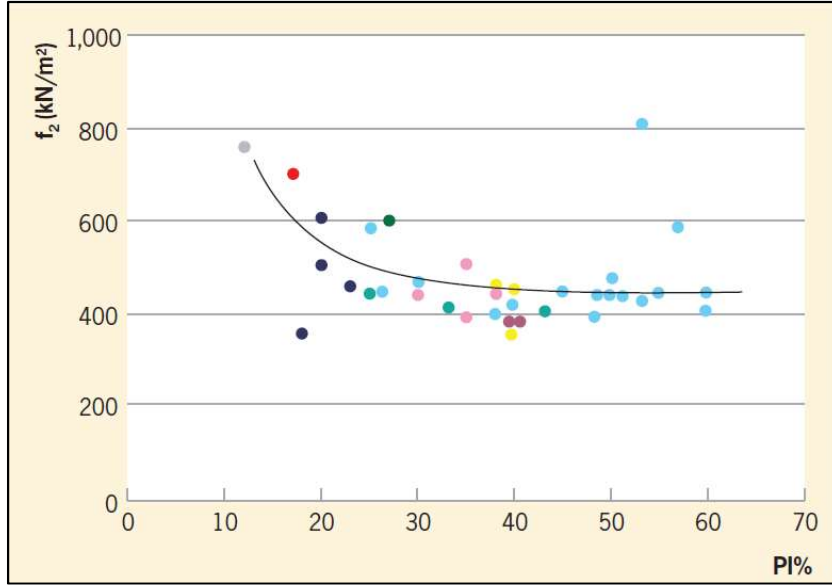


Şekil 4.4. f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişki (Stroud, 1974)

Stroud (1974) tarafından önerilen eşitlikte (Eşitlik 4.5) üzerinde durulması gereken diğer bir konu da f_2 katsayısının elde edilmesinde kullanılan plastisite indisi (PI) değerleridir. Stroud (1974)'te plastisite indisinden “ortalama plastisite indisi” olarak bahsedilmektedir (Stroud, 1974, Table 1). Stroud (1974)'te yayımlanan çizelge incelendiğinde (Stroud, 1974, Table 1) belirli derinliklerdeki plastisite indislerinin aritmetik ortalamasının alındığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Stroud (1974)'te plastisite indisiyle f_2 katsayısı arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısının verilmediği de dikkati çekmektedir.

Yukarıda ele alınan çalışmadan bir yıl sonra Stroud ve Butler (1975) tarafından benzer bir çalışma daha yayımlanarak yine SPT- N sayıları ile hacimsel sıkışma katsayıları arasında benzer formda bir ilişki (eşitlik) önerilmiştir (Reid ve Taylor, 2010). Stroud ve Butler (1975) bu çalışmasında da yine aynı eşitlik geçerli olmak üzere f_2 katsayısı için 350 ila 750 kN/m² arasında değişen değerler önermiştir (Şekil 4.5). Stroud ve Butler (1975) tarafından önerilen bu katsayılar buzul zeminler (glacial soils) üzerinde yapılan deneyler sonucunda geliştirildiği için bu çalışmada dikkate alınmamıştır.

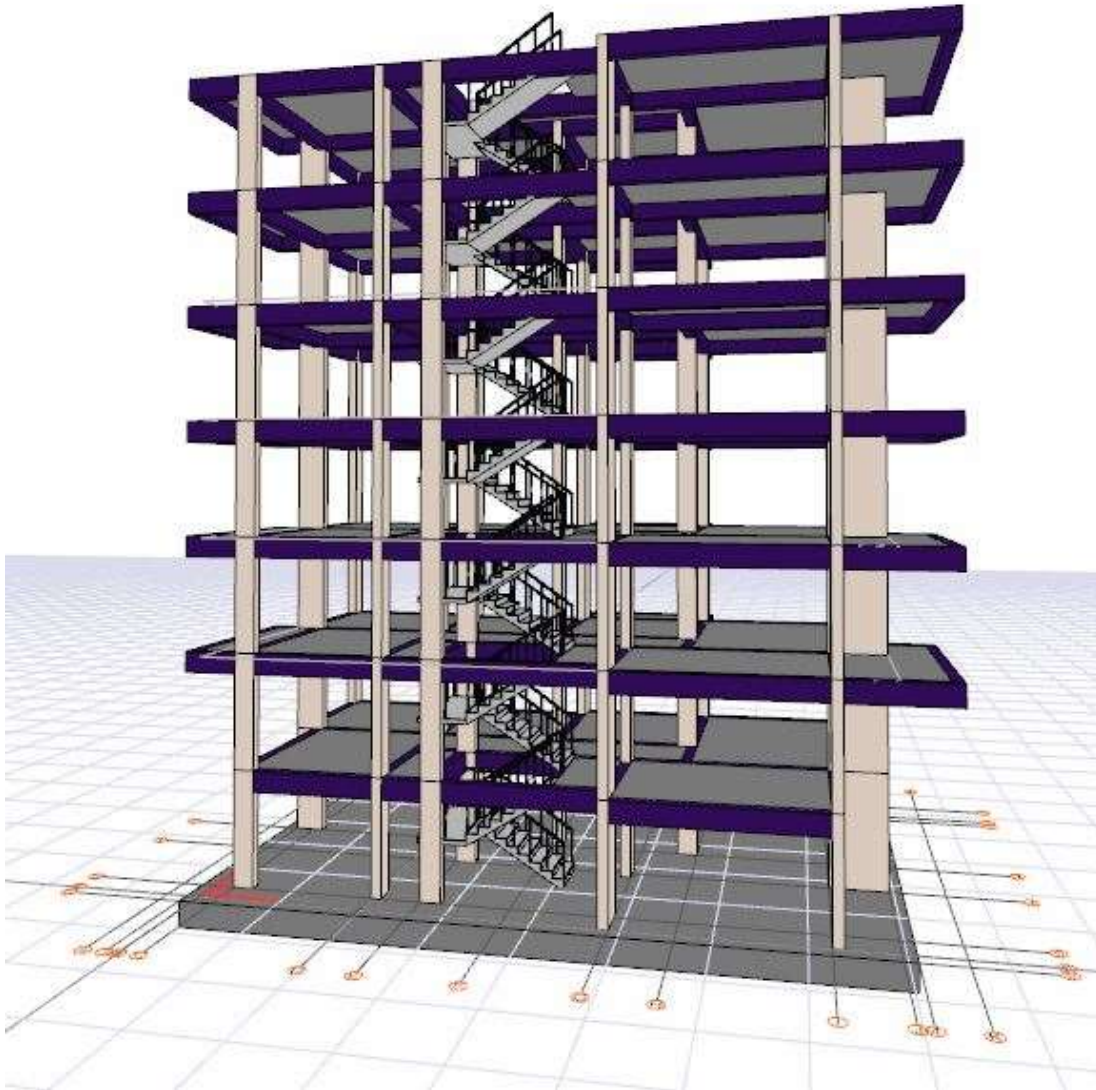
Şekil 4.5'te Reid ve Taylor (2010)'dan alındığı şekliyle f_2 katsayısı ile PI arasındaki ilişkiyi gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 4.5. Buzul zeminler için plastisite indisine bağlı olarak f_2 katsayısının bulunması için Stroud ve Butler (1975) tarafından geliştirilen grafik (Reid ve Taylor, 2010'dan alınmıştır)

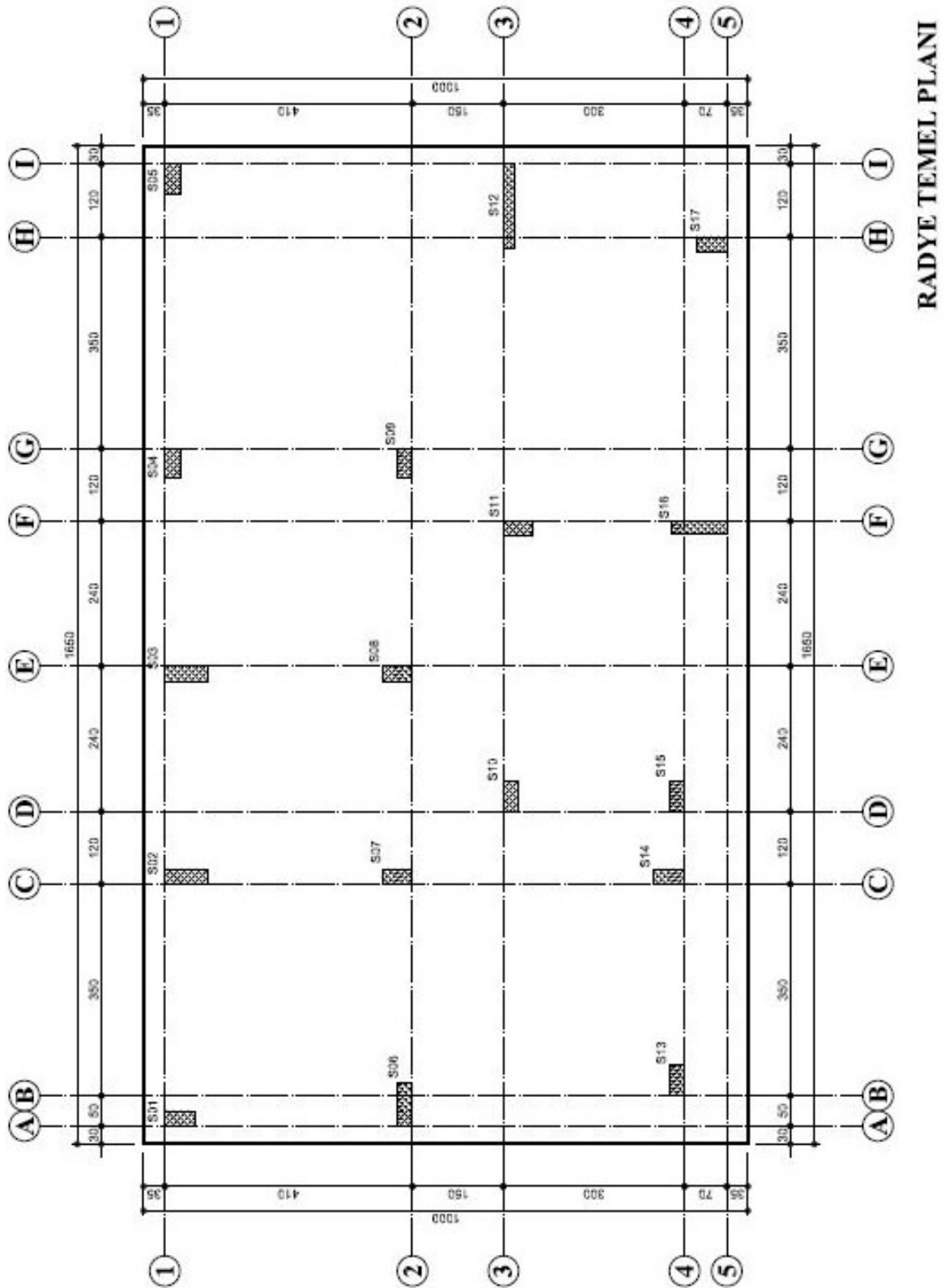
5. ÇALIŞMADA KULLANILAN YAPI VE ÖZELLİKLERİ

Çalışmada incelenen arazilere tek daireli, 165 m² oturum alanına sahip, toplam 7 katlı (bodrum kat dâhil), konut tipi bir binanın inşa edileceği varsayılmıştır. Özer (2008) tarafından tasarlanan ve çizilen bu binaya ait 3 boyutlu ideCAD modeli Şekil 5.1’de, plan, kesit ve görünüş çizimleri ise EK-1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Çalışmada kullanılan binanın 3 boyutlu ideCAD modeli

Mimari projeye göre binanın cephesinde girinti çıkıntılar olmasına rağmen, oturma hesaplarında kolaylık olması bakımından radye temelin dış hatları çizilirken bu girinti çıkıntılar düz geçilerek dikdörtgen şeklinde bir radye temel tasarlanmıştır. (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Çalışmada kullanılan binanın radye temel ve kolon aplikasyonu planı

Binanın statik hesapları Dörtler Mühendislik (Bursa) tarafından ideCAD bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Konsolidasyon hesaplamalarında gerekli olan kolon yükleri ve dolayısıyla yapı ağırlığı statik hesap raporlarından alınmış ve özet halinde Çizelge 5.1’de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Çalışmada kullanılan binanın kolon yükleri.

Kolon No	Sabit Yükler, G (ton)	Hareketli Yükler, Q (ton)	$G+Q$ (ton)
SB101	38,33	4,32	42,65
SB102	70,46	8,49	78,95
SB103	74,22	8,74	82,96
SB104	80,96	9,68	90,64
SB105	58,48	7,06	65,54
SB106	91,39	11,2	102,6
SB107	72,13	9,62	81,75
SB108	63,70	8,87	72,57
SB109	82,54	12,2	94,74
SB110	58,87	8,86	67,73
SB111	64,66	10,6	75,30
SB112	149,9	19,4	169,3
SB113	59,93	6,88	66,81
SB114	46,18	6,48	52,66
SB115	40,92	6,42	47,34
SB116	78,35	13,4	91,71
SB117	60,29	7,13	67,42
TOPLAM	1191,3	159,4	1350,7

Geoteknik teamüllere göre konsolidasyon oturması hesaplamalarında büyütülmemiş yükler kullanılmaktadır (Coduto, 2001: 34, 208; Scarpelli ve Orr, 2013: 116). Bu çalışmada da konsolidasyon oturması hesaplamalarında $G + Q$ yükleme kombinasyonu ile hesaplanan kolon yükleri dikkate alınmıştır (Çizelge 5.1).

Temel temas basıncı hesaplanırken yapı yüklerinin (kolon yüklerinin) temel alanına üniform bir şekilde dağıldığı, başka bir ifadeyle tüm kolon yüklerini temsil eden eşdeğer kolon yükünün yapının tam ortasından etki ettiği, böylece yapıda düşey doğrultuda dışmerkezlik (eksantrikite) olmadığı varsayılmıştır.

Statik çözümlemeler sonucunda yapının kütle merkezinin X doğrultusunda 8,13 m, Y doğrultusunda ise 4,8 m olduğu görülmüştür (Şekil ek2.5). Radye temelin geometrik merkezi ise X doğrultusunda 8,25 m, Y doğrultusunda 5,0 metredir. Buradan hareketle, yapının kütle merkezi ile geometrik merkezinin çok yakın olduğu, dolayısıyla üniform yük dağılımı varsayımının geçerli olduğu, buna göre yapıda düşey doğrultuda dışmerkezci (eksantrik) bir yükleme bulunmadığı anlaşılmıştır. Binaya ait bazı özet bilgiler toplu halde Çizelge 5.2’de sunulmuştur.

Çizelge 5.2. Çalışmada kullanılan binanın proje özellikleri

Özellik	Değer
Plan ölçüleri	15,9×9,3 m
Oturum alanı	133 m ²
Kat adedi (bodrum dâhil)	7 kat
Kat yüksekliği	2,80 m
Beton sınıfı	C25
Betonun birim hacim ağırlığı	2,50 t/m ³ (24,5 kN/m ³)
Temel tipi	Radye
Temel betonunun kalınlığı	0,60 m
Temel ölçüleri	16,50×10,00 m
Temel alanı (A)	165 m ²
Temel derinliği (D_f)	2,5 m
Temel ağırlığı (W_f)	247,5 ton (2427 kN)
Yapı ağırlığı ($G+Q$)	1350,7 ton (13246 kN)
Toplam yapı ağırlığı ($G+Q+W_f$)	1598,2 ton (15673 kN)

6. ÇALIŞMADA KULLANILAN ZEMİNLER

Çalışmada, 5 farklı araziden geoteknik etüt sondajı ile alınan UD numuneleri ve arazide gerçekleştirilen SPT verileri kullanılmıştır. Sondajlar çeşitli firmalar tarafından yapılmıştır. Arazi-1'den alınan UD numunelerinin tüm laboratuvar deneyleri Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Zemin Mekaniği Laboratuvarında tarafımızdan yapılmıştır. Diğer zeminlerin laboratuvar deneyleri ise çeşitli özel zemin laboratuvarlarında yapılmıştır. Ancak özel laboratuvarlarda yapılan konsolidasyon deney sonuçları tarafımızdan yeniden yorumlanarak C_c , C_r , m_v , P'_p , P'_0 , P'_f ve OCR gibi parametreler tarafımızdan yeniden hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan zeminlere ait sondaj logları EK-2'de, laboratuvar deney sonuçları ise Bölüm-7'de verilmiştir.

6.1. Arazi-1

Bu çalışma sahası Kocaeli İli, İzmit İlçesi içinde yer almakta olup, bölge civarındaki zeminler genellikle Kuvaterner yaşlı göl çökellerinden (alüvyon) meydana gelmektedir.

Arazi-1'de 40,5 m derinliğinde geoteknik etüt sondajı yapılmış olup, 5,50 – 6,00 m derinden 1 adet UD numunesi alınmış, 4,3 m derinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. Çalışma sahası siltli-kumlu-kil zeminlerden meydana gelmektedir. SPT deneyleri otomatik düşürmeli şahmerdan düzenekli bir SPT makinası kullanılarak yapılmıştır. SPT makinasının enerji oranı sondaj firması tarafından %72 olarak beyan edilmiştir.

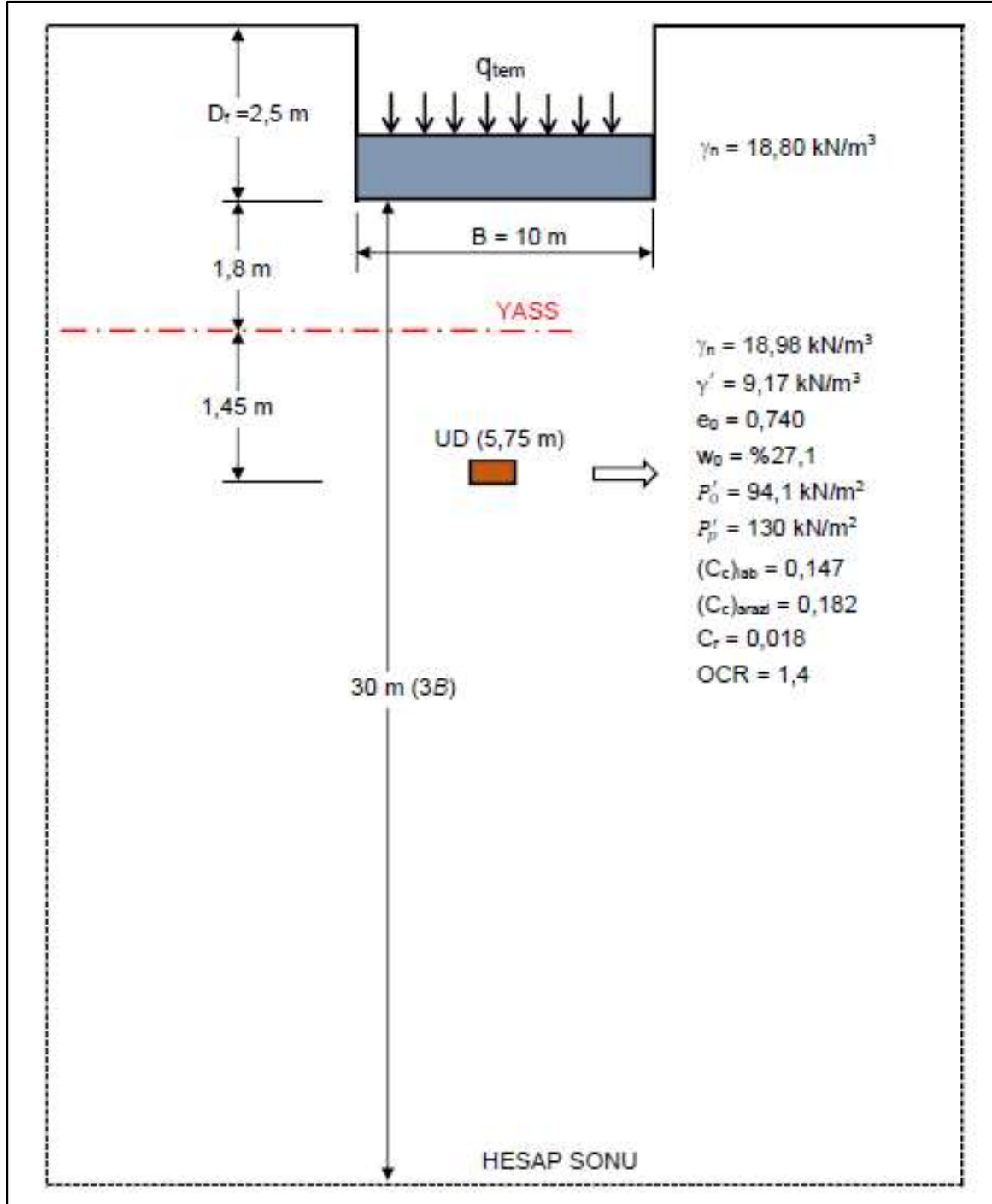
UD numunesi üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonucunda elde edilen zemin parametreleri toplu halde Çizelge 6.1'de, konsolidasyon deney sonuçları EK-3'te, oturma hesaplarına esas teşkil eden idealleştirilmiş arazi zemin modeli ise Şekil 6.1'de verilmiştir.

Her ne kadar gerçek uygulamalar için doğru bir yaklaşım olmadığı bilinse de, bu çalışmada kısıtlı imkânlardan dolayı araziden sadece tek bir numune alınabildiği için temel tabanından itibaren 30 m derinlik boyunca tüm zeminin mühendislik özelliklerinin 5,50 – 6,00 m derinden alınan UD numunesinden bulunan özelliklerle aynı olduğu varsayılmıştır (Şekil

6.1). Sondaj logları incelendiğinde zeminin 30 m boyunca Kuvaterner yaşlı göl çökellerinden (alüvyon) ve siltli kum birimlerden meydana geldiği görülmektedir. Bu vaziyet, zemin özelliklerinin değişmediği varsayımını bir nebze de olsa destekler nitelikte olduğu değerlendirilmiştir.

Çizelge 6.1. Arazi-1'e ait bazı zemin parametreleri

Özellik		Değer
Arazinin yer aldığı bölge		İzmit
Basit zemin tanımı (zemin oluşumu, jeolojik kökeni)		Alüvyon (Qa)
Numune alınan derinlik (m)		5,50 – 6,00
Yeraltı su seviyesi (YASS) (m)		4,3
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin üstünde)		18,80
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin altında)		18,98
Özgül ağırlık, G_s (tahmini)		2,65
Doğal su içeriği, W_0 (%)		27,1
Arazi boşluk oranı, e_0		0,740
Likit Limit, LL (%)		43,0
Plastisite İndisi, PI (%)		21,5
Doygunluk derecesi, S_r (%)		97,0
Zemin sınıfı (TS EN ISO 14688-2)		CIM
Efektif zemin basıncı (numune alınan derinlikteki), P'_0 (kN/m ²)		94,1
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)		130,0
Aşırı konsolidasyon oranı, OCR (AKO)		1,4
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)		35,9
Ön konsolidasyon durumu		OC
Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$		0,182
Sıkışma indisi (Lab.), $(C_c)_{lab}$		0,147
Tekrar sıkışma indisi, C_r		0,018
Hacimsel sıkışma katsayısı, m_v (m ² /MN)	50 – 100 kPa için	0,29732
	100 – 200 kPa için	0,19871
	200 – 400 kPa için	0,12689



Şekil 6.1. Arazi-1 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli

Arazi-1'den elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)'ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri Çizelge 6.2'de sunulmuştur. Çizelge 6.2'deki, konsolidasyon oturmasının hesaplanması için tasarlanan hayali tabakalara karşılık gelen SPT sayıları sondaj logundan okunarak alınmıştır.

Çizelge 6.2. Arazi-1’den elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)’ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri

Tabaka No	Tabaka kalınlığı (m)	Tabakanın alt-üst derinliği (m)	SPT- N_{72}	SPT- N_{60}	f_2	m_v (m^2/MN)
1	0,4	2,50 – 2,90	6	7	500	0,28571
2	0,4	2,90 – 3,30	7	8	500	0,25000
3	0,4	3,30 – 3,70	8	10	500	0,20000
4	0,4	3,70 – 4,10	8	10	500	0,20000
5	0,4	4,10 – 4,50	7	8	500	0,25000
6	0,4	4,50 – 4,90	7	8	500	0,25000
7	0,6	4,90 – 5,50	7	8	500	0,25000
8	0,6	5,50 – 6,10	7	8	500	0,25000
9	0,6	6,10 – 6,70	7	8	500	0,25000
10	0,6	6,70 - 7,30	6	7	500	0,28571
11	0,6	7,30 - 7,90	5	6	500	0,33333
12	0,6	7,90 - 8,50	6	7	500	0,28571
13	1,0	8,50 - 9,50	8	10	500	0,20000
14	1,0	9,50 - 10,50	9	11	500	0,18182
15	1,0	10,50 - 11,50	10	12	500	0,16667
16	1,0	11,50 - 12,50	9	11	500	0,18182
17	1,0	12,50 - 13,50	8	10	500	0,20000
18	1,0	13,50 - 14,50	6	7	500	0,28571
19	1,0	14,50 - 15,50	12	14	500	0,14286
20	1,4	15,50 - 16,90	12	14	500	0,14286
21	1,4	16,90 - 18,30	9	11	500	0,18182
22	1,4	18,30 - 19,70	10	12	500	0,16667
23	1,4	19,70 - 21,10	13	16	500	0,12500
24	1,4	21,10 - 22,50	16	19	500	0,10526
25	1,4	22,50 - 23,90	15	18	500	0,11111
26	1,4	23,90 - 25,30	18	22	500	0,09091
27	1,8	25,30 - 27,10	18	22	500	0,09091
28	1,8	27,10 - 28,90	19	23	500	0,08696
29	1,8	28,90 - 30,70	21	25	500	0,08000
30	1,8	30,70 - 32,50	22	26	500	0,07692

6.2. Arazi-2

Bu çalışma sahası Ankara İli, Bala İlçesi, Gülbağı-Gölbek köyü arazisi içinde yer almakta olup, bölge civarındaki zeminler genellikle Kuvaterner yaşlı göl çökellerinden (alüvyon) meydana gelmektedir. Zeminler genellikle hafif aşırıkonsolide siltli kil zeminlerden oluşmaktadır.

Arazi-2’de 20,5 m derinliğinde geoteknik etüt sondajı yapılmış olup, 3,00 – 3,50 ve 5,50 – 6,00 m olmak üzere iki farklı seviyeden UD numunesi alınmıştır. Çalışma sahasında 1,2 m derinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. SPT deneyleri halat-makara sistemine sahip bir makinayla yapılmış olup, bu sistemin enerji oranı %45 olarak kabul edilmiştir.

UD numunesi üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonucunda elde edilen zemin parametreleri toplu halde Çizelge 6.3’te, konsolidasyon deney sonuçları EK-3’te, oturma hesaplarına esas teşkil eden idealleştirilmiş arazi zemin modeli ise Şekil 6.2’de verilmiştir.

Sondaj derinliği 20,5 m’de bitmesine karşın, konsolidasyon oturması hesapları 32,5 m’ye (3B) kadar devam ettirilmiştir. 20 m’den sonraki zeminlerin mühendislik özelliklerinin 32,5 m’ye kadar değişmeden devam ettiği kabul edilmiştir.

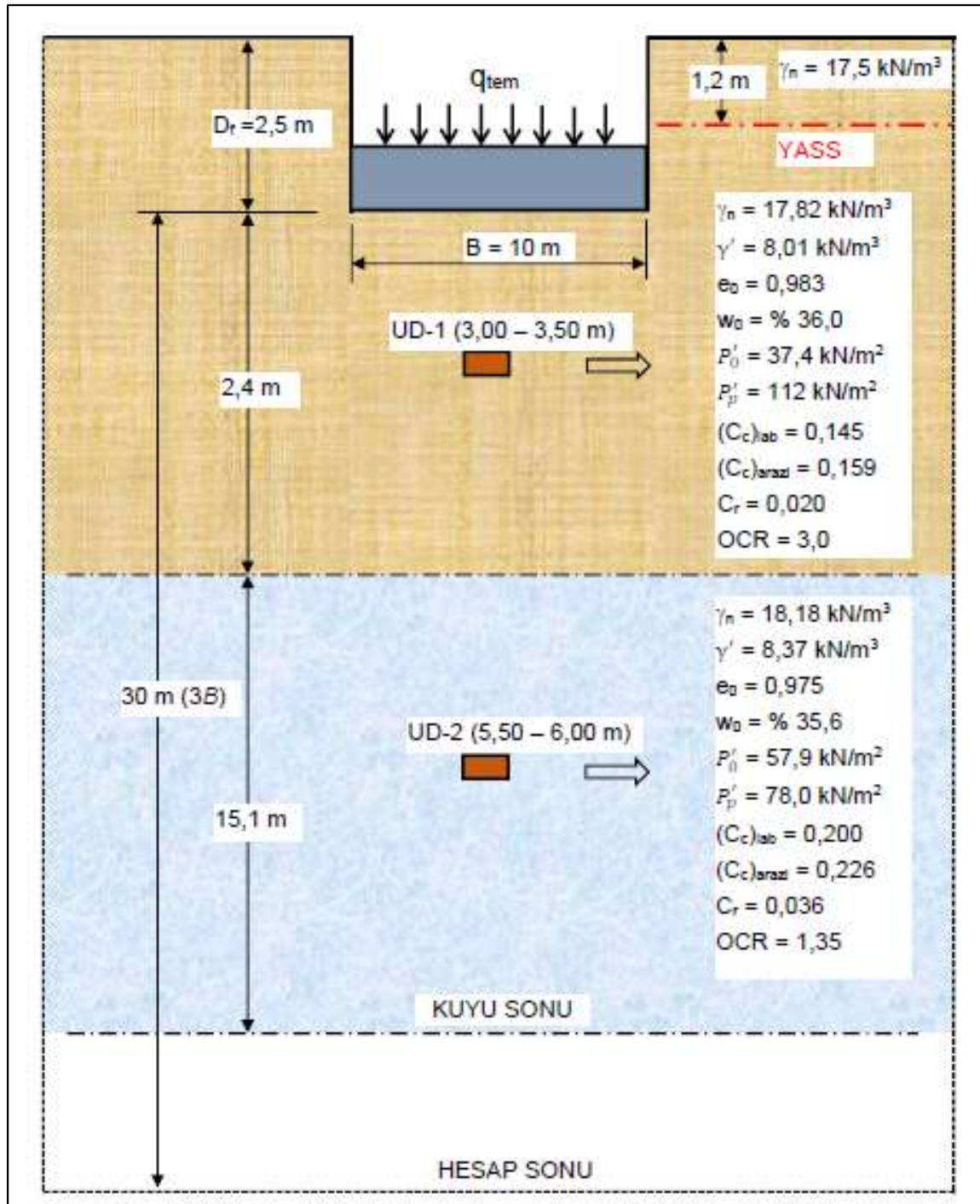
Çizelge 6.3. Arazi-2'ye ait bazı zemin parametreleri

Özellik		UD-1	UD-2
Arazinin yer aldığı bölge		Bala-Ankara	Bala-Ankara
Basit zemin tanımı (zemin oluşumu, jeolojik kökeni)		Alüvyon (Qa)	Alüvyon (Qa)
Numune alınan derinlik (m)		3,00 – 3,50	5,50 – 6,00
Yeraltı su seviyesi (YASS) (m)		1,2	1,2
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS'nin üstünde)		17,50	17,50
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS'nin altında)		17,82	18,18
Özgül ağırlık, G_s (tahmini)		2,65	2,70
Doğal su içeriği, W_0 (%)		36,0	35,6
Arazi boşluk oranı, e_0		0,983	0,975
Likit Limit, LL (%)		56,5	46,6
Plastisite İndisi, PI (%)		30,2	25,2
Doygunluk derecesi, S_r (%)		97,1	98,6
Zemin sınıfı (TS EN ISO 14688-2)		CH	CL
Efektif zemin basıncı (numune alınan derinlikteki), P'_0 (kN/m ²)		37,4	57,9
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)		112	78,0
Aşırı konsolidasyon oranı, OCR (AKO)		3,0	1,35
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)		74,6	20,1
Ön konsolidasyon durumu		OC	OC
Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$		0,159	0,226
Sıkışma indisi (Lab.), $(C_c)_{lab}$		0,145	0,200
Tekrar sıkışma indisi, C_r		0,020	0,036
Hacimsel sıkışma katsayısı, m_v (m ² /MN)	50 – 100 kPa için	0,26551	0,50229 ^a
	100 – 200 kPa için	0,19913	0,40994 ^b
	200 – 400 kPa için	0,11233	0,34293 ^c

a) 22 – 44 kPa gerilme aralığı için

b) 44 – 89 kPa gerilme aralığı için

c) 89 – 178 kPa gerilme aralığı için



Şekil 6.2. Arazi-2 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli

Arazi-2’den elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)’ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri Çizelge 6.2’de sunulmuştur. Çizelge 6.2’deki, konsolidasyon oturmasının hesaplanması için tasarlanan hayali tabakalara karşılık gelen SPT sayıları sondaj logundan okunarak alınmıştır. Sondaj verileri (inceleme derinliği) 20,5 metrede sona ermektedir. 20,5 metreden sonraki zeminlerin mühendislik özelliklerinin 32,5 m’ye kadar UD-2’den elde edilen mühendislik özellikleriyle aynı olduğu kabul edilmiştir.

Çizelge 6.4. Arazi-2'den elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)'ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri

Tabaka No	Tabaka kalınlığı (m)	Tabakanın alt-üst derinliği (m)	SPT-N ₄₅	SPT-N ₆₀	PI (%)	f_2	m_v (m ² /MN)
1	0,4	2,50 – 2,90	4	3	30,2	460	0,72464
2	0,4	2,90 – 3,30	5	4	30,2	460	0,54348
3	0,4	3,30 – 3,70	5	4	30,2	460	0,54348
4	0,4	3,70 – 4,10	6	5	30,2	460	0,43478
5	0,4	4,10 – 4,50	6	5	30,2	460	0,43478
6	0,4	4,50 – 4,90	6	5	25,2	480	0,41667
7	0,6	4,90 – 5,50	6	5	25,2	480	0,41667
8	0,6	5,50 – 6,10	7	5	25,2	480	0,41667
9	0,6	6,10 – 6,70	7	5	25,2	480	0,41667
10	0,6	6,70 – 7,30	7	5	25,2	480	0,41667
11	0,6	7,30 – 7,90	7	5	25,2	480	0,41667
12	0,6	7,90 – 8,50	8	6	25,2	480	0,34722
13	1,0	8,50 – 9,50	9	7	25,2	480	0,29762
14	1,0	9,50 – 10,50	9	7	25,2	480	0,29762
15	1,0	10,50 – 11,50	9	7	25,2	480	0,29762
16	1,0	11,50 – 12,50	9	7	25,2	480	0,29762
17	1,0	12,50 – 13,50	11	8	25,2	480	0,26042
18	1,0	13,50 – 14,50	12	9	25,2	480	0,23148
19	1,0	14,50 – 15,50	14	11	25,2	480	0,18939
20	1,4	15,50 – 16,90	12	9	25,2	480	0,23148
21	1,4	16,90 – 18,30	14	11	25,2	480	0,18939
22	1,4	18,30 – 19,70	16	12	25,2	480	0,17361
23	1,4	19,70 – 21,10	16	12	25,2	480	0,17361
24	1,4	21,10 – 22,50	16	12	25,2	480	0,17361
25	1,4	22,50 – 23,90	16	12	25,2	480	0,17361
26	1,4	23,90 – 25,30	16	12	25,2	480	0,17361
27	1,8	25,30 – 27,10	16	12	25,2	480	0,17361
28	1,8	27,10 – 28,90	16	12	25,2	480	0,17361
29	1,8	28,90 – 30,70	16	12	25,2	480	0,17361
30	1,8	30,70 – 32,50	16	12	25,2	480	0,17361

Not: Sondajın sonladığı derinlikteki SPT sayısının 30,5 m'ye kadar değişmeden devam ettiği kabul edilmiştir. Çizelgede gri tonla verilen bölgedeki SPT sayıları bu kabule dayanan verileri göstermektedir.

6.3. Arazi-3

Bu çalışma sahası yine Ankara İli, Bala İlçesi, Gülbağı-Gölbek köyü arazisi içinde yer almakta olup, arazi-2 verilerinin elde edildiği sondaj lokasyona yaklaşık 100 m'lik bir mesafede yapılan sondajdan elde edilmiş verilerdir. Bu ölçüde yakınlıktaki sondaj verilerini kullanmamızın nedeni benzer özellikteki zeminlerden elde edilecek konsolidasyon hesaplarının da kıyaslanabilmesini sağlamaktır. Bölge civarındaki zeminler genellikle Kuvaterner yaşlı göl çökellerinden (alüvyon) meydana gelmektedir. Zeminler genellikle hafif aşırı konsolide siltli kil zeminlerden oluşmaktadır.

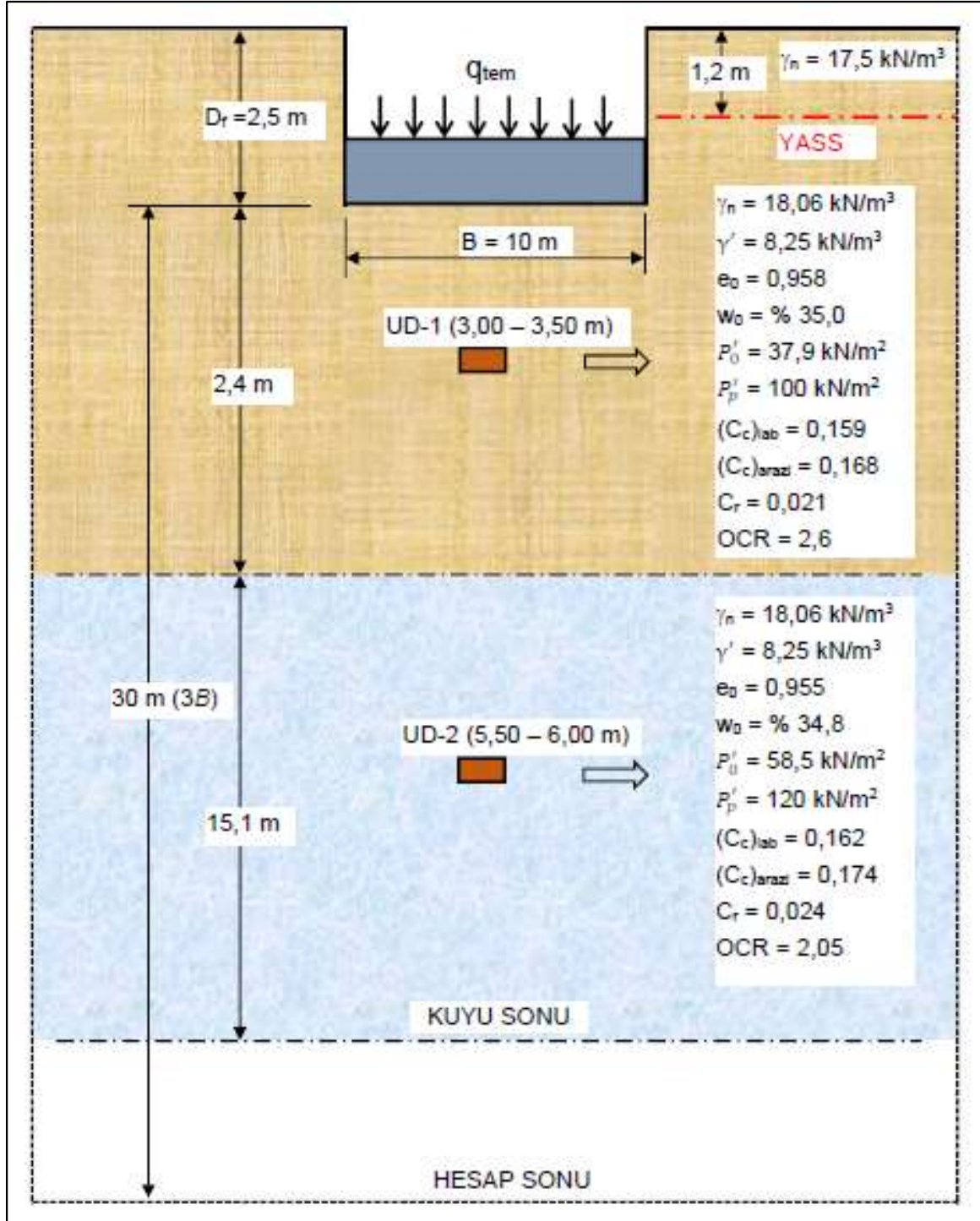
Arazi-3'te 20,5 m derinliğinde geoteknik etüt sondajı yapılmış olup, 3,00 – 3,50 ve 5,50 – 6,00 m olmak üzere iki farklı seviyeden UD numunesi alınmıştır. Çalışma sahasında 1,2 m derinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. SPT deneyleri halat-makara sistemine sahip bir makinayla yapılmış olup, bu sistemin enerji oranı %45 olarak kabul edilmiştir.

UD numunesi üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonucunda elde edilen zemin parametreleri toplu halde Çizelge 6.5'te, konsolidasyon deney sonuçları EK-3'te, oturma hesaplarına esas teşkil eden idealleştirilmiş arazi zemin modeli ise Şekil 6.3'te verilmiştir.

Sondaj derinliği 20,5 m'de bitmesine karşın, konsolidasyon oturması hesapları 32,5 m'ye (3B) kadar devam ettirilmiştir. 20 m'den sonraki zeminlerin mühendislik özelliklerinin 32,5 m'ye kadar değişmeden devam ettiği kabul edilmiştir.

Çizelge 6.5. Arazi-3'e ait bazı zemin parametreleri

Özellik		UD-1	UD-2
Arazinin yer aldığı bölge		Bala-Ankara	Bala-Ankara
Basit zemin tanımı (zemin oluşumu, jeolojik kökeni)		Alüvyon (Qa)	Alüvyon (Qa)
Numune alınan derinlik (m)		3,00 – 3,50	5,50 – 6,00
Yeraltı su seviyesi (YASS) (m)		1,2	1,2
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS'nin üstünde)		17,5	17,5
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS'nin altında)		18,06	18,06
Özgül ağırlık, G_s (tahmini)		2,67	2,67
Doğal su içeriği, W_0 (%)		35,0	34,8
Arazi boşluk oranı, e_0		0,958	0,955
Likit Limit, LL (%)		66,2	62,9
Plastisite İndisi, PI (%)		38,9	32,8
Doygunluk derecesi, S_r (%)		97,6	97,4
Zemin sınıfı (TS EN ISO 14688-2)		CH	CH
Efektif zemin basıncı (numune alınan derinlikteki), P'_0 (kN/m ²)		37,9	58,5
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)		100	120
Aşırı konsolidasyon oranı, OCR (AKO)		2,6	2,0
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)		62,1	61,5
Ön konsolidasyon durumu		OC	OC
Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$		0,168	0,174
Sıkışma indisi (Lab.), $(C_c)_{lab}$		0,159	0,162
Tekrar sıkışma indisi, C_r		0,021	0,024
Hacimsel sıkışma katsayısı, m_v (m ² /MN)	50 – 100 kPa için	0,21445	0,16339
	100 – 200 kPa için	0,22977	0,21445
	200 – 400 kPa için	0,12510	0,12765



Şekil 6.3. Arazi-3 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli

Çizelge 6.6. Arazi-3'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)'ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri

Tabaka No	Tabaka kalınlığı (m)	Tabakanın alt-üst derinliği (m)	SPT-N ₄₅	SPT-N ₆₀	PI (%)	f_2	m_v (m ² /MN)
1	0,4	2,50 – 2,90	5	4	38,9	440	0,56818
2	0,4	2,90 – 3,30	5	4	38,9	440	0,56818
3	0,4	3,30 – 3,70	5	4	38,9	440	0,56818
4	0,4	3,70 – 4,10	5	4	38,9	440	0,56818
5	0,4	4,10 – 4,50	5	4	38,9	440	0,56818
6	0,4	4,50 – 4,90	5	4	38,9	440	0,56818
7	0,6	4,90 – 5,50	6	5	32,8	450	0,44444
8	0,6	5,50 – 6,10	7	5	32,8	450	0,44444
9	0,6	6,10 – 6,70	7	5	32,8	450	0,44444
10	0,6	6,70 - 7,30	8	6	32,8	450	0,37037
11	0,6	7,30 - 7,90	8	6	32,8	450	0,37037
12	0,6	7,90 - 8,50	8	6	32,8	450	0,37037
13	1,0	8,50 - 9,50	8	6	32,8	450	0,37037
14	1,0	9,50 - 10,50	9	7	32,8	450	0,31746
15	1,0	10,50 - 11,50	10	8	32,8	450	0,27778
16	1,0	11,50 - 12,50	10	8	32,8	450	0,27778
17	1,0	12,50 - 13,50	10	8	32,8	450	0,27778
18	1,0	13,50 - 14,50	10	8	32,8	450	0,27778
19	1,0	14,50 - 15,50	10	8	32,8	450	0,27778
20	1,4	15,50 - 16,90	11	8	32,8	450	0,27778
21	1,4	16,90 - 18,30	13	10	32,8	450	0,22222
22	1,4	18,30 - 19,70	14	11	32,8	450	0,20202
23	1,4	19,70 - 21,10	15	11	32,8	450	0,20202
24	1,4	21,10 - 22,50	15	11	32,8	450	0,20202
25	1,4	22,50 - 23,90	15	11	32,8	450	0,20202
26	1,4	23,90 - 25,30	15	11	32,8	450	0,20202
27	1,8	25,30 - 27,10	15	11	32,8	450	0,20202
28	1,8	27,10 - 28,90	15	11	32,8	450	0,20202
29	1,8	28,90 - 30,70	15	11	32,8	450	0,20202
30	1,8	30,70 - 32,50	15	11	32,8	450	0,20202

Not: Sondajın sonladığı derinlikteki SPT sayısının 30,5 m'ye kadar değişmeden devam ettiği kabul edilmiştir. Çizelgede gri tonla verilen bölgedeki SPT sayıları bu kabule dayanan verileri göstermektedir

6.4. Arazi-4

Bu çalışma sahası Ankara İli, Etimesgut İlçesi, Eryaman Mahallesi sınırları içinde yer almakta olup, sahanın özellikle orta kesimleri bataklık görünümünde olup yüzeyinde sazlıklar bulunmaktadır. Yüzeyden itibaren Ankara Çayının küçük bir kolunu oluşturan çakıllı kumlu oldukça yumuşak plastik killi birimlerden oluşan kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer almaktadır. Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerin kalınlıkları çalışma sahasında oldukça değişkenlik göstermekte olup yaklaşık 4 ile 13.5 metre arasında değişmektedir.

Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerin hemen altında, açık kahverengi, sarımsı, kızılımsı, kalker konkresyonlu, yer yer kum ve çakıl bantları içeren, siltli killi Pliyosen yaşlı literatürde Ankara kili olarak da bilinen Gölbaşı formasyonu yer almaktadır. Zeminler genellikle hafif aşırı konsolide siltli kil zeminlerden oluşmaktadır

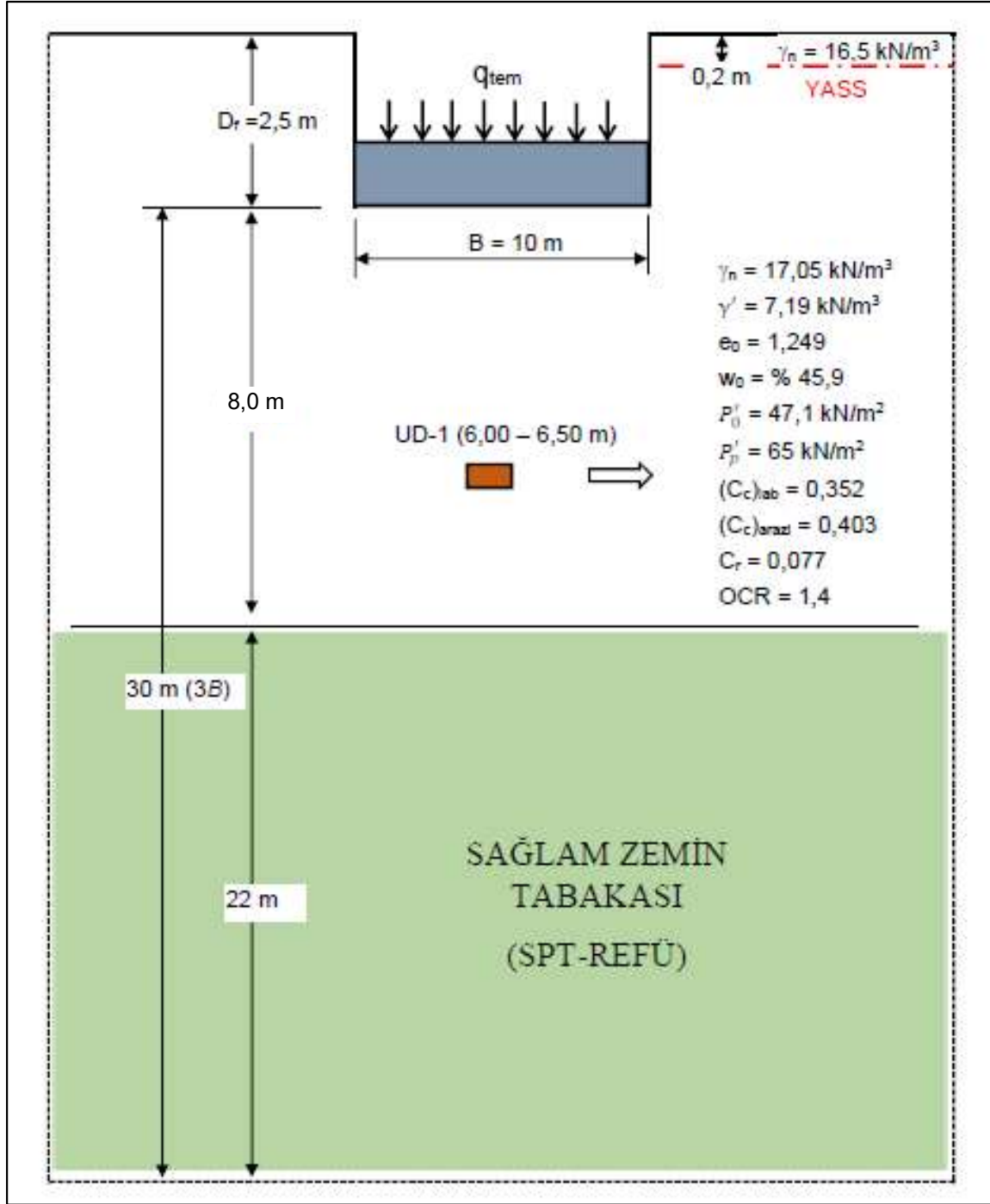
Arazi-4'te 20,5 m derinliğinde geoteknik etüt sondajı yapılmış olup, 6,00 – 6,50 m seviyesinden UD numunesi alınmıştır. Çalışma sahasında 0,2 m derinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. SPT deneyleri halat-makara sistemine sahip bir makinayla yapılmış olup, bu sistemin enerji oranı %45 olarak kabul edilmiştir.

UD numunesi üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonucunda elde edilen zemin parametreleri toplu halde Çizelge 6.7'de, konsolidasyon deney sonuçları EK-3'te, oturma hesaplarına esas teşkil eden idealleştirilmiş arazi zemin modeli ise Şekil 6.4'te verilmiştir.

Sondaj logları incelendiğinde 10,50 m'den sonra SPT'nin refü verdiği ve sağlam zemin tabakasına geçildiği tespit edilmiş olup sağlam zeminde oturma gerçekleşmeyeceği öngörüldüğü için 10,50 m'de oturma hesaplarına son verilmiştir.

Çizelge 6.7. Arazi-4'e ait bazı zemin parametreleri

Özellik		UD-1
Arazinin yer aldığı bölge		Eryaman-Ankara
Basit zemin tanımı (zemin oluşumu, jeolojik kökeni)		Alüvyon (Qa)
Numune alınan derinlik (m)		6,00 – 6,50
Yeraltı su seviyesi (YASS) (m)		0,2
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin üstünde)		16,5
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin altında)		17,05
Özgül ağırlık, G_s (tahmini)		2,68
Doğal su içeriği, W_0 (%)		45,9
Arazi boşluk oranı, e_0		1,249
Likit Limit, LL (%)		57,8
Plastisite İndisi, PI (%)		30,0
Doygunluk derecesi, S_r (%)		98,4
Zemin sınıfı (TS EN ISO 14688-2)		MH
Efektif zemin basıncı (numune alınan derinlikteki), P'_0 (kN/m ²)		47,1
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)		65
Aşırı konsolidasyon oranı, OCR (AKO)		1,4
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)		17,9
Ön konsolidasyon durumu		OC
Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$		0,403
Sıkışma indisi (Lab.), $(C_c)_{lab}$		0,352
Tekrar sıkışma indisi, C_r		0,077
Hacimsel sıkışma katsayısı, m_v (m ² /MN)	50 – 100 kPa için	0,54191
	100 – 200 kPa için	0,73011
	200 – 400 kPa için	0,46049
	400 – 800 kPa için	0,23592



Şekil 6.4. Arazi-4 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli

Çizelge 6.8. Arazi-4'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)'ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri

Tabaka No	Tabaka kalınlığı (m)	Tabakanın alt-üst derinliği (m)	SPT-N ₄₅	SPT-N ₆₀	PI (%)	f_2	m_v (m ² /MN)
1	0,4	2,50 – 2,90	9	7	30,0	460	0,31056
2	0,4	2,90 – 3,30	9	7	30,0	460	0,31056
3	0,4	3,30 – 3,70	9	7	30,0	460	0,31056
4	0,4	3,70 – 4,10	8	6	30,0	460	0,36232
5	0,4	4,10 – 4,50	8	6	30,0	460	0,36232
6	0,4	4,50 – 4,90	8	6	30,0	460	0,36232
7	0,6	4,90 – 5,50	8	6	30,0	460	0,36232
8	0,6	5,50 – 6,10	8	6	30,0	460	0,36232
9	0,6	6,10 – 6,70	8	6	30,0	460	0,36232
10	0,6	6,70 - 7,30	8	6	30,0	460	0,36232
11	0,6	7,30 - 7,90	8	6	30,0	460	0,36232
12	0,6	7,90 - 8,50	8	6	30,0	460	0,36232
13	1,0	8,50 - 9,50	13	10	30,0	460	0,21739
14	1,0	9,50 - 10,50	35	26	30,0	460	0,08361
15	1,0	10,50 - 11,50	SPT-REFÜ				
16	1,0	11,50 - 12,50					
17	1,0	12,50 - 13,50					
18	1,0	13,50 - 14,50					
19	1,0	14,50 - 15,50					
20	1,4	15,50 - 16,90					
21	1,4	16,90 - 18,30					
22	1,4	18,30 - 19,70					
23	1,4	19,70 - 21,10					
24	1,4	21,10 - 22,50					
25	1,4	22,50 - 23,90					
26	1,4	23,90 - 25,30					
27	1,8	25,30 - 27,10					
28	1,8	27,10 - 28,90					
29	1,8	28,90 - 30,70					
30	1,8	30,70 - 32,50					

6.5. Arazi-5

Bu çalışma sahası yine Ankara İli, Etimesgut İlçesi, Eryaman Mahallesi sınırları içinde yer almakta olup, zemin-4 verilerinin elde edildiği sondaj lokasyona yaklaşık 150 m'lik bir mesafede yapılan sondajdan elde edilmiş verilerdir. Bu ölçüde yakınlıktaki sondaj verilerini kullanmamızın nedeni benzer özellikteki zeminlerden elde edilecek konsolidasyon hesaplarının da kıyaslanabilmesini sağlamaktır.

Yüzeyden itibaren Ankara Çayının küçük bir kolunu oluşturan çakıllı kumlu oldukça yumuşak plastik killi birimlerden oluşan kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer almaktadır. Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerin kalınlıkları çalışma sahasında oldukça değişkenlik göstermekte olup yaklaşık 4 ile 13.5 metre arasında değişmektedir.

Kuvaterner yaşlı alüvyon birimlerin hemen altında, açık kahverengi, sarımsı, kıvılcımsı, kalker konkresyonlu, yer yer kum ve çakıl bantları içeren, siltli killi Pliyosen yaşlı literatürde Ankara kili olarak da bilinen Gölbaşı formasyonu yer almaktadır. Zeminler genellikle hafif aşırı konsolide siltli kil zeminlerden oluşmaktadır

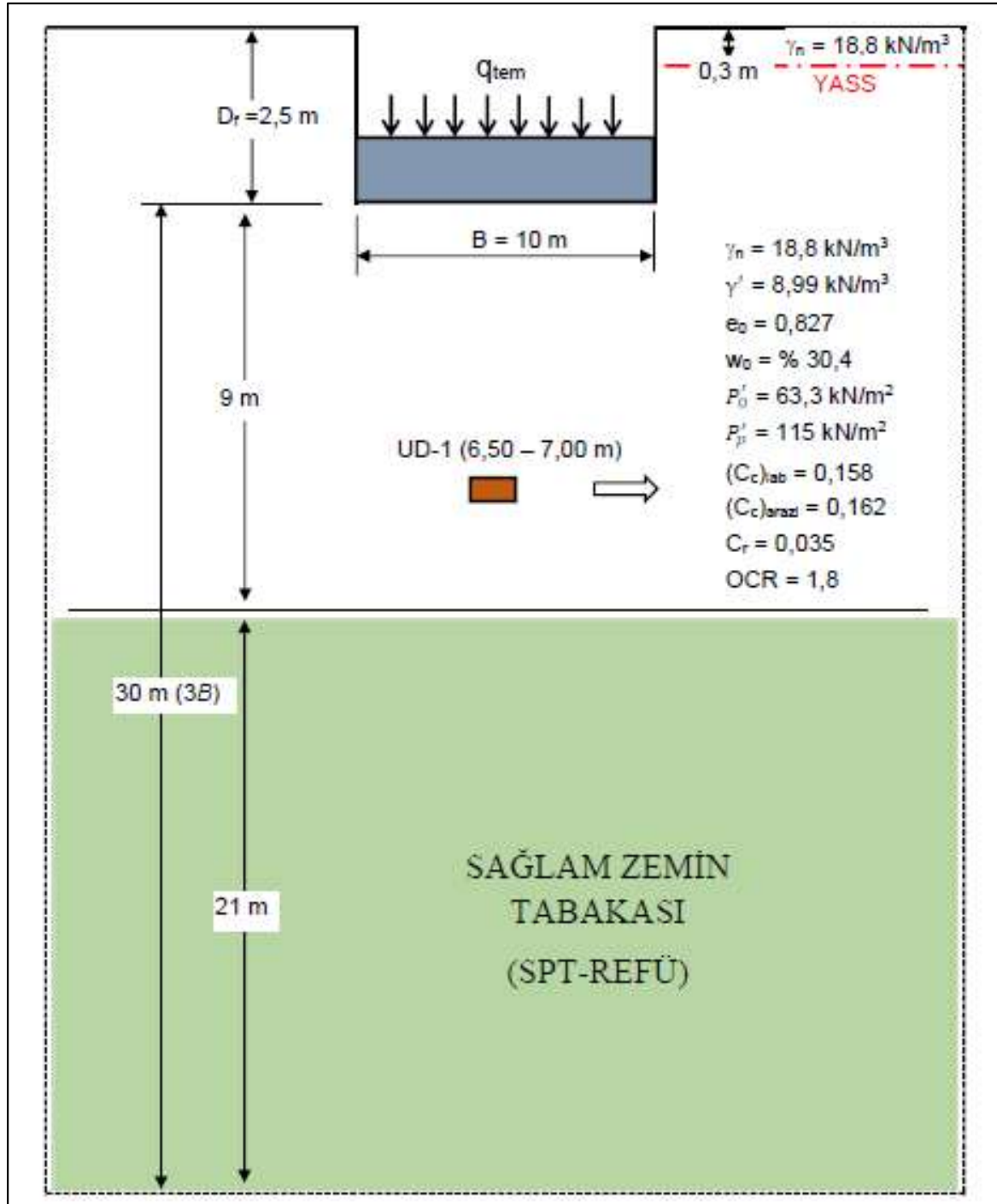
Arazi-4'te 20,5 m derinliğinde geoteknik etüt sondajı yapılmış olup, 6,50 – 7,00 m seviyeden UD numunesi alınmıştır. Çalışma sahasında 0,3 m derinde yeraltı suyuna rastlanmıştır. SPT deneyleri halat-makara sistemine sahip bir makinayla yapılmış olup, bu sistemin enerji oranı %45 olarak kabul edilmiştir.

UD numunesi üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonucunda elde edilen zemin parametreleri toplu halde Çizelge 6.9'da, konsolidasyon deney sonuçları EK-3'te, oturma hesaplarına esas teşkil eden idealleştirilmiş arazi zemin modeli ise Şekil 6.5'de verilmiştir.

Sondaj logları incelendiğinde 10,50 m'den sonra SPT'nin refü verdiği ve sağlam zemin tabakasına geçildiği tespit edilmiş olup sağlam zeminde oturma gerçekleşmeyeceği öngörüldüğü için 10,50 m'de oturma hesaplarına son verilmiştir.

Çizelge 6.9. Arazi-5'e ait bazı zemin parametreleri

Özellik		UD-1
Arazinin yer aldığı bölge		Eryaman-Ankara
Basit zemin tanımı (zemin oluşumu, jeolojik kökeni)		Alüvyon (Qa)
Numune alınan derinlik (m)		6,50 – 7,00
Yeraltı su seviyesi (YASS) (m)		0,3
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin üstünde)		17,0
Doğal birim hacim ağırlık, γ_n (kN/m ³) (YASS’nin altında)		18,75
Özgül ağırlık, G_s (tahmini)		2,68
Doğal su içeriği, W_0 (%)		30,4
Arazi boşluk oranı, e_0		0,827
Likit Limit, LL (%)		49,3
Plastisite İndisi, PI (%)		27,0
Doygunluk derecesi, S_r (%)		98,4
Zemin sınıfı (TS EN ISO 14688-2)		SC
Efektif zemin basıncı (numune alınan derinlikteki), P'_0 (kN/m ²)		62,8
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)		122
Aşırı konsolidasyon oranı, OCR (AKO)		1,9
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)		59,2
Ön konsolidasyon durumu		OC
Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$		0,165
Sıkışma indisi (Lab.), $(C_c)_{lab}$		0,158
Tekrar sıkışma indisi, C_r		0,035
Hacimsel sıkışma katsayısı, m_v (m ² /MN)	50 – 100 kPa için	0,13815
	100 – 200 kPa için	0,18320
	200 – 400 kPa için	0,17519
	400 – 800 kPa için	0,13014



Şekil 6.5. Arazi-5 için oturma hesaplarında kullanılmak üzere idealleştirilmiş zemin modeli

Çizelge 6.10. Arazi-5'ten elde edilen SPT sayıları ve Stroud (1974)'ün bağıntısıyla bu SPT sayılarından hesaplanan m_v değerleri

Tabaka No	Tabaka kalınlığı (m)	Tabakanın alt-üst derinliği (m)	SPT-N ₄₅	SPT-N ₆₀	PI (%)	f_2	m_v (m ² /MN)
1	0,4	2,50 – 2,90	7	5	27,0	470	0,42553
2	0,4	2,90 – 3,30	7	5	27,0	470	0,42553
3	0,4	3,30 – 3,70	8	6	27,0	470	0,35461
4	0,4	3,70 – 4,10	8	6	27,0	470	0,35461
5	0,4	4,10 – 4,50	9	7	27,0	470	0,30395
6	0,4	4,50 – 4,90	9	7	27,0	470	0,30395
7	0,6	4,90 – 5,50	10	8	27,0	470	0,26596
8	0,6	5,50 – 6,10	10	8	27,0	470	0,26596
9	0,6	6,10 – 6,70	11	8	27,0	470	0,26596
10	0,6	6,70 - 7,30	11	8	27,0	470	0,26596
11	0,6	7,30 - 7,90	12	9	27,0	470	0,23641
12	0,6	7,90 - 8,50	14	11	27,0	470	0,19342
13	1,0	8,50 - 9,50	16	12	27,0	470	0,17730
14	1,0	9,50 - 10,50	25	19	27,0	470	0,11198
15	1,0	10,50 - 11,50	41	31	27,0	470	0,06863
16	1,0	11,50 - 12,50	SPT-REFÜ				
17	1,0	12,50 - 13,50					
18	1,0	13,50 - 14,50					
19	1,0	14,50 - 15,50					
20	1,4	15,50 - 16,90					
21	1,4	16,90 - 18,30					
22	1,4	18,30 - 19,70					
23	1,4	19,70 - 21,10					
24	1,4	21,10 - 22,50					
25	1,4	22,50 - 23,90					
26	1,4	23,90 - 25,30					
27	1,8	25,30 - 27,10					
28	1,8	27,10 - 28,90					
29	1,8	28,90 - 30,70					
30	1,8	30,70 - 32,50					

7. HESAPLAMALAR

7.1. Temel Temas Basıncının Hesaplanması

Bütün kolon yükleri toplanarak yapıdan zemine aktarılan basınç (temel temas basıncı), q_{tem} aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Eş. 5.1).

Kolon yükleri + temel ağırlığı toplanıp temel alanına bölünerek

$$q_{tem} = \frac{G + Q + W_f}{A} \quad (7.1)$$

Bu bağıntıda;

G : Yapıdan gelen sabit yükler,

Q : Yapıdan gelen hareketli yükler,

W_f : Temelin öz ağırlığı

A : Radye temelin alanı

$$q_{tem} = \frac{G+Q+W_f}{A} = \frac{15672 \text{ kN}}{165 \text{ m}^2} = 95,0 \text{ kN/m}^2$$

7.2. Net Temas Basıncının Hesaplanması

Net temas basıncı yeraltı su seviyesine bağlı olduğu için araziden araziye değişim göstermektedir. Aşağıda Arazi-2 için hesaplanan net temas basıncı verilmiş olup diğer araziler için de benzer şekilde hesaplanmıştır.

$$q_{net} = q_{tem} - q_{zem} = 95,0 \text{ kN/m}^2 - 31,4 \text{ kN/m}^2 = 63,6 \text{ kN/m}^2$$

7.3. Konsolidasyon Oturmasının Hesaplanması

Aşağıda örnek olarak sadece Arazi-1'in 1 No'lu tabakasının oturma hesabı verilmiştir. Diğer analizler ve diğer tabakaların oturma hesabı benzer şekilde Microsoft Excel çalışma sayfası kullanılarak yapılmıştır. Bu Excel çalışma sayfasının girdi parametrelerinin yazıldığı hücreler Çizelge 7.1'de, hesap sayfası ise Çizelge 7.2'de verilmiştir. Diğer analizlerin

konsolidasyon oturmasının hesaplandığı Excel çalışma sayfalarının görüntüleri sırasıyla Çizelge 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, 7.10'da verilmiştir.

7.3.1. Arazi-1 için arazi sıkışma doğrusunun eğiminden hesaplanan C_c değerleri kullanılarak yapılan konsolidasyon oturması hesabı (Yöntem-1)

1 No'lu Tabaka için oturma hesabı;

Z_{i1} = tabakanın orta noktasının temel derinliğinden itibaren derinliği = 0,2 m

$$m_1 = B/Z_{i1} = (10/2)/0,2 = 25$$

$$n_1 = L/Z_{i1} = (16,5/2)/0,2 = 41,25$$

elde edilen m_1 ve n_1 değerleri kullanılarak Eş. 3.2 ile hesaplan değer 4 ile çarpıldığında sonuç $4 \times I_{c1} = 0,99997$ 'dir.

$$\Delta P_1 = q_{net} \times I_{c1} = 48,0 \times 0,99997 = 48,0 \text{ kPa}$$

Tabakanın orta noktasının yüzeyden itibaren derinliği = 2,7 m

Tabakanın orta noktasının temel yükü gelmeden önceki gerilmesi (bu nokta yeraltı su seviyesinin altında ise yer altı su seviyesinin altı ve üstündeki mesafeler ve birim hacim ağırlıklar dikkate alınarak hesap yapılmalıdır.),

$$P_{ilk1} = (2,7 \times 18,8) = 50,8 \text{ kPa}$$

Tabakanın orta noktasının temel yükü geldikten sonraki gerilmesi,

$$P'_{son1} = \Delta P_1 + P'_{ilk1} = 48,0 + 50,8 = 98,7 \text{ kPa}$$

Tabakanın orta noktasındaki ön konsolidasyon basıncı

$$P_{p1} = P_f + P'_{ilk1} = 35,9 + 50,8 = 86,6 \text{ kPa}$$

$P'_{ilk1} < P_{p1} < P'_{son1}$ olduğundan III. Durum söz konusudur.

$$(\delta_c)_{nihai1} = \left[\frac{C_r}{1+e_0} H1 \log \left(\frac{P_{p1}}{P'_{ilk1}} \right) + \frac{C_c}{1+e_0} H1 \log \left(\frac{P'_{son1}}{P_{p1}} \right) \right] \times 1000 =$$

$$\left[0,010 \times 0,40 \times \log \left(\frac{86,6}{50,8} \right) + 0,105 \times 0,40 \times \log \left(\frac{98,7}{86,6} \right) \right] \times 1000 = 3,3 \text{ mm}$$

Bütün tabakalar için bu hesap adımları uygulandıktan sonra bütün tabakalardaki oturmalar toplanarak toplam nihai oturma elde edilmektedir.

7.3.2. Arazi-1 için laboratuvar e-logP doğrusunun son yükleme adımından hesaplanan C_c değerleri kullanılarak elde edilen konsolidasyon hesabı (Yöntem-2)

Arazi sıkışma doğrusunun eğiminden hesaplanan C_c değerleri (yöntem 1) kullanılarak elde edilen konsolidasyon hesabı yapılan hesapların hepsi aynen burada da kullanıldığından tekrar açıklanmamıştır. Burada farklı olan tabakadaki oturma miktarı hesaplanırken laboratuvar e-logP doğrusunun son yükleme adımından hesaplanan C_c değerleri kullanılmıştır.

$P'_{ilk1} < P_{p1} < P'_{son1}$ olduğundan III. Durum söz konusudur.

$$(\delta_c)_{nihai1} = \left[\frac{C_r}{1+e_0} H1 \log \left(\frac{P_{p1}}{P'_{ilk1}} \right) + \frac{C_c}{1+e_0} H1 \log \left(\frac{P'_{son1}}{P_{p1}} \right) \right] \times 1000 =$$

$$\left[0,010 \times 0,40 \times \log \left(\frac{86,6}{50,8} \right) + 0,084 \times 0,40 \times \log \left(\frac{98,7}{86,6} \right) \right] \times 1000 = 2,9 \text{ mm}$$

Bütün tabakalar için bu hesap adımları uygulandıktan sonra bütün tabakalardaki oturmalar toplanarak toplam nihai oturma elde edilmektedir.

7.3.3. Arazi-1 için gerilme artışına göre seçilmiş m_v değerleri kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-3)

$P_{ilk1} = 50,8 \text{ kPa}$ ve $P'_{son1} = 98,7 \text{ kPa}$ olarak hesaplanmıştı. Bu iki gerilme aralığında sadece m_{v1} olduğundan bu M_v değeri oturma hesabında kullanılacaktır. Diğer tabakalarda ise bu gerilme aralıkları değişmekte olup birden fazla m_v değeri geçerli olduğunda bu m_v değerlerinin ortalamaları oturma hesabında kullanılmaktadır.

$$\Delta H_1 = (Mv_{ort1} \times \Delta P_1 \times H_1) = (0,29732 \times 48,0 \times 0,40) = 5,7 \text{ mm}$$

Bütün tabakalar için bu hesap adımları uygulandıktan sonra bütün tabakalardaki oturmalar toplanarak toplam nihai oturma elde edilmektedir.

7.3.4. Arazi-1 için tüm yükleme adımlarından elde edilen m_v değerlerinin aritmetik ortalaması kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-4)

Bu yöntemde ise elde edilmiş olan tüm m_v değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak elde edilen tek bir m_v değeri tüm tabakalarda sabit bir şekilde kullanılmaktadır.

$$M_{Vort} = \frac{M_{V1} + M_{V2} + M_{V3}}{3} = 0,20764 \text{ m}^2/\text{MN}$$

$$\Delta H_1 = (Mv_{ort} \times \Delta P_1 \times H_1) = (0,20764 \times 48,0 \times 0,40) = 4,0 \text{ mm}$$

Bütün tabakalar için bu hesap adımları uygulandıktan sonra bütün tabakalardaki oturmalar toplanarak toplam nihai oturma elde edilmektedir.

7.3.5. Arazi-1 için Stroud (1974)'ün görgül eşitliği ile hesaplanan m_v değerleri kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturması (Yöntem-5)

Bu yöntemde 1 no'lu tabakanın orta noktasının derinliğinin denk geldiği SPT değeri kullanılarak konsolidasyon oturması hesaplanmaktadır. Bu hesaplamada ilk adım olarak sondaj esnasında elde edilen SPT N_{72} değerine SPT N_{60} düzeltmesi aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

$$N_{60} = \frac{72}{60} \times N_{72} \text{ Darbe Sayısı} = \frac{72}{60} \times 6 = 7,2 \approx 7$$

Sonraki adımda Buzul zeminler için f_2 katsayısı ile plastisite indisi (PI) arasındaki ilişkiyi gösteren grafik (Stroud ve Butler, 1975) kullanılarak f_2 katsayısı 500 olarak elde edilmiştir.

Son olarak Stroud (1974) tarafından önerilen bir eşitlik (Eşitlik 6.5) ile hesaplanan M_v değerleri elde edilmiş ve (Eşitlik 6.4) ile bu tabakada gerçekleşen oturma miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

$$Mv_1 = 1/f_2 \times N_{60} = 1/500 \times 7,20 = 0,28571 \text{ m}^2/\text{MN}$$

$$\Delta H_1 = (Mv_1 \times \Delta P_1 \times H_1) = (0,28571 \times 48,0 \times 0,40) = 5,5 \text{ mm}$$

Bütün tabakalar için bu hesap adımları uygulandıktan sonra bütün tabakalardaki oturmalar toplanarak toplam nihai oturma elde edilmektedir.

Çizelge 7.2. Arazi-1 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Zemin Katmanları			Temelin merkezî altında, tabakanın orta noktasındaki gerilme artışı (formül için kaynak: Budhu)										Basıncılar			Arazi C _u ile (Yöntem-1)		Lab. C _u ile (Yöntem-2)		Seçilmiş m _v ile (Yöntem-3)		Ortalama m _v ile (Yöntem-4)		Stroud (1974) m _v ile (Yöntem-5)	
Tabaka No	Tabaka Kalınlığı, H _i (m)	Z _i (m)	D _i (m)	m (B/z)	n (L/z)	I _{köşe} (Boussinesq)	I _{merkez} (I _{köşe} x4)	ΔP (kPa) (q _{net} x L/m)	P' ₀ (kPa) (efektif)	P' _{son} (kPa) (P' ₀ + ΔP)	P _p (kPa)	Basıncı durumu	C _r / (1 + e ₀)	C _u / (1 + e ₀)	Oturma, S _i (mm)	C _u / (1 + e ₀)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)		
1	0,40	0,20	2,70	25,00	41,25	0,24999	0,99997	48,0	50,8	98,7	86,6	III	0,010	0,105	3,3	0,084	2,9	0,29732	5,7	0,20764	4,0	0,28571	5,5		
2	0,40	0,60	3,10	8,33	13,75	0,24980	0,99919	47,9	58,3	106,2	94,1	III	0,010	0,105	3,1	0,084	2,6	0,29732	5,7	0,20764	4,0	0,25000	4,8		
3	0,40	1,00	3,50	5,00	8,25	0,24908	0,99634	47,8	65,8	113,6	101,7	III	0,010	0,105	2,8	0,084	2,4	0,29732	5,7	0,20764	4,0	0,20000	3,8		
4	0,40	1,40	3,90	3,57	5,89	0,24759	0,99035	47,5	73,3	120,8	109,2	III	0,010	0,105	2,6	0,084	2,2	0,24802	4,7	0,20764	3,9	0,20000	3,8		
5	0,40	1,80	4,30	2,78	4,58	0,24514	0,98055	47,0	80,8	127,9	116,7	III	0,010	0,105	2,3	0,084	2,0	0,24802	4,7	0,20764	3,9	0,25000	4,7		
6	0,40	2,20	4,70	2,27	3,75	0,24166	0,96664	46,4	84,5	130,9	120,4	III	0,010	0,105	2,2	0,084	1,9	0,24802	4,6	0,20764	3,9	0,25000	4,6		
7	0,60	2,70	5,20	1,85	3,06	0,23591	0,94365	45,3	89,1	134,4	125,0	III	0,010	0,105	2,9	0,084	2,5	0,22060	6,0	0,20764	5,6	0,25000	6,8		
8	0,60	3,30	5,80	1,52	2,50	0,22722	0,90889	43,6	94,6	138,2	130,5	III	0,010	0,105	2,4	0,084	2,1	0,20510	5,4	0,20764	5,4	0,25000	6,5		
9	0,60	3,90	6,40	1,28	2,12	0,21705	0,86818	41,7	100,1	141,8	136,0	III	0,010	0,105	2,0	0,084	1,7	0,19871	5,0	0,20764	5,2	0,25000	6,2		
10	0,60	4,50	7,00	1,11	1,83	0,20591	0,82363	39,5	105,6	145,1	141,5	III	0,010	0,105	1,5	0,084	1,3	0,19871	4,7	0,20764	4,9	0,28571	6,8		
11	0,60	5,10	7,60	0,98	1,62	0,19429	0,77715	37,3	111,1	148,4	147,0	III	0,010	0,105	1,0	0,084	1,0	0,19871	4,4	0,20764	4,6	0,33333	7,5		
12	0,60	5,70	8,20	0,88	1,45	0,18257	0,73029	35,0	116,6	151,6	152,5	II	0,010	0,105	0,9	0,084	0,7	0,19871	4,2	0,20764	4,4	0,28571	6,0		
13	1,00	6,50	9,00	0,77	1,27	0,16729	0,66917	32,1	123,9	156,0	159,8	II	0,010	0,105	0,9	0,084	1,0	0,19871	6,4	0,20764	6,7	0,20000	6,4		
14	1,00	7,50	10,00	0,67	1,10	0,14932	0,59729	28,7	133,1	161,8	169,0	II	0,010	0,105	0,7	0,084	0,9	0,19871	5,7	0,20764	6,0	0,18182	5,2		
15	1,00	8,50	11,00	0,59	0,97	0,13300	0,53201	25,5	142,3	167,8	178,1	II	0,010	0,105	0,6	0,084	0,7	0,19871	5,1	0,20764	5,3	0,16667	4,3		
16	1,00	9,50	12,00	0,53	0,87	0,11846	0,47384	22,7	151,4	174,2	187,3	II	0,010	0,105	0,5	0,084	0,6	0,19871	4,5	0,20764	4,7	0,18182	4,1		
17	1,00	10,50	13,00	0,48	0,79	0,10565	0,42258	20,3	160,6	180,9	196,5	II	0,010	0,105	0,5	0,084	0,5	0,19871	4,0	0,20764	4,2	0,20000	4,1		
18	1,00	11,50	14,00	0,43	0,72	0,09443	0,37771	18,1	169,8	187,9	205,7	II	0,010	0,105	0,5	0,084	0,5	0,19871	3,6	0,20764	3,8	0,28571	5,2		
19	1,00	12,50	15,00	0,40	0,66	0,08464	0,33854	16,2	179,0	195,2	214,8	II	0,010	0,105	0,4	0,084	0,4	0,19871	3,2	0,20764	3,4	0,14286	2,3		
20	1,40	13,70	16,20	0,36	0,60	0,07452	0,29810	14,3	190,0	204,3	225,8	II	0,010	0,105	0,4	0,084	0,5	0,19871	4,0	0,20764	4,2	0,14286	2,9		
21	1,40	15,10	17,60	0,33	0,55	0,06463	0,25853	12,4	202,8	215,2	238,7	II	0,010	0,105	0,4	0,084	0,4	0,12689	2,2	0,20764	3,6	0,18182	3,2		
22	1,40	16,50	19,00	0,30	0,50	0,05642	0,22568	10,8	215,6	226,5	251,5	II	0,010	0,105	0,3	0,084	0,3	0,12689	1,9	0,20764	3,1	0,16667	2,5		
23	1,40	17,90	20,40	0,28	0,46	0,04957	0,19828	9,5	228,5	238,0	264,3	II	0,010	0,105	0,3	0,084	0,3	0,12689	1,7	0,20764	2,8	0,12500	1,7		
24	1,40	19,30	21,80	0,26	0,43	0,04382	0,17527	8,4	241,3	249,7	277,2	II	0,010	0,105	0,2	0,084	0,2	0,12689	1,5	0,20764	2,4	0,10526	1,2		
25	1,40	20,70	23,20	0,24	0,40	0,03896	0,15583	7,5	254,2	261,6	290,0	II	0,010	0,105	0,2	0,084	0,2	0,12689	1,3	0,20764	2,2	0,11111	1,2		
26	1,40	22,10	24,60	0,23	0,37	0,03483	0,13931	6,7	267,0	273,7	302,9	II	0,010	0,105	0,2	0,084	0,2	0,12689	1,2	0,20764	1,9	0,09091	0,9		
27	1,80	23,70	26,20	0,21	0,35	0,03083	0,12332	5,9	281,7	287,6	317,5	II	0,010	0,105	0,2	0,084	0,2	0,12689	1,4	0,20764	2,2	0,09091	1,0		
28	1,80	25,50	28,00	0,20	0,32	0,02707	0,10830	5,2	298,2	303,4	334,0	II	0,010	0,105	0,1	0,084	0,1	0,12689	1,2	0,20764	1,9	0,08696	0,8		
29	1,80	27,30	29,80	0,18	0,30	0,02394	0,09578	4,6	314,7	319,3	350,5	II	0,010	0,105	0,1	0,084	0,1	0,12689	1,0	0,20764	1,7	0,08000	0,7		
30	1,80	29,10	31,60	0,17	0,28	0,02131	0,08525	4,1	331,2	335,3	367,0	II	0,010	0,105	0,1	0,084	0,1	0,12689	0,9	0,20764	1,5	0,07692	0,6		
TOPLAM		30,0								KONSOLIDASYON OTURMASI (mm)				=	34	31	112			115		115			

Çizelge 7.4. Arazi-2 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Zemin Katmanları			Temelin merkezi altında, tabakanın orta noktasındaki gerilme artışı (formül için kaynak: Budhu)					Basınçlar				Arazi C _u ile (Yöntem-1)		Lab. C _u ile (Yöntem-2)		Seçilmiş m _v ile (Yöntem-3)		Ortalama m _v ile (Yöntem-4)		Stroud (1974) m _v ile (Yöntem-5)		
Tabaka No	Tabaka Kalınlığı, H _i (m)	Z _i (m)	D _i (m)	m (B ² /z)	n (L ² /z)	I _{köş} (Bousinesq q)	I _{merkez} (I _{köş} x4)	ΔP (kPa) (q _{net} x 4)	P _o (kPa) (efektif)	P _{son} (kPa) (P _o + ΔP)	P _p (kPa)	Basınç durumu	C _c / (1+e ₀)	Oturma, S _i (mm)	C _c / (1+e ₀)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)
1	0,40	0,20	2,70	25,00	41,25	0,24999	0,99997	63,6	33,0	96,6	107,6	II	0,010	0,080	0,073	1,9	0,26551	6,7	0,19232	4,9	0,72464	18,4
2	0,40	0,60	3,10	8,33	13,75	0,24980	0,99919	63,5	36,2	99,7	110,8	II	0,010	0,080	0,073	1,8	0,26551	6,7	0,19232	4,9	0,54348	13,8
3	0,40	1,00	3,50	5,00	8,25	0,24908	0,99634	63,3	39,4	102,7	114,0	II	0,010	0,080	0,073	1,7	0,26551	6,7	0,19232	4,9	0,54348	13,8
4	0,40	1,40	3,90	3,57	5,89	0,24759	0,99035	62,9	42,6	105,6	117,2	II	0,010	0,080	0,073	1,6	0,26551	6,7	0,19232	4,8	0,43478	10,9
5	0,40	1,80	4,30	2,78	4,58	0,24514	0,98055	62,3	45,8	108,1	120,4	II	0,010	0,080	0,073	1,5	0,26551	6,6	0,19232	4,8	0,43478	10,8
6	0,40	2,20	4,70	2,27	3,75	0,24166	0,96664	61,4	49,0	110,5	123,6	II	0,010	0,080	0,073	1,4	0,26551	6,5	0,19232	4,7	0,41667	10,2
7	0,60	2,70	5,20	1,85	3,06	0,23591	0,94365	60,0	54,5	114,5	127,7	III	0,018	0,114	0,101	12,7	0,38146	13,7	0,41839	15,1	0,41667	15,0
8	0,60	3,30	5,80	1,52	2,50	0,22722	0,90889	57,8	59,5	117,3	129,8	III	0,018	0,114	0,101	11,6	0,37713	12,3	0,41839	14,5	0,41667	14,4
9	0,60	3,90	6,40	1,28	2,12	0,21705	0,86818	55,2	64,5	119,7	136,1	III	0,018	0,114	0,101	10,4	0,37267	11,6	0,41839	13,9	0,41667	13,8
10	0,60	4,50	7,00	1,11	1,83	0,20591	0,82363	52,3	69,5	121,9	149,8	III	0,018	0,114	0,101	9,3	0,36787	11,6	0,41839	13,1	0,41667	13,1
11	0,60	5,10	7,60	0,98	1,62	0,19429	0,77715	49,4	74,6	124,0	156,1	III	0,018	0,114	0,101	8,2	0,36246	10,7	0,41839	12,4	0,41667	12,3
12	0,60	5,70	8,20	0,88	1,45	0,18257	0,73029	46,4	79,6	126,0	166,8	III	0,018	0,114	0,101	7,2	0,35651	9,9	0,41839	11,7	0,34722	9,7
13	1,00	6,50	9,00	0,77	1,27	0,16729	0,66917	42,5	86,3	128,8	180,5	III	0,018	0,114	0,101	10,0	0,34719	14,8	0,41839	17,8	0,29762	12,7
14	1,00	7,50	10,00	0,67	1,10	0,14932	0,59729	38,0	94,7	132,6	194,9	III	0,018	0,114	0,101	7,8	0,34293	13,0	0,41839	15,9	0,29762	11,3
15	1,00	8,50	11,00	0,59	0,97	0,13300	0,53201	33,8	103,0	136,8	213,3	III	0,018	0,114	0,101	6,0	0,34293	11,6	0,41839	14,1	0,29762	10,1
16	1,00	9,50	12,00	0,53	0,87	0,11846	0,47384	30,1	111,4	141,5	231,6	III	0,018	0,114	0,101	4,5	0,34293	10,3	0,41839	12,6	0,29762	9,0
17	1,00	10,50	13,00	0,48	0,79	0,10565	0,42258	26,9	119,8	146,6	240,0	III	0,018	0,114	0,101	3,3	0,34293	9,2	0,41839	11,2	0,26042	7,0
18	1,00	11,50	14,00	0,43	0,72	0,09443	0,37771	24,0	128,1	152,1	254,1	III	0,018	0,114	0,101	2,3	0,34293	8,2	0,41839	10,0	0,23148	5,6
19	1,00	12,50	15,00	0,40	0,66	0,08464	0,33854	21,5	136,5	158,0	268,0	III	0,018	0,114	0,101	1,4	0,34293	7,4	0,41839	9,0	0,18939	4,1
20	1,40	13,70	16,20	0,36	0,60	0,07452	0,29810	18,9	146,6	165,5	278,5	II	0,018	0,114	0,101	1,3	0,34293	9,1	0,41839	11,1	0,23148	6,1
21	1,40	15,10	17,60	0,33	0,55	0,06463	0,25853	16,4	158,3	174,7	288,5	II	0,018	0,114	0,101	1,1	0,34293	7,9	0,41839	9,6	0,18939	4,4
22	1,40	16,50	19,00	0,30	0,50	0,05642	0,22568	14,3	170,0	184,3	290,2	II	0,018	0,114	0,101	0,9	0,34293	6,9	0,41839	8,4	0,17361	3,5
23	1,40	17,90	20,40	0,28	0,46	0,04957	0,19828	12,6	181,7	194,3	292,0	II	0,018	0,114	0,101	0,7	0,34293	6,0	0,41839	7,4	0,17361	3,1
24	1,40	19,30	21,80	0,26	0,43	0,04382	0,17527	11,1	193,4	204,6	293,1	II	0,018	0,114	0,101	0,6	0,34293	5,3	0,41839	6,5	0,17361	2,7
25	1,40	20,70	23,20	0,24	0,40	0,03896	0,15583	9,9	205,1	215,0	295,4	II	0,018	0,114	0,101	0,5	0,34293	4,8	0,41839	5,8	0,17361	2,4
26	1,40	22,10	24,60	0,23	0,37	0,03483	0,13931	8,9	216,9	225,7	297,1	II	0,018	0,114	0,101	0,4	0,34293	4,3	0,41839	5,2	0,17361	2,2
27	1,80	23,70	26,20	0,21	0,35	0,03083	0,12332	7,8	230,3	238,1	298,1	II	0,018	0,114	0,101	0,5	0,34293	4,8	0,41839	5,9	0,17361	2,4
28	1,80	25,50	28,00	0,20	0,32	0,02707	0,10830	6,9	245,3	252,2	299,6	II	0,018	0,114	0,101	0,4	0,34293	4,2	0,41839	5,2	0,17361	2,2
29	1,80	27,30	29,80	0,18	0,30	0,02394	0,09578	6,1	260,4	266,5	299,6	II	0,018	0,114	0,101	0,3	0,34293	3,8	0,41839	4,6	0,17361	1,9
30	1,80	29,10	31,60	0,17	0,28	0,02131	0,08525	5,4	275,4	280,9	299,6	II	0,018	0,114	0,101	0,3	0,34293	3,3	0,41839	4,1	0,17361	1,7
TOPLAM	30,0																					
														KONSOLIDASYON OTURMASI (mm)		=		122		112		
																		246		274		
																				248		

Çizelge 7.6. Arazi-3 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Zemin Katmanları			Temelin merkezi altında, tabakanın orta noktasındaki gerilme artışı (formül için kaynak: Budhu)					Basınçlar					Arazi C _v ile (Yöntem-1)		Lab. C _v ile (Yöntem-2)		Seçilmiş m _v ile (Yöntem-3)		Ortalama m _v ile (Yöntem-4)		Stroud (1974) m _v ile (Yöntem-5)	
Tabaka No	Tabaka Kalınlığı, H _i (m)	Z _i (m)	D _i (m)	m (B'/z)	n (L'/z)	I _{küpe} (Boussinesq q)	I _{merkez} (I _{küpe} × 4)	ΔP (q _{net} × f _m)	P' ₀ (kPa) (efektif)	P' _{son} (kPa) (P' ₀ + ΔP)	P _p (kPa)	Basınç durumu	C _r / (1+e ₀)	Oturma, S _i (mm)	C _c / (1+e ₀)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)
1	0.40	0.20	2.70	25.00	41.25	0.24999	0.99997	63.2	33.4	96.6	95.5	III	0.011	0.086	0.081	2.1	0.21445	5.4	0.18977	4.8	0.56818	14.4
2	0.40	0.60	3.10	8.33	13.75	0.24980	0.99919	63.2	36.7	99.9	98.8	III	0.011	0.086	0.081	2.0	0.21445	5.4	0.18977	4.8	0.56818	14.4
3	0.40	1.00	3.50	5.00	8.25	0.24908	0.99634	63.0	40.0	103.0	102.1	III	0.011	0.086	0.081	1.9	0.21567	5.4	0.18977	4.8	0.56818	14.3
4	0.40	1.40	3.90	3.57	5.89	0.24759	0.99035	62.6	43.3	105.9	105.4	III	0.011	0.086	0.081	1.7	0.21567	5.4	0.18977	4.8	0.56818	14.2
5	0.40	1.80	4.30	2.78	4.58	0.24514	0.98055	62.0	46.6	108.6	108.7	II	0.011	0.086	0.081	1.6	0.21707	5.4	0.18977	4.7	0.56818	14.1
6	0.40	2.20	4.70	2.27	3.75	0.24166	0.96664	61.1	49.9	111.0	112.0	II	0.011	0.086	0.081	1.5	0.21771	5.3	0.18977	4.6	0.56818	13.9
7	0.60	2.70	5.20	1.85	3.06	0.23591	0.94365	59.7	54.0	113.7	115.5	II	0.012	0.089	0.083	2.4	0.17682	6.3	0.16850	6.0	0.44444	15.9
8	0.60	3.30	5.80	1.52	2.50	0.22705	0.90889	57.5	59.0	116.4	120.4	II	0.012	0.089	0.083	2.2	0.17976	6.2	0.16850	5.8	0.44444	15.3
9	0.60	3.90	6.40	1.28	2.12	0.21705	0.86818	54.9	63.9	118.8	125.4	II	0.012	0.089	0.083	2.0	0.18289	6.0	0.16850	5.6	0.44444	14.6
10	0.60	4.50	7.00	1.11	1.83	0.20591	0.82363	52.1	68.9	120.9	130.3	II	0.012	0.089	0.083	1.8	0.18597	5.8	0.16850	5.3	0.37037	11.6
11	0.60	5.10	7.60	0.98	1.62	0.19429	0.77715	49.1	73.8	122.9	135.3	II	0.012	0.089	0.083	1.6	0.18944	5.6	0.16850	5.0	0.37037	10.9
12	0.60	5.70	8.20	0.88	1.45	0.18257	0.73029	46.2	78.8	124.9	140.2	II	0.012	0.089	0.083	1.5	0.19336	5.4	0.16850	4.7	0.37037	10.3
13	1.00	6.50	9.00	0.77	1.27	0.16729	0.66917	42.3	85.4	127.7	146.8	II	0.012	0.089	0.083	2.1	0.19901	8.4	0.16850	7.1	0.37037	15.7
14	1.00	7.50	10.00	0.67	1.10	0.14932	0.59729	37.8	93.6	131.4	155.1	II	0.012	0.089	0.083	1.8	0.20893	7.9	0.16850	6.4	0.31746	12.0
15	1.00	8.50	11.00	0.59	0.97	0.13300	0.53201	33.6	101.9	135.5	163.3	II	0.012	0.089	0.083	1.5	0.21445	7.2	0.16850	5.7	0.27778	9.3
16	1.00	9.50	12.00	0.53	0.87	0.11846	0.47384	30.0	110.1	140.1	171.6	II	0.012	0.089	0.083	1.3	0.21445	6.4	0.16850	5.0	0.27778	8.3
17	1.00	10.50	13.00	0.48	0.79	0.10565	0.42258	26.7	118.4	145.1	179.8	II	0.012	0.089	0.083	1.1	0.21445	5.7	0.16850	4.5	0.27778	7.4
18	1.00	11.50	14.00	0.43	0.72	0.09443	0.37771	23.9	126.6	150.5	188.1	II	0.012	0.089	0.083	0.9	0.21445	5.1	0.16850	4.0	0.27778	6.6
19	1.00	12.50	15.00	0.40	0.66	0.08464	0.33854	21.4	134.9	156.3	196.3	II	0.012	0.089	0.083	0.8	0.21445	4.6	0.16850	3.6	0.27778	5.9
20	1.40	13.70	16.20	0.36	0.60	0.07452	0.29810	18.9	144.8	163.6	206.2	II	0.012	0.089	0.083	0.9	0.21445	5.7	0.16850	4.4	0.27778	7.3
21	1.40	15.10	17.60	0.33	0.55	0.06463	0.25853	16.3	156.3	172.6	217.8	II	0.012	0.089	0.083	0.7	0.21445	4.9	0.16850	3.9	0.22222	5.1
22	1.40	16.50	19.00	0.30	0.50	0.05642	0.22568	14.3	167.9	182.1	229.3	II	0.012	0.089	0.083	0.6	0.21445	4.3	0.16850	3.4	0.20202	4.0
23	1.40	17.90	20.40	0.28	0.46	0.04957	0.19828	12.5	179.4	191.9	240.9	II	0.012	0.089	0.083	0.5	0.21445	3.8	0.16850	3.0	0.20202	3.5
24	1.40	19.30	21.80	0.26	0.43	0.04382	0.17527	11.1	191.0	202.0	252.4	II	0.012	0.089	0.083	0.4	0.16710	2.6	0.16850	2.6	0.20202	3.1
25	1.40	20.70	23.20	0.24	0.40	0.03896	0.15583	9.9	202.5	212.4	264.0	II	0.012	0.089	0.083	0.4	0.12765	1.8	0.16850	2.3	0.20202	2.8
26	1.40	22.10	24.60	0.23	0.37	0.03483	0.13931	8.8	214.1	222.9	275.5	II	0.012	0.089	0.083	0.3	0.12765	1.6	0.16850	2.1	0.20202	2.5
27	1.80	23.70	26.20	0.21	0.35	0.03083	0.12332	7.8	227.3	235.0	288.7	II	0.012	0.089	0.083	0.3	0.12765	1.8	0.16850	2.4	0.20202	2.8
28	1.80	25.50	28.00	0.20	0.32	0.02707	0.10830	6.8	242.1	248.9	303.6	II	0.012	0.089	0.083	0.3	0.12765	1.6	0.16850	2.1	0.20202	2.5
29	1.80	27.30	29.80	0.18	0.30	0.02394	0.09578	6.1	257.0	263.0	318.4	II	0.012	0.089	0.083	0.2	0.12765	1.4	0.16850	1.8	0.20202	2.2
30	1.80	29.10	31.60	0.17	0.28	0.02131	0.08525	5.4	271.8	277.2	333.3	II	0.012	0.089	0.083	0.2	0.12765	1.2	0.16850	1.6	0.20202	2.0
TOPLAM	30.0																					
														=	37				144		267	

7.4.4. Arazi-4

Çizelge 7.7. Arazi-4 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Temelin kısa kenarı	B = 10	m	Başlangıç boşluk oranı	$e_o = 1,249$
Temelin uzun kenarı	L = 16,5	m	Sıkışma indisi (Arazi)	$C_c = 0,403$
Temel kalınlığı	$t_f = 0,60$	m	Sıkışma indisi (Lab)	$C_c = 0,352$
Temel derinliği	$D_f = 2,50$	m	Yeniden sıkışma (kabarma) indisi	$C_r = 0,077$
Betonun birim hacim ağırlığı	$\gamma_{bet} = 24,50$	kN/m ³	Ön konsolidasyon basıncı	$P_p = 65,0$ kPa
Temele gelen kolon yüklerinin toplamı	Q = 13246	kN	Numune alınan derinlik	$D_{num} = 6,25$ m
Temel ağırlığı	$W_{temel} = 2425,5$	kN	Yeraltı su seviyesi	YASS = 0,20 m
Toplam yapı yükü (kolon+temel)	Q = 15672	kN	YASS'nin üstündeki zeminin BHA	$\gamma_n = 16,50$ kN/m ³
Temel alanı	A = 165	m ²	YASS'nin altındaki zemin BHA	$\gamma_d = 17,05$ kN/m ³
Temelden zemine aktarılan basınç	$q_{tem} = 95,0$	kN/m ²	Efektif zemin basıncı	$P_o = 47,1$ kPa
Kazılıp atılan zemin basıncı	$q_{zem} = 20,0$	kN/m ²	Aşırı konsolidasyon basıncı	$P_f = 17,9$ kPa
Net temas basıncı	$q_{net} = 75,0$	kN/m ²	Aşırı konsolidasyon oranı	OCR = 1,4

Çizelge 7.8. Arazi-4 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Zemin Katmanları			Temelin merkezi altında, tabakanın orta noktasındaki gerilme artışı (formül için kaynak: Budhu)							Basınçlar			Arazi C _c ile (Yöntem-1)		Lab. C _c ile (Yöntem-2)		Seçilmiş m _v ile (Yöntem-3)		Ortalama m _v ile (Yöntem-4)		Stroud (1974) m _v ile (Yöntem-5)						
Tabaka No	Tabaka Kalınlığı, H _i (m)	Z _i (m)	D _i (m)	m (B/z)	n (L/z)	I _{koye} (Bousinesq q)	I _{merkez} (I _{koye} x4)	ΔP (kPa) (q _{net} x I _m)	P ₀ (kPa) (efektif)	P _{son} (kPa) (P ₀ + ΔP)	P _p (kPa)	Basınç durumu	C _c / (1+e ₀)	C _c / (1+e ₀)	Oturma, S _i (mm)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)	m _v (m ² /MN)	Oturma, S _i (mm)							
1	0,40	0,20	2,70	25,00	41,25	0,24999	0,99997	75,0	21,4	96,4	39,3	III	0,034	0,179	0,157	28,0	0,65734	19,7	0,49375	14,8	0,31056	9,3					
2	0,40	0,60	3,10	8,33	13,75	0,24980	0,99919	74,9	24,3	99,2	42,2	III	0,034	0,179	0,157	26,5	0,66573	20,0	0,49375	14,8	0,31056	9,3					
3	0,40	1,00	3,50	5,00	8,25	0,24908	0,99634	74,7	27,2	101,9	45,1	III	0,034	0,179	0,157	25,2	0,67240	20,1	0,49375	14,8	0,31056	9,3					
4	0,40	1,40	3,90	3,57	5,89	0,24759	0,99035	74,3	30,1	104,4	48,0	III	0,034	0,179	0,157	23,9	0,67925	20,2	0,49375	14,7	0,36232	10,8					
5	0,40	1,80	4,30	2,78	4,58	0,24514	0,98055	73,5	33,0	106,5	50,9	III	0,034	0,179	0,157	22,7	0,68412	19,5	0,49375	14,5	0,36232	10,7					
6	0,40	2,20	4,70	2,27	3,75	0,24166	0,96664	72,5	35,9	108,4	53,8	III	0,034	0,179	0,157	21,5	0,69356	19,2	0,49375	14,3	0,36232	10,5					
7	0,60	2,70	5,20	1,85	3,06	0,23591	0,94365	70,8	39,5	110,3	57,4	III	0,034	0,179	0,157	30,0	0,66471	28,2	0,49375	21,0	0,36232	15,4					
8	0,60	3,30	5,80	1,52	2,50	0,22722	0,90889	68,2	43,8	112,0	61,7	III	0,034	0,179	0,157	27,3	0,66592	27,2	0,49375	20,2	0,36232	14,8					
9	0,60	3,90	6,40	1,28	2,12	0,21705	0,86818	65,1	48,2	113,3	66,1	III	0,034	0,179	0,157	24,8	0,67040	26,2	0,49375	19,3	0,36232	14,2					
10	0,60	4,50	7,00	1,11	1,83	0,20591	0,82363	61,8	52,5	114,3	70,4	III	0,034	0,179	0,157	22,4	0,58441	21,7	0,49375	18,3	0,36232	13,4					
11	0,60	5,10	7,60	0,98	1,62	0,19429	0,77715	58,3	56,9	115,2	74,8	III	0,034	0,179	0,157	20,1	0,58976	20,6	0,49375	17,3	0,36232	12,7					
12	0,60	5,70	8,20	0,88	1,45	0,18257	0,73029	54,8	61,2	116,0	79,1	III	0,034	0,179	0,157	17,9	0,59666	19,6	0,49375	16,2	0,36232	11,9					
13	1,00	6,50	9,00	0,77	1,27	0,16729	0,66917	50,2	67,0	117,2	84,9	III	0,034	0,179	0,157	25,4	0,60590	30,4	0,49375	24,8	0,21739	10,9					
14	1,00	7,50	10,00	0,67	1,10	0,14932	0,59729	44,8	74,3	119,1	92,2	III	0,034	0,179	0,157	20,6	0,62137	27,8	0,49375	22,1	0,08361	3,7					
TOPLAM	8,0												KONSOLIDASYON OTURMASI (mm)				336		321		247		157				
														=		379											

Çizelge 7.10. Arazi-5 için Konsolidasyon deneyi sonu elde edilen veriler

Zemin katmanları				Temelin merkezi altında, tabakanın orta noktasındaki gerilme artışı (formül için kaynak: Budhu)										Arazi C_c ile (Yöntem-1)		Lab. C_c ile (Yöntem-2)		Seçilmiş m_v ile (Yöntem-3)		Ortalama m_v ile (Yöntem-4)		Stroud (1974) m_v ile (Yöntem-5)	
Tabaka No	Tabaka Kalınlığı, H_i (m)	Z_i (m)	D_i (m)	$m(B/z)$	$n(L'/z)$	$I_{k\phi}$ (Boussinesq)	I_{merkez} ($I_{k\phi} \times 4$)	ΔP (kPa) ($q_{net} \times L'/m$)	P'_0 (kPa) (efektif)	P'_{son} (kPa) ($P'_0 + \Delta P$)	P_p (kPa)	Basiñlar durumu		$C_c / (1+e_0)$	Oturma, S_i (mm)	$C_c / (1+e_0)$	Oturma, S_i (mm)	m_v (m^2/MN)	Oturma, S_i (mm)	m_v (m^2/MN)	Oturma, S_i (mm)	m_v (m^2/MN)	Oturma, S_i (mm)
1	0.40	0.20	2.70	25.00	41.25	0.24999	0.99997	70.2	26.6	96.7	85.8	III		0.019	5.8	0.086	5.7	0.16851	4.7	0.15667	4.4	0.42553	11.9
2	0.40	0.60	3.10	8.33	13.75	0.24980	0.99919	70.1	30.1	100.3	89.4	III		0.019	5.4	0.086	5.3	0.17043	4.8	0.15667	4.4	0.42553	11.9
3	0.40	1.00	3.50	5.00	8.25	0.24908	0.99634	69.9	33.7	103.6	92.9	III		0.019	5.1	0.086	5.0	0.17253	4.8	0.15667	4.4	0.35461	9.9
4	0.40	1.40	3.90	3.57	5.89	0.24759	0.99035	69.5	37.3	106.8	96.5	III		0.019	4.8	0.086	4.7	0.17410	4.8	0.15667	4.4	0.35461	9.9
5	0.40	1.80	4.30	2.78	4.58	0.24514	0.98055	68.8	40.9	109.7	100.1	III		0.019	4.4	0.086	4.4	0.17621	4.9	0.15667	4.3	0.30395	8.4
6	0.40	2.20	4.70	2.27	3.75	0.24166	0.96664	67.8	44.4	112.3	103.7	III		0.019	4.1	0.086	4.0	0.17784	4.8	0.15667	4.3	0.30395	8.2
7	0.60	2.70	5.20	1.85	3.06	0.23591	0.94365	66.2	48.9	115.1	108.1	III		0.019	5.4	0.086	5.4	0.18070	7.2	0.15667	6.2	0.26596	10.6
8	0.60	3.30	5.80	1.52	2.50	0.22722	0.90889	63.8	54.3	118.1	113.5	III		0.019	4.6	0.086	4.6	0.18095	6.9	0.15667	6.0	0.26596	10.2
9	0.60	3.90	6.40	1.28	2.12	0.21705	0.86818	60.9	59.6	120.6	118.9	III		0.019	3.8	0.086	3.8	0.18053	6.6	0.15667	5.7	0.26596	9.7
10	0.60	4.50	7.00	1.11	1.83	0.20591	0.82363	57.8	65.0	122.8	124.2	II		0.019	3.2	0.086	3.2	0.18002	6.2	0.15667	5.4	0.26596	9.2
11	0.60	5.10	7.60	0.98	1.62	0.19429	0.77715	54.5	70.4	124.9	129.6	II		0.019	2.9	0.086	2.9	0.17956	5.9	0.15667	5.1	0.23641	7.7
12	0.60	5.70	8.20	0.88	1.45	0.18257	0.73029	51.3	75.7	127.0	135.0	II		0.019	2.6	0.086	2.6	0.17896	5.5	0.15667	4.8	0.19342	5.9
13	1.00	6.50	9.00	0.77	1.27	0.16729	0.66917	47.0	82.9	129.8	142.1	II		0.019	3.7	0.086	3.7	0.17809	8.4	0.15667	7.4	0.17730	8.3
14	1.00	7.50	10.00	0.67	1.10	0.14932	0.59729	41.9	91.8	133.7	151.1	II		0.019	3.1	0.086	3.1	0.17672	7.4	0.15667	6.6	0.11198	4.7
15	1.00	8.50	11.00	0.59	0.97	0.13300	0.53201	37.3	100.8	138.1	160.0	II		0.019	2.6	0.086	2.6	0.17519	6.5	0.15667	5.9	0.06863	2.6
TOPLAM	9.0														61		61		90		79		129

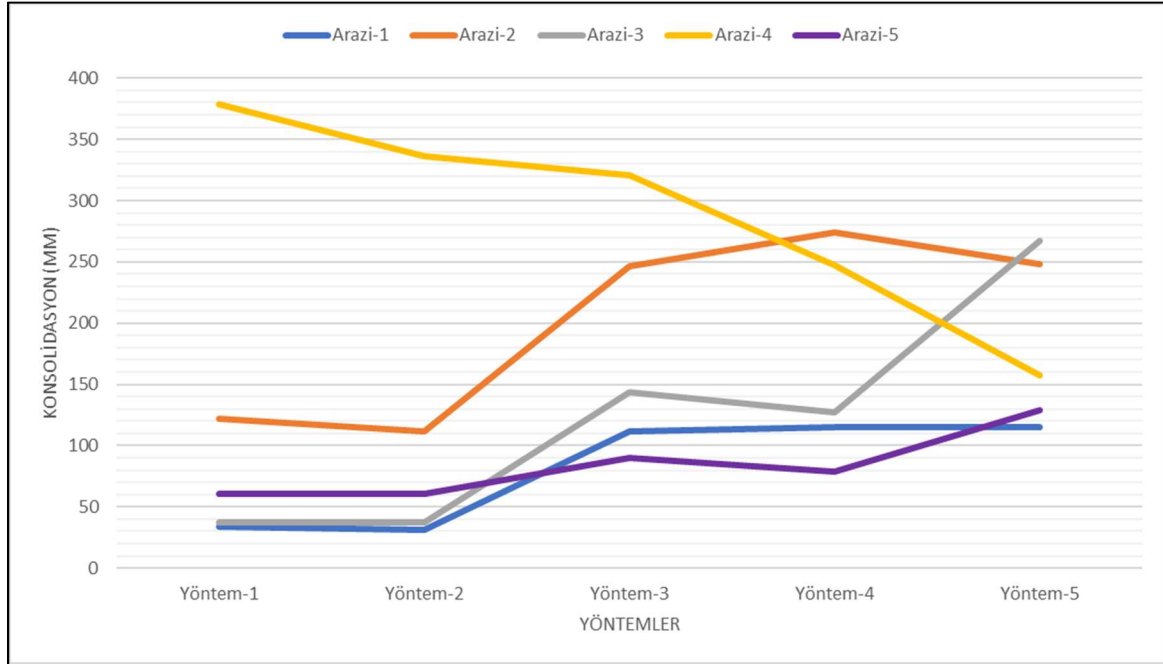
KONSOLIDASYON OTURMASI (mm)

8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

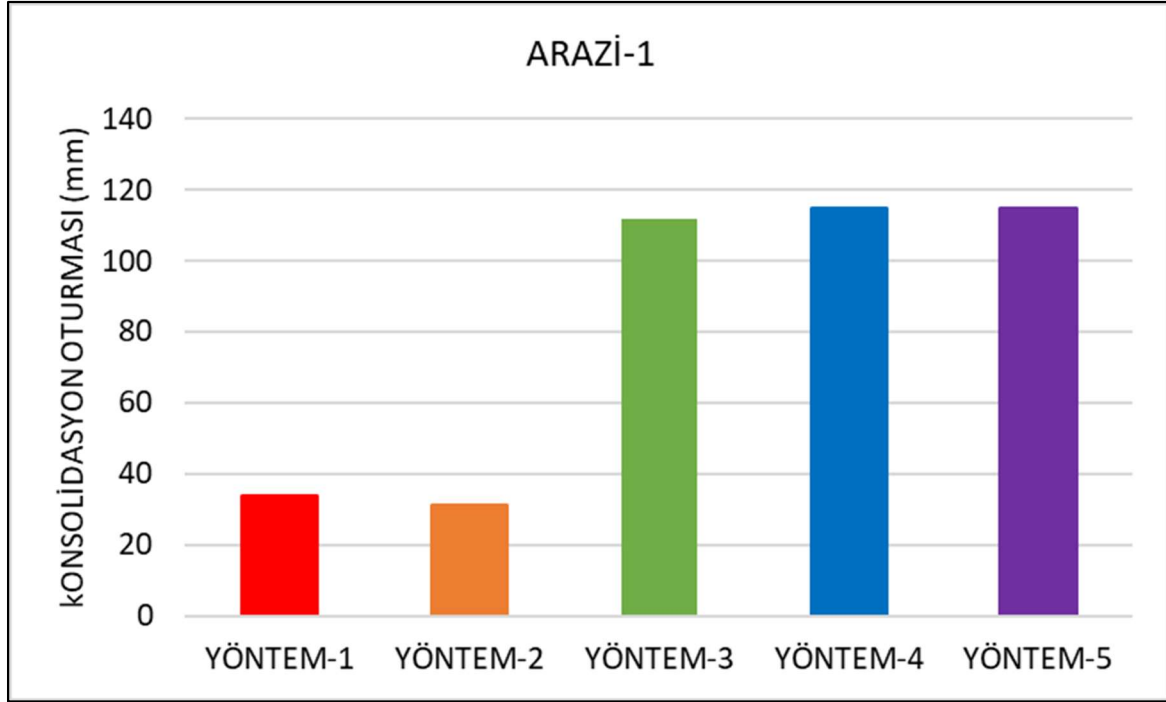
Tüm analizler için tüm yöntemler kullanılarak hesaplanan konsolidasyon oturmalarının sonuçları toplu halde Çizelge 8.1’de verilmiştir. Oturmaları gösteren grafikler ise Şekil 8.1 ile Şekil 8.6 arasında verilmiştir.

Çizelge 8.1. Tüm yöntemler ile elde edilen konsolidasyon oturması miktarlarının toplu gösterimi

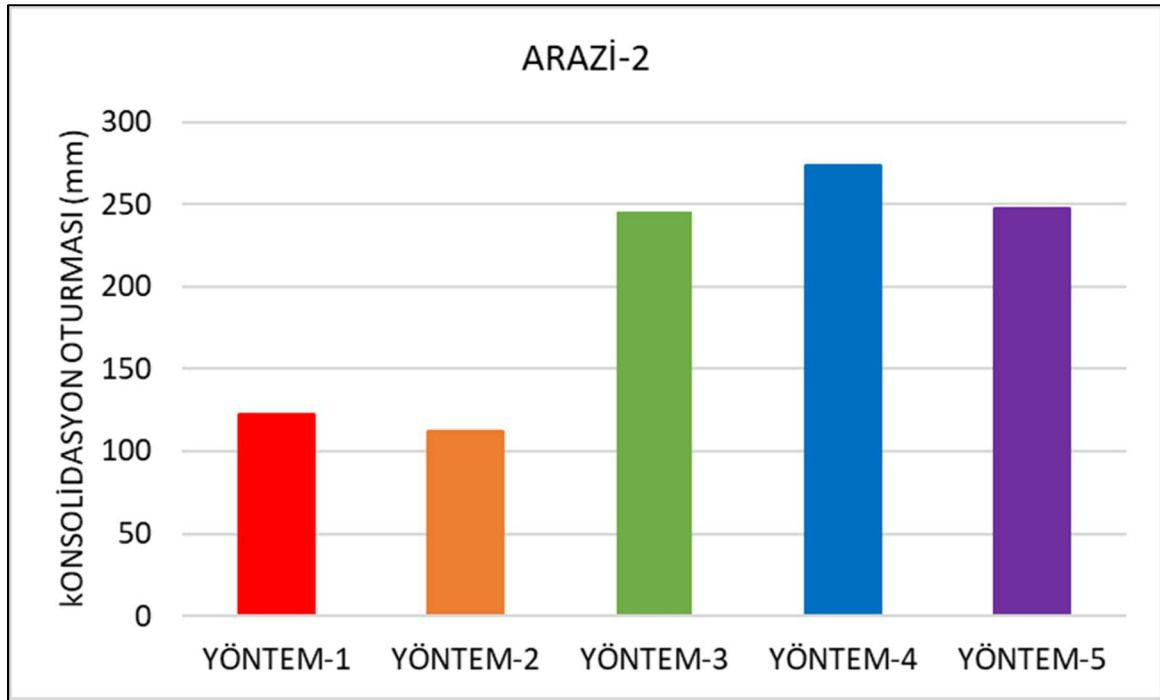
Oturma hesaplanan yöntem	Konsolidasyon oturması (mm)				
	Yöntem-1 (Arazi Cc)	Yöntem-2 (Lab Cc)	Yöntem-3 (Seçilmiş Mv)	Yöntem-4 (Ort. Mv)	Yöntem-5 (Stroud 1974)
Arazi-1	34	31	112	115	115
Arazi-2	122	112	246	274	248
Arazi-3	37	37	144	127	267
Arazi-4	379	336	321	247	157
Arazi-5	61	61	90	79	129



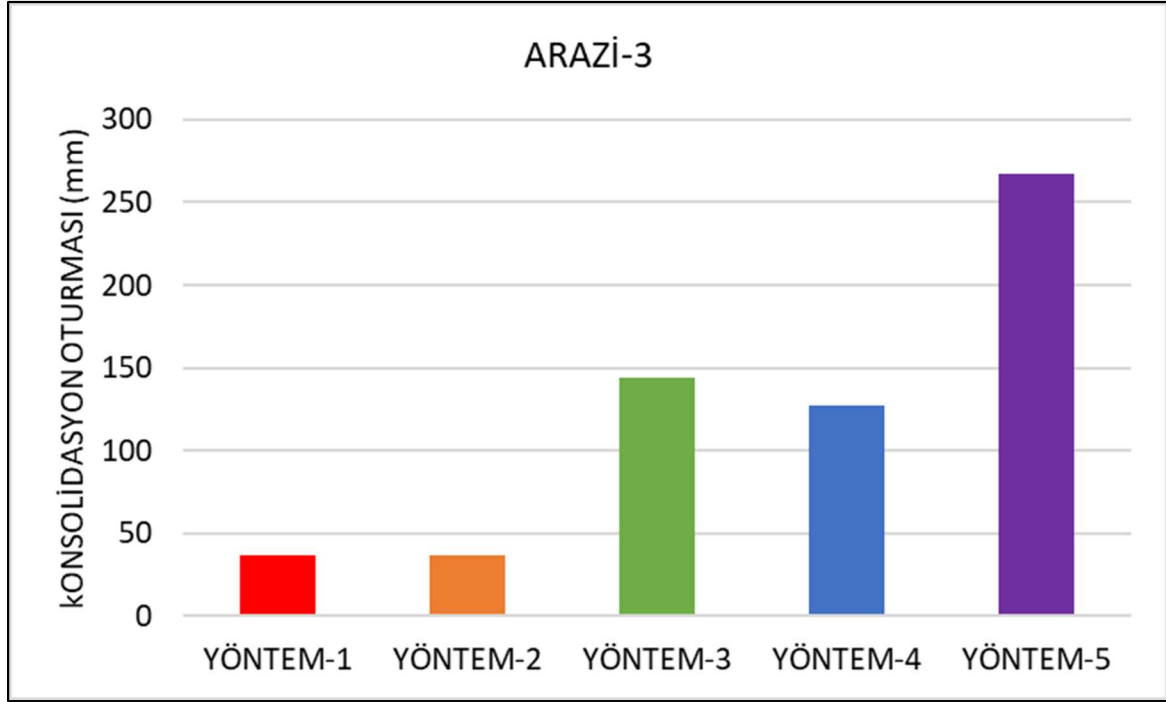
Şekil 8.1. Tüm zeminlerin yöntemlere göre konsolidasyon miktarlarında gerçekleşen değişimi gösteren grafik



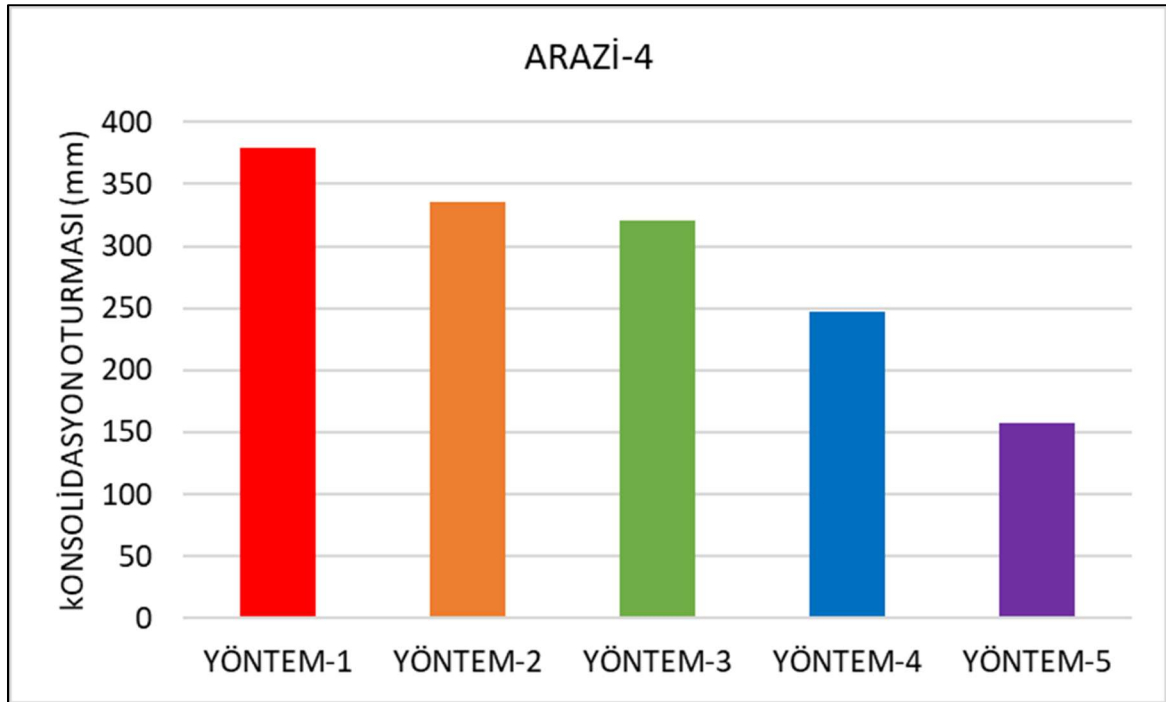
Şekil 8.2. Arazi-1 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik



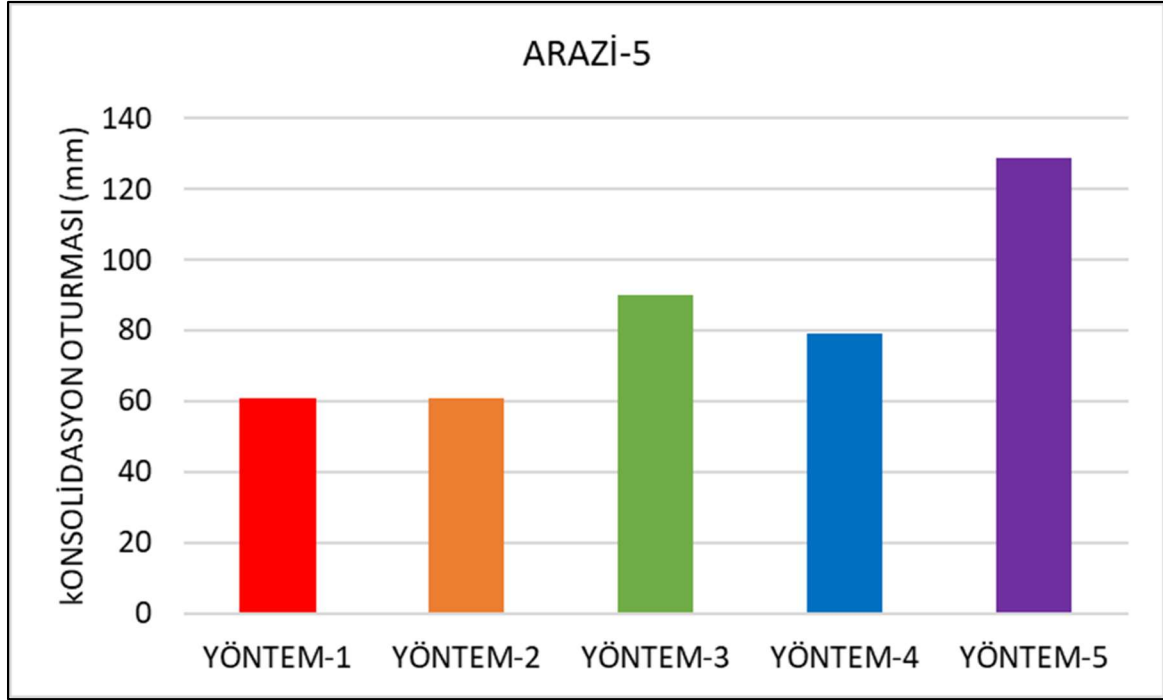
Şekil 8.3. Arazi-2 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik



Şekil 8.4. Arazi-3 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik



Şekil 8.5. Arazi-4 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik



Şekil 8.6. Arazi-5 için konsolidasyon miktarlarında yöntemlere göre gerçekleşen değişimi gösteren grafik

Sıkışma indisi, özellikle aşırı konsolide zeminlerde zeminin yük altındaki sıkışma davranışını daha doğru temsil etmektedir. Sıkışma indisi ve hacimsel sıkışma katsayısı ile hesaplanan konsolidasyon oturmaları arasındaki fark normal konsolide zeminlerde küçükken, aşırı konsolide zeminlerde oldukça büyüktür. Tüm bu nedenlerle konsolidasyon oturması hesaplamalarının sıkışma indisi kullanılarak yapılmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Sıkışma indisinin (C_c) kullanıldığı yöntemlerde oturmaların daha düşük hesaplandığı (Arazi-4 hariç) Çizelge 8.1’de görülmektedir.

Çalışmada kullanılan tüm yöntemler aşırı konsolide zeminlerdir. m_v ’li yöntemlerde zeminin aşırı yada normal konsolide olduğu dikkate alınmadığı için m_v kullanılarak yapılan hesaplarda daha yüksek konsolidasyon oturması hesaplanmıştır. Ancak m_v ’li yöntemlerin tasarımcıyı daha güvenli tarafta bırakacak sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir. Bu nedenle tasarım esnasında m_v ile hesaplanan oturmaların göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

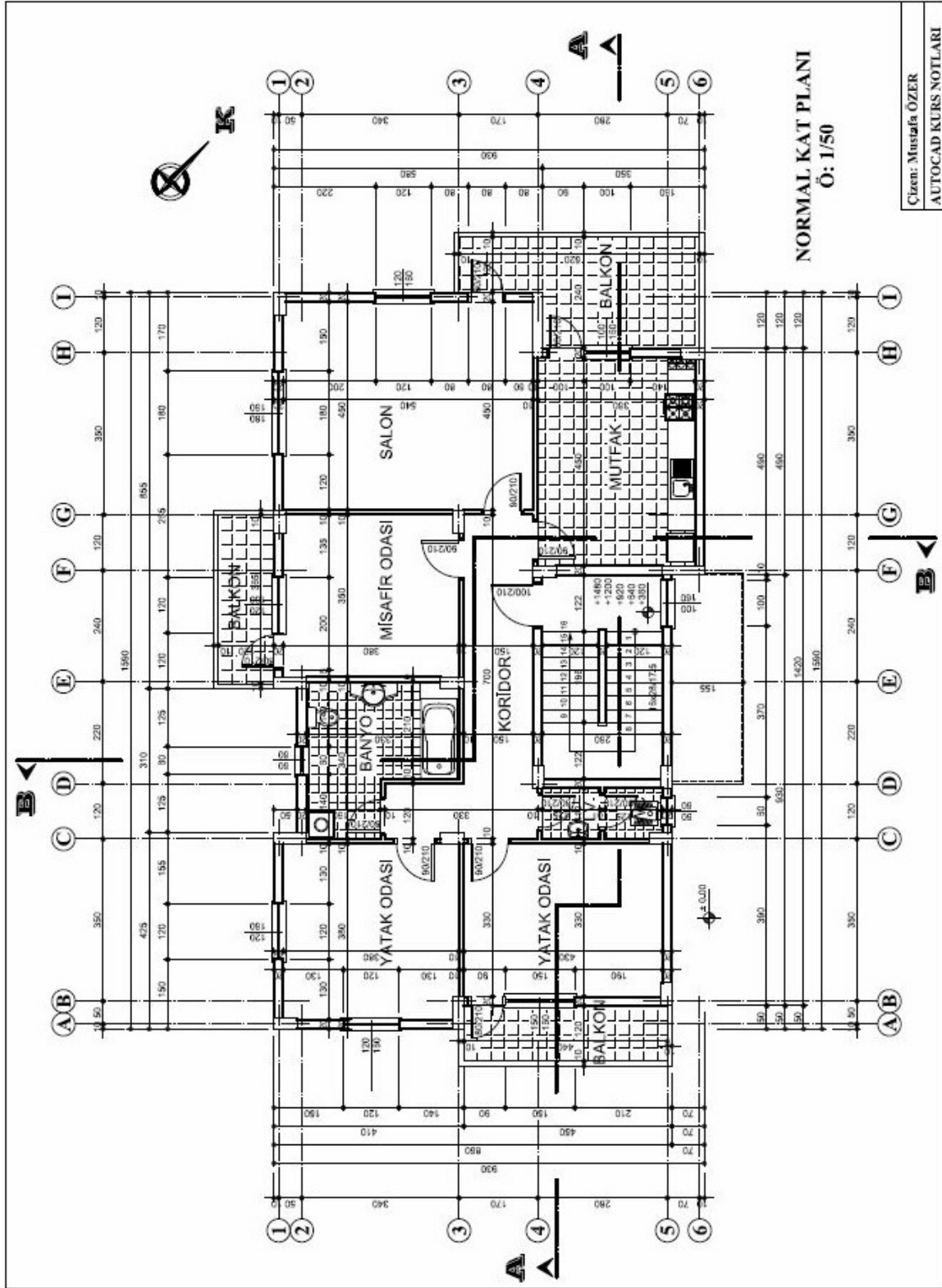
- Aksoy, E. (2007). *Doymamış Zeminlerde Hacimsel Sıkışma Katsayısı ile Su İçeriği İlişkisinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 50.
- Al-Khafaji, A.W. and Andersland, O.B., (1992). *Geotechnical Engineering and Soil Testing*. Florida: Sonders College Publishing, 250.
- Alptekin, A. (2016). *Mersin İli Merkez Yerleşim Alanındaki Kohezyonlu Zeminlerin İndeks Ve Konsolidasyon Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin, 1-2.
- Altundağ, Y. (2016). *Siltli Zeminlerin Konsolidasyon Karakteristikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 8-69.
- Boussinesq, J. (1885). *Application des Potentiels a l'Etude de l'Equilibre et du Mouvement des Solides Elastiques*, Gauthier-Villars, Paris, (Fransızca Eser), 150-155.
- Bowles, J. (1996). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). McGraw Hill, New York, 22.
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations* (3rd ed.). New York, John Wiley & Sons Inc., 170, 209, 219.
- Casagrande, A. (1936). *The determination of the preconsolidation load and its practical significance*. Proceeding of the 1st International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Cambridge, 3, 60-64.
- Coduto, D.P. (2001). *Foundation Design: Principles and Practices*. (2nd Ed.), Prentice-Hall, New Jersey, 34-213.
- Craig, R.F. (2004). *Craig's Soil Mechanics* (Seventh edition), London, Spon Press, 230.
- Das, B.M. (1999). *Principles of Foundation Engineering* (4th ed.). California-USA: PWS Publishing, 272-276.
- Das, B.M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering* (7th ed.). Stamford-USA, Cengage Learning, 294.
- Day, R.W. (2006). *Foundation Engineering Handbook*. New York-USA, McGraw-Hill, 81.
- Dumanlılar, M. (2010). *Ödometre Deneyinde Numune Örselenmesinin Ön Konsolidasyon Basıncı Ve Boşluk Oranı - Efektif Gerilme Eğrisi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-68.
- Erol ve Çekinmez, (2016). *Geoteknik Mühendisliğinde Saha Deneyleri* (İkinci Baskı). Ankara: Yüksel Proje Yayınları, 36-38.

- Güler, A. R. (2001). *Ankara Killeri İçin Sıkışma Ve Yeniden Yükleme İndisi İle İndeks Özellikleri Arasındaki Ampirik Bağlılıkların Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Günay, T. (2008). *Bostanlı Yöresindeki Oturma Sorunlarının Nedenleri, Bugünkü Durumu Ve Giderilmesi Kapsamında Bir Geoteknik Değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İzmir, 169.
- Holtz, R.D. and Kovacs, W.D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. New Jersey, Prentice Hall, 284, 311, 348.
- İnalkaç, G. M. (2011). *Zemin Parametrelerinin Deneysel Ve Teorik Olarak İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1.
- Kenet, L. (1991). *Ankara yerleşim alanı normal konsolide killerde sıkışma indisini veren konsolidasyon özelliklerinin istatistiksel değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Murthy, V.N.S. (2003). *Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. New York, Marcel Dekker Inc, 218, 222, 561.
- Özer, M. (2011). *Bilgisayar Destekli Mimari Çizim Kursu*, Yayımlanmamış BELTEK Kurs Notları, Ankara, 73-82.
- Özmen, F. (1990). *Bazı Trabzon Killerinin Konsolidasyon Özellikleri Ve Sığ Temel Sistemlerinin Konsolidasyon Oturmaları*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 80-81.
- Reid, A. and Taylor, J. (2010, July). The misuse of SPTs in fine soils and the implications of Eurocode 7. *Ground Engineering*, 28-31.
- Salgado, R. (2008). *The Engineering of Foundations*. Singapore: McGraw-Hill, 226, 864.
- Scarpelli, G. Orr, T.L.L. (2013). *Shallow Foundations, Eurocode 7: Geotechnical Design Worked Examples*, Italy: Publications Office of the European Union, 116.
- Schmertmann, J.H. (1955). The undisturbed consolidation behavior of clay. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 1201-1233.
- Sivrikaya, O. ve Toğrol, E. (2009). *Arazi Deneyleri ve Geoteknik Tasarımda Kullanımları* (Birinci Baskı). İstanbul, Birsan Yayınevi, 3-57, 3-58.
- Smith, G.N. and Smith, I.G.N. (1998). *Elements of Soil Mechanics* (7th Ed.). Cambridge, Great Britain, Balckwell Publishing, 312, 327.
- Stroud, M. A. (1974). *The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks*. In: Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing ESOPT, Stockholm, National Swedish Building Research, pp 367-375.

- Turan, E. (2006). *Kohezyonlu Zeminlerde Dayanma Duvarlarının Konsolidasyon Oturmalarının Hesaplanması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 7.
- Yılmaz, U. (2006). *Ankara Kilinin (Çankaya-Ankara) Sıkışma-Kabarma Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 59.

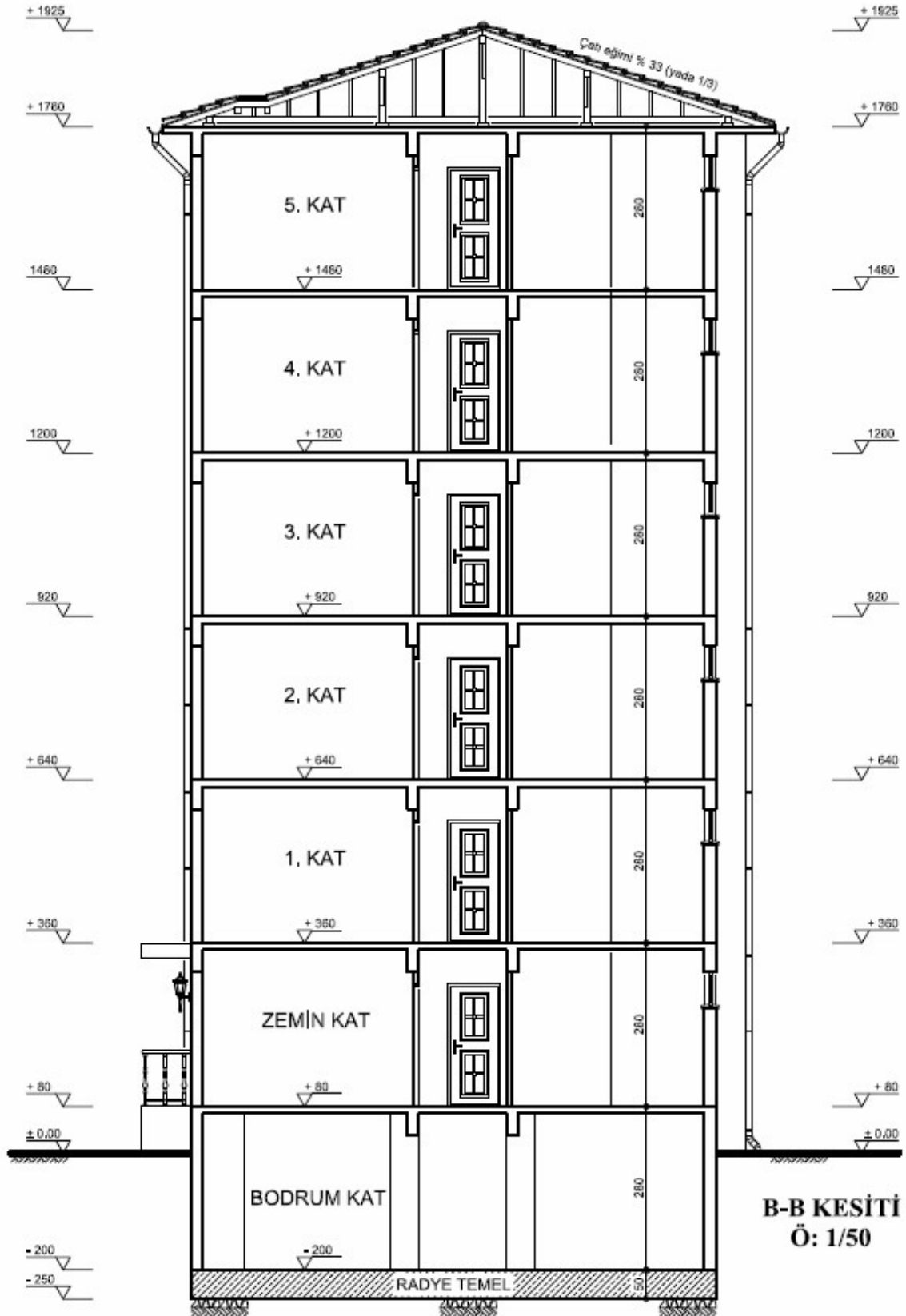
EKLER

EK-1. Çalışmada kullanılan binaya ait mimari çizimler, idecad modeli ve statik analiz sonuçları



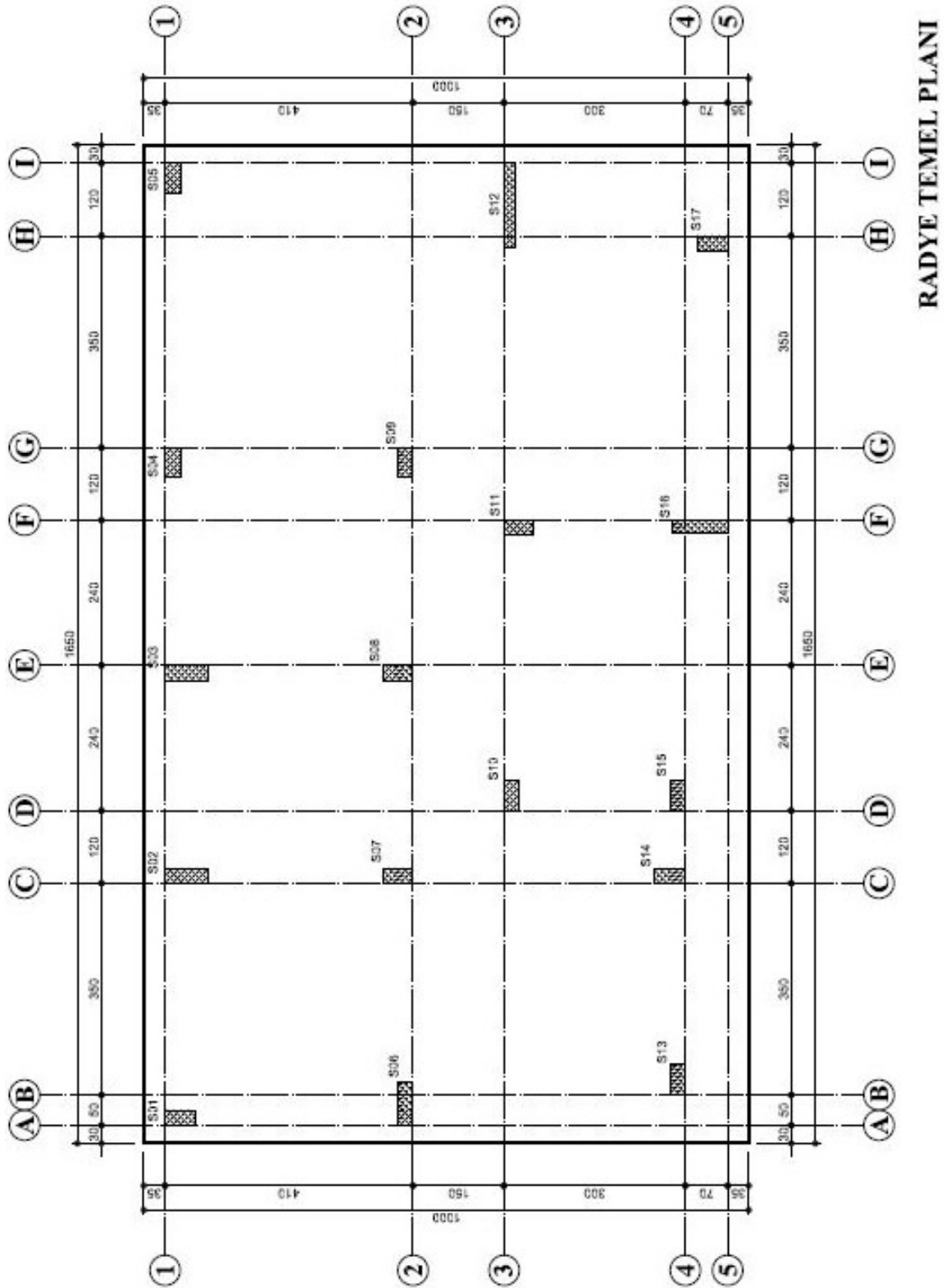
Şekil E.1. 1. Çalışmada kullanılan binanın mimari kat planı

EK-1. (devam) Çalışmada kullanılan binaya ait mimari çizimler, idecad modeli ve statik analiz sonuçları



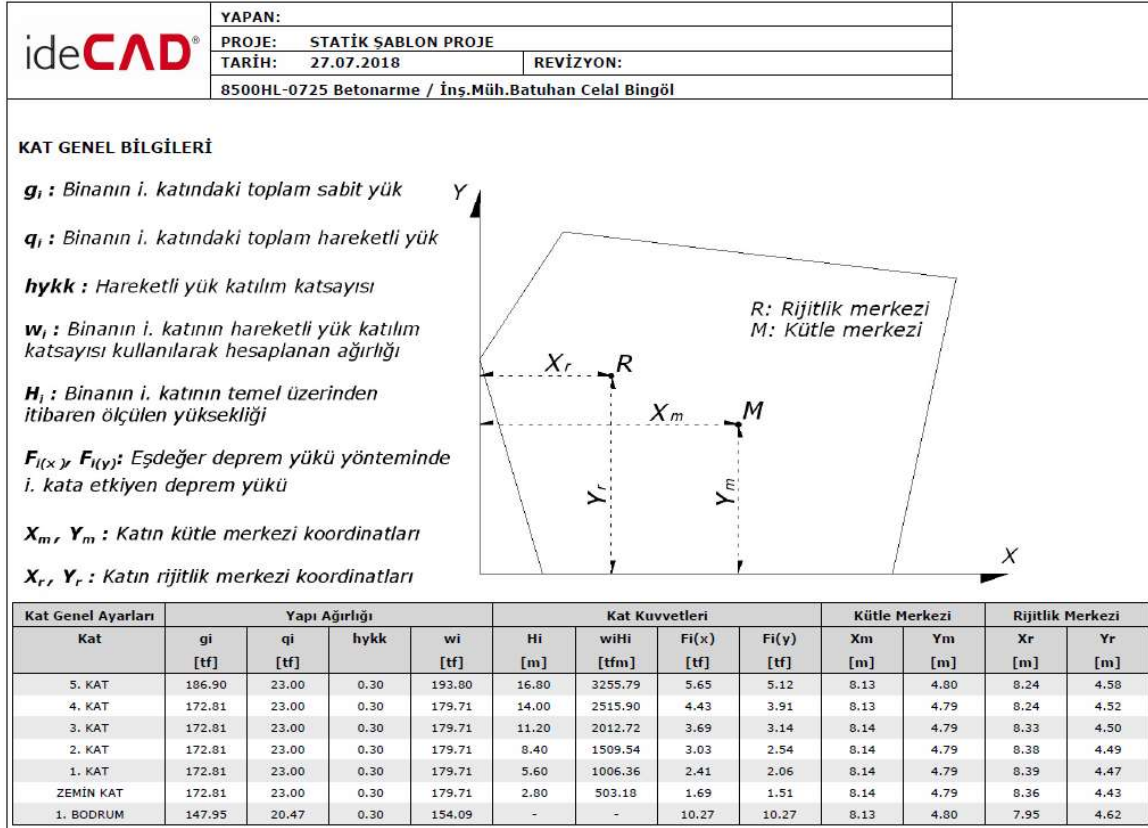
Şekil E.1. 2. Çalışmada kullanılan binanın mimari kesiti

EK-1. (devam) Çalışmada kullanılan binaya ait mimari çizimler, idecad modeli ve statik analiz sonuçları



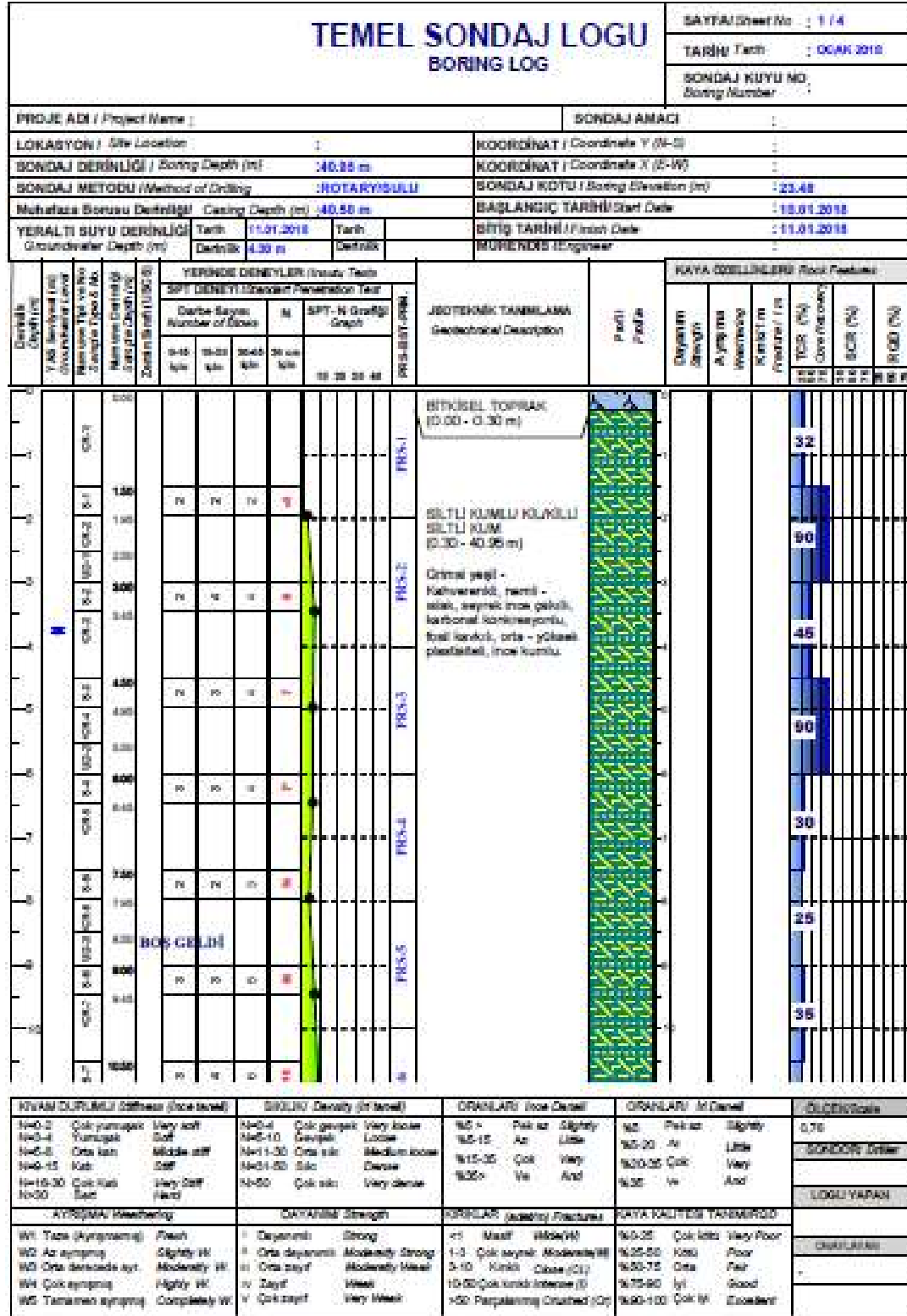
Şekil E.1. 3. Çalışmada kullanılan binanın radye temel ve kolon aplikasyonu planı

EK-1. (devam) Çalışmada kullanılan binaya ait mimari çizimler, idecad modeli ve statik analiz sonuçları



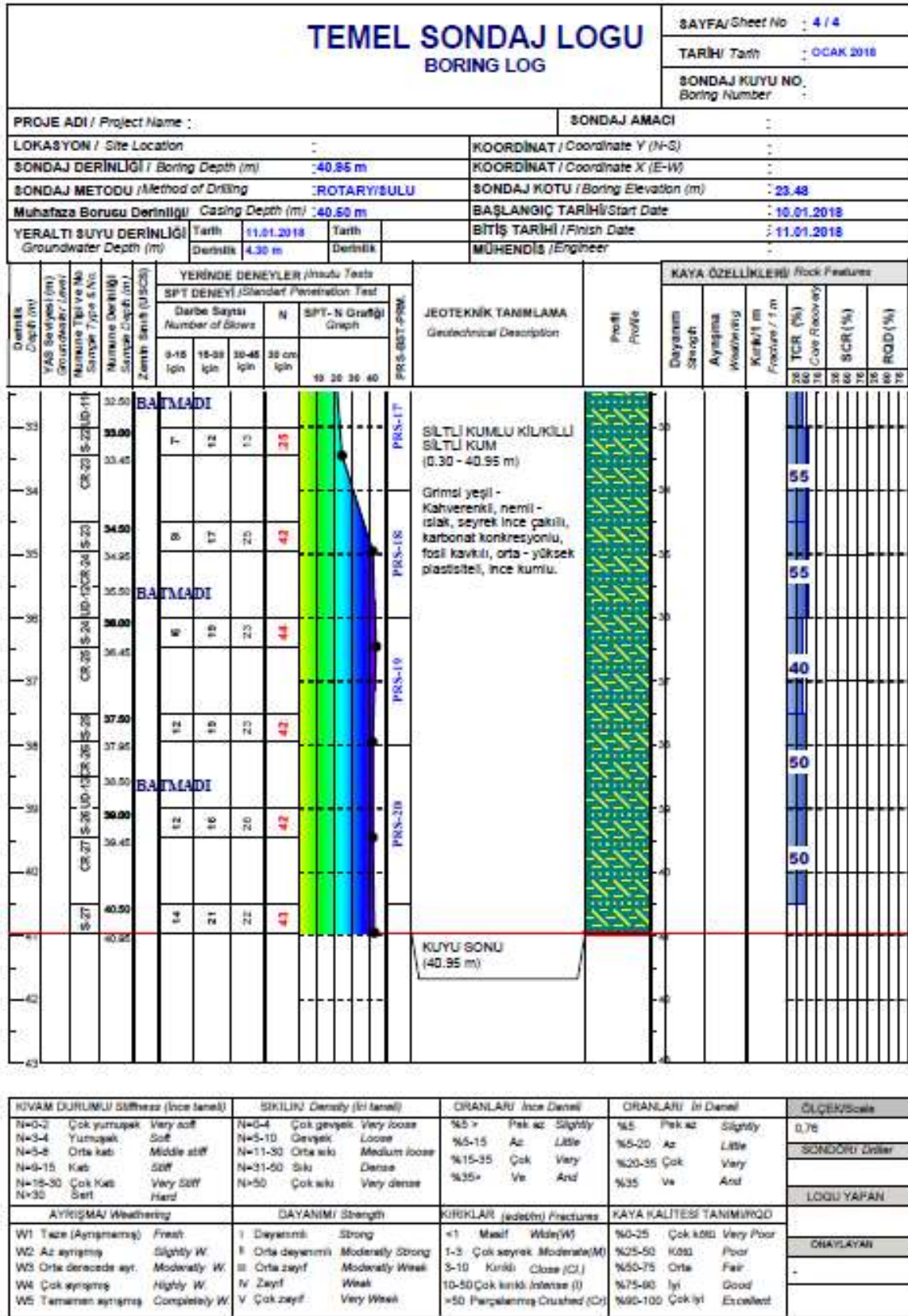
Şekil E.1. 6. Çalışmada kullanılan binanın idecad çözümlemesinden alınan bazı özet sonuçlar

EK-2. Sondaj logları



Şekil E.2. 1. Arazi-1'e ait sondaj logu.

EK-2. (devam) Sondaj logları



Şekil E.2.1. (devamı) Arazi-1'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

				SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ Boring No: SK - 5 SONDOR: A. Mutlu Driller		Sayfa Page 1 / 2																																																			
PROJE ADI / Project Name : ASELSAN Çalıklüdü Test Alanı / Çelik Kafes Kule (Akyurt Kule 2) SONDAJ YERİ / Boring Location : Gülbaşı/Bala (ANKARA) SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.45 m. MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 6.0 m. SONDAJ KOTU / Elevation : 1058 m. BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 29.06.09 - 29.06.09 YERALTI SUYU / Groundwater : -1.2 m. KOORDİNAT / Coordinate (y) : 490916.7 m. SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine : Crelius KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4354353.4 m.																																																											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Korot (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon																																																
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph																																																								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50																																																								
0				SILTU KİL: Açık kahverenkli, yeşilimsi, yumuşak, siltli kil																																																							
-1				-12 m. Y.A.S.S.																																																							
-2	SPT-1	1/2/2 - 4																																																									
-3	UD-1																																																										
-4	SPT-2	1/2/3 - 5																																																									
-5	SPT-3	2/3/3 - 6		SILTU KİL: Yeşilimsi gri renkli, yer yer ince taneli kum bantları içeren siltli kil																																																							
-6	UD-2																																																										
-7	SPT-4	2/3/4 - 7																																																									
-8	SPT-5	3/3/4 - 7																																																									
-9	SPT-6	3/4/5 - 9																																																									
-10																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DAYANIMLILIK - Strength</th> <th colspan="2">AYRILMA - Weathering</th> <th colspan="2">İNCİ DANELİ - Fine Grained</th> <th colspan="2">İRİ DANELİ - Coarse Grained</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I DAVANIMLI</td> <td>Strong</td> <td>I TAZE</td> <td>Fresh</td> <td>N=0-2 ÇOK YUMUŞAK</td> <td>V. Soft</td> <td>N=0-4 ÇOK GİV.</td> <td>V. Loose</td> </tr> <tr> <td>II ORTA DAVANIMLI</td> <td>M. Strong</td> <td>II AZ AYRILMIŞ</td> <td>Slightly W.</td> <td>N=3-4 YUMUŞAK</td> <td>Soft</td> <td>N=5-10 GEVŞEK</td> <td>Loose</td> </tr> <tr> <td>III ORTA ZAYIF</td> <td>M. Weak</td> <td>III ORTA DER. AVR.</td> <td>Med. Weather</td> <td>N=5-8 ORTA KATI</td> <td>M. Stiff</td> <td>N=11-30 ORTA SIKI</td> <td>M. Dense</td> </tr> <tr> <td>IV ZAYIF</td> <td>Weak</td> <td>IV ÇOK AVR.</td> <td>Highly W.</td> <td>N=9-15 KATI</td> <td>Stiff</td> <td>N=31-50 SIKI</td> <td>Dense</td> </tr> <tr> <td>V ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Weak</td> <td>V TAM AYRILMIŞ</td> <td>Comp. W.</td> <td>N=16-30 ÇOK KATI</td> <td>V. Stiff</td> <td>N=51 ÇOK SIKI</td> <td>V. Dense</td> </tr> </tbody> </table>												DAYANIMLILIK - Strength		AYRILMA - Weathering		İNCİ DANELİ - Fine Grained		İRİ DANELİ - Coarse Grained		I DAVANIMLI	Strong	I TAZE	Fresh	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4 ÇOK GİV.	V. Loose	II ORTA DAVANIMLI	M. Strong	II AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10 GEVŞEK	Loose	III ORTA ZAYIF	M. Weak	III ORTA DER. AVR.	Med. Weather	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-30 ORTA SIKI	M. Dense	IV ZAYIF	Weak	IV ÇOK AVR.	Highly W.	N=9-15 KATI	Stiff	N=31-50 SIKI	Dense	V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=16-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=51 ÇOK SIKI	V. Dense
DAYANIMLILIK - Strength		AYRILMA - Weathering		İNCİ DANELİ - Fine Grained		İRİ DANELİ - Coarse Grained																																																					
I DAVANIMLI	Strong	I TAZE	Fresh	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4 ÇOK GİV.	V. Loose																																																				
II ORTA DAVANIMLI	M. Strong	II AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10 GEVŞEK	Loose																																																				
III ORTA ZAYIF	M. Weak	III ORTA DER. AVR.	Med. Weather	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-30 ORTA SIKI	M. Dense																																																				
IV ZAYIF	Weak	IV ÇOK AVR.	Highly W.	N=9-15 KATI	Stiff	N=31-50 SIKI	Dense																																																				
V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=16-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=51 ÇOK SIKI	V. Dense																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">KAYA KALİTESİ - RQD</th> <th colspan="2">KIRIKLAR - 30 cm - Fractures</th> <th colspan="4">ORANLAR - Proportions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>91-95 ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Poor</td> <td>< 1</td> <td>SEYREK</td> <td>Widely (W)</td> <td>H 5></td> <td>FEK AZ</td> <td>Slightly</td> </tr> <tr> <td>96-99 ZAYIF</td> <td>Poor</td> <td>1 - 2</td> <td>ORTA</td> <td>Medium (M)</td> <td>H 5 - 15</td> <td>AZ</td> <td>Little</td> </tr> <tr> <td>100-105 ORTA</td> <td>Fair</td> <td>3 - 10</td> <td>SİK</td> <td>Common (C)</td> <td>H 15 - 35</td> <td>ÇOK</td> <td>Vary</td> </tr> <tr> <td>106-110 İYİ</td> <td>Good</td> <td>10 - 20</td> <td>ÇOK SİK</td> <td>Intense (I)</td> <td>H 35 ></td> <td>VE</td> <td>And</td> </tr> <tr> <td>111-115 ÇOK İYİ</td> <td>Excellent</td> <td>> 20</td> <td>PARÇALI</td> <td>Crushed (C)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAR - 30 cm - Fractures		ORANLAR - Proportions				91-95 ÇOK ZAYIF	V. Poor	< 1	SEYREK	Widely (W)	H 5>	FEK AZ	Slightly	96-99 ZAYIF	Poor	1 - 2	ORTA	Medium (M)	H 5 - 15	AZ	Little	100-105 ORTA	Fair	3 - 10	SİK	Common (C)	H 15 - 35	ÇOK	Vary	106-110 İYİ	Good	10 - 20	ÇOK SİK	Intense (I)	H 35 >	VE	And	111-115 ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed (C)			
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAR - 30 cm - Fractures		ORANLAR - Proportions																																																							
91-95 ÇOK ZAYIF	V. Poor	< 1	SEYREK	Widely (W)	H 5>	FEK AZ	Slightly																																																				
96-99 ZAYIF	Poor	1 - 2	ORTA	Medium (M)	H 5 - 15	AZ	Little																																																				
100-105 ORTA	Fair	3 - 10	SİK	Common (C)	H 15 - 35	ÇOK	Vary																																																				
106-110 İYİ	Good	10 - 20	ÇOK SİK	Intense (I)	H 35 >	VE	And																																																				
111-115 ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed (C)																																																							
SPT: STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test D: ÖRNEKLEMİN NUMUNE Disturbed Sample UD: ÖRNEKLEMİN NUMUNE Undisturbed Sample				E: KAROT NUMUNESİ Core Sample P: PRESİYOMETRE DENEYİ Pneumometer Test VST: VANE DENEYİ Vane Shear Test		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM		İMZA Sign 03.07.2009																																																			

Şekil E.2. 2. Arazi-2'ye ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU		SONDAJ No: SK - 5		Sayfa 2 / 2					
		BORING LOG		SONDOR: A. Mutlu		Driller					
PROJE ADI / Project Name : ASELSAN Çalıklüzü Test Alanı / Çelik Kafes Kule (Akyurt Kule 2) SONDAJ YERİ / Boring Location : Gülbaşı/Bala (ANKARA) SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.45 m. MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 6.0 m. SONDAJ KOTU / Elevation : 1058 m. BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 29.06.09 - 29.06.09 YERALTI SUYU / Groundwater : -1.2 m. KOORDİNAT / Coordinate (y) : 490916.7 m. SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Creluis KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4354353.4 m.											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Korot (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50								
-11	SPT-7	2/3/8 - 9									
-12	SPT-8	4/4/5 - 9									
-13											
-14	SPT-9	4/5/7 - 12									
-15	SPT-10	5/7/7 - 14									
-16											
-17	SPT-11	5/8/8 - 12									
-18	SPT-12	6/7/8 - 15									
-19											
-20	SPT-13	8/8/10 - 18									
-20.45 m. - KUYU SONU -											
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM											
IMZA Sign 03.07.2009											
TARİH Date 03.07.2009											

Şekil E.2.2. (devamı) Arazi-2'ye ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ No: SK - 6		Sayfa 1 / 2																																																																																																																																																					
				SONDOR: A. Mutlu		Driller																																																																																																																																																					
PROJE ADI / Project Name : ASELSAN Çalıklüzü Test Alanı / Çelik Kafes Kule (Akyurt Kule 2)																																																																																																																																																											
SONDAJ YERİ / Boring Location : Gülbaşı/Bala (ANKARA)																																																																																																																																																											
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.45 m.			MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 6.0 m.																																																																																																																																																								
SONDAJ KOTU / Elevation : 1058 m.			BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 30.06.09 - 30.06.09																																																																																																																																																								
YERALTI SUYU / Groundwater : -1.2 m.			KOORDİNAT / Coordinate (y) : 490911.7 m.																																																																																																																																																								
SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Crelus			KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4354353.4 m.																																																																																																																																																								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (ft)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Karat (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon																																																																																																																																																
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph																																																																																																																																																								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50																																																																																																																																																								
0				SILTU KİL: Açık kahverenkli, yeşilimsi, yumuşak, silti kil																																																																																																																																																							
-1				-1.2 m. Y.A.S.S.																																																																																																																																																							
-2	SPT-1	1/2/2 - 4																																																																																																																																																									
-3	UD-1																																																																																																																																																										
-4	SPT-2	1/2/3 - 5																																																																																																																																																									
-5	SPT-3	2/2/3 - 5																																																																																																																																																									
-6	UD-2			SILTU KİL: Yeşilimsi gri renkli, yer yer ince taneli kum bantları içeren silti kil																																																																																																																																																							
-7	SPT-4	2/3/4 - 7																																																																																																																																																									
-8	SPT-5	4/3/5 - 8																																																																																																																																																									
-9	SPT-6	3/4/4 - 8																																																																																																																																																									
-10																																																																																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">DAYANIMLILIK - Strength</td> <td colspan="3">AYRILMA - Weathering</td> <td colspan="3">İNCE DANELİ - Fine Grained</td> <td colspan="3">KIRI DANELİ - Coarse Grained</td> </tr> <tr> <td>I DAVANIRLI</td> <td>Strong</td> <td>I</td> <td>TAKI</td> <td>Frash</td> <td>N=0-2 ÇOK YUMUŞAK</td> <td>V. Soft</td> <td>N=0-4 ÇOK GİY.</td> <td>V. Loose</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>II ORTA DAVANIRLI</td> <td>M. Strong</td> <td>II</td> <td>AZ AYRILMIŞ</td> <td>Slightly W.</td> <td>N=3-4 YUMUŞAK</td> <td>Soft</td> <td>N=5-10 GENİŞEK</td> <td>Loose</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>III ORTA ZAYIF</td> <td>M. Weak</td> <td>III</td> <td>ORTA DER. AYR.</td> <td>Med. Weak</td> <td>N=5-8 ORTA KATI</td> <td>M. Stiff</td> <td>N=11-20 ORTA SIKI</td> <td>M. Dense</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV ZAYIF</td> <td>Weak</td> <td>IV</td> <td>ÇOK AYR.</td> <td>Slightly W.</td> <td>N=9-18 KATI</td> <td>Stiff</td> <td>N=21-30 SIKI</td> <td>Dense</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Weak</td> <td>V</td> <td>TAM AYRILMIŞ</td> <td>Comp. W.</td> <td>N=15-30 ÇOK KATI</td> <td>V. Stiff</td> <td>N=31-50 ÇOK SIKI</td> <td>V. Dense</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">KAYA KALİTESİ - RQD</td> <td colspan="3">KIRKILAR - 30 cm - Proctures</td> <td colspan="3">ORANLAR - Proportions</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>95-100 ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Poor</td> <td>< 1</td> <td>SEYREK</td> <td>Wld</td> <td>(W)</td> <td>H 5></td> <td>FEK AZ</td> <td>Slightly</td> <td>H 5></td> <td>FEK AZ</td> <td>Slightly</td> </tr> <tr> <td>75-95 ZAYIF</td> <td>Poor</td> <td>1 - 2</td> <td>ORTA</td> <td>Modern</td> <td>(M)</td> <td>H 5 - 15</td> <td>AZ</td> <td>Little</td> <td>H 5 - 20</td> <td>AZ</td> <td>Little</td> </tr> <tr> <td>50-75 ORTA</td> <td>Fair</td> <td>2 - 10</td> <td>SEK</td> <td>Clus</td> <td>(C)</td> <td>H 15 - 35</td> <td>ÇOK</td> <td>Very</td> <td>H 20 - 50</td> <td>ÇOK</td> <td>Very</td> </tr> <tr> <td>25-50 İYİ</td> <td>Good</td> <td>10 - 20</td> <td>ÇOK SEK</td> <td>Intense</td> <td>(I)</td> <td>H 35 ></td> <td>VE</td> <td>And</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10-25 ÇOK İYİ</td> <td>Excellent</td> <td>> 20</td> <td>PARÇALI</td> <td>Crushed</td> <td>(C)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												DAYANIMLILIK - Strength			AYRILMA - Weathering			İNCE DANELİ - Fine Grained			KIRI DANELİ - Coarse Grained			I DAVANIRLI	Strong	I	TAKI	Frash	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4 ÇOK GİY.	V. Loose				II ORTA DAVANIRLI	M. Strong	II	AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10 GENİŞEK	Loose				III ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Med. Weak	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20 ORTA SIKI	M. Dense				IV ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-18 KATI	Stiff	N=21-30 SIKI	Dense				V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=15-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50 ÇOK SIKI	V. Dense				KAYA KALİTESİ - RQD			KIRKILAR - 30 cm - Proctures			ORANLAR - Proportions						95-100 ÇOK ZAYIF	V. Poor	< 1	SEYREK	Wld	(W)	H 5>	FEK AZ	Slightly	H 5>	FEK AZ	Slightly	75-95 ZAYIF	Poor	1 - 2	ORTA	Modern	(M)	H 5 - 15	AZ	Little	H 5 - 20	AZ	Little	50-75 ORTA	Fair	2 - 10	SEK	Clus	(C)	H 15 - 35	ÇOK	Very	H 20 - 50	ÇOK	Very	25-50 İYİ	Good	10 - 20	ÇOK SEK	Intense	(I)	H 35 >	VE	And				10-25 ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed	(C)						
DAYANIMLILIK - Strength			AYRILMA - Weathering			İNCE DANELİ - Fine Grained			KIRI DANELİ - Coarse Grained																																																																																																																																																		
I DAVANIRLI	Strong	I	TAKI	Frash	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4 ÇOK GİY.	V. Loose																																																																																																																																																			
II ORTA DAVANIRLI	M. Strong	II	AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10 GENİŞEK	Loose																																																																																																																																																			
III ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Med. Weak	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20 ORTA SIKI	M. Dense																																																																																																																																																			
IV ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-18 KATI	Stiff	N=21-30 SIKI	Dense																																																																																																																																																			
V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=15-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50 ÇOK SIKI	V. Dense																																																																																																																																																			
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRKILAR - 30 cm - Proctures			ORANLAR - Proportions																																																																																																																																																					
95-100 ÇOK ZAYIF	V. Poor	< 1	SEYREK	Wld	(W)	H 5>	FEK AZ	Slightly	H 5>	FEK AZ	Slightly																																																																																																																																																
75-95 ZAYIF	Poor	1 - 2	ORTA	Modern	(M)	H 5 - 15	AZ	Little	H 5 - 20	AZ	Little																																																																																																																																																
50-75 ORTA	Fair	2 - 10	SEK	Clus	(C)	H 15 - 35	ÇOK	Very	H 20 - 50	ÇOK	Very																																																																																																																																																
25-50 İYİ	Good	10 - 20	ÇOK SEK	Intense	(I)	H 35 >	VE	And																																																																																																																																																			
10-25 ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed	(C)																																																																																																																																																						
SPT : STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample				E : KAROT NUMUNESİ Core Sample P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test VST : VANE DENEYİ Vane Shear Test				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM		İMZA Sign		TARİH Date 03.07.2009																																																																																																																																															

Şekil E.2. 3. Arazi-3'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU		SONDAJ No: SK - 6		Sayfa 2 / 2					
		BORING LOG		SONDOR: A. Mutlu		Driller					
PROJE ADI / Project Name : ASELSAN Çalıklüzü Test Alanı / Çelik Kafes Kule (Akyurt Kule 2) SONDAJ YERİ / Boring Location : Gülbaşı/Bala (ANKARA) SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.45 m. MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 6.0 m. SONDAJ KOTU / Elevation : 1058 m. BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 30.06.09 - 30.06.09 YERALTI SUYU / Groundwater : -1.2 m. KOORDİNAT / Coordinate (y) : 490911.7 m. SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Crelius KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4354353.4 m.											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNIK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Korut (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50								
-11	SPT-7	4/5/5 - 10									
-12	SPT-8	3/4/6 - 10									
-13	SPT-9	4/4/6 - 10									
-14	SPT-10	3/4/6 - 10									
-15	SPT-11	4/5/6 - 11									
-16	SPT-12	4/6/7 - 13									
-17											
-18	SPT-13	5/7/8 - 15									
-19											
-20											
-20.45 m. - KUYU SONU -											
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer				Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM				İMZA Sign		TARİH Date	
										03.07.2009	

Şekil E.2.3. (devamı) Arazi-3'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ No: SK-7		Sayfa 1 / 3																																																																																																																																																					
				SONDOR: K. Özdemir		Driller																																																																																																																																																					
PROJE ADI / Project Name : Eryaman Alışveriş Merkezi																																																																																																																																																											
SONDAJ YERİ / Boring Location : 46402 Ada 4 Parsel Eryaman/Etimesgut/Ankara																																																																																																																																																											
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 30.40 m.				MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 13,5 m.																																																																																																																																																							
SONDAJ KOTU / Elevation : 797,2 m.				BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 23.03.2009 / 24.03.2009																																																																																																																																																							
YERALTI SUYU / Groundwater : -0,2 m.				KOORDİNAT / Coordinate (y) : 468889,844 m.																																																																																																																																																							
SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Crelius D500				KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4426091,088 m.																																																																																																																																																							
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (ft)	Numune Çisi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kök / 30 cm Fracture / 30 cm	Korot (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon																																																																																																																																																
		DARBE SAYISI Nur. of Blows	GRAFIK Graph																																																																																																																																																								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50																																																																																																																																																								
0				BİTKİSEL TOPRAK: Bitkisel toprak																																																																																																																																																							
-1				KUMLU KİL: Grimsikoyu-kahverenkli, yer yer kum bantları içeren az çakıllı, kumlu kil																																																																																																																																																							
-2	SPT	3/4/5 - 9																																																																																																																																																									
-3	SPT	4/4/5 - 9																																																																																																																																																									
-4																																																																																																																																																											
-5	SPT	3/4/4 - 8																																																																																																																																																									
-6	UD																																																																																																																																																										
-7	UD																																																																																																																																																										
-8	SPT	2/4/4 - 8																																																																																																																																																									
-9	SPT	3/4/4 - 8																																																																																																																																																									
-10	UD																																																																																																																																																										
	SPT	6/8/10 - 18																																																																																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">DAYANIMLILIK - Strength</td> <td colspan="3">AYRILMA - Weathering</td> <td colspan="3">İNCE DANELİ - Fine Grained</td> <td colspan="3">KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained</td> </tr> <tr> <td>I DAYANIMLI</td> <td>Strong</td> <td>I</td> <td>TAKİ</td> <td>Fract</td> <td>N=0-2 ÇOK YUMUŞAK</td> <td>V. Soft</td> <td>N=0-4</td> <td>ÇOK GİY.</td> <td>V. Loose</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>II ORTA DAYANIMLI</td> <td>M. Strong</td> <td>II</td> <td>AZ AYRILMIŞ</td> <td>Slightly W.</td> <td>N=3-4 YUMUŞAK</td> <td>Soft</td> <td>N=5-10</td> <td>GENİŞ</td> <td>Loose</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>III ORTA ZAYIF</td> <td>M. Weak</td> <td>III</td> <td>ORTA DER. AYR.</td> <td>Med. Weak</td> <td>N=5-8 ORTA KATI</td> <td>M. Stiff</td> <td>N=11-20</td> <td>ORTA SIKI</td> <td>M. Dense</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IV ZAYIF</td> <td>Weak</td> <td>IV</td> <td>ÇOK AYR.</td> <td>Slightly W.</td> <td>N=9-18 KATI</td> <td>Stiff</td> <td>N=21-30</td> <td>SIKI</td> <td>Dense</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Weak</td> <td>V</td> <td>TAM AYRILMIŞ</td> <td>Comp. W.</td> <td>N=16-30 ÇOK KATI</td> <td>V. Stiff</td> <td>N=31-50</td> <td>ÇOK SIKI</td> <td>V. Dense</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">KAYA KALİTESİ - RQD</td> <td colspan="3">KIRILANLAR - 30 cm - Penetration</td> <td colspan="3">ORANLAR - Properties</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>14-25 ÇOK ZAYIF</td> <td>V. Poor</td> <td>= 1</td> <td>SEYİRKİ</td> <td>White</td> <td>(N)</td> <td>N 1-5</td> <td>PIR AZ</td> <td>Slightly</td> <td>N 1-5</td> <td>PIR AZ</td> <td>Slightly</td> </tr> <tr> <td>14-25 ZAYIF</td> <td>Poor</td> <td>1-2</td> <td>ORTA</td> <td>Moderate</td> <td>(M)</td> <td>N 5-15</td> <td>AZ</td> <td>Little</td> <td>N 5-15</td> <td>AZ</td> <td>Little</td> </tr> <tr> <td>14-25 ORTA</td> <td>Fair</td> <td>2-10</td> <td>SEK</td> <td>Clear</td> <td>(C)</td> <td>N 15-35</td> <td>ÇOK</td> <td>Vary</td> <td>N 15-35</td> <td>ÇOK</td> <td>Vary</td> </tr> <tr> <td>14-25 İYİ</td> <td>Good</td> <td>10-20</td> <td>ÇOK SEK</td> <td>Intense</td> <td>(O)</td> <td>N 35-50</td> <td>VE</td> <td>And</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14-25 ÇOK İYİ</td> <td>Excellent</td> <td>= 20</td> <td>PANCAH</td> <td>Crushed</td> <td>(C)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												DAYANIMLILIK - Strength			AYRILMA - Weathering			İNCE DANELİ - Fine Grained			KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained			I DAYANIMLI	Strong	I	TAKİ	Fract	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4	ÇOK GİY.	V. Loose			II ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10	GENİŞ	Loose			III ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Med. Weak	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20	ORTA SIKI	M. Dense			IV ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-18 KATI	Stiff	N=21-30	SIKI	Dense			V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=16-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50	ÇOK SIKI	V. Dense			KAYA KALİTESİ - RQD			KIRILANLAR - 30 cm - Penetration			ORANLAR - Properties						14-25 ÇOK ZAYIF	V. Poor	= 1	SEYİRKİ	White	(N)	N 1-5	PIR AZ	Slightly	N 1-5	PIR AZ	Slightly	14-25 ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate	(M)	N 5-15	AZ	Little	N 5-15	AZ	Little	14-25 ORTA	Fair	2-10	SEK	Clear	(C)	N 15-35	ÇOK	Vary	N 15-35	ÇOK	Vary	14-25 İYİ	Good	10-20	ÇOK SEK	Intense	(O)	N 35-50	VE	And				14-25 ÇOK İYİ	Excellent	= 20	PANCAH	Crushed	(C)						
DAYANIMLILIK - Strength			AYRILMA - Weathering			İNCE DANELİ - Fine Grained			KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained																																																																																																																																																		
I DAYANIMLI	Strong	I	TAKİ	Fract	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4	ÇOK GİY.	V. Loose																																																																																																																																																		
II ORTA DAYANIMLI	M. Strong	II	AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10	GENİŞ	Loose																																																																																																																																																		
III ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Med. Weak	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20	ORTA SIKI	M. Dense																																																																																																																																																		
IV ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-18 KATI	Stiff	N=21-30	SIKI	Dense																																																																																																																																																		
V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N=16-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50	ÇOK SIKI	V. Dense																																																																																																																																																		
KAYA KALİTESİ - RQD			KIRILANLAR - 30 cm - Penetration			ORANLAR - Properties																																																																																																																																																					
14-25 ÇOK ZAYIF	V. Poor	= 1	SEYİRKİ	White	(N)	N 1-5	PIR AZ	Slightly	N 1-5	PIR AZ	Slightly																																																																																																																																																
14-25 ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate	(M)	N 5-15	AZ	Little	N 5-15	AZ	Little																																																																																																																																																
14-25 ORTA	Fair	2-10	SEK	Clear	(C)	N 15-35	ÇOK	Vary	N 15-35	ÇOK	Vary																																																																																																																																																
14-25 İYİ	Good	10-20	ÇOK SEK	Intense	(O)	N 35-50	VE	And																																																																																																																																																			
14-25 ÇOK İYİ	Excellent	= 20	PANCAH	Crushed	(C)																																																																																																																																																						
SPT : STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test D : ÖRNEK NUMUNESİ Disturbed Sample CD : ÖRNEK NUMUNESİ Undisturbed Sample				K : KAROT NUMUNESİ Core Sample P : PRESİYOMETRE DENEYİ Permeability Test VST : VANE DENEYİ Vane Shear Test				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Jeo. Müh. Nedim SAĞLAM		İMZA Sign		TARİH Date 15.04.2009																																																																																																																																															

Şekil E.2. 4. Arazi-4'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ Boring No: SK-7		Sayfa Page 2 / 3					
				SONDOR: Driller K. Özdemir							
PROJE ADI / Project Name : Eryaman Alışveriş Merkezi SONDAJ YERİ / Boring Location : 46402 Ada 4 Parsel Eryaman/Etimesgut/Ankara SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 30.40 m. MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 13,5 m. SONDAJ KOTU / Elevation : 797,2 m. BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 23.03.2009 / 24.03.2009 YERALTI SUYU / Groundwater : -0,2 m. KOORDİNAT / Coordinate (y) : 468889,844 m. SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Crelius D500 KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4426091,088 m.											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (ft)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Korut (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeol
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50								
-10	SPT	7/22/02 - R		KUMLU-ÇAKIL: Kahverenkli, çok az kıl, kumlu çakıl							
-11											
-12	SPT	8/24/R - R									
-13	UD			SİLTÜ KİL: Açık kahverenkli, kızılımsı, kalkerli konsolidasyonlu, çok katı siltli							
-14	UD										
-15	SPT	20/24/R - R									
-16	SPT	22/22/03 - R									
-17	SPT	20/35/R - R									
-18	SPT	23/39/R - R									
-19	SPT	25/35/R - R									
-20											
DAYANIMLILIK - Strength		AYRIŞMA - Weathering		İNCİ DANELİ - Fine Grained		İRİ DANELİ - Coarse Grained					
I DAVANIMLI	Strong	I TAZE	Fresh	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4 ÇOK GY.	V. Loose				
II ORTA DAVANIMLI	M. Strong	II AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10 GYŞEK	Loose				
III ORTA ZAYIF	M. Weak	III ORTA DER. AYR.	Med. Weather	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20 ORTA SIKI	M. Dense				
IV ZAYIF	Weak	IV ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-18 KATI	Stiff	N=21-30 SIKI	Dense				
V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V TAM AYRIŞMIŞ	Comp. W.	N=19-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50 ÇOK SIKI	V. Dense				
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRIKLAR - 30 cm - Penetration		ORANLAR - Properties							
95-100 ÇOK ZAYIF	V. Poor	< 1	SEYİRKİ	Wdn (W)	N 5 >	PEK AZ	Slightly				
90-95 ZAYIF	Poor	1 - 2	ORTA	Medium (M)	N 5 - 15	AZ	Little				
85-90 ORTA	Fair	2 - 10	SEK	Class (C)	N 15 - 35	ÇOK	Very				
80-85 İYİ	Good	10 - 20	ÇOK SIKI	Intense (I)	N 35 >	VE	And				
75-80 ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed (CO)							
SPT: STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test		K: KANOT NUMUNESİ Core Sample		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		İMZA Sign					
D: ÖRNEKLENDİŞİ NUMUNE Disturbed Sample		P: PRESİYOMETRE DENEYİ Pneumometer Test		Jeo. Müh. Nedim SAĞLAM		TARİH Date					
UD: ÖRNEKLENDİŞİ NUMUNE Undisturbed Sample		VST: VANE DENEYİ Vane Shear Test									
						15.04.2009					

Şekil E.2.4. (devamı) Arazi-4'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

 SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ No: SK-8	Sayfa Page 1 / 3																																																																																																							
		SONDOR: K. Özdemir Driller																																																																																																								
PROJE ADI / Project Name : Eryaman Alışveriş Merkezi SONDAJ YERİ / Boring Location : 46402 Ada 4 Parsel Eryaman/Elimesgut/Ankara SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 30.40 m. MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 11,5 m. SONDAJ KOTU / Elevation : 797,3 m. BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 25.03.2009 / 26.03.2009 YERALTI SUYU / Groundwater : -0,3 m. KOORDİNAT / Coordinate (y) : 468891,471 m. SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine : Crelius D500 KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4426133,088 m.																																																																																																										
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test	JEOOTEKNIK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kırılma / 30 cm Fracture / 30 cm	Karot (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Logeion																																																																																																
		DARBE SAYISI Num. of Blows	GRAFIK Graph																																																																																																							
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50																																																																																																							
0				BİTKİSEL TOPRAK: Bitkisel toprak																																																																																																						
-1	SPT	2/3/3 - 6		KUMLU KİL: Grimsikoyu-kahverenkli, yer yer kum bantları içeren az çakıllı, kumlu-kil																																																																																																						
-2																																																																																																										
-3	SPT	2/3/4 - 7																																																																																																								
-4																																																																																																										
-5	SPT	4/4/5 - 9																																																																																																								
-6	UD																																																																																																									
-7	UD																																																																																																									
-8	SPT	3/5/5 - 11																																																																																																								
-9	UD																																																																																																									
-10	SPT	6/7/9 - 16		SİLTÜ KUM: Grimsik kahverenkli, az killi, siltli - kum																																																																																																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">DAYANIMLILIK - Strength</th> <th colspan="2">AYRILMA - Weathering</th> <th colspan="2">İNCİ DANELİ - Fine Grained</th> <th colspan="2">KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained</th> </tr> <tr> <td>I DAVANIMLI</td> <td>Strong</td> <td>I TAZE</td> <td>Fresh</td> <td>N-0-2 ÇOK YUMUŞAK</td> <td>V. Soft</td> <td>N-0-4 ÇOK GÜÇLÜ</td> <td>V. Loose</td> </tr> <tr> <td>II ORTA DAVANIMLI</td> <td>M. Strong</td> <td>II AZ AYRILMIŞ</td> <td>Slightly W.</td> <td>N-3-4 YUMUŞAK</td> <td>Soft</td> <td>N-5-10 GÜÇLÜ</td> <td>Loose</td> </tr> <tr> <td>III ORTA ZAVİF</td> <td>M. Weak</td> <td>III ORTA DER. AYR.</td> <td>Med. Weather</td> <td>N-5-8 ORTAKATI</td> <td>M. Soft</td> <td>N-10-20 ORTA SIKI</td> <td>M. Dense</td> </tr> <tr> <td>IV ZAVİF</td> <td>Weak</td> <td>IV ÇOK AYR.</td> <td>Slightly W.</td> <td>N-8-15 KATI</td> <td>Stiff</td> <td>N-20-30 SIKI</td> <td>Dense</td> </tr> <tr> <td>V ÇOK ZAVİF</td> <td>V. Weak</td> <td>V TAM AYRILMIŞ</td> <td>Comp. W.</td> <td>N-15-30 ÇOK KATI</td> <td>V. Stiff</td> <td>N-30-50 ÇOK SIKI</td> <td>V. Dense</td> </tr> <tr> <td colspan="2">KAYA KALİTESİ - RQD</td> <td colspan="2">KIRILAR - 30 cm - Fractures</td> <td colspan="2">ORANLAR - Properties</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>95-100 ÇOK ZAVİF</td> <td>V. Poor</td> <td>< 1 SEYREK</td> <td>Widely (W)</td> <td>N 1- 15 FİK AZ</td> <td>Slightly</td> <td>N 1- 15 FİK AZ</td> <td>Slightly</td> </tr> <tr> <td>90-95 ZAVİF</td> <td>Poor</td> <td>1 - 2 ORTA</td> <td>Moderate (M)</td> <td>N 1- 15 AZ</td> <td>Little</td> <td>N 1- 20 AZ</td> <td>Little</td> </tr> <tr> <td>85-90 ORTA</td> <td>Fair</td> <td>2 - 10 ÇOK</td> <td>Common (C)</td> <td>N 15 - 35 ÇOK</td> <td>Very</td> <td>N 20 - 50 ÇOK</td> <td>Very</td> </tr> <tr> <td>80-85 İYİ</td> <td>Good</td> <td>10 - 20 ÇOK SIKI</td> <td>Intense (I)</td> <td>N 35 - 50 VE</td> <td>And</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>75-80 ÇOK İYİ</td> <td>Excellent</td> <td>> 20 PARÇALI</td> <td>Crushed (CO)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>											DAYANIMLILIK - Strength		AYRILMA - Weathering		İNCİ DANELİ - Fine Grained		KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained		I DAVANIMLI	Strong	I TAZE	Fresh	N-0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N-0-4 ÇOK GÜÇLÜ	V. Loose	II ORTA DAVANIMLI	M. Strong	II AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N-3-4 YUMUŞAK	Soft	N-5-10 GÜÇLÜ	Loose	III ORTA ZAVİF	M. Weak	III ORTA DER. AYR.	Med. Weather	N-5-8 ORTAKATI	M. Soft	N-10-20 ORTA SIKI	M. Dense	IV ZAVİF	Weak	IV ÇOK AYR.	Slightly W.	N-8-15 KATI	Stiff	N-20-30 SIKI	Dense	V ÇOK ZAVİF	V. Weak	V TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N-15-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N-30-50 ÇOK SIKI	V. Dense	KAYA KALİTESİ - RQD		KIRILAR - 30 cm - Fractures		ORANLAR - Properties				95-100 ÇOK ZAVİF	V. Poor	< 1 SEYREK	Widely (W)	N 1- 15 FİK AZ	Slightly	N 1- 15 FİK AZ	Slightly	90-95 ZAVİF	Poor	1 - 2 ORTA	Moderate (M)	N 1- 15 AZ	Little	N 1- 20 AZ	Little	85-90 ORTA	Fair	2 - 10 ÇOK	Common (C)	N 15 - 35 ÇOK	Very	N 20 - 50 ÇOK	Very	80-85 İYİ	Good	10 - 20 ÇOK SIKI	Intense (I)	N 35 - 50 VE	And			75-80 ÇOK İYİ	Excellent	> 20 PARÇALI	Crushed (CO)				
DAYANIMLILIK - Strength		AYRILMA - Weathering		İNCİ DANELİ - Fine Grained		KÜÇÜK DANELİ - Coarse Grained																																																																																																				
I DAVANIMLI	Strong	I TAZE	Fresh	N-0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N-0-4 ÇOK GÜÇLÜ	V. Loose																																																																																																			
II ORTA DAVANIMLI	M. Strong	II AZ AYRILMIŞ	Slightly W.	N-3-4 YUMUŞAK	Soft	N-5-10 GÜÇLÜ	Loose																																																																																																			
III ORTA ZAVİF	M. Weak	III ORTA DER. AYR.	Med. Weather	N-5-8 ORTAKATI	M. Soft	N-10-20 ORTA SIKI	M. Dense																																																																																																			
IV ZAVİF	Weak	IV ÇOK AYR.	Slightly W.	N-8-15 KATI	Stiff	N-20-30 SIKI	Dense																																																																																																			
V ÇOK ZAVİF	V. Weak	V TAM AYRILMIŞ	Comp. W.	N-15-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N-30-50 ÇOK SIKI	V. Dense																																																																																																			
KAYA KALİTESİ - RQD		KIRILAR - 30 cm - Fractures		ORANLAR - Properties																																																																																																						
95-100 ÇOK ZAVİF	V. Poor	< 1 SEYREK	Widely (W)	N 1- 15 FİK AZ	Slightly	N 1- 15 FİK AZ	Slightly																																																																																																			
90-95 ZAVİF	Poor	1 - 2 ORTA	Moderate (M)	N 1- 15 AZ	Little	N 1- 20 AZ	Little																																																																																																			
85-90 ORTA	Fair	2 - 10 ÇOK	Common (C)	N 15 - 35 ÇOK	Very	N 20 - 50 ÇOK	Very																																																																																																			
80-85 İYİ	Good	10 - 20 ÇOK SIKI	Intense (I)	N 35 - 50 VE	And																																																																																																					
75-80 ÇOK İYİ	Excellent	> 20 PARÇALI	Crushed (CO)																																																																																																							
SPT : STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test		K : KAROT NUMUNESİ Core Sample		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		İMZA Sign		TARİH Date																																																																																																		
D : ÖRNEKLENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pneumometer Test		Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM				15.04.2009																																																																																																		
UD : ÖRNEKLENMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		VST : VANE DENEYİ Vane Shear Test																																																																																																								

Şekil E.2. 5. Arazi-5'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ No: SK-8 Boring No: SK-8		Sayfa 2 / 3 Page 2 / 3						
				SONDOR: K. Özdemir Driller								
PROJE ADI / Project Name : Eryaman Alışveriş Merkezi												
SONDAJ YERİ / Boring Location : 46402 Ada 4 Parsel Eryaman/Etimesgut/Ankara												
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 30.40 m.				MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 11,5 m.								
SONDAJ KÖTÜ / Elevation : 797,3 m.				BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 25.03.2009 / 26.03.2009								
YERALTI SUYU / Groundwater : -0,3 m.				KOORDİNAT / Coordinate (y) : 468891,471 m.								
SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine : Crellus D500				KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4426133,088 m.								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test	DARBE SAYISI Nuss. of Blows	GRAFİK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Karot (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon
15/15/15 - N			10	20	30	40	50					
-10	UD											
-11	UD											
-12	SPT	18/37/R - R										
-13												
-14	SPT	20/25/R - R										
-15	SPT	23/38/R - R										
-16												
-17												
-18	SPT	18/35/R - R										
-19												
-20												
SİLTÜ KİL: Açık kahverenkli, kırmızımsı, kalırlı, kırılgan, çok katlı siltli kil												
DAYANIRLIK - Strength												
I DAVANIRLIK	Strong	I	TAKİ	Weak	N=0-2 ÇOK YUMUŞAK	V. Soft	N=0-4	ÇOK GİY.	V. Loose			
II ORTA DAVANIRLIK	M. Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.	N=3-4 YUMUŞAK	Soft	N=5-10	GENİŞ	Loose			
III ORTA ZAYIF	M. Weak	III	ORTA DER. AYR.	Med. Weak	N=5-8 ORTA KATI	M. Stiff	N=11-20	ORTA SIKI	M. Dense			
IV ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYR.	Slightly W.	N=9-16 KATI	Stiff	N=21-30	SIKI	Dense			
V ÇOK ZAYIF	V. Weak	V	TAM AYRIŞMIŞ	Comp. W.	N=17-30 ÇOK KATI	V. Stiff	N=31-50	ÇOK SIKI	V. Dense			
KAYA KALİTESİ - RQD												
95-100 ÇOK ZAYIF	V. Poor	1	SEYİRKİ	Wds	N=1	PIK AZ	Slightly	N=1	PIK AZ	Slightly		
90-95 ZAYIF	Poor	2	ORTA	Medium	N=2-5	AZ	Little	N=2-5	AZ	Little		
85-90 ORTA	Fair	3	SEK	Good	N=6-10	ÇOK	Vary	N=6-10	ÇOK	Vary		
80-85 İYİ	Good	4	ÇOK SIKI	Excellent	N=11-15	VE	And	N=11-15	VE	And		
75-80 ÇOK İYİ	Excellent	5	PARÇALI	Crushed	N=16-20			N=16-20				
AYRIŞMA - Weathering												
İNCE DANELİ - Fine Grained												
İRİ DANELİ - Coarse Grained												
ORANLAR - Proportions												
SPT : STANDART PEN. DENEYİ												
Standard Penetration Test												
D : ÖRNEK NUMUNESİ												
Disturbed Sample												
CD : ÖRNEK NUMUNESİ												
Undisturbed Sample												
JEOTEKNİK TANIMLAMA												
Geotechnical Description												
SONDAJ MÜHENDİSİ												
Drilling Engineer												
IMZA												
Sign												
TARİH												
Date												
Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM												
15.04.2009												

Şekil E.2.5. (devamı) Arazi-5'e ait sondaj logu

EK-2. (devam) Sondaj logları

		SONDAJ LOGU BORING LOG		SONDAJ No: SK-8		Sayfa 3 / 3					
				SONDOR: K. Özdemir Driller							
PROJE ADI / Project Name : Eryaman Alışveriş Merkezi											
SONDAJ YERİ / Boring Location : 46402 Ada 4 Parsel Eryaman/Etimesgut/Ankara											
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 30.40 m.				MUH. BOR. DER. / Casing Depth : 11.5 m.							
SONDAJ KOTU / Elevation : 797,3 m.				BAS. BIT. TARİHİ / Start - Finish Date : 25.03.2009 / 26.03.2009							
YERALTI SUYU / Groundwater : -0,3 m.				KOORDİNAT / Coordinate (y) : 468891,471 m.							
SONDAJ MAKİNASI / Boring Machine: Crellius D500				KOORDİNAT / Coordinate (x) : 4426133,088 m.							
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (ft)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanıklılık Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Korut (%) Core Recovery (%)	RQD (%)	BST Lugeon
		DARBE SAYISI Numb. of Blows	GRAFIK Graph								
		15/15/15 - N	10 20 30 40 50								
-20											
-21	SPT	24/39/R - R									
-22											
-23											
-24	SPT	27/35/R - R									
-25											
-26											
-27	SPT	26/40/R - R									
-28											
-29											
-30	SPT	24/37/R - R									
-30.4 m. - KUYU SONU-											
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		Jeo. Muh. Nedim SAĞLAM			İMZA Sign		TARİH Date 15.04.2009				

Şekil E.2.5. (devamı) Arazi-5'e ait sondaj logu

EK-3. Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLIDASYON DENEYİ					
Numune adı	Zemin-1				
Numune alınan yer	İzmit (Kuzey Marmara Otoyolu)				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	5,75 m	Yeraltı su seviyesi = 4,3 m			
Numune çapı, D_0	50 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,65		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	27,1		
Yaş numune ağırlığı, M_y	76,0 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,740		
Kuru numune ağırlığı, M_k	59,8 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	18,98 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basınç, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
27.02.2018	1,0	50	0,600	0,688	-
28.02.2018	2,0	100	0,897	0,662	0,29732
01.03.2018	4,0	200	1,294	0,628	0,19871
02.03.2018	8,0	400	1,801	0,584	0,12689
03.03.2018	4,0	200	1,753	0,588	-
04.03.2018	2,0	100	1,683	0,594	-
05.03.2018	1,0	50	1,609	0,600	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_o (kN/m ²)	94,1	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,182
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	130	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,147
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	1,4	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,018
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)	35,9	Doygunluk derecesi, S_r (%)	97,0

Şekil E.3. 1. Arazi-1'den elde edilen numunenin konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLIDASYON DENEYİ					
Numune adı	Arazi-2 SK-5 / UD-1				
Numune alınan yer	BALA - ANKARA (ASELSAN) (HENDESE) (AKADEMİ LAB)				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	3,25 m	Yeraltı su seviyesi = 1,2 m			
Numune çapı, D_0	51 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,65		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	36,0		
Yaş numune ağırlığı, M_y	72,8 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,983		
Kuru numune ağırlığı, M_k	53,5 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	17,82 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basıncı, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
14.07.2009	1,0	49	0,320	0,951	-
15.07.2009	2,0	98	0,580	0,925	0,26551
16.07.2009	4,0	196	0,970	0,887	0,19913
17.07.2009	8,0	392	1,410	0,843	0,11233
18.07.2009	4,0	196	1,360	0,848	-
19.07.2009	2,0	98	1,300	0,854	-
20.07.2009	1,0	49	1,230	0,861	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_o (kN/m ²)	37,4	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,159
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	112	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,145
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	3,0	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,020
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_r (kN/m ²)	74,6	Doygunluk derecesi, S_r (%)	97,1

Şekil E.3. 2. Arazi-2'den elde edilen numunenin (UD-1) konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLİDASYON DENEYİ					
Numune adı	Arazi-2 SK-5 / UD-2				
Numune alınan yer	BALA - ANKARA (ASELSAN) (HENDESE) (GAZİ ZEM LAB)				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	5,75 m	Yeraltı su seviyesi = 1,2 m			
Numune çapı, D_0	75 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,70		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	35,6		
Yaş numune ağırlığı, M_y	163,8 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,975		
Kuru numune ağırlığı, M_k	120,8 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	18,18 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basınç, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
30.06.2009	1,0	22	0,245	0,951	-
01.07.2009	2,0	44	0,468	0,929	0,50229
02.07.2009	4,0	89	0,832	0,893	0,40994
03.07.2009	8,0	178	1,441	0,833	0,34293
04.07.2009	4,0	89	1,349	0,842	-
05.07.2009	2,0	44	1,225	0,854	-
06.07.2009	1,0	22	1,113	0,865	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_0 (kN/m ²)	57,9	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,226
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	78,0	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,200
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	1,35	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,036
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)	20,1	Doygunluk derecesi, S_r (%)	98,6

Şekil E.3. 3. Arazi-2'den elde edilen numunenin (UD-2) konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLİDASYON DENEYİ					
Numune adı	Arazi-3 SK-6 / UD-1				
Numune alınan yer	BALA - ANKARA (ASELSAN) (HENDESE) (AKADEMİ LAB)				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	3,25 m	Yeraltı su seviyesi = 1,2 m			
Numune çapı, D_0	51 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,67		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	35,0		
Yaş numune ağırlığı, M_y	73,8 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,958		
Kuru numune ağırlığı, M_k	54,6 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	18,06 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basıncı, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
14.07.2009	1,0	49	0,210	0,938	-
15.07.2009	2,0	98	0,420	0,917	0,21445
16.07.2009	4,0	196	0,870	0,873	0,22977
17.07.2009	8,0	392	1,360	0,825	0,12510
18.07.2009	4,0	196	1,300	0,831	-
19.07.2009	2,0	98	1,240	0,837	-
20.07.2009	1,0	49	1,170	0,844	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_o (kN/m ²)	37,9	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,168
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	100	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,159
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	2,6	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,021
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)	62,1	Doygunluk derecesi, S_r (%)	97,6

Şekil E.3. 4. Arazi-3'ten elde edilen numunenin (UD-1) konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLİDASYON DENEYİ					
Numune adı	Arazi-3 SK-6 / UD-2				
Numune alınan yer	BALA - ANKARA (ASELSAN) (HENDESE) (GAZİ ZEM LAB)				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	5,75 m	Yeraltı su seviyesi = 1,2 m			
Numune çapı, D_0	51 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,67		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	34,8		
Yaş numune ağırlığı, M_y	73,8 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,955		
Kuru numune ağırlığı, M_k	54,7 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	18,06 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basınç, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
30.06.2009	1,0	49	0,240	0,932	-
01.07.2009	2,0	98	0,400	0,916	0,16339
02.07.2009	4,0	196	0,820	0,875	0,21445
03.07.2009	8,0	392	1,320	0,826	0,12765
04.07.2009	4,0	196	1,280	0,830	-
05.07.2009	2,0	98	1,200	0,838	-
06.07.2009	1,0	49	1,100	0,848	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_0 (kN/m ²)	58,5	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,174
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	120,0	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,162
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	2,05	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,024
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)	61,5	Doygunluk derecesi, S_r (%)	97,4

Şekil E.3. 5. Arazi-3'ten elde edilen numunenin (UD-2) konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLIDASYON DENEYİ					
Numune adı	Zemin-4				
Numune alınan yer	Eryaman / ANKARA				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	6,25 m	Yeraltı su seviyesi = 0,2 m			
Numune çapı, D_0	50 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,68		
Numune yüksekliği, H_0	15 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	45,9		
Yaş numune ağırlığı, M_y	51,2 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	1,249		
Kuru numune ağırlığı, M_k	35,1 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	17,05 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basınç, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
27.02.2018	0,5	25	0,385	1,191	-
28.02.2018	1,0	50	0,588	1,161	0,54191
01.03.2018	2,0	100	1,135	1,079	0,73011
02.03.2018	4,0	200	1,825	0,975	0,46049
03.03.2018	8,0	400	2,532	0,869	0,23592
04.03.2018	4,0	200	2,439	0,883	-
05.03.2018	2,0	100	2,284	0,906	-
06.03.2018	1,0	50	2,080	0,937	-
05.03.2018	0,5	25	1,912	0,962	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_0 (kN/m ²)	47,1	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,403
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	65	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,352
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	1,4	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,077
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_f (kN/m ²)	17,9	Doygunluk derecesi, S_r (%)	98,4

Şekil E.3. 6. Arazi-4'ten elde edilen numunenin konsolidasyon deney sonuçları

EK-3. (devam) Laboratuvar deney sonuçları

KONSOLIDASYON DENEYİ					
Numune adı	Zemin-4				
Numune alınan yer	Eryaman				
Jeolojik kökeni	Alüvyon				
Numune alınan derinlik	6,75 m	Yeraltı su seviyesi = 0,3 m			
Numune çapı, D_0	50 mm	Özgül ağırlık, G_s	2,68		
Numune yüksekliği, H_0	20 mm	Başlangıç (ilk) su içeriği, w_0 (%)	30,4		
Yaş numune ağırlığı, M_y	75,1 g	Başlangıç (ilk) boşluk oranı, e_0	0,827		
Kuru numune ağırlığı, M_k	57,6 g	Doğal birim hacim ağırlık, γ_n	18,75 kN/m ³		
Tarih	Uygulanan Yük (kg)	Uygulanan Basıncı, P' (kN/m ²)	Boy Kısalması, ΔH (mm)	Boşluk oranı, e	m_v (m ² /MN)
27.02.2018	0,5	25	0,098	0,818	-
28.02.2018	1,0	50	0,167	0,812	0,13815
01.03.2018	2,0	100	0,350	0,795	0,18320
02.03.2018	4,0	200	0,700	0,763	0,17519
03.03.2018	8,0	400	1,220	0,716	0,13014
04.03.2018	4,0	200	1,140	0,723	-
05.03.2018	2,0	100	1,028	0,733	-
06.03.2018	1,0	50	0,890	0,746	-
05.03.2018	0,5	25	0,758	0,758	-

Mevcut efektif zemin basıncı, P'_o (kN/m ²)	62,8	Sıkışma indisi (Arazi), $(C_c)_{arazi}$	0,165
Ön konsolidasyon basıncı, P'_p (kN/m ²)	122	Sıkışma indisi (Lab), $(C_c)_{lab}$	0,158
Aşırı konsolidasyon oranı (OCR)	1,9	Tekrar sıkışma indisi, C_r	0,035
Aşırı konsolidasyon farkı, P'_r (kN/m ²)	59,2	Doğunluk derecesi, S_r (%)	98,4

Şekil E.3. 7. Arazi-5'den elde edilen numunenin konsolidasyon deney sonuçları

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SAVAŞ, İrfan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 27.11.1982, Kastamonu
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (506) 209 49 65
 e-mail : irfansavas82@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Yapı Eğitimi	Devam ediyor
Lisans	Anadolu Üniversitesi (AÖF) / İşletme	2010
Lisans	Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği	2009
Lise	Özel Muradiye Erkek Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-Halen	Enerji Bakanlığı-Elektrik Üretim A.Ş.	Jeoloji Mühendisi
2012-2013	Hendese Jeoteknik ve Mühendislik	Jeoloji Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

--

Hobiler

Müzik, Kitap, Puzzle, Maket, Turistik Seyahat



GAZİ GELECEKTİR..