

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARININ  
YAMAÇ ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞI VE  
SAHALARIN GEÇİRİMSİZLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sercan DOĞAN**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : GEOTEKNİK**  
**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Aşkın ÖZOCAK**

**Temmuz 2018**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARININ  
YAMAÇ ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞI VE  
SAHALARIN GEÇİRİMSİZLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan DOĞAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : GEOTEKNİK

Bu tez 03/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.  
Aşkın ÖZOCAK  
Jüri Başkanı

Doç. Dr.  
Sedat SERT  
Üye

Doç. Dr.  
Nazile URAL  
Üye

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Sercan DOĞAN

03.07.2018

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araŐtırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aŐamalarında yardımlarını esirgemeyen, teŐvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. AŞkın ÖZOCAK'a, her zaman bilgi ve desteklerini aldığım değerli hocalarım Doç. Dr. Ertan Bol'a ve Doç. Dr. Sedat SERT'e teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her zaman beni destekleyen ve gerekli kolaylıkları göstererek mükemmel bir çalışma ortamı sağlayan değerli müdürüm Yasin ÇAKIR'a, yoğun çalışmalarım sırasında sabır gösterdiği ve bana katlandığı için niŐanlım Kübra KARAGÖZ'e, ve tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teŐekkürlerimi bir borç bilirim.



# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY .....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	1
BÖLÜM 2.	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
BÖLÜM 3.	
SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ ATIK PROJEKSİYONU .....	5
3.1. Nüfus Projeksiyonu .....	5
3.1.1. Nüfus hesaplamaları .....	5
3.2. Sakarya Katı Atık Düzenli Depolama Tesis Yeri İle İlgili Genel Bilgiler .....	6
3.2.1. En yakın yerleşim birimine olan mesafeler .....	6
3.3. Atık Miktarı ve Projeksiyonu .....	7
3.3.1. Kişi başına düşen katı atık üretim miktarı .....	7
3.3.2. Atık karakterizasyonu.....	8

3.3.3. Atık projeksiyonu .....	8
3.3.4. Organik atık projeksiyonu .....	9
3.3.5. İnorganik atık projeksiyonu.....	10
3.3.6. Geri kazanımı mümkün olan atık projeksiyonu .....	12
3.3.7. Endüstriyel atık projeksiyonu.....	13
BÖLÜM 4.	
SAKARYA MEVCUT KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ.....	14
4.1. Mevcut Katı Atık Depolama Durumu .....	14
4.2. Tesis İçi Kontrol ve Servis Yolları .....	15
BÖLÜM 5.	
SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİNDE 2.	
LOT TASARIMI.....	16
5.1. Taban ve Üst Örtü İzolasyonu .....	17
5.2. Kil Tabakası.....	18
5.3. Kil Temini.....	19
5.4. Geomembran ve Uygulaması .....	19
5.5. Ankraj Hendekleri (Membran Kilitleme Kanalları) .....	20
5.6. Sedde Yapımı.....	20
5.7. Taban Drenaj Tabakası.....	21
5.8. Koruyucu Sentetik Geotekstil.....	21
5.9. Geosentetik Kil Tabakası.....	22
5.10. Atık Tabakaları ve Günlük Ara Örtü Tabakası .....	23
5.10.1. Atık tabakalar .....	23
5.10.2. Günlük ara örtü tabakası.....	23
5.10.3. Üst örtü izolasyonu.....	24
5.11. Yüzey Suyu Drenajı.....	25
5.12. Koruyucu Sentetik Geotekstil.....	26

## BÖLÜM 6.

### SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ 2. LOT ALANI

STABİLİTE ANALİZİ .....	27
6.1. İnceleme Alanının Geolojisi .....	27
6.2. Arazi Çalışmaları .....	30
6.3. Dağdibi Çöp Alanı Kaya Kütle Değerlendirmesi .....	30
6.4. Yarmaların Stabilitate Analizleri .....	35
6.4.1. Hoek&Bray stabilite çözümü (Eğim: 3 Yatay /2 Düşey) .....	36
6.4.2. Slide analizi (Eğim: 3 Yatay /2 Düşey) .....	38
6.4.3. Hoek&Bray stabilite çözümü (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey) .....	40
6.4.4. Slide analizi (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey) .....	42
6.5. Dolguların Stabilitate Analizleri .....	45
6.5.1. Hâkim tabaka ve eklem düzlemlerinin kinematik analizi .....	50
6.6. Laboratuvar Çalışmaları .....	53
6.6.1. Araştırma alanı .....	53
6.6.2. Laboratuvar deneyleri .....	55
BÖLÜM 7. SONUÇ .....	58
KAYNAKLAR .....	60
EKLER .....	61
ÖZGEÇMİŞ .....	122

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

LOT	: Çöp depolama alanı
ÇED	: Çevresel etki değerlendirmesi
SASKİ	: Sakarya su ve kanalizasyon idaresi
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
UV	: Ultraviyole
GKÖ	: Geosentetik kil örtü
SS	: Sızıntı suyu
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
TOK	: Toplam organik karbon
MTA	: Maden tetkik ve arama
GS	: Güvenlik sayısı
SAÜ	: Sakarya Üniversitesi
c	: Kohezyon
Ø	: İçsel sürtünme açısı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kontrollü dolgu yapılan katı atık düzenli depolama sahası.....	2
Şekil 4.1. Mevcut katı atık depolama sahasının vaziyet planı .....	15
Şekil 5.1. Taban izolasyon kesiti .....	18
Şekil 5.2. Palye ankraj detayı.....	20
Şekil 5.3. Katı atık depolama sahası taban drenajı tabakası .....	21
Şekil 5.4. Nihai örtü tabakası .....	25
Şekil 5.5. Yüzey suyu drenaj paftası.....	26
Şekil 6.1. İnceleme alanı ve çevresine ait jeolojik harita (MTA) .....	27
Şekil 6.2. Çalışma alanında kırmızı kumtaşları .....	28
Şekil 6.3. Aks alanını temsil eden birimlerin GSI sınıflaması.....	32
Şekil 6.4. GSI ile kaya kütlesi özellikleri ve mohr-coulomb parametreleri.....	35
Şekil 6.5. Analizlerde kullanılan kesit doğrultuları .....	36
Şekil 6.6. 1 Nolu stabilite abağı (Kuru şev) (Eğim: 3 Yatay /2 Düşey).....	37
Şekil 6.7. 30 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok).....	39
Şekil 6.8. 40 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok).....	39
Şekil 6.9. 40 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (kuru şev, deprem var, kh=0.2g) .....	40
Şekil 6.10. 1 Nolu Stabilite abağı (Kuru şev) (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey).....	41
Şekil 6.11. 30 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok).....	43
Şekil 6.12. 30 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, depreli, kh=0.20).....	43
Şekil 6.13. 40 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok).....	44

Şekil 6.14. 40 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, $kh=0.20$ ).....	44
Şekil 6.15. Lot-2 ' de dolgu profilleri .....	45
Şekil 6.16. Yol 2, 0.00+200 ve yol 6, 0.00+360 dolgu profilleri.....	46
Şekil 6.17. B-B Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok) .....	47
Şekil 6.18. B-B Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, $kh=0.20$ ).....	47
Şekil 6.19. C-C' Dolgusu (3 yatay /2 düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok) .....	48
Şekil 6.20. C-C' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, $kh=0.20$ ).....	48
Şekil 6.21. B1-B1' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok) .....	49
Şekil 6.22. B1-B1' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, $kh=0.20$ ).....	49
Şekil 6.23. Yol 2 0.00+200 m depremsiz (a) ve depremli (b) stabilite analizleri .....	50
Şekil 6.24. Yol 6 0.00+360 m depremsiz (a) ve depremli (b) stabilite analizleri .....	50
Şekil 6.25. a) Tabaka düzlemlerinin ve b) Eklemlerin yönelimi .....	51
Şekil 6.26. Tabaka ve eklem takımının stereografik izdüşüm diyagramındaki büyük daireleri.....	52
Şekil 6.27. Arazide 900 derece ile açılan yarmada meydana gelen devrilme hareketine ait gerilme çatlakları.....	53
Şekil 6.28. Araştırma çukurları yer bulduru haritası.....	54
Şekil 6.29. İnceleme alanında yapılan araştırma çukuru kazısı çalışmaları.....	54

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Nüfus projeksiyonu.....	6
Tablo 3.2. Yerleşim yerine mesafeler .....	7
Tablo 3.3. Kişi başına düşen katı atık miktarı projeksiyonu.....	8
Tablo 3.4. Sakarya Büyükşehir Belediyesi katı atık kompozisyonu.....	9
Tablo 3.5. Sakarya Büyükşehir Belediyesi organik katı atık kompozisyonu .....	10
Tablo 3.6. Sakarya Büyükşehir Belediyesi inorganik katı atık projeksiyonu .....	11
Tablo 3.7. Sakarya Büyükşehir Belediyesi geri kazanımı mümkün olan katı atık projeksiyonu .....	12
Tablo 3.8. Sakarya Büyükşehir Belediyesi endüstriyel atık miktarı.....	13
Tablo 5.1. Depolama hacmi .....	17
Tablo 6.1. Kırmızı kumtaşları üzerinde gerçekleştirilen serbest basma deney sonuçları.....	33
Tablo 6.2. Hoek-Brown (2002) kriterine göre kaya kitlesi özellikleri.....	34
Tablo 6.3. Kesme kutusu deneyi sonuçları .....	46
Tablo 6.4. Elek analizi ve hidrometre sonuçları .....	55
Tablo 6.5. Doğal Su Muhtevası ve Kıvam Limitleri Deney Sonuçları.....	55
Tablo 6.6. Standart Kompaksiyon (Proktor) Deney Özeti.....	56
Tablo 6.7. Ödometre deneyinden elde edilen geçirimsizlik (permeabilite) katsayıları.....	56
Tablo 7.1. Stabilite analiz sonuçları.....	59

## ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı; katı atık düzenli depolama sahalarının oluşturulması amacıyla yapılacak olan yamaç şevlerin duraylılığının incelenmesi ve taban geçirimsizliğine etki eden parametrelerin araştırılmasıdır.

Sakarya Büyükşehir Belediyesinin Katı Atık Düzenli Depolama Sahasında mevcut atık depolama sahasının yanında 2. Lot sahası yapılacaktır. Söz konusu tez çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesinin 2. Lot sahasının uygulama projeleri ve proje raporundan faydalanılmıştır. Ayrıca, katı atık düzenli depolama sahası tasarlanırken, arazi gözlemleri, laboratuvar deneyleri ve duraylılık analizleri ile birlikte bu konuda çalışmış olan araştırmacıların daha önceden yaptığı çalışmalardan yararlanılmıştır.

Bu kapsamda tez çalışmasında; konu başlıkları olarak: tezin amacı ve kapsamı, önceki yıllarda yapılan çalışmalar, katı atık düzenli depolama tesisi ve bileşenleri hakkında genel bilgi, arazi çalışmaları, laboratuvar deneyleri ve bilgisayar programlarından bahsedilmiştir. Ayrıca yamaçların stabilite analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Katı atık düzenli depolama sahaları, yamaç stabilitesi, geçirimsizlik



# **IMPERMEABILITY AND SLOPE STABILITY OF SOLID WASTE REGULAR STORAGE AREAS**

## **SUMMARY**

The aim of this thesis is to investigate the stability of side slopes which purpose of establishing solid waste sanitary landfill areas and investigate the parameters which affect the base impermeability.

2nd Lot area will be built next to the existing waste storage area of Solid Waste Sanitary Landfill of Sakarya Metropolitan Municipality. In the thesis study, application projects and project report of 2nd lot area of Sakarya Metropolitan Municipality have been utilized.

In addition, During the solid waste sanitary landfill area is designed, field observations, laboratory experiments and stability analyzes have been utilized, as well as the studies have been done previously by researchers who worked in this area.

It has been mentioned in this context as a topic title: general information about the purpose and scope of the thesis, previous studies, solid waste landfill area and its components, field studies, laboratory experiments, and computer program. Besides, stability analysis of the slopes have been conducted.

Keywords: Solid waste regular storage areas, slope stability, impermeability

# BÖLÜM 1. GİRİŞ

## 1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının amacı; katı atık düzenli depolama sahalarının oluşturulması amacıyla yapılacak olan yamaç şevlerin duraylılığının incelenmesi ve taban geçirimsizliğine etki eden parametrelerin araştırılmasıdır.

Katı atık düzenli depolama tesisleri 3 ana başlık altında toplanmaktadır;

- Sınıf düzenli depolama sahaları (Tehlikeli atıklar)
- Sınıf düzenli depolama sahaları (Evsel nitelikli belediye atıkları)
- Sınıf düzenli depolama sahaları (Tehlikesiz atıklar)

Düzenli katı atık depolama yeri planlanmasında ilk aşama, depolama sahası için uygun yer seçimi olmaktadır. Bunun için ilgili yönetmelik ve kılavuzlarda;

- Katı atık depolama yeri (Çöp döküm sahaları) en yakın yerleşim birimine en az 1000 metre mesafede olmalıdır.
- Havaalanına en az 3 km. uzaklıkta olmalıdır.
- İçme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yer altı ve yerüstü sularını koruma bölgelerinde inşa edilmemelidir.
- Deprem bölgelerinde fay hattı üzerinde inşa edilmemelidir.
- Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, çığ, heyelan ve erozyon bölgelerinde inşa edilmemelidir.
- Sulak alanlarda hiçbir şekilde inşa edilmemelidir.
- Şehircilik açısından, hakim rüzgar yönünde inşa edilmemelidir.

Kurulan tesisin konumu imar planında belirtilerek, işletmeye kapatıldıktan sonra en az 40 yıl yerleşime açılmaması sağlanmalıdır. Planlanan depolama sahası en az 10

yıllık ihtiyaca cevap verecek kapasitede olmalıdır.

Bu çalışmada Sakarya Büyükşehir Belediyesinin Sakarya ilindeki katı atık düzenli depolama tesisinde inşa etmeyi düşündüğü 2. lot sahasının şev stabilitesi ve geçirimsizliği üzerine yaptığı çalışmalara yer verilmiştir. Şekil 1.1.'de kontrollü dolgu yapılan katı atık düzenli depolama sahası görülmektedir.



Şekil 1.1. Kontrollü dolgu yapılan katı atık düzenli depolama sahası

## BÖLÜM 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Katı atık düzenli depolama sahalarının araştırılması, en uygun alanın tespit edilerek yer seçimi ve projelendirilmesi, stabilite sorunları ve sahaların geçirimsizliğine dair çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

- KIR (2007), tarafından hazırlanan katı atık sahalarındaki stabilite sorunları konulu yüksek lisans tezi ile katı atık sahalarında duraylılık üzerine çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmada, bu sahaya kontrolsüz olarak depolanan katı atıkların neticesinde oluşan duraylılık problemleri; arazi deneyleri ve arazi gözlemleri, laboratuvar deneyleri ve duraylılık analizleri ile birlikte bu konuda çalışmış olan araştırmacıların daha önceden yaptığı çalışmalarla birlikte incelenmiştir.
- KARACA (2008), tarafından Mersin kenti için alternatif katı atık düzenli depolama alanlarının araştırılması doktora tezi çalışması yapılmıştır. Söz konusu çalışma ile yer seçiminde önemli kriterler, öngörülen 4 alternatif alan için değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar ile en uygun alan belirlenerek projelendirme safhasına geçilmiştir. Bu amaçla, üzerinde bir çimento fabrikasının da ocak olarak işlettiği saha değerlendirilerek katı atık depolama için elverişli görülmüştür. Depolama alanı CH, CL türü ince taneli birimlerden oluşan Handere Formasyonu üzerinde yer almaktadır. Birimin kısmen geçirimsiz olması da olumlu özelliklerinden biri olarak değerlendirilmiştir.
- Bol ve arkadaşları (2016), tarafından hazırlanan yamaç ve dolgu şevlerinin duraylılığı çalışmasında, katı atık düzenli depolama sahası yapılacak alanın inceleme jeolojisi incelenmiş, arazi çalışmaları yapılmış, kaya kütle

değerlendirmesi yapılmış, yarmaların ve dolguların stabilite analizleri yapılmıştır.

- Bol ve arkadaşları (2017), tarafından hazırlanan kil dolgu malzeme alanı çalışmasında, araştırma çukurları açılarak sahadan kil numunesi alınmış, laboratuvar deneyleri yapılarak numunenin geçirimsizliği, kazı sınıfı, kazılabilirliği ve yer altı suyu durumu hakkında bilgi verilmiştir.

## **BÖLÜM 3. SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ ATIK PROJEKSİYONU**

### **3.1. Nüfus Projeksiyonu**

Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'nden faydalanan belediyeler aşağıda verilmiştir;

- Adapazarı Belediyesi
- Arifiye Belediyesi
- Erenler Belediyesi
- Ferizli Belediyesi
- Karapürçek Belediyesi
- Kaynarca Belediyesi
- Sapanca Belediyesi
- Serdivan Belediyesi
- Söğütlü Belediyesi

Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'nde 2. lot tamamlanınca yukarıda yazılı belediyelere ilave olarak faydalanacak olan belediyeler aşağıda verilmiştir;

- Akyazı Belediyesi
- Hendek Belediyesi
- Taraklı Belediyesi
- Geyve Belediyesi
- Karasu Belediyesi
- Kocaali Belediyesi

#### **3.1.1. Nüfus hesaplamaları**

Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan Sakarya' nın 2008 – 2015 arası nüfus sayımı sonuçları Tablo 3.1.'de verilmiştir. 2015 yılı nüfus sayımına göre Sakarya'nın

toplam nüfusu (Pamukova İlçesi hariç) 924.675 kişidir. İller Bankası nüfus artış metodu kullanılarak (Denklem 3.1. ve 3.2.) yıllara sari nüfus hesaplaması yapılmıştır.

$$\zeta = \left( \sqrt[a]{\frac{N_y}{N_e}} - 1 \right) \times 100 \quad (3.1.)$$

$$N_y = N_e \left( 1 + \frac{\zeta}{100} \right)^n \quad (3.2.)$$

$\zeta$  = Çoğalma katsayısı

$a$  = İki nüfus arasında geçen süre (yıl)

$N_y$  = Yeni nüfus sayım değeri

$N_e$  = Eski nüfus sayım değeri

$\zeta \geq 3$  ise  $\rightarrow \zeta = 3$

$\zeta \leq 1$  ise  $\rightarrow \zeta = 1$  alınır.

Tablo 3.1. Nüfus projeksiyonu

Yıl	Nüfus
2008	851.292
2009	861.570
2010	872.872
2011	888.556
2012	902.267
2013	917.373
2014	932.706
2015	953.181

### 3.2. Sakarya Katı Atık Düzenli Depolama Tesis Yeri İle İlgili Genel Bilgiler

2. lot yukarıda bahsi geçen ve Sakarya İli, Adapazarı İlçesi, Taşkısığı-Tekeler Mahallesi, içerisinde yer alan mevcut Katı Atık Düzenli Depolama Tesis 1 nolu lot'un kuzey doğusunda yer alan 8.7 hektar büyüklüğündeki alana 2 nolu lot tanzim edilecektir. Katı Atık Düzenli Depolama Tesis 1. lotu mevcut olup proje alanına ulaşım yolu mevcuttur.

#### 3.2.1. En yakın yerleşim birimine olan mesafeler

Mevcut Katı Atık Düzenli Depolama Tesis 1 projesi yerine en yakın yerleşim yerleri

proje yerinin kuzey doğusunda Taşkısığı Mahallesi, güney doğusunda Çiftlik Mahallesi ve güneyinde Keresteciler Sitesi yer almaktadır. Aşağıdaki tabloda proje yerinin en yakın yerleşim yerlerine olan mesafeleri verilmiştir. Söz konusu mesafeler belirlenirken en yakın yerleşim yerindeki proje yerindeki en yakın konutun proje tahsis sınırlarının en yakın noktasına olan mesafesi dikkate alınmıştır. Tablo 3.2.'de çalışma alanının yerleşim yerine olan mesafeleri belirtilmiştir.

Tablo 3.2. Yerleşim yerine mesafeler

Yerleşim Yeri	Proje Yerine Olan Mesafe
Taşkısığı Mahallesi	760 m
Çiftlik Mahallesi	1085 m
Keresteciler Mahallesi	1120 m

### 3.3. Atık Miktarı ve Projeksiyonu

#### 3.3.1. Kişi başına düşen katı atık üretim miktarı

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından gerçekleştirilen 2012 Yılı Belediye Atık İstatistikleri' ne göre ülke genelinde kişi başına düşen katı atık miktarı 1,12 kg/kişi/gün olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla yapılan projelendirme çalışmalarında 1,12 kg/kişi/gün değeri kullanılmıştır. Kişi başına düşen katı atık miktarının artışı ile ilgili olarak Türkiye İstatistik Kurumu verilerinden gayri safi yurt içi hasıla düzeyinde Türkiye'deki hasılanın yıllık büyüme yüzdesi göz önünde bulundurulmuştur. Gayri safi yurt içi hasıla 2010 yılı dördüncü üç aylık döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre % 2,6'lık artış gösterirken, mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış gayri safi yurt içi hasıla değeri bir önceki döneme göre % 0,7 artmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 1994-2012 yılları arasında gerçekleştirilen ve söz konusu kurumun resmi internet sayfasında da yer alan Belediye Katı Atık Göstergeleri adlı çalışmada 1994 yılı için kişi başına düşen katı atık miktarı 1,10 kg/kişi/gün 2012 yılı için kişi başına düşen katı atık miktarı ise 1,12 kg/kişi/gün olarak verilmektedir. Bu değerler doğrultusunda söz konusu yıl aralığında kişi başına



düşen katı atık miktarında bir önceki yıla göre yaklaşık % 0,11'lik bir artışın görüldüğü anlaşılmaktadır. Bu değer oldukça düşük olduğu için bir önceki paragrafta da belirtilen kişi başına gelirlerdeki net artış da göz önünde bulundurularak kişi başına düşen katı atık miktarının 2012 yılından itibaren bir önceki yıla göre % 1 oranında artacağı kabul edilmiştir. (Tablo 3.3.'te)

Tablo 3.3. Kişi başına düşen katı atık miktarı projeksiyonu

Yıllar	Kişi Başına Düşen Katı Atık Üretim Miktarı		Yıllar	Kişi Başına Düşen Katı Atık Üretim Miktarı	
2012	1,120	kg/kişi/gün	2032	1,366	kg/kişi/gün
2013	1,131	kg/kişi/gün	2033	1,380	kg/kişi/gün
2014	1,142	kg/kişi/gün	2034	1,394	kg/kişi/gün
2015	1,153	kg/kişi/gün	2035	1,408	kg/kişi/gün
2016	1,165	kg/kişi/gün	2036	1,422	kg/kişi/gün
2017	1,177	kg/kişi/gün	2037	1,436	kg/kişi/gün
2018	1,189	kg/kişi/gün	2038	1,450	kg/kişi/gün
2019	1,201	kg/kişi/gün	2039	1,465	kg/kişi/gün
2020	1,213	kg/kişi/gün	2040	1,480	kg/kişi/gün
2021	1,225	kg/kişi/gün	2041	1,495	kg/kişi/gün
2022	1,237	kg/kişi/gün	2042	1,510	kg/kişi/gün
2023	1,249	kg/kişi/gün	2043	1,525	kg/kişi/gün
2024	1,261	kg/kişi/gün	2044	1,540	kg/kişi/gün
2025	1,274	kg/kişi/gün	2045	1,555	kg/kişi/gün
2026	1,287	kg/kişi/gün	2046	1,571	kg/kişi/gün
2027	1,300	kg/kişi/gün	2047	1,587	kg/kişi/gün
2028	1,313	kg/kişi/gün	2048	1,603	kg/kişi/gün
2029	1,326	kg/kişi/gün	2049	1,619	kg/kişi/gün
2030	1,339	kg/kişi/gün	2050	1,635	kg/kişi/gün

### 3.3.2. Atık karakterizasyonu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2015 yılını kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesinden gelen katı atıkların ağırlıkça yaklaşık % 51'inin organik atıklar, %32'sinin geri kazanımı mümkün olan atıklar ve % 17'sinin de inorganik atık ve diğer atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir.

### 3.3.3. Atık projeksiyonu

Belediyelerin nüfusları ve kişi başına düşen katı atık üretim miktarı hesap edilmiş olup bu kapsamda hesap edilen katı atık miktarı Tablo 3.4.'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Sakarya Büyükşehir Belediyesi katı atık kompozisyonu

Yıllar	Kişi Başına Düşen Katı Atık Üretim Miktarı (A)		Nüfus (B)	Atık Miktarı (C) C = (A* B* 365/1000)	
2017	1,177	kg/kişi/gün	955.459	kişi	410.470 ton/yıl
2018	1,189	kg/kişi/gün	971.233	kişi	421.501 ton/yıl
2019	1,201	kg/kişi/gün	987.267	kişi	432.784 ton/yıl
2020	1,213	kg/kişi/gün	1.003.567	kişi	444.324 ton/yıl
2021	1,225	kg/kişi/gün	1.020.135	kişi	456.128 ton/yıl
2022	1,237	kg/kişi/gün	1.036.977	kişi	468.200 ton/yıl
2023	1,249	kg/kişi/gün	1.054.097	kişi	480.547 ton/yıl
2024	1,261	kg/kişi/gün	1.071.500	kişi	493.174 ton/yıl
2025	1,274	kg/kişi/gün	1.089.189	kişi	506.484 ton/yıl
2026	1,287	kg/kişi/gün	1.107.171	kişi	520.099 ton/yıl
2027	1,300	kg/kişi/gün	1.125.450	kişi	534.026 ton/yıl
2028	1,313	kg/kişi/gün	1.144.031	kişi	548.271 ton/yıl
2029	1,326	kg/kişi/gün	1.162.918	kişi	562.841 ton/yıl
2030	1,339	kg/kişi/gün	1.182.117	kişi	577.742 ton/yıl
2031	1,352	kg/kişi/gün	1.201.633	kişi	592.982 ton/yıl
2032	1,366	kg/kişi/gün	1.221.472	kişi	609.014 ton/yıl
2033	1,380	kg/kişi/gün	1.241.638	kişi	625.413 ton/yıl
2034	1,394	kg/kişi/gün	1.262.136	kişi	642.188 ton/yıl
2035	1,408	kg/kişi/gün	1.282.974	kişi	659.346 ton/yıl
2036	1,422	kg/kişi/gün	1.304.155	kişi	676.895 ton/yıl
2037	1,436	kg/kişi/gün	1.325.686	kişi	694.845 ton/yıl
2038	1,450	kg/kişi/gün	1.347.572	kişi	713.202 ton/yıl
2039	1,465	kg/kişi/gün	1.369.820	kişi	732.477 ton/yıl
2040	1,480	kg/kişi/gün	1.392.435	kişi	752.193 ton/yıl
2041	1,495	kg/kişi/gün	1.415.423	kişi	772.361 ton/yıl
2042	1,510	kg/kişi/gün	1.438.791	kişi	792.990 ton/yıl
2043	1,525	kg/kişi/gün	1.462.545	kişi	814.089 ton/yıl
2044	1,540	kg/kişi/gün	1.486.690	kişi	835.669 ton/yıl
2045	1,555	kg/kişi/gün	1.511.235	kişi	857.739 ton/yıl
2046	1,571	kg/kişi/gün	1.536.185	kişi	880.871 ton/yıl
2047	1,587	kg/kişi/gün	1.561.546	kişi	904.533 ton/yıl

### 3.3.4. Organik atık projeksiyonu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2014 yılını kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nden gelen katı atıkların ağırlıkça yaklaşık % 51'inin organik atıklardan (Mutfak atıkları, park ve bahçe atıkları, diğer yanabilen atıklar) oluştuğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda hesap edilen organik atık miktarı Tablo 3.5.'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Sakarya Büyükşehir Belediyesi organik katı atık kompozisyonu

Yıllar	Atık Miktarı		Organik Atık Miktarı	
2017	410.470	ton/yıl	209.340	ton/yıl
2018	421.501	ton/yıl	214.965	ton/yıl
2019	432.784	ton/yıl	220.720	ton/yıl
2020	444.324	ton/yıl	226.605	ton/yıl
2021	456.128	ton/yıl	232.625	ton/yıl
2022	468.200	ton/yıl	238.782	ton/yıl
2023	480.547	ton/yıl	245.079	ton/yıl
2024	493.174	ton/yıl	251.519	ton/yıl
2025	506.484	ton/yıl	258.307	ton/yıl
2026	520.099	ton/yıl	265.251	ton/yıl
2027	534.026	ton/yıl	272.353	ton/yıl
2028	548.271	ton/yıl	279.618	ton/yıl
2029	562.841	ton/yıl	287.049	ton/yıl
2030	577.742	ton/yıl	294.648	ton/yıl
2031	592.982	ton/yıl	302.421	ton/yıl
2032	609.014	ton/yıl	310.597	ton/yıl
2033	625.413	ton/yıl	318.961	ton/yıl
2034	642.188	ton/yıl	327.516	ton/yıl
2035	659.346	ton/yıl	336.266	ton/yıl
2036	676.895	ton/yıl	345.217	ton/yıl
2037	694.845	ton/yıl	354.371	ton/yıl
2038	713.202	ton/yıl	363.733	ton/yıl
2039	732.477	ton/yıl	373.563	ton/yıl
2040	752.193	ton/yıl	383.619	ton/yıl
2041	772.361	ton/yıl	393.904	ton/yıl
2042	792.990	ton/yıl	404.425	ton/yıl
2043	814.089	ton/yıl	415.185	ton/yıl
2044	835.669	ton/yıl	426.191	ton/yıl
2045	857.739	ton/yıl	437.447	ton/yıl
2046	880.871	ton/yıl	449.244	ton/yıl
2047	904.533	ton/yıl	461.312	ton/yıl
2048	928.737	ton/yıl	473.656	ton/yıl
2049	953.493	ton/yıl	486.281	ton/yıl
2050	978.813	ton/yıl	499.195	ton/yıl

### 3.3.5. İnorganik atık projeksiyonu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2015 yılını kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nden gelen katı atıkların ağırlıkça yaklaşık % 17'sinin inorganik atıklardan (Kül, toz, kum, taş dahil), diğer yanmayan atıklar, diğer atıklar vb. oluştuğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda hesap edilen inorganik atık miktarı Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Sakarya Büyükşehir Belediyesi inorganik katı atık projeksiyonu

Yıllar	Atık Miktarı		İnorganik Atık Miktarı	
2018	421.501	ton/yıl	71.655	ton/yıl
2019	432.784	ton/yıl	73.573	ton/yıl
2020	444.324	ton/yıl	75.535	ton/yıl
2021	456.128	ton/yıl	77.542	ton/yıl
2022	468.200	ton/yıl	79.594	ton/yıl
2023	480.547	ton/yıl	81.693	ton/yıl
2024	493.174	ton/yıl	83.840	ton/yıl
2025	506.484	ton/yıl	86.102	ton/yıl
2026	520.099	ton/yıl	88.417	ton/yıl
2027	534.026	ton/yıl	90.784	ton/yıl
2028	548.271	ton/yıl	93.206	ton/yıl
2029	562.841	ton/yıl	95.683	ton/yıl
2030	577.742	ton/yıl	98.216	ton/yıl
2031	592.982	ton/yıl	100.807	ton/yıl
2032	609.014	ton/yıl	103.532	ton/yıl
2033	625.413	ton/yıl	106.320	ton/yıl
2034	642.188	ton/yıl	109.172	ton/yıl
2035	659.346	ton/yıl	112.089	ton/yıl
2036	676.895	ton/yıl	115.072	ton/yıl
2037	694.845	ton/yıl	118.124	ton/yıl
2038	713.202	ton/yıl	121.244	ton/yıl
2039	732.477	ton/yıl	124.521	ton/yıl
2040	752.193	ton/yıl	127.873	ton/yıl
2041	772.361	ton/yıl	131.301	ton/yıl
2042	792.990	ton/yıl	134.808	ton/yıl
2043	814.089	ton/yıl	138.395	ton/yıl
2044	835.669	ton/yıl	142.064	ton/yıl
2045	857.739	ton/yıl	145.816	ton/yıl
2046	880.871	ton/yıl	149.748	ton/yıl
2047	904.533	ton/yıl	153.771	ton/yıl
2048	928.737	ton/yıl	157.885	ton/yıl
2049	953.493	ton/yıl	162.094	ton/yıl
2050	978.813	ton/yıl	166.398	ton/yıl

Atık elektrikli ve elektronik ekipman, tehlikeli atık vb. atıklar tesise kabul edilemeyecek olup karışık belediye atığı içerisinde tesise gelmesi ve Ayrıştırma Tesisinde diğer atıklardan ayrıştırılması durumunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisanslı geri kazanım ve bertaraf tesislerine gönderilecektir. Ancak genel bir yaklaşımda bulunularak söz konusu atıklar, atık projeksiyonunda inorganik atık kapsamında değerlendirilmiş ve Biyometanizasyon Tesisi ve Atıktan Türetilmiş Yakıt Üretim Tesisindeki proses girmediği kabul edilmiştir.

### 3.3.6. Geri kazanımı mümkün olan atık projeksiyonu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2015 yılını kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesinden gelen katı atıkların ağırlıkça yaklaşık % 32'sinin geri kazanımı mümkün olan atıklardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda hesap edilen geri kazanımı mümkün olan atık miktarı Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7. Sakarya Büyükşehir Belediyesi geri kazanımı mümkün olan katı atık projeksiyonu

Yıllar	Atık Miktarı	Geri Kazanımı Mümkün Olan Atık Miktarı
2017	410.470 ton/yıl	131350 ton/yıl
2018	421.501 ton/yıl	134880 ton/yıl
2019	432.784 ton/yıl	138491 ton/yıl
2020	444.324 ton/yıl	142184 ton/yıl
2021	456.128 ton/yıl	145961 ton/yıl
2022	468.200 ton/yıl	149824 ton/yıl
2023	480.547 ton/yıl	153775 ton/yıl
2024	493.174 ton/yıl	157816 ton/yıl
2025	506.484 ton/yıl	162075 ton/yıl
2026	520.099 ton/yıl	166432 ton/yıl
2027	534.026 ton/yıl	170888 ton/yıl
2028	548.271 ton/yıl	175447 ton/yıl
2029	562.841 ton/yıl	180109 ton/yıl
2030	577.742 ton/yıl	184877 ton/yıl
2031	592.982 ton/yıl	189754 ton/yıl
2032	609.014 ton/yıl	194884 ton/yıl
2033	625.413 ton/yıl	200132 ton/yıl
2034	642.188 ton/yıl	205500 ton/yıl
2035	659.346 ton/yıl	210991 ton/yıl
2036	676.895 ton/yıl	216607 ton/yıl
2037	694.845 ton/yıl	222350 ton/yıl
2038	713.202 ton/yıl	228225 ton/yıl
2039	732.477 ton/yıl	234393 ton/yıl
2040	752.193 ton/yıl	240702 ton/yıl
2041	772.361 ton/yıl	247156 ton/yıl
2042	792.990 ton/yıl	253757 ton/yıl
2043	814.089 ton/yıl	260508 ton/yıl
2044	835.669 ton/yıl	267414 ton/yıl
2045	857.739 ton/yıl	274477 ton/yıl
2046	880.871 ton/yıl	281879 ton/yıl
2047	904.533 ton/yıl	289451 ton/yıl
2048	928.737 ton/yıl	297196 ton/yıl
2049	953.493 ton/yıl	305118 ton/yıl
2050	978.813 ton/yıl	313220 ton/yıl

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2015 yılını kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında Sakarya Büyükşehir Belediyesinden gelen geri kazanımı mümkün olan atıkların yaklaşık % 34'ünün kâğıt-karton, % 47'sinin plastik, % 13'nün cam geriye kalan % 6'sının da metalden oluştuğu tespit edilmiştir.

### 3.3.7. Endüstriyel atık projeksiyonu

Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından kabul edilen endüstriyel atık miktarları Tablo 3.8.'de verilmiştir.

Tablo 3.8. Sakarya Büyükşehir Belediyesi endüstriyel atık miktarı

Yıllar	Atık Miktarı
2009 Yılı	4.811 ton/yıl
2010 Yılı	6.571 ton/yıl
2011 Yılı	5.015 ton/yıl
2012 Yılı	7.255 ton/yıl
2013 Yılı	4.649 ton/yıl
2014 Yılı	5.603 ton/yıl
2015 Yılı	7.255 ton/yıl

Yukarıdan da anlaşılacağı üzere endüstriyel atık miktarı yıllara göre değişiklik arz etmekte olup endüstriyel atık projeksiyonu yapılırken 2015 yılında en yüksek atık miktarı olan 7.255 ton/yıl atığın kabul edileceği ve bu miktarın her yıl % 1 oranında artacağı kabul edilmiştir.

## **BÖLÜM 4. SAKARYA MEVCUT KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ**

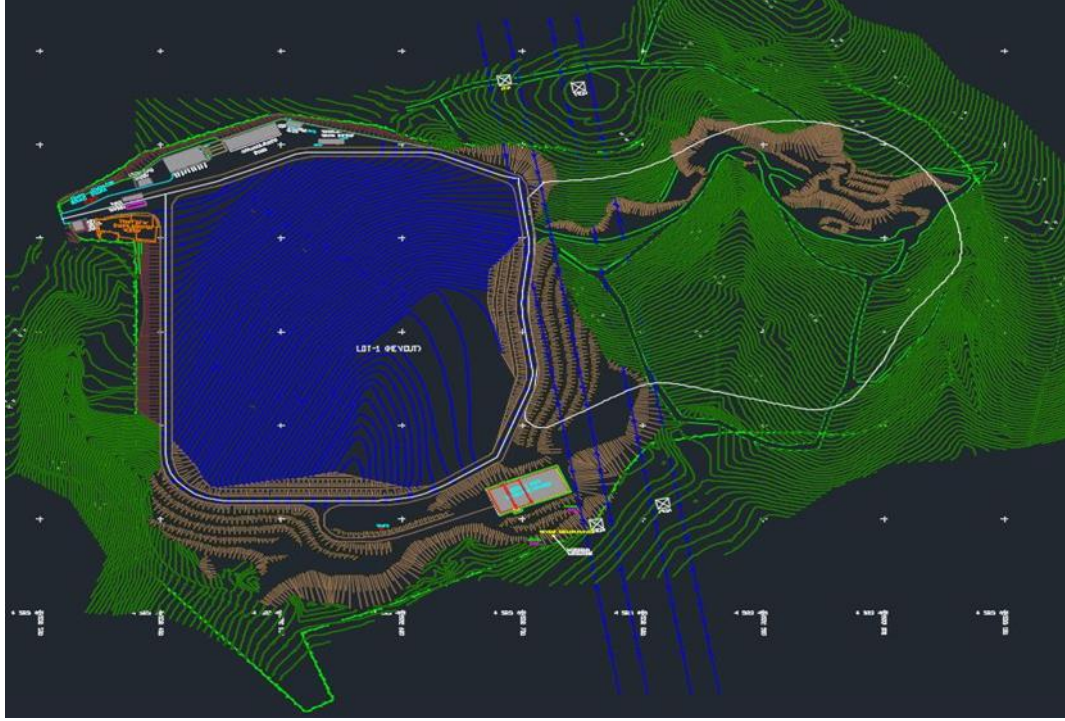
Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi 2009 yılında faaliyete geçmiş olup 3 lot olarak tasarlanmış ve bunlardan 1. lotun inşası tamamlanmış ve işletmeye alınmıştır. Lot-2 ve Lot-3 ikinci kademe olarak tasarlanmıştır. Lot-1 Sakarya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde toplanan evsel katı atıkları 2019 yılına kadar depolayacak kapasiteye sahip olup 2019 yılında nihai seviyeye ulaşacaktır. Lot 2 ise üzerinden geçen yüksek gerilim hattından dolayı çok sınırlı kapasiteye sahiptir. Lot-3 ise yaklaşık 7 yıllık ihtiyacı karşılayabilecektir. Büyükşehir yasası gereği ilçe, belde ve mahallelere ait (Eski köyler) katı atıkların toplanma zorunluluğu nedeni ile tesis ömrü azalmıştır. Bu nedenle Sakarya Büyükşehir Belediyesi Lot-2 üzerinden geçen yüksek gerilim hattını deplase edilmesine, Lot-2 ile Lot-3 ü birleştirilerek depolama kapasitesi daha fazla olacak yeni bir lot (Lot-2) tasarlanmasına karar vermiştir.

### **4.1. Mevcut Katı Atık Depolama Durumu**

Sakarya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde toplanan evsel katı atık ve evsel nitelikli endüstriyel atıklar Sakarya'nın kuzeyinde ve şehir merkezine 15 km mesafede bulunan ve mülga Çevre Bakanlığı'nca 01.12.1997 tarihinde ÇED Olumlu Kararı verilen II. Sınıf Katı Atık Düzenli Depolama Sahası'nda düzenli depolama suretiyle bertaraf edilmektedir. Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi 2009 yılında faaliyete geçmiş olup 3 lot olarak tasarlanmış ve bunlardan 1. lotun inşası tamamlanarak işletmeye alınmıştır. Tesis, Sakarya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde toplanan evsel katı atıkları yaklaşık 10-11 yıl süreyle düzenli depolayabilecek kapasitede olup toplam depolama kapasitesi 2.895.770 m<sup>3</sup>'tür. 18.08.2016 İtibariyle

lot-1'e gelen toplam tonaj 1.343.608,1 ton ve doldurulan hacim 1.209.247,29 m<sup>3</sup> dur.

Bu durumda Lot-1 2019 yılının ilk çeyreğinde kapasitesini doldurmuş olacaktır. Şekil 4.1.'de mevcut katı atık depolama sahasının vaziyet planı görülmektedir.



Şekil 4.1. Mevcut katı atık depolama sahasının vaziyet planı

#### 4.2. Tesis İçi Kontrol ve Servis Yolları

Tesis içinde bulunan ünitelere ulaşım yolu ve katı atık taşıma araçlarının, lot-1'e ulaşması için servis yolları mevcuttur. Yeni tasarlanan lot-2'ye mevcut servis yoluna bağlantılıları yapılarak kolay bir şekilde ulaşım sağlanmıştır.

Lot-2 etrafındaki sağında ve solunda 1.50 m. genişliğinde banket beton 7 m genişliğinde asfalt toplam 10 m. genişliğinde yol tasarlanmıştır.



## **BÖLÜM 5. SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİNDE 2. LOT TASARIMI**

Evsel atıkların depolanacak lotların gerek proje sahasının topografik durumu ve gerekse geoteknik etüt raporunda önerilen sedde eğimleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Yapılacak deponi Sakarya Büyükşehir ve ilçe Belediyelerin katı atıkların 20 yıllık atıklarının depolanabileceği kapasiteye sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.

Mevcut lot-1 tamamen dolduktan sonra lot-2 işletmeye alınacaktır. Lot-2’de oluşacak sızıntı suları ayrı toplanarak sızıntı suyu havuzuna iletilecektir. Ara örtü malzemeleri olarak kullanılacak toprak atık, toplam hacmin %5-7.5’i kadar bir hacim kaplamaktadır. Ortalama bir değer olarak toplam atık hacminin %6’ı kabul edilmiştir. Depolama sahasında organik madde ayrıştıkça ve depolama sahası gazı ve sızıntı suyu oluşurken kütle kaybı gerçekleştikçe, depolama sahasında oturmalar meydana gelmektedir. Oturma ayrıca, depolama sahası yükseldikçe oluşan artan yükler nedeniyle ve sahaya su giriş çıkışlarından dolayı da gerçekleşmektedir. Depolama sahasında depolanan organik bileşenler ayrıştıkça, toplam kütlenin %30 – 40 ‘ını kaybedecektir. Kütledeki bu kayıp hacimdeki kayıp anlamına gelecek ve yeni atıkların depolanmasına imkan verecektir. (*Tchobanoglous, George,1993*)

Yukarıda belirtilen hususlar depolama sahasının tasarımında göz önünde bulundurulmuştur. Ancak oturmalar bu kadar yüksek gerçekleşme olasılığı da bulunmaktadır. Emniyetli tarafta kalmak amacıyla oturma yüzdesi olarak %15 olarak kabul edilmiştir. Daha büyük oturmaların gerçekleşmesi durumunda sahanın ömrü uzayacaktır. Tablo 5.1.’de 2. Lot sahasının depolama hacmi hesabı gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Depolama hacmi

	Birim	Lot-2
Projelendirilen Depolama Hacmi	m <sup>3</sup>	2.266.105
Oturma Nedeniyle Kazanılan Hacim(%5)	m <sup>3</sup>	113.305
Toplam Depolama Hacmi	m <sup>3</sup>	2.379.410
Ara Örtü Kullanımı (%10)	m <sup>3</sup>	226.611
Net Depolama Hacmi	m <sup>3</sup>	2.152.800

Lot-2 sahası eğimli bir yapıya sahip yüzey alanı 87.157,90 m<sup>2</sup> olmaktadır. Arazi eğimli olduğundan atık dolgu kalınlıkları 5 – 35 m arasında değişmektedir. Kazı sonrası yanal yüzeylere sentetik geçirimsiz tabaka teşkil edilebilmesi için şev eğimleri kazıda 1/1 (D:Y), dolguda 2/3 (D:Y) olarak tasarlanmıştır. Şev eğimleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda depolanabilecek atık miktarı 2.379,41 m<sup>3</sup> olmaktadır. Oturmalar sebebi ile kazanılan hacim ve ara örtü malzemelerin seçilmesinden kaybedilen hacimler dikkate alındığında Lot-2 alanında 2.152,80 m<sup>3</sup> atık depolanabilecektir.

### 5.1. Taban ve Üst Örtü İzolasyonu

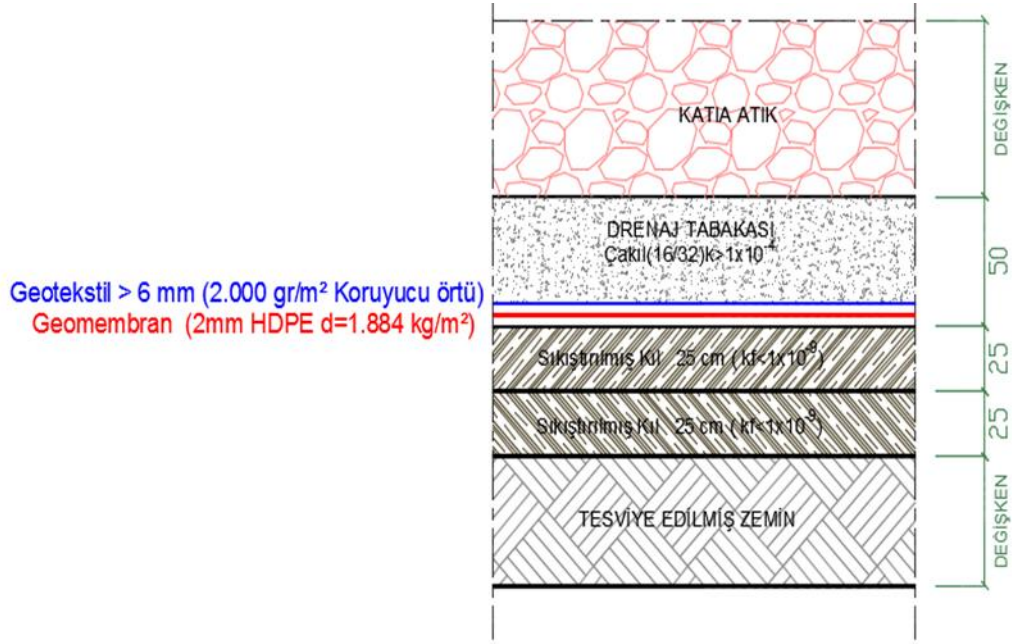
Hafriyat yapılacak tüm alanlarda ilk olarak bitkisel nebati toprak sıyrılacaktır. Katı atık depo sahalarında çevre kirliliği açısından en önemli problem süzüntü suyudur. Her türlü kirletici parametreyi ihtiva eden süzüntü suyu, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını kirletmektedir. Süzüntü suyunun bu olumsuz etkisini önlemek için depo sahasının tabanı geçirimsiz hale getirilecektir.

Atıkların Düzenli Depolamasına Dair Yönetmeliğin 16. Maddesi (26/03/2010 tarih ve 27533 sayılı R.G) gereği uyulması gereken mevzuatının depo tabanı kaplaması ile ilgili öngörmüş olduğu standartlar aşağıda özetlenmiştir.

II. sınıf düzenli depolama tesisi:  $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$  m/sn; kalınlık  $\geq 1$  m veya eşdeğeri, bu şartlar doğal olarak sağlayamaması halinde; bu tabaka yapay olarak oluşturulur ve geomembran kullanılarak güçlendirilir. Geçirimsiz mineral malzeme ile yapay olarak oluşturulacak geçirimsizlik tabakasının toplam kalınlığı 0,5 metreden az olamaz.

Sakarya Büyükşehir Belediyesi ile yapılan görüşmelerde ve yapılan zemin etütlerinde doğal kil bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle jeolojik geçirimsizlik tabakasının yapay olarak oluşturulacaktır.

Zemin 50 cm kalınlığında sıkıştırılmış kil ile kaplanacak ve üzerine 2mm HDPE membran serilecektir. Kullanılan kilin geçirimsizlik katsayısı (permeabilite)  $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$  m/sn olacaktır. Membranın üzerine koruma amaçlı geotekstil kullanılacaktır. Oluşan sızıntı sularını toplamak için, geo-tekstil üzerine drenaj boruları ve 50 cm çakıl dren tabakası ( $K \geq 1.0 \times 10^{-4}$  m/s geçirgenliğe sahip) teşkil edilecektir. Uygulanan taban izolasyon kesiti Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Taban izolasyon kesiti

## 5.2. Kil Tabakası

Killi toprakların geçirgenliğini etkileyen etmenler; sıkıştırma metodu, sıkıştırma enerjisi, kilin nem içeriği, kilin toprak büyüklüğü ve toprak katmanları arasındaki bağın derecesidir. Killi toprakların çatlaklarını kendi kendilerine kapatma özelliği ve taban örtüsünün tüm kalınlığı boyunca delinmesi zor oluşu kil taban örtüsünün avantajı olarak sayılabilir.

2. lot sahasında geçirimsizlik tabakası 25 cm kalınlığında aşamalı olarak iki kademeli serilerek sıkıştırılmalıdır. Serilen kil tabakasının ardından gelen tabaka ile birleştirilmelidir.

### **5.3. Kil Temini**

Atık sahası tabanı için gerekli geçirimsiz kil malzeme temin edilecek ocak yeni planlanan lot-2 alanının güney batısında ve kuş uçuşu yaklaşık 5000 metre mesafe olup yüklenici tarafından temin ve tedarik edilecektir. Kil ocaklarından alınan malzemenin geçirimsiz kil örtü olarak kullanılmasını belirlemek amacı ile önce standart kompaksiyon deneyi yapılmış ve maksimum kuru birim hacim ağırlıklar ile optimum su muhtevaları tayin edilmiştir. Sıkıştırılmış kil örtü yapılabilmesindeki kriter;  $1 \times 10^{-9}$  cm/sn dolayında bir hidrolik iletkenlik elde edebilmesidir.

Malzemeler öncelikle optimum su muhtevaları ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde tekrar sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan numuneler düşen seviyeli permeabilite aletine yerleştirilmiş, su yüküne maruz bırakılmış ancak numunenin yüksek geçirimsizliği nedeni ile su geçişi gözlemlenmemiştir. Bu durumda geçirimsizlik katsayısını dolaylı yoldan ölçmek için her üç numune ödometre aletinde tek yönlü konsolidasyon deneyine tabi tutulmuşlardır. 3 adet kil ocağından alınan malzemenin geçirimsiz kil örtü olarak kullanılabilirliğini test edebilmek için yapılan ve yukarıdaki paragraflarda sonuçları verilen deneylere göre; alandaki kil malzemenin geçirimsiz kil örtü malzemesi olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır. Yapılan deneyler ve sonuçları EK-3'te verilmiştir.

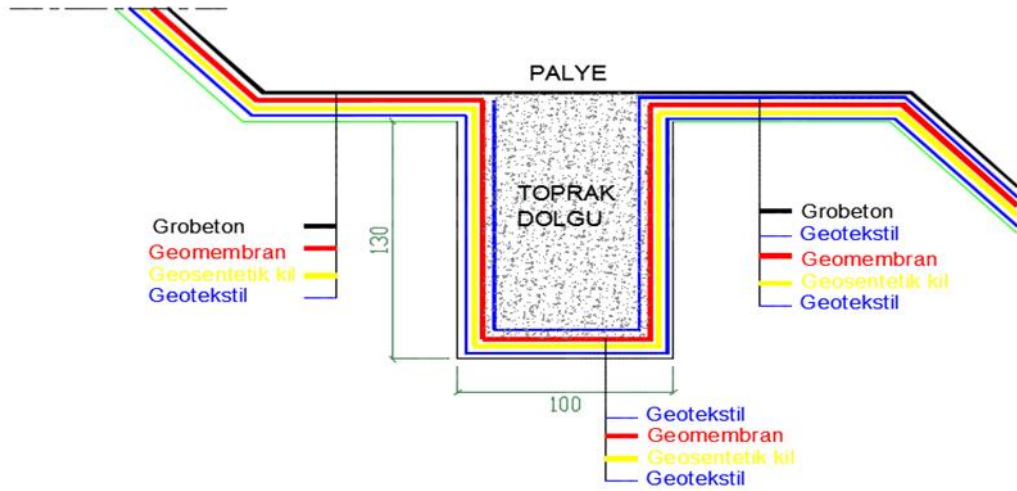
### **5.4. Geomembran ve Uygulaması**

Lot saha alanında kullanılacak geomembran örtüsü en az 2 mm kalınlığında ve 1884 gr/m<sup>2</sup> yoğunluğunda yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) olmalıdır. Geomembran ruloları zarar görmemeleri için uygun şekilde ambalajlanmalı ve yüklenmelidir. Geomembran delinmeden, kirden, yağdan, sudan, nemden, çamurdan, mekanik

aşınmadan, aşırı sıcaktan ve diğer zararlardan korunacak şekilde istiflenmelidir. Geomembran kaplanacak bütün yüzeyler yabancı ve kesici maddelerden arındırılmış olmalıdır.

### 5.5. Ankraj Hendekleri (Membran Kilitleme Kanalları)

Geomembranın depolanan atık yükünden dolayı kaymasını önlemek için sahanın etrafına kazılan 1.00 genişliğinde ve 1.30 m derinliğindeki hendekler olup hendek içi toprak dolgu olmalıdır. Hendek köşeleri hafifçe yuvarlatılarak, geomembranın hendekle birleştiği yerlerde keskin kıvrımlardan kaçınılmalı, ankraj hendeği dolgu malzemesi ile sıkıştırılmalıdır. Dolgu yapılacak toprakta membrana zarar verecek keskin kenarlı malzeme bulunmamalıdır. Geomembranın taşıma ve serilmesi sırasında geomembrana zarar verilmemelidir. Şekil 5.2.'de palye ankraj detayı gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Palye ankraj detayı

### 5.6. Sedde Yapımı

Kullanılan ara seddeler genelde geçici olup, sıkıştırılmış 30-100 cm'lik kil tabakalarından teşkil edilir. Ara seddeler depolama sahasının işletilmesi esnasında sızıntı sularının saha dışına çıkmasını ve çevre sularının saha içerisine girmesini engellemek vb. sebeplerle inşa edilir. Depo son seddeleri ise düzenli depolama

alanının sınırları boyunca nihai örtüye kadar yükseltilir. Bu seddeler depo sahasında şev stabilitesini sağlamak, işletme yollarının inşasına yardımcı olmak ve nihai şevlerde uygun eğimi vermek vb. amaçlarla inşa edilmektedir.

### 5.7. Taban Drenaj Tabakası

Sızıntı sularının toplanması için yarıklı HDPE borular kullanılmalıdır. Sızıntı sularının toplanması için en fazla 100 m aralıklarla yarıklı veya delikli HDPE borular kullanılmalıdır. Delik kısımlarının üst tarafta kalması için sahada kaynak yapılarak birleştirilmelidir. Drenaj tabakasında kullanılacak çakılın  $\text{CaCO}_3$  içeriği  $\leq \%20$  olacaktır. Kullanılacak çakılın  $\text{CaCO}_3$  içeriği  $\leq \%20$  olmalıdır.

Drenaj katmanında, sızıntı suyunun rahatça akması için siltsiz, kilsiz ve geçirgenlik katsayısı  $1 \times 10^{-4}$  m/s'den büyük çakıl kullanılmalıdır. Drenaj katmanının derinliği 50 cm olmalıdır. Sızıntı suyu toplama sistemi, sızıntı suyunun derinliği drenaj katmanının derinliğini aşmayacağı şekilde tasarlanmalıdır. Drenaj tabakası olarak kullanılacak çakıl keskin kenarlı olmayan 16-32 mm çaplı dere çakılı kullanılacak, çakılda kalsiyum karbonat oranı  $\%20$ 'nin altında olmalıdır. Şekil 5.3.'te katı atık depolama sahası taban drenaj tabakası görülmektedir.



Şekil 5.3. Katı atık depolama sahası taban drenajı tabakası

### 5.8. Koruyucu Sentetik Geotekstil

Drenaj tabakasının geomembran'a zarar vermesini engellemek amacı ile drenaj tabakası ile geomembran tabakası arasında geotekstil malzeme serilmelidir.

Geotekstil üretici firmalarının ISO 9001-2000 Kalite Güvence belgesine sahip olmaları şarttır.

Geotekstil yüksek kaliteli, yeni PP elyaftan mamul, en az 2 yıl morötesi ısınma karşı korumalı (UV), tek katlı, dokusuz yüzeyli (Nonwoven), iğnelenmiş (Needle punched) Geotekstil tipinde olacaktır.

### **5.9. Geosentetik Kil Tabakası**

Bentonit örtü veya daha yaygın olarak isimlendirildiği gibi geosentetik kil örtü (GKÖ), doğal Sodyum-bentonit içerikli bir izolasyon örtüsüdür. Değişik ortamlardaki sıvı ve gazların hareketine karşı sızdırmazlık sağlamak amacıyla kullanılır. Geosentetik kil lotların yanal yüzeylerinde (Şevlerde) kullanılır.

Bentonit esaslı örtü, saha tesviye edildikten sonra teşkil edilecek taban izolasyonun birinci bölümü olarak geo tekstil üzerine serilmelidir. Bu örtü, alt ve üst tarafında birbirine iğneleme (Needle-punching) yöntemiyle tutturulup kenetlenmiş altta dokulu, üstte dokusuz iki koruyucu geotekstil tabaka arasında doğal sodyum bentonit kapsüllenmiş bir örtüdür. Kuru kalınlığı 0,6 cm olan bu bentonit esaslı örtü, taban izolasyonunda kullanılmalıdır. Geçirimliliği (Permeabilitesi) en fazla  $5 \times 10^{-11}$  m/sn olan bu malzeme üst üste bindirilerek serilmelidir. Bentonit esaslı örtünün hammaddesi mutlaka doğal sodyum bentonit olmalıdır. Üstteki tabaka dokusuz yüzeyli geotekstil, alt kısımdaki tabaka ise dokulu geotekstil olmalıdır. Alt ve üst tabaka geotekstillerin uygun bir yöntemle birbirine tutturulmadığı takdirde, hidrasyon durumunda permeabilite değeri olumsuz yönde etkilenecektir. Bu nedenle örtünün alt ve üst geotekstil tabakaları, iğneleme (Needle-punching) yöntemiyle (2-3 milyon ilmek/m<sup>2</sup>) birleştirilmiş olmalı; böylece örtü, alt ve üst yüzeyler arasında kayma gerilmesi transferi kabiliyetine sahip, geçirimsiz bir malzeme görevini yapabilmelidir. İmalât sırasında kullanılan iğneleme (Needle-punching) yöntemiyle, örtüye ön-gerilme sağlanmış olmalıdır. Bu örtünün seçiminde diğer önemli bir husus, bentonit örtü içerisindeki geotekstil-bentonit-geotekstil tabakaları arasındaki soyulma mukavemetidir. Soyulma (ayrılma) mukavemeti olarak tanımlanan bu parametre asgari 60 N / 10 cm (TS EN ISO 10319'ye göre) olmalıdır.

## 5.10. Atık Tabakaları ve Günlük Ara Örtü Tabakası

### 5.10.1. Atık tabakalar

Sakarya Düzenli Depolama Sahası tehlikeli atık deposu olmayan evsel tip atıkların depolanması amacıyla planlanmıştır. Dolayısıyla sahaya sıvı, patlayıcı, korozif, oksitleyici ve yanabilir atıklar kabul edilmeyecektir. Düzenli depolama tesisi işletmeye alınmadan önce depo sahası operatörü tarafından ayrıntılı bir işletme planı hazırlanmalıdır. Bu işletme planı; düzenli depolama tesisinin günlük işletilmesiyle ilgili bilgileri, atık kabul kriterlerini, faaliyetin kontrolü ve izlenmesini, depolama alanının kapanması sonrasındaki bakım aşamalarını içermelidir. Bu prosedürler, Düzenli Depolama Direktifi (LD, 1999) ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliği (ADDY, 2010) ile uyumlu olmalıdır. Atık depolaması lotlar halinde gerçekleştirilmelidir. Lot 2 taban izolasyonu için kullanılan geomembran (İzolasyon tip kesitinde verildiği gibi) 2 mm kalınlıkta ve 1884 kg/m<sup>2</sup> yoğunlukta olmalıdır.

### 5.10.2. Günlük ara örtü tabakası

Her çalışma gününün sonunda, atık yığının üst yüzeyi günlük örtü olarak adlandırılan bir toprak katmanı ile kapatılmalıdır. Günlük örtü; yangın riskini azaltmak, rüzgarın atığı dağıtmasını önlemek, koku oluşumunu azaltmak, taşıyıcıların üremesini ve hayvan istilasını engellemek gibi birçok avantaj sağlar.

Depolama alanı arazi kazısından çıkarılan toprak, günlük örtü ve ara örtü olarak kullanılmak üzere depolanmalıdır. Düzenli depolama sahasına gelen atık akışının düzenli depolama sahasının işletilmesi süresince geçici değişiklikler göstereceği tahmin edilmektedir. Dolayısıyla proje süresince belli yıllarda toprak temin edilmesi gerekebilecektir.

Katı atıklar, katı atık düzenli depolama alanında tabaka teşkili şeklinde



depolanmalıdır. Bu şekilde her bir atık tabakasının yüksekliği yaklaşık 2.0 m olacaktır.

Atık tabakası teşkilinde ise atıklar kompaktör kullanımı sayesinde belirli bir eğimde (Örnek: 1 düşey / 3 yatay) ve kalınlıkta (Örnek: 30 cm) olacaktır.

Yukarıdaki şekilde atık tabaka teşkili gösterilmektedir. Anılan kompaktör atıkların dökümünden itibaren serilmesi, parçalanması, sıkıştırılması ve düzenlenmesi işlerini yerine getirecektir.

### 5.10.3. Üst örtü izolasyonu

Düzenli depolama sahası nihai örtüsü Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliği (ADDY, 2010) ile uyumlu olacaktır. Nihai örtünün sağlayacağı yararlar aşağıda açıklanmıştır;

- Atığın çevre ile temasını önlemek,
- Atığın içine sızan yağmur suyu miktarını kontrol etmek,
- Depo gazı emisyonlarının atmosfere kontrolsüz yayılmasını önlemek
- Erozyonu önlemek,
- Atığın çürümesinin devamını mümkün kılmak,
- Düzenli depolamanın çevre tehlikesi yaratabileceği dönemi kısaltmak.

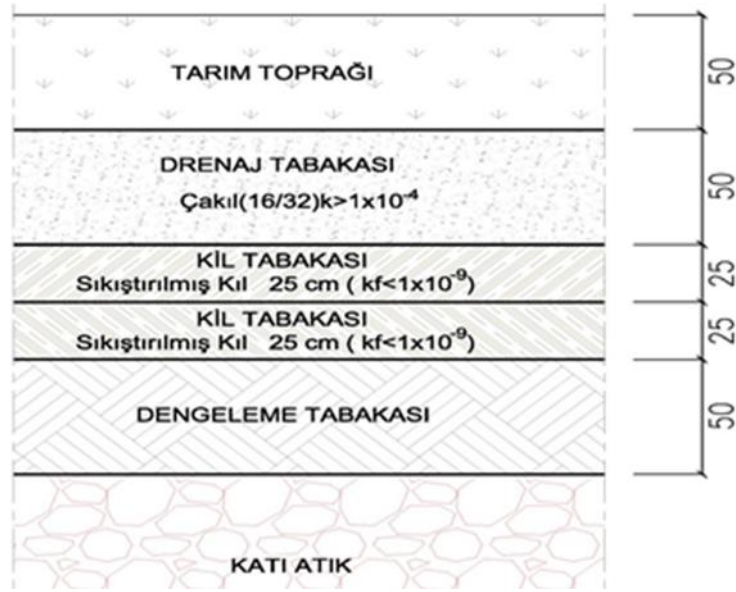
1- Sıkıştırılmış ve düzeltilmiş katı atığın üzerine 50 cm kalınlığında ve homojen olacak şekilde dengeleme tabakası serilecektir. Bu tabaka için kazıdan çıkan malzeme kullanılacaktır. Dengeleme tabakası hem katı atık yüzeyinin üstünü düzeltmek hemde katı atık ile izolasyon malzemelerinin temas etmesini önlemek için yapılmaktadır.

2- Bölgede doğal kil bulunmadığından geçirimsiz örtü teşkili için 25 cm kalınlıkta kil tabakası teşkil edilmelidir. Kil tabakasının permabilite değeri  $1 \times 10^{-9}$  m/sn veya daha den küçük olmalıdır.

3- Geçirimsiz tabakasının üzerine 50 cm kalınlığında drenaj tabakası serilecektir. Bu tabaka tarım toprağından süzölen suları drene edecektir. Bu

sayede geçirimsizlik tabakası üzerinde oluşabilecek su kütlesinin en az düzeye indirilmesi sağlanacaktır.

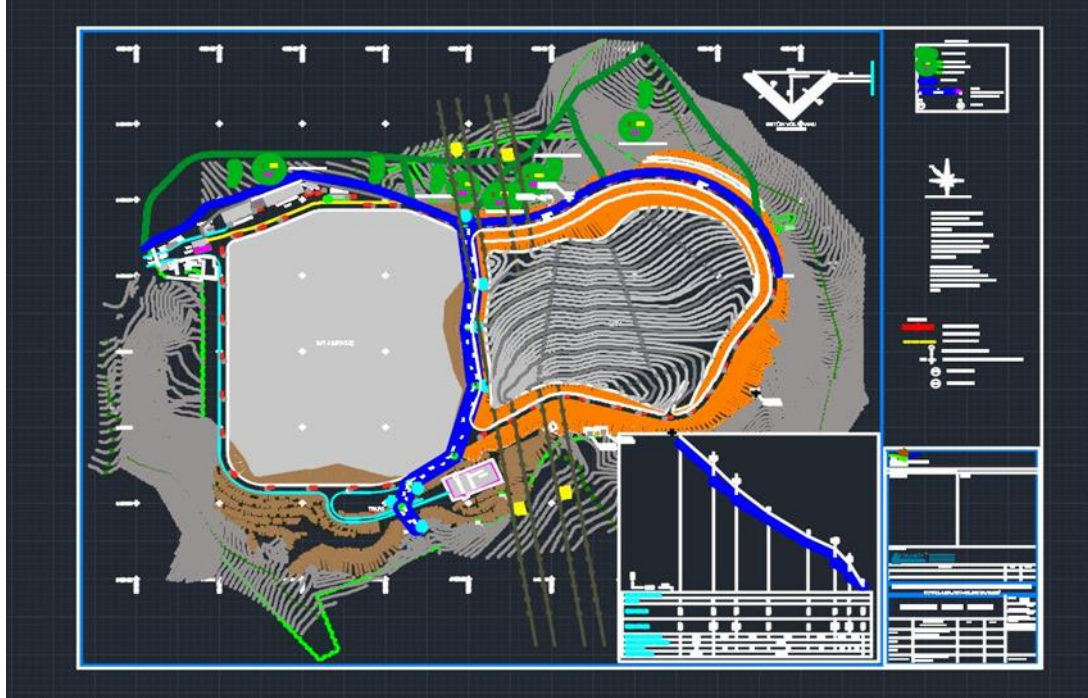
- 4- Drenaj tabakasının üzerine kök derinliği fazla olmayan bitkilerin dikilebilmesi için en az 0.50 m kalınlığında tarım toprağı serilmelidir.
- 5- Depolama sahası, işletme sonrasında yapılacak peyzaj ile çevreyle uyumlu bir şekle dönüştürülecektir. Son örtü tamamlandıktan sonra üstteki toprak tabakasına kökleri uzun olmayan bitkiler dikilerek üst örtü yeşillendirilmelidir. Şekil 5.3'te nihai örtü tabakası gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Nihai örtü tabakası

### 5.11. YüzeY Suyu Drenajı

Düzenli depolama sahasının su toplama havzasına düşecek yağışın gerek işletme ve gerekse işletme tamamlandığında atık gövdesine bir zarar teşkil etmemesi için yüzeY suyu drenajı yapılmalıdır. Sakarya Katı Atık sahası konumu itibari ile kuzey ve kuzey batıdan gelebilecek yağmursularına açıktır, bu nedenle bu yönlerden tesisi içine yağmursuyu girişini önlemek amacı ile açık kanal projelendirilmiştir. Tesis içerisinde yağışlardan kaynaklanan suların tesis dışına iletecek betonarme drenaj kanalları tanzim edilmektedir. YüzeY suyu drenaj ile ilgili proje Şekil 5.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Yüzey suyu drenaj paftası

### 5.12. Koruyucu Sentetik Geotekstil

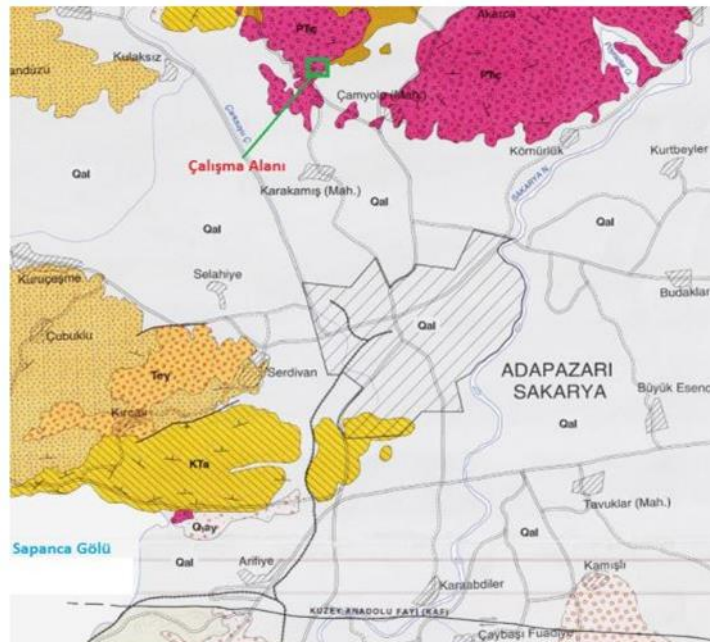
Drenaj tabakasının geomembran'ın zarar vermesini engellemek amacıyla drenaj tabakası ile geomembran tabakası arasında geotekstil malzeme serilmelidir. Lot 2'de şevlerde; geosentetik kil altında 2000 gr./m<sup>2</sup> geotekstil ve geomembran üzerinde 250 gr./m<sup>2</sup> geotekstil olmalıdır. 250 gr./m<sup>2</sup> geotekstil örtüsü üzerinde ise sadece şevlerde 10 cm grobeton olmalıdır. Tabanda; geomembran üzerinde 2000 gr./m<sup>2</sup> geotekstil örtüsü olmalıdır.

Geotekstil üretici firmalarının ISO 9001-2000 Kalite Güvence belgesine sahip olmaları şarttır. Geotekstil yüksek kaliteli, yeni PP elyaftan mamul, en az 2 yıl morötesi ısıya karşı korumalı (UV), tek katlı, dokusuz yüzeyli (Nonwoven), iğnelenmiş (Needle punched) geotekstil tipinde olmalıdır.

## BÖLÜM 6. SAKARYA KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA TESİSİ 2. LOT ALANI STABİLİTE ANALİZİ

### 6.1. İnceleme Alanının Geolojisi

Çalışma alanında rastlanılan kırmızı renkli kumtaşları Çakraz Formasyonuna (PTRç) aittir (Şekil 1). Adapazarı'nın 6 km kuzeyi Taşkısığı mevki dolayındaki Çakraz Formasyonu (PTRç) yüzeylenmeleri üzerine Adapazarı Büyükşehir Belediyesi katı atık depolama alanı yapılmıştır. (LOT-1). Söz konusu çöp alanı kuzey doğu istikametine doğru LOT-2 alanı şeklinde genişletilecektir. Çakraz formasyonu'na ait bu kumtaşları Adapazarı ovasının kuzeybatı ve kuzey kesimindeki yükseltileri oluşturmaktadır. Çalışma alanının temsilen çekilmiş fotoğraflarda kırmızı kumtaşlarının üst kesimlerinin çok parçalı-ayrışmış Şekil 6.1.'de görülmektedir.



Şekil 6.1. İnceleme alanı ve çevresine ait geolojik harita (MTA)



Şekil 6.2. Çalışma alanında kırmızı kumtaşıları

Birimin üzerinde gelişmiş olan ayrışmış toprak örtüsünün kalınlığı bitkisel örtünün yaygın olduğu alanlarda 0.5-1.5 metre arasında değişir. Kumtaşıları, kırmızı, mor sarımsı gri renkli, orta tane boyulu, orta-kötü boylanmalı, ince-kalın katmanlanmalıdır. Kumtaşı düzeyleri çok kırıklıdır. Kumtaşı ile ardalanmış çamurtaşıları, kırmızı-kahve-mor renkli, ince katmanlı, yaprağımsı mika pullu yarılım düzeylidir. Çamurtaşıları Söğütlü yakın güneyinde, tanımlanmış lamelli, branj fusilli kireçtaşı mercekleri içermektedir.

Çakraz Formasyonu, Karasu güneyinde yaklaşık 1500 m kalınlığa ulaşmakta olup, karasal ortamda çökelmiştir. Permiyen-Triyas yaşta olan formasyon, Yılanlı Formasyonu üzerine aşıl uyumsuz olarak oturmaktadır. Akyol ve diğerleri (1974) tarafından Cide-Kurucaşile dolaylarında adlanmış olan birim, tabanda gri renkli, genellikle dolomit, şeyl ve kırmızı renkli kumtaşı ile yeniden kristallenmeli kireçtaşı gereçli çakıltaşı ile başlamaktadır. Çakıltaşı düzeyleri, üste doğru, kırmızı renkli kumtaşı, siltli çamurtaşı ardalanmalı düzeylere dönüşmektedir. Birim Adapazarı ovasının kuzey kesiminde Taşlı Geçit ve Akgölköy arasındaki antiklinalin kenarında ve Söğütlü Kurudil arasındaki antiklinalin güney kenarındaki yüzeylenmelerin büyük



bir bölümünü oluşturur. İlk alanda, Yılanlı Formasyonu'na ait masif kireçtaşları üzerinde açılmal uyumsuzlukla yer alan Çakraz Formasyonu'na ait kaba kırıntılı kayalar kireç taşlarının düzensiz paleotopoğrafyasını doldurmuş, kireçtaşlarına ait eski karstik boşlukların içine girmiştir. Birimin, doğrudan kireçtaşları üzerine geldiği kesimlerde yer yer eski lateritik düzeyler ve kırmızı toprak oluşumları gözlenebilir. Söğütlü doğusundaki alanlarda Çakraz Formasyonu'na ait birimler Soğuksu ve Karadere Formasyonları'nın üzerine açılmal uyumsuzlukla gelmektedir.

Çakraz Formasyonu, istifin çok güzel görüldüğü Çamdağı kuzeybatısında bir taban çakıltaşı ile başlar. Çakıl taşları iri-orta taneli, kötü boylanmalı, kalın ve kötü tabakalanmalı, çoğun merceksidir. Çakıllar genellikle iyi yuvarlaklanmış, daha az köşeli, bazen yassılanmış, çakılların büyük bir bölümü Çamdağ grubuna ait düşük dereceli metamorfizmalı silttaşları, kuvarsitler ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Üste doğru birim kırmızı-pembe-kirlisarı-mor renkli kumtaşları ile ardalanmış kırmızı-mor renkli çamurtaşlarından oluşur. Seyrek olarak ince taneli çakıltaşı mercekleri ve bantları içerir.

Birimi oluşturan kumtaşları değişken tane boylu, yarı yuvarlak-yarı köşeli, değişken tabaka kalınlıklı, kötü derecelenmeli, büyük ölçekli çapraz katmanlı, sert köşeli kırıklanmalı litik arenitlerdir. Mikroskop altında kumtaşları kötü boylanmalı, kötü yıkanmalı olup egemen kırıntılarını feldispatlar oluşturmaktadır. Kayada kırıntılı olarak bol miktarda muskovit, ayrıışmış biyotit, hematitlemiş opak mineraller yanında kuvars arenit, metamorfik kayaç parçaları, granitik kayaç ve dolomit gibi kaya kırıntıları yer alır. Çimento çok az olup kilden oluşmaktadır. Kumtaşları ile ardalanmış çamurtaşları, kırmızı- mor renkli, kumlu ve killi, bol mikalı ve ince tabakalıdır. Tabakaların sürekliliği yoktur.

Mikroskop altında kayada kil-silt boyunda çimento ile çimentolanmış ince taneli feldispat, kuvars ve mikalar gözlenir. Birimin içinde, alt bölümde çamur taşları ile birlikte yer alan ve seyrek olarak gözlenen açık renkli kilttaşlarında Çamdağ batısında Üst permien yaşı veren polenler saptanmıştır. Birimin üst bölümündeki görsel kayalarda ise (Başköy Formasyonu) birimin tip yerinde Üst Trias yaşı veren spor ve

polenler yer alır. Genelde birimin alt bölümünün kanal dolgusu ve taşkın ovası, orta bölümünün eolien, üst bölümünün ise gölsel ortamda çökeldiği belirlenmiştir. İncelenen alanda gözlenen birimler ise akarsu ve delta önü (*delta front*) ortamını yansıtmaktadır. Çakraz Formasyonu'na ait kayaçlar incelenen alan ve yakın çevresinde Üst Kretase paleosen yaşlı Yemişliçay Formasyonu'na ait kayaçlarla açısız uyumsuz olarak örtülür. Uyumsuzluk incelenen alanda Taşlıgeçit köyü batısında ve Kurudil köyü kuzeyinde gözlenebilmektedir.

## 6.2. Arazi Çalışmaları

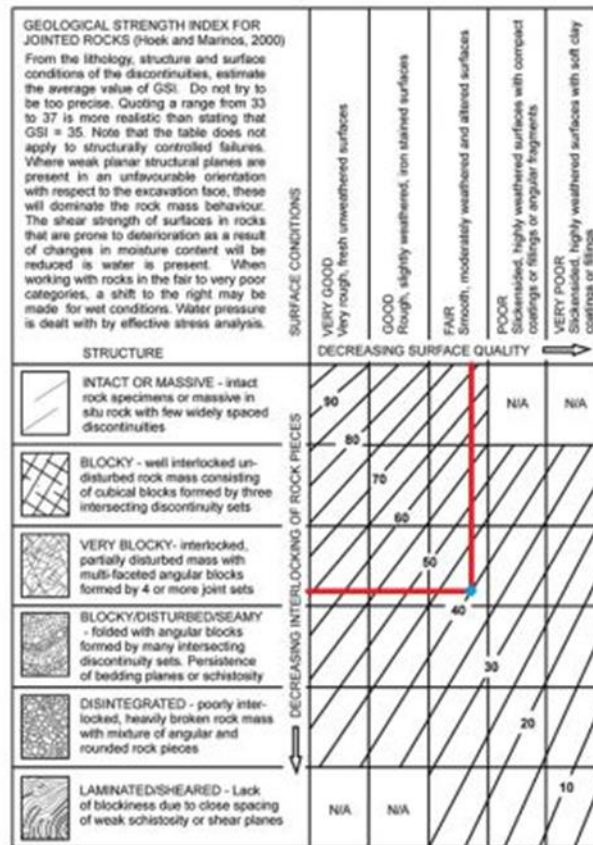
Çalışma alanında toplam derinliği 121 metre olan 6 adet dönel sondaj çalışması yaptırılmıştır. Söz konusu sondajların hemen hepsinde kırmızı kumtaşlarına yüzeyden itibaren girilmektedir. İki adet sondajda ise ortalama kalınlığı 3 metre olan bitkisel toprak-dolgu örtüsü bulunmaktadır. Kırmızımsı kahverengi, çok çatlaklı – parçalı - kırıklı zayıf dayanımlı, çok - orta ayrışmış olarak nitelendirilen kumtaşları Çakraz Formasyonuna (PTRç) aittir. Sondaj loglarının detayları ve karot sandıklarının fotoğrafları EK-1'de görülmektedir. Sondaj loglarında yeraltı suyu derinliği hakkında bir bilgiye rastlanılmamıştır (Bol ve ark., 2016).

## 6.3. Dağdibi Çöp Alanı Kaya Kütle Değerlendirmesi

Çalışma alanı Çakraz Formasyonuna ait kayalık bir birimden oluşmaktadır. Kaya mühendislik yapılarına ait tasarım çalışmalarında iki farklı yaklaşım söz konusudur. Bunlar görgül ve sayısal tasarım yaklaşımlarıdır. Sayısal yaklaşımlar genel olarak kaya malzemesinin mekanik özelliklerini ( $E$ ,  $v$ ,  $c$ ,  $\phi$ ,  $\sigma_c$  gibi) geliştirilen matematiksel yaklaşımlarda kullanarak tahkimatsız ve tahkimatlı koşullar altında duraylılık çözümlenmeleri yapabilmektedir. Görgül yaklaşımlar ise mühendislik tecrübeleri, gözlemleri ve sezgileriyle geliştirilen kılavuz abaklar yardımıyla tahkimat önerilerinde bulunabilmektedir. Her iki yaklaşım için gerekli girdi parametreleri sahada karşılaşılan kaya kütleleri üzerinde gerçekleştirilen kaya mekaniği ve geoteknik çalışmalarla belirlenmektedir. Kaya kütle parametrelerini sayısal bir formda ifade eden bütüncü yaklaşımına kaya kütle sınıflama sistemleri

tanımı yapılmaktadır. Kaya kütle sınıflama sistemleri 1950’li yıllardan sonra geliştirilmeye başlanmış olup bugün yaklaşık 30 adet sınıflama sistemi mevcuttur. Bu sistemler için gerekli girdi parametreleri genel olarak sahada yapılan sondaj çalışmalarından belirlemektedir. Yaygın olarak kullanılan RMR (Bieniawski, 1973) ve Q (Barton et al., 1974) sınıflandırma sistemleri daha çok tünel, maden ve yeraltı boşluklarında gerekli tahkimatın projelendirilmesine yönelik olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte Hoek ve Brown (1997) tarafından önerilen jeolojik dayanım indeksi-GSI kaya kütlelerini genel mühendislik problemleri için sınıflandırabilmektedir. Hoek ve Brown’un bu çalışması 2002 yılında revize edilmiş (Hoek ve diğ., 2002) ve bu çalışma sırasında yeni kriterler uygulanarak çözüme gidilmiştir. Bu çalışmada da GSI sistemine göre çalışma alanındaki kaya kitlesinin sınıflandırılması yapılmış ve çevre geometrisinin projelendirilmesinde kullanılabilir olan ön parametrelerin çıkartılması amaçlanmıştır. Şekil 6.2.’den izleneceği üzere ortamdaki kayaların özellikle yüzeye yakın kısımları çok bloklu olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte bloklar çok yüzeyli ve en az 4 adet çatlak sistemi olduğu düşünülmektedir. Bu bakımda; GSI sınıflamasında ilk adım olan kaya kitlesinin yapısal özellik niteliği Şekil 2’ye göre çok bloklu (*very blocky*) olarak alınabilir. Çatlaklar düzgün yüzeyli-düze yakın, hafif orta – çok derecede altere olmuş yüzeylere sahip olduğundan yine Şekil 6.3’e göre orta yüzey kalitesi orta (*fair*) alınabilir. Buna göre kaya kitlesinin GSI puanı 40 alınabilir.





Şekil 6.3. Aks alanını temsil eden birimlerin GSI sınıflaması

GSI ile kaya kitlesinin mühendislik parametrelerinin ortaya çıkartılabilmesi için; serbest basma dayanımı ( $\sigma_c$ ) ve sürtünmeye bağlı, kırıksız kaya için malzeme sabiti olan  $m_i$  nin ölçümü veya tahmini gerekmektedir. Hoek  $m_i$  sabitinin çeşitli kayalardaki değerlerini belirleyebilmek için sunmuş olduğu çizelgede şeylerde  $6 \pm 2$  ve kumtaşlarında  $17 \pm 4$  alınabileceğini belirtmiştir. Buna göre çalışma alanındaki birimleri temsilen kırmızı kumtaşlarından oluşan birimin ortalama  $m_i = 15$  alınabilir. Eklemlili kaya kütleleri için Hoek-Brown (1997) genel yenilme kriterinde büyük ve küçük asal gerilmeler arasındaki ilişki;

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right) \quad (6.1.)$$

şeklinde verilmiştir.

Burada  $\sigma_1'$  ve  $\sigma_3'$  yenilme anındaki maksimum ve minimum efektif gerilmelerdir.

$mb$  kaya kütlelerinin Hoek-Brown sabitidir. Burada  $mb$  kırıklızsız kaya için malzeme sabiti olan  $m_i$ 'nin azaltılmış değeridir. Söz konusu sabit;

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right) \quad (6.2.)$$

formülü ile bulunabilir (Hoek ve diğ., 2002). Burada D örselenme faktörüdür, bu çalışmada yapılacak şev kazısı sırasında geometri patlatma yerine kazılarak oluşturulacağından  $D=0.70$  alınmıştır. Bu suretle  $mb=2.85$  bulunmuştur.  $s$  ve  $a$  kaya kütlelerinin karakteristik özelliklerine bağlı sabitlerdir.

Bunlar;

$$s = \exp\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right) \quad a = \frac{1}{6}\left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3}\right) + \frac{1}{2} \quad (6.3. ve 6.4.)$$

formülleri ile hesaplanabilir (Hoek ve diğ., 2002). Bu durumda  $s=0.0002$  ve  $a=0.512$  olarak hesaplanmıştır.

$\sigma_{ci}$  sağlam kayanın tek eksenli basma dayanımıdır. Çalışma alanından numuneler üzerinde gerçekleştirilen tek eksenli basma dayanımı sonuçları Tablo 6.1.'de verilmektedir. Bu deney sonuçlarının detayları EK-2'de verilmektedir.

Tablo 6.1. Kırmızı kumtaşları üzerinde gerçekleştirilen serbest basma deney sonuçları

Örnek No	Renk	Çap (cm)	Boy (cm)	M (gr)	$\rho_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	P (kN)	$\sigma_c$ (MPa)
1	Kızıl Kahve	4.82	9.11	431.31	22.45	77.63	42.55
2	Kızıl Kahve	4.80	9.54	462.38	26.28	55.53	30.69
3	Kızıl Kahve	4.81	9.23	437.03	25.56	29.61	16.29
4	Kızıl Kahve	4.82	9.64	471.03	26.27	30.97	16.97

Buradan güvenli tarafta kalınarak en düşük basma dayanımı  $\sigma_{ci} = 16$  MPa olarak seçilmiştir. Kaya kütlelerinin tek eksenli basma dayanımı  $\sigma'$  3 sifira eşitlenerek aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\sigma_c = \sigma_{ci} \cdot s^a \quad (6.5.)$$

Buna göre kaya kitlesinin tek eksenli basma dayanımı  $\sigma_c=0.187$  MPa olarak hesaplanmıştır.

Çekme dayanımı ( $\sigma'_t$ ) da şu şekildedir;

$$\sigma'_t = -\frac{s\sigma_{ci}}{m^b} \quad (6.6.)$$

Böylelikle kaya kitlesinin çekme dayanımı  $\sigma'_t m = -0.005$  MPa'dır. Bununla birlikte durum üç boyutlu olarak düşünüldüğünde çevre basıncının etkisi ile yukarıda hesaplanan  $\sigma_c$  değeri tüm kayanın dayanımını ( $\sigma_{cm}$ ) ortaya koymak için aşağıdaki formül kullanılarak  $\sigma_{cm}=1.506$  MPa olarak hesaplanır.

$$\sigma'_{cm} = \sigma_{ci} \frac{[m_b + 4s - a(m_b - 8s)](m_b / 4 + s)^{a-1}}{2(1+a)(2+a)} \quad (6.7.)$$

Hoek-Brown yenilme kriteri kaya kitlesinin deformasyon modülünün aşağıdaki şekilde hesaplanmasına olanak verir (Hoek ve diğ., 2002);

$$E_m \text{ (GPa)} = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{((GSI-10)/40)} \quad (6.8.)$$

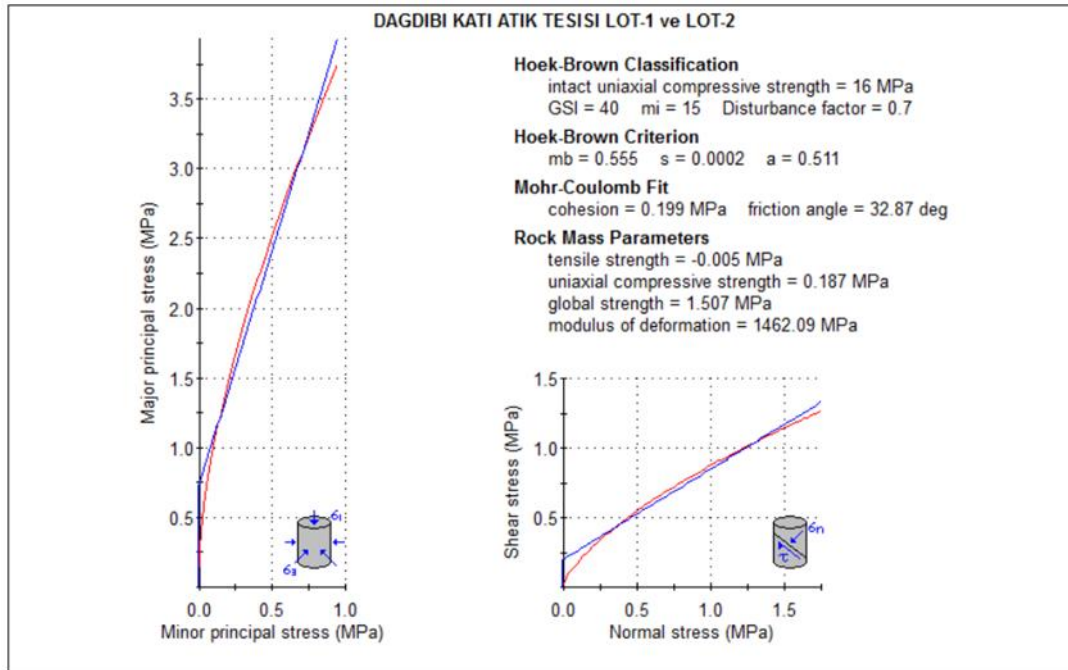
Buradan  $E_m=1.462$  GPa olarak bulunmuştur. Söz konusu parametrelerin hesabı yapılmış ve buna göre elde edilen hesap sonuç özeti Tablo 6.2.'de sunulmuştur.

Tablo 6.2. Hoek-Brown (2002) kriterine göre kaya kitlesi özellikleri

GSI	$\sigma_d$ (MPa)	$m_i$	D	$m_b$	s	a	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_{cm}$ (MPa)	$\sigma_{tm}$ (MPa)	$E_m$ (MPa)
50	26.62	17	0.7	0.555	0.0002	0.512	0.187	1.506	-0.005	1.462

Hoek- Brown kriterinden büyük ve küçük asal gerilmeler ile Mohr zarfı ilişkisini çıkarmak mümkündür. Bu bakımdan hem hesaplamaların doğruluğunu hem de söz konusu Mohr-Coulomb kriterlerinin ortaya çıkarılması ile kullanılan yazılım çıktısı

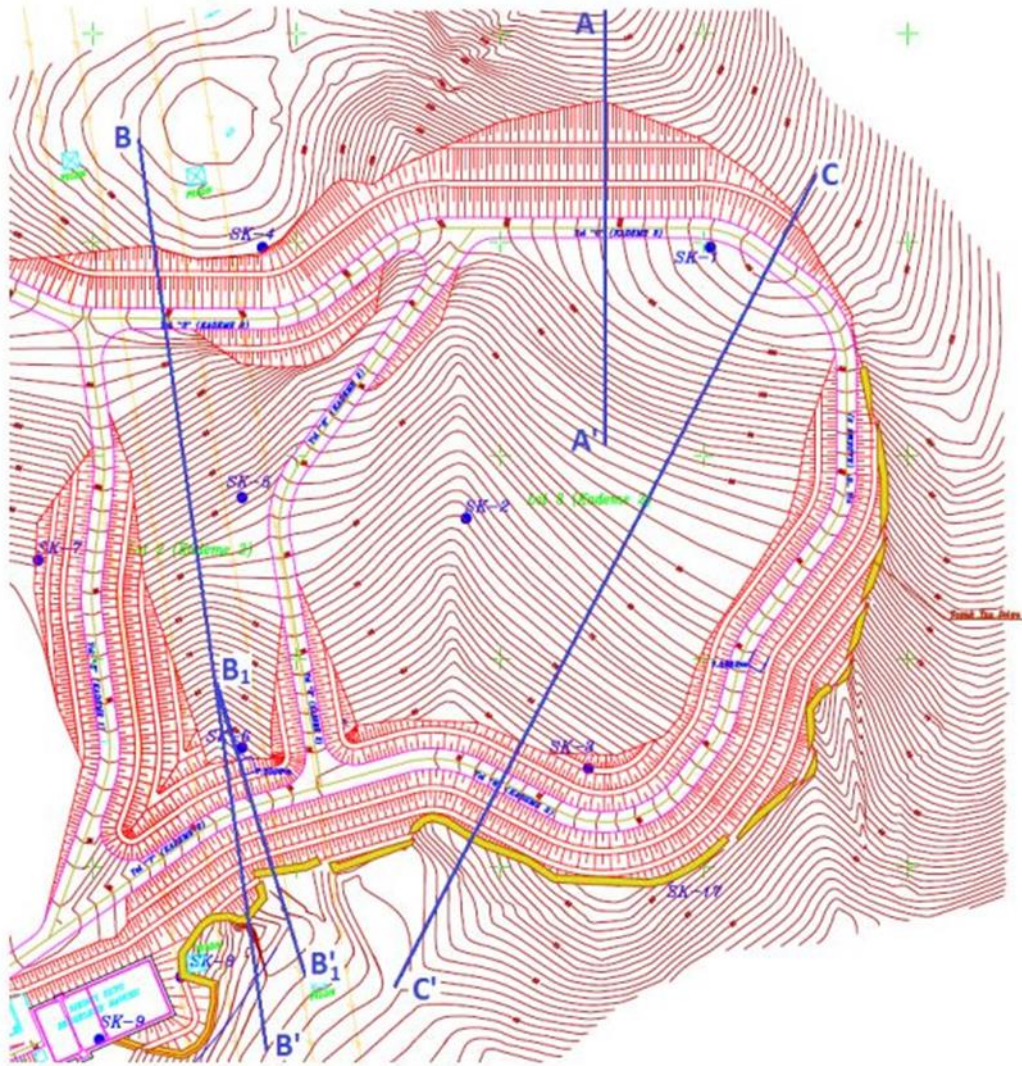
Şekil 3’de gösterilmektedir. Hesap edilen sonuçlar ile yazılım çıktısı aynıdır. Bununla birlikte kaya kitlesinin kohezyonun  $c=200$  kPa ve sürtünme açısının da  $\phi=32$  derece olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 6.4.’te GSI ile kaya kütlesi özellikleri ve mohr-coulomb parametreleri karşılaştırılmaktadır.



Şekil 6.4. GSI ile kaya kütlesi özellikleri ve mohr-coulomb parametreleri

#### 6.4. Yarmaların Stabilité Analizleri

Dağdibi çöp alanında stabilite analizleri için en kritik şev durumunda olan LOT-2 kısmının kuzey yarması için yapılmıştır. Burada Şekil 6.5’te söz konusu kesit hattı (A-A’) gösterilmektedir. Bu projede 30 metrelik bir yarma söz konusudur. Bu araştırma kapsamında ise söz konusu yarmanın 40 metre durumunda olması durumundaki performansı da ayrıca incelenmiştir.

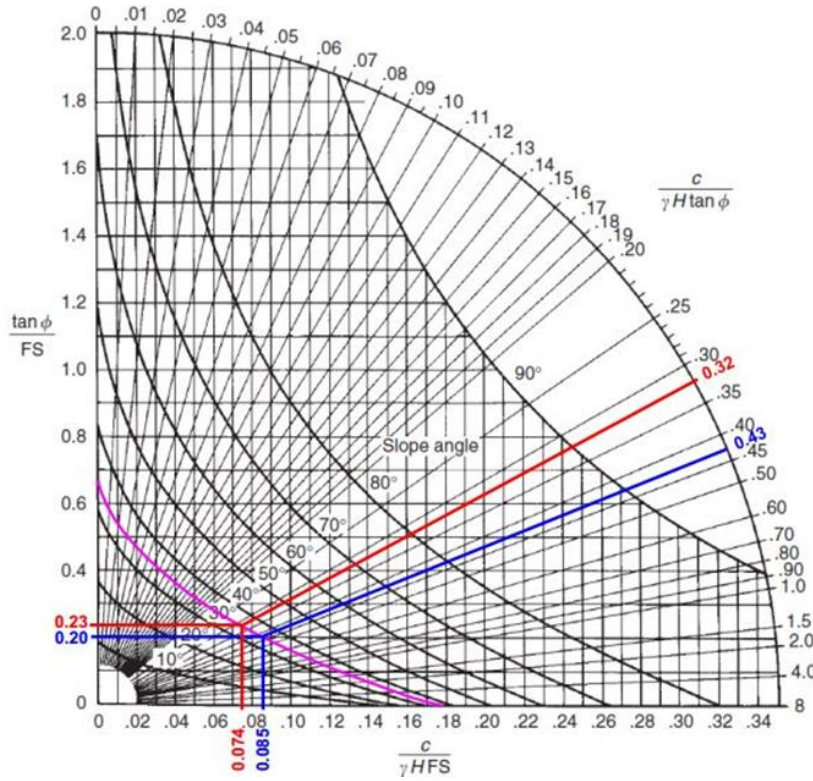


Şekil 6.5. Analizlerde kullanılan kesit doğrultuları

#### 6.4.1. Hoek&Bray stabilite çözümü (Eğim: 3 Yatay /2 Düşey)

Hoek&Bray (1977)'de parçalanmış çok çatlaklı kaya şevleri için geliştirmiş olduğu stabilite abakları yardımı ile oluşturulacak şevlerin güvenliği araştırılmıştır. Sondaj loğlarında yeraltı suyu rapor edilmediğinden ortam kuru kabul edilirse Hoek&Bray (1977) stabilite abaklarından 1 nolu grafik ile çözüme gidilebilir (Şekil 6.6.).





Şekil 6.6. 1 Nolu stabilite abağı (Kuru şev) (Eğim: 3 Yatay / 2 Düşey)

Kaya kitlesinin kohezyonun  $c=200$  kPa ve sürtünme açısının da  $\phi=32$  derece olarak alınır;  $H=30$  metre şev yüksekliği ( $H$ ) için 3 yataya 2 düşey eğimde ( $\beta \approx 34^\circ$ )

$$\text{açılacak bir şev için } \frac{c}{\rho H \tan \phi} = \frac{200}{25 \cdot 30 \cdot \tan 32} \approx 0.43 \quad (6.9.)$$

boyutsuz değeri hesaplanabilir (Şekil 6.5. mavi çizgiler).

Bu değer  $\beta \approx 34^\circ$  olan şev açısı ile grafik üzerinde kestirilir ise;

$$\frac{\tan \phi}{GS_\phi} = 0.20 \text{ ve } \frac{c}{\rho H GS_c} = 0.085 \quad (6.10.)$$

değerleri elde edilir.

Buna göre şevin güvenlik sayısı  $GS_\phi=3.12$  ve  $GS_c=3.14$  olarak bulunur. Bununla birlikte  $H=40$  metre şev yüksekliği için 3 yataya 2 düşey eğimde ( $\beta \approx 34^\circ$ ) açılacak bir şev için,

$$\frac{c}{\rho H \tan \phi} = \frac{200}{25 \cdot 40 \cdot \tan 32} \approx 0.32 \quad (6.11.)$$

boyutsuz değeri hesaplanabilir (Şekil 6.6. kırmızı çizgiler).

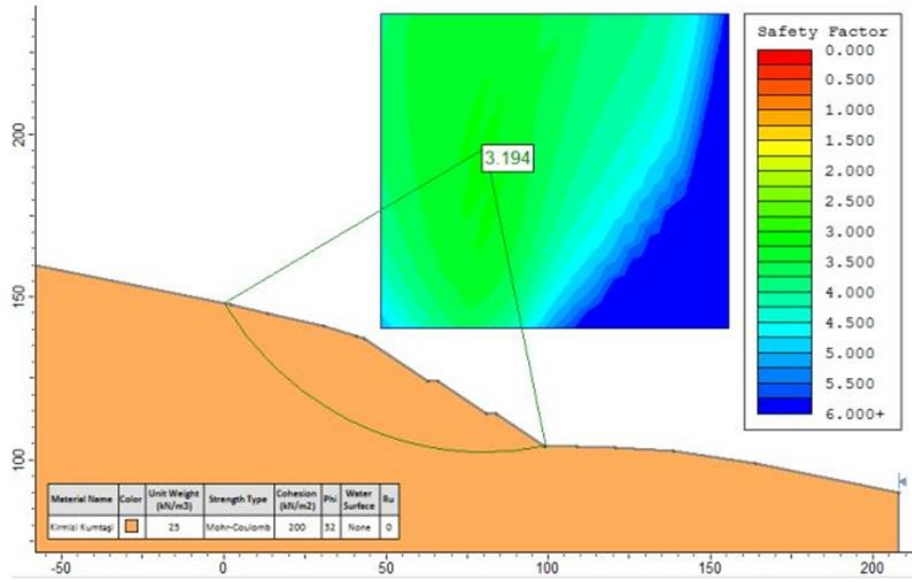
Bu değer  $\beta \approx 34^0$  olan şev açısı ile grafik üzerinde kestirilir ise;

$$\frac{\tan \phi}{GS_{\phi}} = 0.23 \text{ ve } \frac{c}{\rho HGS_c} = 0.074 \quad (6.12.)$$

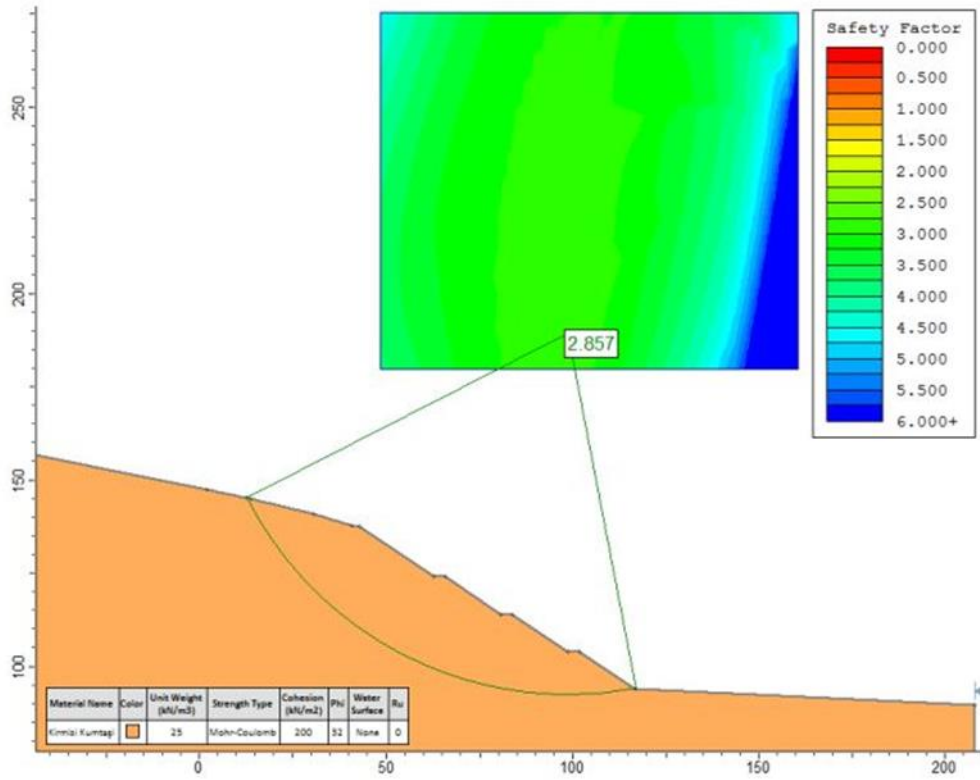
değerleri elde edilir. Buna göre şevin güvenlik sayısı  $GS_{\phi}=2.72$  ve  $GS_c=2.70$  olarak bulunur.

#### 6.4.2. Slide analizi (Eğim: 3 Yatay /2 Düşey)

Yukarıdaki analizlere ek olarak bu kısımda planlanan 30 metrelik şevin 3/2 eğimle açılması durumunda stabilite analizi SLIDE yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yukarıda kaya kütlesi için bulunan kayma dayanımı parametreleri ( $c=200$  kPa ve  $\phi=32^0$ ) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde güvenlik sayısı 3.19 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6.7.) ki bu değer Hoek&Bray (1997) yaklaşımı ile bulunan değerlere oldukça yakındır. Bununla birlikte 40 metrelik şevin (Eğim: 3/2) güvenlik sayısının da yine yukarıdaki stabilite abağından bulunan değere yakın bir şekilde 2.857 olarak değerlendirilmesi dikkate değerdir (Şekil 6.8). Aynı şevin ( $H=40$  m) depremlı durumda yatay deprem katsayısı  $kh=0.2g$  alınarak yapılan çözümünde ise güvenlik sayısının 1.904 olduğu izlenmektedir (Şekil 6.9). (Bol ve ark., 2016).

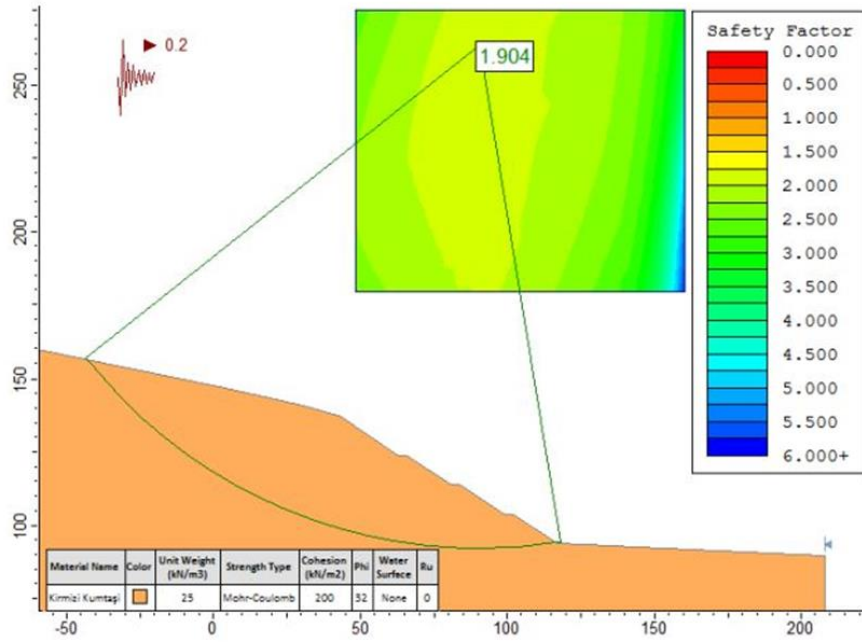


Şekil 6.7. 30 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)



Şekil 6.8. 40 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)

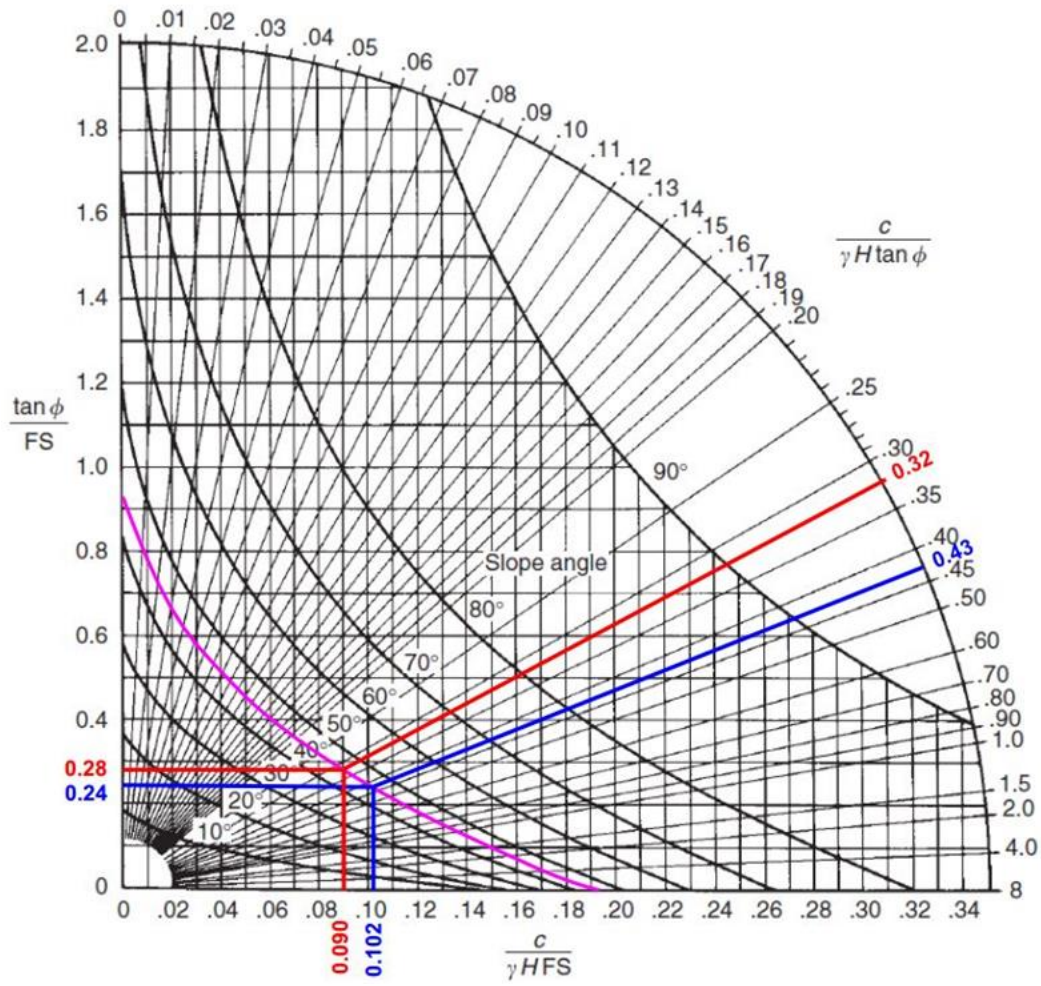




Şekil 6.9. 40 metrelik şev (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (kuru şev, deprem var, kh=0.2g)

#### 6.4.3. Hoek&Bray stabilite çözümü (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey)

Ortamın yine kuru olduğu düşünülerek Hoek&Bray (1977) stabilite abaklarından 1 nolu grafik ile 1/1 eğimli yarma için çözüm Şekil 6.10.'dan izlenebilir.



Şekil 6.10. 1 Nolu Stabilite abağı (Kuru şev) (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey)

Kaya kitlesinin kohezyonun  $c=200$  kPa ve sürtünme açısının da  $\phi=32$  derece olarak alınır;  $H=30$  metre şev yüksekliği ( $H$ ) için 1 yataya 1düşey eğimde ( $\beta=45^\circ$ ) açılacak bir şev için;

$$\frac{c}{\rho H \tan \phi} = \frac{200}{25.30 \cdot \tan 32} \approx 0.43 \quad (6.13.)$$

boyutsuz değeri hesaplanabilir (Şekil 6.10. mavi çizgiler).

Bu değer  $\beta=45^\circ$  olan şev açısı ile grafik üzerinde kestirilir ise;

$$\frac{\tan \phi}{GS_\phi} = 0.24 \text{ ve } \frac{c}{\rho HGS_c} = 0.102 \quad (6.14.)$$

değerleri elde edilir.

Buna göre şevin güvenlik sayısı  $GS\phi=2.604$  ve  $GSc=2.614$  olarak bulunur. Bununla birlikte  $H=40$  metre şev yüksekliği için 1 yataya 1 düşey eğimde ( $\beta\approx 45^0$ ) açılacak bir şev için,

$$\frac{c}{\rho H \tan \phi} = \frac{200}{25.30. \tan 32} \approx 0.32 \quad (6.15.)$$

boyutsuz değeri hesaplanabilir (Şekil 6.10. kırmızı çizgiler).

Bu değer  $\beta=45^0$  olan şev açısı ile grafik üzerinde kestirilir ise;

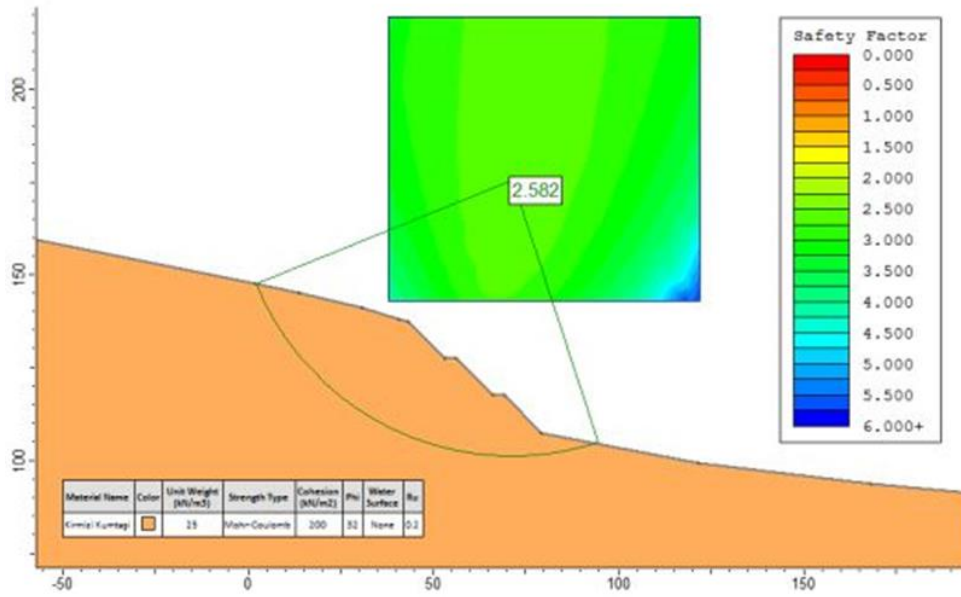
$$\frac{\tan \phi}{GS_{\phi}} = 0.28 \text{ ve } \frac{c}{\rho H GS_c} = 0.09 \quad (6.16.)$$

değerleri elde edilir.

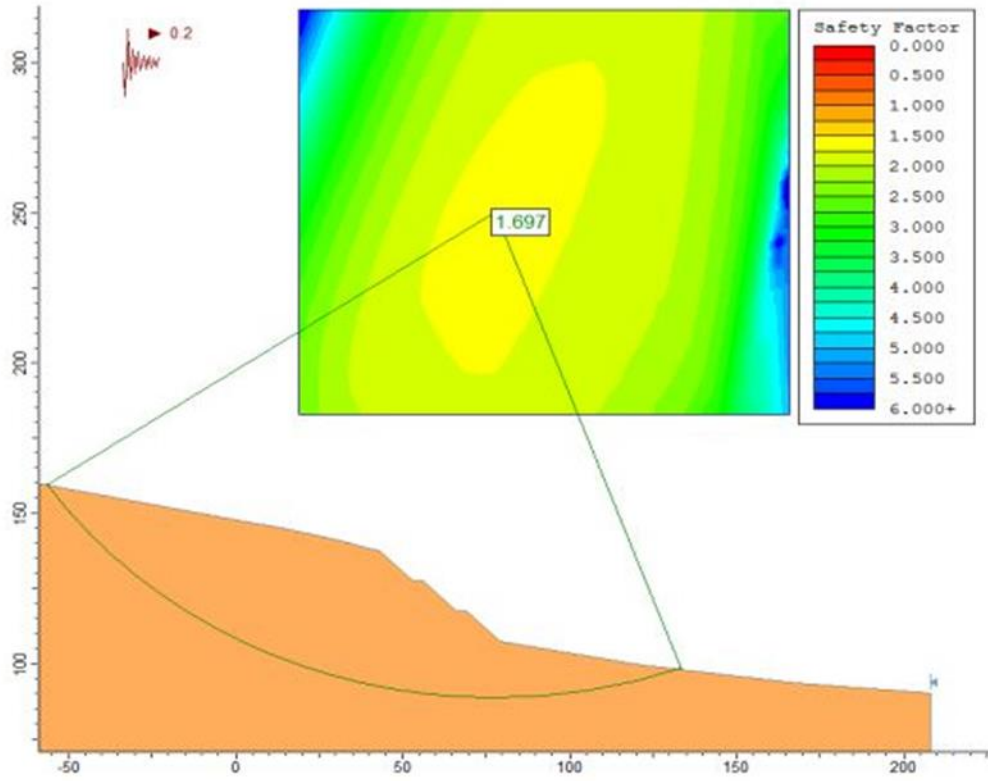
Buna göre şevin güvenlik sayısı  $GS\phi=2.23$  ve  $GSc=2.22$  olarak bulunur.

#### 6.4.4. Slide analizi (Eğim: 1 Yatay /1 Düşey)

Bu analizlere ilaveten 30 metrelik şevin (1 Yatay / 1 Düşey eğimli) stabilite analizi SLIDE yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yukarıda kaya kütlesi için bulunan kayma dayanımı parametreleri ( $c=200$  kPa ve  $\phi=32^0$ ) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde güvenlik sayısı 2.582 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6.11.) ki bu değer Hoek&Bray (1997) yaklaşımı ile bulunan değerlere oldukça yakındır. 30 metrelik şev için  $kh=0.20$  alınarak yapılan stabilite analizinde depremleri durum için güvenlik sayısı 1.697 olarak bulunmuştur (Şekil 6.12.).



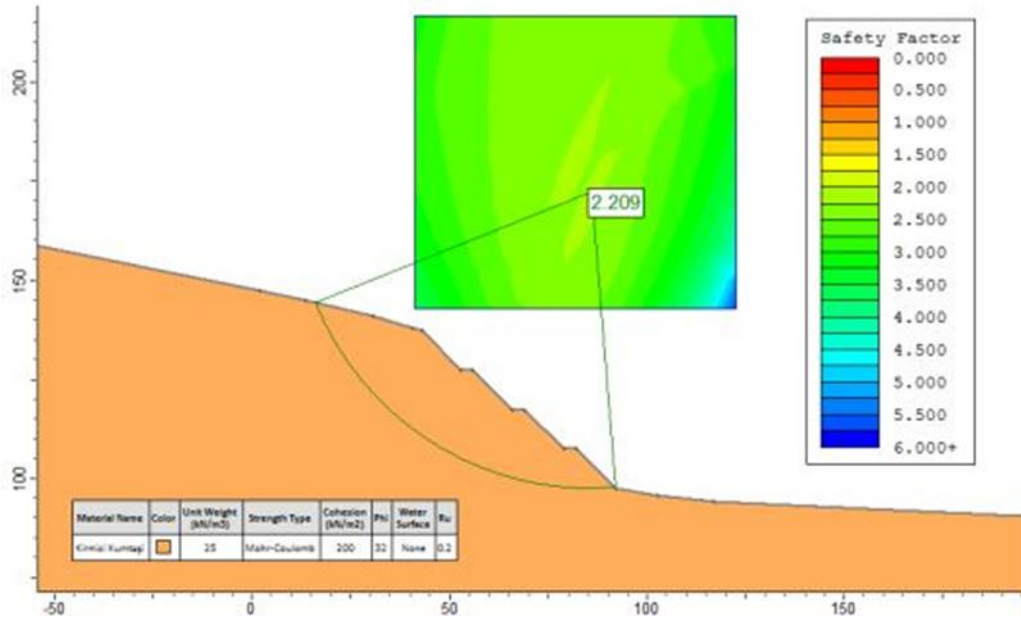
Şekil 6.11. 30 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)



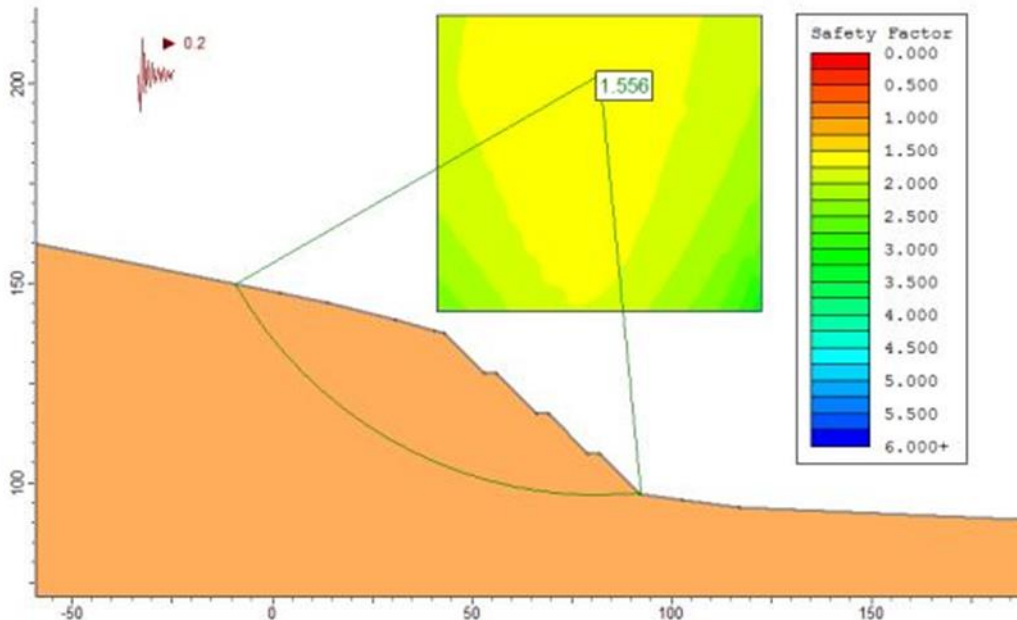
Şekil 6.12. 30 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, depreli,  $k_h=0.20$ )

Aynı zamanda 40 metrelik şevin güvenlik sayısının da yine yukarıdaki stabilite abağından bulunan değere yakın bir şekilde 2.209 olarak bulunması göze

çarpmaktadır (Şekil 6.13). Söz konusu şevin ( $H=40$  m) depremlili durumda yatay deprem katsayısı  $kh=0.2g$  alınarak yapılan çözümünde ise güvenlik sayısının 1.556 olduğu görülmektedir (Şekil 6.14).



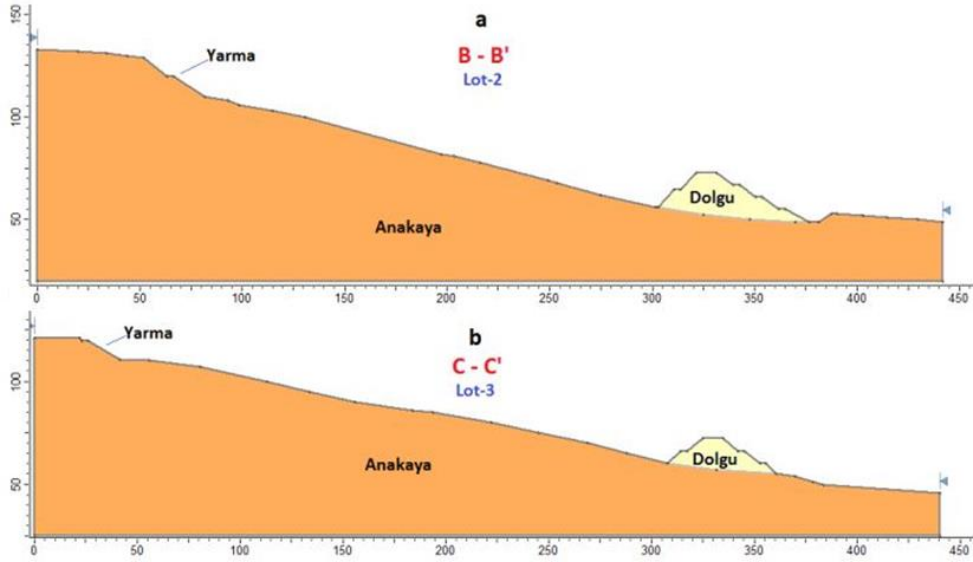
Şekil 6.13. 40 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)



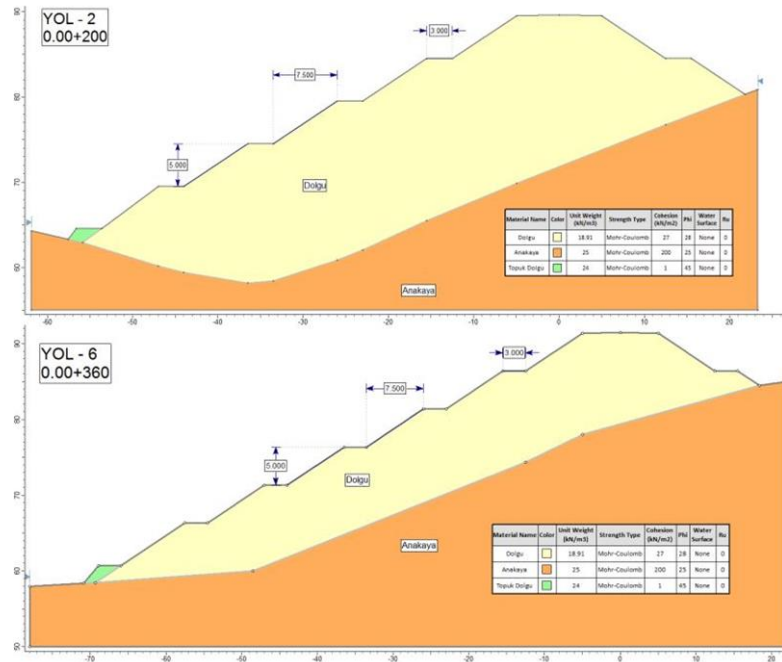
Şekil 6.14. 40 metrelik şev (1 Yatay /1 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var,  $kh=0.20$ )

## 6.5. Dolguların Stabilité Analizleri

Dağdibi çöp alanında stabilite açısından sorgulanması gereken yapısal unsurlardan bir diğeri de LOT-2'nin güneyinde ve güney doğusunda inşa edilecek olan dolgulardır. Bu dolguların en yüksek kısımlarını temsil eden ve arkasındaki yarmaları da içeren kesit doğrultuları Şekil 6.15.'te gösterilen B-B' ve C-C' hatları olarak seçilmiştir. Bu kesit doğrultularının geometrik çizimleri sırası ile Şekil 6.15. a ve b'de verilmektedir. Bununla birlikte belli bir aşamaya kadar gelmiş olan proje çizimlerinden dolgunun en yüksek kısımlarını temsil eden iki adet daha dolgu kesiti seçilmiş olup, bunlara ait çizimler Şekil 6.16.'te sunulmaktadır.



Şekil 6.15. Lot-2 ' de dolgu profilleri



Şekil 6.16. Yol 2, 0.00+200 ve yol 6, 0.00+360 dolgu profilleri

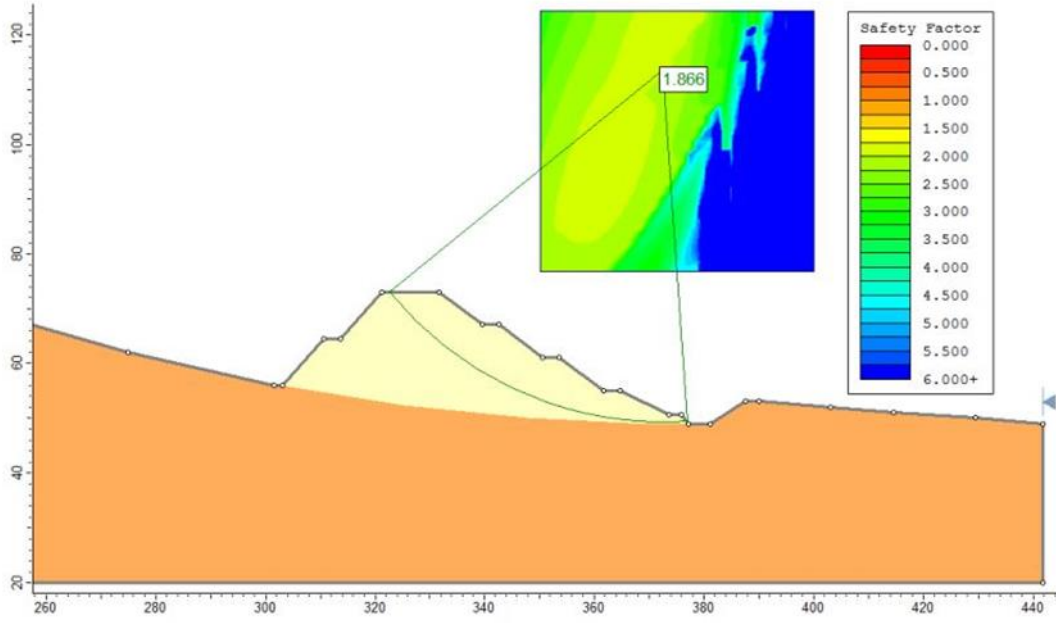
Dolgu malzemesi olarak deponi alanının kuzey yamaçlarında gerçekleştirilecek yarmalardan elde edilecek malzeme kullanılacaktır. Buradan SAÜ Geoteknik laboratuvarına örnek olan malzeme üzerinde, Stabilité analizleri için dolgunun kayma direnci özellikleri belirleyebilmek için laboratuvarında kesme kutusu deneyi gerçekleştirilmiştir. Deney detayı EK II' de sunulurken, özet değerlendirme Tablo 6.3.'te verilmiştir. Böylelikle stabilite analizlerinde dolgunun kohezyonun  $c=27$  kPa ve sürtünme açısının da  $\phi=28$  derece olarak alınmasına karar verilmiştir.

Tablo 6.3. Kesme kutusu deneyi sonuçları

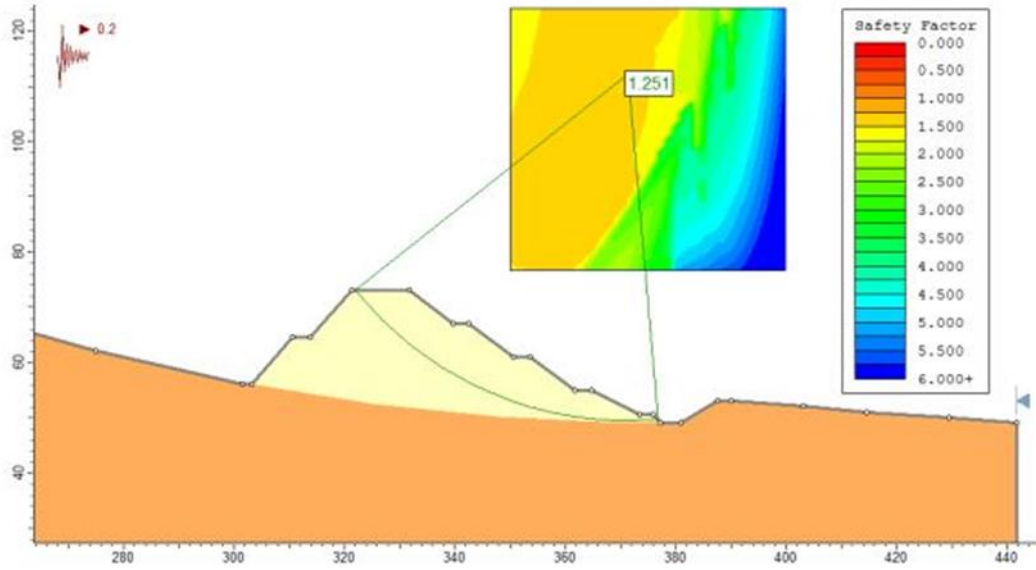
Numune No	Derinlik (m)	Renk	$\rho_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	e	c (kPa)	$\phi$
1	Yüzey	Kızıl Kahve	18.91	0.53	27	28°

Kuru durumda B-B kesiti için yapılan stabilite analizinde depremsiz durum için güvenlik sayısı 1.866 ve depremlili durum için güvenlik sayısı ise 1.251 olarak bulunmuştur (Şekil 6.17. ve 6.18.).





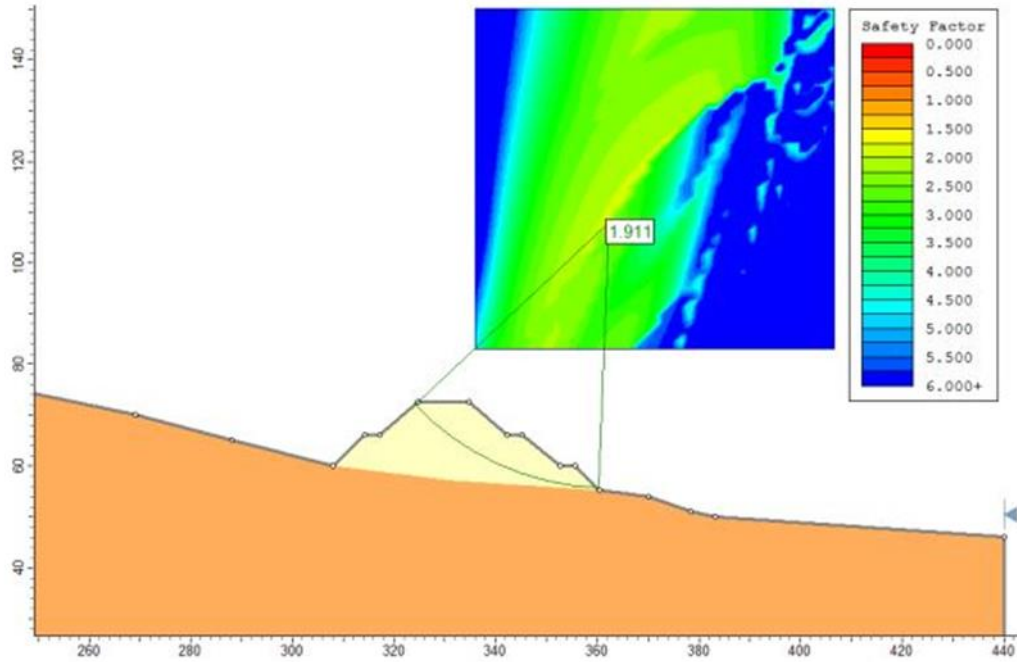
Şekil 6.17. B-B Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)



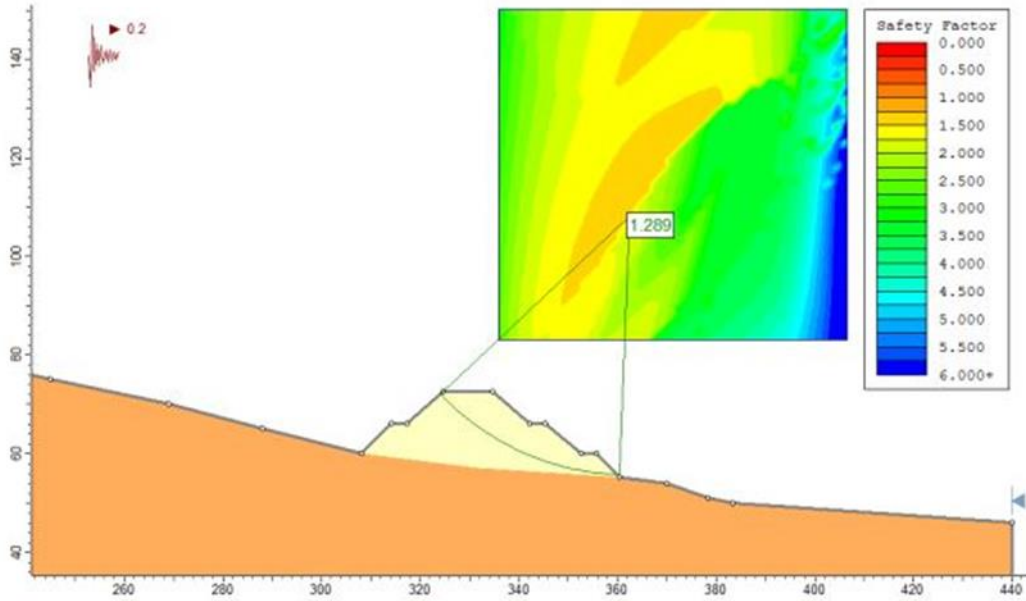
Şekil 6.18. B-B Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, kh=0.20)

Kuru durumda C-C' kesiti için yapılan stabilite analizinde ise depremsiz durum için güvenlik sayısı 1.911 ve depremlı durum için güvenlik sayısı 1.289 olarak bulunmuştur (Şekil 6.19. ve 6.20.).



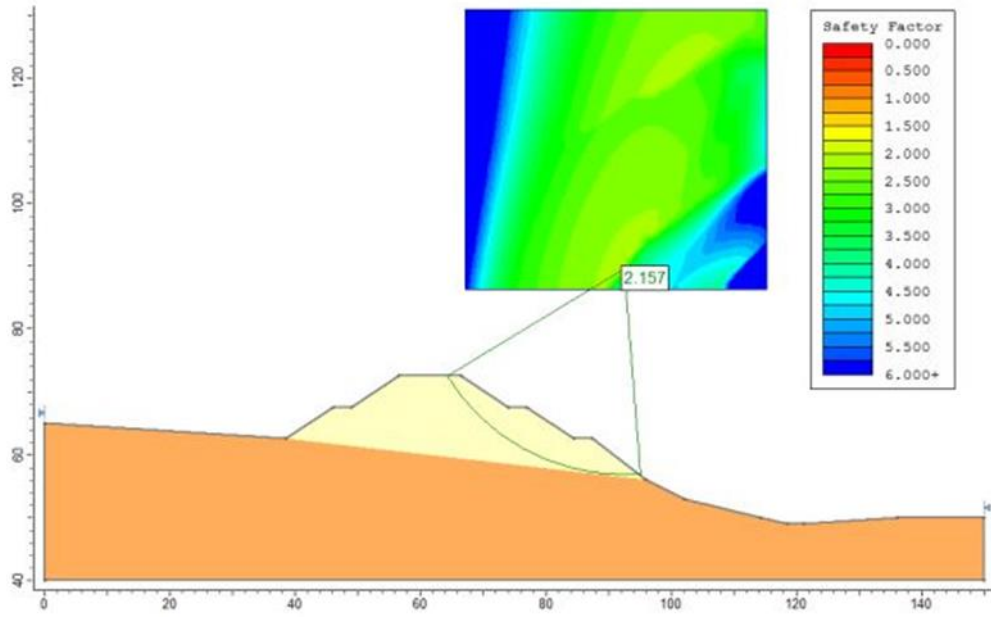


Şekil 6.19. C-C' Dolgusu (3 yatay /2 düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)

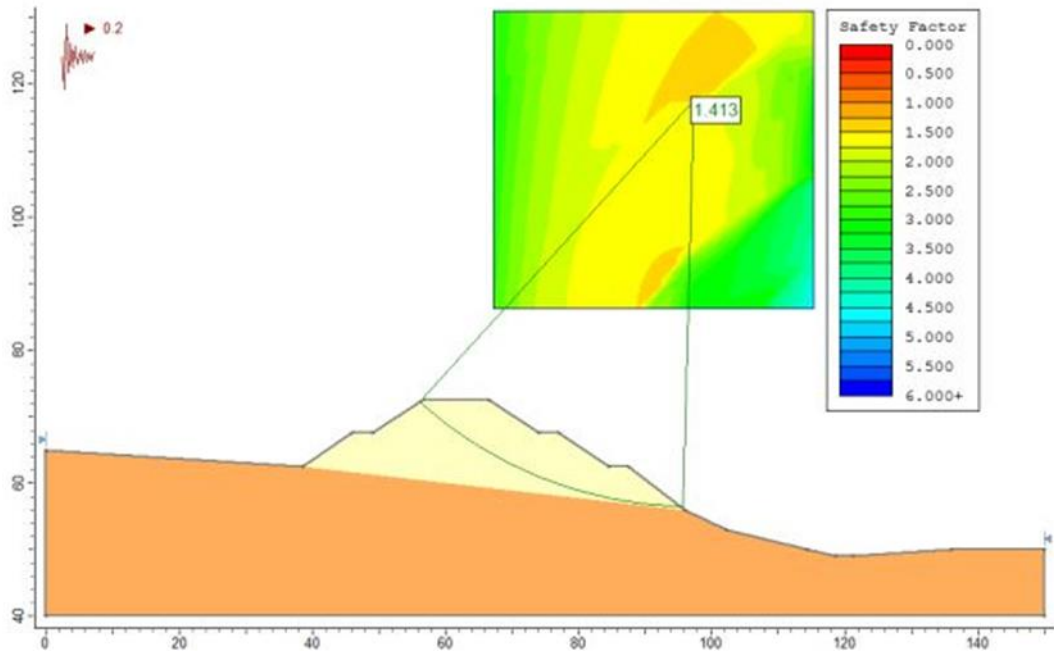


Şekil 6.20. C-C' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, kh=0.20)

Bunlara ilaveten Şekil 6.15.'te gösterilen ve dolgu eksenine dik doğrultuda olan B1-B1' hattının da stabilite analizleri kuru durum için yapılmıştır. B1-B1' kesiti için yapılan stabilite analizinde depremsiz durum için güvenlik sayısı 2.157 ve depremlili durum için güvenlik sayısı ise 1.413 olarak bulunmuştur (Şekil 6.21. ve 6.22.).



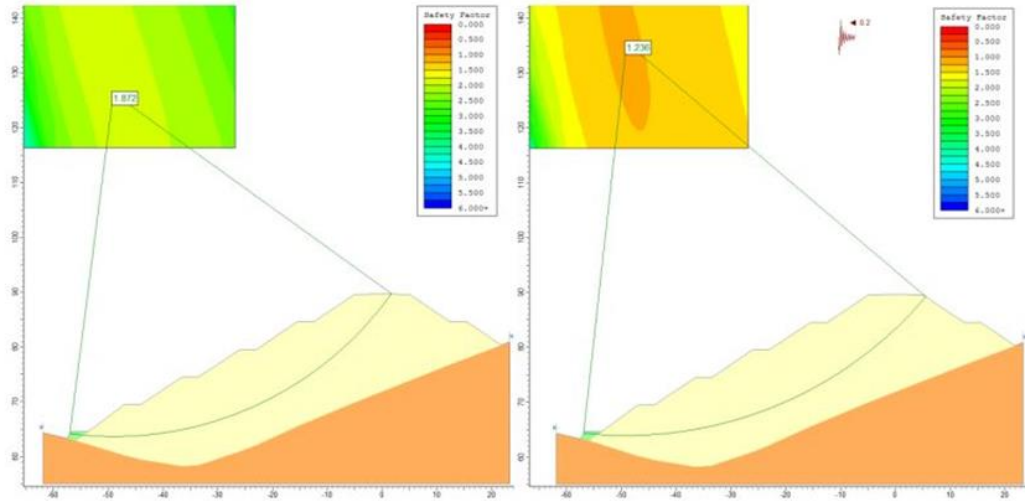
Şekil 6.21. B1-B1' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem yok)



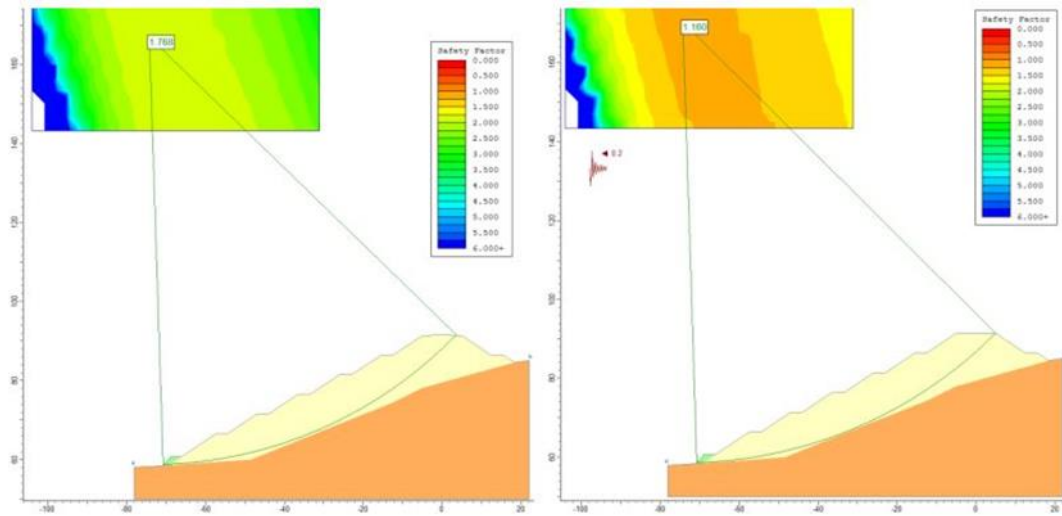
Şekil 6.22. B1-B1' Dolgusu (3 Yatay /2 Düşey) için stabilite analizi (Kuru şev, deprem var, kh=0.20)

Şekil 6.16.'da geometrik ve zemin özellikleri gösterilen Yol-2, 0+200 m ve Yol-6, 0+360 m dolgularına ait stabilite analizleri depremsiz ve depremlı ( $kh=0.2$ ) durumlar için stabilite analizleri ayrıca yürütülmüştür. Yol-2, 0+200 m kesiti için yapılan stabilite analizlerinde depremsiz durum için güvenlik sayısı 1.872 (Şekil 6.23a.) ve depremlı durum için güvenlik sayısı ise 1.236 (Şekil 6.23b.) olarak bulunmuştur.

Bunun yanında; Yol-6, 0+360 m kesiti için yapılan stabilite analizlerinde ise depremsiz durum için güvenlik sayısı 1.768 (Şekil 6.24a.) ve depremlı durum için güvenlik sayısı ise 1.160 (Şekil 6.24b.) olarak bulunmuştur.



Şekil 6.23. Yol 2 0.00+200 m depremsiz (a) ve depremlı (b) stabilite analizleri



Şekil 6.24. Yol 6 0.00+360 m depremsiz (a) ve depremlı (b) stabilite analizleri

### 6.5.1. Hâkim tabaka ve eklem düzlemlerinin kinematik analizi

Kaya şev stabilitesinde duraylılığı etkileyen en önemli unsurlar eklem, fay, tabaka düzlemi gibi jeolojik yapısal özelliklerdir. Söz konusu bu yapısal özelliklerin yamaç yüzeyine göre konumları ve aralarındaki açıl ilişkiler en iyi şekilde küresel

projeksiyon teknikleri ile incelenebilmektedir. Stereografik izdüşüm tekniği üç boyutlu yönelim verilerinin iki boyutta temsil edilmesini ve analiz edilmesini sağlamaktadır.

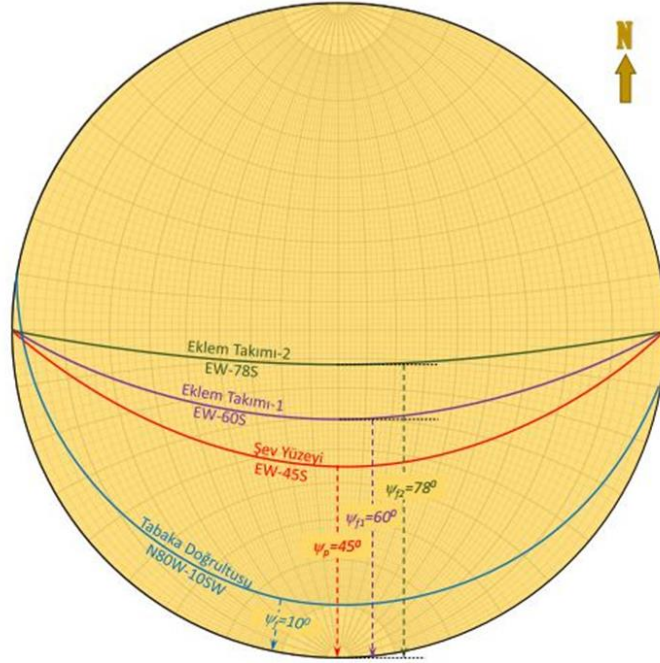
Doğu-Batı doğrultulu ve 45 derece açı ile açılması düşünülen yarmanın oluşturulacağı bölgede yapılan arazi incelemelerinde tabaka düzlemlerinin doğrultu ve eğimi N80W/10SW olarak ölçülmüştür (Şekil 6.25a.). Bununla birlikte yapılan gözlemlerde arazinin farklı bölgelerinde iki ayrı eklem takımının hâkim olduğu da gözlemlenmiştir (Şekil 6.25b.). 1 Nolu eklem takımının doğrultu ve eğimi EW-60S olarak tayin edilirken, 2 Nolu Eklem takımının doğrultu ve eğimi EW-78S olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.25. a) Tabaka düzlemlerinin ve b) Eklemlerin yönelimi

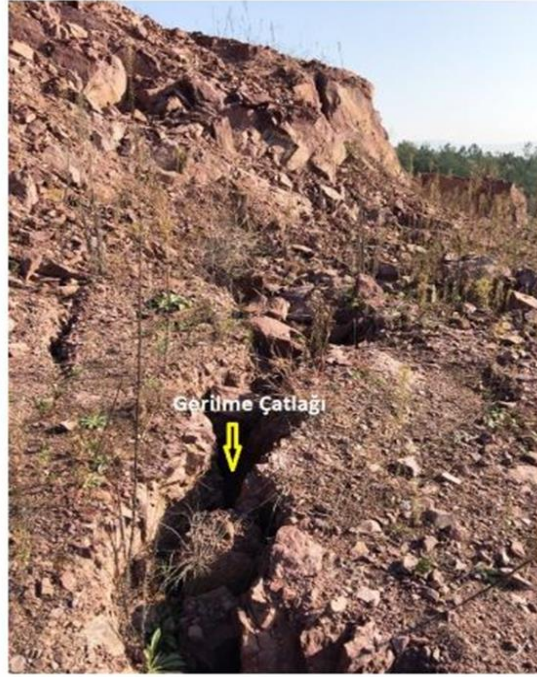
Şekil 6.25'te yamacın, tabaka düzleminin ve her iki eklem takımının stereografik izdüşüm diyagramındaki büyük daireleri görülmektedir. Tabaka düzlemlerinde kum taşları için kayma direnci açısı ( $\phi$ ) minimum 28-30 derece olarak alınabilir. Bu durumda; 10 derece eğim açısı bulunan tabaka düzleminin ( $\psi_f=100$ ) düzlemsel kayma üretmeyeceği sonucuna varılabilir. Bununla birlikte mevcut eklem takımlarının dike yakın konumlarından dolayı bu noktalarda ancak devrilme riski taşınmaları söz konusu olabilir. Ancak yarma açısının 45 derece ile güneye doğru eğimli olması, eklemlerin de  $\psi_{f1}=600$  ve  $\psi_{f2}=780$  açıları ile yine güneye doğru eğimli olmaları; yamaç eğimi ile eklem takımlarının eğiminin aynı yönde olduğu

ortaya koymakta, bu durum da devrilme riskini ortadan kaldırmaktadır. Bununla birlikte daha dik yarma kazılarında devrilme riski söz konusu olabilir. Zira bölgede yaklaşık  $90^0$  ile bir yarma oluşturulmuş ve söz konusu eklemlerden bir tanesinin devrilme aşamasına geldiği, yamaç arkasında gerilme çatlaklarının oluştuğu gözlemlenmiştir (Şekil 6.26.).



Şekil 6.26. Tabaka ve eklem takımının stereografik izdüşüm diyagramındaki büyük daireleri





Şekil 6.27. Arazide 900 derece ile açılan yarmada meydana gelen devrilme hareketine ait gerilme çatlağı

Şekil 6.27.'de arazide 90<sup>0</sup> derece ile açılan yarmada meydana gelen devrilme hareketine ait gerilme çatlağı gösterilmektedir.

## 6.6. Laboratuvar Çalışmaları

### 6.6.1. Araştırma alanı

Arazide kil ocağı için seçilen alanda yapılan araştırma çukuru çalışmalarının yerleri Şekil 6.28.'de verilmektedir. Söz konusu ocak yeni planlanan Lot-2 alanının güney batısında ve kuş uçuşü yaklaşık 500 metre mesafededir. Araştırma çukuru çalışmalarından alınan fotoğraflar Şekil 6.29.'de verilmektedir. Tüm araştırma çukurları yaklaşık olarak aynı kesiti sunmaktadır. Araştırma çukurlarından alınan ölçümlere göre üstte yaklaşık kalınlığı 0.15-0.40 m arasında değişen bitkisel toprak bulunmakta, bunun altında taban kaplamasında kullanılabileceği düşünülen kahverengi kil tabakası yer almaktadır. Araştırma çukurları kullanılan kazıcının bom uzunluğuna denk gelecek şekilde 4.00-4.50 metre derinliğe kadar uzanmakta ancak söz konusu kilin daha kalın olduğu düşünülmektedir.



Şekil 6.28. Araştırma çukurları yer bulduru haritası



Şekil 6.29. İnceleme alanında yapılan araştırma çukuru kazısı çalışmaları

### 6.6.2. Laboratuvar deneyleri

Kil ocağında açılan 4 adet araştırma çukurundan alınan numuneler 3 adet numune üzerinde elek ve hidrometre analizleri yapılmıştır. Granülometrik analizlere ait sonuçlar Tablo 6.4.'te özetlenmiş olup detayları Ek-3'te sunulmuştur. (Bol ve ark., 2017)

Tablo 6.4. Elek analizi ve hidrometre sonuçları

AÇ No	Çakıl %	Kum %	Silt %	Kil	Zemin Sınıfı TS1500/2000
AÇ-1	4	3	34	45	CH
AÇ-2	2	12	39	47	CI
AÇ-3	3	15	38	44	CI

Elek ve hidrometre analizi sonuçlarına göre kil ocaklarından alınan malzemeler az kumlu kil özelliği göstermektedir.

#### 6.6.2.1. Doğal su içeriği ve kıvam limitleri deneyleri

Kil ocaklarından alınan numuneler üzerinde doğal su muhtevası ve kıvam limitleri deneyleri gerçekleştirilmiştir. Likit limit deneyleri Casagrande metodu ile yapılmış olup deney sonuçları Tablo 6.5.'te ve ayrıntıları EK-3'te verilmektedir.

Tablo 6.5. Doğal Su Muhtevası ve Kıvam Limitleri Deney Sonuçları

AÇ No	Renk	W <sub>n</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	IP	I <sub>L</sub>	Sınıf
AÇ-1	Kahve	25	62	17	45	0.19	CH, Yağlı Kil ve Az Kum
AÇ-2	Kahve	26	48	16	32	0.33	CI, Orta Plastisiteli Kil ve Az Kum
AÇ-3	Kahve	14	38	14	24	0.02	CI, Orta Plastisiteli Kil ve Az Kum

Bu özellikleri ile inceleme alanında karşılaşılan kil malzeme genellikle orta plastisiteli kil grubunda yer alacaktır.

#### 6.6.2.2. Standart kompaksiyon (proktor) deneyleri

Kil ocaklarından alınan malzemenin geçirimsiz kil örtü olarak kullanılmasını belirlemek amacı ile önce standart kompaksiyon deneyi yapılmış ve maksimum kuru birim hacim ağırlıkları ile optimum su muhtevaları tayin edilmiştir. Bu deneylerin



özetleri Tablo 6.6.'da detayları ise EK-3'te verilmiştir.

Tablo 6.6. Standart Kompaksiyon (Proktor) Deney Özeti

AÇ No	$\rho_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$W_{opt}$ (%)	$\rho_{kmax}$ (kN/m <sup>3</sup> )
AÇ-1	19.84	21.54	16.32
AÇ-2	19.70	22.28	16.11
AÇ-3	20.37	18.72	17.16

### 6.6.2.3. Geçirimsizlik (permeabilite) deneyleri

Sıkıştırılmış kil örtü yapılabilmesindeki kriter;  $1 \times 10^{-7}$  cm/sn  $\approx 1 \times 10^{-9}$  m/sn dolayında bir hidrolik iletkenlik elde edilebilmesidir. Malzemeler öncelikle optimum su muhtevaları ve maksimum kuru birim hacim ağırlık değerlerinde tekrar sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan numuneler düşen seviyeli permeabilite aletine yerleştirilmiş, su yüküne maruz bırakılmış ancak numunenin yüksek geçirimsizliği nedeni ile su geçişi gözlemlenmemiştir. Bu durumda geçirimsizlik katsayısını dolaylı yoldan ölçmek için her üç numune ödometre aletinde tek yönlü konsolidasyon deneyine tabi tutulmuşlardır. Ayrıntıları EK-3'te verilen deney sonuçlarına göre hesaplanan geçirimsizlik katsayıları Tablo 6.7'de özetlenmiştir.

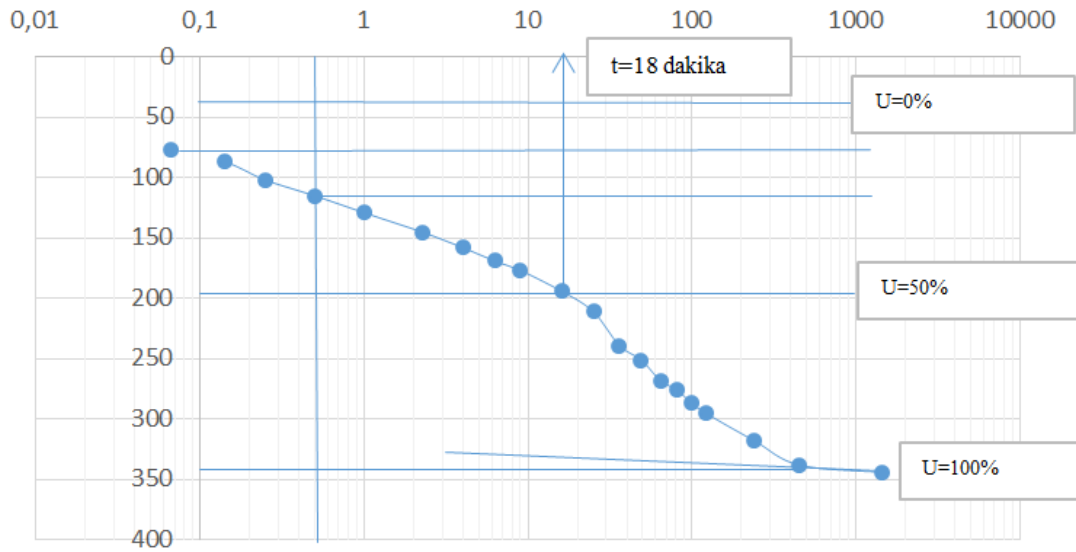
Tablo 6.7. Ödometre deneyinden elde edilen geçirimsizlik (permeabilite) katsayıları

AÇ No	$e_o$	Gerilme (kPa)	$k_{v150}$ (m/sn)	$k_{v190}$ (m/sn)	$k_{vort}$ (m/sn)
AÇ-1	0.73	100	$2.76 \times 10^{-9}$	$5.71 \times 10^{-9}$	$1.67 \times 10^{-9}$
		200	$1.55 \times 10^{-9}$	$7.55 \times 10^{-9}$	$1.15 \times 10^{-9}$
AÇ-2	0.76	100	$2.85 \times 10^{-9}$	$8.09 \times 10^{-9}$	$1.83 \times 10^{-9}$
		200	$3.50 \times 10^{-9}$	$9.56 \times 10^{-9}$	$2.23 \times 10^{-9}$
Ortalama	0.745	---	$2.67 \times 10^{-9}$	$7.73 \times 10^{-9}$	$1.72 \times 10^{-9}$

3 adet kil ocağından alınan malzemenin geçirimsiz kil örtü olarak olarak kullanılabilirliğini test edebilmek için yapılan ve yukarıdaki paragraflarda sonuçları verilen deneylere göre; alandaki kil malzemenin geçirimsiz kil örtü malzemesi olarak kullanılabilmesi anlaşılmıştır. Düşen seviyeli permeabilite deneyi ile kil numunesinden su geçişi gözlemlenmemiştir. Ek-4'te verilen fotoğrafta su çıkışı görülmemektedir.

İkinci defa yapılan ödometre deneyi ile %15, optimum (%18) ve %25 su muhtevalı

örnekler üzerinde deney yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda optimum su muhtevası örneği ile Şekil 6.30.'daki grafik elde edilmiştir.



Şekil 6.30. Logaritma yöntemiyle konsolidasyon katsayısının bulunması (% $w_{opt}$ .)

$$C_v = 0.197 \frac{H^2}{t_{50}} \quad (6.17.)$$

$$C_v = 0.197 \frac{2^2}{18} = 0,0438 \quad cm^2 / dk = 0.0063 \quad m^2 / gün$$

$$m_v = \frac{a_v}{1 + e_0} \quad (6.18.)$$

$$m_v = \frac{0.03721}{1 + 1.163} = 0.0172 \quad m^2 / kN$$

$k = C_v \cdot M_v \cdot \rho_w = (0.0063)(0.0172)(9.81) = 1.0630 \times 10^{-3} \text{ m/gün}$  bulunmuştur.

#### 6.6.2.4. Kazılabilirlik-kazı sınıfı ve yeraltı suyu durumu

İnceleme alanında yapılan sondaj loglarından zemin profili incelendiğinde; kırmızımsı kahverengi, çok çatlaklı-yer yer parçalı, orta dayanımlı, az-orta ayrışmış kumtaşı tabakalarının üzerinde farklı bölgelerde sert killi birimler yer almaktadır. Ortam çok çatlaklı yumuşak kaya niteliindedir. Çatlaklar düzgün yüzeyli-düze yakın, hafif orta-çok derecede altere olmuş yüzeylere sahiptir. Bu birimler kırıcı ve kazıcı özellikli hidrolik ekskavatörler yardımı ile kazılabilir. Hafriyat için %25 sert küskü, %50 yumuşak kaya ve %25 sert kaya sınıfı kullanılabilir.

## BÖLÜM 7. SONUÇ

Bu çalışmada Haziran 2018 tarihi itibarıyla inşaatına başlanacak olan Sakarya katı atık düzenli depolama tesisi 2. lotu için yamaç duraylılık analizleri yapılmış ve geçirimsizlik için kullanılacak olan örtü tabakası özellikleri incelenmiştir. 2. lot sahası yaklaşık 87.000 m<sup>2</sup>' dir.

Sahada yapılan gözlemler sonucunda tesviye kotlarının ayarlanması için yüksek miktarda kazı yapılması gerektiği ve sahanın orta kısmında dolgu malzemesine ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. Sahadan dışarıya çıkarılması gereken kazının miktarlarının çok fazla olması maddi elverişsizlikler yaratmakta, bundan dolayı da sahadan çıkarılacak olan malzemenin yine saha içerisine doldurulması düşünülmüştür.

İnceleme alanında yapılan sondaj loglarından zemin profili incelendiğinde; kırmızımsı kahverengi, çok çatlaklı-yer yer parçalı, orta dayanımlı, az-orta ayrışmış kumtaşı tabakalarının üzerinde farklı bölgelerde sert killi birimlerin yer aldığı gözlemlenmiştir. Yeraltı suyuna rastlanılmamıştır.

Gerçekleştirilen stabilite analizlerinde; yarmalar için her 10 metre düşey kazı için 5 metrelik palye, dolgularda ise her 5 metre için 3 metrelik palye kullanılmıştır. Gerçekleştirilen stabilite analizi sonuçları Tablo 7.1.'de sunulmuştur. Yapılan analizlere 1Yatay/1Düşey oranına göre gerçekleştirilmesi düşünülen yarmalarda stabilite açısından bir problem görülmemektedir. Dolgular için 3Yatay/2Düşey oranında gerçekleştirilecek şev geometrisi için stabilite açısından problem yaşanmayacağı anlaşılmıştır.

Geçirimsizlik için yapılan deneylerde seçilen kil tabakasının geçirimsiz olduğu

gözlemlenmiş olup mevzuata uygunluğunun sağlanması yapılmıştır.

Tablo 7.1. Stabilité analiz sonuçları




Kesit	Şev	Eğim	Yükseklik	c (kPa)	ø (deg)	Yöntem	Depr em (k <sub>n</sub> )	Güvenlik Sayısı
A-A'	Yarma	3Y/2D	30 m	200	32	Hook&Bray (1977)	0	3.13
A-A'	Yarma	3Y/2D	40 m	200	32	Hook&Bray (1977)	0	2.71
A-A'	Yarma	3Y/2D	30 m	200	32	Bishop Simplified	0	3.19
A-A'	Yarma	3Y/2D	40 m	200	32	Bishop Simplified	0	2.857
A-A'	Yarma	3Y/2D	40 m	200	32	Bishop Simplified	0.2	1.904
A-A'	Yarma	1Y/1D	30 m	200	32	Hook&Bray (1977)	0	2.61
A-A'	Yarma	1Y/1D	40 m	200	32	Hook&Bray (1977)	0	2.22
A-A'	Yarma	1Y/1D	30 m	200	32	Bishop Simplified	0	2.582
A-A'	Yarma	1Y/1D	30 m	200	32	Bishop Simplified	0.2	1.697
A-A'	Yarma	1Y/1D	40 m	200	32	Bishop Simplified	0	2.209
A-A'	Yarma	1Y/1D	40 m	200	32	Bishop Simplified	0.2	1.556
B-B'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0	1.866
B-B'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0.2	1.251
C-C'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0	1.911
C-C'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0.2	1.289
B1- B1'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0	2.157
B1- B1'	Dolgu	3Y/2D	-	27	28	Bishop Simplified	0	1.413



## KAYNAKLAR

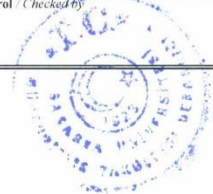
- Tchobanoglous, George, 1993. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles And Management Issues, McGraw-Hill Basımı (N.Y.).
- Evert Hoek, Carlos Carranza-Torres, Brent Corkum, 2002. Hoek-Brown Failure Criterion, Proc. NARMS-TAC Conference, Toronto, 2002, 1, 267-273.
- Kir, 2007. Kati Atik Sahalarında Görülen Stabilite Sorunları, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Karaca, 2008. Mersin Kenti İçin Alternatif Kati Atik Düzenli Depolama Alanlarının Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik".
- 25.01.2017 tarih ve 29959 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği".
- Bol E., Sert S., Özocak A., Önalp A., 2016. Yamaç ve dolgu şevlerinin duraylılığı, Aralık 2016.
- Bol E., Sert S., Özocak A., Önalp A., 2016. Kil dolgu malzeme alanı, Ocak 2017.

# EKLER



## EK 1: Sondaj logları

Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project								
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması								
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>																
Sondaj No/Borehole No				SK-14				Kot		Sayfa No / Page No		1				
Derinlik / Depth (m)				20,00				Koordinatlar		Sondaj Yönt./ Drill Method		Rotan Sulu Sistem				
Kilometre / Kilometer								x		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900				
y				Baş. Tarihi / Start Date				28.09.2016		Bitiş Tarihi / Finish Date		28.09.2016				
								Muhafaza / Casing								
Sondaj Derinliği Borehole Depth	Yeraltı Su Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneyi	Standard Penetration Test	Lüğe	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description				Karot Yüzdesi Core Recovery	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR	% ROD	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
(m)	(m)	(m)		15	30	45						%	%	%		
-1		0,00/1,50	K1					YAPAY DOLGU 0,60				45	-	-		
-3		1,50/3,00	K2									55	40	-		
-4		3,00/4,50	K3									60	35	-		
-5		4,50/6,00	K4									60	40	10		
-6		6,00/7,50	K5									60	45	-		
-7		7,50/9,00	K6									65	45	20		
-8		9,00/10,50	K7									60	30	-		
-10																
<b>KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ</b> WEATHERING GRADE OF ROCK				<b>KAYANIN DAYANIM DERESESİ</b> ROCK STRENGTH GRADE				<b>ARALIK</b> SPACING (mm)								
W1	Taze/Fresh			S11	Son derece zayıf Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı Extremely closely spaced							
				S12	Çok zayıf Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı Very closely spaced							
W2	Az ayrışmış Slightly weathered			S3	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı Closely spaced							
W3	Orta derecede ayrışmış Moderately weathered			S4	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı Moderately widely spaced							
W4	Çok ayrışmış Highly weathered			S5	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı Widely spaced							
W5	Tamamen ayrışmış Completely weathered			S6	Çok sağlam Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı Very widely spaced							
W6	Kalınlı Zemin Residual soil			S7	Son derece sağlam Extremely strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı Extremely widely spaced							
<b>KISALTMALAR / ABBREVIATIONS</b>				<b>ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS</b>				<b>PLASTİSİTE / PLASTICITY</b>								
P	Düzlemsel / Planar				<b>İNCE DANELİ / FINE GRAINED</b>			<b>İRİ DANELİ / COARSE GRAINED</b>								
U	Dalgah / Undulating	N	0-2	Çok yumuşak / Very Soft			N	0-4	Çok Gevşek / Very Loose	PI : 1 - 5 %						
S	Basamaklı / Stepped	N	3-4	Yumuşak / Soft			N	5-10	Gevşek / Loose	PI : 5 - 10 %						
Sl	Kaygan / Slacksided	N	5-8	Orta Katı / Medium stiff			N	11-30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10 - 20 %						
Po	Parlak / Polished	N	9-15	Katı / Stiff			N	31-50	Sıkı / Dense	PI : 20 - 40 %						
Sm	Düz / Smooth	N	16-30	Çok Katı / Very Stiff			N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI : > 40 %						
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard												
SPT - Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test				UD - Orselenmemiş Numune / Undisturbed Sample				CR - Karot Numunesi / Core Sample								
Sondür / Operator				Logu Yapan / Logged by				Kontrol / Checked by								
				S. SAKINÇ												

Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project							
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Kati Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması							
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>															
Sondaj No/Borehole No		SK-15		Kot		Sayfa No / Page No		1							
Derinlik / Depth (m)		20,00		Koordinatlar Coordinates		Sondaj Yönt. / Drill Method		Rotari Sulu Sistem							
Kilometre / Kilometer				y		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900							
Baş. Tarihi / Start Date				29.09.2016				Bitiş Tarihi / Finish Date		29.09.2016		Muhafaza / Casing			
Sondaj Derinliği Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneği Standard Penetration Test											
(m)	(m)	(m)		15	30	45									
Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description															
Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Yer Yer Parçalı, Orta Dayanımlı, Az - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI															
-1		0,00/1,50	K1												
		1,50/3,00	K2												
-3		3,00/4,00	K3												
-4		4,00/5,00	K4												
-5		5,00/6,00	K5												
-6		6,00/7,00	K6												
-7		7,00/8,00	K7												
-8		8,00/9,00	K8												
-9		9,00/10,00	K9												
-10		10,00/11,00	K10												
KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ WEATHERING GRADE OF ROCK				KAYANIN DAYANIM DERESESİ ROCK STRENGTH GRADE				ARALIK SPACING (mm)							
W1	Taze/Fresh	S11	Son derece zayıf Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı Extremely closely spaced								
		S12	Çok zayıf Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı Very closely spaced								
W2	Az ayrışmış Slightly weathered	S13	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı Closely spaced								
W3	Orta derecede ayrışmış Moderately weathered	S14	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı Moderately wide spaced								
W4	Çok ayrışmış Highly weathered	S15	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı Wide spaced								
W5	Tamamen ayrışmış Completely weathered	S16	Çok sağlam Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı Very wide spaced								
W6	Kahını Zemin Residual soil	S17	Son derece sağlam Extremely Strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı Extremely wide spaced								
KISALTMALAR / ABBREVIATIONS				ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS											
P	Düzlemsel / Planar	İNCE DANELİ / FINE GRAINED				İRİ DANELİ / COARSE GRAINED		PLASTİSİTE / PLASTICITY							
U	Dalgah / Undulating	N	0-2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0-4	Çok Gevşek / Very Loose	PI : 1-5%	Çok Az / Slight						
S	Basamaklı / Stepped	N	3-4	Yumuşak / Soft	N	5-10	Gevşek / Loose	PI : 5-10%	Az / Low						
Sl	Kaygan / Slickensided	N	5-8	Orta Katı / Medium stiff	N	11-30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10-20%	Orta / Medium						
Po	Parlak / Polished	N	9-15	Katı / Stiff	N	31-50	Sıkı / Dense	PI : 20-40%	Yüksek / High						
Sm	Düz / Smooth	N	16-30	Çok Katı / Very Stiff	N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI : > 40%	Çok Yüksek / Very High						
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard											
SPT : Standart Penetrasyon Deneği / Standard Penetration Test				UD : Örselememiş Numune / Undisturbed Sample				CR : Karot Numunesi / Core Sample							
Sondür / Operator				Logu Yapan / Logged by				Kontrol / Checked by							
				S. SAKINÇ											

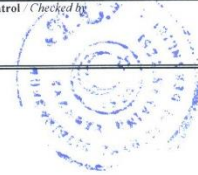







Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project						
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması						
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>														
Sondaj No/Borehole No		SK-15		Kot		Sayfa No / Page No		2						
Derinlik / Depth (m)		20,00		Koordinatlar Coordinates		Sondaj Yöntü / Drill Method		Rotari Sulu Sistem						
Kilometre / Kilometer		29.09.2016		y		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900						
Bas. Tarihi / Start Date		29.09.2016		29.09.2016		Muhafaza / Casing								
Sondaj Derinliği Borehole Depth (m)	Yeraltısuyu Seviyesi Undergroundwater (m)	Numune Derinliği Sample Depth (m)	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Dereyi Standard Penetration Test			Lugeon	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Korot Yüzdesi Core Recovery %	Silindirik Korot Yüzdesi / SCR %	RQD %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
				15	30	45								
-11		10,00/11,00	K10						90	40	-			
-12		11,00/12,00	K11						90	50	-			
-13		12,00/13,00	K12						95	30	-			
-14		13,00/14,00	K13						90	60	20			
-15		14,00/15,00	K14						90	25	-			
-16		15,00/16,00	K15						100	95	90			
-17		16,00/17,00	K16						100	85	60			
-18		17,00/18,00	K17						100	80	55			
-19		18,00/19,00	K18						100	80	60			
-20		19,00/20,00	K19						95	75	30			
-20									20 Kuyu Sonu					
-21														
-22														
-23														
-24														
-25														
-26														
-27														
-28														
-29														
-30														
Sondör / Operator				Logu Yapan / Logged by S. SAKINÇ				Kontrol / Checked by						

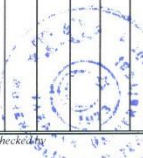


Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project				
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması				
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>												
Sondaj No/Borehole No		SK-16		Kot		Sayfa No / Page No		1		Rotari Sulu Sistem		
Derinlik / Depth (m)		21,00		Koordinatlar Coordinates		Sondaj Yöntü/ Drill Method						
Kilometre / Kilometer				x		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900				
y				Bitiş Tarihi / Finish Date		30.09.2016		Muhafaza / Casing		-		
Baş. Tarihi / Start Date		30.09.2016										
Sondaj Derinliği Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneyi Standard Penetration Test		Lugeon	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Karot Yüzdeleri Core Recovery	Silindirik Karot Yüzdeleri / SCR	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
(m)	(m)	(m)		15 30 45					%	%	% RQD	
0,00/1,50		K1						NEBATI TOPRAK + YAMAÇ MOLOZU	-	-	-	
1,50/3,00		K2							-	-	-	
3,00/4,50		K3							55	30	-	
4,50/6,00		K4						Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Parçalı- Kırıkh Zayıf Dayanımlı, Çok - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	55	-	-	
6,00/7,50		K5							55	-	-	
7,50/9,00		K6							60	30	-	
9,00/10,50		K7							60	20	-	
<b>KAYANIN AYRISMA DERESESİ</b> WEATHERING GRADE of ROCK				<b>KAYANIN DAYANIM DERESESİ</b> ROCK STRENGTH GRADE				<b>ARALIK</b> SPACING (mm)				
W1	Taze/Fresh	S11	Son derece zayıf Extremely weak	UCS (MPa) <1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı Extremely closely spaced					
		S12	Çok zayıf Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı Very closely spaced					
W2	Az ayrışmış Slightly weathered	S13	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı Closely spaced					
W3	Orta derecede ayrışmış Moderately weathered	S14	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı Moderately widely spaced					
W4	Çok ayrışmış Highly weathered	S15	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı Widely spaced					
W5	Tamamen ayrışmış Completely weathered	S16	Çok sağlam Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı Very widely spaced					
W6	Kalıntı Zemin Residual soil	S17	Son derece sağlam Extremely strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı Extremely widely spaced					
<b>KISALTMALAR / ABBREVIATIONS</b>				<b>ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS</b>								
P	Düzensel / Planar	<b>İNCE DANELİ / FINE GRAINED</b>				<b>İRİ DANELİ / COARSE GRAINED</b>		<b>PLASTİSİTE / PLASTICITY</b>				
U	Dalgalı / Undulating	N	0 -2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0 - 4	Çok Gevşek / Very Loose	PI : 1 - 5 %	Çok Az / Slight			
S	Basamaklı / Stepped	N	3 - 4	Yumuşak / Soft	N	5 - 10	Gevşek / Loose	PI : 5 - 10 %	Az / Low			
Sl	Kaygan / Slakensided	N	5 - 8	Orta Katı / Medium stiff	N	11 - 30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10 - 20 %	Orta / Medium			
Po	Parlak / Polished	N	9 - 15	Katı / Stiff	N	31 - 50	Sıkı / Dense	PI : 20 - 40 %	Yüksek / High			
Sm	Düz / Smooth	N	16 -30	Çok Katı / Very Stiff	N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI : > 40 %	Çok Yüksek / Very High			
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard								
SPT : Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test				UD : Örselememiş Numune / Undisturbed Sample				CR : Karot Numunesi / Core Sample				
Sondör / Operator				Logu Yapan / Logged by				Kontrol / Checked by				
				S. SAKINÇ								



Yüklenici / Contractor		İşveren / Client		Proje / Project							
				Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Kati Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması							
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>											
Sondaj No/Borehole No	SK-16	Kot		Sayfa No / Page No	1						
Derinlik / Depth (m)	21,00	Koordinatlar Coordinates	x	Sondaj Yönt. / Drill Method	Rotari Sulu Sistem						
Kilometre / Kilometer		y		Sondaj Makinası / Drill Rig	D-900						
Baş. Tarihi / Start Date	30.09.2016	Bitiş Tarihi / Finish Date	30.09.2016	Muhafaza / Casing	-						
Sondaj Derinliği Borehole Depth	Verahisaya Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test	Lugon	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Karot Yüzdesi Core Recovery % Yüzdeleri / SCR	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength	
(m)	(m)	(m)		15 30 45				%	%	%	
-1	0,00/1,50	K1					NEBATI TOPRAK + YAMAÇ MOLOZU	-	-	-	
-2	1,50/3,00	K2					2,90	-	-	-	
-3											
-4	3,00/4,50	K3					Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Parçalı-Kırıklı	55	30	-	
-5	4,50/6,00	K4					Zayıf Dayanımlı, Çok - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	55	-	-	
-6											
-7	6,00/7,50	K5						55	-	-	
-8											
-9	7,50/9,00	K6						60	30	-	
-10	9,00/10,50	K7						60	20	-	
<b>KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ</b> WEATHERING GRADE of ROCK		<b>KAYANIN DAYANIM DERESESİ</b> ROCK STRENGTH GRADE				<b>ARALIK</b> SPACING (mm)					
W1	Taze/Fresh	S11	Son derece zayıf Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı Extremely closely spaced				
		S12	Çok zayıf Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı Very closely spaced				
W2	Az ayrışmış Slightly weathered	S13	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı Closely spaced				
W3	Orta derecede ayrışmış Moderately weathered	S14	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı Moderately widely spaced				
W4	Çok ayrışmış Highly weathered	S15	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı Widely spaced				
W5	Tamamen ayrışmış Completely weathered	S16	Çok sağlam Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı Very widely spaced				
W6	Kalıntı Zemin Residual soil	S17	Son derece sağlam Extremely Strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı Extremely widely spaced				
<b>KISALTMALAR / ABBREVIATIONS</b>		<b>ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS</b>									
P	Düzlemsel / Planar	<b>İNCE DANELİ / FINE GRAINED</b>			<b>İRİ DANELİ / COARSE GRAINED</b>			<b>PLASTİSİTE / PLASTICITY</b>			
U	Dalgah / Undulating	N	0-2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0-4	Çok gevşek / Very Loose	PI : 1 - 5%	Çok Az / Slight		
S	Basamaklı / Stepped	N	3-4	Yumuşak / Soft	N	5-10	Gevşek / Loose	PI : 5 - 10%	Az / Low		
Sl	Kaygan / Slickensided	N	5-8	Orta Katı / Medium stiff	N	11-30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10 - 20%	Orta / Medium		
Po	Parlak / Polished	N	9-15	Katı / Stiff	N	31-50	Sıkı / Dense	PI : 20 - 40%	Yüksek / High		
Sm	Düz / Smooth	N	16-30	Çok Katı / Very Stiff	N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI : > 40%	Çok Yüksek / Very High		
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard							
SPT - Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test		UD - Örselememiş Numune / Undisturbed Sample			CR - Karot Numunesi / Core Sample						
Sondör / Operator		Logu Yapan / Logged by S. SAKINC			Kontrol / Checked by						

Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project							
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Kati Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması							
SONDAJ LOGU / BORING LOG															
Sondaj No/Borehole No			SK-16			Kordinatlar		Kot		Sayfa No / Page No		2			
Derinlik / Depth (m)			21,00			Coordinates		x		Sondaj Yönt. / Drill Method		Rotari Sulu Sistem			
Kilometre / Kilometer						y				Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900			
Baş. Tarihi / Start Date			30.09.2016						30.09.2016		Muhafaza / Casing		-		
Sondaj Derinliği Borehole Depth (m)	Yeraltısuyu Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth (m)	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Densiyi Standard Penetration Test			Lugeon	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Karot Yüzdesi Core Recovery %	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR %	ROD %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength	
				15	30	45									
-11		10,50/12,00	K8						Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Parçalı- Kırıktı	60	30	-			
-12		12,00-13,50	K9						Zayıf Dayanımlı, Çok - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	60	40	-			
-13									13,60						
-14		13,50/15,00	K10							60	55	-			
-15		15,00/16,50	K11							65	55	-			
-16		16,50/18,00	K12							65	40	10			
-17		18,00/19,50	K13							65	55	-			
-18															
-19															
-20		19,50/21,00	K14							65	60	-			
-21										21,00					
-22										Kıyısı Sona					
-23															
-24															
-25															
-26															
-27															
-28															
-29															
-30															







Sondör / Operator

Loğu Yapan / Logged by  
S. SAKINÇ

Kontrol / Checked by







Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project							
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması							
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>															
Sondaj No/Borehole No				SK-17				Kot		Sayfa No / Page No		1			
Derinlik / Depth (m)				20,00				x		Sondaj Yöntü / Drill Method		Rotari Sulu Sistem			
Kilometre / Kilometer								y		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900			
Bas. Tarihi / Start Date				01.10.2016				Bitiş Tarihi / Finish Date		01.10.2016		Muhafaza / Casing			
Sondaj Derinliği / Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi / Undergrroundwater	Numune Derinliği / Sample Depth	Numune Türü / Sample Type	Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test	Luggson	Zemin-Kaya Profili / Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması / Soil-Rock Description				Korot Yüzdeleri / Core Recovery	Sabit Karot Yüzdeleri / SCR	% RQD	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
(m)	(m)	(m)		15 30 45							%	%	%		
-1	0,00/1,50	K1									60	-	-		
	1,50/3,00	K2									60	-	-		
-3	3,00/4,50	K3									60	-	-		
-4															
-5	4,50/6,00	K4									65	-	-		
-6															
-7	6,00/7,50	K5									65	-	-		
-8	7,50/8,50	K6									95	45	-		
-9															
-10	8,50/10,00	K7									60	20	-		
	10,00/11,00	K8									85	40	-		
KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ / WEATHERING GRADE of ROCK					KAYANIN DAYANIM DERESESİ / ROCK STRENGTH GRADE					ARALIK / SPACING (mm)					
W1	Taze / Fresh			S1	Son derece zayıf / Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20		Son derece dar aralıklı / Extremely close spaced					
				S2	Çok zayıf / Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60		Çok dar aralıklı / Very close spaced					
W2	Az ayrışmış / Slightly weathered			S3	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200		Dar aralıklı / Close spaced					
W3	Orta derecede ayrışmış / Moderately weathered			S4	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600		Orta geniş aralıklı / Moderately wide spaced					
W4	Çok ayrışmış / Highly weathered			S5	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000		Geniş aralıklı / Wide spaced					
W5	Tamamen ayrışmış / Completely weathered			S6	Çok sağlam / Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000		Çok geniş aralıklı / Very wide spaced					
W6	Kalıntı Zemin / Residual soil			S7	Son derece sağlam / Extremely Strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000		Son derece geniş aralıklı / Extremely wide spaced					
KISALTMALAR / ABBREVIATIONS					ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS					ARALIK / SPACING (mm)					
P	Düzlemsel / Planar	İNCE DANELİ / FINE GRAINED			İRİ DANELİ / COARSE GRAINED			PLASTİSİTE / PLASTICITY							
U	Dalgalı / Undulating	N	0-2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0-4	Çok Gevşek / Very Loose	PI : 1 - 5 %	Çok Az / Slight						
S	Basamaklı / Stepped	N	3-4	Yumuşak / Soft	N	5-10	Gevşek / Loose	PI : 5 - 10 %	Az / Low						
Sl	Kaygan / Slack-sided	N	5-8	Orta Kat / Medium stiff	N	11-30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10 - 20 %	Orta / Medium						
Pp	Parlak / Polished	N	9-15	Katı / Stiff	N	31-50	Sıkı / Dense	PI : 20 - 40 %	Yüksek / High						
Sm	Düz / Smooth	N	16-30	Çok Katı / Very Stiff	N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI : > 40 %	Çok Yüksek / Very High						
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard											
SPT - Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test					UD - Örselememiş Numune / Undisturbed Sample					CR - Karot Numunesi / Core Sample					
Sondör / Operator					Logu Yapan / Logged by					Kontrol / Checked by					
					S. SAKINÇ										

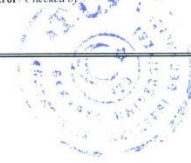
Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project					
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması					
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>													
Sondaj No/Borehole No				SK-17				Sayfa No / Page No				2	
Derinlik / Depth (m)				20,00				Sondaj Yöntü / Drill Method				Rotan Sulu Sistem	
Kilometre / Kilometer								Sondaj Makinası / Drill Rig				D-900	
Bas. Tarihi / Start Date				01.10.2016				Muhafaza / Casing					
Sondaj Derinliği Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi Undergroundwater	Numune Derinliği Sample Depth	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneği Standard Penetration Test	Lugeon	Zemin-Kaya Profili Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Karot Yüzdesi Core Recovery %	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR %	RQD %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength	
(m)	(m)	(m)		15	30	45		%	%	%			
-11		10,00/11,00	K8					85	40	-			
-12		11,00/12,00	K9					90	30	-			
-13		12,00/13,00	K10					90	20	-			
-14		13,00/14,00	K11					95	70	-			
-15		14,00/15,00	K12				Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Yer Yer Parçalı, Orta Dayanımlı, Az - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	95	65	-			
-16		15,00/16,00	K13					100	45	-			
-17		16,00/17,00	K14					95	70	25			
-18		17,00/18,00	K15					95	20	-			
-19		18,00/19,00	K16				18,10	95	45	-			
-20		19,00/20,00	K17				Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Parçalı- Kırıktı Zayıf Dayanımlı, Çok - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	85	15	-			
-21							20,00 Kuyu Sonu						
-22													
-23													
-24													
-25													
-26													
-27													
-28													
-29													
-30													
Sondaj / Operator				Logu Yapan / Logged by S. SAKINC				Kontrol / Checked by					

Yüklenici / Contractor			İşveren / Client			Proje / Project								
						Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması								
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>														
Sondaj No/Borehole No			SK-18			Sayfa No / Page No			1					
Derinlik / Depth (m)			20,00			Sondaj Yöntü / Drill Method			Rotan Sulu Sistem					
Kilometre / Kilometer						Sondaj Makinası / Drill Rig			D-900					
Bas. Tarihi / Start Date			03.10.2016			Bitiş Tarihi / Finish Date			03.10.2016					
						Muhafaza / Casing			-					
Sondaj Derinliği / Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi / Undergroundwater	Numune Derinliği / Sample Depth	Numune Türü / Sample Type	Standart Penetrasyon Dengesi / Standard Penetration Test	Lugem	Zemin-Kaya Profili / Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması / Soil-Rock Description			Karot Yüzdesi / Core Recovery %	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR %	RQD %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
(m)	(m)	(m)		15	30	45				%	%	%		
-1		0,00/1,50	K1							-	-	-		
		1,50/3,00	K2							-	-	-		
-3		3,00/4,00	K3							40	30	25		
-4		4,00/5,00	K4							95	70	50		
-5		5,00/6,00	K5							90	40	10		
-6		6,00/7,00	K6							100	85	80		
-7		7,00/8,00	K7							95	55	20		
-8		8,00/9,00	K8							90	40	-		
-9		9,00/10,00	K9							95	60	20		
-10		10,00/11,00	K8							100	90	85		
KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ / WEATHERING GRADE OF ROCK			KAYANIN DAYANIM DERESESİ / ROCK STRENGTH GRADE			ARALIK / SPACING (mm)								
W1	Taze / Fresh	St1	Son derece zayıf / Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı / Extremely closely spaced							
		St2	Çok zayıf / Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı / Very closely spaced							
W2	Az ayrılmış / Slightly weathered	St3	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı / Closely spaced							
W3	Orta derecede ayrılmış / Moderately weathered	St4	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı / Moderately widely spaced							
W4	Çok ayrılmış / Highly weathered	St5	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı / Widely spaced							
W5	Tamamen ayrılmış / Completely weathered	St6	Çok sağlam / Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı / Very widely spaced							
W6	Kalıntı Zemin / Residual soil	St7	Son derece sağlam / Extremely strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı / Extremely widely spaced							
KISALTMALAR / ABBREVIATIONS			ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS			PLASTİSİTE / PLASTICITY								
P	Düzlemsel / Planar	İNCE DANELİ / FINE GRAINED			İRİ DANELİ / COARSE GRAINED									
U	Dalgalı / Undulating	N	0 - 2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0 - 4	Çok Gevşek / Very Loose	PI : 1 - 5 %	Çok Az / Slight					
S	Basamaklı / Stepped	N	3 - 4	Yumuşak / Soft	N	5 - 10	Gevşek / Loose	PI : 5 - 10 %	Az / Low					
SI	Kaygan / Slackensted	N	5 - 8	Orta Katı / Medium stiff	N	11 - 30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI : 10 - 20 %	Orta / Medium					
Po	Parlak / Polished	N	9 - 15	Katı / Stiff	N	31 - 50	Sıkı / Dense	PI : 20 - 40 %	Yüksek / High					
Sm	Düz / Smooth	N	16 - 30	Çok Katı / Very Stiff										
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard										
SPT - Standart Penetrasyon Dengesi / Standard Penetration Test			UD - Örselenmemiş Numune / Undisturbed Sample			CR - Karot Numunesi / Core Sample								
Sondör / Operator			Logu Yapan / Logged by			Kontrol / Checked by								
			S. SAKINÇ											



Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project						
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Kıta Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması						
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>														
Sondaj No/Borehole No		SK-18		Koordinatlar Coordinates		Kot		Sayfa No / Page No		2				
Derinlik / Depth (m)		20,00				x		Sondaj Yöntü/ Drill Method		Rotari Suku Sistem				
Kilometre / Kilometer						y		Sondaj Makinası / Drill Rig		D-900				
Bas. Tarihi / Start Date		03.10.2016				03.10.2016		Muhafaza / Casing						
Sondaj Derinliği Borehole Depth (m)	Yeraltısuyu Seviyesi Undergroundwater (m)	Numune Derinliği Sample Depth (m)	Numune Türü Sample Type	Standart Penetrasyon Deneyi Standard Penetration Test	15	30	45	Lugeon	Zemin-Kaya Profil Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması Soil-Rock Description	Karot Yüzdesi Core Recovery % % % % % % % % % %	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR % % % % % % % % % %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
-11	10,00/11,00	K8									100	90	85	
-11	11,00/12,00	K9									100	95	90	
-12	12,00/13,00	K10									95	90	50	
-13	13,00/14,00	K11									80	40	15	
-14	14,00/15,00	K12									100	80	20	
-15	15,00/16,00	K13									100	95	30	
-16	16,00/17,00	K14									100	90	40	
-17	17,00/18,00	K15									100	90	80	
-18	18,00/19,00	K16									100	100	95	
-19	19,00/20,00	K17									100	95	70	
-20														
-21														
-22														
-23														
-24														
-25														
-26														
-27														
-28														
-29														
-30														
Sondaj / Operator				Logu Yapan / Logged by S. SAKINC				Kontrol / Checked by						

Yüklenici / Contractor		İşveren / Client		Proje / Project							
				Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması							
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>											
Sondaj No/Borehole No		SK-19		Kot	Sayfa No / Page No						
Derinlik / Depth (m)		20,00		x	1						
Kilometre / Kilometer				y	Sondaj Yöntü / Drill Method						
Bas. Tarihi / Start Date		29.09.2016		Rotari Sülu Sistem							
Bitiş Tarihi / Finish Date		29.09.2016		Sondaj Makinası / Drill Rig							
				D-900							
				Muhafaza / Casing							
				-							
Sondaj Derinliği / Borehole Depth (m)	Yeraltı Suyu Seviyesi / Undergruoundwater (m)	Numune Derinliği / Sample Depth (m)	Numune Türü / Sample Type	Standart Penetrasyon / Standard Penetration Test	Zemin-Kaya Profili / Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması / Soil-Rock Description	Karot Yüzdesi / Core Recovery %	Şilindirik Karot Yüzdesi / SCR %	RÖD %	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
0,00/1,50		K1					55	20	-		
1,50/3,00		K2					50	10	-		
3,00/4,50		K3					55	10	-		
4,50/6,00		K4				Kırmızımsı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Parçalı - Kırıktı	60	5	-		
6,00/7,50		K5				Zayıf Dayanım, Çok - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI	60	10	-		
7,50/9,00		K6					65	45	0		
9,00/10,00		K7					95	85	30		
10,00/11,00		K8					90	80	20		
			<b>KAYANIN AYRIŞMA DERESESİ / WEATHERING GRADE OF ROCK</b>			<b>KAYANIN DAYANIM DERESESİ / ROCK STRENGTH GRADE</b>			<b>ARALIK / SPACING (mm)</b>		
W1	Taze / Fresh	Sr1	Son derece zayıf / Extremely weak	UCS (MPa) < 1	S1	< 20	Son derece dar aralıklı / Extremely closely spaced				
		Sr2	Çok zayıf / Very Weak	UCS (MPa) : 1-5	S2	20-60	Çok dar aralıklı / Very closely spaced				
W2	Az ayrışmış / Slightly weathered	Sr3	Zayıf / Weak	UCS (MPa) : 5-25	S3	60-200	Dar aralıklı / Closely spaced				
W3	Orta derecede ayrışmış / Moderatly weathered	Sr4	Orta sağlam / Medium strong	UCS (MPa) : 25 - 50	S4	200-600	Orta geniş aralıklı / Moderatly widely spaced				
W4	Çok ayrışmış / Highly weathered	Sr5	Sağlam / Strong	UCS (MPa) : 50-100	S5	600-2000	Geniş aralıklı / Widely spaced				
W5	Tamamen ayrışmış / Completely weathered	Sr6	Çok sağlam / Very strong	UCS (MPa) : 100 - 200	S6	2000-6000	Çok geniş aralıklı / Very widely spaced				
W6	Kalınlı Zemin / Residual soil	Sr7	Son derece sağlam / Extremely Strong	UCS (MPa) > 200	S7	> 6000	Son derece geniş aralıklı / Extremely widely spaced				
			<b>KISALTMALAR / ABBREVIATIONS</b>			<b>ZEMİN PARAMETRELERİ / SOIL PARAMETERS</b>					
P	Düzlemsel / Planar	<b>İNCE DANELİ / FINE GRAINED</b>			<b>İRİ DANELİ / COARSE GRAINED</b>		<b>PLASTİSİTE / PLASTICITY</b>				
U	Dalgalı / Undulating	N	0-2	Çok yumuşak / Very Soft	N	0-4	Çok Gevşek / Very Loose	PI	1 - 5 %	Çok Az / Slight	
S	Basamaklı / Stepped	N	3-4	Yumuşak / Soft	N	5-10	Gevşek / Loose	PI	5 - 10 %	Az / Low	
Sl	Kaygan / Slipensided	N	5-8	Orta Katı / Medium stiff	N	11-30	Orta Sıkı / Medium Dense	PI	10 - 20 %	Orta / Medium	
Po	Pariak / Polished	N	9-15	Katı / Stiff	N	31-50	Sıkı / Dense	PI	20 - 40 %	Yüksek / High	
Sm	Düz / Smooth	N	16-30	Çok Katı / Very Stiff	N	> 50	Çok Sıkı / Very Dense	PI	> 40 %	Çok Yüksek / Very High	
Ro	Pürüzlü / Rough	N	> 30	Sert / Hard							
			SPT - Standart Penetrasyon Deneyi / Standard Penetration Test			UD - Örselememiş Numune / Undisturbed Sample			CR - Karot Numunesi / Core Sample		
Sondör / Operator			Logo Yapan / Logged by			Kontrol / Checked by					
			S. SAKINÇ								



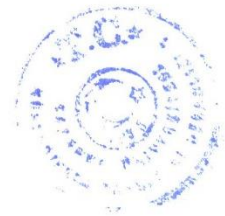


Yüklenici / Contractor				İşveren / Client				Proje / Project						
								Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı Katı Atık Depolama Alanı Araştırma Sondaj Çalışması						
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>														
Sondaj No / Borehole No				SK-19				Sayfa No / Page No				2		
Derinlik / Depth (m)				20,00				Sondaj Yönt. / Drill Method				Rotari Sulu Sistem		
Kilometre / Kilometer								Sondaj Makinası / Drill Rig				D-900		
Bas. Tarihi / Start Date				04.10.2016				Muhafaza / Casing						
Sondaj Derinliği / Borehole Depth	Yeraltı Suyu Seviyesi / Undergroudwater	Numune Derinliği / Sample Depth	Numune Türü / Sample Type	Standart Penetrasyon / Standard Penetration Test	Laugeon	Zemin-Kaya Profili / Soil-Rock Symbol	Zemin-Kaya Tanımlaması / Soil-Rock Description			Karot Yüzdesi / Core Recovery	Silindirik Karot Yüzdesi / SCR	% RQD	Ayrışma / Weathering	Dayanım / Strength
(m)	(m)	(m)		15 30 45					%	%	%			
-11		10,00/11,00	K8						90	80	20			
-12		11,00/12,00	K9						95	70	10			
-13		12,00/13,00	K10						85	40	15			
-14		13,00/14,00	K11						95	85	40			
-15		14,00/15,00	K12				Kırmızı Kahverengi, Çok Çatlaklı - Yer Yer Parçalı, Orta Dayanımlı, Az - Orta Ayrışmış, ŞEYL - KUMTAŞI		65	40	-			
-16		15,00/16,00	K13						60	45	10			
-17		16,00/17,00	K14						55	30	-			
-18		17,00/18,00	K15						55	5	-			
-19		18,00/19,00	K16						95	80	30			
-20		19,00/20,00	K17						90	45	10			
-20							20 Kuyu Sonu							
-21														
-22														
-23														
-24														
-25														
-26														
-27														
-28														
-29														
-30														
Sondaj / Operator				Logu Yapan / Logged by				Kontrol / Checked by						
				S. SAKINC										



Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

SK-14

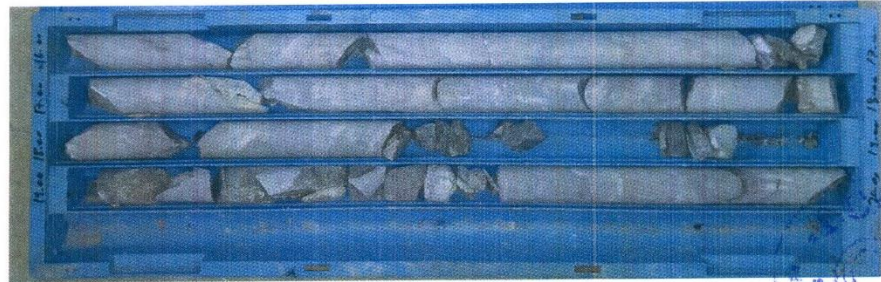
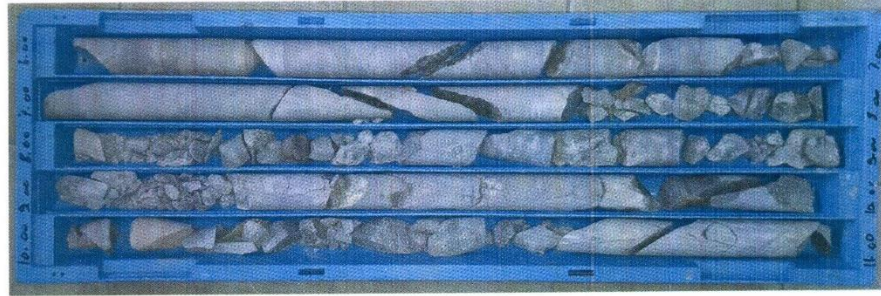
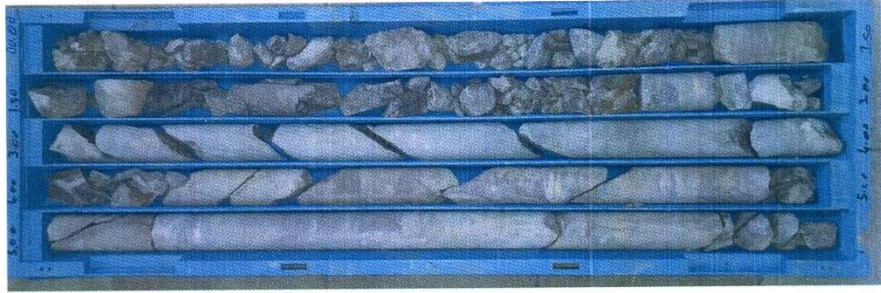






Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

SK-15







Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

SK-16

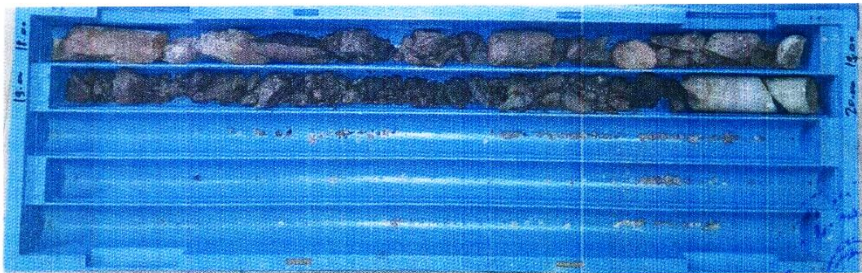






Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

SK-17

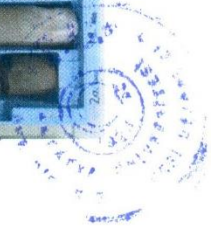






Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

SK-18

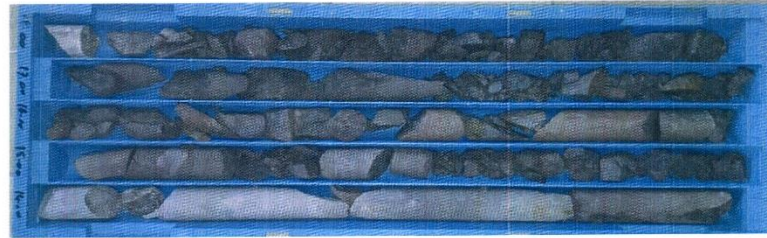
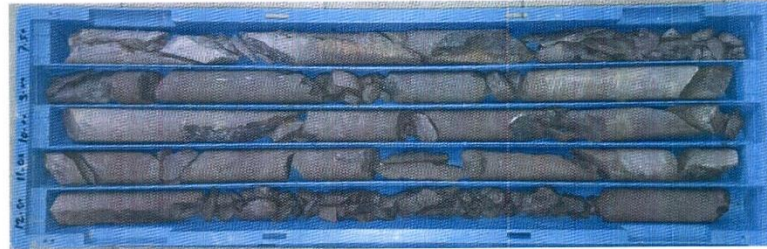






Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı  
Katı Atık Depolama Alanı  
Araştırma Sondaj Çalışması

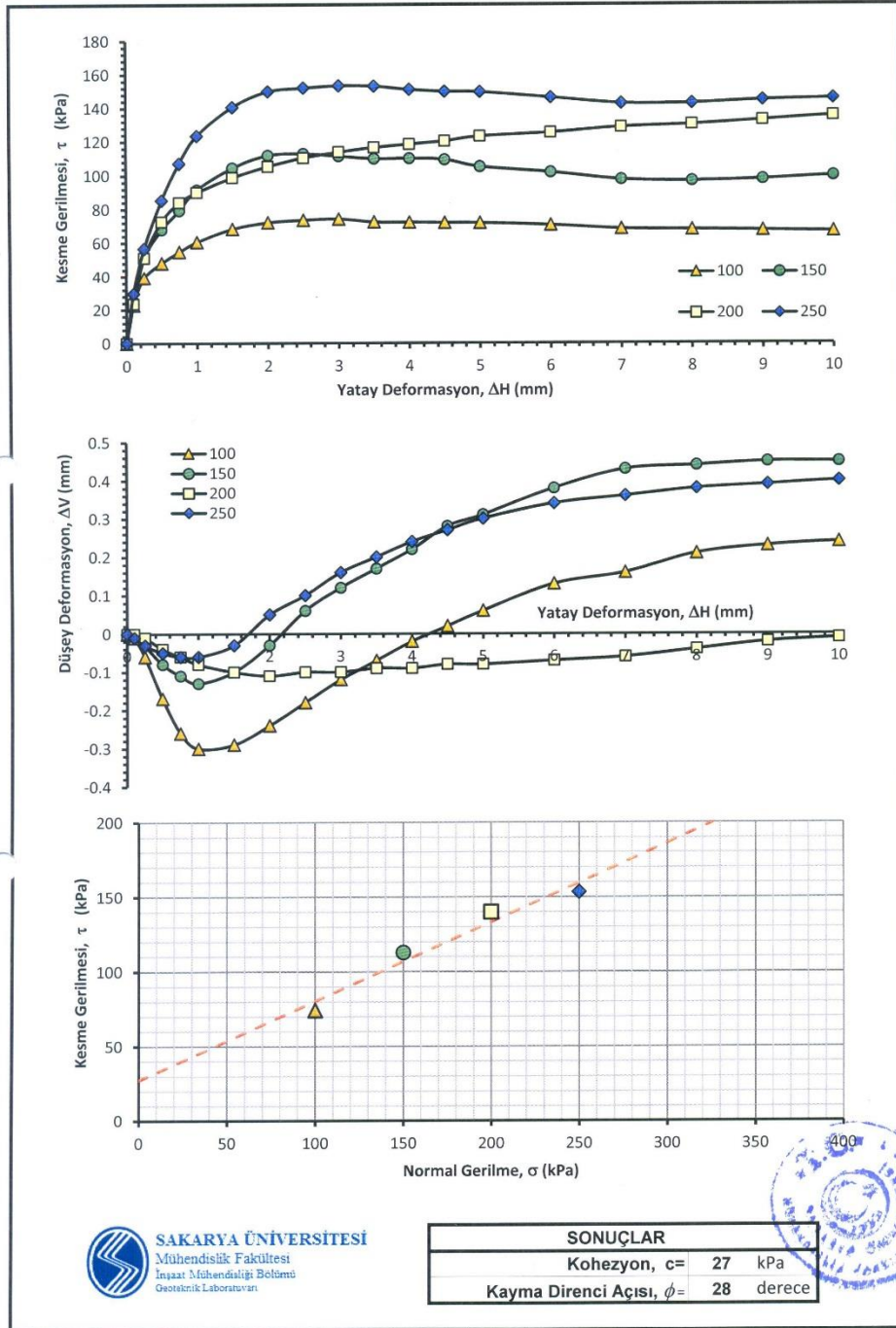
SK-19



## EK 2: Laboratuvar sonuçları (Basma dayanımı için)

SAKARYA ÜNİVERSİTESİ		KESME KUTUSU DENEYİ										
Mühendislik Fakültesi												
İnşaat Mühendisliği Bölümü												
Geoteknik Laboratuvarı												
Proje :	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.											
Örneğin Alındığı Yer :	Dağdibi Katı Atık Tesisleri											
Örneğin Tanım :	Kızıl-Kahverengi											
Sondaj No :	Dolgu Malz.	Kesme Hız,mm/dk :	0.5									
Derinlik :	Yüzey	Kuvvet Halk. Kats. :	2.82									
Tarih :	09.12.2016	Düşey Saat Kats. :	0.01									
Deneği Yapan :	R.E.	Gs :	2.66									
DENEY NO :	1	2	3	4								
Gerilme (kPa) :	100	150	200	250								
Örnek Boyutu (cm) :	6x6	6x6	6x6	6x6								
Örnek Yüksekliği (cm) :	3.30	3.30	3.30	3.30								
Örnek Alanı (cm <sup>2</sup> ) :	36.00	36.00	36.00	36.00								
Örnek Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	118.80	118.80	118.80	118.80								
Halka+Zemin Ağırlığı (gr) :	339.96	338.71	339.85	340.00								
Halka Ağırlığı (gr) :	111.19	109.71	110.85	111.00								
Zemin Ağırlığı (gr) :	228.77	229.00	229.00	229.00								
Deney Sonu Zemin Ağ. (gr) :	236.19	234.50	239.32	234.65								
Kuru Zemin Ağırlığı (gr) :	206.91	206.31	210.21	207.35								
Su Ağırlığı (gr) :	21.86	22.69	18.79	21.65								
Su Muhtevası (%) :	10.56	11.00	8.94	10.44								
Deney Öncesi B.H.A. (kN/m <sup>2</sup> ) :	18.89	18.91	18.91	18.91								
Deney Sonrası B.H.A. (kN/m <sup>2</sup> ) :	20.26	20.20	20.84	20.28								
Düşey Saat İlk Okuma (mm) :	2000	2000	2000	2000								
Düşey Saat Son Okuma (mm) :	1877	1864	1830	1853								
Sıkışma (mm) :	1.23	1.36	1.70	1.47								
Boşluk Oranı :	0.53	0.53	0.50	0.52								
Doğunluk Derecesi (%) :	53.30	55.02	47.24	53.00								
$\Delta H$ mm	$\sigma = 100$			$\sigma = 150$			$\sigma = 200$			$\sigma = 250$		
	KH	$\tau$	$\Delta v$	KH	$\tau$	$\Delta v$	KH	$\tau$	$\Delta v$	KH	$\tau$	$\Delta v$
0	0	0	2000	0	0	2000	0	0	2000	0	0	2000
0.1	29	22.75	1999	32	25.11	2000	30	23.54	2000	38	29.82	1999
0.25	50	39.33	1994	65	51.13	1997	65	51.13	1999	72	56.64	1997
0.5	61	48.18	1983	86	67.93	1992	92	72.67	1996	108	85.31	1995
0.75	69	54.73	1974	100	79.32	1989	106	84.08	1994	135	107.09	1994
1	76	60.54	1970	115	91.61	1987	113	90.02	1992	155	123.47	1994
1.5	85	68.29	1971	130	104.44	1990	123	98.82	1990	175	140.60	1997
2	89	72.12	1976	138	111.83	1997	130	105.34	1989	185	149.91	2005
2.5	90	73.57	1982	138	112.80	2006	135	110.35	1990	186	152.03	2010
3	90	74.21	1988	135	111.32	2012	138	113.79	1990	186	153.37	2016
3.5	87	72.37	1993	132	109.81	2017	140	116.46	1991	184	153.06	2020
4	86	72.18	1998	131	109.95	2022	141	118.34	1991	180	151.07	2024
4.5	85	71.98	2002	129	109.24	2028	142	120.25	1992	177	149.89	2027
5	84	71.78	2006	123	105.11	2031	144	123.05	1992	175	149.55	2030
6	81	70.50	2013	117	101.83	2038	144	125.33	1993	168	146.22	2034
7	77	68.28	2016	110	97.55	2043	145	128.58	1994	161	142.77	2036
8	75	67.79	2021	107	96.71	2044	144	130.15	1996	158	142.81	2038
9	73	67.27	2023	106	97.69	2045	144	132.71	1998	157	144.69	2039
10	71	66.74	2024	106	99.64	2045	144	135.36	1999	155	145.70	2040
11	70	67.14	2024	104	99.76	2045	143	137.16	2000	154	147.71	2040
12	70	68.54	2022	104	101.83	2045	143	140.02	2001	152	148.83	2041





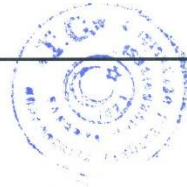


**KAYADA SERBEST BASMA DENEYİ**

PROJE	SAKARYA B.B.
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	KATI ATIK ALANI
ÖRNEĞİN TANIMI	kızıl kahve KMT

SONDAJ		KESME HIZI	-
DERİNLİK		ALET	UTEST
TARİH	10.10.2016	DENEYİ YAPAN	

DENEY	1	2	3
ÇAP (cm)	4.82	4.80	
YÜKSEKLİK (cm)	9.11	9.54	
ALAN (cm <sup>2</sup> )	18.25	18.10	
HACİM (cm <sup>3</sup> )	166.23	172.63	
DOĞAL AĞIRLIK (g)	431.31	462.38	
KURU AĞIRLIK (g)			
DOYGUN AĞIRLIK (g)			
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK $\rho_n$	25.45	26.28	
$\rho_k$ (kN/m <sup>3</sup> )			
$\rho_d$			
SU MUHTEVASI (%)			
POROZİTE (%)			
KIRILMA YÜKÜ (kN)	77.63	55.53	
BASMA DAYANIMI (MPa) $\sigma_c$	42.55	30.69	
ELASTİSİTE MODÜLÜ E (GPa)		-	



Prof. Dr. ...  
Laboratuvar Teknik Yöneticisi  
Deneyi No:13163

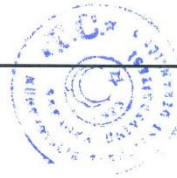


**KAYADA SERBEST BASMA DENEYİ**

PROJE	SAKARYA B.B.
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	KATI ATIK ALANI
ÖRNEĞİN TANIMI	kızıl kahve KMT

SONDAJ		KESME HIZI	-
DERİNLİK		ALET	UTEST
TARİH	10.10.2016	DENEYİ YAPAN	

DENEY	3	4	3
ÇAP (cm)	4.81	4.82	
YÜKSEKLİK (cm)	9.23	9.64	
ALAN (cm <sup>2</sup> )	18.17	18.25	
HACİM (cm <sup>3</sup> )	167.72	175.90	
DOĞAL AĞIRLIK (g)	437.03	471.03	
KURU AĞIRLIK (g)			
DOYGUN AĞIRLIK (g)			
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK $\rho_n$	25.56	26.27	
$P_k$ (kN/m <sup>3</sup> )			
$P_d$			
SU MUHTEVASI (%)			
POROZİTE (%)			
KIRILMA YÜKÜ (kN)	29.61	30.97	
BASMA DAYANIMI (MPa) $\sigma_c$	16.29	16.97	
ELASTİSİTE MODÜLÜ E (GPa)			



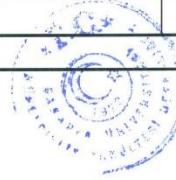
**Prof. Dr. Akin ÖNALP**  
Laboratuvar Teknik Yöneticisi  
Denetçi No:13183


**İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ \*\* GEOTEKNİK LABORATUVARI**

**KAYA ÇATLAĞINDA KESME KUTUSU DENEYİ TS1900-2/2006  
SHEARBOX TEST (CU)**

PROJE PROJECT		SAKARYA B.B. KATI ATIK DEPOSU	
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER LOCATION			
ÖRNEĞİN TANIMI DESCRIPTION OF SAMPLE		kumtaşı	
SONDAJ NO BOREHOLE NO.	SK-	KESME HIZI RATE OF SHEAR	0.3 mm/dak
DERİNLİK DEPTH	8.00 m	KUVVET HALK. KATS. PROV. RING CONSTANT	8.964
TARİH DATE	10.10.2016	DENEYİ YAPAN OPERATOR	

DENEY NO TEST NO.	1	2
ÖRNEK BOYUTU (cm) SAMPLE SIZE	6.08x4.84	6.08x4.84
ÖRNEK YÜKSEKLİĞİ (cm) SAMPLE HEIGHT		
ÖRNEK ALANI (cm <sup>2</sup> ) CROSS SECTION	26.00	26.00
ÖRNEK HACMİ (cm <sup>3</sup> ) VOLUME		
HALKA + ZEMİN AĞIRLIĞI (g) RING+SAMPLE		
HALKA AĞIRLIĞI (g) MASS OF RING		
ZEMİN AĞIRLIĞI (g) MASS OF SAMPLE BEFORE TEST		
DENEY SONU ZEMİN AĞIRLIĞI (g) MASS OF SAMPLE AFTER TEST		
KURU ZEMİN AĞIRLIĞI (g) DRIED SAMPLE		
SU AĞIRLIĞI (g) MASS OF WATER		
SU MUHTEVASI (%) INITIAL MOISTURE CONTENT		
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (kN/m <sup>3</sup> ) UNIT WEIGHT BEFORE TEST		
KURU BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (kN/m <sup>3</sup> ) UNIT WEIGHT AFTER TEST		
YÜK (kg) VERTICAL LOAD	100	200
NORMAL GERİLME (kPa) NORMAL STRESS	385	769
İLK OKUMA (mm) 0.01mm INITIAL DIAL GAUGE READING	2500	2500
SON OKUMA (mm) DIAL GAUGE READING AFTER CONSOLIDATION	2457	2394
SIKIŞMA (mm) COMPRESSION	0.430	1.060
BOŞLUK ORANI VOID RATIO		
DOYGUNLUK DERESESİ (%) DEGREE OF SATURATION		
ÖZGÜL AĞIRLIK SPECIFIC GRAVITY OF SOIL		

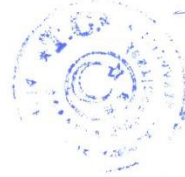


Prof. Dr. Akın ONALP  
Laboratuvar Teknik Yöneticisi  
Denetçi No:13183

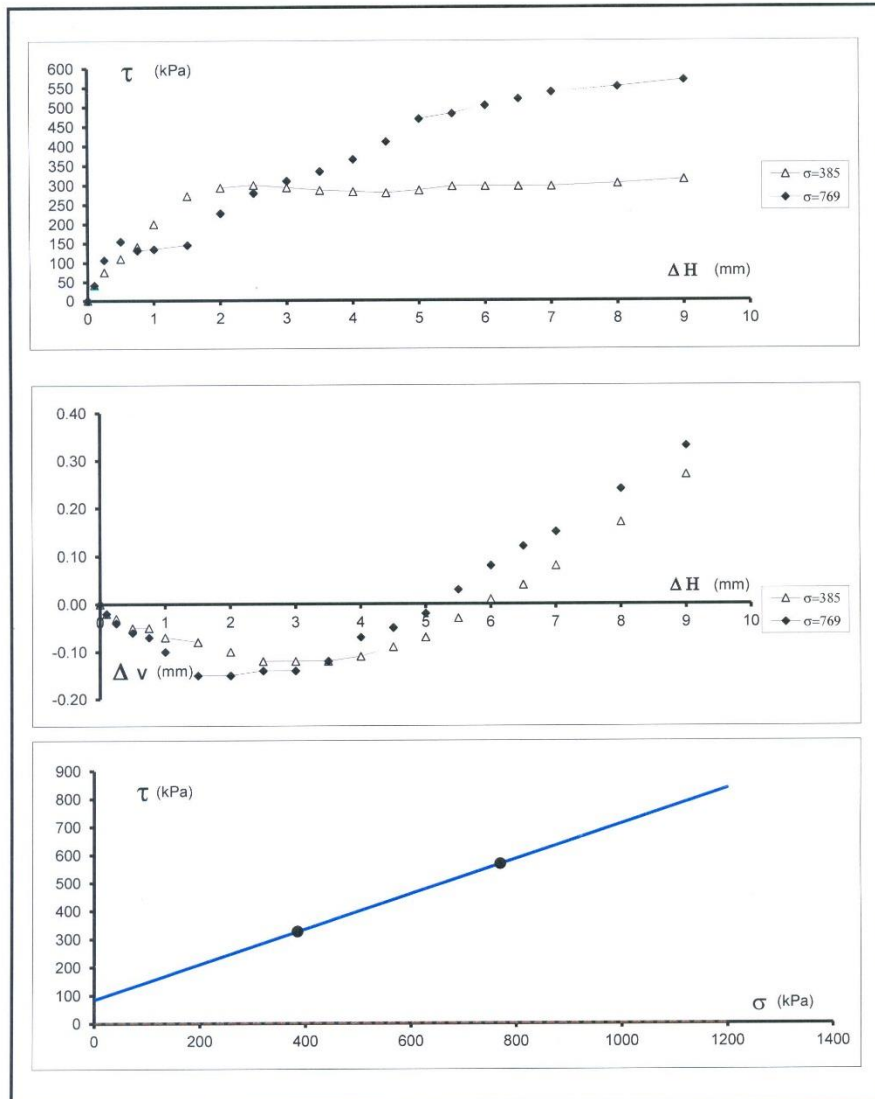
$\Delta H$	$\sigma = 0$			$\sigma = 385$			$\sigma = 769$		
	KH	$\tau$	$\Delta V$	KH	$\tau$	$\Delta V$	KH	$\tau$	$\Delta V$
0				0	0	2500	0	0	2500
10				12	41	2498	12	41	2498
25				22	76	2497	31	107	2496
50				32	110	2495	45	155	2494
75				41	141	2495	38	131	2493
100				58	200	2493	39	134	2490
150				79	272	2492	42	145	2485
200				85	293	2490	66	228	2485
250				87	300	2488	81	279	2486
300				85	293	2488	90	310	2486
350				83	286	2488	97	334	2488
400				82	283	2489	106	365	2493
450				81	279	2491	119	410	2495
500				83	286	2493	136	469	2498
550				86	297	2497	140	483	2503
600				86	297	2501	146	503	2508
650				86	297	2504	151	521	2512
700				86	297	2508	156	538	2515
800				88	303	2517	160	552	2524
900				91	314	2527	165	569	2533
1000				95	328	2537	161	555	2542

DENEY	1	2
Doruk Peak	328	569
Geri Reverse		
İleri Forward		
Geri Reverse		
$\sigma$	385	769

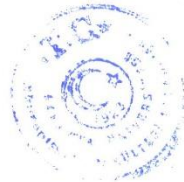
SONUÇLAR / RESULTS-PEAK	
Kohezyon, c Cohesion	86
Kayma Direnci Açısı, $\phi$ Angle of shearing resistance	32



Laboratuvar Teknik Yöneticisi  
Doçent Dr. 13163



Prof. Dr. Akın ÖNALP  
 Laboratuvar Teknik Yöneticisi  
 Denetçi No:13183





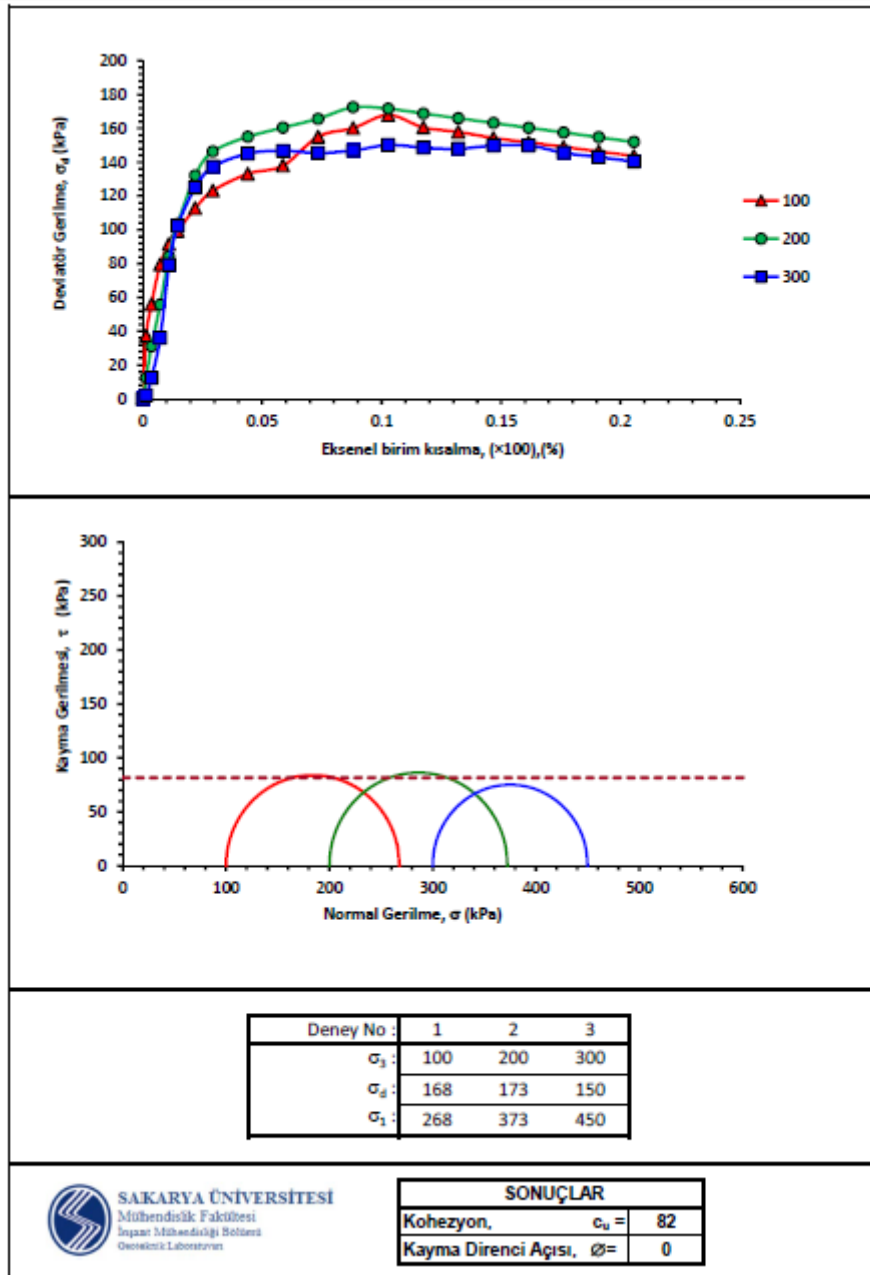


ÜÇ EKSENLİ HÜCRE KESME  
DENEYİ (UU)

Proje :	Sercan Doğan Tez		
Örneğin Alındığı Yer :	Dağdıblı		
Örneğin Tanım :	Kızıl Kahve, %15		
Sondaj No :	Kesme Hız,mm/dk :	0.8	
Derinlik :	Kuvvet Halk. No :	Z	
Tarih :	28.5.2018	Kuvvet Halk. Kats. :	1
Deneysel Yapan :	S.D.	Gs :	2.67

DENEY NO :	1	2	3
Gerilme (kpa) :	100	200	300
Örnek Yüksekliği (cm) :	6.62	6.91	6.90
Örnek Çapı (cm) :	3.50	3.50	3.50
Örnek Alanı (cm <sup>2</sup> ) :	9.62	9.62	9.62
Örnek Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	63.69	66.48	66.39
Yağ Numune Ağırlığı (gr) :	136.50	136.75	139.59
Deneysel Sonu Zemin Ağ. (gr) :	—	—	—
Kuru Numune Ağırlığı (gr) :	113.10	112.13	115.63
Su Ağırlığı (gr) :	23.40	24.62	23.96
Su Muhtevası (%) :	20.69	21.96	20.72
Deneysel Öncesi B.H.A. (kn/m <sup>2</sup> ) :	21.02	20.18	20.63
Deneysel Sonrası B.H.A. (kn/m <sup>2</sup> ) :	—	—	—
Kuru Birim Hac. Ağ. (kn/m <sup>3</sup> ) :	17.42	16.55	17.09
Dane Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	42.36	42.00	43.31
Boşluk Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	21.33	24.49	23.08
Porozite (%) :	33.49	36.83	34.76
Boşluk Oranı :	0.50	0.58	0.53
Doygunluk Derecesi (%) :	100.00	100.00	100.00
Drenajsiz Elastisite Mod.(MPa) :	6.77	7.04	6.97

Boy Kısal	Alan (cm)	$\sigma = 100$			$\sigma = 200$			$\sigma = 300$		
		KH	YÜK (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	YÜK (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	YÜK (N)	$\sigma$ (kPa)
0	9.62	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
10	9.64	36	36.00	37.36	12	12.00	12.45	2	2.00	2.08
25	9.66	54	54.00	55.92	30	30.00	31.07	12	12.00	12.43
50	9.69	77	77.00	79.44	54	54.00	55.71	35	35.00	36.11
75	9.73	89	89.00	91.49	82	82.00	84.29	77	77.00	79.15
100	9.76	97	97.00	99.34	101	101.00	103.44	100	100.00	102.41
150	9.84	111	111.00	112.83	130	130.00	132.14	123	123.00	125.03
200	9.91	122	122.00	123.08	145	145.00	146.28	136	136.00	137.20
300	10.06	134	134.00	133.14	156	156.00	155.00	146	146.00	145.06
400	10.22	141	141.00	137.94	164	164.00	160.45	150	150.00	146.75
500	10.38	161	161.00	155.05	172	172.00	165.65	151	151.00	145.42
600	10.55	169	169.00	160.18	182	182.00	172.50	155	155.00	146.91
700	10.72	180	180.00	167.86	184	184.00	171.59	161	161.00	150.14
800	10.90	175	175.00	160.52	184	184.00	168.78	162	162.00	148.60
900	11.09	175	175.00	157.85	184	184.00	165.97	164	164.00	147.93
1000	11.28	174	174.00	154.30	184	184.00	163.16	169	169.00	149.86
1100	11.47	174	174.00	151.64	184	184.00	160.35	172	172.00	149.90
1200	11.68	174	174.00	148.98	184	184.00	157.55	170	170.00	145.56
1300	11.89	174	174.00	146.33	184	184.00	154.74	170	170.00	142.96
1400	12.11	174	174.00	143.67	184	184.00	151.93	170	170.00	140.37



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Laboratuvarı





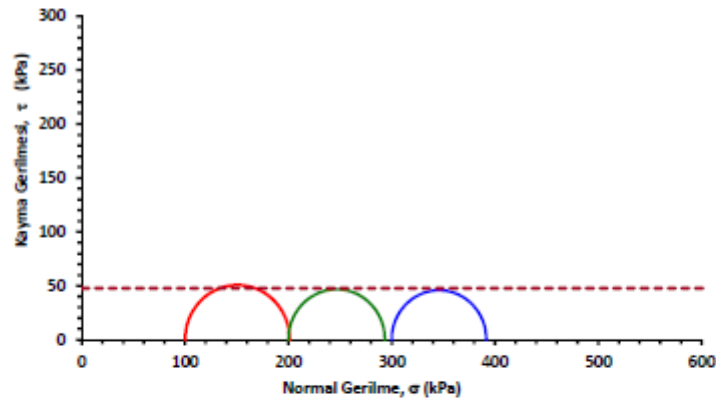
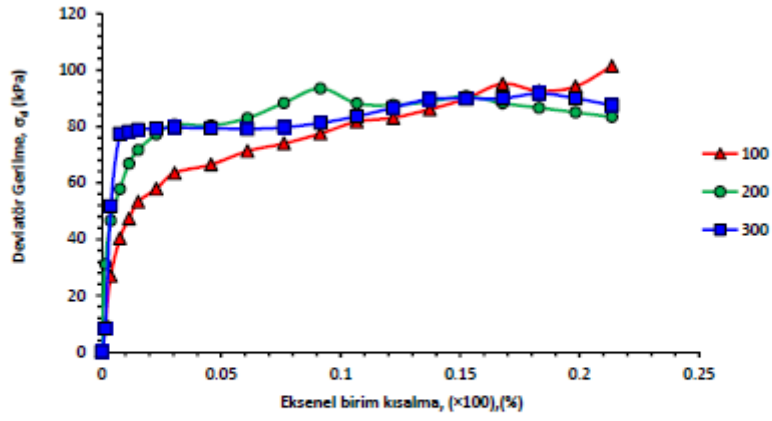
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Laboratuvarı

### ÜÇ EKSENLİ HÜCRE KESME DENEYİ (UU)

Proje :	Sercan Doğan Tez		
Örneğin Alındığı Yer :	Dağdıblı		
Örneğin Tanım :	Kızıl Kahve_%20		
Sondaj No :		Kesme Hız,mm/dk :	0.8
Derinlik :		Kuvvet Halk. No :	Z
Tarih :	28.5.2018	Kuvvet Halk. Kats. :	1
Deneysel Yapan :	S.D.	Gs :	2.67

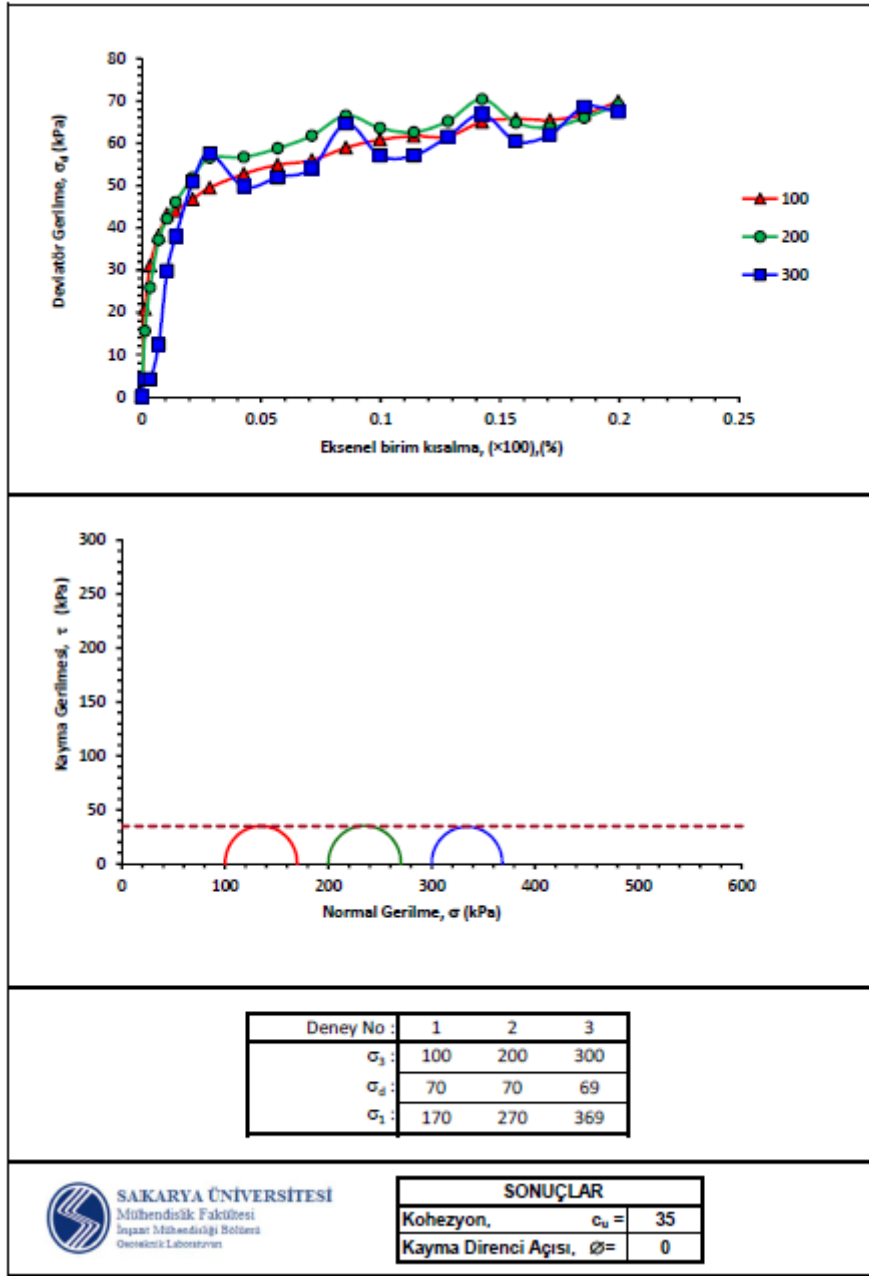
DENEY NO :	1	2	3
Gerilme (kpa) :	100	200	300
Ömek Yüksekliği (cm) :	6.63	6.67	6.37
Ömek Çapı (cm) :	3.50	3.50	3.50
Ömek Alanı (cm <sup>2</sup> ) :	9.62	9.62	9.62
Ömek Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	63.79	64.17	61.29
Yaş Numune Ağırlığı (gr) :	123.58	131.90	123.79
Deneysel Sonu Zemin Ağ. (gr) :	—	—	—
Kuru Numune Ağırlığı (gr) :	100.06	106.86	100.03
Su Ağırlığı (gr) :	23.52	25.04	23.76
Su Muhtevası (%) :	23.51	23.43	23.75
Deneysel Öncesi B.H.A. (kn/m <sup>2</sup> ) :	19.01	20.16	19.81
Deneysel Sonrası B.H.A. (kn/m <sup>2</sup> ) :	—	—	—
Kuru Birim Hac. Ağ. (kn/m <sup>3</sup> ) :	15.39	16.34	16.01
Dane Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	37.48	40.02	37.46
Boşluk Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	26.31	24.15	23.82
Porozite (%) :	41.25	37.63	38.87
Boşluk Oranı :	0.70	0.60	0.64
Doygunluk Derecesi (%) :	89.39	100.00	99.74
Drenajsiz Elastisite Mod.(MPa) :	3.49	4.70	5.17

Boy Kısal	Alan (cm)	$\sigma = 100$			$\sigma = 200$			$\sigma = 300$		
		KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)
0	9.62	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
10	9.64	10	10.00	10.38	30	30.00	31.13	8	8.00	8.30
25	9.66	26	26.00	26.92	45	45.00	46.59	50	50.00	51.77
50	9.70	39	39.00	40.23	56	56.00	57.76	75	75.00	77.36
75	9.73	46	46.00	47.26	65	65.00	66.79	76	76.00	78.09
100	9.77	52	52.00	53.22	70	70.00	71.65	77	77.00	78.81
150	9.85	57	57.00	57.89	76	76.00	77.19	78	78.00	79.22
200	9.92	63	63.00	63.48	80	80.00	80.61	79	79.00	79.61
300	10.08	67	67.00	66.45	81	81.00	80.34	80	80.00	79.35
400	10.25	73	73.00	71.25	85	85.00	82.96	81	81.00	79.05
500	10.42	77	77.00	73.93	92	92.00	88.33	83	83.00	79.69
600	10.59	82	82.00	77.43	99	99.00	93.48	86	86.00	81.21
700	10.77	88	88.00	81.70	95	95.00	88.20	90	90.00	83.56
800	10.96	91	91.00	83.04	96	96.00	87.61	95	95.00	86.69
900	11.15	96	96.00	86.08	99	99.00	88.77	100	100.00	89.67
1000	11.35	102	102.00	89.85	103	103.00	90.73	102	102.00	89.85
1100	11.56	110	110.00	95.15	102	102.00	88.23	104	104.00	89.96
1200	11.78	109	109.00	92.56	102	102.00	86.61	108	108.00	91.71
1300	12.00	113	113.00	94.16	102	102.00	85.00	108	108.00	90.00
1400	12.23	124	124.00	101.36	102	102.00	83.38	107	107.00	87.47



Deney No :	1	2	3
$\sigma_3$ :	100	200	300
$\sigma_1$ :	101	93	92
$\sigma_2$ :	201	293	392

SAKARYA ÜNİVERSİTESİ		ÜÇ EKSENLİ HÜCRE KESME DENEYİ (UU)								
Mühendislik Fakültesi										
İnşaat Mühendisliği Bölümü										
Geoteknik Laboratuvarı										
Proje :	Sercan Doğan Tez									
Örneğin Alındığı Yer :	Dağdibi									
Örneğin Tanım :	Kızıl Kahve_%25									
Sondaj No :		Kesme Hız,mm/dk :	0.8							
Derinlik :		Kuvvet Halk. No :	Z							
Tarih :	28.5.2018	Kuvvet Halk. Kats. :	1							
Deneysel Yapan :	S.D.	Gs :	2.67							
DENEY NO :	1	2	3							
Gerilme (kpa) :	100	200	300							
Örnek Yüksekliği (cm) :	7.14	6.75	7.17							
Örnek Çapı (cm) :	3.50	3.50	3.50							
Örnek Alanı (cm <sup>2</sup> ) :	9.62	9.62	9.62							
Örnek Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	68.69	64.94	68.98							
Yağ Numune Ağırlığı (gr) :	133.32	127.11	133.41							
Deneysel Sonu Zemin Ağı. (gr) :	—	—	—							
Kuru Numune Ağırlığı (gr) :	105.83	100.99	105.97							
Su Ağırlığı (gr) :	27.49	26.12	27.44							
Su Muhtevası (%) :	25.98	25.86	25.89							
Deneysel Öncesi B.H.A. (kn/m <sup>3</sup> ) :	19.04	19.20	18.97							
Deneysel Sonrası B.H.A. (kn/m <sup>3</sup> ) :	—	—	—							
Kuru Birim Hac. Ağı. (kn/m <sup>3</sup> ) :	15.11	15.26	15.07							
Dane Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	39.64	37.82	39.69							
Boşluk Hacmi (cm <sup>3</sup> ) :	29.06	27.12	29.29							
Porozite (%) :	42.30	41.76	42.47							
Boşluk Oranı :	0.73	0.72	0.74							
Doygunluk Derecesi (%) :	94.60	96.32	93.67							
Drenajsiz Elastisite Mod.(MPa) :	3.09	3.24	2.66							
Boy Kısal	Alan (cm)	$\sigma = 100$			$\sigma = 200$			$\sigma = 300$		
		KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)	KH	Yük (N)	$\sigma$ (kPa)
0	9.62	0	0.00	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
10	9.63	20	20.00	20.76	15	15.00	15.57	4	4.00	4.15
25	9.66	30	30.00	31.07	25	25.00	25.89	4	4.00	4.14
50	9.69	37	37.00	38.18	36	36.00	37.15	12	12.00	12.38
75	9.73	42	42.00	43.19	41	41.00	42.16	29	29.00	29.82
100	9.76	43	43.00	44.06	45	45.00	46.11	37	37.00	37.91
150	9.83	46	46.00	46.79	51	51.00	51.88	50	50.00	50.86
200	9.90	49	49.00	49.48	56	56.00	56.55	57	57.00	57.56
300	10.05	53	53.00	52.73	57	57.00	56.71	50	50.00	49.75
400	10.20	56	56.00	54.89	60	60.00	58.81	53	53.00	51.95
500	10.36	58	58.00	55.99	64	64.00	61.78	56	56.00	54.06
600	10.52	62	62.00	58.93	70	70.00	66.54	68	68.00	64.64
700	10.69	65	65.00	60.82	68	68.00	63.63	61	61.00	57.08
800	10.86	67	67.00	61.70	68	68.00	62.62	62	62.00	57.10
900	11.04	68	68.00	61.62	72	72.00	65.24	68	68.00	61.62
1000	11.22	73	73.00	65.07	79	79.00	70.41	75	75.00	66.85
1100	11.41	75	75.00	65.74	74	74.00	64.86	69	69.00	60.48
1200	11.60	76	76.00	65.49	74	74.00	63.77	72	72.00	62.04
1300	11.81	79	79.00	66.91	78	78.00	66.06	81	81.00	68.60
1400	12.02	84	84.00	69.90	83	83.00	69.06	81	81.00	67.40



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Laboratuvarı

#### SONUÇLAR

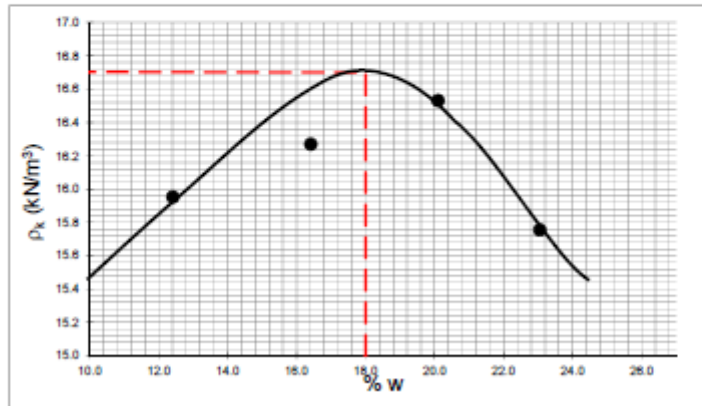
Kohezyon,  $c_u = 35$   
Kayma Direnci Açısı,  $\phi = 0$



## SAKARYA ÜNİVERSİTESİ GEOTEKNİK LABORATUVARI


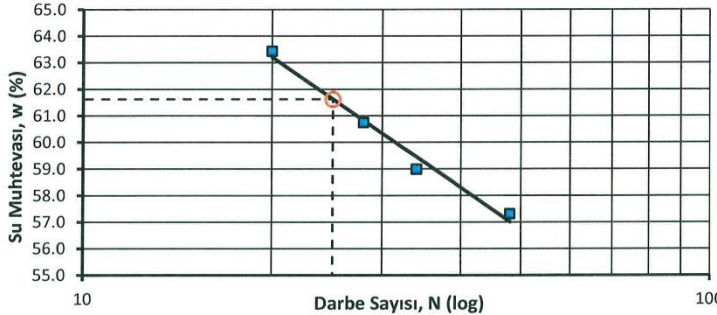

## PROKTOR DENEYİ (TS 1900-1)

PROJE	Sercan Doğan							
ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER	Dolgu Malzemeel							
ÖRNEĞİN TANIMI	Kızıl Kahve							
ÖRNEK NO.	1	DENEYİ YAPAN					SD	
DERİNLİK	—	DANE ÖZGÜL AĞIRLIĞI						
TARİH	28.5.2018	ÖRNEK AĞIRLIĞI (kg)					35	
30 mm ELEK		KALIBIN İÇ HACMİ (cm <sup>3</sup> )					944.74	
DENEY NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
KALIP + ZEMİN AĞIRLIĞI (gr.)	6009	6106	6194	6149	6090	6203		
KALIP AĞIRLIĞI (gr.)	4282	4282	4282	4282	4282	4282		
SIKIŞTIRILMIŞ ZEMİN AĞIRLIĞI (gr.)	1727	1824	1912	1867	1808	1921		
YAŞ BİRİM HACİM AĞIRLIĞI (kNm <sup>3</sup> )	17.93	18.94	19.85	19.39	18.77	19.95		
KAP NO.	212	449	407	461	574	210		
KAP AĞIRLIĞI (gr.)	57.69	63.77	47.17	54.65	52.96	65.95		
KAP + YAŞ ÖRNEK AĞIRLIĞI (gr.)	373.56	335.98	314.24	421.18	508.41	365.36		
KAP + KURU ÖRNEK AĞIRLIĞI (gr.)	338.69	297.61	269.55	352.53	413.07	310.64		
SU MUHTEVASI (%)	12.41	16.41	20.10	23.05	26.48	22.36		
KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK (kNm <sup>3</sup> )	15.95	16.27	16.53	15.76	14.84	16.30		



$\rho_s$ (kNm <sup>3</sup> )=	16.70
% w opt.=	18.00

## EK 3: Laboratuvar sonuçları (Geçirimsizlik için)

 <b>SAKARYA ÜNİVERSİTESİ</b> Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik Çalışma Grubu		<b>LİKİT LİMİT &amp; PLASTİK LİMİT DENEYİ (Dört Nokta)</b>			
Proje :	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.				
Örneğin Alındığı Yer :	Dağdibi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI				
Örneğin Tanım :	Kahverengi				
Sondaj No :	AÇ-1	Tarih :	06.01.2017		
Örnek No :	1	Deney Tipi :	Casagrande		
Derinlik :	Yüzey	Deneyi Yapan :	R.E.		
Deney Tipi :	<input checked="" type="checkbox"/> Doğal	<input type="checkbox"/> Etüv Kuru	<input type="checkbox"/> Koni		
			<input checked="" type="checkbox"/> Casagrande		
<b>LİKİT LİMİT</b>					
Deney No :	$w_n$	1	2	3	4
Kap No :	732	312	320	337	374
Kap + Örnek, (g) :	257.61	40.86	44.10	38.81	43.41
Kap + Kuru Örnek, (g) :	217.21	34.12	37.18	32.23	36.16
Kap Ağırlığı, (g) :	54.90	22.36	25.45	21.40	24.73
Kuru Örnek Ağırlığı, $M_s$ (g) :	162.31	11.76	11.73	10.83	11.43
Su Ağırlığı, $M_w$ (g) :	40.4	6.74	6.92	6.58	7.25
Su Muhtevası, $w$ (%) :	25	57	59	61	63
Darbe Sayısı, $N$ :		48	34	28	20
<b>PLASTİK LİMİT</b>		<b>SONUÇLAR</b>			
Kap No :	367	Örnek Ağırlığı, (g) :	50.00		
Kap + Örnek, (g) :	26.15	No. 200 Kalan :	7.59		
Kap + Kuru Örnek, (g) :	25.14	No. 200 :	42.41		
Kap Ağırlığı, (g) :	19.03	% İnce :	84.82		
Kuru Örnek Ağırlığı, $W_s$ (g) :	6.11	Likit Limit :	62		
Su Ağırlığı, $W_w$ (g) :	1.01	Plastik Limit :	17		
Su Muhtevası, $w$ (%) :	17	Plastisite İndisi :	45		
Plastik Limit, $W_p$ (%) :	17	Sıvılık İndisi :	0.19		
					
<b>SINIFI (TS 1500/2000)</b> <b>CH, Yağlı Kil ve Az Kum</b>					
 Recep YÜPLER Geoteknik ABD					

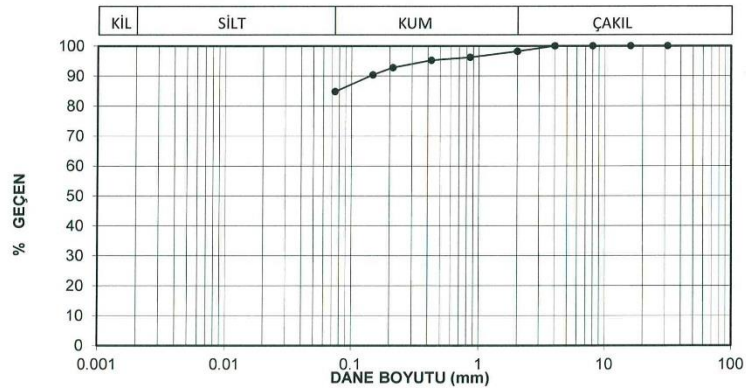


**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**  
Mühendislik Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Çalışma Grubu

**ELEK ANALİZİ DENEYİ**

<b>PROJE</b>	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.		
<b>ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER</b>	Dağdibi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI		
<b>ÖRNEĞİN TANIMI</b>	Kahve		
<b>SONDAJ NO</b>	AÇ-1	<b>DENEYİ YAPAN</b>	Recep EYÜPLER
<b>DERİNLİK</b>	---	<b>TARİH</b>	06.01.2017
<b>ELEME YÖNTEMİ</b>	YIKAMALI	KURU	<b>TOPLAM AĞIRLIK:</b> 50

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	0.00	0	100
2.00 mm.	0.91	2	98
0.850 mm.	0.97	2	96
0.425 mm.	0.52	1	95
0.212 mm.	1.20	2	93
0.147 mm.	1.22	2	90
0.074 mm.	2.77	6	85
PAN	42.41	84.82	0
TOPLAM	50.00		



**SINIFI (TS 1500/2000):** CH, Yağlı Kil ve Az Kum





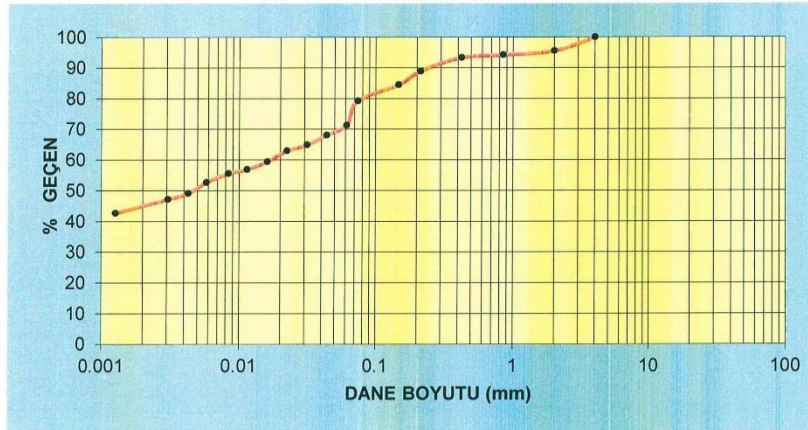
## SAKARYA ÜNİVERSİTESİ \* GEOTEKNİK LABORATUVARI - HİDROMETRE

PROJE:	KATI ATIK	ÖRNEK NO:	AÇ-1
YERİ:	DAĞDIBI	DERİNLİK:	2.00 m
ÖRNEĞİN TANIMI:	Kahve	TOPLAM AĞIRLIK:	50.00 gr.
DENEYİ YAPAN:	R.E.	TARİH:	17.01.2017
ELEME YÖNTEMİ:		YIKAMALI	KURU

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	0.00	0	100
2.00 mm.	2.21	4	96
PAN	47.79	96	0
TOPLAM	50.00		

HİDROMETREYE GİREN NUMUNE AĞIRLIĞI: 47.72 gr.

0.850 mm.	0.67	1	99	94
0.425 mm.	0.41	1	98	93
0.212 mm.	2.24	5	93	89
0.147 mm.	2.22	5	88	84
0.074 mm.	2.63	6	83	79
TOPLAM	8.17			



KİL SİLT KUM ÇAKIL





**TEK NOKTA YÖNTEMİ İLE KIVAM LİMİTİ TAYİNİ  
(ASTM 4318-93) VE SINIFLANDIRMA (TS1500/2000)**

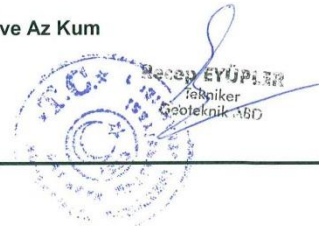
<b>PROJE</b>		Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.		
<b>ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER</b>		Dağdıbi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI		
<b>ÖRNEĞİN TANIMI</b>		Kahverengi		
<b>DENEY ÖZELLİĞİ</b>		Etüv Kurusu		
<b>SONDAJ NO</b>	AÇ-2	<b>DENEYİ YAPAN</b>	R. Eyüpler	
<b>DERİNLİK (m)</b>	Yüzey	<b>TARİH</b>	04.01.2017	
<b>Deney</b>		<b>Doğal su içeriği, <math>w_n</math></b>	<b>Likit Limit, <math>w_L</math></b>	<b>Plastik Limit, <math>w_p</math></b>
Kap No		783	365	375
Vuruş sayısı, N		-	28	-
Kap + Örnek Ağırlığı, (g)		584.81	34.78	30.83
Kap + Kuru Örnek Ağırlığı, (g)		474.88	29.90	30.13
Kap Ağırlığı, (g)		54.00	19.60	25.72
Kuru Örnek Ağırlığı $W_s$ , (g)		420.88	10.30	4.41
Su Ağırlığı $W_w$ , (g)		109.93	4.88	0.70
Su İçeriği $w$ , (%)		26	47	16
tan $\beta$		-	0.12	-

<b>Örnek Ağırlığı, (g)</b>	50
<b>No. 200'den Kalan</b>	7.67
<b>No. 200</b>	42.33
<b>% İnce</b>	85

<b>LİKİT LİMİT</b>	48
<b>PLASTİK LİMİT</b>	16
<b>PLASTİSİTE İNDİSİ</b>	32
<b>SIVILIK İNDİSİ</b>	0.33

**SINIFI (TS 1500/2000):**

**CI, Orta Plastisiteli Kil ve Az Kum**





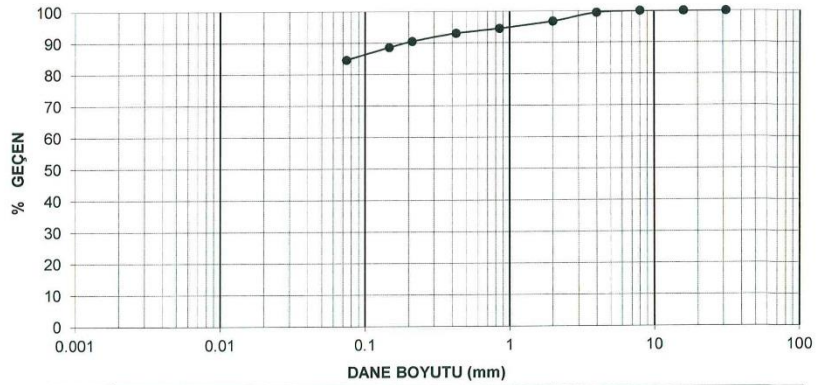
**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**  
Mühendislik Fakültesi  
İnsaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Çalışma Grubu

**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ GEOTEKNİK LABORATUVARI**  
**ESENTEPE KAMPÜSÜ - ADAPAZARI**

**ELEK ANALİZİ (TS1900-1/2006)**

<b>PROJE:</b>	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. N	<b>SONDAJ NO:</b>	AÇ-2
<b>YERİ:</b>	Dağdibi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI	<b>DERİNLİK (m):</b>	Yüzey
<b>ÖRNEĞİN TANIMI:</b>	Kahverengi	<b>TOPLAM AĞIRLIK (gr):</b>	50.00 gr.
<b>DENEYİ YAPAN</b>	R. Eyüpler	<b>TARİH:</b>	04.01.2017
<b>ELEME YÖNTEMİ</b>		<b>YIKAMALI</b>	<b>KURU</b>

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	0.27	1	99
2.00 mm.	1.33	3	97
0.850 mm.	1.12	2	95
0.425 mm.	0.75	2	93
0.212 mm.	1.26	3	91
0.147 mm.	0.95	2	89
0.074 mm.	1.99	4	85
PAN	42.33	85	0
TOPLAM	50.00		



KİL
  SİLT
  KUM
  ÇAKIL



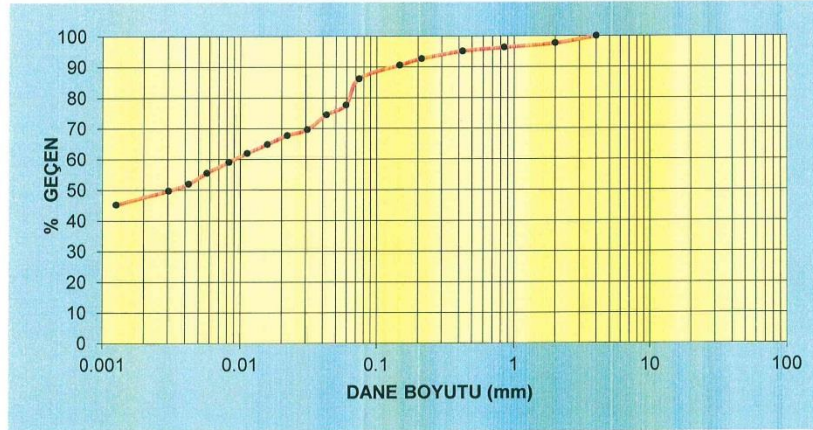
## SAKARYA ÜNİVERSİTESİ \* GEOTEKNİK LABORATUVARI - HİDROMETRE

PROJE:	KATI ATIK	ÖRNEK NO:	AÇ-2
YERİ:	DAĞDIBI	DERİNLİK:	2.00 m
ÖRNEĞİN TANIMI:	Kahve	TOPLAM AĞIRLIK:	50.00 gr.
DENEYİ YAPAN:	R.E.	TARİH:	17.01.2017
ELEME YÖNTEMİ:		YIKAMALI	KURU

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	0.00	0	100
2.00 mm.	1.13	2	98
PAN	48.87	98	0
TOPLAM	50.00		

HİDROMETREYE GİREN NUMUNE AĞIRLIĞI: 48.83 gr.

0.850 mm.	0.68	1	99	96
0.425 mm.	0.61	1	97	95
0.212 mm.	1.24	3	95	93
0.147 mm.	1.04	2	93	91
0.074 mm.	2.20	5	88	86
TOPLAM	5.77			



KIL | SILT | KUM | ÇAKIL

SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
 GEOTEKNİK LABORATUVARI  
 19118  
 41080  
 KAYSERİ  
 17.01.2017  
 R. E. EYÜP  
 Tekniker  
 Geoteknik A60

**TEK NOKTA YÖNTEMİ İLE KIVAM LİMİTİ TAYİNİ  
(ASTM 4318-93) VE SINIFLANDIRMA (TS1500/2000)**

<b>PROJE</b>		Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.	
<b>ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER</b>		Dağdıbi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI	
<b>ÖRNEĞİN TANIMI</b>		Kahverengi	
<b>DENEY ÖZELLİĞİ</b>		Etüv Kuruğu	
<b>SONDAJ NO</b>	AÇ-3	<b>DENEYİ YAPAN</b>	R. Eyüpler
<b>DERİNLİK (m)</b>	Yüzey	<b>TARİH</b>	06.01.2017
<b>Deney</b>	<b>Doğal su içeriği, <math>w_n</math></b>	<b>Likit Limit, <math>w_L</math></b>	<b>Plastik Limit, <math>w_p</math></b>
Kap No	779	376	332
Vuruş sayısı, N	-	21	-
Kap + Örnek Ağırlığı, (g)	398.89	47.48	25.72
Kap + Kuru Örnek Ağırlığı, (g)	355.74	41.53	25.08
Kap Ağırlığı, (g)	54.10	26.23	20.46
Kuru Örnek Ağırlığı $W_s$ , (g)	301.64	15.30	4.62
Su Ağırlığı $W_w$ , (g)	43.15	5.95	0.64
Su İçeriği $w$ , (%)	14	39	14
$\tan \beta$	-	0.12	-

<b>Örnek Ağırlığı, (g)</b>	50
<b>No. 200'den Kalan</b>	8.50
<b>No. 200</b>	41.50
<b>% İnce</b>	83

<b>LİKİT LİMİT</b>	38
<b>PLASTİK LİMİT</b>	14
<b>PLASTİSİTE İNDİSİ</b>	24
<b>SIVILIK İNDİSİ</b>	0.02

**SINIFI (TS 1500/2000):**

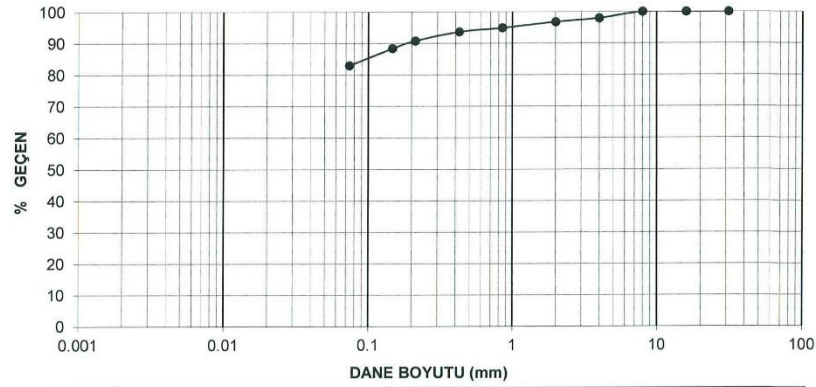
**CI, Orta Plastisiteli Kil ve Az Kum**





<b>PROJE:</b>	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. N	<b>SONDAJ NO:</b>	AÇ-3
<b>YERİ:</b>	Dağdibi Katı Atık Tesisleri / ADAPAZARI	<b>DERİNLİK (m):</b>	Yüzey
<b>ÖRNEĞİN TANIMI:</b>	Kahverengi	<b>TOPLAM AĞIRLIK (gr):</b>	50.00 gr.
<b>DENEYİ YAPAN</b>	R. Eyüpler	<b>TARİH:</b>	06.01.2017
<b>ELEME YÖNTEMİ</b>		<b>YIKAMALI</b>	<b>KURU</b>

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	1.01	2	98
2.00 mm.	0.59	1	97
0.850 mm.	0.94	2	95
0.425 mm.	0.63	1	94
0.212 mm.	1.43	3	91
0.147 mm.	1.20	2	88
0.074 mm.	2.70	5	83
PAN	41.50	83	0
TOPLAM	50.00		



KİL      SİLT      KUM      ÇAKIL

**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**  
Geoteknik A.B.D.  
R. EYÜPLER  
Tekniker

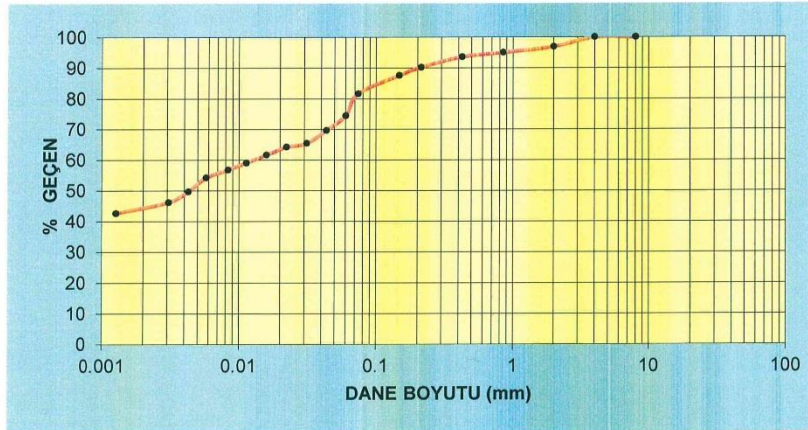
## SAKARYA ÜNİVERSİTESİ \* GEOTEKNİK LABORATUVARI - HİDROMETRE

PROJE:	KATI ATIK	ÖRNEK NO:	AÇ-3
YERİ:	DAĞDIBI	DERİNLİK:	2.00 m
ÖRNEĞİN TANIMI:	Kahve	TOPLAM AĞIRLIK:	50.00 gr.
DENEYİ YAPAN:	R.E.	TARİH:	17.01.2017
ELEME YÖNTEMİ:		YIKAMALI	KURU

ELEK AÇIKLIĞI	KALAN AĞIRLIK	% KALAN	% GEÇEN
31.50 mm.	0.00	0	100
16.00 mm.	0.00	0	100
8.00 mm.	0.00	0	100
4.00 mm.	0.00	0	100
2.00 mm.	1.52	3	97
PAN	48.48	97	0
TOPLAM	50.00		

HİDROMETREYE GİREN NUMUNE AĞIRLIĞI: 48.43 gr.

0.850 mm.	0.94	2	98	95
0.425 mm.	0.73	2	97	94
0.212 mm.	1.68	3	93	90
0.147 mm.	1.33	3	90	88
0.074 mm.	2.98	6	84	82
TOPLAM	7.66			



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
 GEOTEKNİK LABORATUVARI  
 İZMİR  
 15.01.2017  
 R. E. YÜREK  
 Tekniker  
 Geoteknik A60





**KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEYİ**

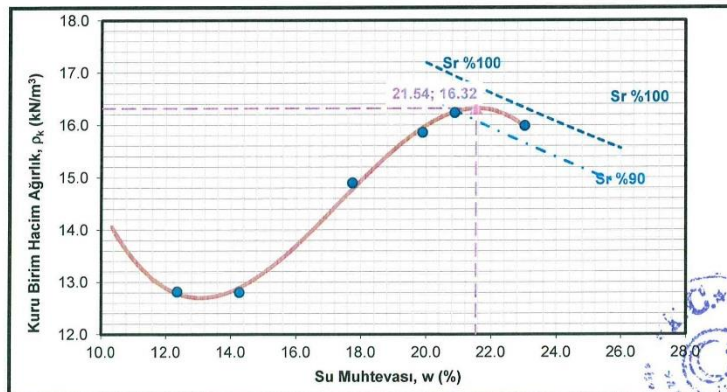
PROJE	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.		
Örneğin Alındığı Yer	Dağdibi Katı Atık Tesisleri		
Örneğin Tanımı	Kahverengi		

Deneysel Standardı	TS1900-1/ 7	Zeminde kuru birim hacim ağırlık - su muhtevası bağıntısının 2,5 kilogramlık tokmakla elde edilmesi (standart enerji)
--------------------	-------------	---

Örnek No	AÇ-1	Örnek Ağırlığı, kg	9.98
Derinlik	Yüzey Numunesi	Kalıp Yüksekliği, cm	11.60
Tarih	10.01.2017	Kalıp çapı, cm	10.12
20 mm Elek		Kalıbın İç Hacmi, cm <sup>3</sup>	933.06
Dane Özgül Ağırlığı	2.7	Deneysel Yapan	R.E.

Deneysel No	1	2	3	4	5	6	7
Kalıp+Zemin Ağ., gr	5648	5670	5947	6087	6145	6149	
Kalıp Ağ., gr	4278	4278	4278	4278	4278	4278	
Sıkıştırılmış Zemin Ağ., gr	1370	1392	1669	1809	1867	1871	
Yaş Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	14.40	14.64	17.55	19.02	19.63	19.67	
Kap No	707	701	721	759	768	749	
Kap Ağ., gr	68.49	70.06	69.39	68.46	68.24	67.8	
Kap+Yaş Örnek Ağ., gr	410.26	461.32	344.54	373.59	383.55	499.44	
Kap+Kuru Örnek Ağ., gr	372.7	412.47	303.09	322.97	329.09	418.65	
Su Muhtevası, %	12.35	14.27	17.74	19.89	20.88	23.03	
Kuru Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	12.82	12.81	14.90	15.86	16.24	15.99	

Hava Boşluğu Eğrileri	w (%)	S <sub>r</sub> (%)		S <sub>r</sub> (%)	
		100	95	90	85
	20.00	17.20	16.89	16.55	16.20
	21.00	16.90	16.59	16.25	15.89
	22.00	16.62	16.30	15.96	15.59
	23.00	16.34	16.02	15.67	15.31
	24.00	16.07	15.75	15.40	15.03
	25.00	15.81	15.48	15.14	14.76
	26.00	15.56	15.23	14.88	14.51



$\rho_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	16.32
% w <sub>opt</sub>	21.54





**KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEYİ**

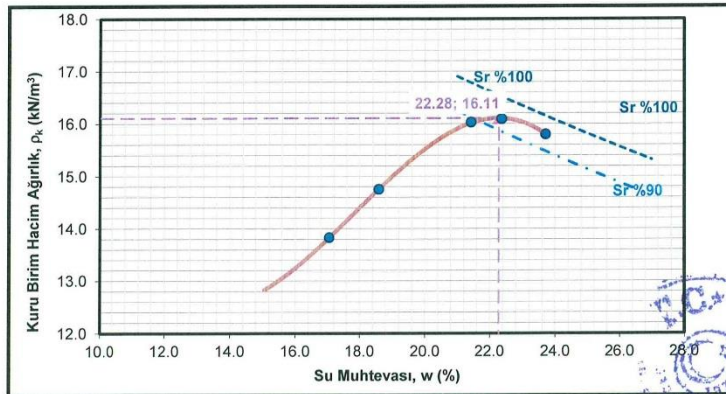
PROJE	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrz.		
Örneğin Alındığı Yer	Dağdibi Katı Atık Tesisleri		
Örneğin Tanımı	Kahverengi		

Deneysel Standardı	TS1900-1/ 7	Zeminde kuru birim hacim ağırlık - su muhtevası bağıntısının 2,5 kilogramlık tokmakla elde edilmesi (standart enerji)
--------------------	-------------	---

Örnek No	AÇ-2	Örnek Ağırlığı, kg	8.79
Derinlik	Yüzey Numunesi	Kalıp Yüksekliği, cm	11.60
Tarih	10.01.2017	Kalıp çapı, cm	10.12
20 mm Elek		Kalıbın İç Hacmi, cm <sup>3</sup>	933.06
Dane Özgül Ağırlığı	2.7	Deneysel Yapan	R.E.

Deneysel No	1	2	3	4	5	6	7
Kalıp+Zemin Ağ., gr	5818	5942	6129	6151	6137		
Kalıp Ağ., gr	4278	4278	4278	4278	4278		
Sıkıştırılmış Zemin Ağ., gr	1540	1664	1851	1873	1859		
Yaş Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	16.19	17.49	19.46	19.69	19.55		
Kap No	780	793	738	720	745		
Kap Ağ., gr	53.96	54.68	56.30	60.72	55.48		
Kap+Yaş Örnek Ağ., gr	491.42	495.87	464.87	456.07	443.41		
Kap+Kuru Örnek Ağ., gr	427.67	426.71	392.8	383.81	369.09		
Su Muhtevası, %	17.06	18.59	21.42	22.37	23.70		
Kuru Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	13.83	14.75	16.03	16.09	15.80		

Hava Boşluğu Eğrileri	w (%)	S <sub>r</sub> (%)			
		100	95	90	85
	21.00	16.90	16.59	16.25	15.89
	22.00	16.62	16.30	15.96	15.59
	23.00	16.34	16.02	15.67	15.31
	24.00	16.07	15.75	15.40	15.03
25.00	15.81	15.48	15.14	14.76	
26.00	15.56	15.23	14.88	14.51	
27.00	15.32	14.99	14.63	14.26	







## KOMPAKSİYON (PROKTOR) DENEYİ

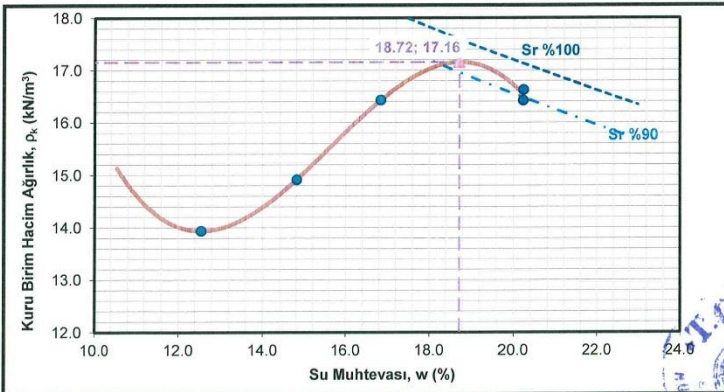
PROJE	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.	
Örneğin Alındığı Yer	Dağdibi Katı Atık Tesisleri	
Örneğin Tanımı	Kahverengi	

Deney Standardı	TS1900-1/ 7	Zeminde kuru birim hacim ağırlık - su muhtevası bağıntısının 2,5 kilogramlık tokmakla elde edilmesi (standart enerji)
-----------------	-------------	---

Örnek No	AÇ-3	Örnek Ağırlığı, kg	8.73
Derinlik	Yüzey Numunesi	Kalıp Yüksekliği, cm	11.60
Tarih	10.01.2017	Kalıp çapı, cm	10.12
20 mm Elek		Kalıbın İç Hacmi, cm <sup>3</sup>	933.06
Dane Özgül Ağırlığı	2.7	Deneyi Yapan	R.E.

Deney No	1	2	3	4	5	6	7
Kalıp+Zemin Ağ., gr	5770	5907	6104	6156	6179		
Kalıp Ağ., gr	4278	4278	4278	4278	4278		
Sıkıştırılmış Zemin Ağ., gr	1492	1629	1826	1878	1901		
Yaş Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	15.69	17.13	19.20	19.74	19.99		
Kap No	786	792	724	723	784		
Kap Ağ., gr	56.48	56.25	60.26	60.22	55.08		
Kap+Yaş Örnek Ağ., gr	360.57	445.99	483.81	433.29	451.85		
Kap+Kuru Örnek Ağ., gr	326.67	395.7	422.76	370.52	385.07		
Su Muhtevası, %	12.55	14.82	16.84	20.23	20.24		
Kuru Birim Hacim Ağ., kN/m <sup>3</sup>	13.94	14.92	16.43	16.42	16.62		

Hava Boşluğu Eğrileri	w (%)	S <sub>r</sub> (%)			
		100	95	90	85
	17.00	18.15	17.86	17.54	17.20
	18.00	17.82	17.52	17.20	16.85
	19.00	17.51	17.20	16.87	16.52
	20.00	17.20	16.89	16.55	16.20
	21.00	16.90	16.59	16.25	15.89
	22.00	16.62	16.30	15.96	15.59
	23.00	16.34	16.02	15.67	15.31



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Geoteknik Çalışma Grubu

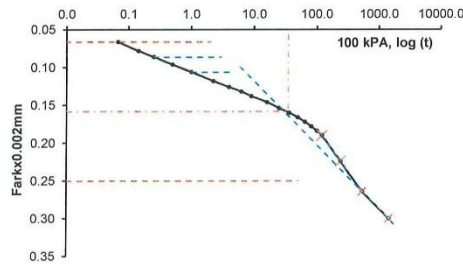
**KONSOLIDASYON DENEYİ**  
**Permeabilite Değerlendirmesi**

Proje:	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.		
Yer:	Dağdibi Katı Atık Tesisleri./Adapazarı	Tarih:	06.01.2017
Tanım:	Kahverengi	Deney Öncesi	Deney Sonu
Sondaj No:	AÇ-1	Halka+Numune Ağ. (gr):	145.48
Deneyi Yapan:	R.E.	Kuru Num. Ağr. (gr):	60.93
Derinlik (m):	2	Numune Ağ. (gr):	76.44
YASS (m):	0	Su Ağırlığı (gr):	16.52
İlk Okuma:	0	Su Muhtevası (%):	25.46
Son Okuma:	482	Doğal B.H.A. (kN/m <sup>3</sup> ):	19.35
Özgül Ağırlık:	2.69	Kuru B.H.A. (kN/m <sup>3</sup> ):	15.22
Halka Ağırlığı (gr):	68.03	Doygunluk Derecesi (%):	99.41
Halka Yükseklik (mm):	20.00	Numune Yüksekliği (mm):	20.00
Çap (mm):	50.00	Katıların Eşdeğer Yük. (mm):	11.54
Halka Alanı (mm <sup>2</sup> ):	19.63	Boşlukların Eşdeğer Yük. (mm):	8.46
Numune İlk Hacmi (cm <sup>3</sup> ):	39.27	Suyun Eşdeğer Yük. (mm):	8.41
Numune Son Hacmi (cm <sup>3</sup> ):	39.08	Boşluk Oranı:	0.73
Doğal Ef. Gerilme (kPa):	19.08	Yükseklik Değişimi (mm):	0.96

t (dak)	t <sup>1/2</sup>	σ = 100 kPa		σ = 200 kPa	
		Okuma	Fark	Okuma	Fark
0	0.000	92	0	242	0
1	0.067	125	33	295	53
2	0.142	131	39	304	62
3	0.25	135	43	310	68
4	0.50	140	48	316	74
5	1.00	145	53	322	80
6	2.25	151	59	332	90
7	4.00	155	63	338	96
8	6.25	158	66	344	102
9	9	161	69	349	107
10	16	165	73	358	116
11	25	169	77	366	124
12	36	172	80	374	132
13	49	175	83	381	139
14	64	178	86	388	146
15	81	181	89	395	153
16	100	184	92	402	160
17	121	187	95	410	168
18	240	204	112	441	199
19	540	224	132	468	226
20	1440	242	150	482	240

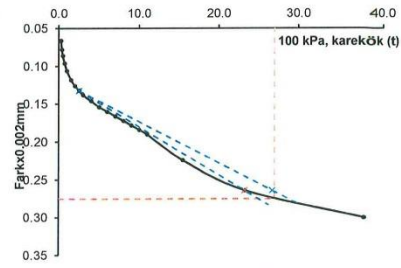


Proje:	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.
Yer:	Dağdibi Katı Atık Tesisleri./Adapazarı
Tanım:	Kahverengi
Sondaj No:	AÇ-1
Derinlik (m):	2



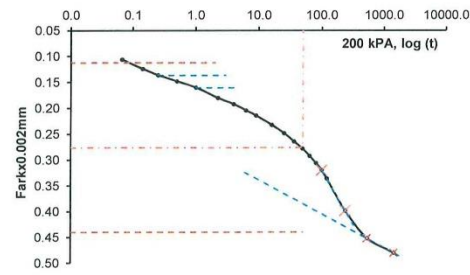
100 kPa, $t_{50}$ (dak) = 35
100 kPa, $t_{50}$ (sn) = 2100

$c_v$ ( $m^2/sn$ ) = 9.381E-09
$k_v$ (m/sn) = 2.76E-09



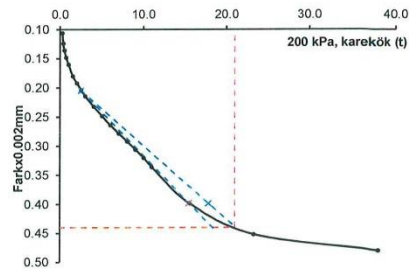
100 kPa, $t_{90}$ (dak) = 729
100 kPa, $t_{90}$ (sn) = 43740

$c_v$ ( $m^2/sn$ ) = 1.94E-09
$k_v$ (m/sn) = 5.71E-10



200 kPa, $t_{50}$ (dak) = 50
200 kPa, $t_{50}$ (sn) = 3000

$c_v$ ( $m^2/sn$ ) = 6.567E-09
$k_v$ (m/sn) = 1.55E-09



200 kPa, $t_{90}$ (dak) = 441
200 kPa, $t_{90}$ (sn) = 26460

$c_v$ ( $m^2/sn$ ) = 3.20E-09
$k_v$ (m/sn) = 7.55E-10



**KONSOLIDASYON DENEYİ**  
**Permeabilite Değerlendirmesi**

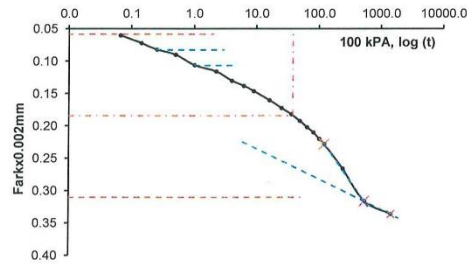
<b>Proje:</b>	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.		
<b>Yer:</b>	Dağdibi Katı Atık Tesisleri./Adapazarı		<b>Tarih:</b> 06.01.2017
<b>Tanım:</b>	Kahverengi		<b>Deney Öncesi</b>
<b>Sondaj No:</b>	AÇ-2	<b>Halka+Numune Ağ. (gr):</b>	143.81
<b>Deneyi Yapan:</b>	R.E.	<b>Kuru Num. Ağr. (gr):</b>	60.18
<b>Derinlik (m):</b>	2	<b>Numune Ağ. (gr):</b>	76.12
<b>YASS (m):</b>	0	<b>Su Ağırlığı (gr):</b>	15.94
<b>İlk Okuma:</b>	0	<b>Su Muhtevası (%):</b>	26.49
<b>Son Okuma:</b>	694	<b>Doğal B.H.A. (kN/m<sup>2</sup>):</b>	19.02
<b>Özgül Ağırlık:</b>	2.69	<b>Kuru B.H.A. (kN/m<sup>2</sup>):</b>	15.03
<b>Halka Ağırlığı (gr):</b>	67.69	<b>Doygunluk Derecesi (%):</b>	94.33
<b>Halka Yükseklik (mm):</b>	20.00	<b>Numune Yüksekliği (mm):</b>	20.00
<b>Çap (mm):</b>	50.00	<b>Katıların Eşdeğer Yük. (mm):</b>	11.39
<b>Halka Alanı (mm<sup>2</sup>):</b>	19.63	<b>Boşlukların Eşdeğer Yük. (mm):</b>	8.61
<b>Numune İlk Hacmi (cm<sup>3</sup>):</b>	39.27	<b>Suyun Eşdeğer Yük. (mm):</b>	8.12
<b>Numune Son Hacmi (cm<sup>3</sup>):</b>	39.00	<b>Boşluk Oranı:</b>	0.76
<b>Doğal Ef. Gerilme (kPa):</b>	18.41	<b>Yükseklik Değişimi (mm):</b>	1.39

t (dak)	t <sup>1/2</sup>	σ = 100 kPa			σ = 200 kPa			
		Okuma	Fark	Oturma	Okuma	Fark	Oturma	
0	0.000	0.000	222	0	0.000	390	0	0.000
1	0.067	0.258	252	30	0.060	460	70	0.140
2	0.142	0.376	258	36	0.072	470	80	0.160
3	0.25	0.50	263	41	0.082	480	90	0.180
4	0.50	0.71	267	45	0.090	490	100	0.200
5	1.00	1.00	275	53	0.106	500	110	0.220
6	2.25	1.50	280	58	0.116	512	122	0.244
7	4.00	2.00	287	65	0.130	521	131	0.262
8	6.25	2.50	291	69	0.138	528	138	0.276
9	9	3	295	73	0.146	535	145	0.290
10	16	4	302	80	0.160	546	156	0.312
11	25	5	308	86	0.172	556	166	0.332
12	36	6	313	91	0.182	566	176	0.352
13	49	7	318	96	0.192	575	185	0.370
14	64	8	323	101	0.202	584	194	0.388
15	81	9	327	105	0.210	591	201	0.402
16	100	10	332	110	0.220	602	212	0.424
17	121	11	336	114	0.228	610	220	0.440
18	240	15	355	133	0.266	642	252	0.504
19	540	23	380	158	0.316	669	279	0.558
20	1440	38	390	168	0.336	694	304	0.608



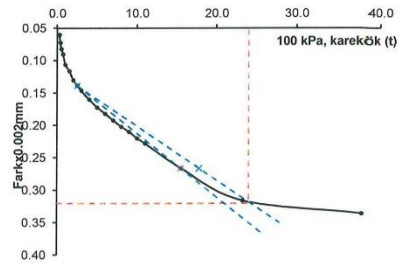


Proje:	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Yön. Mrkz.
Yer:	Dağdibi Katı Atık Tesisleri./Adapazarı
Tanım:	Kahverengi
Sondaj No:	AÇ-2
Derinlik (m):	2



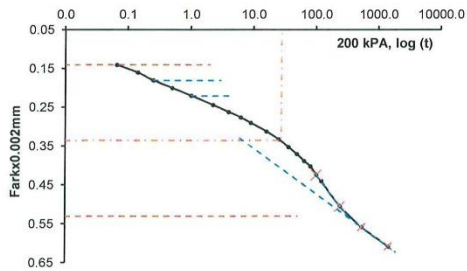
100 kPa, $t_{50}$ (dak) = 38
100 kPa, $t_{50}$ (sn) = 2280

$c_v$ ( $m^2/sn$ )= 8.64E-09
$k_v$ (m/sn) = 2.85E-09



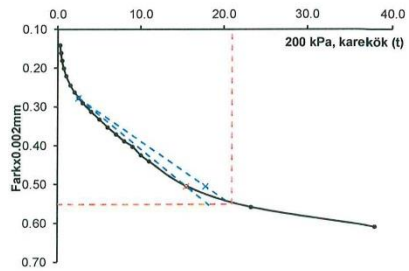
100 kPa, $t_{90}$ (dak) = 576
100 kPa, $t_{90}$ (sn) = 34560

$c_v$ ( $m^2/sn$ )= 2.45E-09
$k_v$ (m/sn) = 8.09E-10



200 kPa, $t_{50}$ (dak) = 28
200 kPa, $t_{50}$ (sn) = 1680

$c_v$ ( $m^2/sn$ )= 1.173E-08
$k_v$ (m/sn) = 3.50E-09



200 kPa, $t_{90}$ (dak) = 441
200 kPa, $t_{90}$ (sn) = 26460

$c_v$ ( $m^2/sn$ )= 3.20E-09
$k_v$ (m/sn) = 9.56E-10





### KONSOLIDASYON DENEYİ

<b>PROJE</b>	Sercan Doğan Tez		
<b>YER</b>	Dağdıblı		
<b>TANIM</b>	Kızıl Kahve (opt-5)		
<b>SONDAJ NO</b>		<b>HALKA AĞIRLIĞI (gr)</b>	68,33
<b>DERİNLİK (m)</b>	0,00	<b>YÜKSEKLİK (mm)</b>	20,00
<b>ÖZGÜL AĞIRLIK</b>	2,69	<b>ÇAP (mm)</b>	50,00
<b>DENEYİ YAPAN</b>	S.D.	<b>HALKA ALANI</b>	19,63
<b>TARİH</b>	28.5.2018	<b>İLK HACİM</b>	39,27
<b>İLK OKUMA</b>	0	<b>NUMUNE SON HACİM (cm<sup>3</sup>)</b>	38,64
<b>SON OKUMA</b>	1597	<b>DOĞAL EFEKTİF GERİLME (kPa)</b>	0

Deney Önceki

Deney Sonu

<b>HALKA + NUMUNE (gr)</b>	148,52	146,28
<b>NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	80,19	77,95
<b>SU AĞIRLIĞI (gr)</b>	31,36	29,12
<b>KURU NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	48,83	48,83
<b>SU MUHTEVASI (%)</b>	64	60
<b>DOĞAL BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	20,03	19,79
<b>KURU BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	12,20	12,40
<b>DOYGUNLUK DERECESESİ (%)</b>	100	100

Deney Önceki

Deney Sonu

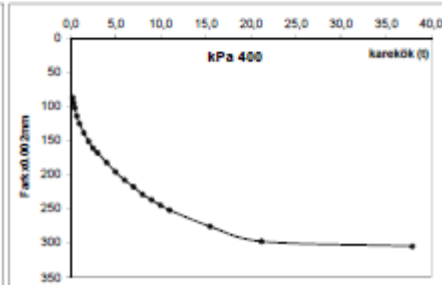
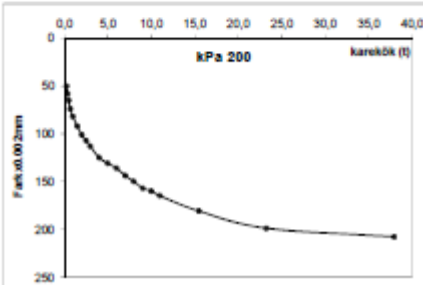
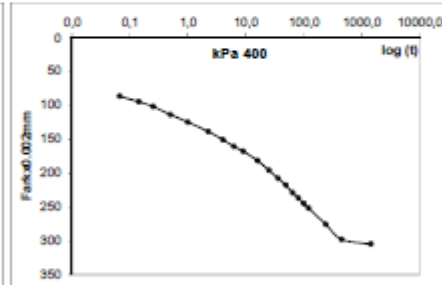
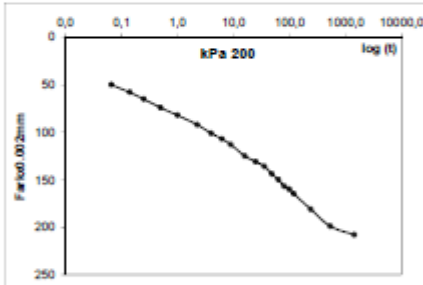
<b>NUMUNE YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	20,00	16,81
<b>KATILARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	9,25	9,25
<b>BOŞLUKLARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	10,75	7,56
<b>SUTUN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	15,97	14,83
<b>BOŞLUK ORANI</b>	1,16	0,82
<b>YÜKSEKLİK DEĞİŞİMİ (mm)</b>	3,19	



SAKARYA  
ÜNİVERSİTESİ

$\sigma = 200$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	285	0
0,067	0,258	335	50
0,142	0,376	343	58
0,25	0,50	350	65
0,50	0,71	359	74
1,00	1,00	367	82
2,25	1,50	377	92
4,00	2,00	386	101
6,25	2,50	392	107
9	3	398	113
16	4	410	125
25	5	416	131
36	6	421	136
49	7	429	144
64	8	435	150
81	9	442	157
100	10	445	160
121	11	450	165
144	12	456	171
169	13	461	176
196	14	466	181
225	15	471	186
256	16	476	191
289	17	481	196
324	18	484	199
361	19	488	203
400	20	491	206
441	21	493	208

$\sigma = 400$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	493	0
0,067	0,258	580	87
0,142	0,376	588	95
0,25	0,50	595	102
0,50	0,71	607	114
1,00	1,00	618	125
2,25	1,50	632	139
4,00	2,00	644	151
6,25	2,50	654	161
9	3	661	168
16	4	675	182
25	5	689	196
36	6	701	208
49	7	711	218
64	8	722	229
81	9	730	237
100	10	738	245
121	11	745	252
144	12	751	258
169	13	756	263
196	14	761	268
225	15	765	272
256	16	769	276
289	17	773	280
324	18	776	283
361	19	779	286
400	20	781	288
441	21	783	290
484	22	785	292
529	23	787	294
576	24	788	295
625	25	789	296
676	26	790	297
729	27	791	298
784	28	792	299
841	29	793	300
900	30	794	301
961	31	795	302
1024	32	796	303
1089	33	797	304
1156	34	798	305





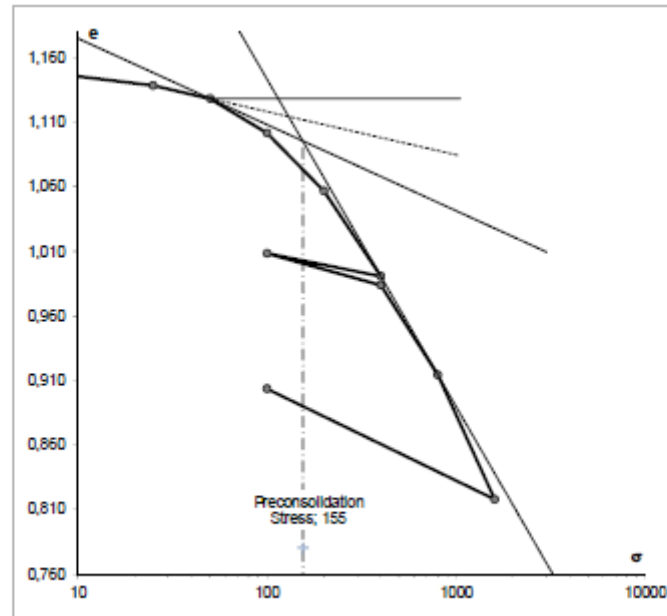
SAKARYA  
UNIVERSITESI

$\sigma$	Okuma	Fark	Gerçek	$H_e$	$e$	$a_v$
1	0	0	0,000	10,755	1,163	
25	115	115	0,230	10,525	1,138	0,10366
50	162	47	0,094	10,431	1,128	0,04067
100	285	123	0,246	10,185	1,102	0,0532
200	493	208	0,416	9,769	1,057	0,045
400	798	305	0,610	9,159	0,991	0,03299
100	716	-82	-0,164	9,323	1,008	0,00591
400	830	114	0,228	9,095	0,984	0,00822
800	1151	321	0,642	8,453	0,914	0,01736
1600	1597	446	0,892	7,561	0,818	0,0121
100	1201	-396	-0,792	8,353	0,903	0,0057

$\alpha_c = 155 \text{ kPa}$

$C_c = 0,321$

$C_r = 0,041$





### KONSOLIDASYON DENEYİ

<b>PROJE</b>	Sercan Doğan Tez		
<b>YER</b>	Dağdıblı		
<b>TANIM</b>	Kızıl Kahve (opt)		
<b>SONDAJ NO</b>		<b>HALKA AĞIRLIĞI (gr)</b>	68,33
<b>DERİNLİK (m)</b>	0,00	<b>YÜKSEKLİK (mm)</b>	20,00
<b>ÖZGÜL AĞIRLIK</b>	2,69	<b>ÇAP (mm)</b>	50,00
<b>DENEYİ YAPAN</b>	S.D.	<b>HALKA ALANI</b>	19,63
<b>TARİH</b>	28.5.2018	<b>İLK HACİM</b>	39,27
<b>İLK OKUMA</b>	0	<b>NUMUNE SON HACİM (cm<sup>3</sup>)</b>	38,57
<b>SON OKUMA</b>	1774	<b>DOĞAL EFEKTİF GERİLME (kPa)</b>	0

Deney Önceki

Deney Sonu

<b>HALKA + NUMUNE (gr)</b>	143,49	140,18
<b>NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	75,16	71,85
<b>SU AĞIRLIĞI (gr)</b>	26,33	23,02
<b>KURU NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	48,83	48,83
<b>SU MUHTEVASI (%)</b>	54	47
<b>DOĞAL BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	18,78	18,27
<b>KURU BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	12,20	12,42
<b>DOYGUNLUK DERECESESİ (%)</b>	100	100

Deney Önceki

Deney Sonu

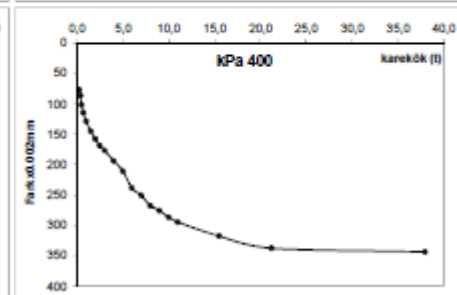
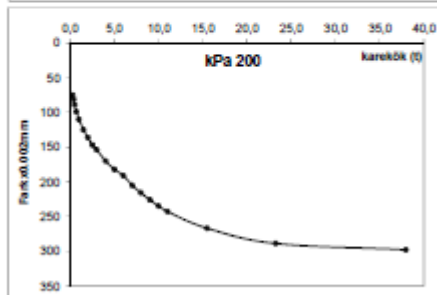
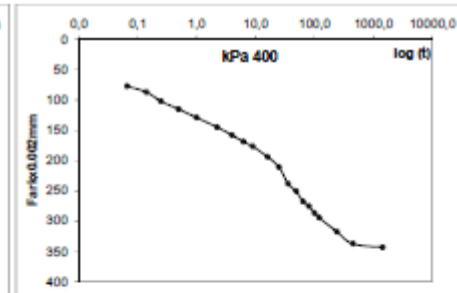
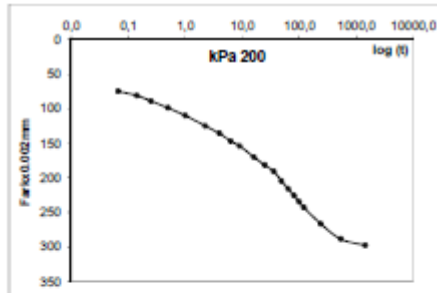
<b>NUMUNE YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	20,00	16,45
<b>KATILARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	9,25	9,25
<b>BOŞLUKLARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	10,75	7,21
<b>SUYUN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	13,41	11,72
<b>BOŞLUK ORANI</b>	1,16	0,78
<b>YÜKSEKLİK DEĞİŞİMİ (mm)</b>	3,55	



SAKARYA  
ÜNİVERSİTESİ

$\sigma = 200$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	405	0
0,067	0,258	480	75
0,142	0,376	486	81
0,25	0,50	494	89
0,50	0,71	504	99
1,00	1,00	515	110
2,25	1,50	530	125
4,00	2,00	541	136
6,25	2,50	552	147
9	3	559	154
16	4	575	170
25	5	587	182
36	6	596	191
49	7	610	205
64	8	621	216
81	9	631	226
100	10	640	235
121	11	648	243
240	15	672	267
540	23	694	299
1440	38	703	298

$\sigma = 400$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	703	0
0,067	0,258	780	77
0,142	0,376	790	87
0,25	0,50	805	102
0,50	0,71	818	115
1,00	1,00	832	129
2,25	1,50	848	145
4,00	2,00	861	158
6,25	2,50	872	169
9	3	880	177
16	4	897	194
25	5	914	211
36	6	942	239
49	7	954	251
64	8	971	268
81	9	979	276
100	10	990	287
121	11	998	295
240	15	1021	318
450	21	1041	338
1440	38	1047	344





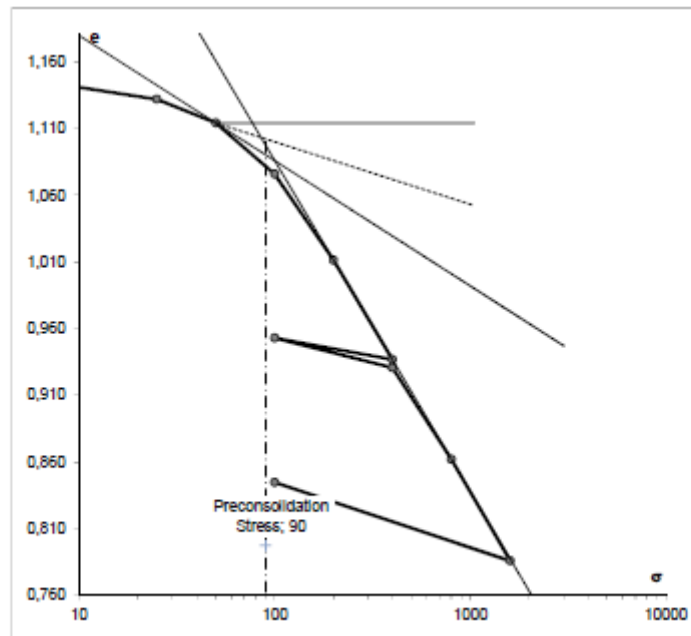


$\sigma$	Okuma	Fark	Gerçek	He	e	$a_v$
1	0	0	0,000	10,755	1,163	
25	146	146	0,292	10,463	1,132	0,1316
50	228	82	0,164	10,299	1,114	0,07096
100	405	177	0,354	9,945	1,076	0,0766
200	703	298	0,596	9,349	1,011	0,06447
400	1047	344	0,688	8,661	0,937	0,03721
100	972	-75	-0,150	8,811	0,953	0,00541
400	1075	103	0,206	8,605	0,931	0,00743
800	1392	317	0,634	7,971	0,862	0,01714
1600	1744	352	0,704	7,267	0,786	0,0095
100	1472	-272	-0,544	7,811	0,845	0,0039

$$\sigma_c = 90 \text{ kPa}$$

$$Cc = 0,253$$

$$Cr = 0,037$$





### KONSOLIDASYON DENEYİ

<b>PROJE</b>	Sercan Doğan Tez		
<b>YER</b>	Dağdıblı		
<b>TANIM</b>	Kızı Katıve (opt+5)		
<b>SONDAJ NO</b>		<b>HALKA AĞIRLIĞI (gr)</b>	68,24
<b>DERİNLİK (m)</b>	0,00	<b>YÜKSEKLİK (mm)</b>	20,00
<b>ÖZGÜL AĞIRLIK</b>	2,69	<b>ÇAP (mm)</b>	50,00
<b>DENEYİ YAPAN</b>	S.D.	<b>HALKA ALANI</b>	19,63
<b>TARİH</b>	28.5.2018	<b>İLK HACİM</b>	39,27
<b>İLK OKUMA</b>	0	<b>NUMUNE SON HACİMİ (cm<sup>3</sup>)</b>	38,47
<b>SON OKUMA</b>	2038	<b>DOĞAL EFEKTİF GERİLME (kPa)</b>	0

Deney Öncesi

Deney Sonu

<b>HALKA + NUMUNE (gr)</b>	143,70	139,19
<b>NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	75,46	70,95
<b>SU AĞIRLIĞI (gr)</b>	29,34	24,83
<b>KURU NUMUNE AĞIRLIĞI (gr)</b>	46,12	46,12
<b>SU MUHTEVASI (%)</b>	64	54
<b>DOĞAL BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	18,85	18,09
<b>KURU BHA (kN/m<sup>2</sup>)</b>	11,52	11,76
<b>DOYGUNLUK DERECESESİ (%)</b>	100	100

Deney Öncesi

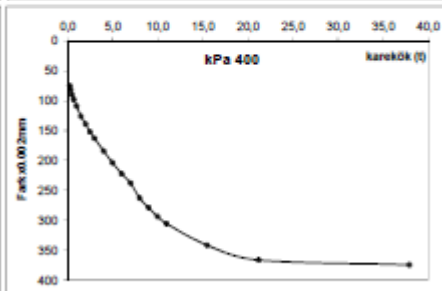
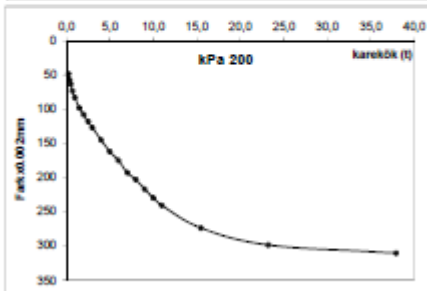
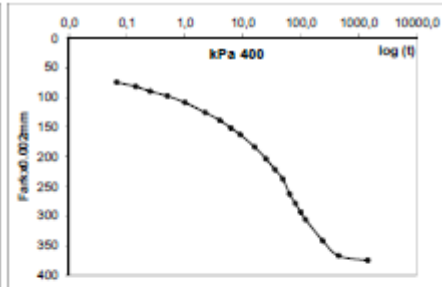
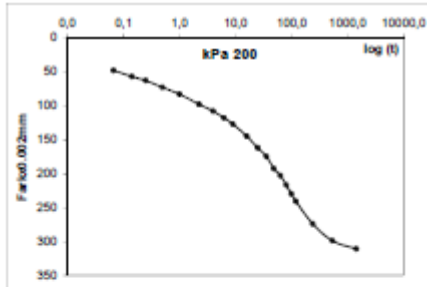
Deney Sonu

<b>NUMUNE YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	20,00	15,92
<b>KATILARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	8,73	8,73
<b>BOŞLUKLARIN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	11,27	7,19
<b>SUTUN EŞDEĞER YÜKSEKLİĞİ (mm)</b>	14,94	12,65
<b>BOŞLUK ORANI</b>	1,29	0,82
<b>YÜKSEKLİK DEĞİŞİMİ (mm)</b>	4,08	



$\sigma = 200$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	597	0
0,067	0,258	645	48
0,142	0,376	654	57
0,25	0,50	660	63
0,50	0,71	670	73
1,00	1,00	680	83
2,25	1,50	695	98
4,00	2,00	705	108
6,25	2,50	715	118
9	3	724	127
16	4	742	145
25	5	759	162
36	6	772	175
49	7	790	193
64	8	800	203
81	9	814	217
100	10	827	230
121	11	838	241
240	15	871	274
540	23	896	299
1440	38	908	311

$\sigma = 400$ kPa			
t (dak)	$t^{1/2}$	Okuma	Fark
0,000	0,000	908	0
0,067	0,258	983	75
0,142	0,376	990	82
0,25	0,50	998	90
0,50	0,71	1006	98
1,00	1,00	1017	109
2,25	1,50	1034	126
4,00	2,00	1047	139
6,25	2,50	1060	152
9	3	1071	163
16	4	1092	184
25	5	1112	204
36	6	1130	222
49	7	1146	238
64	8	1171	263
81	9	1187	279
100	10	1202	294
121	11	1214	306
240	15	1250	342
480	21	1275	367
1440	38	1283	375





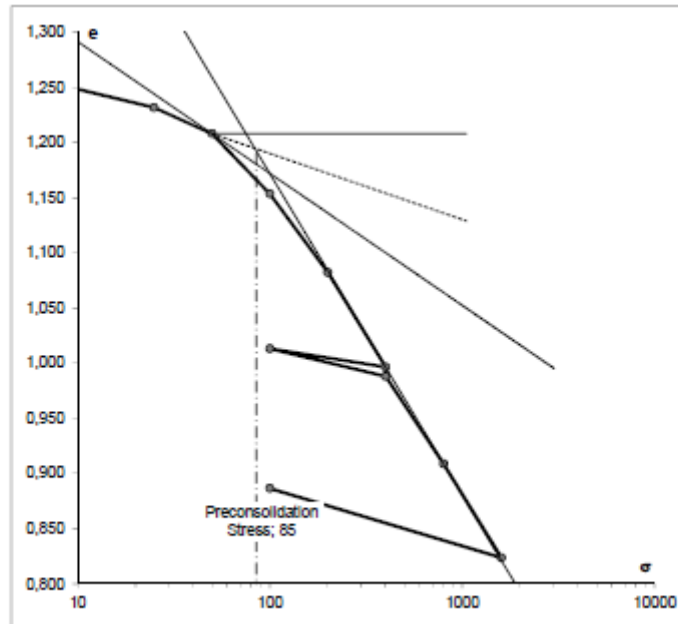
SAKARYA  
UNIVERSİTESİ

$\sigma$	Okuma	Fark	Gerçek	$H_e$	$e$	$a_v$
1	0	0	0,000	11,268	1,290	
25	256	256	0,512	10,756	1,232	0,24431
50	359	103	0,206	10,550	1,208	0,09437
100	597	238	0,476	10,074	1,154	0,1090
200	906	311	0,622	9,452	1,082	0,07123
400	1283	375	0,750	8,702	0,997	0,04295
100	1210	-73	-0,146	8,848	1,013	0,00557
400	1320	110	0,220	8,628	0,968	0,0084
800	1666	346	0,692	7,936	0,909	0,01981
1600	2038	372	0,744	7,192	0,824	0,0107
100	1763	-275	-0,550	7,742	0,887	0,0042

$$\sigma_c = 85 \text{ kPa}$$

$$C_c = 0,283$$

$$C_r = 0,042$$



**EK 4: Deney fotoğrafları**









## **ÖZGEÇMİŞ**

Sercan DOĞAN, 02.07.1989'da Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2007 yılında Figen Sakallıoğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Sakarya Büyükşehir Belediyesi'nde inşaat mühendisi olarak görev yapmaktadır.