

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE HEYELAN ANALİZİ:  
KİREÇHANE(TRABZON) HEYELANI ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Ahmet Doğa KELEŞOĞLU**

**ŞUBAT 2020  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE HEYELAN ANALİZİ:**  
**KİREÇHANE (TRABZON) HEYELANI ÖRNEĞİ**

**Ahmet Doğa KELEŞOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**“İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ”**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 / 12 / 2019**

**Tezin Savunma Tarihi : 10 / 02 / 2020**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Zekai ANGIN**

**Trabzon 2020**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında  
Ahmet Doğa KELEŞOĞLU Tarafından Hazırlanan**

**SONLU ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE HEYELAN ANALİZİ:  
KİREÇHANE(TRABZON) HEYELANI ÖRNEĞİ**

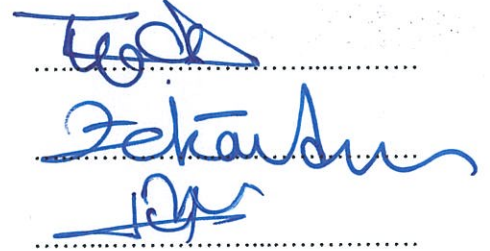
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 21 / 01 / 2020 gün ve 1838 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Tufan ÇAKIR**

**Üye : Doç. Dr. Zekai ANGIN**

**Üye : Doç. Dr. Sabriye Banu İKİZLER**

  
.....  
.....  
.....

**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Trabzon il sınırları içerisinde bulunan Kireçhane(Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl yolunda meydana gelen Yeniköy heyelanının sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak güvenlik sayısının artırılması, uygun yapı elemanlarıyla heyelan sorunun giderilmesi ve uygun yapıların maliyet hesaplarının yapılması amacıyla Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yaptığım tüm çalışmalarda bilgisine ve tecrübesine sonuna kadar güvendiğim saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. Zekai ANGIN hocama, lisans ve yüksek lisans eğitimimde dersler, laboratuvar aşamaları ve tez aşamalarında yardımları, yönlendirmeleri ve gösterdiği ilgi alakadan dolayı teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Yazdığım tez ve içeriği konusunda yardımlarını esirgemeyen, yönlendirmelerde bulunan, programının yoğunluğu arasında tarafıma zaman ayıran Doç. Dr. Banu İKİZLER hocama gösterdiği destekten ötürü minnettarım.

Yaptığım çalışmalar esnasında ve özellikle Plaxis kullanım aşamalarında ve tezin ilerleyen süreçlerinde çok değerli bilgi ve görüşlerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU 'na çok teşekkür ederim.

Heyelanını incelediğim bölgede beraber çalışmalar yaptığım, verilerin toplanması ve değerlendirilmesinde katkıları fazla olan çok değerli Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü personellerine teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans ve tez aşamalarında her zaman yanımda olan biricik anneanneme sonsuz teşekkürler.

Ahmet Doğa KELEŞOĞLU  
Trabzon 2020

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Heyelan Analizi: Kireçhane(Trabzon) Heyelanı Örneği” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Zekai ANGIN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

10/02/2020

Ahmet Doğa KELEŞOĞLU

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XV
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Literatür Taraması .....	2
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	8
1.4. Heyelanlar.....	10
1.4.1. Heyelanların Tarihçesi.....	11
1.4.2. Heyelanların Etkileri.....	13
1.4.3. Heyelanların Kısımları.....	13
1.4.4. Heyelan Hareketleri Çeşitleri .....	14
1.4.4.1. Düşme .....	16
1.4.4.2. Devrilme .....	17
1.4.4.3. Akma.....	18
1.4.4.3.1. Yavaş Akma.....	19
1.4.4.3.2. Hızlı Akma.....	20
1.4.4.4. Kayma.....	21
1.4.4.4.1. Düzlemsel (Ötelenmeli) Kayma .....	22
1.4.4.4.2. Dairesel (Dönel) Kayma .....	22
1.4.4.5. Yanal Yayılma .....	23
1.4.4.6. Karmaşık Hareketler .....	24
1.4.5. Heyelan Hareketlerine Neden Olan Faktörler .....	24

1.4.5.1.	Doğal Etkenler .....	24
1.4.5.2.	Beşeri Etkenler.....	25
1.5.	Şevlerin Stabilitesi .....	25
1.5.1.	Şev Zemin Parametrelerinin Belirlenmesi .....	28
1.5.1.1.	Ön Çalışmalar ve Zemin Araştırma Çalışmaları .....	28
1.5.1.2.	Arazi Deneyleleri.....	29
1.5.1.3.	Laboratuvar Deneyleleri .....	30
1.5.1.4.	Geri Hesap Yöntemi .....	30
1.6.	Şev Stabilitate Analiz Yöntemleri .....	31
1.6.1.	Limit Gerilme Yöntemi .....	31
1.6.2.	Limit Denge Yaklaşımı.....	32
1.6.2.1.	Düzlemsel Kaymalar .....	33
1.6.2.2.	Kama Tipi Kaymalar .....	33
1.6.2.3.	Dairesel Kaymalar .....	33
1.6.2.3.1.	$\phi=0$ Analizi .....	33
1.6.2.3.2.	İsveç Dilim Yöntemi.....	35
1.6.2.3.3.	Janbu Yöntemi .....	36
1.6.2.3.4.	Spencer Yöntemi .....	37
1.6.2.3.5.	Morgenstern-Price Yöntemi .....	38
1.6.2.3.6.	Basitleştirilmiş Bishop.....	40
1.6.2.3.7.	Culmann Yöntemi .....	41
1.6.3.	Sonlu Elemanlar Yöntemi .....	42
1.7.	Şev Islah Çalışmaları .....	43
1.7.1.	Şeve Müdahale Edilmesi .....	43
1.7.2.	Drenaj .....	44
1.7.2.1.	Yer Üstü Drenajının Yapılması .....	44
1.7.2.2.	Yer Altı Drenajının Yapılması.....	45
1.7.3.	Topuğa Yük Koymak .....	46
1.7.4.	Dayanma Yapıları .....	46
1.7.4.1.	Taş ve Betonarme Duvarlar .....	47
1.7.4.2.	Ankrajlar .....	49
1.7.4.3.	Kazıklar.....	50
1.7.4.3.1.	Ahşap Kazıklar .....	51

1.7.4.3.2.	Betonarme Kazıklar .....	51
1.7.4.3.2.1.	Önceden Dökülerek Hazırlanan Betonarme Kazıklar .....	52
1.7.4.3.2.2.	Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar .....	53
1.7.4.3.3.	Çelik Kazıklar .....	55
1.7.4.3.4.	Kompozit Kazıklar.....	56
1.7.5.	Mini Kazıklar .....	56
1.7.6.	Zemin Çivisi .....	57
1.7.7.	Palplanşlar.....	58
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR.....	59
2.1.	Çalışma Alanının Tanıtılması .....	59
2.1.1.	Çalışma Bölgesinin Coğrafi Konumu ve İklim Özellikleri .....	59
2.1.2.	Çalışma Bölgesinin Genel Jeolojisi .....	61
2.1.3.	Çalışma Bölgesinin Heyelan Özellikleri .....	61
2.2.	Bölgede Yapılan Araştırma Çalışmaları .....	62
2.2.1.	Arazi Çalışmaları .....	62
2.2.1.1.	Sondaj Çalışmaları.....	63
2.2.1.2.	Presiyometre Deneyi.....	73
2.2.1.3.	Arazi Çalışmalarının Değerlendirilmesi .....	74
2.2.2.	Laboratuvar Deneyleri .....	74
2.3.	Oluşturulan Kesit Tipi .....	75
2.4.	Zemin Tabakalarının Parametrelerinin Belirlenmesi.....	77
2.4.1.	Yamaç Molozu ve Rezidüel Kil Tabakaları .....	77
2.4.2.	Killi Kireç Taşı-Tüf-Marn Tabakası .....	81
2.5.	Heyelan Analizinde Bilgisayar Yazılım Programı Uygulaması .....	84
2.5.1.	Bilgisayar Yazılım Programı .....	84
2.5.2.	Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu Yeniköy Heyelanında Yapılan İyileştirme Çalışmaları .....	89
2.5.2.1.	Bilgisayar Yazılım Programı ile Yapılan Çalışmalar .....	89
2.5.2.2.	Geoteknik Tasarım.....	91
2.5.2.2.1.	Mevcut Durumun Sayısal Analizi .....	91
2.5.2.2.2.	İksa Kazıkları ile Yapılan Analiz .....	93
2.5.2.2.3.	Palyeli Kazı ile Yapılan Analiz .....	97
2.5.2.2.4.	Palyeli ve İksa Kazıklı Yapılan Analiz.....	99



2.5.3.	Stabilizasyonun Sağlanması İçin Yapılan Çalışmaların Maliyetleri .....	104
2.5.3.1.	İksa Kazıkları Uygulamasında Maliyet Hesabı .....	104
2.5.3.2.	Palyeli Kazı Uygulamasında Maliyet Hesabı .....	109
2.5.3.3.	Palyeli Kazı ve İksa Kazık Uygulamasında Maliyet Hesabı .....	112
3.	SONUÇLAR.....	116
4.	ÖNERİLER.....	119
5.	KAYNAKLAR .....	120
6.	EKLER .....	127
ÖZGEÇMİŞ		



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE HEYELAN ANALİZİ:  
KİREÇHANE(TRABZON) HEYELANI ÖRNEĞİ

Ahmet Doğa KELEŞOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Zekai ANGIN  
2020, 126 Sayfa, 78 Sayfa Ek

Şev stabilitesi ve heyelanlar mühendislikte büyük önem arz etmektedir. İnsan ihtiyaçları arttıkça yapılan yeni mühendislik yapıları ile birlikte bozulan zeminlerin stabiliteilerinin sağlanması gerekmektedir. Bu tez çalışmasında, şev stabilitesi yöntemleri, şevlerin hareketleri, zemin parametrelerinin belirlenmesi, heyelanlar ve heyelanları önleme yöntemleri açıklanmıştır. Karayolları Genel Müdürlüğü 10. Bölge Müdürlüğü hizmet alanı içerisinde bulunan Trabzon ilindeki Kireçhane(Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl yolunda meydana gelen heyelan incelenmiştir. Heyelan olan bölgede zemin araştırma çalışmaları yapılmış ve geoteknik zemin etüd raporu hazırlanmıştır. Yapılan arazi ve deneysel çalışmalar sonucunda heyelanlı bölgenin zemin yapıları belirlenmiştir. Bölgede meydana gelen heyelanın iyileştirilerek güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Yapılacak analizler için sonlu elemanlar yöntemini kullanan paket programı kullanılmıştır. Mevcut sistemin ilk halinin güvenlik sayısı bulunmuş, uygun yapı elemanları sisteme eklenmek suretiyle paket program ile analizler yapılarak güvenlik sayısı artırılmış ve şev stabilitesi sağlanmıştır. Uygun yapı elemanlarının K.G.M 2019 birim fiyatlarına göre maliyetleri hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Şev stabilitesi, Heyelan, Kireçhane(Trabzon) Ayrım-Uğurlu-Yeniköy Heyelanı, Sonlu Elemanlar Yöntemi

Master Thesis

SUMMARY

LANDSLIDE ANALYSIS THROUGH FINITE ELEMENT METHOD:  
EXAMPLE OF (KİREÇHANE)TRABZON LANDSLIDE

Ahmet Doğa KELEŞOĞLU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Doç. Dr. Zekai ANGIN  
2020, 126 Pages, 78 Pages Appendix

A slope stability and landslides have a great importance in engineering while the human needs are increasing, it is necessary to provide the stabilites of the grounds which were spoilt due to the new engineering consructions. In this thesis study; slope stability methods, the movements of the slopes, determination of the ground parameters, landslides and the methods of preventing landslides have been explained. The landslide which occured on the road of Kireçhane(Trabzon) Ayrım-Uğurlu in Trabzon in the service area of the 10 th regional directorate of general directorate of highways. The works on examination of soil have been realized in the landslide area and the etude report of geotechnical ground has been prepared. It is necessary the landslide that happened in the area should be made safer by improving it. For the analyzes to be carried out, a package program using finite element method was used. The security number of its first state of the present system has been found and the security number has been increased by adding the adequate construction elements to the system and then slope stability has been ensured. Costs of eligible building elements were calculated according to K.G.M 2019 unit prices.

**Key Words:** Slope Stability, Landslide, The Landslide in Kireçhane(Trabzon) Ayrım-Uğurlu-Yeniköy, Finite Element Method

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu kesimi görüntüsü.....	9
Şekil 1.2. Kireçhane (Trabzon) Ayrım - Uğurlu İl Yolu heyelanı.....	10
Şekil 1.3. Heyelan vakalarının illere göre dağılışı .....	12
Şekil 1.4. Heyelan kesiti .....	13
Şekil 1.5. Heyelanın kısımları.....	14
Şekil 1.6. Heyelan hareketi çeşitleri .....	15
Şekil 1.7. Düşme tipi heyelanı .....	16
Şekil 1.8. Gümüşhane-Tirebolu yolunda düşme heyelanı .....	17
Şekil 1.9. Devrilme tipi hareketi .....	17
Şekil 1.10. Tirebolu – Torul yolunda gerçekleşmiş devrilme türü zemin hareketi.....	18
Şekil 1.11. Akma tipi heyelan çeşitleri .....	19
Şekil 1.12. Yavaş akma örneği .....	20
Şekil 1.13. Hızlı akma.....	21
Şekil 1.14. Dairesel (Dönel) kayma hareketi .....	22
Şekil 1.15. Yanal yayılma türü kütle hareketi.....	23
Şekil 1.16. Şeve ait parametreler .....	26
Şekil 1.17. Kama yenilmesi .....	33
Şekil 1.18. Dairesel kayma yüzeyinde meydana gelmekte olan gerilme modeli.....	34
Şekil 1.19. Şevin kesitini meydana getiren dilimler .....	35
Şekil 1.20. Dilimde gerçekleşen kuvvetler ve kuvvet poligonu .....	36
Şekil 1.21. Düzeltme katsayısı diyagramı.....	37
Şekil 1.22. Spencer güvenlik sayısı .....	38
Şekil 1.23. Dilimlerdeki kuvvet tipleri .....	39
Şekil 1.24. Dilimi etkisi altına alan kuvvetler.....	40
Şekil 1.25. Bishop güvenlik sayısı .....	41
Şekil 1.26. Culmann kırılma düzlemi .....	42
Şekil 1.27. Şevlere müdahale edilmesi .....	44
Şekil 1.28. Palyeli yarma enkesiti tipi .....	45

Şekil 1.29. Yatay ve düşey drenler vasıtasıyla yeraltı suyunun tahliye edilmesi .....	45
Şekil 1.30. Taş duvar örneği-inşaatı .....	47
Şekil 1.31. Pere'nin görünümü .....	48
Şekil 1.32. Betonarme istinat duvarı.....	49
Şekil 1.33. Ankraj örnekleri.....	50
Şekil 1.34. Ahşap kazık uygulamasına ait bir örnek.....	51
Şekil 1.35. Önceden dökme betonarme kazıklar örneği .....	52
Şekil 1.36. Yerinde dökme betonarme kazık imalatı.....	54
Şekil 1.37. Çelik kazıklar.....	55
Şekil 1.38. Kompozit kazık örneği .....	56
Şekil 1.39. Mini kazık uygulaması .....	57
Şekil 1.40. Zemin çivisi uygulaması.....	57
Şekil 1.41. Palplanş uygulaması .....	58
Şekil 2.1. Çalışmanın yapıldığı bölge .....	60
Şekil 2.2. SK-1 / 0.00-22.50 m'leri arası görünüm.....	64
Şekil 2.3. SK-1 / 22.50- 45.00 m'leri arası görünüm.....	65
Şekil 2.4. SK-2 / 0.00- 20.00 m'leri arası görünüm.....	66
Şekil 2.5. SK-2 / 20.00-40.00 m'leri arası görünüm.....	67
Şekil 2.6. SK-3 / 0.00-18.00 m'leri arası görünüm.....	68
Şekil 2.7. SK-3 / 34.50- 40.00 m'leri arası görünüm.....	69
Şekil 2.8. SK-4 / 0.00- 29.50 m'leri arası görünüm.....	70
Şekil 2.9. SK-5 / 0.00-23.00 m'leri arası görünüm.....	71
Şekil 2.10. SK-5 / 23.00- 35.50 m'leri arası görünüm.....	71
Şekil 2.11. SK-5 / 35.50- 40.00 m'leri arası görünüm.....	72
Şekil 2.12. 1/500 ölçekli topografya haritası .....	75
Şekil 2.13. Tip kesit .....	76
Şekil 2.14. $I_p$ - kot ilişkisi.....	78
Şekil 2.15. $c_r$ -kot ilişkisi.....	78
Şekil 2.16. Uzun dönem kesme hali için içsel sürtünme açısı-plastisite indeksi bağlantısı.....	79
Şekil 2.17. $\phi_r$ – kot ilişkisi.....	79
Şekil 2.18. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi için ortaya çıkan RQD değerleri (ort=7).....	81
Şekil 2.19. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi için ortaya çıkan $I_s50$ değerleri (ort=0.5MPa) .....	82

Şekil 2.20. Proje oluşturma ekranı .....	86
Şekil 2.21. Plaxis general settings project ekranı .....	87
Şekil 2.22. Plaxis general settings dimension ekranı .....	87
Şekil 2.23. Material sets ekranı .....	88
Şekil 2.24. General mesh ekranı .....	88
Şekil 2.25. Zemin enkesit modeli .....	89
Şekil 2.26. Yamaç molozu malzeme özellikleri .....	90
Şekil 2.27. Rezidüel kil birimi malzeme özellikleri .....	90
Şekil 2.28. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi parametreleri .....	91
Şekil 2.29. Doğal durumun stabilizasyon analizi.....	92
Şekil 2.30. Mevcut durumun güvenlik sayısı .....	92
Şekil 2.31. Ø100 14 m'lik kazıklı sistemin stabilite analizi .....	93
Şekil 2.32. Ø100 14 m'lik kazıklı sistemin güvenlik sayısı .....	94
Şekil 2.33. 2 adet Ø100 14 m'lik tek sıra kazıklarına göre stabilite analizi .....	94
Şekil 2.34. 2 adet Ø100 14 m'lik tek sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı .....	95
Şekil 2.35. 2 adet Ø100 14 m ve Ø100 20 m'lik tek sıra kazıklarına göre stabilite analizi.....	96
Şekil 2.36. 2 adet Ø100 14 m ve 1 adet Ø100 20 m'lik tek sıra kazıklarına göre güvenlik sayısı .....	96
Şekil 2.37. Palyeli yarma enkesiti tipi .....	98
Şekil 2.38. Palyeli kazıya göre stabilite analizi .....	98
Şekil 2.39. Palyeli kazıya göre güvenlik sayısı.....	99
Şekil 2.40. Palyeli kazıya göre stabilite analizi .....	100
Şekil 2.41. Palyeli kazıya göre güvenlik sayısı.....	100
Şekil 2.42. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre stabilizasyon analizi .....	101
Şekil 2.43. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre güvenlik sayısı.....	102
Şekil 2.44. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre stabilizasyon analizi .....	103
Şekil 2.45. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre güvenlik sayısı.....	103
Şekil 2.46. İksa kazıkları uygulanması görüntüsü .....	104
Şekil 2.47. Palyeli kazı uygulaması .....	110
Şekil 2.48. Palyeli kazı alan hesabı görüntüsü.....	110
Şekil 2.49. Palyezi kazı ve Ø100 14 m iksa kazıklı sistem.....	112
Şekil 2.50. Palyeli kazı alan hesabı görüntüsü.....	112

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Heyelan çeşitlerinin sınıflandırılması .....	14
Tablo 1.2. Güvenlik sayıları.....	32
Tablo 1.3. Betonarme çakma kazık boyları ve servis yükleri .....	53
Tablo 2.1. Sondaj çalışma tablosu .....	63
Tablo 2.2. SPT-N ve $I_p$ arasındaki ilişki.....	77
Tablo 2.3. Yamaç molozunun analizlerde kullanılması için gerekli parametreleri .....	80
Tablo 2.4. Rezidüel kil biriminin analizlerde kullanılması için gerekli parametreleri .....	80
Tablo 2.5. Eklem yönelimine göre düzeltme .....	82
Tablo 2.6. RMR değerine göre kaya sınıflanması .....	82
Tablo 2.7. Ampirik hesaplamalar sonucu ortaya çıkan Mohr-Coulomb yenilme parametreleri .....	83
Tablo 2.8. Çalışma bölgesindeki zeminlerin parametreleri .....	83
Tablo 2.9. Ø100 14 m kazık malzeme özellikleri .....	93
Tablo 2.10. Ø100 20 m kazık malzeme özellikleri .....	95
Tablo 2.11. Ø100 20 m kazığı donatı metrajı .....	105
Tablo 2.12. Ø100 14 m kazığı donatı metrajı .....	107

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

ab	: Şev Yüzeyi
ac	: Şev Tepesi
b	: Dilim genişliği
b	: Şev Topuğu
bc	: Kayma Yüzeyi
$c'$	: Efektif kohezyon
c	: Kohezyon
$c_r$	: ortalama kohezyon değeri
$c_u$	: Drenajsız kayma mukavemeti değeri
$c_u$	: Kohezyon
E	: Dilimler arası normal kuvvet
$E_M$	: Elastisite Modülü
$f_1$	: Zeminin plastisite indisine bağımlı bir katsayı
GS	: Güvenlik katsayısı
H	: Şev Yüksekliği
$H_k$	: Maksimum kazı yüksekliği
$I_p$	: Plastisite İndisi
$I_p$	: Ortalama Plastisite İndisi
$IS_{50}$	: Nokta yükü dayanım indeksi
M	: Dilim toplam ağırlığı
N	: Standart penetrasyon değeri
$\emptyset$	: Donatı çapı (mm)
$\emptyset$	: İksa kazığı çapı (cm)
$\phi$	: İçsel Sürtünme Açısı
$\phi'$	: Efektif kayma mukavemeti açısı
$\phi_r$	: Rezidüel içsel sürtünme açısı
$\phi_g$	: Kayma dairesinde ve /veya düzleminde stabilite için gerekli efektif içsel
$P_1$	: Limit basınç
$q_u$	: Ortalama tek eksenli basınç dayanımı



RQD	: Kaya kalite göstergesi
SCR	: Sağlam karot verimi
TCR	: Toplam karot verimi
u	: Dilim tabanına etkiyen boşluk suyu basıncı
$u_w$	: Yenilme- kırılma yüzeyine etki eden boşluk su basıncı
W	: Kayma kütesinin ağırlığı
$W_a$	: Kayma momenti
X	: Dilimler arası kesme kuvveti
$\beta$	: Şev Açısı, Eğim Açısı
$\beta_k$	: Kritik kayma açısı
$\gamma_d$	: Doygun birim hacim ağırlık
$\gamma_n$	: Doğal birim hacim ağırlık
$\lambda$	: Dilimler arası kesme kuvveti ile normal kuvvet oranı
$\mu$	: Poisson oranı
$\tau$	: Kayma gerilmesi
$\tau_f$	: Kayma mukavemeti
$\alpha$	: Dilimin tabanı ile yatay arasındaki açı

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Geçmişten günümüze kadar ve günümüzde de gerçekleşen, yeryüzünün bugünkü görünümüne sahip olmasına neden olan tabiat olayları insanoğlu tarafından doğal afetler olarak bilinmektedir. Deprem, volkanik aktiviteler, sel, fırtına ve kütle hareketleri gibi insanoğlu tarafından doğal afetler olarak algılanan faaliyetler dünyamız üzerinde bulunan her şeye etki etmektedir. İnsanoğlu günümüz dünyasında en aktif role sahip olan canlıdır ve doğal afetlerden daha fazla etkilenmektedir. Globalleşen dünyada insanoğlunun nüfusu sürekli artmaktadır ve nüfus artışıyla beraber faaliyet alanları da genişlemektedir. İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri barınmadır ve artan nüfus artışıyla beraber barınma ihtiyacının karşılanabilmesi için zaman geçtikçe yeni yaşam alanları kurulmaktadır. Yeni yaşam alanları kuruldukça, temel ihtiyaçların karşılanabilmesi için mühendislik yapıları yapılmaktadır ve yeni yaşam alanlarında doğanın dengesine müdahale edildiği için yapılan yapılar doğal afetlerden nasibini almaktadır. Bu yüzden yapılacak olan yapılarda, yapıların imal edileceği bölgelerde doğal afet faktörü göz önüne alınmalıdır ve planlı faaliyetler ile mühendislik yapıları imal edilmelidir.

Ekinci'ye (2007) göre, bu olaylar yerkürenin jeomorfolojik gelişimi için çok önemlidir. Bu olaylar yeryuvar için iyi hayat anlayışı sağlarken insanoğlu tarafından, insanoğlu ve diğer canlılar için bu olaylar genellikle iyi hayat anlayışının bir gereği olarak görülmemiş, sorunlar olarak değerlendirilmiştir. İnsanoğlunu birebir ilgilendiren bu olaylar mühendislik yapılarının imalatlarındaki plansız faaliyetler nedeniyle can ve mal güvenliğini tehlike altına sokan bir durum haline gelmiştir. Kütle hareketleri nedeniyle gerçekleşen ölümler ve yaralanmalar ile birlikte insanoğlu tarafından yapılan mühendislik yapıları da zarar görmektedir. Altyapı sorunları, mal kayıpları, hayvan ve tarım ürünlerinin kayıpları, arama ve kurtarma çalışmaları giderleri, ilk yardım ve geçici barındırma giderleri, tedavi beslenme ve giydirme giderleri, yapıların yeniden hasar onarım giderleri ve kütle hareketlerinin oluşturduğu diğer zararların karşılanması sebeplerinden dolayı büyük maddi kayıplar meydana gelmektedir.

Özdemir'e (1996) göre, sonuç olarak kütle hareketleri güncel jeomorfoloji ve jeolojinin dinamik koşullarından biri olmasının yanı sıra, sosyo-ekonomik bir durum haline gelmektedir.

Kütle hareketleri diğer afetlere oranla ülkemizde daha sık aralıklarla gerçekleşmekte ve etki alanı geniştir. Kentleşmenin yaygınlaşması ve bunun sonucunda yollar, barajlar ve tüneller gibi yapıların yaygınlaşması ile kütle hareketleri diğer afetlere oranla daha fazla gündeme gelmektedir.

İnsanoğlunun dünyamızda yaşamını sürdürebilmesi için bu zamana kadar yapılan yapıların bulunduğu yaşanılabilir olarak belirlenen bölgelerde, insanların can ve mal güvenliğinin sağlanması için bu bölgelerde heyelan oluşturacak unsurların bulunup bulunmadığına dikkat edilmelidir.

İnsanoğlu geçmişten günümüze kadar meydana gelen kütle hareketlerine maruz kalmıştır ve maruz kalmaya da devam edecektir. Barınma, korunma, ulaşım gibi insanoğlunun varlığını sürdürebilmesi ve medeniyetini geliştirip devam ettirebilmesi için yapılan mühendislik yapılarının kütle hareketlerine maruz kalmaması için zemin mekaniğine, özellikle de eğimli arazilerde şev stabilite çalışmalarına büyük önem verilmelidir.

Dünyada ve özellikle heyelanların büyük ölçüde kayıplara neden olduğu ülkemizde tüm mühendislik yapılarında (yol, baraj vb.) şevlerin stabilitesi üzerine çalışmalar titizlikle yapılmalı ve bu titizlikle yapılan projeler doğrulukla uygulanmalıdır.

Heyelan verileri şevlerde oluşan heyelanların mühendislik çözümünde büyük önem arz etmektedir. Heyelanların gerçekleştiği bölgelerde yapılan çalışmalar doğrultusunda elde edilen veriler laboratuvar ortamında önem arz ederek incelenmeli ve elde edilen sonuçlara göre de ekonomik, etkili, uzun ömürlü çözümler üretilmelidir, uygulamalar yapılmalıdır.

## **1.2. Literatür Taraması**

Literatürde, heyelan vakalarının Plaxis programı ile modellenip çözülmesine yönelik uygulamalar kısıtlı olmasına rağmen bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar mevcuttur.

Plaxis programı Geoteknik Mühendisliği projelerinde deformasyon ve stabilite analizleri için geliştirilmiş, sonlu elemanlar yöntemi ile çözüm yapan bir programdır. Bu program karmaşık sonlu eleman modellerini üretir ve hesap sonuçlarının detaylı

gösterilmesini sağlamaktadır. Hesaplama yapılırken hiçbir müdahale gerektirmemektedir ve hesap program tarafından otomatik yapılmaktadır. Hesaplamalar sağlam sayısal prosedürlere bağlıdır. Plaxis programı şev stabilite problemlerinde sonlu elemanlar yönteminin faydalarını ve pratikliğini görebilmemizi sağlamaktadır. Bu programda yapılan modellemelerde dış ve iç etkenlerin etkileri ya da doğal durum etkisi sayesinde meydana gelen gerilme ve deplasman durumları görülebilmektedir.

Öztürk (2002), heyelanları genel olarak incelemiştir. Heyelan oluşumuna etkileri olan doğal ve beşeri faktörleri, heyelan tiplerini ve Türkiye’de görülen etkilerini araştırmıştır. Heyelanların etkilerinin minimuma indirgenebilmesi için gereken önlemler üzerinde çalışılmıştır.

Thompson vd. (2005), Amerika’da Iowa eyaletinde şev stabilite analizleri ve incelemeleri üzerinde detaylı bir şekilde araştırma yapmışlardır. Iowa’da gerçekleşen kütle hareketleri karayolu altyapıları için önemli bir sorun halinde olduğu ve altyapı onarım çalışmaları maliyetlerinin bir sorun olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte yapılan araştırmalar, genellikle çok kullanılmayan BST (sondaj kuyu kesme deneyi) üzerinde yoğunlaşmıştır. BST (sondaj kuyu kesme deneyi) sondaj logunda Mohr-Coulomb yenilme kriteri koşullarını hızlı bir şekilde belirlemek için yerinde kullanılan bir cihazla yapılan testtir. Kil içeriğine sahip zeminlerde doğru koşullar altında BST (sondaj kuyu kesme deneyi) kırılma zarfı laboratuvar deneylerinden elde edilen efektif kayma mukavemeti parametreleri ile uyumlu olarak içsel sürtünme açısı ve kohezyon kesişimi sağlamaktadır. Özet olarak bu yapılan test hızlı bir şekilde efektif kayma mukavemet parametreleri değerlerini bir şekilde sağlamaktadır. Bu deney cihazı Iowa’da kütle hareketinin gerçekleştiği 14 farklı şevde ve stabilite açısından güvenli bir şevde uygulanarak belgelenmiştir. Özellikle her ikisi de Güney Iowa’da bulunan şevlerde oluşan yenilme bölgesindeki şev stabilite bozuklukları ile ilişkili olan aşırı derecede zarar görmüş şist ve buzullara dikkat çekilmiştir. Çalışma bölgelerinden elde edilen örselenmemiş ve su içeriğine sahip olmayan numunelerde uygulanmış olan üç eksenli basınç deneyi, direk kesme kutusu deneyleri de olmak üzere geleneksel laboratuvar deneyleri BST (sondaj kuyu kesme deneyi) sonuçlarını desteklemiştir. Kayma mukavemeti parametre ölçümleri şev stabilitesinin değerlendirilmesinde hem limit denge hem de olasılık analizleri ile kullanılmıştır. Öneri olarak mini kazık ağırları sunulmuştur. Mini kazıklar kullanılarak yapılan şev stabilizasyon çalışmaları drenajın gerçekleşmediği zayıf zeminlerde kütle hareketlerini önlemek için etkili bir yöntem olduğu ileri sürülmüştür. Şevlerde yamaç aşağı

doğru gerçekleşen kütle hareketleri sonucu kazık elemanlarına etkisi olan toprak yükü şev yenilmelerinde olduğu gibi karmaşık derecede zemin-yapı probleimidir. Yanal toprak etkileri altında olan yerinde sağlam zemine montajı yapılan küçük çaplı kazık elemanları için zemin-yapı etkileŝimleri, kazıklara yükleme yapılarak araştırılmıştır. Kesme kutusu deneyleri ve kazık yükleme analizleri kazıklar boyunca oluşan yük dağılımlarını göstermiŝtir. Kazıklar yapılan yükleme neticesinde elde edilen analizler, kazıklara yk uygulanması esnasında oluşan harekete geçirilen dađıtılmıŝ yüklerin, zemin-yapı elemanları arasında gerçekleşen yer deđiŝtirmeye bağlı olduğu çıkarımını desteklemiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda küçük çaplı mini kazıklar kullanılarak alternatif bir stabilizasyon uygulamasının sağlanabileceği üzerinde durulmuştur.

Kaynak (2007), Doğu Karadeniz Bölgesinde İyidere-Çayeli, Derepazarı İlçesi Uzunkaya'da sol yarma ŝevinde gerçekleşen heyelan için çalışmalarda bulunmuştur. Heyelan sahasında arazi ve laboratuvar çalışmaları uygulanmıştır. Elde edilen verilerden sonra jeolojik kesit oluşturulmuş ve stabilite analizleri bilgisayar kullanılarak uygulanmıştır. Stabilite analizlerine bakılarak geoteknik çözümler elde edilmiştir.

Ağan (2009), Zonguldak İli Kozlu İlçesinde heyelan tespiti için analiz çalışmaları yapmıştır. İncelemenin yapıldığı ve heyelan riskinin olduğu alandaki zemine etki eden dinamik ve statik yükler altında oluşan gerilmelerin yođunlaŝtıđı bölgelerin, bu yükler altında oluşan zemin davranıŝlarının, heyelanlı alandaki yapıların etkilenme oranlarının belirlenmesi için gerilme-deformasyon analizleri Plaxis programı vasıtasıyla yapılmıştır.

Genç (2010), İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü, İETT Durağı, Triaj Alanı konumunda gerçekleşen kütle hareketi ile alakalı çalışma yapmıştır. Kütle hareketi gerçekleşen bölgenin stabilitesinin sağlanabilmesi için kazıklı iksa sistemi ve drenaj çalışmaları uygulanmıştır. alıŝmalar ile birlikte heyelanlı bölgenin stabilizasyonu sağlanmıştır.

Moudabel (2013), şevlerde uygulanan stabilite analizlerinde en uygun yöntemin tespit edilmesi üzerine birtakım çalışmalar yapmıştır. 5 farklı şev vakasının stabilite analizlerini geleneksel limit yaklaŝımları ve sonlu farklar yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucu her iki yöntem uygulanabilirlik bakımından karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçların genel olarak yeterli olduğu grlmŝtir. Ancak bazı durumlarda sonlu farklar yöntemi ile yapılan analizler sonucu elde edilen güvenlik sayısının geleneksel limit denge yöntemleri ile yapılan analizler sonucu elde edilen güvenlik sayısından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonlu farklar yönteminin daha

fazla zemin parametrelerini hesaplamalarda dikkate alması ve zemin tabakalarında gerçekleşen gerilme durumlarının detaylı bir şekilde ele alınmasından bu durum oluşmuştur. Her iki analiz sonucu elde edilen güvenlik katsayıları arasında fark olsa da bu iki yöntemin de stabilize analizlerinde kullanılabilecek olan uygun yöntemler olduğu tespit edilmiştir.

Kainthola vd. (2013), şev stabilitesi konusu üzerine çalışma yapmışlardır. Yamaçtaki belirsizlik durumlarının şev stabilitesinde çok önemli faktör olduğunu ve kesme eğimindeki bir derecelik artışın bile yamacı dengesiz hale getirebileceği veya tam tersi durumun yaşanabileceğini belirtmişlerdir. Geleneksel şev stabilize analiz yöntemlerinin genellikle bahsedilen belirsizlik durumlarını açıklayamadığı, güvenlik sayısı faktörüne dayalı stabilize analiz yöntemleri oldukları belirtilmiştir. Bu durum üzerine geliştirilen olasılıksal şev stabilize analizine değinmişlerdir. Hindistanın Mahabaleshwar kentinde mevcut halde olan bir şev, sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmiştir. Şevde mevcut halde olan zemin tabakaları ve zeminlerin analizlerde kullanılacak olan parametreleri elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucu mevcut halde bulunan şevin güvenli olduğu anlaşılmıştır. Program kullanılarak incelenen şevdeki kesme gerilmesi grafiği gözlemlerle uyumlu olmakla birlikte ve kritik kayma düzlemi de incelenmiştir. Bir başka gözlemde, 9.5 m olan gerilme çatlakının gelişmesi olmuştur.

Ho (2014), çalışmasında şev stabilize analizlerinde üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan analizlerin avantajlarına değinmiştir. Bu çalışmada iki boyutlu limit denge yöntemleri, iki boyutlu ve üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemleri ile analizler yapılmıştır. Analizler elastik ve plastik durumlar ile Mohr-Coulomb yenilme kriterine göre yapılmıştır. Bu yapılan analizler kendi aralarında homojen ve homojen olmayan şevler ile karşılaştırılmıştır. İki boyutlu olarak yapılan stabilize analizlerinden elde edilen mukavemet azaltma faktörünün, üç boyutlu olarak yapılan analizlere kıyasla daha etkisiz olduğu tespit edilmiştir. Ancak iki boyutlu ve üç boyutlu analizler arasındaki mukavemet azaltma faktöründeki tutarsızlık, z ekseninde sınır koşulları aynı kaldığı müddetçe fazlasıyla sınırlı olduğuna değinilmiştir. Ayrıca şevlerde yenilme mekanizması gözlemlendiği zaman limit denge ve iki boyutlu sonlu elemanlar yöntemlerinin sınırlamalarının da tanımlanması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Mortier (2014), betonarme kazıklar ile güçlendirilen kil zemin içeriğine sahip şevde sonlu elemanlar yöntemini kullanan Plaxis programı ile güvenlik sayısı faktörüne göre analizler yapmıştır. Kısa olarak zemin etütlerine, şev yenilme çeşitlerine, kütle hareketi

nedenlerine ve zemin mukavemet parametrelerine değinmiştir. Zeminlerin kayma mukavemetlerinden bahsetmiştir. Killi içeriğe sahip zeminlerin bazı özelliklerini ve diğer şev stabilizasyon yöntemlerini kısaca bahsetmiştir. İlk etapta şevin mevcut durumunda yeraltı suyunun etkisinin olduğu ve etkisinin olmadığı durumlar için Plaxis 2D programı ile analizler yapılmıştır. İkinci etapta şevde çok sayıda pozisyonda ve gömme boylarında olan kazıklar ile güvenlik sayısı faktörü dikkate alınarak analizler uygulanmıştır. Sonrasında Plaxis 3D programı kullanılarak üçgen şekilli birleşik kazık sırası için analizler uygulanmıştır.

Ayhan (2016), Kocaeli İli Başiskele İlçesinde mevcut haldeki yolda zemin iyileştirme yöntemleri yapmıştır. Bu yöntemler için taş kolon ve fore kazık çalışması yapmıştır. Sonlu elemanlar yöntemi ile çözümler elde edilmiş ve zeminde meydana gelen iyileşme süreci gözlemlenmiştir.

Neves vd. (2016), şev stabilitesi iyileştirme metodları üzerine limit denge ve sonlu elemanlar yöntemlerinden faydalanarak değerlendirme yapmışlardır. Sonlu elemanlar yönteminin kullanıldığı bilgisayar yazılım programı ve limit denge yöntemini esas alan bilgisayar yazılımları ile çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında en genel olarak kullanılan şevlerde uygulanan iyileştirme yöntemlerine değinmişlerdir ve bu yöntemlerin etkileri arasında karşılaştırma yapmışlardır.

Akgül (2017), Plaxis programı yardımıyla kazıklarla stabilizasyonu sağlanmış şevlere yakın oturan yüzeysel şerit temellerin taşıma kapasitesini sayısal olarak analiz etmiştir. Bu amaçla bir model oluşturulmuş ve farklı koşullar için sonlu elemanlar analizleri gerçekleştirilerek şev, temel, kazık parametrelerinin taşıma kapasitesine etkisi araştırılmıştır.

Beyene (2017), limit denge yöntemleri ile sonlu elemanlar yöntemlerini karşılaştırarak, farklılıklarını değerlendirerek hangi yöntemin ne zaman kullanılabileceğini incelemiştir. Sonlu elemanlar ve limit denge yöntemleri ile analizler için bilgisayar yazılım programları kullanmıştır. Analizlerinde, ilki homojen siltli kum toprak kütlesi, ikincisi tabakalı toprak kütlesi ve üçüncüsü serbest yüzeye sahip homojen kil toprak kütlesi olmak üzere üç farklı zemin kütlesini kullanmıştır. Güvenlik sayısı faktörü limit denge yöntemi ve sonlu elemanlar yönteminin karşılaştırılması için veri olarak kullanıldı. Sonlu elemanlar yönteminin şevlerin stabilizasyon analizlerinde limit denge yöntemlerine kıyasla daha verimli bir yöntem olduğu sonucu çıkarılmıştır. Sonlu elemanlar yönteminin şev stabilite analizlerinde limit denge yöntemlerinden daha güvenli bir sonuç ortaya çıkarabileceğini

bunun da nedeninin sonlu elemanlar yöntemleri ile yapılan analizlerin çoğu limit denge yöntemleri ile yapılan analizlerden daha düşük güvenlik sayısı değeri ile sonuçlanacağını savunmuştur.

Erol (2018), Develi-Bakırdağı Ayrımı il yolunda oluşmuş kütle hareketini araştırmış ve çözüm metodlarını güvenlik sayısından yararlanarak elde etmeye çalışmıştır. Kütle hareketinin olduğu bölgede uygulanan çalışmalar doğrultusunda elde edilen zemin parametreleri Plaxis programına aktarılmış ve zemin sorununun güvenlik sayıları elde edilmiştir.

Özgenç (2018), Zonguldak Kılıç heyelanının sonlu elemanlar yöntemi ile stabilite çalışmasını yapmıştır. Heyelan gerçekleşme olasılığı az olan arazinin zemin parametreleri zemin ve geoteknik raporlar incelenilerek elde edilmiştir ve bu veriler kullanılarak sayısal model oluşturulmuştur. Plaxis programı ile model oluşturularak statik durum davranışına bakılmıştır. Zeminde gerçekleşen deplasmanlara program kullanılarak bakılmıştır.

Pehlivan (2019), Karayolları Genel Müdürlüğü 15. Bölge kapsamında bulunan Kastamonu ilindeki Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolunda meydana gelen heyelanı incelemiştir. Güvenlik sayısına göre çözüm oluşturulmasına çalışılmıştır. Bölgede gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde zeminler programda modellenmiş ve zemin parametreleri programa aktarılıp modele girilmiştir. Heyelanın gerçekleştiği mevcut durumun güvenlik sayısı bulunmuştur. Bunun üzerine programda yapılan uygun iyileştirme yöntemleri ile ideal sınırın üstünde bir değerde güvenlik katsayısı bulunmuştur.

Ün (2019), bu çalışmada bir şev modeli üzerinde şev stabilitesini etkileyen etkileri incelemek için bir dizi analizler gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarında şev güvenliği değeri her durum için ayrı ayrı karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve sonuçlar grafiklere sunulmuştur. Çalışmanın devamında vaka incelemesine yer verilmiştir. Üzerinde yol inşaatı bulunan ve kayma potansiyeli yüksek şev ele alınmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerle Plaxis programı da kullanılarak arazinin mevcut durumu simüle edilmiştir. Analiz sonuçlarının mevcut durumu yansıttığı görülmüştür. Şev hareketini engelleyen uygulamalara Plaxis programının yardımı ile de bu çalışmada yer verilmiştir.

Zhang vd. (2019), yüksek hızlı demiryolu projesi kapsamında bulunan şevi model testleri ve sayısal simülasyon testlerine tabi tutarak tünel kazısının şev stabilitesine etkisini incelemiştir. Çalışmanın ilk aşamasında sonlu elemanlar yönteminin sayısal modeli ve tünel kazı uygulamasının sayısal modeli şevli arazi bünyesinde oluşturulmuştur. Şev



stabilitesi üzerinde tünel kazısının etkisi incelenmiştir. Sonrasında oluşturulan simülasyonun çalışma koşulları model testlerinde gerçekleştirilmiştir. Simülasyonda şev stabilitesinin ve tünelin çoğunlukla iki aşamada etkilendiği bu aşamaların da kazı başlangıcı ile kazının bitişi aşamaları olduğu belirtilmiştir. Tünel kazısının şevde yer değiştirmelerin gerçekleşmesine etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Tünelde astarlama çalışması yapıldıktan sonra şevde hızla stabilite sağlanmıştır. Kazıdan sonra astarlama yapılması yapılan testler ile birlikte zamanla şevde ve tünelde stabilitenin sağlanabileceği tespit edilmiştir. Şevde derinlik arttıkça esas gerilmelerin arttığı ve şevin etkisi altındaki tünel kaplama basıncının daha düşük olduğu belirtilmiştir. Şevdeki tünel kazısından kaynaklanan yer değiştirmelerin izlenme verileri sayısal analizler ile desteklenmiştir. Gerçekleşen tünel kazısının etki alanı tünel açıklığının 1.5 katı olarak belirlenmiştir. Bu yüzden yamaç yüzeyinin ve tünelin sağlam, doğru şekilde güçlendirilmeleri ve bu çalışmalardan sonra yamaçta gözlem yapılması gerektiği ileri sürülmüştür. Tünelin etrafında mevcut olan kaya-şev etkileşim sisteminin yapımına dayanılarak, tünelin bulunduğu şevdeki jeolojik durumların irdelenilerek tünel inşaatından önce şevdeki stabilizasyonun sağlanması gerektiği önerilmiştir.

### **1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı**

İnsan nüfusu gün geçtikçe artmaktadır ve daha hızlı bir şekilde artmaya devam edecektir. Artan insan nüfusuna oranla insanoğlunun temel ihtiyaçlarından birisi olan barınma ihtiyacını karşılayabilmesi için yeni yerleşim alanlarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Şehirlerdeki nüfus yoğunluğunun artması ve artışta olan nüfusu mevcut olan yerleşim yerlerinin karşılayamaması problemi nedeni ile yeni yerleşim alanları gün geçtikçe artan taleplerle oluşturulmaktadır. Yerleşim alanları arasındaki bağlantıyı en yaygın ulaşım şekli olan karayolları sağlamaktadır. Karayolu çalışmaları yapılırken zorlu arazi koşullarına rastlanabilmektedir ve bazı durumlarda arazi koşullarına müdahale edilmesi gerekmektedir. Karayolu çalışmaları yapılırken karşılaşılabilecek en büyük zorlukların başında şevli bölgeler ve heyelanlı arazilerde yapılan imalatlar gelmektedir. Ülkemizde coğrafik olarak engebeli bölgeler bulunduğu için bu sorun ülkemizi de yakından ilgilendirmektedir.

Tez çalışmasında T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 10. Bölge Müdürlüğü'nün (Trabzon) kapsamında bulunan Kireçhane (Trabzon) Ayrım-

Uğurlu İl Yolu Yeniköy Heyelan Ripajı km:0+450.000-0+781.171 (G)/0+800.000 (İ) incelenmiştir ve bu bölgede heyelan önleme projesi geoteknik hesaplamalar ile yapılmıştır. Bölgede imal edilecek olan yolun güvenliğini sağlamak amacıyla KGM'nin yapmış olduğu heyelan önlemeye yönelik imalatlardan farklı olarak alternatif imalatlar uygulanmıştır. Uygulanmış olan alternatif imalatlar arasından en ekonomik olanın belirtilmesi için bu imalatların toplam maliyetleri KGM'nin 2019 birim fiyatlarını veren poz numaralarına bakılarak hesaplanmıştır.

Şekil 1.1'de Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl yolunda, Yeniköy heyelanı sonrası yapılan arazi çalışmaları gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu kesimi görüntüsü

Kireçhane (Trabzon) Ayrım -Uğurlu İl yolu heyelan nedeniyle tahrip olmuştur. Bu yolun yeniden yapılıp trafiğin bu yola verilebilmesi için gerekli çalışmaların yapılmasına karar verilmiştir. Şekil 1.2'de Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu il yolunda gerçekleşen Yeniköy heyelanı nedeniyle göçmenin meydana geldiği kısım gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Kireçhane (Trabzon) Ayrım -Uğurlu İl Yolu heyelanı

Hazırlanmış olan bu çalışmada başlangıç olarak heyelanlar ve özellikleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Heyelanlardan ve şevlerden bahsedilmiş, nedenleri, çeşitleri, önlem yöntemleri, etkilerinden söz edilmiştir. Kütle hareketinin meydana geldiği Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu km:0+450.000-0+781.171 (G)/0+800.000 (İ) arasında gerçekleştirilmiş çalışmalardan elde edilen numuneler ve laboratuvar ortamında bulunan veriler ile oluşturulan geoteknik enkesit Plaxis 2D programına aktarılmış, heyelan riskini azaltıcı elemanlar ile çözümler elde edilmiştir.

#### 1.4. Heyelanlar

Dünyamızda gerçekleşen, etkileri büyük olan, can ve mal kayıplarının gerçekleşmesine neden olan doğal afetlerdir. Heyelanlara dağlık ve engebeli arazilere müdahale edilsin veya edilmesin karşılaşılma olasılığı yüksektir.

Türkiye’de yükseltisi yüksek, dağlık ve engebeli bölgeler yaygın olarak bulunmaktadır. Bu coğrafi özelliklerden dolayı Doğu Karadeniz Bölgesi ilk sırada olmak üzere birçok defa heyelanlar ülkemizin çeşitli yerlerinde meydana gelmiştir ve yıkıcı etkileri büyük olmuştur.

Kılıçaslan (1990), Trabzon ilinin Maçka ilçesine bağlı Çatak köyünde 1988 yılında gerçekleşen heyelan 5 kişi Çatak köyünden olmak üzere toplamda 63 kişinin ölümüne sebep olmuştur.

### 1.4.1. Heyelanların Tarihçesi

Kütle hareketleri insanoğlunun varoluşundan beri insanlar üzerinde büyük ve yıkıcı etkiler oluşturmuştur. Zaman geçtikçe bilimin ve imkanların gelişmesi ile heyelanları analiz etme ve inceleme yöntemleri de gelişmiştir.

Abdik (2012), kütle hareketleri ilk olarak 19. yy.da yol, demiryolu ve kanal gibi ulaşım ihtiyacını karşılayan yapıların inşaatlarında büyük bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu sorunların meydana getirdiği can ve mal kayıplarının etkilerini indirmek için kütle hareketlerini önleyici çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar ilk olarak Fransız mühendisler tarafından başlatılmıştır. Sonraları 19. yy.da siyasi birliğini tamamlayıp sanayileşme yarışına katılan Almanya tarafından yol ve demiryolu inşaatına büyük önem verilmiştir. Bu yüzden Alman mühendisler heyelan sorunları ile sıkça karşılaşmışlardır. Aynı dönemlerde İsviçre’de terk edilmiş olan taş ocağında büyük miktarda kayanın hareketi nedeni ile çok sayıda kişi hayatını kaybetmiştir.

Amerika’da yapılan barajların toprak kaymaları sonucu yıkılması ve Panama kanalı inşaatı sırasında gerçekleşen kütle hareketlerinin etkileri büyük olmuştur. Panama kanalı inşaatından önce 70 milyon m<sup>3</sup> olarak hesaplanan toplam kazı miktarı heyelanlar nedeni ile 175 milyon m<sup>3</sup> e çıkmıştır. Bununda maddi boyutu o dönemin şartlarına ve imkanlarına göre fazla olmuştur.

İtalya’da bulunan ve dünyanın sayılı büyük barajlarından birisi Vajant barajı inşaatı sırasında heyelan oluşmuş ve 250 milyon m<sup>3</sup> malzeme yerleşim yerlerine etki ederek çok fazla miktarda can ve mal kayıplarına neden olmuş, barajın inşası için hazırlanan tesisi kullanılamaz hale getirmiştir.

Ülkemizde kütle hareketlerine ve heyelanlara baktığımız zaman diğer doğal afetlere oranla sıklıkla meydana gelmektedir. Bu durum ülkemizde aşırı eğimli, engebeli ve yüksek arazilerin mevcut olmasından kaynaklanmaktadır. Eğimli arazilerin insanoğlu tarafından kullanılması için araziye müdahale edilmesi, jeolojik özellikler, orman alanlarının zarar görmesi, ülkemizde çok kurak ve yarı kurak iklimlerin yaşanılıp peşine bol yağışlı geçen dönemin olduğu bölgelerin varlığı, uzun süreli yağışların olduğu ve nemli iklime sahip bölgelerin varlığı ülkemizde başlıca heyelan sebepleridir.

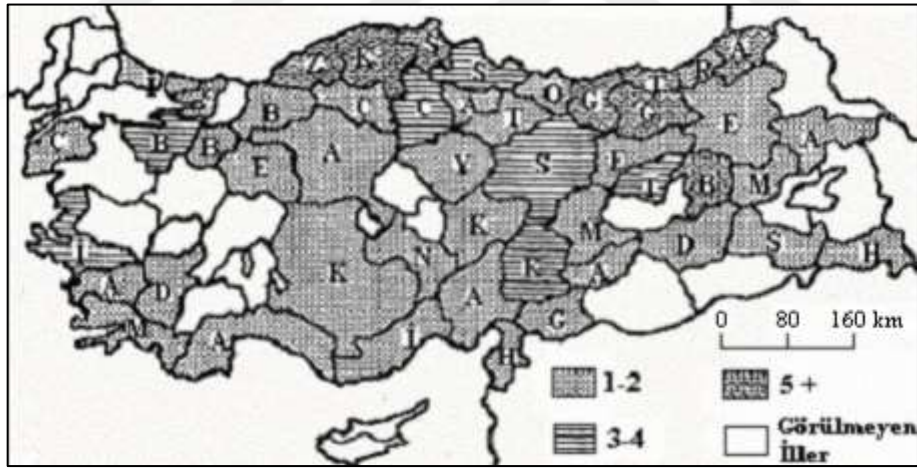
İkliminin bol yağışlı geçmesi ve aşırı derecede neme sahip olması nedenlerinden dolayı ülkemizde heyelan olaylarının en çok gözlemlendiği bölge Karadeniz Bölgesidir.

Ayrıca Karadeniz Bölgesine bakıldığı zaman kıyı kesimleri dışında bölgenin hemen hemen her kesimi engebeli, eğimli kesimlerden oluşmaktadır.

Ülkemizde bugüne kadar gerçekleşmiş olan heyelanlara bakıldığı zaman belli başlı heyelan vakaları bulunmaktadır. Trabzon İli Akçaabat İlçesi Yıldızlı Mahallesinde bulunan Sera Vadisinde 1950 yılında heyelan gerçekleşmiştir. Bu heyelanın gerçekleşmesi ile Sera Vadisi heyelan kütlesi nedeni ile tıkanmıştır, 55 m derinliğe, 4 km uzunluk ve genişliğe sahip bir göl oluşmuştur. Trabzon ilinde gerçekleşen başka bir heyelan ise 21 Ekim 1990 tarihinde Maçka İlçesi Çatak Mevkiinde şiddetli yağışın sebep olduğu Maçka heyelanıdır. Bu heyelanın bölgeye yıkıcı etkileri fazla olmuştur. 65 kişi hayatını kaybetmiş ve fazla miktarda maddi kayıplar olmuştur.

13 Temmuz 1995 tarihli Isparta İli Senirkent Mevkiinde kütle hareketine bağlı olarak gerçekleşen çamur akması büyük kayıplara sebep olmuştur. 74 kişi yaşamını yitirmiş ve bölgede mevcut olan konutlar akan çamurdan dolayı zarar görmüştür.

Şekil 1.3'de 1971-1989 tarihleri arasında yaşanan heyelanlar görülmektedir.



Şekil 1.3. Heyelan vakalarının illere göre dağılışı (1971-1989), Şahin (1991)

Şekil 1.3'de en çok heyelan olayının gerçekleştiği iller Bingöl İli hariç Karadeniz Bölgesindedir. Karadeniz bölgesinde gerçekleşen aşırı yağışlar, engebeli arazi, eğimli yamaçların fazla olması, killi taşların ve tabakaların yaygın olması bu bölgede gerçekleşen heyelanların temel sebepleridir. Volkanik yapıların sıklıkla yer aldığı, yağış miktarının az olduğu bölgelerde heyelan gerçekleşme olasılığı çok azdır veya hiç yoktur.

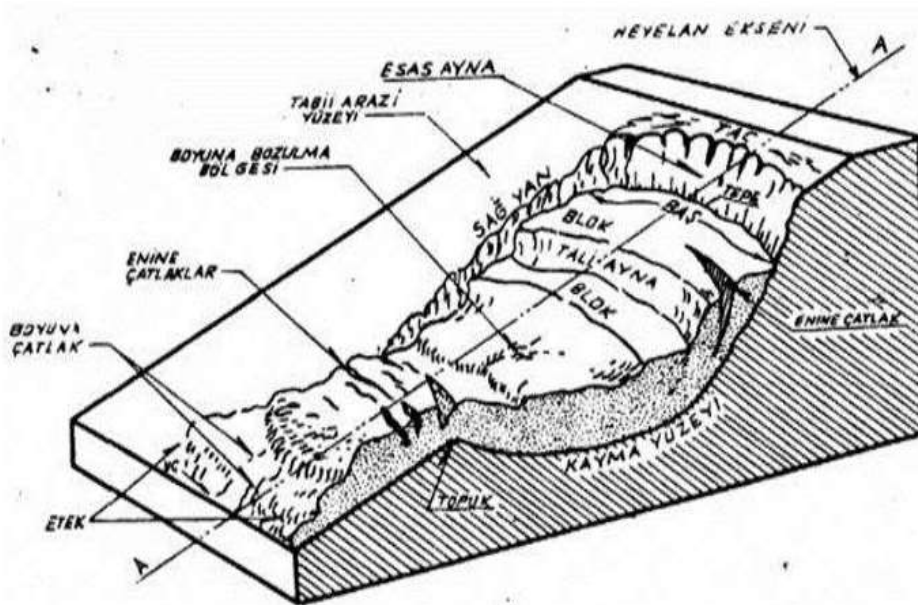
### 1.4.2. Heyelanların Etkileri

Kütle hareketleri meydana geldikleri coğrafyalarda kalıcı ve giderilmesi zor zararlara sebep olurlar. Kütle hareketleri yollara zarar verip trafiği aksatırlar ve heyelan sonucu oluşan afet bölgelerine ulaşımı zayıflatırlar. Bu nedenler afetzedelere acil müdahaleler yapılmasını zora sokmaktadır. Kütle hareketleri ile yamaçtan kayan zemin, içerik olarak ana kaya ile beraber tarımsal toprak da içerebilir. Geçim kaynağı tarım olan bölgelerdeki tarım alanları heyelan nedeni ile zarar gördükçe bu bölgelerdeki insanların geçim sıkıntısı yaşamalarına sebep olurlar. Daha büyük boyutlarda düşünürsek tarım alanlarının heyelan tarafından büyük derecede zarar görmesiyle ülke ekonomisinde çok büyük kayıplar yaşanabilir.

### 1.4.3. Heyelanların Kısımları

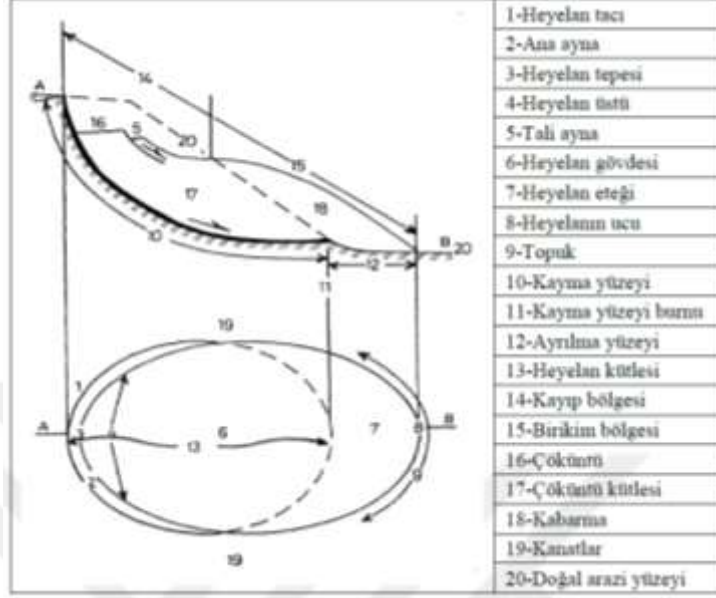
Pehlivan (2019), kütle hareketleri, belli bir eğime sahip olan zeminin yamacın alt tarafına doğru yerçekiminin de etkisi ile hareket etmesi olarak tanımlanabilmektedir. Kayan zeminin kayma hızı şevin yatay ile yaptığı açıya ve içerdiği suyun miktarına göre değişmektedir.

Şekil 1.4’de kütle hareketlerinin kısımları kesit üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Heyelan kesiti, Coduto (2006)

Şekil 1.5’de heyelanın kısımları numaralandırılarak, adlandırılmaları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 1.5. Heyelanın kısımları, IAEG (1990)

#### 1.4.4. Heyelan Hareketleri Çeşitleri

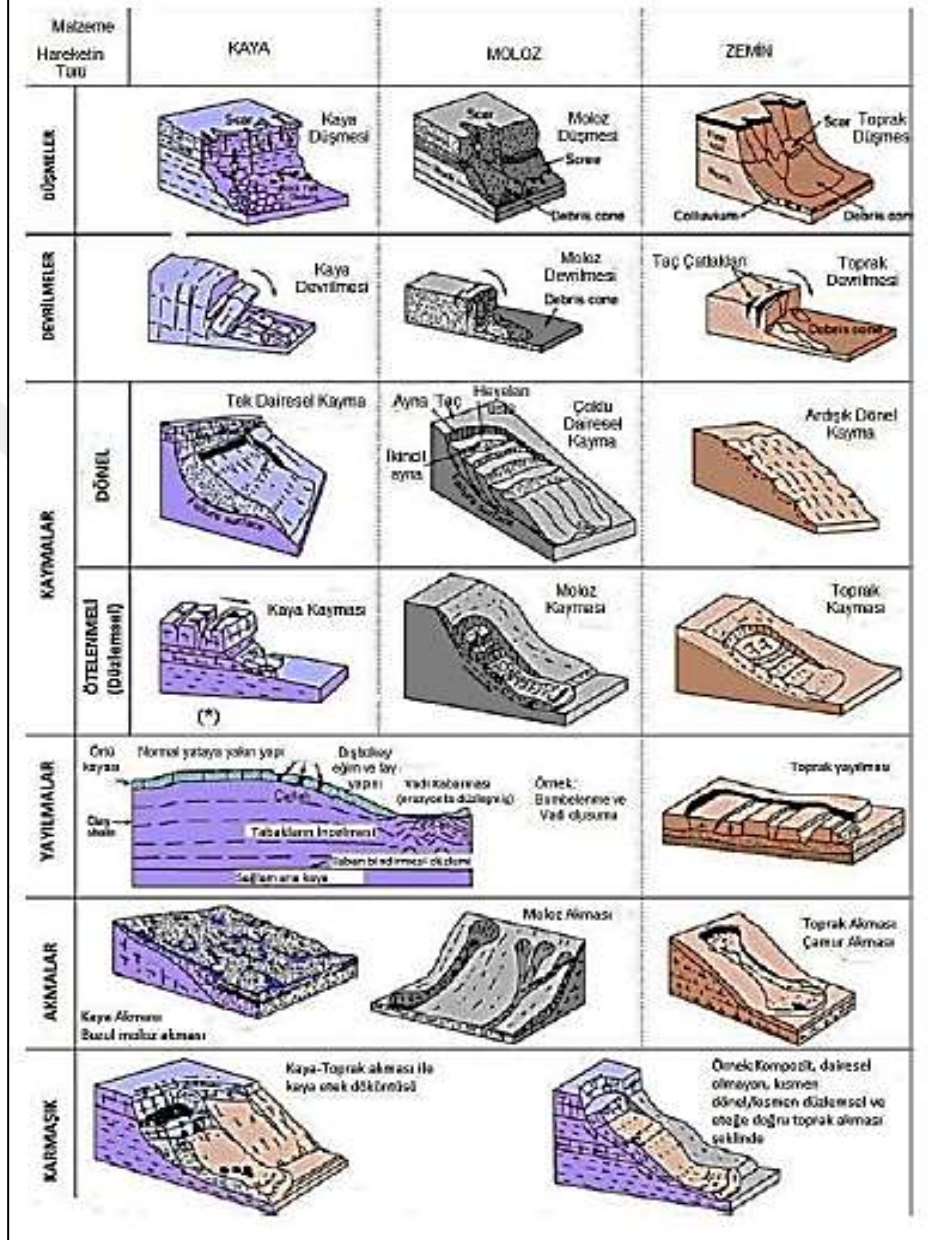
Varnes (1978), heyelan türlerini kendi aralarında gruplandırmıştır. Heyelan türleri düşme, devrilme, akma, kayma ve yanal yayılma şeklinde 5 gruptadır.

Tablo 1.1’de kütle hareketi çeşitleri, içerdikleri zemin kütlelerine göre sınıflandırılarak gösterilmiştir.

Tablo 1.1. Heyelan çeşitlerinin sınıflandırılması, Varnes (1978)

Hareket Türü	Malzemenin Türü		
	Kayaçlar	Zeminler	
		İri Daneli	İnce Daneli
Düşme	Kaya Düşmesi	Moloz Düşmesi	Zemin Düşmesi
Devrilme	Kaya Devrilmesi	Moloz Devrilmesi	Zeminde Devrilme
Akma	Yavaş	Kaya Kripi	Moloz Kripi
	Hızlı	Çok Parçalı Kayaç Akması	Moloz Akması
Kayma	Ötelenmeli	Kayada Blok Türü Ötelenme	Zeminde ve Molozda Blok Türü Ötelenme
	Dönel (Dairesel)	Sıkı Çatlaklı Kayada Dönel Kayma	Zeminde ve Molozda Dönel Kayma
Yanal Yayılma	Kaya Yayılması	Zemin veya Moloz Yayılması	
Karmaşık	Hareket Türü ve Malzeme Karışık		

Şekil 1.6'da kütle hareketi çeşitleri içerdikleri zemin kütlelerine göre kesitler üzerinde kısımları ile birlikte gösterilmiştir.



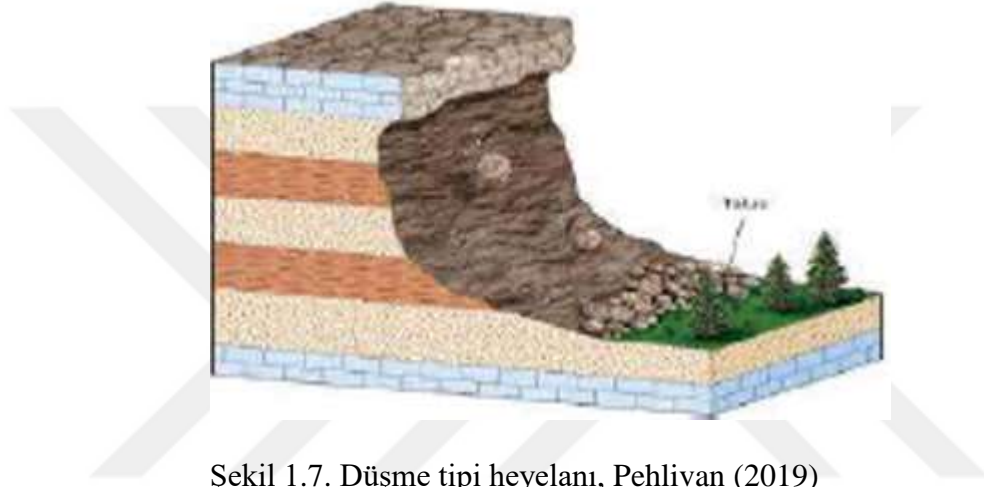
Şekil 1.6. Heyelan hareketi çeşitleri, Varnes (1978)



#### 1.4.4.1. Düşme

Tarhan (1989), yer altı mağaraları tavanlarından, eğimi fazla olan kazı şevlerinden, deniz kenarlarındaki dik falezlerden, yerçekimi sebebiyle kaya ve toprak parçalarının kopması olayıdır.

Şekil 1.7’de yukarıda bahsedildiği gibi yerçekiminin etkisi ile zemin kütlelerinin koparak düşmesi hareketi gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Düşme tipi heyelanı, Pehlivan (2019)

Ünsal (2010), yamaçlarda meydana gelen kütle düşmesi hareketi kendi içinde 3’e ayrılır. Moloz düşmesi, zemin düşmesi ve kaya düşmesi şeklinde sınıflandırılır.

Erguvanlı (1995), kayaç zeminlerde düşme hareketi, topuk oyulmaları, çatlak ve kırıklarda birbirleri ardına meydana gelen donma-çözünme olaylarının zemin daneleri arasında oluşturduğu hidrostatik basınç sonucu kayaç türü zeminin gevşemesi ve ayrılan kaya parçalarının düşmesiyle gerçekleşir. Bahsedilen olaylar çoğunlukla yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde meydana geldikleri için pek fark edilemezler. Ancak bu olaylar devamlı gözlemlenirse, her yıl bir miktar arazinin ortadan kaybolduğu anlaşılır.

Şekil 1.8’de Gümüşhane-Tirebolu yerleşim birimlerini birbirine bağlayan karayolunda meydana gelmiş düşme tipi heyelanı gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Gümüşhane-Tirebolu yolunda düşme heyelanı

#### 1.4.4.2. Devrilme

Yamaçların iç kısmına doğru eğimli olan zeminlerde gözlemlenen bir duraysızlık çeşididir. Devrilme şeklinde adlandırılan bu hareketin ana nedeni, zemin bloklarının ağırlık vektörlerinin zemin tabanlarının dışına düşmesidir. Bununla beraber zemin bloklarının en/yükseklik oranı da devrilme olayının gerçekleşmesine katkıda bulunur. Şekil 1.9'da zemin bloklarının devrilerek şevin aşağısına doğru yaptıkları devrilme tipi hareket gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Devrilme tipi hareketi

Düşme tipi hareketlere benzemektedirler ama bu tür dengesizliklerde yenilme, zemin bloklarının ağırlık merkezlerinden daha alt noktaya doğru veya eksenler etrafında yamaç önüne doğru dönme hareketi yaparak gerçekleşmektedir.

Bu tip kütle hareketleri şist ve sleyt türü kayalar ile kolonsal yapıya sahip kaya kütlelerinde sık sık gözlemlenmektedir. Fakat diğer kaya türlerinde de gerçekleşmeyeceği anlamına gelmez.

KGM (2015), devrilme hareketi, kaya formasyonlarının karakteristik özelliklerine bakılarak farklı isimler ile açıklanmaktadır. Şevin eğimine göre meydana gelmesi durumunda kaya düşmesi olarak adlandırılır. Şev eğiminin aşırı fazla olduğu kısımlarda moloz devrilmesi veya zemin devrilmesi şeklinde de açıklanmaktadır.

Moloz devrilmesinde en etkili olan koşullar devrilen kısmın kohezyonu ve yamaç eğimidir.

Diğer önemli faktörler ise devrilen kısmın şekli, donma-çözülme, çökmenin gerçekleşme hızı ve yeraltı suyu durumudur.

Şekil 1.10'da devrilme türü kütle hareketi sonucunda trafiğe kapanan Tirebolu-Torul karayolu gösterilmiştir.

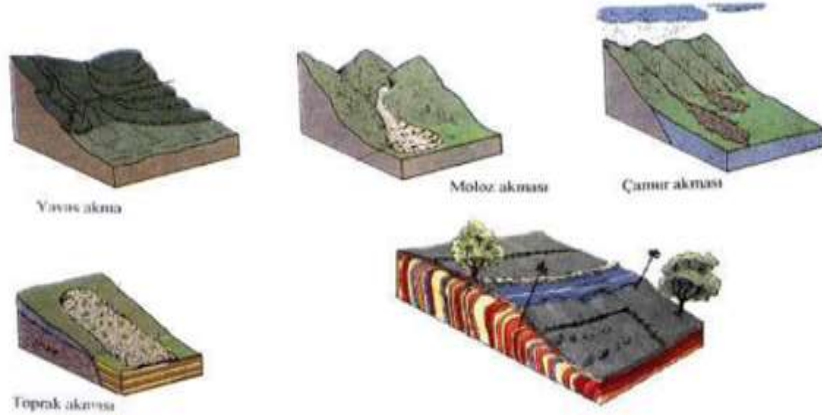


Şekil 1.10. Tirebolu-Torul yolunda gerçekleşmiş devrilme türü zemin hareketi

#### 1.4.4.3. Akma

Zeminlerin, bünyelerinde mevcut halde bulunan su miktarına bağlı olarak akışkan özellik göstermesi sonucu yamaç doğrultusunda aşağı doğru hareket etmesi olarak tanımlanırlar.

Şekil 1.11’de akma tipi heyelan çeşitleri modeller ile birlikte gösterilmiştir.



Şekil 1.11. Akma tipi heyelan çeşitleri, Ünsal (2010)

Akma hareketi gerçekleşme hızına göre 2'ye ayrılır.

#### 1.4.4.3.1. Yavaş Akma

Kaynak (2007), eğimli arazilerde zemin kütlelerinin sürekli ve yavaş şekilde ötelenmesi yavaş akma olarak isimlendirilir. Yavaş akmanın bir diğer ismi kripdir. Malzemenin cinsine göre krip çeşidi kaya-blok, moloz, toprak kripleri şeklinde değişmektedir.

Toprak kribindeki en ayırt edici nokta zemin danelerinin suya maruz kalıp sonrasında kurummasıdır. Toprak su ile temas ettiği esnada zemin daneleri su etkisi altında şişer ve yerçekiminin etkisi ile yamaç doğrultusunda aşağı doğru hareket halinde olur. Moloz kribinde ise en önemli olay molozu meydana getiren blokların ve parçaların arasındaki boşluklarda mevcut olan suyun donup erimesidir. Moloz kribinde bir diğer faktör ise molozu oluşturan bloklar ve parçaların danelerinin biçimleridir. Bu parçalar ve bloklar yassı dane şekline sahipse moloz daha kolay ötelenir. Kaya kribi eğimli ve engebeli bölgelerdeki kayaların, bir düzlem boyunca şevin aşağısına doğru hareket halinde olmasıdır. Kaya kribi oluşmasının sebepleri iklim durumu, boşluklar arasındaki suyun donması - erimesi, genleşme- büzülme ve boşluklar arasında bulunan bitki köklerinin uzamasıdır.

Şekil 1.12’de yavaş akma türü kütle hareketi nedeniyle zeminde gerçekleşen ötelenmeler sonucu eğilen kazıklar gösterilmiştir.



Şekil 1.12. Yavaş akma örneği

Pehlivan (2019), bu hareketin meydana gelmesinin anlaşılmasını sağlayan gözlemler ağaç gövdelerinde eğilmeler, yamaç üzerinde yerleri değişmiş kaya kütleleri ve demiryolları, kırılmış ya da yer değiştirmiş istinat duvarları ya da telefon direkleri, arazi üzerinde meydana gelen yüksekliler, yer altından geçmekte olan kanalizasyon veya boru hatlarındaki yer değiştirmeler şeklindedir.

#### 1.4.4.3.2. Hızlı Akma

Tarhan (2002), kribin gerçekleştiği toprak ve taşın bir arada bulunduğu zeminler ya da molozlar ve kayaların gevşemesi nedeni ile oluşan bloklu kesimler, su miktarının artması sonucunda boşluk suyu basıncının artması, titreşim hareketleri sebepleri ile temel üzerinde yamaç aşağı ötelenir. Bu hareket hızlı akma olarak isimlendirilmiştir ve su miktarı arttıkça akma hızı artmaktadır.

Bu tür yenilmede kayma yüzeyi boyunca hareket eden ve tanımlanabilir zemin katmanları görülebilmesi söz konusu değildir. Akma çeşidinin yüksek hızı ve uzun

mesafelerde hareket edebilmesi nedeni ile şev duraysızlıkları içerisinde hızlı akma en tehlikeli olan hareket çeşididir. Akmanın hızı içerdiği su miktarına bağlıdır.

Suyun miktarı azaldıkça akmanın da hızı azalmaktadır. Çoğunlukla yağışlar, kar erimeleri bu duraysızlık türünü tetiklemektedirler.

Bu duraysızlık çamur ve kum akması şeklinde 2'ye ayrılmaktadır. Kil içeriğine sahip zeminlerde çamur akması, kum içeriği fazla olan zeminlerde kum akması şeklinde bilinmektedir. Şekil 1.13'de hızlı akma hareketi türü sonucu bazı yapılar zeminin altında kalmıştır.



Şekil 1.13. Hızlı akma

#### 1.4.4.4. Kayma

Zeminlerin herhangi bir süreksizlik yüzeyi doğrultusunda kesme direncinin azalması ile aşağıya doğru hareket etmesi halidir. Bu hareket esnasında zemin malzemeleri birbirleriyle etkileşim içindedir. Yamaçların veya şevlerin topuk kısımlarında gerçekleştirilen aşındırmaya yönelik uygulamalar doğrultusunda, zemin kütlelerinin ağırlığı içsel sürtünme miktarından fazla olunca diğer bir deyişle kaymayı önleyici kesme direncinin kaydırıcı etkenlerden az olduğu andan itibaren kütle, aşağı doğru hareket haline geçer. Zemin kütlelerinin kayma hareketi, ana heyelandan daha yüzeyseldir. Bu hareket toprak tabakasını ve altındaki enkaz mantosunu kapsar.

Kaymalar, düzlemsel (ötelenmeli) kaymalar ve dairesel (dönel) kaymalar olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılmaktadır.

#### 1.4.4.4.1. Düzlemsel (Ötelenmeli) Kayma

Düşük dayanım seviyesine sahip olan süreksizliklerin meydana getirdiği zayıflık düzlemleri üzerinde meydana gelen hareketlerdir. Düşük dayanım seviyesinden bahsedilenler fay, çatlak, sağlam zemin tabakaları arasında killi malzeme içeren yüzeyler gibi faktörlerdir.

Bu kayma tipi kama tipi kayma ve çok yüzeyli kayma şeklinde 2'ye ayrılmaktadır.

#### 1.4.4.4.2. Dairesel (Dönel) Kayma

Bu tip kaymalar şevlerde daha çok karşılaşılan kayma türüdür. Toprak zeminlerde oluşmuş şevlerde, nehir kenarlarında, dolgu ve atık sahalarında, ileri derecede eklemli kaya kütleleri ile aşırı miktarlarda ayrışarak toprak zemin özelliği kazanmış kayalarda oluşmaktadır. Şekil 1.14'de dairesel (dönel) kayma tipi kütle hareket çeşidi gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Dairesel (Dönel) kayma hareketi

Zemin kütlelerinin ağırlık merkezi çevresinde moment oluşturacak şekilde dönmesiyle oluşan hareket türüdür. Kayan zemin kütlelerinin hacmi kısıtlı halde ise bu kayma bir kaşık biçiminde oluşmaktadır.

#### 1.4.4.5. Yanal Yayılma

Aytekin (2004), yan al yayılma, zeminde oluşan çekme etkisi ile meydana gelen ve zemin sıvılaştırmadan sonra oluşan kayma hareketinden farklı olarak, kayma yüzeyine sahip kütle hareketi şeklinde açıklanabilir.

Coduto (2006), daha çok eğim miktarı orta derecede olan yamaçlarda gerçekleşir ve fazla mesafe katedebildiklerinden dolayı yıkıcı etkileri fazladır.

Şekil 1.15’de yan al yayılma türü kütle hareketi ve hareketin gerçekleştiği kesitte mevcut zemin katmanları gösterilmiştir.



Şekil 1.15. Yanal yayılma türü kütle hareketi, Yıldırım (2002)

Bu kütle hareketi 2 başlık altında incelenir. Yanal zemin yayılması ve yan al kaya yayılması şeklindedir.

Öz (2009), eğimli arazide şev altında bulunan tabaka, şevli zemin tabakasından daha yumuşaktır. Şevin altında bulunan yumuşak malzeme şevin dışına doğru plastik davranış gösterir, akma türündeki ötelenmeye göre üsteki sert malzeme de bloklara ayrışır ve plastik durumda olan malzeme tarafından taşınarak bu harekete dahil edilir. Bu olaya yan al kaya yayılması denilmektedir. Yanal zemin yayılması ise zayıf ve esnek zemin tabakasından bulunan sert kaya bloklarını, zayıf ve esnek malzeme ile birlikte hareket etmesi olarak açıklanmaktadır.

Bu hareketin gözle fark edilmesi, yıllık ortalama hızı 10-25 mm aralığında değiştiği için ve yavaş bir hareket çeşidi olduğu için zordur. Bu harekete etki eden en önemli unsurlardan birisi aşırı boşluk suyu basıncıdır.



#### **1.4.4.6. Karmaşık Hareketler**

Tarhan (2002), farklı türde kütle hareketi çeşitlerinin birlikte görüldüğü hareketler karmaşık hareketler adıyla adlandırılmıştır. Kaya düşmesi kaya akmasına, kaya kayması da kaya düşmesine dönüşebilmektedir. Zemin içerik bakımından kil, silt içerirse ve bu zeminlerde bir heyelan meydana gelirse, ilk etapta gerçekleşen heyelan daha sonra çamur akması halini alabilir. Bahsedilen nedenlerden dolayı kütle hareketleri incelenirken hareketin oluşum biçimine, hareket halinde olan malzemenin çeşidine, içerdiği su miktarına bakılarak, gerçekleşen kütle hareketlerinin sırasıyla incelenmesi, adlandırılması ve duruma göre önlem alınması gerekmektedir.

#### **1.4.5. Heyelan Hareketlerine Neden Olan Faktörler**

##### **1.4.5.1. Doğal Etkenler**

Arazideki eğim, yağışlar, su miktarı, litolojik özellikler, donma-çözünme, bitki örtüsünün cılızlığı, depremler, erozyon gibi olaylar bu doğal etkenlere örnektirler. Ancak bunların arasındaki en dikkat çeken eğimdir. Şevli-eğimli zemin kütlelerinin varlığı, zemin kütlelerinin içerdiği su miktarının fazla olması, zemin kütlelerinde kil katmanlarının yaygın olması heyelanları tetikleyen en önemli unsurlardır. Eğimin olmadığı arazilerde heyelan oluşması mümkün değildir. Basitçe eğim ile ilgili ülkemizden örnek verilirse eğimli arazilerin geniş yer kapladığı Doğu Karadeniz Bölgesinde heyelan gerçekleşme olasılığı çok fazladır. Bunun tam tersi eğimin çok düşük olduğu Güney Doğu Anadolu bölgesinde ise heyelanlara rastlanmamaktadır.

Yamaç eğiminin herhangi bir müdahale ya da doğal sebeplerden ötürü değişmesi ve aynı zamanda şevli zeminde bulunan zemin materyali dengesinde bozulma gerçekleşmesiyle heyelanın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Yamaç eğiminin artmasıyla şevde bulunan zemin tabakalarının ağırlıkları artmaktadır. Ağırlığın artması ile kaymayı destekleyici kuvvet kaymayı önleyici kuvvetten daha büyük olur ve bu şekilde yamaç dengesi bozulur, peşine göçme gerçekleşir.

Genellikle heyelanlar mevsimin yağışlı, zeminin ıslak olduğu dönemlerde sıklıkla gözlemlenirler. Aşırı şekilde yağın yağmurlar, kar erimeleri, zemin kütlelerinin içine daha fazla suyun sızmasını sağlar. Sızan su zemin kütlelerinin ağırlığını artırır ve ıslak zeminde

kaymaya etki eden kuvvetler arttığından dolayı yamaçların dengesi bozulur, heyelan oluşumu kolaylaşır.

Killi zeminlerin varlığı heyelan riskini artırır. Yağışlı havalarda kil, suyu emerek daha kaygan hale gelir. Bu kayganlaşan zemin üzerinde bulunan zemin tabakalarında kayma olayı meydana gelir.

Arazinin yapısı heyelanı etkiler. Tortul tabakaların yamaç eğim yönüne paralel olduğu ve tabakalar arasında killi katmanların bulunduğu arazilerde heyelanlar yaşanmaktadır.

#### **1.4.5.2. Beşeri Etkenler**

Yamaç topoğrafyasının yol, tünel, baraj, kanal yapımı vb. nedenler ile kazılması ve yamaç eğiminde değişiklikler olması sonucu, bunlara ek olarak doğal nedenler de arazide mevcut ise heyelan meydana gelme riski artacaktır.

Yamaç topoğrafyasında yapılan kazılara ek olarak maden ve taş ocaklarındaki çalışmalar esnasında arazide gerçekleştirilen yapay patlamaların etkisiyle meydana gelen sarsıntılar, heyelan oluşumuna katkıda bulunur. Çünkü sarsıntılar sonucu oluşan titreşim hareketleri zemin daneleri arasında dengeyi bozar ve daneler arası tutucu bağların zayıflamasına neden olurlar.

Yamaçlar üzerinde bulunan bitki örtüsünün zarar görmesi veya ortadan kaldırılması daha geniş perspektiften bakılırsa ormanların tahribatı ile birlikte heyelan gerçekleşme riski artabilmektedir.

#### **1.5. Şevlerin Stabilitesi**

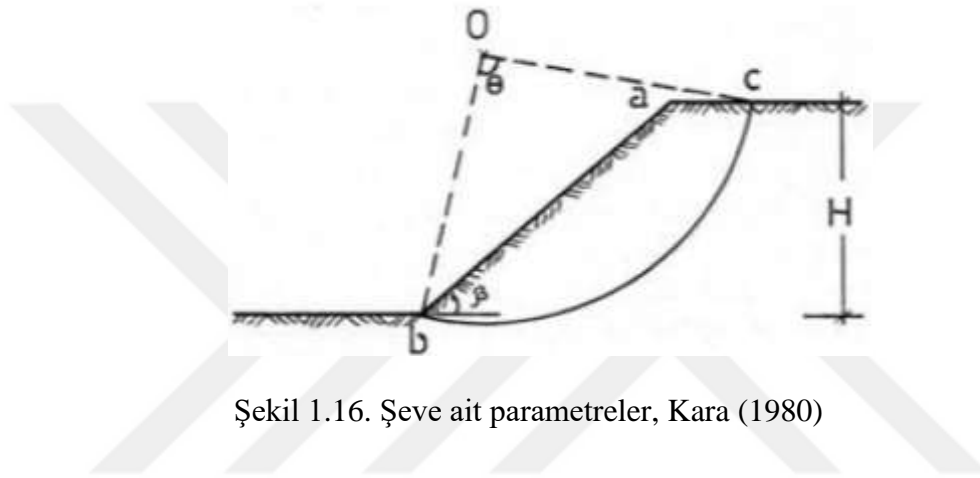
Pehlivan (2019), günümüzde en önemli mühendislik konularından birisi şevlerin stabilitesidir. Şevler doğal yollarla oluşmuş ya da yapay yollarla insan eliyle yapılmış zemin tabakalarını sınırlayan eğik yüzeylerdir. Bu, tek düzlem olabileceği gibi birbirlerinin ardı ardına gelen düzlemlerden de meydana gelebilir. Şevli arazilerde yapılacak olan çalışmalarda projeler bu durumlar ele alınarak titizlikle hazırlanmalıdır.

Gökoğlu (2015), zemin kütlelerinin üzerinde bulunduğu zemin tabakasıyla ya da yatay düzlemle yaptığı açılı şev olarak adlandırılmaktadır.

Kara (1980), şev, eğimli yüzeyin doğal zemin tabakası, yapay bir zemin tabakası veya kaya kitlesini sınır altına almasıdır.

Kaynak (2007), yamaç ve şevlerin stabiliteleri karşılaştırıldığı zaman ayırt edici fark mevcut değildir. Doğal etkenler ile meydana gelenlere yamaç, yapay etkenler, insan faktörü gibi etkenler ile meydana gelenler de yapay şev olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 1.16'da dairesel kayma yüzeyinin merkezi 'O' noktasıdır. 'O' merkez noktasına göre oluşan şev parametreleri kesit üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1.16. Şeve ait parametreler, Kara (1980)

H: Şev Yüksekliği

$\beta$  : Şev Açısı, Eğim Açısı

ab : Şev Yüzeyi

bc : Kayma Yüzeyi

ac : Şev Tepesi

b : Şev Topuğu

Bir şev analiz işlemi esnasında, şeve ait tespit edilmesi gereken parametreler;

Şev Açısı: Bir şevin yatay düzlemle arasındaki açıya verilen adlandırmadır.

Genel Şev Açısı: Şevin topuğundan şevin tepesine kadar uzanan hattın yatayla oluşturduğu açıdır. Şev profili içbükey şeklindeyse şevin altındaki bölümün açısı genel şev açısı şeklinde tanımlanır, fakat dikliği fazla olan şevin üst bölümü için farklı analiz yapılır.

Şev profili dışbükey şeklindeyse genel şev açısını, şev topuğundan şev tepesine kadar olan hat oluşturur fakat dikliği fazla olan şevin alt bölümü için farklı analiz yapılır.

Kritik Şev Açısı: Belirli bir yükseklikteki şevde dengenin bozulmadan ulaşılacak en fazla yükseklik.

**Kritik Şev Yüksekliği:** Bir şeve, çekme gerilmelerine maruz kalan kısmında çatlaklar meydana gelmeden oluşturulabilecek en fazla yüksekliktir.

**Şev Yüksekliği:** Şev tabanından şevin yukarısındaki yüzeyine kadarki düşey mesafedir.

**Doğrultu:** Mostra, eklem, fay yüzeyi gibi eğik bir düzlem üzerindeki yatay hattın kuzey ile oluşturduğu açıdır.

**İçsel Sürtünme Açısı ( $\phi$ ):** Kaya veya zemin içerisindeki yüzeylerden birinde aktif olan dikey (normal) ve makaslama gerilmeleri arasındaki en fazla olan yatıklık açısı, kaymaya direnç gösteren malzeme özelliği.

**Süreksizlik:** Kaya kütlelerinde mevcut sağlam kaya bloklarını birbirinden ayıran fay, eklem, tabakalanma düzlemi, dilinim vb. jeolojik yapısal eleman, zayıflık düzlemi.

**Yatım:** Bir süreksizlik düzleminin ya da şev aynasının yatayla meydana getirdiği en fazla açı.

**Kohezyon (c):** Zemin daneleri arasında meydana gelen çekim kuvveti.

**Eklem:** Düzlemsel veya hafif kıvrımlı çatlak şeklinde olup birbirlerine yaklaşık paralel olan bir dizi eklem, eklem takımıdır.

**Şev Topuğu:** Şevin yüzeyi ile şevin tabanının kesiştiği noktadır.

**Şev Stabilitesi:** Şevde mevcut halde olan zemin kütlelerinin, kayma, yıkılma veya göçme tehlikelerinin varlığının araştırılmasına denir.

**Şev Kayması:** Kritik şev açısı veya kritik şev yüksekliği değerlerinin aşılması ile şev stabilitesi bozulur. Bu nedenden dolayı şev altındaki, arkasındaki zemin kütlesi aşağı doğru yer değiştirir. Bu hareket şev kayması olarak adlandırılır.

Önalp ve Arel (2004), şevli yüzeylerde bulunan veya şev tarafından sınırlandırılmış halde bulunan zemin kütleleri doğal neden olan kendi ağırlıklarından veya titreşim gibi yapay nedenlerden meydana gelen kayma kuvvetlerinden dolayı şevin topuğuna doğru aşağı yönde harekete zorlanırlar. Bu kuvvetler tarafından kayma gerilmeleri meydana gelir.

Kumbasar ve Kip (1999), şevlerde mevcut olan zemin kütlelerinin stabilizasyonun oluşturulabilmesi için, şev doğrultusunda aşağı yöne doğru harekete sebep olan kendi ağırlıklarının ve diğer kuvvetlerin oluşturduğu  $\tau$  (kayma gerilmeleri), hareket yönüne ters tarafta oluşan  $\tau_f$  (kayma mukavemeti) değerinden düşük olmalıdır.

### **1.5.1. Şev Zemin Parametrelerinin Belirlenmesi**

Günümüzde şevlerin stabilitesinin sağlanması, mühendislik yapılarının projelendirilmesi ve imatları için oldukça önemlidir. Şevlerin stabilitealarının sağlanması için şev üzerinde incelemeler ve araştırmalar titizlikle yapılmalı, şevin tüm karakteristik özellikleri belirlenmelidir.

#### **1.5.1.1. Ön Çalışmalar ve Zemin Araştırma Çalışmaları**

Zemin araştırma çalışmaları şevin içeriği hakkında birtakım bilgiler elde edilmesi sebebiyle uygulanır. Buna ek olarak şevli bölgede mevcut durumda olan yeraltı suyu ve kayma yüzeyleri hakkında bilgi elde edilmelidir. Bu yüzden şev hakkında birtakım bilgilerin elde edilebilmesi için çalışmalara ön çalışmalar ile başlanılmalıdır ve zemin incelemesi ile devam edilmelidir.

Tarhan (2002), ön çalışmalar kapsamında incelenmesi gereken saha hakkında daha önce bir çalışma yapılmışsa o çalışmanın incelenmesi gerekmektedir. Sahada kütle hareketleri gerçekleşmişse bu kütle hareketlerinin incelenmesinde kullanılan haritalar genellikle 1/5000-1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardır. Topoğrafik haritalardan faydalanılarak kütle hareketlerinin sınırları, belirtileri, çeşitli kısımları takeometrik olarak işlenmelidir. Oluşturulan jeolojik raporlardan çalışılan bölgenin jeolojik, petrografik, litolojik, hidrojeolojik ve paleontolojik özelliklerinin belirlenmesi için veri toplanır ve veriler değerlendirilir.

Erol (2018), zemin araştırma çalışmaları, şevin içerdiği zeminlerin karakteristik özelliklerinin bulunması varsa mevcut yeraltı suyu özelliklerinin bulunması ve kayma yüzeyleri hakkında bilgi elde edilmesi amacıyla yapılmaktadır. Zemin araştırma çalışmalarında yapılan uygulamalar sondajlar, inceleme çukurları, sondalar ve jeofizik yöntemlerdir. Sondajlar zemin araştırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılırlar. Arazide uygulanması çeşitlidir ve çapları 10-30 cm olan delik açma metodlarıdır. Sondajlar araziden numune alınması ve arazi deneyleri yapılması için kullanılırken diğer yandan da çalışma alanında mevcut haldeki zemin tabakalarının özelliklerinin belirlenmesini sağlarlar. İnceleme çukurları pratik bir şekilde veri toplanması için açılır. Kayma hareketlerinde kayma yüzeyinin belirlenmesi, numune alınması ve arazide deneyler

yapılması için kullanılır. Uygulanma şekli çalışma alanında 5 m derinliğe kadar prizmatik, yamaca dik ve paralel hendek şeklindedir.

Bu yöntemin dezavantajı ise çalışma alanında mevcut yeraltı suyu varsa şevde ani göçmelere sebep olmaktadır. Sondalar sayesinde silindirik bir cismin çalışma alanındaki zemine uygulanması ve zeminin buna gösterdiği tepki ölçülebilmektedir. Bu yöntemde zemin hakkında zeminin taşıma gücü, sıkılık, gevşeklik ve kayma direnci elde edilebilmektedir.

Jeofizik yöntemler ise çalışma yapılan arazide mevcut halde bulunan farklı türdeki zemin tabakalarının değerlendirilmesini sağlamaktadır. Elektronik aletler kullanılarak zeminlerin hız, yoğunluk gibi fiziksel özelliklerinden kaynaklanan yer değiştirme, yerçekimi ivmesi gibi tepkilerin ölçülmesi ve yorumlanması yapılabilmektedir.

### **1.5.1.2. Arazi Deneyleri**

Çalışma yapılacak alan üzerindeki zeminin özelliklerinin belirlenmesi mühendislik açısından önemlidir. Arazi deneyleri zemin özelliklerinin belirlenmesinde bir diğer yöntemdir.

Coduto (2006), deneyin cinsine göre değişen ekipmanlar araziye getirilerek uygulanır. Bu deneyler numunenin laboratuvar ortamında incelenmesi için alınmasının zor olduğu zemin koşullarında büyük kolaylık sağlarlar. Laboratuvar deneyleri ile arazi deneyleri parasal anlamda karşılaştırıldığı zaman, arazi deneyleri daha avantajlıdır. Arazi deneyleri sayesinde uygulandıkları zemin profilleri hakkında daha ayrıntılı bilgiler bulunabilmektedir.

Erol (2018), standart penetrasyon testi arazi deneylerinde kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu deneyde, standart ölçülerde olan plaka üzerine ağırlık, düşme yüksekliğine sahip tokmakla vurularak plakanın zemin içerisine girmesi için gerekli olan N sayısı bulunur. Genellikle her tür zeminde uygulanabilir. Sadece sert içeriğe sahip molozlu, bloklu zeminler ve sert killi zeminlerde net sonuç vermez.

Pehlivan (2019), koni penetrasyon testi içerik bakımından killi, siltli ve kumlu zeminlerde uygulanabilmektedir. Hidrolik güç yardımıyla konik ucun zemin içerisinde ilerlemesiyle gerçekleşir. Bu işlem esnasında konik uçta oluşan uç direnci, konik ucun içerisinde ilerlediği zeminin ceket kısmında, oluşturduğu sürtünme direnci ve boşluk basınçları ölçülmektedir. Deneyin yapılması için arazide herhangi bir sondaj çalışması

gerekmediğinden deneyin maliyeti ekonomiktir. Kaya türü zeminlerde veya sıklık miktarı fazla olan zeminlerde doğru sonuçlar vermemektedir.

Kayabaşı (2014), presiyometre deneyi, zemin özelliklerini tespit eden kuyu içi yükleme deneyidir. Presiyometre deneyindeki ana olay, zeminin basınç-deformasyon ilişkilerinin ölçülmesi için zeminde oluşturulan silindirik biçimli boşluğun genişletilmesidir. Bu deney çok yumuşak halde bulunan zemin türlerinden 20 MPa'a ulaşan basınç dayanımına sahip zeminlere kadar uygulanabilen arazi deneyidir.

Sivrikaya ve Toğrol (2009), plaka yükleme deneyi standart ölçülerdeki kare şeklindeki plakanın sabit bir hız ile kuvvet uygulanması ya da kademeli olarak yük artırılmasıyla plakada oluşacak oturma ve göçmenin ölçülmesi şeklinde uygulanmaktadır. Deneyin uygulama alanı sığ zeminler ve muayene çukurlarının tabanlarıdır.

Deney sayesinde zeminin oturma miktarı, taşıma gücü, elastisite modülü, drenajsız kayma mukavemeti bulunur.

### **1.5.1.3. Laboratuvar Deneyleri**

Arazi üzerinde yapılan çalışmalara ek olarak, araziden alınan örselenmiş veya örselenmemiş numuneler ile laboratuvar ortamında, numuneler üzerinde deneyler yapılarak stabilize analizi için gerekli olan veriler elde edilmektedir.

### **1.5.1.4. Geri Hesap Yöntemi**

Duncan ve Wright (2005), şevde meydana gelen kütle hareketleri incelendiği zaman, kaymanın meydana geldiği bölgedeki zemin ve o bölgenin çevre koşulları hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Şevli kütlelerin hareket ettiği esnada yük, yeraltı suyu ve zemin özellikleri birbirleriyle bazı noktalarda ilişkilendirilebilir. Şevde stabilitenin bozulduğu zamanki güvenlik katsayısı 1 olarak kabul edilir. Şev stabilitesinin bozulup kütle hareketinin gerçekleştiği yenilme anındaki güvenlik katsayısının 1 olması kabulüne göre model geliştirilebilir.

## 1.6. Şev Stabilite Analiz Yöntemleri

Mühendislik yapılarının imalatlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus güvenlidir. Mühendislik yapıları yüklerini buldukları zeminlere aktardıkları için bu zeminlerde güvensiz bir durum oluşmaması istenmektedir. Güvensiz bir durumun oluşacağı tespit edilirse de yapıların yüklerini zemine aktardıkları temellerin, zemin koşullarına göre modellenmesini ya da bu zeminlerde birtakım çalışmalar yapılarak mühendislik yapılarının buldukları zeminlerin güvenli hale getirilmesi sağlanır. Dünyamızda çoğunlukla doğal şevler ve bunların yanında ihtiyaçlar doğrultusunda insan eliyle oluşturulan yapay şevler bulunmaktadır. Şevlerde ya da şevlerin etki alanları içerisinde bulunan bölgelerde bulunan yerleşim birimlerinde ya da bu bölgelere yapılacak olan imalatlarda insan hayatını tehlikeye atacak ve maddi kayıplar oluşturacak etkilerin önlenmesi için şevlerin stabilize analizleri büyük önem taşımaktadır.

Erol (2018), şevlerin stabilizasyon çalışmalarının analiz edilmesi için çeşitli hesap yöntemleri bulunmaktadır. Çeşitli hesap yöntemleri incelendiğinde ortak nokta, bir kayma yüzeyi için kayma kütlesinin araştırılmasıdır.

Şev stabilite çalışmaları 2 başlık altında incelenmektedir.

- Limit gerilme yöntemi
- Limit denge yöntemi

### 1.6.1. Limit Gerilme Yöntemi

Önalp ve Arel (2004), bu yöntem elastisite teorisine dayanmaktadır. Bu analiz için kullanılacak olan zemin homojen ve elastik olarak ele alınır. Gerilme analizi ile birlikte zeminin kendi ağırlığı ve zemine etki eden dış yüklerin etkileriyle şevde meydana gelen düşey ve yatay yönlerdeki deplasmanlar, şevin içerdiği zemin tabakalarında meydana gelen gerilmelerin şevin hangi kısımlarında arttığını ek olarak şevin bu gerilmeler etkisi altında göçüp göçmeyeceği esasına dayanmaktadır.



### 1.6.2. Limit Denge Yaklaşımı

Limit gerilme yaklaşımında çıkan zorluklar neticesinde bu yaklaşıma ihtiyaç duyulmuştur. Daha çok bu yöntem kullanılmaktadır.

Akgül (2017), limit denge yaklaşımında göçme tehlikesi olan ya da göçmenin meydana geldiği şevli zemin modellenir ve bu modelde kayma yüzeyinin olduğu varsayılır. Bu kayma yüzeyine göre kayma hareketinin gerçekleştiği zemin kütlelerinin denge durumuna bakılarak güvenlik katsayısı bulunur. Kayma olasılığı bulunan bir yüzeyde kritik kayma yüzeyi, en düşük güvenlik sayısını veren yüzeye göre bulunur. Limit denge yaklaşımlarında gerçekteki kayma durumunun en doğru bulunabileceği dairesel yüzeyler ile analizler yapılır.

Keskin (2009), şevlerde statik durumda stabilize analizi için yapılan yöntem göçme yüzeyine göre güvenlik katsayısının bulunması ile yapılır. Şevde göçmeye karşı olan etkilerin şevin göçmesini sağlayan etkilere oranına güvenlik katsayısı denilmektedir. Şevin göçmemesi için güvenlik katsayısı 1'den büyük olmalıdır.

Şevlerde veya şevlere yakın ve etkileri altında olan bölgelerde yapılacak mühendislik yapılarında güvenlik katsayısı dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde istenmeyen, zarar verici ve yıkıcı sonuçlar oluşabilir. Güvenlik katsayısı sayesinde zeminin stabil ya da stabil olmadığı bilinebilir. Tablo 1.2'de farklı koşullardaki zeminlerin güvenlik katsayıları bulunmaktadır.

Tablo 1.2. Güvenlik sayıları, TS 8853

Şart	Güvenlik Sayısı (G.S.)		
	Toplam Gerilme	Efektif Gerilme	Deprem
Dolgularda yapım sonu	1.50	-	-
Yarmalar	1.50	1.25	1.0
Barajda sızıntı	1.50	1.25	-
Barajda ani su düşmesi	1.50	1.10	-
Laboratuvar maksimum direnç	1.50	1.35	1.0
Parametrelerin kullanımı ile	-	-	-
Kalıcı dirence göre	-	1.20	1.0
Uzun vadede duraylılık	-	1.20	-
Yamaç üzerinde yapı bulunması	1.80	1.50	1.2
Fisürlü killer	-	1.50	-

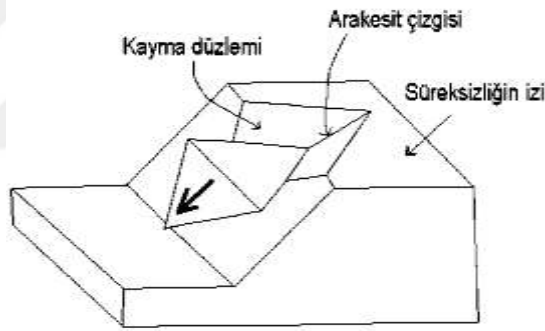
### 1.6.2.1. Düzlemsel Kaymalar

Şevli arazilerde yüzeylere paralel şekilde meydana gelen bir hareket çeşididir. Kaymanın uzunluğu kaymanın derinliği ile kıyaslandığı zaman aşırı fazladır. Bu orana bakıldığında kaymanın az eğimli veya düz zeminlerde meydana geldiği varsayılmaktadır.

### 1.6.2.2. Kama Tipi Kaymalar

Erol (2018), çoğunlukla kaya mekaniğinde gözlemlenirler. Birden fazla süreksizlik düzlemi olan durumlarda veya uç etkilerinin değerlendirildiği durumlarda, şevi oluşturan zemin tabakalarını iki veya daha fazla kamaya ayırma yöntemiyle analiz edilmesi durumudur. Elde edilen her bir kama için tek tek güvenlik sayısı tespit edilir.

Şekil 1.17’de kama şeklinde gerçekleşen kütle hareketi gösterilmiştir.



Şekil 1.17. Kama yenilmesi, Karaman (2011)

### 1.6.2.3. Dairesel Kaymalar

Bu tip kaymalarda kayma düzlemleri daire veya dönel silindir kayma düzlemleri şeklinde varsayılır. Bu tip kaymalarda kullanılan yöntemlerden aşağıda bahsedilmektedir.

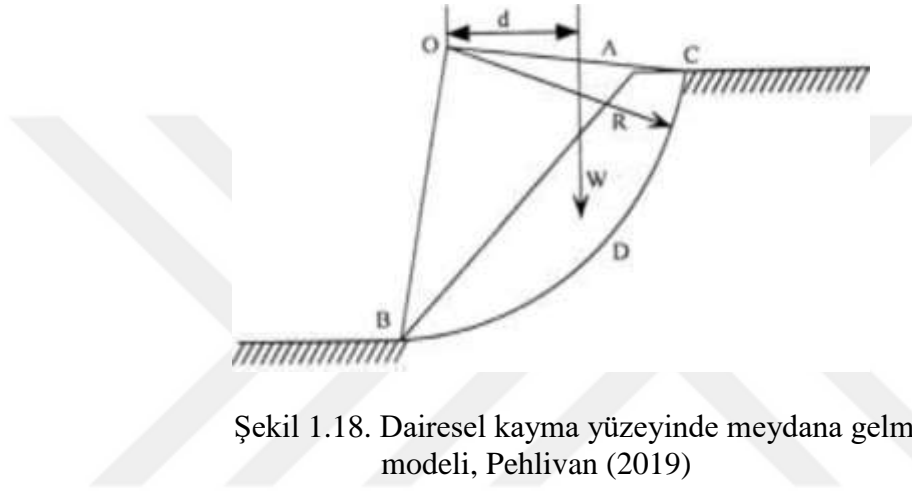
#### 1.6.2.3.1. $\phi=0$ Analizi

Bu analizden sıkça faydalanılmaktadır. Suya doymun zeminlerde su içeriğine müdahale edilmeden deneyler gerçekleştirilir. Deneylerde  $\phi$ 'nin elde edilmesiyle bu

yöntem ilerletilmiştir. Gerilme meydana geldikçe boşluk suyu basıncının sabit kalması ve killi zeminlerin su içerisinde parçalarına ayrılması bu deneylerde genellikle yaşanmaktadır. Drenajsız kayma mukavemeti zemin tabakasındaki her seviyede  $\tau_f = c_u$  şeklinde sabittir.

Boşluk suyu basınçları ve efektif gerilmeler bu analiz doğrultusunda teker teker elde edilemez. Bu nedenle bu uygulama toplam gerilmeler olarak kabul edilen bir analizdir.

Şekil 1.18’de dairesel kayma yüzeyinde ‘O’ merkez noktasına göre oluşan kuvvetler gösterilmiştir.



Şekil 1.18. Dairesel kayma yüzeyinde meydana gelmekte olan gerilme modeli, Pehlivan (2019)

Pehlivan (2019), ‘O’ noktası kayma modelinin merkezi, ‘r’ ise yarıçapıdır. Bu modelde ‘r’ yarıçaplı bir dairenin ‘O’ merkez noktası esas alınarak AB dairesel yayı elde edilir. ‘O’ merkez noktası etrafında gerçekleşen dönme hareketinden, modelde belirtilen ABCA şeklinde modellenen kesitin, ‘W’ ağırlığı ile kaydıran ‘Wa’ momenti oluşur. Bu momenti ‘AB’ yüzeyi doğrultusunda meydana gelen zeminin kayma direnci engellemeye çalışır. Meydana gelmekte olan bu moment;

$$M_0 = c_u \cdot L \text{ olur.} \quad (1)$$

$c_u$  : zeminin kohezyonu

L: AB yay uzunluğu

$$L = 2\pi r \frac{\theta}{360} \quad (2)$$

$$\text{Güvenlik sayısı; } G.S = \frac{M_0 (\text{karşı koyan})}{M_0 (\text{döndüren})} \quad (3)$$

$$G.S = \frac{c_u \cdot L}{W_a} \quad (4)$$

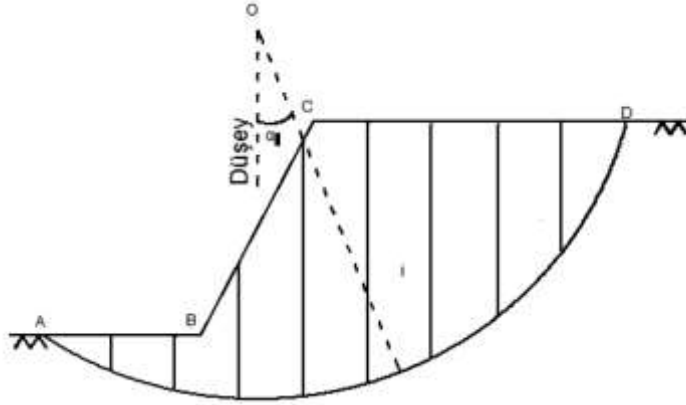
olarak güvenlik katsayısı elde edilir.

### 1.6.2.3.2. İsveç Dilim Yöntemi

Gökoğlu (2015), dilim metodu yöntemleri kıyaslandığı zaman aralarındaki en eski yöntemdir. Yöntemin avantajı basit olmasıdır. Bu yöntemin basitliğinin sebebi elle de hesap yapılabilmesinden kaynaklanmaktadır. Dilimlerin birbirlerine uyguladıkları kesme kuvveti ve normal kuvvetler hariç bilinen kuvvetler dilim ağırlığı, dilimin tabanına dik etki eden normal kuvvet ve taban yüzeyine paralel bulunmakta olan kesme kuvvetleridir.

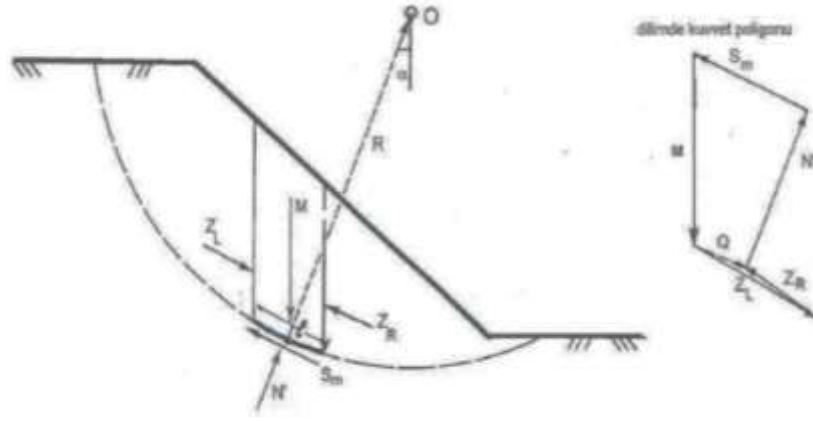
Çetin (2010), 'O' noktası merkezi belirlenir. Bu noktaya göre elde edilen moment eşitliğinden güvenlik sayısı elde edilir.

Şekil 1.19'da 'O' noktası kaymanın merkezi olarak belirlenir ve silindirik zemin bloğunun bu merkeze göre dönmesinden moment dengesi oluşur. Moment dengesinden güvenlik katsayısı hesaplanır.



Şekil 1.19. Şevin kesitini meydana getiren dilimler, Çetin (2010)

Şekil 1.20'de dilimi etkisi altına alan kuvvetler gösterilmiştir. Dilimler arasında meydana gelen kuvvetler birbirlerini dengeler ve bu yüzden dilimlerin birbirlerine bir etkisi olmamaktadır.



Şekil 1.20. Dilimde gerçekleşen kuvvetler ve kuvvet poligonu, Önalp ve Arel (2004)

Burada güvenlik sayısı boşluk suyu basıncının etkisi de düşünülerek tespit edilir.

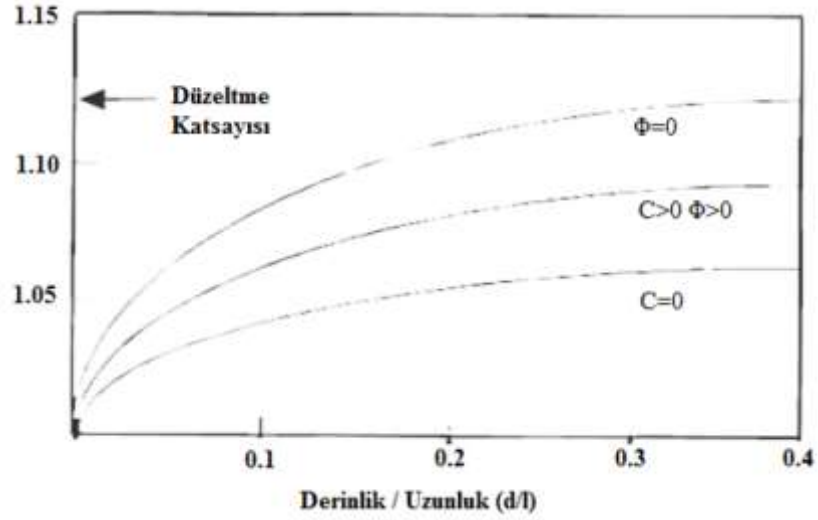
$$GS = \frac{\Sigma [c'l + (M \cos \alpha - U_w l) \tan \phi']}{\Sigma M \sin \alpha} \quad (5)$$

Önalp ve Arel (2004), mevcut boşluk suyu basıncı aşırı fazla ise veya şevin yatayla yaptığı açı çok az ise hatalar meydana gelmektedir. Buna rağmen diğer yöntemler ile kıyaslandığında değişken tabakalı şevlerde farklı kayma mukavemet açıları ile bu yöntem yapılabilmektedir.

### 1.6.2.3.3. Janbu Yöntemi

Komut (2015), her bir kayma yüzeyinde dilimler arası düşeyde meydana gelen kesme kuvvetlerinin sıfır olarak belirlenmesi basit bir inceleme ile gösterilmiştir. Burada dilimler arası kesme kuvvetlerinin sıfır olması nedeni ile güvenlik katsayısı yalnızca yatayda mevcut halde bulunan kuvvet denklemi ile bulunabilmekte ve elde edilen güvenlik katsayısı olan  $f_0$  katsayısı ile çarpılmaktadır.

Şekil 1.21'de düzeltme katsayısı olan  $f_0$ 'ın derinlik/uzunluk (d/L) oranı, kohezyon ve içsel sürtünme açısı ile ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 1.21. Düzeltme katsayısı diyagramı, Spencer (1967)

Bu katsayı, kilin drenajsız kayma mukavemeti açısına, kohezyonuna ve kayma yüzeyinin geometrisine, kısacası  $d/L$  oranına bağlı olarak değişmektedir. Burada  $d$  kayma dairesinde ayrılan dilimler arasından derinliği en fazla olan dilimin yüksekliği,  $L$  kayma yüzeyinin iki uç noktaları arasındaki eğimli uzaklıktır.

Demiryürek (2002), bu yöntem moment dengesinin esas alındığı, dilimler üzerinde oluşan toplam kuvvetler dikkate alınarak oluşturulan kayma dairesinin çözümlenerek güvenlik katsayısının belirlendiği bir çalışmadır.

#### 1.6.2.3.4. Spencer Yöntemi

Spencer (1967), kendi adını bu yönetime vermiştir. Biri moment dengesine bağlı diğeri de yatayda bulunan kuvvetlerin dengelerine bağlı olarak 2 farklı denklem elde etmiştir.

Tekin (2011), moment ve yatay kuvvetler arasındaki dengenin aynı anda sağlandığı ve dilimler arasında meydana gelmekte olan normal ve kesme kuvvetlerinin aralarındaki ilişkiyi sabit kabul eden bir yöntemdir.

Gökoğlu (2015), bu yöntemde normal ve kesme kuvvetleri arasındaki orana bakılmaktadır. Spencer yönteminde bu oran sabit olarak kabul edilmektedir. Normal ve kesme kuvvetleri arasında sabit orana ulaşıldığı anda moment ve yatay kuvvet dengelerine

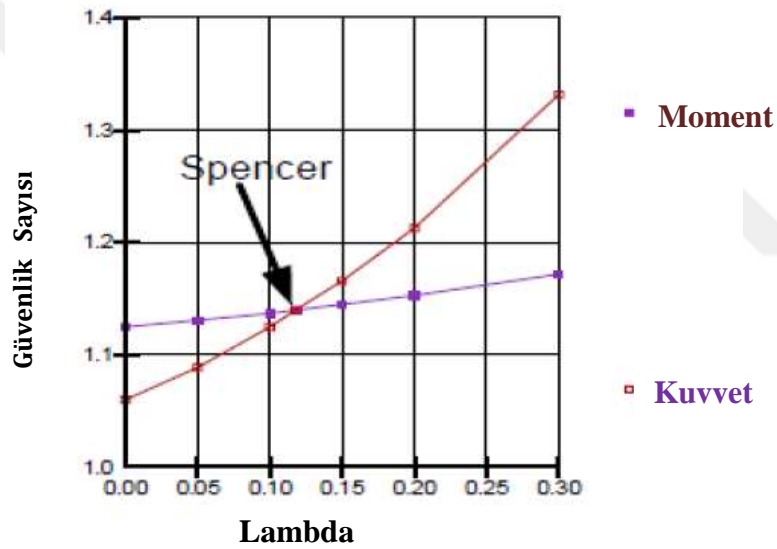
bağlı 2 farklı denklemin eşit olduğu anlaşılmaktadır. Buna bakılarak 2 denklemde sabit orana ulaşıldığı andaki güvenlik sayılarının eşit olduğu varsayılmaktadır.

$$X = E \cdot \lambda \cdot f(x) \quad (6)$$

Yukarıdaki denklemde 'X' kesme kuvveti, 'E' normal kuvvetler olarak isimlendirilir. f(x) fonksiyonu sabittir.

Spencer (1967),  $\lambda$  (lambda), kesme kuvveti (X) ve normal kuvvet (E) arasındaki orandır.  $\lambda$  her dilim için sabittir bu yüzden  $f(x) = 1$  olarak kabul edilmektedir.

Şekil 1.22'de  $\lambda$  (lambda) ve güvenlik sayısı arasındaki ilişki gösterilmiştir. Burada  $\lambda$  0.12'dir. f(x) ise 1'e eşittir.

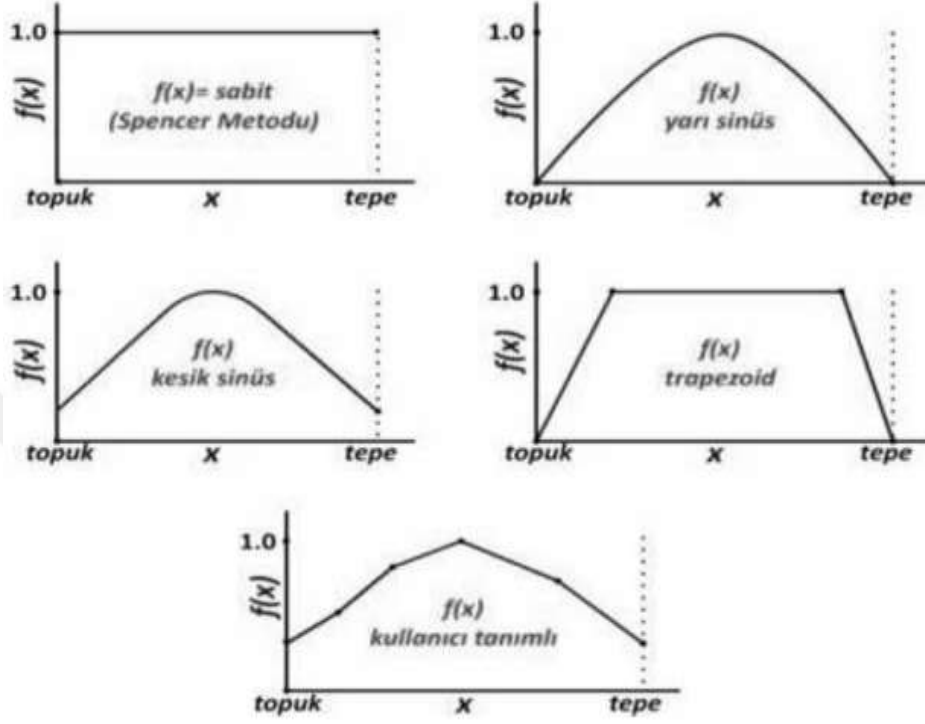


Şekil 1.22. Spencer güvenlik sayısı, Krahn (2004)

#### 1.6.2.3.5. Morgenstern-Price Yöntemi

Tekin (2011), Spencer yöntemindeki gibi dilimler arası etkileşim halinde bulunan kuvvetlerin oranlarının sabit olarak belirlendiği bir yöntemdir. Bu yöntemde farklı kuvvet parametreleri kullanılarak dilimlerde meydana gelen kayma ve normal kuvvetler belirtilmiştir. Spencer yönteminde sabit fonksiyonlar kabul edilir. Bu yöntemde farklı olarak, dilimlerde oluşan kuvvetlerin kullanıcı tarafından belirlenebilen ya da sabit, yarım sinüs, kesilmiş sinüs ve trapezoid fonksiyonlara göre tanımlamaları yapılabilmektedir.

Şekil 1.23’de grafiksel olarak sabit yarım sinüs, kesilmiş sinüs, trapezoid ve kullanıcı tanımlı fonksiyon çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 1.23. Dilimlerdeki kuvvet tipleri, Tekin (2011)

Dilimlerde tabanlara etki eden momentler ve normal kuvvetlerin toplamı yardımıyla güvenlik sayıları bulunur.

$$X = E \cdot \lambda \cdot f(x) \quad (7)$$

Yukarıdaki bağıntıda 2 durumdan söz edilebilir. İlki  $f(x)$  değerinin 0'a eşit olduğu durumdur. Bu durumda uygulanacak çözüm Bishop yöntemine benzemektedir. İkincisinde ise  $f(x)$  sabit olarak kabul edilir. İkinci durum ise Spencer yöntemine benzemektedir.

Pehlivan (2019), bu yöntem moment dengesi ile kuvvet dengesini mümkün kılar. Bu yöntemde kullanım amacına göre farklı kesit kuvvetleri seçilebilir. Dilimler arasında mevcut halde bulunan normal ve kesme kuvvetleri dikkate alınır.

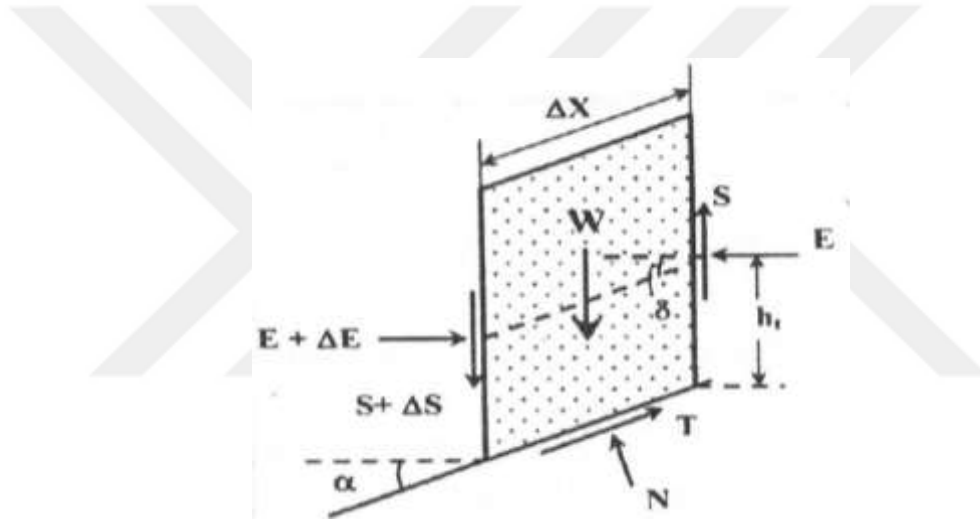


### 1.6.2.3.6. Basitleştirilmiş Bishop

Yöntem İsveç dilim yöntemine benzemektedir. İsveç dilim yöntemindeki gibi dairesel kayma yüzeyleri oluşturulur ve ilk olarak dilimler için tek tek sonrasında da dairesel kayma düzlemindeki tüm kütleye etki eden, kayma kuvvetleri ile kaymayı önleyici kuvvetler birbirleriyle oranlanır. Bunun sonucunda da güvenlik sayısı elde edilir.

Vardar vd. (2012), yukarıda İsveç dilim yöntemiyle benzerliklerinden farklı olarak bu yöntemde geçirgenlik miktarı düşüktür. Bu yüzden drenajı zaman alan zemin kütlelerindeki boşluk suyu basıncı dikkate alınır ve gerilme analizlerinden faydalanılır.

Şekil 1.24’de dilimi etkisi altına alan kuvvetler kesit üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1.24. Dilimi etkisi altına alan kuvvetler, McCarthy (1962)

McCarthy (1962), kayma dairesi modelindeki dilimlerde denge olayına bakılır. Şevin göçmesini önleyen katsayı olarak tanımlanan emniyet katsayısı, zemine etki eden maksimum kesme dayanımının, modelin emniyetli olması için gereken kesme direncine oranı olarak belirtilir.

$$G_s = \frac{\Sigma [c'b + ((M \cdot ub) + \Delta X) \tan \phi'] / m_\alpha}{\Sigma M \sin \alpha} \quad (8)$$

$$m_\alpha = \cos \alpha \left( 1 + \tan \alpha \frac{\tan \phi'}{G_s} \right) \quad (9)$$

b : dilim genişliği,

M: dilim toplam ağırlığı,

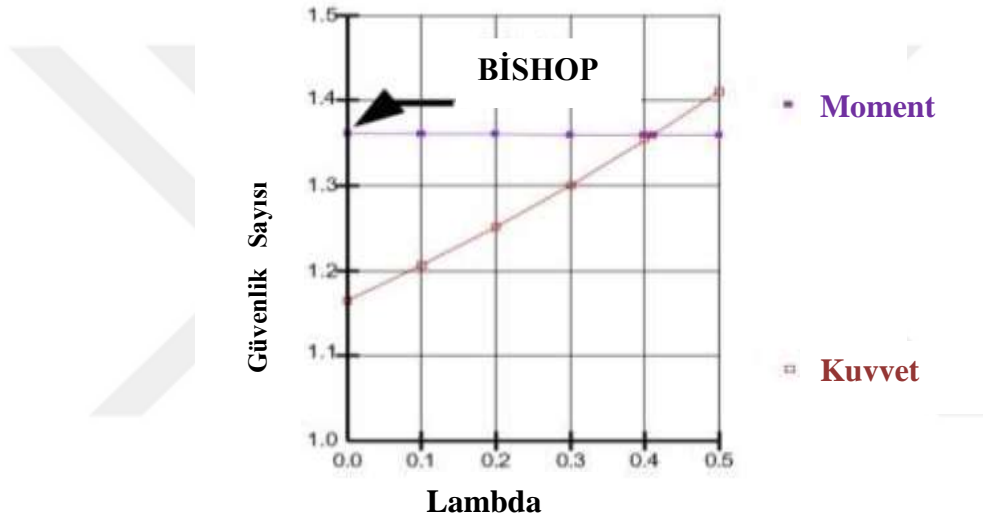
$c'$ : efektif kohezyon,

$\phi'$ : efektif kayma mukavemeti açısı,

u: dilim tabanına etkiyen boşluk suyu basıncı,

$\alpha$ : dilimin tabanıyla yatay arasındaki açı.

Şekil 1.25'de kesme kuvveti (X) ve güvenlik sayısı arasındaki ilişki grafik üzerinde gösterilmiştir.  $\lambda$  (lambda)'nın sıfır olduğu yerde moment denge eğrisi 1.36'yı göstermektedir.

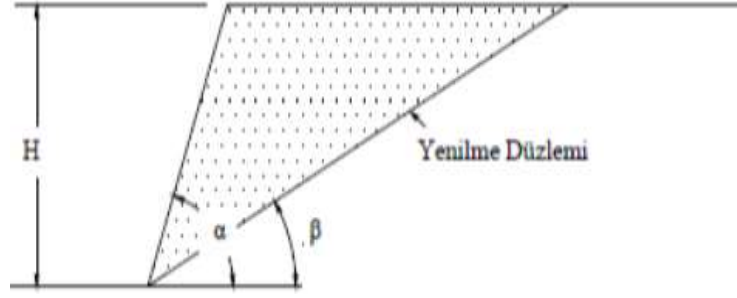


Şekil 1.25. Bishop güvenlik sayısı, Krahn (2004)

#### 1.6.2.3.7. Culmann Yöntemi

Pehlivan (2019), kaymanın gerçekleştiği zemin kütesinin, kayma düzlemi boyunca düz bir yüzeyde hareket ettiği kabul edilmektedir. Kayma gerilmelerinin oluşması ile kayan kütleyle karşı meydana gelen kayma direncinin dengesinden kritik haldeki kayma açısı belirlenerek ve bu kayma açısı kullanılarak en fazla olabilecek kazı derinliği belirlenir.

Şekil 1.26'da kaymanın gerçekleşmiş olduğu yenilme düzlemi ve parametreler gösterilmiştir.



Şekil 1.26. Culmann kırılma düzlemi, Pehlivan (2019)

$$\text{Kritik kayma açısı : } \beta_k = \frac{1}{2}(a + \phi_g) \quad (10)$$

$$\text{Maksimum kazı yüksekliği : } H_k = \frac{4c}{\gamma} \left[ \frac{\sin a \cdot \cos a}{1 - \cos(a - \phi)} \right] \quad (11)$$

### 1.6.3. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Kaya (2013), yukarıda bahsedilen yöntemlerde güvenlik katsayısı bulunurken boşluk suyu basınçlarının değişimi, ötelenmeler gibi zemin hakkındaki durumlar belirtilememektedir. Yamaç ve şevlerin gerilme deformasyon durumları hakkında incelemeler sürekli ortamlarda sonlu elemanlar analizleri ile birlikte yapılabilmektedir.

Konuk (2005), bu yöntemde zemin kütleleleri düğüm noktaları etrafında birleşen elemanlara ayrılmaktadır. Her düğüm noktasında analizler yapılır ve bunların sonucunda her düğüm noktası için ayrı ayrı meydana gelen yer değiştirmelerden kaynaklanan gerilme-şekil değiştirme alanları elde edilir. Sayısal modelleme uygulanarak oluşturulan tüm elemanların tek bir yapısal davranışa göre olmaları sağlanır. Oluşturulan model göçme meydana gelene kadar elastik sonrasında plastik davranış gösterir. Mohr-Coulomb kriteri buradaki göçme kriteridir.

Yapılan araştırmalarda modelleme yapılmadan önce, arazi çalışmaları ile zemin hakkında elde edilecek bilgiler sayesinde bu analizde daha faydalı sonuçlar elde edilebileceği belirtilmiştir.

Önalp ve Arel (2004), bu analizin en önemli tarafı herhangi bir zemin modelinin ve özelliklerinin doğrusal olmayan bir fonksiyon ile modellenmesidir. Boşluk suyu basınçlarının hesapları, yapım sırası ve sonrasında şişme, sıkışma sonucu kontrolü, çatlama, gerilme, ötelenme, hidrolik çatlama, yerel yenilme, genel duraylılığın incelenmesi bilgileri bu analiz uygulamasında hesaplanır. Bu analizin dezavantajları ortamın sürekli

kabul edilmesi ve aşırı ötelenmelerin analiz dilinde kabul edilmemesidir. Bahsedilenlerin dezavantaj olmasının nedenleri de kaya kütlelerinde olduğu gibi şevli zemin kütlelerinde de büyük mesafeler ile ifade edilen ötelenmeler oluşabilmektedir.

## 1.7. Şev Islah Çalışmaları

Popescu ve Sasahara (2009), çeşitli şev stabilite çalışmaları sonrasında anlaşılan ya da mevcut durumda olan şevlerin stabilizelerinde güvenlik zafiyetleri gözlemlenmesi halinde şev iyileştirme metodlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Göçmenin gerçekleştiği bölgenin iyileştirilmesi veya sonradan olması muhtemel bir şev göçmesinin önlenmesi için şevde harekete sebep olabilecek etkenlerin indirgenmesi, şevde mevcut halde bulunan zemin kitlelerinin kayma dayanımlarının artırılması gerekmektedir. Şev duraylılığı yapısal veya yapısal olmayan yöntemler ile şeve kazandırılabilir.

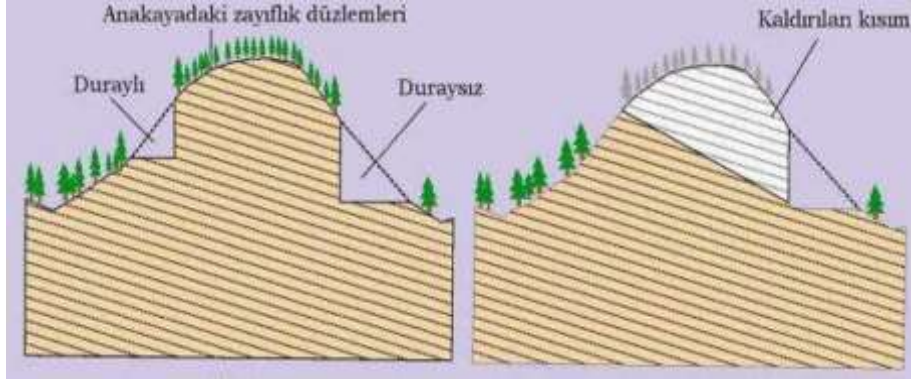
Kütle hareketlerini önleme yöntemlerinden bazıları aşağıdakiler gibi sayılabilir:

- Şeve müdahale edilmesi
- Drenaj
- Dayanma yapıları
- Topuğa yük konulması

### 1.7.1. Şeve Müdahale Edilmesi

Pehlivan (2019), şevlere müdahale edilme yöntemlerini şu şekilde sıralayabiliriz. Şeve basamak yapılması, şev açısının düşürülmesi, şevin en yüksek kısmındaki fazla olan yükün kaldırılması, yamaç eteğine yük konulması veya desteklenmesi. Bu yöntemler ile şevlerde göçme riskleri azaltılabilir veya engellenebilir.

Şekil 1.27'de şev üzerinde duraysız kısımdan itibaren, kaymaya neden olabilecek zemin kütlesi kaldırılmıştır.



Şekil 1.27. Şevlere müdahale edilmesi, Pehlivan (2019)

### 1.7.2. Drenaj

Önalp ve Arel (2004), şevli arazide su miktarının kritik değerden yüksek olması heyelanı tetikleyen en büyük faktördür hatta suyun olmadığı ortamlarda heyelanların gerçekleşme olasılığı çok daha istisnaidir. Su zemin daneleri arasındaki boşluk suyu basıncına etki ederek zemin danelerinin birbirlerine uyguladığı çekim kuvvetlerini ortadan kaldırdığı için kaymaya karşı direnen kuvvetlerinde ortadan kalkmasına sebep olur. Bu yüzden şev stabilitesi sorunlarında akla gelmesi gereken ilk uygulama drenaj olmalıdır ki kütle hareketlerine sebep olan en büyük faktör olan suyun önüne geçilebilsin.

#### 1.7.2.1. Yer Üstü Drenajının Yapılması

Kaynak (2007), yağışların gerçekleşmesinden dolayı akan suyun heyelanlı arazide birikebilme durumunun engellenmesi ve yüzeysel akan suların kayma bölgesinden uzaklaştırılması, kütle hareketinin gerçekleşmiş olduğu, gerçekleşme olasılığı bulunan zeminde mevcut olan yeraltı suyu seviyesinin, boşluk suyu basıncının indirgenmesini sağlamaktadır. Şevli yüzeyin geçirimsizlik oranının azaltılması, suyun akma hızının artırılması, yüzeyde bitkilendirme çalışmalarının yapılması, şevli yüzeye çimento harcı ve bitümlü malzeme uygulanması yüzey drenajına katkı sağlamaktadır.

Şekil 1.28'de yüzeysel drenaj imalatları menfezler (kutu ve düz), kafa hendeği, topuk hendeği, düşüm olukları şeklinde uygulanabilir. Kafa ve topuk hendekleri, yüksek yarma şevlerinden veya palyeli yarma şevlerinden gelen yüzey sularının toplanması, şevli

bölgeden uzaklaştırılması için uygulanan yüzeysel drenaj elemanlarıdır. Beton, taş kaplama şeklinde yapılacağı gibi kaplama uygulanmadan da yapılabilir.

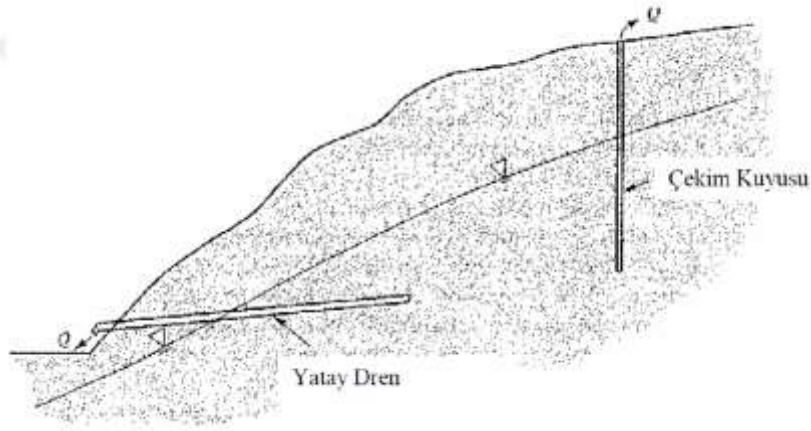


Şekil 1.28. Palyeli yarma enkesiti tipi, K.G.M (2013)

### 1.7.2.2. Yer Altı Drenajının Yapılması

Pehlivan (2019), zemin kütleinin bünyesinde bulunan suyun heyelan tehlikesini önleme amacıyla şevli bölgeden uzaklaştırılması veya en aza indirgenmesi yöntemidir.

Şekil 1.29'da yer altı drenajları yapısal olarak düşey ve yatay doğrultuda uygulanarak yapılabilmektedirler.



Şekil 1.29. Yatay ve düşey drenler vasıtasıyla yeraltı suyunun tahliye edilmesi, Coduto (2006)

### 1.7.3. Topuğa Yük Koymak

Şevli zemin kütlelerinin kaymasını sağlayan kaydırıcı kuvvetlerin önlenmesi için şevlin topuğuna destek amacıyla ek bir yükün uygulanması yöntemidir. Heyelan önlemeye yönelik, şevlerde en yaygın olarak uygulanan çalışmalardan biridir.

Öztürk (2002), olası kütle hareketlerinin durumuna, şiddetine, kapasitesine bakılarak topuğa yük uygulamasının en kolay yolu taş duvar çalışmasıdır. Daha sağlam yapı olarak betonarme istinat duvarları, istenilen derinliğe kadar uygulanan sağlam beton veya çelik malzemedeki imal edilmiş kazık, palpaşların montajının yapılmasıdır.

Erol (2018), bu yapıların uygulanmasından önceki aşamalarda yapıların daha iyi projelendirilmesi ve ideal bir şekilde boyutlandırılması için zeminin kayma yüzeyinin araştırılması, heyelan olasılığına sahip şevli zeminlerde mevcutsa yüzey, yeraltı suyu durumları belirlenmelidir. İnşaat sırasında derine inilmesi gereken yapılarda yeterli derinliğe ulaşıldığından emin olunmalı ve inşaat sonrasında bu yapıların alt bölümlerinde kazı çalışması yapılmamalıdır. Eğer ki kazı işlemleri yapılırsa kaydırıcı kuvvetlerin bu tutucu yapılara yıkıcı etkileri gerçekleşebilir.

### 1.7.4. Dayanma Yapıları

Şevli zemin kütlelerinde kaymayı sağlayan kuvvetler kayma direncini oluşturan kuvvetlerden fazla olduğu zaman heyelan oluşmaktadır. Zemin kütlelerinde bulunan doğal halde oluşan kayma direnci kuvvetlerine takviye olarak yapay şekillerde kayma direncini arttırıcı yapılar yapılmalıdır. Bu yapılar dayanma yapıları çatısı altında bulunmaktadır.

Erol (2018), dayanma yapılarının inşaatından önce yapılması gereken, zeminin kayma dairelerinin belirlenmesidir. Bu işlemden sonra dayanma yapılarının kayma yüzeyinin altında bulunan sağlam zemin tabakasına kadar inilerek inşaatı yapılmalıdır.

Dayanma yapılarını kendi aralarında 3 grup içerisindeki.

- Taş ve Betonarme Duvarlar
- Kazıklar
- Ankrajlar

### 1.7.4.1. Taş ve Betonarme Duvarlar

Heyelan riskinin olduğu şevli zemin kütlelerinin bulunduğu arazilerde, şevli zemin kütesinin hareket etmesini sağlayan kaydırıcı kuvvetlerin şeve etkilerini azaltmak için bu yapılar uygulanmaktadır. Ayrıca şev dengesini bozan herhangi bir uygulama yapılması durumunda da bu yapılardan yararlanılabilmektedir.

İstinat yapıları farklı çeşitlerde, şekillerde ve malzeme türleri kullanılarak yapılabilmektedir. Fakat genellikle yapılan, zeminde oluşan kuvvetlerin etkilerini kendi ağırlıkları ile karşılayan, yamaçtaki dengeyi sağlayan modellerdir. Şekil 1.30'da taş duvar imalatı uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 1.30. Taş duvar örneği-inşaatı

Ağırlık istinat duvarları, zeminden kaynaklı oluşan yanal basınçların etkilerine kendi ağırlıkları ile engel olarak yamaçta, yatayda meydana gelen yüklerin etkilerini azaltarak dengenin korunmasını sağlarlar. Bu yapılar genellikle çimento veya kireç harçlı taş duvar örgülü ya da donatı içermeyen betondan yapılmaktadırlar. Bu tür istinat duvarları yukarıda da bahsedildiği gibi yanal etkilere sadece kendi ağırlıkları ile karşı koydukları için çok fazla yüksek yapılamazlar. Yükseklikleri genellikle maksimum 4 ya da 5 m'ye kadar çıkmaktadır. Bu tip duvarlarda donatı kullanılmadığından, ağırlık istinat duvarları çekme dayanımına sahip değildirler. Bu yüzden duvarın içerisinde çekme gerilmelerinin oluşmasına izin verilemez. Yapılış ve kullanım şekillerine göre değişmekte olan türleri bulunmaktadır.

Uygulanış çeşitlerine göre 2 şekilde sıralanabilirler;

- Pere



- Taş istinat duvarları

Pereler, dolgu şevlerinin uygulanabilmesi amacıyla büyük moloz taşları ile harçlı veya harçsız olarak imal edilen şev kaplamalarıdır. Bu yapılar yarmalarda, şevli dolgulara şev yüzeyini düzgün bir geometriye getirmek ve kayma hareketinin önüne geçilebilmesi için uygulanırlar. Şekil 1.31’de yüzeyleri düzgün halde olan taşların tek sıra şeklinde, harçsız düzgün olarak toprak üzerine yerleştirilmesi şeklinde yapırlar.



Şekil 1.31. Pere'nin görünümü

Taş istinat duvarları, kütle hareketlerini engellemek ve yarma uygulanan kısımlardaki pürüzlü yüzeyleri düzeltmek amacıyla harçlı veya harçsız imalatı yapılan taş duvarlardır. Bu duvarların boyutlandırılmasından bahsedilirse 4 m yüksekliğe kadar, üst kısmının genişliği ise en fazla 60 cm olmalıdır. Yanal toprak basıncının etkisine karşı sağlam halde olabilmesi için taş istinat duvarları temele doğru kalınlığı artacak şekilde yapılmalıdır. Bu tip duvarların yalnızca görünen kısımları düzgünce yapılır.

Estetik için gözüken yüzeylerinde derz aralıkları çimento harcı ile kapatılabilir. Bu tip istinat duvarına etki eden yanal toprak etkisi fazla olursa, 250 kg dozlu çimento harcı ile taş duvar yapılır.

Yukarıda bahsedilen istinat duvarları dışında donatı kullanılarak da duvar imal edilebilmektedir. Betonarme olarak yapılan duvarlar konsol yöntemiyle çalışmaktadırlar. Duvarlar demir donatılı gövdeye sahiptirler. Bu yapılarda toprak yükü önceden tasarlanmış bir temel üzerine imal edilen gövdeye, moment yüklenmesi ve duvarın dönmeye karşı koymasıyla taşınır.

Bu duvarlar ağırlık istinat duvarları ile kıyaslandığı zaman kesit kalınlıkları daha azdır, daha ekonomiktir ve güvenlidirler. Bu yapılar arazide meydana gelebilecek her türlü duruma karşı önceden projelendirilir ve imal edilirler. Şevli arazinin kayma dairesinin

derinlerde olduğu ve bu yüzden kayan zeminin altındaki sağlam tabakanın derinlerde olduğu b6lgelerde, uygulanacak istinat duvarının kalınlığının az ve sağlam olmasının istenildiği yerlerde, elverişli zeminin kolay bulunmadığı sağlam zemin koşullarının olmadığı durumlarda betonarme istinat duvarları tercih edilmektedirler.

Ekonomik olarak ağırlık tipi duvarlardan daha avantajlı olduğu bahsedilse de betonarme duvarlarda y6kseklik ve maliyet birbirleriyle doğru orantılıdır. Y6kseklik fazla olduğu duvar kesiti de kalınlaşmaktadır. B6ylelikle duvar yapımı için gereken beton ve demir donatı maliyeti artmaktadır. Bu tip duvarlarda y6kseklik 8-9 m ve daha 6zerine doğru arttıkka işin maliyeti ekonomiklik avantajını kaybetmektedir. Şekil 1.32’de betonarme istinat duvarı 6rneği g6sterilmiştir.



Şekil 1.32. Betonarme istinat duvarı

#### 1.7.4.2. Ankrajlar

Bu yapılar zemin kaymalarının 6nlenmesinde ve şev stabilitesinin sağlanması için uygulanabilmektedir. Ankrajlar derin kazıların g6venle yapılabilmesi ve inşaat aşamasında duvarlarda g6me olmaması için y6ksek şev duvarlarının desteklenmesi amacıyla kullanılırlar. Ankrajlar kendilerine etki eden çekme kuvvetlerini elverişli zemine aktarmayı sağlayan elemanlardır. Zeminlerin kayma doğrultusuna karşı zıt y6nde inşa edilirler.

Şekil 1.33’de ankraj imalatına ait bir uygulama g6sterilmiştir.



Şekil 1.33. Ankraj örnekleri

### 1.7.4.3. Kazıklar

Şev hareketlerine karşı stabilizasyon çalışmaları yapılırken çalışma yapılacak alanın ve kayma bölgelerinin analiz edilmesi göz ardı edilmemelidir. Şevlerde gerçekleşen kayma hareketi büyük ölçekli ve kayma bölgesi derinlere kadar ulaşıyorsa istinat (dayanma) yapıları yeterli olmaz. Bu durumda yapılması gereken stabilizasyon çalışması kazık uygulamasıdır.

Önalp (1983), kayma bölgesi çok derinlerde bulunuyorsa kazık uygulamasıyla kayma bölgesinin altında kalan sağlam tabakaya ulaşılması mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda yumuşak zemin tabakaları içerisinde bulunan kum-çakıl tabakalarının tespit edilip kazıkların yumuşak zemin içerisinde bulunan kum-çakıl tabakalarına kadar uygulanmasıyla kazık uygulaması yapılır.

Kazıklar içerdikleri malzemenin türüne göre 4 çeşit olarak bahsedilmektedir.

- Ahşap kazıklar
- Betonarme kazıklar
- Çelik kazıklar
- Kompozit (karma) kazıklar

Pehlivan (2019), yukarıdaki 4 kazık çeşidi farklı tür malzemelerden imal edilmektedir. Kendi standartlarına göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Zemin cinsine ve arazi koşullarına göre yukarıdaki dört kazığın kullanım alanları değişmektedir.

### 1.7.4.3.1. Ahşap Kazıklar

Demir (2004), yapılan kazık uygulamalarının tarihçesine bakıldığı zaman mühendislikte kullanılan ilk kazık çeşitleri ahşap kazıklardır. Bu tip kazıklar, ağaçların gövdelerinden uzun silindir veya kare, dikdörtgen, çokgen prizmalar şeklinde yapılmaktadır. Ebatlarına bakıldığı zaman çapları 30-50 cm aralığında, boyları 9-20 m aralığında olabilmektedir. Çakma esnasında kazıkların darbelerden zarar görmemesi için kazık başlarına ve sivriltilen uçlarına kalın başlıklar yerleştirilir. Bu tip kazıkların dezavantajı, doğal malzemeden imal edildikleri için zararlı böceklerden, mikroorganizmalardan etkilenirler ve bu yüzden kazıklarda organik çürüme gerçekleşmektedir. Birtakım ilaçlarla, kreozot içeren katranlı vb. koruyucuların ahşabın boşluklu kısımlarına sürülerek veya ahşaba beton kaplama yapılarak ahşap kazığının yukarıda bahsedildiği şekilde zarar görmesi engellenebilir. Şekil 1.34’de ahşap kazık imalatına ait bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 1.34. Ahşap kazık uygulamasına ait bir örnek

### 1.7.4.3.2. Betonarme Kazıklar

Günümüze baktığımız zaman kazık cinsleri arasında en çok kullanılanıdır. Betonarme kazıklar 2 başlık altında incelenirler. Bunlar çakma kazıklar ve yerinde dökülen kazıklardır.

#### 1.7.4.3.2.1. Önceden Dökülerek Hazırlanan Betonarme Kazıklar

Pehlivan (2019), betonarme olarak imal edilirler. Bu tip kazıkların boyut ve ebatları büyüktür. Bu nedenlerden dolayı kazıkların muhafaza edilebilmesi için büyük alanlar gerekmektedir. Bu kazıklar imal edildikten sonra uygulanacakları yere getirilirler. Bu tip kazıkların çalışma prensibi taşıma gücü az olan zeminlere etki eden yüklerin taşıma gücü fazla olan zeminlere aktarılması şeklindedir.

Bu kazıklar uygulanacakları bölgeye getirilirken özenli bir şekilde ve uygun vasıtalarla getirilmelidirler. Kazıkların uygulanması işlemine bakıldığı zaman ilk etapta çakma bölgesine yerleştirilirler. Kazıklara düşeyde belli bir yükseklikten uygulanan kuvvet yardımıyla kazıklar çakılır. Uygulanan kuvvetlerin kazıkları deformasyona uğratmamaları için kazık başlarına kısacası kuvvetin uygulandığı kısma çelik veya ahşap yastıklar ile uç kısımları ise çelik çarıklar ile korunur.

Uygulama projesi incelenilerek gerekli donatı ve mühendislik özelliklerine göre imal edilirler. Bu tip kazıklar genel olarak kare, daire, sekizgen kesitli olarak hazırlanır gerekli kazık boyu, çapı ve dayanım özellikleri sağlanacak şekilde prefabrike olarak imal edilir ve uygulanacakları bölgeye nakliyesi gerçekleştirilir. Şekil 1.35’de bu imalata ait örnekler gösterilmiştir.



Şekil 1.35. Önceden dökme betonarme kazıklar örneği

Tablo 1.3’de betonarme çakma kazık boyları ve servis yükleri arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Tablo 1.3. Betonarme çakma kazık boyları ve servis yükleri, Tomlinson (1994)

Kazık Kenar Uzunluğu (mm)	Servis Yüğü (kN)	Maksimum Kazık Boyu (m)
250	200-300	12
300	300-450	15
350	350-600	18
400	400-750	21
450	500-900	25

#### 1.7.4.3.2.2. Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar

Birand (2007), genellikle fore kazık olarak bilinen bu kazık tipleri delme işlemi uygulanması veya içi boş boruların çakılması yöntemiyle zeminde açılan boşluğa yeterli miktarda donatı montajı yapılarak betonlama işlemi ile uygulanan kazıklardır.

Fore kazıklar zeminde yanıl ötelenme ve komşu zeminlerde sıkışma meydana getirmeyen kazıklardır. Şekil 1.36'da basit bir şekilde fore kazık imalatı bahsedilirse, ilk olarak zeminde delik açılır, açılan deliğe donatı montajı yapılır ve alt kısımlardan başlanarak deliğe betonlama işlemi uygulanır. Bu işlemlerin ardından kazık oluşmaktadır.

Kazığın uygulanması sırasında belirlenecek yöntemler kazığın ebatlarına göre değişmektedir. Yöntemin belirlenmesinde dikkate alınması gereken unsur ekonomik olma kriteridir. Ülkemizde çok yaygın olarak uygulama sahasına sahip kazık türüdür.

Bu tip kazıkların avantajları ile beraber dezavantajları da vardır. Avantajlarından başlamak gerekirse;

- Fore kazıklar temel kazısından önce uygulanabilir. İnşaatın daha çabuk bitmesine katkıda bulunur.
- Uygulanacak zeminde herhangi bir sıkıntı ve imalat sırasında problem olmazsa çabucak imal edilebilirler.
- Ebatsal olarak büyük çap ve deliğe sahip bir şekilde imal olanakları vardır.
- Taş, blok gibi zeminin sert bir özellik göstermesini sağlayan bir durum mevcut ise delme uygulaması uygun teçhizatlar kullanılarak kolaylıkla yapılabilmektedir.
- Delme işleminde ve imalatı sırasında titreşim vb. etkileri çevreye karşı rahatsızlık oluşturmaz.
- Yerinde yapılan kazık tipi oldukları için gereken malzemelerin inşaat bölgesinde bulunması zor değildir.

- Kazık dibinde genişletilmiş bir bölge oluşturulabilir. Kazığın çekme dayanımını artırır.

Dezavantajlarından bahsedilirse;

- Delme işleminin yapıldığı bölgenin hava koşulları yağışlı ve kötü ise bu işlemi aksatır.
- Kazık imalatından önce detaylı bir şekilde zemin etüdü yapılmamışsa ve bu durum karşısında delme işlemi esnasında zemin koşulları beklenmedik bir şekilde kötü durumda ise imalat sırasında önemli aksamlar yaşanılabilir.
- İmalatın yapım esnasında kazık betonunun hazırlanması ve dökülmesi teknik takip, kontrol bakımından ihmal edilirse kazıklı sistem istenilen verimi vermeyebilir.
- Yeraltı suyunun varlığı durumunda daha da dikkatli olunması ve önlemler alınması gerekmektedir.



Şekil 1.36. Yerde dökme betonarme kazık imalatı

Bu tip kazıklar kaplama borusuz, kaplama borusu çıkarılan ve kaplama borusu yerinde bırakılan kazıklar olarak uygulanabilmektedirler. Kazıklar genellikle taşıyıcı elemanlardır, üzerlerine etki eden yükleri sağlam zemin tabakasına aktarırlar. Buna ek olarak bu tip kazıkların zemin iyileştirme metodu olarak kullanıldığı alanlarda mevcuttur.

Bu tip kazıklar uygulanacakları yere ve projeye göre çakma kazık veya fore kazıkların kullanımını kararlaştırılır. Birbirlerine karşı avantajları ve dezavantajları mevcut olup ekonomiklik bakımından uygunluk esasına göre kazık çeşidi seçilmelidir.

#### 1.7.4.3.3. Çelik Kazıklar

Birand (2007), çakma durumunda kullanılan kazıklardır. Bu tip kazıklar H veya I profili veya dairesel boru şeklindedir. Boru tip kazığın ucu açık veya kapalı olarak uygulanabilir. Bu boruların içlerine beton dökülür. Çakma işlemi esnasında uç kısımlarına takviye sağlanır. Boru boyunun uzatılması gerektiği durumlarda perçin, bulon veya kaynak yapılırsa da bu işin yapılması için şartnamelere bakıldığında çoğunlukla kaynak yapılmalıdır. Bu tip kazıklar yüksek yük taşıma yeterliliğine sahip uç kazıklar olarak da imal edilebilmektedirler.

Dezavantaj olarak bakıldığı zaman uygulandığı bölgedeki yeraltı suyunda zararlı maddelerin mevcut olması durumunda ömürleri çürümeden dolayı kısa olmaktadır. Bahsedilen duruma göre çelik kazıkların ömürlerinin kumlu zeminlerde uzun olmama ihtimali vardır. Sert ve katı killerde oksijen oranının azlığı nedeni ile bu tip kazıkların ömürleri daha uzun olabilir. Bu tip kazıkların çürümesine karşı önlem alınması gerektiği durumlarda dışları bitümlü malzemeler ile kaplanır, katodik koruma uygulanır veya beton gömlek içerisinde imal edilir. Şekil 1.37'de çelik kazık uygulamasına ait görsel bulunmaktadır.



Şekil 1.37. Çelik kazıklar



#### 1.7.4.3.4. Kompozit Kazıklar

Farklı tip malzemelerin bir arada kullanıp imal edildiği kazık çeşididir. Bu tür kazıkların altı ahşaptan üstü betonarme ya da çelikten imal edilmektedir.

Birand (2007), kazık ahşap kısmın çürümeden etkilenmeyeceği şekilde çakılır. Zeminde mevcut yeraltı suyu varsa ahşap kısmın çürümemesi için kazık yeraltı suyu seviyesinin tamamen altına çakılmalıdır. Sonrasında üst kısmı beton olarak imal edilmektedir ve duruma göre kaplama borusu yerinde bırakılabilmektedir. Dar uygulama alanına sahiptir.

Şekil 1.38’de kompozit kazık görselleri mevcuttur.

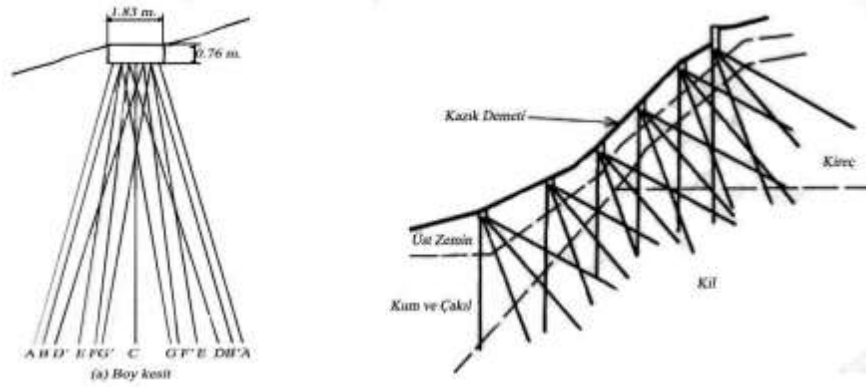


Şekil 1.38. Kompozit kazık örneği

#### 1.7.5. Mini Kazıklar

Bromhead (1986), şevlere küçük kazıkların uygulanması ile kazık ağları oluşturulur. Bu kazık ağları ile şevlerin stabilitesi arttırılmaktadır. Ekonomik olmamalarına rağmen dar alanlarda küçük ekipmanlar ile uygulanabildiği için tercih edilmektedirler. Şevde stabilite bozukluğuna rastlanılıyorsa mini kazıklar ile hızlı şekilde stabilite bozukluğunun önüne geçilebilmektedir. Mini kazık uygulaması sırasında şevde belirgin bir stabilite bozukluğu meydana gelmez. Fakat kazıkta meydana gelen kayma ve çekme gerilmelerinin zaman geçtikçe kazık başlığındaki beton kısımda çatlamlar oluşturması, bu durumun da uzun süreli stabilite için problem oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Şekil 1.39’da mini kazık uygulaması ile oluşturulan kazık ağları gösterilmiştir.



Şekil 1.39. Mini kazık uygulaması, Bromhead (1986)

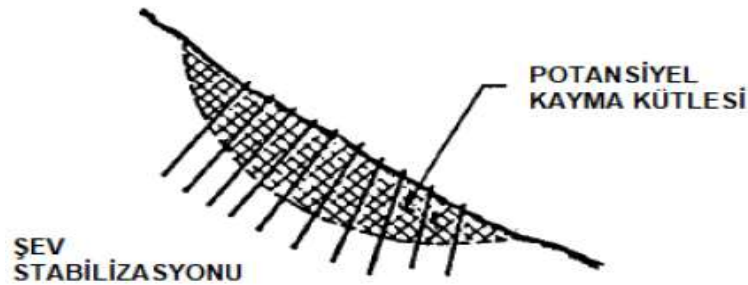
### 1.7.6. Zemin Çivisi

Kaynak (2007), bu yöntem şevlerde ve dik yarmalarda stabilizasyonun sağlanması için yapılan uygulamadır. Bu yöntem ile zeminden ayrılmış kayaçların kesme dayanımlarının artması sağlanmaktadır.

Önalp ve Arel (2004), zemin çivisi yöntemi, uygulandığı zemindeki kayma yüzeyi boyunca zemindeki kesme kuvveti direncini artırır ve zemini kaydıran kuvvetleri azaltmaktadır. Bu şekilde şevli zeminlerde zemin çivisi yöntemi ile stabilize sağlanmaktadır.

Ün (2019), zemine açılan deliğe betonarme donatı imal edilir, deliğe çimentolama işlemi yapılır ve zemin çivisi zemine plaka ile sabit hale getirilir. Zemin çivisi zemine bu şekilde uygulanmaktadır.

Şekil 1.40'da zemin çivisi uygulamasına ait bir görsel mevcuttur.



Şekil 1.40. Zemin çivisi uygulaması, Ün (2019)

### 1.7.7. Palplanşlar

Demir (2004), palplanşlar, çelik ve betonarme gibi dayanımı yüksek malzemelerden elde edilen esnek elemanlardır. Dayanma yapılarının yatay yöndeki zemin basınçlarını kendi ağırlıkları ile karşılarlar.

Erol (2018), palplanş perdeleri, ahşap, çelik veya betonarme gibi malzemelerden imal edilmektedirler. Kütle hareketlerine karşı geçici çözüm olarak uygulanırlar. Uygulanacakları zemine çakılarak montajı yapılmaktadır. Esnek yapılı özellikleri sayesinde palplanşlar üzerlerine gelen yükleri karşılamaktadırlar. Kullanılabilirlik bakımından kurulumları kolay olduğundan uygundur ve acil durumlarda rahatlıkla kurulabilmektedirler. Tekrar kullanılabilirlik, ekonomiklik ve taşıma rahatlığı bakımından avantajlıdır. Fakat zeminde montaj işlemi sırasında titreşim ve gürültü oluşturması bu uygulamanın dezavantajıdır.

Şekil 1.41’de palplanş uygulama çalışması gösterilmiştir.



Şekil 1.41. Palplanş uygulaması

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR**

### **2.1. Çalışma Alanının Tanıtılması**

Bu çalışma kapsamında Karayolları Genel Müdürlüğü yol ağında bulunan, 10. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) kapsamında yer alan, Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl yolu Yeniköy Mevkiinde km:0+450.000-0+781.171(G) / 0+800.000 (İ) km'leri arasında heyelan vakası oluşmuştur. Bu bölgede yapılan arazi çalışmaları ve laboratuvar deneyleri sonucu elde edilen veriler ile çözümler oluşturulmuştur.

Karayolları Genel Müdürlüğü 10. Bölge Müdürlüğü tarafından TTS Uluslararası Mühendislik ve Mimarlık Limited Şirketi'ne Geoteknik Proje Raporu hazırlanmıştır. Raporla heyelanlı bölgenin özellikleri, malzeme parametreleri ve yapılan deneysel çalışmalar doğrultusunda oluşturulan veriler mevcut halde bulunmaktadır.

#### **2.1.1. Çalışma Bölgesinin Coğrafi Konumu ve İklim Özellikleri**

Trabzon Valiliği (2019), Trabzon ili Doğu Karadeniz bölgesi içerisinde yer alan, 40-33 ve 41-07 kuzey enlemleri ile 39-07 ve 40-30 doğu boylamları arasında kalmaktadır. Yüzölçümü 4685 km<sup>2</sup> dir.

Güney kesiminde Gümüşhane ili, batı tarafında Giresun ili, doğu tarafında Rize ili ve kuzey kesiminde de Karadeniz vardır. Karadeniz'den itibaren güney yönüne gidildikçe yükseklik ortalama 3000 m'yi bulmaktadır. En yüksek dağı 3325 m ile Haldizen dağıdır. Yüksek kesimlerde dağlık alanlar, yaylalar, tepeler genellikle bulunmaktadır.

Çoruh vadisi ile Melet çayı arasını sınırlayan kıyıya paralel uzanan dağlardan itibaren, Trabzon ili 325 km uzunluğundaki engebeli platformun kuzey kısmında bulunur. Bu platform güneyde Çoruh-Kelkit Vadisi tarafından bölünmüştür. Bu sınırlar içerisinde Doğu Anadolu ile Karadeniz bölgeleri arasında geçit görevi gören 2000 m rakımlı Zigana geçidi mevcuttur. Şekil 2.1'de çalışma bölgesi haritada gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışmanın yapıldığı bölge

Bitki örtüsü bakımından birçok çeşit bölgede bulunmaktadır. 440'ı sadece bu bölgede bulunan ve ülkemizde ender bulunabilen 2500 bitki çeşidi mevcuttur.

İklim bakımından değerlendirilirse yazları sıcak kışları ise ılıman bir iklime sahiptir. Yüksek kesimlere gidildiği zaman kışları soğuk geçmektedir. Kışları en düşük sıcaklık -6 dereceye kadar düşmektedir. İlkbahar mevsimi yağmurlu ve sislidir. Sonbahar ayları genellikle ılıman ve güneşli bir iklime sahiptir.

Bölgede nem miktarı oldukça fazladır. Zaman zaman nem oranı %99'ları dahi görmektedir. Metre kareye düşen yıllık ortalama yağış miktarı 800-850 kg civarındadır. İç kesimlere doğru gidildikçe yağış miktarı artmaktadır. Yağışın en az gerçekleştiği aylar Temmuz ve Ağustos ayları olup kar yağışının en çok gözlemlendiği ay genellikle Şubat ayıdır.

Ocak ve şubat ayları bölgede yaşanan en soğuk aylardır. Bahsedilen özellikler değerlendirildiği zaman Trabzon'un iklimi ılıman olarak bahsedilebilir. Sahil kesimlerinden iç kesimlere doğru gidildikçe havanın daha güzel, suyun daha temiz olduğu gözükür. Yıllık deniz suyu sıcaklığı 16.1 derece olup, Ağustos ayında bu sıcaklık 27.5 dereceyi görebilmektedir. En düşük değere bakıldığı zamanda 6 derece ile Mart ayında gözlemlenir.

### 2.1.2. Çalışma Bölgesinin Genel Jeolojisi

Güven (1998), Doğu Pontid'lerin kuzey kesiminde yüzeylenen birimler Paleozoyik'ten Kuvatern'e kadar geniş bir zaman aralığında çökelmişlerdir. Yusufeli (Artvin), Yanbolu (Arsin) Deresi vadisi, Dereli (Giresun) yörelerinde yüzeylenme veren Paleozoyik yaşlı gnays, mikaşist, kloritşistlerden oluşan metamorfitler Doğu Pontid kuzey kesiminin temelini oluşturan en yaşlı birimlerdir.

Pelin (1977), metamorfitler üzerine uyumsuzlukla gelen Mesozoyik yaşlı birimler; Jura'da (Liyas-Dogger) volkanik-volkanotortul bir istiften oluşan Hamurkesen Formasyonu ile başlar. Tüm Doğu Pontid'lerde Geç Jura-erken Kretase dönemi, gri renkli, orta tabakalanmalı kireçtaşlarından oluşan Bergida Formasyonu'na karşılık gelir.

Güven (1998), Geç Kretase dönemi boyunca Doğu Pontid'lerin kuzey zonunda gelişen aktif volkanizma sonucu bazik ve asidik kökenli volkanik kayaların düzenli ardalanmasının oluşturduğu kalın bir volkano-tortul istif birikmiştir. Bu volkano-tortul istifin ilk bazik kökenli volkanik kayaları Çatak Formasyonu'na (bazalt-andezit ve piroklastları ile arakatkılı kumtaşı, marn ve bordo renkli killi kireçtaşı) ve asidik kökenli volkanik kayaları ise Kızılkaya Formasyonu'na (dasitik-riyodasitik ve piroklastları) karşılık gelmektedir. İkinci oluşumda ise bazik kökenli kayalar Çağlayan Formasyonu'nu (bazalt-andezit lav ve piroklastları ile arakatkılı kumtaşı, silttaşı, marn, şeyl ve bordo renkli killi kireçtaşı), asidik kökenli kayalar ise Çağırbağ Formasyonu'nu (riyolit-riyodasit-dasit ve bunların piroklastları) oluşturmaktadır.

Güven (1998), Maastriyen-Erken Paleosen yaşlı kumtaşı, marn ve killi kireçtaşlarından oluşan Bakırköy Formasyonu Eosen yaşlı volkano-tortul bir istif (Kabaköy Formasyonu) tarafından aşıl uyumsuzlukla örtülür. Kabaköy Formasyonu, Pliyosen-Kuvaterner yaşlı gevşek çimentolu, kaba taneli çakıltaşı ve kumtaşları (Beşirli Formasyonu) ile uyumsuz olarak örtülür.

### 2.1.3. Çalışma Bölgesinin Heyelan Özellikleri

Türkiye geneline bakıldığı zaman heyelan oluşum riski en yüksek bölgelerde ilk sıralarda Doğu Karadeniz Bölgesi gelmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesine bakıldığı zaman özellikle çalışmanın yapıldığı Trabzon ili ve Rize illerinde heyelan oluşum potansiyeli oldukça fazladır.

Heyelanların bu bölgede fazla oluşmasının sebebi yağışın, yamaç eğiminin ve killi kayaların yaygın olması ile bazı kısımlarda ana kayayı meydana getiren tabakaların yamaç eğimine paralel doğrultuda bulunmasıdır. Yamaç eğimine paralel doğrultuda bulunan tortul tabakalar, heyelanların gerçekleşmesini kolaylaştırır. Bölgede kar erimelerinin en yoğun olduğu dönem ilkbahar mevsiminde heyelan vakaları yoğunlaşmaktadır. Bölgedeki tarım alanları, yollar, konutlar, mühendislik yapıları, yerleşim yerleri heyelanlar nedeni ile zarar görmektedir.

Çalışma alanından bahsedilecek olursa Yeniköy, Uğurlu, Karakaya ve Akkaya mahallerini merkeze bağlayan yol 2015 yılında heyelan nedeni ile çökmüştür.

Yolun bulunduğu konum ve durumu nedeni ile yolun güvenli olması ve ulaşımına açılması için geoteknik tasarım gerektirmiştir.

Bölgede heyelanı tetikleyici unsurlar bulunmaktadır. Heyelanın olduğu bölgede yapılması düşünülen yol, heyelan çanağına imal edilmektedir. Çalışma alanına bakıldığı zaman heyelan kütlelerinin kil ve çakıl bloklarından oluştuğu, alt kısmında da dayanım kapasitesi az olan ana kayadan ayrılarak oluşmuş rezidüel kil tabakasının bulunduğu gözlemlenmektedir. Bölgede gerçekleşen aşırı yağışlar heyelanı tetiklemiştir.

## **2.2. Bölgede Yapılan Araştırma Çalışmaları**

Heyelan nedeni ile 4 mahalleyi merkeze bağlayan yolda göçmeler meydana gelmiştir. Bu yolun onarımı veya yeni bir yol yapılabilmesi için stabilizasyon çalışmaları yapılmalıdır. Stabilizasyon çalışmalarına kaynak olarak da geoteknik tasarım yapılmalıdır. Bu çalışmaların yapılabilmesi için bölgede birtakım incelemeler ve araştırmalar yapılmıştır.

### **2.2.1. Arazi Çalışmaları**

Bölgede yapılan arazi çalışmalarından bahsedilecek olursa;

- Sondaj çalışmaları
- Bazı sondajlardan alınan numelerde Standart Penetrasyon Deneyleri
- Presiyometre Deneyi

### 2.2.1.1. Sondaj Çalışmaları

Çalışma alanında mevcut güzergah hattı üzerinde toplam derinlikleri 207 m olan 5 adet, SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-5 sondajları uygulanmıştır. Sondajların uygulanmaları sırasında zemin ortamlarında TCR (toplam karot verimi), SCR (sağlam karot verimi), RQD (kaya kalite göstergesi) ölçümleri yapılmış ve uygun derinliklerden karot numuneleri alınmıştır. Uygulanan sondajlardan elde edilen numuneler üzerinde laboratuvar testleri yapılmıştır. Tablo 2.1’de uygulanan sondaj çalışmalarının kotları, derinlikleri ve koordinatları bir arada verilmiştir.

Tablo 2.1. Sondaj çalışma tablosu

SK Adı	Sondaj Kotu (m)	Sondaj Derinliği (m)	Koordinatlar	
Kuzey Doğu				
SK-1	431	45	4 536 547	557 790
SK-2	431	40	4 536 527	557 765
SK-3	453.5	40	4 536 486	557 806
SK-4	453.5	42	4 536 591	557 841
SK-5	474.5	40	4 536 449	557 868
TOPLAM		207		

Sondaj verilerinden yola çıkılarak zemin tabakaları hakkında elde edilen verilerden aşağıda bahsedilmiştir;

45 m kadar derinliğe inilen SK-1 sondajında ilk 7.00 m’inde kahve renkli, orta katı kıvamda, yer yer çakıllı seviyeli, çakıllar orta yumuşak sertlikte, alttaki birimin ayrışması sonucu meydana gelmiş rezidüel kil tespit edilmiştir. Sondajın ilk 7.00 m’si hariç geri kalan kısımlarda gri-yeşil renkli, çok zayıf dayanımlı, çok ayrılmış genelde parçalı, yer yer çok sık kırıklı, genelde ince tabakalı, yer yer tabaka kalınlıkları 10 cm’ye varan, tuf ara katkılı killi kireçtaşı-tuf-marn birimi bulunmaktadır. Şekil 2.2’de SK-1 sondajından 0.00 m ve 22.50 m’leri arasında elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.

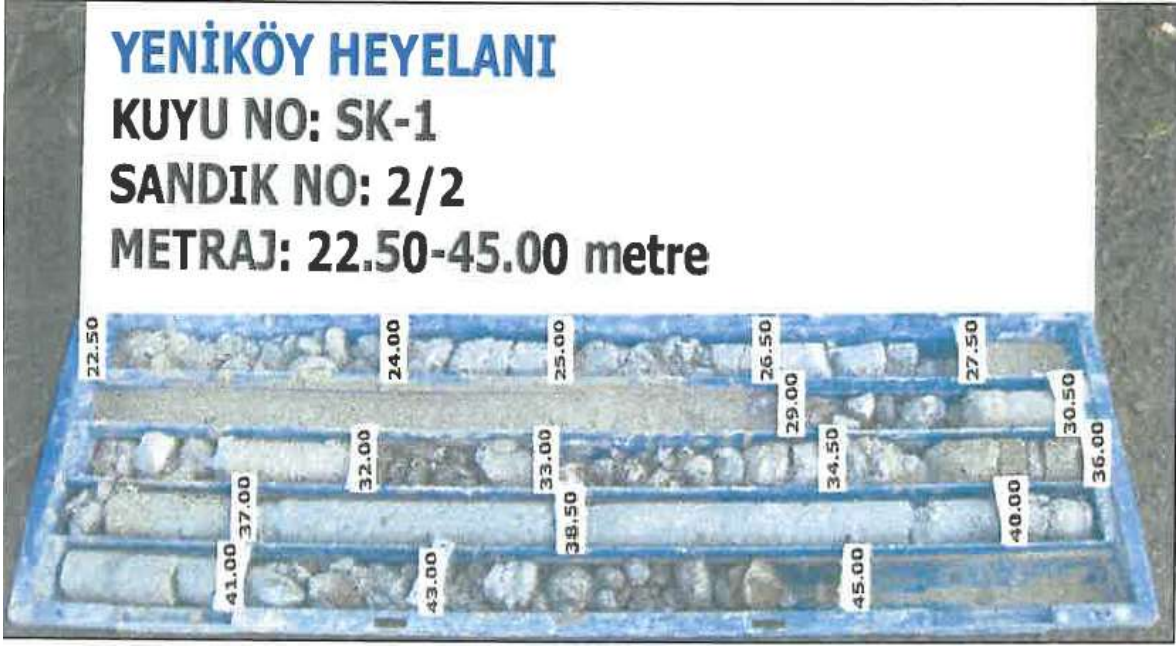




Şekil 2.2. SK-1 / 0.00-22.50 m'leri arası görünüm

7.00- 15.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %10 ile %14 arasında değişmektedir. Ortalama karot verimi değeri ise %11.7 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıktaki RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %0 olarak hesaplanmıştır.

Bu verilerden yola çıkılarak bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı olduğu şeklinde olduğu anlaşılmaktadır. 15.00-37.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %5 ile %54 aralığında değişmektedir. Ortalama karot verimi değeri ise %18.3 olarak bulunmuştur. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %0 ile %12 aralığında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %1.9 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerden yola çıkılarak bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı niteliktedir. 37.00-45.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değerleri %5 ile %27 arasında değişmektedir. Ortalama TCR (toplam karot verimi) değeri %16.4 olarak bulunmuştur. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %0 ile %17 arasında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %10.2 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında bu aralıkta kayaç zayıf dayanımlı, çok ayrılmış ve sık kırıklı niteliktedir. 41.00- 45.00 m'leri arası kayaç çok zayıf dayanımlı, çok ayrılmış ve parçalı kırıklı niteliktedir. Şekil 2.3'de SK-1 sondajından 22.50 m ve 45.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3. SK-1 / 22.50-45.00 m’leri arası görünüm

Elde edilen verilerden yola çıkılarak birimin çok ince tabakalı olması, süreksizlikler ve tabaka aralarının kil ve tuf dolgulu olması, ayrışmanın şiddetine bağlı olarak sondaj çalışmalarından alınan karot numunelerinde karot kaybı gerçekleşmekte ve bu durum karot verimliliğini düşürmektedir.

40 m’ye kadar derinliği olan SK-2 sondajının ilk 2.00 m’inde küçük kum-çakıl içerikli yol dolgusu birimi tespit edilmiştir. 2.00-7.00 m’leri arası kahve renkli, orta katı kıvamda çakıllı kil birimi tespit edilmiştir. 7.00-40.00 m’leri arası açık gri-yeşilimsi renkli, çok zayıf dayanımlı killi kireçtaşı-tuf-marn birimi tespit edilmiştir. Şekil 2.4’de SK-2 sondajından 0.00 m ve 20.00 m’leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.4. SK-2 / 0.00- 20.00 m'leri arası görünüm

7.00- 15.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %7 ile %15 arasında değişmektedir. Ortalama karot verimi %15.3 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) %0 ile %15 aralığında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %3.8 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler değerlendirildiği zaman bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı niteliktedir. 15.00- 30.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) %10 ile %70 arasında değişmektedir. Ortalama karot verimi değeri %28 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %0 ile %37 aralığında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %3.8 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve çok sık kırıklı niteliktedir.

Şekil 2.5'de SK-2 sondajından 20.00 m ve 40.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.5. SK-2 / 20.00-40.00 m'leri arası görünüm

30.00- 37.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %15 ile %20 arasında değişmektedir. Ortalama karot verimi değeri %17.5 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %0 ile %9 arasında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %5.8 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç az çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı, sık kırıklı niteliktedir. 37.00- 40.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %27 ile %60 arası değişmektedir ve ortalama karot verimi değeri %44 bulunmuştur. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %15 ile %47 arasında değişmektedir. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %31 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç orta derecede ayrılmış, orta zayıf dayanımlı ve orta-sık kırıklı niteliktedir.

40 m'ye kadar derinliği olan SK-3 sondajının ilk 5 m'sinde çakıl-kil karmaşığı olan yamaç molozu birimi tespit edilmiştir. 5.00-20.50 m'leri arası gri-yeşil renkli, katı kıvamda, yer yer kayaç dokusu belirgin ve tamamen zemin özelliği kazanmış olan rezidüel kil birimi kesilmiştir. 20.50-40.00 m'leri arası gri renkli, çok zayıf dayanımlı çok ayrılmış çok ince tabakalı killi kireçtaşı-tüf-marn birimi kesilmiştir.

Şekil 2.6'da SK-3 sondajından 0.00 m-18.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.6. SK-3 / 0.00-18.00 m'leri arası görünüm

5.00-20.50 m'leri arasında rezidüel kil birimi için Standart Penetrasyon Testi yapılmıştır. SPT (Standart Penetrasyon Testi) değerleri 20 ile 31 arasında değişmektedir. 20.50-24.50 m'leri arasında TCR (toplam karot verimi) %14 olarak bulunmuştur. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %0 olarak hesaplanmıştır.

Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı niteliktedir. 24.50-30.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %20 ile %50 aralığında değişmekte olup, ortalama TCR (toplam karot verimi) değeri %31.7 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %0 ile %25 aralığında olup, ortalama değer %10 olarak bulunmuştur. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, zayıf dayanımlı, sık kırıklı niteliktedir.

Şekil 2.7'de SK-3 sondajından 34.50 m-40.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.7. SK-3 / 34.50- 40.00 m'leri arası görünüm

30.00-40.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) %30 ile %65 arasında değişmekte olup, ortalama değer %44.8 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) değerleri ise %0 ile %20 arasında değişmekte olup, ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %12.8 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, zayıf dayanımlı ve sık kırıklı niteliktedir.

42 m'ye kadar derinliği olan SK-4 sondajının ilk 9 metresinde kahve renkli, katı kıvamda, alttaki birimin tamamen ayrışması sonucu oluşmuş rezidüel kil birimi tespit edilmiştir. 9.00-42.00 m'leri arası gri renkli, çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı, tuf ara katkılı kireçtaşı-tuf-marn birimi kesilmiştir.

Şekil 2.8'de SK-4 sondajından 0.00 m ve 29.50 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



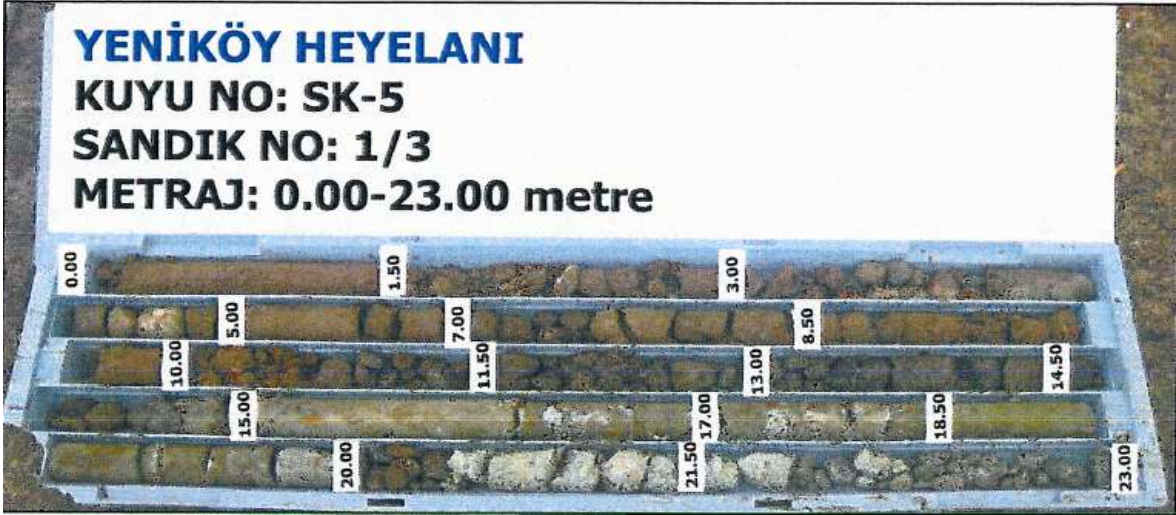
Şekil 2.8. SK-4 / 0.00- 29.50 m'leri arası görünüm

0.00-9.00 m'leri arasında tespit edilen rezidüel kil birimi için Standart Penetrasyon Testi yapılmıştır. SPT (Standart Penetrasyon Testi) değerleri 15 ile 30 m'leri arasında değişmektedir. Ortalama SPT (Standart Penetrasyon Testi) değeri 24.6 olarak hesaplanmıştır. 9.00-15.00 m'leri arası TCR ( toplam karot verimi) değeri %20 ve RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %0 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı niteliktedir.

40 m derinliğe inilen SK-5 sondajının ilk 15.00 m'sinde kil-az çakıl ve küçük blok karmaşığı olan yamaç molozu birimi kesilmiştir. 15.00-20.50 m'leri arasında gri-kahve renkli, katı kıvamda, alttaki birimin tamamen ayrışması sonucu oluşmuş, yer yer kayaç dokusu belirgin tamamen zemin özelliği kazanmış rezidüel kil birimi tespit edilmiştir.

20.50-40.00 m'leri arasında gri- beyazımsı renkli, çok zayıf dayanımlı, sık- seyrek kırıklı, çok ayrılmış killi kireçtaşı birimi tespit edilmiştir.

Şekil 2.9'da SK-5 sondajından 0.00 m - 23.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.9. SK-5 / 0.00-23.00 m'leri arası görünüm

0.00-15.00 m'leri arasında kesilen yamaç molozu birimi için Standart Penetrasyon Testi yapılmıştır. 13 ile 50 aralığında değişen değerler elde edilmiştir. Ortalama SPT (Standart Penetrasyon Testi) değeri ise 35.8 olarak hesaplanmıştır. 15.00-20.50 m'leri arası rezidüel kil birimi için 26 ile 33 arasında değişen SPT (Standart Penetrasyon Testi) değerleri elde edilmiştir. Ortalama SPT (Standart Penetrasyon Testi) değeri ise 28.7 olarak hesaplanmıştır. 20.50-24.50 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %20 ile %30 arasında değişmekte olup, ortalama TCR (toplam karot verimi) değeri 25.5 olarak hesaplanmıştır. Şekil 2.10'da SK-5 sondajından 23.00 m-35.50 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.

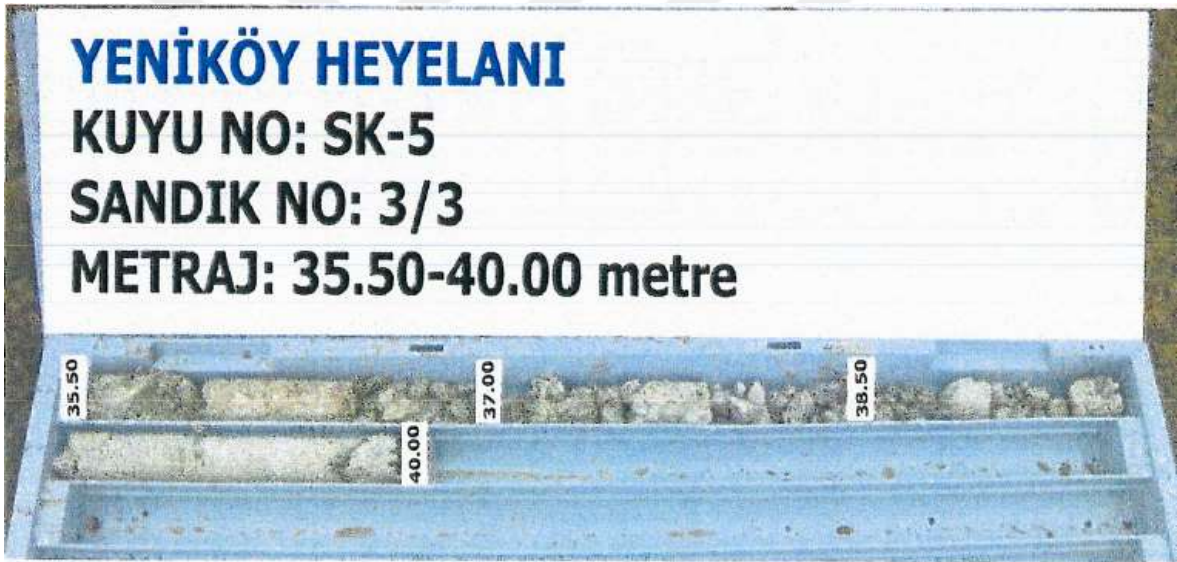


Şekil 2.10. SK-5 / 23.00-35.50 m'leri arası görünüm



20.00-24.00 m'leri arası RQD (kaya kalite göstergesi) %0 ile %17 aralığındadır. Ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %4.3 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve sık kırıklı niteliktedir. 24.50-30.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %23 ile %45 aralığında değişmektedir. Ortalama TCR (toplam karot verimi) değeri ise %34 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıktaki RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %30'dur. Bu aralıkta kayaç orta-çok ayrılmış, orta-zayıf dayanımlı ve seyrek-sık kırıklı niteliktedir.

30.00-32.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) değeri %50 ve RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %36 olarak hesaplanmıştır. Bu aralıkta kayaç orta- sık ayrılmış, zayıf dayanımlı ve sık kırıklı niteliktedir. Şekil 2.11'de SK-5 35.00 m ve 40.00 m'leri arası elde edilen karot numuneleri gösterilmiştir.



Şekil 2.11. SK-5 / 35.50-40.00 m'leri arası görünüm

32.00-40.00 m'leri arası TCR (toplam karot verimi) %26 ile %50 arasında değişmektedir. Ortalama TCR (toplam karot verimi) değeri ise %37.5 olarak hesaplanmıştır. RQD (kaya kalite göstergesi) değeri ise %0 ile %19 aralığında değişmektedir ve ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri %6.8 olarak bulunmuştur. Bu aralıkta kayaç çok ayrılmış, çok zayıf dayanımlı ve parçalı kırıklı niteliktedir.

### 2.2.1.2. Presiyometre Deneyi

İnceleme alanında geoteknik tasarım yapılabilmesi için tek başına sondaj çalışmaları yeterli değildir. İnceleme alanından alınan numuneler ile laboratuvar deneyleri yapılmış ve belli başlı parametreler elde edilmiştir. Fakat yapılan sondaj çalışmalarından alınan numunelerden genellikle karot verimi çok düşük olup örselenmiş numune elde edilmiştir. Mevcut sondaj çalışmalarından alınan numuneler içerisinde örselenmemiş numune tespit edilse de sondaj çalışmaları ile bozulmamış numune alınmasındaki güçlükler laboratuvar test sonuçlarını kesinleştirmemektedir. Sondaj itkisi, sondaj dönme hareketi, sondaj suyu, sondaj hava basıncı, sondaj devir sayısı, numunenin orijinal yerinden koparılması, hava ile teması, alınan örselenmemiş numuneler ile laboratuvar deneyleri yapıldıkça kadarki geçen süre vb. gibi sebeplerden dolayı sondajlardan elde edilen numunenin tam anlamıyla bozulmamış olduğu tezini çürütmektedir.

Tek başına laboratuvar testlerinin zemin ya da kaya kütlelerini yeterince temsil edememesi, güvenilir laboratuvar çalışmalarının daha ekonomik olmaması vb. nedenlerle beraber arazi deneylerinin önemi giderek artmaktadır.

Presiyometre deneyi, zeminlerin özelliklerini tespit eden kuyu içi yükleme deneyidir. Bu deneydeki ana olay zeminin basınç-deformasyon ilişkilerinin ölçülmesi için zeminde oluşturulan silindirik biçimli boşluğun genişletilmesidir. Bu deney çok yumuşak halde bulunan zemin türlerinden 20 MPa'ya ulaşan basınç dayanımına sahip zeminlere kadar uygulanabilen arazi deneyidir.

Presiyometre deneyi, zeminde açılan silindirik boşlukta gerçekleştirilen, yerinde uygulanan bir deneydir. Kuyu içerisinde çapsal olarak genişleyebilen silindirik bir sonda kullanılır. Kuyu duvarlarına çapsal genişlemeye sebep olan basınç uygulanır. Sondaj yapılan seviyelerde bulunan zeminlerin gerilme-deformasyon özelliklerini bu deney açığa çıkarır. Bölgede yapılan 5 adet sondaj boşluklarından sadece SK-5 sondajında bu deney uygulanmıştır. SK-5 sondaj çukurunda 3'er m aralıklarla 7 kez yapılan Menard türü presiyometre deneyleri ile limit basınç ( $P_1$ ) ve Elastisite modülleri ( $E_M$ ) elde edilmiştir. Limit basınç ( $P_1$ ), sondanın hacminin sondaj boşluğu hacminin 2 katına ulaştığı andaki basınçtır.  $E_M$  (Elastisite modülü), düzeltilmiş basınç-hacim eğrisinin pseudo-elastik kısmının eğiminden hesaplanır ve deformasyon modülü olarak kullanılır. Bu deney ile bulunan  $P_1$  (limit basınç) ve  $E_M$  (Elastisite modülü) değerleri yapılacak olan jeoteknik tasarımlarda kullanılır. SK-5 sondajında yapılan okumalar Ek 3'de verilmektedir.

### 2.2.1.3. Arazi Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Yapılan sondaj çalışmaları sonucunda çalışma yapılan bölgede 3 ayrı zemin tabakasının olduğu tespit edilmiştir.

Tüm sondajlarda rezidüel kil birimi ve en alt tabakada bulunan kaya özelliği gösteren killi kireçtaşı-tüf-marn birimi tespit edilmiştir.

Rezidüel kil birimi, altındaki kaya özelliği gösteren zemin tabakasından ayrılarak meydana gelmiş ve yer yer kayaç dokusu içeren killi çakıllı orta katı sertlikte bir zemin birimidir.

SK-3 ve SK-5 sondajlarında zeminin en üst kısmında yamaç molozu birimi tespit edilmiştir. Bu zemin içerik bakımından blok çakılların kil ile karmaşık halde olduğu bir zemindir. Bu zemin biriminde yer yer blok-çakıl oranı %60'ı bulmaktadır.

En alt kısımdaki kayaç dokulu killi kireçtaşı-tüf-marn zemin içerikli kısma bakıldığında genellikle elde edilen karot verimi düşüktür. Genellikle ayrılmış yapıda, kırıklı-parçalı ve zayıf kaya kaliteli bir zemin özelliği göstermektedir.

Birimin tabakalı olması, süreksizlikler ve tabaka aralarının kil, tüf dolgulu olması, ayrışmanın şiddetine bağlı olarak yapılan sondaj çalışmalarında alınan karot numunelerinde karot kaybı gerçekleşmiş, bu durum karot verimini düşürmüştür.

Bu tez kapsamında çözüm kısmında olan, heyelan vakasını iyileştirme yöntemleri için Plaxis programında yapılmış olan iyileştirme çalışmalarında, SK-5 sondajında yapılan presiyometre deneylerinden elde edilen  $E_M$  (Elastisite modülü) değerleri kullanılarak arazide mevcut durumda bulunan 2 farklı zemin tabakasının elastisite modülleri elde edilip bu veriler Plaxis programına girilmiştir.

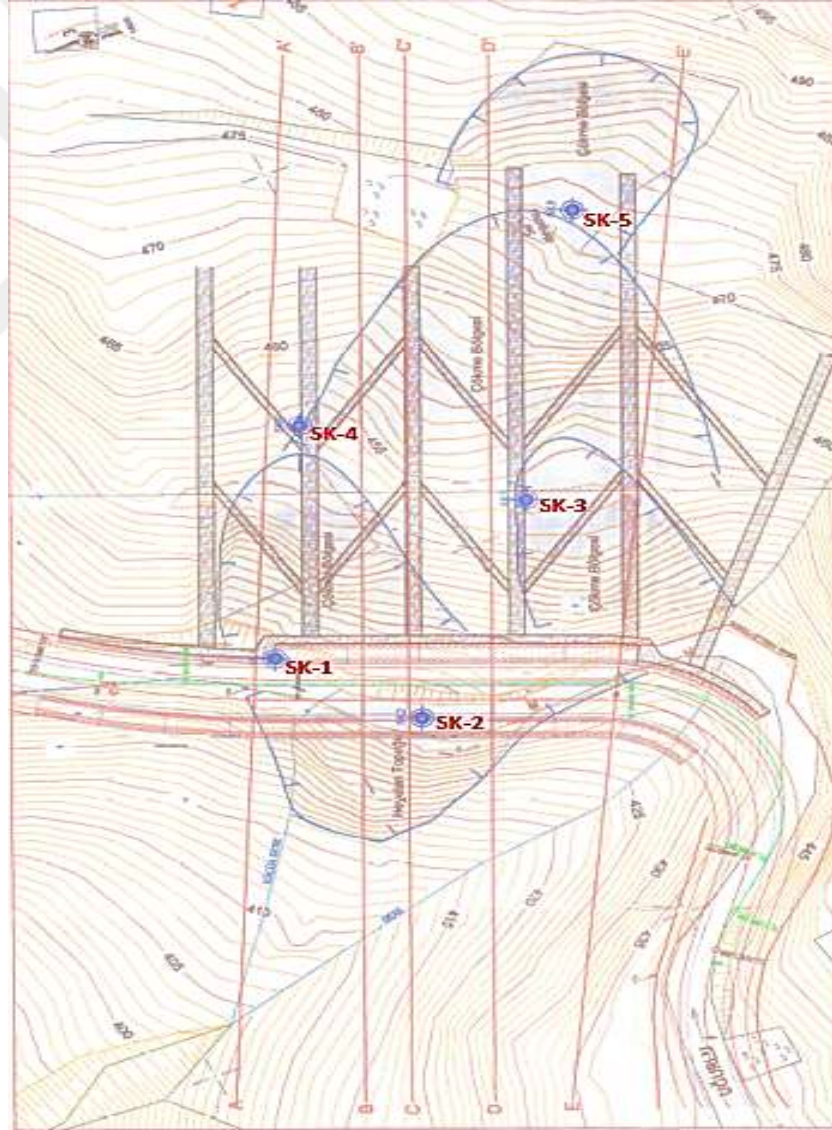
### 2.2.2. Laboratuvar Deneyleri

Bölgeden alınan örselenmemiş numuneler ile birtakım laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Heyelanlı arazide bulunan alttaki kaya tabakasından ayrışıp, yer yer kayaç dokusu belirgin tamamen zemin özelliği kazanmış rezidüel kil birimi ve en alt tabakadaki kaya özelliği gösteren killi kireçtaşı-tüf-marn birimlerine ait bazı parametreler laboratuvar deneyleri ile elde edilmiştir. Rezidüel kil tabakasından bulunan 5 adet sondajdan elde edilen örselenmemiş numuneler ile dane boyu dağılımı deneyi, atterberg limitleri deneyi, üç eksenli sıkışma deneyi, direk kesme kutusu deneyi, şişme basıncı deneyi, konsolidasyon

deneyi, şişme yüzdesi deneyi, serbest basınç dayanım deneyi gibi laboratuvar deneyleri yapılmıştır. En alt tabakada bulunan ve kaya özelliği gösteren killi kireçtaşı-tüf-marn biriminde bulunan, 5 adet sondajdan elde edilen örselenmemiş numuneler ile nokta yükü dayanım indeksi, kayada tek eksenli sıkışma dayanım deneyi, serbest basınç dayanımı tayini deneyi gibi deneyler yapılmıştır.

### 2.3. Oluşturulan Kesit Tipi

Şekil 2.12’de 1/500 ölçekli topografya haritası verilmiştir.

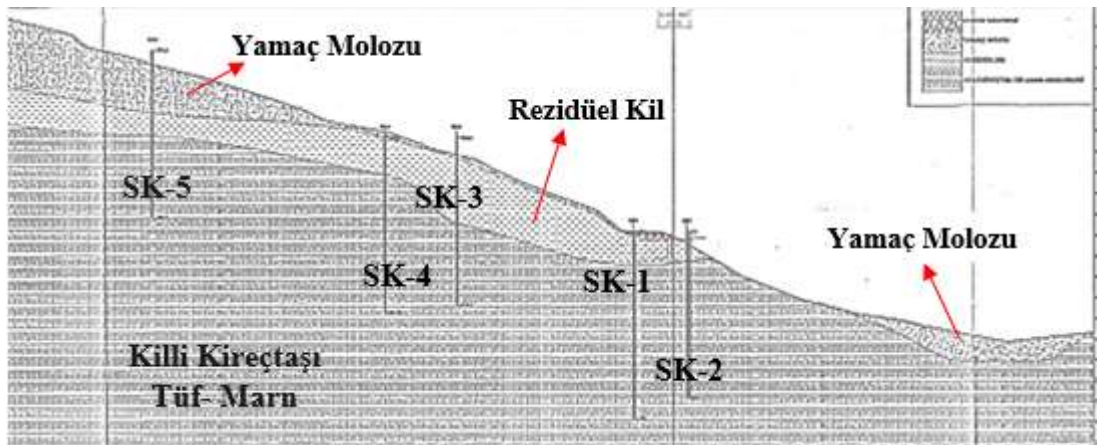


Şekil 2.12. 1/500 ölçekli topografya haritası

Şekil 2.13’de 1/500 ölçekli topografya haritası üzerinden heyelan bölgesinin en dik eğimli kesiti, A-A’ kesitinden stabilite analizleri yürütmek için elde edilmiştir. Bu kesit yol güzergahının 0+530.000 m’ye denk gelen kesittir. Kesite ait yüzey şekilleri topografya haritası üzerinden tespit edilmiş olup zemin tabakaları ve bu tabakaların kalınlıkları, yeraltı suyu durumu SK-1, SK-2, SK-3, SK-4 ve SK-5 sondajlarından elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda 3 farklı ana zemin tabakası oluşturulmuş ve geoteknik model elde edilmiştir. Bu modeller aşağıdaki gibi tanımlanmıştır;

- Ana kaya özelliği gösteren, zayıf kaya kaliteli ve ayrışma özelliği taşıyan, parçalı ve kırıklı yapıda olan, tuf ara katkılı killi kireçtaşı-tuf-marn içeriğine sahip, düşük derecede karot verimliği içeren kaya özelliğine sahip tabaka.
- En alt tabakadaki ana kaya özelliği gösteren birimden ayrışması sonucu oluşmuş, yer yer çakıllı seviyeli, yer yer kayaç dokusu belirgin tamamen zemin özelliği kazanmış rezidüel kil birimi tabakası olarak adlandırılmıştır.
- Sondaj verilerine göre içerik bakımından çakıl-kil karmaşığı ve yer yer blok-çakıl oranının %60’a ulaştığı zemin birimi yamaç molozu olarak adlandırılmıştır. Litolojik olarak rezidüel kil birimi tabakasında meydana gelen ayrışmalar sonucu oluşmuştur. Heyelana şevdeki kısmı dahil olan rezidüel kil biriminin üzerindeki ve topoğundaki akma tabakasıdır.



Şekil 2.13. Tip kesit

## 2.4. Zemin Tabakalarının Parametrelerinin Belirlenmesi

Heyelan bölgesinde uygulanacak olan iyileştirme yönteminin elde edilebilmesi için zeminin karakteristik özelliklerinin iyi bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Zeminin karakteristik özelliklerinin belirlenmesini sağlayacak olan parametrelerinin elde edilmesi ve sonrasında da çözüm için geoteknik modelin oluşturulması gerekmektedir. Bölgede yapılan arazi çalışmalarından, sondaj çalışmalarından elde edilen karot numuneleri ile yapılan laboratuvar deneylerinden, laboratuvar deney sonuçlarına dayanan ampirik yöntemlerden ve RocLab programından faydalanılarak zemin parametreleri elde edilmiştir.

### 2.4.1. Yamaç Molozu ve Rezidüel Kil Tabakaları

Heyelan bölgesinde rezidüel kil biriminin zemin parametreleri laboratuvar deney sonuçlarına dayanan ampirik yöntemler ile elde edilmiştir.

Hesaplamalara laboratuvar deney sonuçlarından faydalanılarak ampirik yöntemler kullanılması ile başlanmıştır. SPT direncine bağlı olarak rezidüel kil birimi için drenajsız kohezyon değeri elde edilmiştir. Tablo 2.2'de SPT-N ve  $I_p$  (plastisite indisi) arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Tablo 2.2. SPT-N ve  $I_p$  arasındaki ilişki, Stroud (1974)

Araştırmacı	Zemin Cinsi	$c_u$ (kPa)
Stroud	Killer $c_u=f_1N$ , $f_1=f(I_p)$	$I_p > 30 \cong 4, 2N$
		$20 < I_p < 30 \cong 4 \sim 5N$
		$I_p < 20 \cong 6 \sim 7N$

$$c_u = f_1 \times N \quad (12)$$

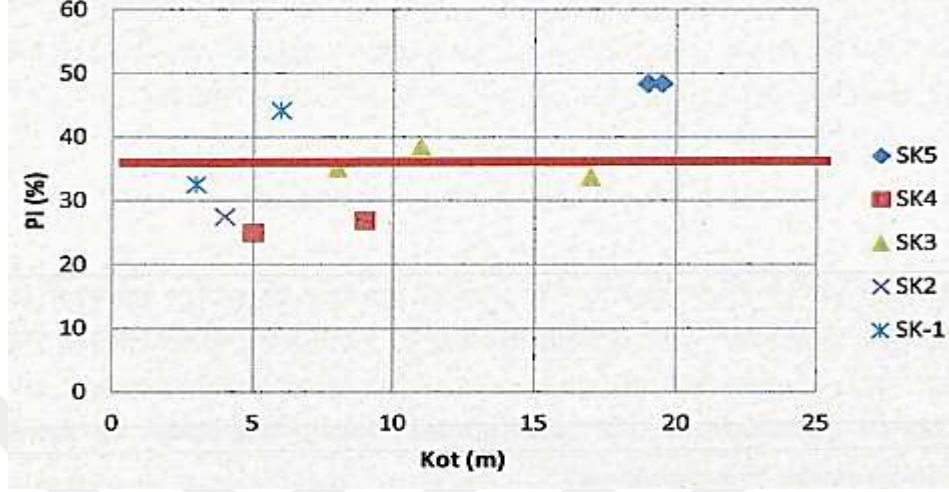
Burada,

$c_u$  = Drenajsız kayma mukavemeti değeri

$f_1$  = Zeminin plastisite indisine bağlı bir katsayı

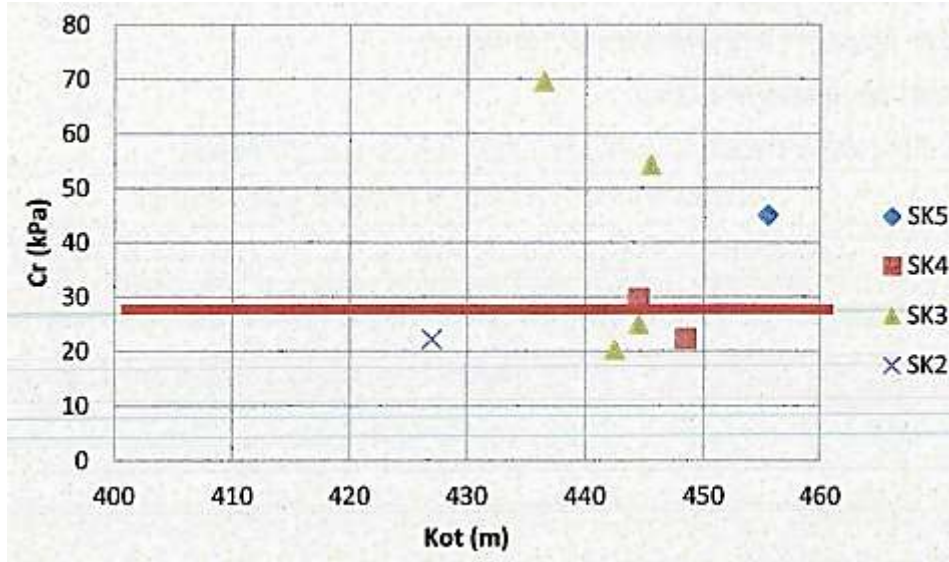
$N$  = Standart penetrasyon değeri

Şekil 2.14’de bölgede yapılan sondaj çalışmalarından, jeolojik birimler için belirlenen  $I_p$  (ortalama plastisite indisi) değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2.14.  $I_p$ -kot ilişkisi

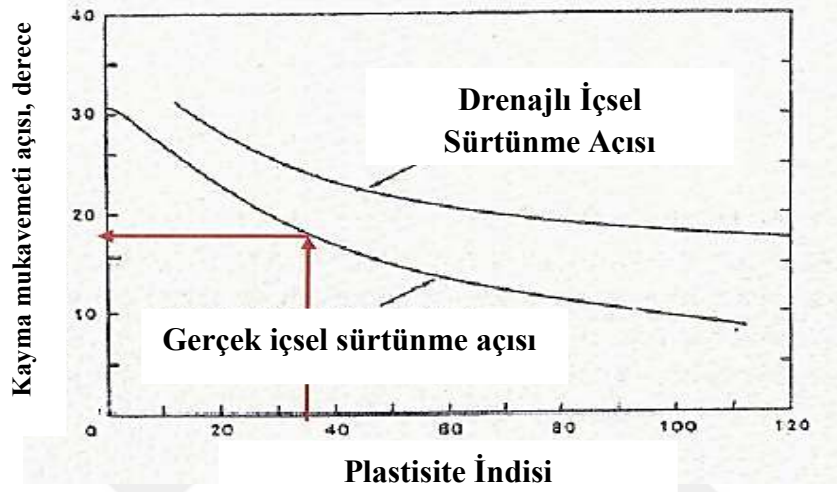
Şekil 2.15’de bölgede yapılan sondaj çalışmalarından, jeolojik birimler için belirlenen  $c_r$  (ortalama kohezyon) değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2.15.  $c_r$ -kot ilişkisi

Bu çalışma kapsamında içsel sürtünme açısının hesaplanmasında FHWA (geotechnical engineering circular no.5 evaluation of soil and rock properties)’nin önerdiği

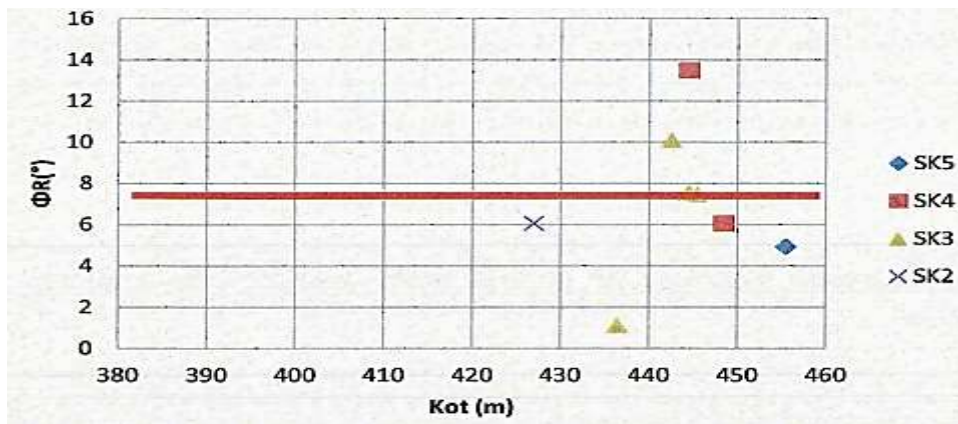
grafik yaklaşımından faydalanılmıştır. Bu grafik içsel sürtünme açısının kesme koşulunda plastisite indisine göre değişimini vermektedir. Şekil 2.16'da sözü geçen grafik gösterilmiştir. Karma litolojiler için plastisite indislerine bakılarak ve güvenli tarafta kalarak  $\phi$  (içsel sürtünme açısı) değerleri belirlenmiştir.



Şekil 2.16. Uzun dönem kesme hali için içsel sürtünme açısı-plastisite indeksi bağlantısı

Şekil 2.16'dan rezidüel içsel sürtünme açısı için güvenli tarafta kalınarak, statik hesaplamalar için  $\phi$  (içsel sürtünme açısı)  $18^\circ$  değeri elde edilmiştir.

Şekil 2.17'de geoteknik hesaplamalar için, kesme kutusu deneyleri sonucu olan  $\phi_r$  (rezidüel içsel sürtünme açısı) değerlerinin 5 farklı sondajın kotlarına göre olan ilişkisi grafikte gösterilmiştir.



Şekil 2.17.  $\phi_r$ .kot ilişkisi



Çakıcı vd. (2012), tarafından çeşitli yamaç molozları üzerinde yapılan incelemelerde bu çalışmadaki yamaç molozunu benzer nitelikteki bir yamaç molozunun geoteknik özellikleri, aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde tespit edilmiştir. Bu stabilite çalışması kapsamında yamaç molozu üzerinde bir deneysel çalışma yürütülmediğinden Çakıcı vd. (2012)'de önerilen değerler kullanılarak stabilize analizleri yapılmıştır. Tablo 2.3'de geoteknik modelde kullanılacak yamaç molozunun parametreleri gösterilmiştir. Ek 3'deki presiyometre deneyi verilerinden yamaç molozu birimini Elastisite modülü elde edilmiştir.

Tablo 2.3. Yamaç molozunun analizlerde kullanılması için gerekli parametreleri

Özellik	Değer
Doygun birim hacim ağırlığı, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	19.2
Kohezyon, $c'$ (kPa)	38
İçsel sürtünme açısı, $\phi$	40.5 <sup>0</sup>
Elastisite Modülü, $E$ (kPa)	1544.54738
Poisson Oranı, $\mu$	0.3

Tablo 2.4'de geoteknik modelde kullanılması için elde edilen rezidüel kil biriminin parametreleri çeşitli laboratuvar deneyleri sonucu yapılan hesaplamalar ile elde edilmiştir. Ek 3'deki presiyometre verilerinden rezidüel kil biriminin Elastisite modülü elde edilmiştir.

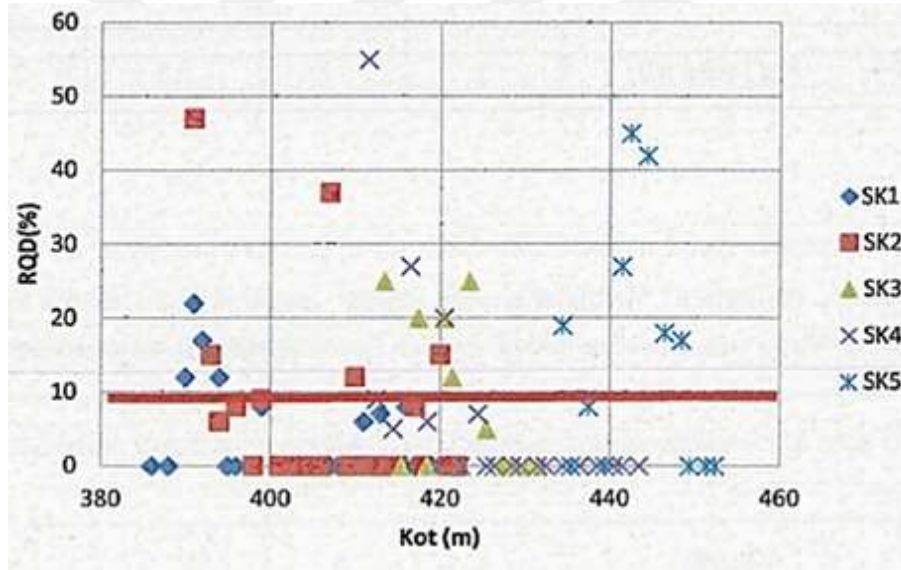
Tablo 2.4. Rezidüel kil biriminin analizlerde kullanılması için gerekli parametreleri

Özellik	Değer
Doygun birim hacim ağırlığı, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	18
Kohezyon, $c'$ (kPa)	5
İçsel sürtünme açısı, $\phi$	18 <sup>0</sup>
Elastisite Modülü, $E$ (kPa)	2223.17
Poisson Oranı, $\mu$	0.3

### 2.4.2. Killi Kireç Taşı-Tüf-Marn Tabakası

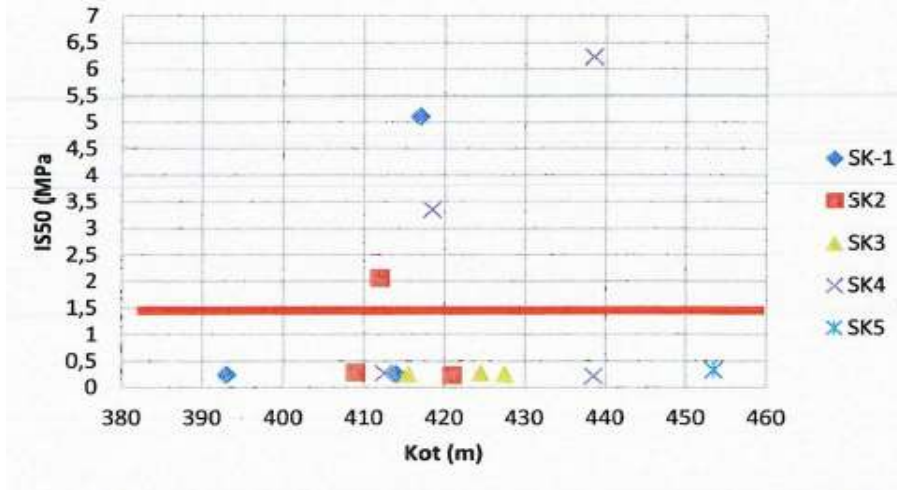
Çalışmanın bu kısmında bölgede karşılaşılan kaya birimleri için kaya parametresi hesapları görülmektedir. Sondajlardan elde edilen numunelerle yapılan serbest basınç deneyinden  $q_u$  (tek eksenli basınç dayanımı) 10.0 MPa olarak elde edilmiştir. İlgili sondajlarda karşılaşılan birimlerin RQD (kaya kalite göstergesi) değerlerinin genel olarak 0 ile 60 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Arazide yapılan gözlemler, sondaj ile laboratuvar verileri sonucu elde edilen RMR hesabı yapılmıştır. Aşağıda killi kireçtaşı-tüf-marn kaya birimi için sırasıyla yapılan deneylerin sonuçları grafik halinde verilmiştir.

Şekil 2.18'de sondaj kotları ve RQD (kaya kalite göstergesi) arasındaki ilişki grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu grafikten ortalama RQD (kaya kalite göstergesi) değeri elde edilmiştir.



Şekil 2.18. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi için ortaya çıkan RQD değerleri (ort=7)

Şekil 2.19'da sondaj kotları ve  $I_s50$  (nokta yükü dayanım indeksi) değerleri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu grafikten ortalama  $I_s50$  (nokta yükü dayanım indeksi) değeri elde edilmiştir.



Şekil 2.19. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi için ortaya çıkan Is50 değerleri (ort=0.5 MPa)

Sondaj ve arazi gözlemlerinden elde edilen verilere göre,  $q_u$  (ortalama tek eksenli basınç dayanımı) 10.0 MPa olarak kabul edilmiştir. Ek 4'e göre RMR değeri 31 olarak hesaplanmıştır. Kırık ve çatlaklardan dolayı kumtaşı için Tablo 2.5'e göre, şev durumu olduğundan 'çok uygun' şeklinde düzeltme yapılır ve düzeltilen RMR değeri 31 olarak hesaplanır.

Tablo 2.5. Eklem yönelimine göre düzeltme

Süreksizlik Yönelimine Bağlı Düzeltmeler						
Eğim ve Eğim Yönü Durumu		Çok Uygun	Uygun	Orta	Uygun Değil	Hiç Uygun Değil
Puanlar	Tünel ve Madenler	0	-2	-5	-10	-12
	Temeller	0	-2	-7	-15	-25
	Şevler	0	-5	-25	-50	

Tablo 2.6'da kaya türü zeminlerin, toplam RMR puanına göre fiziksel özelliği belirlenmektedir.

Tablo 2.6. RMR değerine göre kaya sınıflandırması

Toplam Puandan Elde Edilen Kaya Kalitesi					
Puanlama	100-81	80-61	60-41	40-21	<21
Sınıflama	I	II	III	IV	V
Tanımlama	çok iyi kaya	iyi kaya	orta kalitede kaya	zayıf kaya	çok zayıf kaya

Sondaj ve yüzey jeolojisi çalışmalarından yararlanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen RMR değerine göre, kaya sınıfı killi kireçtaşı-tüf-marn için Tablo 2.6'da zayıf kaya olarak belirlenmiştir. Mukavemet parametreleri arazi gözlemleri ve serbest basınç deneyi sonuçları göz önüne alınarak RocLab programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.7'de Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi için geoteknik modelde kullanılacak olan parametreler gösterilmiştir. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimleri yeraltı suyu seviyesi altında olduğu için doğal ve doygun birim hacim ağırlıkları birbirine eşit olmuştur. Ek 4'den Killi kireçtaşı-tüf-marn biriminin poisson oranı elde edilmiştir.

Tablo 2.7. Ampirik hesaplamalar sonucu ortaya çıkan Mohr-Coulomb Yenilme Parametreleri

Özellik	Değer
Doygun birim hacim ağırlığı, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	24
Kohezyon, $c'$ (kPa)	282
İçsel sürtünme açısı, $\phi$	27 <sup>0</sup>
Elastisite Modülü, $E$ (kPa)	111100
Poisson Oranı, $\mu$	0

Tablo 2.8'de çalışma bölgesindeki zeminlerin geoteknik modelde kullanılacak olan parametreleri bir arada gösterilmiştir.

Tablo 2.8. Çalışma bölgesindeki zeminlerin parametreleri

Zemin	Tip	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\mu$ (poisson oranı)	$E$ (kN/m <sup>2</sup> )	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ ( <sup>0</sup> )
Yamaç Molozu	Drenajsız	16.8	19.2	0.30	1545	38	40.5
Rezidüel Kil	Drenajsız	14	18	0.30	2223	5	18
Killi Kireçtaşı-tüf-marn	Gözeneksiz	24	24	0	111100	282	27

Yapılan çalışmalar doğrultusunda elde edilen zemin tabakalarına ait karakteristik özellikler ve veriler, laboratuvar verileri, ampirik hesaplamalar, presiyometre verileri ve RocLab programından elde edilen veriler ile harmanlanarak zemin parametreleri

oluşturulmuştur. Zemin parametreleri iyileştirme yöntemi için oluşturulacak olan geoteknik tasarımda Plaxis programına girdi olarak girilecektir ve kullanılacaktır.

## **2.5. Heyelan Analizinde Bilgisayar Yazılım Programı Uygulaması**

Çalışmanın bu kısmında PLAXIS2D AE programı tanıtılacaktır ve sonrasında Kireçhane (Trabzon) heyelanı verileri programa girilecektir. Genel özellikler bahsedildikten sonra arazinin doğal durumuna göre yapılacak olan heyelan analizinde güvenlik sayısından ve uygulanacak olan heyelan iyileştirme yöntemlerinden bahsedilecektir.

### **2.5.1. Bilgisayar Yazılım Programı**

Bu programda zeminlerin durumları diferansiyel denklemler kullanılarak belirtilir ve sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çözüm uygulanır. Zeminde gerçekleşen problemlerin program ortamında simüle edilmesini ve çözülmesini sağlar. Programın baştan sona kullanılması basit olarak belli başlı aşamalardan oluşmaktadır. Nokta ve çizgilerin programda yapılması ile geoteknik model oluşturulur.

Zemin tabakaları belirtilir ve zeminlerin karakteristik özelliklerini belirten parametreler tabakalara ayrı ayrı girilir. Sonlu elemanlar ağı Mesh ile oluşturulur. Calculation sekmesi sayesinde işlem sonuçlanır.

Basit olarak aşamalar ifade edildikten sonra geniş olarak ifade edilirse, ilk olarak zeminin geoteknik modeli programda oluşturulur. Geoteknik model elemanları nokta, çizgi ve hücrelerdir.

Modelin oluşturulabilmesi için çizgilerin çizilmesi gerekir. Çizgiler modelin başlangıç noktasından başlar bitiş noktasında sonlanır.

Geoteknik modelde oluşturulacak olan zemin tabakalarının sınırlarını, fiziksel ortamları ve zemin tabakalarının ayrımları çizgiler vasıtasıyla belirtilir. Çizgilerin kapattığı kısımlara ise hücreler denilir. Hücreler, yapılacak olan çözümün daha hassas olması için zemini bölümlere ayırır. Hücrelerde mevcut halde bulunan zemin özellikleri homojendir. Hücreleri etkisi altına alan yükler, hücrelerin içerisinde bulunan her birime etki etmektedir.

Sonlu elemanlar modeli bu duruma göre otomatik olarak oluşur. Hücreler sonlu elemanlar modelinin oluşumu esnasında üçgensel elemanlara ayrılır.

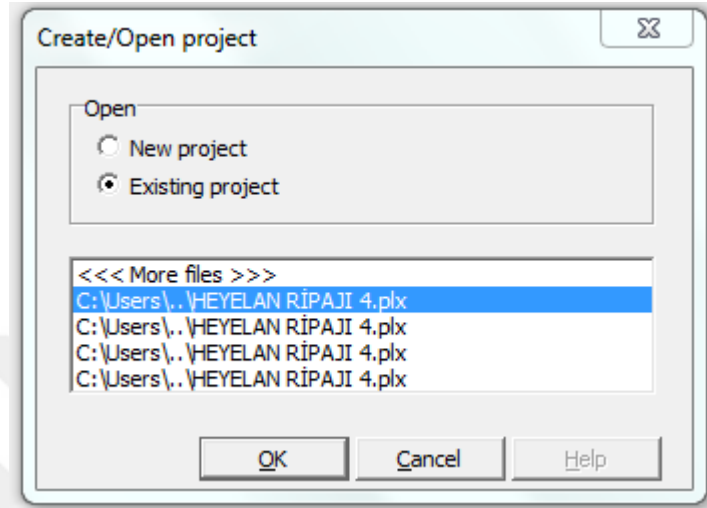
Program içerisinde 6 ve 15 düğümlü elemanlar bulunur. 6 ve 15 düğümlü elemanları işlem bakımında kıyaslarsak, 6 düğüm noktalı elemanların hesabı daha kolaydır fakat detay bakımından 15 düğüm noktalı elemanların hesabı daha avantajlıdır.

Program ana ekranında bulunan menü kısmı sırasıyla;

- Modelin oluşturulmasını sağlayan geometry line simgesi.
- Modelde kazık, diyafram gibi duvar elemanlarını oluşturabileceğimiz plate simgesi.
- Kirişlerin uç noktalarında mafsal oluşturmak için hinge and rotation spring simgesi.
- Modelde geotekstil malzeme oluşturulmasını sağlayan geogrid simgesi.
- Modelde oluşturulan zemin ve yapının arasına arayüz eklemek için interface simgesi.
- Modeldeki elemanların düğüm noktalarından bağlanabilmesi için node-to-anchor simgesi.
- Modeldeki elemanların son kısımlarının sabitlenebilmesi için fixed and anchor simgesi.
- Modelde tünel oluşturulabilmesi için tunnel simgesi.
- Modelde standart değişmezliklerin tanımlanabilmesi için standart fixities simgesi.
- Kirişlerin moment değişmezliklerinin tanımlanması için rotation fixity simgesi.
- Modele tanımlanmış deplasman verisine göre çözüm sağlanabilmesi için prescribed displacements simgesi.
- Modele yük atamak için distributed load-load system a ve b simgeleri.
- Modelde noktasal yük oluşturulması için point load-load system a ve b simgeleri.
- Modeldeki zemin tabakalarına malzeme özelliklerinin girilmesi için material sets simgesi.
- Modelde ağ oluşturulması için generate mesh simgesi.

Program ana ekranında ana menü, araç çubuğu, geometrik nesnelere, cetveller, çizim yapılan bölge, orijin, fare pozisyonu ve manuel input menüleri bulunmaktadır.

Şekil 2.20’de programa girildiği zaman ilk olarak karşılaşılan ekran create/open project ekranıdır. New project seçilirse yeni bir çalışma sayfası açılır, existing project seçilirse daha önceki çalışmalardan devam edilir.

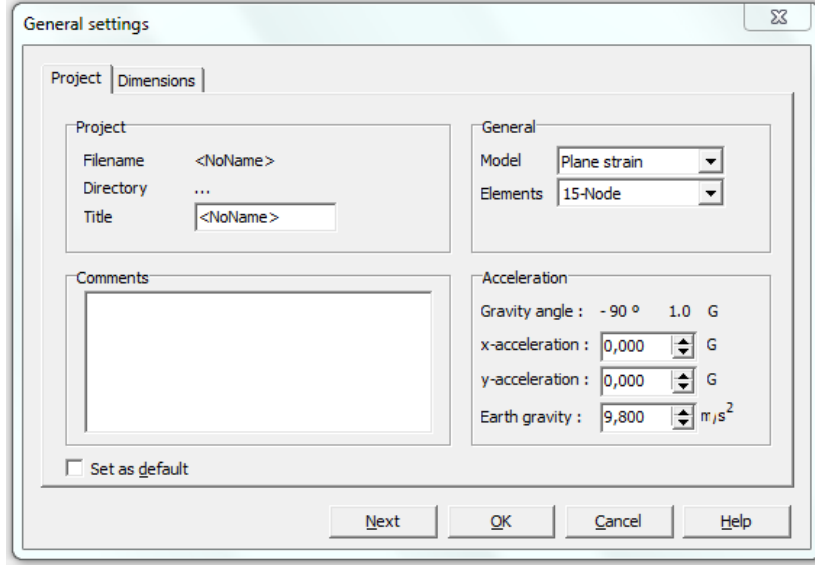


Şekil 2.20. Proje oluşturma ekranı

İlk aşamada new project komutu seçilirse farklı bir ekran açılır. Açılan ekranda bazı düzenlemeler yapılmalıdır. General settings ekranına düzenlemelerin yapılması için geçilir.

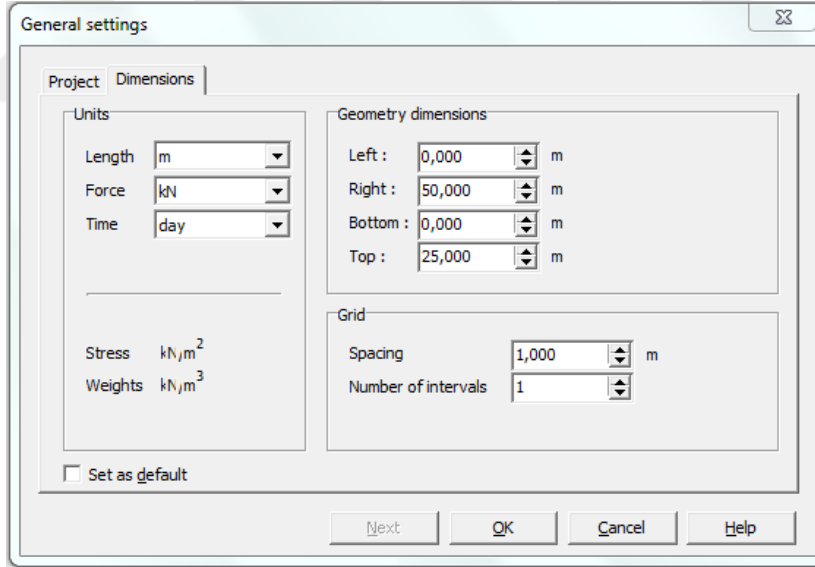
Project kısmından oluşturulacak yeni dosyanın ismi, daha önce programda çalıştırılmış dosyaların isimleri ve başlık oluşturulur. Proje ile ilgili önemli veya hatırlatıcı notlar yazılmak istenirse comments sekmesinden yazılabilir. General sekmesinden oluşturulacak modele göre düzlemsel deformasyon veya eksenel simetri durumları seçilebilir. Düzlemsel deformasyon seçilecek olursa oluşturulacak olan modelin bir birimlik bölümü çözülür. 6 veya 15 node seçimlerinden birisi elements menüsünden seçilir. Genel ayarların yapılabilmesi için dimensions menüsüne geçilir.

Modelde girilecek olan zeminlerin parametreleri ve parametre birimleri units kısmına bakılır. Çalışma alanının ölçütünün oluşturulması geometry dimension sekmesi ile sağlanır. Bu menüde left-right değerleri çalışılacak alanın yatay eksen kısmı, bottom-top değerleri ile de çalışılacak alanın düşey eksenindeki kısmı ayarlanır. Çalışma alanındaki ızgaralar ise grid ile oluşturulur. Şekil 2.21’de Plaxis programında general settings project ekranı gösterilmiştir.



Şekil 2.21. Plaxis general settings project ekranı

Şekil 2.22’de general settings dimensions ekranı gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Plaxis general settings dimension ekranı

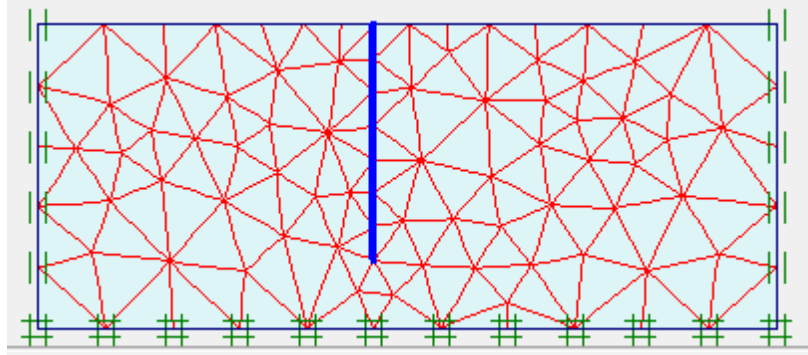
Böylelikle geoteknik modelin oluşturulacağı alan meydana getirilmiş olur. Uygulanacak çözümler için malzemeler burada girilir. Şekil 2.23’de zemin özelliklerinin programa girildiği material sets ekranı gösterilmiştir.





Şekil 2.23. Material sets ekranı

Modele girilecek olan gerekli malzeme verileri programa tanııldıktan sonra ekran kapatılır. Sonrasında generate mesh ekranına gelinerek modelde ağ oluşturulur. Ağın oluşturulmasından sonra update denilerek ağ programa kaydedilir. Şekil 2.24'de programda mesh ağlarının otomatik olarak oluşturulduğu general mesh ekranı gösterilmiştir.



Şekil 2.24. General mesh ekranı

Mesh ağı oluşturma aşaması bitirildikten sonra initial conditions denilerek zeminin başlangıç durumundaki efektif gerilmeleri, mevcut yeraltı suyu seviyesi modele girilir ve boşluk suyu basıncı oluşturulur. Calculation ekranına geçilir ve işlem aşamalarını belirten phase'ler oluşturularak programda hesaba başlanır.

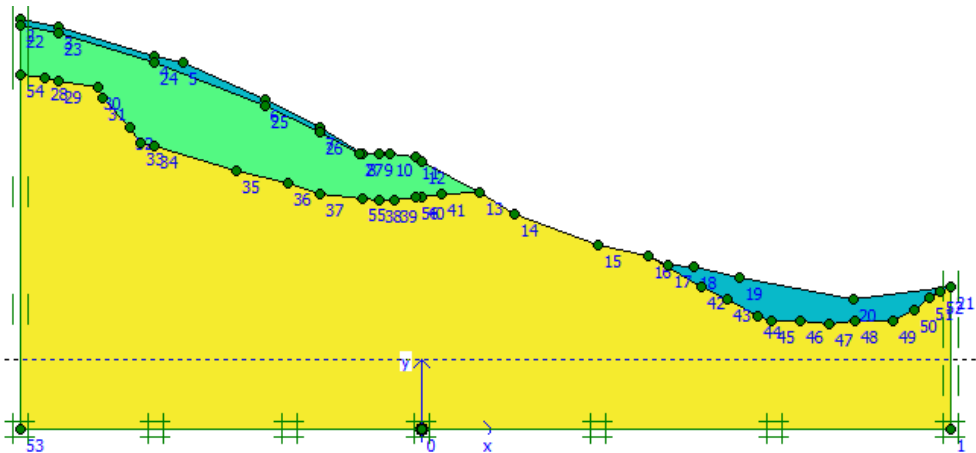
### 2.5.2. Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu Yeniköy Heyelanında Yapılan İyileştirme Çalışmaları

Karayolları Genel Müdürlüğü 10. Bölge sahasında yer alan, Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl yolunun km:0+450 ile km:0+781.171 (G)/0+800.000 (İ) arasında oluşan heyelan için yapılan araştırma ve bulunan bilgiler doğrultusunda, heyelanın analizi, yolun güvenlik koşullarının sağlanması için yapılması gereken iyileştirme çalışmaları Plaxis programı vasıtasıyla çözümlenmiştir. ,

#### 2.5.2.1. Bilgisayar Yazılım Programı ile Yapılan Çalışmalar

Bölgede meydana gelen heyelanın oluşturduğu etkiden dolayı göçmenin gerçekleştiği yolun yeniden imalatının öncesinde, bölgede güvenliğin sağlanması amacıyla problemin analiz edilmesi ve bölgede yapılacak iyileştirme çalışmaları için Plaxis programı kullanılmıştır. Çözüm aşamasına Plaxis programında yeni bir proje oluşturulmasıyla başlanmıştır.

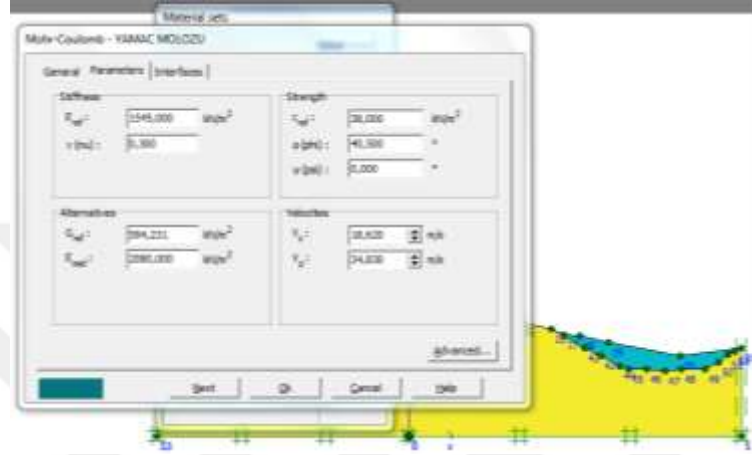
Şekil 2.25’de proje oluşturma aşamasından sonra bölgedeki yapılan araştırma çalışmaları ve analizler sonucu malzeme türleri ve içerikleri belli olan zemin tabakalarının oluşturduğu kesitlere göre geoteknik model yeni projede oluşturulmuştur. Modele bakıldığında farklı özelliklere sahip zemin tabakalarının sınırları çizgiler ile oluşturulmuştur. Model oluşturulduktan sonra tabakalara ait zemin parametreleri materials menüsü vasıtasıyla programa girilmiştir.



Şekil 2.25. Zemin enkesit modeli

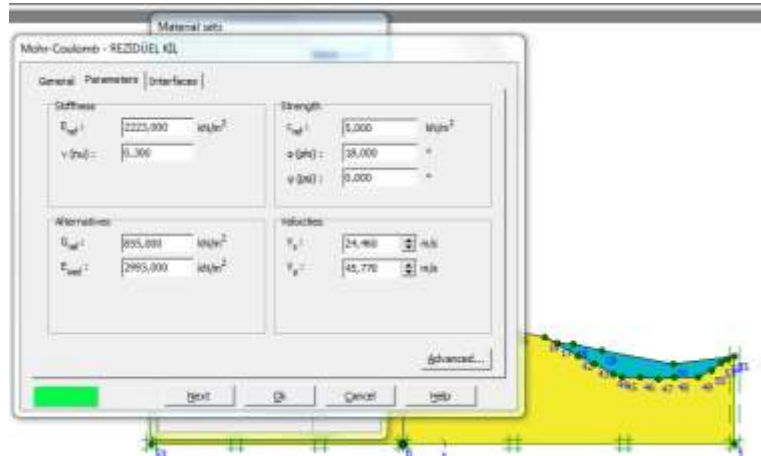
Şekil 2.25'e bakıldığı zaman mavi kısım yamaç molozunu, yeşil kısım rezidüel kil birimini ve sarı kısım killi kireçtaşı-tüf-marn birimini modelde göstermektedir. Farklı renklerde ve sınır çizgileri ile birbirlerinden ayrılan zemin tabakalarına material sets menüsünden zemin parametreleri girilmiştir.

Şekil 2.26'da yamaç molozu zemin biriminin parametreleri gösterilmiştir.



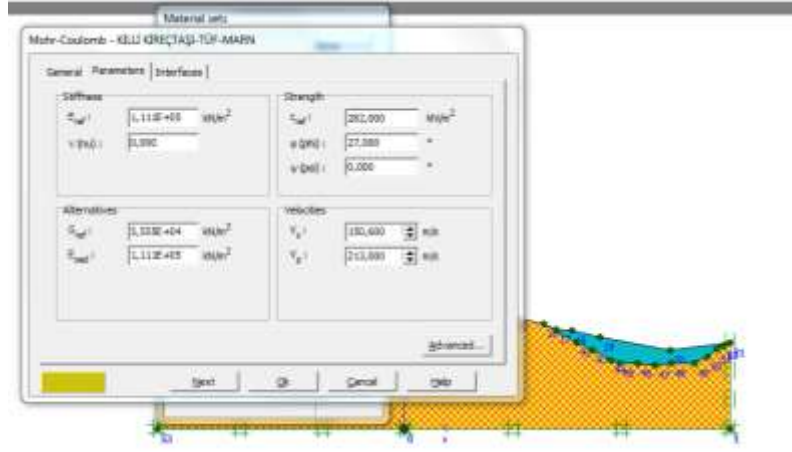
Şekil 2.26. Yamaç molozu malzeme özellikleri

Şekil 2.27'de rezidüel kil biriminin parametreleri gösterilmiştir.



Şekil 2.27. Rezidüel kil birimi malzeme özellikleri

Şekil 2.28'de killi kireçtaşı-tüf-marn biriminin parametreleri gösterilmiştir.



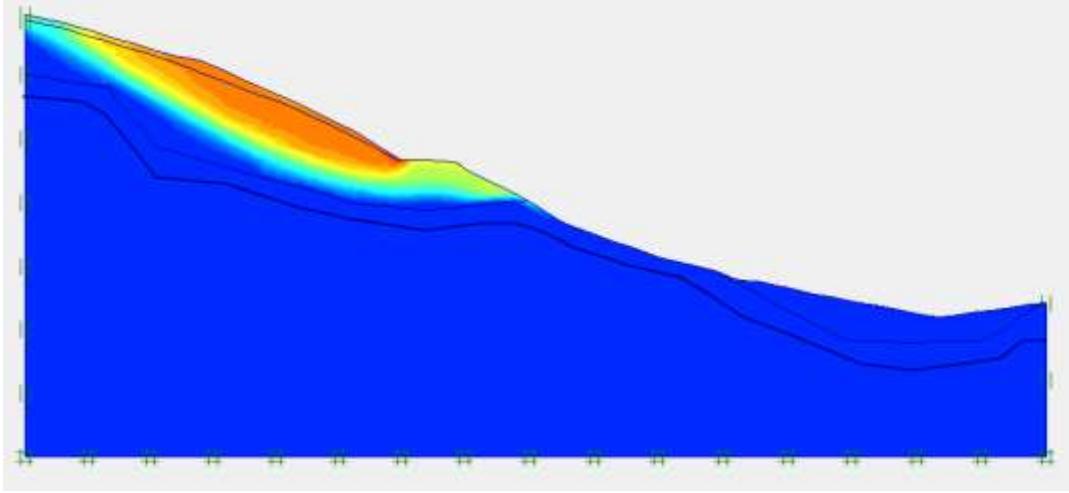
Şekil 2.28. Killi kireçtaşı-tüf-marn birimi parametreleri

### 2.5.2.2. Geoteknik Tasarım

Plaxis programında oluşturulan geoteknik modeldeki zemin tabakalarına parametreler girilerek zemin modeli elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra geoteknik model ve heyelan mekanizması Plaxis programında oluşturulmuştur ve bu programda heyelanın ortaya çıkaracağı problemler analiz edilmiş, iyileştirme yöntemleri ile bu problemler minimum etkiye indirgenmiştir. İyileştirme yöntemleri ekonomiklik ve emniyetli tasarım ilkelerine uyularak oluşturulmuştur. Bu sebepten dolayı 3 farklı çözüm yapılmıştır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde KGM'nin 2019 birim fiyat cetveline göre maliyet hesabı yapılmıştır ve çözüm olarak en ekonomik olanı seçilmiştir.

#### 2.5.2.2.1. Mevcut Durumun Sayısal Analizi

Heyelan riski olan bölgeye hiçbir müdahale edilmedenki doğal hali programda oluşturulmuş ve sayısal olarak analiz edilmiştir. Sayısal analiz vasıtasıyla mevcut durumun programda güvenlik katsayısı elde edilmiştir. Mevcut durum yarma durumundaki bir şevdir ve yeraltı suyu içermektedir. Stabilizasyon analizi yapılacak olan zeminde bulunan yeraltı suyu durumundan dolayı efektif gerilmeler oluşmaktadır. TS 8853'e göre yarmalar sınıfına ve efektif gerilmeler durumuna bakılarak güvenlik katsayısı 1.25'den büyük olmalıdır. Şekil 2.29'da doğal durumun stabilizasyon analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.29. Doğal durumun stabilizasyon analizi

Şekil 2.30'da mevcut duruma göre güvenlik analizi yapıldığı zaman elde edilen güvenlik katsayısı 1.0173'dür. Bu katsayıya bakılarak mevcut durumun güvenli olmadığı, yol imalatı yapılacak kısmın heyelan riski altında olabileceği düşüncesine ulaşılmıştır. TS 8853'e göre göçmelerin önüne geçilip gereken güvenliğin sağlanması ve heyelanın yıkıcı etkilerinin ortadan kaldırılması için gereken güvenlik katsayısı 1.25'den büyük olmalıdır. Bu durumun sağlanabilmesi amacı ile mevcut durumun üzerine müdahaleler edilmesi gerekmektedir.

General Parameters Multipliers Preview

Show  
 Input values  
 Reached values

Incremental multipliers

Mdisp: N/A  
MloadA: N/A  
MloadB: N/A  
Mweight: N/A  
Maccel: N/A  
Msf: 0,1000

Total multipliers

Σ -Mdisp: 1,0000  
Σ -MloadA: 1,0000  
Σ -MloadB: 1,0000  
Σ -Mweight: 1,0000  
Σ -Maccel: 0,0000  
Σ -Msf: 1,0173

Next Insert Delete...

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	F
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
✓ <Phase 1>	1	0	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0,00 ...	0	0

Şekil 2.30. Mevcut durumun güvenlik sayısı

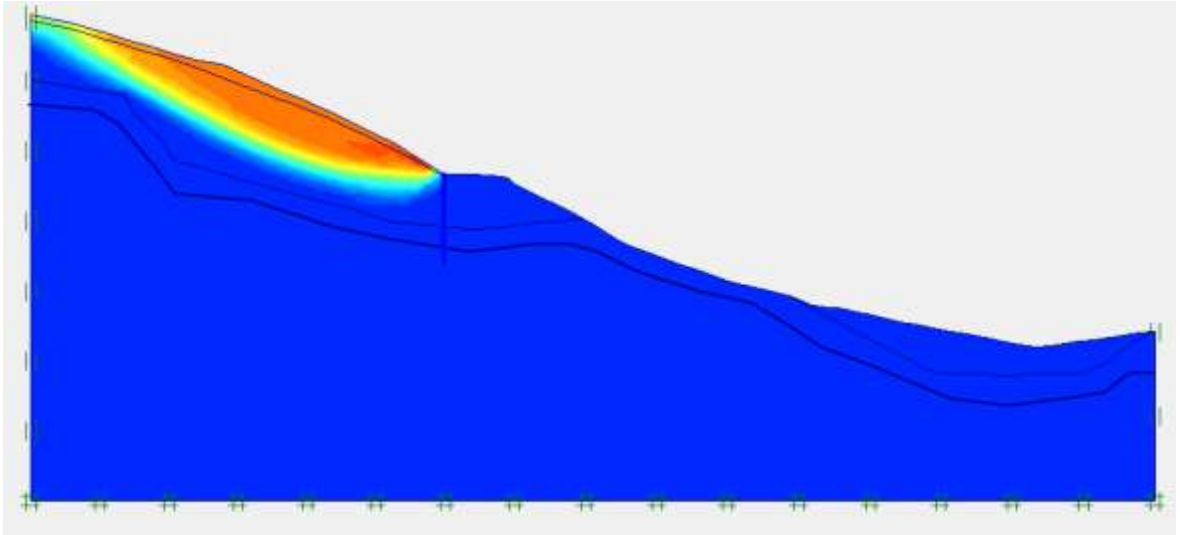
### 2.5.2.2.2. İksa Kazıkları ile Yapılan Analiz

Çalışma bölgesinde mevcut olan yolun, heyelanın zarar verici etkilerine karşı güvenilir hale getirilmesi gerekmektedir. İyileştirme çalışmalarına, mevcut durumda ilk olarak yolun geçtiği kısımda kazık çalışması ile başlanılmıştır. Plaxis programında oluşturulan mevcut geoteknik tasarımda yol tarafına Tablo 2.9'da boy ve çap özellikleri verilen kazık ilk etapta uygulanmıştır.

Tablo 2.9. Ø100 14 m kazık malzeme özellikleri

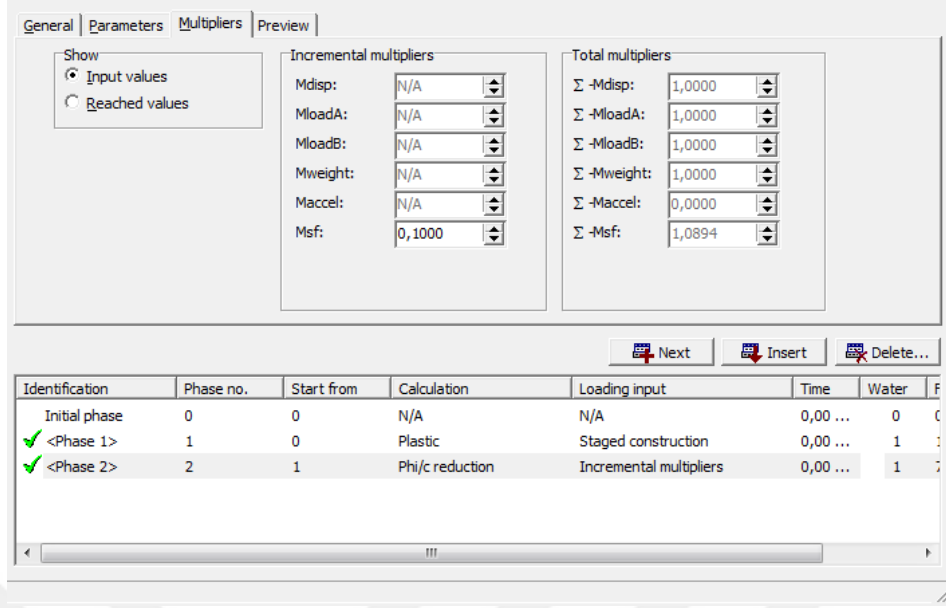
Kazık Çapı	100.0 cm
Kazık Boyu	14 m

İksa kazıkları modelde en alt tabakadaki ana kaya özelliği gösteren killi kireçtaşı-tüf-marn birimine bindirme boyları gelecek şekilde yapılmıştır. Şekil 2.31'de ilk aşamada yol platformuna Ø100 14 m'lik kazık uygulanmıştır ve bu durum sonucunda oluşan güvenlik sayısı elde edilmiştir.



Şekil 2.31. Ø100 14 m'lik kazıklı sistemin stabilite analizi

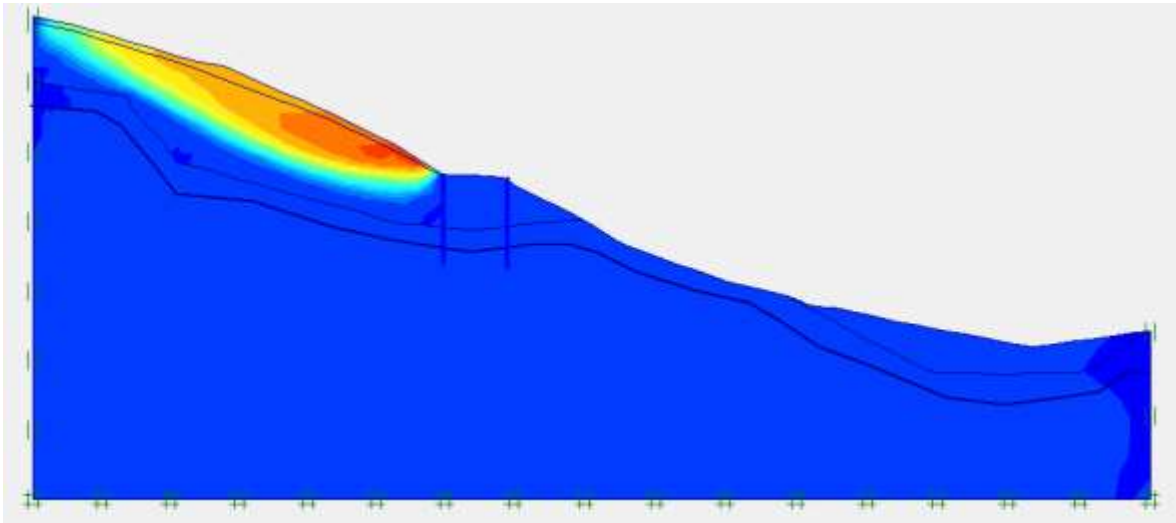
Şekil 2.32'de 1 adet Ø100 14 m'lik kazık uygulaması neticesinde güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.32. Ø100 14 m'lik kazıklı sistemin güvenlik sayısı

Şekil 2.32'de gözüktüğü gibi yol platformunun soluna tek Ø100 14 m'lik kazık uygulaması ile güvenlik sayısı 1.0894 olarak elde edilmiştir. TS 8853'e göre gereken güvenlik katsayısı 1.25'den büyük olmalıdır. Bu duruma bakılarak tek Ø100 14 m'lik kazığın heyelan güvenliğini sağlamaya yeterli olmadığı gözükmektedir.

Şekil 2.33'de gösterildiği gibi Ø100 14 m'lik kazık uygulaması yol platformunun sağına yapılmıştır. Yapılan çalışmada 2 adet Ø100 14 m'lik kazığın boy ve çap özellikleri Tablo 2.9'da mevcuttur.



Şekil 2.33. 2 adet Ø100 14 m'lik tek sıra kazıklarına göre stabilite analizi

Şekil 2.34'de 2 adet Ø100 14 m'lik kazık uygulaması neticesinde güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	F
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
✓ <Phase 1>	1	0	Plastic	Staged construction	0,00 ...	1	:
✓ <Phase 2>	2	1	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0,00 ...	1	:

Şekil 2.34. 2 adet Ø100 14 m'lik tek sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı

Şekil 2.34'den anlaşılacağı üzere yol platformunun sağına ve soluna 1'er adet Ø100 14m kazık uygulaması ile güvenlik sayısı 1.0826 çıkmıştır. TS 8853'e göre gereken güvenlik sayısı 1.25'den büyük olmalıdır. Bu duruma bakılarak 2 adet Ø100 14 m kazıklarının heyelan güvenliğini sağlayamadığı görülmüştür. Yol platformunun sağına eklenen 1 adet Ø100 14 m kazık uygulaması en düşük güvenlik sayısına sahip kırılma mekanizması üzerine bir müdahalede bulunmadığı için güvenlik sayısında bir artışa sebep olmamıştır.

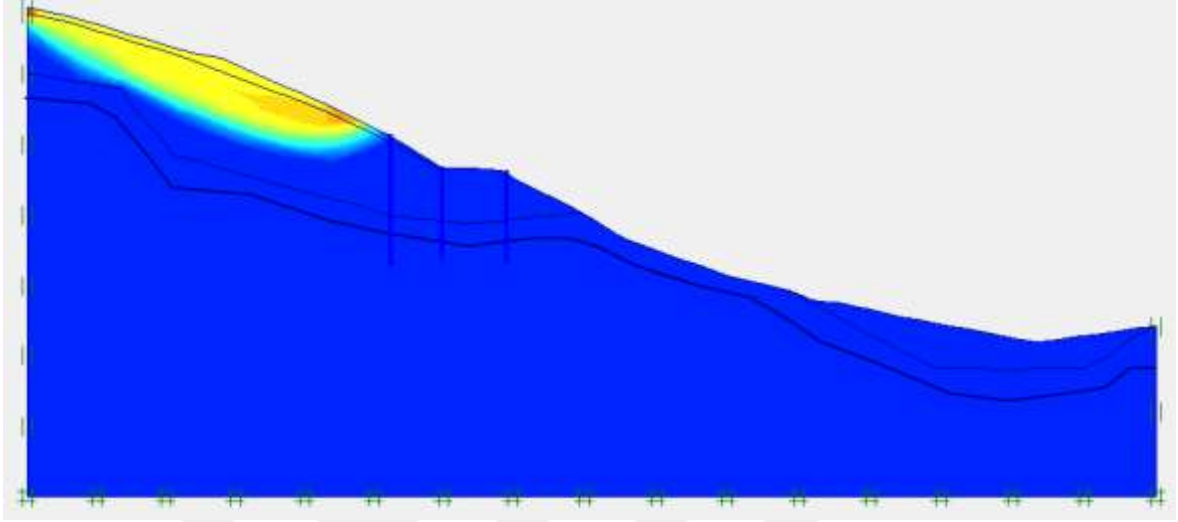
Yol platformunda bulunan 2 adet Ø100 14 m kazıkların yeterli olmadığı görülmüştür ve modele Ø100 20 m kazığı şevli bölgeye eklenmiştir. Yapılan çalışmalarda 2 adet Ø100 14 m'lik kazıkların boy ve çap özellikleri Tablo 2.9'da ve Ø100 20 m kazıklarının boy ve çap özellikleri Tablo 2.10'da verilmiştir.

Tablo 2.10. Ø100 20 m kazık malzeme özellikleri

Kazık Çapı	100.0 cm
Kazık Boyu	20 m



Şekil 2.35'de 2 adet Ø100 14 m ve 1 adet Ø100 20 m'lik kazıklarla uygulanan stabilizasyon çalışması gösterilmiştir.



Şekil 2.35. 2 adet Ø100 14 m ve Ø100 20 m'lik tek sıra kazıklarına göre stabilite analizi

Şekil 2.36'da 2 adet Ø100 14 m ve 1 adet Ø100 20 m'lik kazık uygulamaları neticesinde güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.

General | Parameters | Multipliers | Preview

Show  
 Input values  
 Reached values

Incremental multipliers

Mdisp: N/A  
MloadA: N/A  
MloadB: N/A  
Mweight: N/A  
Maccel: N/A  
Msf: 0,1000

Total multipliers

Σ -Mdisp: 1,0000  
Σ -MloadA: 1,0000  
Σ -MloadB: 1,0000  
Σ -Mweight: 1,0000  
Σ -Maccel: 0,0000  
Σ -Msf: 1,2868

Next Insert Delete...

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	F
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
✓ <Phase 1>	1	0	Plastic	Staged construction	0,00 ...	1	1
✓ <Phase 2>	2	1	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0,00 ...	1	1

Şekil 2.36. 2 adet Ø100 14 m ve 1 adet Ø100 20 m'lik tek sıra kazıklarına göre güvenlik sayısı

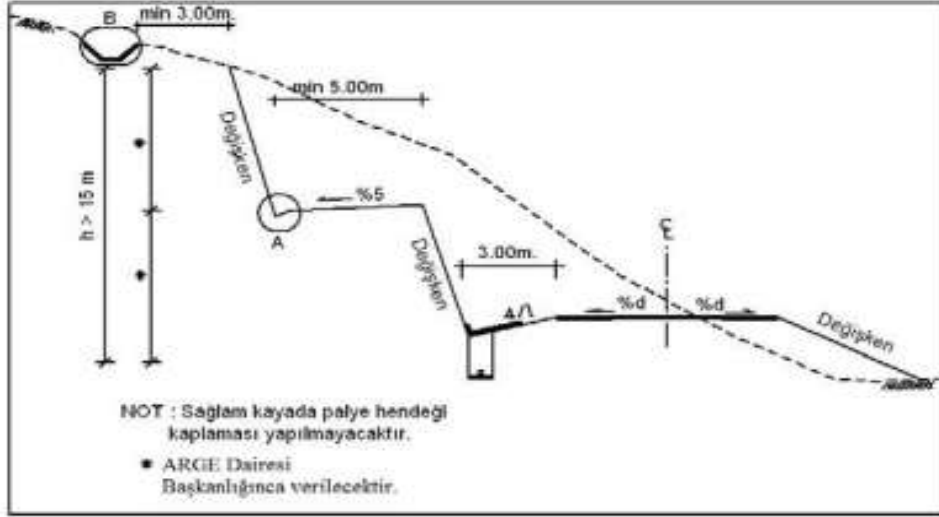
Şekil 2.36’da 2 adet Ø100 14 m ve 1 adet Ø100 20 m kazıkları sisteme uygulandığı zaman güvenlik sayısının 1.2868 olduğu gözükmektedir. TS 8853’e göre güvenlik sayısının 1.25’den büyük olması bu uygulamanın heyelan güvenliğini sağladığını göstermektedir.

#### **2.5.2.2.3. Palyeli Kazı ile Yapılan Analiz**

TS 8853’e göre 3 adet iksa kazığı uygulamasıyla güvenlik sayısı 1.25 değerinden fazla bir değer olarak elde edilmiştir. Bu çözüme ek olarak 2 farklı çözüm daha yapılmıştır. Bu çalışmada daha önce de bahsedildiği gibi yapılacak olan çözüm yöntemi, arazide uygulanabilirlik açısından en ekonomik ve avantajlı olanı seçilecektir. Uygun çözümlerin oluşturulması için daha öncesinde uygulanan varyasyonlarda iksa sistemlerine ek olarak ankrajlar, şev topuğuna yük yükleme, geosentetik katkı maddeleri vb. gibi uygulamalar yapılmıştır. Fakat modele uygulanan bu yöntemlerin hiçbirisi ile ideal güvenlik katsayısı elde edilememiştir. Son olarak yapılan varyasyonlarda palyeli kazı yöntemi dahil edilmiş ve gereken güvenlik sayısının bulunabileceği öngörülmüştür. Varyasyonların geliştirilmesi ile palyeli kazının içerisinde bulunduğu 2 farklı çözüm modeli oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi sadece palyeli kazı ile yapılan stabilizasyon analizidir. İkincisi ise daha az kazı miktarına sahip palye ve iksa kazığı ile yapılan stabilizasyon analizidir.

Bu çözümde şevli kısımda palyeli kazı yapılmıştır ve ideal güvenlik sayısına ulaşılmıştır.

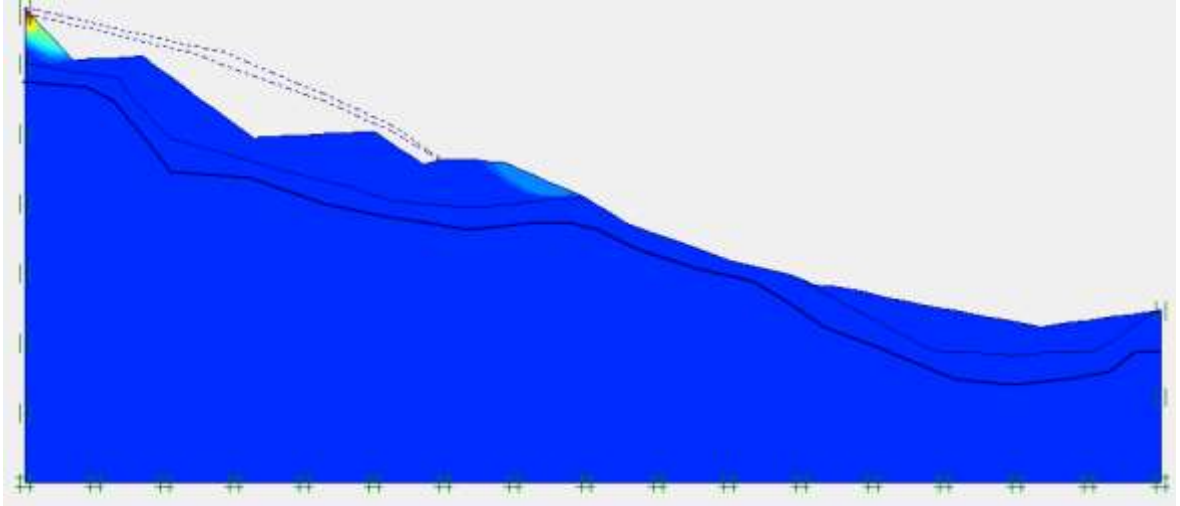
Şekil 2.37’de palyeli yarma enkesiti, standart ölçüler ve yarma enkesitindeki drenaj yapıları gösterilmiştir.



Şekil 2.37. Palyeli yarma enkesiti tipi, K.G.M (2013)

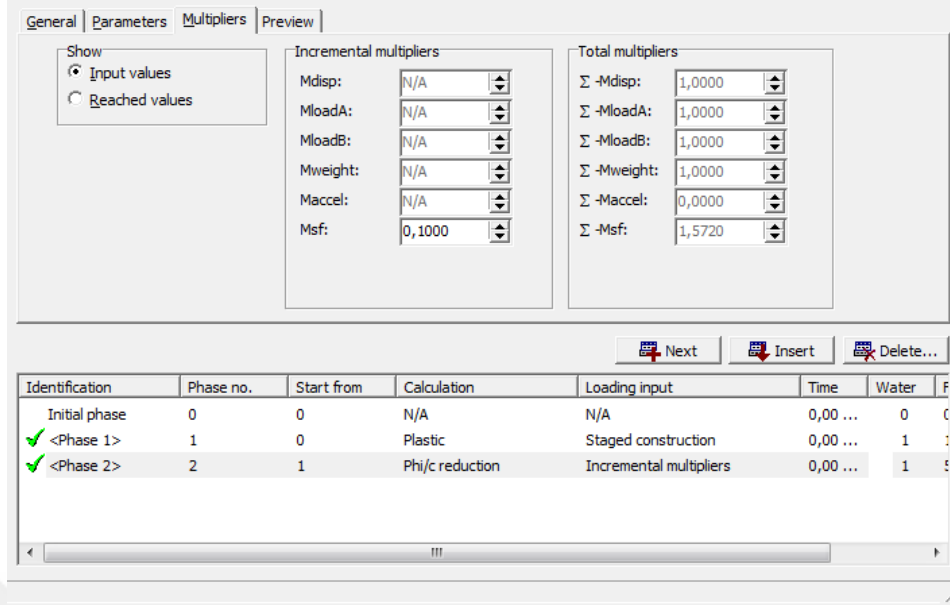
Plaxis programındaki modele uygulanacak olan palye ölçülerinde Şekil 2.37'deki standart birimlerden faydalanılmış ve kaplamasız palye olarak modelde tasarlanmıştır.

Şekil 2.38'de palyeli kazı uygulaması ile yapılan stabilite analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.38. Palyeli kazıya göre stabilite analizi

Şekil 2.39'da palyeli kazı uygulaması neticesinde yapılan güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.39. Palyeli kazıya göre güvenlik sayısı

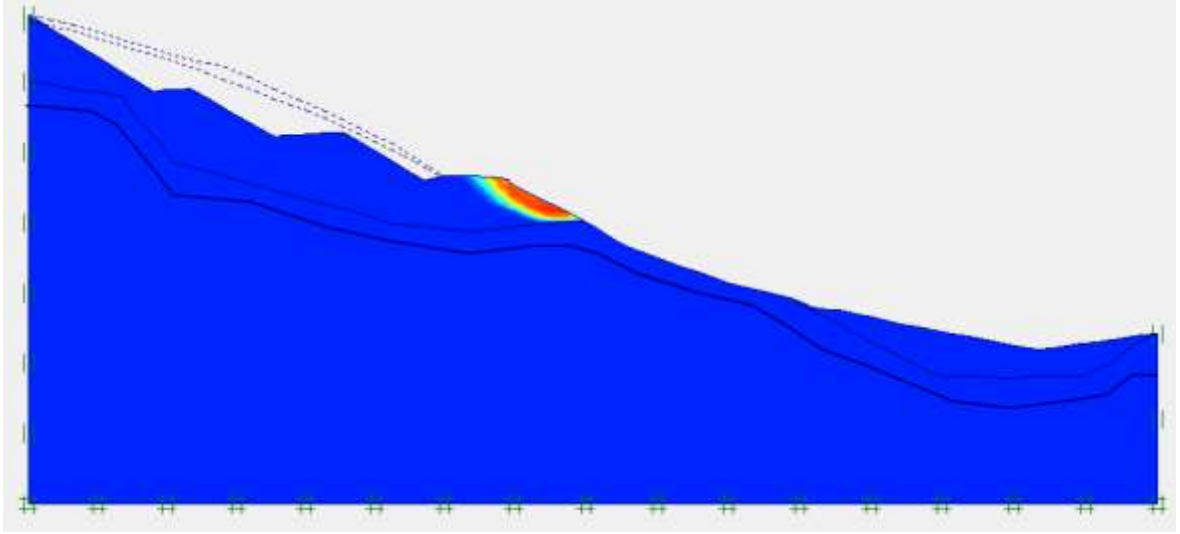
Şekil 2.39'a göre güvenlik sayısı 1.5720 olarak elde edilmiştir. TS 8853'e göre elde edilen güvenlik katsayısı 1.25'den fazla çıkmıştır. Yol ve şev tarafındaki kayma engellenebilmiştir. Bu durumda yol platformunun güvenliği sağlanmıştır.

#### 2.5.2.2.4. Palyeli ve İksa Kazıklı Yapılan Analiz

Yukarıdaki çalışmalarda da bahsedildiği gibi mühendislik yapılarında yapılacak olan tasarımlar ve uygulamalar ekonomiklik, avantajlılık ilkelerine göre yapılmaktadır. Bu yüzden 3 farklı çözüm yöntemi üretilmiştir. Palyeli ve iksa kazığının birlikte modele uygulandığı yöntemin analizi yapılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi bu çözümlerde maliyet hesabı yapılacak ve çözüm yöntemleri kendi aralarında karşılaştırılıp en uygun olanı seçilecektir.

Bu uygulamada ilk olarak palyeli kazı Şekil 2.37'deki standartlara uygun kaplamasız olarak yapılmıştır.

Şekil 2.40'da palyeli kazı uygulaması ile yapılan stabilite analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.40. Palyeli kazıya göre stabilite analizi

Şekil 2.40'da görüldüğü gibi Şekil 2.38'e göre kazı miktarı daha azdır. Daha az kazı hacmi ile önceki başlık altında yapılan palyeli kazıya göre kazı maliyeti düşürülmek istenmiştir.

Şekil 2.41'de palyeli kazı uygulaması neticesinde yapılan güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.

General | Parameters | Multipliers | Preview

Show  
 Input values  
 Reached values

Incremental multipliers

Mdisp: N/A  
MloadA: N/A  
MloadB: N/A  
Mweight: N/A  
Maccel: N/A  
Msf: 0,1000

Total multipliers

Σ -Mdisp: 1,0000  
Σ -MloadA: 1,0000  
Σ -MloadB: 1,0000  
Σ -Mweight: 1,0000  
Σ -Maccel: 0,0000  
Σ -Msf: 1,3119

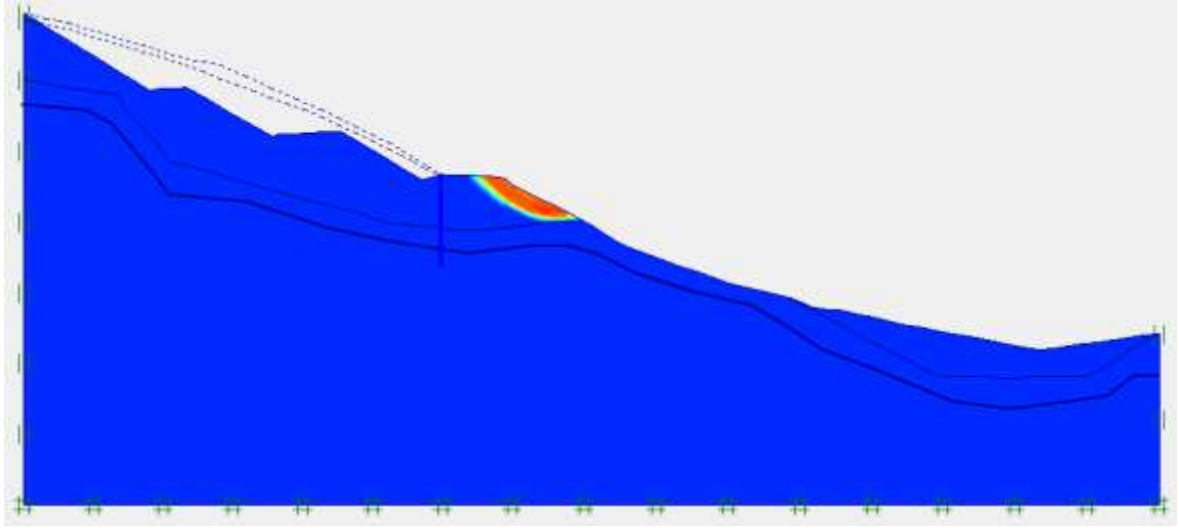
Next Insert Delete...

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	F
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
✓ <Phase 1>	1	0	Plastic	Staged construction	0,00 ...	1	:
✓ <Phase 2>	2	1	Phi/c reduction	Incremental multipliers	0,00 ...	1	5

Şekil 2.41. Palyeli kazıya göre güvenlik sayısı

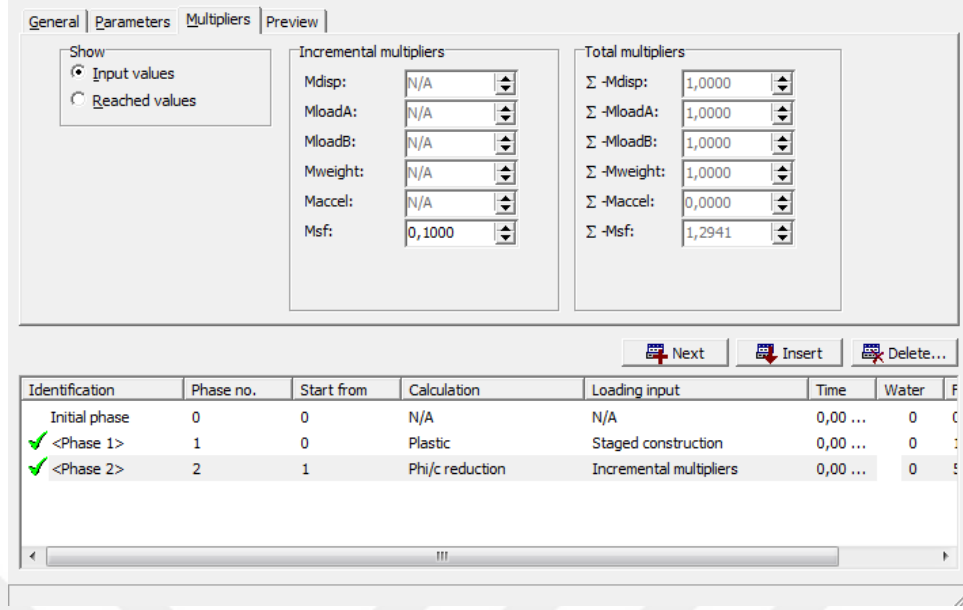
Şekil 2.41’de görüldüğü gibi palyeli kazı hacminin düşürülmesi ile yapılan stabilizasyon analizinde elde edilen güvenlik sayısı 1.3119 çıkmıştır. TS 8853’e göre güvenlik sayısı 1.25 sayısından büyük çıkmıştır. Ancak yol ekseninde müdahale gerektirecek kırılma mekanizması oluşmuştur. Şekil 2.40’da gözüktüğü gibi kayma yol platformunda meydana gelmektedir. Bu durum arazide istenilmemektedir.

Şekil 2.42’de gösterildiği gibi yol platformundaki kırılma mekanizmasına müdahale edilmesi için palyeli kazıya ek olarak Ø100 14 m’lik kazık ilk etapta yol platformunun sol tarafına eklenmiştir. Ø100 14 m’lik kazığın boy ve çap özellikleri Tablo 2.9’da verilmektedir.



Şekil 2.42. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m’lik kazığa göre stabilizasyon analizi

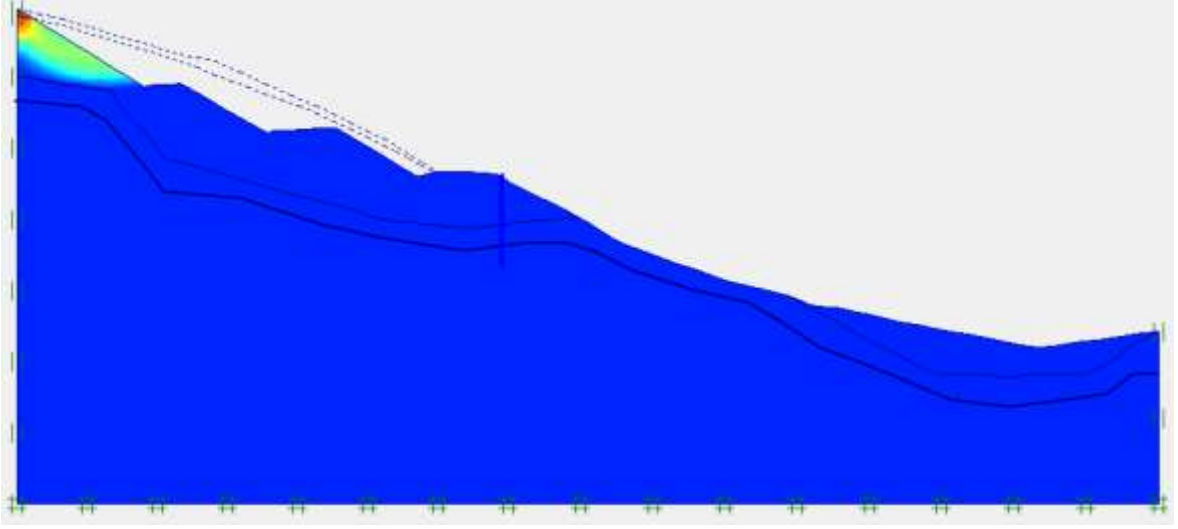
Şekil 2.43’de palyeli kazı ve Ø100 14 m’lik kazığın birlikte uygulandığı çalışma neticesinde yapılan güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.43. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre güvenlik sayısı

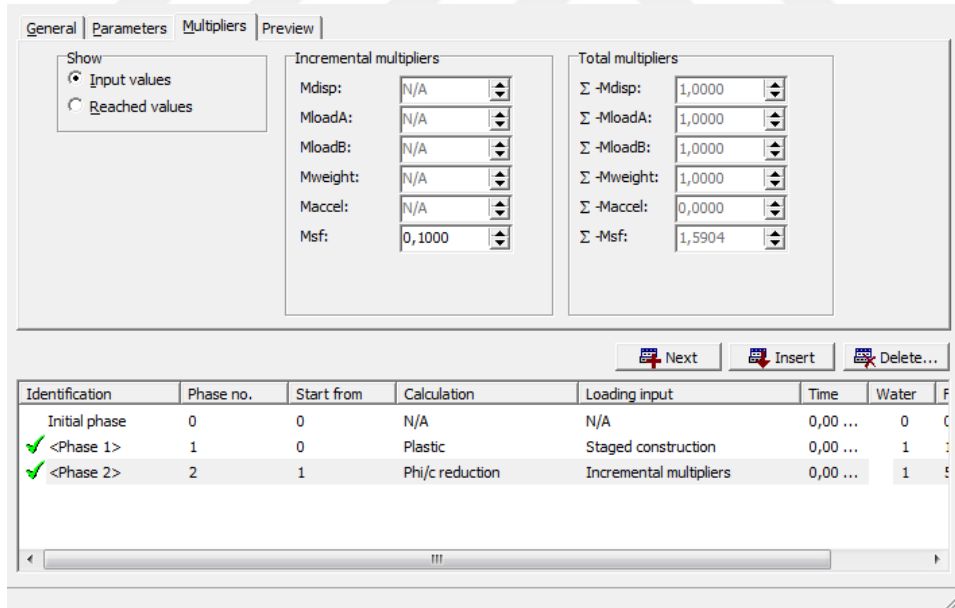
Şekil 2.43'de görüldüğü üzere bu uygulamada güvenlik sayısı 1.2941 çıkmıştır. Yol platformuna yapılan 1 adet Ø100 14 m'lik kazık uygulaması en düşük güvenlik sayısına sahip kırılma mekanizması üzerine bir müdahalede bulunmadığı için güvenlik sayısında bir artışa sebep olmamıştır. TS 8853'e göre güvenlik sayısı 1.25 sayısından büyük çıkmıştır. Ancak bu uygulamanın yol platformunda mevcut kırılma mekanizmasına bir etkisi olmamıştır. Şekil 2.42'de modelde kaymanın yol platformunun sağ tarafında gerçekleştiği gözükmemektedir. Yol platformunda kaymaların yaşanılması istenilmemektedir. Bu durumda yol platformunun güvenliği sağlanamamıştır.

Şekil 2.44'de gösterildiği gibi palyeli kazıya ek olarak Ø100 14 m'lik iksa kazığı önceki durumun tersine yol platformunun sağ tarafına uygulanmıştır. Ø100 14 m'lik kazığın boy ve çap özellikleri Tablo 2.9'da verilmektedir.



Şekil 2.44. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre stabilizasyon analizi

Şekil 2.45'de palyeli kazı ve Ø100 14 m'lik kazığın birlikte uygulandığı çalışma neticesinde yapılan güvenlik sayısı analizi gösterilmiştir.



Şekil 2.45. Palyeli kazıya ve Ø100 14 m'lik kazığa göre güvenlik sayısı

Şekil 2.45'de görüldüğü gibi bu uygulamada güvenlik sayısı 1.5904 çıkmıştır. TS 8853'e göre güvenlik sayısı 1.25'den büyüktür. Ayrıca yol platformunda kayma hareketi de engellenmiştir. Bu durumda yol platform güvenliği sağlanmıştır.

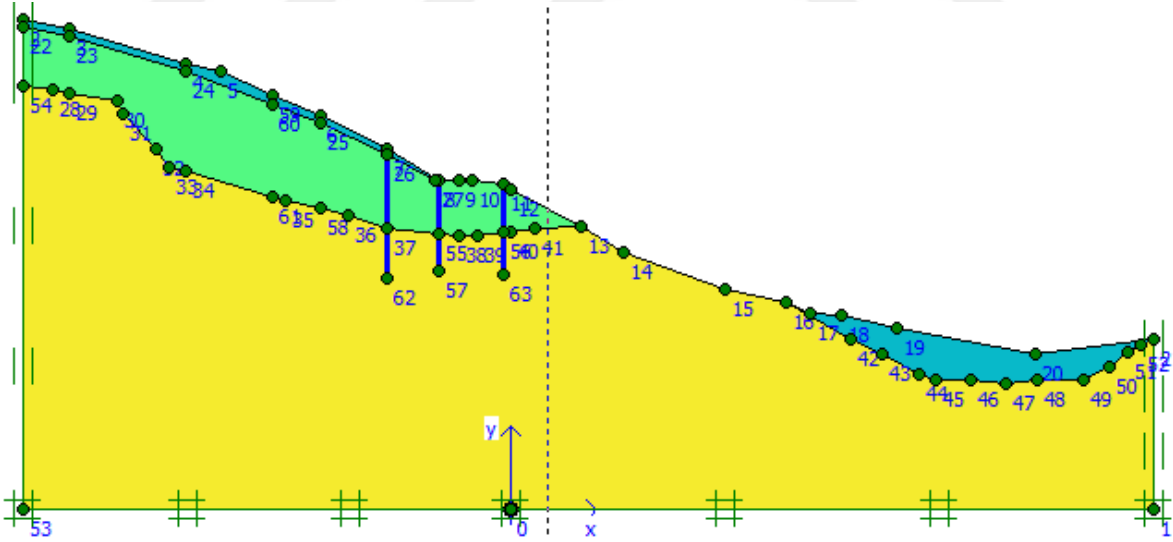


### 2.5.3. Stabilizasyonun Sağlanması İçin Yapılan Çalışmaların Maliyetleri

Heyelan bölgesinin modeli Plaxis programında oluşturulmuştur ve 3 farklı iyileştirme yöntemi programda uygulanmıştır. Mühendislik yapılarındaki temel esasların başında uygulanacak olan imalatın ekonomikliği ve pratikliği gelmektedir. Çalışmanın bu kısmında KGM'nin 2019 birim fiyatlarına göre 3 farklı çözüm yönteminin ayrı ayrı maliyet hesapları yapılmıştır. Hesaplamalardan sonra maliyetler karşılaştırılmış ve çözüm yöntemi olarak en ekonomik olanı seçilmiştir.

#### 2.5.3.1. İksa Kazıkları Uygulamasında Maliyet Hesabı

Bu çözüm yönteminde maliyet hesabı kazıkların uzunluklarına, kazıklarda bulunan donatı miktarlarına, donatıların işçiliğine ve donatıların nakliyesine göre 4 kalemden KGM'nin 2019 birim fiyat pozlarına bakılarak yapılmıştır. Şekil 2.46'da iksa kazıklarına ait uygulama gösterilmiştir.



Şekil 2.46. İksa kazıkları uygulanması görüntüsü

Şekil 2.46'da 2 adet Ø100 14 m kazığı ve 1 adet Ø100 20 m kazığı bulunmaktadır. Bu kazıklar için maliyet hesabı yapılmıştır. Maliyet hesapları yapılırken KGM'nin 2019 yılı birim fiyat listesindeki pozlar kullanılmıştır.

İlk olarak kazıkların boylarından maliyet hesabına başlanılmıştır. Bu aşamada kullanılmış olan poz şu şekildedir;

KGM/ 16.072 / H: Köprülerde veya heyelanlı bölgelerde Ø100 cm çapında her boyda yerinde dökme kazık yapılması (C30/37) (Hazır beton harcı ile foraj kazısı nakli dahil) = 635.91 TL/m

Kazıklarda kullanılan beton sınıfı C30'dur. Bu nedenden dolayı yukarıda bahsedilen pozun birim fiyatı kullanılacaktır. Kazıklar çap bakımından yukarıdaki poza uymaktadırlar. Yukarıdaki poza göre fiyat hesabı şu şekilde yapılmıştır;

$$1 \text{ adet } \text{Ø}100 \text{ 20 m} + 2 \text{ adet } \text{Ø}100 \text{ 14 m} = 3 \text{ adet } \text{Ø}100 \text{ 48 m}$$

48 m boy uzunluğuna göre fiyat şu şekildedir;

30523.68 TL gelmektedir.

Kazık boylarına göre maliyet hesabı yapıldıktan sonra kazıklarda bulunan donatılar hesaba katılarak donatı miktarı, işçilik ve çelik temini fiyatları bulunmuştur. İlk aşamada Ø100 20 m kazığının donatısına göre maliyet hesabı yapılacaktır. Tablo 2.11'de Ø100 20 m'lik kazığın donatı metrajı gösterilmiştir.

Tablo 2.11. Ø100 20 m kazığı donatı metrajı

POZ	ÇAP	ADET	BOY (cm)	TOPLAM BOY (m)		
				Ø12	Ø22	Ø26
1	26	32	1200			384.0
2	12	1	50843	508.4		
3	22	10	300		30.0	
4	22	6	200		12.0	
TOPLAM BOY (m)				508.4	42.0	384.0
BİRİM AĞIRLIK (kg/m)				0.888	2.984	4.168
AĞIRLIK (kg) 1 ADET İÇİN				451.5	125.3	1600.5
TOPLAM AĞIRLIK (kg) 1 ADET İÇİN				2177.3		

Donatı metrajına göre yapılacak maliyet hesabında uygulanmış olan pozlar şu şekildedir;

KGM/ 23.014 /K Betonarme için Ø8-Ø12 mm'lik ince nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç) = 4949.14 TL/ton

KGM/ 23.015 /K Betonarme için Ø14-Ø32 mm'lik kalın nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç) = 4725.71 TL/ton

Yukarıda bahsedilen KGM/ 23.014 /K pozuna bakıldığı zaman yapılan hesap şu şekildedir;

1 adet Ø100 20 m kazıkta Tablo 2.11'e göre Ø12 donatısı ağırlığı = 451.5 kg = 0.4515 ton

1 adet Ø100 20 m kazığı için KGM/ 23.014 /K pozu maliyeti = 2234.54 TL

Sistemde 1 adet Ø100 20 m'lik kazık bulunduğundan maliyet = 2234.54 TL

Yukarıda bahsedilen KGM/ 23.015 /K pozuna bakıldığı zaman yapılan hesap şu şekildedir;

1 adet Ø100 20 m kazıkta Tablo 2.11'e göre Ø22 donatısı ağırlığı = 125.3 kg = 0.1253 ton

1 adet Ø100 20 m kazığı için KGM/ 23.015 /K pozu maliyeti = 592.11 TL

Sistemde 1 adet Ø100 20 m'lik kazık bulunduğundan maliyet = 592.11 TL

1 adet Ø100 20 m kazıkta Tablo 2.11'e göre Ø26 donatısı ağırlığı = 1600.5 kg = 1.6 ton

1 adet Ø100 20 m kazığı için KGM/ 23.015 /K pozu maliyeti = 7560.816 TL

Sistemde 1 adet Ø100 20 m'lik kazık bulunduğundan maliyet = 7560.816 TL

Yukarıdaki işlemler bir araya getirildiği zaman 1 adet 20 m'lik kazıklarda mevcut olan Ø12, Ø22 ve Ø26'lık donatı miktarlarına bakılarak yapılan maliyet hesabı toplamda şu şekildedir;

1 adet Ø100 20 m kazık için toplam donatı maliyeti;

$2234.54 (\text{Ø}12) + 592.11 (\text{Ø}22) + 7560.816 (\text{Ø}26) = 10387.466 \text{ TL}$

1 adet Ø100 20 m kazığın donatı metrajına göre maliyet hesabı yapıldıktan sonra 2 adet Ø100 14 m kazığın donatı metrajına göre maliyet hesabı yapılmıştır.

Tablo 2.12'de Ø100 14 m'lik kazığın donatı metrajı gösterilmiştir.

Tablo 2.12. Ø100 14 m kazığı donatı metrajı

POZ	ÇAP	ADET	BOY (cm)	TOPLAM BOY (m)		
				Ø12	Ø22	Ø26
1	26	16	1200			192.0
2	26	16	500			80.0
3	12	1	39948	399.5		
4	22	7	300		21.0	
5	22	4	200		8.0	
TOPLAM BOY (m)				399.5	29.0	272.0
BİRİM AĞIRLIK (kg/m)				0.888	2.984	4.168
AĞIRLIK (kg) 1 ADET İÇİN				354.7	86.5	1133.7
TOPLAM AĞIRLIK (kg) 1 ADET İÇİN				1574.9		

Donatı metrajına göre yapılacak maliyet hesabında uygulanacak olan pozlar şu şekildedir;

KGM/ 23.014 /K Betonarme için Ø8-Ø12 mm'lik ince nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç) = 4949.14 TL/ton

KGM/ 23.015 /K Betonarme için Ø14-Ø32 mm'lik kalın nervürlü çelik temini ve işçiliği (Nakliye hariç) = 4725.71 TL/ton

Yukarıda bahsedilen KGM/ 23.014 /K pozuna bakıldığı zaman yapılan hesap şu şekildedir;

1 adet Ø100 14 m kazıkta Tablo 2.12'ye göre Ø12 donatısı ağırlığı = 354.7 kg = 0.3547 ton

1 adet Ø100 14 m kazığı için KGM/ 23.014 /K pozuna göre maliyet hesabı = 1755.46 TL

Sistemde 2 adet Ø100 14 m'lik kazık olduğundan maliyet = 3510.92 TL

Yukarıda bahsedilen KGM/ 23.015 /K pozuna bakıldığı zaman yapılan hesap şu şekildedir;

1 adet Ø100 14 m kazıkta Tablo 2.12'ye göre Ø22 donatısı ağırlığı = 86.5 kg = 0.0865 ton

1 adet Ø100 14 m kazığı için KGM/ 23.015 /K pozuna göre maliyet hesabı = 408.76 TL

Sistemde 2 adet Ø100 14 m'lik kazık olduğundan maliyet = 817.52 TL

1 adet Ø100 14 m kazıkta Tablo 2.12'ye göre Ø26 donatısı ağırlığı = 1133.7 kg = 1.1337 ton

1 adet Ø100 14 m kazığı için KGM/ 23.015 /K pozuna göre maliyet hesabı = 5357.31 TL

Sistemde 2 adet Ø100 14 m'lik kazık olduğundan maliyet = 10714.62 TL

Yukarıdaki işlemler bir araya getirildiği zaman 2 adet Ø100 14m'lik kazıklarda mevcut olan Ø12, Ø22 ve Ø26'lık donatı miktarlarına bakılarak yapılan maliyet hesabı toplamda şu şekildedir;

$$3510.92 (\text{Ø}12) + 817.52 (\text{Ø}22) + 10714.62 (\text{Ø}26) = 15043.06 \text{ TL}$$

Yukarıdaki işlemler 1 adet Ø100 20 m ve 2 adet Ø100 14 m kazıkları için donatı metrajlarına bakılarak yapılmış maliyet hesaplarıdır. Bu işlemleri bir araya getirip sistemde bulunan toplam donatı metrajına bakılarak elde edilen maliyet hesabı şu şekildedir;

$$15043.06 \text{ TL (14 m)} + 10387.466 \text{ (20 m)} = 25430.526 \text{ TL}$$

Plaxis programında uygulanan heyelana yönelik üretilen çözüm yöntemlerinden ilkinin maliyet hesabında son aşamaya gelinmiştir. Yukarıda yapılan işlemlerde kazıkların boylarına ve beton sınıflarına göre, donatı metrajlarına göre ayrı ayrı hesap yapıp bir araya getirilip toplanarak maliyet elde edilmiştir.

Şimdiki kısımda ise kazıklara montajı yapılacak olan donatıların nakliyesinin fiyat hesabı yapılmıştır. Nakliye için aşağıda verilen poz uygulanmıştır;

09.012/K İnce ve kalın nervürlü çeliğin yüklenmesi, iş başına taşınması, boşaltılması ve istifi;

$$A = 1.00 \text{ K} = 330$$

$$F = 1.25 \times K \times (0.0007 \times M + 0.01) \times A + 1.25 \times D. \text{ işçi} \times 3.5 \quad (13)$$

$$D. \text{ işçi (Düz işçilik) KGM 'nin 2019 birim fiyatı} = 11.50 \text{ TL}$$

Kazıklarda kullanılacak olan nervürlü donatılar uygulama noktasına Karabük'den getirilmektedir. Karabük-Trabzon arası mesafe 756 km'dir. 09.012/K pozunda bahsedilen A değeri ise uygulama yapılacak alanın km cinsinden ortalamasıdır. Heyelan iyileştirme

çalışmaları için belirlenen alanın uzunluğu 2 km'dir. A değeri ise 2 km'lik değerin yarısı hesaplanarak 1 km bulunmuştur.

$$M = 756 + 10 + (2/2) = 767 \text{ km}$$

M'nin hesaplanmasındaki 10 km değeri ise Trabzon Merkez ile heyelan bölgesinin bulunduğu Yeniköy Mahallesi arasındaki mesafedir.

Elde edilen parametreler pozdaki formülde yerlerine koyulup, hesaplama işlemi yapılmıştır ve F şu şekilde elde edilmiştir;

$$F = 275.91 \text{ TL/ ton}$$

Modelde bulunan 2 adet Ø100 20 m ve 2 adet Ø100 14 m'lik kazıklarda bulunan toplam Ø12, Ø22, Ø26'lık donatıların miktarı = 7.5034 ton

$$\begin{aligned} \text{Toplam nakliye bedeli} &= 7.5034 \times 275.1 \\ &= 2070.26 \text{ TL} \end{aligned}$$

İksalı kazıklı çözüme göre ayrı ayrı kalemlerde maliyet hesapları yukarıda yapılmıştır. Son aşamada bu çözümde uygulanacak olan kazıkların boy, donatı metrajına göre miktar, nakliye vb. durumlara göre yapılan maliyetler beraber değerlendirilmiş ve toplam maliyet şu şekilde hesaplanmıştır;

30523.68 TL ( Kazıkların boylarına göre toplam maliyet)

25430.526 TL ( Kazıkların donatı metrajları ve işçiliklerine göre toplam maliyet)

2070.26 TL (Ø12, Ø22, Ø26'lık donatıların uygulama bölgesine nakliye maliyeti)

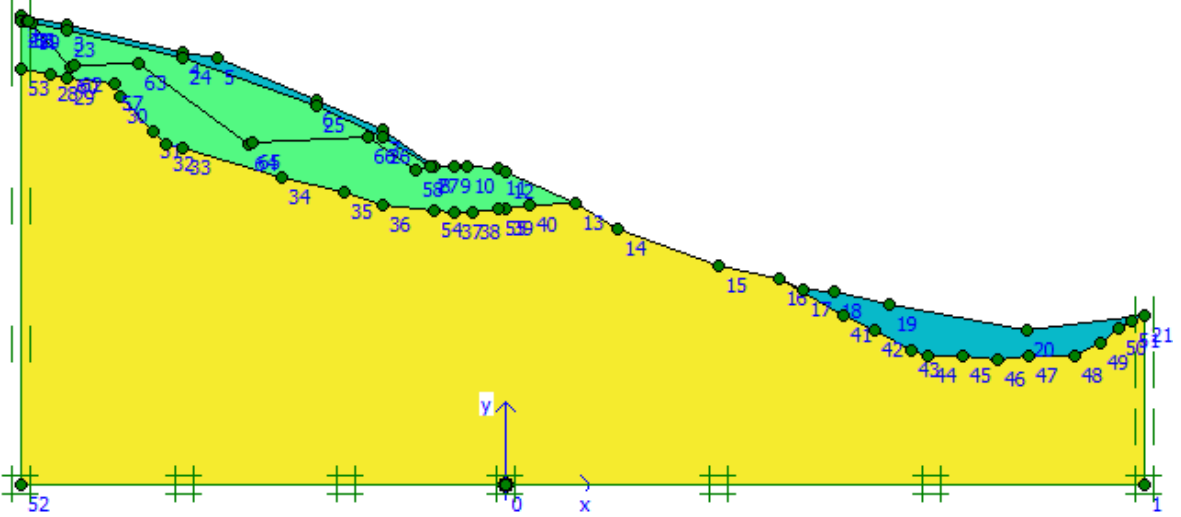
Ayrı ayrı hesaplanan bu kalemler toplandığı zaman elde edilen maliyet şu şekildedir;

$$30523.68 + 25430.526 + 2070.26 = 58024.466 \text{ TL}$$

İksalı kazıklı çözümün toplam maliyeti 58024.466 TL/m gelmektedir.

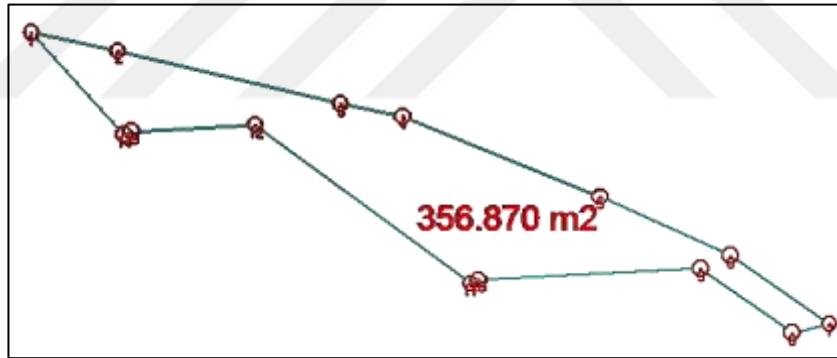
### **2.5.3.2. Palyeli Kazı Uygulamasında Maliyet Hesabı**

Bu aşamada palyeli kazı uygulamasının kazı maliyeti ve kazı nakliye maliyet hesapları yapılmıştır. Şekil 2.47'de palyeli kazı uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 2.47. Palyeli kazı uygulaması

Yapılan kazının maliyetinin elde edilmesi için kazı hacmi gerekmektedir. Şekil 2.48’de palyeli kazıda yarma kütlesi alanı hesabı gösterilmiştir.



Şekil 2.48. Palyeli kazı alan hesabı görüntüsü

Modelde uygulanan palyeli kazının alanı NetCAD programından hesaplanmıştır. Programa göre kazının alanı  $358.745 \text{ m}^2$  olarak hesaplanmıştır. Hacim hesabı 1 m genişliğe göre yapıldığından dolayı  $358.745 \text{ m}^3$  palye kazısı hacmi elde edilmiştir.

Aşağıda belirtilen pozlara bakılarak palyeli kazı bedeli hesaplanmıştır;

KGM / 2400 Heyelan eden her cins ve klastaki zeminin kazılması ve kullanılması.

Modelde uygulanan palyeli kazı ana kaya olarak nitelendirilen en alt tabakada yapılmamıştır. Bundan dolayı yapılacak olan kazı maliyeti hesabı, kayadan başka her cins zemin durumuna göre olan poza bakılarak yapılmıştır.

KGM / 15.042 / K Makine ile heyelan eden kayadan başka her cins zeminin kazılması ve kullanılması = 3.15 TL/m<sup>3</sup>

KGM / 15.043 / K Makine ile heyelan her cins kayanın kazılması ve kullanılması = 6.06 TL/m<sup>3</sup>

KGM / 2400 =

$$\text{KGM} / 15.042 / \text{K Birim fiyatı} \times \text{klas} + \text{KGM} / 15.043 / \text{K Birim fiyatı} \times \text{klas} \quad (14)$$

Yukarıdaki pozlar arasında yapılan işlemde klas, yapılmış olan kazıda kaya zemin ve kaya zemin dışındaki her cins malzemenin yüzdesidir. Modelde uygulanmış olan kazı içerik olarak kaya zemin içermemiştir. Bu yüzden kaya zeminin sınıfı 0 ve heyelan eden kayadan başka her cins zeminin sınıfı 1 olarak alınmıştır. Sonuç olarak;

$$\text{KGM} / 2400 = 3.15 \text{ TL} / \text{m}^3 \times 1 + 6.06 \text{ TL} / \text{m}^3 \times 0 = 3.15 \text{ TL} / \text{m}^3 \text{ olarak gelmektedir.}$$

$$\text{Kazının maliyeti} = 358.745 \text{ m}^3 \times 3.15 \text{ TL} / \text{m}^3 = 1130.05 \text{ TL}$$

Kazının nakliyesi için aşağıdaki poz uygulanmıştır;

07.005/ K-2 Anyet ocağından getirilecek veya depoya gidecek malzemenin nakli (M > 10. 000 m) K = 330

$$F = 1.25 \times K \times (0.0014 \times M + 0.02) - 0.00425 \times K \quad (15)$$

Yukarıdaki pozda M kazı kütlelerinin döküm alanına olan uzaklığıdır. Kazı kütlelerinin döküm alanı olarak Gülcemal dolgu alanı belirlenmiştir ve kütlelerin Gülcemal dolgu alanına olan uzaklığı 15 km'dir. Pozdaki M > 10. 000 m kriterini sağlamıştır. Sonuç olarak;

$$F = 1.25 \times K \times (0.0014 \times 15 + 0.02) - 0.00425 \times 330$$

$$= 15.51 \text{ TL} / \text{m}^3 \text{ birim hacimde nakliye bedeli}$$

$$\text{Kazının nakliye bedeli} = 358.745 \text{ m}^3 \times 15.51 \text{ TL} / \text{m}^3 = 5564.2 \text{ TL}$$

Yukarıdaki hesaplar bir araya getirildiğinde kazı bedeli ve kazının nakliye bedeli toplamları elde edilmiştir. Sonuç olarak;

1130.05 TL (kazı bedeli) + 5564.2 TL (nakliye bedeli) = 6694.25 TL/m olarak hesaplanmıştır.

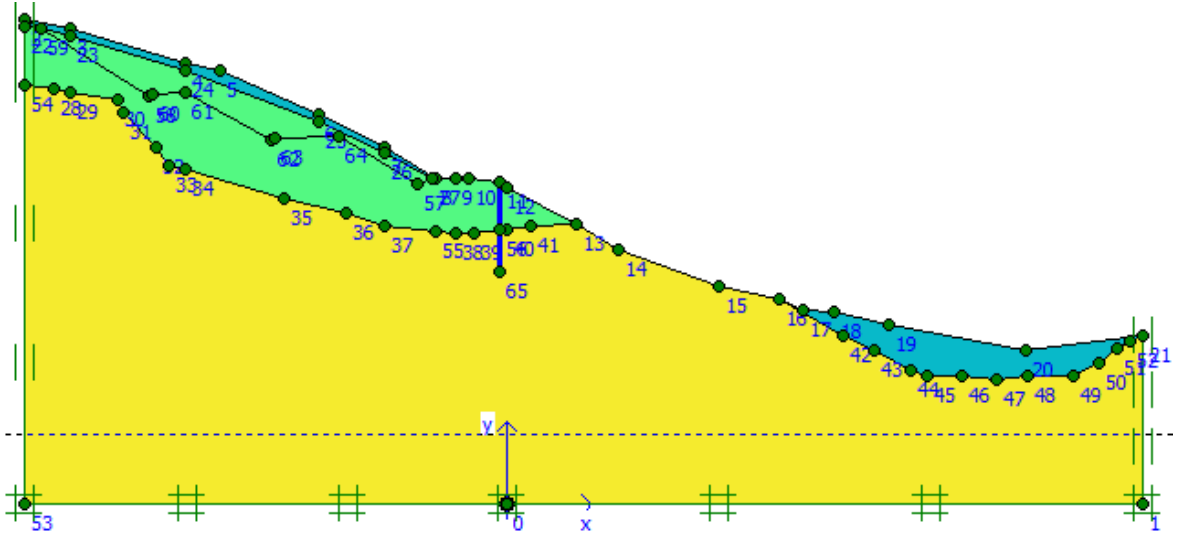
İksalı kazık uygulaması ve palyeli kazı uygulamaları karşılaştırıldığı zaman palyeli kazı uygulaması daha ekonomik gelmektedir.



### 2.5.3.3. Palyeli Kazı ve İksa Kazık Uygulamasında Maliyet Hesabı

Plaxis programında heyelanlı arazide yapılan çözüm uygulamalarında 3.çözüm olarak sunulan palyeli kazı ve  $\text{Ø}100$  14 m iksa kazıklı uygulamasının maliyet hesabı bu başlık altında yapılmıştır.

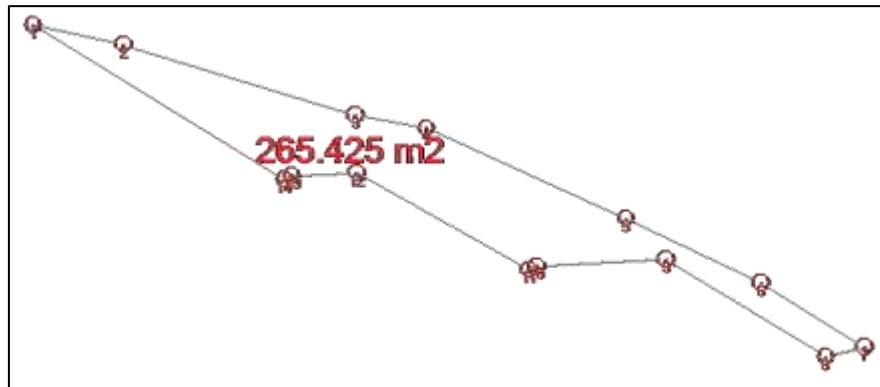
Şekil 2.49'da palyeli kazı uygulaması ve  $\text{Ø}100$  14m'lik iksa kazığı uygulaması birlikte gösterilmiştir.



Şekil 2.49. Palyeli kazı ve  $\text{Ø}100$  14 m iksa kazıklı sistem

Maliyet hesabına palyeli kazı kütesinin kazısı ve nakliyesi için maliyet hesaplarından başlanılmıştır.

Şekil 2.50'de palyeli kazıda yarma kütlesi alanı hesabı gösterilmiştir.



Şekil 2.50. Palyeli kazı alan hesabı görüntüsü

Şekil 2.50'de palyeli kazı alanı  $265.425 \text{ m}^2$  dir. Kazı kütlesi genişliği hesaplamalar için 1 m olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak palyeli kazı hacmi  $265.425 \text{ m}^3$  olarak gelmiştir.

Palyeli kazının kazı maliyetinin hesaplanması aşağıdaki pozlara göre yapılmıştır;

KGM / 2400 Heyelan eden her cins ve klastaki zeminin kazılması ve kullanılması

KGM / 15.042 / K Makine ile heyelan eden kayadan başka her cins zeminin kazılması ve kullanılması =  $3.15 \text{ TL/m}^3$

KGM / 15. 043 / K Makine ile heyelan eden her cins kayanın kazılması ve kullanılması=  $6.06 \text{ TL/ m}^3$

$$\text{KGM}/2400=\text{KGM}/15.042/\text{K.B. Fiyat} \times \text{klas}+\text{KGM}/15.043 \text{ K.B. Fiyat} \times \text{Klas} \quad (16)$$

Burada bahsedilen klas palyeli kazıda bulunan zemin cinsi yüzdesidir. Plaxis programında uygulanan palyeli kazıda kazı kütlesi içerik olarak kaya kütlesi içermemiştir. Sonuç olarak kaya kütlelerinin sınıfı 0 ve kayadan başka her cins zeminin sınıfı 1 olarak elde edilmiştir.

$$\text{KGM} / 2400 = 3.15 \text{ TL} / \text{m}^3 \times 1 + 6.06 \text{ TL} / \text{m}^3 \times 0$$

$$\text{KGM} / 2400 = 3.15 \text{ TL} / \text{m}^3 \text{ gelmiştir.}$$

Kazı maliyeti 836 TL olarak gelmiştir.

Palyeli kazıda kazı kütlelerinin nakliye bedeli aşağıdaki poza göre hesaplanmaktadır;

07.005/ K-2 Anyet ocağından getirilecek veya depoya gidecek kazının nakli  
(M> 10. 000m) K = 330

$$F = 1.25 \times K \times (0.0014 \times M + 0.02)-0.00425 \times K \quad (17)$$

Yukarıdaki formülde M kazının yapıldığı alan ile kazı kütlelerinin döküm alanı arasındaki mesafedir. F birim maliyet ve K ise katsayıdır. Kazı kütlesi uygulama alanından Gülcemal dolgu alanına dökülmüş ve aradaki mesafe 15 km'dir.

$$F = 1.25 \times 330 \times (0.0014 \times 15 + 0.02)-0.00425 \times 330$$

$$F = 15.51 \text{ TL} / \text{m}^3$$

$$265.425 \text{ m}^3 \text{ hacimli kazının nakliye bedeli} = 4116.74 \text{ TL}$$

Kazı bedeli ve kazının nakliye bedeli toplamları şu şekildedir;

$$836 \text{ TL (kazı bedeli)} + 4116.74 \text{ TL (nakliye bedeli)} = 4952.74 \text{ TL}$$

Kazı bedeli ve kazının nakliye bedelleri hesaplandıktan sonra modelde olan 1 adet Ø100 14 m'lik kazığın maliyeti hesaplanmıştır.

Kazık boylarına ve beton sınıflarına göre maliyet hesaplanması için gereken poz aşağıda verilmiştir;

KGM /16.072 / HR Köprülerde veya heyelanlı bölgelerde Ø100 cm çapında her boyda yerinde dökme kazık yapılması (C30/37) (Hazır beton harcı ile foraj kazısı nakli dahil) = 635.91 TL / m

Modelde 1 adet Ø100 14 m boyunda kazık bulunduğundan;

14 m x 635.91 TL / m = 8902.74 TL kazık bedeli

Kazık bedeli bulunduktan sonra kazıkta bulunan donatı metrajına göre gereken maliyetler hesaplanmıştır. Kazık donatı metrajına göre maliyet hesabı elde edilirken aşağıda bahsedilen pozlar kullanılmıştır;

KGM / 23.014 / K Betonarme için Ø8-Ø12 mm'lik ince nervürlü çelik temini ve işçiliği (nakliye hariç) = 4949.14 TL / ton

1 adet Ø100 14 m kazıkta bulunan Tablo 2.12'ye göre Ø12 donatı ağırlığı = 354.7 kg  
= 0.3547 ton

4949. 14 TL / ton x 0. 3547 ton = 1755. 46 TL

KGM / 23. 015 / K Betonarme için Ø14 –Ø32 mm'lik kalın nervürlü çelik temini ve işçiliği (nakliye hariç) = 4725.51 TL / ton

1 adet Ø100 14 m kazıkta bulunan Tablo 2.12'ye göre Ø22 donatı ağırlığı = 86.5 kg  
= 0.0865 ton

4725.51 TL / ton x 0. 0865 ton = 408.76 TL

1 adet Ø100 14 m kazıkta bulunan Tablo 2.12'ye göre Ø26 donatı ağırlığı = 1137.7 kg = 1.1337 ton

1.1337 ton x 4725.51 TL / ton = 5357.31 TL

1 adet Ø100 14 m'lik iksa kazığında bulunan Ø12, Ø22, Ø26'lık donatı miktarlarına göre ayrı ayrı maliyetler hesaplanmıştır. Bu maliyetler bir araya getirildiği durumda aşağıdaki sonuç ortaya çıkmıştır;

1755.46 TL (Ø12) + 408.76 TL (Ø22) + 5357.31 TL (Ø26) = 7521.53 TL

Yukarıda donatı metrajlarına ve kazık boyuna göre maliyet hesabı yapılmıştır. Buna ek olarak kazık maliyetinin tamamlanabilmesi için kazıdaki donatı metrajına göre nakliye bedelinin de bulunması gerekmektedir. Nakliye bedelinde kullanılacak olan poz aşağıda verilmiştir;

09.012 / K İnce ve kalın nervürlü çeliğin yüklenmesi, iş başına taşınması, boşaltılması ve istifisi;

$$F = 1.25 \times ( 0.0007 \times M + 0.01 ) \times A + 1.25 \times D. \text{ işçi} \times 3.5 \quad (18)$$

$$A = 1.00$$

$$K = 330$$

$$D. \text{ işçi (Düz işçilik)} = 11.50 \text{ TL}$$

Ø100 14 m'lik kazığında montajı yapılmış olan donatılar Karabük'den getirilmiştir. Karabük-Trabzon arası mesafe 767 km'dir.

$$M = 756 + 10 + (2/2) = 767 \text{ km}$$

Belirlenen parametreler 09.012 / K pozuna göre yerlerine koyulduğu zaman nakliye bedeli için birim maliyet 275.91 TL / ton olarak hesaplanmıştır.

Ø100 14m'lik iksa kazığı için donatı cinslerine bakılarak Ø12, Ø22, Ø26'lık donatıların toplam ağırlığı bulunmaktadır. Toplam donatı ağırlığı 1.5749 ton olarak gelmektedir.

$$1.5749 \text{ ton} \times 275.91 \text{ TL / ton} = 434.53 \text{ TL olarak nakliye bedeli elde edilmektedir.}$$

Modelde bulunan palyeli kazının kazı maliyetini, kazının nakliye bedelini, Ø100 14 m'lik iksa kazığının boyu ve beton sınıfına göre bedelini, iksa kazığındaki donatı metrajına göre donatıların miktarları ve nakliyeleri bedelleri toplandıği zaman bu model için nihai maliyet elde edilmektedir. Maliyetlerin hepsi toplandıği zaman elde edilen bedel 21811.54 TL/m olarak gelmektedir.

### 3. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü tarafından yaptırılan Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu Heyelan Ripajı km: 0+ 450.000-0+ 781.171 (G) / 0+800.000 (İ) arası bölgede heyelan gerçekleşmiş ve mevcut olan yolda göçme gerçekleşmiştir. Bu yüzden olası bir heyelanın önlenmesi için Plaxis programında gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

Bölgede gerekli incelemeler, mevcut durumun tespit edilmesi için ve mevcut duruma gerekli çözümler üretilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Heyelanın gerçekleştiği konumda jeolojik ve topoğrafik özellikleri belirleyici incelemeler yapılmıştır. Buna ek olarak bölgede arazi çalışmaları yürütülmüştür. Heyelanın gerçekleştiği bölgede sondaj çalışmaları yapılmıştır. Sondajlardan alınan zemin numuneleri ile laboratuvar çalışmaları yapılmış ve bölgedeki zemin durumu hakkında bilgiler elde edilmiştir. Sondajlardan oluşan sondaj kuyularında Menard tipi presiyometre arazi deneyi yapılmıştır ve heyelan bölgesindeki zeminlerin birtakım karakteristik özellikleri belirlenmiştir.

Heyelan bölgesi bünyesinde barındırdığı zemin tabakaları, zemin cinsleri ile Plaxis programında modellenmiş ve mevcut durumda güvenlik sayısı 1.0173 elde edilmiştir. Elde edilen 1.0173 güvenlik sayısına bakılarak bu durumun yol için güven oluşturmadığını ve yol güvenliğini artırıcı çalışmaların yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Buna bakılarak mevcut duruma güçlendirici ve tutucu elemanların imal edilmesi gerekliliği anlaşılmıştır.

Heyelanların önlenmesinde bu tez kapsamında bahsedilenler ve bahsedilmeyenler ile birlikte birçok uygulama bulunmaktadır. Plaxis programında çözüm üretilmesine yönelik birçok varyasyon uygulanmıştır. Bu varyasyonlar sonucu en uygun 3 adet çözüm yöntemi elde edilmiştir. İlk olarak yol platformunun sol tarafına 1 adet iksa kazığı uygulanmıştır ve program çalıştırıldıktan sonra elde edilen güvenlik sayısının 1.25 sayısından büyük olmadığı görülmüştür. Bu durumda sistem güvenli değildir. Sonrasında yol platformunun sağ tarafına da iksa kazığı eklenmiştir ve program çalıştırılmıştır. Elde edilen güvenlik sayısı 1.25'den küçük olduğu için bu uygulama da yeterli olmamıştır. Şeve 1 adet iksa kazığı uygulanmıştır ve program yeniden çalıştırılmıştır. Güvenlik sayısı 1.25 sayısından büyük çıkmıştır. Buna bakılarak bahsedilen 3 adet iksa kazığı uygulamasının modelde güvenliği sağladığı anlaşılmıştır.

Diğer çözüm uygulaması ise kaplamasız palyeli kazı uygulaması olmuştur. Plaxis programında palyeli kazı, modelde şevli kısımda uygulanmış ve program çalıştırılmıştır. Bu yöntemde de güvenlik sayısının kritik değer olan 1.25 değerinden büyük olduğu gözlemlenmiş ve bu uygulamanın modelde güvenliği sağladığı anlaşılmıştır.

Son olarak palyeli kazı miktarının daha az olması istenmiştir ve daha az miktarda palyeli kazı yapılmıştır. Plaxis programında mevcut durumun şevli kısmına palyeli kazı yapıp program çalıştırdıktan sonra elde edilen güvenlik sayısının kritik değer olan 1.25 sayısından büyük olmadığı görülmüştür ve yapılan bu uygulamanın güvenliği sağlayıcı nitelikte olmadığı anlaşılmıştır. Bu palyeli kazıya ek olarak Plaxis programında modelde yol platformunun sağ tarafına 1 adet iksa kazığı uygulanıp program çalıştırılmıştır ve elde edilen güvenlik sayısının 1.25'den büyük olduğu görülmüştür. Bu durumun heyelanlı bölgede yol güvenliğini sağladığı anlaşılmıştır.

Sonuç olarak yukarıda bahsedilen çözüm yöntemlerinde istenilen güvenlik sayıları elde edilerek heyelanlı bölge stabil hale getirilmiş ve yolun güvenliği sağlanmıştır.

Mühendislik yapılarının imalatlarında, yapılan işin ekonomik olması genellikle tercih edilmektedir. Buna göre yukarıdaki çözümlere ek olarak heyelanlı bölgede stabilizasyonu sağlamak ve yolu güvenli halde tutmak için uygulanan tutucu ve güçlendirici imalatların, yapılan uygulamaların toplam maliyetleri KGM'nin 2019 birim fiyatlarındaki pozlara bakılarak hesaplanmıştır.

İksa kazıklarının olduğu ilk uygulamanın toplam maliyeti 58024.466 TL/m gelmiştir. Bu maliyet hesabı yapılırken iksa kazıklarının boylarına ve beton cinslerini ifade eden poza göre birim metre fiyatından sistemde mevcut olan toplam kazık boyundan maliyet hesaplanmıştır. Daha sonra kazıklarda bulunan donatı miktarlarına, donatıların işçiliğine göre olan poza bakılmış ve kazıkların cinslerine göre donatı miktarları tespit edilip birim ton fiyatından toplam ton fiyatları hesaplanmıştır. Son olarak da kazıklarda bulunan donatıların nakliye bedeli hesaplanıp toplam maliyet belirlenmiştir.

Sadece kaplamasız palyeli kazı uygulamasının toplam maliyeti 6694.25 TL/m gelmiştir. Bu maliyet hesabı yapılırken kazı pozlarına bakılmış ve kazı miktarına göre birim metreküp cinsinden toplam kazı maliyeti elde edilmiştir. Buna ek olarak hafriyatın nakliye bedelini veren pozlara bakılmıştır ve birim metreküp cinsinden toplam nakliye bedeli elde edilmiştir. Sonuç olarak kazı bedeli ile nakliye bedeli toplanıp toplam maliyet elde edilmiştir.

Son olarak yapılan kaplamasız palyeli kazı ve 1 adet iksa kazığının olduğu uygulamanın maliyeti ise 21811.54 TL/m gelmiştir. Bu maliyetin hesaplanmasında ilk olarak kazı pozlarına bakılmıştır ve kazı miktarına göre birim metreküp cinsinden toplam kazı maliyeti elde edilmiştir. Kazı maliyetine ek olarak nakliye bedeli pozuna bakılarak toplam hafriyat miktarından toplam nakliye bedeli hesaplanmıştır. İksa kazığı uygulamasında ise kazığın boyuna ve beton cinsine, kazığın içerdiği donatı miktarına, donatının işçiliğine, kazığın içerdiği donatının nakliyesine göre hesaplamalar yapılmıştır ve toplam maliyet elde edilmiştir.



#### 4. ÖNERİLER

Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolunda gerçekleşmiş heyelan sonucu yol göçmüştür. Bu sebepten dolayı bölgede gerçekleşmesi olası heyelanlar Plaxis programında yapılan çalışmalar ile analiz edilmiş, stabiliteyi sağlamak ve yolu güvenli hale getirmek için gereken yapı malzemeleri kullanılmıştır.

Sonuç kısmında bahsedilen çözüm yöntemlerinden en ekonomik olan kaplamasız palyeli kazı çözüm yöntemi uygulanmalıdır. Kaplamasız palyeli kazı yapılırken şevde herhangi bir stabilite bozukluğu gerçekleşmemesine dikkat edilmelidir. Yakınlarda yerleşim yerleri varsa bu bölgelerde yaşayan insanlar oradan uzaklaştırılmalıdır.

Ek olarak heyelan bölgelerinde suyun drenajı işlemi önem arz etmektedir. Bahsedilen imalatlar bitirdikten sonra heyelan bölgesine etki edebilecek suyun uzaklaştırılması için yüzeyde ve tabanda drenaj kanalları imal edilmelidir. Drenaj kanalları yağmur, yeraltı suları, kar erimeleri vb. gibi nedenler ile gelen suyun zemine girmesini önler ve zeminin stabilitesinin korunmasına yardımcı olur. Kanallar vasıtasıyla bölgeye toplanan sular mevcut olan yoldan uzaklaştırılmalıdır.



## 5. KAYNAKLAR

- Abdik, Y., 2012. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Heyelanlar İçin Sınır Yağış Miktarı Değerlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Ağan, C., 2009. Farklı Geoteknik Yöntemlerin Heyelan Analizlerinde Kullanımı ve Karşılaştırmalı Analiz: Zonguldak İli Kozlu İlçesinde Örnek Bir Çalışma, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akgül, F., 2017. Kazıklarla Güçlendirilmiş Şevlere Oturan Yüzeysel Temellerin Sayısal Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Ayhan, Ö., 2016. Seçilen Bir Sahada Taş Kolon ve Fore Kazık ile Yapılan İyileştirmenin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Aytekin, M., 2004. Deneysel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara, 624 s.
- Beyene, Y., 2017. Comparison of Finite Element and Limit Equilibrium Methods for Slope Stability Analysis, Master Thesis, Addis Ababa Science and Technology University, College of Architecture and Civil Engineering, Addis Ababa.
- Bieniawski, Z. T., 1989. Engineering Rock Mass Classifications, A Complete Manuel for Engineers and Geologists in Mining, Civil and Petroleum Engineering, John Wiley and Sons, New York.
- Bromhead, E. N., 1986. The Stability of Slopes, Surrey University Press, London.
- Coduto, D. P., 1999. Geoteknik Mühendisliği: İlkeler ve Uygulamalar, Çev. Mollamahmutoğlu, M. Kayabalı, Gazi Kitapevi, Ankara, 749 s.
- Coduto, D. P., 2006. Geoteknik Mühendisliği İlkeler ve Uygulamalar, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Çakıcı, H., Tüdeş, Ş. ve Bulut, F., 2012. Kentsel Kullanım Alanında Gelişen Heyelanlar ve Jeoteknik Analizi: Kırkdeğirmenler (Erzurum) Örneği, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27, 4, 739-751.
- Çetin, T., 2010. Şev Stabilite Analizleri İçin Bilgisayar Programının Geliştirilmesi ve Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

- Demir, G., 2004. Heyelanlar ve Rize Yöresine Ait Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demiryürek, Ü. A., 2002. Şev Kayma Potansiyelinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Duncan, J. M. ve Wright, 2005. Zemin Şevlerinin Duraylılığı, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Ekinci, D., 2007. Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi, Çantay Yayınevi, İstanbul.
- Erguvanlı, K., 1995. Mühendislik Jeolojisi, 4. Baskı, Seç Yayın, İstanbul.
- Erol, G. A., 2018. Şev Stabilitesi Problemlerinin Teorik ve Uygulamalı Olarak Araştırılması: Bakırdağ Heyelanı Vaka Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Genç, G., 2010. Kazık Grupları ile Şev Stabilite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gökoğlu, Ö., 2015. Doygun Olmayan Zeminlerde Şev Stabilite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güven, İ., 1998. 1/100000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, Trabzon-C28 ve D28 paftaları. Jeoloji Etütleri Dairesi, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ho, H., 2014. Parametric Studies of Slope Stability Analyses Using Three-Dimensional Finite Element Technique: Geometric Effect, Journal of GeoEngineering, 9, 1, 33-43.
- International Association for Engineering Geology, 1990.
- K.G.M., 2013. Karayolu Teknik Şartnamesi.
- K.G.M., 2015. Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı, Heyelan Tanımlama ve Veri Oluşturma Kılavuzu.
- K.G.M., 2019. Birim Fiyat Listesi.
- Kainthola, A., Verma, D., Thareja, R. ve Singh, T. N., 2013. A Review on Numerical Slope Stability Analysis, International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), 2, 6, 1315-1320.
- Kara, H. B., 1980. Heyelanlar ve Devebağırta Heyelanları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Karaman, K., 2011. Taşönü (Trabzon-Araklı) Kalker Ocağındaki Şevlerin Duraylılık Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kaya, T., 2013. Yapay Sınır Ağları Yönetimi ile Heyelanlarda Stabilitate Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kayabaşı, A., 2014. Taşıma Gücü ve Oturma İncelemelerinde Menard Pressiyometre Deneyinin Uygulanması: Kuloğlu HES Regülatörü Yerinde Bir Örnek Çalışma (Kars, Türkiye), Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 38, 2, 73-102.
- Kaynak, G., 2007. Uzunkaya (Rize) Heyelanının Geoteknik İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kazancı, E., 2014. Statik Tsuga-Aktif Ölçüleri Yardımı ile Heyelanların İzlenmesi-Gümüşhane İmam Hatip Lisesi Heyelan Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Keskin, M. S., 2009. Güçlendirilmiş Kumlu Şevlere Oturan Yüzeysel Temellerin Deneysel ve Teorik İncelenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kılıçaslan, A., 1990. 23 Haziran 1988 Tarihli Çatak Heyelanının Beşeri ve Ekonomik Sonuçları, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Komut, M., 2015. Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü Yol Ağındaki Heyelanlar ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Konuk, Ç., 2005. Şev Stabilitesi Analizi ve Şevlerde Deprem Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Krahn, J., 2004. “ Stability Modeling with Slope/W, An Engineering Methodology ” First Edition, Revision 1, Canada, 1-80.
- Kumbasar, V. ve Kip, F., 1999. Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Mc Carthy D. F., 2010. Zemin Mekaniğinin Esasları ve Temeller. OYTEV-Orhan Yavuz Teknik Eğitim Vakfı, İstanbul, 850s.
- Mortier, I., 2014. Numerical Analysis of Slope Stability Reinforced by Piles in over-Consolidated Clay, Master Thesis, Brno University of Technology, Institute of Geotechnics, Brno.

- Moudabel, O. A. M., 2013. Slope Stability Case Study By Limit Equilibrium and Numerical Methods, Master Thesis, Oklahoma State University, Oklahoma.
- Neves, M., Cavaleiro, V. ve Pinto, A., 2016. Slope Stability Assessment and Evaluation of Remedial Measures Using Limit Equilibrium and Finite Element Approaches, *Procedia Engineering*, 143, 717-725.
- Önalp, A., 1983. İnşaat Mühendislerine Geoteknik Bilgisi, K. T. Ü. Yayın No:3, 2, 1. Baskı, Trabzon.
- Önalp, A. ve Arel, E., 2004. Geoteknik Bilgisi II Yamaç ve Şevlerin Mühendisliği, 1. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Öz, D., 2009. Avcılar Heyelan Bölgesindeki Deformasyonların Kinematik Modellerle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, M. A., 1996. Elazığ, Kurt Dere Vadisinde Tarımsal Arazilere Zarar Veren Heyelanlar, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 2, 195-208.
- Özgenç, E., 2018. Zonguldak Kılıç Heyelanının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Stabilité Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Öztürk, K., 2002. Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri Landslips and the effects of these on Turkey, *G. Ü Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 35-50.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından Jeolojik İncelenmesi, Doçentlik Tezi, KTÜ Yayını, No:87 Trabzon, 103s.
- PLAXIS 2D AE User Manual.
- Popescu, M. E. ve Sasahara, K., 2009. Landslides-Disaster Risk Reduction, Springer, Berlin Heidelberg.
- Pehlivan, M., 2019. Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Heyelanının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sivrikaya, O. ve Toğrol, E., 2009. Arazi Deneyleri ve Geoteknik Tasarımda Kullanımları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Spencer, E., 1967. A Method of Analysis of The Stability of Embankments Assuming Paralel İnter-Slice Forces Geotechnique, 23, 1, 85-100.


- Stroud, M. A., 1974. The Standart Penetration Test in İnsentive Clays and Soft Rock, Proceedings of European Symposium on Penetration Resistance, National Swedish Institute for Building Research, Stockholm, Sweden, 2. 2, 367-375.
- Şahin, C., 1991. Türkiye Afetler Coğrafyası, Ankara.
- Tarhan, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Tarhan, F., 2002. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, 3. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Tekin, A., 2011. Sonlu Elemanlar ve Limit Denge Yöntemleri ile Şev Stabilite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thompson, M. J., White, D. J. ve Schaefer, V. R., 2005. Innovative Solutions for Slope Stability Reinforcement and Characterization: Vol. III, InTrans Project Reports, Iowa State University, Institute for Transportation, Iowa.
- Tomlinson, M. J., 1994. Pile Design and Construction Practice, 4th Ed., E and Fn Spon, 411.
- Trabzon İl Özel İdaresi, 2012. Acil Durum Planı.
- TS 8853, 1991. Yamaç ve Şevlerin Dengesi ve Hesap Metodları, T. S. E., Ankara.
- URL-1, Plaxis Versiyon 8 Eğitim Klavuzu. [http://www.academia.edu/22579749/PLAXIS\\_Versiyon\\_8\\_EĞİTİM\\_KLAVUZU](http://www.academia.edu/22579749/PLAXIS_Versiyon_8_EĞİTİM_KLAVUZU) 29 Eylül 2019.
- URL-2, Afetler Coğrafyası Kütle Hareketleri. [https://www.academia.edu/33129711/Kütle\\_Hareketleri.docx](https://www.academia.edu/33129711/Kütle_Hareketleri.docx) 02 Ekim 2019.
- URL-3, file:///C:/Users/USER/Downloads/MÜHJEO-9 kütle hareketleri ve şev stabilitesi-PDF. pdf 02 Ekim 2019.
- URL-4, Heyelan Nedir? Heyelan Çeşitleri ve Sınıflandırılması. <https://insapedia.com/heyelan-nedir-heyelan-cesitleri-ve-siniflandirilmasi/> 02 Ekim 2019.
- URL-5, Heyelanlar ve Mühendislik Şevlerindeki Duraysızlıklar: Türleri, Etkileri ve Zararların Azaltılması. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3940.pdf> 02 Ekim 2019.
- URL-6, Açık İşletmelerde Şev Açısı, Basamak Yüksekliği ve Genişliğinin Belirlenmesi ve İş Güvenliği Açısından Önemi. <https://isgtedbir.com/wp-content/uploads/2016/08/Sedat-DUMLU.pdf> 02 Ekim 2019.

- URL-7, Yapı Elemanları Konu-9, İstinat Duvarları Dilatasyon Derzleri. [https://www.munzur.edu.tr/birimler/akademik/fakulteler/muhendislik/bolumler/insaat/Pages/file/YAPI\\_TEKNOLOJISI\\_DERS-9.pdf](https://www.munzur.edu.tr/birimler/akademik/fakulteler/muhendislik/bolumler/insaat/Pages/file/YAPI_TEKNOLOJISI_DERS-9.pdf) 10 Ekim 2019.
- URL-8, İstinat Duvarları ve Tipleri Nelerdir. <https://www.movea.com.tr/istinat-duvarlari-ve-tipleri-nelerdir/> 10 Ekim 2019.
- URL-9, İNM 424122 İstinat Yapıları Tasarımı, Proje 2 Öngerme Ankrajlı İksa (Destekleme Sistemi) Tasarımı. <https://www.scribd.com/doc/27739268/ankraj-iksa> 10 Ekim 2019.
- URL-10, Kazık Çakma Ataşmanı Beton - Ahşap / Vektra İş Makinaları. <http://www.vektra.com.tr/tr/2016/10/12/kazk-cakma-atasmani-beton-ahsap/> 12 Ekim 2019.
- URL-11, Kazık Temeller, Kullanım Alanları ve Kazık Temel Çeşitleri. <https://insapedia.com/kazik-temeller-kullanim-alanlari-ve-kazik-temel-cesitleri/> 12 Ekim 2019.
- URL-12, Yapı Elemanları Ders Sunum 6. Hafta. [https://insaatmuh.mcbu.edu.tr/db\\_images/site\\_115/file/YAPI\\_ELEMANLARI\\_6\\_HAFTA.pdf](https://insaatmuh.mcbu.edu.tr/db_images/site_115/file/YAPI_ELEMANLARI_6_HAFTA.pdf) 12 Ekim 2019.
- URL-13, Coğrafi Yapı ve İklimsel Özellikler. <https://trabzon.ktb.gov.tr/TR-126647/cografii-yapi-ve-iklimsel-ozellikler.html> 15 Ekim 2019.
- URL-14, Trabzon İlinde Meydana Gelen Heyelanlar ve Heyelanların Bölgeye Etkileri. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/254756> 19 Ekim 2019.
- URL-15, Presiyometre Deneyi Nedir Nasıl Yapılır Yapan Firma Yapılış Amacı. <https://www.apakgeo.com/presiyometre> 19 Ekim 2019.
- URL-16, Kazıklı Temeller. pdf Birand, <http://www.altaybirand.com/wp-content/uploads/2015/12/KAZIKLI-TEMELLER.pdf> A. A., 2007, Kazıklı Temeller. 02 Kasım 2019.
- URL-17, Parsel Sorgulama Uygulaması. <https://parselsorgu.tkgm.gov.tr> 19 Şubat 2020.
- URL-18, Heyelan Nedir? Heyelan Çeşitleri ve Sınıflandırılması. <https://insapedia.com/heyelan-nedir-heyelan-cesitleri-ve-siniflandirilmesi/> 19 Şubat 2020.
- Ün, B., 2019. Şev Stabilitesi ve Şev Hareketlerine Karşı Alınacak Önlemler, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ünsal, N., 2010. Heyelan ve Kitle Hareketleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Ders Notları, Ankara.

- Vardar, M., Demiroğlu, M., Koçak, C. ve Şans, G., 2012. Yol Mühendisliğinde Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Ders Notları, İstanbul.
- Varnes, D. J., 1978. Slope Movement Types and Processes Transportation Research Board, Special Report, 176, 11-33.
- Yıldırım, S., 2002. Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Yiğit, G., 2013. Karayollarında Şev Stabilitesi Isparta-Antalya D-685 Karayolu Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Zhang, Q., Wang, J., Wang, W., Bai, S. ve Lin, P., 2019. Study on Slope Stability Due to The Influence of Excavation of The High-Speed Rail Tunnel, Geomatics, Natural Hazards and Risk, Informa UK Limited, 10, 1, 1193-1208.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2015. Karayolları Genel Müdürlüğü, 10. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) Trabzon il sınırları içerisinde yer alan Kireçhane (Trabzon) Ayrım-Uğurlu İl Yolu Yeniköy Heyelan Ripajı Km: 0+450. 000-0+ 781. 171(G) / 0+ 800. 000(İ) kesiminde yapılan geoteknik Hesap Raporu.





DO-ĞA MÜHENDİSLİK HİZ. İNŞ. MAD. LTD ŞTİ						RÖLÜF																									
 Çanakkale, M. Akın Cad. Karşıyaka Mah. No: 11 BURGIÇİ (11310) 226 30 37 - (030) 3133 307 76 77 e-mail: karsiyakalid@dogamuh.com.tr - GSM: 0533 394 10 19 www.dogamuh.com.tr						MÜHÜR NO																									
						SAYFA NO																									
						SK. 4																									
PROJE ADI / Project Name						DİREK ÇAP / Hole Diameter (mm)																									
61-69 K.K. Nolu Karşıyaka-1 Durul II Yolu Ayr. Yentikli Kireçtane II						Ø100																									
Yolu K/1 2+600 Bölüm İsmir Alt Temel Sondajlar						VERİ ALTI SİYİ / Groundwater (m)																									
MÜHÜR YERİ / Boring Location						MEH. BOĞ. DER. Ç. (m) / Depth																									
SK. 1						0																									
MÜHÜR DER. / Boring Depth (m)						MEH. MET. / BORING DEPTH (m)																									
42,00						0 - 42,00																									
MÜHÜR KOTU / Elevation (m)						KÖRGEZİLMEYEN ÇUKURUNUN (m) / Depth																									
42,00						0,00																									
MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																															
BİLGİSİ /																															
MÜHÜR YERİ / Boring Location		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
SK. 1		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																											
42,00		0 - 42,00																													
MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR YERİ / Boring Location		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
SK. 1		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																											
42,00		0 - 42,00																													
MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR YERİ / Boring Location		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
SK. 1		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																											
42,00		0 - 42,00																													
MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR YERİ / Boring Location		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
SK. 1		0		0 - 42,00																											
MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																											
42,00		0 - 42,00																													
MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /		MÜHÜR DER. / Boring Depth		MÜHÜR KOTU / Elevation		MÜHÜR MAK. KONTROL BİLGİSİ /																									
		0		0 - 42,00																											
<p><b>STANDART FİNE TEAYON ÇİZİMİ</b></p> <p>Standard Penetration Test</p> <p><b>DARBE SAYISI</b></p> <p>100 - 200 - 300 - 400 - 500 - 600 - 700 - 800 - 900 - 1000</p> <p>0 - 10 cm 10 - 20 cm 20 - 30 cm 30 - 40 cm 40 - 50 cm 50 - 60 cm 60 - 70 cm 70 - 80 cm 80 - 90 cm 90 - 100 cm</p>								<p><b>JEOTEKNİK TANIMLAMA</b></p> <p>Geotechnical Description</p> <p>15.00-20.00 Metre Arası Kırmızı Kireçtane-TB-Marm Çiğ-yeşil renkli, çok zayıf dayanımlı, çok ayrılmış, genelde parçalanmış, sarı sarımsı ak kırıla, genelde ince tabakalı, sarı sarımsı tabakalıdır. Birim ve yarı, çok zayıf kaya kütlesi, Hf arı kırıla.</p> <p>(Birim ve yarı, çok zayıf dayanımlı, ayrık ayrık ve tabaka aralıkların kıl ve tül olduğu olmasa, ayrılmış şiddetine bağlı olarak sondaj çalışmalarında alınan karot numunelerinde karot kaybı gerçekleşmekte, bu durum karot verimini düşüştürmektedir.)</p>								<p><b>PROFİL</b></p> <p>Profile</p> <p>15.00 17.00 18.00 19.00 20.00 21.00 22.00 23.00 24.00 25.00 26.00 27.00 28.00 29.00 30.00</p>								<p><b>DEĞERLENDİRME TABLOSU</b></p> <p>Classification Table</p> <p>15.00-20.00 17.00-18.00 18.00-19.00 19.00-20.00 20.00-21.00 21.00-22.00 22.00-23.00 23.00-24.00 24.00-25.00 25.00-26.00 26.00-27.00 27.00-28.00 28.00-29.00 29.00-30.00</p>							
SONDAJ MÜHÜRÜ / Boring Engineer				TARİH / Date				MÜHÜR / Stamp				TARİH / Date				İMZA / Sign															
H. MEYAN A.Y. H. ÇEK				15.05.2024				K. MEYAN A.Y. H. ÇEK				15.05.2024				H. MEYAN A.Y. H. ÇEK															

















DO-ĞA MÜHENDİSLİK HİZ. İNŞ. MAD. LTD ŞTİ																																																																																																																																																																																																																																			
(Geni. Mak. E. Malum. Sak. Kurum. Bilim. Kur. No: 10/01007/01) Tel-Fax: (0312) 326 36 37 (0312) 353 848 78 27 e-mail: dougama@muhendislik-hiz-ins-mad.com.tr (0312) 353 848 29 39 www.dougama.com.tr						BÖLGE No: 11																																																																																																																																																																																																																													
						SONDAJ NO Durumu:		SAYFA NO 1																																																																																																																																																																																																																											
<b>SONDAJ LOGU / BORING LOG</b>																																																																																																																																																																																																																																			
PROJE ADI / Project Name		K1-68 K.K. Nöbe Karayolu-1. Çarşı-B. Yolu Ayr. Yerleşik Kırılcama B. Yolu KM2+600 Havzının İçine Alın Terzeli Sondajlar				DELİK ÇAP / Hole Diameter (mm)		80																																																																																																																																																																																																																											
SONDAJ YERİ / Boring Location		AK-1				YER ALTI SUYU / Groundwater (cm)		15																																																																																																																																																																																																																											
KULLANILAN ÇİMENTO		AK-1				MÜH. BOR. DER. Çukuru Derinliği		10																																																																																																																																																																																																																											
SONDAJ DER. / Boring Depth (cm)		45,00				SAB. MÜH. TABİRH. Ölçüm Farklılıklar		117-270, 11																																																																																																																																																																																																																											
SONDAJ KOTU / Elevations (m)		445,00				KORDİNAT / Coordinates (Northings)		437,011																																																																																																																																																																																																																											
MÜH. MİK. KONT. / Boring Met.		Röle				KORDİNAT / Coordinates (Eastings)		1336,381																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DÜŞÜRÜLEN / Depth</th> <th colspan="2">SİLİNDİR / Diameter</th> <th colspan="2">KÖLİNE / The Gravel</th> <th colspan="2">H. DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I. ÇOK İYİ / Very Good</td> <td>Çiğir</td> <td>I. ÇOK İYİ / Very Good</td> <td>40-60</td> <td>ÇOK İYİ M. / Very Good</td> <td>Çiğir</td> <td>I. ÇOK İYİ / Very Good</td> <td>50-60</td> </tr> <tr> <td>II. DAKİKAMA / Medium</td> <td>M. / Medium</td> <td>II. DAKİKAMA / Medium</td> <td>30-50</td> <td>II. DAKİKAMA / Medium</td> <td>M. / Medium</td> <td>II. DAKİKAMA / Medium</td> <td>40-50</td> </tr> <tr> <td>III. ORTA / Medium</td> <td>M. / Medium</td> <td>III. ORTA / Medium</td> <td>20-30</td> <td>III. ORTA / Medium</td> <td>M. / Medium</td> <td>III. ORTA / Medium</td> <td>30-40</td> </tr> <tr> <td>IV. ZAYIF / Weak</td> <td>M. / Medium</td> <td>IV. ZAYIF / Weak</td> <td>10-20</td> <td>IV. ZAYIF / Weak</td> <td>M. / Medium</td> <td>IV. ZAYIF / Weak</td> <td>20-30</td> </tr> <tr> <td>V. ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>M. / Medium</td> <td>V. ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>5-10</td> <td>V. ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>M. / Medium</td> <td>V. ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>10-20</td> </tr> </tbody> </table>										DÜŞÜRÜLEN / Depth		SİLİNDİR / Diameter		KÖLİNE / The Gravel		H. DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları		I. ÇOK İYİ / Very Good	Çiğir	I. ÇOK İYİ / Very Good	40-60	ÇOK İYİ M. / Very Good	Çiğir	I. ÇOK İYİ / Very Good	50-60	II. DAKİKAMA / Medium	M. / Medium	II. DAKİKAMA / Medium	30-50	II. DAKİKAMA / Medium	M. / Medium	II. DAKİKAMA / Medium	40-50	III. ORTA / Medium	M. / Medium	III. ORTA / Medium	20-30	III. ORTA / Medium	M. / Medium	III. ORTA / Medium	30-40	IV. ZAYIF / Weak	M. / Medium	IV. ZAYIF / Weak	10-20	IV. ZAYIF / Weak	M. / Medium	IV. ZAYIF / Weak	20-30	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	M. / Medium	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	5-10	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	M. / Medium	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	10-20																																																																																																																																																																										
DÜŞÜRÜLEN / Depth		SİLİNDİR / Diameter		KÖLİNE / The Gravel		H. DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları																																																																																																																																																																																																																													
I. ÇOK İYİ / Very Good	Çiğir	I. ÇOK İYİ / Very Good	40-60	ÇOK İYİ M. / Very Good	Çiğir	I. ÇOK İYİ / Very Good	50-60																																																																																																																																																																																																																												
II. DAKİKAMA / Medium	M. / Medium	II. DAKİKAMA / Medium	30-50	II. DAKİKAMA / Medium	M. / Medium	II. DAKİKAMA / Medium	40-50																																																																																																																																																																																																																												
III. ORTA / Medium	M. / Medium	III. ORTA / Medium	20-30	III. ORTA / Medium	M. / Medium	III. ORTA / Medium	30-40																																																																																																																																																																																																																												
IV. ZAYIF / Weak	M. / Medium	IV. ZAYIF / Weak	10-20	IV. ZAYIF / Weak	M. / Medium	IV. ZAYIF / Weak	20-30																																																																																																																																																																																																																												
V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	M. / Medium	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	5-10	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	M. / Medium	V. ÇOK ZAYIF / Very Weak	10-20																																																																																																																																																																																																																												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">KAYI SAĞUTIM TABİRLERİ / Soil</th> <th colspan="2">KÜREKLEME BİRİMİ / Layers</th> <th colspan="2">SİLİNDİR / Diameter</th> <th colspan="2">DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>1-2-3</td> <td>1-2-3</td> <td>30-40</td> <td>SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>1-2-3</td> <td>30-40</td> <td>30-40</td> </tr> <tr> <td>SPT-2 ORTA / Medium</td> <td>4-5-6</td> <td>4-5-6</td> <td>20-30</td> <td>SPT-2 ORTA / Medium</td> <td>4-5-6</td> <td>20-30</td> <td>20-30</td> </tr> <tr> <td>SPT-3 ORTA / Medium</td> <td>7-8-9</td> <td>7-8-9</td> <td>10-20</td> <td>SPT-3 ORTA / Medium</td> <td>7-8-9</td> <td>10-20</td> <td>10-20</td> </tr> <tr> <td>SPT-4 ZAYIF / Weak</td> <td>10-11-12</td> <td>10-11-12</td> <td>5-10</td> <td>SPT-4 ZAYIF / Weak</td> <td>10-11-12</td> <td>5-10</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>13-14-15</td> <td>13-14-15</td> <td>5-10</td> <td>SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak</td> <td>13-14-15</td> <td>5-10</td> <td>5-10</td> </tr> </tbody> </table>										KAYI SAĞUTIM TABİRLERİ / Soil		KÜREKLEME BİRİMİ / Layers		SİLİNDİR / Diameter		DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları		SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	1-2-3	1-2-3	30-40	SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	1-2-3	30-40	30-40	SPT-2 ORTA / Medium	4-5-6	4-5-6	20-30	SPT-2 ORTA / Medium	4-5-6	20-30	20-30	SPT-3 ORTA / Medium	7-8-9	7-8-9	10-20	SPT-3 ORTA / Medium	7-8-9	10-20	10-20	SPT-4 ZAYIF / Weak	10-11-12	10-11-12	5-10	SPT-4 ZAYIF / Weak	10-11-12	5-10	5-10	SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	13-14-15	13-14-15	5-10	SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	13-14-15	5-10	5-10																																																																																																																																																																										
KAYI SAĞUTIM TABİRLERİ / Soil		KÜREKLEME BİRİMİ / Layers		SİLİNDİR / Diameter		DÜŞÜRÜ. Çukuru Çapları																																																																																																																																																																																																																													
SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	1-2-3	1-2-3	30-40	SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	1-2-3	30-40	30-40																																																																																																																																																																																																																												
SPT-2 ORTA / Medium	4-5-6	4-5-6	20-30	SPT-2 ORTA / Medium	4-5-6	20-30	20-30																																																																																																																																																																																																																												
SPT-3 ORTA / Medium	7-8-9	7-8-9	10-20	SPT-3 ORTA / Medium	7-8-9	10-20	10-20																																																																																																																																																																																																																												
SPT-4 ZAYIF / Weak	10-11-12	10-11-12	5-10	SPT-4 ZAYIF / Weak	10-11-12	5-10	5-10																																																																																																																																																																																																																												
SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	13-14-15	13-14-15	5-10	SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	13-14-15	5-10	5-10																																																																																																																																																																																																																												
SPT		SİLİNDİR PENETRASYON DEĞERİ / Standard Penetration Test Value		TRİKALİMİTRİN NERİNE / Undershot Sample		F		FRESKOMETRE DEĞERİ / Freshness Test Value																																																																																																																																																																																																																											
D		SİLİNDİR PENETRASYON DEĞERİ / Standard Penetration Test Value		KAROTİ MARKEJİ / Core Sample		K		VİYEN DEĞERİ / Vane Shear Test Value																																																																																																																																																																																																																											
<b>STANDART PENETRASYON TESTİ</b>																																																																																																																																																																																																																																			
Standard Penetration Test																																																																																																																																																																																																																																			
<b>STANDART PENETRASYON TESTİ GRAFİĞİ</b>																																																																																																																																																																																																																																			
Standard Penetration Test Graph																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sonda Derinliği (m) / Boring Depth (m)</th> <th rowspan="2">SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak</th> <th rowspan="2">SPT-2 ORTA / Medium</th> <th rowspan="2">SPT-3 ORTA / Medium</th> <th rowspan="2">SPT-4 ZAYIF / Weak</th> <th rowspan="2">SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak</th> <th colspan="2">STANDART PENETRASYON TESTİ GRAFİĞİ</th> </tr> <tr> <th>Standart Penetrasyon Değeri</th> <th>Çukuru Çapları</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>SPT-1</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>14</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.00</td> <td>SPT-2</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>25</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>SPT-2</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>15</td> <td>26</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>SPT-2</td> <td>17</td> <td>18</td> <td>16</td> <td>27</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.00</td> <td>SPT-2</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>17</td> <td>28</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.00</td> <td>SPT-2</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>18</td> <td>29</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.00</td> <td>SPT-2</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>19</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.00</td> <td>SPT-2</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>20</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>SPT-2</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>21</td> <td>32</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.00</td> <td>SPT-2</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>22</td> <td>33</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.00</td> <td>SPT-2</td> <td>24</td> <td>25</td> <td>23</td> <td>34</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.00</td> <td>SPT-2</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>24</td> <td>35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13.00</td> <td>SPT-2</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>25</td> <td>36</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14.00</td> <td>SPT-2</td> <td>27</td> <td>28</td> <td>26</td> <td>37</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>SPT-2</td> <td>28</td> <td>29</td> <td>27</td> <td>38</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16.00</td> <td>SPT-2</td> <td>29</td> <td>30</td> <td>28</td> <td>39</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17.00</td> <td>SPT-2</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>29</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>18.00</td> <td>SPT-2</td> <td>31</td> <td>32</td> <td>30</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19.00</td> <td>SPT-2</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>31</td> <td>42</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.00</td> <td>SPT-2</td> <td>33</td> <td>34</td> <td>32</td> <td>43</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21.00</td> <td>SPT-2</td> <td>34</td> <td>35</td> <td>33</td> <td>44</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>SPT-2</td> <td>35</td> <td>36</td> <td>34</td> <td>45</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23.00</td> <td>SPT-2</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>35</td> <td>46</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24.00</td> <td>SPT-2</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>36</td> <td>47</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.00</td> <td>SPT-2</td> <td>38</td> <td>39</td> <td>37</td> <td>48</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Sonda Derinliği (m) / Boring Depth (m)	SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	SPT-2 ORTA / Medium	SPT-3 ORTA / Medium	SPT-4 ZAYIF / Weak	SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	STANDART PENETRASYON TESTİ GRAFİĞİ		Standart Penetrasyon Değeri	Çukuru Çapları	0.00								1.00	SPT-1	5	7	6	14			2.00	SPT-2	11	13	14	25			3.00	SPT-2	16	17	15	26			4.00	SPT-2	17	18	16	27			5.00	SPT-2	18	19	17	28			6.00	SPT-2	19	20	18	29			7.00	SPT-2	20	21	19	30			8.00	SPT-2	21	22	20	31			9.00	SPT-2	22	23	21	32			10.00	SPT-2	23	24	22	33			11.00	SPT-2	24	25	23	34			12.00	SPT-2	25	26	24	35			13.00	SPT-2	26	27	25	36			14.00	SPT-2	27	28	26	37			15.00	SPT-2	28	29	27	38			16.00	SPT-2	29	30	28	39			17.00	SPT-2	30	31	29	40			18.00	SPT-2	31	32	30	41			19.00	SPT-2	32	33	31	42			20.00	SPT-2	33	34	32	43			21.00	SPT-2	34	35	33	44			22.00	SPT-2	35	36	34	45			23.00	SPT-2	36	37	35	46			24.00	SPT-2	37	38	36	47			25.00	SPT-2	38	39	37	48		
Sonda Derinliği (m) / Boring Depth (m)	SPT-1 ÇOK ZAYIF / Very Weak	SPT-2 ORTA / Medium	SPT-3 ORTA / Medium	SPT-4 ZAYIF / Weak	SPT-5 ÇOK ZAYIF / Very Weak	STANDART PENETRASYON TESTİ GRAFİĞİ																																																																																																																																																																																																																													
						Standart Penetrasyon Değeri	Çukuru Çapları																																																																																																																																																																																																																												
0.00																																																																																																																																																																																																																																			
1.00	SPT-1	5	7	6	14																																																																																																																																																																																																																														
2.00	SPT-2	11	13	14	25																																																																																																																																																																																																																														
3.00	SPT-2	16	17	15	26																																																																																																																																																																																																																														
4.00	SPT-2	17	18	16	27																																																																																																																																																																																																																														
5.00	SPT-2	18	19	17	28																																																																																																																																																																																																																														
6.00	SPT-2	19	20	18	29																																																																																																																																																																																																																														
7.00	SPT-2	20	21	19	30																																																																																																																																																																																																																														
8.00	SPT-2	21	22	20	31																																																																																																																																																																																																																														
9.00	SPT-2	22	23	21	32																																																																																																																																																																																																																														
10.00	SPT-2	23	24	22	33																																																																																																																																																																																																																														
11.00	SPT-2	24	25	23	34																																																																																																																																																																																																																														
12.00	SPT-2	25	26	24	35																																																																																																																																																																																																																														
13.00	SPT-2	26	27	25	36																																																																																																																																																																																																																														
14.00	SPT-2	27	28	26	37																																																																																																																																																																																																																														
15.00	SPT-2	28	29	27	38																																																																																																																																																																																																																														
16.00	SPT-2	29	30	28	39																																																																																																																																																																																																																														
17.00	SPT-2	30	31	29	40																																																																																																																																																																																																																														
18.00	SPT-2	31	32	30	41																																																																																																																																																																																																																														
19.00	SPT-2	32	33	31	42																																																																																																																																																																																																																														
20.00	SPT-2	33	34	32	43																																																																																																																																																																																																																														
21.00	SPT-2	34	35	33	44																																																																																																																																																																																																																														
22.00	SPT-2	35	36	34	45																																																																																																																																																																																																																														
23.00	SPT-2	36	37	35	46																																																																																																																																																																																																																														
24.00	SPT-2	37	38	36	47																																																																																																																																																																																																																														
25.00	SPT-2	38	39	37	48																																																																																																																																																																																																																														
MÜHÜR MÜHÜRLEME / Boring Seal		TARİH / Date		İMZA / Sign		MÜHÜR / Stamp		TARİH / Date																																																																																																																																																																																																																											
MÜHÜR MÜHÜRLEME / Boring Seal		TARİH / Date		İMZA / Sign		MÜHÜR / Stamp		TARİH / Date																																																																																																																																																																																																																											



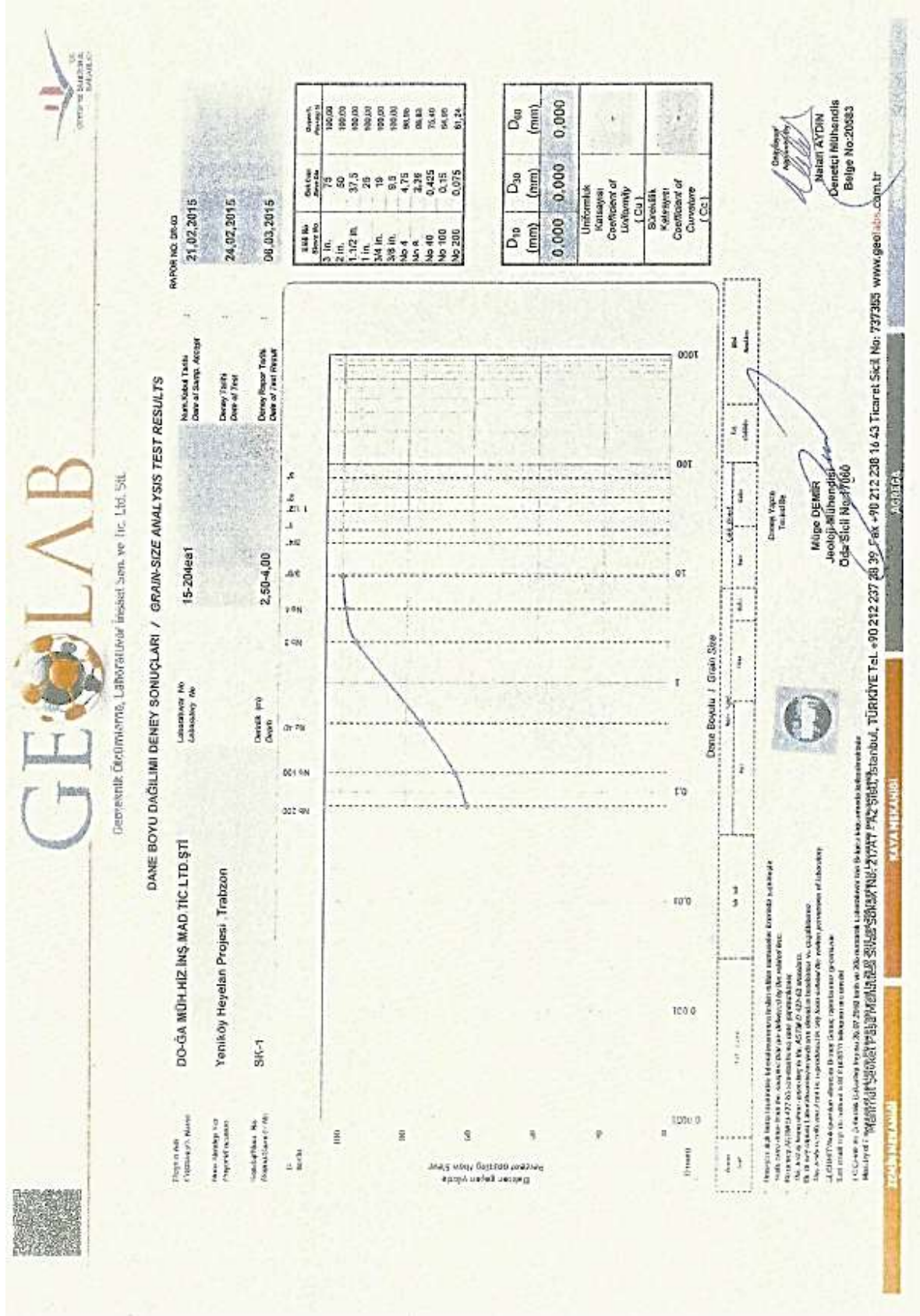










## Ek 2. Laboratuvar Deney Sonuçları





# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.




**ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS**

Miktar Adı Laboratory Name	GÖLLE MİNA HİZ İNŞ MAAŞ TİC. LİM. ŞTİ	Num/Konu Tarihi Lab or sample number	21.02.2016
Nam/Adı(ğ)ı Yeri Project/Location	Yenişky Hıyvan Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	20.02.2016
Bonite Num. No Deney/Sample No	SR-1	Deney/Rapor Tarihi Date of Test Result	08.03.2016
Derinlik (m) Depth	2.50-4.00	Laboratuvar No Laboratory No	15-3044H1

RAPOR NO: DR-02

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	46	33	473	176	120
Çap Adedi Number of Cops	42	33	28	20	13
Yap Numune + Kap Wet Sample + Cup	39.39	38.41	38.84	42.60	45.49
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	35.88	35.53	35.51	37.72	39.40
Su Miktarı Amount Water	2.73	2.88	3.13	5.18	6.09
Kap Ağırlığı Weight of Cup	29.95	29.53	29.47	28.09	28.47
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	8.00	8.00	8.04	8.63	10.93
Su Miktarı (%) Water Content	45.69	48.00	51.82	53.79	54.72

	1	2
Kap No / Cup No	401	170
Yap Numune + Kap Wet Sample + Cup	39.52	32.81
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	39.25	32.49
Su Miktarı Amount Water	0.27	0.31
Kap Ağırlığı Weight of Cup	37.85	30.63
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	1.39	1.86
Su Miktarı (%) Water Content	19.42	18.88




Derinlik Adedi / Number of Cops	
Limi Limit Liquid Limit	51.8
Plastik Limit Plastic Limit	19.2
Plastisite İndisi Plasticity Index	32.6

- \* Deneysel limitler (plastik limit) sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık (sadece 40 g'ya yakın) için geçerlidir.
- \* Bu deney ASTM D 4318-05 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.
- \* Ölçülen sonuçlar sadece 40 g'ya yakın olan kuru ağırlık için geçerlidir.

Deney Yapan  
Tested By

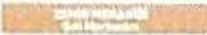
**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Çalışma No: 17580





Deneyi Kontrol Eden / Checked By

**Hakan AYDIN**  
Genel Mühendis  
Çalışma No: 20583

Maltepe Serdar Paşa Mh. Çiğdem Sk. No: 21/01 - A2 Blok, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 39 Fax: +90 212 238 16 03 Tlx: Sk.No: 73795 www.geolab.com.tr











# GEOLAB

Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnceleme ve Tic. Ltd. Şti.

## DANE BOYU DAĞILIMI DENENY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS

Çalışma Adı: / Project Name: **DO-6A MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TIC. LTD. ŞTİ**

İnceleme No: / Laboratory No: **15-204ea2**

Deney Tarihi: / Date of Test: **21.02.2015**

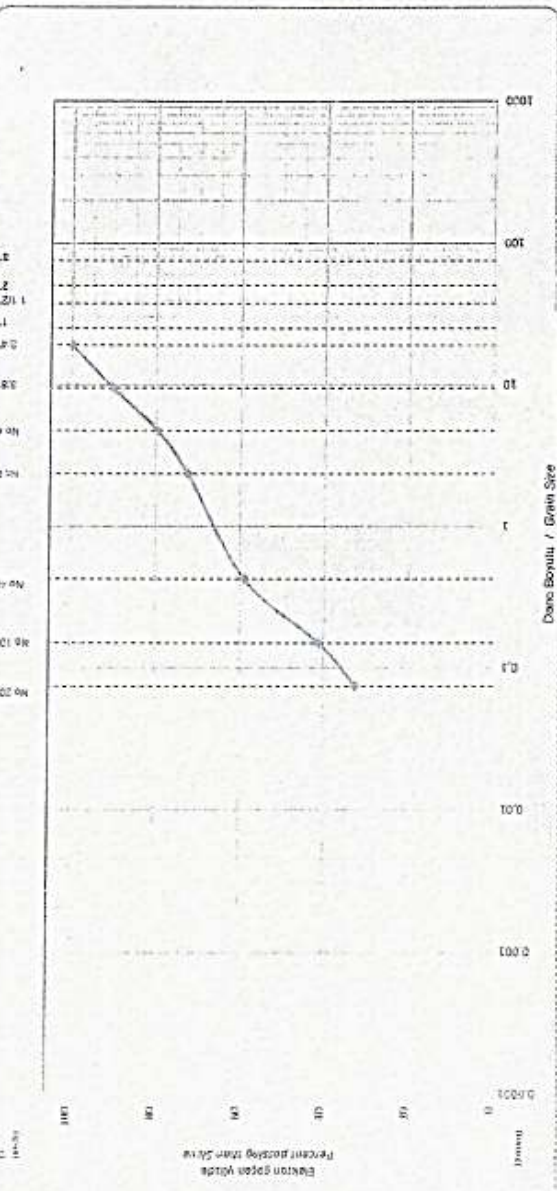
Deney Raporu Tarihi: / Date of Test Report: **24.02.2015**

Deney Raporu No: / Report No: **06.03.2015**

Deney Yeri: / Test Location: **Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

Deney No: / Test No: **SK-1**

Deney No / Test No	Deney Yeri / Test Location	Deney Tarihi / Date of Test
SK-1	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	21.02.2015
SK-2	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	24.02.2015
SK-3	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	06.03.2015



Deney No / Test No	Deney Yeri / Test Location	Deney Tarihi / Date of Test
SK-1	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	21.02.2015
SK-2	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	24.02.2015
SK-3	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	06.03.2015

**Doğrudan Ölçüm / Direct Sizing**

**Sieve Analysis / Kütleli Elme**

**Grain Size Distribution / Daneler Boyu Dağılımı**

**Uniformity Coefficient / Birimsizlik Katsayısı (Cu)**

**Curvature Coefficient / Eğrilik Katsayısı (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Çalışma No: 15-204ea2

**Mahmut Sevil**  
Mühür

**Geolab Geotechnical Engineering Laboratory**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**DO-6A MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TIC. LTD. ŞTİ**

**15-204ea2**

**21.02.2015**

**24.02.2015**

**06.03.2015**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**SK-1**

**Doğrudan Ölçüm / Direct Sizing**

**Sieve Analysis / Kütleli Elme**

**Grain Size Distribution / Daneler Boyu Dağılımı**

**Uniformity Coefficient / Birimsizlik Katsayısı (Cu)**

**Curvature Coefficient / Eğrilik Katsayısı (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Geolab Geotechnical Engineering Laboratory**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**DO-6A MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TIC. LTD. ŞTİ**

**15-204ea2**

**21.02.2015**

**24.02.2015**

**06.03.2015**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**SK-1**

**Doğrudan Ölçüm / Direct Sizing**

**Sieve Analysis / Kütleli Elme**

**Grain Size Distribution / Daneler Boyu Dağılımı**

**Uniformity Coefficient / Birimsizlik Katsayısı (Cu)**

**Curvature Coefficient / Eğrilik Katsayısı (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Geolab Geotechnical Engineering Laboratory**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**DO-6A MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TIC. LTD. ŞTİ**

**15-204ea2**

**21.02.2015**

**24.02.2015**

**06.03.2015**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**SK-1**

**Doğrudan Ölçüm / Direct Sizing**

**Sieve Analysis / Kütleli Elme**

**Grain Size Distribution / Daneler Boyu Dağılımı**

**Uniformity Coefficient / Birimsizlik Katsayısı (Cu)**

**Curvature Coefficient / Eğrilik Katsayısı (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Geolab Geotechnical Engineering Laboratory**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**DO-6A MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TIC. LTD. ŞTİ**

**15-204ea2**

**21.02.2015**

**24.02.2015**

**06.03.2015**

**Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

**SK-1**

**Doğrudan Ölçüm / Direct Sizing**

**Sieve Analysis / Kütleli Elme**

**Grain Size Distribution / Daneler Boyu Dağılımı**


**Uniformity Coefficient / Birimsizlik Katsayısı (Cu)**

**Curvature Coefficient / Eğrilik Katsayısı (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**


**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**

**Uniformity Coefficient of Curvature (Cc)**



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaatı San. ve Tic. Ltd. Şti.



### ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS

Müştür Adı / Customer's Name	DU-GR MÜHÜRLEME, MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Numaralı Test / Date of Sample Accept	21.02.2015
Yer / Address / Project Location	Yerköy Heyelan Projesi / Trazzon	Deney Tarihi / Date of Test	26.02.2015
Sekizim No / Sample No	SK-1	Deney Rapor Tarihi / Date of Test Report	06.03.2015
Değer / Price	6.007,00	Laboratuvar No / Laboratory No	15-204402
RAPOR NO: DR-02			

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	135	225	194	63	9
Darbe Adedi / Number of Drop	42	33	20	20	15
Yıkı Ağırlığı + Kap / Wet Sample + Cup	37,80	39,34	40,79	48,33	47,66
Kuru Ağırlığı + Kap / Dry Sample + Cup	34,51	35,00	35,53	42,28	41,00
Su İçerik / Moisture Content	3,28	3,34	5,26	6,00	6,53
Kap Ağırlığı / Weight of Cup	28,61	30,16	27,00	32,83	30,65
Kuru Ağırlığı / Weight of Dry Sample	6,90	5,64	8,48	8,32	10,40
Su İçerik (%) / Water Content	66,79	69,22	92,83	64,38	66,63

	1	2
Kap No / Cup No	145	295
Yıkı Ağırlığı + Kap / Wet Sample + Cup	29,40	31,99
Kuru Ağırlığı + Kap / Dry Sample + Cup	28,17	31,07
Su İçerik / Moisture Content	0,23	0,32
Kap Ağırlığı / Weight of Cup	27,92	29,89
Kuru Ağırlığı / Weight of Dry Sample	1,25	1,78
Su İçerik (%) / Water Content	18,40	17,86

LİMİT Limit	62,4
Liquid Limit	
Plastic Limit	18,2
Plasticity Index	44,2


  

- Deneyler, ilgili teknik şartnamelere ve uluslararası standartlara göre yapılmıştır. / Tests were done in accordance with the national standards and international standards.  
 - Bu deney, ASTM D 2930-08 standartlarına göre yapılmıştır. / This test is done in accordance with the ASTM D 2930-08 standards.  
 - Bu deney raporu, Laboratuvarımızdaki tüm ölçümler için geçerlidir. / This report is valid for all measurements in our laboratory.  
 - SÖZLÜK / Terminology: Darbe / Drop, Su İçerik / Moisture Content.  
 - Test results are given in accordance with the standards.  
 - Bu deneyin sonuçları, ilgili teknik şartnamelere ve uluslararası standartlara göre yapılmıştır. / The results of this test are in accordance with the national standards and international standards.

Deney Yapan / Tested By: **Nilgün DENİZ**  
 Jeolojik Mühendis / Geological Engineer  
 GeS Bilgi No: 207050


Deneyi Kabul Eden / Accepted By: **Haluk AYDIN**  
 Deneyçi Mühendisi / Test Engineer  
 Bilgi No: 20583

Nispetiye Sok. No: 21/A1 - A2 Katı, Beşiktaş, İstanbul, TÜRKİYE / Tel: +90 212 237 58 39 / Faks: +90 212 237 16 43 / Tic. Sic. No: 237 858 / www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İncelet. San. ve Tic. Ltd. Şti.



**ÜÇ ENKEMEL BİKİŞMA DENEYİ SONUÇLARI**  
**(UU) TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULTS**

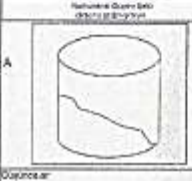
**Üçgen Adı**  
Customer Name  
Formülasyon, Yarı Proje/Locaton  
Sondaj Num. No  
Borehole No  
Deney Tarihi  
Date of Test

**DOĞA MÖHÜRLEŞME AKTİVİTESİ LTD.ŞTİ**  
Nasırcı Kurumları Projesi, Trabzon  
SG-1  
S DO-7-00

**RAPOR NO: DR-12**  
Num.Kayıtl.Tarihi  
Date of Comm. Report  
Deney Tarihi  
Date of Test  
Deney Rapor Tarihi  
Date of Test Report  
Laboratuvar No  
15-504/Çerit

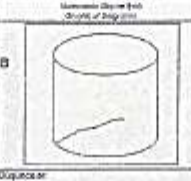
	A	B	C		A	B	C
Boy Length	7,80	7,80	7,80	Hidrostatik Cell Pressure k3 (kg/cm <sup>2</sup> )	0,00	1,00	3,00
Çap Diameter	3,80	3,80	3,80	Devrasyon gerilimi - Cellular stress k1 (kg/cm <sup>2</sup> )	0,75	0,90	1,20
Yük Ağırlığı Water weight	150,47	151,20	152,74	Kırıma gerilimi at = p <sub>1</sub> + a <sub>1</sub> Failure stress	0,75	1,46	3,23
Kuru Ağırlık Dry weight	115,87	117,43	117,07	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,75	1,48	3,61
Su Aktarımı Water Content	23,28	24,07	24,78	$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,30	0,40	0,61
Kuru Birim Kütle Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) Dry Unit Weight	1,24	1,30	1,30	Max. Shear Strain Max. Compressive Strain (MPa)	73,75	64,00	118,18
Yüklenme Hızı Rate of Loading	1,52	1,52	1,52	Enkesel Gerilim Değişim oranı Axial Strain	1,24	0,50	3,44
Konkresyon Consolidation	1/P	33,23		Yatay gerilim oranı Horizontal/Vertical Stress ( $\sigma_3/\sigma_1$ )			5,98

Numaralı Çizim (Foto)  
Sketch of Sample



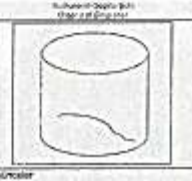
Çizim No:  
Drawing No:

Numaralı Çizim (Foto)  
Sketch of Sample

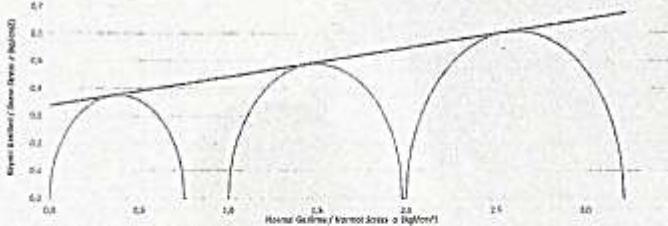


Çizim No:  
Drawing No:

Numaralı Çizim (Foto)  
Sketch of Sample




Çizim No:  
Drawing No:



- Deneyi gerçekleştiren kurumun yetkili yetkilisi tarafından onaylanmıştır.
- Deneyci için tüm gereklilikler sağlanmıştır ve tüm ölçümler doğru şekilde yapılmıştır.
- Deneyci ADI LTD. ŞTİ. tarafından hazırlanmıştır.
- The test is being done according to the ASTM D 2954 standard.
- Deneyci ADI LTD. ŞTİ. tarafından hazırlanmıştır ve tüm ölçümler doğru şekilde yapılmıştır.
- The test is being done according to the ASTM D 2954 standard.
- Deneyci ADI LTD. ŞTİ. tarafından hazırlanmıştır ve tüm ölçümler doğru şekilde yapılmıştır.
- The test is being done according to the ASTM D 2954 standard.

**Müge DEMİR**  
İnceleme Sorumlusu  
No: 15/504/Çerit



**Mehmet AYDIN**  
Deney Sorumlusu  
No: 15/504/Çerit

İstanbul Şişli Çarşı Sok. No: 2/VAK - A2 Şişli, İstanbul TÜRKİYE Tel: +90 212 217 31 30 Fax: +90 212 226 14 43 Tlx.No: 707395 www.geolab-tr.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşteri Adı: **DOĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ**

Müşteri Adı: **DOĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ**

Num. Alındığı Yer: **Yeniköy Hayatları Projesi, Trabzon**

Num. Alındığı Yer: **Yeniköy Hayatları Projesi, Trabzon**

Borçlu Num. No: **SK-1**

Borçlu Num. No: **SK-1**

Derinlik (cm): **13,50-15,00**

Derinlik (cm): **13,50-15,00**

RAPOR NO: **BR-17**

Num. Kabul Tarihi: **21.02.2015**

Num. Kabul Tarihi: **21.02.2015**

Deney Tarihi: **24.02.2015**

Deney Tarihi: **24.02.2015**

Deney Rapor Tarihi: **06.03.2015**

Deney Rapor Tarihi: **06.03.2015**

Laboratuvar No: **15-204ny1**

Laboratuvar No: **15-204ny1**

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yarımlama Yüklü Failure Load P (kN)	Koruyucu Çap Equip. Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ mm <sup>2</sup>	$f_{pn}(P/10^3)/D_c^2$ (MPa)	F	$f_{pn}$ (MPa)
1	d		41	6,0					3,57
2	d		40	9,0					5,83
3	d		30	4,5					5,00
4	d		39	10,0					6,57
5	d		35	4,2					3,43
6	d		21	2,5					5,67
7	d		22	3,0					6,20
8	d		25	3,0					4,00
9	d		24	2,5					4,34
10	d		26	4,0					6,92
<b>±50 (Ort.) Mpa</b>									<b>5,11</b>

Düzensiz Şekli Örnel Deneyi  
Irregular Lump Test

Silindirik Deney  
Axial Test

Çaplı Deney  
Diameter Test

Blok Deney  
Block Test

\* Deneyler ilgili firmaların laboratuvarında yapılan ve tüm raporlar üzerinde yapılmıştır.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney ISO 1955 standardına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the ISO 1955 standards.

\* Bu deney raporları laboratuvarımızın yazılı onayından sonra geçerli ve çoğaltılabilir.  
The test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECUR TY hakları saklıdır. Deney Sonuç Raporlarında gözetilmelidir.  
Test results reports will not be SECURITY program are used.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 30.07.2010 D. Kararı ve 200 sayılı Lisans Yürürlüğü ile Belge Raporlarında kullanımlarına izin verilmiştir.  
Ministry of Development and Urban Planning, signed on 23.07.2010 and 200 sayılı 684 of Laboratory permission laws.

Deneyi Yapan  
Tasarı S.:

**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Oda Sicil No: 17080



**Metin AYDIN**  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583

Mabulut Sokakı Paşa Hb. Sivas St. No: 21/A1 - A2 Kat, İstanbul, TÜRKİYE T.İ. +90 212 237 36 39 Fax: +90 212 236 16 43 Telsiz: 237365 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümlerine, Laboratuvar İşleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

### NOKTA YÜKÜ DAYANIMI İNDEKSİ DENEY SONUCU

#### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

**Müşteri Adı:** DOĞA MÜHÜR.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ

**Num.Kabul Tarihi:** 21.02.2015

**Num.Kondu: Yeri:** Yeniköy Hayatın Projesi, Trabzon

**Deney Tarihi:** 24.02.2015

**Seri/Num. No:** SIK-1

**Deney Rapor Tarihi:** 05.03.2015

**Derinlik (m):** 18.00-18.00

**Laboratuvar No:** 15-204ny2

**RAPOR NO:** DR-11

Örnek No Sample No	Deney Tipi Type of Test	Geniçlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yüklemeye Yönelik Folke Load P (kN)	Korut Çapı Eşir Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ mm <sup>2</sup>	$L_c \cdot 10^{-3} \cdot D_c^2$ (MPa)	P	$I_{pl}$ (MPa)
1	d		41	0,2					0,12
2	d		39	0,2					0,13
3	d		30	0,2					0,22
4	d		35	0,2					0,16
5	d		24	0,2					0,35
6	d		20	0,2					0,50
7	d		29	0,2					0,24
8	d		28	0,2					0,28
9	d		26	0,2					0,30
10	d		28	0,2					0,26
<b><math>I_{50} (0,1)</math> Mpa</b>									<b>0,25</b>

d Genel Sektör Ölçüm Deneyi  
Irregular Lump Test
d Genel Ölçüm  
Diameter Test

e Genel Deney  
Axial Test
e Blok Deney  
Block Test

\* Deneyler ilgili firma tarafından gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar müşteriye rapor edilmiştir.  
Tests were done from the services that are delivered by the related firm.

\* Bu deney GSI 1000 standardına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the GSI 1000 standard.

\* Bu deney sonuçları Laboratuvarımızda valid olan ölçümlerle yapılmıştır ve doğrulanmıştır.  
This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY: Bilgiyi kimseyle paylaşmayın. Deney Sonuçları raporları gizlidir.  
Test results must not be shared with anyone without the written permission of laboratory.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı: 23.07.2010 tarih ve 259 sayılı Bakanlık Kararı ile Belgeleşmiş ve onaylanmış bir şekilde Bakanlar Kurulu ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından onaylanmıştır.  
Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change: 23.07.2010 and 259 number of Laboratory permission notes.

Deneyi Yapan  
Tested By

**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Öz. Sicil No: 17080



Deneyi Yapan  
Tested By

**Mehmet AYDIN**  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20563

Mehmet Şerhat Paşa İht. Şişe Sok. No: 21/A1 - A2 Etiler, Beşiktaş, İstanbul. TÜRKİYE TEL: +90 212 237 38 09 FAKS: +90 212 238 14 42 Faks No: 737355 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaatı San. ve Tic. Ltd. Şti.

**NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUÇU**  
**POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT**

Müşet Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜHÜRİZ İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Müh. Kabul Tarihi Date of Sample Accept	RAPOR NO: DR-17 21.02.2015
Nerü, Alanı ve Yer Project/Location	Yeniköy Hoysan Projesi, Trabzon	Deneş Tarihi Date of Test	34.02.2015
Sonuç Num. No Serial/Sample No	SK-1	Deneş Rapor Tarihi Date of Test Result	08.03.2015
Derinlik (m) Depth	17,00-38,80	Laboratuvar No Laboratory No	15-204ny3

Örnek No Sample No	Deneş Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yenileme Yükü Failure Load P (kN)	Kısmi Çapı Equiv. Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ mm <sup>2</sup>	$L_c = (P/0.7) / D_c^2$ (MPa)	$f_r$	İçerik (MPa)
1	d		41	0,2					0,12
2	d		44	0,2					0,10
3	d		37	0,2					0,15
4	d		30	0,2					0,22
5	d		34	0,2					0,17
6	d		21	0,2					0,45
7	d		27	0,2					0,27
8	d		25	0,2					0,32
9	d		25	0,2					0,30
10	d		28	0,2					0,26
$f_{50}$ (Ort.) Nba									0,24

<input type="checkbox"/> Deneşin Sıvı Örneş Deneş <input type="checkbox"/> Irregüler Kurşun Testi <input type="checkbox"/> Eksantrik Deneş <input type="checkbox"/> Aşıl Testi	<input type="checkbox"/> Çarpılma Deneş <input type="checkbox"/> Çarpılma Testi <input type="checkbox"/> Sıvı Deneş <input type="checkbox"/> Blok Testi
---	--

\* Deneşler ilgili teknik şartnamelerle uyumlu olarak ve testin edilmiş numunelerinin kullanılarak yapılmıştır.  
 Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.  
 \* Bu deneşler EN 12390 standardlarına göre gerçekleştirilmiştir.  
 This test is being done according to the EN 12390 standards.  
 \* Bu deneşlerin sonuçları laboratuvarımız tarafından çıkarılmış ve raporlanmıştır.  
 This test result must not be reproduced in any form without the written permission of Geolab.  
 \* SECURITY: Bilgilerinizi gizli tutuyoruz. Deneş Sonuç raporlarımızı koruyoruz.  
 Test result reports without a SECURITY Hologram are invalid.  
 \* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İlgili 28.07.2010 tarih ve 2011 numaralı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamındaki haberdar edici  
 Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change Regulation No: 28.07.2010 and 2011 number of Laboratory permission notice.

Deneşin Yapanı Tested By:  Müge DEĞİRLER Jeolojik Mühendislik Oda Sicil No: 17050	  Nisan AYDIN Jeolojik Mühendislik Sicil No: 20583
---	--

Mahmut Semih Paşa Hh. Sıvaz Şti. No: 21/A1 - A2 Şişli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 28 39 Fax: +90 212 238 1 6 Adres No: 7/07355 www.geolab.com.tr



Geoteknik Çözümler, Laboratuvar İncelemeler ve Tic. Ltd. Şti.

**DANE BOYU DAĞILIMI DENEY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS**

Ünvan Adı / Lab. No: DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. İMAD. TİC. LTD. ŞTİ

Laboratuvar No / Laboratory No: 15-2046a3

Müh. Kabul Tarihi / Date of Sample Accept: 21.02.2015

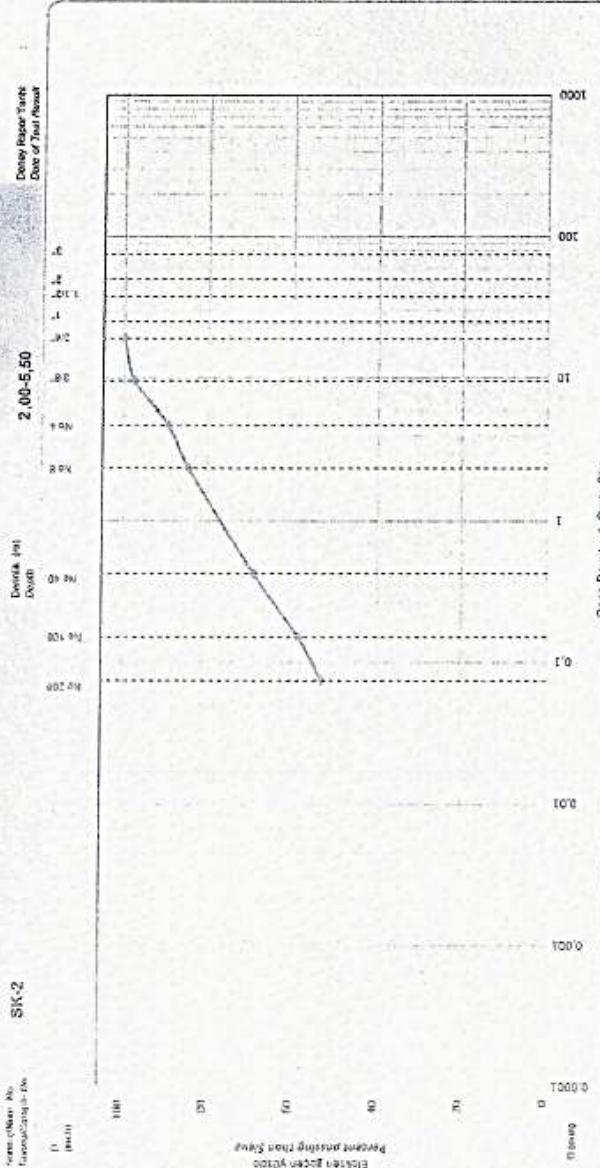
RAPOR NO. / DN-03: 21.02.2015

İstenen İş / Requested Work: Yenişehir Havalimanı Projesi, Trabzon

Müh. Teslim Tarihi / Date of Test: 24.02.2015

DENEY NO. / TEST NO: SK-2

Deney Yapılan Tarihi / Date of Test Result: 06.03.2015



D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)
0,000	0,000	0,175


  

Uniformluk Katsayısı / Coefficient of Uniformity (C <sub>u</sub> )	Streslilik Katsayısı / Coefficient of Curvature (C <sub>c</sub> )
0,000	0,175

*Milige DEMİR*  
 Jeolojik Mühendislik  
 Oda Sicil No: 17/060  
 Nalan AYDIN  
 Denetçi Mühendis  
 Belge No: 20383

Deney Yapılan Yer / Tested By: ...  
 Müh. No: ...  
 Tutar / Amount: ...

Geoteknik Çözümler, Laboratuvar İncelemeler ve Tic. Ltd. Şti. / Geotechnical Solutions, Laboratory Testing and Trade Ltd. Co.  
 T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı / Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change  
 İstanbul / İstanbul



Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti

**ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS**

Müşteri Adı Customer's Name	DÖ-ÖA BÜH HİC İNŞ. İSAD. TİC. LTD. ŞTİ	Rapor Kabul Tarihi Date of Sample Accept	01.02.2015
Müh. Alanı ve Yeri Project Location	Yenişeyhi Hayatın Projesi , Trabzon	Deneysel Tarihi Date of Test	25.02.2015
Sonde Num. No Borçlu/Samples No	SK-2	Deneysel Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	2,00-5,50	Laboratuvar No Laboratory No	16-204att3
RAPOR NO: DR-02			


  

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	7	3	191	347	140
Dökme Adedi Number of Drop	42	34	29	21	16
Islak Numune + Kap Wet Sample + Cup	37,10	36,02	37,70	61,28	41,60
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	35,05	35,18	34,83	47,44	37,17
Su Miktarı Amount Water	2,04	2,18	2,87	3,70	4,33
Kap Ağırlığı Weight of Cup	29,81	30,89	28,13	39,01	27,79
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	5,15	5,17	6,70	8,43	9,38
Su Miktarı (%) Water Content	39,81	41,78	42,34	44,80	46,16

	1	2
Kap No / Cup No	472	300
Islak Numune + Kap Wet Sample + Cup	40,41	39,87
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	48,97	39,68
Su Miktarı Amount Water	0,34	0,32
Kap Ağırlığı Weight of Cup	37,94	37,94
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	2,13	1,91
Su Miktarı (%) Water Content	14,73	16,75



Soil moisture / Water content (%) vs. Number of Drop

Liquid Limit Liquid Limit	43,7
Plastic Limit Plastic Limit	16,2
Plasticity Index Plasticity Index	27,5

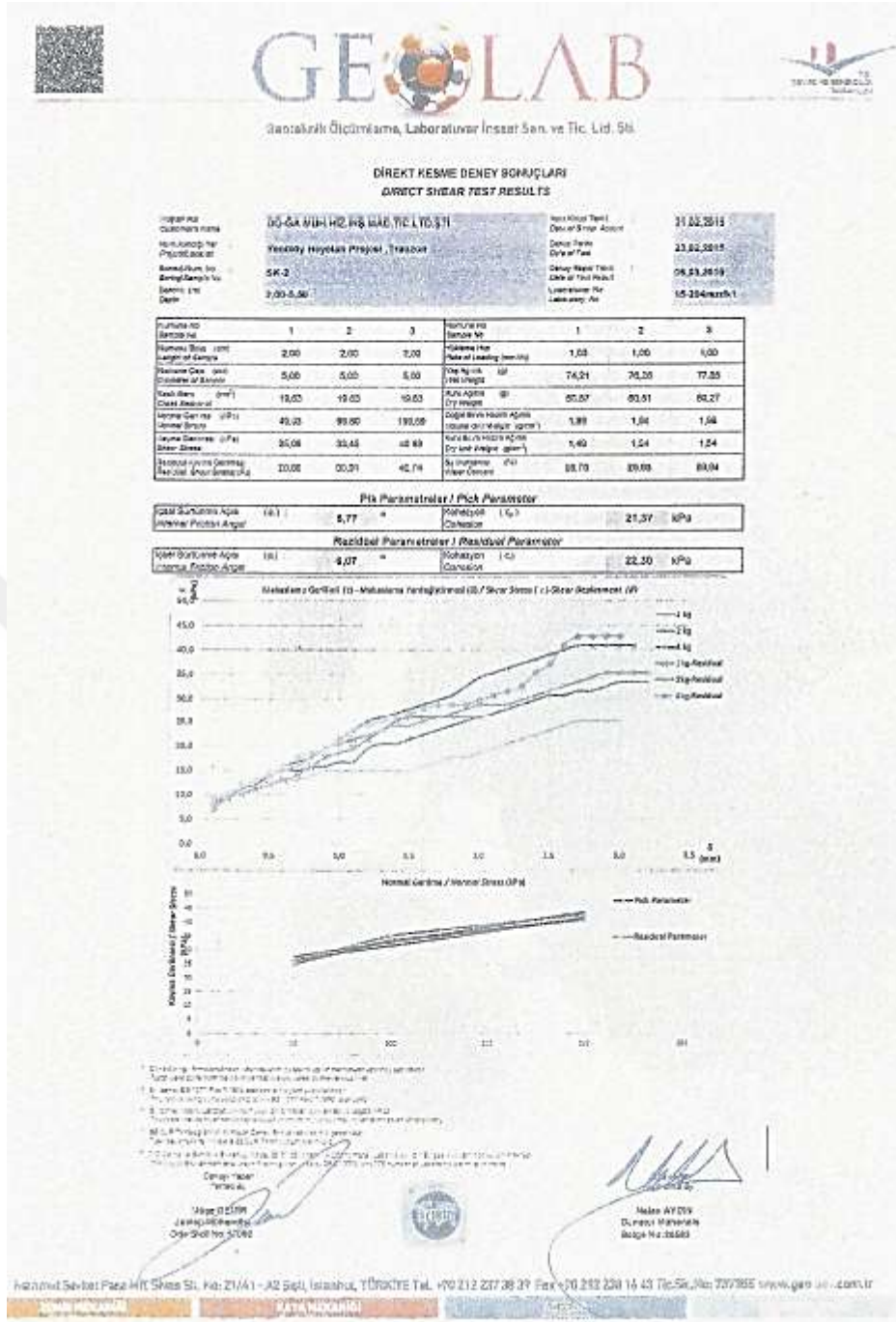
\* Deneyler ilgili tüm standartları ve yöntemleri kullanılarak ve uygun şekilde yapılmıştır.  
 \* Tests were done from the samples and the methods used are referred to the related standards.  
 \* Bu deney ASTM D-4953-05 standardına göre yapılmıştır.  
 \* This test is being done according to the ASTM D-4953-05 standard.  
 \* Bu deney, ilgili tüm standartları ve yöntemleri kullanılarak ve uygun şekilde yapılmıştır.  
 \* This test is being done according to the related standards and the methods used are referred to the related standards.  
 \* ISO 9001 sertifikası ve diğer tüm gereklilikleri karşılayan bir laboratuvar.  
 \* Test results were achieved in a laboratory that meets all the requirements of ISO 9001 and other standards.  
 \* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve 2009'un 46. maddesiyle oluşturulan Bakanlıkça onaylanmış ve kalite kontrolü yapılan Ölçme ve Deney Enstitüsü'ne bağlıdır.  
 \* Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change and the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change approved and quality controlled measurement and testing institute.

Deneysel Yapan / Tested By: **Müge DEMİR**  
 Jeolojik Mühendislik / Geological Engineering  
 Oda Sicil No: 17060

Deneyi Kabul Eden / Accepted By: **Naban AYDIN**  
 Denetçi Mühendis / Inspector Engineer  
 Balge No: 20583

Nispetiye Bulvarı, Paşa Han, Saklıca Sok. No. 21/A1 - A2 Kat, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 337 36 01 Fax: +90 212 230 14 43 Tic. Sic. No: 297358 www.geolab.com.tr







Geoteknik Çıçımleme, Laboratuvar İncezi San. ve Tic. Ltd. Şti.

**NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU**  
**POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT**

Wijet Adı / Customer Name : **DO-ĞA MUKHİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ**

Num.Kabul Tarihi / Date of Stamp / Accept : **21.02.2015**

Num.Kırd@ Yer / Project/Location : **Yeniöky Heyelan Projesi , Trabzon**

Deney Tarihi / Date of Test : **24.02.2015**

Sondaj Num. No / Boring/Sample No : **BK-2**

Deney Rapor Tarihi / Date of Test Report : **06.03.2015**

Derinlik (m) / Depth : **10,00-11,00**

Laboratuvar No / Laboratory No : **15-204my4**

RAPOR NO: DR-17

Örnek No / Sample No	Deney Türü / Type of Test	Genişliğ / Width W (mm)	Çap / Diameter D (mm)	Yatırıma Yıkılış / Failure Load P (kN)	Kırdış Çapı / Equiv. Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ / mm <sup>2</sup>	$I_p = (P^*/D_c^2) / D_c^2$ / (MPa)	$I_p$ / (MPa)
1	d	41	0,2					0,12
2	d	37	0,2					0,15
3	d	21	0,2					0,68
4	d	24	0,2					0,35
5	d	30	0,2					0,22
6	d	27	0,2					0,27
7	d	31	0,2					0,21
8	d	30	0,2					0,22
9	d	35	0,2					0,16
10	d	36	0,2					0,16
<b>500 (Ort.) Mpa</b>								<b>0,23</b>

Çevresel Şekilli Örnek Deney / Irregular Lump Test

Çevresel Deney / Block Test

Çevresel Deney / Concrete Test

Çevresel Deney / Block Test

\* Deneyler ilgili kılavuzlara göre yapılmıştır ve testin edilen kurulumları fotoğrafla yapılmıştır.  
 Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

- Bu deney (TRM) 1982 standardına göre yapılmıştır.  
 This test is being done according to the (TRM) 1982 standard.

- Bu deney (TRM) Laboratuvarımızın yazılı izin alınmaksızın dışarıya verilmeyecektir.  
 This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY hologramları olmayan Deney Sonuç raporlarımızı peşin alınız.  
 Test result reports without a SECURITY Hologram are invalid.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Projesi 22.07.2010 tarih ve 5305 numaralı Laboratuvarlar ile Belgeleme Yönetmeliği ile onaylanmıştır.  
 Ministry of Environment and Urban Planning signed by 25.07.2010 and 206 number of Laboratory permission code.

Deneyi Yapan / Tested By

**Müge DEMİR**  
 Jeolojik Mühendislik  
 Dda Sicil No:17060



**Hasan AYDIN**  
 Denetçi Mühendis  
 Belge No: 20683

Mehmet Zeki Ak Pazar Mh. Sivas Şy. No: 21/A1 - A2 SSK, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 207 38 39 Fax: +90 212 230 16 63 Tic.Sic.No: 237955 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümlama, Laboratuvar İnsaatı San. ve Tic. Ltd. Şti.



**KAYADA TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI DENEY SONUÇLARI**  
**UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH OF INTACT ROCK CORE SPECIMENS TEST RESULTS**

RAPOR NO: DR-18

Müşteri Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Num.Kesim Tarihi Date of Samp. Acqst	21.02.2015
Num. Alındığı Yer Project Location	Yeniköy Heyelan Projesi , Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Sonuç Num. No Sample No	SK-2	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	13,00-14,50	Laboratuvar No Laboratory No	15-204ktek1

Numune Boyu Height of sample	9,20	(cm)	Yaş Numune Ağırlığı Weight of Sample	391,98	(g)
Numune Çapı Diameter of Sample	4,60	(cm)	Numune Hacmi Capacity of Sample	152,82	(cm <sup>3</sup> )
Kesit Alanı Initial Area	16,62	(cm <sup>2</sup> )	Doğal Kiriş Hacim Ağırlık Natural Unit Weight	25,16	(kN/m <sup>3</sup> )
Yüklenme Hızı Rate of Loading	0,72	(mm/min)	Yüklenme Süresi Duration of Loading	5,00	min.
Kırılma Yükü Failure Load	60,82	kN	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı Unconfined Compressive Strength	36508,42	kPa



\* Deneyler ilgili normlara göre en az üçer adet yapılmıştır. Testler ilgili normlara göre yapılmıştır.  
 Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney İSRM 1881 standartlarına göre yapılmıştır.  
 This test is being done according to the İSRM 1881 standard.

\* Bu deney 10000 LBS/2000mm<sup>2</sup> e yakın bir cihazla gerçekleştirilmiştir.  
 This test is done with a device that is close to 10000 LBS/2000mm<sup>2</sup>.

\* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2008 sayılı Laboratuvar İzin Belgesi kapsamında yetkilendirilmiştir.  
 \* Ministry of Environment and Urban Planning signed by 23.07.2010 and 201 number of Laboratory permission code.

Deneyi Yapan  
Tested By

**Şükrü DEMİR**  
 Jeolojik Mühendis  
 Öge Sicil No: 17090



Deneyi Yapan  
Signed By

**Nalan AYDIN**  
 Denetçi Mühendis  
 Belge No: 20683

Habermi Şişme: Başmüh. Şişme St. No: 21/A1 - A2 Şişme, TÜRKİYEAL, +90 212 257 9839 Fax: +90 212 209 16 43 Tic Sic No: 27995 www.get-ir.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

**Müşteri Adı** : DOĞA MÜH. HİZ. BİŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ

**Müş. Kabul Tarihi** : 21.02.2015

**Müş. Adresli Yeri** : Yeniköy Hayatın Projesi Trabzon

**Deney Tarihi** : 24.02.2015

**Sondaj Num. No** : SK-2

**Deney Rapor Tarihi** : 06.03.2015

**Derinlik (cm)** : 19.00-20.00

**Laboratuvar No** : 15-204ny5

**RAPOR NO** : DR-17

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yarımla Yüklü Failure Load P (kN)	Kare Çap Square Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ mm <sup>2</sup>	$L=9 \cdot 10^3 \cdot V_c \cdot D_c^2$ (kPa)	$f_p$	İndeks (MPa)
1	d		45	2,7					1,33
2	d		30	1,4					1,56
3	d		27	2,5					3,43
4	d		21	1,5					3,40
5	d		37	2,0					1,45
6	d		25	1,8					2,56
7	d		34	2,0					1,73
8	d		36	2,0					1,54
9	d		35	3,0					2,45
10	d		38	1,5					1,18
<b><math>f_{s30}</math> (Ort.) Nispe</b>									<b>2,06</b>

Çizimle Saklı Örnek Deneyi  
Regular Core Test

Elektro Deneyi  
Auto Test

Çapak Deneyi  
Diamond Test

Boş Deney  
Blank Test

\* Deneyler ilgili firmaların laboratuvarlarında yapılan deneyler için yapılmıştır.  
Tests are done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney ISO/1665 standartlarına göre yapılmıştır.  
The test is being done according to the ISO/1665 standards.

\* Bu deney için Laboratuvarımızdan yazılı izin alınmalıdır ve sonuçlar doğrudur.  
This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY: İnterimden önceki Deney Sonuç raporlarını paylaşarak  
Test result reports without a SECURITY hologram are invalid.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 28.07.2010 tarih ve 307 numaralı L. Kararı ile belirlenen her Belgeyi temsil eden kutu numaraları  
Ministry of Environment and Urban Planning's Regulation No. 28.07.2010 and 307 number of Laboratory permit's box/ seal.

Deneyi Yapan  
Tested By


Müge DEMİR  
Jeolojik Mühendisliği  
Oda Sicil No: 17080



Deneyi Kontrol Eden  
Controlled By


Nalan AYDIN  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583

Hatırlatma: Sektörün Kuruluş Yılı 2007'dir. Her Yılı 21/01 - 03 Şubat Arasında TÜRKİYE'ye. +90 212 337 38 07 Fax: +90 212 338 16 43 Tic. Sicil No: 270063 www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşteri Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Müh. Kabul Tarihi Date of Sample Accept	RAPOR NO: DR-17
Nun. Alanı ve Yer Project Location	Yeniköy Hayatın Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Sondaj Num. No Borings/Sample No	BK-2	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	22,00-23,50	Laboratuvar No Laboratory No	15-204ny6


Örnek No Sample No	Deney Tipi Type of Test	Genişlik Width		Yarınlama Yarıçapı Failure Load p (kN)	Kare Çapı Eqiv. Core Diam. D (mm)	$Q_u$ mm <sup>2</sup>	$I_{sp} = p \cdot d^2 / Q_u$ (MPa)	f	$f_{50}$ (MPa)
		W (mm)	D (mm)						
1	d		40	0,2					0,13
2	d		31	0,2					0,21
3	d		37	0,2					0,16
4	d		34	0,2					0,17
5	d		23	0,2					0,38
6	d		26	0,2					0,30
7	d		20	0,2					0,50
8	d		24	0,2					0,35
9	d		25	0,2					0,32
10	d		28	0,2					0,30
$f_{50}$ (Ort.) MPa									0,28

<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Düzlemsel Şekilli Örnek Deneyi Irregular Ledge Test</li> <li>2 Dairesel Deney Axial Test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 Çarpılma Deneyi Overturn Test</li> <li>5 Blok Deney Block Test</li> </ul>
--	--

- \* Deneyler ilgili formata/standartlara uygun şekilde edilmiş numunelerle gerçekleştirilmiştir.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related form.
- \* Bu deney ASTM 1585 standartlarına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the ASTM 1585 standards.
- \* Bu deney raporu laboratuvarımızdaki diğer denemelerin sonuçları ile paylaşılmamaktadır.  
This test results must not be reproduced in any form without the written permission of Geology.
- \* SECURITY KATEGORİSİNİN deneysel Deney Sonuçları raporlarımızı içermezdir.  
Test result reports without a SECURITY's hologram are invalid.
- \* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (yayın: 26.07.2010) ve 209 no.lu tarihli Laboratuvar Üstünlük Belgesi kapsamında laboratuvarımız  
Ministry of Environment and Urban Planning sign used by 26.07.2010 and 209 number of Laboratory's permit/contract.

Deneyi Yapan  
Tested By

**Müge DERİS**  
Jeolojik Mühendisliği  
Oda Sicil No: 17080



**Hakan AYDIN**  
Deneyçi Mühendis  
Belge No: 20533

Mahmut Ersoy Sokak PAZ. Ofis Bld. No: 21/A1 - A2 Sulu, İstanbul, TÜRKİYE Tel.: +90 212 237 38 39 Fax: +90 212 237 16 43 Tlx: 512 Jhr: 757265 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**KAYADA TEK EKSENLİ SIKIŞMA DAYANIMI DENEY SONUÇLARI**  
**UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH OF INTACT ROCK CORE SPECIMENS TEST RESULTS**

RAPOR NO: DR-18

Müşeri Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Num. Kabul Tarihi Date of Samp. Accept	21.02.2015
Num. Aşındığı Yar Project/Location	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Serdeş Num. No Borçlu/Sample No	SK-2	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	38,50-39,50	Laboratuvar No Laboratory No	15-2047tek2

Numune Boyu Height of sample	9,20	(cm)	Yas Numune Ağırlığı Weight of Sample	352,86	(g)
Numune Çapı Diameter of Sample	4,60	(cm)	Numune Hacmi Capacity of Sample	152,82	(cm <sup>3</sup> )
Kesit Alanı Cross Area	16,62	(cm <sup>2</sup> )	Doğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight	22,65	(kN/m <sup>3</sup> )
Yüklenme Hızı Rate of Loading	0,72	(mm/min.)	Yüklenme Süresi Duration of Loading	5,00	min.
Kırılma Yükü Failure Load	10,28	kN	Tek. Eksenli Sıkışma Dayanımı Unconfined Compressive Strength	11601,80	kPa



\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarın inşaat teyid edilmiş numuneleri kapsamında yapılmıştır.  
 Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney İSRM 15E1 standartlarına göre gerçekleştirilmiştir.  
 This test is being done according to the İSRM 15E1 standards.

\* Bu deney raporu Laboratuvarımız tarafından oluşturulan bilgisayarlı yazılımla hazırlanmıştır.  
 This test results must not be reproduced in any form without the written permission of our company.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (yapı) 497/2010 (yeni) ve 2010 numaralı Bakanlar Kurul Kararı ile onaylanmıştır.  
 Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change, approved by 25.07.2010 and 259 number of Laboratory permission decree.

Deneyi Yapan Tested By	Onaylayan Approved By
Müge DENİR Jeoloj. Mühendis Ode Sicil No:17080	Hakan AYDIN Denetçi Mühendis Belge No:205803

Nispetiye Sokağı Paşa Mh. Sivri Sk. No: 21/A1 - A2 Kat: İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 37 Fax: +90 212 238 36 43 Tlx: No: 737388 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümlerine, Laboratuvar İnceleme, İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

DA NE BOYU DAĞILIMI DEN EY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS

DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ

Yenişehir Heyelan Projesi, Trabzon

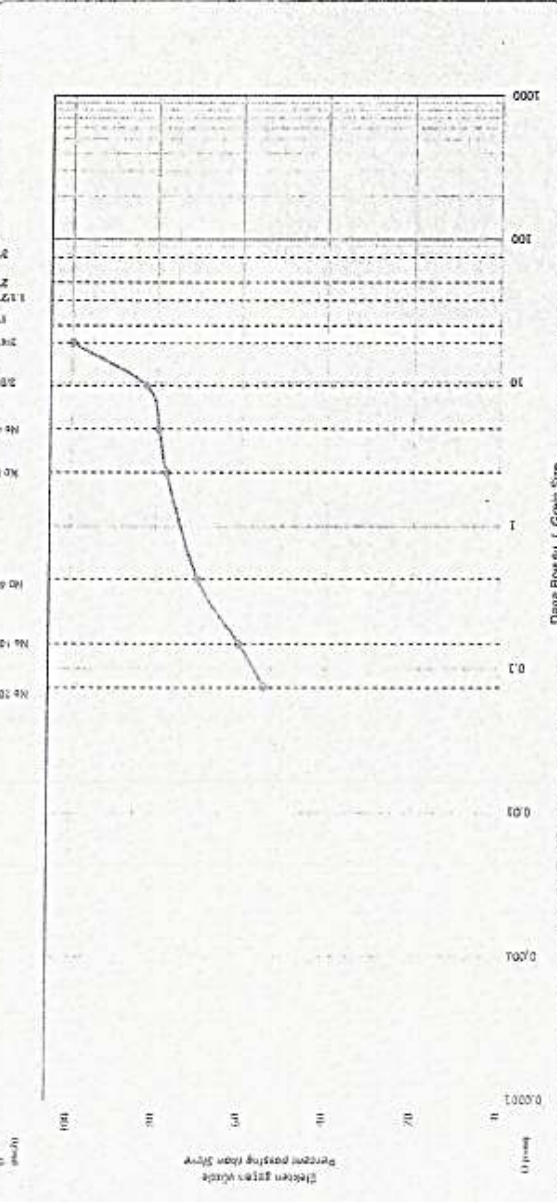
SİK-3

Report No: DR-05  
21.02.2015  
24.02.2015  
06.03.2015

Non-Accel. Test  
Date of Sample Receipt  
Densiyon Testi  
Date of Test  
Densiyon Testi  
Date of Test Result

15-204pa4

8,00-8,50



Sieve No	Uz. Açık (mm)	Deney S. (mm)
3 in.	75	1900
2 in.	50	1250
1 1/2 in.	37.5	950
1 in.	25	630
3/4 in.	19	475
3/8 in.	9.5	237.5
No 6	4.75	118.75
No 8	2.35	59.375
No 40	0.425	17.0625
No 100	0.15	6.3375
No 200	0.075	3.16875

D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)
0,000	0,000	0,144
Uniformity Coefficient of Uniformity (C <sub>u</sub> )		
Skewness Coefficient of Curvature (C <sub>s</sub> )		

Müh. Müh. Nalan AYDIN  
Denetim Mühendisi  
Belge No: 20683

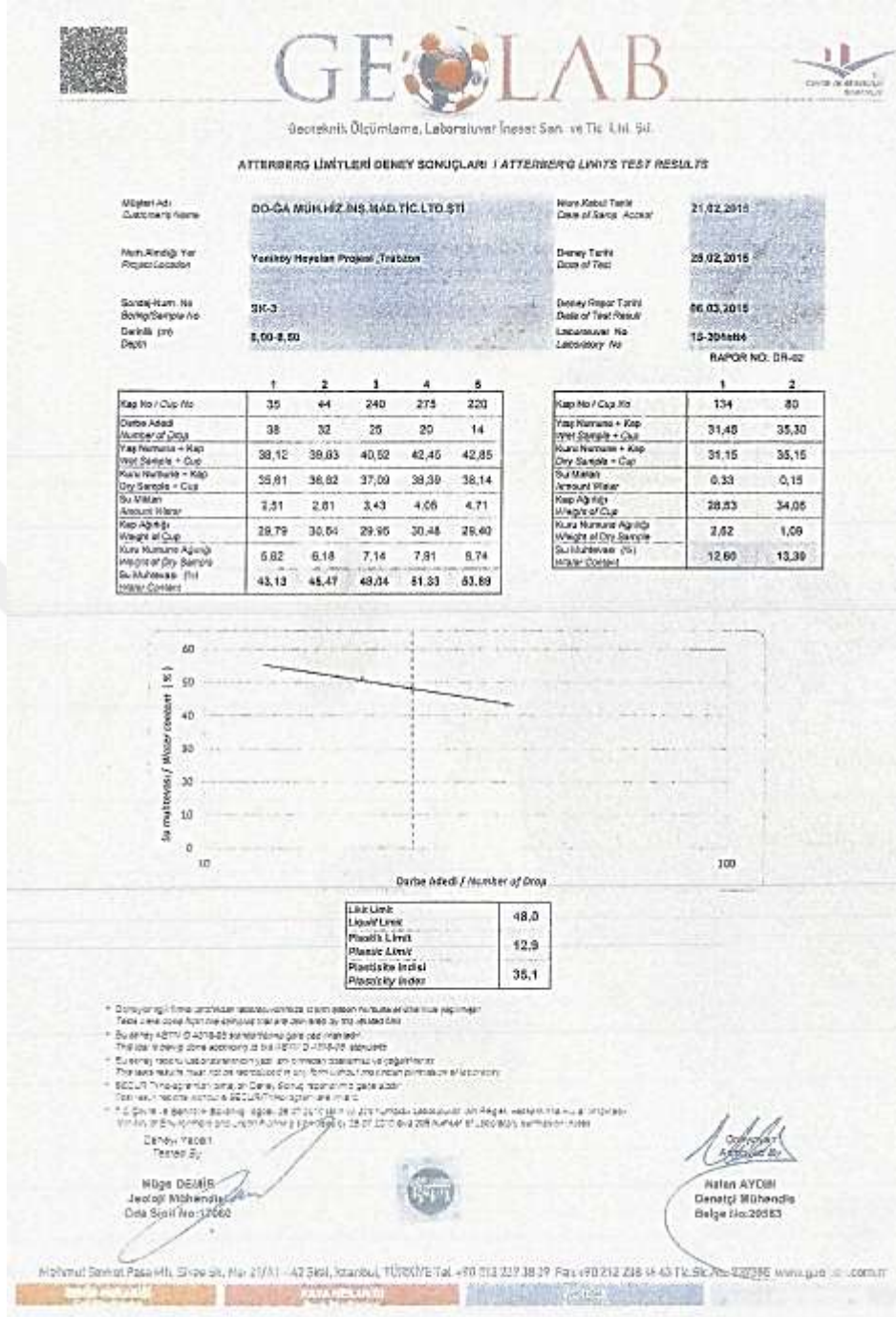
Müh. Müh. M. Kemal DEMİR  
Denetim Mühendisi  
Belge No: 17060



TÜRKİYE TEL: +90 212 237 38 39 FAX: +90 212 238 16 43 TİCARİ Sicil No: 737355 www.geo-lab.com.tr

KAVAYERANLI

Yenişehir







Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaatları ve Tic. Ltd. Şti.

**DİREKT KESME DENİY SONUÇLARI**  
**DIRECT SHEAR TEST RESULTS**

İŞİTİSİ / Customer Name	DOĞA MÜHÜR HİZMETLERİ (İD 87)	YERİ / Site	21.02.2015
Proje Adı / Project Name	Yeni Hızırhan Projesi / Trabzon	Deney Tarihi / Date of Test	23.02.2015
Sandığına No / Sample No	SK-3	Deney Rapor Tarihi / Date of Test Report	04.03.2015
Deneyin No / Test No	6.00-8.50	Laboratuvar No / Laboratory No	15-2041019-2

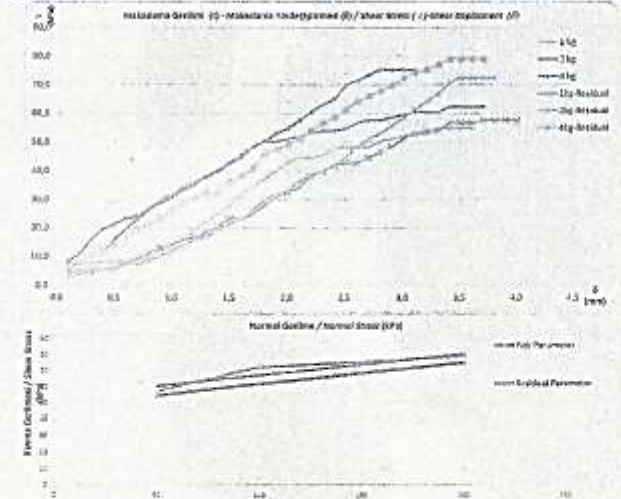
Sıra No / Sample No	1	2	3	Sıra No / Sample No	1	2	3
Yükseklik / mm / Height	2,00	2,00	2,00	Yükseklik / mm / Height	1,00	1,00	1,00
Yükseklik / mm / Height	6,00	6,00	6,00	Yükseklik / mm / Height	69,90	68,40	69,06
Yükseklik / mm / Height	18,00	18,00	18,00	Yükseklik / mm / Height	67,57	68,88	68,58
Yükseklik / mm / Height	69,90	68,40	69,99	Yükseklik / mm / Height	1,78	1,74	1,78
Yükseklik / mm / Height	54,62	62,28	75,26	Yükseklik / mm / Height	1,46	1,42	1,42
Yükseklik / mm / Height	07,01	72,47	79,20	Yükseklik / mm / Height	21,63	22,32	21,23

**Pik Parametreler / Peak Parameter**

Yükseklik / mm / Height	7,73	Kapasite / kPa / Capacity	48,31
-------------------------	------	---------------------------	-------

**Residual Parametreler / Residual Parameter**

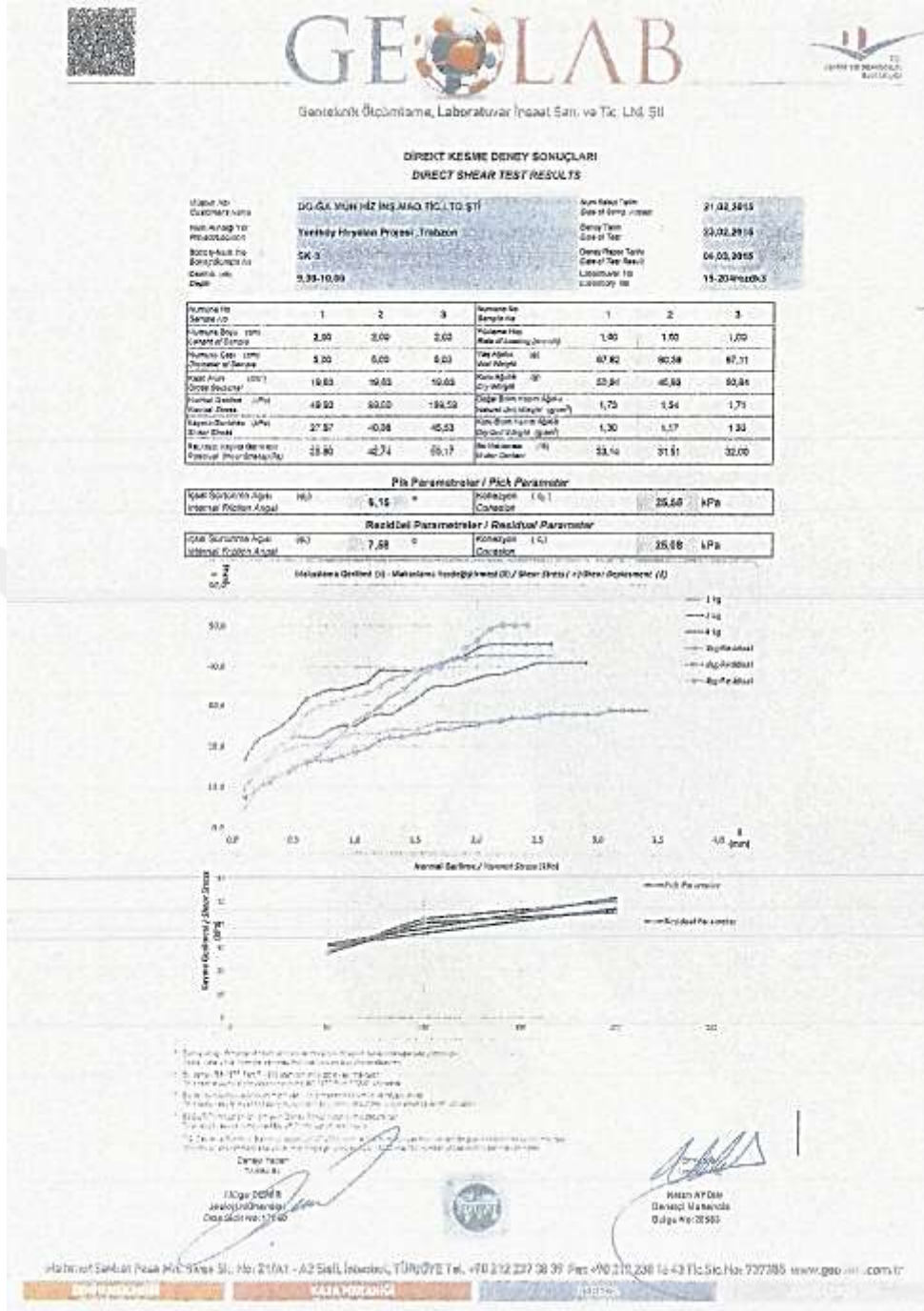
Yükseklik / mm / Height	7,60	Kapasite / kPa / Capacity	54,25
-------------------------	------	---------------------------	-------

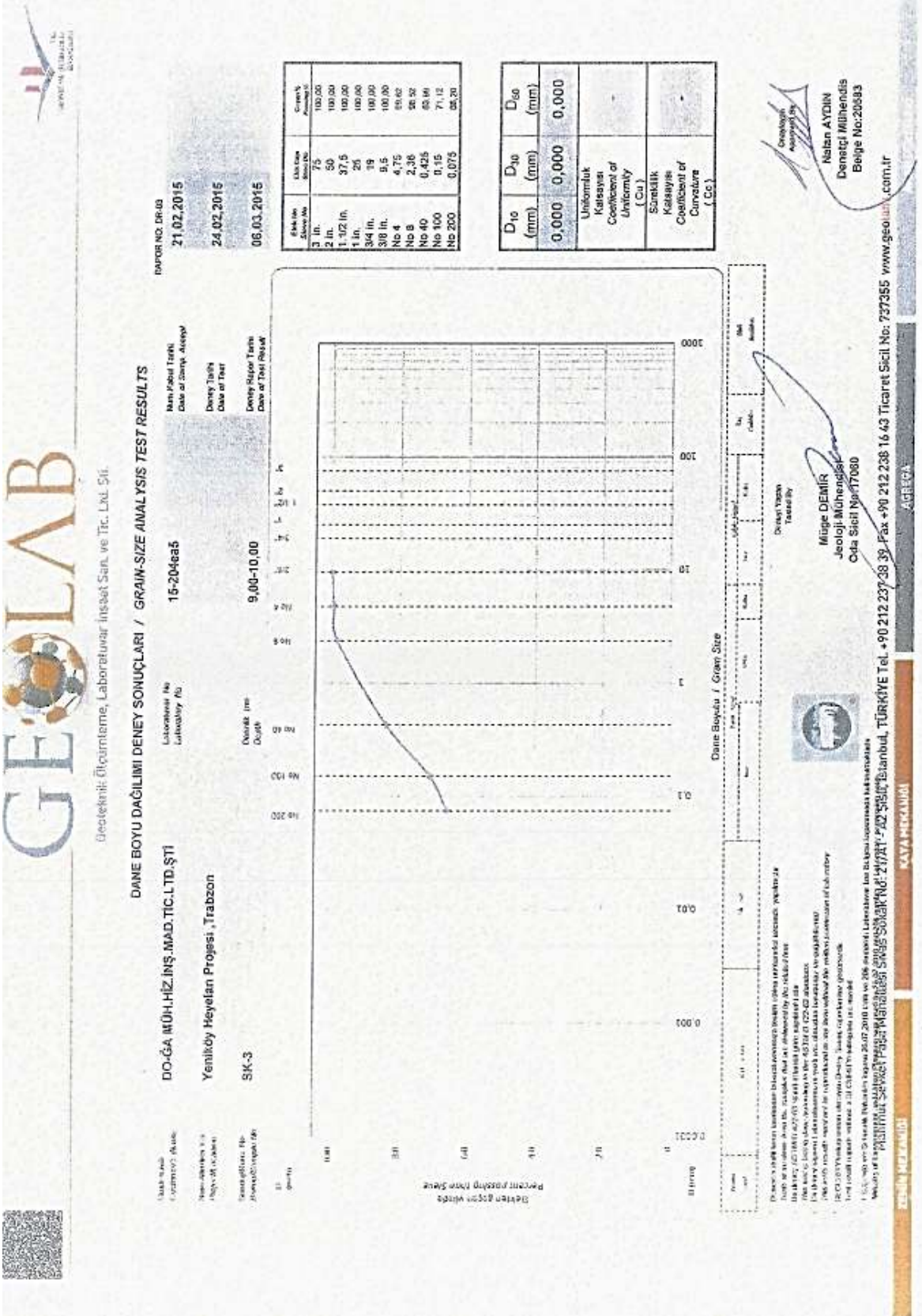



- 1. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 2. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 3. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 4. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 5. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 6. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 7. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 8. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 9. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.
- 10. Deneyin amacı, toprakların birbiriyle temas eden yüzeylerindeki sürtünme kuvvetini belirlemektir.

Geçmişte / In the past  
Yükseklik / mm / Height  
Deneyin No / Test No

Yükseklik / mm / Height  
Deneyin No / Test No







**GEOTEKNİK ÇİCİMİLEME, LABORATUVAR İNŞAAT ŞİRK. VE TİC. LTD. ŞİT.**

**DANE BOYU DAĞILIMI DENEY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS**

**DOĞA MÜH. HİZ. İNŞ. İMAD. TİC. LTD. ŞTİ**  
Yeniköy Heyelan Projesi , Trabzon

**SK-3**

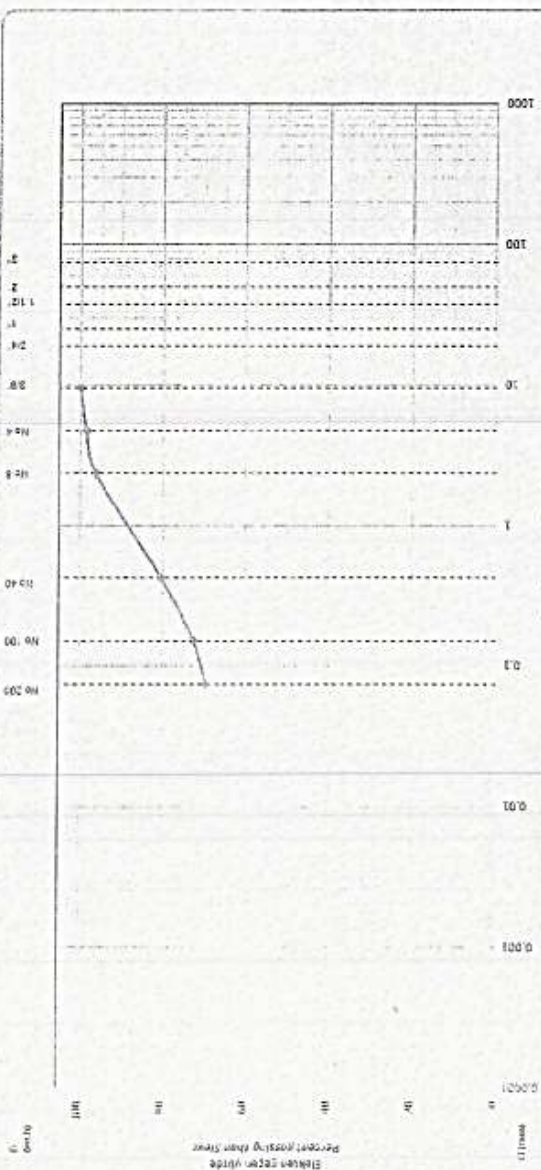
HAZIRLANAN NO. DR. 03  
**21.02.2015**

HAZIRLANAN TARİHİ  
**24.02.2015**

HAZIRLANAN YERİ  
**06.03.2015**

Deney No / Sample No	Deney Ağırlığı / Weight	Deney Hacmi / Volume
75	100,00	100,00
50	100,00	100,00
37,5	100,00	100,00
25	100,00	100,00
19	100,00	100,00
15	100,00	100,00
12,5	100,00	100,00
10	100,00	100,00
7,5	100,00	100,00
5	100,00	100,00
3,75	100,00	100,00
2,5	100,00	100,00
1,25	100,00	100,00
0,75	100,00	100,00
0,425	100,00	100,00
0,25	100,00	100,00
0,15	100,00	100,00
0,075	100,00	100,00

D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)
0,000	0,000	0,000
Uniformluk Katsayısı Coefficient of Uniformity (C <sub>u</sub> )		
Sınırlılık Katsayısı Coefficient of Curvature (C <sub>c</sub> )		




**Deney Yapan / Tested By:** MÜGE DENİR  
Jeolojik Mühendis  
Oda Sicil No: 17060

**HAZIRLANAN NO. DR. 03**  
**21.02.2015**  
**HAZIRLANAN TARİHİ**  
**24.02.2015**  
**HAZIRLANAN YERİ**  
**06.03.2015**

**HAZIRLANAN NO. DR. 03**  
**21.02.2015**  
**HAZIRLANAN TARİHİ**  
**24.02.2015**  
**HAZIRLANAN YERİ**  
**06.03.2015**

**HAZIRLANAN NO. DR. 03**  
**21.02.2015**  
**HAZIRLANAN TARİHİ**  
**24.02.2015**  
**HAZIRLANAN YERİ**  
**06.03.2015**



**GEOLAB**  
Geoteknik Ölçüleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti

**ATTERBERG LİMİTLERİ DENEH SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS**

Müşari Adı / Customer's Name	DD-GA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ.	Plan/Kayıt Tarihi / Date of Stamp / Accept	21.02.2015
Müş. Adres & Yarı / Project Location	Yeni Köy Hıyabası Projesi, Trabzon	Deney Tarihi / Date of Test	25.02.2015
Örnek No / Sample No	SK-3	Deney Rapor Tarihi / Date of Test Report	06.03.2015
Deneyin Yeri / Place	10.00-11.00	Laboratuvar No / Laboratory No	16-204205
RAPOR NO: DR-02			

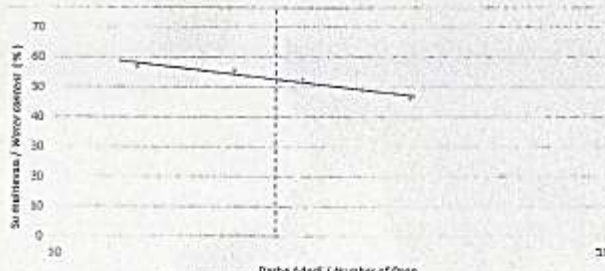
  

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	334	295	179	100	84
Darbe Adedi / Number of Drop	44	36	28	21	14
Yığıl Numune + Kap / Wet Sample + Cup	40,05	37,35	35,50	39,80	48,85
Kuru Numune + Kap / Dry Sample + Cup	43,41	54,85	33,84	35,50	44,04
Su Miktarı / Amount Water	3,34	2,70	2,86	4,30	4,61
Kap Ağırlığı / Weight of Cup	35,39	29,12	28,20	27,74	35,94
Kuru Numune Ağırlığı / Weight of Dry Sample	7,02	5,93	5,44	7,76	8,10
Su Miktarı (%) / Water Content	48,16	48,82	52,57	55,41	59,31

	1	2
Kap No / Cup No	312	248
Yığıl Numune + Kap / Wet Sample + Cup	39,35	31,78
Kuru Numune + Kap / Dry Sample + Cup	39,13	31,48
Su Miktarı / Amount Water	0,22	0,30
Kap Ağırlığı / Weight of Cup	3,71	29,47
Kuru Numune Ağırlığı / Weight of Dry Sample	1,42	1,99
Su Miktarı (%) / Water Content	15,49	16,08



100

	1	2
Likör Limit / Liquid Limit	63,8	
Plastik Limit / Plastic Limit	15,3	
Plastisite İndeksi / Plasticity Index	38,5	

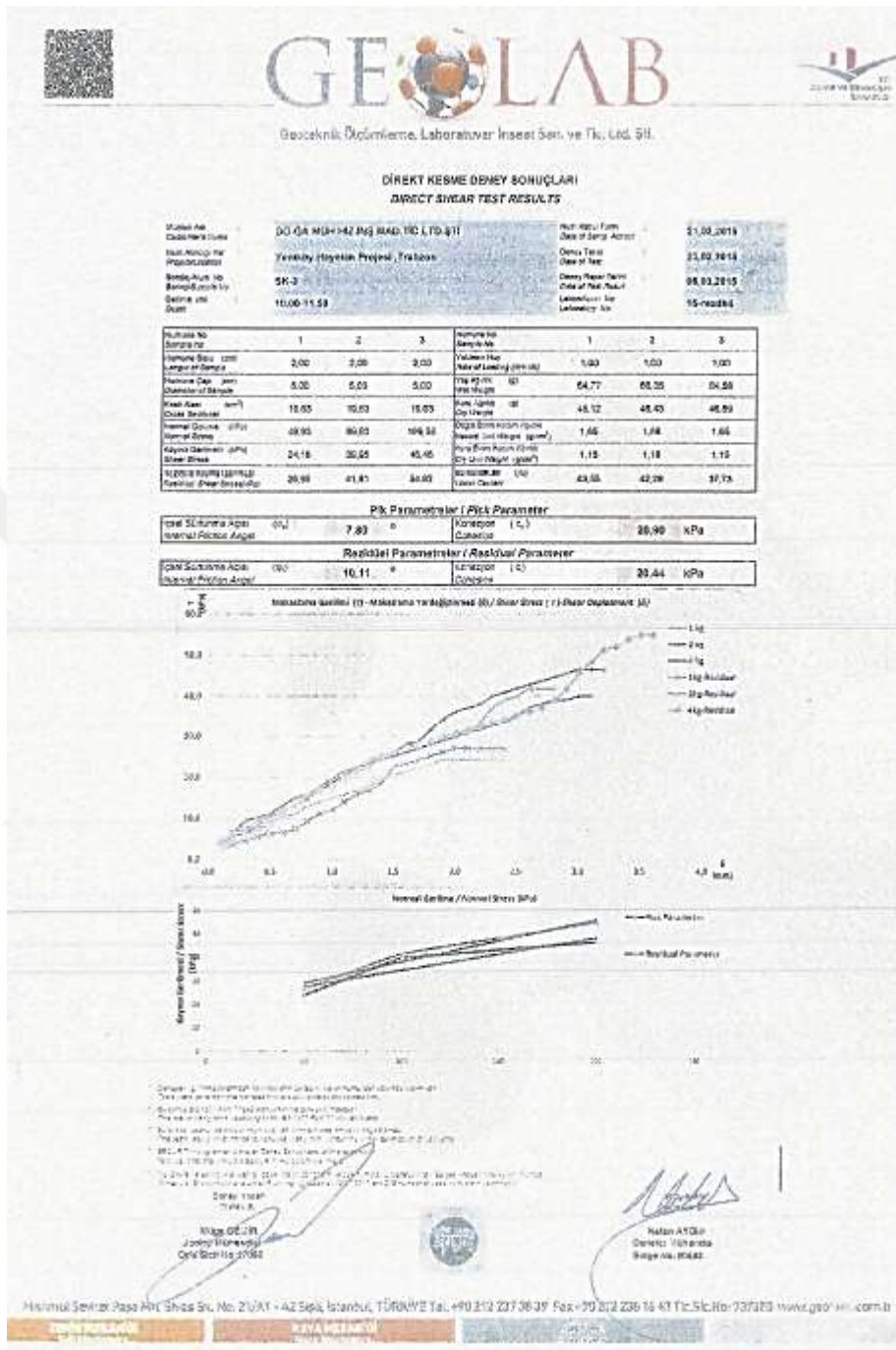
  

\* Deneyler ilgili tüm standartlar doğrultusunda yapılmıştır. Aynı numune için farklı sonuçlar çıkmaz.  
 \* Tests are done in line with all standards that are given by the Atterberg test.  
 \* Aynı numune için farklı sonuçlar çıkmaz.  
 \* The test is done in line with all standards that are given by the Atterberg test.  
 \* Aynı numune için farklı sonuçlar çıkmaz.  
 \* The test is done in line with all standards that are given by the Atterberg test.  
 \* Aynı numune için farklı sonuçlar çıkmaz.  
 \* The test is done in line with all standards that are given by the Atterberg test.  
 \* Aynı numune için farklı sonuçlar çıkmaz.  
 \* The test is done in line with all standards that are given by the Atterberg test.

Deney Yapan / Tested By: **Müge DEMİR**  
 Jeolojik Mühendisliği / Geotechnical Engineering  
 Orta Bülent, Kaç: 17050

Deney Yapan / Tested By: **Kelime AYDIN**  
 Denetçi Mühendisliği / Control Engineering  
 Beştepe, Kaç: 20593

44291411 Sınai Park, Sk. No: 21/YA1 - A3 Sok. (Merkez), Trabzon/Türkiye Tel: +90 212 227 26 39 Fax: +90 212 228 16 43 E-Posta: info@geolab.com.tr





# GEOLAB

Geometrik Ölçümleme, Laboratuvar İnceleme ve Tic. Ltd. Şti.



## DANE BOYU DAĞILIMI DENEY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS

Müşteri Adı  
Customer's Name

İnceleme No  
Project No

Çalışma No  
Job No

DOĞA MÜH. HIZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ

Yeniköy Hıyelan Projesi, Trabzon

ŞİK-3

Laboratuvar No  
Laboratory No

15-204eaf

Nam Kılıç Türker  
Date of Sample Accept

21.02.2015

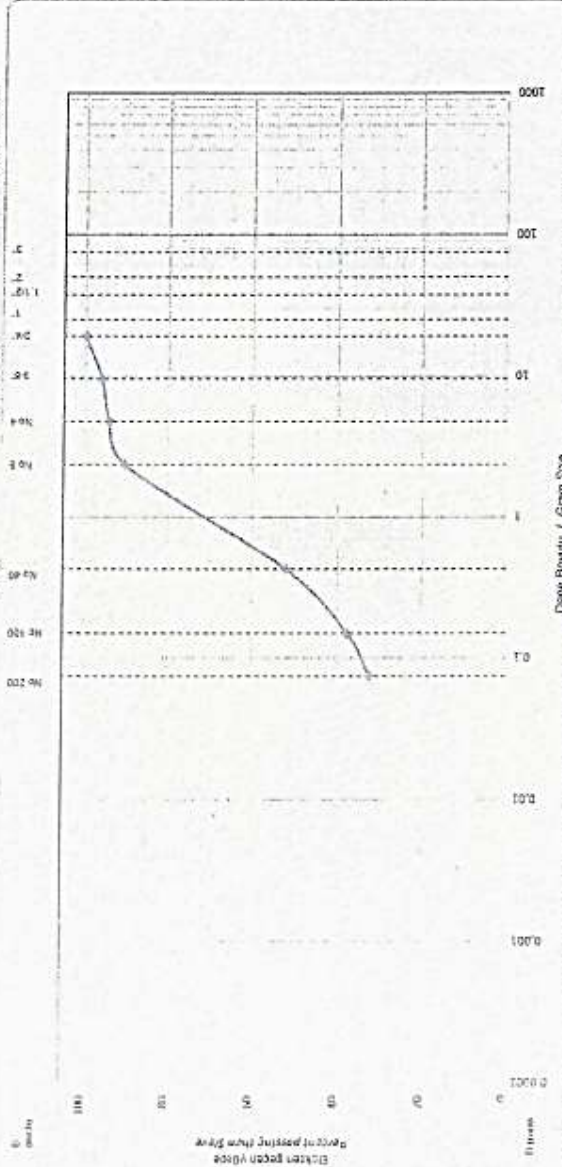
Deneş Tarihi  
Date of Test

24.02.2015

Deneş Rapor Tarihi  
Date of Test Report

06.03.2015

Form No: DR-09




Sieve No	Sieve Size	Open %	Open % (Average)
3	75	100.00	100.00
2	50	100.00	100.00
1	37.5	100.00	100.00
1.18	25	99.00	99.00
1.75	19	99.00	99.00
3.0	12.5	99.00	99.00
4.75	9.5	98.00	98.00
7.5	7.5	94.00	94.00
15	4.75	80.00	80.00
30	2.36	60.00	60.00
60	1.18	40.00	40.00
120	0.6	25.00	25.00
250	0.3	15.00	15.00
500	0.15	10.00	10.00
1000	0.075	5.00	5.00

D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)
0,000	0,000	0,604

Deneyi Yapan / Tested By: **MOĞE DEMİR**  
 Deneyi Kontrol Eden / Checked By: **Jeolojik Mühendisler**  
 Ofis Sicil No: **TR7060**

Deneyi Yapan / Tested By: **Müslül**  
 Deneyi Kontrol Eden / Checked By: **Müslül**  
 Ofis Sicil No: **20563**

Form No: DR-09 / Form No: DR-09  
 Geometrik Ölçümleme, Laboratuvar İnceleme ve Tic. Ltd. Şti. / Geometric Measurement, Laboratory Inspection and Trade Ltd. Co.  
 İstanbul / İstanbul  
 Tel: +90 212 237 38 39 / Fax: +90 212 238 16 43 / Ticaret Sicil No: 737355 / www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti

**ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS**

Müşteri Adı Customer's Name	DOĞA MÜHÜRİZ İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Müşteri Kabul Tarihi Date of Being Accepted	21.02.2015
Müşteri Adresi Project/Location	Yeniköy Hayatın Projesi, Trabzon	Deneysel Tarihi Date of Test	26.02.2015
Sonuç Raporu No Report/Sample No	SK-3	Deneysel Rapor Tarihi Date of Test Report	06.03.2015
Deneyin Adı Deno	16.00-16.00	Laboratuvar No Laboratory No	15-234415
RAPOR NO: DR-02			

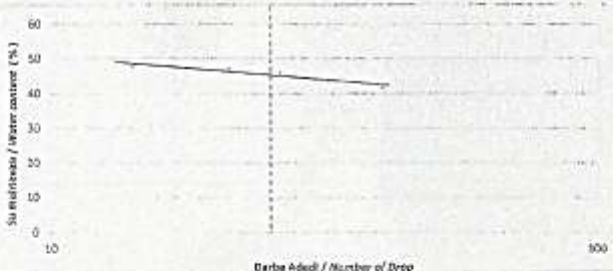
  

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	197	160	310	330	330
Çarba Adedi Number of Drop	40	32	26	21	14
Yığılma Numarası + Kap Vial Sample + Cup	34,06	35,36	51,10	50,81	41,24
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	32,05	35,15	47,42	46,85	37,05
Su Miktarı Amount Water	2,31	3,23	3,68	3,96	4,18
Kap Ağırlığı Weight of Cup	27,13	27,77	39,40	38,42	36,30
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	5,52	7,58	8,02	8,43	8,75
Su İçeriği (%) Water Content	41,00	43,77	45,89	46,58	47,89

	1	2
Kap No / Cup No	476	479
Yığılma Numarası + Kap Vial Sample + Cup	40,38	28,80
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	40,09	28,58
Su Miktarı Amount Water	0,24	0,22
Kap Ağırlığı Weight of Cup	36,12	26,60
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	1,97	1,78
Su İçeriği (%) Water Content	12,18	12,38



Çarba Adedi / Number of Drop

Liquid Limit	46,1
Plastic Limit	12,3
Plasticity Index	33,8

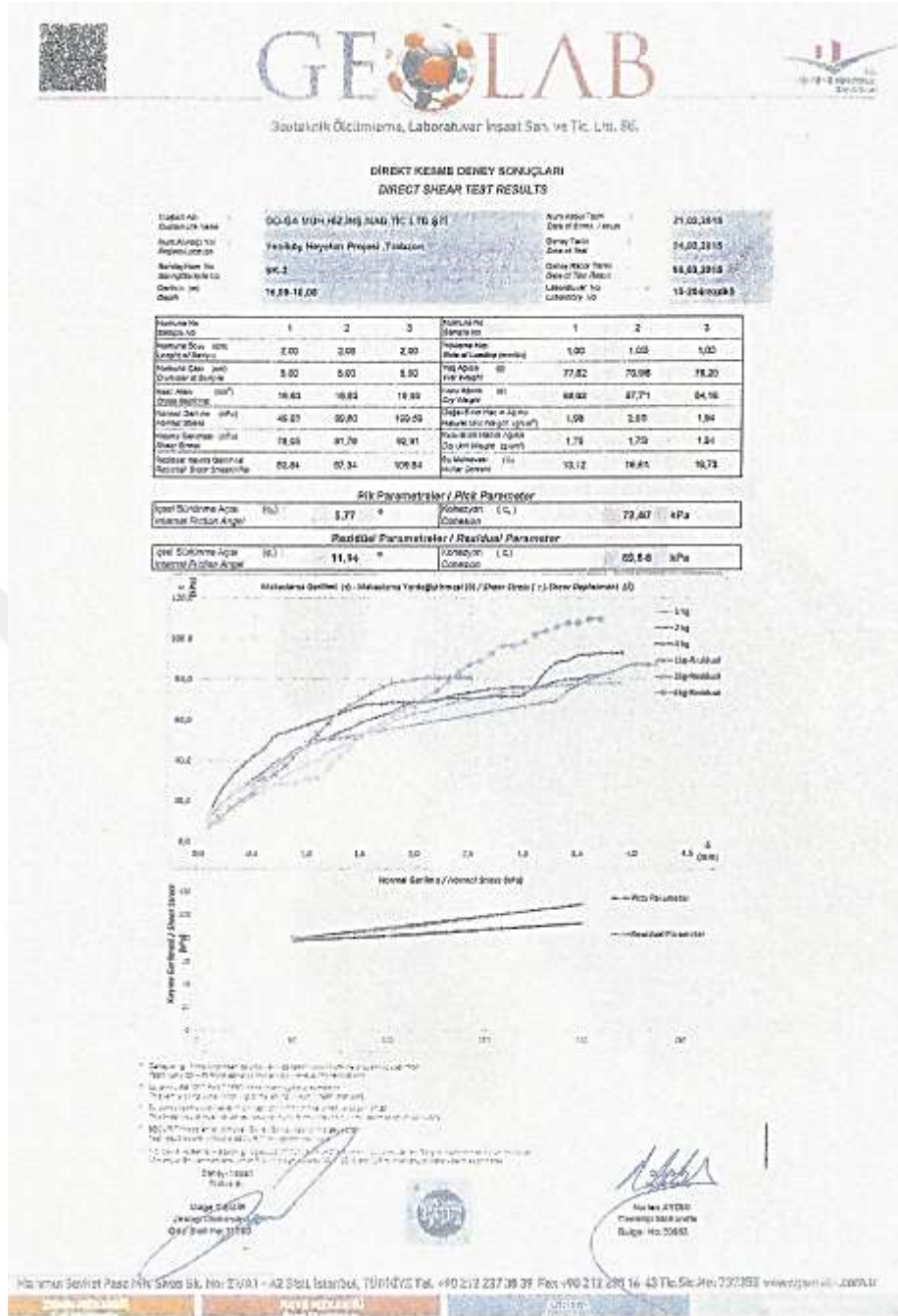
Deneyler ilgili formu kullanarak gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Her ölçümün yanında raporlar da hazırlanmıştır. Bu sonuçlar, ASTM D 4318-03 standardına göre yapılmıştır. The test is being done according to the ASTM D 4318-03 standard. So, every result is accompanied with a report. The test results are not accompanied with any form containing the test parameters or the test procedure. The result is accompanied with a report. The test results are not accompanied with any form containing the test parameters or the test procedure. The test results are not accompanied with any form containing the test parameters or the test procedure. The test results are not accompanied with any form containing the test parameters or the test procedure.


Deneyi Yapan / Tested by: **Müge ÖZBİLİR**  
Jeoloji Mühendisi / Geologist  
Çade Bilgi No: 13053

Deneyi Yapan / Tested by: **Melen AYDIN**  
Deneyçi Mühendisi / Test Engineer  
Bilgi No: 20083

Hacıhalilpaşa Mah. Sinek Sok. No: 21/AT - A2 Skat. İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 227 38 39 Fax: +90 212 238 14 42 Tic.Sic.No: 279381 İnternet: www.geolab.com.tr







Doğal ve Yapısal Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**NOKTA YÜRÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU**  
**POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT**

Müşteri Adı Customer's Name	DO-ĞA MUH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Num. Kabul Tarihi Date of Samp. Accept.	RAPOR NO: CR-17 21.02.2015
Müş. Adı ve Yer Project Location	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Deney Num. No Sample No	SİK-3	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	28.00-27.00	Laboratuvar No Laboratory No	15-204my7

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yüklenme Yürütme Failure Load P (kN)	Karot Çapı Eqv. Core Diam. D (mm)	$D_c^2$ mm <sup>2</sup>	$(\sqrt{P/10})^2 D_c^2$ (MPa)	F (MPa)	$I_{cs}$ (MPa)
1	d		40	0,2					0,13
2	d		41	0,2					0,12
3	d		37	0,2					0,18
4	d		30	0,2					0,22
5	d		21	0,2					0,48
6	d		20	0,2					0,50
7	d		34	0,2					0,17
8	d		27	0,2					0,27
9	d		28	0,2					0,30
10	d		25	0,2					0,32
$I_{cs}$ (Ort.) Mpa									0,26

1 Düzgün Şekli Olmayan Deneysel  
Irregular Lump Test

2 Eksenel Deneysel  
Axial Test

3 Çapak Deneysel  
Diameter Test

4 Blok Deneysel  
Block Test


  

\* Deneysel sonuçlar, test edilen numunelerin fotoğraflarıyla birlikte sunulmaktadır.  
 \* Results must come from the samples that are delivered by the related firm.  
 \* Bu sonuçlar EN 12518 standardına göre raporlanmıştır.  
 \* The test is being done according to the EN 12518 standards.  
 \* Bu deneyler için Laboratuvarımızın yazılı izninizle belirlenmiş ve doğrulanmıştır.  
 \* This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.  
 \* SECURITY (Güvenlik) bilgileri Deney Sonuçları raporlarında yer almaz.  
 \* Test results reports without a SECURITY (Güvenlik) information are invalid.  
 \* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) tarafından 28.07.2010 tarih ve 558 sayılı Bakanlık Kararı ile Bakanlıkça kurulmuş ve Bakanlıkça yetkilendirilmiş ve Uzman Fikirliğin alınmasıyla 28.07.2010 tarih ve 558 sayılı Bakanlık Kararı ile Bakanlıkça kurulmuş ve Bakanlıkça yetkilendirilmiş Laboratuvarın (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) izniyle çalışmaktadır.

Deneyi Yapan  
Tested By

Müge DEMİR  
Jeolojik Mühendis  
Ode Sicil No: 17080



Deneyi Yapan  
Tested By

Nalan AYDIN  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583

Hakkımızda | Hizmetlerimiz | İletişim

Hakkımızda | Hizmetlerimiz | İletişim



## HOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşari Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜH HİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ	Num.Kabul Tarihi Date of Recep. Accept	RAPOR NO: DR-17 21.02.2015
Num.Konulu Yar Project Location	Yenikky Meydan Projesi , Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Sonuç Num. No Result Sample No	SK-3	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Çalışık (m) Depth	29.00-30.00	Laboratuvar No Laboratory No	15-204myŞ

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çapı Diameter D (mm)	Yerine Yüklü Failure Load P (kN)	Karar Çapı Equip. Core Diam. D (mm)	$d_c^2$ mm <sup>2</sup>	Levresiz $d_c^2$ (MPa)	$f_{cs}$ (MPa)
1	d		39	0,2				0,13
2	d		31	0,2				0,21
3	d		34	0,2				0,17
4	d		29	0,2				0,24
5	d		28	0,2				0,26
6	d		22	0,2				0,41
7	d		20	0,2				0,50
8	d		30	0,2				0,22
9	d		25	0,2				0,32
10	d		24	0,2				0,35
$f_{cs}$ (Ortl.) Mpa								0,28

Düzensiz Şekil Örnek Deneyi  
 Irregular Lintel Test  
 Eksenal Deney  
 Axial Test

Çapsal Deney  
 Diameter Test  
 Blok Deney  
 Block Test

\* Deneyler için firma tarafından ilgili mevzuatla belirlenen minimum sayıda deneyler yapılacaktır.  
 Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney TS EN 12523 standardına göre yapılmıştır.  
 The test is being done according to the TS EN 12523 standard.

\* Bu deney raporları Laboratuvarımız tarafından çıkarılmadan basılmamalıdır ve profilatınadır.  
 The test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.


\* SECURITY hologramları olmayan Deney Sonuç raporları yapılmamıştır.  
 Test result reports without a SECURITY hologram are issued.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak ve Su Kaynakları Laboratuvarı ile Birlikte çalışmaktadır.  
 Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change of Turkey.

Deney Yapan  
 Tested By  
 Müge DEMİR  
 Jeolojisi Mühendisi  
 Önce Sicil No: 17080



Deneyi Yapan  
 Tested By  
 Nalan AYDIN  
 Denetçi Mühendis  
 Belge No: 20583



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat Serv. ve Tic. Ltd. Şti.

### NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

#### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

**Müşteri Adı / Customer's Name :** DOĞA MÜH.HİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ

**Num.Kabul Tarihi / Date of Samp. Accept :** 21.02.2015

**Marka/Alan/Yer / Project Location :** Yanıköy Heyelan Projesi / Trabzon

**Deney Tarihi / Date of Test :** 24.02.2015

**Sondaj Num. No / Sondaj/Sonuç No :** SK-3

**Deney Raporu Tarihi / Date of Test Report :** 06.03.2015

**Derinlik (m) / Depth :** 38,00-39,00

**Laboratuvar No / Laboratory No :** 15-204my3

**RAPOR NO: DR-17**

Örnek No / Sample No	Deney Türü / Type of Test	Genişlik / Width / W (mm)	Çap / Diameter / D (mm)	Yerine Yarı / Failure Load / p (kN)	Kare Çapı / Equ. Core Diam. / D (mm)	$C_u^2$ / $\text{cm}^2$	$I_p(D^2 \cdot 10^3) / D_c^2$ / (MPa)	F	$I_{sp}$ / (MPa)
1	d		41	0,5					0,30
2	d		37	0,2					0,15
3	d		34	0,2					0,17
4	d		30	0,2					0,22
5	d		27	0,2					0,27
6	d		24	0,2					0,35
7	d		21	0,2					0,45
8	d		34	0,2					0,17
9	d		30	0,2					0,22
10	d		27	0,2					0,27
<b>İSD (Ort.) Mpa</b>									<b>0,26</b>

○ Düzeneğe Şekli Ölçek Deneyi / Irregular Lump Test

□ Eksaneri Deneyi / Excentric Test

□ Aşıl Test

○ Çepsel Ölçümler / Diameter Test


□ Blok Deneyi / Block Test

□ Blok Test

\* Deneyler ilgili firmadan teslim edilen laboratuvarlarda teslim edilen parametreler çerçevesinde yapılmıştır.  
 \* Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.  
 \* Bu deney İSRM 1985 standartlarına göre yapılmıştır.  
 \* This test is being done according to the İSRM 1985 standards.  
 \* Bu deney raporları Laboratuvarımız yetkilisi tarafından onaylanmıştır ve geçerlidir.  
 \* The İSRM results must not be reintroduced in any form without the written permission of laboratory.  
 \* SECURITY: her ogrenmeden alınmayan Deney Sonuç raporlarını a güvenlidir.  
 \* The result reports without a SECURITY hologram are invalid.  
 \* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 26.07.2010 tarih ve 305 sayılı Bakanlık Kararı ile Bakanlıkça onaylanmıştır.  
 \* Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change, 26.07.2010 and 305 number of Lab. history permanent notes.

**Deneyi Yapan / Tested By**

Müge DEMİR  
Jeolojik Mühendis  
Oda Sicil No: 17006



**Deneyi Yapan / Tested By**

Riwan AYDIN  
Deneyçi Mühendis  
Belge No: 20583

Hizmetli Servisi: Pazar No. Sivas Sit. No: 21/11 - A2 5.ML. İZANCI, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 39 Fax: +90 212 238 16 43 Tlx: Sic.No: 72795 www.geolab.com.tr



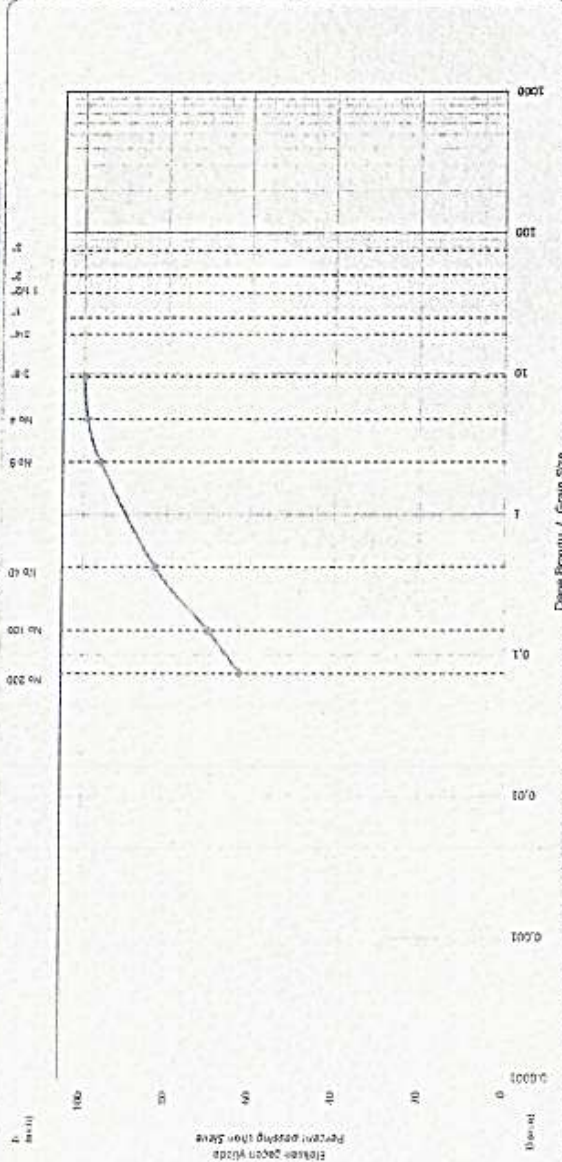
# GEOLAB

Geoteknik Döğüneme, Laboratuvar İnceleme ve Tic. Ltd. Şti.

## DANE BOYU DAĞILIMI DENEY SONUÇLARI / GRAIN-SIZE ANALYSIS TEST RESULTS

**Müşteri Adı / Customer's Name:** DOĞA MÜH.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ  
**İnceleme No / Report No.:** YENİKÖY HEYETAN PROJESİ, TRABZON  
**Sonuç Yürütme No / Investigation No.:** SK-4  
**Laboratuvar No / Laboratory No.:** 15-204e88  
**Num.Kabul Tarihi / Date of Sample Arrival:**  
**Deneysel Tarihi / Date of Test:**  
**Deneysel Rapor Tarihi / Date of Test Report:**

**RAPOR NO. DR-03**  
**21.02.2015**  
**24.02.2015**  
**06.03.2015**



Sieve No / Şebeke No.	Sieve Size (mm) / Şebeke Boyutu (mm)	Percentage Passing (%) / Geçen Oran (%)	Percentage Retained (%) / Kalan Oran (%)
3	75	100	0
2	150	100	0
1	300	100	0
1.1/2	37.5	100	0
1	25	100	0
3/4	19	100	0
3/8	9.5	100	0
No 4	4.75	100	0
No 8	2.36	100	0
No 10	1.9	100	0
No 20	0.85	100	0
No 40	0.425	100	0
No 60	0.25	100	0
No 100	0.15	100	0
No 200	0.075	100	0

D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)
0,000	0,000	0,000

Uniformity Katsayısı / Coefficient of Uniformity (Cu)	Streaklik Katsayısı / Coefficient of Curvature (Cc)
-	-

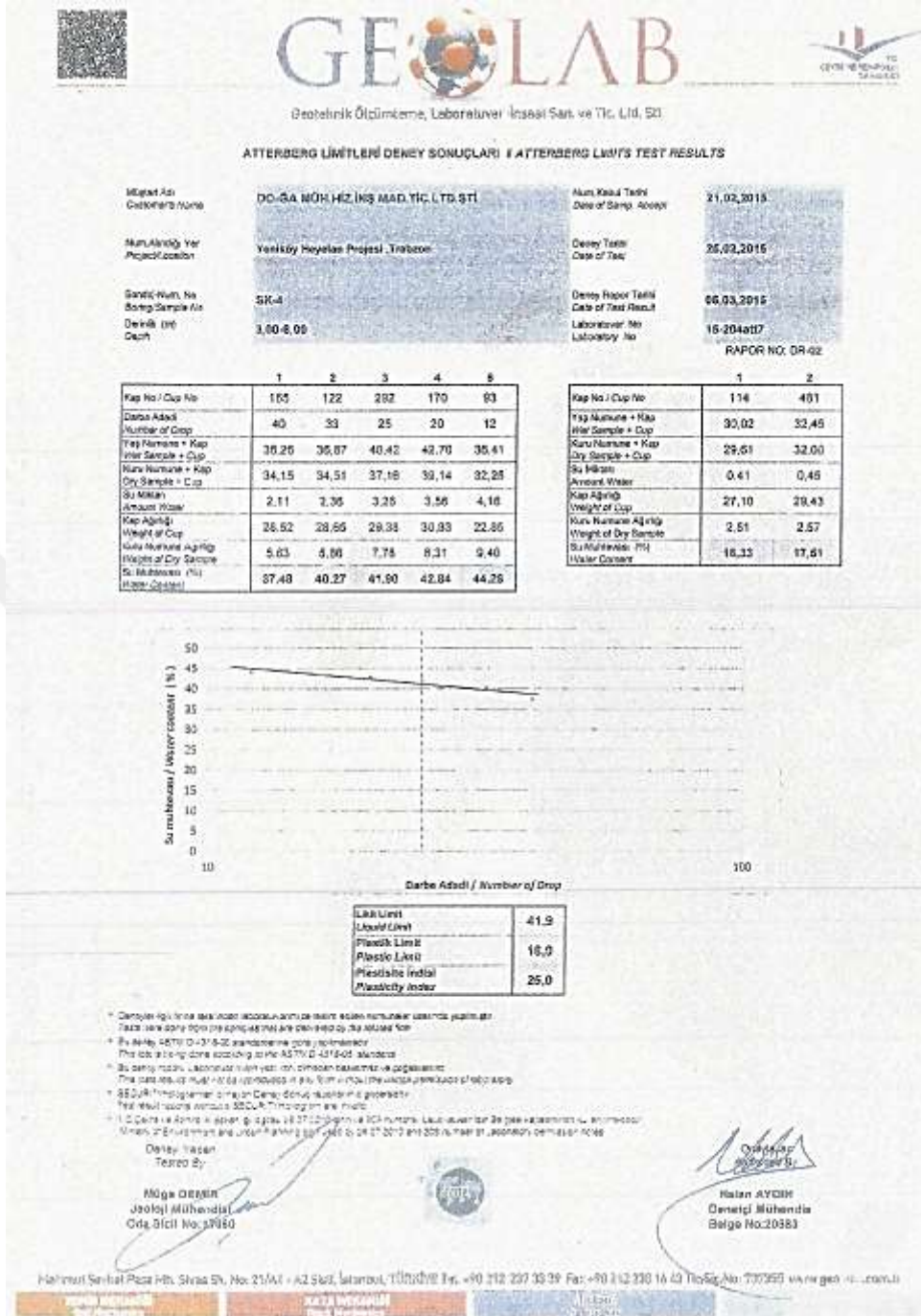
**Deney Yapan / Tested By:** Müge DEMİR  
**Deney Yapanın Adı / Name of the Tester:** Joseph Mihendhis  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** 009 Sicil No: 71060

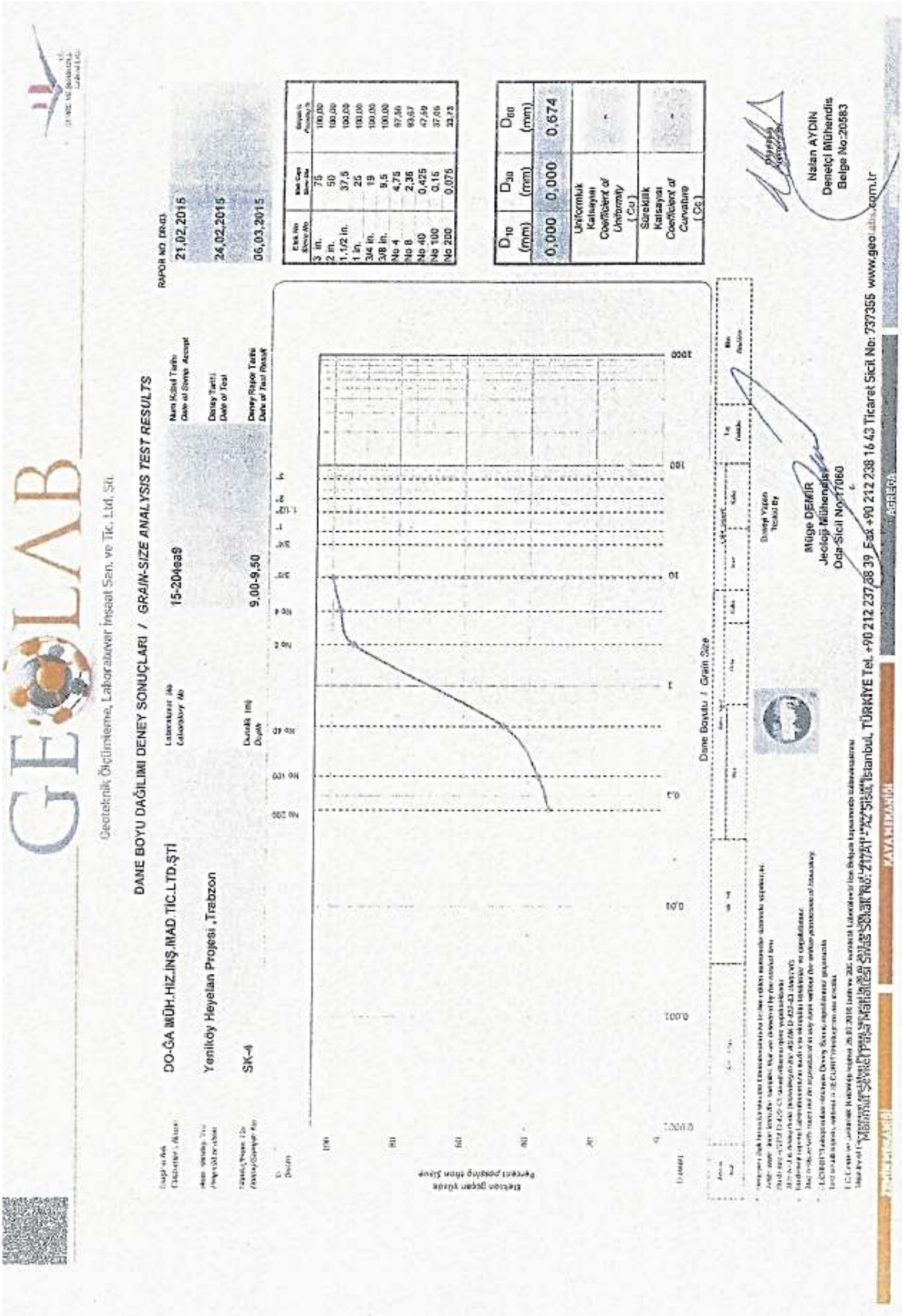
**Deney Yapanın Adı / Name of the Tester:** Naim AYDIN  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** Belge No: 20583

**Deney Yapanın Adı / Name of the Tester:** Müge DEMİR  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** Joseph Mihendhis  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** 009 Sicil No: 71060

**Deney Yapanın Adı / Name of the Tester:** Müge DEMİR  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** Joseph Mihendhis  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** 009 Sicil No: 71060

**Deney Yapanın Adı / Name of the Tester:** Müge DEMİR  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** Joseph Mihendhis  
**Deney Yapanın No. / No. of the Tester:** 009 Sicil No: 71060





RAPOR NO: DEK-3  
21.02.2015  
24.02.2015  
06.03.2015

Sieve No. Etilik No.	Sieve Size Etilik Boyu	Percent Oran (%)
75	3	100.00
50	2	100.00
37.5	1.18	100.00
25	1.18	100.00
19	3/8	100.00
15	3/8	100.00
9.5	No 4	97.50
4.75	No 8	93.57
2.35	No 40	47.59
0.15	No 100	37.06
0.075	No 200	33.73

$D_{10}$ (mm)	$D_{30}$ (mm)	$D_{60}$ (mm)
0.000	0.000	0.674
Uniformity Coefficient (Cu)		
Stokastik Katsayısı Coefficient of Curvature (Cc)		

*M. Demir*  
Nalan AYDIN  
Denetçi Mühendis  
Belge No:20983


M. DEMİR  
Jeoloji Mühendisi  
Ordu Sicil No:17080

DOĞA MÜH. HİZ. İNŞ. İMAD. TİC. LTD. ŞTİ  
Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon  
SİK-4  
Laboratuvar No: 15-204a9  
Deney Tarihi: 21.02.2015  
Deney Rapor Tarihi: 06.03.2015

GEOTEKNİK ÖLÇÜMLEME, LABORATUVAR İNŞAAT SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.  
GEOTEKNİK ÖLÇÜMLEME, LABORATUVAR İNŞAAT SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.  
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı  
MİLLÎ VE NİHAZETLER BAKANLIĞI  
KAVAYERANLI  
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı  
MİLLÎ VE NİHAZETLER BAKANLIĞI  
KAVAYERANLI  
T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı  
MİLLÎ VE NİHAZETLER BAKANLIĞI  
KAVAYERANLI







Genelkurul Ölçümleme, Laboratuvar İşletim San. ve Tic. Ltd. Şti

**DİREKT KESME DENEY SONUÇLARI**  
**DIRECT SHEAR TEST RESULTS**

Uygulama Adı Customer Name	00-04 İZMİR-İZMİR HAVA YOLU İTO ŞİTİ	Deney Yapılan Tarih Date of Test	31.01.2015
Yapılan İşin Adı Project Name	Yeni bir Havalimanı Projesi, Trabzon	Deney Yeri Date of Test	23.02.2015
Seminerin Adı Sample No	SK-4	Deney Yeri Tutarı Date of Test Result	08.03.2015
Ölçüm Adı Spec	3.66-0.55	Laboratuvar Adı Laboratory No	15-304rand05

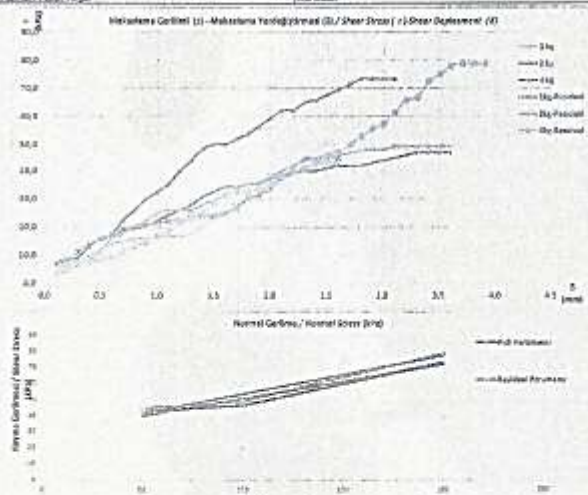
Parametre Adı Parameter No	1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Normal Gerilim (kPa) Normal Stress	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00			
Normal Gerilim (psi) Normal Stress	0.29	0.29	0.29	0.14	0.14	0.14			
Dikey Gerilim (kPa) Vertical Stress	10.63	10.63	10.63	5.31	5.31	5.31			
Dikey Gerilim (psi) Vertical Stress	1.52	1.52	1.52	0.76	0.76	0.76			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (kPa) Normal Stress / Vertical Stress	0.19	0.19	0.19	0.26	0.26	0.26			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (psi) Normal Stress / Vertical Stress	0.19	0.19	0.19	0.26	0.26	0.26			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (kPa) Normal Stress / Vertical Stress	42.71	42.71	42.71	21.35	21.35	21.35			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (psi) Normal Stress / Vertical Stress	6.12	6.12	6.12	3.06	3.06	3.06			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (kPa) Normal Stress / Vertical Stress	44.00	44.00	44.00	22.00	22.00	22.00			
Normal Gerilim / Dikey Gerilim (psi) Normal Stress / Vertical Stress	6.31	6.31	6.31	3.15	3.15	3.15			

**Peak Parametreler / Peak Parameters**

Peak Gerilim (kPa) Peak Stress	12.00	12.00	12.00	Peak Gerilim (psi) Peak Stress	1.72	1.72	1.72
-----------------------------------	-------	-------	-------	-----------------------------------	------	------	------

**Residual Parametreler / Residual Parameters**

Residual Gerilim (kPa) Residual Stress	13.47	13.47	13.47	Residual Gerilim (psi) Residual Stress	1.94	1.94	1.94
---	-------	-------	-------	---	------	------	------



Normal Gerilim / Normal Stress (kPa) vs. Kesme Gerilimi / Shear Stress (kPa)

**NOTLAR / NOTES:**

- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.
- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.
- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.
- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.
- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.
- Deneyin amacı, test edilen toprak için maksimum kesme gerilimi belirlemektir.

Deney Yeri  
Tarih: 01/02/2015


Yapılan İşin Adı  
Yeni Havalimanı Projesi, Trabzon

Ölçüm Adı  
SK-4


Deney Yeri  
Tarih: 01/02/2015

Yapılan İşin Adı  
Yeni Havalimanı Projesi, Trabzon

Ölçüm Adı  
SK-4




Genelkurul Ölçümleme, Laboratuvar İşletim San. ve Tic. Ltd. Şti  
 Adana Şubesi, Atatürk Bulvarı, 46100 Adana, Türkiye  
 Tel: +90 312 217 08 89 Fax: +90 312 216 18 48 E-Posta: info@geolab.com.tr www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümler, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşteri Adı / Customer's Name : DO-GA MÜH.HİZİNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ

Num.Kayıtlı Yeri / Project Location : Yanıköy Heyelan Projesi , Trabzon

Sonuç Num. No / Sample No : BK-4

Derinlik (m) / Depth : 15,00-16,00

Num.Kayıtlı Tarihi / Date of Samp. Accept : 21.02.2015

Deney Tarihi / Date of Test : 24.02.2015

Deney Raporu Tarihi / Date of Test Report : 06.03.2015

Laboratuvar No / Laboratory No : 15-204ny10

RAPOR NO: DR-17

Deney No / Sample No	Deney Türü / Type of Test	Genişlik / Width	Çap / Diameter	Yanama Yükü / Failure Load	Karot Çapı / Equv. Core Diam.	$D_c^2$	$(\pi P^{1/2}) / D_c^2$	F	I <sub>sd</sub>
		W (mm)	Ø (mm)	P (kN)	Ø (mm)	mm <sup>2</sup>	(kPa)		
1	d		35	4,7					3,84
2	d		30	5,0					5,56
3	d		27	7,0					9,50
4	d		20	3,9					9,75
5	d		24	4,0					5,94
6	d		27	5,0					6,86
7	d		28	5,0					7,40
8	d		25	4,0					6,40
9	d		24	3,0					5,21
10	d		23	2,0					3,78
I <sub>sd</sub> (Ort.) Mpa									6,53

⊖ Düzenli Şekilli Deney Deneyi / Regular-Lump Test

⊖ Eksik Deney / Axiel Test

⊖ Çapal Deney / Diameter Test

⊖ Blok Deney / Block Test

\* Deneyler ilgili firmaların kendi laboratuvarlarında gerçekleştirilen çalışmalarla gerçekleştirilmiştir.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deneyler EN 12697 standardına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the EN 12697 standard.

\* Bu deneyler için Laboratuvarımızdaki diğer denemelerle beraber çalışılmamıştır.  
This test result must not be reproduced if they don't verify the written permission of laboratory.

\* SECURITY logosunun sırtında Deney Sonuç raporlarımızı gizlenmiştir.  
Test result reports without a SECURITY Hologram are invalid.


\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İçişleri Bakanlığı ve 833 numaralı Bakanlık Kararı ile belgeli işletme not kütüphanesi ile faaliyetini sürdürmektedir ve üzeri Parkینگ sign video by 08.37.38.18 and 300 number of Laboratory permission area.

Deneyi Yapan / Tested By:

Müge DEMİR

Jeolojik Mühendislik

Oda Sicil No: 12050




Onaylayan / Approved By:

Halil AYDIN

Denetçi Mühendis


Belge No: 20553

Halkın Bilgi ve İhtiyaçlarına Hizmet Etmek İçin 21/01 - 42 Sivil İşleri, YÖKÜNE Tel: +90 212 239 38 39 Fax: +90 212 238 16 43 Tlx: 51611 937355 www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUÇU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşteri Adı / Customer's Name: **DO-ŞA MÜH.HİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ**

Num. Kabul Tarihi / Date of Accept: **21.02.2015**

Num. Alındığı Yer / Project Location: **Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon**

Deney Tarihi / Date of Test: **24.02.2015**

Sondaj Num. No / Boring/Sample No: **BK-4**

Deney Raporu Tarihi / Date of Test Report: **06.03.2015**

Derinlik (m) / Depth: **25,00-26,00**

Laboratuvar No / Laboratory No: **15-204ny11**

RAPOR NO: DR-17

Örnek No / Sample No	Deney Türü / Type of Test	Geniçlik / Width / W (mm)	Çap / Diameter / Ø (mm)	Yıkılma Yükü / Failure Load / P (kN)	Karot Çapı / Equip. Core Diam. / Ø (mm)	$D_c^2$ / mm <sup>2</sup>	$(P/10^3)/D_c^2$ / (MPa)	F	$I_{sp}$ / (MPa)
1	d		40	0,2					0,13
2	d		37	0,2					0,18
3	d		34	0,2					0,17
4	d		30	0,2					0,22
5	d		27	0,2					0,27
6	d		20	0,2					0,50
7	d		34	0,2					0,17
8	d		36	0,2					0,15
9	d		40	0,2					0,13
10	d		30	0,2					0,22
<b><math>I_{sp0}</math> (Ort.) Mpa</b>									<b>0,21</b>

Düzensiz Şekilli Örnek Deneyi / Irregular Shaped Test  
 Eksanal Deney / Axial Test  
 Çapalı Deney / Diameter Test  
 Blok Deney / Block Test

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numunelerin üzerinde yapılmıştır. / Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.


\* Bu deney İSIRI 1989 standardlarına göre yapılmıştır. / This test is being done according to the İSIRI 1989 standards.

\* Bu deney raporları laboratuvarımız tarafından çıkarılmadan başka bir yere yayılmamalıdır. / This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY hologramları olmayan Deney Sonuç Raporlarımız geçersizdir. / Test result reports without a SECURITY Hologram are invalid.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak 25.07.2010 tarih ve 205 numaranın Laboratuvar'ın Gelmesi kapsamında huzurla imdadır. / Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change signed on 25.07.2010 and 205 number of Laboratory permission notes.

Deneyi Yapan / Tested By: **Milge DEMİR**  
 Jeolojik Mühendis / Geological Engineer  
 Oda Sicil No: 17060



Denetleyen / Checked By: **Nalan AYDIN**  
 Denetim Mühendisi / Control Engineer  
 Belge No: 20583

Hatırlatma: Posta ile, SMS ile, İletişim: 216 211 237 38 39 Fax: +90 212 228 18 43 E-Posta: info@geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

### NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

#### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşeri Adı Customer's Name	DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Num./Kabul Tarihi Date of Sample Accept	RAPOR NO: DR-17 21.02.2015
Num./Alanda Yeri Project/Location	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	34.02.2015
Sondaç Num. No Sonde/Sample No	BK-4	Deney Rapor Tarihi Date of Test Report	06.03.2016
Derinlik (m) Depth	36,00-36,00	Laboratuvar No Laboratory No	15-204ny12

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width W (mm)	Çap Diameter D (mm)	Yatırım Yüğü Palfone Load p (kN)	Kerf Çapı Ezme Çapı Diam	$D_1^2$	$(L_0 P^{1/3})^2 D_1^2$	F	$I_{50}$
						mm <sup>2</sup>	(MPa)		(MPa)
1	d		40	3,7					2,31
2	d		37	5,0					3,66
3	d		35	4,5					3,67
4	d		30	4,0					4,44
5	d		27	3,5					4,80
6	d		20	1,5					3,75
7	d		25	2,0					3,20
8	d		24	1,5					2,60
9	d		29	3,0					3,57
10	d		28	1,2					1,53
$I_{50} (Ort.)$ MPa									3,35

1 Düzensiz Bölünmüş Deney  
Irregular Lump Test

2 Düzensiz Deney  
Block Test

3 Aksal Deney  
Axial Test

4 Çapraz Çökme Deneyi  
Cone Penetration Test

5 Blok Deneyi  
Block Test

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney ISRM 1985 standartlarına göre yapılmaktadır.  
This test is being done according to the ISRM 1985 standards.

\* Bu deney numuneleri laboratuvarımıza yollanırken taşıma ve depolama koşulları ve raporlarımız.  
The test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.


\* SECURITY konularından oluşmuş Deney Sonuç Raporlarımızı güvenli bir şekilde yayımlanmamız için SECURITY Hattımızı kullanıyoruz.  
Test result reports without a SECURITY Hattımız are invalid.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toprak ve Su Kaynakları Laboratuvarları Belge Almak İçin Kurulmuşdur.  
Ministry of Environment and Urban Planning sign used by 06.07.2010 and 205 number of Laboratory permission code.

Deneyi Yapan  
Tested By



Müge DENİZ  
Jeolojik Mühendislik  
Orta Sicil No: 77050




Deneyi Yapan  
Tested By




Nalan AYDIN  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583

Hörsel Şişli Paşa Mh. Şişli Sk. No: 21/A1 - A2 Şişli, Şişli, İstanbul / Türkiye | Tel: +90 312 207 30 99 | Faks: +90 312 208 14 42 | Tic.Sic.No: 297396 | www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlama, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



## NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşteri Adı / Customer's Name : DO-ĞA MÜH.İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ

Num.Kabul Tarihi / Date of Recep. Accept : 21.02.2015

Yeni Alınış Yeri / Project Location : Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon

Deney Tarihi / Date of Test : 24.02.2015

Sondaj Num. No / Boring/Section No : SK-4

Deney Raporu Tarihi / Date of Test Report : 06.03.2015

Denetim (m) / Depth : 41,00-42,00

Laboratuvar No / Laboratory No : 15-204ny13

RAPOR NO: DR-17

Örnek No Sample No	Deney Türü Type of Test	Genişlik Width		Yarımlama Yükü Failure Load	Kareli Çapı Eqva. Circle Diam.	D <sub>50</sub> <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	I <sub>p</sub> *(P*10 <sup>3</sup> )/D <sub>50</sub> <sup>2</sup> (MPa)	F	I <sub>pn</sub> (MPa)
		W (mm)	D (mm)						
1	d	40	0,2						0,13
2	d	35	0,2						0,16
3	d	30	0,2						0,22
4	d	21	0,2						0,45
5	d	27	0,2						0,27
6	d	24	0,2						0,35
7	d	26	0,2						0,30
8	d	25	0,2						0,32
9	d	28	0,2						0,26
10	d	27	0,2						0,27
<b>I<sub>pn</sub> (Ort.) Mpa</b>									<b>0,27</b>

Düzlemsel Şekilli Örnek Deneyi  
Regular Laminar Test

Blok Deneyi  
Block Test

Çapraz Çubuk Deneyi  
Cubular Test

Blok Deneyi  
Block Test

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımıza teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deney İSPM 1695 standartlarına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the İSPM 1695 standard.


\* Bu deney sonucu Laboratuvarımız tarafından dışarıya dağıtılmamıştır.  
The test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY bilgileriyle birlikte Deney Sonuç Raporları ile gönderilir.  
Test results reports without a SECURITY Histogram are invalid.

\* T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İnceleme 28.07.2010 tarih ve 208 numaralı Laboratuvarlar İzin Belgeleri Hakkında kuralın çerçevesinde laboratuvarımız Şişli Kurumları ve Ulaştırma Bakanlığı'na kayıtlıdır.  
In accordance with the Regulation on the Approval of Laboratories issued by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change on 28.07.2010 and a 208 number of Laboratory permission rules.

Deney Yapan  
Tercih Şifri


Müge DEMİR  
Jeoloji Mühendisi  
Etila Sicil No: 12080



Deney Yapan  
Adı Soyadı


Nalan AYDEMİR  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20563

İktisadi Servis Pasajı Mh. Şişli Sk. No: 21/41 - A2 Şişli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 19 Fax: +90 212 238 16 43 Tic.Sic.No: 230202 www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Besteklik ÖdünKama, Laboratuvar İnsan San. ve Tic. Ltd. Şti.



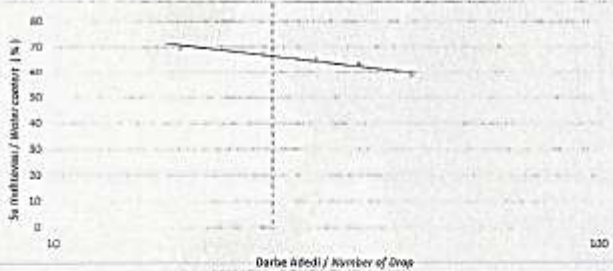
**ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LIMITS TEST RESULTS**

Müşteri Adı Customer's Name	DO-ÖA İMÜRİZİNG MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Alınış Tarihi Date of Sample Acqur	21.02.2019
Müşeri Adresi Project Location	Yenişehir Meydanı Projesi - Trabzon	Deneş Tarihi Date of Test	28.02.2019
Deneş Num. No Boşluk Sayısı No Deneş Yılı Date	SR-2 15.00-17.00	Deneş Rapor Tarihi Date of Test Result Laboratuvar No Laboratory No	06.03.2019 15-204280

RAPOR NO: DR-02

	1	2	3	4	5
Kap No / Cap No	225	215	390	16	305
Darbe Adedi Number of Drop	45	36	30	24	17
Kuru Numune + Kap Wt. Sample + Cap	41.48	40.89	48.30	44.70	41.82
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cap	38.98	38.45	44.25	39.08	45.52
Bu Haran Amount Water	4.49	4.14	5.10	5.62	6.00
Kap Ağırlığı Weight of Cap	29.25	29.94	26.44	30.77	28.90
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	7.70	6.51	7.81	8.31	8.82
Bu Haran (%) Water Content	68.31	63.89	66.39	67.83	69.61

	1	2
Kap No / Cap No	144	477
Yık Numune + Kap Wet Sample + Cap	30.01	38.17
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cap	28.78	38.82
Bu Haran Amount Water	0.26	0.25
Kap Ağırlığı Weight of Cap	28.38	37.58
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	1.37	1.34
Bu Haran (%) Water Content	18.99	18.66




Darbe Adedi / Number of Drop


Limit İndeksi Liquid Limit	87,2
Plastik Limit	18,8
Plastisite İndeksi Plasticity Index	68,4

- \* Deneş ve rapor sonuçları ISO 9001:2015 ve ISO 17025:2017 standartlarına göre yapılmıştır.  
Test was done from the standard ISO 9001:2015 and ISO 17025:2017.
- \* Bu deneş ASTM D-4910-05 standardına göre yapılmıştır.  
The test was done according to the ASTM D-4910-05 standard.
- \* Bu deneş raporu laboratuvarımız için oluşturulan standartlara göre yapılmıştır.  
The test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.
- \* ISO 9001:2015 programı ile ilgili deneş raporlarımızı talep edebilirsiniz.  
You can request our ISO 9001:2015 reports if you wish.
- \* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve diğer kurumların laboratuvarlar ile ilgili raporlarına ilişkin olarak 2017 yılında yürürlüğe giren 6875 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile ilgili olarak laboratuvarlarımızın ISO 17025:2017 akreditasyon numaraları aşağıdaki gibidir.


Deneş Yapan  
Tester

**NOĞA DEMİR**  
Jeolojik Mühendislik  
Osaka Sivil Mühendislik






**NEHA AYDIN**  
Deney Laboratuvarı  
Gözetim No: 20503




Mahmuti Seyitral Paşa Mh. Sivas Şh. No: 21/A1 + A2 Sivil, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 36 39 Fax: +90 212 236 16 43 Tic. Sic. No: 227066 www.geolab.com.tr



# GEO LAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.



**ŞİŞME BASINCI DENEYİ SONUÇLARI**  
**RESULTS OF SWELL PRESSURE TEST**

Müşteri Adı Customer's Name	OO-GA MÜHÜRİZ M5 ALAC. TIC. LTD. ŞTİ	Deney Tarihi Date of Test	25.02.2015
Nam/Aldığı Yeri Project Location	Yeniköy Hıyolan Projesi, Trabzon	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Nam Kabul Tarihi Date of Samp. Accept	21.02.2015	Laboratuvar No Laboratory No	15-2049tsbae1


Sıvı / Soil No Sample / Sample No	SK-6	-	-
Derinlik / Depth (cm)	15,00-17,00	-	-
Çap (cm) Diameter	5,00	-	-
Boy (cm) Length	2,00	-	-
Yapı Numarası + Ring Açıklığı (cm) Mik. Sıvı + Ring Height	142,14	-	-
Kuru Numune + Ring Açıklığı (cm) Dry Sample + Ring Height	127,12	-	-
Su Miktarı / Amount Water (cm)	15,02	-	-
Ring Açıklığı / Ring Height (cm)	71,93	-	-
Kuru Numune Ağırlığı (gr) Weight of Dry Sample	55,19	-	-
Su Miktarında / Water Content (%)	27,22	-	-
Uygulanan Yük (kPa)	0,0320	-	-
Şişme Basıncı / Swell Pressure (kPa)	16,30	-	-

Sıvı / Soil No Sample / Sample No	-	-	-
Derinlik / Depth (cm)	-	-	-
Çap (cm) Diameter	-	-	-
Boy (cm) Length	-	-	-
Yapı Numarası + Ring Açıklığı (cm) Mik. Sıvı + Ring Height	-	-	-
Kuru Numune + Ring Açıklığı (cm) Dry Sample + Ring Height	-	-	-
Su Miktarı / Amount Water (cm)	-	-	-
Ring Açıklığı / Ring Height (cm)	-	-	-
Kuru Numune Ağırlığı (gr) Weight of Dry Sample	-	-	-
Su Miktarında / Water Content (%)	-	-	-
Uygulanan Yük (kPa)	-	-	-
Şişme Basıncı / Swell Pressure (kPa)	-	-	-

- Deneyler ilgili formatta rapor edilmelidir ve sonuçlar raporla birlikte sunulmalıdır.
- Su içeriği TS 16002 standardına göre yapılmalıdır.
- Su miktarı deney sonuçlarına göre ilgili standartlara göre ayarlanmalıdır.
- Bu deney sonuçları laboratuvarımız tarafından yapılmıştır ve sonuçlarımızla sonuçlanacaktır.
- Bu deney sonuçları laboratuvarımız tarafından yapılmıştır ve sonuçlarımızla sonuçlanacaktır.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlıdır ve sonuçlarımızla sonuçlanacaktır.

Deney Yapan  
Tasarıcı

**Müge ŞENEL**  
Jeolojik Mühendis  
Okul Sicil No: 17760



Deneyi Yapan  
Mühendis

**Nalan AYDIN**  
Jeolojik Mühendis  
Başlık No: 20363

Hahnel Şişme Pazar No: Sivas St. No: 2/A1 - A2946, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 96 39 Fax: +90 212 238 16 43 Faks: 757365 www.gsl.com.tr



# GEOLAB

Geotechnik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

## KONSOLIDASYON DENEYİ SONUÇLARI / CONSOLIDATION TEST RESULTS

RAPOR NO: ER-IDA (1/2)

Projeye Adı  
Construction Name

Müşteri Adı  
Project Name

Seri No  
Sample No

DOĞA MÜH.İNŞ. MAD. TIC.LTD.ŞTİ

Yenişehir Hayatın Projesi, Trabzon

SK-5

Laboratuvar No

15-204kon1

Num. Kabul Tarihi  
Date of Samp. Accept

21.02.2015

Deney Tarihi  
Date of Test

26.02.2015

Deney Rapor Tarihi  
Date of Test Result

06.03.2015

Çap (cm)  
Diameter  
H (cm)  
Length

5,00

2,00

Derinlik (cm)  
Depth

15,00-17,00

Alan (cm<sup>2</sup>)  
Area

19,63

Hacim (cm<sup>3</sup>)  
Volume

39,27

Yük Ağırlık (gf)  
Vial Weight

70,21

Su Müzanesi (%)  
Water Content

27,22

Özellik Ağırlık  
Specific Gravity

2,45

H<sub>0</sub> (mm)

14,61

Baskınç (gf) Pressure (MPa)	Çökme Settlement H(mm)	Hoort (mm)	Bosluk Oranı Void Ratio e (%)	Ebri $\Delta e$	$\Delta e$	av m <sup>2</sup> /kN	BV m <sup>2</sup> /kN	Cv mm <sup>2</sup> /s
0,00	0,00	20,00	36,92	0,37	0,00	0,00000	0,00000	0,00
199,64	0,55	19,68	32,47	0,35	0,04	0,00022	0,00017	1500,00
399,29	1,00	19,17	30,05	0,31	0,02	0,00012	0,00009	2982,15
798,58	1,68	18,66	25,42	0,28	0,05	0,00012	0,00009	5133,75
1597,15	2,74	17,79	18,14	0,22	0,07	0,00000	0,00007	7797,60
798,58	2,63	17,31	18,92	0,19	0,01	-0,00001	-0,00001	
399,29	2,31	17,53	21,11	0,20	0,02	-0,00005	-0,00005	
199,64	2,07	17,81	22,78	0,22	0,02	-0,00008	-0,00007	

Mer. Hızlanma Sıkıştırma Katsayısı  
Volume Change Coefficient

Ge-Su Sıkıştırma Katsayısı  
Compressibility Coefficient

160 = Çökme Zamanı - 600  
Settlement Time - 600

\* Bu raporun hazırlanmasında kullanılan tüm ölçümler ve hesaplamalar ilgili standartlara ve yöntemlere uygun olarak yapılmıştır. Her türlü soru ve bilgi için lütfen bizimle iletişime geçiniz.  
\* This report was prepared using all measurements and calculations in accordance with the relevant standards and methods. For any questions and information, please contact us.

Her türlü soru ve bilgi için lütfen bizimle iletişime geçiniz.  
\* This report was prepared using all measurements and calculations in accordance with the relevant standards and methods. For any questions and information, please contact us.

Her türlü soru ve bilgi için lütfen bizimle iletişime geçiniz.  
\* This report was prepared using all measurements and calculations in accordance with the relevant standards and methods. For any questions and information, please contact us.

Onaylayan  
Approved By  
M. AKIN AYDIN  
Mühendislik  
Engineer  
No: 20553

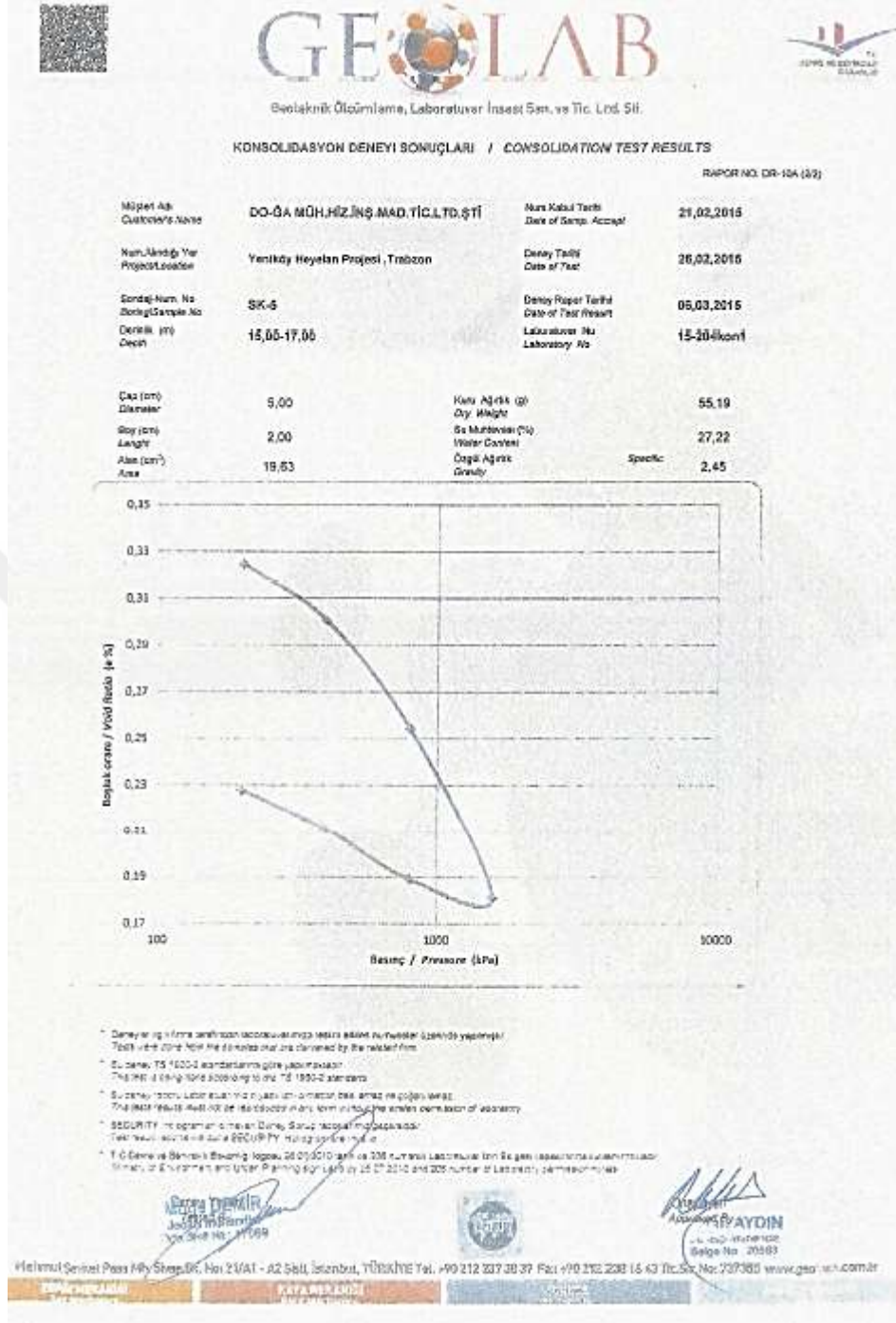
Deney Yapılan  
Tested By  
M. AKIN AYDIN  
Mühendislik  
Engineer  
No: 20553


www.geolab.com.tr

KAYA MEKANIĞI

ZEMİN MEKANIĞI







Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**göme vücutlu deney sonuçları**  
RESULTS OF SWELLING RA70 TEST

Müşeri Adı Customer's Name	DOĞA MÜH.İNŞ.İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Deney Tarihi Date of Test	21.03.2015
İşin Adı/Yeri Project/Location	Yenişehir Hayatı Projesi, Trabzon	Deney Rapor Tarihi Date of Test Report	06.03.2015
İşin Kabul Tarihi Date of Samp. Accept	21.02.2015	Laboratuvar No Laboratory No	15-28496-yıldız

Deneyi Num. No Group / Sample No	SK-5		
Deneyin / Deneyim Quantity / Quantity	15,00-17,00		
Çap / Çapı Diameter	5,00	-	-
Boy / Boyu Length	2,00	-	-
Yığılma + Ring Ağırlığı (g) (Wet Sample + Ring Weight)	142,51	-	-
Kuru ağırlık + Ring Ağırlığı (g) (Dry Sample + Ring Weight)	127,12	-	-
Su Miktarı / Amount Water (g) Ring Ağırlığı (Ring Weight (g))	15,49	-	-
Ring Ağırlığı (Ring Weight (g))	71,93	-	-
Kuru Kütlesi Ağırlığı (g) (Weight of Dry Sample)	55,19	-	-
Su Miktarı / Water Content (%)	28,07	-	-
İç Ölçüm / First Reading	-4200,00	-	-
Son Ölçüm / Final Reading	-3181,00	-	-
Deney Hassasiyeti Clear Sensitivity	0,001	-	-
Deney Miktarı / Amount Small (g)	0,1019	-	-
Deney Hassasiyeti / Swelling Rate (%)	5,10	-	-


Deneyi Num. No Group / Sample No			
Deneyin / Deneyim Quantity / Quantity			
Çap / Çapı Diameter			
Boy / Boyu Length			
Yığılma + Ring Ağırlığı (g) (Wet Sample + Ring Weight)			
Kuru ağırlık + Ring Ağırlığı (g) (Dry Sample + Ring Weight)			
Su Miktarı / Amount Water (g) Ring Ağırlığı (Ring Weight (g))			
Ring Ağırlığı (Ring Weight (g))			
Kuru Kütlesi Ağırlığı (g) (Weight of Dry Sample)			
Su Miktarı / Water Content (%)			
İç Ölçüm / First Reading			
Son Ölçüm / Final Reading			
Deney Hassasiyeti Clear Sensitivity			
Deney Miktarı / Amount Small (g)			
Deney Hassasiyeti / Swelling Rate (%)			

\* Deneyler için tüm ölçümler ve hesaplamalar norm edilmemesiyle yapılmıştır.  
 \* Tüm hesaplamalar için kullanılan veriler aşağıdaki gibidir.  
 \* Su içeriği: 18.1423 g nemli toprak için 13.6042 g kurumuş toprak.  
 \* Su miktarı: 18.1423 g nemli toprak için 13.6042 g kurumuş toprak için 4.5381 g.  
 \* Su içeriği: 18.1423 g nemli toprak için 13.6042 g kurumuş toprak için 24.5381 g.  
 \* Su içeriği: 18.1423 g nemli toprak için 13.6042 g kurumuş toprak için 24.5381 g.  
 \* Su içeriği: 18.1423 g nemli toprak için 13.6042 g kurumuş toprak için 24.5381 g.

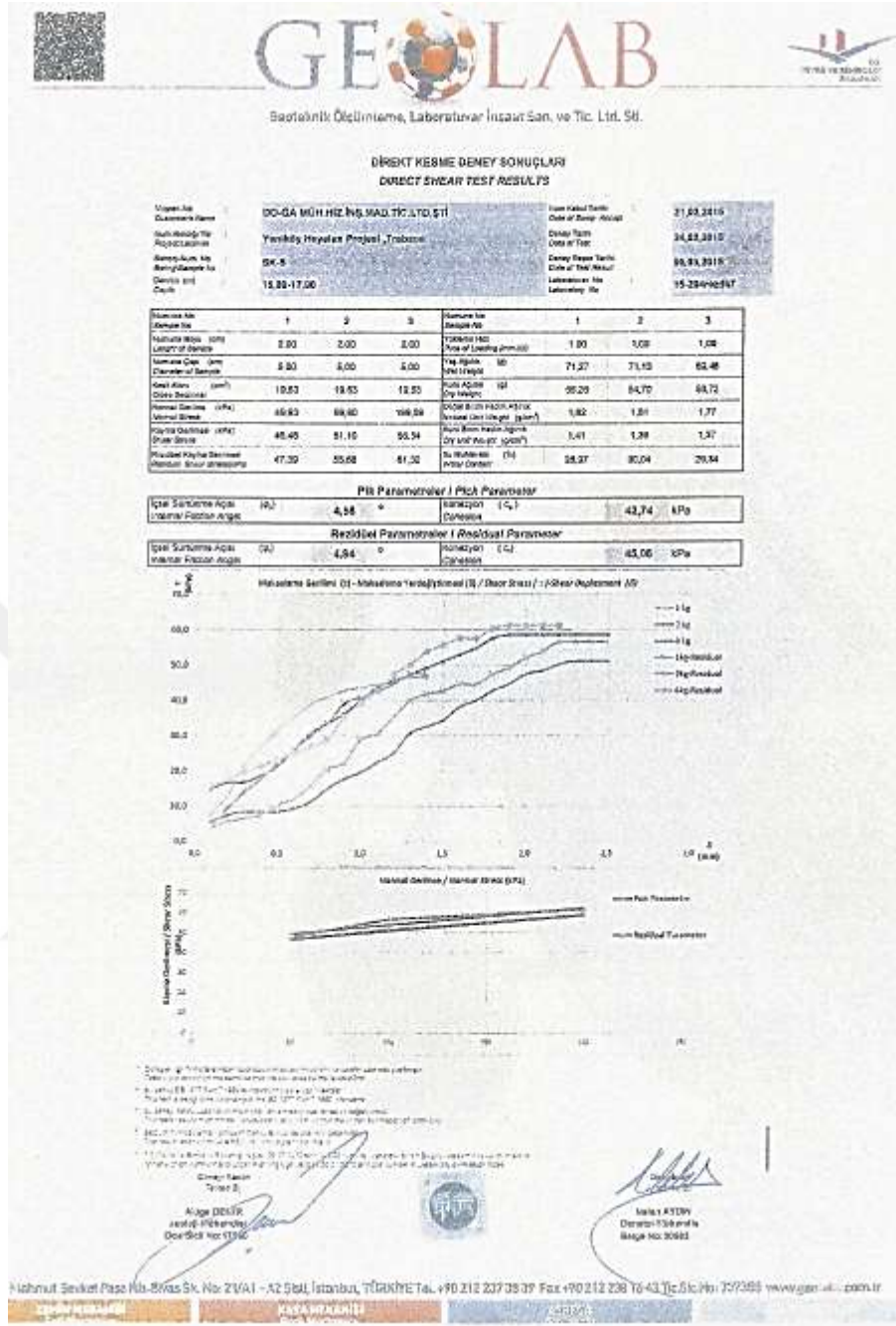
Deney: 19281  
Tarih: 06/03/2015


İzide DEMİR  
Jeolojik Mühendislik  
Orta Sokak No: 17880



Hakan AYDAN  
Denetim Mühendisi  
Belge No: 200603

Halkınla Sorular Pazar Mh. Şişli Sk. No: 21/A1-42 Şişli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 99 Fax: +90 212 238 14 43 Tlx Sk. No: 737355 www.geolab.com.tr





Geoteknik Ölçüleme, Laboratuvar İnceleme ve Tic. Ltd. Şti.

**ATTERBERG LİMLİTLERİ DENEY SONUÇLARI / ATTERBERG LMITS TEST RESULTS**

Müşteri Adı Customer Name	DO-ĞA MÜH HİZ.İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ.	Mühür Kabul Tarihi Date of Sample Accept	21.02.2015
Mühür Alınış Yeri Project Location	Yarıyıldız Meydanı Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	28.02.2015
Sıralama No / Sample No	BK-5	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Derinlik (m) Depth	18,50-20,50	Laboratuvar No Laboratory No	15-204ett110
RAPOR NO: D19 02			

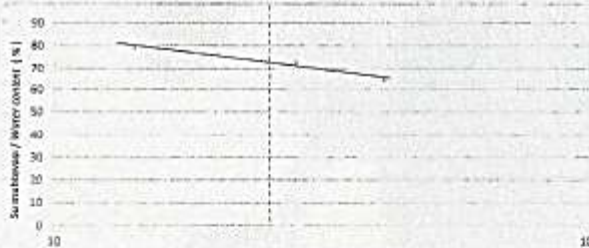
  

	1	2	3	4	5
Kap No / Cup No	118	130	167	130	211
Darbe Adedi Number of Drop	41	32	28	20	14
Yığılma + Kap Yığılma + Cup	37,88	40,25	43,68	45,88	47,82
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	34,05	35,36	37,35	38,18	40,05
Su Miktarı Amount of Water	3,83	4,90	6,33	7,70	7,87
Kap Ağırlığı Weight of Cup	28,00	29,30	28,65	28,90	30,13
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	6,05	7,06	6,70	6,88	9,92
Su Miktarı (%) Water Content	64,96	69,69	72,76	75,91	75,33

	1	2
Kap No / Cup No	469	340
Yığılma + Kap Dry Sample + Cup	39,90	59,28
Kuru Numune + Kap Dry Sample + Cup	39,01	38,94
Su Miktarı Amount of Water	0,29	0,32
Kap Ağırlığı Weight of Cup	37,55	37,71
Kuru Numune Ağırlığı Weight of Dry Sample	1,18	1,23
Su Miktarı (%) Water Content	24,00	26,82



LLP Limit Liquid Limit	73,9
PL Limit Plastic Limit	25,5
PI İndeksi Plasticity Index	48,4

\* Deneyler için tüm analizler laboratuvarımızdaki mevcut kurulumlar kullanılarak yapılmıştır.  
 \* Tüm deneyler ASTM D 2922-05 standardına göre yapılmıştır.  
 \* Tüm deneyler laboratuvarımızdaki mevcut kurulumlar kullanılarak yapılmıştır.  
 \* Tüm deneyler için her türlü raporlar laboratuvarımızda mevcuttur.  
 \* Tüm deneyler için her türlü raporlar laboratuvarımızda mevcuttur.  
 \* Tüm deneyler için her türlü raporlar laboratuvarımızda mevcuttur.  
 \* Tüm deneyler için her türlü raporlar laboratuvarımızda mevcuttur.


Deneyi Yapan  
Executed by

Müge DEMİR  
Jeolojik Mühendis  
Ödül Sicil No: 17850

Deneyi Kabul  
Accepted by


Mehmet AYDIN  
Denetim Mühendisi  
Başve No: 20582

National Service Park No: 21/A1 - A2 SSK, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 357 50 39 Fax: +90 212 236 16 63 Tic.Sic.No: 279955 www.geolab.com.tr



# GEO LAB

Genelteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

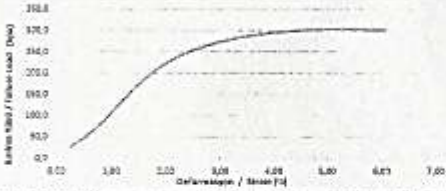


**SERBEST BAŞIŖ DAYANIMI TAYINI DENEY SONUÇU**  
**UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH DETERMINATION TEST RESULT**  
RAPOR NO: 04-F1

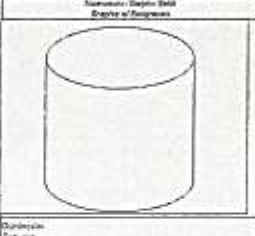
Müşteri Adı Customer's Name	DO-GA NÜH.HİZ.İNŞ. MAD. TİC. LTD.ŞTİ	MÜRABESİ TARİHİ Date of Sample Accept	21.03.2016
Müşteri Adresi/Yeri Project/Location	Yarıbüyük Hayaletin Projesi, Trabzon	Deneysel Tarih Date of Test	24.07.2015
Sondaj Num. No Boring/Drill No Derinlik (m) Depth	S16-5 18,50-20,50	Deneysel Rapor Tarihi Date of Test Result Laboratory No	06.03.2015 16-204001

Boy (cm) Length	7,60	Hacim (cm <sup>3</sup> ) Volume	85,19	Yük Ağırlık (kg) Load Weight	167,34
Çap (cm) Diameter	3,60	Yük Katsayısı Load Coefficient	4,923	Kuru Ağırlık (kg) Dry Weight	120,47
Kesit Alanı (cm <sup>2</sup> ) Cross Sec. Area	11,34	Yüklenme Hızı (mm/dk) Rate of Loading	1,62	Su Nemliliği (%) Water Content	39,82

Yük (kN) Load (kN)	Çöküş (mm) Settlement (mm)	AKS Load	AKD Load	P. Ağı Load	AKD/P Load
31	0,62	0,283	11,07	3,9	27,38
98	0,94	0,525	11,40	5,8	61,66
50	0,99	0,788	11,63	8,2	76,89
136	0,98	1,053	11,46	13,3	113,79
172	0,10	1,318	11,49	17,6	150,15
210	0,12	1,579	11,52	21,6	182,04
242	0,14	1,842	11,56	24,6	210,13
297	0,16	2,105	11,59	27,3	231,82
297	0,16	2,368	11,62	29,4	247,67
302	0,20	2,632	11,66	30,8	260,12
316	0,22	2,895	11,68	32,3	270,69
325	0,24	3,158	11,71	33,2	279,42
324	0,26	3,421	11,74	34,2	289,35
340	0,28	3,684	11,77	34,8	299,09
347	0,30	3,947	11,81	35,9	294,84
361	0,32	4,211	11,84	36,9	287,45
355	0,34	4,474	11,87	35,3	299,29
358	0,36	4,737	11,91	34,6	301,09
303	0,30	0,000	11,94	30,0	312,54
302	0,40	5,263	11,97	37,0	313,35
302	0,42	5,629	12,00	37,0	322,52
303	0,44	5,799	12,04	37,0	321,68
302	0,46	6,033	12,07	37,0	329,65
0	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00
0	0,00	0,000	0,00	0,0	0,00



Yüklemesi / Yükleme Yükü (kN)  
Çöküş / Settlement (mm)




Numune Şekli / Shape of Sample

Serbest Başlı Dayanım Unconfined Compressive Strength	(kg/çap <sup>2</sup> )	303,38
Kapasite Capacity	(kPa)	151,69

- Ölçümün doğruluğu için kullanılan ekipmanlar uluslararası standartlara uygundur.  
 - The accuracy of the measurement is ensured by using the equipment that complies with international standards.  
 - Ölçümün doğruluğu için kullanılan ekipmanlar uluslararası standartlara uygundur.  
 - The accuracy of the measurement is ensured by using the equipment that complies with international standards.  
 - Ölçümün doğruluğu için kullanılan ekipmanlar uluslararası standartlara uygundur.  
 - The accuracy of the measurement is ensured by using the equipment that complies with international standards.  
 - Ölçümün doğruluğu için kullanılan ekipmanlar uluslararası standartlara uygundur.  
 - The accuracy of the measurement is ensured by using the equipment that complies with international standards.

Deney Yapan  
Tarih: 24.07.2015

**Müve DENER**  
 Jeolojik Mühendislik  
 Oda Sicil No: 00000



**Melen AYDIN**  
 Genetik Mühendis  
 Belge No: 20583

Kahramanmaraş Sıhhiye Şişesi Sk. No: 21/A1 - A2 Şişeli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 39 39 Faks: +90 212 230 16 43 E-Posta: info@geolab.com.tr



Geoteknik Değerlendirme, Laboratuvar İnşaatı San. ve Tic. Ltd. Şti.

### NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEY SONUCU

#### POINT LOAD STRENGTH INDEX TEST RESULT

Müşeri Ad / Customer's Name : **DO-ÖA MÜHÜRİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ**

Num Alındığı Yarı / Project Location : **Yeniköy Hayatları Projesi, Trabzon**

Borçlu Num. No / Boring/Sample No : **BK-6**

Genişlik (mm) / Depth : **20,50-21,50**

Rapor No / DR-17

Num Kabul Tarihi / Date of Samp. Accept : **21.02.2015**

Deney Tarihi / Date of Test : **24.02.2015**

Deney Rapor Tarihi / Date of Test Result : **06.03.2015**

Laboratuvar No / Laboratory No : **15-304ny14**

Örnek No / Sample No	Deney Tipi / Type of Test	Genişlik / Width / W (mm)	Çap / Diameter / D (mm)	Yüklenme Yüklü / Failure Load / P (kN)	Karot Çapı / Bore Core Diam. / D (mm)	$D_2^2$ / mm <sup>2</sup>	$L_2(P \cdot 10^3) / D_2^2$ / (kPa)	F	$I_{50}$ / (MPa)
1	d		37	0,2					0,18
2	d		35	0,2					0,16
3	d		29	0,2					0,24
4	d		28	0,2					0,30
5	d		25	0,2					0,32
6	d		20	0,2					0,50
7	d		24	0,2					0,35
8	d		23	0,2					0,38
9	d		22	0,2					0,41
10	d		21	0,2					0,45
<b><math>I_{50}</math> (Ort.) / Mpa</b>									<b>0,33</b>

Düzensiz Şekli Örnek Deneyi / Irregular Lutz Test

Keskin Deney / Acute Test

Çaplı Deney / Diameter Test

Blok Deney / Block Test

\* Deneyler ilgili firma tarafından laboratuvarımızca teslim edilen numuneler üzerinde yapılmıştır.  
Tests were done from the samples that are delivered by the related firm.

\* Bu deneyler İSİRİ, İSİRİ standartlarına göre yapılmıştır.  
This test is being done according to the İSİRİ test standards.

\* Bu deney raporları laboratuvarımızca yapıldığı olmadan başka yerlere verilmemelidir.  
This test results must not be reproduced in any form without the written permission of laboratory.

\* SECURITY hologramları olmayan deney sonuç raporlarımız geçerli değildir.  
Test result reports without a SECURITY Hologram are invalid.

\* T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İçişleri Bakanlığı ve 200 numaralı Laboratuvar İzin Belgeleri kapsamında faaliyet gösteren laboratuvarlarımızın faaliyet izni kullanılarak hazırlanmıştır.  
Laboratory activities are carried out under the scope of the 200 numbered Laboratory Permission Certificates issued by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Planning.

Deneyi Yapan / Tested By


Müge DEMİR  
Jeolojî Mühendisliği  
Oda Sicil No: 17080



Onaylayan / Approved By

Nelân AYDIN  
Deneyçi Mühendisliği  
Belge No: 20583

Hizmetler Servis Para Mh. Skos Sk. No: 2 (A1) - A2 Sisi, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 337 38 39 Fax: +90 212 338 16 43 Tic. Sic. No: 277780 www.geolab.com.tr



**Geoteknik Döçümlere, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.**

**BERBEST BASINÇ DAYANIMI TAYINI DENEY SONUCU**  
**UNCOMPRESSED COMPRESSIVE STRENGTH DETERMINATION TEST RESULT**

RAPOR NO: DR/11

Müşteri Adı Customer's Name	DU-GA İNŞAAT İNŞ. MALLIĞI (İ.İ.Ş.İ.)	Alınış Tarihi Date of Sample	21.02.2015
Nispetiye İşin Yeri Project Location	Yasaklı Hayatın Projesi, Trabzon	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Sıvı Num. No Sample No	SK-5	Deney Rapor Tarihi Date of Test Result	06.03.2015
Deney No Test No	32.00-33.00	Laboratuvar No Laboratory No	15-300042

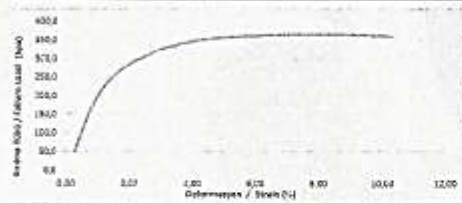
  

Yük (kN) Load	7.80	Hücum Yüksekliği (cm) Volume	85.15	Yükün Ağırlık Gücü (kN) Weight	183.90
Çap (cm) Diameter	3.80	Hücum Katsayısı Ring Coefficient	8.1023	Kuru Ağırlık Gücü (kN) Dry Weight	123.10
Kesit Alanı (cm²) Cross Sec. Area	11.34	Yüklemeye Hızı (mm/dk) Rate of Loading	1.60	Yağ Mükemmeliyeti (%) Water Content	22.07

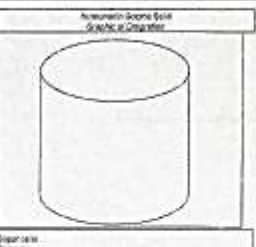
  

Ring Değişim (mm/s)	σ <sub>1</sub> (kPa)	σ <sub>3</sub> (kPa)	A <sub>50%</sub>	A <sub>60%</sub>	P (kPa)	σ <sub>1</sub> (kPa)
54	0.02	0.203	11.37	8.9	5.9	51.17
106	0.06	0.759	11.43	10.4	17.14	171.14
276	0.10	1.316	11.49	26.1	246.07	246.07
320	0.14	1.842	11.55	32.7	277.85	277.85
350	0.18	2.368	11.62	35.8	303.28	303.28
375	0.22	2.896	11.68	38.4	322.13	322.13
393	0.26	3.421	11.74	40.2	335.79	335.79
408	0.30	3.947	11.81	41.7	348.58	348.58
418	0.34	4.474	11.87	42.9	359.23	359.23
420	0.38	5.000	11.94	43.6	368.00	368.00
431	0.42	5.525	12.00	44.1	376.20	376.20
435	0.46	6.051	12.07	44.6	383.35	383.35
440	0.50	6.579	12.14	45.0	389.92	389.92
445	0.54	7.105	12.21	45.3	395.88	395.88
448	0.58	7.632	12.28	45.6	401.05	401.05
451	0.62	8.158	12.35	46.1	405.41	405.41
453	0.66	8.684	12.42	46.3	409.93	409.93
454	0.70	9.211	12.49	46.5	414.62	414.62
456	0.74	9.737	12.55	46.6	418.51	418.51
458	0.78	10.263	12.64	46.8	422.40	422.40
0	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.00
0	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.00
0	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.00
0	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.00
0	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.00



Stress (kPa) / Yük (kN) vs Strain (%) / Değişim (%)



Automatik Şarjlı Baskı Çubuğu / Standart

Ortalama Basınç (MPa) Average Compressive Strength	0.3994	399.41
Çözünme Compress	0.3994	183.21


  

**Müge DEMİR**  
Laboratuvar Sorumlusu  
Özellik No: 17080

**Nalan AYDIN**  
Deney Sorumlusu  
Belge No: 20083


  

Hafız Mustafa Paşa Mh. Sıras St. No: 21/A1 - 42 Şişli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 39 Fax: +90 212 230 16 43 Telesit: No: 73755 www.geolab.com.tr



# GEOLAB

Geoteknik Ölçümlere, Laboratuvar İnşaatı San. ve Tic. Ltd. Şti.



## DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK DENEY SONUÇU

### NATURAL UNIT WEIGHT TEST RESULT

**Müşeri Adı / Customer's Name**: DO-ĞA NÜH.HİZ.İNŞ.MAD.TİC.LTD.ŞTİ

**Numaralı/No.lu Yer / Project/Location**: Yeniköy Meydan Projesi, Trabzon

**Num.Kabul Tarihi / Date of Sample Receipt**: 21.02.2015

**RAPOR NO: DR-08**

**Deney Tarihi / Date of Test**: 24.02.2015

**Deney Rapor Tarihi / Date of Test Report**: 06.03.2015

**Laboratuvar No / Laboratory No**: 15-2044Bhg1-2  
BRN

Numune No / Sample No	SK-1		
Değerlik / Depth (m)	6,00-7,00		
Ring No / Ring No	-	-	-
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00
Numune Boyu / Length of Sample (cm)	7,80	7,80	7,80
Numune Çapı / Diameter of Sample (cm)	3,80	3,80	3,80
Numune Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	86,19	86,19	86,19
Numune+Ring Ağırlığı (g) / Sample+Ring Weight	150,47	151,53	150,74
Numune Ağırlığı / Weight of Sample (g)	150,47	151,53	150,74
Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Natural Unit Weight	1,745	1,758	1,749
<b>Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Average Natural Unit Weight</b>		<b>1,751</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>


  

Numune No / Sample No	SK-2		
Değerlik / Depth (m)	2,00-5,50		
Ring No / Ring No	-	-	-
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00
Numune Boyu / Length of Sample (cm)	2,00	2,00	2,00
Numune Çapı / Diameter of Sample (cm)	5,00	5,00	5,00
Numune Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	39,27	39,27	39,27
Numune+Ring Ağırlığı (g) / Sample+Ring Weight	74,21	75,28	77,65
Numune Ağırlığı / Weight of Sample (g)	74,21	75,28	77,65
Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Natural Unit Weight	1,890	1,942	1,977
<b>Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Average Natural Unit Weight</b>		<b>1,936</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>

\* Deneyler ilgili emre istinaden laboratuvarımızın teknik şartları numuneler üzerinde yapılmıştır.  
 \* Tests have done from the samples that are delivered by the client.  
 \* Bu deney TS 1050 standardına göre yapılmıştır.  
 \* The test is done under accordance of the TS 1050 standard.  
 \* Bu deney sonucu laboratuvarımız tarafından müşteriye sunulmaktadır.  
 \* The result will be provided to the client in order of necessity.  
 \* SSCU/TV program an emreyle Deney, Sorun, laboratuvar yapılmıştır.  
 \* Test result is done according to SSCU/TV program and result.  
 \* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 25.07.2010 yılında 30 Numaralı Lisan Mektubu ile Bakanlık tarafından izin verilen laboratuvarlar listesinde yer almaktadır.  
 \* Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change, 25.07.2010 with 30 number of laboratory permission notice.

Deneyi Yapılan / Tested by:

**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendisliği  
Oda Sicil No: 17060



Deneyi Kabul Eden / Accepted by:

**Nalan AYDIN**  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583


Mahmut Şevket Paşa, Ak Sıra Sk. No: 2/VA1 - A2 Sial, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 39 Fax: +90 212 236 16 43 Ticsa No: 237363 www.geolab.com.tr

**YATIRIMCI**  
 İnşaat Kurumu

**YATIRIMCI**  
 İnşaat Kurumu

**YATIRIMCI**  
 İnşaat Kurumu





Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK DENEY SONUCU**  
**NATURAL UNIT WEIGHT TEST RESULT**

RAPOR NO: DR-08

**Müşteri Adı / Customer's Name :** DO-ĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ.

**Num. Alanı / Yer / Project Location :** Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon

**Num. Kabul Tarihi / Date of Samp. Accept :** 21.02.2015

**Deney Tarihi / Date of Test :** 24.03.2015

**Deney Rapor Tarihi / Date of Test Result :** 06.03.2015

**Laboratuvar No / Laboratory No :** 16-204dbha3-8  
1608

Numune No / Sample No		SK-3		
Derinlik / Depth (m)		8,00-8,50		
Ring No / Ring No				
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00	
Numune Boyu / Length of Sample (cm)	2,00	2,00	2,00	
Numune Çapı / Diameter of Sample (cm)	5,00	5,00	5,00	
Numune Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	39,27	39,27	39,27	
Numune+Ring Ağırlığı / Sample+Ring Weight (g)	69,93	68,44	69,08	
Numune Ağırlığı / Weight of Sample (g)	69,93	68,44	69,08	
Doğal Birim Hacim Ağırlık / Natural Unit Weight (g/cm <sup>3</sup> )	1,781	1,743	1,769	
<b>Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlık / Average Natural Unit Weight</b>		<b>1,761 g/cm<sup>3</sup></b>		

Numune No / Sample No		DK-3		
Derinlik / Depth (m)		16,00-16,00		
Ring No / Ring No				
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00	
Numune Boyu / Length of Sample (cm)	2,00	2,00	2,00	
Numune Çapı / Diameter of Sample (cm)	5,00	5,00	5,00	
Numune Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	39,27	39,27	39,27	
Numune+Ring Ağırlığı / Sample+Ring Weight (g)	77,62	78,96	78,20	
Numune Ağırlığı / Weight of Sample (g)	77,62	78,96	78,20	
Doğal Birim Hacim Ağırlık / Natural Unit Weight (g/cm <sup>3</sup> )	1,977	2,011	1,940	
<b>Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlık / Average Natural Unit Weight</b>		<b>1,976 g/cm<sup>3</sup></b>		

\* Deneyler için alınan numunelerin laboratuvarımıza teslim edilmiş numuneler üzerinde yapılmıştır. Testler sadece formülün seçilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

\* Bu deney TSE 1803 standardına göre yapılmıştır.

\* Testler ISO 4-2 deneyiyle yapılmıştır. ISO 4-2 deneyi için ISO 4-2 standardına göre yapılmıştır.

\* Bu deney için numunelerin laboratuvarımıza teslim edilmiş numuneler üzerinde yapılmıştır.


\* ISO 4-2 deneyi için numunelerin laboratuvarımıza teslim edilmiş numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* ISO 4-2 deneyi için numunelerin laboratuvarımıza teslim edilmiş numuneler üzerinde yapılmıştır.

\* ISO 4-2 deneyi için numunelerin laboratuvarımıza teslim edilmiş numuneler üzerinde yapılmıştır.

Deney Yapan / Tested By


**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Ode Sicil No: 17050



Deneyi Yapan / Tested By

**Nalan AYDIN**  
Denetçi Mühendis  
Belge No: 20583

Mehmet Servet Paşa Mh. Sk. No: 21/A1 - A2 Şişli, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 38 39 Faks: +90 212 238 14 43 E-Posta: info@geolab.com.tr



Denetimlik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**DÖĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK DENEY SONUÇU**  
**NATURAL UNIT WEIGHT TEST RESULT**

RAPOR NO: DR48

Müşteri Adı Customer Name	DOĞA MÜHÜRİZ İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Nam. Alanı & Yeri Project Location	Yeniköy Heyelan Projesi, Trabzon	Deney Rapor Tarihi Date of Test Report	06.03.2015
Num. Kabul Tarihi Date of Samp. Accept	21.02.2015	Laboratuvar No Laboratory No	15-204dth45-6
		BRN-	

Numune No / Sample No		SK-6		
Derece / Class (mm)		9,00-9,50		
Ring No / Ring No		-		
Ring Ağırlığı Weight of Ring (g)		0,00	0,00	0,00
Numune Boyu Length of Sample (cm)		2,00	2,00	2,00
Numune Çapı Diameter of Sample (cm)		5,00	5,00	5,00
Numune Hacmi Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )		39,27	39,27	39,27
Numune-Ring Ağırlığı (g) Sample-Ring Weight		81,02	75,33	74,20
Numune Ağırlığı (g) Weight of Sample		81,02	75,33	74,20
Döğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight		2,063	1,918	1,889
Ortalama Döğal Birim Hacim Ağırlık: Average Natural Unit Weight		1,957 g/cm <sup>3</sup>		

Numune No / Sample No		SK-6		
Derece / Class (mm)		15,00-17,00		
Ring No / Ring No		-		
Ring Ağırlığı Weight of Ring (g)		0,00	0,00	0,00
Numune Boyu Length of Sample (cm)		2,00	2,00	2,00
Numune Çapı Diameter of Sample (cm)		5,00	5,00	5,00
Numune Hacmi Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )		39,27	39,27	39,27
Numune-Ring Ağırlığı (g) Sample-Ring Weight		71,27	71,13	69,48
Numune Ağırlığı (g) Weight of Sample		71,27	71,13	69,48
Döğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight		1,815	1,811	1,769
Ortalama Döğal Birim Hacim Ağırlık: Average Natural Unit Weight		1,798 g/cm <sup>3</sup>		

\* Deneysel ağırlık sonuçları, idari tasarrufların gerektirdiği takdirde yeniden numune alınarak kontrol edilmelidir.  
\* Test data come from the samples that are de-facto by the standard test.

\* Ölçümler TS 8466 standardına göre yapılmıştır.  
\* Test are in being done according to the TS 8466 standard.


\* B. deneysel sonuçlar, idari tasarrufların gerektirdiği takdirde yeniden numune alınarak kontrol edilmelidir.  
\* The test results must not be repeated in any form without the written permission of laboratory.

\* SGCURTH'nin idari tasarrufların gerektirdiği takdirde yeniden numune alınarak kontrol edilmelidir.  
\* Test results reports a double SGCURTH's in accordance with the standard.

\* \* Örneğin, deneysel sonuçları TS 8466 2010 tarih ve 2008 numaralı laboratuvar testi düzenleme kurumuna bildirilmelidir.  
\* If any of Environment and Urban Planning and Construction Ministry of Turkey and the number of laboratory permission must be.

Deneyi Yapan  
Tested By


**Müge DEMİR**  
Jeolojik Mühendis  
Oda Sicil No: 1090



Deneyi Kontrol Eden  
Checked By

**Nalan AYDIN**  
Denetim Mühendisi  
Belge No: 20563

Mahmut Servet Paşa Cd. Sivas 54. Blok 2/A1 - A2564, İstanbul, TÜRKİYE Tel: +90 212 237 28 39 Fax: +90 212 238 16 40 Telex No: 937305 www.geolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK DENEY SONUCU**  
**NATURAL UNIT WEIGHT TEST RESULT**

RAPOR NO: DR-98

Müzet Adı / Customer's Name :	DOĞA MÜH. HİZ. İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Deney Tarihi / Date of Test :	23.02.2015
Muht. Alanı / Yer / Project Location :	Yeniköy Hayatın Projesi, Trabzon	Deney Rapor Tarihi / Date of Test Result :	05.03.2015
Muht. Kabul Tarihi / Date of Sample Accept :	21.02.2015	Laboratuvar No / Laboratory No :	15-204/d/ba7 ERN


Muht. No / Sample No	SK-6		
Derinlik / Depth (cm)	32,00-33,00		
Ring No / Ring No	-	-	-
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00
Muht. Boyu / Length of Sample (cm)	7,60	7,60	7,60
Muht. Çapı / Diameter of Sample (cm)	3,80	3,80	3,80
Muht. Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	86,19	86,19	86,19
Muht. Ring Ağırlığı / Sample-Ring Weight (g)	154,85	153,96	153,06
Muht. Ağırlığı / Weight of Sample (g)	154,85	153,96	153,06
Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Natural Unit Weight	1,797	1,786	1,776
Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Average Natural Unit Weight		<b>1,786</b>	g/cm <sup>3</sup>


  

Muht. No / Sample No	-		
Derinlik / Depth (cm)	-	-	-
Ring No / Ring No	-	-	-
Ring Ağırlığı / Weight of Ring (g)	0,00	0,00	0,00
Muht. Boyu / Length of Sample (cm)	2,00	2,00	2,00
Muht. Çapı / Diameter of Sample (cm)	5,00	5,00	5,00
Muht. Hacmi / Volume of Sample (cm <sup>3</sup> )	39,27	39,27	39,27
Muht. Ring Ağırlığı / Sample-Ring Weight (g)	0,00	0,00	0,00
Muht. Ağırlığı / Weight of Sample (g)	0,00	0,00	0,00
Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Natural Unit Weight	0,000	0,000	0,000
Ortalama Doğal Birim Hacim Ağırlığı / Average Natural Unit Weight		<b>0,000</b>	g/cm <sup>3</sup>


  

\* Deneyler ilgili firmaların standartlarına ve normlarına göre yapılmıştır.  
 Tests were done from the standards that are approved by the related firm.  
 \* Bu sonuçlar TS 8000 standartlarına göre yapılmıştır.  
 The test results are according to the TS 8000 standards.  
 \* Bu sonuçlar ilgili laboratuvarın yetkili denetimci tarafından onaylanmıştır.  
 The test results must not be reproduced in any form without the written permission of the lab.  
 \* Bu sonuçlar ilgili laboratuvarın yetkili denetimci tarafından onaylanmıştır.  
 The test results must not be reproduced in any form without the written permission of the lab.  
 \* T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2010 yılında yürürlüğe giren 6098 sayılı Kanunla, Çevre Kanununda değişiklik yapılmıştır.  
 Ministry of Environment, Urban Planning and Climate Change, 2010, the number of 6098, the law of amendment of the Environment Law.

Deneyi Yapan / Tested By :  
  
**Müge DEMİR**  
 Jeoloji Mühendisi  
 Oda Sicil No: 17068

Deneyi Kontrol Eden / Checked By :  
  
**Nalan AYDIN**  
 Denetçi Mühendis  
 Belge No: 20583

Laboratuvar Adı / Lab Name: GEO LAB  
 Adres / Address: Samsun Sivas Hız. Sıkış. Sil. No: 21/AT - A2 Sigili, İncehizli, TÜRKÜS Tel: +90 352 237 38 39 Fax: +90 352 238 16 42 Tel: 352 Hız. 237385 www.gcolab.com.tr



Geoteknik Ölçümleme, Laboratuvar İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.

**KAYADA DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK DENEY SONUCU**  
**NATUREL UNIT WEIGHT TEST RESULT FOR ROCK**

RAPOR NO: 09-214

Müşteri Adı Customer's Name	DD-GA MÜH.İNŞ. MAD. TİC. LTD. ŞTİ	Deney Tarihi Date of Test	24.02.2015
Numaralandığı Yer Project Location	Yanıköy Hayatın Projesi, Trabzon	Deney Rapor Tarihi Date of Test Report	06.03.2015
Num. Kabul Tarihi Date of Samp. Accept	21.02.2015	Laboratuvar No Laboratory No	15-204dbhai-2

Numune No / Sample No	SK-2	SK-2	
Dairelik / Deyin (mm)	13,00-14,50	30,50-35,00	
Numune Boyu (cm)	9,20	9,20	-
Numune Çapı (cm)	4,00	4,00	-
Numune Hacmi (cm <sup>3</sup> )	152,82	152,82	-
Numune Ağırlığı (g)	391,98	352,85	-
Doğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight	2,57	2,31	-


Numune No / Sample No	-	-	-
Dairelik / Deyin (mm)	-	-	-
Numune Boyu (cm)	-	-	-
Numune Çapı (cm)	-	-	-
Numune Hacmi (cm <sup>3</sup> )	-	-	-
Numune Ağırlığı (g)	-	-	-
Doğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight	-	-	-


Numune No / Sample No	-	-	-
Dairelik / Deyin (mm)	-	-	-
Numune Boyu (cm)	-	-	-
Numune Çapı (cm)	-	-	-
Numune Hacmi (cm <sup>3</sup> )	-	-	-
Numune Ağırlığı (g)	-	-	-
Doğal Birim Hacim Ağırlık Natural Unit Weight	-	-	-

\* Deneyler (p) firma tarafından laboratuvarımızca yapılan diğer kurumlar üzerinde yapılmıştır.  
 \* Tests were made for in the laboratory that we are member of the relevant firm.  
 \* Bu deneyler (p) firmamızın laboratuvarımızda yapılmıştır.  
 \* The tests were made in our laboratory.  
 \* Bu deneyler (p) firmamızın laboratuvarımızca yapılmıştır.  
 \* The tests were made in our laboratory.  
 \* SECURITY: Tüm raporlar şirketimiz Güvenlik Politikası kapsamında değerlendirilmelidir.  
 \* Test results should be evaluated in accordance with our security policy.  
 \* T.C Çamaşır ve Yıkama Sektöründe 28.07.2010 tarihli ve 286 sayılı Bakanlık Kararı ile düzenlenmiş kurulum talimatı.  
 \* Instructions of Environments and Jobs Planning in the sector of 28.07.2010 and 286 number of Laboratory of Environments.

Deneyi Yapan  
Tested By

Müge DEMİR  
Jenelatif Müdürü  
Data Giriş: 09/17/2015

  
 Halan AYDIN  
Denetçi Mühendis  
Denge No:30563



Hırvatistan Sektörü: Pasa Mh. Saksak Sk. no: 21/A1 - 42100 Sarajev, BOSNIA TEL: +38 212 237 39 39 Fax: +38 212 236 16 43 Tic Sic No: 107188 www.geolab.com.tr

## Ek 3. Presiyometre Verileri

[1]		[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Araba	Deney Basıncı Folmanlar Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Ölçer Okuması mm reading cm <sup>3</sup>	[2]+ Hidrostatik Basıncı [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Düzeltilmesi Volume Correction cm <sup>3</sup>	Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	Mebran Düzeltilmesi Membrane Correction kg/cm <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Basıncı Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>	
1	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	0,5	64	0,50	0,50	64,0	0,35	0,21	
3	1	129	1,06	0,00	129,0	0,63	0,43	
4	1,5	178	1,56	1,00	177,0	0,81	0,75	
5	2	224	2,06	2,00	222,0	0,98	1,08	
6	2,5	277	2,58	2,12	274,9	1,14	1,42	
7	3	360	3,06	2,25	357,8	1,40	1,66	
8	3,5	460	3,56	2,37	457,8	1,72	1,84	
9	4	577	4,06	2,50	574,5	2,02	2,04	
10	4,5	700	4,56	2,62	697,4	2,32	2,24	

**ACKLAMA:** Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Belirlenen Değerler / Assessed Values			
Limit Basıncı pL (kg/cm <sup>2</sup> )	2,50	Edisyon Modülü E <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	13



**DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve**

P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,45	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	129	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1	PL*PL-P0 (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,10
P <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	1,40	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	274,9	ΔV (cm <sup>3</sup> )	145,9	EM / PL* =	6,4

**DENEY YAPANLAR**  
Yaşar ÖZTÜRK  
Lab. Sorumlusu

**ONAY**  
Turan SIVİCKAYA  
Lab. Denetçi - Jeoloji - Müh. 4714

Adres: Yayılacık Mah. Mimosza Sok. No. 23/D 81300 Akçaabat / TRABZON, Telefon: (0462) 227 53 54, www.kayamuh.com  
F 0 610328 HBL/01 R/Çek 2010

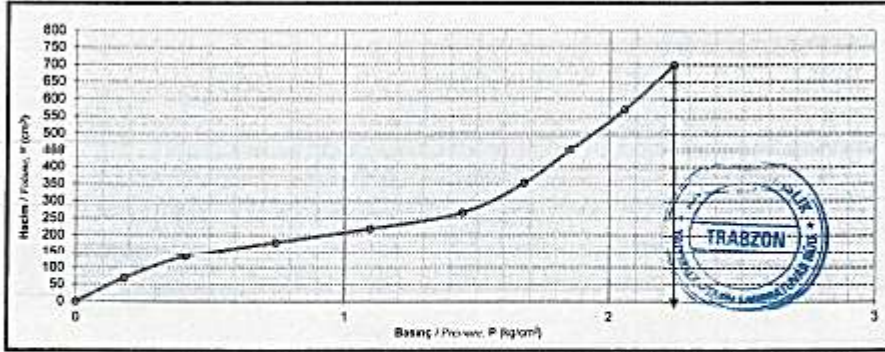
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MAVİ 7 LABORATUVARI</b>	
	DOKÜMAN ADI	
<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>		

<b>PROJE ADI</b> YENİKÖY HEYELANI ORTAHİSAR / TRABZON					
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	Manard G	Sonda Çapı (mm) Diameter of Probe	BX	Sıfır vol. okumasındaki hacim (cm <sup>3</sup> ) Zero Volume Reading	530
Kuyu No Borehole Number	SK-5	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0.60	Deney Drenliği (m) Test Depth	7.00-10.00
Zemin Tipi Type of Soil	-	Yeraltı Su Seviyesi (m) Water Level (GWL)	-	Papier -Tarih No	171/10.02.15

[1] Kademe Arışı Increment	[2] Deney Basıncı Foliasıncı Pressure kg/cm <sup>2</sup>	[3] Hacim Ölçer Okuması min. indikatör reading cm <sup>3</sup>	[4] Hidrostatik Basıncı [2]-Kubman Pressure kg/cm <sup>2</sup>	[5] Hacim Düzeltilmesi Volume Correction cm <sup>3</sup>	[6] Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	[7] Membran Düzeltilmesi Membrane Correction kg/cm <sup>2</sup>	[8] Düzeltilmiş Basıncı Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0.08	0.00	0.0	0.0	0.0
2	0.5	70	0.56	0.00	70.0	0.38	0.18
3	1	135	1.06	0.00	135.0	0.65	0.41
4	1.5	180	1.56	1.00	179.0	0.81	0.75
5	2	221	2.06	2.00	219.0	0.96	1.10
6	2.5	269	2.56	2.12	266.9	1.11	1.45
7	3	355	3.06	2.25	352.8	1.38	1.68
8	3.5	458	3.56	2.37	453.8	1.70	1.85
9	4	572	4.06	2.50	569.5	2.00	2.05
10	4.5	700	4.56	2.62	697.4	2.32	2.24

AÇIKLAMA: Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	Belirlenen Değerler / Assumed Values		
	Limit Basıncı pL (kg/cm <sup>2</sup> )	2.50	Elastisite Modülü E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0.40	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	135	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1	PL=PL-P0(kg/cm <sup>2</sup> ) =	2.10
P <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	1.40	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	269.9	ΔV (cm <sup>3</sup> )	131.9	EM / PL * =	7.0

DENEYİ YAPANLAR

Yaşar ÖZLÜKÇÜ

Yazıcı

Yazıcı


ONAY

Tuhan SİVRİKAYA

Lab. Donatı / Equip. Mavi 7/14

Adres: Yayınık Mah. Nispetiye Sok. No.23/D 61300 Akçağabalı / TRABZON, Telefon:(0462) 227 53 84, www.kayamuh.com

F U 810026 REVİZYONLAR 2010

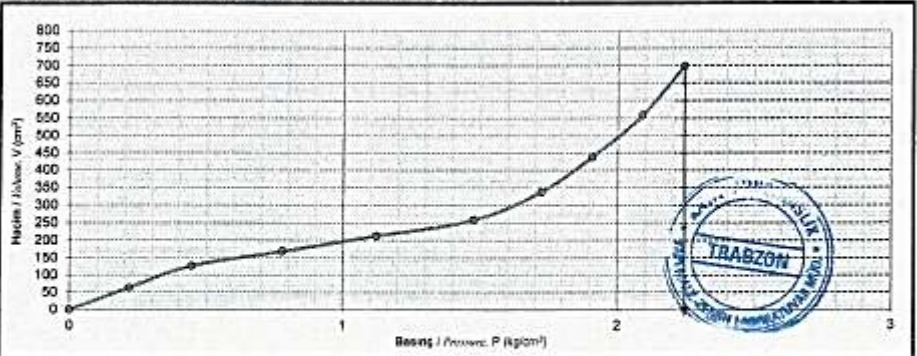
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MALZ. LABORATUVARI</b>	
	DOKÜMAN ADI	
	<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>	

<b>PROJE ADI</b> Project Name		<b>YENİKÖY HEYELANI ORTANISAR / TRABZON</b>					
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	Menard G	Sonda Çapı (mm) Diameter of Probe	BX	Sıfır vol. okumasındaki hacim (cm <sup>3</sup> )	Zemin Uzunluğu / Meters Deney Derinliği (m) Test Depth	530	10.00-13.00
Kuyu No. Borehole Number	SK-5	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,60				
Zemin Tipi Type of Soil	-	Yeraltı Su Seviyesi (m) Water Level (GWL)	-	Rapor - Tarih No	170/10.02.15		

[1] Kademe Aralığı Accession	[2] Deney Basıncı Enfuziyer Pressure kg/cm <sup>2</sup>	[3] Hacim Ölçer Okuması air volume reading cm <sup>3</sup>	[4] [2]+ Hidrostatik Basıncı [2] - Hidrostatik Pressure kg/cm <sup>2</sup>	[5] Hacim Düzeltilmesi Volume Corrective cm <sup>3</sup>	[6] Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	[7] Membran Düzeltilmesi Membrane Corrective kg/cm <sup>2</sup>	[8] Düzeltilmiş Basıncı Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0,06	0,00	0,0	0,0	0,0
2	0,5	63	0,56	0,00	63,0	0,34	0,22
3	1	126	1,06	0,00	126,0	0,62	0,44
4	1,5	170	1,56	1,00	169,0	0,78	0,78
5	2	215	2,06	2,00	213,0	0,94	1,12
6	2,5	260	2,56	2,12	257,9	1,09	1,47
7	3	340	3,06	2,25	337,8	1,34	1,72
8	3,5	440	3,56	2,37	437,6	1,65	1,91
9	4	580	4,06	2,50	557,5	1,97	2,09
10	4,5	700	4,56	2,62	697,4	2,32	2,24

<b>AÇIKLAMA:</b> Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	<b>Belirlenen Değerler / Determined Values</b>		
Unit Basıncı p <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	2,50	Emilme Modülü E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	16

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,40	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	126	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1,1	PL* = PL - P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,10
P <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	1,50	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	257,9	ΔV (cm <sup>3</sup> )	131,9	EM / PL* =	7,6

DENEY YAPANLAR  
Yazar / Author

D N A Y

Tuhan SIVRIKAYA  
Laboratuvar Sorumlusu / Müh. 4714

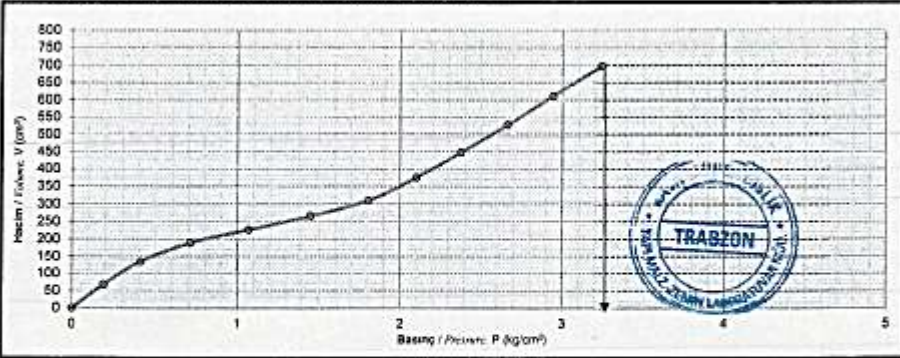
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MALZ. LABORATUVARI</b>	
	DÖRÜMAN ADI	
<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>		

<b>PROJE ADI</b>		<b>YENİKÖY HEVELANI ORTAMISIR / TRABZON</b>			
<b>Presiyometre Türü</b>	<b>Menaröl G</b>	<b>Sonda Çapı (mm)</b>	<b>BX</b>	<b>Sifir vol. okumasındaki hacim (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>530</b>
<b>Kuyu No.</b>	<b>SK-5</b>	<b>Manometre Yüksekliği (m)</b>	<b>0.60</b>	<b>Deney Derinliği (m)</b>	<b>13.00-16.00</b>
<b>Zemin Tipi</b>	<b>-</b>	<b>Yeraltı Su Seviyesi (m)</b>	<b>-</b>	<b>Rapor -Tarih No</b>	<b>T69/10.02.15</b>

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı	Deney Basıncı	Hacim Ölçer Okuması	[2]+ Hidrostatik Basıncı	Hacim Düzeltmesi	Düzeltilmiş Hacim	Mebran Düzeltmesi	Düzeltilmiş Basıncı
Arzancı	Pressure	Reading	Pressure	Volume Correction	Corrected Volume	Membrane Correction	Corrected Pressure
	kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0,06	0,00	0,0	0,0	0,0
2	0,5	68	0,56	0,00	68,0	0,37	0,19
3	1	135	1,06	0,00	135,0	0,65	0,41
4	1,5	190	1,56	1,00	189,0	0,85	0,71
5	2	228	2,06	2,00	226,0	0,99	1,07
6	2,5	264	2,56	2,12	265,9	1,11	1,45
7	3	312	3,06	2,25	309,6	1,26	1,90
8	3,5	378	3,56	2,37	375,6	1,46	2,10
9	4	450	4,06	2,50	447,5	1,66	2,38
10	4,5	530	4,56	2,62	527,4	1,89	2,67
11	5	614	5,06	2,75	611,3	2,12	2,94
12	5,5	700	5,56	2,87	697,1	2,32	3,24

<b>ACIKLAMA:</b> Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	<b>Belirlenen Değerler / Accepted Values</b>		
	Limit Basıncı p <sub>L</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	3,25	Elastisite Modülü E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
			19

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,70	V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	160	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1,1	PL* = PL - P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,55
P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	1,80	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	303,8	ΔV (cm <sup>3</sup> )	120,8	EM / PL* =	7,4

DENEYİ YAPANLAR

Yaşar ÖZTÜRK

Müh. No: 13.02.15

Tarih: 10.02.15

İmza: 



ONAY

Tufan SIVRİKAYA

Lab. Sorumlusu / Sorumlu / Müh. No: 4714

İmza: 



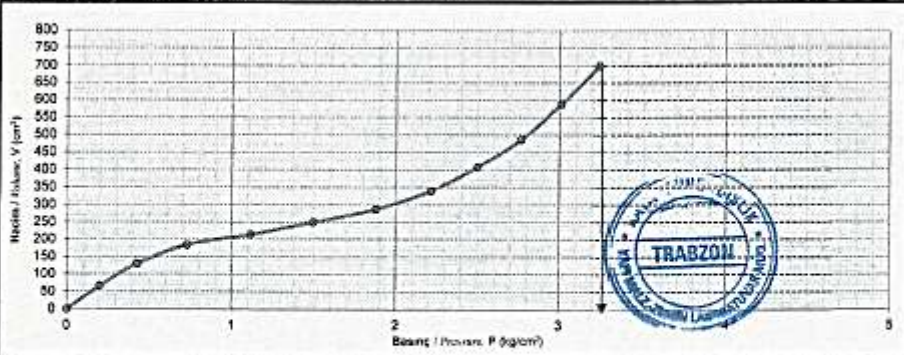
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MALZ. LABORATUVARI</b>	
	DOKÜMAN ADI	
<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>		

<b>PROJE ADI</b>		<b>YENKÖY HEVELANI ORTANİSAR / TRABZON</b>			
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	Menard G	Sonda Çapı (mm) Diameter of Probe	BX	Sıfır vol. okumasındaki hacim (cm <sup>3</sup> ) - Zero Volume Reading	530
Kuyu No Borehole Number	SK-5	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0.60	Deney Derinliği (m) Test Depth	16.00-19.00
Zemin Tipi Type of Soil	—	Yeraltı Su Seviyesi (m) Water Level (m)	—	Rapor - Tarih No	168/10.02.15

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	Deney Basıncı Ehbasıncı Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Ölçer Okuması mm volümetre reading cm <sup>3</sup>	[2]+ Hidrostatik Basıncı [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Düzeltmesi Volume Correction cm <sup>3</sup>	Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	Mebran Düzeltmesi Membrane Correction kg/cm <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Basıncı Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0,05	0,00	0,00	0,0	0,0
2	0,5	66	0,56	0,00	66,0	0,36	0,20
3	1	130	1,05	0,00	130,0	0,63	0,43
4	1,5	185	1,56	1,00	184,0	0,83	0,73
5	2	218	2,06	2,00	214,0	0,94	1,12
6	2,5	262	2,56	2,12	249,9	1,06	1,50
7	3	290	3,06	2,25	287,8	1,18	1,88
8	3,5	342	3,56	2,37	339,6	1,34	2,22
9	4	410	4,06	2,50	407,5	1,58	2,50
10	4,5	489	4,56	2,62	486,4	1,79	2,77
11	5	580	5,06	2,75	587,3	2,05	3,01
12	5,5	700	5,56	2,87	697,1	2,32	3,24

<b>AÇIKLAMA:</b> Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	<b>Belirlenen Değerler / Assesed Values</b>		
Limit Basıncı p <sub>L</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	3,25	2183618	Modül E <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
			25

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,70	V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	184	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1,3	PL* = PL - P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	2,55
P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	2,00	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	230	ΔV (cm <sup>3</sup> )	108	EM / PL* =	9,8

DENEYİ YAPANLAR

*Yakup ÖZTÜRK*  
www.kayamuh.com

ONAY

Turhan SİVRİKAYA  
Lab. Sorumlusu / Jeo-İn. Müh. 4714

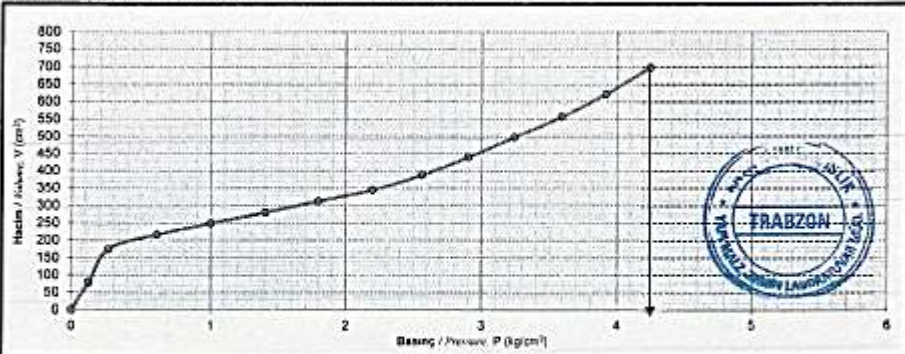
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MALZ. LABORATUVARI</b>	
	DOKÜMAN ADI	
	<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>	

<b>PROJE ADI</b>		<b>YENİKÖY HEVELANI ORTAHİSAR / TRABZON</b>			
<b>Presiyometre Türü</b> Type of Pressuremeter	<b>Menard G</b>	<b>Sonda Çapı (mm)</b> Diameter of Probe	<b>BX</b>	<b>Sıfır vol. okumasındaki hacim</b> (cm <sup>3</sup> ) - Zero Volume Reading	<b>530</b>
<b>Kuyu No</b> Borehole Number	<b>SK-5</b>	<b>Manometre Yüksekliği (m)</b> Height of Manometer	<b>0,60</b>	<b>Deney Zamanı (m)</b> Test Date	<b>19.00-22.00</b>
<b>Zemin Tipi</b> Type of Soil	<b>-</b>	<b>Yeraltı Su Seviyesi (m)</b> Water Level (GWT)	<b>-</b>	<b>Rapor - Tarih No</b>	<b>157/10.02.15</b>

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	Deney Basıncı Etkinleşen Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Ölçer Okuması veya okunmayan reading cm <sup>3</sup>	[2]+ Hidrostatik Basıncı [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Düzeltilmesi Volume Correction cm <sup>3</sup>	Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	Membran Düzeltilmesi Membrane Correction kg/cm <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Basıncı Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0,06	0,00	0,0	0,0	0,0
2	0,5	80	0,56	0,00	80,0	0,44	0,12
3	1	175	1,06	0,00	175,0	0,80	0,26
4	1,5	218	1,56	1,00	217,0	0,95	0,61
5	2	251	2,06	2,00	249,0	1,05	1,00
6	2,5	283	2,56	2,12	280,9	1,16	1,40
7	3	315	3,06	2,25	312,8	1,26	1,60
8	3,5	347	3,56	2,37	344,6	1,36	2,20
9	4	380	4,06	2,50	377,5	1,50	2,56
10	4,5	442	4,56	2,62	439,4	1,66	2,90
11	5	500	5,06	2,75	497,3	1,82	3,24
12	5,5	560	5,56	2,87	557,1	1,97	3,59
13	6	625	6,06	3,00	622,0	2,15	3,91
14	6,5	700	6,56	3,12	690,9	2,32	4,24

<b>ACIKLAMA:</b> Deney ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	<b>Belirlenen Değerler / Assesed Values</b>		
Limit Basıncı p <sub>L</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>4,25</b>	Elastikite Modülü E <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>24</b>

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,30	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	175	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1,9	PL* = PL - P <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	3,95
P <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	2,20	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	344,6	ΔV (cm <sup>3</sup> )	169,6	EM / PL* =	6,0

DENEYİ YAPANLAR

Yusuf ÖZTÜRK

İmza

ONAY

Turhan SIVRİKAYA  
İmza

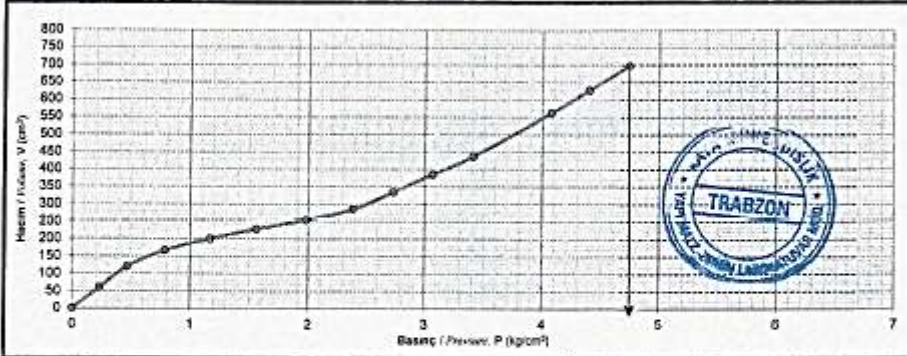
	<b>KAYA MÜHENDİSLİK ZEMİN-YAPI MALZ. LABORATUVARI</b>	
	DOKÜMAN ADI	
<b>PRESİYOMETRE DENEYİ PRESSUREMETER TEST</b>		

<b>PROJE ADI</b>		<b>YENİKÖY HEYELANI ORTANIŞAR / TRABZON</b>			
Presiyometre Türü Type of Pressuremeter	Menard G	Sonda Çapı (mm) Diameter of Probe	BX	Sıfır noktasındaki hacim (cm <sup>3</sup> ) Zero Volume at Working	530
Kuyu No Borehole Number	SK-5	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer	0,60	Deney Derinliği (m) T or Depth	22,00-25,00
Zemin Tipi Type of Soil	-	Yeraltı Su Seviyesi (m) Base Level (d:BL)	-	Rapor - Tarih No	166/10.02.15

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	Deney Basıncı Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Ölçer Okuması Volume Indicator Reading cm <sup>3</sup>	[2]* Hidrostatik Basınç [2]* Hydrostatic Pressure kg/cm <sup>2</sup>	Hacim Düzeltmesi Volume Correction cm <sup>3</sup>	Düzeltilmiş Hacim Corrected Volume cm <sup>3</sup>	Membran Düzeltmesi Membrane Correction kg/cm <sup>2</sup>	Düzeltilmiş Basınç Corrected Pressure kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0	0,06	0,00	0,0	0,0	0,0
2	0,5	60	0,56	0,00	60,0	0,33	0,23
3	1	120	1,06	0,00	120,0	0,59	0,47
4	1,5	165	1,56	1,00	167,0	0,78	0,73
5	2	202	2,06	2,00	200,0	0,89	1,17
6	2,5	230	2,56	2,12	227,9	1,00	1,56
7	3	257	3,06	2,25	254,8	1,08	1,98
8	3,5	286	3,56	2,37	283,6	1,18	2,38
9	4	317	4,06	2,50	314,5	1,33	2,73
10	4,5	345	4,56	2,62	342,4	1,49	3,07
11	5	440	5,06	2,75	437,3	1,65	3,41
12	6	565	6,06	3,00	562,0	1,98	4,08
13	6,5	630	6,56	3,12	628,9	2,16	4,40
14	7	700	7,06	3,25	696,8	2,32	4,74

<b>AÇIKLAMA:</b> Deneysel ASTM D4719'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir.	<b>Belirlenen Değerler / Assesed Values</b>		
LİMİ BASINÇ (kN/m <sup>2</sup> )	4,70	Elastisite Modülü E <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	27

DÜZELTİLMİŞ PRESİYOMETRE EĞRİSİ / Corrected Pressuremeter Curve



P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0,81	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	167	ΔP (kg/cm <sup>2</sup> )	1,8	(P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub> )/P <sub>1</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =	3,90
P <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	2,60	V <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> )	285,6	ΔV (cm <sup>3</sup> )	118,6	EM / PL * =	7,0

DENEYİ YAPANLAR  
Yazar / Author

*(Signature)*

ONAY

Tuhan SIVRIKAYA  
Lab. Deneyi / Test No: 166/10.02.15

## Ek 4. Literatür

## Literatür 1. Zeminlerin Elastisite Modülleri

TABLE 4.4 TYPICAL RANGES FOR ELASTIC CONSTANTS OF VARIOUS MATERIALS*			
Material	Young's modulus $E_s$ tsf, kg/cm <sup>2</sup>	Poisson's ratio $\nu$	Material $E_s$
SOILS			ESTIMATING $E_s$ FROM N (SPT)†
Clay: Soft sensitive Firm to stiff Very stiff	20-40 (500 $s_u$ ) 40-80 (1000 $s_u$ ) 80-200 (1500 $s_u$ )	0.4-0.5 [undrained]	Soil type: Silt, sandy silts, slightly cohesive mixtures Clean fine to medium sands and slightly silty sands Coarse sands and sands with little gravel Sandy gravel and gravels
Loess Silt	150-600 20-200	0.1-0.3 0.3-0.35	4 $N_s$ 7 $N_s$ 10 $N_s$ 12 $N_s$
Fine sand: Loose Medium dense Dense	80-120 120-200 200-300	0.25	
Sand: Loose Medium dense Dense	100-300 300-500 500-800	0.2-0.35 0.3-0.4	
Gravel: Loose Medium dense Dense	300-800 800-1000 1000-2000		
ROCKS			
Sound, intact igneous and metamorphics	6-10 × 10 <sup>3</sup>	0.25-0.33 0.25-0.33	
Sound, intact sandstone and limestone	4-8 × 10 <sup>3</sup>	0.25-0.30	
Sound, intact shale	1-4 × 10 <sup>3</sup>		
Coal	1-2 × 10 <sup>3</sup>		
OTHER MATERIALS			
Wood	1.2-1.5 × 10 <sup>6</sup>		
Concrete	2-3 × 10 <sup>3</sup>	0.15-0.25	
Ice	7 × 10 <sup>3</sup>	0.36	
Steel	21 × 10 <sup>6</sup>	0.28-0.29	

\*After CGS (1978)<sup>1</sup> and Lambe and Whitman (1969)<sup>2</sup> †After NAVFAC (1982)<sup>3</sup> NOTE: Use N values corrected for depth  $N_c$ .

**SPT & Elastisite Modülüs Korelasyonları**

*Geotechnical Engineering Analysis and Evaluation*  
Roy E.HUNT, 1986.

## Literatür 2. Kaya Kütle Sınıflaması

## KAYA KÜTLE SINIFLAMASI, Bieniawski 1989'a göre

A. SINIFLAMA PARAMETRELERİ ve DEĞERLERİ									
Parametre			Değer Aralığı						
1	Masif kaya kütesinin dayanımı	Nokta yük indeksi	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Bu düşük değerler için tek eksenli basınç dayanımı kullanılmaktadır		
		Tek eksenli basınç dayanımı	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	<1 MPa
	Puan	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD %		90-100	75-90	50-75	25-50	<25		
	Puan		20	17	13	8	3		
3	Süreksizlik Aralığı		> 2 m	0.6 - 2 m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm		
	Puan		20	15	10	8	5		
4	Süreksizlik Durumu (bkz E)		çok pürüzlü yüzeyler, sürekli değil, ayrık değil, ayrılmamış yüzey	az pürüzlü yüzey, ayrılma < 1 mm, az ayrılmış yüzeyler	az pürüzlü yüzey, ayrılma < 1 mm, çok ayrılmış yüzeyler	pürüzsüz, cilalı yüzey - sürtünme izli veya ince daneli kaya kırıntıları < 5 mm kalınlığında veya ayrılma sürekli 1-5 mm	yumuşak ince daneli kaya kırıntılar > 5 mm kalınlığında veya ayrılma sürekli ve > 5 mm		
	Puan		30	25	20	10	0		
5	Su Durumu	10 m tünelde gelen su (lt/dk)	yok	<10	10 - 25	25-125	> 125		
		eklemlerde su basıncı / en büyük asal gerilime	0	< 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Genel durum	tamamen kuru	nemli	ıslak	damlama	akma		
		Puan	15	10	7	4	0		

E. SÜREKSİZLİK DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ için AÇIKLAMALAR					
Süreksizlik uzunluğu (kesintisiz)	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
Puan	6	4	2	1	0
Ayrılma	yok	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm
Puan	6	5	4	1	0
Pürüzlülük	çok pürüzlü	pürüzlü	az pürüzlü	pürüzsüz	pürüzsüz, cilalı, sürtünme izli
Puan	6	5	3	1	0
Süreksizlik dolgusu	yok	sert dolgu < 5mm	sert dolgu > 5mm	yumuşak dolgu < 5mm	yumuşak dolgu > 5mm
Puan	6	4	2	2	0
Ayrılma	ayrılmamış	az ayrılmış	orta ayrılmış	çok ayrılmış	parçalanmış
Puan	6	5	3	1	0

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Doğa KELEŞOĞLU, Trabzon ili Merkez mahallesinde doğdu. İlkokul ve ortaokulu Merkez mahallesinde, lise eğitimine Yomra Anadolu Lisesi'nde başladı ve lise eğitimini Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne 2012 yılında başladı. 2012-2016 yılları arasında lisans eğitimini tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimine 2016 yılında başladı. 2016-2017 yılları aralığında inşaat sektöründe çalışmalar yaptı. 2017 yılında Erasmus programından faydalanıp yüksek lisans öğrenimine yarım dönem Polonyada devam etti. 2019 yılında Akçaabat Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nde çalışmaya başladı.