

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**CİDE- ÖZLÜCE – İNEBOLU SAHİL YOLU HEYELANININ SONLU
ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Mahmut PEHLİVAN

HAZİRAN 2019

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**CİDE- ÖZLÜCE - İNEBOLU SAHİL YOLU HEYELANININ SONLU
ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

Mahmut PEHLİVAN

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 / 05 / 2019

Tezin Savunma Tarihi : 14 / 06 / 2019

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Zekai ANGIN

Trabzon 2019

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Mahmut PEHLİVAN Tarafından Hazırlanan**

**CİDE- ÖZLÜCE - İNEBOLU SAHİL YOLU HEYELANININ SONLU ELEMENLAR
YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

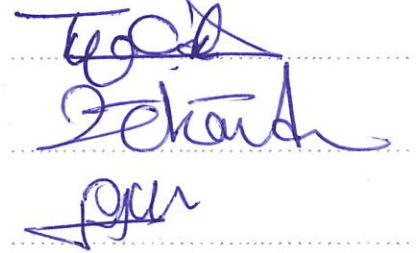
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 21 / 05 / 2019 gün ve 1805 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Tufan ÇAKIR

Üye : Doç. Dr. Zekai ANGIN

Üye : Doç. Dr. S. Banu İKİZLER

The image shows three handwritten signatures in blue ink, each placed on a horizontal dashed line. The top signature is for Prof. Dr. Tufan ÇAKIR, the middle one for Doç. Dr. Zekai ANGIN, and the bottom one for Doç. Dr. S. Banu İKİZLER.

**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Kastamonu il sınırları içerisinde bulunan Cide-Özlüce-İnebolu Sahil yolunda meydana gelen heyelanın sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak güvenlik sayısının artırılması ve uygun yapı elemanlarıyla heyelan sorununun giderilmesi 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 eğitimim de 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 15. Bölge Müdürlüğü personellerine teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans ve tez aşamalarında her zaman yanımda olan eşime, aileme ve bu süre zarfında yoğunluktan zaman ayıramadığım biricik kızıma sonsuz teşekkürler.

Mahmut PEHLİVAN
Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Heyelanının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Analizi” 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.

14/06/2019

Mahmut PEHLİVAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Taraması.....	2
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	3
1.4. Şevlerin Stabilitesi ve Tanımlar.....	5
1.5. Şevlerin Hareketleri	6
1.5.1. Düşme Hareketi.....	9
1.5.2. Devrilme Hareketi.....	10
1.5.3. Akma Hareketi	11
1.5.3.1. Yavaş Akma.....	11
1.5.3.2. Hızlı Akma.....	12
1.5.4. Kayma Hareketi	13
1.5.4.1. Düzlemsel(Ötelenmeli) Kayma.....	13
1.5.4.2. Dairesel(Dönel) Kayma	13
1.5.5. Yanal Yayılma Hareketi.....	14
1.6. Heyelanlar	15
1.6.1. Heyelanların Tanımı ve Özellikleri.....	15
1.7. Şev Zemin Parametrelerinin Belirlenmesi	16
1.7.1. Zemin Araştırma Çalışmaları.....	16
1.7.2. Arazi Deneyleri	17
1.7.3. Laboratuvar Deneyleri	18

1.7.4.	Geri Hesap Yöntemi.....	18
1.8.	Şevlerin Stabilite Yöntemleri.....	19
1.8.1.	Limit Gerilme Yaklaşımı	20
1.8.2.	Limit Denge Yaklaşımı	20
1.8.2.1.	Düzlemsel Kaymalar.....	21
1.8.2.2.	Kama Tipi Kaymalar.....	21
1.8.2.3.	Dairesel Kaymalar.....	22
1.8.2.3.1.	$\phi=0$ Analizi.....	22
1.8.2.3.2.	İsveç Dilim Metodu	23
1.8.2.3.3.	Janbu Yöntemi	24
1.8.2.3.4.	Spencer Yöntemi.....	25
1.8.2.3.5.	Morgenstern-Price Yöntemi.....	26
1.8.2.3.6.	Bishop Basitleştirilmiş Yöntemi	28
1.8.2.3.7.	Culmann Yöntemi	29
1.8.3.	Sonlu Elemanlar Yöntemi.....	30
1.9.	Kütle Hareketlerini Artıran Faktörler	31
1.10.	Heyelanları Önleme Yöntemleri	32
1.10.1.	Şevin Düzeltilmesi	32
1.10.2.	Drenaj.....	33
1.10.2.1.	Yer Üstü Sularının Drenajı	33
1.10.2.2.	Yer Altı Sularının Drenajı.....	34
1.10.3.	Topuğa Yük Koymak.....	34
1.10.4.	Dayanma Yapıları	35
1.10.4.1.	Taş veya Betonarme Duvarlar.....	35
1.10.4.2.	Ankrajlar	37
1.10.4.3.	Kazıklar.....	38
1.10.4.3.1.	Kazıkların Tarihi ve İşlevleri	38
1.10.4.3.2.	Kazıkların Sınıflandırılması	39
1.10.4.3.2.1.	Ahşap Kazıklar.....	39
1.10.4.3.2.2.	Betonarme Kazıklar	40
1.10.4.3.2.2.1.	Önceden Dökülerek Hazırlanan Betonarme Kazıklar.....	40
1.10.4.3.2.2.2.	İş Yerinde Dökülen Betonarme Kazıklar.....	41
1.10.4.3.2.3.	Çelik Kazıklar	44

1.10.4.3.2.4.	Kompozit Kazıklar	45
1.10.4.3.3.	Kazık Tipi Seçimini Belirleyen Faktörler	46
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR	47
2.1.	Çalışma Alanının Tanıtılması	47
2.1.1.	Çalışma Alanının Coğrafi Konumu	47
2.1.2.	Çalışma Alanının Jeolojik Yapısı	48
2.1.3.	Çalışma Alanının Heyelan Özellikleri	49
2.2.	Bölgede Yapılan Araştırma Çalışmaları	50
2.2.1.	Sondajla Yapılan Çalışmalar.....	50
2.2.1.1.	Heyelan Kütlelerinin Değerlendirilmesi.....	52
2.2.1.2.	Ayrılmış Filişel İstifin Değerlendirilmesi.....	55
2.2.1.3.	Sağlam Filişel İstifin Değerlendirilmesi	60
2.2.2.	İnclinometre Verileri.....	62
2.2.3.	Laboratuvar Verileri.....	62
2.2.4.	Oluşturulan Tip Kesit.....	63
2.3.	Heyelanın Plaxis Programı ile Analizi.....	64
2.3.1.	Plaxis 2D Programı	64
2.3.2.	Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Heyelanının İyileştirilmesi	70
2.3.2.1.	Plaxis Programı ile Yapılan Çalışmalar	70
2.3.2.2.	Geoteknik Tasarım.....	74
2.3.2.2.1.	Mevcut Durum Sayısal Analizi.....	74
2.3.2.2.2.	İksa Kazıkları Sayısal Analizi.....	76
2.3.2.2.3.	Ankrajlı Destek Sayısal Analizi.....	79
3.	SONUÇLAR	81
4.	ÖNERİLER.....	84
5.	KAYNAKLAR	85
6.	EKLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

CİDE- ÖZLÜCE – İNEBOLU SAHİL YOLU HEYELANININ SONLU ELEMANLAR
YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Mahmut PEHLİVAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Zekai ANGIN
2019, 89 Sayfa, 95 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 15. Bölge Müdürlüğü hizmet alanı içerisinde bulunan Kastamonu ilindeki Cide-Özlüce-İnebolu sahil 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.

Anahtar Kelimeler: Şev stabilitesi, Heyelan, Cide-Özlüce-İnebolu Heyelanı, Sonlu Elemanlar Yöntemi

Master Thesis

SUMMARY

THE ANALYSIS OF CİDE-ÖZLÜCE-İNEBOLU LANDSLIDE THROUGH
FINITE ELEMENTS METHOD

Mahmut PEHLİVAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Doç. Dr. Zekai ANGIN
2019, 89 Pages, 95 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 stabilities of the grounds which were spoiled due to the new engineering constructions. 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 occurred on the coastal road of Cide-Özlüce-İnebolu in Kastamonu in the service area of the 15 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.

Key Words: Slope Stability, Landslide, The Landslide in Cide-Özlüce-İnebolu, Finite Element Method

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolu heyelan kesimi görünümü	4
Şekil 1.2. Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolu heyelanı	4
Şekil 1.3. Denizli-Hozan yolunda heyelan	5
Şekil 1.4. Artvin-Ardahan karayolunda meydana gelen heyelan	6
Şekil 1.5. Zemin kütle hareketleri.....	8
Şekil 1.6. Düşme tipi zemin hareketi.....	9
Şekil 1.7. Gümüşhane-Tirebolu yolunda düşme tipi zemin hareketi.....	9
Şekil 1.8. Devrilme tipi hareket	10
Şekil 1.9. Tirebolu - Torul yolunda devrilme türü hareket.....	10
Şekil 1.10. Akma türleri.....	11
Şekil 1.11. Yavaş akma.....	12
Şekil 1.12. Hızlı akma.....	13
Şekil 1.13. Kayma hareketleri.....	14
Şekil 1.14. Yanal Yayılma	14
Şekil 1.15. Heyelan kesiti	15
Şekil 1.16. Heyelan görünümü.....	16
Şekil 1.17. Kama tipi kayma.....	21
Şekil 1.18. Dairesel kayma yüzeyinde oluşan gerilme	22
Şekil 1.19. İsveç dilim yöntemi	23
Şekil 1.20. İsveç dilim yöntemi kuvvet poligonu	24
Şekil 1.21. Janbu abağı	25
Şekil 1.22. Spencer güvenlik katsayısı	26
Şekil 1.23. Morgenstern-Price güvenlik faktörü(yarım sinüs).....	27
Şekil 1.24. Dilimler arası kuvvet türleri.....	27
Şekil 1.25. Bishop güvenlik faktörü	29
Şekil 1.26. Culmann kırılma yüzeyi	29
Şekil 1.27. Şevlerin düzenlenmesi	33
Şekil 1.28. Yer altı suyunu düşürme.....	33

Şekil 1.29. Heyelan topuğunda yük	35
Şekil 1.30. Taş duvar görünümü	36
Şekil 1.31. Betonarme duvar görünümü	37
Şekil 1.32. Ankraj görünümü	37
Şekil 1.33. Ahşap kazıklar	40
Şekil 1.34. Betonarme kazık yapımı	42
Şekil 1.35. Çelik kazıklar	45
Şekil 1.36. Kompozit kazık	45
Şekil 2.1. Çalışma yapılan alan.....	48
Şekil 2.2. Türkiye tektonik birlikleri.....	49
Şekil 2.3. HYSK-2/ 0.0-7.0 arası heyelan çamuru görünümü	52
Şekil 2.4. HYSK-5/ 0.0-7.0 m arası kumtaşı blok-çakıllarından görünüm.....	53
Şekil 2.5. Heyelan kütlelerinin oluştuğu arazi.....	53
Şekil 2.6. Heyelan geri analizi	54
Şekil 2.7. HYSK-4/ 17.0-21.0 m arası görünüm.....	55
Şekil 2.8. HYSK-7/ 21.5-27.0 m arası görünüm.....	56
Şekil 2.9. HYSK-5/ 24.5-29.5 m arası görünüm.....	56
Şekil 2.10. HYSK sondajları inklinometre ölçüm sonuçları.....	57
Şekil 2.11. HYSK-5 sondajı pressiometre ölçüm sonucu.....	58
Şekil 2.12. Ayrışmış flişel istif kaya kütle değerlendirmesi	59
Şekil 2.13. DVSK-4/ 56.5-62.5 m arası görünüm.....	60
Şekil 2.14. Ayrışmış flişel istif kaya kütle değerlendirmesi	61
Şekil 2.15. Tip kesit	64
Şekil 2.16. Program ekran görüntüsü.....	65
Şekil 2.17. Proje açma sayfası görünümü.....	67
Şekil 2.18. Plaxis general settings project sayfa görünümü.....	68
Şekil 2.19. Plaxis general settings dimensions sayfa görünümü	68
Şekil 2.20. Plaxis material sets sayfa görünümü.....	69
Şekil 2.21. Plaxis general mesh sayfa görünümü	69
Şekil 2.22. Heyelan için yapılan modelleme	70
Şekil 2.23. Zeminlerin görünümü	71
Şekil 2.24. Sağlam flişel istif malzeme özellikleri	72
Şekil 2.25. Ayrışmış flişel istif malzeme özellikleri.....	72

Şekil 2.26. Heyelan kütlesi malzeme özellikleri.....	73
Şekil 2.27. Duvar malzeme özellikleri.....	73
Şekil 2.28. Geri dolgu malzeme özellikleri	74
Şekil 2.29. Mevcut durum sayısal analizi görünümü.....	75
Şekil 2.30. Şevde mevcut durum güvenlik sayısı	75
Şekil 2.31. Tek sıra kazıklı sistemin stabilite analizi.....	77
Şekil 2.32. Tek sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı	77
Şekil 2.33. Çift sıra kazıklı sistemin stabilite analizi.....	78
Şekil 2.34. Çift sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı	78
Şekil 2.35. Ankrajlı sistemin stabilite analizi	80
Şekil 2.36. Ankrajlı sistemin güvenlik sayısı	80
Şekil 2.37. Plaxis programı hesaplama aşaması görünümü.....	81

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Hareket tipi ve malzeme durumuna göre sınıflandırma	7
Tablo 1.2. Güvenlik katsayıları	21
Tablo 1.3. Betonarme çakma kazık boyutları ve servis yükleri	41
Tablo 1.4. Uzunluk miktarlarına göre yerinde dökülen betonarme kazıkların çapları	42
Tablo 1.5. Beton kazıkların minimum donatısı	43
Tablo 2.1. HYSK sondaj çalışma tablosu.....	51
Tablo 2.2. DVSK sondaj çalışma tablosu.....	51
Tablo 2.3. Heyelan kütlesi malzeme özellikleri	55
Tablo 2.4. Ayrışmış flišel istif malzeme özellikleri	59
Tablo 2.5. Sağlam flišel istif malzeme özellikleri.....	61
Tablo 2.6. Kullanılacak zemin parametreleri	62
Tablo 2.7. Kazık malzeme özellikleri.....	76
Tablo 2.8. Ankraj malzeme özellikleri	79

SEMBOLLER DİZİNİ

- \emptyset^t : Efektif gerilmelere göre içsel sürtünme açısı
 u_w : Yenilme – Kırılma yüzeyine etki eden boşluk su basıncı
 σ_c : Kaya tek eksenli basınç dayanımı
 \emptyset : Öngörülen içsel sürtünme açısı
 \emptyset_g : Kayma dairesinde ve /veya düzleminde stabilite için gerekli efektif içsel
 c : Kohezyon
 c : Efektif kohezyon değeri
 c' : Efektif gerilmelere göre kohezyon
 E : Dilimler arası normal kuvvet
 E : Elastisite modülü
 GS : Güvenlik sayısı
 H : Şev yüksekliği
 H_k : Yenilme koşuluna karşı gelen şev yüksekliği
 ru : Boşluk suyu basıncının toplam basınca oranı sürtünme açısı
 W : Kayma kütlesi ağırlığı
 X : Dilimler arası kayma kuvveti
 α : Zemin numunesi kırılma açısı
 β : Şev açısı, eğim açısı
 λ : Dilimler arası kayma kuvveti ile normal kuvvet oranı
 τ_f : Kayma dayanımı
 γ_n : Kaya birim hacim ağırlığı
 μ : Poisson oranı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlunun ihtiyaçları için Dünyamız üzerinde birçok bina, tesis vb. yapılmaktadır. Yapılan bu işlemler tamamen düz ve hiçbir sorun çıkarmayan arazilerde yapılamamaktadır. Yaşadığımız dünyanın büyüklüğü ve yer şekilleri dikkate alındığında ortaya birçok sorun çıkmaktadır. Bu sorunlardan biri de eğimli arazilerde bu tesisler yapılırken şev problemleriyle karşılaşmaktır. Bu nedenle eğimli arazi üzerine yapılacak tüm mühendislik yapıların da heyelan açısından oluşacak sorunların çözülmesi gerekmektedir.

Öztürk'e (2002) göre, yer hareketleri(kayması) olarak ta bilinen heyelanlar, kütle hareketleri arasında en etkili olan ve doğada en sık karşılaşılan durumdur. Eğimli arazinin dengesinin bozulması sonucunda, yerçekimi ve diğer kaydırıcı durumların da etkisiyle arazinin bir bölümünün (kayaların, ufalanmış taşların, toprağın ve büyük ölçüde tabakaların) eğim doğrultusunda hareket etmesi sonucu ortaya çıkan şekil ve yer değiştirme olarak tanımlanabilir. Ülkemizin coğrafi özellikleri göz önüne alındığında, heyelanlar nedeniyle oluşan kütle hareketlerinden dolayı ciddi kayıplar oluşmaktadır. Heyelanlar çok büyük miktarda zemin kaybına neden olmakla birlikte, can ve mal kaybına da neden olmaktadır.

Dünyamızda bu zamana kadar yapılan, insanların hayatını sürdürmeleri için gerekli olan yaşanacak bölgelerde, yaşamın devamlılığını sağlamak için arazilerin heyelan etkisi altında kalıp kalmadığına dikkat edilir. Dünyamız sürekli olarak yağmur, fırtına, hortum, deprem vb. doğa olaylarına maruz kalmaktadır. İhtiyaç duyduğumuz tesisleri yapabilmek ve bu tesisleri koruyabilmek için de zemin mekaniğine, bununla birlikte de şev stabilite çalışmalarına büyük ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülkemizde ve Dünyada yapılan tüm mühendislik yapılarında(yol, baraj vb.) şevlerin stabilite analizleri yapılmalı ve bu doğrultuda hazırlanan projelerle uygulama çalışmaları yapılmalıdır.

Şevlerde oluşan heyelanların mühendislik çözümlerinde kullanılabilmesi için heyelan verileri çok önem arz etmektedir. Bu nedenle de heyelanların oluştuğu alanlarda gerekli

bütün çalışmalar titizlikle yapılarak, alınacak veriler laboratuvar ortamlarında incelenmeli, ortaya çıkan durumlara göre de sağlıklı ve uzun süreli çözümler üretilmelidir.

1.2. Literatür Taraması

Literatürde, heyelan problemlerinin sonlu elemanlar yöntemi plaxis ile çözümlenmesi ile ilgili çalışmalar kısıtlı olmasına rağmen bu konuyla ilgili yapılan araştırmalar bulunmaktadır.

Keskin ve Laman'a (2007) göre, bu yöntem kullanılan diğer limit denge yöntemlerine göre daha avantajlıdır. Bu nedenle de karşılaşılan şev stabilite sorunlarında fazlaca kullanılmaktadır. Plaxis programının varlığı şev stabilite problemlerinde sonlu elemanlar yönteminin yararlarını görmemizi sağlamaktadır. Deplasman ve gerilme durumlarının elde edilebiliyor olması bu problemin daha kolay anlaşılabilmesine katkı sunmaktadır.

Erol (2018), Develi-Bakırdağı Ayrımı il yolu mevkiinde meydana gelen heyelanı incelemiş ve çözüm yollarını güvenlik sayısı kullanarak bulmaya çalışmıştır. Heyelan olan bölgede yapılan çalışmalar neticesinde bulunan zemin parametreleri plaxis programına aktarılmış ve zemin probleminin güvenlik sayıları bulunmuştur.

Kabakçı (2017), Plaxis programı yardımıyla BJK Fulya Projesi için gerekli olan güvenlik sayısını bulmak için çalışmalar yapmıştır. Zeminin durumu programa aktarılmış ve uygun sistemler kullanılarak güvenlik sayıları bulunmuştur. Programa, mevcut zemin özellikleri, sürşarj yükleri, kullanılacak çivi malzeme özellikleri girilmiştir.

Özgenç (2018), Zonguldak Kılıç heyelanının sonlu elemanlar yöntemi ile stabilitesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Heyelan riski olan arazinin zemin parametreleri zemin ve geoteknik raporlardan alınmıştır. Elde edilen bu verilerle sayısal model oluşturulmuştur. Plaxis 2D programı ile modellenerek statik durum davranışı incelenmiştir. Zemindeki yer değiştirmeler program yardımıyla araştırılmıştır.

Bol, Sert ve Özocak (2017), stabilitesi yağışlar sonucunda büyük oranda bozulan, üzerinde evler olan, evlerin kullanımı için yapılmış bir yol bulunan şevde çalışmalar yapmışlardır. Kazıklı iksa sistemini kullanarak şevin daha stabil duruma gelmesini sağlamışlardır.

Ayhan (2016), Kocaeli İli Başiskele İlçesinde bulunan bir yolda zemin iyileştirme üzerine çalışmaları yapmıştır. İyileştirme işlemi için taş kolon ve fore kazık kullanmıştır.

Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çalışmalar yapılmış ve zeminde meydana gelen iyileşme gözlemlenmiştir.

Genç (2010), İstanbul Üniversitesi Avılar Kampüsü, İETT Durağı, Triaj Alanı üzerinde meydana gelen heyelanla ilgili çalışma yapmıştır. Heyelan meydana gelen alanın stabilitesinin sağlanması için kazıklı iksa sistemi ve drenaj uygulamaları yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla heyelan stabilitesi sağlanmıştır.

Pehlivan (2004), Kürtün baraj gölünün oluşumundan sonra meydana gelen heyelanla ilgili çalışma yapmıştır. Baraj gölünde su tutulmaya başladıktan sonra yol ile göl arasında çatlaklar oluşmuş ve heyelan meydana gelmiştir. Bu heyelanı engellemek ve ortadan kaldırmak için alınacak önlemler araştırılmış ve çözüm yöntemleri belirlenmiştir.

Öztürk (2002), doğal afetler içerisinde yer alan heyelanları incelemiştir. Heyelana neden olan doğal ve beşeri faktörleri, heyelan tiplerini ve Türkiye’de görülen etkilerini araştırmıştır. Heyelanlardan korunmak için alınması gereken önlemler üzerinde çalışmalar yapmıştır.

Kaynak (2007), Karadeniz Bölgesinde İyidere-Çayeli, Der pazarı İlçesi Uzunkaya Mevkii sol yarma şevinde meydana gelen heyelan üzerinde çalışmalar yapmıştır. Heyelan olan bölgede gerekli saha ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bu sonuçlardan sonra jeolojik kesit hazırlanmış ve stabilite analizleri bilgisayar yardımıyla yapılmıştır. Stabilite analizleri değerlendirilerek geoteknik çözümler araştırılmıştır.

Tonyalı ve Aydoğmuş (2018), Artvin İli Borçka İlçesi’nde yapımına devam edilen hastane binası temel kazısı sırasında meydana gelen heyelanın hareketleri ve kayma yüzeylerini incelemiş, heyelanın önlenmesi, çevre yapılarının güvenliğinin sağlanması ve mevcut şev stabilitelerinin sağlanması amaçlanmıştır. Bu nedenle mevcut durum Plaxis 2D programına aktarılmış ve fore kazıklı iksa sistemi ile problemin çözümü gerçekleştirilerek şev stabil hale getirilmiştir.

1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı

Dünya nüfusu hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak da Dünya üzerinde yeni kullanım alanlarının oluşturulması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Kullanım alanlarına erişim karayolları ile sağlanmaktadır. Yol çalışmaları yapılırken de şev ve heyelan ile karşılaşmamak mühendislik açısından neredeyse imkansız olmaktadır.

Hazırladığım bu tez çalışmam da T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 15. Bölge Müdürlüğü'nün (Kastamonu) hizmet alanı içerisinde bulunan Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Km:92+500 ile Km:96+800 arasında meydana gelen ve yolun kullanımını olumsuz etkileyen heyelan incelenmiş ve çözüm yolları araştırılmıştır.



Şekil 1.1. Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolu heyelan kesimi görünümü

Cide-Özlüce-İnebolu Sahil yolu meydana gelen heyelan sonucu zarar görmüştür. Zarar gören bu alanın onarımının yapılması ve sağlıklı bir şekilde ulaşımın gerçekleştirilmesi için gerekli çalışmaların yapılması öngörülmüştür.



Şekil 1.2. Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolu heyelanı

Tez içeriğinde ilk olarak şevler ve stabiliteleleriyle ilgili tanımlara yer verilmektedir. Şevlerden ve heyelanlardan bahsedilerek, nedenleri ile sonuçları irdelenip detaylıca anlatılmaktadır. Heyelanın meydana geldiği ve hasara neden olduğu Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Km:92+500 ile Km:96+800 arasında yapılan çalışmalar sonucu alınan numuneler ve bunlardan elde edilen laboratuvar verileri ile oluşturulan geoteknik en kesit Plaxis 2D programına girilmiş ve soruna uygun yapı elemanları ile çözüm geliştirilmiştir.

1.4. Şevlerin Stabilitesi ve Tanımlar

İnşaat mühendisliğinde mühendislerin üzerinde durdukları en önemli konulardan biri şevlerin stabilitesidir. Şevler eğik bir yüzeyle sınırlı zemin kütleleridir. Şevler doğada doğal olarak oluşabildiği gibi, insan ihtiyaçları sonucu yapılan çalışmalar neticesinde de oluşabilmektedir. Yapılacak mühendislik çalışmalarında hazırlanacak projelerin bu durumları göz önüne alınarak hazırlanması gerekmektedir.

Kumbasar ve Kip (1999), şevleri eğik bir yüzey ile sınırlanmış zemin kütlesi olarak tanımlamışlardır. Şevli zemin kütlelerinin stabilitelelerinin sağlanması için, aşağı yönde harekete zorlayan kendi ağırlıklarının ve diğer bazı kuvvetlerin oluşturduğu τ kayma gerilmelerinin, yine aynı düzlemde oluşan τ_f kayma mukavemetinden küçük olması gerekmektedir.



Şekil 1.3. Denizli-Hozan yolunda heyelan

Haliloğlu'na (1997) göre, Şevlerin stabilite edilmesindeki amaç, zemin yapıları ile kazı ve dolgularda yapılacak çalışmalarda çözüme en güvenilir ve ekonomik olarak ulaşmaktır.

Akçakal'a (2009) göre, insan ihtiyaçları için yapılan mühendislik çalışmaları sonucu oluşan Őevlere yarma veya dolgu Şevi , tabiatın kendinde olan Őevlere ise doğal Şev adı verilmektedir.

Kaynak'a (2007) göre, yamaç ve Şevlerin stabilitelerinde genelde bir farklılık yoktur. Dış faktörlerle oluşmuş olanlara yamaç, insan etkisiyle oluşanlara da yapay Şev adı verilmektedir.



Şekil 1.4. Artvin-Ardahan karayolunda meydana gelen heyelan

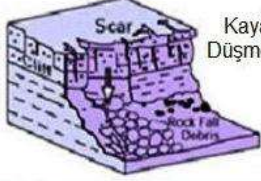
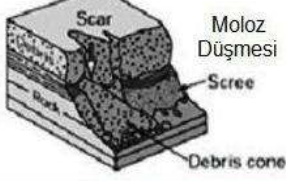
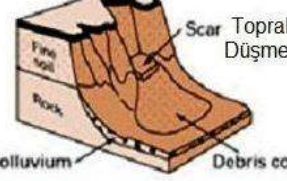
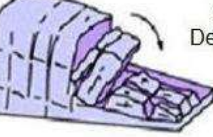
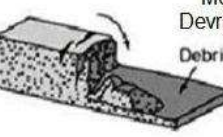
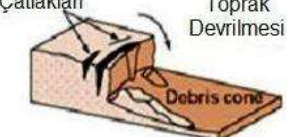


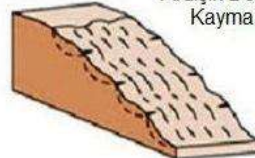
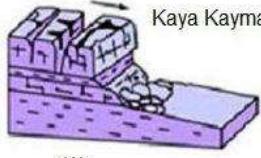

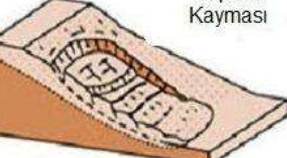



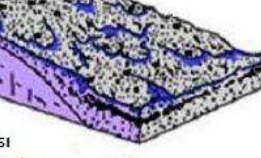
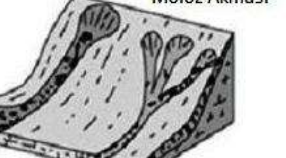
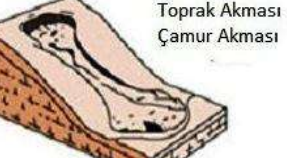

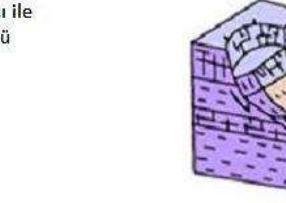
Şev tabanı ile yüzeyinin birleştiği yere Şev topuğu, Şevin en üst noktası ile Şevin tabanı arasındaki mesafeye Şev yksekliti, kopma sonucu yerinden ayrılan, kaybolan kütleleri içeren malzemeye Şev kütlesi, Şevin yatay düzlem ile yaptığı açıya Şev açısı, Şevin stabilitesi bozulmadan yapılabilecek maksimum miktarda ykseklite kritik Şev açısı, Şevlerde bulunan zemin kütlelerinin yıkılma, kopma, kayma tehlikeleri oluşturmadan alınabilecek önlemlere Şev stabilitesi denmektedir.

1.5. Şevlerin Hareketleri

Varnes (1978), Şev hareketlerini sınıflandırmaktadır. Şevlerin hareket türleri akma, devrilme, yanal yayılma, düşme ve kayma Şeklinde 5 ana grupta incelenmektedir.

Tablo 1.1. Hareket tipi ve malzeme durumuna göre sınıflandırma, Varnes (1978)

HAREKET TÜRÜ		MALZEMENİN TÜRÜ		
		KAYAÇLAR	ZEMİNLER	
			İri Daneli	İnce Daneli
DÜŞME		Kaya Düşmesi	Moloz Düşmesi	Zemin Düşmesi
DEVİRİLME		Kaya Devrilmesi	Molozda Devrilme	Zeminde Devrilme
AKMA	Yavaş	Kaya Kripi	Moloz Kripi	Zemin Kripi
	Hızlı	Çok Parçalı Kayaç Akması	Moloz Akması	Zemin 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 YAYILMA		Kaya Yayılması	Zemin veya Moloz Yayılması	
KARMAŞIK		Hareket Türü ve Malzeme Karışık		

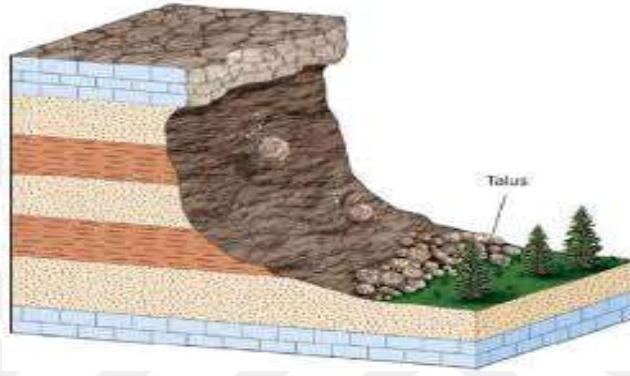
Malzeme Hareketin Türü	KAYA	MOLOZ	ZEMİN
DÜŞMELER	 Kaya Düşmesi	 Moloz Düşmesi Scree Debris cone	 Toprak Düşmesi Colluvium Debris cone
DEVİRMELER	 Kaya Devrilmesi	 Moloz Devrilmesi Debris cone	 Taç Çatlakları Toprak Devrilmesi Debris cone
KAYMALAR	DÖNEL  Tek Dairesel Kayma Failure surface	Heyelan üstü  Çoklu Dairesel Kayma Ayna Taç İkincil ayna Failure surface	Ardışık Dönel Kayma 
	ÖTELENMELİ (Düzlemsel)  Kaya Kayması (*)	 Moloz Kayması	 Toprak Kayması
YAYILMALAR	 Örtü kayası Normal yataya yakın yapı Dışbükey eğim ve fay yapısı Çatlak Clay shale Tabakların incilmesi Taban bindirmesi düzlemi Sağlam ana kaya	 Vadi Kabarması (erozyonla düzleşmiş) Örnek: Bombelenme ve Vadi oluşumu	 Toprak yayılması
AKMALAR	 Kaya Akması Buzul moloz akması	 Moloz Akması	 Toprak Akması Çamur Akması
KARMAŞIK	 Kaya-Toprak akması ile kaya etek döküntüsü	 Örnek: Kompozit, dairesel olmayan, kısmen dönel/kısmen düzlemsel ve eteğe doğru toprak akması şeklinde	

Şekil 1.5. Zemin kütle hareketleri, Varnes (1978)

1.5.1. Düşme Hareketi

Bu hareket türü kütle hareket türleri içinde en çok oluşan türdür. Düşen kütle serbest düşme hareketi yapar. Hareket eden kütleler birbirinden bağımsız olarak hareketlerini gerçekleştirir. Birbirlerine herhangi bir etkileri yoktur.

Deniz, göl, vadi kenarlarındaki dik falez ve yamaçlardan, mağaraların tavanlarından veya dağ tepelerinden toprağın ya da kaya parçalarının düşmesi sonucu oluşan harekettir.



Şekil 1.6. Düşme tipi zemin hareketi

KGM (2015), şevlerde oluşan düşme hareketi, jeolojik oluşumun cinsine göre; moloz düşmesi, zemin düşmesi ve kaya düşmesi olarak adlandırılabilir. Tabakalanma yapısı, ayrışma, dayanım, yeraltı suyu durumu ve yüksek eğim koşullarında, kendi ağırlığı ile direkt düşerler.



Şekil 1.7. Gümüşhane-Tirebolu yolunda düşme tipi zemin hareketi

1.5.2. Devrilme Hareketi

KGM (2015), devrilme, kaya formasyonların yapısal özelliklerine göre farklı isimler altında adlandırılırlar. Yamaçtaki eğim durumuna göre gerçekleşmesi halinde kaya düşmesi adını alır. Yamaç eğimlerinin çok yüksek olduğu yerlerde moloz devrilmesi veya zemin devrilmesi olarak da adlandırılır.



Şekil 1.8. Devrilme tipi hareket

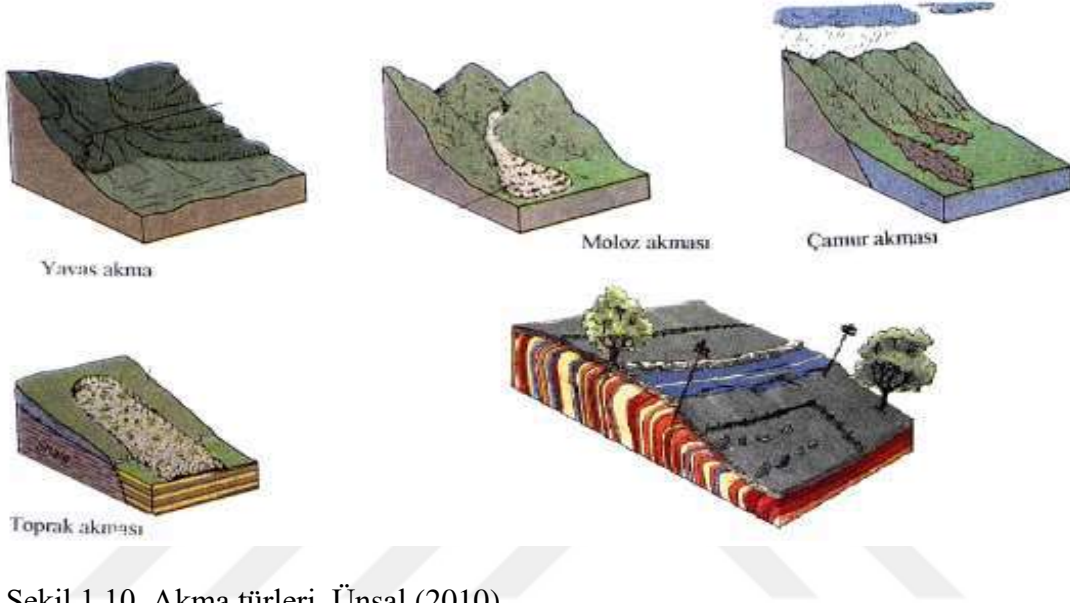
Moloz devrilme hareketi durumunda devrilen kısmın kohezyonu ve yamaç eğimi daha etkin parametrelerdir. Bu hareketin gerçekleşmesine neden olan faktörler arasında; devrilen kısmın şekli, donma-çözülme olayları, çökelmenin hızı ile yer altı suyunun durumu önemli rol oynamaktadır.



Şekil 1.9. Tirebolu - Torul yolunda devrilme türü hareket

1.5.3. Akma Hareketi

Taş-zemin yada zemin karışımlarının içerisinde su bulunmaktadır. Bünyelerinde barındırdıkları bu su miktarına göre bazı durumlarda sıvı gibi akışkan olabilirler. Bazen de çok yavaş şekilde ama sürekli olarak yer değiştirebilmektedirler.



Şekil 1.10. Akma türleri, Ünsal (2010)

Akmalar iki başlık altında incelenmektedir.

1.5.3.1. Yavaş Akma

Yamaç veya şevin üst tabakasının sürekli olarak yer değiştirmesine yavaş akma, krip yada sürünme denmektedir. Bu hareket çok yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu hareketin hızı yıllık olarak birkaç santimetre mertebesindedir. Kripin ana nedeni yerçekimi olmakla birlikte, yer altı suyunun varlığı, donma-çözülme, bitki köklerinin büyümesi en sık karşılaşılan durumlar olarak sayılabilmektedir.



Şekil 1.11. Yavaş akma

Krip hareketinin belirtileri arasında, eğrilmiş ağaç gövdeleri, yerleri değişmiş kaya ve demiryolları, telgraf direkleri, zemin üzerinde birikmiş taşlar, kırılmış yada yer değiştirmiş istinat duvarları, arazi yüzeyindeki engebeler, zemin içerisinden geçen kanalizasyon veya boru hatlarındaki yer değiştirmeler gösterilebilmektedir.

1.5.3.2. Hızlı Akma

Krip olayı su miktarı az zeminlerde gerçekleşmekte iken, hızlı akma olayı su miktarının fazla olduğu zeminlerde gerçekleşmektedir. Su miktarının artması, boşluk basıncının artması ile titreşimlerin artması sonucunda malzeme hızlı bir şekilde sürüklenir.

Zemin akmaları çamur ve kum akması olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Akma, killi zeminlerde ama çoğunlukla hassas killerde çamur akması şeklinde gerçekleşir. Kum içeriği yüksek zeminlerde ise kum akması adıyla adlandırılmaktadır. Su içeriğine bağlı olarak hareket gerçekleştiği için su miktarı azaldıkça akmanın hızı ve şiddeti azalmaktadır.



Şekil 1.12. Hızlı akma, Dirik ders notları

1.5.4. Kayma Hareketi

Zemin kütlelerinin çatlak, tabaka, fay ya da herhangi bir süreksizlik yüzeyi boyunca aşağıya doğru hareket etmesine kayma adı verilmektedir. Eğimli tabakaların topuk kısımlarında yapılan aşındırıcı işlemler neticesinde, kütlelerin ağırlığı içsel sürtünmeden fazla olduğu andan itibaren kütle harekete başlamaktadır.

Kaymalar, düzlemsel(ötelenmeli) kaymalar ve dairesel(dönel) kaymalar olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır.

1.5.4.1. Düzlemsel (Ötelenmeli) Kayma

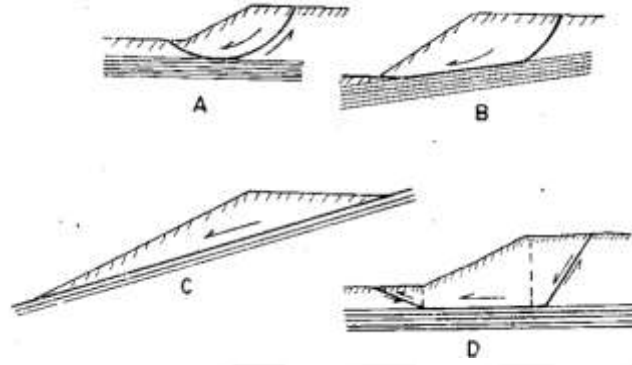
Haliloğlu (1997), düzlemsel kaymalar sağlam tabakalar arasında bulunan kil benzeri zayıf yüzeyler boyunca yada ortamdaki fay, çatlak gibi süreksizlik düzlemleri boyunca meydana gelmektedir.

Pehlivan (2004), düzlemsel kama hareketi kama tipi kayma ve iki veya çok yüzeyli kayma olarakta kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır.

1.5.4.2. Dairesel (Dönel) Kayma

Haliloğlu'na (1997) göre, dairesel kaymalar kaya ve zemin ortamlarda göçme yüzeyleri doğrultusunda oluşmaktadır.

Erol'a (2018) göre, dairesel kaymalar kil, silt, kum gibi zeminlerde de görülebileceği gibi, dolgu ve yol yarmalarında da oluşabilmektedir.



Şekil 1.13. Kayma hareketleri, A:Dairesel, B: Düzlemsel-Dairesel, C:Düzlemsel, D:Düzlemsel Kamalı, Ersoy Ders Notları

1.5.5. Yanal Yayılma Hareketi

Kaynak'a (2007) göre, kesme ve çekme hareketlerinin oluşturduğu yer değiştirmelerin birlikte izlendiği kütle hareketine yanal yayılma adı verilmektedir.



Şekil 1.14. Yanal Yayılma, Yıldırım (2002)

Bu tür kütle hareketlerinin meydana gelmesine yanal genişleme hareketi neden olmaktadır. Kendi içerisinde iki başlık altında incelenebilmektedir. Bunlar yanal kaya yayılması ve yanal zemin yayılmasıdır. Yanal zemin yayılma hareketi killi zemin içerisinde bulunan kaya parçaları veya bloklarının bu killi zemin ile birlikte yavaş yavaş hareket etmesiyle oluşur. Yer değiştirme miktarları çok azdır. Bundan dolayı da bu

hareketin olduğu bölgedeki durum pek kolay fark edilememektedir. Yanal kaya yayılması hareketi, daha çok yumuşak bir zeminin üzerinde bulunan daha sert malzemelerin yaptığı harekettir. Yumuşak olan zemin şevin olduğu bölgenin dışına doğru hareket ederken üzerinde bulunan sert malzeme de o yöne doğru parçalara ayrılmakta ve taşınmaktadır

1.6. Heyelanlar

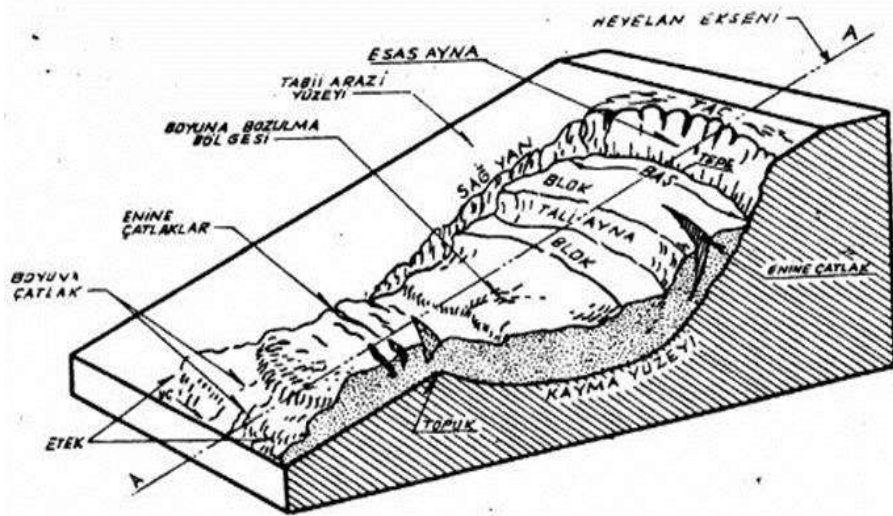
Heyelanlar yer küre üzerinde meydana gelen ve çok yıkıcı etkileri olan doğal felaketlerden birisidir. Mühendislik uygulamalarında sıklıkla karşımıza çıkan bir sorundur.

Ülkemizin coğrafi özellikleri nedeniyle yıllardır birçok heyelan meydana gelmiştir. Bunların birçoğu hem can hemde mal kaybına neden olmaktadır.

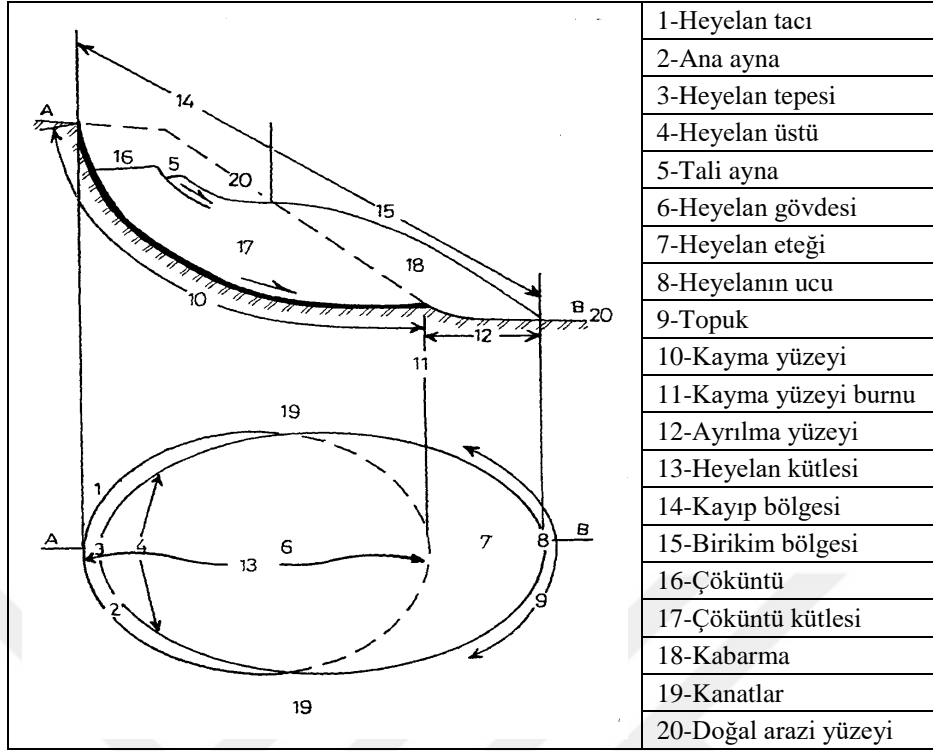
Kılıçaslan (1990), Trabzon ili Maçka ilçesi Çatak köyünde 1988 yılında meydana gelen heyelan 5'i çatak köyünden olmak üzere 63 kişinin ölümüne neden olmuştur.

1.6.1. Heyelanların Tanımı ve Özellikleri

Birand ve Bekaroğlu'na (1973) göre, heyelan belli bir şevi olan taneli malzemelerin şevin aşağısına doğru hareket etmesi olarak da adlandırılabilir. Genellikle bu hareket yerçekiminin etkisiyle oluşmaktadır. Hareketin hızı doğal olarak yamacın eğimine ve içerdiği su miktarına bağlı olarak değişebilmektedir.



Şekil 1.15. Heyelan kesiti, Coduto (2006)



Şekil 1.16. Heyelan görünümü, IAEG (1990)

1.7. Şev Zemin Parametrelerinin Belirlenmesi

Şev stabiliteilerinin sağlanabilmesi mühendislik uygulamalarında çok büyük önem arz etmektedir. Bu durumun sağlanabilmesi için şevin tüm özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

1.7.1. Zemin Araştırma Çalışmaları

Zemin araştırma çalışmalarındaki amaç şevin içeriğinin belirlenebilmesidir. Bununla beraber varsa yer altı suyu durumu ve kayma yüzeylerinin durumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu özellikleri belirlemek için yapılacak incelemelerin birincisi yüzey incelemesidir.

Uzuner'e (2006) göre, zemin araştırma çalışmaları kapsamında, incelenecek zemin gezilir, topografyası, su durumu, su düzeyleri, herhangi bir taşkına uğrayıp uğramadığı hakkında ilk bilgiler elde edilmelidir. Zemin yüzeyinde doğal olarak oluşmuş alanlardan zeminin tabaka yapısı görülür. Üzerinde çalışma yapılacak alanın varsa zemin etüd

raporları bulunmaya çalışılır. Mevcut arazinin üzerinde yaşayan veya komşu arazilerdeki kişilerden arazinin durumu hakkında bilgi alınır. Bu veriler ışığında yüzey incelemesi yapılmalıdır. Yüzeye yakın kısımlardaki zemin hakkında bilgi edinmek için inceleme çukurları açılır. Bu çukurlar elle veya makine ile açılabilen bir veya daha fazla derinlikteki çukurlardır. Kendini tutabilen zeminlerde açılması daha doğru olacaktır. Sondajlar zeminde delik açma işlemleridir. Yapılacak sondajlardan alınacak nünunelerle zemin parametreleri belirlenebilmektedir.

Bir diğer yöntemde zemine bir cisim çakarak zeminin parametrelerini belirleme yöntemidir. Bu cismin zemine girerken oluşturduğu tepki ile zemin parametreleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Jeofizik yöntemler ile de zemin araştırmaları yapılabilmektedir. Zeminde titreşim dalgaları oluşturulur. Bu şok dalgalarının zemin içinde yayılma sürelerine göre bir grafik çizilir. Bu grafikten yola çıkılarak zemin parametreleri hakkında bilgi sahibi olunur. En çok kullanılanlar sismik kırılma ve elektriksel direnç yöntemidir.

1.7.2. Arazi Deneyleri

Üzerinde çalışma yapılacak alanların zemin özelliklerinin bilinmesi hayati derecede önem arz etmektedir. Bunları belirleme yöntemlerinden birisi de arazi deneyleridir.

Uzuner (2006), arazide yapılan bu deneyler standart penetrasyon deneyi, koni penetrasyon, presiyometre ve plaka yükleme deneyi olarak adlandırılmaktadır.

Dayıoğlu (2010), standart penetrasyon deneyi, A.H. Mohr tarafından 1925 yılında ortaya çıkarılmıştır. Bu deney yöntemi ASTM 1586-84'de anlatılmaktadır. Standart penetrasyon deneyi yeryüzünde en çok kullanılan deneydir. Standart penetrasyon deneyi sondaj kuyusu içinde yapılan dinamik bir kesme deneyidir. Deneyde kullanılan standart bir alet zemin ortamına sokulur. Zeminin bu etkiye gösterdiği direnç bulunmaya çalışılır. Kohezyonsuz zeminlerden örselenmemiş nümune elde etmek çok zor olduğu için, bu ve benzer zeminlerin özellikleri laboratuvar deneyleri ile bulunamamaktadır. Bundan dolayı bu zeminlerde SPT gibi arazi deneyleri yapılmaktadır.

Koni penetrasyon deneyi kil, silt, kumlu zeminlerde yapılabilmektedir. Koni penetrasyon deneyi konik ucun zemine hidrolik bir güç kullanılarak itilmesiyle gerçekleştirilir. Bu itme işlemi süresince koninin uç kısmında meydana gelen uç direnci, koninin ceket kısmında ortaya çıkan sürtünme direnci ve boşluk basıncı değerleri

ölçülmektedir. Sondaj kuyusu açılması gerekmediğinden maliyeti düşüktür. Bu işlem esnasında ortaya çıkan değerler sürekli olarak okunabilir. Çok sıkı veya kaya zeminlerde çok doğru sonuçlar vermemektedir.

Erdoğan (1980), presiyometre deneyinin ülkemizde Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından G-tipi presiyometrenin Menard firmasından alınmasıyla 1969 yılında yapılmaya başladığını belirtmektedir. Bu deneyde önceden delinerek hazırlanmış bir kuyuya probun indirilmesi, probun şişirilmesi ve içindeki basınç ve hacim değişikliklerinin ölçülmesi ile yapılmaktadır.

Plaka yükleme deneyi, büyük ölçülerdeki bir plakaya verilen yük artışıyla meydana gelen oturma veya şekil değiştirmenin ölçülmesidir.

Dipova ile Cangir (2012), yaptıkları çalışmada plaka yükleme deneyini, daha çok dolgu zeminlerin taşıma gücünü belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntem olarak belirtmektedirler. Büyük yapıların inşa edileceği zeminlerde güvenilir sonuçlar vermemektedir. Bu deney sonucunda zeminin güvenli taşıma gücü, temelin oturması, yatak katsayısı, elastisite modülü, drenajsız kayma mukavemeti değerleri bulunabilmektedir.

Coates ve Gyenge (1966); Gökay(1988); Hobbs'a (1975) göre, kaya ortamlar üzerinde de plaka yükleme deneyi uygulanabilmektedir.

1.7.3. Laboratuvar Deneyleri

Zeminin parametrelerini belirlemek için arazi üzerinde araştırmalar yapılır. Bu araştırmalar sonucunda arazi ile ilgili birtakım verilere ulaşılır. Bu verilerin bir kısmı örselenmiş nümune bir kısmı da örselenmemiş nümunelerdir. Bu nümunelere laboratuvar ortamında deneyler yapılarak stabilite için kullanacağımız veriler elde edilmeye çalışılmaktadır.

1.7.4. Geri Hesap Yöntemi

Durgunoğlu vd.'ne (1991) göre, şev kaymaları incelendiğinde şevi meydana getiren zemin hakkında azda olsa veri elde edilebilmektedir. Şevin kayma hareketine başladığı andaki durumunda yeraltı suyu, üzerindeki yük parametreleri ile zemin özellikleri arasında birtakım ilişkiler kurulabilmektedir.

Popescu ve Sasahara (2009), göçme olayının gerçekleştiği şevlerin düzeltilmesi gerekmektedir. Bunun içinde çalışmalar yapılır. Yapılacak çalışmaların güvenli, ekonomik ve başarılı yapılabilmesine geri hesap yöntemi çok önemli miktarda olanak sağlar. Sahada yapılacak çalışmalardan önce zeminin çok iyi bir şekilde tanınması gerekmektedir. Bu nedenle yapılabilecek tüm işlemler mühendisler tarafından titizlikle hazırlanmalı, tüm koşullar düşünülmelidir. Kaymaya neden olan durumların tespiti tam olarak yapılmalıdır.

Duncan and Wright (2005), şevin hareket etmeye başladığı zamanki güvenlik katsayısının bir olacağı düşünülür. Bu anı bir düşünerek şevin göçmeye başladığı an için model geliştirilebilir.

1.8. Şevlerin Stabilite Yöntemleri

Mühendislikte en önemli olay güvenlidir. Yapılan tüm yapılar belirli bir güvenlik durumuna göre projelendirilirler. Mühendislik yapılarının oturduğu zeminlerde, binaların yüklerini güvenle zemine verebilmeleri ile zeminlerinde bu yükleri olumsuz bir durum oluşmadan taşıması istenmektedir. Yaşadığımız evrene bakıldığında üzerinde durduğumuz alanların birçoğunda doğal şevlerin olduğu görülmektedir. Bu şevler yanında ihtiyaçlarımızı gidermek adına yapay şevlerde oluşturulmaktadır. Güvenli bir şekilde yaşamak, ihtiyaçlarımızı karşılarken bir sorunla karşılaşmamak için şevlerin stabilitesi çok büyük önem arz etmektedir.

Haliloğlu'na (1997) göre, şevler herhangi bir zorlanma olmaması durumunda stabilitelerini korurlar. Yer üstü ve yer altı sularının olumsuz etkileri, üzerlerinde bulunan yapıların etkileri deprem ve diğer titreşim hareketleri sonucu kendi ağırlıklarının da etkisiyle buldukları yüzeyden aşağı yönde hareket ederler. Bu durumlar da zeminde kayma gerilmelerinin oluşmasına neden olur. Şevlerin dengede kalabilmesi için kayma gerilmelerinin kayma mukavemetlerinden küçük olması gerekmektedir.

Şevlerin stabilite çalışmaları iki grup altında incelenir.

- Limit gerilme yaklaşımı
- Limit denge yaklaşımı

1.8.1. Limit Gerilme Yaklaşımı

Önalp (1983), limit gerilme gerçekçi bir yaklaşım olup, kendi ağırlığı altında ve varsa dış yükler altında bulunan zeminin ne kadar hareket edeceği, hareket sonucu göçmenin olup olmayacağı, hareket sonucu oluşacak gerilmelerin nerelerde oluşacağı üzerine inceleme yapılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın uygulanabilmesi için gerilme analizini yapabilecek yöntemlerin ve kullanılacak argümanların bulunarak, ortamın özelliklerinin doğru bir şekilde bulunması gerekmektedir. Ortam özelliklerinin tarifinde ortaya çıkan zorluklar henüz çözümlenememiştir.

1.8.2. Limit Denge Yaklaşımı

Şevlerin stabilite analizlerinin yapılmasında en çok kullanılan yöntemdir. Kaymanın olabileceği yüzey düşünülerek, bu yüzeyde kaymaya neden olacak olan zemin gerilmeleri bulunur. Bunun ardından zemini kaydıracak gerilmeyi engelleyecek olan zemin kayma direnci hesaplaması yapılır. Burada güvenlik sayısı diye bir parametre karşımıza çıkmaktadır. Bu da zeminin kaymadan dengede durması için gerekli olan kayma direnci ile zemini kaymaya ve dolayısıyla da denge kaybına sebebiyet verecek parametrelere oranlanmasıyla ortaya çıkan bir katsayıdır.

Güvenlik katsayısının değeri mühendislik değerlendirilmelerinde çok önemlidir. Bu katsayı bizi zemin de kayma olup olmayacağı konusunda bilgilendirir. Tablo 1.2 de zeminlere ait güvenlik sayıları değerleri verilmektedir.

Tablo 1.2. Güvenlik katsayıları, TS 8853

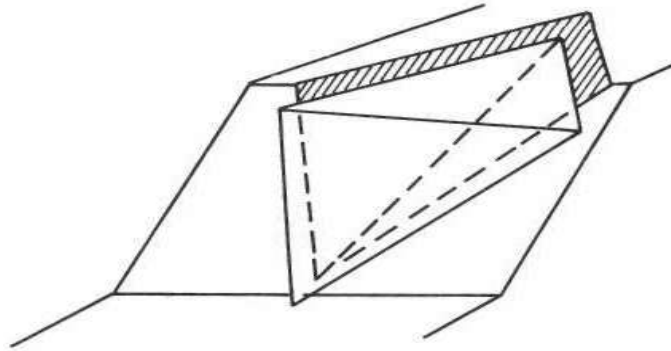
Şart	Güvenlik Sayısı (G.S.)		
	Toplam Gerilme	Efektif Gerilme	Deprem
Dolgularda yapım sonu	1.50	-	-
Yarmalar	1.50	1.25	1.0
Barajda sızıntı	1.50	1.25	-
Barajda ani su düşmesi	1.50	1.10	-
Laboratuvar maksimum direnç	1.50	1.35	1.0
Parametrelerin kullanımı ile	-	-	-
Kalıcı dirence göre	-	1.20	1.0
Uzun vadede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

1.8.2.1. Düzlemsel Kaymalar

Şevin yüzeyine paralel olarak gerçekleşen kaymalara denir. Bu kayma tipinde şevlerin uzunlukları derinliklerine oranla çok büyüktür. Bu nedenle de kaymaların neredeyse düz bir yüzey boyunca olduğu düşünülmektedir.

1.8.2.2. Kama Tipi Kaymalar

Bu tip hareket kayalarda ortaya çıkan bir kayma türüdür. Kayma olacak şevde zemin iki veya daha fazla kamaya ayrılır. Ayrılan her kama alanı için güvenlik katsayıları teker teker bulunur.



Şekil 1.17. Kama tipi kayma, Richards (1975)

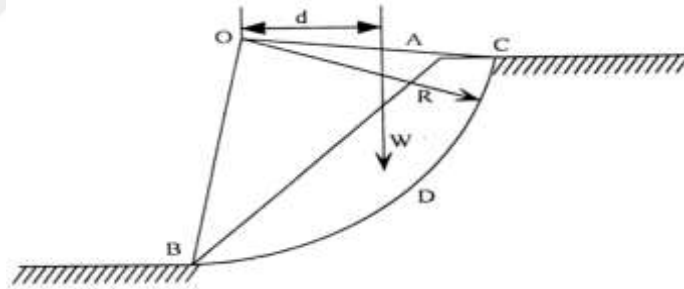
1.8.2.3. Dairesel Kaymalar

Burada kayma yüzeyleri daire veya dönel silindir kayma yüzeyi olarak kabul edilir. Dairesel kaymada kullanılan yöntemler aşağıdaki gibidir.

1.8.2.3.1. $\phi=0$ Analizi

Bu yöntem en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Suya doymun zeminlerde su içeriği korunarak deneyler yapılır. Yapılan bu deneylerde ϕ 'nin sıfır çıkmasıyla geliştirilmiştir. Bu deneylerde gerilme arttıkça boşluk suyu basıncının değişmemesi ve killerin su içerisinde parçalanması yapılan bu deneylerdeki genel özelliktir. Drenajsız kayma mukavemeti zemin içinde derinlik boyunca $\tau_f = c_u$ sabit şeklindedir.

Bu analiz yönteminde çalışmalar yapılırken boşluk basınçları ve efektif gerilmeler teker teker hesaplanmadığından toplam gerilmeye dayanan bir yöntem olarak kabul edilir.



Şekil 1.18. Dairesel kayma yüzeyinde oluşan gerilme

Haliloğlu'na (1997) göre, analiz gerçekleştirilirken 'O' noktası merkez kabul edilerek 'r' yarıçaplı potansiyel bir dairenin AB dairesel yayı bulunur. 'O' noktasında oluşan bir dönmeye ABCA alanının zemininin kütlelerini, 'W' ağırlığı ile kaydıran 'Wa' momenti uygular. Buna 'AB' yüzeyi boyunca zeminin kayma direnci karşı koyar. Bu nedenle oluşan moment;

$$M_0 = C_u \cdot L_r \text{ olur.} \quad (1)$$

C_u zeminin kohezyonu, L ise AB yay uzunluğu olarak ifade edilebilir.

$$L = 2\pi r \frac{\theta}{360} \text{ olarak ifade edilmektedir.} \quad (2)$$

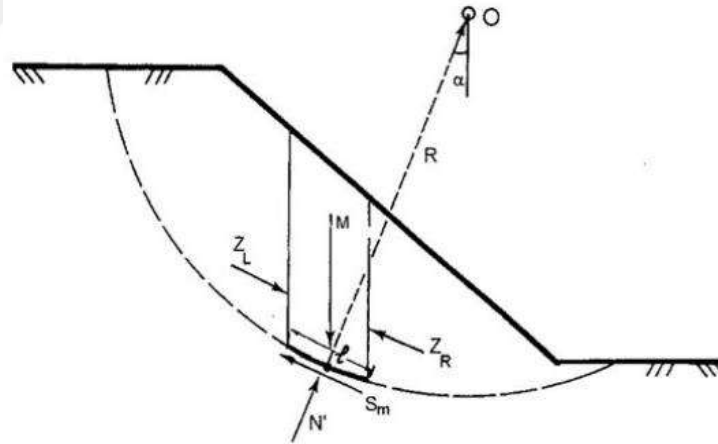
$$\text{Güvenlik sayısı; } G.S = \frac{M_0(\text{karşı koyan})}{M_0(\text{döndüren})} \quad (3)$$

$$G.S = \frac{C_u \cdot Lr}{W_a} \text{ olarak ortaya çıkar.} \quad (4)$$

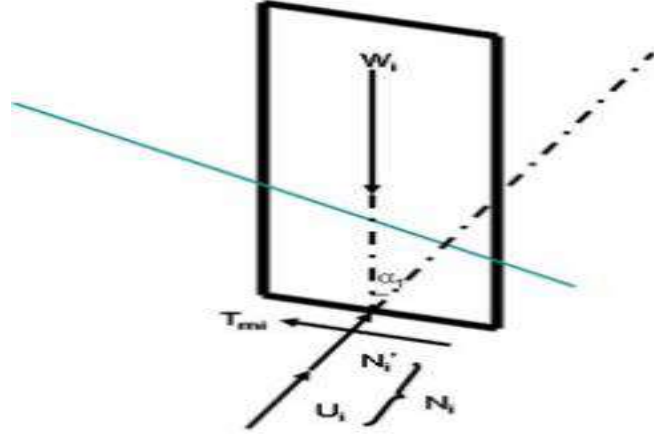
1.8.2.3.2. İsveç Dilim Metodu

McCarthy'e (1962) göre, tabakalı zeminlerde, izotropik zeminlerde ve izotropik olmayan zeminler içinde bulunan şevlerde uygulanabilen bir yöntemdir.

Bu yöntem ilk olarak Fellenius (1963) tarafından bulunarak önerilmiştir. Bu yöntemde muhtemel kayma yüzeyleri belirlenir. Ardından bu kayma yüzeyleri düşey yönde dilimlere ayrılır. Bu dilimlere gelen kuvvetler göz önüne alınarak çalışmalar yapılır.



Şekil 1.19. İsveç dilim yöntemi, Gökcan (2014)



Şekil 1.20. İsveç dilim yöntemi kuvvet poligonu, Gökcan (2014)

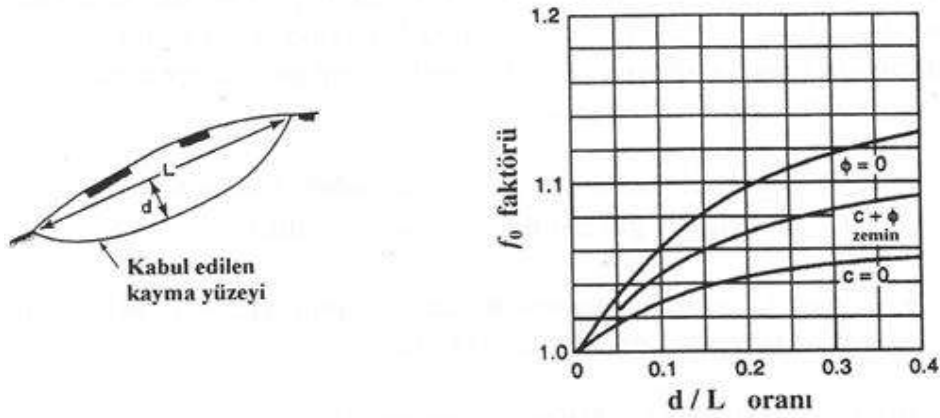
$$G_s = \frac{\sum [c' I + [M \cos \alpha - U_w I] \tan \phi']}{\sum M \sin \alpha} \quad (5)$$

1.8.2.3.3. Janbu Yöntemi

Janbu yöntemi düşey kuvvetlerin dilime tek noktadan etki ettiğini baz alır. Janbu yönteminde güvenlik düzeltme sayısı f_0 ile belirlenir. Bu düzeltme faktörü, kabul edilen kayma yüzeyinin şeklinin büyüklüğü ile zemin cinsine bağlıdır. Bu değer bir abaktan kestirme yapılarak bulunur. Yatay kuvvetlerin tamamının dengede olduğu kabul edilir.

McCarthy'e (1962) göre, dairesel yenilme ilkesiyle çalışan stabilite yöntemleri, düzlemsel yüzeylerin varlığının bulunduğu durumlarda yetersiz kalmaktadır. Düşük kayma dayanımlı bu yüzeylerin mekanik özellikleri şev boyunca değişiklikler gösterir.

Gökcan'a (2014) göre, janbu yöntemi bishop yöntemine çok benzer olmakla birlikte, en belirgin ayrılıkları bir yenilme yüzeyinin bu yöntemde uygulanabilmesidir.



Şekil 1.21. Janbu abağı, Gökcan (2014)

$$GS = \frac{\sum(c^l * b + [M - (X_R - X_L) - U_W * b] \tan \phi^l) \sec \alpha * k_a}{\sum[M - (X_R - X_L)] * \tan \alpha} \quad (6)$$

Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan güvenlik sayısının tam değerini bulmak için bir düzeltme katsayısı ile çarpılması gerekmektedir.

$$GS = F_0 * f_0 \quad (7)$$

$$F_0 = \frac{\sum([C^l * b + (M - u_w * b) * \tan \phi^l] * \sec \alpha * k_a)}{M * \tan \alpha} \quad (8)$$

$$f_0 = 1 + b * \left[\frac{d}{L} - 1,4 * \left(\frac{d}{L} \right) \right] \quad (9)$$

1.8.2.3.4. Spencer Yöntemi

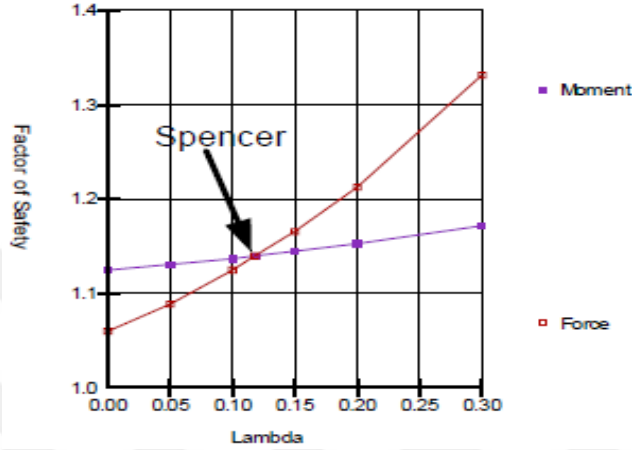
Spencer (1967), bu yöntemi kendi adıyla adlandırmıştır. İki farklı denklem bulmuştur. Bunlardan biri moment durumunun dengesine göre diğeri ise yatay kuvvetin dengesine göre olandır.

Kaba (2017), bu yöntemde yüzeyler arası normal kuvvet ile kesme kuvveti arasında bir birliktelik oluşturulmuş ve her iki güvenlik sayısı aynı olana kadar tekrarlanan bir işlemle, kesme kuvveti oranını normal oranla sürekli değiştirmiştir. Güvenliği oluşturan iki etmenin birbirinin aynı olduğu durumdaki kesme oranı bulunduğu anda moment ve kuvvet dengesinin sağlandığı anlaşılır.

$$X = E \cdot \lambda \cdot f(x) \quad (10)$$

Bu bağıntıda 'X' kesme kuvvetini, 'E' ise normal kuvvetleri adlandırmak için kullanılır.

Bu bağıntıda bulunan $f(x)$ fonksiyonu sabit bir değerdir.



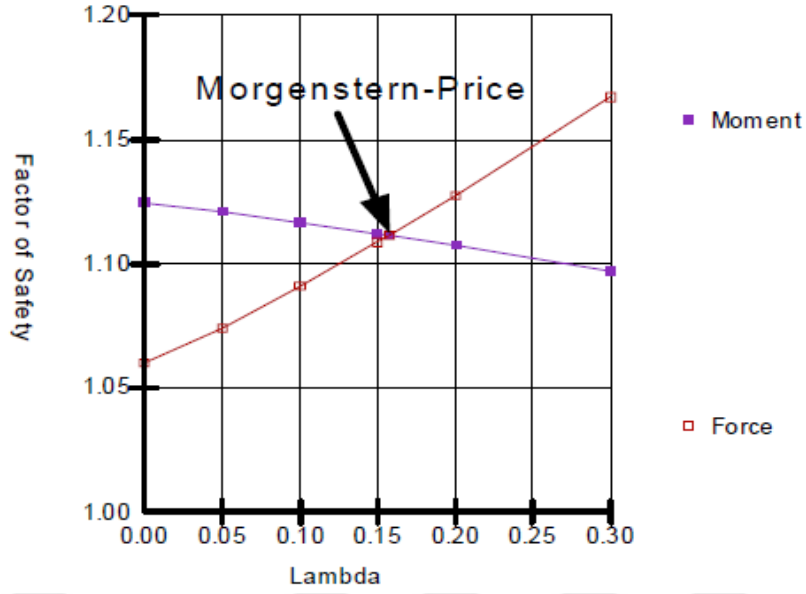
Şekil 1.22. Spencer güvenlik katsayısı, Krahn (2004)

Şekildeki kesişimde λ (lambda) değeri 0.12 ye karşılık gelmektedir. Bu yöntemde kullanılan $f(x)$ fonksiyonu değeri ise 1'dir.

1.8.2.3.5. Morgenstern-Price Yöntemi

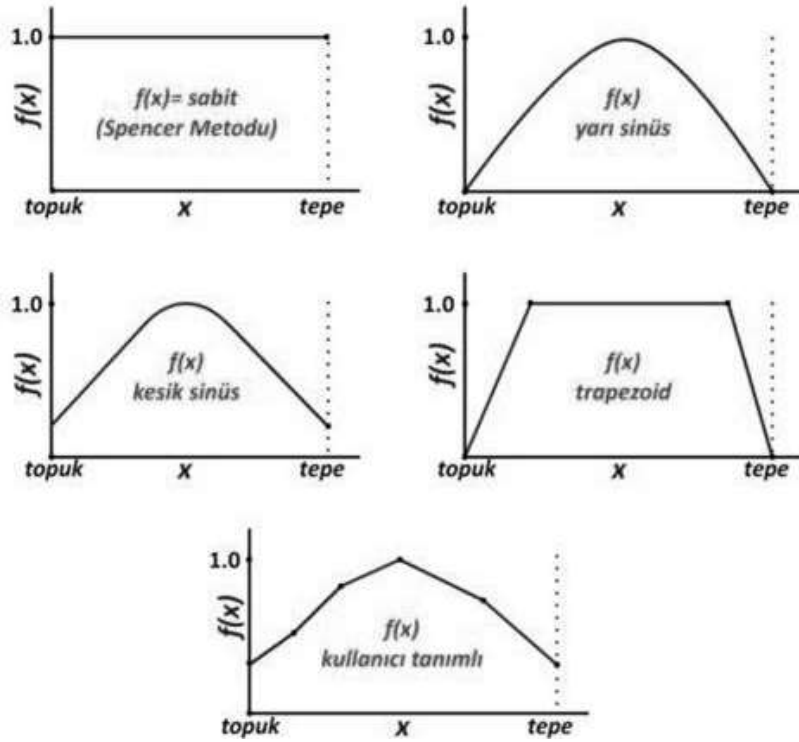
Bu yöntemin mucitleri Morgenstern-Price(1965)'dir. Bulmuş oldukları bu yöntem spencer yöntemine benzerdir. Fakat Morgenstern-price farklı kuvvet fonksiyonu uygulanmasına olanak sağlamıştır.

Bu yöntemde farklı kuvvetler tanımlanmaktadır. Bunlar sabit, kırılmış sinüs, yamuk, trapezoid, yarım sinüs ve kullanan tarafından oluşturulacak kuvvetlerdir.



Şekil 1.23. Morgenstern-Price güvenlik faktörü(yarım sinüs), Krahn (2004)

Şekil 1.23’de λ (lambda) değerinin değişimi gösterilmektedir. Morgenstern-Price güvenlik faktörü şekilde gösterilen iki eğrinin kesiştiği noktada oluşmaktadır.



Şekil 1.24. Dilimler arası kuvvet türleri, Tekin (2011)

$$X = E \cdot \lambda \cdot f(x) \quad (11)$$

Bu eşitlikte iki durumun varlığından söz edilebilir. İlk durumda $f(x)$ değeri sifıra eşit olur. Bu durumda yapılacak çözüm Bishop yöntemine benzeyen bir çözümdür. İkinci durumda ise $f(x)$ sabit alınır. Bu çözümde Spencer yöntemine benzeyen bir çözümdür.

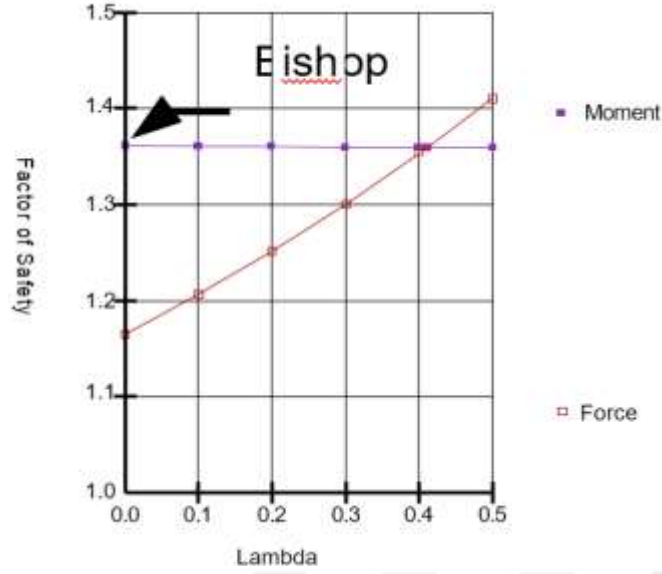
Morgenstern-Price yöntemi moment dengesi ile kuvvet dengesini sağlar. Kullanan kişilerin farklı kesit kuvvetleri seçmesine imkan verir. Dilimler arasında hem normal kuvvet hemde kesme kuvvetlerini dikkate alır.

1.8.2.3.6. Bishop Basitleştirilmiş Yöntemi

Bu yöntem Bishop (1955) tarafından bulunarak hazırlanan bir yöntemdir. Zeminlerde oluşan dairesel kayma dilimleri arasındaki kesme kuvvetlerinin sıfır olduğu ve normal kuvvet ile ağırlığın da dilimin ortasına etki ettiği prensibi üstüne kuruludur. Bishop'un güvenlik katsayısını veren denklemi aşağıdaki gibidir.

$$GS = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum \left[(c^l \cdot b + w \cdot (1 - r_u) \cdot \tan \phi^l) \cdot \frac{\sec \alpha}{\left(1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi^l}{GS}\right)} \right] \quad (12)$$

Formülde belirtilen r_u boşluk suyu basıncının toplam basınca oranıdır. Bu oran genelde ortalama bir değer olur ve sabittir. Güvenlik sayısı değeri denklemin iki tarafında da bulunmaktadır. Bu nedenle tekrarlı bir çözüm gerekmektedir.

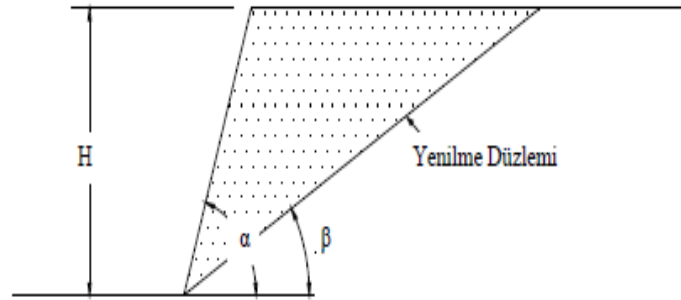


Şekil 1.25. Bishop güvenlik faktörü, Krahn (2004)

Bishop'un güvenlik faktörü şekildeki λ (lambda)'nın sıfıra tekabül ettiği yerdeki moment denge eğrisi 1.36 'ya karşılık gelmektedir.

1.8.2.3.7. Culmann Yöntemi

Das (2006), kayan kütle için düz bir yüzey boyunca gerçekleştiğini kabul etmektedir. Bu yüzey boyunca kayma gerilmeleri oluşur. Oluşan bu kayma direncinin dengesinden kritik durumdaki kayma açısı ile maksimum kazı yüksekliği hesaplanır.



Şekil 1.26. Culmann kırılma yüzeyi, Das, (2006)

$$\text{Burada kritik kayma açısı olarak : } \beta_k = \frac{1}{2}(\alpha + \phi_g) \quad (13)$$

$$\text{Maksimum kazı yüksekliği : } H_k = \frac{4c}{\gamma} \left[\frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{1 - \cos(\alpha - \emptyset)} \right] \quad (14)$$

1.8.3. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Sonlu elemanlar yöntemi diferansiyel denklemlerle ifade edilir. Zemin ortamı sürekli olarak sonlu elemanlara ayrılır. Oluşturulan denklemler bir tek eleman için yazılmaktadır.

Terzaghi (1955), Broms(1964), Poulos(1971) ve UFC (2004), sonlu elemanlar yöntemini, zeminlerin lineer olmayan davranışlarını, zeminin sürekliliğini ve üç boyutlu sınır koşullarını modelleyebilen bir yöntem olarak tanımlamaktadır.

Sonlu elemanlar yönteminin kullanımı 1966 yıllarına kadar uzanır. Sonlu elemanlar yönteminin temel mantığı ortaya çıkmış olan bir sorunu sonlu elemanlara ayırmaktır. Ardından iç ve dış kuvvetlerin çok az olması ile bu elemanların birleştirilerek çözüme ulaşılmasını sağlamaktadır.

Özgenç'e (2018) göre, bu yöntem geoteknik mühendisliğinin yanında diğer mühendisliklerde de kullanılmaktadır. Yöntem sınır değer problemlerine de uygulanabilmektedir. Bu yöntemde zeminde meydana gelecek durum tam olarak tanımlanabilmekte, dış etkilerin tamamı hesaplamalarda kullanılabilir.

Kaba (2017), sonlu eleman yaklaşımı, limit denge analizinde var olan sınırların birçoğunun ortadan kalkmasına neden olur.

Bu yöntem uygulandıktan sonra zeminle ilgili bazı parametrelere ulaşılabilir. Bunlar arasında zemin suyu, boşluk suyu basınçları, gerilme durumları ile düşey ve yatay hareketler sayılabilir.

Sonlu elemanlar yönteminin avantajlarından biri, çözümler de bilgisayarlar kullanılabilmesidir. Bu durum doğal olarak daha hızlı çözümler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi içinde oluşturulan formüller birden çok problemin çözümünde kullanılabilir. Zeminlerde yer değiştirmeler tam olarak bilinmemektedir. Yer değiştirmelerin neden olduğu gerilme, şekil değiştirme durumları da bilinmemektedir. Bu program bu iki durumu da aynı anda ele alarak bu sorunları ortadan kaldırır. Malzemelerin durumları, yükleme durumu, sınır koşul durumları dikkate alınabilir.

Sonlu elemanlar yönteminin dezavantajları arasında yine bilgisayar kullanılarak yapılması sayılabilir. Bu tür çözümlerde hem bilgisayara bağlı bir durum oluşmakta hem de bilgisayarın işlem ve hız kapasitesine göre problemin çözüm ve sonuç

aşaması değişmektedir. Sonuçları yaklaşık olarak veren bir yöntemdir. Eleman sayısı problemin çözümü için yeterli olursa daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Sonlu elemanlar yöntemi mühendislikte birçok alanda kullanılabilir.

Şen'e (2006) göre, sonlu elemanlar yöntemi yapı işleri mühendisliklerinde çubuk, plak ve levha çözümlenmeleri yapılırken kullanılabilir. Zemin mekaniği içeriğinde bulunan tünel uygulamaları, kazıklar ve uygulamaları ile baraj işlerinde kullanılmaktadır. Hidrolik ve ısı transferinde de kullanılmaktadır. Ayrıca nükleer enerji ve elektrik mühendisliği devre analizlerinde de kullanılabilir.

1.9. Kütle Hareketlerini Artıran Faktörler

Mevcut şev üzerinde kaydırıcı kuvvetler vardır. Yerçekiminin de etkisiyle şev dayanma gücü azalır ve kütle hareketi oluşmaya başlar. Bu olaylara neden olan durumlar arasında jeolojik, topoğrafik, çevresel, doğanın dış etkisi ve insan eliyle oluşturulan faktörler sayılabilir.

Jeolojik nedenler daha çok zeminle ilgili faktörlerdir. Malzemenin zayıf olması, eklemlili yapıda olması, tabakalı olması sayılabilir. Şev altında bulunan kayalar ve diğer zeminler şevle aynı yönde eğime sahip olmamalıdır. Aynı yönde eğime sahip olunması durumunda kütle hareketi olma ihtimali fazlalaşır. Yamaç bölgesinde bulunan malzemeler zayıf malzeme olmamalıdır. Eğer bu malzemeler zayıf malzeme olursa burada heyelan olma ihtimali çok büyük oranda artmaktadır.

Topoğrafik faktörler arasında yamaçların eğimleri, yamaçların şekilleri, şevlerin açısı ve yükseklik faktörü sayılabilir.

KGM (2015), şev açısı ne kadar büyükse şev dayanımı o oranda azalır. Bir şevin stabilitesi bozulmadan yatayla yapabildiği en büyük açıya kritik şev açısı denmektedir. Yamaçlarda çalışmalar yapılırken şev açıları değiştirilmemelidir.

Çevresel etkiler arasında bitki örtüsü ve arazi kullanımı özellikleri sayılabilir. Şevli alanın bitki örtüsü son derece önem arz etmektedir. Ayrıca şevli araziler kullanılırken çok dikkat edilmelidir.

Kaba'ya (2017) göre, arazi kullanımı yapılırken arazi özellikleri dikkate alınmalıdır. Arazi özellikleri dikkate alınmadan yapılan her çalışma yanlış arazi kullanılmasıdır.

Doğada oluşan deprem, şiddetli yağışlar, donma-çözülme, yanardağlarda oluşan volkanik püskürme, taşkınlar gibi etkilerde dış etkilerdir. Şiddetli yağışlar sonucu yer altı

suyu bir anda yükselerek kritik seviyelere gelebilir. Şiddetli yağış şevde bulunan boşluklardaki boşluk suyu basıncını artırarak zemindeki dayanımı azaltmaktadır. Bunun neticesinde de kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri düşeceğinden malzemenin kayması çok daha kolay hale gelmektedir.

Kütle hareketlerini etkileyen en önemli etmenler arasında insan faaliyetleri gelmektedir. Bu etmenler arasında; yamaç veya topukta yapılan faaliyetler, şev tepesine taşıyabileceğinden fazla yük koymak, bitki örtüsünün yok edilmesi, tarımsal faaliyetlerin tekniğine uygun değilse yanlış uygulanması, maden ve diğer yer altı kazıları, zeminlere yapay yollarla verilen titreşimler sayılabilmektedir.

1.10. Heyelanları Önleme Yöntemleri

Heyelanlar oluştuğundan sonra çevreye çok büyük zararlar verirler. Heyelanlar büyük miktarda can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle heyelanlar gerçekleşmeden önce ya heyelanlı bölgeden uzaklaşılmalı ya da o bölgede gerekli iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

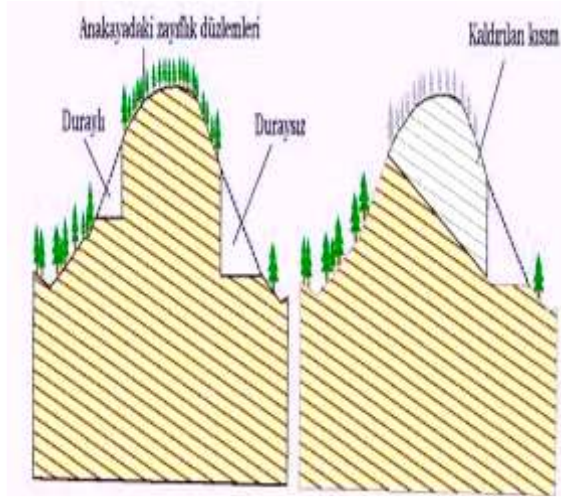
Heyelanları oluşturan sebepleri ortadan kaldırmak gerekmektedir. Heyelanın kaymasına neden olan kuvvetlerin azaltılarak, kaymaya karşı koyan zemin kuvvetlerinin artırılması gerekmektedir.

Heyelanları önleme yöntemleri arasında aşağıdaki maddeler sayılabilir.

- Şevin düzeltilmesi
- Drenaj
- Topuğa yük koymak
- Dayanma yapıları

1.10.1. Şevin Düzeltilmesi

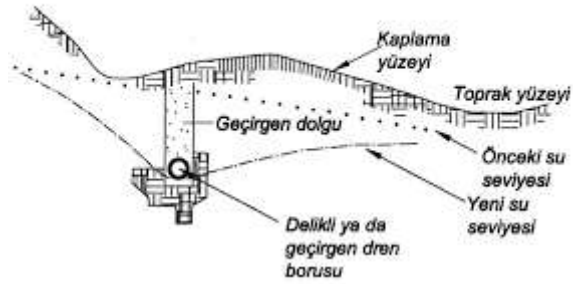
Şevin düzeltilmesi için bazı yöntemleri sıralayacak olursak basamak yapılması, şev açısının azaltılması, yamacın en üst noktasından fazla yükün kaldırılması, şev topuğuna ağırlık konulması veya desteklenmesi gibi önlemler alarak heyelan etkisini yok edebilir veya azaltabiliriz.



Şekil 1.27. Şevlerin düzenlenmesi, Ersoy Ders Notları

1.10.2. Drenaj

Heyelanlardaki en önemli etkenlerden birisi de su varlığıdır. Su, ortamın boşluk suyu basıncını artırarak heyelan kütlelerinin akmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle zemin içerisindeki suyun drene edilmesi gerekmektedir. Suyun drenajı, yer üstü sularının drenajı ve yer altı sularının drenajı şeklinde ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 1.28. Yer altı suyunu düşürme, Ersoy ders notları

1.10.2.1. Yer Üstü Sularının Drenajı

Bu drenaj yöntemi zemin üzerine gelecek yüzeysel suların drene edilmesi üzerine yapılan bir yöntemdir. Bu drenaj yönteminin uygulanması çok kolay ve maliyeti de bir o kadar azdır. Drenaj yöntemleri arasında en çok kullanılan yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Yüzeysel sular içinde en bilinen ve etkili olan yağmur suları ve bunun yanında zeminin çevresinden gelen diğer sulardır. Bu suların zemine ulaşmaması için su tutucu hendekler yapılır. Bu hendeklerin su sızdırmazlığı çok yüksek olmalıdır.

Yapılacak hendekler zeminde fazla işe yaramayacaksa ve su zemine ulaşacaksa, bu durumda suyun zemin üzerinde fazla süre kalması engellenmelidir. Bunun da yöntemi, zemin yüzeyinin pürüzsüz hale getirilmesinden geçer. Zemin yüzeyindeki batık kısımlar doldurulmalı ve suyun buralarda birikmesi engellenmelidir.

1.10.2.2. Yer Altı Sularının Drenajı

Bu yöntem zemin içerisinde bulunan suyun uzaklaştırılması ya da en aza indirilmesidir. Bunun sağlanabilmesi için zeminde yatay ve düşey yönde drenler oluşturulabilir. Bu drenler vasıtasıyla da yer altı suyu düzeyi azaltılabilmektedir.

1.10.3. Topuğa Yük Koymak

Heyelanların engellenmesinde kullanılan etkili yöntemlerden birisidir. Zeminin kaymasına neden olan kuvvetleri engellemek ve etkilerini en aza indirmek için topuk kısmına ek bir yük koyulmalıdır.

Koyulan yük en genel kullanımda taş duvar şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Taş duvar yapılması hem ucuz, hem de hızlı bir imalat yöntemidir. Fakat bazı durumlarda bu durumun etkisi az olacağı öngörüldüğünde bunun yerine betonarme duvarda yapılabilmektedir.



Şekil 1.29. Heyelan topoğunda yük

Bu yapılar yapılmadan önce zeminin kayma dairelerinin tespiti yapılmalıdır. Yapılacak duvar zeminde yeterli derinliğe kadar indirilmelidir.

1.10.4. Dayanma Yapıları

Kaymaya neden olan kuvvetler kaymaya karşı koyan kuvvetleri aştığı anda heyelan meydana gelmektedir. Bu nedenle kaymaya karşı koyan kuvvetlere yardımcı olacak yapılar yapılması gerekmektedir. Bunların en genel adıda dayanma yapılarıdır.

Bu yapılar kaymaya karşı koyan kuvvetler ile birlikte çalışarak kaydırıcı kuvvetlerin etkisini azaltıcı etki yaparlar. Yapılacak bu yapılardan önce zeminin kayma dairelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü yapılacak dayanma yapısı bu kayma yüzeylerinin altına kadar inmeli ve sağlam zemine oturtulmalıdır.

Dayanma yapıları kendi aralarında üç ana başlık altında incelenebilir.

- Taş veya Betonarme Duvarlar
- Kazıklar
- Ankrajlar

1.10.4.1. Taş veya Betonarme Duvarlar

Bu yapılar şevde kütle hareketinin oluşma ihtimali olan kesimlerinde yamacı hareket etmeye çalıştıran kuvvetleri dengede tutmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Yamaçta bir

Çalışma yapılmış ve bu çalışma stabiliteyi bozmuşsa bu durumda da kullanılabilirler.

İstinat yapıları çok farklı malzemeler ile şekillerde yapılabilirler. En genel anlamda yapılan ve uygulanan, zeminden gelen yanal yükleri kendi ağırlıkları ile engellemek ve böylelikle şev stabilitesini sağlamaktır.



şekil 1.30. Taş duvar görünümü

Ağırlık istinat duvarları, yanal zemin basınçlarına kendi ağırlıkları ile karşı koyarlar. Böylece yatay yük etkisini azaltarak yamacı dengede tutarlar. Bu duvarlar taş veya betonarme olarak yapılabilir. Teknolojik gelişme ve malzeme versiyonlarının artmasıyla farklı tipte duvarlar da kullanılmaya başlanmıştır. Bu duvarlar arasında gabyon, geosentetik duvarlar sayılabilir.

Bu duvarlar dışında donatı kullanmak suretiyle oluşturulan duvarlarda sıkça kullanılmaktadır. Temel kazısı yapılarak beton dökülür, ardından duvarın kalıbı hazırlanıp demir işlemi yapıldıktan sonra betonlama yapılır.



Şekil 1.31. Betonarme duvar görünümü

1.10.4.2. Ankrajlar

Heyelanların önlenmesi ve dolayısıyla şev stabilitesinin sağlanabilmesi için ankrajlarda kullanılır. Ankrajlar kazı yapıldıktan sonra ortaya çıkan veya kendinden eğimli yüzeylerde kullanılmaktadırlar. Ankrajlar üzerlerine gelen kuvvetleri zeminin sağlam kısımlarına aktarma görevini yaparlar. Zeminin kayma yönüne ters yönde imal edilmektedirler.



Şekil 1.32. Ankraj görünümü

1.10.4.3. Kazıklar

Heyelanları önlemek için kütle hareketlerinin oluştuğu alanın ve kayma yüzeylerinin belirlenmesi çok önemlidir. Büyük miktarda bir kütle hareketi gerçekleşir ve kayma yüzeyi de derinlerde olursa bu durumlarda istinat yapıları kullanılamayacağından kazıklar kullanılmaktadır.

Toğrol ve Tan'a (2003) göre, kazıklar düşey yükleri taşımaları yanında yapıdan kaynaklanan eğik statik yükleri, rüzgar, zemin basınçları, su basınçları, deprem, gemi çarpması gibi yanal yükleri de taşımak için kullanılabilirler. Zeminin durumuna göre uygun kazık boyları seçilir. Zemine etki eden yatay kuvvetler artarsa kısa kazık hareket edebilir. Fakat yanal yük etkisi altında uzun kazıkların davranışları daha farklı olmaktadır.

1.10.4.3.1. Kazıkların Tarihi ve İşlevleri

Kazıkların mühendislikte kullanılması tarihin çok eski dönemlerine kadar uzanmaktadır. Derin olmayan sularda insanların evlerini yapmak için kazıkları ve kazıklı temelleri kullandığı bilinmektedir. Güney Amerika kıtasında insanların eski tarihlerde göl kıyılarında kazıklı temeller kullandığı ve bunların üzerlerine barınma alanları yaptıkları bilinmektedir. Bu dönemlerde kullanılan kazıklar o dönemlerin teknolojik etkileri aktında kalmış ve genellikle ahşap şeklinde kullanılmıştır.

Kullanılan ahşap kazıklar sağlamlık olarak uzun ömürlü olmadıklarından ve dış etkilerden kolayca etkilenmelerinden dolayı zamanla eski değerini kaybetmiştir. Ahşap kazıkların yerini beton ve çelikten yapılan kazıklar almaktadır.

Kazıklar temelde iki taşıma prensibi üzerine kurulular. Bunlardan biri etkiyen düşey yük, diğeri ise yatay yüklerdir. Düşey yük altındaki kazıklar üzerlerine gelen yükleri çakıldıkları sağlam zemine aktama işlemini gerçekleştirirler. Yatay yük altındaki kazıklar heyelan, rüzgar ve deprem gibi yıkıcı etkilerden korunmak amacıyla yapılırlar.

UFC (2004), kazık temeller aksenel yüklere karşı güvenlikle tasarlanabildikleri gibi yanal yükler karşısında da göçme olmadan aynı durumu sağlamaları istenmektedir. Yanal yüklü kazıkların tasarımında denge ve zemin-yapı etkileşimi uygunluğunun sağlanması zorunludur.

1.10.4.3.2. Kazıkların Sınıflandırılması

Kazıklar imal edildikleri malzemelerin cinsine göre dört başlık altında incelenmektedir.

- Ahşap kazıklar
- Betonarme kazıklar
- Çelik kazıklar
- Kompozit kazıklar

Bahsedilen kazık tipleri farklı malzemelerden oluşmaktadır. Bu nedenle avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Kullanılacak kazık cinsi zemine göre değişmektedir.

1.10.4.3.2.1. Ahşap Kazıklar

Tarihte en eski kullanıma sahip kazıklar ahşap kazıklardır. Coduto (2001), ağaçlar kesilerek ahşap kazık yapımı için hazırlanırlar. Ağaçların düz olması gerekmektedir. Ağaçlar üzerinde çatlaklar, yarıklar bulunmamalıdır. Doğada ağaçlar yaprak kısımlarına doğru daha ince olmaktadır. O yüzden ince kısım aşağıda olacak şekilde kazıklar çakılmalıdır.

Birand (2007), İstanbul Teknik Üniversitesin de ahşap kazıklarla ilgili birtakım araştırmalar yapmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde İstanbul da bazı binaların temellerinde ahşap kazıkların kullanıldığı belirlenmiştir. 18. Yüzyılda İstanbul'da yapılan Nur-u Osmaniye Camii'nin kısa ahşap kazıklar kullanılarak yapıldığı anlaşılmıştır. Cami de yapılan sondaj neticesinde yapay dolgu yapıldığı, bu tabakanın altında kum, çakıl karışımı malzemelerin olduğu ve bu tabakaların en altında ise sağlam kaya olduğu görülmüştür. Yapılan bu kısa kazıklar uçları demirli ahşap olarak su seviyesinin 1,5 metre altından yapılmışlardır.

Toğrol ve Tan'a (2003) göre, sürekli çakıldığı zeminde kalacak olan ahşap kazıkların suyun durumuna ve suyun içinde bulunan, kazığı tahrip edecek zararlılara karşı korunması gerekmektedir. Kazıklardaki çürümenin en önemli nedenlerinden biri mantar oluşmasıdır. Çürüme su içindeki zeminlere çakılan kazıkların alçak ve yüksek su seviyeleri arasındaki bölgesinde oluşmaktadır. Çakıldığı zeminde devamlı olarak su altında kalan ve su

miktarının hiç değişmediği durumlarda kazıkların çok uzun sreler dağılmadan, taşıma güçlerini kaybetmeden durdukları bilinmektedir.

Toğrol ve Tan (2003), ahşap kazıkların tek parça halinde yapılmasını ermektedirler. Ahşap kazıkların TS3169'a göre belirli standartları vardır. Kazık ucunun etkilenmemesi için demirden yapılan bir uç kullanılır.



şekil 1.33. Ahşap kazıklar

Ahşap malzemenin özellikleri nedeniyle bu kazıkların sert zemine çakılması zordur. Çok kuvvet uygulayarak akılmaya çalışılırsa doğal olarak uçları veya gövdelerinde hasar oluşur. Bunu engellemek için çakma sırasında kazık gözlemlenmelidir. Kazığın zemin içindeki hareketine göre darbe sayısı ve miktarı belirlenmelidir.

1.10.4.3.2.2. Betonarme Kazıklar

Betonarme kazıklar günümüzde en çok kullanılan kazıklardır. Betonarme kazıklar kendi ilerinde çakma ve yerinde dökülen kazıklar olarak iki başlık altında incelenebilir.

1.10.4.3.2.2.1. Önceden Dökülerek Hazırlanan Betonarme Kazıklar

Bu kazıklar betonarme olarak hazırlanırlar. Kazıkların ebatlarının büyük ve uzun olmaları nedeniyle beton dökümü ve kazıkların muhafazası için büyük alanlar

gerekmektedir. Bu kazıklar hazırlandıktan sonra kullanılacakları bölgeye uygun vasıtalarla gönderilirler. Bu kazıklar taşıma gücü düşük olan zeminlere gelen yükleri taşıma gücü yüksek olan zeminlere aktarmak için kullanılırlar.

Bu kazıklar çakılacakları yere uygun vasıtalarla taşınmalıdırlar. Kazıklar çakma platformuna koyulurlar. Zemine çakılmaları üzerlerine düşen ağırlık yardımıyla olur. Düşen tokmağın zarar vermemesi için kazıkların başına çelik veya ahşap koruyucular yapılır. Beton kazıkların ahşap kazıklara oranla kullanım süreleri daha uzundur.

Toğrol ve Tan'a (2003) göre, kazıklar istenilen şekillerde üretilebilirler. Fakat daha çok kare, daire veya sekizgen şekilli olarak imal edilirler. Hazırlanacak kazığın boy ve çapı yapılacak yerdeki durumlara göre belirlenmektedir. Kazığa koyulacak donatı miktarı kazığın istiflenme şekline ve kullanılacağı yerdeki durumuna göre değişmektedir.

Building Code of the City of New York (1998), kazıklar bazen içi boş olarakta hazırlanabilirler. Buradaki amaç kazık ağırlığını azaltmak ve bu yönden daha ekonomik olmaktır. Hazırlanan içi boş bu kazıkların et kalınlıklarının en az 100 mm olması gerekmektedir.

Tablo 1.3'te kare kesitli betonarme çakma kazıklarının boyutları ile taşımaları istenilen servis yükleri verilmiştir.

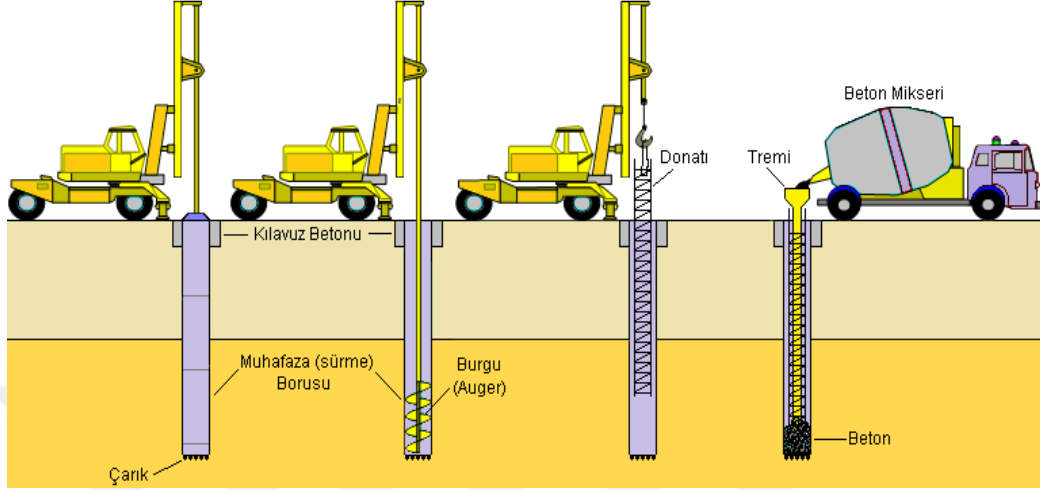
Tablo 1.3. Betonarme çakma kazık boyutları ve servis yükleri, Tomlinson (1994)

Kazık kenar uzunluğu(mm)	Servis yükü(kN)	Maksimum kazık boyu(m)
250	200-300	12
300	300-450	15
350	350-600	18
400	450-750	21
450	500-900	25

1.10.4.3.2.2.2. İş Yerinde Dökülen Betonarme Kazıklar

Birand'a (2007) göre, bu kazıklar işyerlerinde çok farklı şekillerde oluşturulabilirler. Kaplama borusu çakılan, kaplama borusu yerinde bırakılan yada kaplama borusu yapılmadan hazırlanabilirler. Bu kazıklar genelde taşıyıcı eleman olarak kullanılabilirler gibi zeminlerde iyileştirme yapmak içinde kullanılabilirler. Kaplama borusu kazığın zemin içinde yapılmasına olanak sağlayan çelikten yapılmış bir elemandır. Kaplama borusuz

şekilde imal edilecek olanlarda zemin içinde silindir şeklinde bir çukur oluşturulur. Oluşturulan çukurun içi beton ile doldurulur.



Şekil 1.34. Betonarme kazık yapımı, Bol, Sert, Özocak (2017)

Tablo 1.4’de TS 3168’e göre tablo uzunluk miktarlarına göre yerinde dökülen betonarme kazıkların çaplarının değerleri verilmektedir.

Tablo 1.4. Uzunluk miktarlarına göre yerinde dökülen betonarme kazıkların çapları, TS 3168

Kazık boyu, L(m)	En küçük kazık çapı, D(mm)
$L \leq 10$	300
$10 < L \leq 15$	350
$15 < L \leq 20$	400
$20 < L \leq 30$	500

Toğrol ve Tan’a (2003) göre, yerinde dökülen betonarme kazıkların yapılması sırasında öncelikle kazık çukurunun tamamen temizlenmesi gerekmektedir. Kazık donatısı önceden hazırlanmalıdır. Önceden hazırlanan donatı betonlama başlamadan önce kazık çukuruna yerleştirilir. Çukurun, dolayısıyla kılıfın içine indirilecek donatının kılıfa sürtünmemesi için uygun malzemeler ve yeterli paspayı bırakılmalıdır. Çukur hazır hale geldikten sonra betonlama işlemine hemen geçilmeli, arada fazla beklenilmemelidir. Çukura indirilen kılıfın 1.00 metre altına kadar çukur kazısı yapılmalıdır. Kazık beton

dökümüne kazığın en alt kısmından başlanır. Dökülen beton, kazık çukurunu tamamen doldurmalıdır. Bu döküm esnasında çukura, kazıkta dayanım sorununa yol açacak şekilde yabancı madde girmemelidir.

Sliwinski ve Fleming'e (1983) göre, kazığa dökülen beton kalitesiz ve yetersizse veya beton döküm esnasında olumsuz durumlar oluşmuşsa kazığın dayanım gücü düşmektedir. Kazığın içine koyulan donatı ekseninden kayarsa kazık bütünlüğü bozulabilir.

Tablo 1.5'de TS 3168'e göre yerinde dökülen betonarme kazıklarda olması gereken minimum donatı miktarları gösterilmiştir.

Tablo 1.5. Beton kazıkların minimum donatısı, TS 3168

Kazık kesit alanı, A	Boyuna donatı alanı, As
$A \leq 0.5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.5 \% A_c$
$0.5 < A \leq 1.0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.0025 \text{ m}^2$
$A > 1.0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.25 \% A_c$

Yerinde dökme betonarme kazıklarda kullanılacak betonların yer altında dökümü yapılacağı için ayrışmaya karşı dayanımının yüksek olması gerekmektedir. Kazık içine dökülen betonun kendi kendine sıkışabilirliği fazla olmalıdır. Ayrıca bu betonların işlenebilmesi de fazla olmalıdır.

Birand (2007), bu kazıkların avantajları şu şekilde açıklamaktadır.

- Zeminde herhangi bir olumsuz durum yoksa ve şartlar kazık oluşumu için elverişli ise çok kısa bir sürede imal edilebilirler.
- Zeminin olumsuzluğuna ve dayanım gücü derinde olan zeminlere yükü iletmek gerektiği durumlarda kazık çapları ve derinlikleri artarak kullanılabilir.
- Çalışma yapılan alanın etrafında herhangi bir titreşim oluşturmadıklarından yerleşimin yoğun olduğu yerlerde kolaylıkla kullanılabilirler.
- Kullanılan kazıklar inşaat mahallinde hazırlandığı için yapımı ve uygulanması kolaydır.
- Kazık yapılmadan önce açılan çukurdan çıkan zemin incelenerek kazık yapımı için yeterli derinliğe inilip inilmediği anlaşılır.

- Yapılacak kazıkların boyu, kazık için delme işlemi yapılırken anlaşılacağından, malzemeler zeminin durumuna göre kolayca ayarlanabilir.

Birand (2007), bu kazıkların dezavantajlarını şu şekilde açıklamaktadır.

- Zeminde kazık için çukur açılırken havanın yağışsız ve kuru olması gerekmektedir.
- Yer altı suyu olması durumunda özel önlemler gerekmektedir.
- Kazık için hazırlanan beton dökülürken çok dikkatli olmak ve tekniğine uygun olarak çalışmak gerekmektedir. Aksi durumda yapılacak kazıklar düzgün çalışmaz.
- Kazıkların yapılacağı alanın zemin etüdlerinin çok detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

1.10.4.3.2.3. Çelik Kazıklar

Birand (2007), çelik kazıklar çakma amacıyla kullanılan kazıklardır. Değişik çeşitleri olmakla birlikte en çok kullanılan türü dairesel boru şeklinde olanıdır. Bu şekilde olan kazıkların uçları açık veya kapalı şekilde imal edilebilmektedir.

Cengiz'e (2010) göre, kazığın et kalınlığı kazığın yapımında kullanılan çeliğin özelliğine bağlıdır. Bir kazık içinde farklı et kalınlıkları kullanılabilir. Buradaki amaç çelikten tasarruf sağlamak ve ekonomik olmaktır.

Çelik kazıkların boylarını uzatmak için kaynak kullanılır. Yüksek yük taşıma gücüne sahip kazıklardır. Bu kazıkların kullanıldıkları yerde yer altı suyu var olması ve suyun içinde zararlı maddeler bulunması durumunda çabuk çürüyebilirler. Bu nedenle daha sert ve su içeriği düşük zeminlerde daha uzun ömürlü olurlar. Bu kazıkların çürümesini engellemek için önlemler alınması gerekmektedir.



Şekil 1.35. Çelik kazıklar

1.10.4.3.2.4. Kompozit Kazıklar

Kompozit kazıklar adından da anlaşılacağı üzere birden fazla farklı malzeme kullanılarak yapılırlar. Bu tür kazıkların alt kısımları çoğunlukla ahşaptan yapılmış olup, üst kısımları da betonarme veya çelikten oluşmaktadır.

Coduto (2001), beton kazıklar bünyelerinde donatı bulundurdukları halde kompozit kazık sayılmazlar. Uygulanma aşamalarında bazı durumlarda çelik borudan yapılan içi boş kazıkların içine beton dökülür. Bu durumda oluşan kazıkların dayanım değerlerinde artış meydana gelmektedir. Bu kazıklar uygulamada pek kullanışlı olmadığından genellikle kullanılmazlar.



Şekil 1.36. Kompozit kazık

1.10.4.3.3. Kazık Tipi Seçimini Belirleyen Faktörler

Şen'e (2006) göre, betonarme kazık yapılan zeminlerde öncelikle zeminin açılması ve ardından kazığın orada yapılması ile zeminde herhangi bir şişme olayı gerçekleşmez. Kullanılacak kazık boyları ihtiyaca göre ayarlanabilir. Kazı işlemi yapılırken zemin verilerinin zemin etüd rapor verileriyle karşılaştırılması sağlanabilir. Seçilecek kazık tipini etkileyen faktörler aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Kazığın kullanılacağı zeminlerin durumu, hangi zemin ne kadar yük taşıyabilirse kullanılacak olan kazıkta o şekilde seçilmelidir.
- En ekonomik olan kazık seçilmelidir. Önceden yapılmış bir mühendislik yapısına ek kazıklar yapılacaksa önceki kazıkların şekli ve malzemesi kullanılabilir.
- Kullanılacağı zeminde hangi kazıkla çalışmak gerekirse o kazıkla çalışmak gerekmektedir.
- Seçilecek olan yöntemle göre yapılacak kazık o dönemki şartlara ve tekniklere göre uygulanabilir olmalıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

2.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Bu bölümde Karayolları Genel Müdürlüğü yol ağında bulunan, 15. Bölge Müdürlüğü(Kastamonu) hizmet alanı içinde yer alan, Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolunda Km:92+500 ile Km:96+800 kilometreleri arasında heyelan meydana gelmiştir. Heyelanlı bölgenin malzeme parametreleri ile yapılan deneysel çalışmalar sonucu elde edilen veriler ve çözüm yöntemleri değerlendirilmiştir.

Karayolları Genel Müdürlüğü 15. Bölge Müdürlüğü tarafından ATAC Mühendislik Müşavirlik İnşaat Maden Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi - HAMA Mühendislik Sanayi Ticaret Limited Şirketi ortak girişimine 2015 yılında Geoteknik Proje Raporu hazırlanmıştır. Bu bölümde hazırlanan bu rapor doğrultusunda heyelanlı bölgenin tanıtımı, malzeme parametreleri ve yapılan deneysel çalışmalar sonucu elde edilen veriler yer almaktadır.

2.1.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Kastamonu valiliği (2019), Kastamonu ili Batı Karadeniz bölgesinde yer almaktadır. Ortalama yüksekliği 775 metredir.

Kastamonu ili engebeli arazilerden oluşmaktadır, ilin kuzeyinde Batı Karadeniz dağları bulunmaktadır. Karadeniz sahiline paralel olarak İsfendiyar (Küre) dağları il merkezinin kuzeyinde, güneyinde ise yine doğu batı uzantılı Ilgaz dağları yer alır.

Türkiye'nin Karadeniz'e doğru uzanan çıkıntısının büyük bölümünü kapsar. Doğuda Çatalzeytin ilçesinin Sinop ile birleştiği noktadan, batıda Kerempe burnuna kadar kıyı düz bir şerit halinde uzanır. Kerempe Burnunda bariz bir çıkıntı meydana getirerek güney batı doğrultusunda Bartın il sınırına kadar kıyı devam eder.

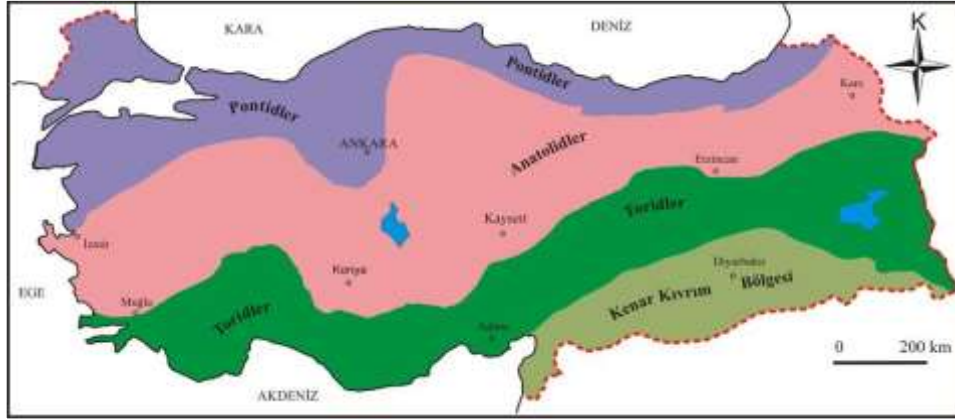


Şekil 2.1. Çalışma yapılan alan

Kastamonu'nun yüzölçümünün %74,6'sı dağlık ve ormanlık alanlardan oluşur. İlin güneyinde Ilgaz Dağları uzanmaktadır. Bu dağlar yüksek ve sürekli dağlardır. Kuzeyde Gökırmak ve Araç Çayı, güneyde ise Devrez Çayı vadileri ile sınırlanmıştır. En yüksek noktası 2565 metre yüksekliğiyle Çatal Ilgaz Tepesi' dir.

2.1.2. Çalışma Alanının Jeolojik Yapısı

Ketin (1966), dağ kuşaklarının gelişimlerini esas alarak Türkiye'yi dört tektonik birliğe ayırmaktadır. Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu sıradağları ve geniş alanlarda Pontidler, İç Anadolu sıradağları Anatolidler, Güney ve Doğu Anadolu sıradağları veya geniş alanda Toridler, Güneydoğu Anadolu sıradağları boyunca Kenar Kıvrımları bölgeleridir. Çalışma sahası, Kuzeybatı Pontid kuşağı içerisinde yer almaktadır.



Şekil 2.2. Türkiye tektonik birlikleri, Ketin (1966)

Kastamonu ili genel jeolojisi Daday - Devrekani masifi progresif olarak deforme olmuş kıtasal kabuk ve ofiyolit dilimleri ile kıta yokuşunda eş zamanlı olarak çökelen Kretase filişinden oluşur. En üst tektonik dilim ise, Paleozoyik yaşlı çökeller, Akgöl formasyonu ve bunları kesen Erken Jura yaşlı granitler ile bunları post-tektonik olarak örten, Geç Liyas-Lütesiyen arasında çökelmiş bir karbonat-filiş kamasından oluşmaktadır.

Çalışma alanı ve yakın civarında ise en yaşlı kayaç grubu metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır. Şist, fillit, mermer birimleri içermekte olan birimler Triyas-Jura yaşlıdır. Dogger yaşlı plütonik kayaçlardan granitoyitler bölgede diğer bir kayaç türüdür. İnceleme alanında ise Üst Kretase kırıntılılar ve karbonatlardan oluşan Gökçeada Formasyonu hakim birimdir.

2.1.3. Çalışma Alanının Heyelan Özellikleri

Batı Karadeniz bölgesi ve özellikle de Kastamonu ilinin heyelan potansiyeli yüksektir. 1985 ve 1998 yıllarında yoğun heyelan olayları meydana gelmiştir. Söz konusu heyelanlar günümüzde de etkinliklerini sürdürmektedirler. Birçok karayolu, konut, işyerleri kısacası mühendislik yapıları heyelanlar nedeniyle sürekli tahrip olmakta, bu nedenle de önemli iş gücü ve maddi kayıplar meydana gelmektedir.

Heyelanların birçoğu ayrılmış tortul istifler içerisinde gelişen ve çoğunda bölgenin yüksek yağış rejiminin etkili olduğu heyelanlardır. Çalışma alanında izlenen heyelan ise benzer bir duraysızlık mekanizmasının yol genişletme çalışmaları sırasında hızlandırılması

sonucu gelişmiş stabilite bozulmasıdır. Ancak etkisi itibarıyla geoteknik tasarım gerektirecek boyutlara ulaşmıştır.

Bölgede heyelan oluşumuna neden olan faktörler fazladır. Heyelan nedeniyle nakledilen veya kontrole alınması öngörülen yerleşim birimlerinin belirli jeolojik ortamlarda ve genellikle zayıf dayanımlı flišel istif içeren bölgelerde yoğunlaştıkları gözlenmektedir. Bölgede görülen heyelanların büyük bir çoğunluğu eski heyelan kütlelerinin yeniden harekete geçmesi şeklinde görülmektedir. Bunlar daha önce çökelerek havza kenarlarında yükselimine devam eden flišel istiflerin karasal ortam koşullarında sonradan heyelan etmeleri şeklinde görülebilmektedir.

Söz konusu kütleler ikincil bir etki alanı (topuğunda oyulma yaratan deniz, akarsu, kazı faaliyetleri vb.) olmaksızın çoğunlukla stabil ve hareketsizdir.

2.2. Bölgede Yapılan Araştırma Çalışmaları

Bölgede heyelan meydana gelmiş ve yol platformunun bir kısmında zarara neden olmuştur. Bu problemin çözümü için geoteknik tasarım yapılmalı ve çözüm yolları aranmalıdır. Bunun için birtakım verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verileri elde edebilmek adına bölgede araştırma çalışmaları yapılmıştır.

2.2.1. Sondajla Yapılan Çalışmalar

Yapılan sondajlar aynı heyelanın iki farklı kesimi için iki farklı isimlendirme ile adlandırılmıştır. Aktif heyelanın olduğu ilk kesimde “HYSK-(Heyelan-SK)” ve bu heyelandan etkilenen ancak toptan göçme olmayan ikinci kesim için “DVSK- (Duvar-SK)” ön eki kullanılmıştır. Buna göre 8 adet HYSK sondaj noktası belirlenmiştir.

Tablo 2.1. HYSK sondaj çalışma tablosu

SK ADI	Siyah KOT (m)	SK Derinlik (m)	SK Yapılan (m)	KOORDİNATLAR	
			KUZEY DOĞU		
HYSK1	11	21	21	4 649 652	559 087
HYSK2	36	51	51	4 649 612	559 075
HYSK3	44	54	Trafik güvenliği nedeniyle yapılamadı	4 649 552	559 051
HYSK4	27	36	36	4 649 599	559 035
HYSK5	26	39	39	4 649 591	559 020
HYSK6	30	42	42	4 649 572	559 025
HYSK7	21	30	30	4 649 600	559 010
HYSK8	7	37	37	4 649 636	558 950
Toplam		312	261		

8 adet HYSK sondaj noktasından sonra 7 adet DVSK sondaj noktası da belirlenmiştir. Fakat yol platformunun hasar almasından dolayı trafik güvenliği sorunu pratik olarak giderilememiştir. Bu nedenle de bazı sondajların iptali gündeme gelmiştir. Açılan sondajlardan temin edilen veriler birbiriyle korele ettiğinden yeterince veri temin edilebilmiştir. Bu bakımdan iptal edilen sondajlar yerine yenisinin açılmasına gereksinim duyulmamıştır.

Tablo 2.2. DVSK sondaj çalışma tablosu

SK ADI	Siyah KOT (m)	SK Derinlik (m)	SK Yapılan (m)	KOORDİNATLAR	
			KUZEY DOĞU		
DVSK1	53	63	Trafik güvenliği nedeniyle yapılamadı	4 649 489	558 999
DVSK2	65	75	Mevcut çatlaklara su vermek riskli olduğundan yapılamadı	4 649 431	558 934
DVSK3	71	81	80	4 649 414	558 882
DVSK4	50	60	80	4 649 465	558 932
DVSK5	35	45	66	4 649 513	558 900
DVSK6	23	33	60	4 649 568	558 894
DVSK7	22	33	54	4 649 564	558 853
Toplam		390	340		

Yapılan bu çalışmalar sonucunda heyelan bölgesinden 7 adet, duvar bölgesinden 5 adet olmak üzere toplamda 12 adet sondajlı araştırma yapılmıştır. Sondajlı araştırma çalışma verileri Ek 1’de sunulmuştur. Sondaj çalışmaları sonucunda ortaya çıkan zeminler aşağıda belirtilmiştir.

2.2.1.1. Heyelan Kütlesinin Değerlendirilmesi

Yapılan tüm sondajlarda ilk derinliklerde yumuşak zeminle karşılaşmıştır. Bu zemin heyelan kütlesi veya yamaç molozu olarak adlandırılmıştır. Bunun en çok olduğu yer DVSK-7 sondajıdır. Buradaki maksimum yükseklik 16.50 metre olarak ölçülmüştür. Bu birimin kil içeriği yüksek, kumtaşı, çakıl ve blokları içeren örselenmiş malzeme özelliğindedir.



Şekil 2.3. HYSK-2/ 0.0-7.0 arası heyelan çamuru görünümü

Şekil 2.3’ten de anlaşılacağı üzere bu zeminde karot verimi çok düşük ancak yerinde yapılan deneylere reaksiyon yüksektir. Zira, SPT(N) değeri tüm kalınlığı boyunca “R” olarak ölçülmüştür. Bu durum birimin sertliğine değil içerisindeki kumtaşı çakıl ve blokların yoğunluğundan kaynaklanacağı değerlendirilmiştir.



Şekil 2.4. HYSK-5/ 0.0-7.0 m arası kumtaşı blok-çakıllardan görünüm

Çoğunlukla parçalı-kırıklı yapıda blok ve çakıl parçalarından oluşan, yer yer tamamen killeşmiş yapıda çamur malzeme olarak gözlenen heyelan malzemesi tanımı yapılmıştır. Birimin yüzey, yeraltı suları ve diğer etkenlere(heyelan vb.) bağlı gelişen ayrışmalar sonucunda alanda etkin olan flişel istiften türediği açıktır. Birimin; aralıkta ilksel olarak gelişen heyelanlar ve heyelan eden kütlelerin kendi içerisinde limit denge koşuluna gelinceye kadar geçirdiği yenilmeler neticesinde bu yapıya ulaştığı düşünülmektedir.

Bu bölgedeki heyelan kütlesi flişel istiften türeyen içinde kumtaşı, kiltası tabakalarından kaya parçaları bulunan, kil içeriği yüksek kütledir.

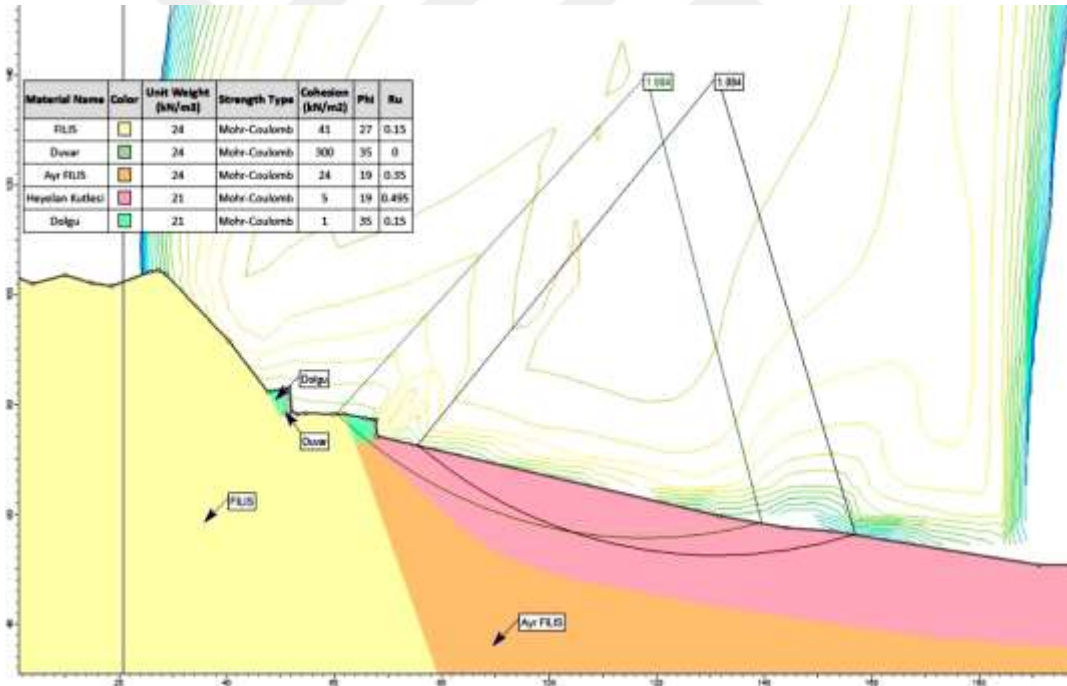


Şekil 2.5. Heyelan kütlelerinin oluştuğu arazi

Bu zemin bloklu olduğundan örselenmemiş nümune alınamamıştır. Bu özelliğinden dolayı SPT(N) deneylerinde $N > 50$ değerleri elde edilmiş ve nümune temini mümkün

olamamıştır. Sondajlı çalışma yaparken karot alma makinesiyle ilerlenen birimlerde birim içeriğinden dolayı kırıklı parçalı karot nünuneleri alınabilmiş veya çoğunlukla kil ile sıvanmış çakıl-blok parçalı numuneler elde edilebilmiştir. Bu nedenle heyelan kütlelerinin kayma mukavemeti parametrelerinin laboratuvar analizi ile temin edilmeyeceği açıktır. Bu durumda, tasarıma esas geoteknik değiştirgelerin gerek tasarım güvenliği gerekse teknik olarak uygunluğu açısından geri analiz yöntemiyle elde edilmesi doğru olacaktır. Elde edilen kayma mukavemeti değiştirgeleri ise Tablo 2.3. de gösterilmektedir.

Heyelanın dairesel bir kayma yüzeyini takip ettiği kabulü ile yapılan geri analiz, yol bileşenlerinin ve arazi topoğrafyasının heyelandan önceki hali dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre mevcut istinat duvarının yamaç molozu/ayırılmış filiş üzerine oturduğu ve yamaç aşağısında nispeten düzgün ve düşük eğimli bir morfolojinin kabul edildiği enkesit kullanılmıştır.



Şekil 2.6. Heyelan geri analizi

Zeminin kil içeriğinin yüksek olduğu gözleminden yola çıkarak başlangıç kohezyon değeri 5 kPa esas alınmış ve buna göre icra edilen geri analizde istenilen kayma dairelerini $GK=1.0$ değeri için sunan ϕ değeri belirlenmiştir. Slide analiz programı yardımıyla gerçekleştirilen geri analiz sonuçları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Tablo 2.3. Heyelan kütlesi malzeme özellikleri

Ortalama SPT Değeri	Nort	N>50	EK 1
Doğal birim hacim ağırlığı, kN/m ³	γ_n	21.0	EK 2
Drenajlı Zemin Dayanım Değiştirgeleri, kPa	ϕ	19 ⁰	Geri analiz yöntemine göre belirlenmiştir.
	c^1	5	
Elastisite Modülü kPa	E	15.000	Yumuşak/Orta-sert kil kabul edilerek seçilmiştir.
Poisson Oranı	μ	0,35	Kumlu Kil için EK 5
Permeabilite, m/gün	k	0,43	

2.2.1.2. Ayrılmış Filişel İstifin Değerlendirilmesi

Heyelan kütesinin hemen altında filişel istifin bir parçası olarak ayrılmış filişel istif tabakası vardır. Yapılan tüm sondajlarda bu tabakanın kalınlığı değişiklik göstermektedir. Bu tabakanın sağlam filişel istifin ilk halinin özelliklerini taşıdığı düşünülmektedir. Özellikleri bakımından daha fissürlü, kırıklı-çatlaklı ve ayrılmış yapıda bir kaya özelliği göstermektedir.



Şekil 2.7. HYSK-4/ 17.0-21.0 m arası görünüm

HYSK-7 Sondajından örnekle karot veriminin nispeten yüksek (>%50) olduğu birimde ortalama RQD değerinin 0-25 aralığında olduğu görülmüştür.



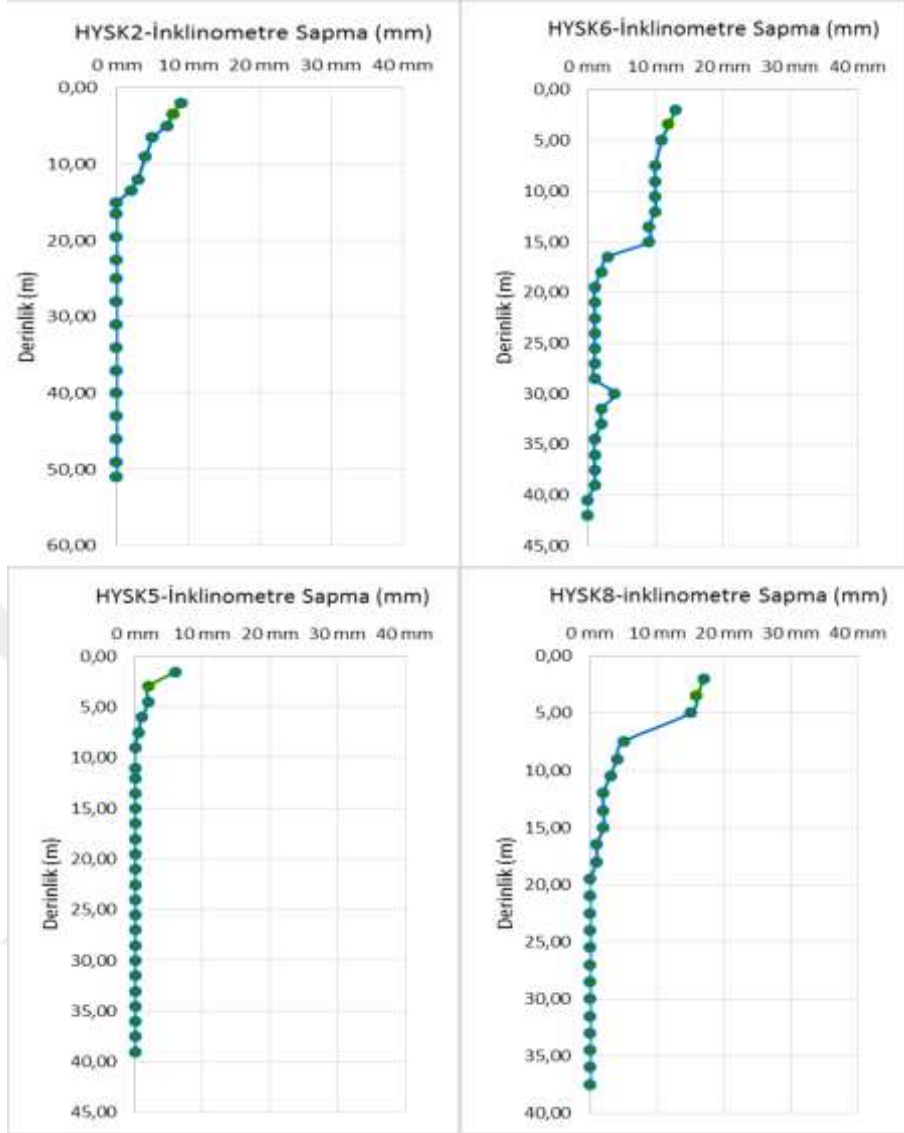
Şekil 2.8. HYSK-7/ 21.5-27.0 m arası görünüm

Buradan anlaşılan bu kısmın büyük miktarda ayrılmış ve neredeyse tamamen ayrılmış olduğudur. Kayaçların dokusu ve yapısı nedeniyle bu malzeme kısmının yerinde ayrılarak bu hale geldiği anlaşılmıştır. Fakat HYSK-5 sondajından örnekle karot veriminin %100 olabildiği geçişte intact bir kaya kütlesi içerisinde kaldığı görülebilmekte, ancak RQD değerlerinin %20 civarında olması nedeniyle önemli bir örselenme durumundan bahis etmek mümkün olabilmektedir.



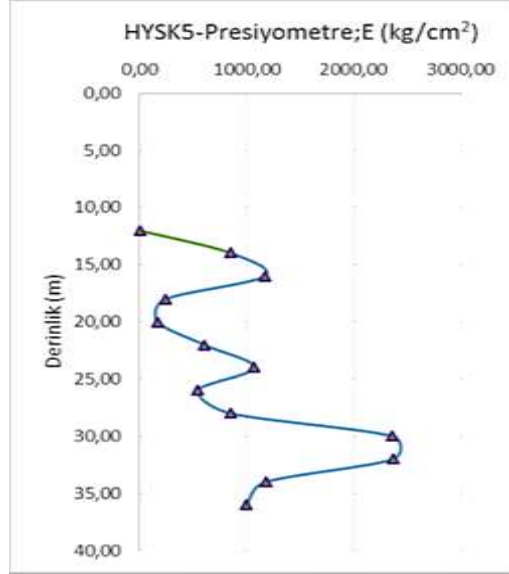
Şekil 2.9. HYSK-5/ 24.5-29.5 m arası görünüm

Pressiyometre deney sonuçlarından da yine heyelan kütlesi ile arasında belirgin bir dayanım farkı olduğu görülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre ayrılmış fişel istife girilen 15.0-20.0 metrelerden sonra birim elastisite modülü değeri 0-50.0 kg/cm² değerinden 150-300 kg/cm² değer aralığına yükselmektedir.



Şekil 2.10. HYSK sondajları inklinometre ölçüm sonuçları

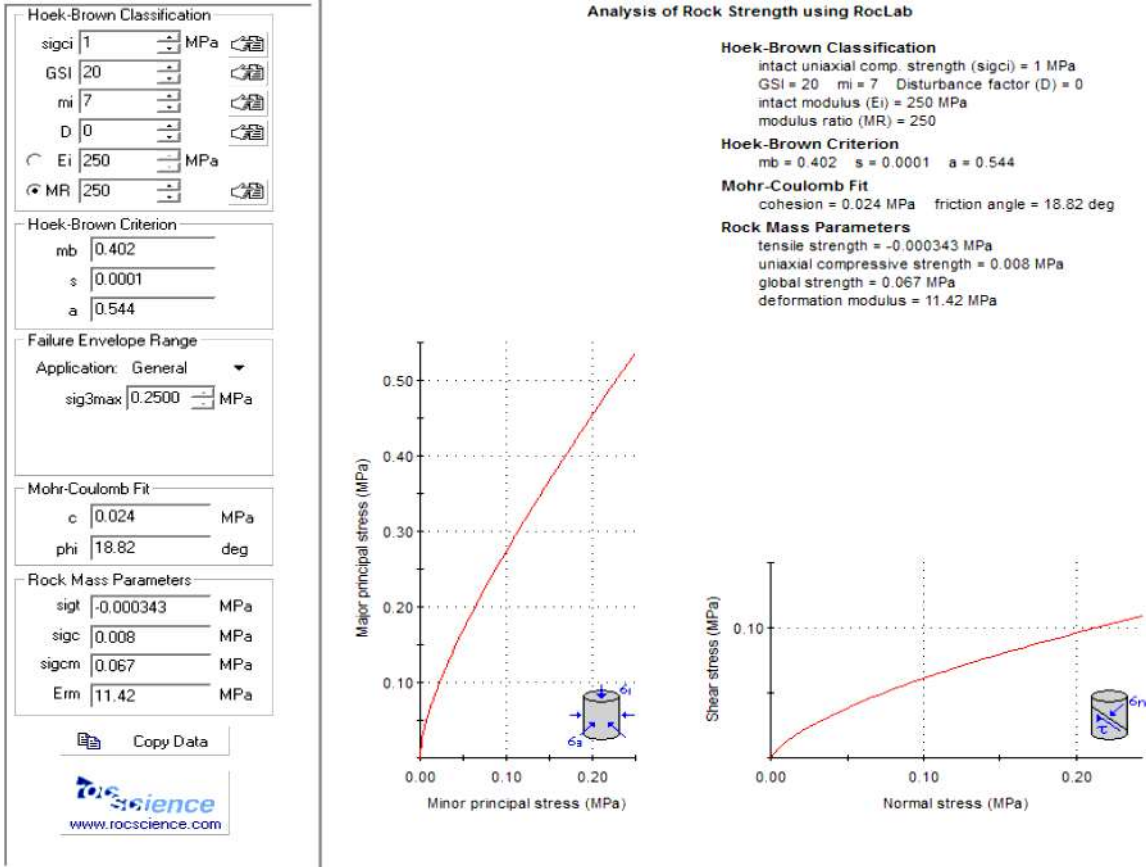
Pressiyometre deneyi, çakıllı, kumlu, killi, siltli, alüvyon zeminlerde ve bozuşmuş, ayrılmış kayalar ile yumuşak kaya temellerde uygulanan bir yöntemdir. Fakat bu zemin içinde bloklu zeminlerin varlığından dolayı biraz daha ölçülü davranmakta fayda vardır. Çünkü blok kütleler geçilirken yanıtıcı olan verilerle karşılaşabiliriz. Aktif heyelan kütlesi ile ayrılmış flišel istifin sınır yüzeyinin çizilmesinde sondaj verileri ile oldukça uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. En çarpıcı durum HSYK-5 pressiyometre deney sonucuna göre ayrılmış fliš olarak tanımlanan geçişin çok yüksek ($E \sim 2500 \text{ kg/cm}^2$) modül değeri sunmuş olmasıdır. Ancak birimin kaya kütle özelliğide dikkate alınarak bu tür bir sapmanın oluşturulan jeolojik modele etkisinden kaçınılmıştır.



Şekil 2.11. HYSK-5 sondajı presiyometre ölçüm sonucu

Bu çalışmalar ve elde edilen verilerden sonra bu birimin heyelan kütesinden farklı olarak değerlendirileceği gerekmektedir. Fakat bu birimden elde edilen verilerde bu birimin eski heyelan kütesinden ayrılmış olduğu yani onun bir parçası olduğu sonucuna varılabilir.

Bu birimin değerlendirilmesinde kaya kütesinin değerlendirilmesi esas alınmalıdır. Yapılan değerlendirme de kaya yapısı gereğince istifin içerdiği kumtaşı, kıltaşı, marn ve şeyl tabakalarının olduğu düşünülmektedir. Bu ara katmanların herbiri farklı dayanım özellikleri göstereceğinden bu ara katmanlar için en uygun kaya parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu zemin içerisinde oluşacak stabilite problemlerinin bu katmanlar arasında en zayıf ve dayanımsız olan şeyl-kıltaşı veya marn tabakaları boyunca gelişebilecek düzlemler boyunca oluşacağı tahmin edilmektedir. Rocscience (2002), bu tür kütlelerin bazı parametrelerinin belirlenmesi için bir program oluşturmuştur. Bu programın içinde Hoek-Brown (2002) sınıflandırma ve kriterlerinden yararlanmıştır. Tablo 2.4. de RocLab programı ve deneyler sonucu bulunan zemin parametreleri verilmektedir.



Şekil 2.12. Ayırışmış flişel istif kaya kütle değerlendirmesi

Tablo 2.4 de bulunan kaya birim hacim ağırlığı değeri Ek.2 deki laboratuvar deney sonuçlarından elde edilmiştir. Kaya tek eksenli basınç dayanım değeri ISRM-1981'e göre R1 sınıfına karşılık gelen çok zayıf kaya için geçerli değer olarak alınabilir. Poisson oranı Ek.4 literatürden alınmıştır. Ortalama RQD değeri sondajlı araştırma çalışması sonuçlarından elde edilmektedir. Kohezyon, sürtünme açısı ve elastisite modülü değerleri ise araştırma verileri dikkate alınarak Roclab Freeware programı kullanılarak bulunmuştur.

Tablo 2.4. Ayırışmış flişel istif malzeme özellikleri

Kaya birim hacim ağırlığı (γ_n)	24 kN/m ³
Kaya tek eksenli basınç dayanımı (σ_c)	1.0 Mpa
Poisson oranı (μ)	0,32
Ortalama RQD değeri	%15
Kohezon değeri(c)	24 Kpa
Sürtünme açısı (ϕ)	19 ⁰
Elastisite modülü(E)	20 Mpa

2.2.1.3. Sağlam Filişel İstifin Değerlendirilmesi

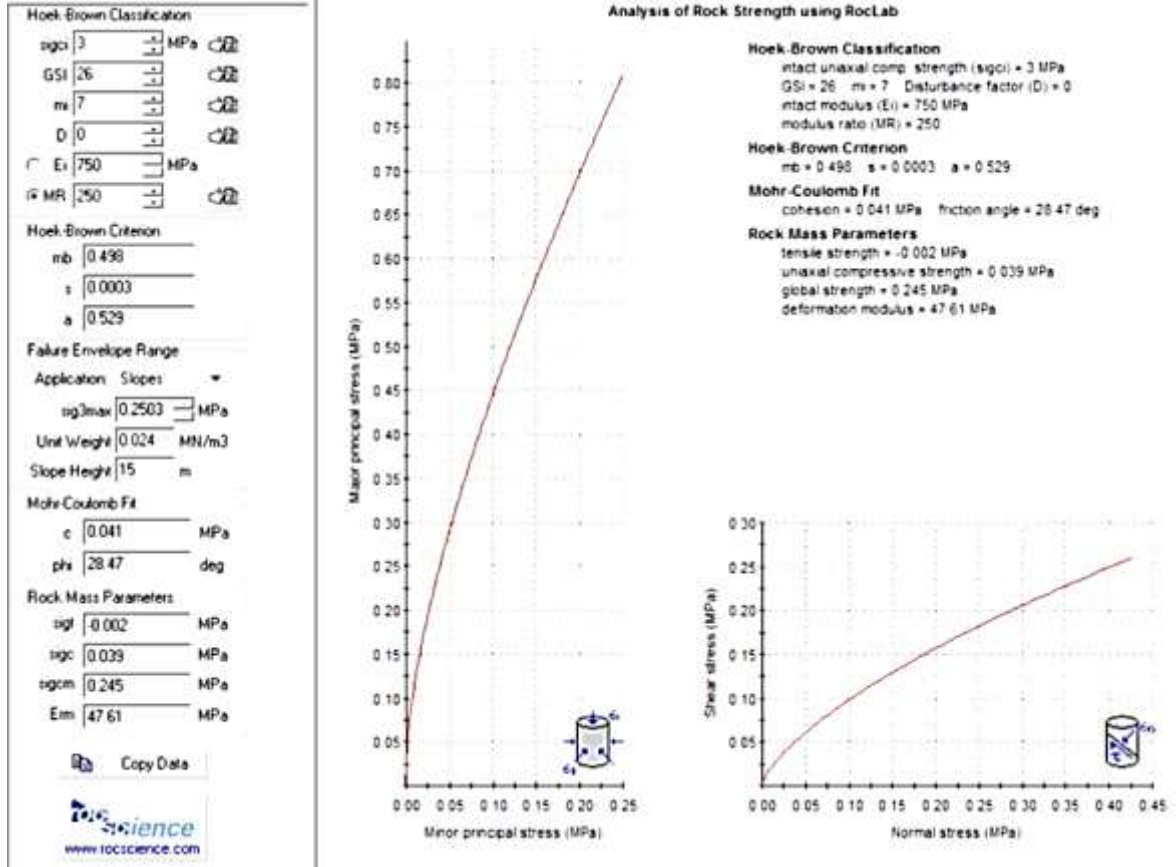
Arazide yapılan sondaj çalışmalarında ayrıışmış filişel istif olarak adlandırdığımız zeminin altında karot verimi ve RQD değerleri yüksek olan anakaya kütlesi bulunmaktadır. Bu kısım sağlam filişel istif olarak adlandırılabilir. Çalışma yapılacak alandaki mevcut yarmalarda izlenen birim için DVSK-4 sondajından örnekle karot verimi ortalaması $> \%80$ ve RQD değeri ortalaması $> \%50$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.13. DVSK-4/ 56.5-62.5 m arası görünüm

Burada bahsedilen sağlam ifadesi dayanım özelliklerini tanımlayıcı bir ifade olmaktan uzaktır. Düşük örselenme görüntüsü dikkate alınarak ve heyelandan etkilenmiş filişel istifle arasında fark olduğunu anlatabilmek adına sağlam kelimesi kullanılmaktadır. Bu zemin aslında zayıf dayanımlı kıltaşı tabakaları içeren ve mevcut yol yarmalarında atmosferik koşullardaki bozulmalara bağlı olarak ayrışma kuşakları geliştiren ve hatta küçük ölçekli duraysızlıklara ev sahipliği yapabilen bir yapıda olduğu ayrıca değerlendirilmektedir.

Bu kütle içerisindeki malzeme ayrıışmış filişel istifin ilk hali olarak tanımlanabilir. Ayrıışmış filişe oranla daha yüksek dayanımlı, daha az değişim geçirmiş ve dolayısıyla daha masif karot numunesi sunan birimdir. Tablo 2.5 de bu kütle için bulunan zemin parametreleri verilmektedir.



Şekil 2.14. Ayırılmış flişel istif kaya kütle değerlendirmesi

Tablo 2.5 de bulunan kaya birim hacim ağırlığı değeri Ek.2 deki laboratuvar deney sonuçlarından elde edilmiştir. Kaya tek eksenli basınç dayanım değeri ISRM-1981'e göre R1 sınıfına karşılık gelen çok zayıf kaya için geçerli değer olarak alınabilir. Poisson oranı Ek.4 literatürden alınabilir. Ortalama RQD değeri sondajlı araştırma çalışması sonuçlarından elde edilmektedir. Kohezyon, sürtünme açısı ve elastisite modülü değerleri ise araştırma verileri dikkate alınarak Roclab Freeware programı kullanılarak bulunmuştur.

Tablo 2.5. Sağlam flişel istif malzeme özellikleri

Kaya birim hacim ağırlığı (γ_n)	24 kN/m ³
Kaya tek eksenli basınç dayanımı (σ_c)	3.0 Mpa
Poisson oranı (μ)	0,25
Ortalama RQD değeri	%50
Kohezyon değeri(c)	41 Kpa
Sürtünme açısı(ϕ)	27 ⁰
Elastisite modülü(E)	50 Mpa

Yapılan bu çalışmalardan elde edilen verilerin ardından zeminler için kullanılacak olan parametreler Tablo 2.6 da verildiği gibidir.

Tablo 2.6. Kullanılacak zemin parametreleri

Zemin	Type	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	k_x (m/day)	k_y (m/day)	μ	E_{ref} (kN/m ²)	c_{ref} (kN/m ²)	ϕ (^o)
Sağlam Filişel İstif	Non-porous	24,0	24,0	0,000	0,000	0,25	50000	41,0	27,0
Ayrılmış Filişel İstif	Drained	24,0	24,0	0,043	0,043	0,32	20000	24,0	19,0
Heyelan Kütleli	Drained	21,0	21,0	0,430	0,430	0,35	15000	5,0	19,0
Duvar	Non-porous	24,0	24,0	0,000	0,000	0,20	200000	300,0	35,0
Geri Dolgu	Drained	21,0	21,0	1,000	1,000	0,35	15000	1,0	35,0
Tahkimat	Drained	22,0	22,0	10,000	10,000	0,30	200000	1,0	42,0

2.2.2. İnklinometre Verileri

Heyelanın olduğu bu alanda heyelan geometrisinin oluşturulması gerekmektedir. Mühendislik yapılarında oluşabilecek deformasyonların ve şev hareketlerinin, gözlenmesi, tespiti amacıyla inklinometre ölçümleri yoğun olarak kullanılmaktadır. İnklinometre ölçümü yardımıyla zemin ortamında yatayda gerçekleşen tüm hareketler tespit edilir. Geoteknik enkesiti oluşturmaya yardımcı olacak inklinometre verileri için açılan sondaj kuyuları kullanılmıştır. Yapılan okumalar sonucu ortaya çıkan durumlar Ek.3 de sunulmaktadır.

2.2.3. Laboratuvar Verileri

Filişel istif ve bu istife ait sedimanter birim kütleleri içerisinde gelişen heyelan malzemesi, kumtaşı ve kıltaşı parçaları ve kil-karbonat içerikli bir malzemeden ibarettir. Çok ayrılmış üst seviyeleri dışında SPT veya UD numune temin edilememektedir. Bu nedenle az sayıda numune alınabilmektedir. Alınan numuneler ise daha çok kaya parçaları ve karotlar şeklinde olmuştur. Bu nedenle yapılabilecek tek deney basınç dayanım testleri olmuştur. Bu testlerin ise heyelan kütlelerinin geoteknik değişirgelerinin belirlenmesinde pek bir anlam ifade etmemektedir. Çünkü heyelana neden olan dayanımlı bu kaya

tabakaları değildir. Heyelana neden olan durum kaya kütlesi içindeki düşük kayma dirençli malzemelerdir.

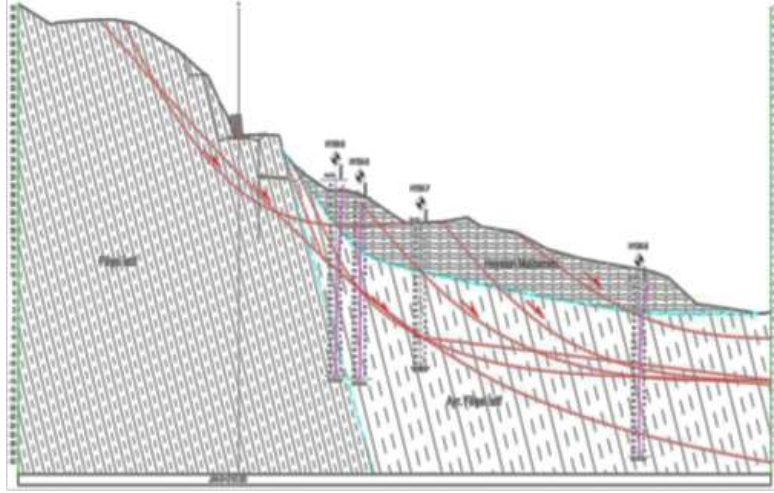
Bu nedenle de tasarıma esas geoteknik değiştirgelerin belirlenmesinde daha çok geri analiz yöntemi ve niteliksel değerlendirme kıstaslarından yararlanılmıştır.

2.2.4. Oluşturulan Tip Kesit

Sondaj, inklinometre ve deneysel çalışmalar sonucunda geoteknik model oluşturulmuştur. Bu geoteknik modelde 3 temel malzeme tanımlanmıştır.

- Anakaya özellikleri gösteren, sağlam yapıda ve önemli bir ayrışma özelliği taşımayan kilaşı, marn, kumtaşı ve yer yer şeyl ardalanan, taze ayrışmış, zayıf, orta dayanımlı, yüksek karot verimi sunan birim sağlam filişel istif,
- Sağlam filişel istifin ileri derecede örselenmesi sonucu geliştiği düşünölen birim ayrışmış filişel istiftir. Özelliikle kilaşı seviyelerinin ileri derecede ayrıştığı bu kesimde, kumtaşı ara tabakaları yüzer blok özelliğinde izlenmektedir. Taşıma gücü yüksek olsa dahi makaslama direncinin olmadığı bir seviyedir ve bu şekliyle yeni heyelanlara ev sahipliği yapması olasılığı yüksektir. Fissürlü kilaşı seviyelerinin çoğunlukla açılma eğiliminde olduğu veya açılarak tamamen dağıldığı görölmektedir.
- Kütle durumu incelendiğinde aktif heyelana doğrudan dahil edilebilen, sondaj verilerine göre tamamen ayrışmış ve yer yer çamur halinde kendini gösteren kil yoğunluklu zemin heyelan kütlesi olarak adlandırılmıştır. Heyelana dahil olan ayrışmış filiş seviyesinin üzerinde ve topuğunda izlenen akma tabakasıdır. Litolojik olarak içeriği yine altındaki filişel istifin ayrışma ürünleridir. Filişel istif birimlerinden türeyen killi, kumlu, yer yer bloklar içeren heyelan malzemesidir.

şekil 2.15 'de bu veriler ışığında oluşturulan tip kesit gösterilmektedir.



Şekil 2.15. Tip kesit

2.3. Heyelanın Plaxis Programı ile Analizi

Bu bölümde Plaxis 2D version 9.0 paket programı genel özellikleri anlatılmaktadır. Ardından Cide-Özlüce-İnebolu heyelanı plaxis programına tanıtılacaktır. Bu işlemde sonra heyelanın güvenlik sayısı ve alınması gereken önlemler ile yapılacak işlemler anlatılacaktır.

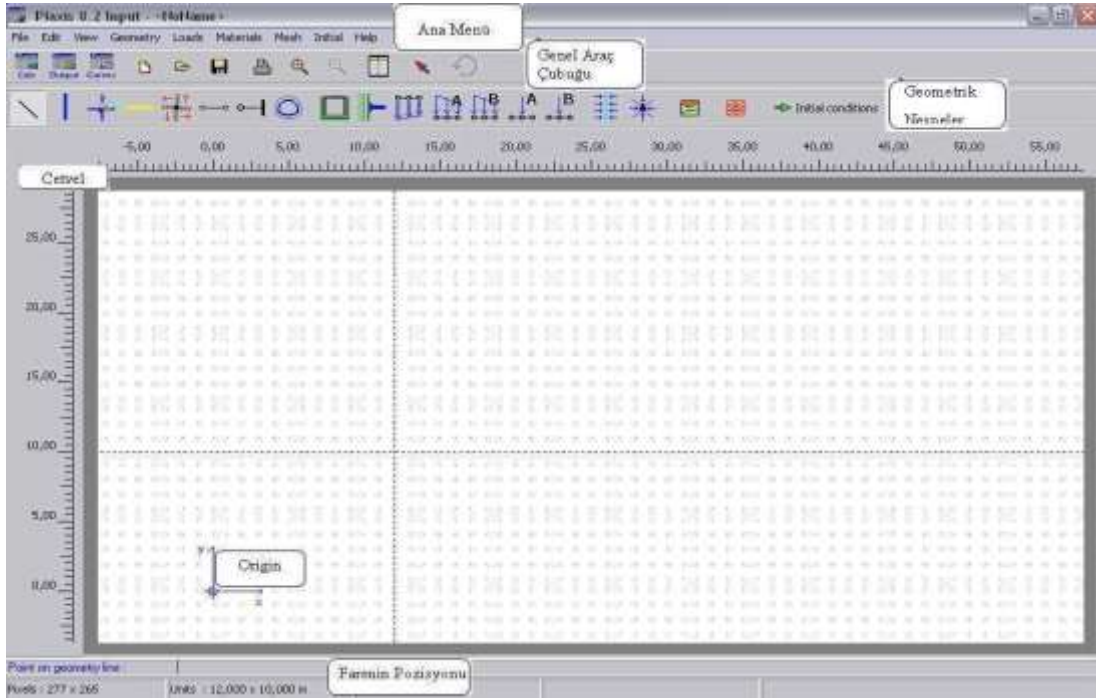
2.3.1. Plaxis 2D Programı

Plaxis paket programında zemin ortamı diferansiyel denklemlerle ifade edilir ve sonlu elemanlar yöntemiyle çözüm yapılmaktadır. Zeminde oluşan problemlerin çözülmesi için oluşturulmuş bir programdır. Geometrik modelin oluşturulması noktaların ve çizgilerin girilmesi ile başlar. Ardından çizilen bu yerlerin parametreleri yazılır. Mesh denilerek sonlu elemanlar ağı oluşturulur. Calculation sekmesi ile sonuçlar elde edilir.

Plaxis programında yapılacak herhangi bir iş için öncelikle zeminin geometrik modelinin oluşturulması gerekmektedir. Geometrik model nokta, çizgi ve hücrelerden oluşur.

Geometrik modeli oluşturmak için çizgiler çizilmesi gerekmektedir. Çizilecek çizgilerin başlangıç ve bitişini noktalar oluşturur. Geometrik modelin sınırlarını, fiziksel ortamları, farklı zemin tabakalarının ayrımını belirlemek için çizgiler kullanılır. Düz veya farklı şekillerde olabilirler. Çizgilerin tamamen kapattığı alanlarda hücreler oluşmaktadır.

Oluşturulan hücre içindeki zeminin özellikleri homojendir. Hücrelere etkiyen yükler hücre içindeki her birime etkidiği kabul edilir. Geometrik model oluştuktan sonra sonlu elemanlar modeli bu durumu kabul ederek otomatik olarak oluşur. Hücreler sonlu elemanın oluşumu esnasında üçgen elemanlara ayrılırlar. Plaxis programında 6 ve 15 düğüm noktalı elemanlar mevcuttur. 6 düğüm noktalı üçgen elemanın hesabı daha kolay yapılır. Fakat 15 düğüm noktalı üçgen eleman daha detaylı hesaplar yapar.



Şekil 2.16. Program ekran görüntüsü, Karaca (,)

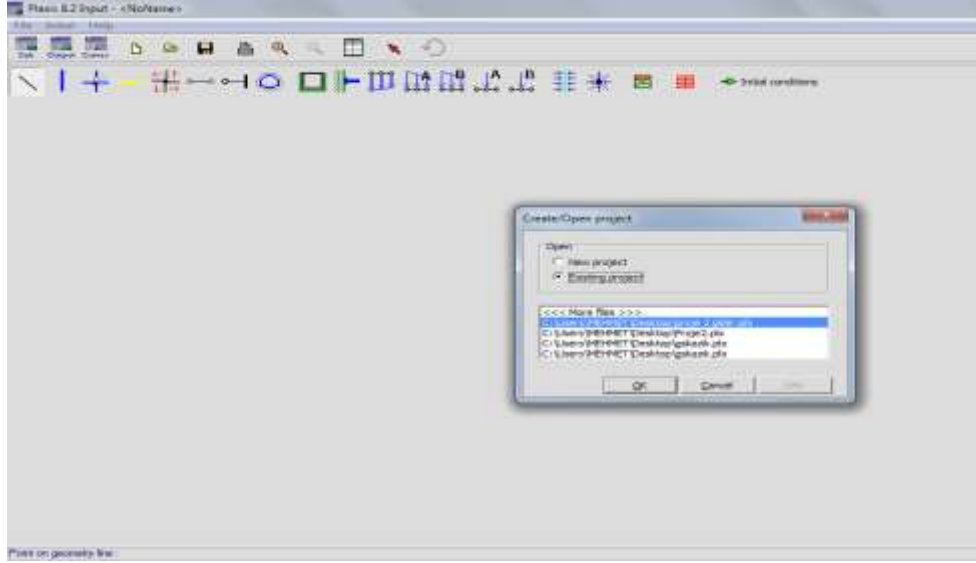
Şekil 2.16. da program ekran görüntüsünde bulunan geometrik nesnelar menüsünde sırasıyla;

- Çalışacağımız sistemin geometrisini oluşturmak için geometry line ikonu bulunur.
- Oluşturacağımız sisteme kazık, diyafram duvar gibi eleman atamak için kullanabileceğimiz plate ikonu bulunur.
- Kiriş uçlarında mafsal oluşturmak için kullanacağımız hinge and rotation spring ikonu mevcuttur.
- Oluşturduğumuz sisteme geotekstil malzeme atamak için geogrid ikonu kullanılır.

- Zemin ile yapının arasında arayüz oluşturmak için interface ikonu kullanılır.
- Oluşturduğumuz sistemdeki elemanları düğüm noktalarından bağlamak için node-to-anchor ikonunu kullanırız.
- Oluşturduğumuz sistemdeki elemanların sonlarının sabitlenmiş olarak tutturulması için fixed and anchor ikonu kullanılır.
- Tünel dizayn edilmek için tunnel ikonu kullanılır.
- Oluşturduğumuz sistemdeki standart olarak değişmezlikleri tanımlamak için standart fixities ikonu kullanılır.
- Kirişlerin moment değişmezliklerini tanımlamak için rotation fixity ikonu kullanılır.
- Precibed displacements ikonu ile sisteme tanımlanan deplasman değerine göre çözüm yapması sağlanır.
- Distributed load-load system a ve b ikonları da sisteme yük uygulamak için kullanılır.
- Sisteme noktasal yük aktarmak için point load-load system a ve b ikonları kullanılır.
- Materail sets ikonu ile sisteme malzeme ayarları girilir.
- Generate mesh ikonu modellenen sistemde ağ oluşturmak için kullanılır.

Program ekran görüntüsünde ana menü, araç çubuğu, geometrik nesnelere, cetveller, çizim yapılan bölge, orjin, fare pozisyonu ve manual input menüleri mevcuttur.

Programı kullanmak için ilk olarak karşımıza create/open project ekranı açılacaktır. Buradan new project seçilip yeni bir ekranda çalışılabileceği gibi, existing project seçilerek daha önceden yapılmış bir proje üzerinde de çalışma yapılabilir.

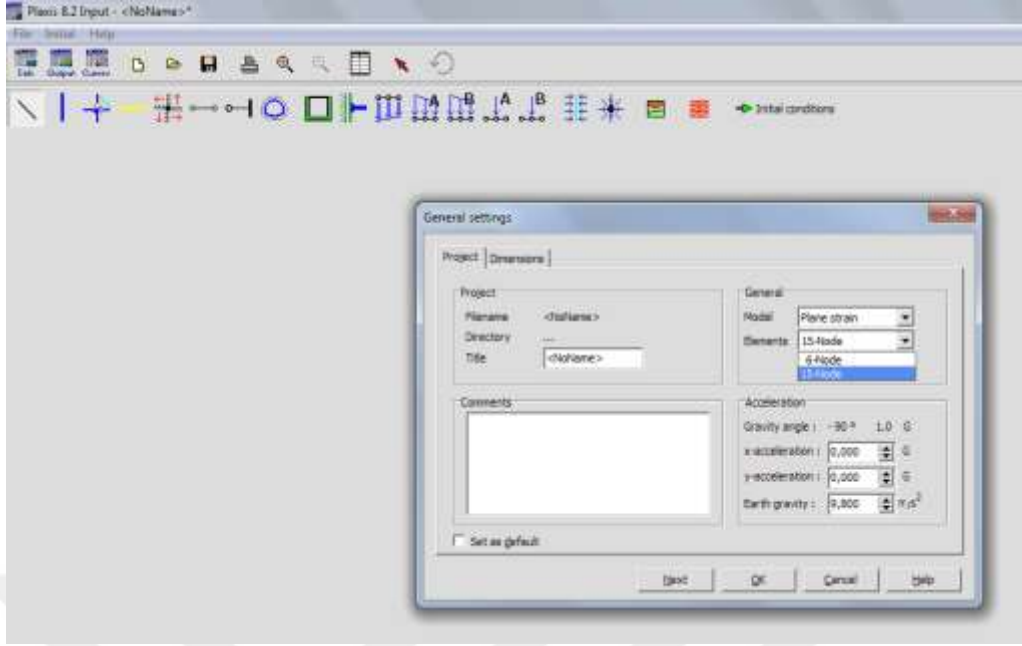


Şekil 2.17. Proje açma sayfası görünümü

Program çalıştırıldıktan sonra new project seçilirse karşımıza bir başka ekran çıkar. Bu ekran üzerinde bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Burada general settings ekranı açılır.

Project sekmesinden yeni dosyanın adı, daha önce oluşturulmuş dosyaların adları ve projeye verilen başlık oluşturulur. Comments menüsünde projeye ilgili notlar yazılabilir. General menüsünde düzlemsel deformasyon veya eksenel simetri modellemeleri seçilebilir. Düzlemsel deformasyon yapan sistemler modellenirken ilgili yapının bir birimlik kısmı çözülür. Elements menüsünde ise 6 veya 15 node seçimlerinden biri yapılır.

Dimensions sekmesinden ise genel ayarlar yapılır. Units birimlerin ayarlandığı ve parametrelerin yazıldığı kısımdır. Geometry dimension çalışma alanımızı belirlemek için kullanılır. Burada girilen değerlerde left-right değerleri çalışacağımız alan arasındaki mesafeyi, çalışma alanının yüksekliğini ise bottom-top değerleri arasındaki mesafe belirler. Grid sekmesi ile çalışma alanındaki ızgaraların oluşturulması sağlanmaktadır.

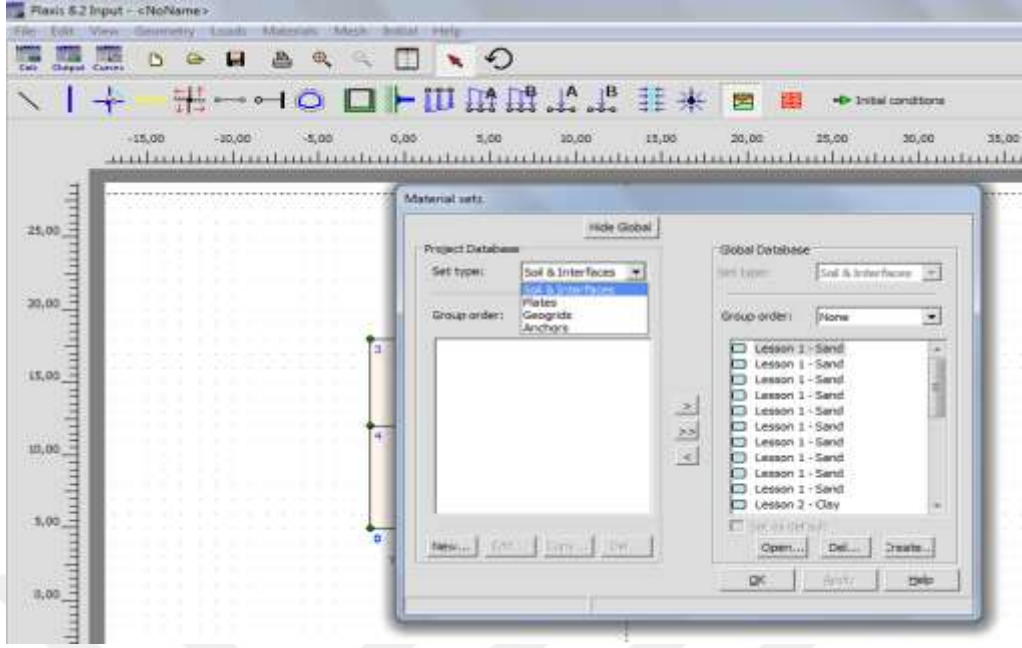


Şekil 2.18. Plaxis general settings project sayfa görünümü



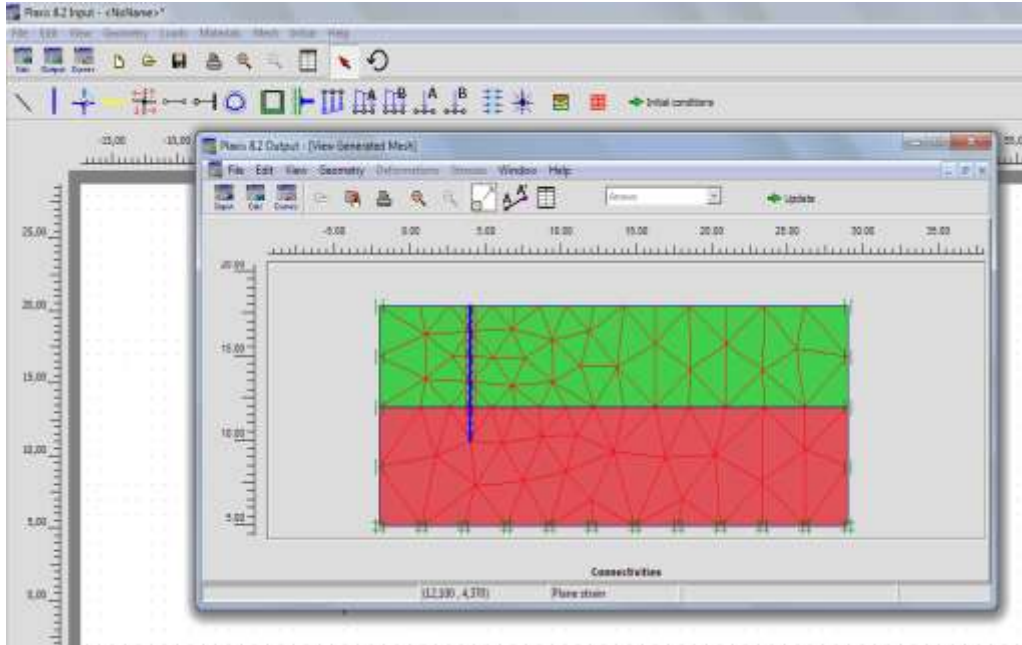
Şekil 2.19. Plaxis general settings dimensions sayfa görünümü

Bu aşamalardan sonra çalışma alanı oluşmaktadır. Yapılacak tüm çözümler için malzemeler burada tanımlanır. Eski çözümlerimiz de kullandığımız ayarlar varsa global butonu ile bu malzeme özellikleri çağırılabilir. Böylece bu ekran üzerinden tüm malzemelerin özellikleri tanımlanır.



Şekil 2.20. Plaxis material sets sayfa görünümü

Bu ekranda gerekli malzeme özellikleri tanımlandıktan sonra ekran kapatılır. Ardından generate mesh ekranına geçilir. Burada modellenen sistemde ağ oluşturulur. Oluşturduğumuz ağ tamamlandıktan sonra update denilerek programın hafızasına alınır.



Şekil 2.21. Plaxis general mesh sayfa görünümü

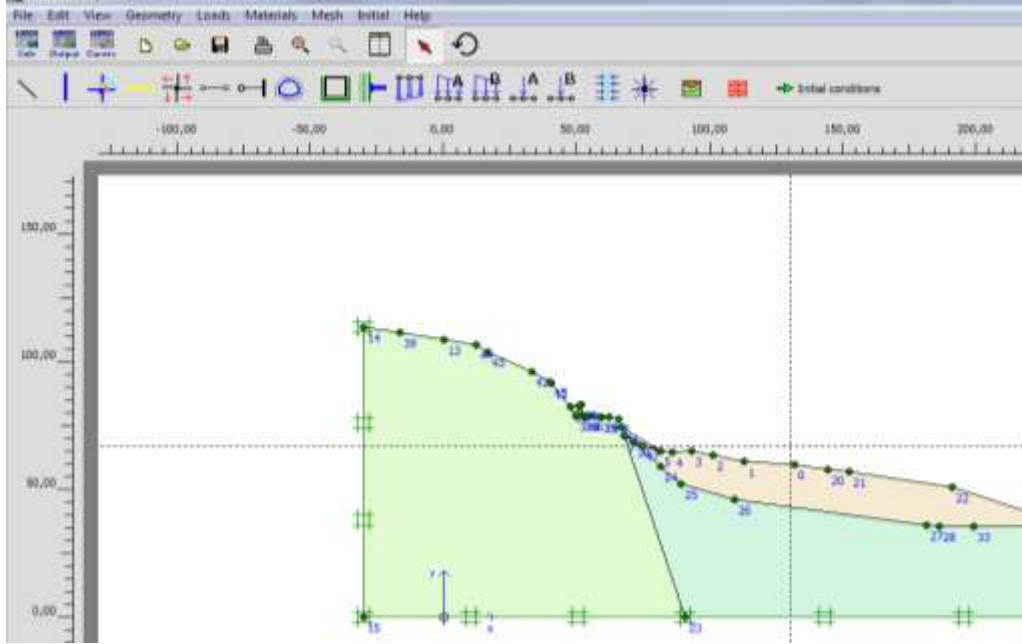
Bu aşamada tamamlandıktan sonra initial conditions denilerek hesaplama işlemlerine geçilir. Calculation ekranında istenilen durumlara göre phase'ler seçilerek gerekli hesaplamalar yapılabilir.

2.3.2. Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolu Heyelanının İyileştirilmesi

Karayolları Genel Müdürlüğü 15. Bölge Müdürlüğü sorumluluk sahası içerisinde bulunan, Cide-Özlüce-İnebolu sahil yolunun Km:92+500 ile Km:96+800 arasında meydana gelen heyelan için yapılan araştırma ve elde edilen veriler ışığında, heyelanın incelenmesi, yolun güvenliğinin sağlanması için gerekli olan iyileştirme çalışmaları Plaxis paket programı yardımıyla yapılmıştır.

2.3.2.1. Plaxis Programı ile Yapılan Çalışmalar

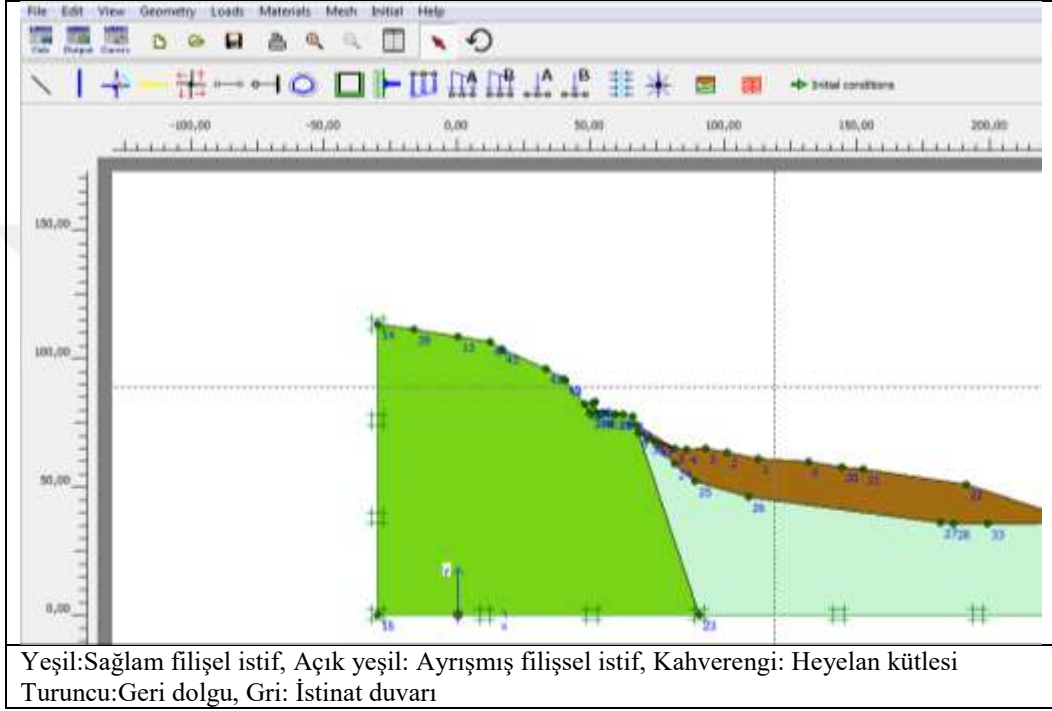
Heyelan problemin güvenli bir şekilde çözülebilmesi ve gerekli iyileştirme faaliyetleri Plaxis programı kullanılarak yapılacaktır. Bunun için Plaxis programında yeni bir proje açılmıştır. Proje oluşturulduktan sonra geometrik model çizimi yapılmıştır.



Şekil 2.22. Heyelan için yapılan modelleme

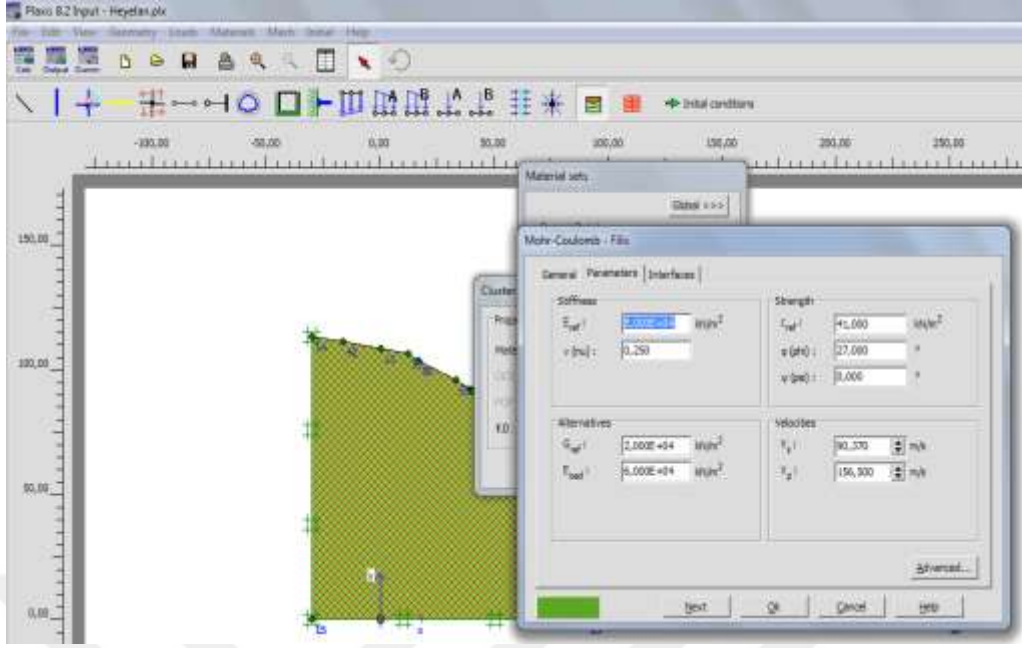
Malzeme özellikleri farklı olan tabakalar Şekil 2.22 de görüldüğü üzere birbirlerinden sınır çizgileri ile ayrılmışlardır. Burada çalışmamızı yapacağımız ve heyelanın üzerinden oluştuğu alanı belirlemiş olduk.

Bu işlemden sonra Tablo 2.6 da özellikleri verilen zeminler materials menüsü aracılığıyla programa tanıtıldı.



Şekil 2.23. Zeminlerin görünümü

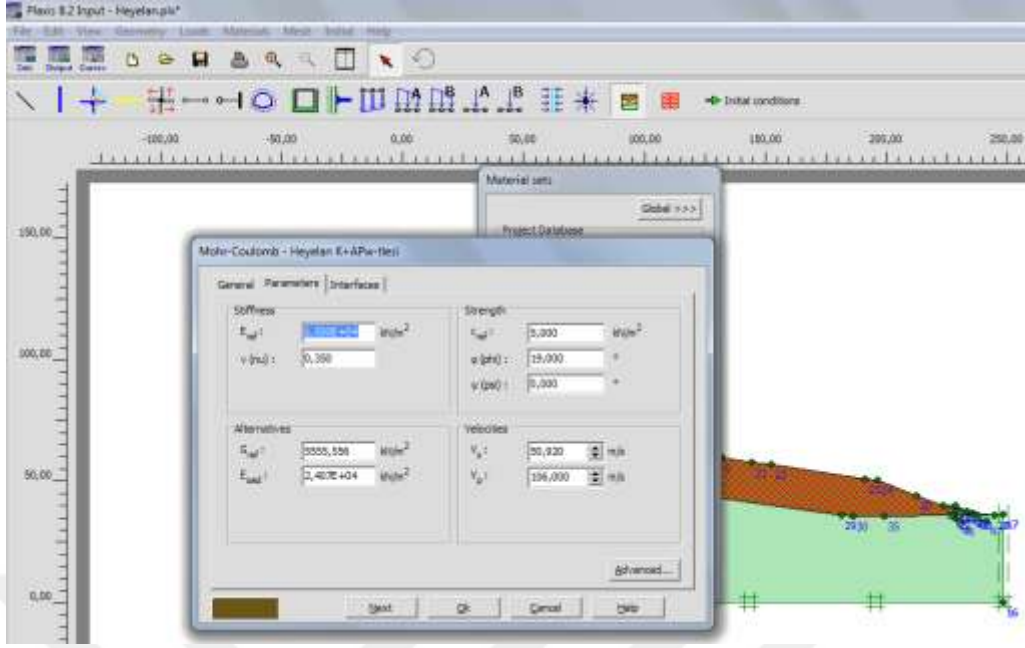
Programına tanıtılan bu zeminlere Tablo 2.6. daki parametreler material sets menüsü aracılığıyla girilmiştir.



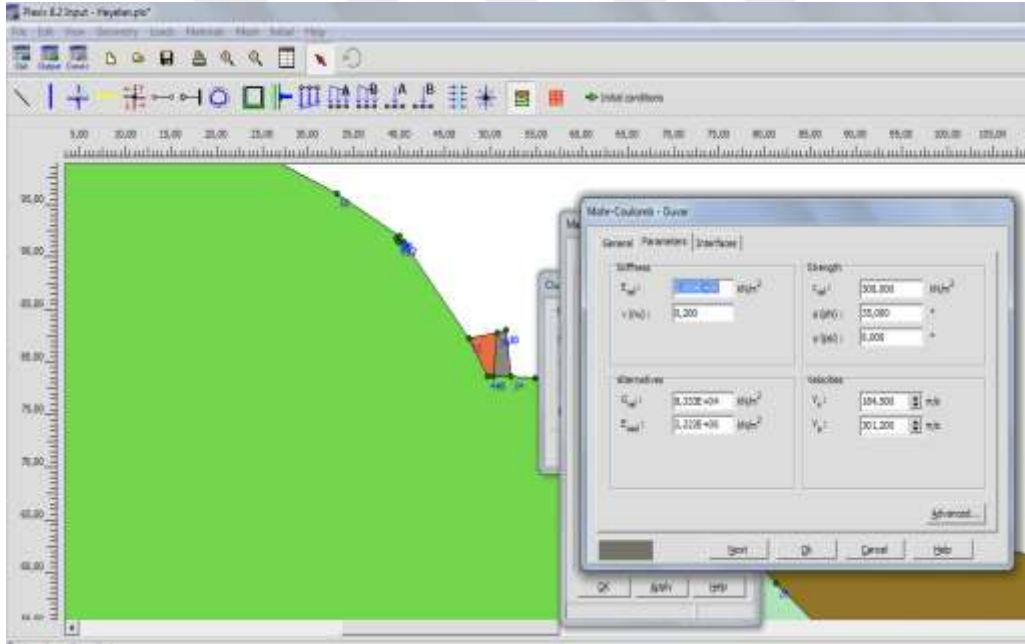
Şekil 2.24. Sağlam filişel istif malzeme özellikleri



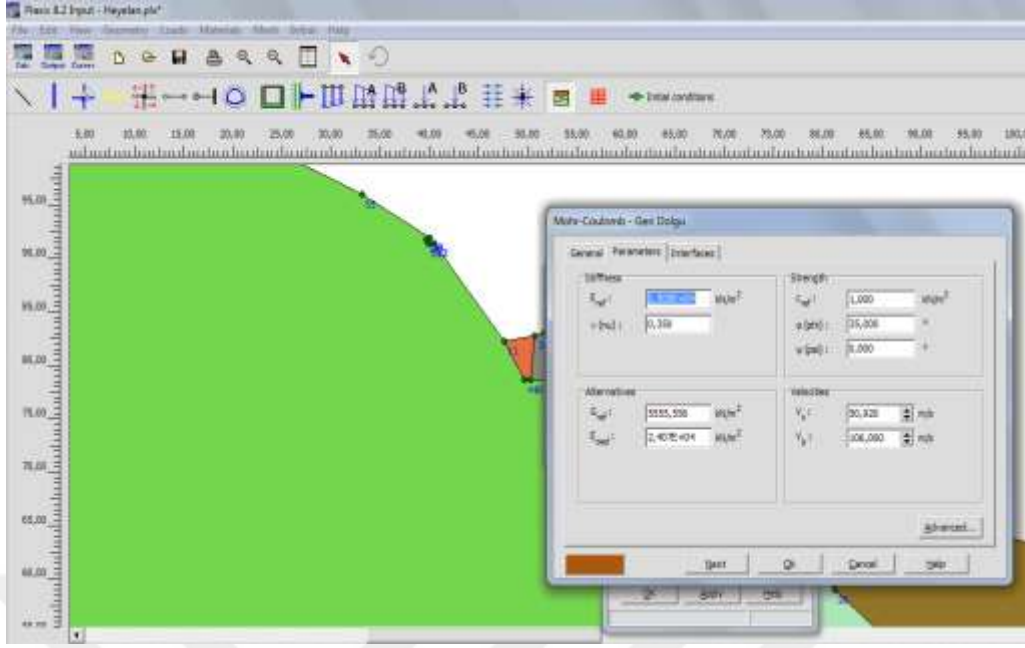
Şekil 2.25. Ayrışmış filişel istif malzeme özellikleri



Şekil 2.26. Heyelan kütleli malzeme özellikleri



Şekil 2.27. Duvar malzeme özellikleri



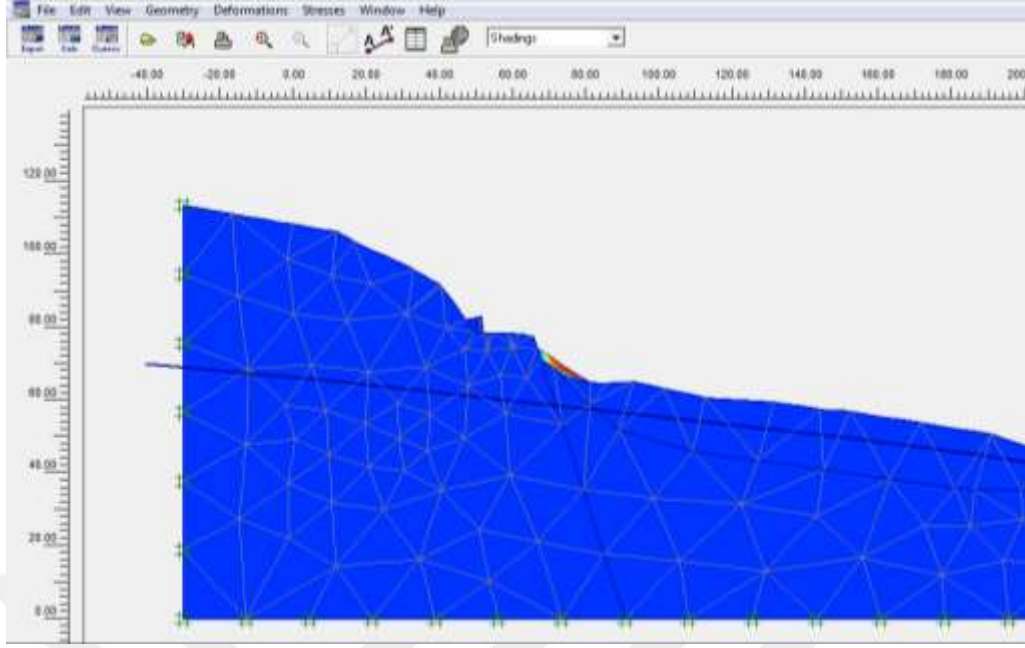
Şekil 2.28. Geri dolgu malzeme özellikleri

2.3.2.2. Geoteknik Tasarım

Plaxis programına zemin parametreleri girilerek zemin modeli oluşturulmuştur. Böylece jeolojik model netleştirilmiş ve heyelan mekanizması ortaya çıkmıştır. Bu aşamada öngörülen jeolojik model gereği heyelan probleminin yol bileşenlerine etkisini minimize edecek geoteknik tasarım oluşturulacaktır. Yapılacak geoteknik tasarımın stabilitesi sayısal analizlerle tahkik edilecek, ekonomik ve emniyetli tasarım oluşturulacaktır.

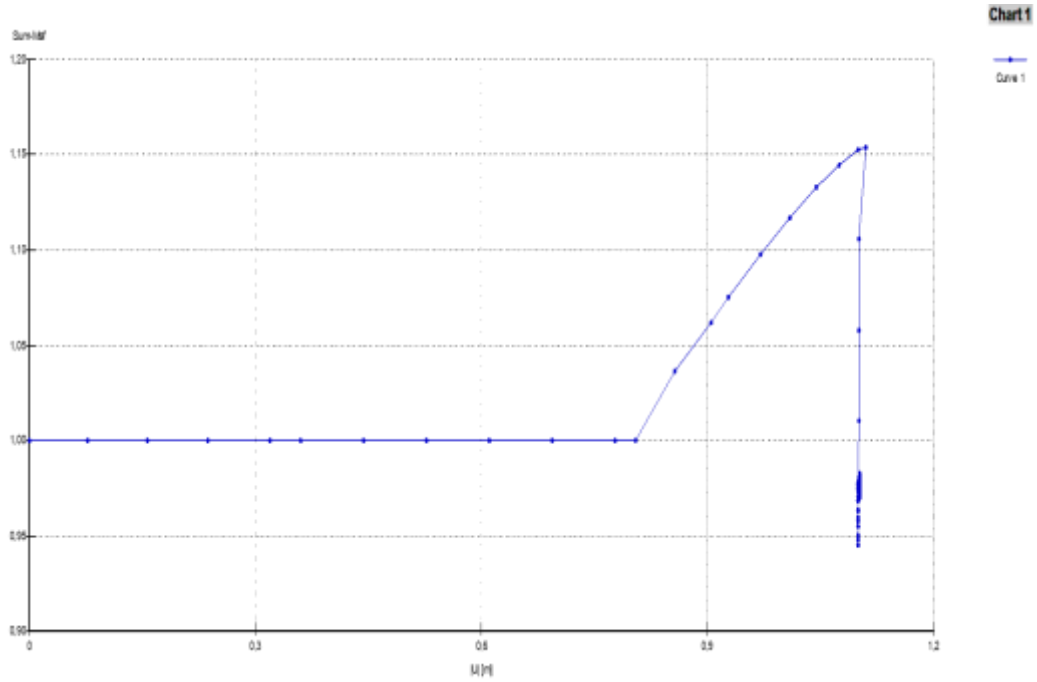
2.3.2.2.1. Mevcut Durum Sayısal Analizi

Oluşturulan geoteknik model üzerinde program yardımıyla sayısal analiz yapılmıştır. Yapılan bu analiz de mevcut sistemin güvenlik sayısı bulunmaya çalışılmıştır. TS 8853 'e göre güvenlik sayısı 1.50 den büyük olmalıdır.



Şekil 2.29. Mevcut durum sayısal analizi görünümü

Şekil 2.29 da yapılan analiz sonucu çıkan güvenlik sayısı 0.94 tür. Bu da mevcut sistemin her an göçebileceğini, yol güvenliğini sağlamadığını göstermektedir. Güvenlik sayısını 1.50'nin üzerine çıkarabilmek için mevcut durumda çalışmalar yapılması gerekmektedir.



Şekil 2.30. Şevde mevcut durum güvenlik sayısı

2.3.2.2.2. İksa Kazıkları Sayısal Analizi

Yol platformunun sağlam flişel istif kütesinin içerisine kaydırılması ile mevcut sistem biraz daha güvenli hale getirilebilir. Fakat yapılacak bu işlemler heyelandan tam anlamıyla uzaklaşmayı sağlayamaz.

Aktif heyelan kütesinde meydana gelen her türlü hareket yeni yol platformunu tehlikeye sokacaktır. Çok yüksek yarmalara girmemek ve yarma sonucu ortaya çok yüksek maliyetler çıkacağı için de yol platformu heyelan tacından çok uzaklaştırılmamıştır.

Yol platformunun tamamının heyelanın yıkıcı etkilerinden korunması gerekmektedir. Bu nedenle heyelan olması muhtemel olan yolun 0+171-0+458 kilometreleri arasında yaklaşık 287 metre boyunca yol platformuna paralel olarak, Tablo 2.7.de malzeme özellikleri verilen kazıkların kullanılması gerekmektedir.

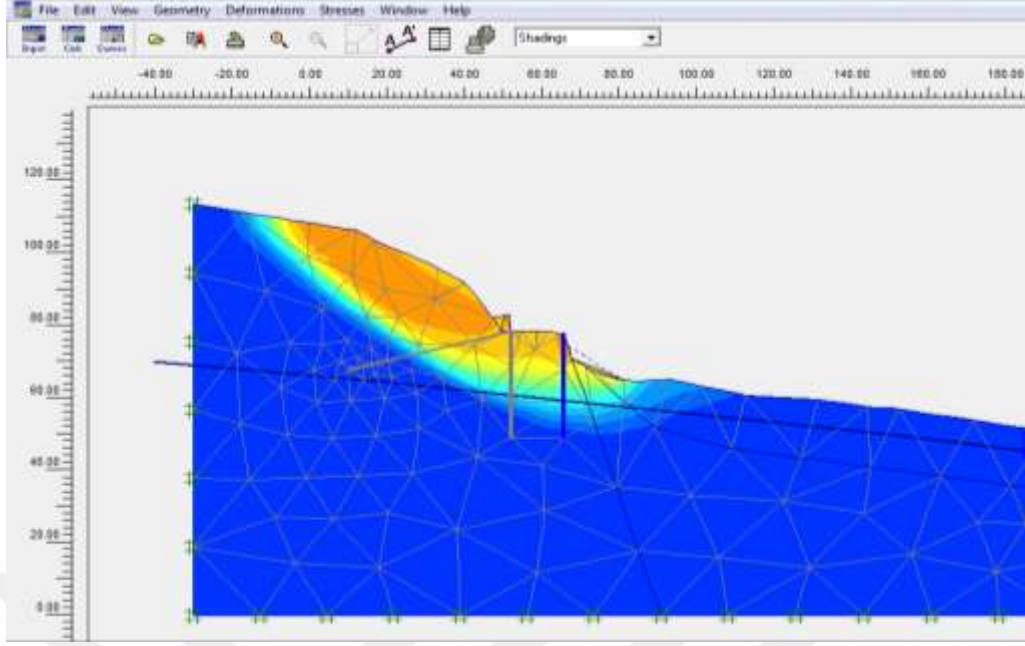
Tablo 2.7. Kazık malzeme özellikleri

Kazık çapı	120,0 cm
Kazık boyu	30,0 m
Kazıklar arası mesafe	135 cm

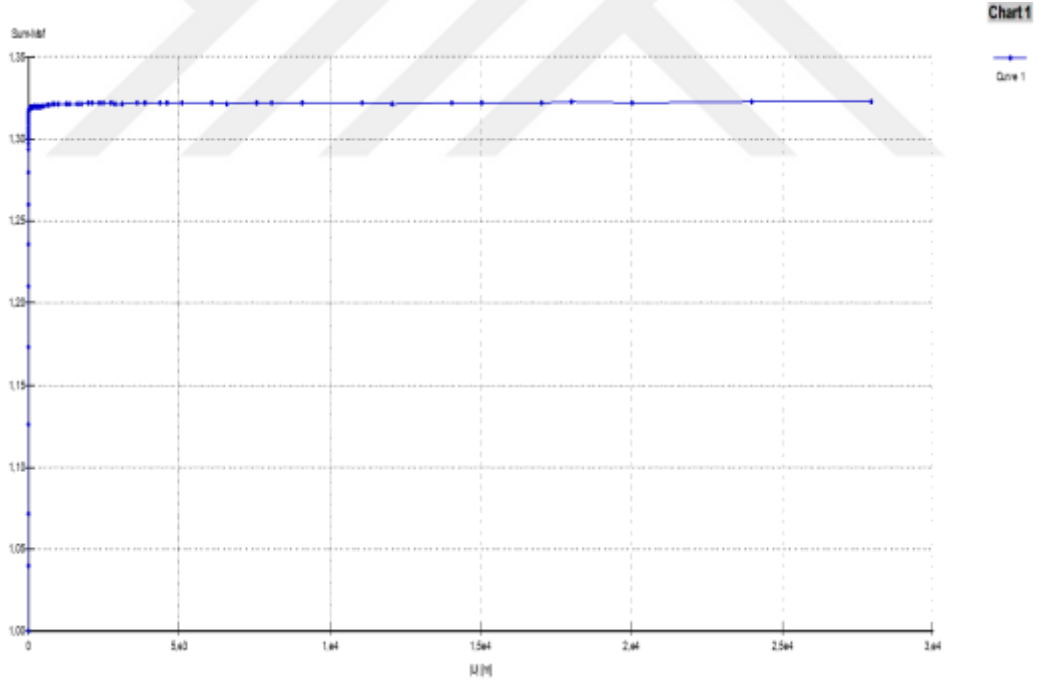
Yapılacak olan iksa kazıkları sağlam flişel istif üzerine yapılacaktır. Burada kullanılan sağlam ifadesi, kaya kütesinin dayanım özellikleri açısından tanımlayıcı değildir. Bu zemin, zayıf dayanımlı kiltası tabakaları içeren ve atmosferik koşullardaki bozulmalara bağlı olarak ayrışma kuşakları geliştiren ve hatta küçük ölçekli duraysızlıklara ev sahipliği yapabilen bir yapıdadır.

Bu nedenle kazıkların yapılacağı eksenin önünde bulunan sağlam flişel istif kütesinin zamanla ayrışıp kayabileceği ve kazıkların önlerinin boşalacağı düşünülmektedir. Bu durum da kazıkların konsol şekilde çalışacağı anlamına gelmektedir. Bahsedilen bu durum program üzerinde analiz edilmiş ve sistemin güvenlik sayısı bulunmuştur.

İlk aşamada yol platformuna tek sıra kazık uygulaması yapılmış ve bu durumda sistemin güvenlik sayısı bulunmuştur.



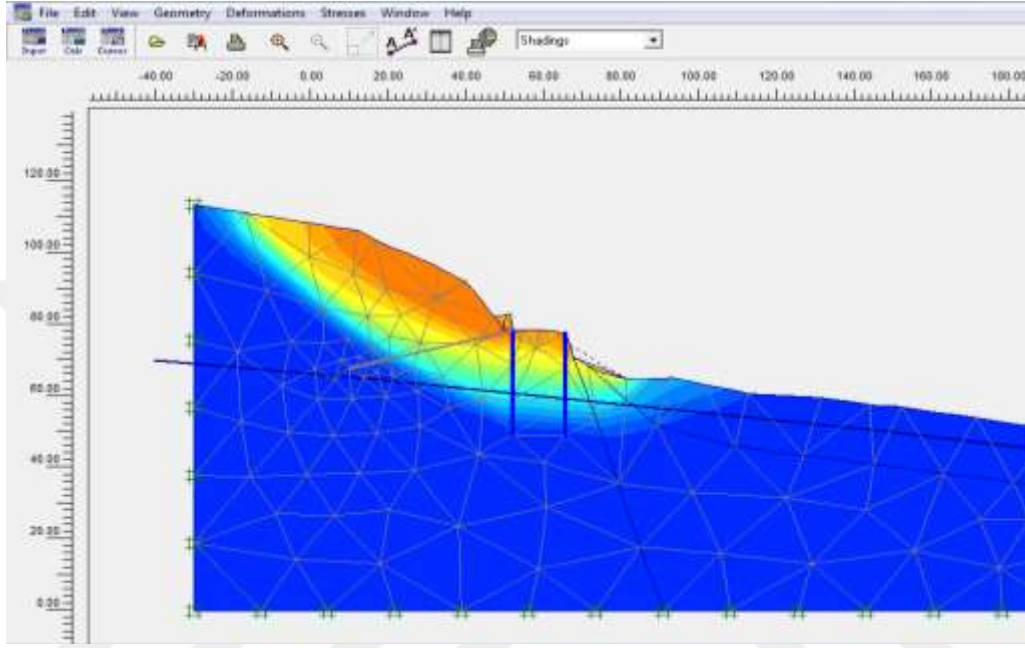
Şekil 2.31. Tek sıra kazıklı sistemin stabilite analizi



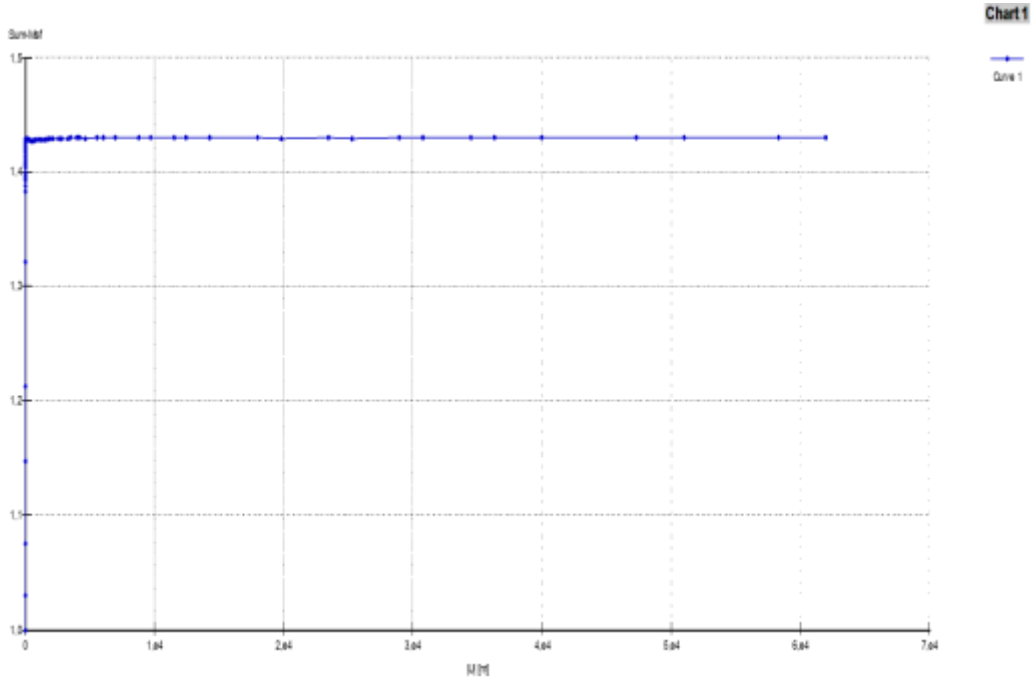
Şekil 2.32. Tek sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı

Yol platformunun altına tek sıra halinde kazık uygulanması durumunda heyelan güvenlik sayısının 1.33 olduğu görülmektedir. Bu durum da heyelan güvenliği tam olarak sağlanamamaktadır.

Buslov and Margolin (2018), heyelan güvenliğini sağlamada iki sıra kazıklı sistemin etkili olduğunu yapmış oldukları araştırmalarda belirtmişlerdir. Bu nedenle yol platformunun güney kısmında kalan tarafına da kazık imalat uygulaması yapılarak güvenlik sayısına bakılmıştır.



Şekil 2.33. Çift sıra kazıklı sistemin stabilite analizi



Şekil 2.34. Çift sıra kazıklı sistem güvenlik sayısı

Yol platformunun her iki tarafına kazık imalatı yapılması durumunda güvenlik sayısının 1.42 değerine ulaştığı fakat heyelan mekanizmasını tam olarak engellemeye yetmediği ve olması gereken 1.50 değerinden küçük olduğu görülmüştür. Bu nedenle mevcut bu durum da dağ tarafında kalan kısımdaki kazık sistemine ankraj uygulanarak heyelanlı bölgenin güvenlik sayısına bakılmıştır.

2.3.2.2.3. Ankrajlı Destek Sayısal Analizi

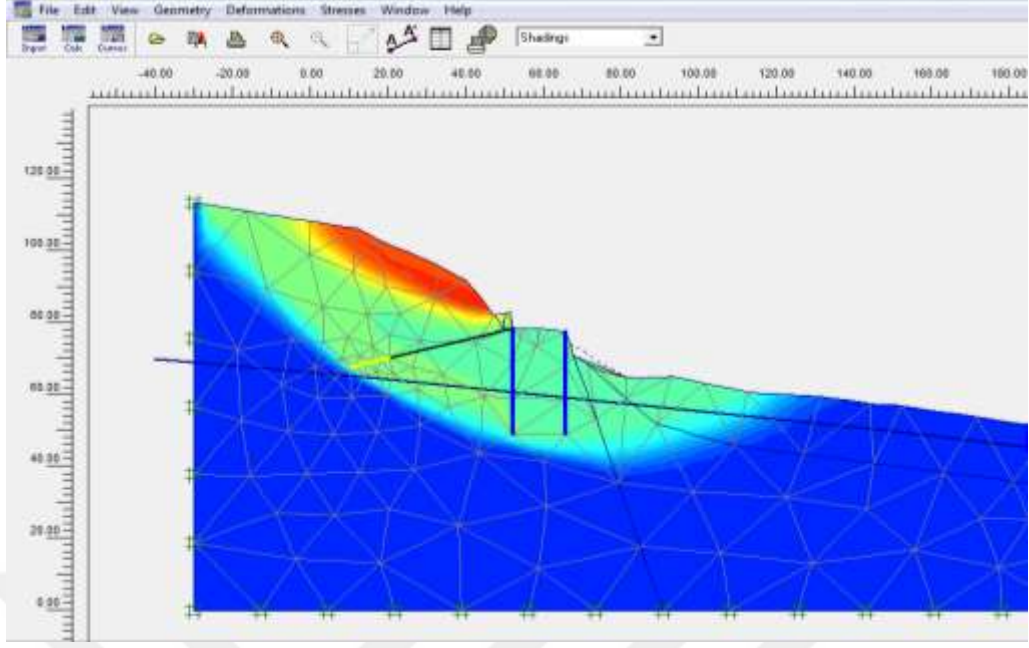
İksa kazıkları tek başlarına heyelanlı bölgede güvenlik sayısını 1.50 değerinin üzerine çıkaramamıştır. Kazıklı istinat yapısını daha sağlam hale getirmek ve sağlam fişel istifin iç kısımlarına sabitlemek amacıyla ankrajlı destek sistemleri geoteknik tasarıma ilave edilmesi gerekmektedir. Yapılacak bu ankraj çalışmasının sağlıklı ve uzun süreli olarak kullanılabilmesi için korozyona karşı gerekli önlemler alınmalıdır.

Kazıklara yapılacak ankraj imalatı için kullanılacak olan malzeme özellikleri Tablo 2.8. de verilmektedir.

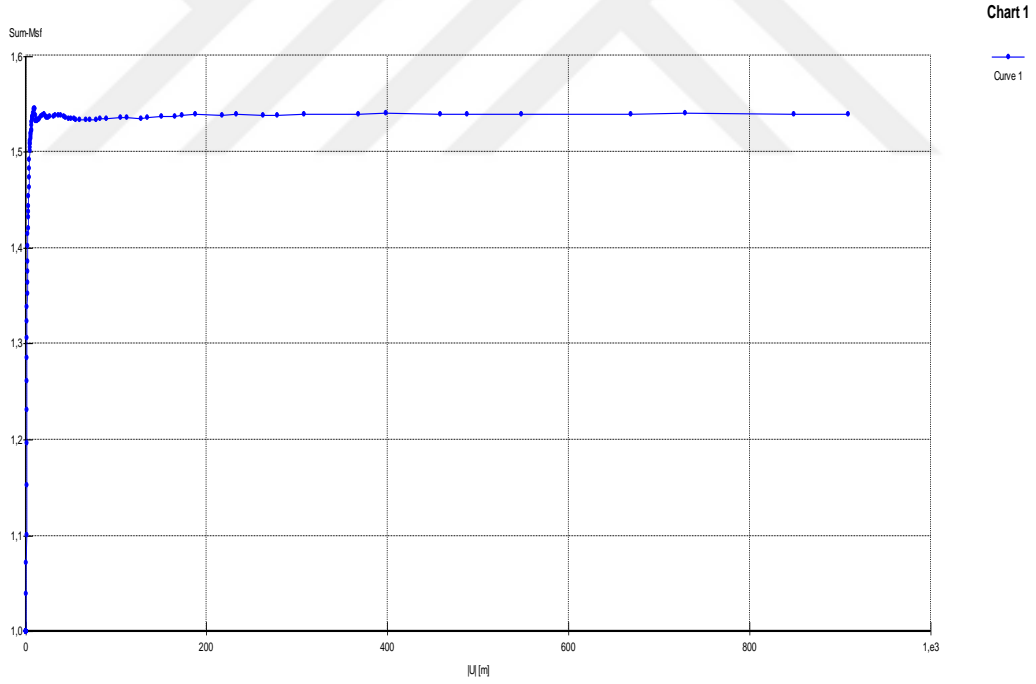
Tablo 2.8. Ankraj malzeme özellikleri

Ankraj serbest boyu	22.0 mt
Ankraj kök boyu	8.0 mt
Ankraj yatay aralıkları	1 mt
Ankraj delikleri	150 mm
Ankraj yükleme kapasitesi	30.0 ton
Elastisite modülü	$2 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$
Ankraj kesit alanı	4 cm^2

Hazırlanan model de yamaç tarafında kalan kazık başından sağlam zemine ankraj desteği yapılmıştır. Bu destek sadece kazık başından uygulanabileceği için tek sıra olarak düşünülmüş ve uygulanmıştır. Diğer kazığın olduğu tarafta bu işlemi uygulamak zor olacaktır. Ayrıca yapımı esnasında yamaç tarafında kalan kazık grubuna da zarar verilecektir. Bu nedenle sadece yamaç tarafındaki kazık grubuna uygulanmıştır. Bu durum program üzerinden analiz edilmiş ve sistemin güvenlik sayısı bulunmuştur.

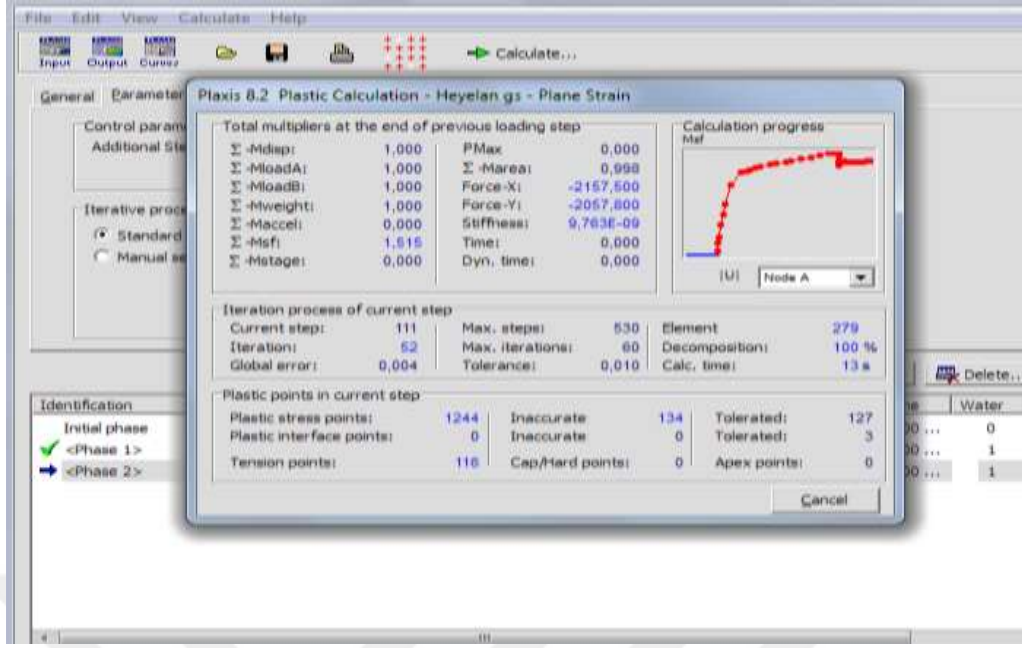


Şekil 2.35. Ankrajlı sistemin stabilite analizi



Şekil 2.36. Ankrajlı sistemin güvenlik sayısı

Kazıklı sisteme ankraj uygulanması durumunda şevin güvenlik sayısının 1.55 olduğu görülmüştür.



Şekil 2.37. Plaxis programı hesaplama aşaması görünümü

Heyelan bölgesinde kazıkların tek ve çift sıra halinde yeterli güvenliği sağlamamaları nedeniyle sisteme ankraj eklenmiş ve bu durumda güvenlik sayısı değerinin 1.50'den büyük çıktığı görülmüştür. Bu durumda yol güvenliği sağlanabilmektedir.

3. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasın da Kastamonu ili sınırları içerisinde bulunan Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolunda meydana gelen ve yolun kullanımını olumsuz etkileyen heyelan incelenmiştir. Meydana gelen heyelan yolda çatlamalara ve bozulmalara neden olmaktadır.

Bölgede mevcut durumun tespit edilerek çözüm yolları oluşturulması amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Heyelan meydana gelen bölgenin jeolojik ve topoğrafik özellikleri araştırılmış, bölge heyelanlarının özellikleri incelenmiştir. Bu işlem tamamlanmasından sonra arazi de çalışmalar yapılmıştır. Heyelanın olduğu bölgede çok sayıda sondaj çalışması ile loglar oluşturulmuştur. Sondajlardan çıkan malzemeler ile yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda bölgenin zemin durumu hakkında bilgiler elde edilmiştir. Açılan sondajlarda inklinometre ile ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Yapılan bu ölçümlerle zemin tabakaları arasında gelişen kayma daireleri belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında heyelanın modellenmesi yapılmıştır.

Heyelanın modellenmesinin yapılmasından sonra mevcut durumun güvenlik sayısı, Plaxis programı yardımıyla araştırılmış ve 0.94 gibi bir değere karşılık geldiği görülmüştür. Bu durum heyelan kütesinin son derece güvensiz olduğunu, acilen önlem alınması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle mevcut duruma ilave güçlendirme işlemlerinin uygulanması ve gerekli destek elemanlarının yapılması gerekmektedir.

Heyelanların iyileştirilmesi için birçok yöntem kullanılmakla birlikte, bu olayda en uygun çözümün yapılacak iksa kazıkları ile olacağı görülmüştür. Yol platformunun kuzey tarafına bir sıra iksa kazığı uygulanmış ve program üzerinden güvenlik sayısına bakılmıştır. Tek sıra kazık uygulanması durumunda sistemin güvenlik sayısının arttığı fakat 1.50 değerinden küçük olduğu görülmüştür. Bunun ardından yol platformunun güney kısmında da kazık uygulaması yapılarak sistemin güvenlik sayısına bakılmıştır. Bu durumda da güvenlik sayısının tek sıra kazık sistemine göre arttığı fakat yine 1.50 değerinden küçük olduğu görülmüştür. Bu durumdan sonra güney tarafta bulunan kazıkların baş bölgesinden, sağlam zemine ankraj yapılması ve sistemin güvenlik sayısının ne olacağı araştırılmıştır. Ankrajlı kazık uygulanması durumunda heyelanın güvenlik sayısının 1.50 değerinden büyük olduğu ve bu şekilde iyileştirme çalışması yapılması durumunda, yolda herhangi bir olumsuzluk olmayacağı görülmüştür.

Güvenlik sayısı çok düşük olan ve her an heyelan meydana gelmesi muhtemel bir şevin, kazık sistemi kullanılarak daha güvenli hale geleceği görülmüştür. Kazık sistemleri tek başlarına güvenlik sayısını artırmaya yetmezse sisteme eklenecek ankrajlar yardımıyla güvenlik sayısının daha da artırılacağı görülmüştür. Bu durumda heyelan olan bölgeler daha sağlam ve stabil hale gelmektedir.



4. ÖNERİLER

Cide-Özlüce-İnebolu Sahil Yolunda meydana gelen ve yolun kullanımını olumsuz etkileyen heyelanla ilgili Plaxis programında çalışmalar yapılmış ve yolun güvenliğinin sağlanması için gereken yapı malzemeleri belirlenmiştir.

Yol güvenliği için yapılacak ilk işlem mevcut yolda bir miktar ripaja girilmesidir. Buradaki amaç kazık imalatları yapılırken yolda meydana gelecek daralmanın neden olacağı trafik sıkışmasını engellemektir. Bunun içinde mevcutta bulunan istinat taş duvar kaldırılmalı ve sağlam fişel istif kısmında bir miktar kazı yapılmalıdır.

Ripaj işlemi tamamlandıktan sonra geoteknik tasarımda belirtildiği gibi kazık imalatı yapımına başlanmalıdır. İlk olarak kuzey taraftaki yol eksenine paralel olan kazıklar yapılmalıdır. Buradaki amaç yol platformunun heyelana uğramasını engelleyerek yol trafiğinin devamlılığını sağlamaktır. Bu işlem tamamlandıktan sonra yamaç kısmındaki kazıkların imalatına başlanmalı ve mümkün olan en kısa sürede bitirilmelidir.

Ripaj ve kazık imalatları tamamlandıktan sonra yamaç kısmında kalan kazıkların baş kısımlarından sağlam zemin kısmına Plaxis programında belirtildiği şekilde ankraj uygulaması yapılmalıdır. Ankraj uygulaması yapılırken kazıkların arasındaki boşluklar kullanılacaktır. Bu imalatlar yapılırken kazık içinde bulunan donatılara ve kazık betonuna kesinlikle zarar verilmemelidir.

Heyelan olan bölgelerde susuzlaştırma büyük önem arz etmektedir. Belirtilen tüm bu imalatlar tamamlandıktan sonra heyelan kütesinin susuzlaştırılması için yüzeyde ve tabanda uygun drenaj kanalları yapılmalıdır. Yapılacak drenaj kanalları, suyun zemine girerek zarar vermesini ve zeminin stabilitesini bozmasını engellemelidir. Bu kanallar yardımıyla toplanan sular yol platformundan uzaklaştırılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Akçakal, Ö., 2009. Şev Stabilitesi Analizinde Geri Hesap Yöntemi ve Bir Vaka Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Atalay, F.İ. ve Bekaroğlu, V., 1973. Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayını, No:200 Ankara
- Ayhan, Ö., 2016. Seçilen Bir Sahada Taş Kolon ve Fore Kazık İle Yapılan İyileştirmenin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Bol, E., Sert, S. ve Özocak, A., 2017. Kazıklı iksa sistemi ile şev duraylılığının sağlanması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21,5,860-870
- Broms, B.B., 1964. Lateral resistance of piles in cohesionless soils. ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundations Division. 90, SM3, 123-156.
- BS 8081, 1989. British Standard Code of Practice For Ground Anchorages, England.
- Cengiz, H. D., 2010. Nehir Geçişlerinde Fore Kazık Uygulaması ve Diğer Kazık Sistemleriyle Karşılaştırılması(Sakarya Nehri Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Coates, D.F. and Gyenge, M., 1966. Plate-load testing on rock for deformation and strength properties, Testing Techniques for Rock Mechanics, ASTM STP 402, American Society for Testing and Materials.
- Coduto, D. P., 2006. Geoteknik Mühendisliği İlkeler ve Uygulamalar, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Das, B.M., 1994. Principles of Geotechnical Engineering, PWS Publishing Company, USA.
- Dayıoğlu, M., 2010. Derin Kazıların İncelenmesi ve Derin Kazı Uygulaması Üzerine Bir Örnek:Harbiye Kongre Merkezi Derin Temel Kazısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dipova, N. ve Cangir, B., 2012. Doğal Zeminlerin ve Yapay Dolguların Plaka Yükleme Deneyi ile İncelenmesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 37, 1, Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Duncan, J.M., and Wright, S.G., 2005. Zemin Şevlerinin Duraylılığı, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Durgunoğlu, H., T., Kulaç, F., Karadayılar, T. ve Baştürk, G., 1990. Stabilitede Zemin Davranışından Geri Hesap Yöntemi: Buğrular Etüdü, İstanbul.

- Erdoğan, H., 1980. Zemin ve Kaya Mekanikği Arazi Deneyleri. Mühendislik Jeolojisi Toplantısı-5, Yalova Tesisleri, 98.
- Erguvanlı, K., 1994. Mühendislik Jeolojisi, 5. Baskı, Seç Yayın, İstanbul.
- Erol, G., A., 2018. Şev Stabilitesi Probleminin Teorik ve Uygulamalı Olarak Araştırılması: Bakırdağ Heyelanı Vaka Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ersoy, Ş., İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi Dersi, Kütle Hareketleri ve Şev Duraylılığı
- Gökcan, S., 2014. Şev Stabilitesi Analizinde Geri Hesap Yöntemi ve Tekke Heyelanının Geri Hesap Yöntemiyle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Genç, G., 2010. Kazık Grupları İle Şev Stabilite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Haliloğlu, S., B., 1997. Heyelan Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Sayısal Çözümleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C. and Corkum, B., 2002. Hoek-Brown failure criterion. Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium and 17th Tunneling Association of Canada Conference, Toronto, Canada, 267-273.
- International Association For Engineering Geology, 1990
- K.G.M., 2015. Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı, Heyelan Tanımlama ve Veri Oluşturma Kılavuzu.
- Kaba, E., 2017. Heyelanlarda Stabilite Yöntemleri ve Geogrid Donatılı Duvar Kullanılarak Bir Heyelanın Stabilizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karaca, Ş., Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Manisa.
- Kaynak. G., 2007. Uzun kaya(Rize) Heyelanının Geoteknik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri: Maden Tetkik Arama Ens. Dergisi, 66, 20-34.
- Kılıçaslan, A., 1990. 23 Haziran 1988 Tarihli Çatak Heyelanının Beşeri ve Ekonomik Sonuçları, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Erzurum.
- Krahn, J., 2004. "Stability Modeling with Slope/W, An Engineering Methodology" First Edition, Revision 1, Canada, 1-80.


- Krahn, J., 2004. Stability Modeling with SLOPE / W An Engineering Methodology.
- Kumbasar, V. ve Kip, F., 1999. Zemin Mekaniği Problemleri. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Mc Carthy D. F., 2010. Zemin Mekaniğinin Esasları ve Temeller. OYTEV – Orhan Yavuz Teknik Eğitim Vakfı, İstanbul, 850s.
- Newyork City Department of Buildings, 1998. Building Code of the City of New York.
- Önalp, A., 1983. İnşaat Mühendislerine Geoteknik Bilgisi, K.T.Ü. Yayın No:3, 2, 1. Baskı, Trabzon.
- Özgenç, E., 2018. Zonguldak Kılıç Heyelanının Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Stabilitate 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.
- Pehlivan, M., 2004. Kürtün Baraj Gölünün Sağ Sahilindeki Özkürtün(Gümüşhane) Beldesinin Heyelan Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Plaxis Paket Programı Kullanım Klavuzu.
- Popescu, M.E., and Sasahara, K., 2009. Landslides-Disaster Risk Reduction, Springer, Berlin Heidelberg.
- Poulos, H., G. and Davids, E., H., 1980. Pile foundation analysis and design. John Wiley & Sons, Inc. New York. 390p.
- Poulos, H., G., 1971. Behavior of laterally loaded piles: 1-single piles. ASCE Journal of Soil Mechanics and Foundations Division, 97, 5, 711-731.
- Richards, L.R., 1975. The Shear Strength of Joints in Weathered Rock, Ph. D. Thesis, Univ. of London (Imperial College).
- Rocscience, 2002. RocLab v1.0 rock mass strength analysis using the generalized Hoek-Brown failure criterion. Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada.
- Savaşeri, K., 2006. Yatay Yüklü Düşey Kazıkların Hesap Esasları ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Slıwınskı, Z., J. ve Fleming, W., G., K., 1983. The Integrity and Performance of Bored Piles, Piling and Ground Treatment for Foundations, Thomas Telford, London, 153-165.
- Spencer, E., 1965. A Method of Analysis of the Stability of Embankments Assuming Parallel Interslice Forces, Geotechnique, 15, 1, 79-93.

- Sür, Ö., Heyelan olaylarına sebep olan faktörler ve bunların Türkiye de etkili bulunduğu alanlar.
- Şen, S., 2006. Kohezyonsuz Zeminde ve Kayaya Soketli Perde Kazıkların Taşıma Gücü Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tekin, A., 2011. Sonlu Elemanlar ve Limit Denge Yöntemleri ile Şev Stabilite Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Terzaghi, K., 1955. Evaluation of coefficient of subgrade reaction. *Geotechnique*, 5, 4, 297-326.
- Toğrol, E. ve Tan, O., 2003. Kazıklı Temeller, Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul.
- Tomlinson, M. J., 1994. *Pile Design and Construction Practice*, 4th Ed., E and FN Spon, 411.
- TS 3168 EN 1536, 1978. Özel jeoteknik uygulamalar delme (fore)- Kazıklar- (yerinde dökme betonarme kazıklar), T.S.E., Ankara.
- TS 3169, 1978. Çakma Kazıkların Tasarımı, Yapımı ve Uygulama Kuralları, T.S.E.,Ankara.
- TS 8853, 1991. Yamaç ve Şevlerin Dengesi ve Hesap Metodları, T.S.E., Ankara.
- Ulusay, R., Heyelanlar ve Mühendislik Şevlerindeki Duraysızlıklar: Türleri, Etkileri ve Zararların Azaltılması. Samsun: Sel-Heyelan Çığ Sempozyumu. <http://samsun.imo.org.tr/resimler/ekutuphane-/pdf/3940.pdf> 1Şubat 2017.
- Unified Facilities Criteria (UFC), 2004. Deep foundations. UFC 3-220-01A.
- URL-1, Denizli-Hozan Yolunda Heyelan. <http://www.denizlibulten.com/gundem/honazda-heyelan-h19204.html> 15 Mart 2019.
- URL-2, Artvin-Ardahan Karayolunda Meydana Gelen Heyelan <http://www.milliyet.com.tr/artvin-ardahan-karayolu-heyelan-gundem-2603197/> 16 Mart 2019.
- URL-3, Gümüşhane-Tirebolu Yolunda Düşme Tipi Hareket <http://haber kelkit.com/haber-gumushane-tirebolu-yolunda-heyelan-12161.html> 17 Mart 2019.
- URL-4, Prof. Dr. Kadir DİRİK notları. http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/FJ_11_kutle%20hareketleri_1Nisan2014.pdf
- URL5, Kitle Hareketleri ve Şevlerin Duraylılığı, http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/şevlerin_stabilitesi.ppt Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 18 Mart 2019.
- URL-6, baltik-denizinde-eski-ahşap-kaziklar- <https://pixers.com.tr/duvar-resimleri/54814736> Ahşap kazıklar, 18 Mart 2019.

- URL-7, Kazıklı Temeller.pdf Birand, [http://www.altaybirand.com/wp-content/uploads/2015/12/ A. A., 2007, Kazıklı Temeller](http://www.altaybirand.com/wp-content/uploads/2015/12/A.A.,2007,KazıklıTemeller).
- URL-8, Çelik kazık yapımı, <http://www.erkotas.com.tr/en/wp-content/uploads/marta%C5%9F-ilave-iskele-kaz%C4%B1klar%C4%B1.jpg> 20 Mart 2019.
- URL-9, Kompozit Kazıklar, <http://imoistanbul.org/imoarsiv/geoteknik-kurs-notlari-2016/2.hafta/ozan-bilge-DerinTemeller.pdf> 20 Mart 2019.
- URL-10, Kastamonu ili coğrafi yapısı <http://www.kastamonu.gov.tr/cografi-yapisi> Kastamonu valiliği, 21 Mart 2019.
- URL-11, Yer altı suyunu düşürme, <https://www.google.com/search> 20 Mart 2019.
- Uzuner, B. A., 2006. Temel Mühendisliğine Giriş, 3. Basım, Derya Kitabevi, Trabzon.
- Ünsal, N., 2010. Heyelan ve Kitle Hareketleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Ders Notları, Ankara.
- Varnes, D., J., 1978. Landslides, Analysis and Control, Special Report 176, 20-47, R.L. Scuster and R.J. Krizek, Ed., Transportation Research Board, Highway Research Council.
- Yıldırım, S., 2002. Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, 15. Bölge Müdürlüğü(Kastamonu) İnebolu ilçe sınırları içinde yer alan Cide-Özlüce-İnebolu Sahil yolunun Km:92+500 -96+800 arasında yapılan geoteknik Hesap Raporu, 2015.

6. EKLER


EK 1. Sondaj Çalışması Verileri

 SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT SONDAJ NO : HYSK-1 SAYFA Borehole No: 1 Pages: BONDOR: HASAN KURUÇ								
PROJE ADI /Project Name :		CIDE ÖZLUCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM:30+000-KM:36+000 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAPI /Hole Diameter(mm) : 76mm								
SONDAJ YERİ /Boring Location :		KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU /Groundwater : 2,50m								
KILOMETRE /Chainage :				MUH. BOR. DER. /Casing Depth (m) : 10,50m								
SONDAJ DER. /Boring Depth :		21,00m		BAS. BIT. TAR. /Start-Finish Date : 06-07.07.2015								
SONDAJ KOTU /Elevation :		11,00m		KOORDİNAT /Coordinate (Northing)								
SON.MAK.ŞYONT./D. Rig & Mat. :		Creallius D 750 & Rotary		KOORDİNAT /Coordinate (Easting)								
DAYANIMLILIK - Strength		AYRISMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained								
I DAYANIMLI Strong		I TAZE Fresh		N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft								
II ORTA DAYANIMLI Modik Strong		II AZ AYR. Slight Weak		N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft								
III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Modik Weak		III ORTA AYR. Mod Weak		N = 5 - 8 ORTA KATI Modik Stiff								
IV ZAYIF DAYANIMLI Weak		IV ÇOK AYR. Hgtly Weak		N = 9 - 15 KATI Stiff								
V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		V TAM AYR. Comp Weak		N = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff								
				N > 30 SERT Hard								
KAYAÇ KALİTESİ-RQD		KIRIKLAR-30 cm-Fractures		ORANLAR - Proportions								
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		K1 SİYREK Wdr (W)		% 5-4 PER AZ Slighty								
% 25-50 ZAYIF Poor		L2 ORTA Modik (M)		% 5-15 AZ LTB								
% 50-75 ORTA Fair		B-10 ERD Close (C)		% 15-20 ÇOK VEY								
% 75-90 İYİ Good		B-20 ÇOK ERD Intense (I)		% 20-30 ÇOK VEY								
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		B>20 PARÇALI Cracked (C)										
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UD : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESSİOMETRE DENEYİ Pneumometer Test								
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KAROT NUMUNESİ Core Sample		VS : VANE DENEYİ Vane Shear Test								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Çinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanımılık Strength	Ayrışma Weathering	Kıvraklık Fracture	Kazan Capacity	RQD
		DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK Graph									
1.00						0,00-6,00 m YAMAÇ MOLOZU (HEYELAN KÜTLESİ) Yaklaşık 3,00 m'si Muhtelif Dolgu ve Arık Malzemesi Gerü Kalan Kesim ise Eski Heyelan Kütlelerinin Malzemesidir Ayrışmış Kilitaşı-Kumtaşı Bloklar İçeren Filişel İstif Kökenli Heyelan Malzemesidir	IV-V	IV-V	Cr	10	0	
2.00	SP T1	1,95										IV-V
3.00						6,00-21,00 m FİLİŞEL İSTİF Gri-koyu gri renkli kumtaşı-kilitaşı ardalanması. Orta-zayıf dayanımlı, az-orta derecede ayrılmış, orta-iyi kaliteli kumtaşı-kilitaşı. İlk 3m'sinde çok kırıklı ve çok ayrılmış özelliktedir.	IV-V	IV-V	Cr	25	0	
4.00	SP T2	3,45										IV-V
5.00												
6.00												
7.00												
		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU				TARİH Date		Sign				

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		SONDAJ LOGU BORING LOG		SAYFA : 2 Page								
				SONDAJ : HYSK-1 Boring								
Sonda Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Türü Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Gücü Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı / 30 cm Fraction / 30 cm	Karat % Core Recovery	RQD
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph								
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm							
8.00												
9.00	9,00											
10.00												
11.00												
12.00	12,00											
13.00												
14.00												
15.00	15,00											
16.00												
17.00												
18.00	18,00											
19.00												
20.00												

6,00-21,00 m
FİLİŞEL İSTİF


Gri-koyu gri renkli kumtaşı-kilitaşı
ardalanması. Orta-zayıf dayanımlı, az-
orta derecede ayrılmış, orta-iyi kalitede
kumtaşı-kilitaşı. İlk 3m'sinde çok kırıklı
ve çok ayrılmış özelliğindedir.

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG				BÖLGE NO: 15 DİSTRİKT								
SONDAJ NO: HYSK-2				SAYFA NO: 1 Pages								
SONDAJ YERİ: KASTAMONU İNEBOLU				BONDÖR: HASAN KURUNÇ								
PROJE ADI / Project Name : CIDE ÖZLÜCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM:92+500- KM:96+800 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter(mm) 76mm										
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater										
KİLOMETRE / Chariage :		MUH. BOR. DER./ Casing Depth (m) 19,50m										
SONDAJ DER. / Boring Depth : 51,00 m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date 22.06.2015-05.07.2015										
SONDAJ KOTU / Elevation : 36,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)										
SON.MAK.&YÖNT./D.Rig & Met. : Creallius D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)										
DAYANIMLILIK - Strength		AYRISMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained								
I DAYANIMLI Strong II ORTA DAYANIMLI Mide Strong III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Mide Weak IV ZAYIF DAYANIMLI Weak V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIL Slightly Weath III ORTA D.AYR. Mod Weath IV ÇOK AYR. Highly Weath V TAMAYR. Comp Weath		I = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft II = 3 - 4 YUMUŞAK Soft III = 5 - 8 ORTAKATI Mide Soft IV = 9 - 15 KATI Stiff V = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff VI > 30 SERT Hard								
				İRİ DANELİ - Coarse Grained								
				I = 0 - ÇOK DEVL. Very Loose II = 5 - GEVŞEK Loose III = 11 - ORTA SIKI Mide Dense IV = 15 - SIKI Dense V > 50 ÇOK SIKI Very Dense								
KAYAC KALİTESİ-RQD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures		ORANLAR - Proportions								
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 ZEVBK. Yada (W) 1-2 ORTA. Moderate (M) 3-10 SIKI Close (Cl) 11-20 ÇOK SIKI Intense (I) >20 PARÇALI Crushed (Cr)		% 5 - 4 FEN AZ Slightly % 5 - 15 AZ Little % 15 - 35 ÇOK Very % 35 > VE And								
SPT : STANDART PENE TRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		U0 : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİONLİRE DENEYİ Pressioneler Test								
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		N : NAROT NUMUNESİ Core Sample		VS: VARE DENEYİ Vane Shear Test								
SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profili Profile	Dayanımlik Strength	Ayrışma Weathering	KIRIK / 30 CM Fracture / 30 cm	KAROT % Core Recovery	RQD	
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK Graph								
1.00		1.50	50/2	II	0,00-7,00 m ÇOK AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF Litolojik olarak filişel istiften türemiş veya yerinde ileri derecede ayrışmasıyla oluşmuş, kil içeriği yüksek yer yer kumtaşı çakıl ve blokları içeren toprak zemin. Birim filişel istifin, ileri derece ayrışma zonu olarak, ayrışmış filişel istifin üst kesimi şeklinde tanımlanabilmektedir.		IV-V	IV-V	Cr	70	0	
2.00	SPT1	1.95						IV-V	IV-V	Cr	65	0
3.00	SPT2	3.00	50/8	II				IV-V	IV-V	Cr	60	0
4.00		3.45						IV-V	IV-V	Cr	60	0
5.00	SPT3	4.50	50/3	II			IV-V	IV-V	Cr	70	0	
6.00		4.95					IV-V	IV-V	Cr	70	0	
7.00	SPT4	6.00	50/5				IV-V	IV-V	Cr	65	0	
		6.45					IV-V	IV-V	Cr	30	0	
		7.50					IV-V	IV-V	Cr	30	0	
						7,00-13,50 m AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF						
						SONDAJ MUHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date		Sign		
						Kadir KÜLEKOĞLU						

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3 Page					
						DARBE SAYISI Num.Of Blows			GRAFİK Graph				SONDAJ : HYSK-2 Boring					
						9-19 cm	19-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50				
														Profil Profile	Dayanım Strength			
														Ayrışma Weathering	KırıK Fracture			
														Fracture / 30 cm	Karot % Core Recovery			
														RQD				
20,00				19,50														
21,00														III-IV	III-IV	Cr	70	20
22,00																		
23,00				22,50														
24,00														III-IV	III-IV	Cr	85	60
25,00				25,00														
26,00																		
27,00														III-IV	III	I	70	60
28,00				28,00														
29,00																		
30,00														III-IV	III	Cl	100	80
31,00				31,00										III-IV	III-IV	I	100	85

**13,50-51,00 m
FİLİŞEL İSTİF**

Gri-koyu gri renkli kumtaşı-kiltası aralanması. Orta-zayıf dayanımlı, az-orta derecede ayrışmış, orta-iyi kaliteli kumtaşı-kiltası. İlk 3m'sinde çok kırıklı ve çok ayrışmış özelliktedir.

		SONDAJ LOGU BORING LOG				SAYFA : 4 Page						
						SONDAJ : HYSK-2 Boring						
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test			JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Karat % Core Recovery	RQD
			DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph							
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm							
32.00		31.00										
33.00												
34.00		34.00										
35.00												
36.00												
37.00		37.00										
38.00												
39.00												
40.00		40.00										
41.00												
42.00												
43.00		43.00										
44.00												
13,50-51,00 m FİLİŞEL İSTİF Gri-koyu gri renkli kumtaşı-kilitaşı ardalanması. Orta-zayıf dayanımlı, az- orta derecede ayrışmış, orta-iyi kaliteli kumtaşı-kilitaşı. İlk 3m'sinde çok kırıklı ve çok ayrışmış özelliktedir.						III-IV	III-IV	I	100	85		
						III-IV	III	I	95	80		
						III-IV	III	Cl	100	85		
						III-IV	III	Cl	75	75		
						III	III	Cl	100	80		

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 5 Page								
						DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph				SONDAJ : HY SK-2 Boring								
						9-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	45	60	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı / 30 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
46.00															III	III	CI	100	80	
46.00	46.00																			
47.00															III-IV	III-IV	I	90	70	
48.00																				
49.00	49.00																			
50.00															III	III	M	80	75	
51.00	51.00																			
52.00																				
53.00																				
54.00																				
55.00																				
56.00																				
57.00																				

13,50-51,00 m
FİLİŞEL İSTİF
Gri-koyu gri renkli kumtaşı-kiltacı
ardalanması. Orta-zayıf dayanımlı, az-
orta derecede ayrışmış, orta-iyi kaliteli
kumtaşı-kiltacı. İlk 3m'sinde çok kırıklı
ve çok ayrışmış özelliktedir.

KUYU SONU : 51,00 METRE

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT							
PROJE ADI / Project Name :		CIDE ÖZLÜCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM92+500- KM96+800 ARABİNEYELANLARI		DELİK ÇAPI / Hole Diameter(mm) 76mm							
SONDAJ YERİ / Boring Location :		KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater							
KİLOMETRE / Chainage :				MUH. BOR. DER./ Casing Depth (m)							
SONDAJ DER. / Boring Depth :		36,00m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date 14-22.06.2015							
SONDAJ KOTU / Elevation :		27,00m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)							
SON. MAK. & YÖNT. / Rig & Met :		Creallus D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)							
DAYANIMLILIK - Strength		AYRIŞMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained							
I DAYANIMLI Strong		I TAZE Fresh		N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft							
II ORTA DAYANIMLI Medium Strong		II AZ AYR. Slightly Weath.		N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft							
III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Medium Weak		III ORTA DAYR. Mod. Weath.		N = 5 - 8 ORTA KATI Medium Stiff							
IV ZAYIF DAYANIMLI Weak		IV ÇOK AYR. Highly Weath.		N = 9 - 15 KATI Stiff							
V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		V TAM AYR. Comp. Weath.		N = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff							
				N > 30 SERT Hard							
KAYIÇ KALİTESİ-RQD		KIRIKLAR-30 cm Fractures		ORANLAR - Proportions							
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		<1 SEYREK Wk. (W)		% 5 < FOK AZ Slightly							
% 25-50 ZAYIF Poor		1-2 ORTA Moderate (M)		% 5 - 20 AZ Little							
% 50-75 ORTA Fair		3-10 ORTA Good (G)		% 20 - 50 ÇOK Very							
% 75-90 İYİ Good		10-20 ÇOK İYİ Intense (I)									
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		>20 PARÇALI Crushed (Cr)									
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UD : ORSELENİM NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİOMETRİ DENEYİ Pressiometer Test							
D : ORSELENİM NUMUNE Disturbed Sample		K : KARNOT NUMUNESİ Core Sample		VS : VANE DENEYİ Vane Shear Test							
SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Gücü Strength	Ayırışma Weathering	Kırıntı / 30 cm Fraction 30 cm	Karnot % Core Recovery	RQD
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK Graph							
1.00		1.50			0,00-1,50 m YAMAÇ MOLOZU (HEYELAN KÜTLESİ) Son heyelan eden küteye ait muhtelif dolgu ve atık malzemesi		IV-V	IV-V	Cr	30	0
2.00		3.00			1,50-32,00 m AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF Açık kahve renkli kilitli-mam ve nadiren kumtaşı tabakalarından oluşan, ayırışma derecesi yüksek, zayıf-çok zayıf dayanımlı filişel istif		IV-V	IV-V	Cr	65	0
3.00		4.50					IV-V	IV-V	Cr	65	0
4.00		6.00					IV-V	IV-V	Cr	65	0
5.00		7.50			9,50-10,50 arasında suya doygun kilitli seviyesi kesilmiştir.		IV-V	IV-V	Cr	70	0
6.00							IV-V	IV-V	Cr	70	0
7.00							IV-V	IV-V	Cr	70	0
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU						TARİH Date		Sign			

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		SONDAJ LOGU BORING LOG		SAYFA : 2 Page						
				SONDAJ : HYSK-4						
				Boring						
Sonda Derini, (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description					
			DARBE SAYISI Num Of Blows							
			0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm	GRAFİK Graph						
				Profil Profile	Dayanım Sınıfı Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD	
8.00		7,50								
9.00		9,00								
10.00		10,50								
11.00		12,00								
12.00		13,50								
13.00		15,00								
14.00		16,50								
15.00		18,00								
16.00		19,50								
17.00										
18.00										
19.00										
20.00										
<p>1,50-32,00 m AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF</p> <p>Açık kahve renkli kilitli-marn ve nadiren kumtaşı tabakalarından oluşan ayrışma derecesi yüksek, zayıf-çok zayıf dayanımlı filişel istif.</p> <p>9,50-10,50 arasında suya doymun kilitli seviyesi kesilmiştir.</p>										
						IV-V	IV-V	Cr	70	0
						IV-V	IV-V	Cr	75	0
						IV-V	IV-V	Cr	70	0
						III-IV	II-III	Cr	80	30
						III-IV	II-III	Cr	75	5
						III-IV	II-III	Cr	85	15
						III-IV	II-III	Cr	80	20
						III-IV	II-III	Cr	90	35
						III-IV	II-III	Cr	85	20

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Çinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı Fraction	Korutma Care Recovery	RqD		
						DARBE SAYISI										GRAFİK	
						Num. Of Blows										Graph	
19,50																	
20,00																	
21,00																	
22,00																	
22,50																	
23,00																	
24,00																	
24,00																	
25,00																	
25,50																	
26,00																	
26,00																	
27,00																	
27,00																	
28,00																	
28,50																	
29,00																	
30,00																	
30,00																	
31,00																	
31,50																	
								1,50-32,00 m AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF									
								Açık kahve renkli kilitli-mam ve nadiren kumtaşı tabakalarından oluşan, ayrışma derecesi yüksek, zayıf-çok zayıf dayanımlı filişel istif									
								Yer yer koyu gri renkli çok fissürlü şeyli ve mam ara tabakalıdır. Birimler fissürleri boyunca kendiliğinden ayrılmaktadır ve birkaç gün içerisinde tamamen ayrılmış özellik kazanmaktadır.									
								32,00-36,00 m FİLİŞEL İSTİF									



SONDAJ LOGU
BORING LOG

SAYFA : 3

Page

SONDAJ : HYSK-4

Boring

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT								
PROJE ADI / Project Name : CIDE ÖZLÜCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM 92+500- KM 96+800 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter(mm) 76mm		SONDAJ NO : HYSK 5 Borehole								
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater		SAYFA NO: 1 Pages								
KİLOMETRE / Chantage : 39,00m		MUH. BOR. DER. / Casing Depth (m) 13,50m		SONDOR: İSA KASAP								
SONDAJ DER. / Boring Depth : 26,00 m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date 30.06.2015-04.07.2015										
SONDAJ KOTU / Elevation : 26,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)										
SON.MAK.&YÖNT.D.Rig. & Met. : Creallus D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)										
DAYANIMLILIK - Strength		AYRISMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained								
I DAYANIMLI Strong		I TAZE Fresh		N = 0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft								
II ORTA DAYANIMLI Med Strog		II AZ AYR. Slightly Weath		N = 3-4 YUMUŞAK Soft								
III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Med Weak		III ORTA AYR. Mod Weath		N = 5-8 ORTA KATI Med Stiff								
IV ZAYIF DAYANIMLI Weak		IV ÇOK AYR. Highly Weath		N = 9-16 KATI Stiff								
V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		V TAM AYR. Comp Weath		N = 16-20 ÇOK KATI Very Stiff								
				N > 20 SERT Hard								
KAYAÇ KALİTESİ-ROD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures		ORANLAR - Proportions								
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		<1 DEYREK WIDE (W)		% 5 < PEH AZ Slightly								
% 25-50 ZAYIF Poor		1-2 ORTA Moderate (M)		% 5 - 15 AZ Little								
% 50-75 ORTA Fair		3-10 SIK Close (Cl)		% 15 - 25 ÇOK Very								
% 75-90 İYİ Good		10-20 ÇOK SIK Intense (I)		% 25 - 50 ÇOK Very								
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		20-100 PARÇALI Crushed (Cr)										
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UB : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİOMETRE DENEYİ Piezometer test								
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		R : KAROT NUMUNESİ Core Sample		VB : VANE DENEYİ Vane Shear Test								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Çişişi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı / 30 cm Fraction / 30 cm	KABİY % Comp Frequency	RÖLİ
		DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph								
1,00		0-15	15-30	30-45	10	0,00-11,00 m YAMAÇ MOLOZU (HEYELAN KÜTLESİ) Litolojik olarak flişel istiften türemiş veya yerinde ayrışmasıyla oluşmuş yer yer kumtaşı çakıl ve blokları içeren zemin		IV-V	IV-V	Cr	70	0
2,00	1,50							IV-V	IV-V	Cr	65	0
3,00	3,00							IV-V	IV-V	Cr	60	0
4,00	4,50							IV-V	IV-V	Cr	70	0
5,00	5,50							IV-V	IV-V	Cr	65	0
6,00	6,00							IV-V	IV-V	Cr	30	0
7,00	7,50							IV-V	IV-V	Cr	30	0
		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU				TARİH Date		Sign				

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3									
						Standart Penetration test						Page									
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		DARBE SAYISI		GRAFİK		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SONDAJ : HYSK-5									
						Num. Of Blows		Graph				Boring									
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		8-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	AYRISMA Weakening	Kırılganlık Fraction / 30 cm	Korutma Core Recovery	RQD	
20,00				19,50																	
21,00				21,00																	
22,00				22,50																	
23,00				24,00																	
24,00				24,00																	
25,00				25,50																	
26,00				27,00																	
27,00				27,00																	
28,00				28,50																	
29,00				30,00																	
30,00				30,00																	
31,00				31,50																	


11,00-39,00m
AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF
KUMTAŞI-MARN ARDALANMASI

Gri-koyu gri renkli
zayıf dayanımlı orta ve
yer yer çok ayrışmış özellikte
kıltaşı-kumtaşı ardalanmasıdır.
Yer yer çok fissürlü ve ayrışmış
kıltaşı marn geçişleri mevcuttur.
Çoğu numune alındıktan sonra
fissürleri boyunca ayrışmakta veya
dağılmaktadır. Bu durum özellikle;
16,50-19,50 m ve
35,50-36,00 m arasında
belirgin kalınlığa ulaşmıştır.

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune ÇiğıJ Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 4 Page	
						DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph		SONDAJ : HYSK-6 Boring	
						9-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N		50 20 30 40 50 Graph		Profil Profile	
										Dayanım Gücü Strength	
										Ayrışma Weathering	
										KırıJ 130 cm Fraction / 30 cm	
										Karat % Core Recovery	
										ROD	
32.00				31,50							IV-V
33.00				33,00							III-IV
34.00				34,50							Cr
35.00				35,00							IV-V
36.00				36,00							III-IV
37.00				37,50							Cr
38.00				38,00							IV-V
39.00				39,00							III-IV
40.00											Cr
41.00											100
42.00											50
43.00											
44.00											

**11,00-39,00m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF
KUMTAŞI-MARN ARDALANMASI**
Gri-koyu gri renkl
zayıf dayanımlı orta ve
yer yer çok ayrışmış özellikte
kıltaşı-kumtaşı ar dalanmasıdır.
Yer yer çok fissürlü ve ayrışmış
kıltaşı marn geçişleri mevcuttur.
Çoğu numune aldıktan sonra
fissürleri boyunca ayrışmakta veya
değilmaktadır. Bu durum özellikle,
16,50-19,50 m ve
35,50-36,00 m arasında
belirgin kalınlığa ulaşmıştır.

KUYU SONU 39,00 METRE

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT SONDAJ NO : HYSK-6 Borehole SAYFA NO : 1 Pages SONDOR : İSA KASAP																								
PROJE ADI / Project Name : ÇİDE ÖZLUCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM.92+000-KM.96+000 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAP / Hole Diameter(mm) 76mm																								
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater																								
KİLOMETRE / Chainage :		MUH. BOR. DER./ Casing Depth (m) 13,50m																								
SONDAJ DER. / Boring Depth : 42,00m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date 23-29.06.2015																								
SONDAJ KOTU / Elevation : 30,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)																								
SON.MAK.&YÖN/T.D.Rig. & Met. : Creallus D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)																								
DAYANIMLILIK - Strength		AYRIŞMA - Weathering																								
İ I DAĞANIMLI Strong		I I TAZE Fresh																								
II ORTA DAĞANIMLI Middle Strong		II AZ AYR. Slightly Weath.																								
III ORTA ZAYIF DAĞANIMLI Middle Weak		III ORTA DAYR. Modest Weath.																								
IV ZAYIF DAĞANIMLI Weak		IV ÇOK AYR. Highly Weath.																								
V ÇOK ZAYIF DAĞANIMLI Very Weak		V TAM AYR. Comp. Weath.																								
		İNCE DANELİ - Fine Grained																								
		N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft																								
		N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft																								
		N = 5 - 8 ORTA KATI Middle Stiff																								
		N = 9 - 15 KATI Stiff																								
		N = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff																								
		N > 30 SERT Hard																								
		İRİ DANELİ - Coarse Grained																								
		M = 0 ÇOK GEV. Very Loose																								
		M = 5 GEVŞEK Loose																								
		M = 11 ORTA SIKI Middle Dense																								
		M = 31 SIKI Dense																								
		M > 50 ÇOK SIKI Very Dense																								
KAYAÇ KALİTESİ-ROD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures																								
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		4-1 SEYREK Sparse (W)																								
% 25-50 ZAYIF Poor		1-2 ORTA Moderate (M)																								
% 50-75 ORTA Fair		2-10 SIKI Close (C)																								
% 75-90 İYİ Good		5-20 ÇOK SIKI Intense (I)																								
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		>20 PARÇALI Crushed (Cr)																								
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ		UD : ÖRSELENMİŞ NÜMUNE																								
Standart Penetration Test		Undisturbed Sample																								
D : ÖRSELENMİŞ NÜMUNE		K : HAKOT NÜMUNESİ																								
Disturbed Sample		Core Sample																								
		P : PRESSİOMETRE DENEYİ																								
		Pressuremeter Test																								
		VS : VANE DENEYİ																								
		Vane Shear Test																								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Münave Cinsi Sample Type	Münave Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test																JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Sınıfı Strength	Ayrışma Durumu Weathering	Kirik 30 cm Fracture 30 cm	Kirik % Crack %	Çöküş Collapse	ROD
			DARBE SAYISI Num.Of Blows	GRAFİK Graph																						
1.00		1.50	90/5																	IV-V	IV-V	Cr	0	0		
2.00	SPT1	1.95	90/5																	IV-V	IV-V	Cr	0	0		
3.00		3.00	90/5																	IV-V	IV-V	Cr	0	0		
4.00	SPT2	3.45	90/5																	IV-V	IV-V	Cr	0	0		
5.00		4.50	90/2																	IV-V	IV-V	Cr	55	0		
6.00	SPT3	4.95	90/2																	IV-V	IV-V	Cr	70	0		
7.00		6.00	90/2																	IV-V	IV-V	Cr	65	0		
		7.50	90/2																	IV-V	IV-V	Cr	70	0		
				SONDAJ MUHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU																		TARİH Date		Sign		

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m.)		Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				GRAFİK Graph					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profili Profile	Dayanım Gücü Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı 750 cm Fracture / 30 cm	Karat % Core Recovery	RQD	
				DARBE SAYISI Num. Of Blows																
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N													
				10	20	30	40	50												
8.00			7,50																	
9.00			9,00																	
10.00			10,50																	
11.00																				
12.00			12,00																	
13.00			13,50																	
14.00																				
16.00			15,00																	
16.00			16,50																	
17.00																				
18.00			16,00																	
19.00																				
20.00			19,50																	

SONDAJ LOGU

BORING LOG

SAYFA : 2

Page

SONDAJ : HYSK-6

Boring

6,00-34,50 m
AYRİŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Açık kahve renkli kilaşı-marn ve nadiren kumtaşı tabakalarından oluşan, ayrışma derecesi yüksek, zayıf-çok zayıf dayanımlı filişel istif

(yer yer koyu gri renkli çok fissürlü fissürlerin kendiliğinden aynılıp dağılan kilaşı marn seviyeleri içermektedir.)

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3 Page								
						Standart Penetration test								SAYFA : 3 Page						
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		DARBE SAYISI		GRAFİK		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SONDAJ : HYŞK-6 Boring								
						Num. Of Blows		Graph				SAYFA : 3 Page								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		9-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profili Profile	Dayanımlık Strength	Ayrışma Weakening	Kırıntı 75 cm Fraction / 30 cm	Korot % Core Recovery	RQD
						SAYFA : 3 Page														
20,00				10,50											IV-V	IV	Cr	100	50	
21,00				21,00											IV-V	IV-V	Cr	95	5	
22,00				22,50											IV	IV-V	Cr	90	30	
23,00															IV-V	IV-V	Cr	70	0	
24,00				24,00											IV-V	IV-V	Cr	80	30	
25,00				25,50											IV	IV	Cr	90	20	
26,00															III-IV	III-IV	Cr	100	50	
27,00				27,00											IV-V	IV-V	Cr	100	40	
28,00				28,50											IV-V	IV-V	Cr	95	50	
29,00																				
30,00				30,00																
31,00				31,50																

**6,00-34,50 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF**

Açık kahve renkli kilitli-marn ve nadiren kumtaşı tabakalarından oluşan, ayrışma derecesi yüksek, zayıf-çok zayıf dayanımlı filişel istif

(yer yer koyu gri renkli çok fissürlü fissürlerin kendiliğinden ayrılmış ve dağılan kilitli marn seviyeleri içermektedir.)


24,00-25,50 arasında orta dayanımlı çok orta derecede ayrışma kalın kumtaşı (5-10 cm kalınlığında) tabakalar geçmiştir.

Sondaj Derini. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3 Page SONDAJ : HYSK-7 Boring						
						DARBE SAYISI Num.Of Blows			GRAFİK Graph				Profil Profile	Dayanım Sırtı Strength	Ayrışma Oran Fracture / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD		
						9-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	M	10	20	30	40	50					
20,00				19,50															
21,00				21,00															
22,00				22,50															
23,00																			
24,00				24,00															
25,00				25,50															
26,00																			
27,00				27,00															
28,00				28,50															
29,00																			
30,00				30,00															
31,00																			

9,00-30,00m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF
KUMTAŞI-MARN ARDALANMASI

Birim kaya kütle dokusunu korumakla birlikte kıltaşı marn seviyeleri büyük dağınık ve erimştir.
Buna göre çok zayıf dayanımlı ve çok ayrışmış kaya kütlesi tanımlanabilir.
Bunula birlikte kumtaşı seviyeleri orta dayanımlı ve ayrışma özelliğindedir.

KUYU SONU 30,00 METRE


 SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT SONDAJ NO : HYSK-8 Borehole SAYFA NO: 1 Pages SONDÖR: İSA KASAP											
PROJE ADI / Project Name :		CIDE ÖZLUCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM 92+600- KM 96+800 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter(mm) : 76mm											
SONDAJ YERİ / Boring Location :		KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU / Groundwater:											
KİLOMETRE / Chainage :				MUH. BOR. DER. / Casing Depth (m) : 13,50m											
SONDAJ DER. / Boring Depth :		37,00m		BAS. BİT. TAR. / Start-Finish Date : 12-15.07.2015											
SONDAJ KOTU / Elevation :		7,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)											
SON.MAK.&YONT. /D. Rig. & Met. :		Creallius D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)											
DAYANIMLILIK - Strength		AYRIŞMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained											
I DAYANIMLI Strong		I TAZE Fresh		N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft											
II ORTA DAYANIMLI Mid-Stong		II AZ AYR. Slightly Weath		N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft											
III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Mid-Weak		III ORTA D. AYR. Mod Weath		N = 5 - 8 ORTA HATI Mid. Stiff											
IV ZAYIF DAYANIMLI Weak		IV ÇOK AYR. Highly Weath		N = 9 - 15 HATI Stiff											
V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		V TAM AYR. Comp Weath		N = 16 - 30 ÇOK HATI Very Stiff											
				N > 30 SERT Hard											
KAYAÇ KALİTESİ-ROD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures		ORANLAR - Proportions											
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		< 1 SEYREK. Wile (W)		% 5 < PEH AZ Slightly											
% 25-50 ZAYIF Poor		1-2 ORTA. Moderate (M)		% 5 - 15 AZ Little											
% 50-75 ORTA Fair		> 2 ORTA. Clae (Cl)		% 15 - 25 ÇOK Very											
% 75-90 İYİ Good		> 30 ÇOK İYİ İstane (I)		% 25 > VE Acd											
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		> 30 PARÇALI Cracked (Cr)													
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UD : ORSELENMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİYONMETRE DENEYİ Pressuremeter Test											
D : ORSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KARDOT NUMUNESİ Core Sample		VS : VANG DENEYİ Vane Shear Test											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test						JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayırışma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Kardot % Core Recovery	KOD NO
			DARBE SAYISI Num. Of Blows			GRAFİK Graph									
1.00		1,50	50,0							IV-V	V	Cr	15	0	
2.00	SPT1	1,95	50,0							IV-V	V	Cr	25	0	
3.00		3,00	50,0							IV-V	V	Cr	20	0	
4.00		3,45	50,0							IV-V	V	Cr	20	0	
5.00	SPT3	4,50	50,0							IV-V	V	Cr	25	20	
6.00		4,95	50,0							IV-V	V	Cr	20	0	
7.00		6,00								III	II-III	Cr	15	6	
		7,50								III	II-III	Cr	15	6	
				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU		TARİH Date		Sign							

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Çinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 2 Page				
						Standart Penetration test								SONDAJ : HYSK-8 Boring		
						DARBE SAYISI		GRAFİK								
						Num. Of Blows		Graph								
9-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weakening	Karot % Fracton / 30 cm	Karot % Core Recovery			
8.00		7,50										III	II-III	Cr	15	6
9.00		9,00										III	II-III	Cr	65	16
10.00		10,50										III	II-III	Cr	75	40
11.00												III	II-III	Cr	60	15
12.00		12,00										III	II-III	Cr	80	35
13.00		13,50										III	II-III	Cr	80	15
14.00												III	II-III	Cr	85	20
15.00		15,00										III	II-III	Cr	80	15
16.00		16,50										III	II-III	Cr	80	10
17.00												III	II-III	Cr	80	35
18.00		18,00										III	II-III	Cr	80	10
19.00		19,50										III	II-III	Cr	80	35
20.00												III	II-III	Cr	80	35

6,0-37,00
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Açık gri ve gri tonlu kumtaşı-kiltası-şeyl araldanması. Birim genel kaya kütleli özellikleri açısından orta-zayıf kalitedir. Özellikle 26,00-36,00 metreler arası çok zayıf dayanımlı ve fissürlü, şeyl tabakalarının egemen olduğu çoğunlukla ayrışmış ve dağılmış özelliktedir. Zayıf dayanımlı kiltası seviyeleri belirgin karot örnekleri vermektedir. 26,00-26,50 ve 30,00-31,50 metrelerde kayma veya fay düzlemi etkisinde geliştiği önerilebilecektir. Bu aralıklarda gözlenen "breşik doku" dikkat çekicidir.

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		SONDAJ LOGU BORING LOG		SAYFA : 3						
				Page						
STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test		SONDAJ : HYSK-8		Boring						
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFIK Graph						
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	DARBE SAYISI Num. Of Blows		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description					
			5-15 cm	15-30 cm						
		N		10 20 30 40 50						
				Profil Profile						
				Dayanıklık Strength						
				Ayrışma Weathering						
				Kırılganlık / 30 cm Fracture / 30 cm						
				Karot % Core Recovery						
				RQD						
20,00		19,50			<p>6,00-37,00 AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF</p> <p>Açık gri ve gri trankli kumtaşı-kiltaş-şeyl ardalanması. Birim genel kaya kütlesi özellikleri açısından orta-zayıf kitledir. Özellikle 26,00-36,00 metreler arası çok zayıf dayanımlı ve fissürlü, şeyl tabakalarının egemen olduğu çoğunlukla ayrılmış ve dağılmış özelliktedir. Zayıf dayanımlı kiltaş seviyeleri belirgin karot örnekleri vermektedir.</p> <p>26,00-26,50 ve 30,00-31,50 metrelerde kayma veya fay düzlemi etkisinde geliştiği önerilebilecektir. Bu aralıklarda gözlenen "breşik doku" dikkat çekicidir.</p>	III	III-III	Cr	80	35
21,00		21,00				III	III-III	Cr	75	5
22,00		22,50				III	III-III	Cr	80	40
23,00						III	III-III	Cr	85	20
24,00		24,00				IV-V	IV-V	Cr	85	40
25,00		25,50				IV-V	IV-V	Cr	80	0
26,00						IV-V	IV-V	Cr	90	30
27,00		27,00				IV-V	IV-V	Cr	85	15
28,00		28,50								
29,00										
30,00		30,00								
31,00		31,50								

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT SONDAJ NO : DVSK-3 Borehole SAFYA NO : 1 Pages SONDÖR: ERDAL ÇAPKIN																			
PROJE ADI / Project Name :		CİDE ÖZLUCE İNEBOLU SAHİL YOLU KM92+900- KM98+800 ARASI HEYELANLARI		DELİK ÇAP/ Hole Diameter(mm) : 76mm																			
SONDAJ YERİ / Boring Location :		KASTAMONU/İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater :																			
KİLOMETRE / Chainage :				MÜH. BOR. DER. / Casing Depth (m) :																			
SONDAJ DER. / Boring Depth :		80,00 m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date : 15-16.08.2015																			
SONDAJ KOTU / Elevation :		71,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing) : 4649413,92																			
SON.MAK.&YÖNT./D.Rig & Met. :		Creallius D 750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) : 558881,98																			
DAYANIMLILIK - Strength I DAYANIMLI Strong II ORTA DAYANIMLI Middle Strong III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Middle Weak IV ZAYIF DAYANIMLI Weak V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		AYRISMA - Weathering I TAZE Fresh II AZ AYR. Slightly Weathered III ORTA D. AYR. Moderatly Weathered IV ÇOK AYR. Highly Weathered V TAM AYR. Completely Weathered		İNCE DANELİ - Fine Grained N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft N = 5 - 8 ORTA KATI Middle Stiff N = 9 - 15 HATI Stiff N = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff N > 30 SERT Hard		BI DANELİ - Coarse Grained N = 0 ÇOK GEV. Very Loose N = 5 - GEVŞEK Loose N = 11 - ORTA SIKI Middle Dense N = 31 - SIKI Dense N > 50 ÇOK SIKI Very Dense																	
KAYAC KALİTESİ-ROD % 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		KIRIKLAR-30 cm- Fractures <1 SEYİRK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 3-10 SIK Close (Cl) >20 ÇOK SIK Intense (I) >20 PARÇALI Crushed (Cr)		ORANLAR - Proportions % 5 < - PEK AZ Slightly % 5 - 15 AZ Little % 15 - 35 ÇOK Very % 35 > VE And		ORANLAR - Proportions % 5 < - PEK AZ Slightly % 5 - 20 AZ Little % 20 - 60 ÇOK Very																	
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİOMETRE DENEYİ Piezometer test																			
B : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KAROT NUMUNESİ Core Sample		VB : VANE DENEYİ Vane Shear Test																			
Sondaç Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test						JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrısma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Karot % Core Recovery	Rölp									
		DARBE SAYISI Num. Of Blows			GRAFİK Graph																		
1.00		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60												
1.50	SPT1	50/8																					
1.95																							
2.00																							
3.00	SPT2	50/5																					
3.45																							
4.00																							
4.00																							
5.00	K																						
6.00																							
6.00																							
7.00	K																						
8.00																							
		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer			TARİH Date			Sign															
		Kadir KÜLEKOĞLU																					

Sondaj Derinli. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type	Manivela Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA		SAYFA : 2 Page			
				Standart Penetration test				Geotechnical Des>20dipbon			SONDAJ : DVSJK-3 Boring		
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph				Profili Profile	Dayanımlik Strength				
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	"	50	20			30	40	50	
8.00	8.00	K							III	III	Cr	50	10
9.00	9.00								III	III	Cr	100	
10.00		K							III	III	Cr	100	4
11.00													
12.00	12.00												
13.00		K							II	III	Cr	100	8
14.00													
15.00	15.00	K							II	III	Cr	100	
16.00	16.00												
17.00		K							II	IV	Cr	100	39
18.00													
19.00	19.00	K							II	IV	Cr	100	15
20.00													

**0,50-15,00 m
HEYELAN KÜTLESİ**

Açık gri ve krem renkli, kalın kumtaşı (5-15 cm) tabakaları ve koyu gri renkli ince kıltaşı tabakalarının aralanması şeklinde izlenmektedir.
Yer yer ince damarlı kalsit damarlarının izlendiği birim karakteristik filişel istif özelliğinde tanımlanmıştır.
Diğer taraftan, özellikle kıltaşı tabakalarındaki örselenme ve kumtaşı tabakalarının kırık yapısı birimin heyelanın mekanik etkisine maruz kaldığı ve heyelanın bir parçası haline geldiği şeklinde yorumlanmıştır.

**15,00-80,00 m
FİLİŞEL İSTİF
(KILTAŞI)**

Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kıltaşı seviyesi
65.85m-66.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantı

SONDAJ DERİNİ (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manivela Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : - 3 Page								
						DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFİK Graph				SONDAJ : DVSK-3 Boring								
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik / 30 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
20,00															II	IV	Cr	100	15	
21,00	K														II	IV	Cr	100	20	
22,00															II	IV	Cr	100	38	
23,00	K														II	IV	Cr	100	18	
24,00															II	IV	Cr	100	65	
25,00	K														II	IV	Cr	100	58	
26,00															II	IV	Cr	100	62	
27,00	K														II	IV	Cr	100	64	
28,00															II	IV	Cr	100		
29,00	K														II	IV	Cr	100		
30,00															II	IV	Cr	100		
31,00	K														II	IV	Cr	100		
32,00															II	IV	Cr	100		

**15,00-80,00 m
FİLİŞEL İSTİF
(KİLTAŞI)**

Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kıltaşı seviyesi
55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 4								
						Standart Penetration test						Page								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		DARBE SAYISI		GRAFİK		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SONDAJ : DVSK-3								
						Num.Of Blows		Graph				Boring								
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrılma Weathering	Kırık / 30 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
32,00				32,00											II	IV	C _i	100	64	
	K			33,00											II	IV	C _i	100	50	
															II	IV	C _i	100	38	
	K			36,00											II	IV	C _i	100	75	
															II	IV	C _i	100	67	
	K			37,00											II	IV	C _i	100	30	
															II	IV	C _i	100	70	
	K			41,00											II	IV	C _i	100	30	
															II	IV	C _i	100	70	
	K			43,00											II	IV	C _i	100	70	
															II	IV	C _i	100	70	
	K			44,00											II	IV	C _i	100	70	

**15,00-80,00 m
FİLİŞEL İSTİF
(KILTAŞI)**

Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kiltası seviyesi
55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsti Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 5 Page SONDAJ : DVSK-3 Boring							
						Standart Penetration test						GRAFIK Graph					Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weakening
						DARBE SAYISI Num.Of Blows													
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50					
44.00				44.00															
	K			45.00															
45.00				45.00															
	K			46.00															
46.00				47.00															
	K			48.00															
47.00				48.00															
	K			49.00															
48.00				49.00															
	K			50.00															
49.00				51.00															
	K			52.00															
50.00				53.00															
	K			54.00															
51.00				55.00															
	K			56.00															
52.00				56.00															

**15,00-80,00 m
FİLİŞEL İSTİF
(KİLTAŞI)**

Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kıltaşı seviyesi
55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 6											
						Standard Penetration test						Page											
56.00		K		56,00		DARBE SAYISI		GRAFIK		15,00-80,00 m FİLİŞEL İSTİF (KILTAŞI)		SONDAJ : DVSK-3											
						Num.Of Blows		Graph				Boring											
57.00		K		57,00		0-15 cm		15-30 cm		Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kıltaşı seviyesi		Profili Profile											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		Dayanım Strength	
58.00		K		58,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
59.00		K		59,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
60.00		K		60,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
61.00		K		61,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
62.00		K		62,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
63.00		K		63,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
64.00		K		64,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
65.00		K		65,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
66.00		K		66,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
67.00		K		67,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	
68.00		K		68,00		0-15 cm		15-30 cm		55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı		II											
						30-45 cm		N				10		20		30		40		50		IV	

Sondaç Derini (m) Boring Depth (m)		Mamune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 7 Page								
						DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFIK Graph				SONDAJ : DVSK-3 Boring								
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik / 30 cm fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
68.00				68.00											II	IV	I	100	25	
69.00	K			69.00											II	IV	W	100	90	
70.00																				
71.00	K														II	IV	I	100	80	
72.00				72.00																
73.00	K			73.00											II	IV	C ₁	100	60	
74.00																				
75.00	K														II	IV	I	100	68	
76.00				76.00																
77.00	K			77.00											II	IV	C ₁	100	76	
78.00																				
79.00	K														II	IV	C ₁	100	68	
80.00				80.00																

**15,00-80,00 m
FİLİŞEL İSTİF
(KILTAŞI)**

Koyu gri renkli, orta-düşük dayanımlı, yer yer ince karbonat damarlı ve ince kumtaşı ara seviyeleri içeren kıltaşı seviyesi
55.85m-56.20m, 76.75m-77.05m ve 68.00m-68.25m arası kumtaşı bantlı

KUYU SONU 80,00 METRE

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Makine ve Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 2 Page			
												SONDAJ : DVSK-4 Boring					
												Dayanım Gücü Strength		Ayrışma Weathering			
												Kırıntı / 30 cm Fraction / 30 cm		Korut % Core Recovery			
												RQD					
8.00				7,50													
9.00																	
10.00				10,50													
11.00																	
12.00																	
13.00				13,50													
14.00																	
15.00																	
16.00				16,50													
17.00																	
18.00																	
19.00				19,50													
20.00																	
7,50-23,50m AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF																	
Gri-koyu gri renkli zayıf dayanımlı, orta ayrışmış, yer yer çok ayrışmış kiltaş-kumtaş-marn ardalanmasıdır.																	
16,50-17,00m ve 18,50-19,00 metreleri arasında tamamen ayrışmış, dağılmış özellikte ince şeyli aratabakalan mevcuttur.																	
													III-IV	II-III	I	40	20
													III-IV	II-III	I	90	37
													III-IV	II-III	I	90	45
													IV-V	III-IV	Cr	75	20
													IV-V	III-IV	Cr	70	10

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description				SAYFA : 4 Page						
						Standart Penetration test										DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFİK Graph		SONDAJ : DVSK-4 Boring
						3-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Karot 150 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
32,00				31,50																
33,00															III-IV		II-III	Cr	100	75
34,00				34,50																
35,00																				
36,00															III-IV		II-IV	Cr	90	50
37,00																				
38,00				37,50																
39,00															III-IV		II-III	I	95	65
40,00																				
41,00				40,50																
42,00															III-IV		II-III	I	100	60
43,00																				
44,00				43,50											III-IV		II-III	I	85	60

**23,5-80,5 m
FİLİŞEL İSTİF**

Gri koyu gri renkli, az-orta dayanımlı, az ayrışmış, az-orta kaliteli kumtaşı-kilitaşı-mem ardalanmasıdır. Bazı derinliklerde mekanik etkiler ile ayrışmış kumtaşı-kilitaşı karotları geçilmektedir.

Yer yer çok zayıf dayanımlı, organik içeriği yüksek koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı şeyil aratabakaları bulunmaktadır.

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Makine ve Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 5 Page											
						DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph					SONDAJ : DYSK-4 Boring											
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N			10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı / 30 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD		
44.00				43,50																				
45.00																		III-IV	II-III	I	85	55		
46.00				46,50																				
47.00																								
48.00																								
49.00				49,50																				
50.00																								
51.00																								
52.00				52,50																				
53.00																								
54.00																								
55.00				55,50																				
56.00																								

23,5-80,5 m
FİLİŞEL İSTİF

Gri koyu gri renkli, az-orta dayanımlı, az ayrışmış, az-orta kaliteli kumtaşı-kiltaşımamı ardalanmasıdır. Bazı derinliklerde mekanik etkiler ile ayrışmış kumtaşı-kiltaşıkartları geçilmektedir.

Yer yer çok zayıf dayanımlı, organik içeriği yüksek koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı şeyl aratabakalan bulunmaktadır.


SONDAJ LOGU BORING LOG		SAYFA : 6 Page									
SONDAJ : DVSK-4 Boring											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Çirisi Sample Type	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test			JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım İndeksi Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı 750 µm Fraction / 30 µm	Kerot % Core Recovery	RQD
		DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph							
		3-15 cm	15-30 cm	30-45 cm							
Manevra Boyu Run		N									
55,50											
56,00											
57,00											
58,00											
58,50											
59,00											
60,00											
61,00											
61,50											
62,00											
63,00											
64,00											
64,50											
65,00											
66,00											
67,00											
67,50											
68,00											

23,5-80,5 m
FİLİŞEL İSTİF

Gri koyu gri renkli, az-orta dayanımlı, az ayrışmış, az-orta kaliteli kumtaşı-kiltaş-marn ardalanmasıdır. Bazı derinliklerde mekanik etkiler ile ayrışmış kumtaşı-kiltaş kerotları geçilmektedir.

Yer yer çok zayıf dayanımlı, organik içeriği yüksek koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı şeyl aratabakalan bulunmaktadır.

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		SONDAJ LOGU BORING LOG				SAYFA : 7 Page
		SONDAJ : DVSK-4 Boring				
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Çinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test			JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description
			DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph	
			9-15 cm	15-30 cm		
			N			
			10 20 30 40 50			
68.00		67,50				
69.00						
70.00		70,50				
71.00						
72.00						
73.00		73,50				
74.00						
75.00						
76.00		76,50				
77.00						
78.00						
79.00		79,50				
80.00						
23,5-80,5 m FİLİŞEL İSTİF						
Gri koyu gri renkli, az-orta dayanımlı, az ayrılmış, az-orta kaliteli kumtaşı-kiltaşın araldanmasıdır. Bazı derinliklerde mekanik etkiler ile ayrılmış kumtaşı-kiltaş karotları geçilmektedir.						
Yer yer çok zayıf dayanımlı, organik içeriği yüksek koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı şeyl aratabakaları bulunmaktadır.						
						Profil Profile
						Dayanım Strength
						Ayrışma Weathering
						Kirik / 30 cm Fraction / 30 cm
						Karot % Core Recovery
						RQD
						III-IV
						III-IV
						Cr
						100
						65
						III
						II-III
						Cl
						100
						90
						III
						II-III
						M
						100
						90
						III
						II-III
						Cl
						100
						95

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO: 15 DISTRICT									
PROJESİ ADI / Project Name :		DELİK ÇAP / Hole Diameter(mm) : 76mm		SONDAJ NO: DVSK-5 / Borehole No: 1									
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU / Groundwater		SAYFA NO: 1 / Pages									
KİLOMETRE / Change :		MUH. BOR. DER. / Casing Depth (m) :		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date : 13-22.08.2015									
SONDAJ DER. / Boring Depth : 66,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing) :		SON. MAK. & YÖN. / D. Rig. & Met. : Crealilus D 750 & Rotary									
SONDAJ KOTU / Elevation : 35,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) :		SON. MAK. & YÖN. / D. Rig. & Met. :									
DAYANIMLILIK - Strength		AYRISMA - Weathering		İNCE DANELİ - Fine Grained									
I DAYANIMLI Strong	I TAZE Fresh	N = 0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft	N = 0- ÇOK GEY. Very Loose										
II ORTA DAYANIMLI Medium Strong	II AZ AYR. Slightly Weathered	N = 3-4 YUMUŞAK Soft	N = 5- GEVŞEK Loose										
III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Medium Weak	III ORTA AYR. Moderately Weathered	N = 5-8 ORTA KATI Medium Silt	N = 11- ORTA SIKI Medium Dense										
IV ZAYIF DAYANIMLI Weak	IV ÇOK AYR. Highly Weathered	N = 9-15 KATI Silt	N = 31- SIKI Dense										
V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak	V TAMAYR. Comp. Weathered	N = 16-30 ÇOK KATI Very Silt	N > 50 ÇOK SIKI Very Dense										
KAYAC KALİTESİ-RQD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures		ORANLAR - Proportions									
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor	<1 SEBİK Wala (W)	% 5 < PER AZ Slightly	% 5 < PER AZ Slightly										
% 25-50 ZAYIF Poor	1-2 ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little	% 5-20 AZ Little										
% 50-75 ORTA Fair	3-16 SIKI Close (Cl)	% 15-35 ÇOK Vary	% 20-50 ÇOK Vary										
% 75-90 İYİ Good	17-26 ÇOK SIKI Intense (I)	% 35 > VE And											
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent	>26 PARÇALI Crushed (Cr)												
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİONMETRE DENEYİ Precosometer Test									
D : ORSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KAROT NUMUNESİ Core Sample		VS: VİSKÖZİTE DENEYİ Viscosity Test									
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Karot 30 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD		
			DARBE SAYISI Num. Of Blows									GRAFİK Graph	
			0-15	15-30								30-45	45-60
1.00	SPT1	1,50	50/8				IV-V	IV-V	Cr	30	0		
2.00		1,95					IV-V	IV-V	Cr	40	0		
3.00		3,00					IV-V	IV-V	Cr	50	0		
4.00		4,50					IV-V	IV-V	Cr	60	0		
5.00		6,00					IV-V	IV-V	Cr	30	0		
6.00		7,50					IV-V	IV-V	Cr	20	0		
7.00													
8.00													
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU		TARİH Date		Sign									

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Makineya Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 2 Page									
						DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph					SONDAJ : DVSK-5 Boring									
						4-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	M			10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanımlik Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
8.00				7.50														IV-V	IV-V	Cr	20	0
9.00				9.00														IV-V	IV-V	Cr	30	0
10.00				10.50														IV-V	IV-V	Cr	20	0
11.00				12.00														IV-V	IV-V	Cr	20	0
12.00				12.00														IV-V	IV-V	Cr	10	0
13.00				13.50														IV-V	IV-V	Cr	25	0
14.00				15.00														IV-V	IV-V	Cr	35	0
15.00				16.50														IV-V	IV-V	Cr	10	0
16.00				18.00														IV-V	IV-V	Cr	5	0
17.00				18.50														IV-V	IV-V	Cr	35	0
18.00				18.00														IV-V	IV-V	Cr	5	0
19.00				19.50														IV-V	IV-V	Cr	35	0
20.00				19.50														IV-V	IV-V	Cr	35	0

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description					SAYFA : 3 Page					
				DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFİK Graph							SONDAJ : DVSK-5 Boring					
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik 150 cm Fracton. 150 cm	Karot % Core Recovery	RQD
20,00			19,50											IV-V	IV-V	Cr	35	0
21,00			21,00											IV-V	IV-V	Cr	80	0
22,00			22,50											IV-V	IV-V	Cr	30	0
23,00			24,00											IV-V	IV-V	Cr	65	0
24,00			25,50											IV-V	IV-V	Cr	75	0
25,00			27,00											IV-V	IV-V	Cr	55	0
26,00			28,50											IV-V	IV-V	Cr	80	0
27,00			30,00											IV-V	IV-V	Cr	75	0
28,00			31,50											IV-V	IV-V	Cr	60	0
29,00														IV-V	IV-V	Cr	60	0
30,00														IV-V	IV-V	Cr	60	0
31,00														IV-V	IV-V	Cr	60	0
32,00														IV-V	IV-V	Cr	60	0

**12,00-66,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF**

Açık-koyu yeşil-gri renkli, çok ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı, kumtaşı-kiltası-şeyli ardalanmasıdır. Yer yer masif yapıli kalın kumtaşı-kiltası tabakaları içermektedir.

Bununla birlikte yer yer fissürlerin kendiliğinden ayrılıp dağılan kiltası seviyeleri gözlenmektedir.

SÖNMEZ JEOTEKNİK A.Ş.		SONDAJ LOGU BORING LOG				SAYFA : 4 Page							
		SONDAJ : DVSK-5 Boring											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile					
			DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFİK Graph				Dayanım Strength	Ayrışma Weakening	Kırık / 30 cm Fracton / 30 cm	Korot % Core Recovery	RQD
			3-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N							
32,00		31,50							IV-V	IV-V	Cr	60	0
33,00		33,00							IV-V	IV-V	Cr	60	0
34,00		34,50							IV	IV	Cr	60	45
35,00									IV	IV	Cr	60	45
36,00		36,00							IV-V	IV-V	Cr	40	0
37,00		37,50							IV-V	IV-V	Cr	70	0
38,00									III-IV	III	CL	100	80
39,00		39,00							III-IV	III-IV	Cr	100	15
40,00		40,50							III	III	I	100	55
41,00									III-IV	III-IV	Cr	95	0
42,00		42,00							III-IV	III-IV	Cr	95	0
43,00		43,50							III	III	I	100	55
44,00									III-IV	III-IV	Cr	95	0

**12,00-66,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF**

Açık-koyu yeşil-gri renkli, çok ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı, kumtaşı-kiltası-şeyl ardalanmasıdır. Yer yer masif yapılı kalın kumtaşı-kiltası tabakaları içermektedir.

Bununla birlikte yer yer fissürlerin kendiliğinden aynılıp dağılan kiltası seviyeleri gözlenmektedir.

SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Makineya Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 5 Page									
						DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph					SONDAJ : DVSK-5 Boring									
						4-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	M			10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik 750 cm Fraction / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
44.00				43.50														III-IV	III-IV	Cr	95	0
45.00				45.00														III-IV	III-IV	Cr	100	35
46.00				46.50														III	III	CL	90	55
47.00				48.00														III-IV	III-IV	Cr	96	55
48.00				48.00														III-IV	III-IV	Cr	100	15
49.00				49.50														III-IV	III-IV	I	100	60
50.00				51.00														III-IV	III-IV	I	95	50
51.00				51.00														III-IV	III-IV	Cr	100	0
52.00				52.50														III-IV	III-IV	Cr	90	10
53.00				53.00														III-IV	III-IV	Cr	100	0
54.00				54.00														III-IV	III-IV	Cr	90	10
55.00				55.50														III-IV	III-IV	Cr	90	10
56.00				56.00														III-IV	III-IV	Cr	90	10

12,00-66,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Açık-koyu yeşil-gri renkli, çok ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı, kumtaşı-kilitaşı-şeyil aralanmasıdır. Yer yer masif yapılı kalın kumtaşı-kilitaşı tabakaları içermektedir.

Bununla birlikte yer yer fissürlerin kendiliğinden ayrılıp dağılan kilitaşı seviyeleri gözlenmektedir.


Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Çirisi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 6 Page	
						DARBE SAYISI Num Of Blows					
										SONDAJ : DVSK-5 Boring	
										Profili Profile	
										Dayanım İstif Strength	
										Ayrışma Weathering	
										Kırıntı 750 cm Fraction / 30 cm	
										Korot % Core Recovery	
										RQD	
56.00				55,50						III-IV	10
57.00				57,00						III-IV	0
58.00				58,50						III-IV	0
59.00				59,00						III-IV	20
60.00				60,00						III	55
61.00				61,50						III	0
62.00				62,00						III-IV	0
63.00				63,00						III-IV	100
64.00				64,50						Cr	50
65.00				65,00						I	65
66.00				66,00						100	
67.00											
68.00											

12,00-66,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Açık-koyu yeşil-gri renkli, çok ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı, kumtaşı-kiltası-şeyli ardalanmasıdır. Yer yer masif yapılı kalın kumtaşı-kiltası tabakaları içermektedir.

Bununla birlikte yer yer fissürlerin kendiliğinden aynılıp dağılan kiltası seviyeleri gözlenmektedir.

KUYU SONU 66,00 METRE

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO: 15 DISTRICT							
PROJE ADI / Project Name :		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter(mm) : 76mm		SONDAJ NO: DYSK-6							
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU / Groundwater		SAFYA NO: 1							
KİLOMETRE / Chainage :		MUH. BOR. DER. / Casing Depth (m) :		Pages							
SONDAJ DER. / Boring Depth : 60,00 m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date : 21.07.2016/12.08.2016		SONDÖR: İSA KASAP							
SONDAJ KOTU / Elevation : 23,00 m		KOORDİNAT / Coordinate (Northing) :									
SON.MAK.&YÖN.TJ.D. / Rig & Met : Creallus D.750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) :									
DAYANIMLILIK - Strength		AYRIŞMA - Weathering		İNE DANELİ - Fine Grained							
I DAYANIMLI Strong II ORTADAYANIMLI Middle Strong III ORTA ZAYIF DAYANIMLI Middle Weak IV ZAYIF DAYANIMLI Weak V ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		I TAZE Fresh II AZ AYR. Slightly Weath. III ORTAD. AYR. Mod.Weath. IV ÇOK AYR. Highly Weath. V TAM AYR. Comp. Weath.		N = 0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N = 3-6 YUMUŞAK Soft N = 5-9 ORTA KATI Middle Stiff N = 9-15 KATI Stiff N = 16-20 ÇOK KATI Very Stiff N > 20 BERT Hard							
				İRİ DANELİ - Coarse Grained N = 8- ÇOK GEV. Very Loose N = 5- GEVŞEK Loose N = 11- ORTA SIKI Middle Dense N = 21- SIKI Dense N > 58 ÇOK SIKI Very Dense							
KAYAC KALİTESİ-ROD		KIRIKLAR-30 cm- Fractures		ORANLAR - Proportions							
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 60-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SE WİREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 3-10 SIK Close (C) 0-20 ÇOK SIK Intense (I) >20 PARÇALI Crushed (Cr)		% 5 < PEK AZ Slightly % 5 - 15 AZ Little % 15 - 20 ÇOK Very % 20 - 50 ÇOK Very							
SPT : STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		SD : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample		P : PRESİYONLÜ TİRE DENEYİ Pressuremeter Test							
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KARIOT NUMUNESİ Core Sample		VS : VARE DENEYİ Vane Shear Test							
SondaJ Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manivra Boyu (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik / 30 cm Fracture / 30 cm	KAROT % Core Recovery	RQD
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK Graph							
1.00		1,50			0,00-12,00 m HEYELAN KÜTLESİ Litolojik olarak fişel istiften türeyen, açık kahve-gri renkli, çok-orta ayrışmış, yer yer killeşmiş ve zeminleşmiş marn geçişleri gözlenen, kumtaşı çakıl ve blokları içeren, kilaşı-kumtaşı-marn ardalanmasıdır.						
2.00											
3.00		3,00									
4.00											
5.00		4,50									
6.00		6,00									
7.00											
8.00		7,50									
		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU		TARİH Date		Sign					

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Çişi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3 Page	
						DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph		SONDAJ : DVSK-6 Boring	
						15-30 cm 30-45 cm		10 20 30 40 50		Profili Profile	
										Dayanım Gücü Strength	
										Ayrışma Weathering	
										Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	
										Karat % Core Recovery	
										RQD	
20,00				19,50						IV-V	IV-V
21,00				21,00						IV-V	IV-V
22,00				22,50						IV-V	IV-V
23,00				23,00						IV-V	IV-V
24,00				24,00						IV-V	IV-V
25,00				25,50						IV-V	IV-V
26,00				26,00						IV-V	IV-V
27,00				27,00						IV-V	IV-V
28,00				28,50						IV-V	IV-V
29,00				29,00						IV-V	IV-V
30,00				30,00						IV-V	IV-V
31,00				31,50						IV-V	IV-V
32,00										IV-V	IV-V

**12,00-60,00 m
AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF**

Gri, açık gri-bej renkli, zayıf dayanımlı, yer yer çok ayrılmış zeminleşmiş-orta ayrılmış, yer yer fissürlü boyunca ayrılan kilitli-mam aratabakalan bulunduran, kilitli-mam-kumtaşı ardalanmasıdır.

Özellikle 46,50-52,00 metreleri arasında fissürler boyunca ayrışma ve mekanik ayrışma belirgin bir kalınlık olarak gözlenmektedir.

Sondağ Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Mineraja Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration test		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 4 Page	
						DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph		SONDAJ : DVSK-6 Boring	
										Profili Profile	
										Dayanım Strength	
										Ayrışma Weathering	
										Kırıntı / 30 cm Fractio / 30 cm	
										Karat % Core Recovery	
										Rd	
32.00				31,50						IV-V	0
33.00				33,00						IV-V	0
34.00				34,50						IV-V	0
35.00				36,00						IV-V	0
36.00				37,50						III-IV	20
37.00				39,00						III-IV	15
38.00				40,50						III-IV	5
39.00				42,00						III-IV	35
40.00				43,50						III-IV	30
41.00										III-IV	25
42.00										III-IV	25
43.00										III-IV	25
44.00										III-IV	25

**12,00-60,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF**

Gri, açık gri-bej renkli, zayıf dayanımlı, yer yer çok ayrılmış zeminleşmiş-orta ayrılmış, yer yer fissürleri boyunca ayrılmış kilitli-mam aratabakalan bulunduran, kilitli-mam-kumtaşı erdalanmasıdır.


Özellikle 46,50-52,00 metreleri arasında fissürler boyunca ayrışma ve mekanik ayrışma belirgin bir kalınlık olarak gözlenmektedir.

Sondağ Derin. (m) Boring Depth. (m)		Numune Çişi Sample Type	Manevra Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 6 Page								
				DARBE SAYISI Num Of Blows		GRAFİK Graph				SONDAJ : DVSK-6 Boring								
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık / 30 cm Fracton / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
44.00	43.50													III-IV	III-IV		100	25
45.00	45.00													III-IV	III-IV	Cr	45	0
46.00	46.50													+	V	-	0	0
47.00																		
48.00	48.00																	
49.00	49.50													-	V	-	0	0
50.00																		
51.00	51.00																	
52.00	52.50													-	V	-	0	0
53.00														III-IV	III-IV	Cr	85	0
54.00	54.00													III-IV	III-IV	Cr	75	25
55.00	55.50													III-IV	III-IV	Cr	40	20
56.00														III-IV	III-IV	Cr	40	20

12,00-60,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Gri, açık gri-bej renkli, zayıf dayanımlı, yer yer çok ayrışmış zeminleşmiş-orta ayrışmış, yer yer fissürlenmiş boyunca ayrışan kilitli-marn aratabakaları bulandıran, kilitli-marn-kumtaşı ardalanmasıdır.

Özellikle 46,50-52,00 metreleri arasında fissürler boyunca ayrışma ve mekanik ayrışma belirgin bir kalınlık olarak gözlenmiştir. Bunun etkisinde, aralık boyunca yapılan 1,50m'lik karotlu ilerleme derinliğinde herhangi bir numune elde edilememiştir.

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research And Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate Of Geological Investigation SONDAJ LOGU / BORING LOG		BÖLGE NO : 15 DISTRICT											
PROJESİ ADI / Project Name :		DELİK ÇAPI / Hole Diameter(mm) : 75mm		SONDAJ NO : DVSK-7 SAYFA NO : 1											
SONDAJ YERİ / Boring Location : KASTAMONU İNEBOLU		YERALTI SUYU/ Groundwater		Borehole Pages											
KİLOMETRE / Changeage :		MUH. BOR. DER. / Casing Depth (m) : 21,00 m		SONDAJ DER. / Boring Depth : 54,00 m											
SONDAJ KOTU / Elevation : 22,00 m		BAŞ. BİT. TAR. / Start-Finish Date : 27.08.2016-04.09.2016		KOORDİNAT / Coordinate (Northing)											
SON.MAK.&YÖNT./D Rig. & Met. : Cregillus D.750 & Rotary		KOORDİNAT / Coordinate (Easting)		SONDÖR: ISA KASAP											
DAYANIMLIK - Strength I. DAĞINIMLI Strong II. ORTA DAYANIMLI Medium Strong III. ORTA ZAYIF DAYANIMLI Medium Weak IV. ZAYIF DAYANIMLI Weak V. ÇOK ZAYIF DAYANIMLI Very Weak		AYRISMA - Weathering I. TAZE Fresh II. AZ AYR. Slightly Weathered III. ORTA AYR. Moderately Weathered IV. ÇOK AYR. Highly Weathered V. TAM AYR. Completely Weathered		İNCE DANELİ - Fine Grained N = 0 - 2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N = 3 - 4 YUMUŞAK Soft N = 5 - 8 ORTA KATI Medium Stiff N = 9 - 15 KATI Stiff N = 16 - 30 ÇOK KATI Very Stiff N > 30 SERT Hard		İRİ DANELİ - Coarse Grained N = 0 - ÇOK GEV. Very Loose N = 5 - GEVŞEK Loose N = 11 - ORTA SIKI Medium Dense N = 21 - SIKI Dense N > 50 ÇOK SIKI Very Dense									
KAYAC KALİTESİ-ROD % 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		KIRIKLAR-30 cm- Fractures <1 DENEK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 3-10 SIKI Close (Cl) >20 ÇOK SIKI Intense (I) >25 PARÇALI Crushed (Cr)		ORANLAR - Proportions % 5 < PEK AZ Slightly % 5 - 15 AZ Little % 15 - 35 ÇOK Very % 35 > VE And		ORANLAR - Proportions % 5 < PEK AZ Slightly % 5 - 25 AZ Little % 25 - 50 ÇOK Very									
SPT : STANDART PENE TRASYON DENEYİ Standard Penetration Test D : ORSELENMEŞ NUMUNE Disturbed Sample		UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample N : KAROT NUMUNESİ Core Sample		P : PRESİOMETRE DENEYİ Pressometer Test VS: VİME DENEYİ Vane Shear Test											
Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)	Numune Cinsi Sample Type	Manevra Boyu (m) Sample Length (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test						JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kırık / 30 cm Fracture / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD
			DARBE SAYISI Num. Of Blows			GRAFİK Graph									
1.00		1,50													
2.00															
3.00		3,00													
4.00															
4,50															
5.00															
6.00		6,00													
7.00															
7,50															
8.00															
				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer Kadir KÜLEKOĞLU		TARİH Date		Sign							

0,00-16,50 m
HEYELAN KÜTLESİ

Litolojik olarak fişel istiften türemiş veya yerinde ayrışma ile oluşmuş yer yer kumtaşı çakıl ve blokları içeren zemin

Sonda Derini (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type	Makineye Boyu Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test				GRAFİK Graph		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description	Profili Profile	Dayanım Gücü Strength	Ayrışma Weathering	Kırıntı 750 cm Fraction / 750 cm	Korut % Core Recovery	RQD
				DARBE SAYISI Num. Of Blows												
				0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50				
8.00			7,50													
9.00			9,00													
10.00			10,50													
11.00			12,00													
12.00			12,00													
13.00			13,50													
14.00			15,00													
15.00			16,50													
16.00			16,50													
17.00			18,00													
18.00			18,00													
19.00			19,50													
20.00			19,50													

SONDAJ LOGU

BORING LOG

SAYFA : 2

Page

SONDAJ : DVSK-7

Boring

JEOTEKNİK AÇIKLAMA

Geotechnical Description

0,00-16,50 m
HEYELAN KÜTLESİ

Litolojik olarak filişel istiften türemiş veya yerinde ayrışma ile oluşmuş yer yer kumtaşı çakıl ve blokları içeren zemin

16,50-54,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Gri-koyu gri renkli, çok-orta ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı kumtaşı-kumtaşı-mam ardalanmasıdır. Yer yer fissürlü ve çok ayrışmış kumtaşı-mam geçişleri gözlenmektedir.
Çoğu numune alındıktan sonra fissürleri boyunca ayrışmakta ve/veya dağılmaktadır.

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test					JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 3 Page SONDAJ : DVSK-7 Boring							
						DARBE SAYISI Num.Of Blows		GRAFİK Graph					Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weathering	Kirik 7.50 cm Fraction 7.50 cm	Karot % Core Recovery	RQD		
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50						
20,00				19,50																
21,00				21,00																
22,00				22,50																
23,00				24,00																
24,00				24,00																
25,00				25,50																
26,00				27,00																
27,00				27,00																
28,00				28,50																
29,00				30,00																
30,00				30,00																
31,00				31,50																
32,00																				

16,50-54,00 m
AYRISMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Gri-koyu gri renkli, çok-orta ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı kilaşı-kumtaşı-marn ardalanmasıdır. Yer yer fissürlü ve çok ayrışmış kilaşı-marn geçişleri gözlenmektedir.
Çoğu numune alındıktan sonra fissürleri boyunca ayrışmakta ve/veya dağılmaktadır.

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Manevra Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description				SAYFA : 4							
						Standart Penetration test								SAYFA : 4							
						DARBE SAYISI		GRAFİK						Page							
						Num.Of Blows		Graph						SONDAJ : DVSK-7							
						3-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	Boring						
														Profil Profile	Dayanım Strength	Ayrışma Weakening	Kirik / 30 cm Fracture / 30 cm	Karot % Core Recovery	RQD		
32,00				31,50																	
33,00				33,00																	
34,00				34,50																	
35,00																					
36,00				36,00																	
37,00				37,50																	
38,00																					
39,00				39,00																	
40,00				40,50																	
41,00																					
42,00				42,00																	
43,00																					
44,00																					

16,50-54,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Gri-koyu gri renkli, çok-orta ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı kilaşı-kumtaşı-marn ardalanmasıdır. Yer yer fissürlü ve çok ayrışmış kilaşı-marn geçişleri gözlenmektedir.
Çoğu numune alındıktan sonra fissürleri boyunca ayrışmakta velveya dağılmaktadır.

Sondaj Derin. (m) Boring Depth (m)		Numune Cinsi Sample Type		Makineya Boyu Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration test		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK Graph		JEOTEKNİK AÇIKLAMA Geotechnical Description		SAYFA : 5 Page			
												SONDAJ : DVSK-7 Boring					
												Profili Profile		Dayanım Gücü Strength			
												Ayrışma Weathering		Kırıntı Fraction / 30 cm			
												Karat % Core Recovery		RQD			
44.00																	
45.00		45.00											III-IV	III-IV	Cr	100	30
46.00																	
47.00																	
48.00		48.00											III	IV-V	Cr	80	5
49.00																	
50.00																	
51.00		51.00											III	III-IV	I	90	20
52.00																	
53.00																	
54.00		54.00											III-IV	III-IV	Cr	85	10
55.00																	
56.00																	

16.50-54,00 m
AYRIŞMIŞ FİLİŞEL İSTİF

Gri-koyu gri renkli, çok-orta ayrışmış, çok zayıf-zayıf dayanımlı kilitli-kumtaşı-mam ardalanmasıdır. Yer yer fissürlü ve çok ayrışmış kilitli-mam geçişleri gözlenmektedir. Çoğu numune alındıktan sonra fissürleri boyunca ayrışmakta ve/veya dağılmaktadır.

KUYU SONU 54,00 METRE

EK 2. Laboratuvar Deney Sonuçları

AB-0782-T
15.08.1670
09 - 15

SAYFA 1/1



ERBEY Müh. Müş. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.
Geoteknik, Zemin Sondajı ve Laboratuvar
 Erzurum Mah. Soysal Sok. No:22/A Cebeci / ANKARA
 Tel: (0.312) 363 99 14 - Faks: (0.312) 363 72 58



T.C.
 ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
 BAKANLIĞI

Nümuneyi Alan Firma : ATAÇ MÜHENDİSLİK MÜŞAVİRLİK SAN. TİC. LTD. ŞTİ
 Alt olduğu proje : CİDE - ÖZLOÇE - İNEBOLU SAHİL YOLU HEYELAN
 Numune Geliş Tarihi : 04.09.2015
 Deney Başlama Tarihi : 04.09.2015
 Deney Bitiş Tarihi : 17.09.2015
 LAB NO : 15.08.1670

LABORATUVAR RAPORU

No	Sondaj/Şiç	Numune		Derinlik (m)	FİZİKSEL ÖZELLİKLERİN TAYINI				MEKANİK ÖZELLİKLERİN TAYINI										
		No	Tipi		Su Muhtesas TS 1900-1 W(n) %	Dane Boyutu Dağılımı -10 -200 geçen %	Likit Limit Çarpışma Çökme İndeksi %	Likit Limit ve Plastisite İndeksi Tayini (TS 1900-1) PI	SNİF TS 1600	Ogull Ağırlık Tayini TS 1900-1 Gs	Birim Ağırlık TS 1900-1 γ_n γ_{sat}	Uç Eksenli Kesme (UU) TS 1900-2 C ϕ ψ ψ_{crit} ψ_{lim}	Tek Yönlü Konsolidasyon TS 1900-2 σ_{cu} σ_{cu}^* ψ_{crit} ψ_{lim}	Zeminde Serbest Basınc TS 1900-2 σ_{cu} σ_{cu}^*	Nokta Yüklü Deneyi (kg/cm ²)	Kaymaçlarda Tek Eksenli Basma Dayanımı Tayini (TS 2028) (kg/cm ²)	Şişme Yüzdeleri %		
1	HYSK-1	KAROT-1	No	13,50-14,00															
2	HYSK-2	KAROT-2	No	40,00-41,00															
3	HYSK-5	KAROT-3	No	10,50-11,00															
4	HYSK-6	KAROT-4	No	13,50-14,00															
5	HYSK-6	KAROT-5	No	22,50-23,00															
6	HYSK-6	KAROT-6	No	41,00-41,50															
7	HYSK-7	KAROT-7	No	20,50-21,00															
8	HYSK-8	KAROT-8	No	1,00-1,50															
9	HYSK-8	KAROT-9	No	5,50-6,00															
10	HYSK-8	KAROT-10	No	21,00-21,50															
11	HYSK-8	KAROT-11	No	23,00-24,00															

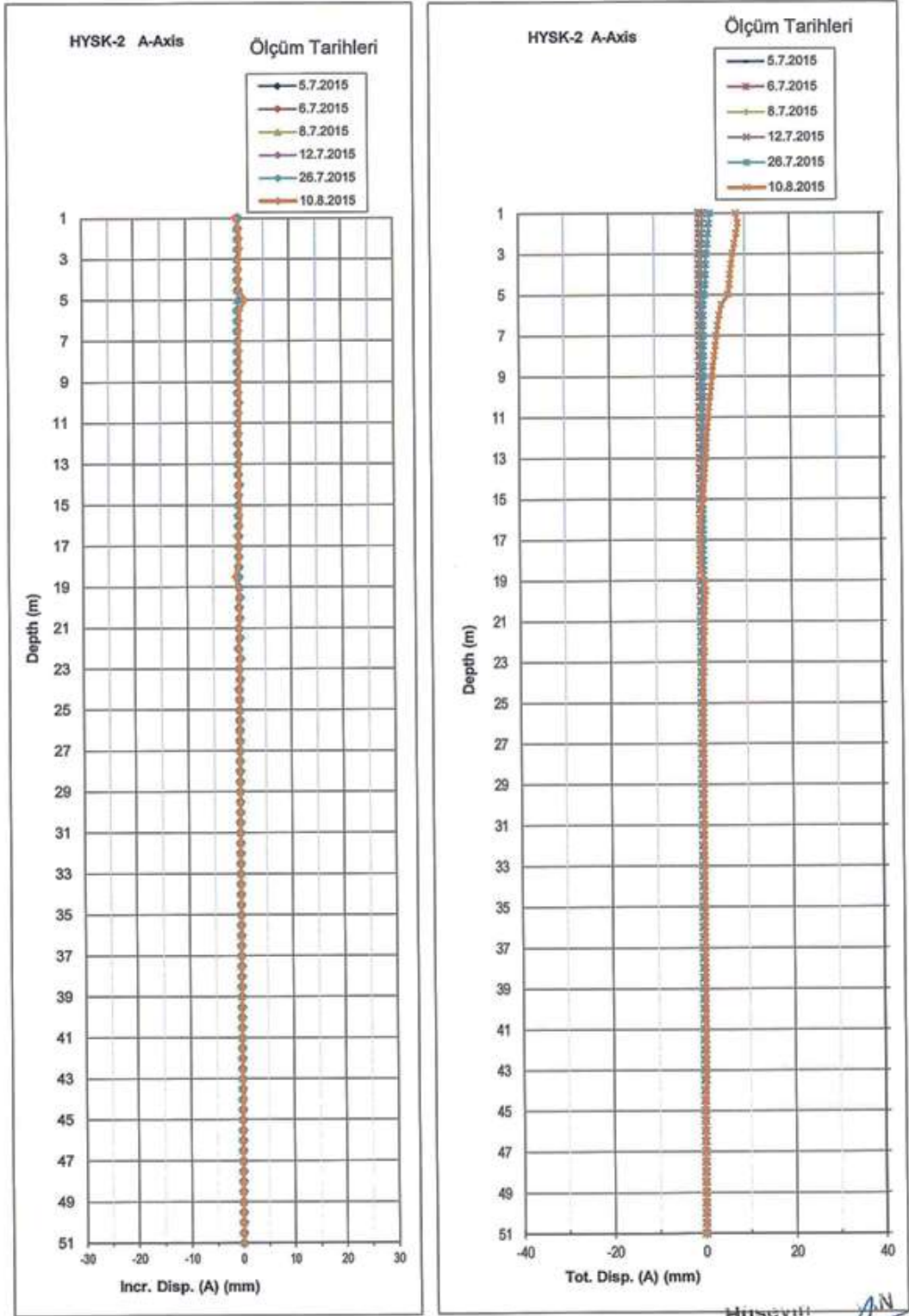
Not: 1 - Orjinal edilmiş firmamız filigran içermektedir. Filigransız kopyalardan firmamız sorumlu değildir. Her hakkı saklıdır. İzniiz kopyalanmaz.
 2 - Laboratuvarımızca Gözetim Numaraları Müşteri Tarafından İlerletilmelidir. Numunelerin teminli olmasından laboratuvarımız sorumlu değildir.
 3 - Numunelerin yeni ve derinliği müşteri boyutuna göre yazılmaktadır. Sorumluluk beyan veren kişi ve kuruluşa aittir.
 4 - Deney sonuçları sadece deney yapılan numuneye aittir.
 5 - Firmamız 34 NOLU ve 18.07.2002 TARİHLİ ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI İZİN BELGESİNE SAHİPTİR.
 6 - DENEY RAPORUNA EK OLMAK ÜZERE 2 ADET LABORATUVAR DENEY FOYD MEVCUTTUR.
 * Laboratuvar bu deneylerden sorumludur.

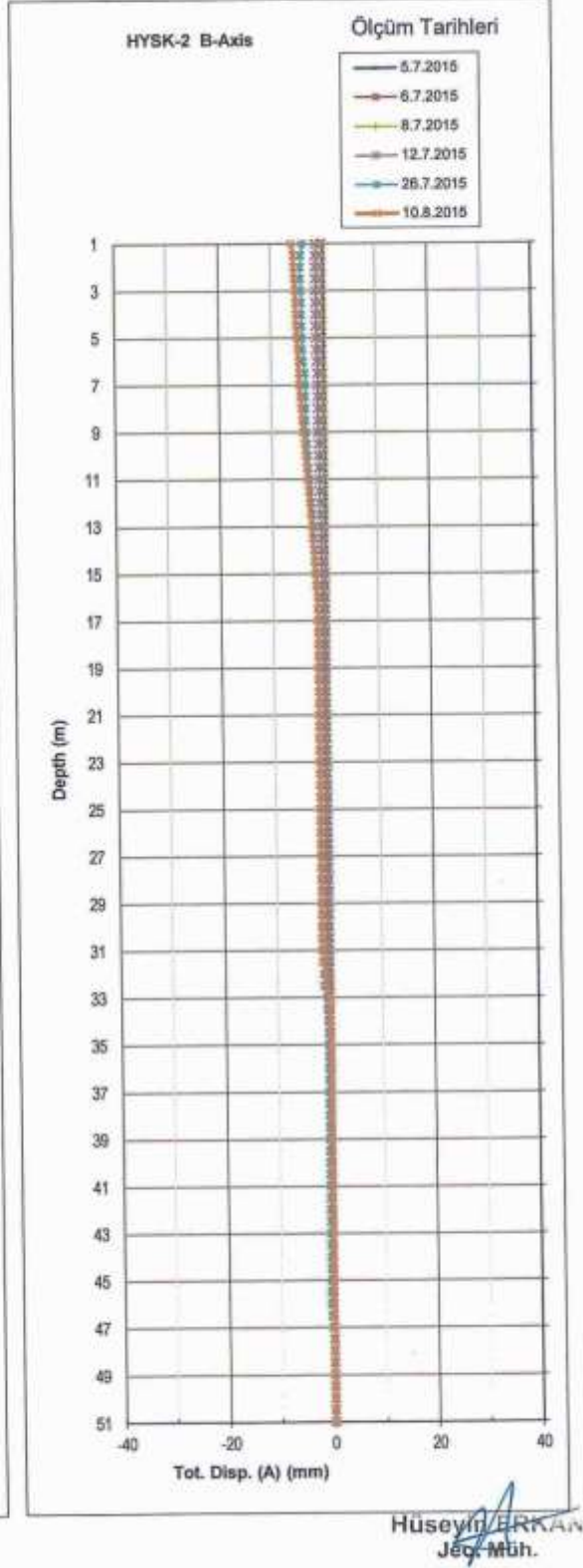
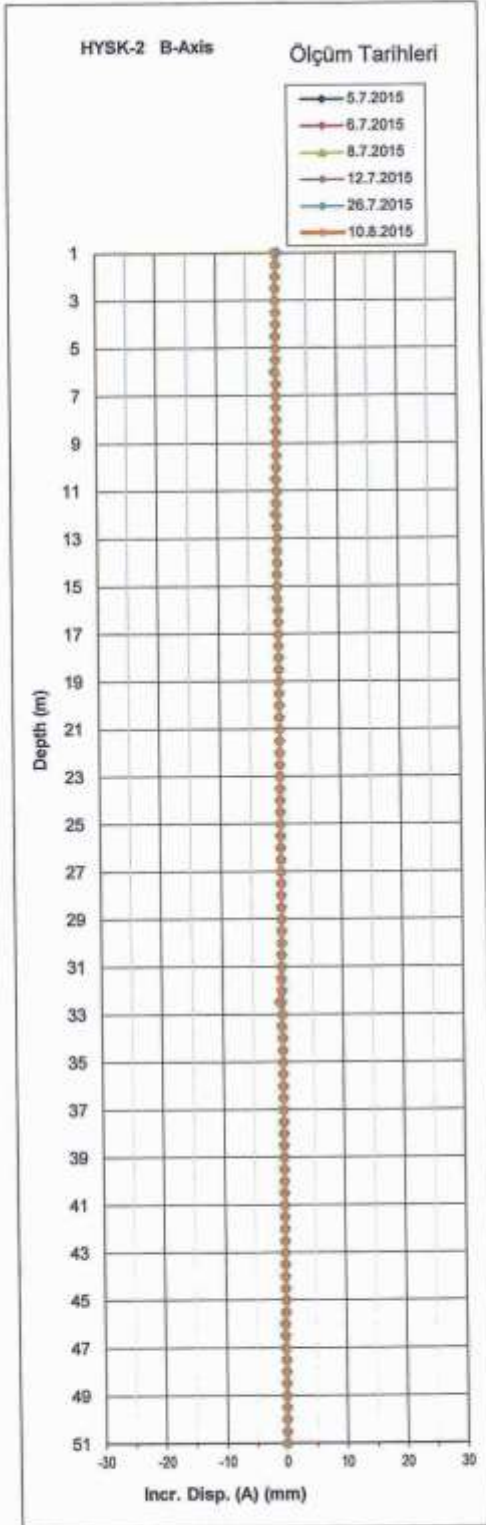
Onaylayan: Deneyçi Mühendis
 Hasan KEZER

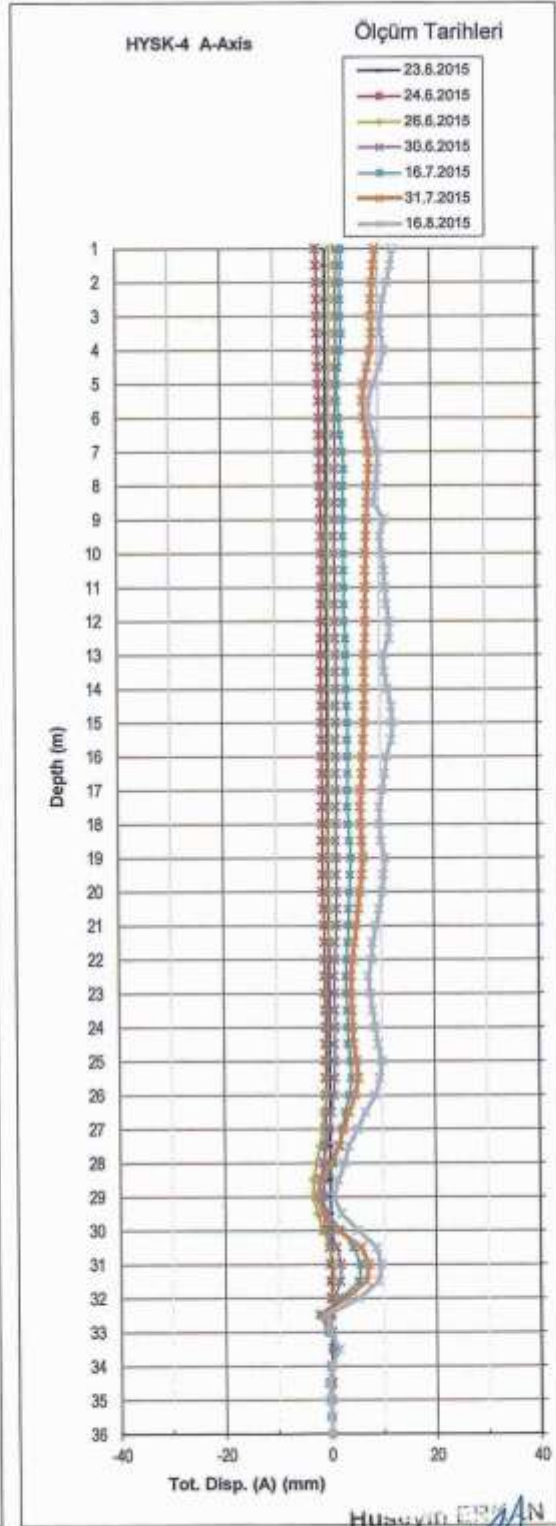
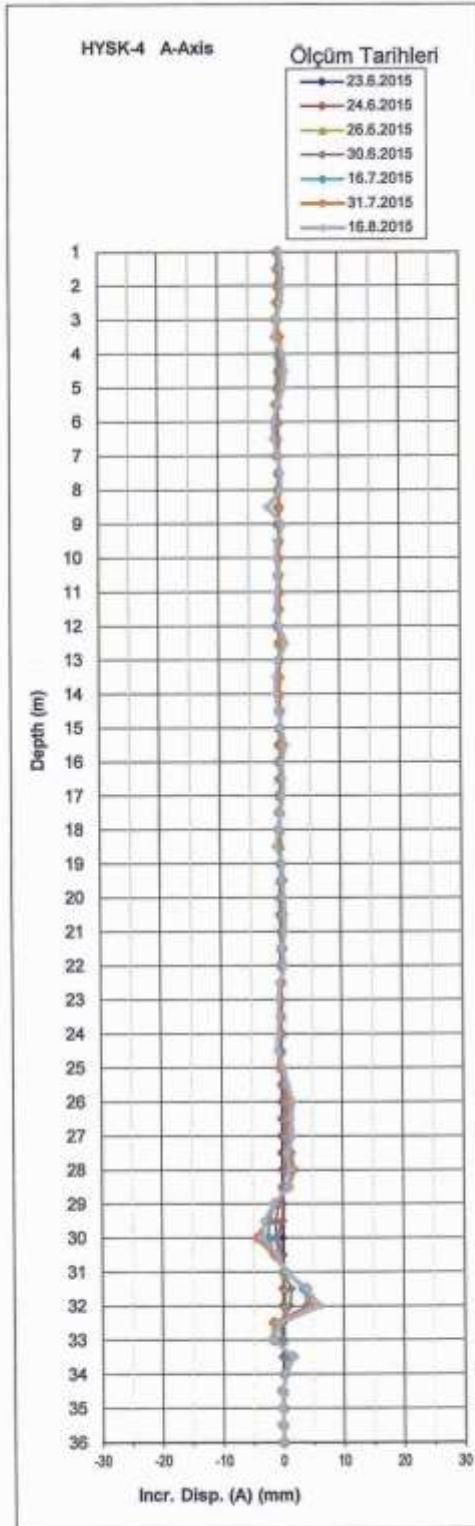
Kontrol Eden: Deney Sorumlusu
 SERKAN PIŞMIŞ

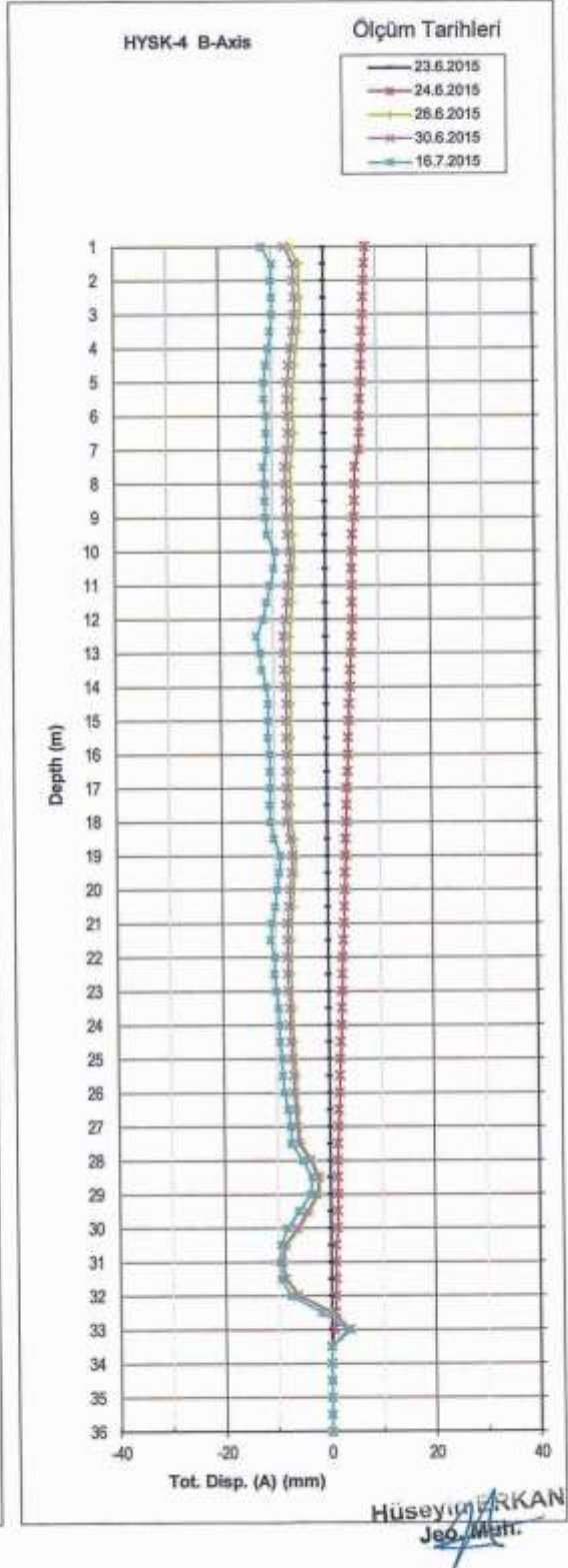
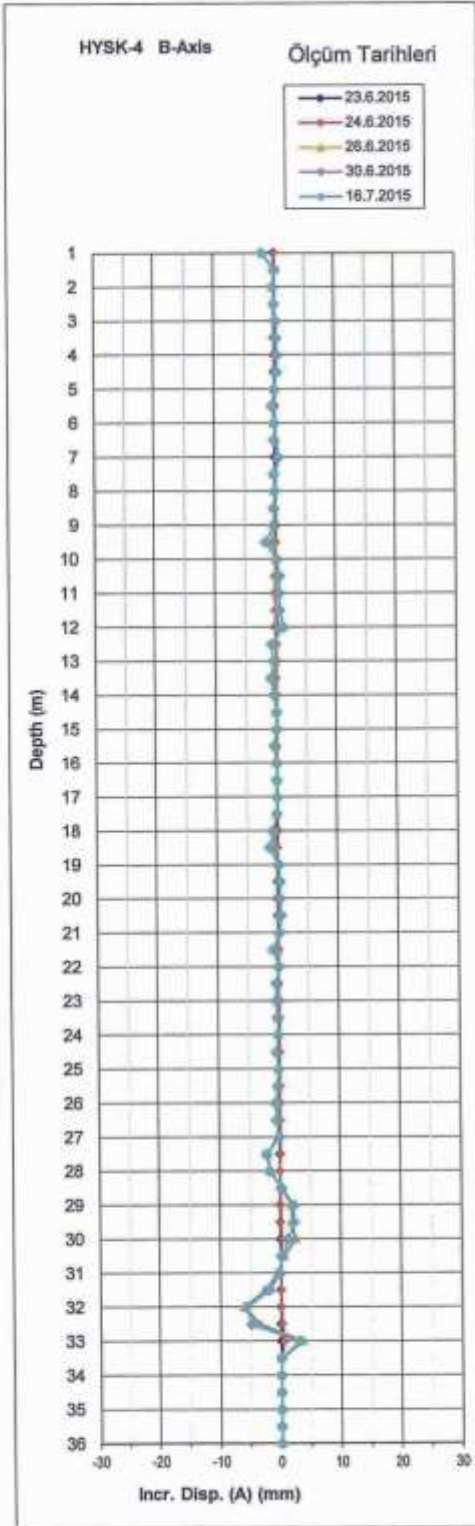
FORM 113/15.05.2014 Revizyon No/Yarın 02/01.12.2014
 Serkan PIŞMIŞ
 H.A. KEZER
 Geoteknik Mühendislik
 Beştepe

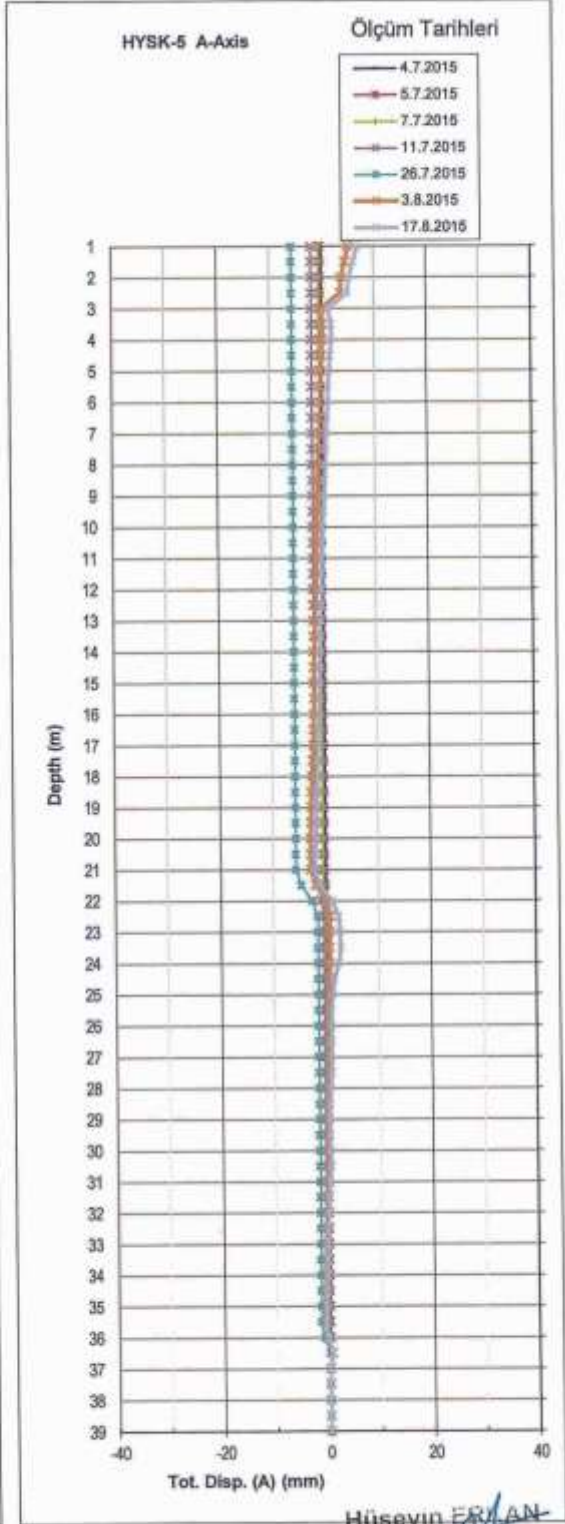
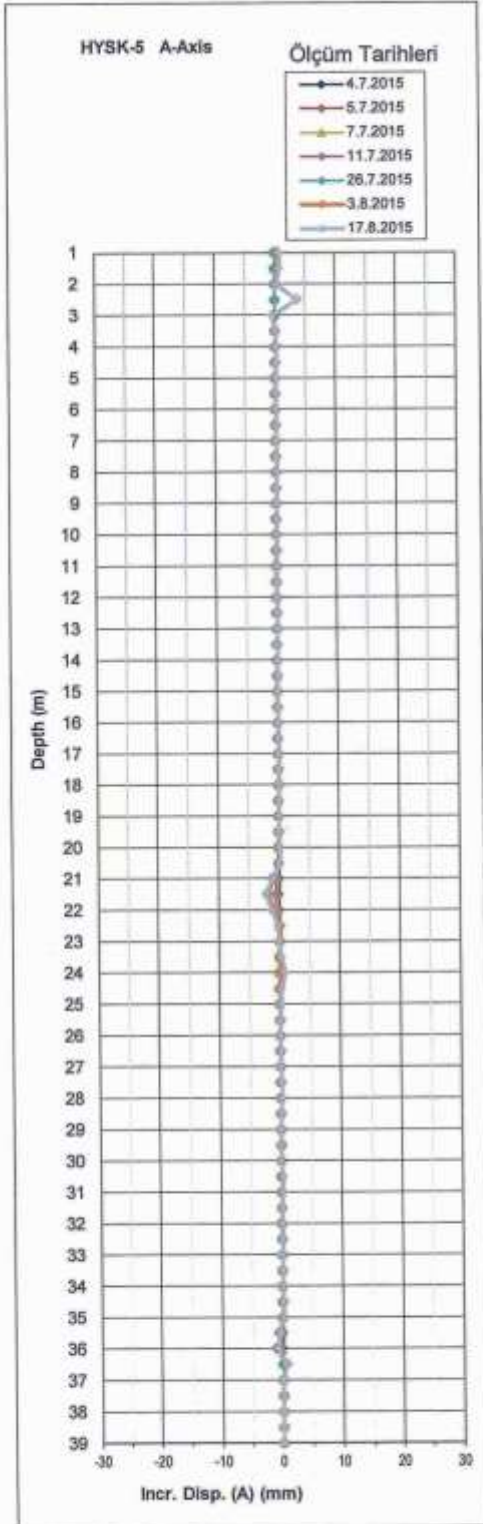
EK 3. İnklinometre Verileri

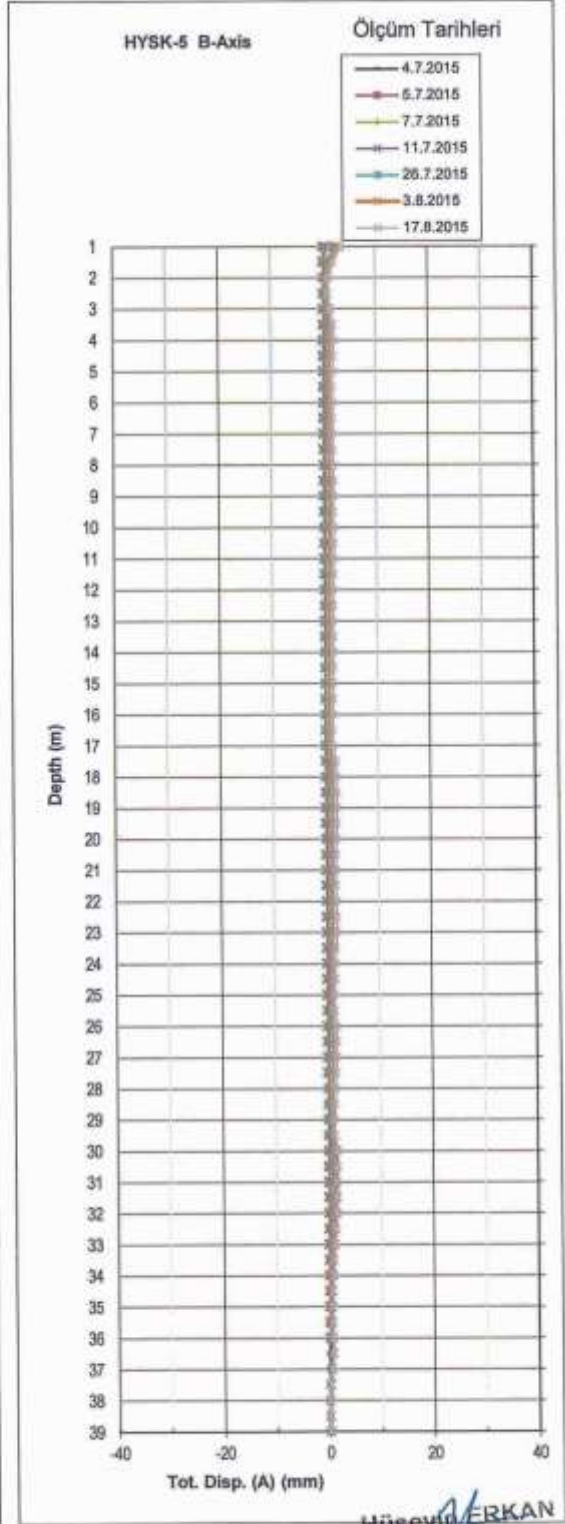
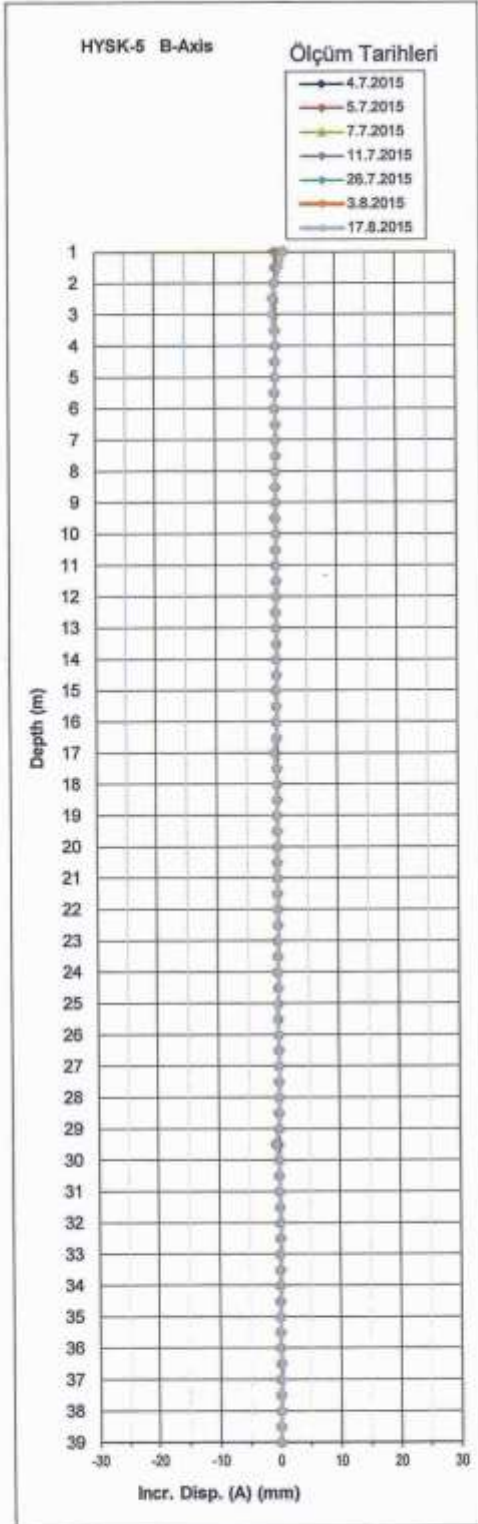


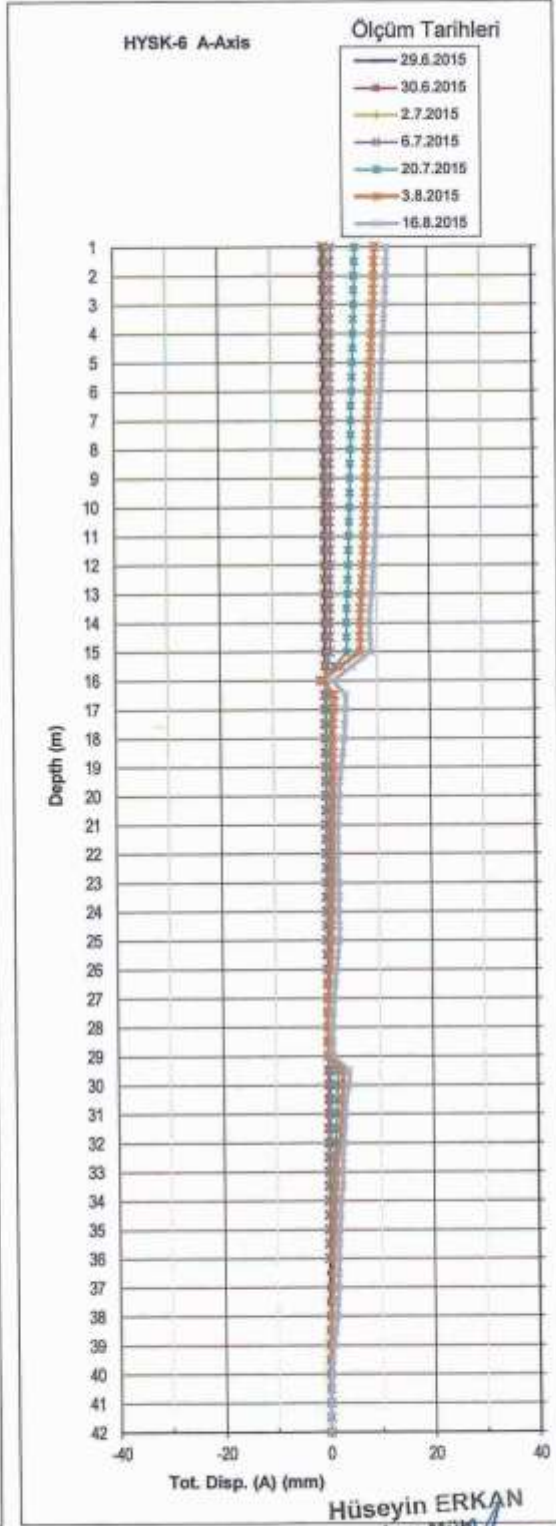
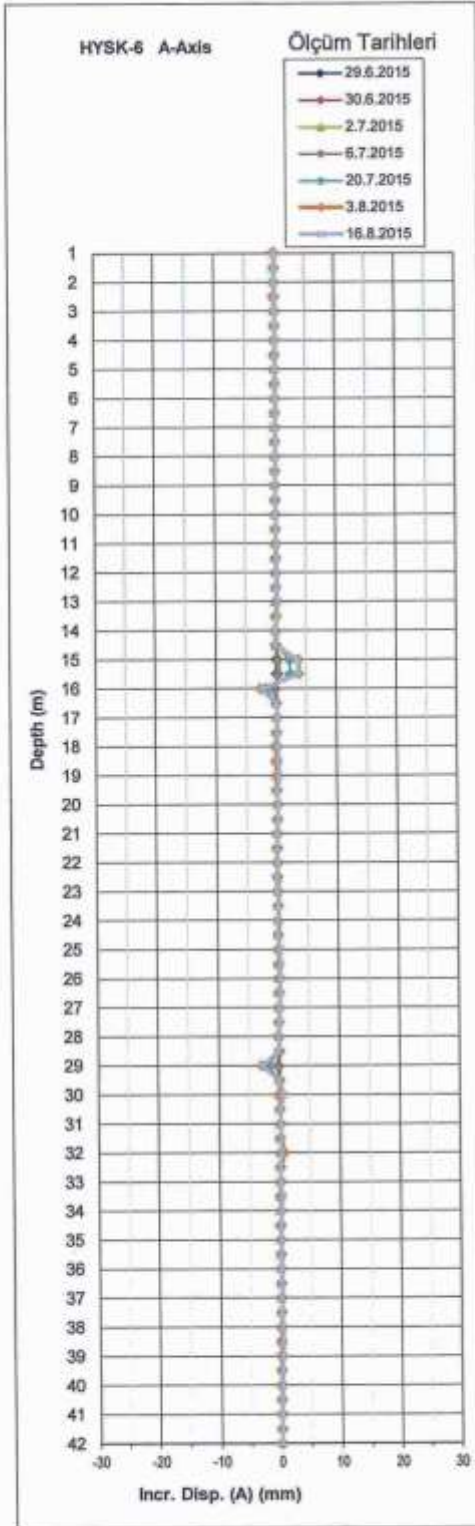


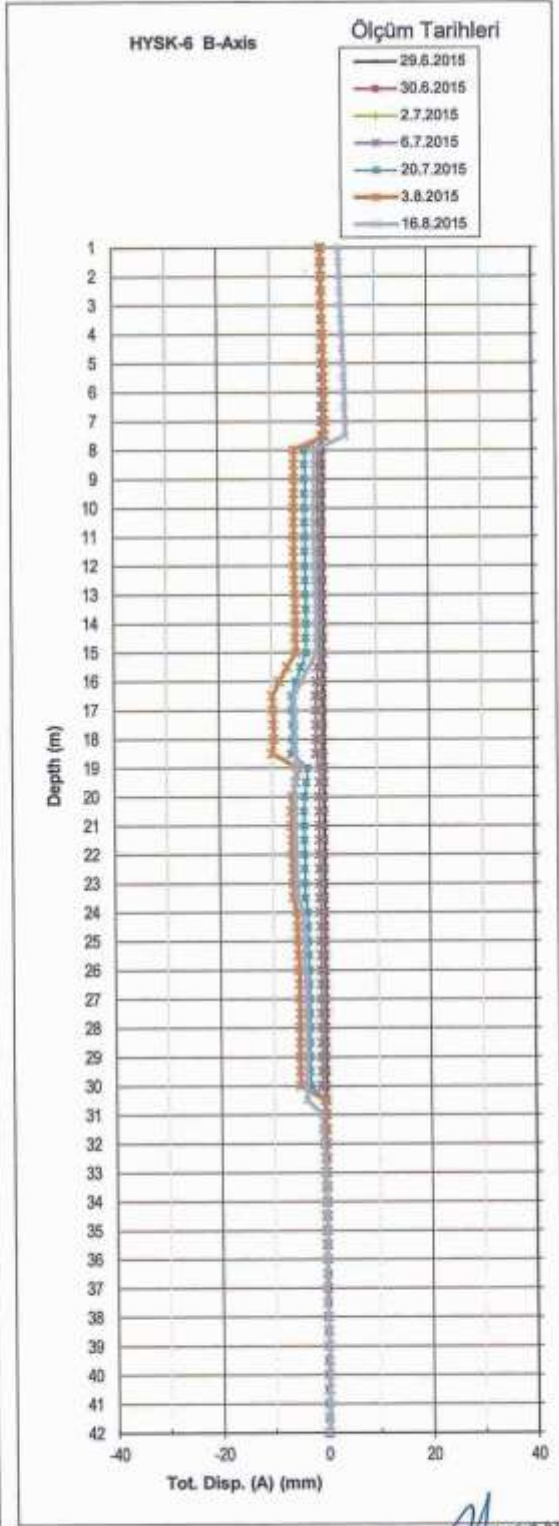
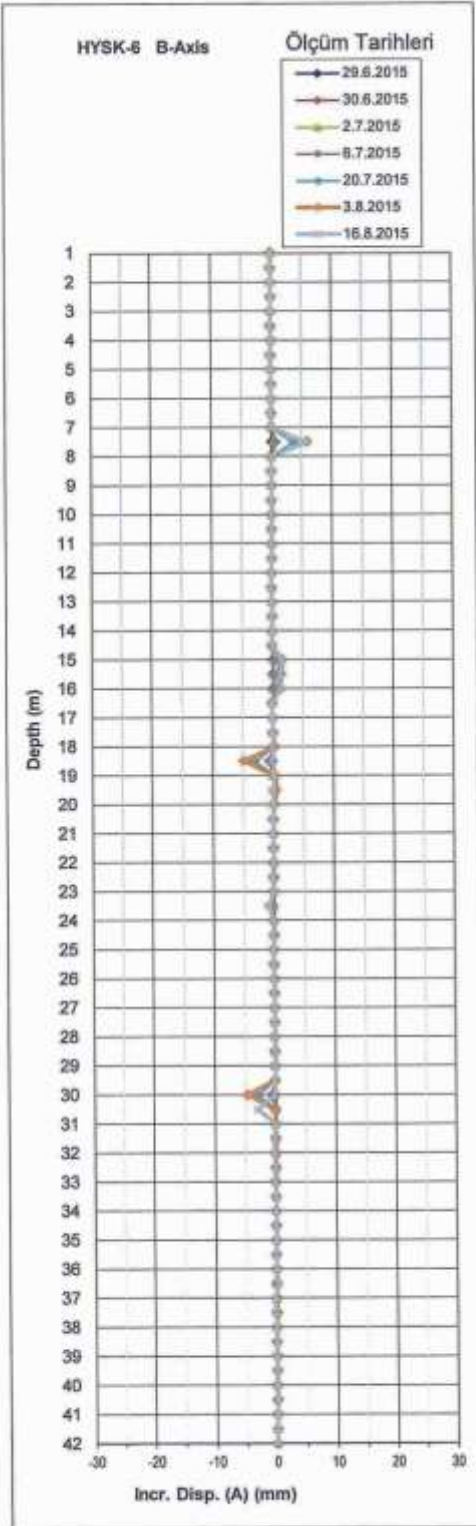




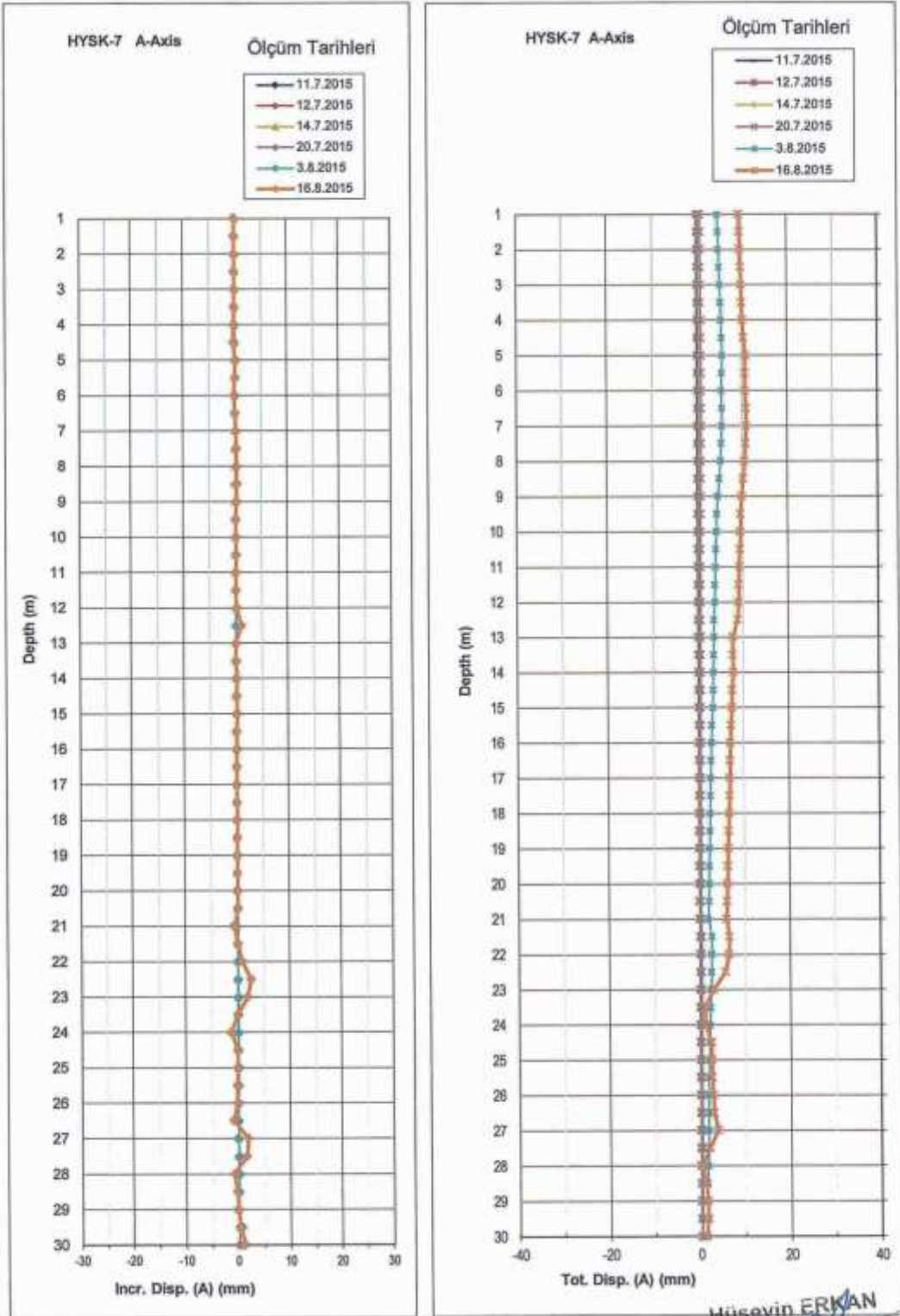


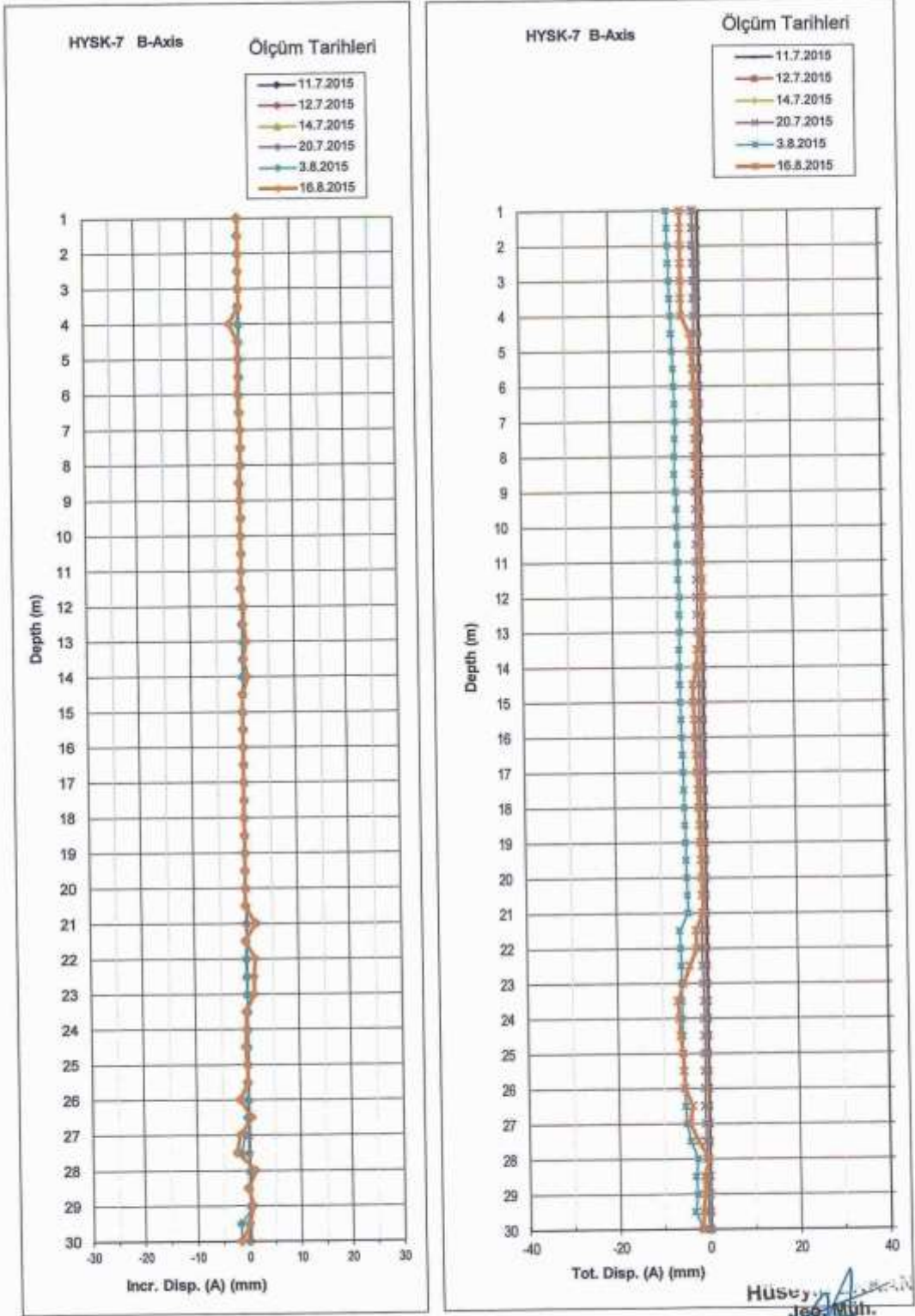


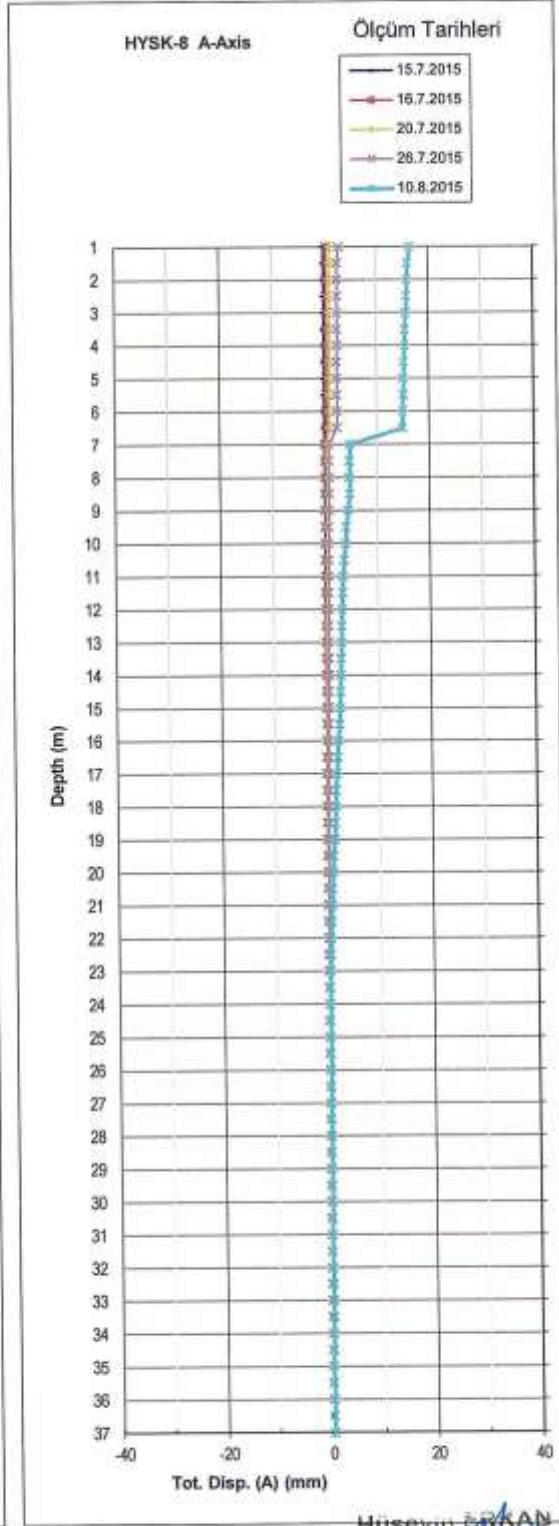
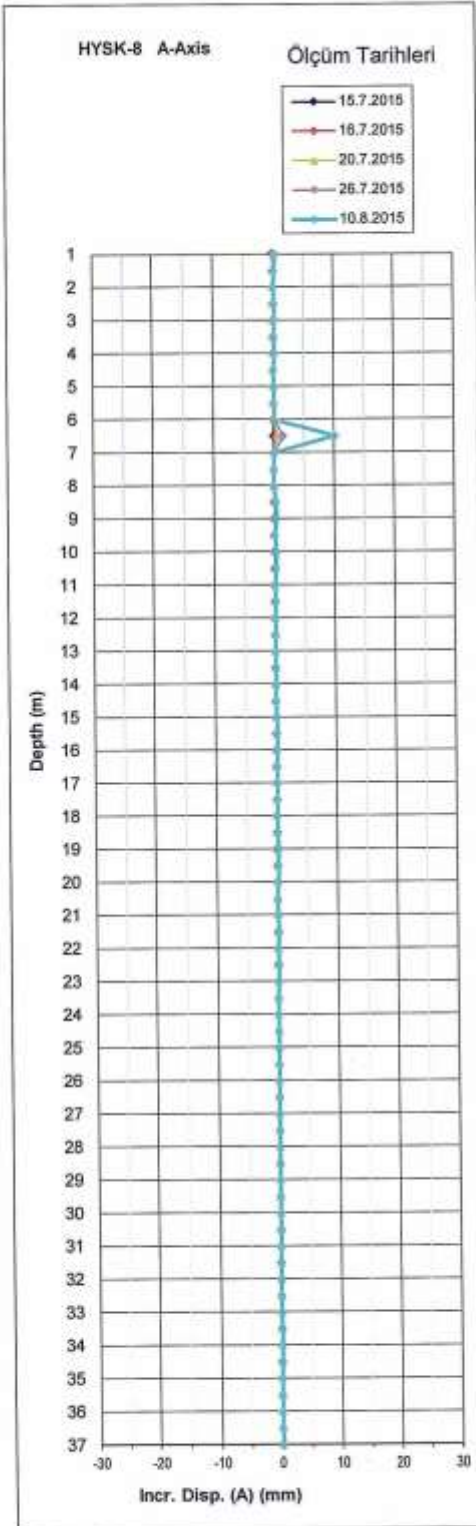


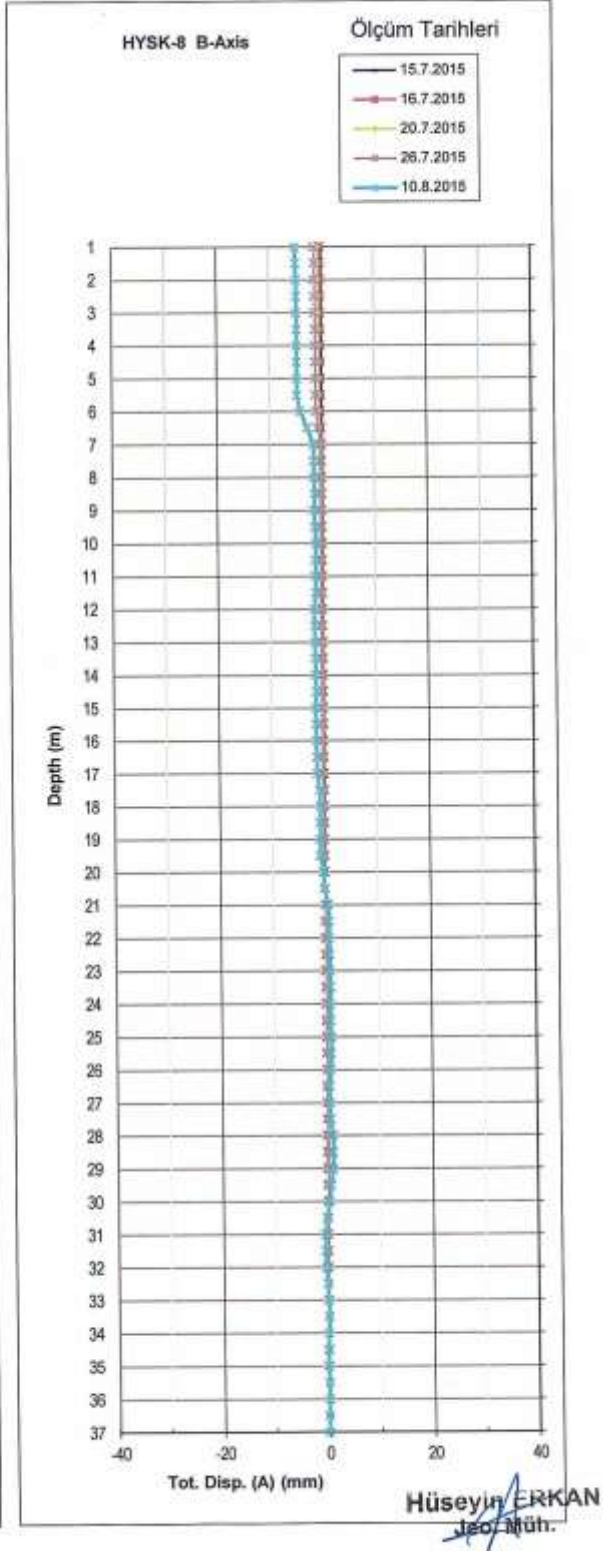
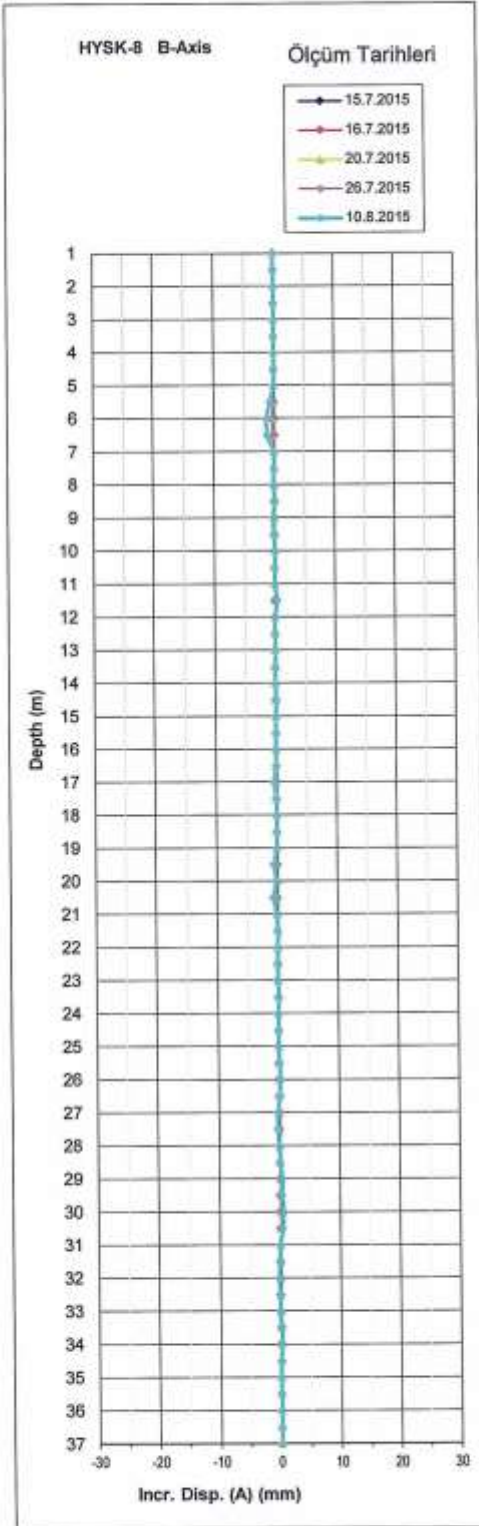


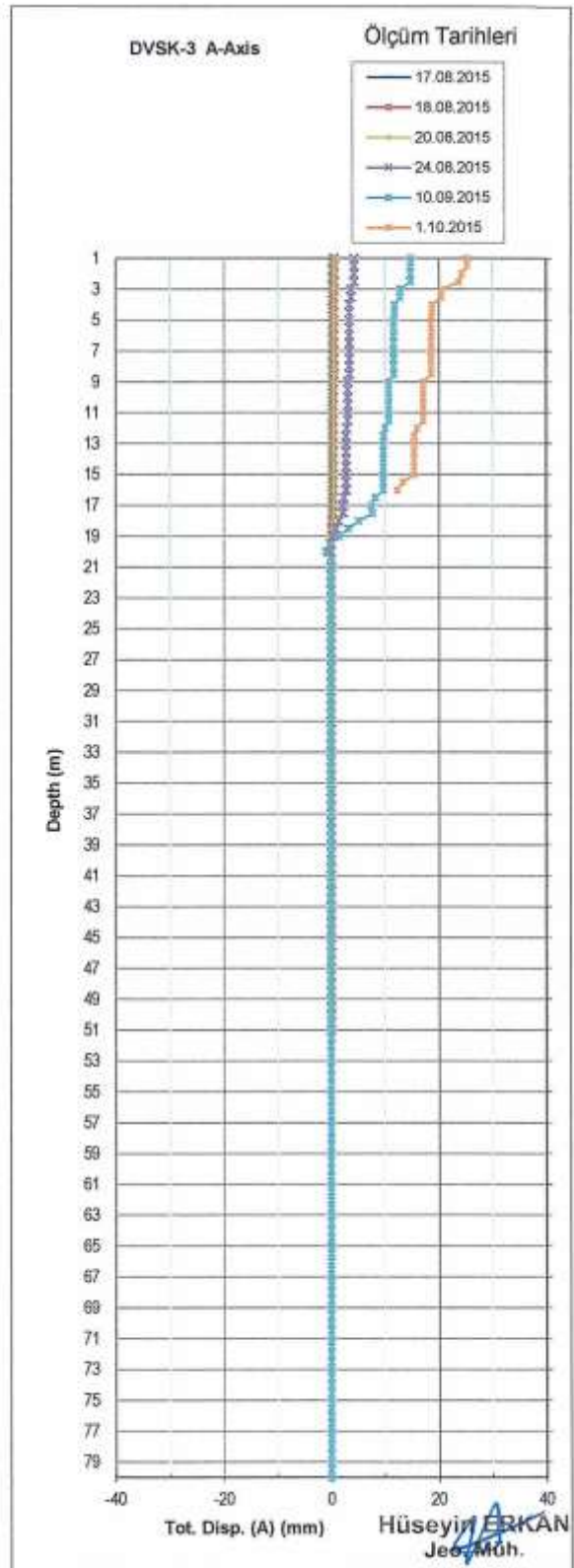
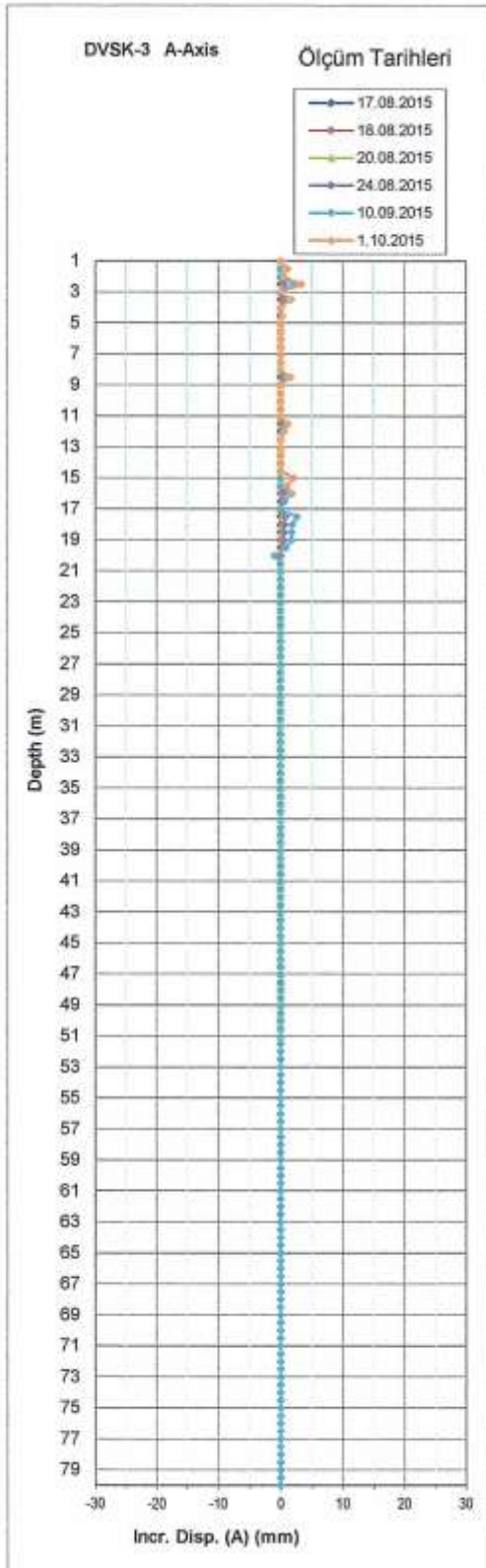
Hüseyin ERKAN
Jeo. Müh.

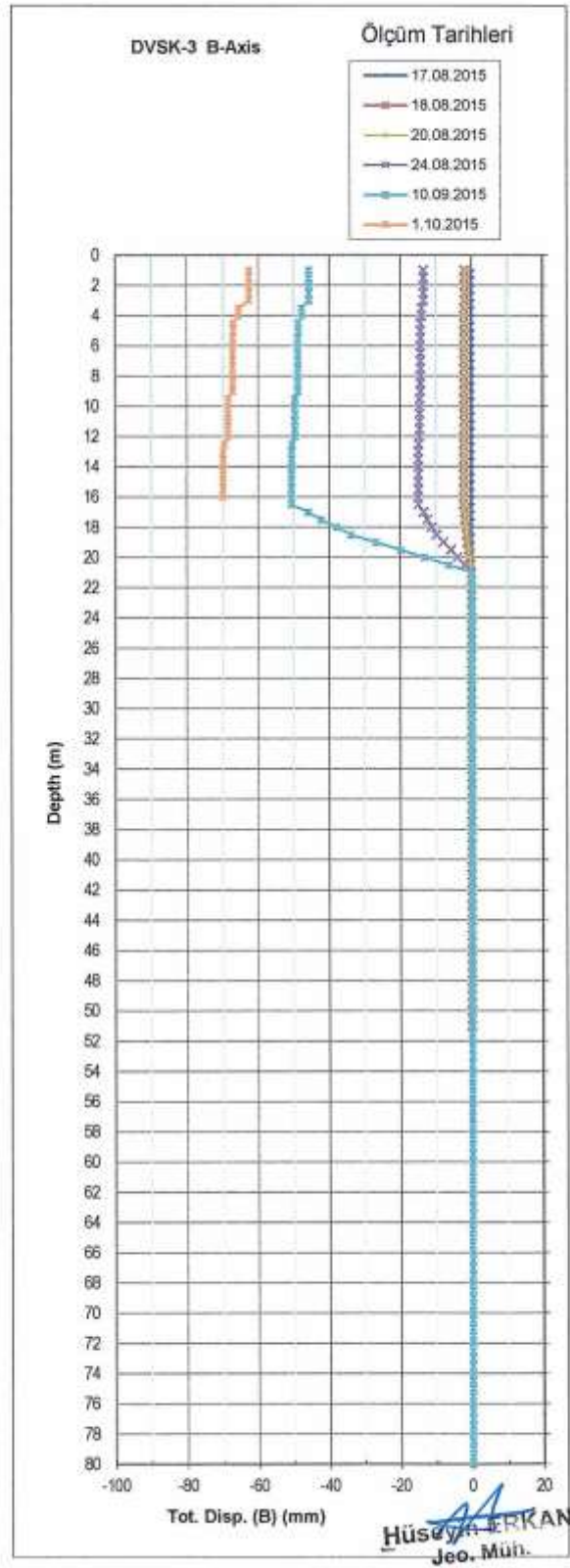
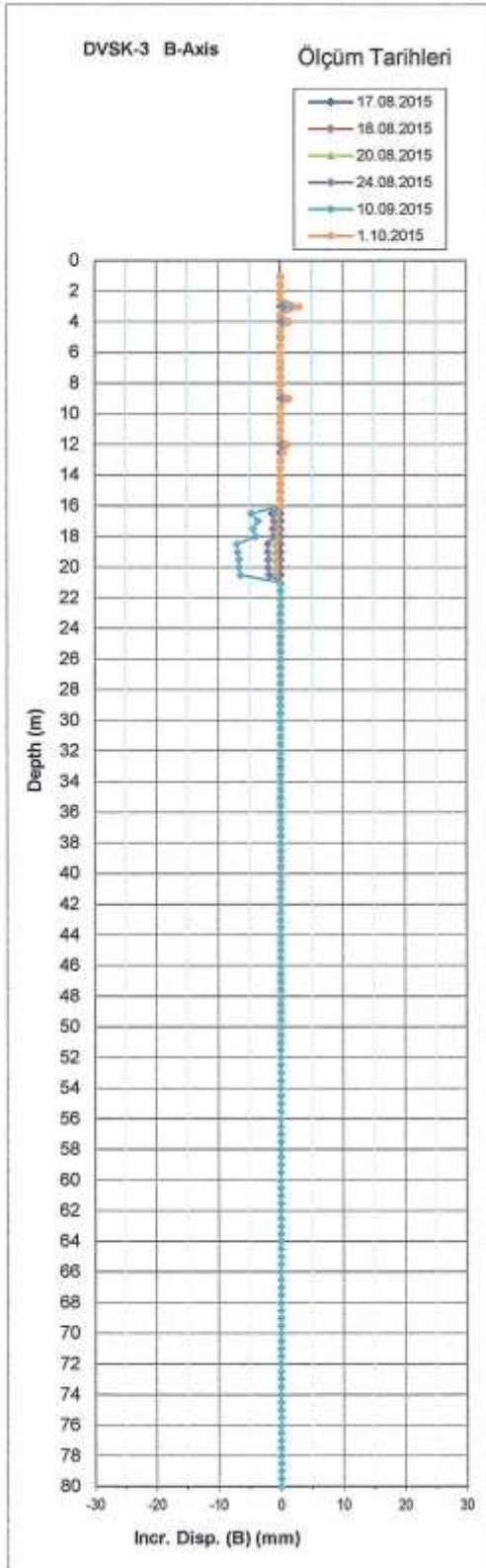


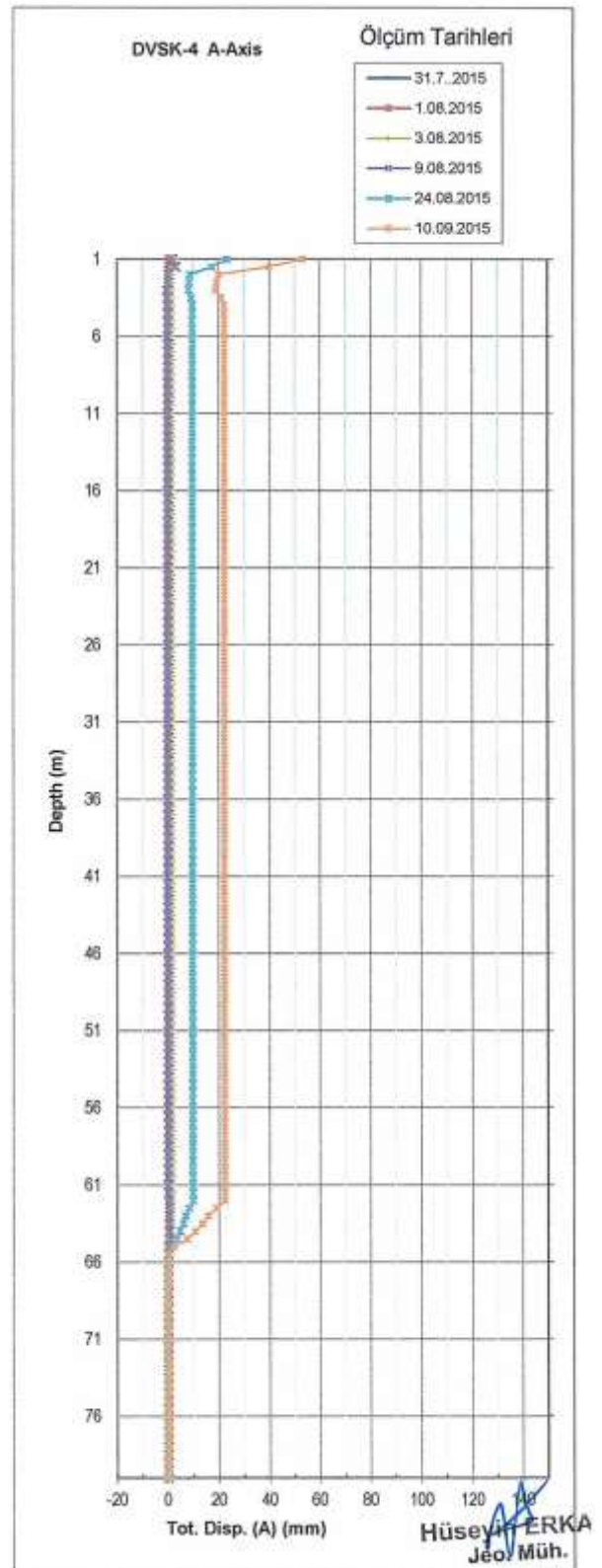
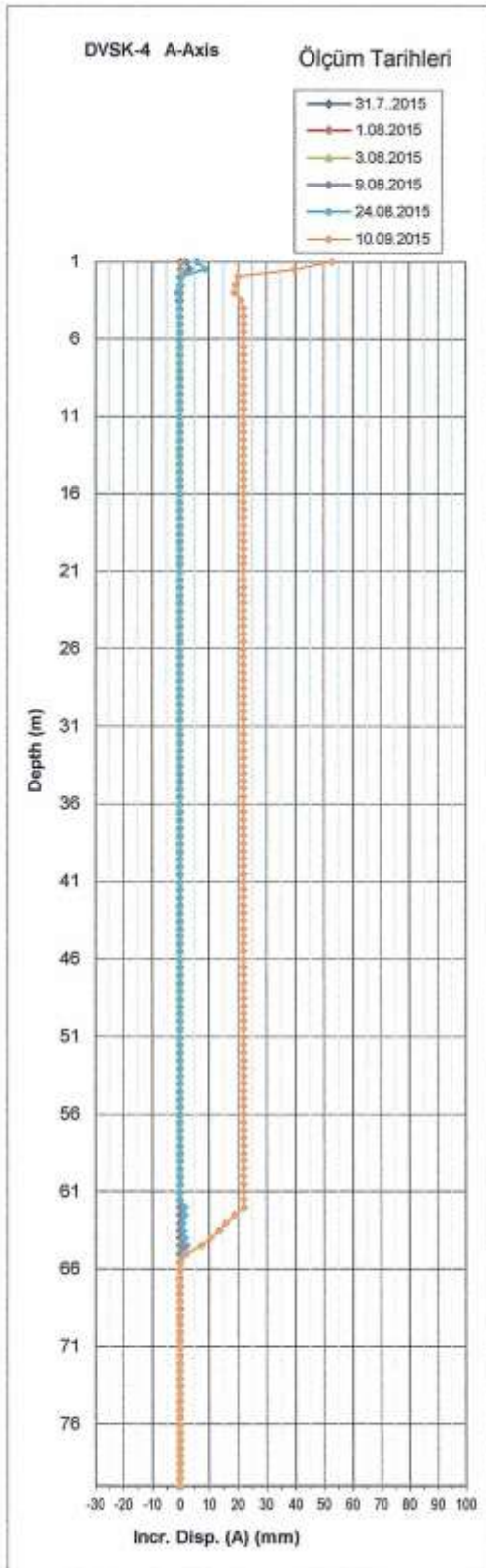


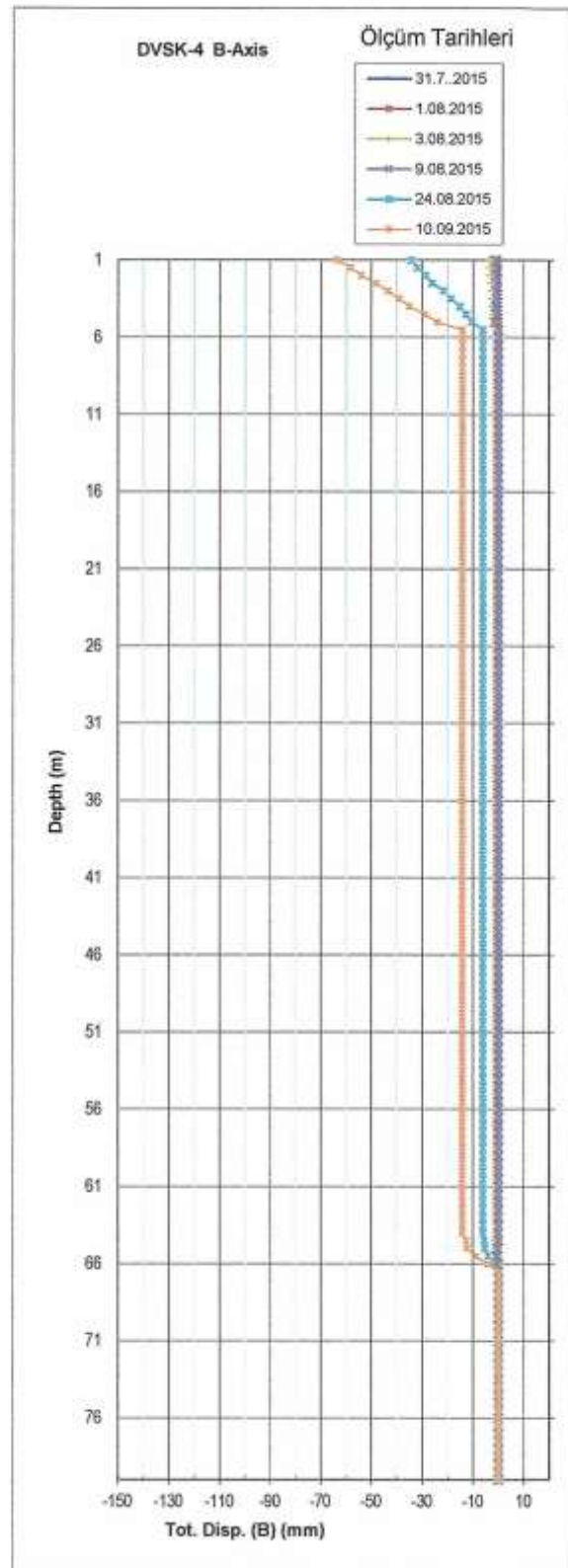
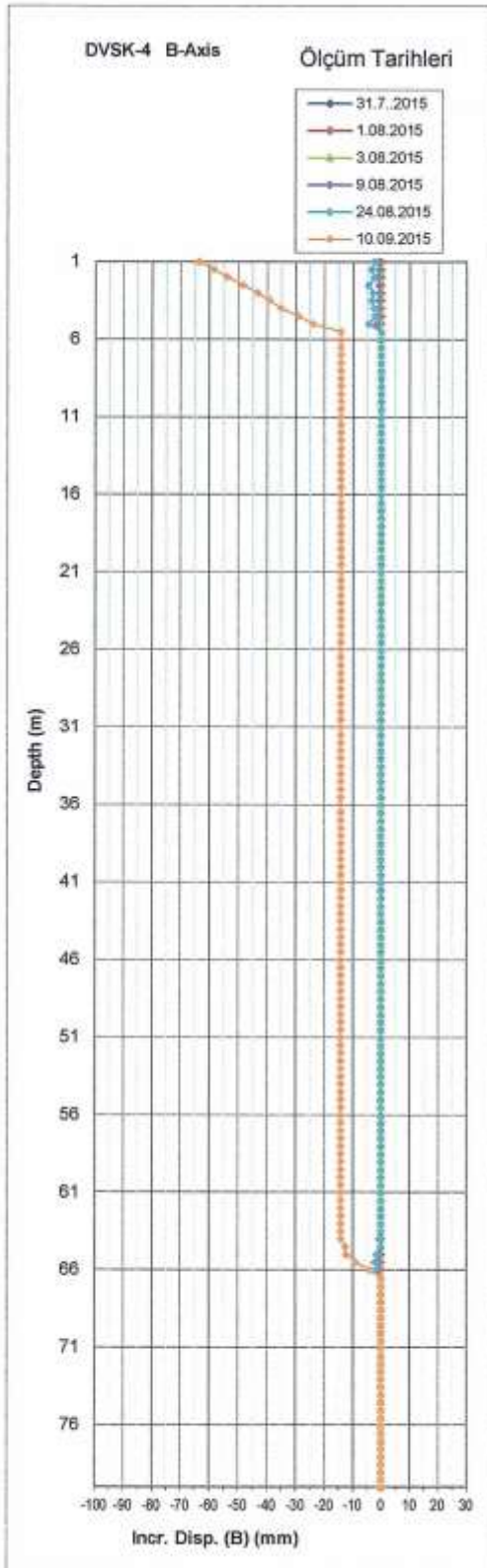


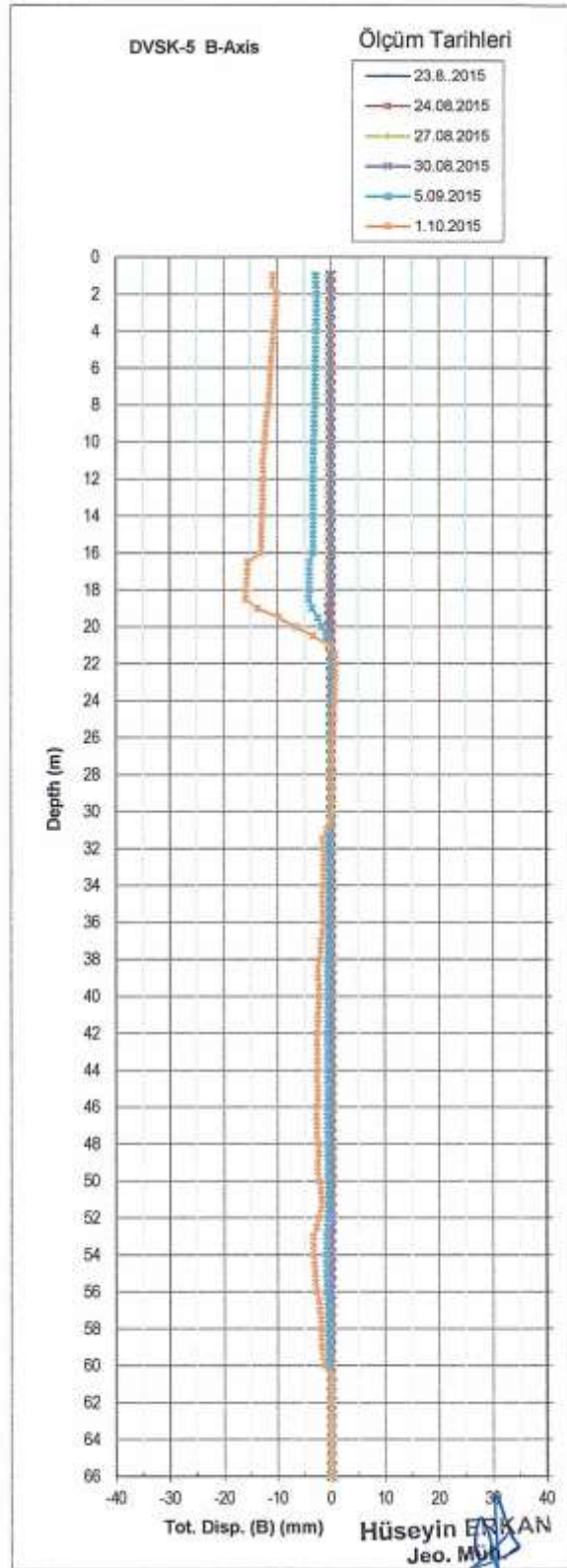
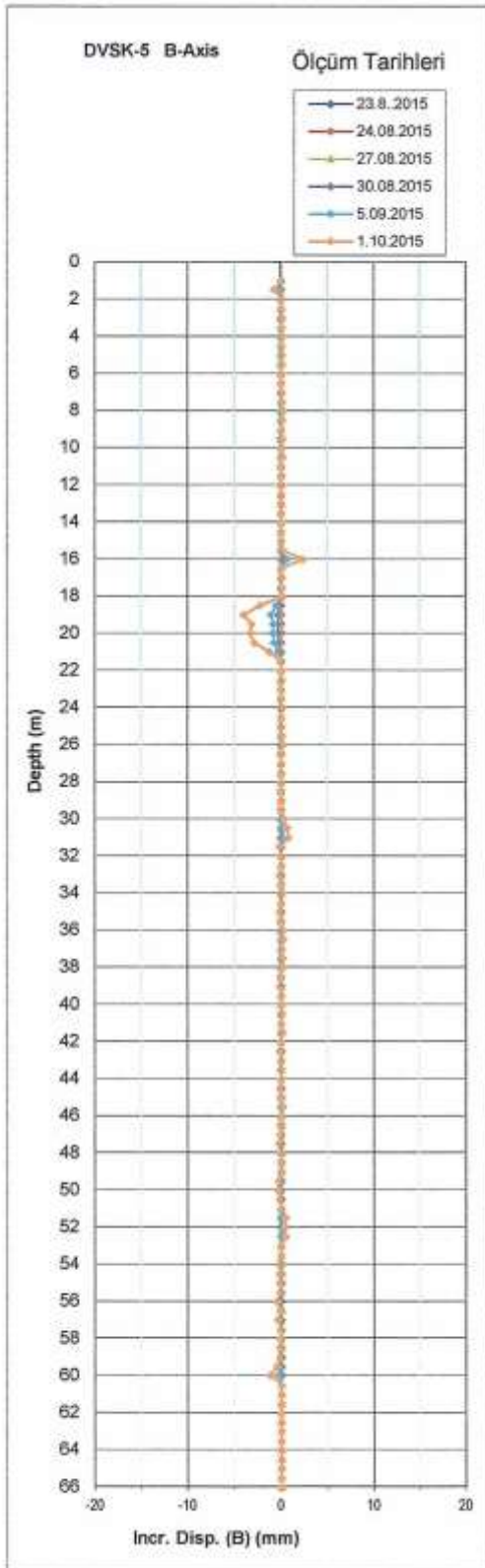


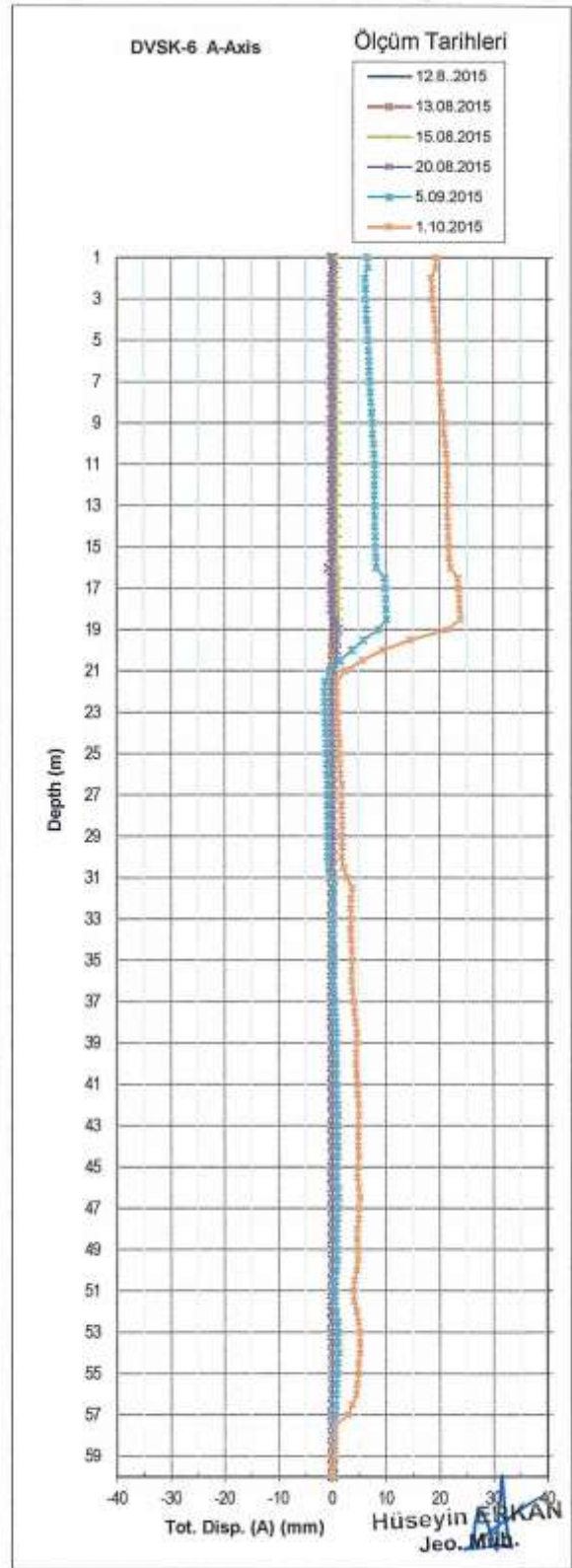
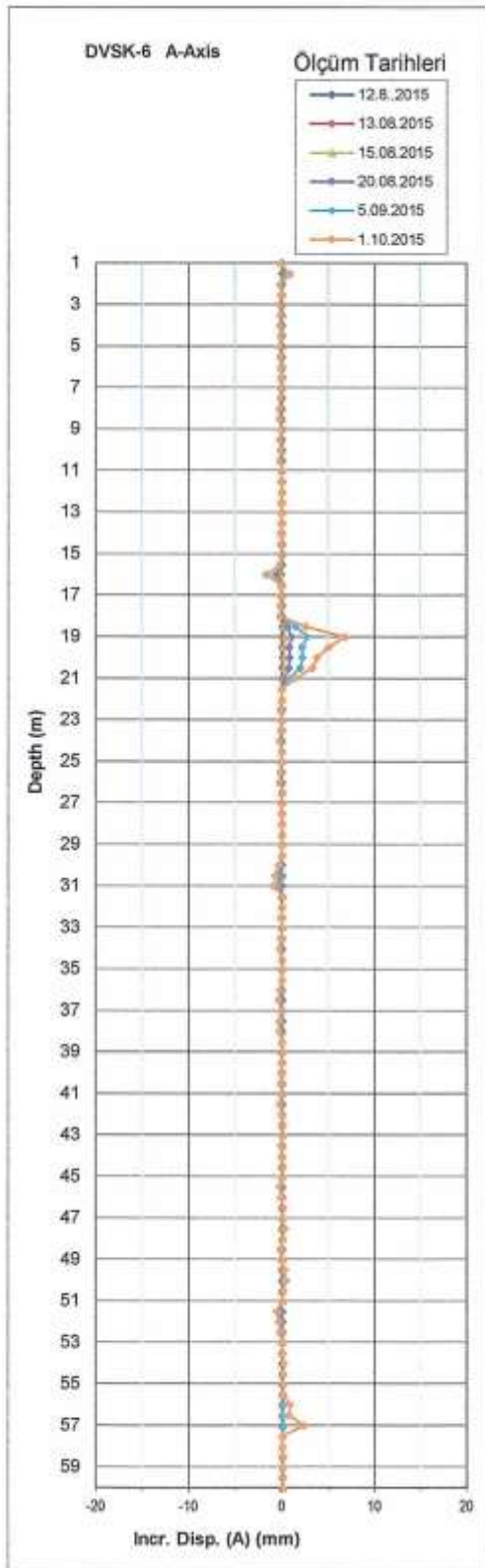


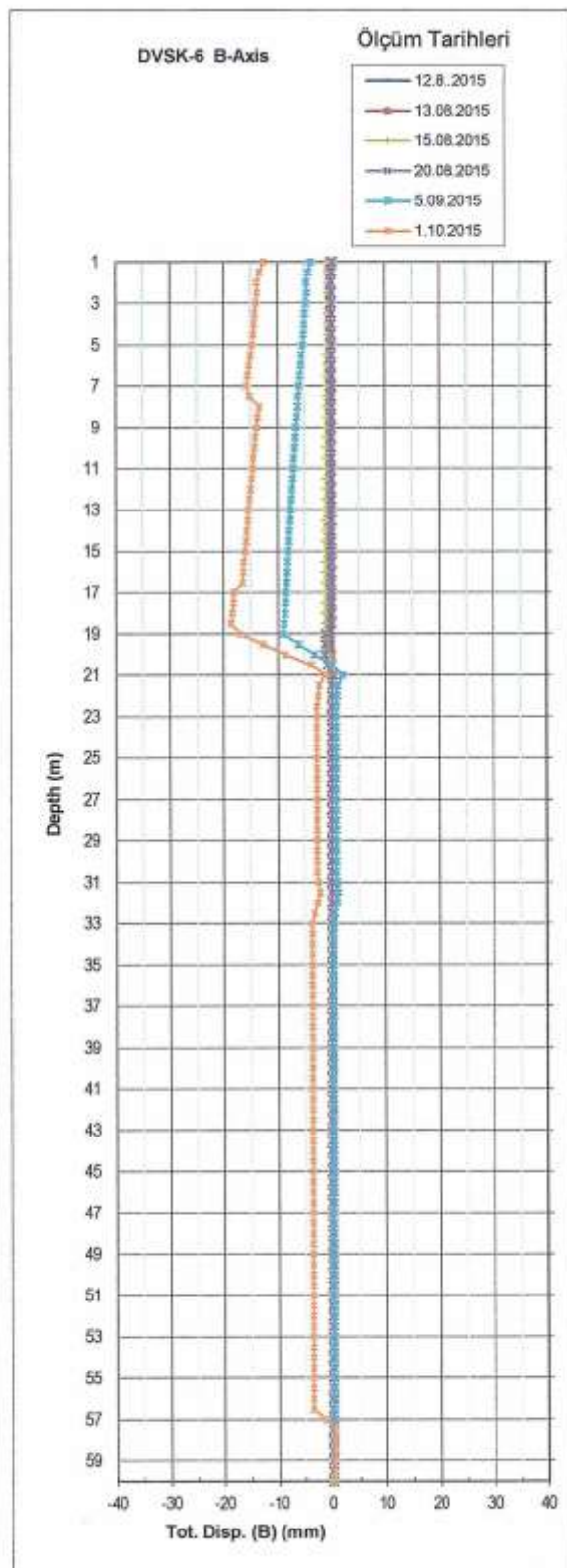
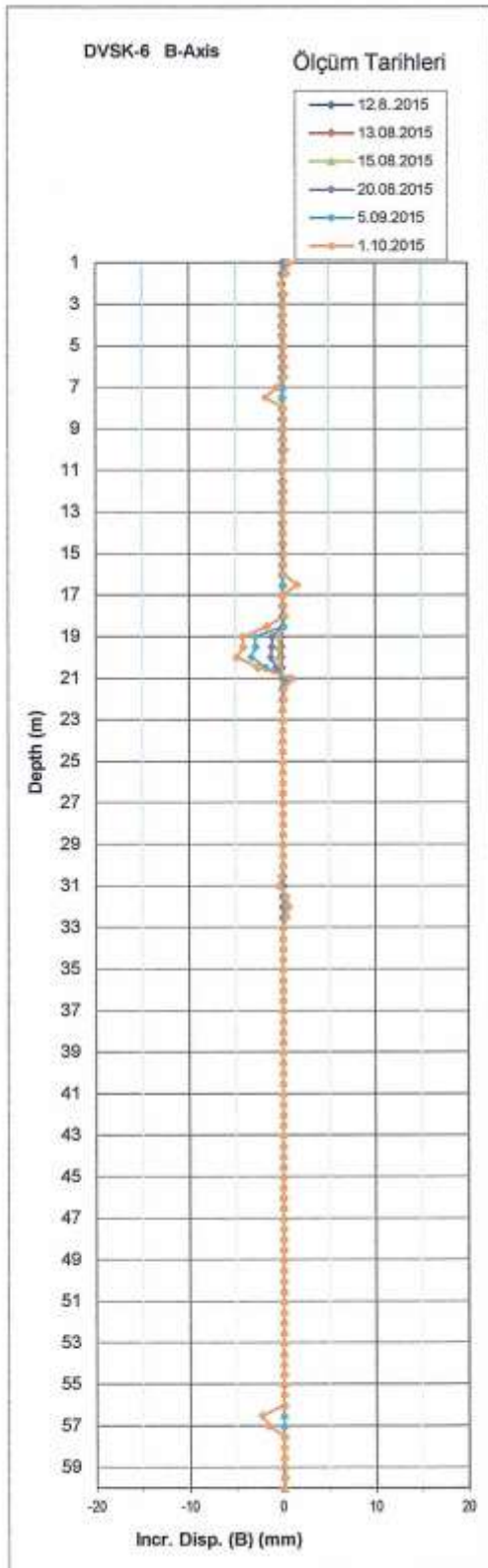


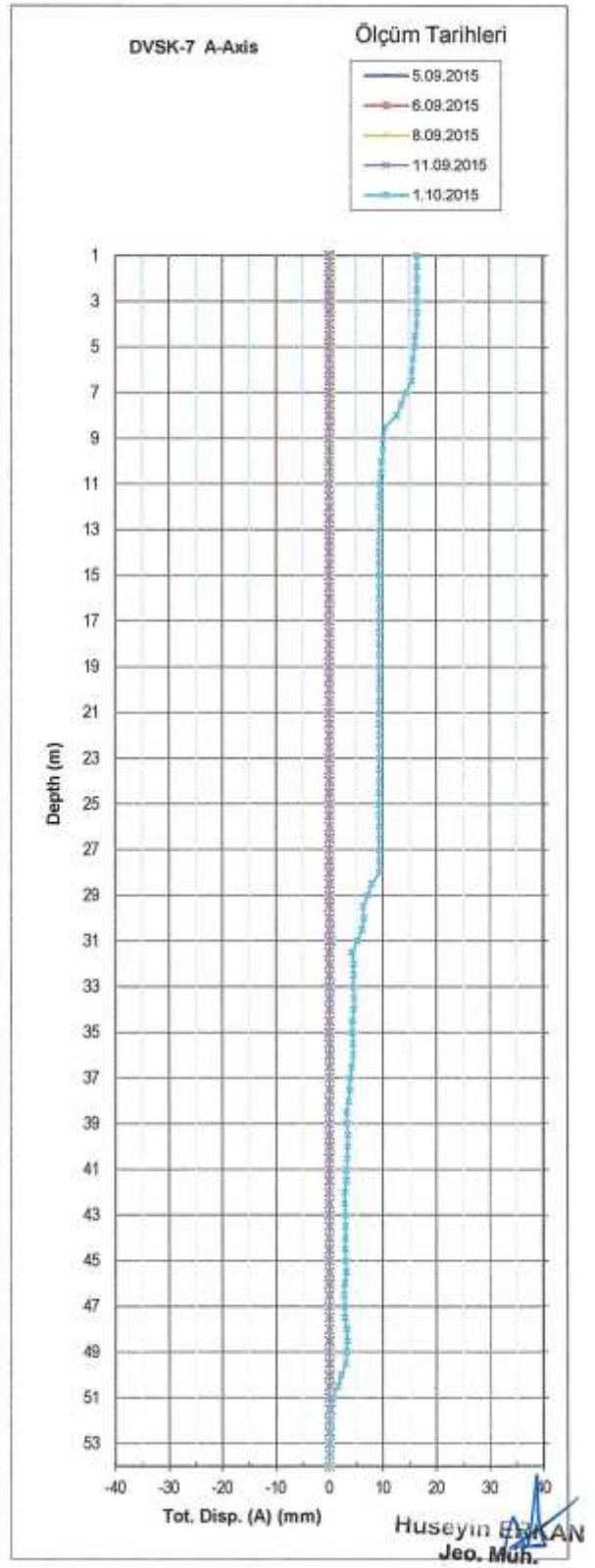
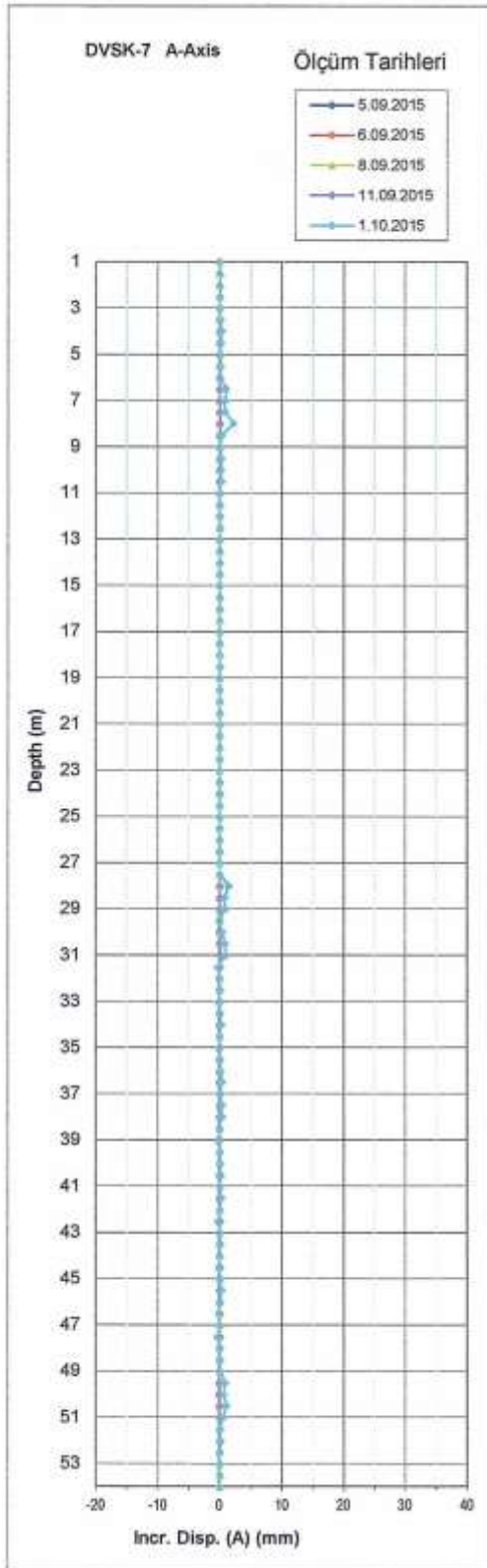


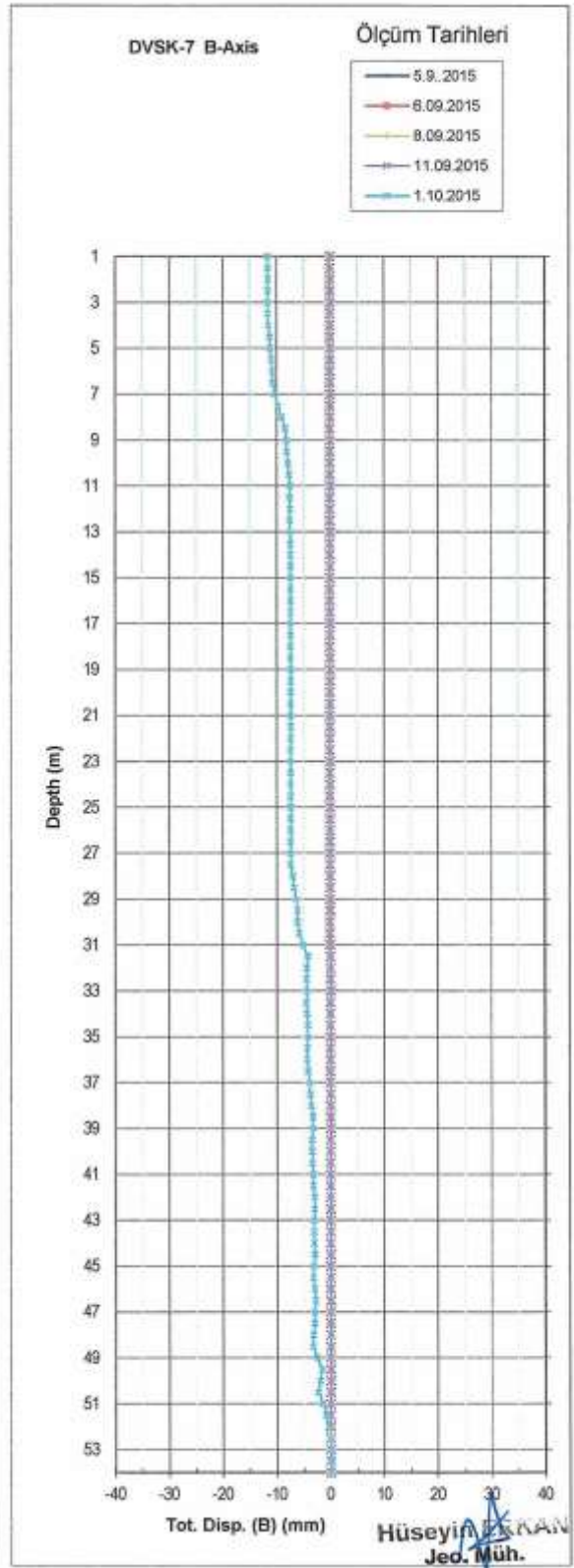
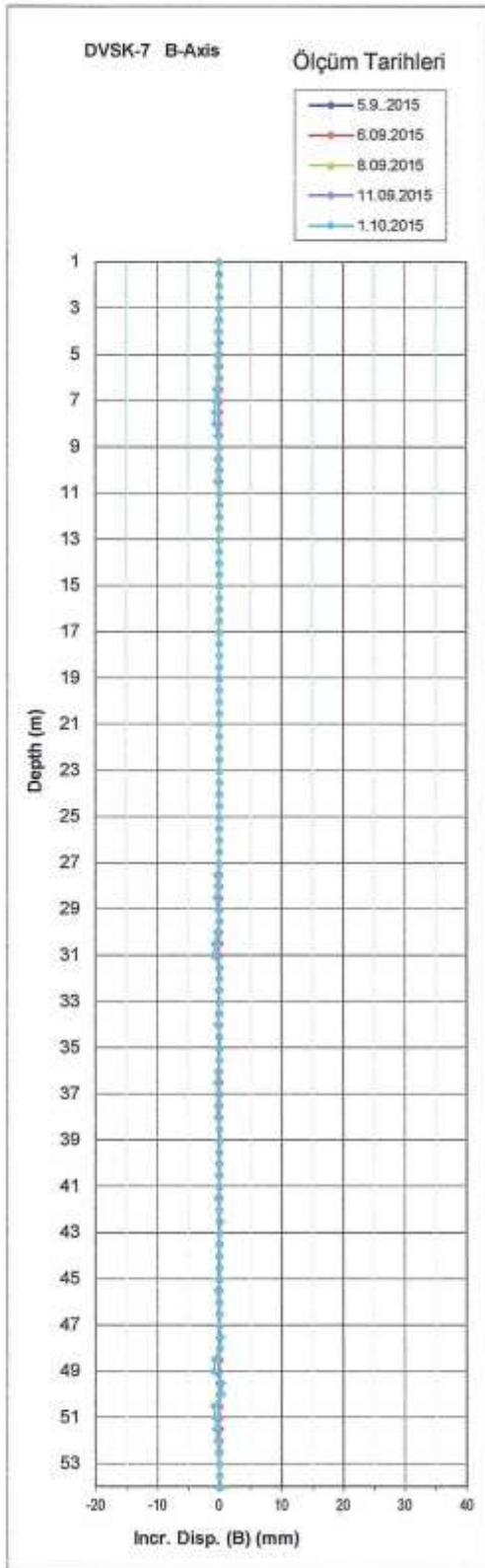












EK 4. Literatür

Literatür 1. Zeminler için tipik indeks özellikleri

ICS 91.040

TÜRK STANDARDI

TS 498/Kasım 1997

ÇİZELGE 1 - Kohezyonsuz Zemin Özellikleri Hesap Değerleri

Sıra No	Zemin türü	Sembol	Sıklık	Birim Hacim Ağırlık			Kayma Direnci Açısı ϕ Derece
				Tabii γ_0	Doymun γ_s	Batık γ'	
				kN/m ³	t/m ³ (kN/m ³)	t/m ³ (kN/m ³)	
1	İyi derecelenmiş kum, az siltli kum, kum-çakıl	$C_u \leq 6$ olan SW, SM	Gevşek	17,0	19,0	9,0	30
2			Orta Sıkı	18,0	20,0	10,0	32,5
3			Sıkı	19,0	21,0	11,0	35
4	İyi derecelenmiş az kumlu çakıl, yassı çakıl ve taş	GW	Gevşek	17,0	19,0	9,0	32,5
5			Orta Sıkı	18,0	20,0	10,0	35
6			Sıkı	19,0	21,0	11,0	37,5
7	Kötü derecelenmiş kum, kum-çakıl ve çakıl	$6 < C_u \leq 15$ olan SP, SM, GP	Gevşek	18,0	20,0	10,0	30
8			Orta Sıkı	19,0	21,0	11,0	32,5
9			Sıkı	20,0	22,0	12,0	35
10	Kötü derecelenmiş kum, kum-çakıl, az siltli çakıl	$C_u \geq 15$ olan SP, SM, GP veya GM	Gevşek	18,0	20,0	10,0	30
11			Orta Sıkı	20,0	22,0	12,0	32,5
12			Sıkı	22,0	24,0	14,0	35

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ Uniformluk katsayısı}$$

Gevşek 0,15 < Dr < 0,3

Ortasıkı 0,30 < Dr < 0,50

Sıkı 0,50 < Dr < 0,75

D₁₀ : Elek analizinde elekten geçen malzemenin % 10'unun tekabül ettiği dane büyüklüğüD₆₀ : Elek analizinde elekten geçen malzemenin % 60'ının tekabül ettiği dane büyüklüğü

$$\text{Sıklık Oranı } Dr = \frac{e_{\max} - e_0}{e_{\max} - e_{\min}}$$

e_{max} = En büyük boşluk oranıe₀ = Tabii boşluk oranıe_{min} = En küçük boşluk oranı

UDK 624.042-351.78

TÜRK STANDARDI

TS 498/Kasım 1997

ÇİZELGE 2 - Kohezyonlu Zemin ve Organik Zeminlerin Hesap Değerleri

Sıra No.	Zemin Türü	Sembolü	Kıvamı	Birim Hacim Ağırlık		Etkelil Kayma Direnci Açısı ϕ' Derece	Kohezyon	
				Su Üstü kN/m ³	Batık kN/m ³ ϕ		c' kN/m ²	c _u N/m ²
1	Yüksek Plastisiteli İnorganik kohezyonlu zeminler ($w_L > \%50$)	CH MH	Yumuşak Kati Ortasert	18,0	8,0	17,5	0	50
				19,0	9,0	17,5	10	35
				20,0	10,0	17,5	25	75
2	Orta Plastisiteli İnorganik kohezyonlu zeminler ($\%50 > w_L \geq \%35$)	CL ML	Yumuşak Kati Ortasert	19,0	9,0	22,5	0	5
				19,5	9,5	22,5	5	25
				20,5	10,5	22,5	10	90
3	Düşük Plastisiteli inorganik kohezyonlu zeminler ($w_L < \%35$)	OL CL ML	Yumuşak Kati Ortasert	20,0	10,0	27,5	0	0
				20,5	10,5	27,5	2	15
				21,5	11,0	27,5	5	40
4	Organik kil, organik silt	OH OL	Yumuşak Kati	14,0	4,0	15	0	10
				17,0	7,0	15	0	20

Yumuşak : 0,50 < K < 0,75
Kati : 0,75 < K < 1,00
Ortasert : K > 1,00

Bağıl kıvam değeri (K) = $(w - w_L) / (w_L - w_P)$ w_L = Akmada katılaşmaya geçme sınırındaki su muhtevası (Likit Limit)w_P = Tabii su muhtevasıw_c = Katıdan orta sertliğe geçme sınırındaki su muhtevası (Plastik Limit)

Table 5.8 Typical Peak Drained Strengths for Compacted Cohesive Soils

Unified classification	Relative compaction, RC ^a (%)	Effective stress cohesion, c' (kPa)	Effective stress friction angle, ϕ' (deg)
SM-SC	100	15	33
SC	100	12	31
ML	100	9	32
CL-ML	100	23	32
CL	100	14	28
MH	100	21	25
CH	100	12	19

Source: After U.S. Dept. Interior (1973).

^aRC, relative compaction by USBR standard method, same energy as the Standard Proctor compaction test.

Literatür 2. Zemin Sıklık/Katılık Ölçütleri

Compactness	D_{rt} †	N (SPT)
Very loose	<0.15	<4
Loose	0.15-0.35	4-10
Medium dense	0.35-0.65	10-30
Dense (compact)	0.65-0.85	30-50
Very dense	0.85-1.0	>50

*For correlations with various gradations see Table 3.5.

†From Gibbs and Holtz (1957).¹⁵

SPT & Sıklık ve SPT & Kıvam Korelasyonları

*Geotechnical Engineering
Analysis and Evaluation
Roy E.HUNT, 1986.*

Consistency	N (SPT)	U_{cr} tsf	q_{cr} tsf*
Very soft	2	0.25	—
Soft	2-4	0.25-0.5	0.25-1.0
Medium (firm)	4-8	0.5-1.0	1.0-2.0
Stiff	8-15	1.0-2.0	2.0-3.0
Very stiff	15-30	2.0-4.0	3.0-6.0
Hard†	30	4.0	6.0-12.0

*From a sampling of building codes from a number of U.S. cities.

†Including hardpan or glacial till.

**TABLE 3-5
Consistency of saturated cohesive soils***

Consistency		N_{70}	q_u , kPa	Remarks
Very soft	NC	0-2	< 25	Squishes between fingers when squeezed
Soft		3-5	25 - 50	Very easily deformed by squeezing
Medium	Young clay	6-9	50 - 100	??
Stiff	Aged/ cemented	10-16	100 - 200	Hard to deform by hand squeezing
Very stiff		17-30	200 - 400	Very hard to deform by hand squeezing
Hard		> 30	> 400	Nearly impossible to deform by hand

* Blow counts and OCR division are for a guide—in clay "exceptions to the rule" are very common.

SPT & Drenajsız Kayma Mukavemeti Korelasyonları

*Foundation Analysis and Design
J.E.BOWLES, 1986.*

TABLE 3-4
Empirical values for ϕ , D_r , and unit weight of granular soils based on the SPT at about 6 m depth and normally consolidated [approximately, $\phi = 28^\circ + 15^\circ D_r (\pm 2^\circ)$]

Description	Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
Relative density D_r	0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT N'_{70} : fine	1-2	3-6	7-15	16-30	?
medium	2-3	4-7	8-20	21-40	> 40
coarse	3-6	5-9	10-25	26-45	> 45
ϕ : fine	26-28	28-30	30-34	33-38	
medium	27-28	30-32	32-36	36-42	< 50
coarse	28-30	30-34	33-40	40-50	
γ_{wet} , kN/m ³	11-16*	14-18	17-20	17-22	20-23

* Excavated soil or material dumped from a truck has a unit weight of 11 to 14 kN/m³ and must be quite dense to weigh much over 21 kN/m³. No existing soil has a $D_r = 0.00$ nor a value of 1.00. Common ranges are from 0.3 to 0.7.

The following are several SPT N -value correlations for angle of friction ϕ . The top two of Eq. (3-5) are from Shioi and Fukui (1982), who obtained them from the Japanese Railway Standards:

$$\begin{aligned}\phi &= \sqrt{18N'_{70} + 15} \\ \phi &= 0.36N'_{70} + 27 \\ \phi &= 4.5N'_{70} + 20 \text{ (in general)}\end{aligned}\quad (3-5)$$

The top equation of this set is for roads and bridges, and the second is for buildings (refer also to Table 3-4).

A relationship for N and D_r was proposed indirectly by Meyerhof (1957) as

$$\frac{N}{D_r^2} = A + Bp'_o \quad (3-5a)$$

For this equation Skempton (1986), using a database of five different soils, found that A and B are site-dependent with a range in A of 15 to about 54 and in B from 0.306 to 0.204 (using the N'_{70} base). This spread is such that using average values for A and B is somewhat risky; however, using averages we obtain

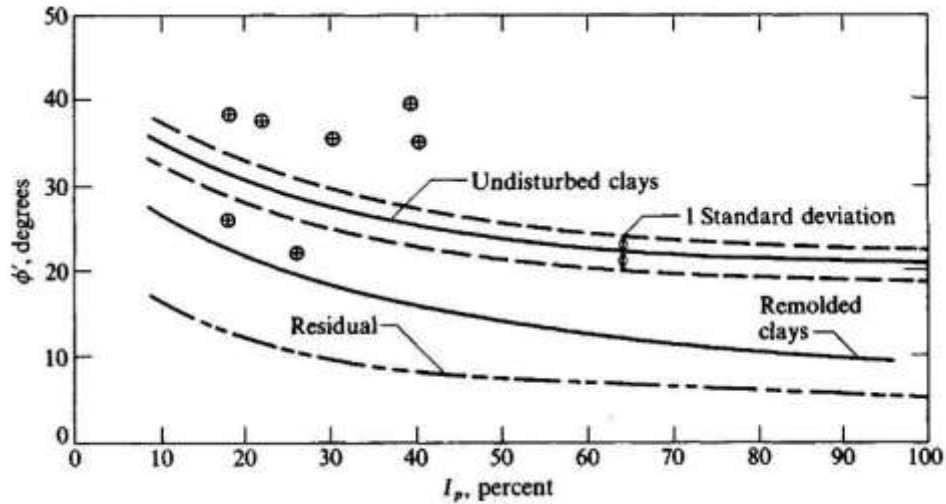
$$\frac{N'_{70}}{D_r^2} = 32 + 0.288p'_o \quad (3-5b)$$

with p'_o in kPa. For an average unit weight γ of 16 to 17 kN/m³ and a depth of about 6 m one obtains $N'_{70}/D_r^2 \approx 60$, which was also used as a guide in designating the N values for normally consolidated sands of Table 3-4. For overconsolidated sands ($OCR > 1$), Skempton (1986) suggested the following adjustment:

$$\frac{N'_{70}}{D_r^2} = A + BC_{OCR}p'_o \quad (3-5c)$$

Literatür 3. Killer için efektif içsel sürtünme açısı

Figure 2-35 Correlation between ϕ' and plasticity index I_p for normally consolidated (including marine) clays. Approximately 80 percent of data falls within one standard deviation. Only a few extreme scatter values are shown [Data from several sources: Ladd et al. (1977), Bjerrum and Simons (1960), Kanja and Wolie (1977), Olsen et al. (1986).]



Literatür 4. Killer için PI değerine bağlı drenajsız kayma mukavemeti değeri

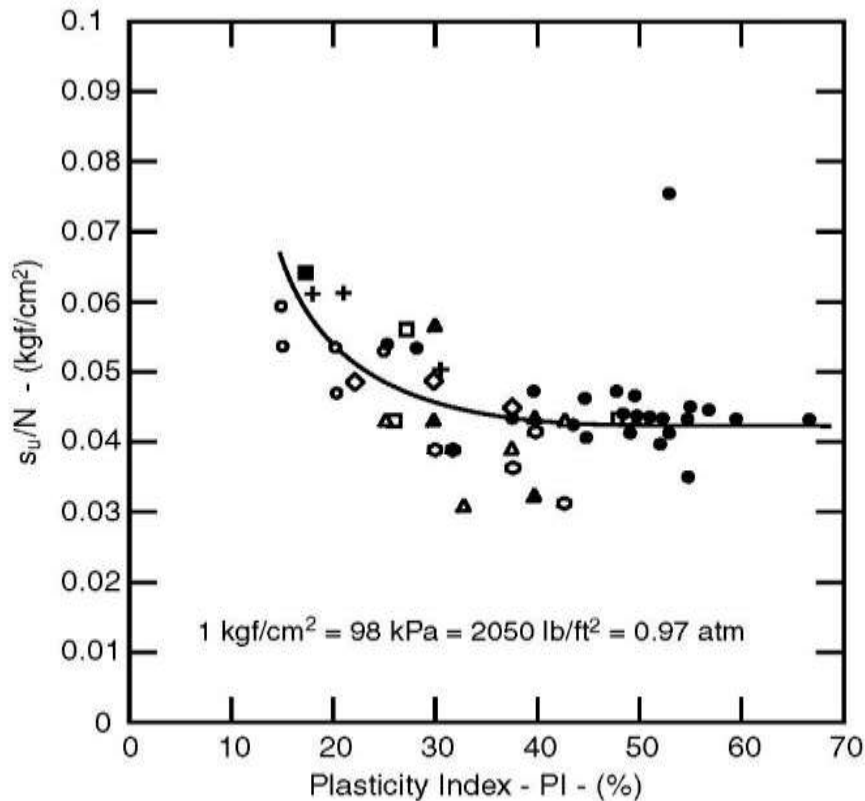


Figure 5.16 Variation of the ratio of undrained shear strength (s_u) divided by SPT blow count (N), with plasticity index for clay. (After Terzaghi et al., 1996.)

Literatür 5. Granüler Zeminlerde Kullanılabilecek İçsel Sürtünme Açısı Değerleri

Material	Compactness	D_u , %	N^*	γ_{dry} , g/cm ³	Void ratio e	Strength ϕ
GW: well-graded gravels, gravel- sand mixtures	Dense	75	90	2.21	0.22	40
	Medium dense	50	55	2.08	0.28	36
	Loose	25	<28	1.97	0.70	32
GP: poorly graded gravels, gravel- sand mixtures	Dense	75	70	2.04	0.51	38
	Medium dense	50	50	1.92	0.39	35
	Loose	25	<20	1.83	0.47	32
SW: well-graded sands, gravelly sands	Dense	75	65	1.89	0.43	37
	Medium dense	50	35	1.79	0.49	34
	Loose	25	<15	1.70	0.57	30
SP: poorly graded sands, gravelly sands	Dense	75	50	1.76	0.52	36
	Medium dense	50	30	1.67	0.60	33
	Loose	25	<10	1.59	0.65	29
SM: silty sands	Dense	75	45	1.65	0.62	35
	Medium dense	50	25	1.55	0.74	32
	Loose	25	<8	1.49	0.80	29
ML: inorganic silts, very fine sands	Dense	75	35	1.49	0.80	33
	Medium dense	50	20	1.41	0.90	31
	Loose	25	<4	1.35	1.0	27

*N is blows per foot of penetration in the SPT. Adjustments for gradation are after Burmister (1962).²⁸ See Table 6.4 for general relationships of D_u vs. N .

¹Density given is for $G_s = 2.65$ (quartz grains).

²Friction angle ϕ depends on mineral type, normal stress, and grain angularity as well as D_u and gradation (see Fig. 3.28).

**From Hunt (1984).³ Reprinted with permission of McGraw-Hill Book Company.

Table 5.67 Internal friction angle, ϕ' , of granular materials in degrees, after Leonards (1962)

Type of material	Compaction	Round particles, uniformly graded	Angular particles, well graded
Medium sand	Loose	28-30	32-34
	Medium dense	32-34	36-40
	Very dense	35-38	44-46
Sand and gravel			
65% gravel + 35% sand	Loose		39
65% gravel + 35% sand	Medium dense	37	41
80% gravel + 20% sand	Dense		45
80% gravel + 20% sand	Loose	34	
Quarried rock		40-55	

For armourstone used in revetments in shallow water, ie $h < 1$ m, the internal friction angle of the armourstone can be set to: $\phi' = 55$ degrees.

Non-cohesive materials dumped or discharged through water will be in a loose state. For armourstone or rockfill material, the actual friction angle may vary between 25 and 55

Literatür 6. Çeşitli Kaya Birimlere Ait Jeoteknik Özellikler Tablosu

278 FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN

TABLE 4-11
Range of properties for selected rock groups; data from several sources

Type of rock	Typical unit wt., kN/m ³	Modulus of elasticity E , MPa $\times 10^3$	Poisson's ratio, μ	Compressive strength, MPa
Basalt	28	17–103	0.27–0.32	170–415
Granite	26.4	14–83	0.26–0.30	70–276
Schist	26	7–83	0.18–0.22	35–105
Limestone	26	21–103	0.24–0.45	35–170
Porous limestone		3–83	0.35–0.45	7–35
Sandstone	22.8–23.6	3–42	0.20–0.45	28–138
Shale	15.7–22	3–21	0.25–0.45	7–40
Concrete	15.7–23.6	Variable	0.15	15–40

*Depends heavily on confining pressure and how determined; E = tangent modulus at approximately 50 percent of ultimate compression strength.

Literatür 7. Zeminlerin Elastisite Modülleri

TABLE 5-6
Equations for stress-strain modulus E_s by several test methods (continued)

E_s in kPa for SPT and units of q_c for CPT; divide kPa by 50 to obtain ksf. The N values should be estimated as N_{25} and not N_{70} . Refer also to Tables 2-7 and 2-8.

Soil		
Use the undrained shear strength s_u in units of s_u		
Clay and silt	$I_p > 30$ or organic	$E_s = (100 \text{ to } 500)s_u$
Silty or sandy clay	$I_p < 30$ or stiff	$E_s = (500 \text{ to } 1500)s_u$
		Again, $E_{s,OCR} = E_{s,uc} \sqrt{OCR}$
		Use smaller s_u -coefficient for highly plastic clay.
Of general application in clays is		
	$E_s = K s_u$	(units of s_u) (a)
where K is defined as		
	$K = 4200 - 142.54I_p + 1.73I_p^2 - 0.0071I_p^3$	(b)
and I_p = plasticity index in percent. Use $20\% \leq I_p \leq 100\%$ and round K to the nearest multiple of 10.		
Another equation of general application is		
	$E_s = 9400 - 8900I_p + 11600I_c - 8800S$ (kPa)	(c)
I_p, I_c, S = previously defined above and/or in Chap. 2		

TABLE 4.4
TYPICAL RANGES FOR ELASTIC CONSTANTS OF VARIOUS MATERIALS*

Material	Young's modulus E_p tsf. kg/cm ²	Poisson's ratio ν	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: Sils, 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	4 N_1 7 N_1 10 N_1 12 N_1
Loess Silt	150-600 20-200	0.1-0.3 0.3-0.35		
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 ⁵	0.25-0.33 0.25-0.33		
Sound, intact sandstone and limestone	4-8 × 10 ⁵	0.25-0.30		
Sound, intact shale Coal	1-4 × 10 ⁵ 1-2 × 10 ⁵			
OTHER MATERIALS				
Wood Concrete Ice Steel	1.2-1.5 × 10 ⁵ 2-3 × 10 ⁵ 7 × 10 ⁵ 21 × 10 ⁵	0.15-0.25 0.36 0.28-0.29		

*After CGS (1978)¹ and Lambe and Whitman (1969)²†After NAVFAC (1982)²³NOTE: Use N values corrected for depth N_1 .

SPT & Elastisite Modülüs Korelasyonları

Geotechnical Engineering Analysis and Evaluation
Roy E.HUNT, 1986.

TABLE 5-6

Equations for stress-strain modulus E_s by several test methods

E_s in kPa for SPT and units of q_c for CPT; divide kPa by 50 to obtain ksf. The N values should be estimated as N_{55} and not N_{70} . Refer also to Tables 2-7 and 2-8.

Soil	SPT	CPT
Sand (normally consolidated)	$E_s = 500(N + 15)$	$E_s = (2 \text{ to } 4)q_u$
	$= 7000\sqrt{N}$	$= 8000\sqrt{q_c}$
	$= 6000N$	— — —
	— — —	$E_s = 1.2(3D_r^2 + 2)q_c$
	$\ddagger E_s = (15\,000 \text{ to } 22\,000) \cdot \ln N$	$*E_s = (1 + D_r^2)q_c$
Sand (saturated)	$E_s = 250(N + 15)$	$E_s = Fq_c$
		$e = 1.0 \quad F = 3.5$
		$e = 0.6 \quad F = 7.0$
Sands, all (norm. consol.)	$\S E_s = (2600 \text{ to } 2900)N$	
Sand (overconsolidated)	$\dagger E_s = 40\,000 + 1050N$	$E_s = (6 \text{ to } 30)q_c$
	$E_{s(\text{OCR})} \approx E_{s,nc} \sqrt{\text{OCR}}$	
Gravelly sand	$E_s = 1200(N + 6)$	
	$= 600(N + 6) \quad N \leq 15$	
	$= 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15$	
Clayey sand	$E_s = 320(N + 15)$	$E_s = (3 \text{ to } 6)q_c$
Silts, sandy silt, or clayey silt	$E_s = 300(N + 6)$	$E_s = (1 \text{ to } 2)q_c$
	If $q_c < 2500$ kPa use	${}^{\S}E'_s = 2.5q_c$
	$2500 < q_c < 5000$ use	$E'_s = 4q_c + 5000$
	where	
	$E'_s = \text{constrained modulus} = \frac{E_s(1 - \mu)}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)} = \frac{1}{m_o}$	
Soft clay or clayey silt		$E_s = (3 \text{ to } 8)q_c$

TABLE 2-8
Value range* for the static stress-strain modulus E_s for selected soils (see also Table 5-6)

Field values depend on stress history, water content, density, and age of deposit

Soil	E_s , MPa
Clay	
Very soft	2-15
Soft	5-25
Medium	15-50
Hard	50-100
Sandy	25-250
Glacial till	
Loose	10-150
Dense	150-720
Very dense	500-1440
Loess	15-60
Sand	
Silty	5-20
Loose	10-25
Dense	50-81
Sand and gravel	
Loose	50-150
Dense	100-200
Shale	150-5000
Silt	2-20

*Value range is too large to use an "average" value for design.

Literatür 8. Zemin Sınıfı ve Hidrolik Geçirimsizlik (Permeabilite) Korelasyonları

	TABLE 2.8 TYPICAL PERMEABILITY COEFFICIENTS FOR VARIOUS MATERIALS*								
	Particle-size range				"Effective" size		Permeability coefficient k		
	Inches		Millimeters		D_{20} , in	D_{20} , mm	ft/year	ft/month	cm/s
	D_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}					
TURBULENT FLOW									
Derrick stone	120	30			48		100×10^6	100×10^3	100
One-man stone	12	4			6		30×10^6	30×10^3	30
Clean, fine to coarse gravel	3	N	80	10	N		10×10^6	10×10^3	10
Fine, uniform gravel	N	N ₆₀	8	1.5	N		5×10^6	5×10^3	5
Very coarse, clean, uniform sand	N	N ₄	3	0.8	N ₆₀		3×10^6	3×10^3	3
LAMINAR FLOW									
Uniform, coarse sand	N	N ₆₀	2	0.5		0.6	0.4×10^6	0.4×10^3	0.4
Uniform, medium sand			0.5	0.25		0.3	0.1×10^6	0.1×10^3	0.1
Clean, well-graded sand and gravel			10	0.05		0.1	0.01×10^6	0.01×10^3	0.01
Uniform, fine sand			0.25	0.05		0.06	4000	400	40×10^{-4}
Well-graded, silty sand and gravel			5	0.01		0.02	400	40	4×10^{-4}
Silty sand			<	0.005		0.01	100	10	10^{-4}
Uniform silt			0.05	0.005		0.006	50	5	0.5×10^{-4}
Sandy clay			1.0	0.001		0.002	5	0.5	0.05×10^{-4}
Silty clay			0.05	0.001		0.0015	1	0.1	0.01×10^{-4}
Clay (30 to 50% clay sizes)			0.05	0.0005		0.0008	0.1	0.01	0.001×10^{-4}
Colloidal clay ($-2\mu \leq 50\%$)			0.01	10 Å		40 Å	0.001	10^{-4}	10^{-4}

*From Hough (1957).¹⁸ Reprinted with permission of John Wiley & Sons, Inc.

	k, cm/s	Intact rock	Porosity n, %	Fractured rock	Soil
Practically impermeable	10^{-10}	Massive low-porosity rocks	0.1-0.5		Homogeneous clay below zone of weathering
	10^{-9}				
	10^{-8}				
	10^{-7}				
Low discharge, poor drainage	10^{-6}	Weathered granite Schist	5.0-30.0	Clay-filled joints	Very fine sands, organic and inorganic silts, mixtures of sand and clay, glacial till, stratified clay deposits
	10^{-5}				
	10^{-4}				
	10^{-3}				
High discharge, free draining	10^{-2}			jointed rock	Clean sand, clean silt and gravel mixtures
	10^{-1}				
	1.0				
	10^1				
	10^2				
				Heavily fractured rock	Clean gravel

*After Hoek and Bray (1977).²⁰

Literatür 9. Zemin Çivileri İçin Geçerli Bağ Gerilme Değerleri

CHAPTER 2 – BACKGROUND

experience and as noted in the SOP (FHWA, 2006), HBSNs are initially classified as rotary drilled when referring to Table 1. As an alternative, jet grouted SBSNs may be similar to HBSNs; however, the relatively low pressures used in the installation of HBSNs may not result in an increase of the hole diameter as significant as that typically seen in high pressure jet grouted SBSNs (FHWA, 2006). The differences in installation and bond strength of SBSNs and HBSNs will be presented and discussed in a subsequent section of this report.

Table 1. Estimated bond strength of soil nails in soil and rock.

Material	Construction Method	Soil/Rock Type	Ultimate Bond Strength, q_u (kPa)
Rock	Rotary Drilled	Marl/limestone	300 - 400
		Phyllite	100 - 300
		Chalk	500 - 600
		Soft dolomite	400 - 600
		Fissured dolomite	600 - 1000
		Weathered sandstone	200 - 300
		Weathered shale	100 - 150
		Weathered schist	100 - 175
		Basalt	500 - 600
		Slate/Hard shale	300 - 400
Cohesionless Soils	Rotary Drilled	Sand/gravel	100 - 180
		Silty sand	100 - 150
		Silt	60 - 75
		Piedmont residual	40 - 120
		Fine colluvium	75 - 150
	Driven Casing	Sand/gravel low overburden	190 - 240
		high overburden	280 - 430
		Dense Moraine	380 - 480
		Colluvium	100 - 180
		Augered	Silty sand fill
Silty fine sand	55 - 90		
Silty clayey sand	60 - 140		
Jet Grouted	Sand	380	
	Sand/gravel	700	
Fine-Grained Soils	Rotary Drilled	Silty clay	35 - 50
	Driven Casing	Clayey silt	90 - 140
		Augered	Loess
	Soft clay		20 - 30
	Stiff clay		40 - 60
	Stiff clayey silt		40 - 100
	Calcareous sandy clay		90 - 140

From Elias and Juran, 1991 and reproduced in Geotechnical Engineering Circular No. 7 (GEC 7), Soil Nail Walls (FHWA, 2003).

Notes: Convert values in kPa to psf by multiplying by 20.9
Convert values in kPa to psi by multiplying by 0.145

Literatür 10. Soketli ankraj kök boyları için kohezyonlu zeminlerdeki çevre sürtünme değerleri

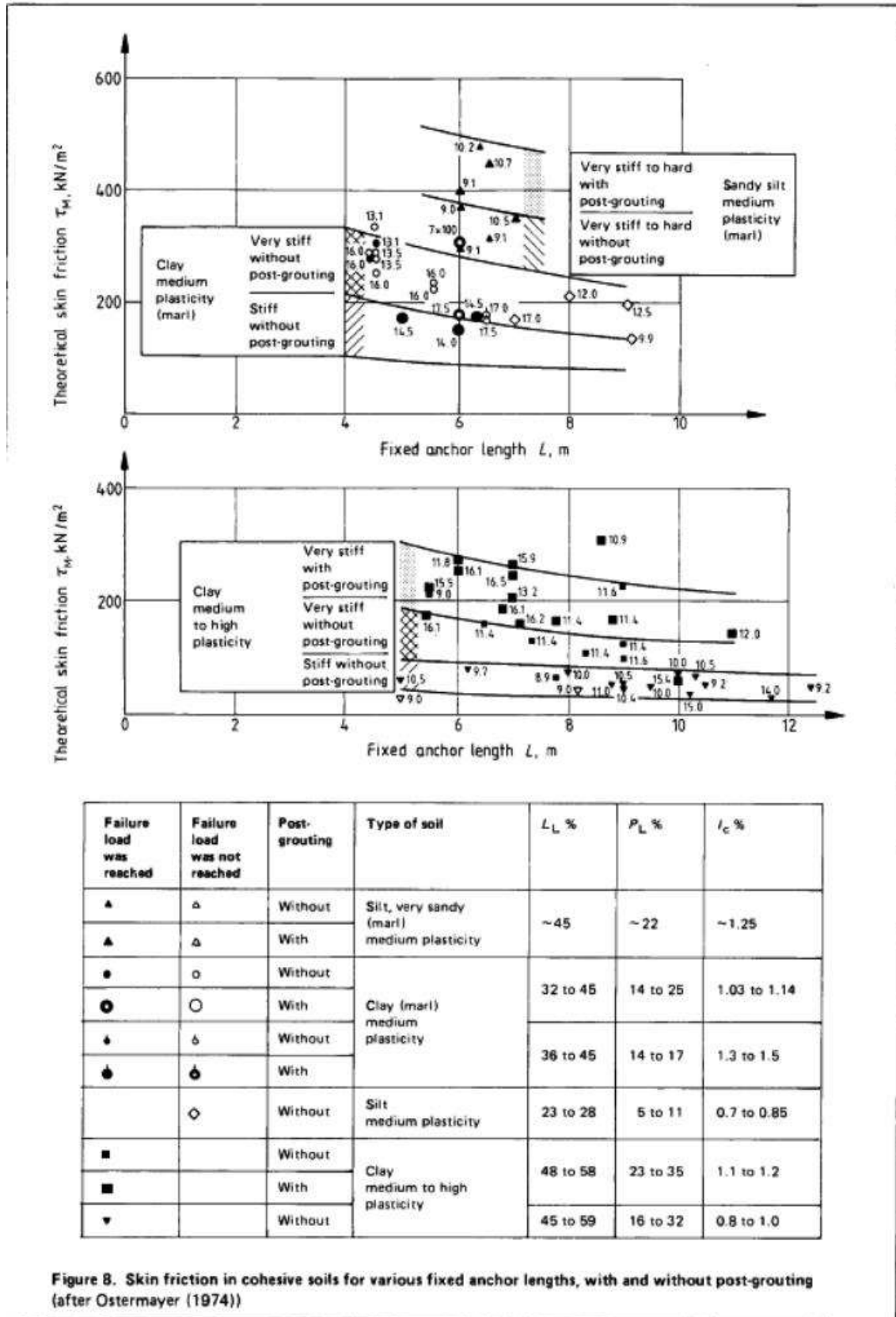


Figure 8. Skin friction in cohesive soils for various fixed anchor lengths, with and without post-grouting (after Ostermayer (1974))

Literatür 11. Ön germeli tendon tasarımı için karakteristik dayanım ve boyut değerleri

Table 4. Typical sizes and specified characteristic strengths for prestressing tendon design				
Type of steel	Nominal diameter	Specified characteristic strength	Nominal steel area	
Non-alloy steel Wire 7-wire strand 7-wire drawn strand	mm	kN	mm ²	
	7.0	60.4	38.5	
	12.9	186	100	
	15.2	232	139	
	15.7	265	150	
	12.7	209	112	
	15.2	300	165	
	18.0	380	223	
	Low alloy steel bar Grade 1030/835 Grade 1230/1080*	26.5	568	552
32		830	804	
36		1048	1018	
40		1300	1257	
25		600	491	
32		990	804	
36		1252	1018	
Stainless steel Wire Bar		7	44.3	38.5
		25	491	491
	32	804	804	
	40	1257	1257	
* This grade is not covered in BS 4486.				

ÖZGEÇMİŞ

Mahmut PEHLİVAN, Trabzon ili Akçaabat ilçesinde doğdu. İlkokul ve ortaokulu Akçaabat ilçesinde, lise eğitimini Akçaabat Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne 2008 yılında başladı. 2008-2012 yılları arasında lisans eğitimini tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimine 2012 yılında başladı. 2012-2014 yılları arasında inşaat sektöründe çalışmalar yaptı. 2014 yılında PTT Başmüdürlüğünde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Evli ve bir çocuk babası olan Mahmut PEHLİVAN İngilizce bilmektedir.