KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GİRESUN-ESPİYE SAHİL YOLU İNŞAATI (KM: 1+030 - 1+170) SAĞ YAMACININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurdan ŞAHİN

HAZİRAN 2011 TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GİRESUN-ESPİYE SAHİL YOLU İNŞAATI (KM: 1+030 - 1+170) SAĞ YAMACININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeoloji Mühendisi Nurdan ŞAHİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce "JEOLOJİ YÜKSEK MÜHEDİSİ" Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih	:	11.05.2011
Tezin Savunma Tarihi	:	17.06.2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fikri BULUT

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Nurdan ŞAHİN tarafından hazırlanan

GİRESUN-ESPİYE SAHİL YOLU İNŞAATI (KM: 1+030 - 1+170) SAĞ YAMACININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 17 / 05 / 2011 gün ve 1405 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 17 / 06 / 2011 tarihinde yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan	: Prof. Dr. Fikri BULUT	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Hakan ERSOY	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Zekai ANGIN	

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Çalışmada Giresun-Espiye karayolunun Km: 1+030 - 1+170 heyelan alanının 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanından alınan zemin örneklerinin laboratuar çalışmaları ile jeoteknik özellikleri belirlenmiş ve elde edilen verilerden yararlanılarak inceleme alanının stabilite analizleri yapılmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yapan, arazi, laboratuar ve büro çalışmalarında her türlü desteğinden ve önerilerinden yararlandığım hocam Prof. Dr. Fikri BULUT'a ve her zaman bilgilerinden yararlandığım, Prof. Dr. Cemil YILMAZ, Yrd. Doç. Dr. Hakan ERSOY ve Arş. Gör. Seda ÇELLEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarımda bana yardımcı olan Jeo. Yük. Müh. Sebehattin GÜNER ve babam Nevzat ŞAHİN'e, kardeşim Onur ŞAHİN'e, laboratuar çalışmalarıma katkıda bulunan Mak. Müh. Erdoğan TİMURKAYNAK'a, petrografik çalışmalarda çalışmalarıma katkıda bulunan Jeo. Yük. Müh. Özgür BİLİCİ ve Jeo. Müh. Tuğba DURSUN'a, büro çalışmalarında katkıda bulunan Arş. Gör. Emine TÜRK, Arş. Gör. Esra HATİOĞLU, Jeo. Müh. Samet SAKA, Jeo. Müh. İsmail. YILDIRIM, Jeo. Müh. Bilgehan KUL'a ve desteğini hiç eksik etmeyen annem Nejla ŞAHİN'e ve kuzenim Zehra ŞAHİNe katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

> Nurdan ŞAHİN Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Giresun-Espiye Sahil Yolu İnşaatı (Km: 1+030 - 1+170) Sağ Yamacının Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi" başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Fikri BULUT'un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 20/06/2011

Nurdan ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

<u>Sayfa No</u>

ÖNSÖZ		Ш
TEZ BEY.	ANNAMESİI	V
İÇİNDEK	İLER	V
ÖZET	V	Ш
SUMMAR	۲۶ I	Χ
ŞEKİLLEI	R DİZİNİ	Х
TABLOL	AR DİZİNİ X	Ш
SEMBOL	LER DİZİNİXI	V
1.	GENEL BİLGİLER	1
1.1.	Amaç ve Kapsam	1
1.2.	Çalışma Alanının Coğrafik Konumu	1
1.3.	Morfoloji	1
1.4.	Ulaşım ve Yerleşim	1
1.5.	İklim ve Bitki Örtüsü	2
1.6.	Önceki Çalışmalar	4
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
2.1.	Giriş	6
2.2.	Çalışma Alanında Yapılan Jeoteknik Sondaj Çalışmaları	6
2.3.	Laboratuar Deneyleri İçin Örnek Alımı	6
2.4.	Jeoteknik Özellikler	7
2.4.1.	Zeminin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	7
2.4.1.1.	Porozite (n)	7
2.4.1.2.	Boşluk Oranı (e)	7
2.4.1.3.	Doygunluk Derecesi (S)	7
2.4.1.4.	Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_{doy})	8
2.4.1.5.	Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)	8
2.4.1.6.	Batık Birim Hacim Ağırlık (γ')	8
2.4.1.7.	Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)	8

2.4.1.8.	Su Muhtevası (w)	
2.4.1.9.	Özgül Ağırlık	
2.4.2.	Dane Dağılımı	10
2.4.3.	Kıvam Limitleri	12
2.4.3.1.	Likit Limit	12
2.4.3.2.	Plastik Limit	13
2.4.3.3.	Plastisite İndisi	13
2.4.3.4.	Rötre (Büzülme) Limit, Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi	15
2.4.4.	Killerin Aktivite ve Şişme Potansiyeline Göre Sınıflandırılması	16
2.4.5.	Kil Minerallerinin İncelenmesi	17
2.4.6.	Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS)	18
2.4.7.	AASHTO Sınıflandırılması	23
2.4.8.	Kayma Dayanımı Parametreleri	25
2.4.8.1.	Kesme Kutusu Deneyi	25
2.4.8.2.	Serbest Basınç Dayanımı	27
2.4.9.	Stabilite (Duraylılık) Analizleri	30
2.4.9.1.	Limit Gerilme Yöntemi	31
2.4.9.2.	Limit Denge Yöntemi	32
2.4.9.2.1.	Fellenius (İsveç Dilim) Yöntemi	37
2.4.9.2.2.	Basitleştirilmiş Bishop Yöntemi	40
2.4.9.2.3.	Sadeleştirilmiş Janbu Yöntemi	42
3.	BULGULAR	45
3.1.	İnceleme Alanının Genel Jeolojisi	45
3.1.1.	Çağlayan Formasyonu	45
3.1.2.	Alüvyon	55
3.2.	Yapısal Jeoloji	55
3.2.1.	Tabakalar	55
3.2.2.	Çatlaklar	56
3.3.	Depremsellik	56
3.4.	Heyelan Mekanizması	57
3.5.	Temel Sondajları	57
3.5.1.	SK-1 Sondajı	59
3.5.2.	SK-2 Sondajı	59

3.5.3.	SK-3 Sondajı	60
3.5.4.	SK-4 Sondajı	60
3.5.5.	SK-5i Sondajı	60
3.5.6.	SK-6 Sondajı	60
3.5.7.	SK-7i Sondajı	61
3.5.8.	SK-8i Sondajı	61
3.5.9.	SK-9 Sondajı	61
3.5.10.	SK-10 Sondajı	61
3.6.	Sondaj Çalışmasında Gözlenen Birimler	61
3.6.1.	Ayrışmış Tüfit Birimi	62
3.6.1.1.	Kumlu Silt Düzeyi	62
3.6.1.2.	Siltli/Çakıllı Kum Düzeyi	62
3.6.2.	Tüfit Birimi	63
3.6.3.	Fliş Birimi	63
3.6.4.	Dasitik Tüfit Birimi	64
3.7.	Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri	64
3.7.1.	Zeminlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi	65
3.7.2.	İnce Taneli Zeminlerin Sınıflandırılması	65
3.7.2.1.	Dane Dağılım Eğrilerinin Hazırlanması	65
3.7.2.2.	Kıvam Limitleri	70
3.7.3.	Zeminin Kayma Dayanımı Parametrelerinin Belirlenmesi	79
3.7.4.	Heyelanlı Sahanın Geriye Dönük Analizi	83
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
5.	KAYNAKLAR	88
6.	EKLER	90
ÖZGEÇM	İŞ	

Yüksek Lisans

ÖZET

GİRESUN-ESPİYE SAHİL YOLU İNŞAATI (KM: 1+030 - 1+170) SAĞ YAMACININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Nurdan ŞAHİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Danışman: Prof. Dr. Fikri BULUT 2011, 89 Sayfa, 35 Sayfa Ek

Ülkemizin en çok yağış alan bölgesi olan Karadeniz Bölgesinin doğu bölümü, yamaçların dik eğimli olması nedeniyle kütle hareketlerinin oluşumuna fazlaca yatkınlık gösterir. Bu çalışmada, Giresun-Espiye karayolunun Km: 1+030 - 1+170 meydana gelmiş heyelanın duraylılığı mühendislik jeolojisi açısından incelenmiştir. Heyelan alanının 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve litostratigrafi birimleri yaşlıdan gence doğru; Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase) ve Alüvyon (Kuvaterner) olarak ayırtlanmıştır. Stabilite hesabı yapılacak olan bölgedeki zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla alınan zemin örneklerinin laboratuar deneyleri ile fiziksel özellikleri, dane dağılımı, kil cinsleri, içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlenmiştir. Yamaçların jeolojik kesitleri çıkarılmış, muhtemel kayma düzeyleri belirlenmiş ilgili mühendislik özellikleri de kullanılarak Basitleştirilmiş Janbu yöntemlerine göre bilgisayar destekli geri analiz hesapları yapılarak güvenlik sayıları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kütle Hareketleri, Yamaç Stabilitesi, Basitleştirilmiş Janbu yöntemleri, Giresun

Master Thesis

SUMMARY

THE ANALYSIS OF THE RIGHT SLOPE OF GİRESUN-ESPİYE COASTAL ROAD CONSTRUCTION (KM: 1+030 – 1+170) BY ENGINEERING GEOLOGY

Nurdan ŞAHİN

Karadeniz Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences Geological Engineering Graduate Program Supervisor: Prof. Fikri BULUT 2011, 89 Pages, 35 Pages Appendix

The eastern part of Blacksea Region, which is the rainest area in our country, shows too much tendency to the formation of mass movements due to it's precipitous slopes. In this study, the landslide stability that occured at Km: 1+030-1+170 of Giresun – Espiye highway, was analysed in terms of engineering geology. 1/10000 scaled geology map of the landslide area, was prepared and litostratigraphy units were from the oldest to the youngest as follows; Çağlayan formation (Upper Cretaceous) and Alluvium (Quaternary). In order to determine the engineering characteristics of soil, in the slopes where the stability calculations were carried out via laboratory experiments of soil samples index propertias, grain distribution, clay types, internal friction angle and cohesion have been indicated. Geological sections of the slopes have been drawn, the level of their possible sliding has been estimated and by using the related engineering characteristics and computer-aided back analysis calculations, safety numbers have been determined according to Simplified Bishop and Simplified Janbu techniques.

Key Words: Mass Movements, Slope Stability, Simplified Janbu tecniques, Giresun

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sayfa No</u>

Şekil 1.	Çalışma alanının yer bulduru haritası 2
Şekil 2.	Giresun meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı
Şekil 3.	Giresun meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı
Şekil 4.	Killerin kuruma sırasında gösterdiği hacim değişimi13
Şekil 5.	Rötre limitin plastisite kartından bulunması16
Şekil 6.	a) Şişme potansiyel sınıflama grafiği, b) Aktivite abağı17
Şekil 7.	Casagrande Plastisite Grafiği18
Şekil 8.	Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemi19
Şekil 9.	Likit limit %50 den küçük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması21
Şekil 10.	Likit limit %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması22
Şekil 11.	Kesme kutusu deney aleti25
Şekil 12.	Kesme kutusu deneyinin yapılma prensibi
Şekil 13.	Serbest basınç deneyi prensibi
Şekil 14.	Sürtünmesiz-kohezyonlu zeminler için Mohr gerilme dairesi
Şekil 15.	Serbest basınç deney aleti
Şekil 16.	Dilim yönteminde bir dilime etkiyen kuvvetler
Şekil 17.	Fellenius yönteminde tipik bir dilime etki eden kuvvetler ve kuvvet poligonu
Şekil 18.	Bishop yöntemine göre bir dilime etkiyen kuvvetler40
Şekil 19.	Sadeleştirilmiş Janbu yönteminde bir dilime etkiyen kuvvetler42
Şekil 20.	Sadeleştirilmiş Janbu yönteminde kullanılan düzeltme faktör44
Şekil 21.	Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti46
Şekil 22.	Çalışma alanının jeoloji haritası47
Şekil 23.	Heyelan alanının jeolojik kesiti48
Şekil 24.	Çağlayan Formasyonun da ki bazaltların genel görünümü49
Şekil 25.	Çağlayan Formasyonuna ait kırmızı kireçtaşları49
Şekil 26.	Çağlayan Formasyonu'ndaki ojitli bazaltlardaki mikroliktik porfirik doku50

Şekil 27.	Çağlayan Formasyonu'ndan alınan hornblendli dasitlerdeki Porfirik doku5	1
Şekil 28.	Çağlayan Formasyonu'ndan alınan Trakiandezitteki Porfirik doku5	2
Şekil 29.	Çağlayan Formasyonu'ndan alınan Kristalen tüf5	3
Şekil 30.	Çağlayan Formasyonu'ndaki kırmızı kireçtaşlarında gözlenen Globotruncana	4
Şekil 31.	Çağlayan Formasyonuna ait çatlak kontur diyagramı5	6
Şekil 32.	Heyelan alanının jeoloji haritası5	8
Şekil 33.	Hidrometre analizi6	6
Şekil 34.	Islak elek analizi6	6
Şekil 35.	1 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	7
Şekil 36.	2 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	7
Şekil 37.	3 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	8
Şekil 38.	4 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	8
Şekil 39.	5 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	9
Şekil 40.	6 nolu örneğe ait granülometri eğrisi6	9
Şekil 41.	Casagrande plastisite grafiği7	1
Şekil 42.	Aktivite abağına göre sınıflama7	4
Şekil 43	Şişme potansiyeli7	4
Şekil 44.	1 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	6
Şekil 45.	2 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	6
Şekil 46.	3 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	7
Şekil 47.	4 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	7
Şekil 48.	5 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	8
Şekil 49.	6 nolu örneğe ait XRD difraktogramı7	8
Şekil 50.	1 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği7	9
Şekil 51.	2 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği8	0
Şekil 52.	3 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği8	0
Şekil 53.	5 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği8	1
Şekil 54.	6 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği	1
Şekil 58.	Heyelanlı sahada yapılan geriye dönük Basitleştirilmiş Janbu kayma analizi8	4
Şekil 59.	Heyelanlı alanın görünümü	4
Şekil 60.	Heyelanlı alanda oluşmuş gerilme çatlağı8	5

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Sayfa No</u>

Tablo 1.	Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975- 2010 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı	. 3
Tablo 2.	Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975- 2010 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı	. 4
Tablo 3.	Dane çapına göre zeminlerin sınıflandırılması	.11
Tablo 4.	IAEG (1976)' nin likit limit değerlerine göre yaptığı zemin sınıflaması	.13
Tablo 5.	Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması	.14
Tablo 6.	Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması	.14
Tablo 7.	Plastisite indisinin, plastisite özelliğine göre sınıflaması	.14
Tablo 8.	Zeminlerin kıvamlılık indinse göre sınıflaması	.15
Tablo 9.	Likitlik indisi ve kıvamlılık indisine göre zemin kıvam sınıfları	.16
Tablo 10.	Killerin aktivite sınıflaması	.17
Tablo 11.	Grup sembolleri ve temsil ettikleri zeminler	.20
Tablo 12.	Amerikan Karayolları Zemin Sınıflandırma Sistemi	.24
Tablo 13.	Serbest basınç direnci, q_u , değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı	.30
Tablo 14.	Yamaç dengesine etkenler	.33
Tablo 15.	Yamaç ve şevlerde güvenlik sayıları	.33
Tablo 16.	Limit denge analiz metotları	.35
Tablo 17.	Dilim metotlarında bilinmeyenler ve eşitlikler	.37
Tablo 18.	İsveç dilim yöntemi stabilite hesap tablosu	.40
Tablo 19.	Bishop yöntemi stabilite hesap tablosu	.42
Tablo 20.	Janbu yöntemi stabilite hesap tablosu	.43
Tablo 21.	Temel sondaj özet tablosu	.59
Tablo 22.	SPT ve Pressiyometre deney sonuçları	.62
Tablo 23.	SPT ve Pressiyometre deney sonuçları	.63
Tablo 24.	SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD	.63
Tablo 25.	SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD değerleri	.64
Tablo 26.	Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD değerleri	.64
Tablo 27.	Zeminlerin Fiziksel Özellikleri	.65

Tablo 28.	Zemin gruplarının örnek numarasına göre dağılımı	70
Tablo 29.	Örneklerin kıvam limitlerine ait deney sonuçları	70
Tablo 30.	Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre belirlenen zemin grubu sınıfları ve açıklamaları	71
Tablo 31.	Örneklerin, likit limit ve plastisite indisi değerleri ile belirlenen plastisite sınıflaması	72
Tablo 32.	Örneklerin plastisite indisine göre sınıflandırması	72
Tablo 33.	Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması	73
Tablo 34.	Likitlik İndisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişkiye göre yapılan sınıflama	73
Tablo 35.	Killerin aktiviteye göre sınıflandırılması	74
Tablo 36.	Numunelerin şişme potansiyeline göre sınıflaması	75
Tablo 37.	Zeminlerin aktivitesine göre sınıflandırılması	75
Tablo 38.	Amerikan Karayollarına göre sınıflama	75
Tablo 39.	Kesme kutusu deneyi sonuçları	82
Tablo 40.	Kesme kutusu deneyleri sonunda elde edilen normal ve kayma gerilmesi değerleri	82
Tablo 41.	Serbest basınç deneyi ile belirlenen zemin kıvamları	82
Tablo 42.	Serbest basınç deneyi sonuçları	83

a	: Zeminin özğül yoğunluğunun Gs sabitine oranı
A_{f}	: Kırılma anındaki en kesit alanı (cm ²)
A_0	: İlk kesit alanı (cm ²)
c	: Kohezyon
<i>c</i> ′	: Efektif gerilemelere göre kohezyon
D	: Dane çapı (mm)
Gs	: Zeminin özgül ağırlığı
G_{WT}	: T sıcaklığındaki damıtık suyun özgül ağırlığı
e	: Boşluk oranı (%)
$E_L, E_R, E_{\dot{I}}, E_{\dot{I}+1}$: Dilim tabanına etkiyen normal kuvvet
H_0	: İlk boy (cm)
I _P	: Likitlik İndisi
I _C	: Kıvamlılık İndisi
L	: Efektif derinlik
LL, W_L	: Likit limit
M_{BWS}	: T sıcaklığındaki piknometre ve damıtık suyun kütlesi
M_{BW}	: T sıcaklığında su, zemin ve piknometre kütlesi
M _S	: Katı parçacıkların kütlesi
M _t	: Dara
M _{tws}	: Dara+ıslak zemin
M _{tds}	: Dara+ kuru zemin
M_W	: Su kütlesi
n	: Porozite
Ν	: Normal kuvvet
Р	: Elekten geçen malzeme yüzdesi (%)
PL	: Plastik limit
PI	: Plastisite indisi
Pmax	: Kırılma anındaki yük (kg)
qu	: Serbest basınç dayanımı (kg/cm ²)
R	: Hidrometre okuması
Sr	: Doygunluk derecesi (%)

SEMBOLLER DİZİNİ

Ep	: Deformasyon modülü
Pln	: Net limit basınç
t	: Zaman
Т	: Kayma kuvveti
U	: Boşluk suyu basıncı
V	: Zemin hacmi
Vb	: Boşluk hacmi
Vh	: Havanın hacmi
Vs	: Dane hacmi
Vw	: Su hacmi
ω	: Su içeriği
W	: Dilim ağırlığı, Zemin kütlesi
Wk	: Kuru zemin kütlesi
Wn	: Zeminin doğal su içeriği
Wp	: Zeminin plastik limiti
W_L	: Zeminin likit limiti
X_R, X_L	: Dilim yanlarına etkiyen kayma kuvvetleri
ΔH	: Toplam boy kısalması (cm ²)
τ	: Kayma esnasında, kayma düzlemi üzerindeki kayma gerilmesi
Ø	: İçsel sürtünme açısı
Ø′	: Efektif gerilmelere göre içsel sürtünme açısı
σ	: Toplam normal gerilme
μ	: Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi
γ'	: Batık birim hacim ağırlık
γ _n	: Doğal birim hacim ağırlık
γ_k	: Kuru birim hacim ağırlık
γ_{doy}	: Doygun birim hacim ağırlık
γ _w	: Suyun birim hacim ağırlığı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesinin, Doğu Karadeniz Bölümü'nde bulunan, Giresun – Espiye Karayolu'nda meydana gelmiş olan Km: 1+030 - 1+170 heyelanının mühendislik jeolojisi araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, inceleme alanında gerçekleştirilen jeolojik çalışmalarla bölgenin genel jeolojisi ortaya konmuş ve birimlerin mühendislik özellikleri belirlenerek yamacın stabilite analizleri yapılmıştır.

1.2. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Çalışma alanı Doğu Karadeniz Bölümünde, Giresun İli'nin yaklaşık 8 km doğusunda yer alır ve 1/25000 ölçekli G40- b2 paftası içerisinde yaklaşık 12 km²'lik bir alanı kapsar (Şekil 1). Kuzeyde Uzuncakum Mahallesi, Çaylı Mahallesi, Abacıbükü Mahallesi, güneyde Konakyanı Mahallesi ve Cebeci Mahallesi bulunmaktadır.

1.3. Morfoloji

Bölgedeki en büyük akarsu olan Aksu Çayı ve Kargın Dere, inceleme alanını güneykuzey yönünde kat eder. İnceleme alanında çok fazla yükselti yoktur. En yüksek tepe Cebeci Mahallesi civarındadır. Yüksekliği 344.63 metredir.

1.4. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına batıdan Giresun ilinden ve doğudan Giresun ili Keşap ilçesinden ulaşmak mümkündür. Giresun iliyle Keşap ilçesi arasındaki 13 km'lik yol asfalt olup ulaşım oldukça kolaydır.

Çalışma alanında bulunan yerleşim birimlerinin hepsine stabilize ve asfalt yol ile ulaşılabilir.

Çalışma alanındaki başlıca yerleşim birimleri; Uzuncakum Mahallesi, Cebeci Mahallesi, Samsunlu Mahallesi, Çaylı Mahallesi, Andal Mahallesi, Abacıbükü Mahallesi, Konakyanı Mahallesidir.



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Google Eearth)

1.5. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı Doğu Karadeniz Bölümü'nün ılıman ve bol yağışlı iklimine sahiptir. Çalışma alanına en yakın gözlem istasyonu. Giresun ilinde bulunmaktadır.

Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975 – 2010 yılları arasındaki 35 yıllık gözlem sürecinde sıcaklık değerleri ölçülmüş ve bunların aylara göre ortalama değerleri

grafiklerde gösterilmiştir. Aylara göre ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1'de ve ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975- 2010 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)
Ortalama Sıcaklık (°C)	7.3	6.9	8.2	11.5	15.4	20.1	23.0	23.3	20.1	16.3	12.3	9.3	12.53



Şekil 2. Giresun meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı

Histograma göre sıcaklığın en yüksek olduğu aylar Temmuz ve Ağustos, en düşük olduğu aylar ise Ocak ve Şubat aylarıdır.

Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975 – 2010 yılları arasında 40 yıllık gözlem sürecinde yöreye düşen yağış değerleri ölçülmüş ve bunların aylara göre ortalama değerleri hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama yağış değerleri Tablo 2'de ve ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılım grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Toplam Yağış (mm)
Ortalama Yağış (mm)	116,3	89,6	87,7	81,5	66,3	80,9	77,5	90,3	125,5	168,4	151,3	122,6	1257,9

Tablo 2. Giresun meteoroloji gözlem istasyonunda 1975- 2010 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı



Şekil 3. Giresun meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı

Histograma göre en fazla yağış olan aylar Ekim ve Kasım, en az yağışın olduğu aylar ise Mayıs ve Temmuz aylarıdır.

Bu iklim tipi yüksek bölgelerde çam, meşe, kızılağaç, ladin, köknar, kayın gibi ağaçların bulunduğu ormanların oluşumunda etkili olmuştur. Bitki örtüsü olarak alçak bölgelerde fındıklık ve meyve ağaçları bulunmaktadır. Yöre hakli geçimini başlıca fındık ve diğer tarla bitkileriyle ve kısmen de hayvancılıkla sağlamaktadır.

1.6. Önceki Çalışmalar

Erguvanlı (1953), "Görele - Espiye – Gümüşhane Arasındaki Bölgenin Jeolojisi" isimli çalışmasında Liyas, Üst Jura- Alt Kretase ve Senoniyen yaşlı birimleri ayırt etmiştir.

Araştırmacı yörede birkaç yerde yüzeylenen granitlerin bu birimleri kestiklerini ve içinde Globotruncana fosillerinin saptandığı tortul kayaçlardan söz etmiş ve bu kayaçlara Üst Kretase yaşı vermiştir.

Pollak (1960), Tirebolu – Espiye yöresinde maden yataklarına yönelik çalışmalarda bulunmuş, ayrıca Lahanos madenine ait çalışmasında civardan aldığı birçok örneğin petrografi incelemesini yapmış ve sondajlarda belirlenen faylardaki cevherleşmelerin Cu-S tenör grafiklerini çizmiştir.

Schultze-Westrum (1961), "Giresun Civarındaki Aksu Deresini Jeolojik Profili" adlı çalışmasında, Giresun hinterlandında, Karadeniz sahili boyunca 500 km²'lik bir sahanın 1/25000 lik jeoloji haritası ile cevher zuhurları bakımından prospeksiyonu yapılmıştır.

Antonoviç (1968), "Giresun-Bulancak ve Espiye Sahalarının 1/10000 Ölçekli Jeolojik Etüt Raporu" adlı araştırmasında Espiye civarındaki önemli cevherleşmeleri incelemiş ve yörede Üst Kretase yaşlı birimlerin bulunduğu, geç Alpin orojenezinin etkili olduğu ve bunun sonunda KD-GB, KB-GD doğrultulu fayların oluştuğunu, maden yataklarının ve daykların uzanımının bu kırık sistemine uygunluk gösterdiğini belirtmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

Giresun – Espiye Sahil Yolu inşası esnasında yol güzergahının Km: 1+030-1+170 sağ yamacında oluşan heyelana ait zemin profilinde izlenen birimlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile, kütle hareketinin geometrisi, nedenleri ve mekanizmasının belirlenmesine yönelik olarak; 1/500 ölçekli mühendislik jeoloji haritası, heyelan alanının mühendislik jeolojisi haritası, laboratuar çalışmaları için örselenmiş ve örselenmemiş örnek alımı ve Karayolları tarafından 2003 yılında yaptırılan sondaj çalışmaları, İnklinometre, Pressiyometre ve Standart Penetrasyon deneylerinden yararlanılmıştır.

Laboratuar çalışmalarında zeminin jeoteknik özelliklerini belirlemek için, kesme kutusu, serbest basınç, özgül ağırlık, kıvam limitleri, yıkamalı elek analizi, hidrometre analizi ve kil cinsinin tayini için XRD analizleri yapılmıştır.

Heyelan sahasında Slide programı kullanılarak, Janbu stabilite analiz yöntemlerinden yararlanılarak güvenlik sayıları hesaplanmıştır.

2.2. Çalışma Alanında Yapılan Jeoteknik Sondaj Çalışmaları

Heyelan riski bulunan sahada Karayolları tarafından, birim kalınlıklarını ve bu birimlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmek için toplam derinliği 137 m olan 10 adet sondaj açılmış ve bu sondajlarda inklinometre, pressiyometre ve SPT deneyleri yapılmıştır (Ek 1). Alınan karot örnekleri incelenerek karot yüzdeleri, kaya türü, ayrışma derecesi, RQD değerleri göz önüne alınarak kuyu logları Karayolları tarafından hazırlanmıştır.

2.3. Laboratuar Deneyleri İçin Örnek Alımı

Çalışma alanındaki zeminlerin dane dağılımını, kıvam limitlerini, özgül ağırlığını, serbest basınç direncini, efektif kohezyon ve içsel sürtünme açısını, birim hacim ağırlıklarını, su muhtevasını, porozitesini, boşluk oranını ve doygunluk derecesini

belirlemek için heyelanlı alandan ve heyelan alanının dışından altı adet örnek alınmıştır. Örnek alımında 38cm ve 15cm çaplı çelik tüpler kullanılmıştır. Zeminin arazideki özelliğini muhafaza etmesi için, örnek alımından hemen sonra tüpler hava almayacak şekilde sarılarak laboratuara getirilmiştir.

2.4. Jeoteknik Özellikler

2.4.1. Zeminin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

2.4.1.1. Porozite (n)

Zemin içindeki boşluk hacminin zeminin toplam hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$n = \frac{e}{1+e} \tag{1}$$

2.4.1.2. Boşluk Oranı (e)

Zemin içerisindeki boşluk hacminin danelerin hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$e = \frac{V_b}{V_s}$$
(2)

2.4.1.3. Doygunluk Derecesi (S)

Zemindeki su hacminin toplam boşluk hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$S = \frac{v_w}{v_b}$$
(3)

2.4.1.4. Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ_{doy})

Zeminin bütün boşluklarının su ile dolu olduğu (S=1) durumdaki kütlesinin toplam hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$\gamma_{\rm doy} = \frac{W_{\rm k} + V_{\rm b} * \gamma_{\rm w}}{V} \tag{4}$$

2.4.1.5. Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ_k)

Zeminin 105 ⁰C de 24 saat kurutulmasından sondaki kuru kütlesini toplam hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$\gamma_{k} = \frac{W_{k}}{V} \tag{5}$$

2.4.1.6. Batık Birim Hacim Ağırlık (γ')

Zemini su altında bulunması durumunda, zeminin doygun yoğunluğu ile suyun yoğunluğu arasındaki farka eşittir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$\gamma' = \gamma_{\rm doy} - \gamma_{\rm w} \tag{6}$$

2.4.1.7. Doğal Birim Hacim Ağırlık (γ_n)

Zeminin doğal kütlesinin toplam hacmine oranı olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle gösterilir.

$$\gamma_{\rm n} = \frac{\rm W}{\rm v} \tag{7}$$

2.4.1.8. Su Muhtevası (w)

Suyun kütlesinin danelerin kütlesine oranı olan su muhtevası (w), örselenmemiş örnekler üzerinde yapılan deneylerle belirlenmiştir. Ağırlıkları belirlenen cam kaplarla birlikte tartıldıktan sonra 105 0 C' de 24 saat süreyle kurutulup tekrar tartılmıştır.

$$M_w = M_{tws} - M_{tds} \tag{8}$$

$$M_s = M_{tds} - M_t \tag{9}$$

$$\%w = \frac{M_w}{M_s} * 100 \tag{10}$$

$$\begin{split} M_s &= Su \ K \ddot{u}tlesi & M_{tws} &= Dara + Islak \ Zemin \\ M_{tds} &= Dara + Kuru \ Zemin & M_s &= Katı \ Parçacıkların \ K \ddot{u}tlesi \\ M_t &= Dara \end{split}$$

2.4.1.9. Özgül Ağırlık

Zemin içerisinde doğal olarak oluşmuş, organik maddeler gibi su içinde çözünmeyen malzeme içermeyen danelerin ortalama değeridir (ASTM D854, 2002). Aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$G_s = \frac{M_s * G_{WT}}{M_s - M_{bws} + M_{bw}}$$
(11)

G_s = Zeminin Özgül Ağırlığı

G_{WT} = T sıcaklığındaki damıtık suyun özgül ağırlığı

M_{bws} = T sıcaklığındaki piknometre ve damıtık suyun kütlesi

M_{bw} = T sıcaklığında, su, zemin ve piknometre kütlesi

2.4.2. Dane Dağılımı

Örnekler içerisindeki dane dağılımını belirlemek için yıkamalı elek analizi ve hidrometre deneyleri yapılmıştır.

Elek analizi deneyinde, 500 gr örnek, 1lt saf su ve 2 gr sodyum heksameta-fosfat $(Na_8P_3O_{10})$ 'la hazırlanan karışım içinde 24 saat bekletilerek ayrıştırılır. Sırasıyla 4-8-10-25-40-60-100 ve 200 nolu eleklerden yıkayarak elenir. Eleme işlemi bittikten sonra her elek üzerinde kalan malzeme ağırlıkları daha önceden belirlenmiş cam kaplarla etüvde 24 saat 105 ⁰C sıcaklıkta kurutulup, tekrar tartılarak her elek üzerinde kalan zemin ağırlığı belirlenir.

Her elekten geçen yüzde (%P) aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\% P = \frac{\text{Elekten Geçen Malzeme Miktarı}}{\text{Elemeye Tabi Tutulan Toplam Malzeme Miktarı}} * 100$$
(12)

Dane çapı logaritmik yatay eksene, elekten geçen malzeme yüzdesi düşey eksende gösterilerek dane dağılım (granülometri) eğrisi çizilir.

200 nolu elekten geçen ince daneli malzemenin dane dağılımı hidrometre analiz yöntemi ile belirlenir. Kuru numune, 250 ml'lik cam kap içerisine yerleştirilerek üzerine 1lt saf su ve 40 gr sodyum heksameta-fosfat (Na₈P₃O₁₀) ilave edilerek hazırlanan çözeltiden 125 ml eklenerek karışım hazırlanır, 24 saat bekletilerek mikserle karıştırılır. Su-zemin karışımı hidrometre şişesine konarak üzerine saf su eklenerek 1000 ml'ye tamamlanır. Hidrometre şişesinin ağzı el ayası ile kapatılarak alt-üst edilerek süspansiyonun her noktasında konsantrasyonun aynı olması sağlanır. Hidrometre süspansiyon içine bırakılarak belirli zaman aralıklarında okuma alınır.

152 H tipi hidrometre için dane çapları (D) ve yüzde geçenler (P') aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır.

$$D = \sqrt{\frac{30*\mu}{980*(G_s - G_w)}} * \sqrt{\frac{L}{t}}$$
(13)

$$\%P' = \frac{aR}{M_{\rm s}} * 100 \tag{14}$$

$$a = \frac{G_s}{2,65} \tag{15}$$

L= Efektif derinlik

t = Bekleme süresi

a = Zeminin özgül yoğunluğunun G_s sabitine oranı

R= Hidrometre okuması

 μ = Deney sıcaklığındaki suyun viskozitesi

Yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi ile elde edilen granülometri eğrilerinde bir süreklilik elde etmek için, hidrometre analizinden bulunan geçen yüzdesi bağıntı da yerine konularak, yıkamalı elek analizindeki ağırlıkça geçen yüzde hesaplanır.

$$\% P = \% P' * \frac{200 \text{ Nolu Elekten Geçen Malzeme Miktarı}}{\text{Elemeye Tabi Tutulan Toplam Malzeme Miktarı}} * 100$$
(16)

Yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi sonuçlarının birleştirilmesi ile elde edilen dane dağılım (granülometri) eğrisi kullanılarak, Massachusetts Instute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen sınıflamadaki (Tablo 3) sınır değerine göre zemin grupları belirlenir.

Zemin Sınıfı		Dane Çapı, D, (mm)					
BLOK	-	200-60					
	İri Çakıl	60-20					
ÇAKIL	Orta Çakıl	20-6					
	İnce Çakıl	6-2					
KUM	İri Kum	2-0,60					
	Orta Kum	0,60-0,20					
	İnce Kum	0,20-0,06					
	İri Silt	0,06-0,02					
SİLT	Orta Silt	0,02-0,006					
	İnce Silt	0,006-0,002					
KİL	Kil	0,002 den küçük					

Tablo 3. Dane çapına göre zeminlerin sınıflandırılması (MIT)

2.4.3. Kıvam Limitleri

Zeminlerde danelerin oluşturduğu hacim katı hacim, sıvı ve gaz hacimlerinin toplamı ise boşluk hacmini oluşturmaktadır. Kurak mevsimlerde özellikle killi zeminler kuru halde yüksek bir dayanıma sahipken yağışlı mevsimlerde suyu emmesi ile akıcı hale gelerek dayanımı azalmaktadır. Bu durum boşluklarda bulunan suyun şartlara bağlı olarak buharlaşması veya boşlukları doldurması ile değişmektedir ve aynı zeminin farklı yüklemeler altında farklı davranışlar göstermesine neden olmaktadır (Şekil 4).

2.4.3.1. Likit Limit

Likit limiti belirlemek için ASTM D 4318 standartlarına göre likit limit deneyi yapılmıştır. Örselenmiş örneklerden alınan numune açık havada kurutulur daha sonra 40 nolu elekten elenir ve yaklaşık 250-300 gr. numune alınır. Porselen bir kap içerisine koyulur. Üzerine damıtık su ilavesiyle homojen bir hamur durumuna gelene kadar palet bıçağıyla iyice karıştırılır ve desikatör içerisinde 24 saat süreyle bekletilir. Numune desikatörden çıkarılır en az 10 dk. süreyle yeniden karıştırılır. Hazırlanan bu numuneden bir miktar alınarak Casagrande aletindeki pirinç kap içine yüzeyi tabana paralel olacak şekilde konur. Oluk açma bıçağı kullanılarak zemin belirgin bir şekilde iki eşit kısma bölünür. Bu işlem yapılırken oluk açma bıçağı pirinç kap yüzeyine dik olarak tutulmalıdır. Alet çalıştırılır, zeminin iki parçasının oluk tabanından 1 cm boyunca birleşmesini sağlayacak darbe sayısı saptanır. Su içeriğinin belirlenmesi için, birlesen kısımdan kuru ve temiz spatula ile bir miktar (yaklaşık 10 gr) yaş numune alınıp ağırlığı bilinen bir numune kabına konulur. 0.01 gr duyarlıklık bir terazide kap+yaş numune tartılarak ağırlığı kaydedilir. Numune kuruması için etüve konur ve 24 saat beklenir. 24 saat sonunda etüvde kurutulan numunenin kuru ağırlığının belirlenmesi ile numunenin su içeriği hesaplanır. Bu işlem aynı zemin üzerinde değişen su içeriğine göre en az 4 darbe sayısı elde edene kadar tekrarlanır. Elde edilen su içeriğine karşı darbe sayısı yarı logaritmik kağıda su içeriği değerleri düşey eksene, darbe sayısı yatay eksene işaretlenir ve bir akma eğrisi elde edilir. Bu grafikte 25 vuruşa karşılık gelen su içeriği değeri likit limit olarak belirlenir.



Şekil 4. Killerin kuruma sırasında gösterdiği hacim değişimi

Tablo 4. IAEG (1976)' nin likit limit değerlerine göre yaptığı zemin sınıflaması

Plastisite Özelliği	Likit Limit Değeri (%)
Düşük plastisiteli	<35
Orta plastisiteli	35-50
Yüksek plastisiteli	50-70
Çok yüksek plastisiteli	70-90
Çok daha yüksek plastisiteli	>90

2.4.3.2. Plastik Limit

Plastik limitin belirlenmesinde, likit limit deneyinde yapıldığı gibi 40 nolu elekten geçen zemin örneği saf su ile yoğrulur. Cam plaka üzerinde el ayası ile 3 mm çapında iplikçikler haline getirilir. Ağırlıkları belirlenmiş cam kaplarla tartılarak, 105 ⁰C ve 24 saat süreyle etüvde kurutulur ve tekrar tartılarak ağırlıkları belirlenir. Aynı zemin için deney 3 kere tekrarlanarak ortalaması alınır.

2.4.3.3. Plastisite İndisi

Likit limit ile plastik limit arasındaki fark hesaplanarak, plastisite indisi belirlenir.

$$I_p = W_L - W_p \tag{17}$$

I_p= Zeminin plastisite indisi

 $W_L = Zeminin likit limiti$

 $W_p = Zeminin plastik indisi$

İnce taneli zeminlerde, plastisite indisine göre Burmister (1962), Leonards (1976) ve Uluslar Arası Jeoloji Komisyonu (IAEG, 1976) tarafından önerilen sınıflamalar sırayla Tablo 5, 6 ve 7'de verilmiştir.

Plastisite İndisi (PI %)	Plastisite Derecesi	Tanım
0	Plastik değil	Silt
0-5	Önemsiz derecede plastisiteye sahip	Killi Silt
5-10	Düşük plastisiteli	Silt ve Kil
10-20	Orta plastisiteli	Kil ve Silt
20-40	Yüksek plastisiteli	Siltli Kil
>40	Çok yüksek plastisiteli	Kil

Tablo 5. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması (Burmister, 1962)

Tablo 6. Plastisite indisinin, plastisite derecesine göre sınıflaması (Leonards, 1976)

Plastisite İndisi (PI %)	Plastisite Derecesi
0	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
>40	Çok plastik

Tablo 7. Plastisite indisinin, plastisite özelliğine göre sınıflaması (IAEG,1976)

Plastisite Özelliği	Plastisite İndisi (PI %)
Plastik olmayan	<1
Az plastisiteli	1-7
Orta plastisiteli	7-17
Yüksek plastisiteli	17-35
Çok yüksek plastisiteli	>35

2.4.3.4. Rötre (Büzülme) Limit, Likitlik İndisi ve Kıvamlılık İndisi

Likit limiti - plastisite indisi grafiğinde A doğrusu ve U doğrusunun kesişim noktası (x noktası) belirlenir. Daha sonra elde edilen likit limit ve plastisite indisi değerleri grafiğe işlenir. Bu değerler X noktası ile birleştirilir ve yatay ekseni kestiği nokta rötre limit değerini verir.

Kıvam limitlerinin laboratuarda belirlenmesinden sonra likitlik indisi hesaplanır.

$$I_{L} = \frac{w_{n} - W_{P}}{W_{L} - W_{P}} = \frac{W_{n} - W_{P}}{I_{P}}$$
(18)

I_L= Likitlik İndisi

W_n= Zeminin doğal su içeriği

Likitlik indisine benzer olarak, zeminin doğal halindeki kıvamı aşağıdaki eşitlikle belirlenir. Zeminlerin kıvamlılık indeksine göre sınıflandırılması Tablo 8. verilmiştir.

$$I_{c} = \frac{W_{L} - W_{n}}{W_{L} - W_{P}} = \frac{W_{L} - W_{n}}{I_{P}}$$
(19)

 I_c = Kıvamlılık indeksi

Tablo 8. Zeminlerin kıvamlılık indinse göre sınıflaması	(Ulusay, 2001)
---	----------------

Kıvamlılık İndisi (I _c)	Tanımlama
<0	Akışkan (Çamur)
0-0,25	Çok yumuşak
0,25-0,50	Yumuşak
0,50-0,75	Orta
0,75-1,00	Katı
>1,00	Çok katı

Kıvam indisi, $I_c=1$ iken zemin plastik limitte, $I_c=0$ iken zemin likit limitte demektir. $I_c < 1$ olması zeminin su içeriğinin likit limitin üstünde olduğunu gösterir. $I_c>1$ olması ise zeminin yarı katı veya katı durumda olduğunu gösterir (Aytekin, 2004). Likitlik indisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişki Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Likitlik indisi ve kıvamlılık indisine göre zemin kıvam sınıfları (Aytekin, 2004)

Zemin Kıvamı	I_L	I _c
Viskoz Sıvı	$I_L > 1$	I _c >1
Plastik	$0 < I_L < 1$	$0 < I_c < 1$
Katı	$I_L < 0$	$I_c > 0$



Şekil 5. Rötre limitin plastisite kartından bulunması (Önalp, A. 2002)

2.4.4. Killerin Aktivite ve Şişme Potansiyeline Göre Sınıflandırılması

Killerin su içeriğine bağlı olarak hacimde meydana gelen değişimi göstermek için aktivite katsayısı belirlenir. Aktivite, plastisite indisinin zemine ait 0,002 mm çapına karşılık gelen geçen yüzdesine (%P) oranı ile belirlenir ve bulunan değerlere göre killer aktivitelerine göre sınıflandırılır.

$$A_{C} = \frac{I_{p}}{\% P \left(<0,002 mm\right)} \tag{20}$$

Tablo 10. Killerin aktivite sınıflaması (Mitchell, 1981)

Aktivite	Sınıflama						
<0,75	Aktif olmayan killer	(Kaolinit)					
0,75-1,25	Normal killer	(İllit)					
>1,25	Aktif killer	(Montmorillonit)					

Killerin aktivitelerine göre sınıflamasında, Şekil 6 da görülen aktivite abağı da kullanılmaktadır. Kil franksiyonu yatay eksene, plastisite indisi düşey eksene getirilerek çizilen abağa tüm örnekler düşürülerek örneklerin aktiviteleri belirlenir. Aktivite katsayısı düşey eksene, 0,002 mm'den küçük tanelerin yüzdesi yatay eksene işaretlenerek çizilen grafikle ise örneklerin şişme potansiyeli belirlenir.



Şekil 6. a) Şişme potansiyel sınıflama grafiği (Seed, 1962), b) Aktivite abağı (Seed, 1962)

2.4.5. Kil Minerallerinin İncelenmesi

Örneklerdeki killerin özellikleri şişme potansiyel sınıflama grafiği (Seed, 1962) ve aktivite abağı (Seed, 1962) yardımıyla belirlenmiştir. Kil cinslerinin belirlenmesinde

ayrıca X-Ray difraktometre çekimleri yapılmıştır. 200 nolu eleğin altına geçen malzeme öğütülerek suda yüzdürme yöntemiyle diğer malzemelerden ayrılmıştır. Etüvde 24 saat ve 105 ⁰C'de kurutulan örnek cam plaka üzerine yerleştirilmiştir. X-Ray difraktometre çekimleri yapılarak elde edilen grafikler yorumlanmıştır.

2.4.6. Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması (USCS)

Zeminlerin sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir yöntemde, 1942 yılında Arthur Casagrande tarafından geliştirilen birleştirilmiş zemin sınıflamasıdır. Deneylerde bulunan dane büyüklüğü ve kıvam limitleri kullanılarak yapılan bu sınıflamada zeminlerin adları aşağıdaki Tabloda görülen ikili harf sistemi ile belirlenmiştir.

İnce daneli zeminlerin sınıflandırılabilmesi için Atterberg limitleri ve plastisite grafiği (Şekil 7) kullanılmaktadır. USCS son olarak 1984'te ASTM tarafından yeniden gözden geçirilerek "Grup Sembolüne" ek olarak "Grup Adı" da ilave edilmiştir (Şekil 8), (Tablo 11).



Şekil 7. Casagrande Plastisite Grafiği (Kartı)

$\overline{\mathbf{n}}$
\mathcal{Q}
$\overline{\mathbf{v}}$
\sim
sistemi
siniflandirma
zemin s
lmiş
Ξ.
ti.
S
le
н.
$\mathbf{\omega}$
_
Ś
$\overline{\mathbf{\nabla}}$
Sei

(Not: Tablo iki sayfa ile bir bütün olup; yatay çizgiler ve bunların oluş turduğu aralıklar, her iki sayfada karşılıklı gelmek üzere devam ederler.)

	GW	GP	GM	GC	SW	SP	SM	sc							
ari	$C_{C} = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} = 1 \sim 3$	ımayanlar	A hattının üstünde ve I =47 ise sınırdadır.	Her iki sembol beraber kullanılır.	$C_{C} = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}} = 1 \sim 3$	mayanlar	A hattının üstünde ve I = 4 ~7 ise sınır halidir	iki sembol beraber Kullanılır.		Ref. Netter	100 S WIL	MH Veva		70 80 90 100	
Laboratuvar sınıflandırma ölçütl	$C_{U} = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ ve	GW'nin granülometri şartlarını karşıla	Atterberg limitleri A hattının altında veya I _p <4	Atterberg limitleri A hattının üstünde ve I _p >7	$C_{u} = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ ve	SW'nin granülometri şartlarını karşıla	Atterberg limitleri A hittinin altında veya I _p < 4	Atterberg limitleri A hattının üstünde veya I _p > 7			E E E E E E E E E E E E E E E E E E E	7	CL ML Veva	10 20 30 40 50 60	Likit limit, w _L (%)
	Granülometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdeleri bulunur. 9, 12'den fazla: GM, GC, SM, SC 200 No'dan geçen ince malzeme yüzdesine göre iri taneli 5, 5'den az: GM, GC, SM, SC 5, 12 arası sınır durumudur. iki sembol kullanılır. 5, 5-12 arası sınır durumudur. iki sembol kullanılır.							0, 5-1 9, 12 9, 12 9, 5 9, 5 1, 12 9	60	(%) (ql) 32 4	isibn 8 8	astisite i 2	ы 19	+00	
Tipik isimler	lyi derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)	Kötü derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)	Siltli çakıllar, killi kumlu çakıllar	Killi çakıllar, killi kumlu çakıllar	lyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)	Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)	Sitti kumlar	Killi kumlar	İnorganik sittler, inorganik sittli veya killi ince kumlar (Düşük plastisiteli)	İnorganik killer, inorganik siltli killer (Düşük plastisiteli)	Organik siltler ve organik siltli killer (Düşük plastisteli)	inorganik sitter (Yüksek plastisiteli)	inorganik killer (Yüksek plastisiteli)	Organik killer (Yüksek plastisiteli)	Turba veya diğer çok organik zeminler
Grup sem- bolü	GW	GP	GM	CC	SW	SP	SM	sc	ML	СГ	OL	ЧW	Ю	Ю	F
NA GRUPLAR den iri malzeme hariç tur.)	KUM ÇAKIL (iri malzemenin % 50' nden çoğu, 4 No'lu (iri malzemenin % 50' nden çoğu, 4 No'lu elekten geçer.) elekten geçmez.) Kum Temiz kum (Oldukça incesi var.) Temiz kum (ince az incesi var.) veya yok.)						(iri i elek elek Ku Ku Yu N	עפֿי פס) יררבא	LER ve Ki it Limit < itstisite lanılır.	אחן 1914 רויא) 1015 (רויא)	פעטֿי > 20) אוררבע אוררבע	LER ve I it Limit : stisite gi anılır.	אחון: 6ופי נרוא) 1רוא 5	k organik zeminler	
A (75 mm'. tutulmuş	iRi TANELi ZEMiNLER (Malzemenin % 50'nden çoğu, 200 Vo'lu elekten geçmez.)								ni'ol	MiNLER MiNLER	oś uəpu, IBZ İTB	DAT 30 in % 50 (.190	kteu dei Nizeueu KI	;M) 9l9	Ċ

Tablo : Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistremi (USCS)

Birinci Harfler		İkinci Harfler	
G	Çakıl	W	İyi derecelenmiş (düzgün dane dağılımlı)
S	Kum	Р	Kötü derecelenmiş
Μ	Silt	М	Siltli
С	Kil	С	Killi
0	Organik	Н	Yüksek plastisiteli
Pt	Bitkisel ve çok organik	L	Düşük plastisiteli

Tablo 11. Grup sembolleri ve temsil ettikleri zeminler

Örneklerin plastisite indisi ve likit limit değerleri kullanılarak casagrande kartı ve birleştirilmiş zemin sınıflama Tablosu ile adları belirlenir. Ayrıca örneklerin içerdiği çakıl ve kum yüzdeleri ile likit limit %50 den küçük ince daneli zeminlerin sınıflandırılmasın (Şekil 9) ve likit limiti %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması (Şekil 10) grafikleri kullanılarak adlandırma yapılmaktadır.






Şekil 10. Likit limit %50 den büyük ince daneli zeminlerin sınıflandırılması

2.4.7. AASHTO Sınıflandırılması

Bu sınıflama, Holtertogler tarafından karayollarındaki stabilite, araç yüklerinin etkisi ve donma-çözülme özellikleri dikkate alınarak zeminler için yapılmıştır. A grubuna göre yapılan sınıflamada A-1'den A-8'e kadar olan 8 alt gruba ayrılmıştır (Tablo 12). Küçük indisten büyük indise doğru gidildikçe zeminin karayolu altyapısındaki performansı A-1 göstermektedir. Grupların tanımı aşağıdaki gibidir.

A-1 Grubu: Bu gruptaki zeminler dolgu olarak kullanıldıkları zaman iyi stabilite ve çok az oturma gösterirler.

A-2 Grubu: Biraz ince bir malzeme içerirler ve nemden A-1 grubundaki zeminlere göre daha fazla etkilenirler. Kaliteli A-1 grubundaki zeminlere göre daha düşüktür.

A-3 Grubu: İnce ve kohezyonlu zemin içerirler fakat büzülmeleri hemen hemen gibidir.

A-4 Grubu: Bu zeminler silt içerirler, kohezyonları çok düşüktür ve donmadan etkilenirler.

A-5 Grubu: Değişik içsel sürtünme açılarına sahiptirler, kohezyonları oldukça düşüktür, yüksek geçirimlilikleri vardır. Donmadan etkilenirler.

A-6 Grubu: Bol miktarda kil içerirler A-5'e benzer fakat kohezyon, plastisite ve sıkışabilirlikleri daha fazla, daha az geçirimli ve düşük içsel sürtünme açısına sahiptirler.

A-7 Grubu: Plastisite, kohezyon, deformasyon şişme ve büzülme özellikleri geniş bir dağılım aralığına sahip killerdir.

A-8 Grubu: Yapı malzemesi olarak kullanılmayacak olan toz ve mil boyutundaki bol organik malzeme içeren zeminlerdir.

Grup İndisi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$GI = (F-35)*[0.2+0.005*(LL-40)]+0.01*(F-15)*(PI-10)$$
(21)

F= 200 no'lu elekten geçen toplam zemin yüzdesi

W_L= Likit Limit

W_I= Plastisite İndisi

Grup indisi (GI) tam rakama yuvarlatılmalıdır. Eğer GI sıfırdan küçük olarak hesaplanırsa sıfır olarak alınmalıdır. GI yükseldikçe zeminin altyapıda kullanılması için uygunluğu düşer..

GENEL SINIFLAMA		(%35	İri Da veya daha	aneli Malze az 200 No	İri Daneli Malzemeler (Siltli-Killi) (%35 veya daha fazla 200 No'lu elekten geçen)							
	А	-1			А	-2					A-7	
GRUP SINIFLANDIRMASI	A-1-a	A-1-b	A-3 ^I	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 ² A-7-6	
ELEK ANALİZİ												
Yüzde geçen												
No:10	50Max											
No:40	30Max	50Max	51Min									
No: 200	15Max	25Max	10Max	35Max	35Max	35Max	35Max	36Min	36Min	36Min	36Min	
No:40 altına geçen kısmın özellikleri W _L W _I	6N	lax	NP	40Max 10Max	41Min 10Max	40Max 11Min	41Min 11Min	40Max 10Max	41Min 10Max	40Max 11Min	41Min 11Min	
GRUP İNDİSİ	0	0	0	0	0	4Max	-	8Max	12Max	16Max	20Max	
Ana malzemenin ekseriya görülen tipleri	Taş par Çakıl	çacıkları ve kum	İnce Kum	Silt	li veya kill	li çakıl ve l	kum	Siltli Zeminler Killi Zeminler				
Taban olarak genel değerlendirme	Taban olarak genel değerlendirme Fevkalade iyi									Orta ile K	ötü	

Tablo 12. Amerikan Karayolları (AASHTO) Zemin Sınıflandırma Sistemi

A-5-7 ara grubunun plastisite indisi (W_I) 30'a eşit veya azdır. A-7-6 ara grubunun likit limiti (W_L) 30'dan fazladır.

2.4.8. Kayma Dayanımı Parametreleri

Zemin üzerinde yapılacak yüklemelerde stabilite ve deformasyon koşullarının aynı anda sağlanması gerekir. Her iki koşulun incelenmesinde zemine ait kayma direnci, parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler kesme kutusu ve serbest basınç deneyi yapılarak belirlenir

2.4.8.1. Kesme Kutusu Deneyi

Zeminlerin kayma direnci, zemine uygulanan yük altında zemin danelerinin birbirine göre rölatif hareketlerine gösterdikleri direnç olup ve şevlerin denge analizinde çok önemli bir parametredir. Kohezyonlu zeminlerin kesilme süreçleri boşluk suyundan dolayı kohezyonsuz zeminlere göre daha farklıdır. Kohezyonlu zeminlerin kapiller sistemi daha gelişmiş olması kohezyon miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kohezyonlu zeminlerin sürtünme dirençleri kohezyonsuz zeminlerden daha azdır, bunun nedeni saf kil partiküllerinin daha kolay deforme olmasıdır. Killerde kil partiküllerinin toplam temas yüzeyi çok daha fazladır bundan dolayı killerin kohezyonu kumlarınkinden çok daha fazladır. Gerçek kohezyonda killerin bu temas yüzeylerindeki artıştır.

Kesme kutusu deneyi, zemin numunesinin kare kesitli ve iki parçadan oluşan bir kutu içine konularak sabit normal gerilme ve artan kesme kuvveti altında kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilen ve böylece numunenin ortasından geçen bir düzlem boyunca zeminin kaymaya zorlanarak kırılması esasına dayanır.



Şekil 11. Kesme kutusu deney aleti



Şekil 12. Kesme kutusu deneyinin yapılma prensibi

Kesme kutusu deneyleri, zeminin özelliklerine göre konsolidasyonsuz drenajsız (UU), konsolidasyonu drenajsız (CU), konsolidasyonlu drenajlı (CD) olmak üzere üç değişik şekilde yapılır.

Konsolidasyonsuz drenajsız (UU) deneyde, örneğin konsolide olmasına izin verilmeden eksensel gerilmenin arttırılması ile yapılır ve kesme ani olarak gerçekleştirilir. Bu nedenle hızlı deney olarak da bilinmektedir. Drenaja izin verilmediği için numunenin su içeriği ve hacmi değişmez. Boşluk suyu basınçları sistem dışına çıkamadığı için en yüksek düzeye çıkar. Yamaçların, temellerin, dayanma yapılarının, kazıların vb. ilk analizlerinde çok yararlı olan UU deneyden drenajsız kayma direnci elde edilir.

Konsolidasyonlu drenajsız (CU) deney, konsolidasyon aşaması ve kesme aşaması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Zemin örneği kesme aşamasından önce yerindeki çevre basıncına eşdeğer basınçta, normal gerilme altında 24 saat konsolide edilir. CD deneyden farklı olarak kesme aşamasında drenaja izin verilmez. Konsolidasyon bitiminde yatay kuvvet arttırılarak örnek kesilir. Bu deney de direnç parametreleri toplam ve efektif gerilmeler türünden bulunabilir.

Konsolidasyonlu drenajlı (CD) deneyde önce numune CU deyindeki gibi öngörülen çevre basıncında konsolide edilir. Konsolidasyon tamamlandıktan sonra yatay kuvvet deney esnasında örnekten su çıkabilecek veya boşluk suyu basıncı oluşmayacak kadar yavaş arttırılır ve örnek kesilir. Bu deneye yavaş deney de denir. Boşluk suyu basıncı sıfır olduğu için bulunan gerilmeler efektif gerilmelerdir.

$$\sigma = \sigma' + u \tag{22}$$

Efektif gerilmelere göre yapılan hesaplamalarda boşluk suyu basıncının bilinmesi gerekmektedir. Kesme kutusu deneyinde boşluk suyu basıncı belirlenemediği için zemin örneğinin boşluklarındaki suyun drenajına müsaade edilir. Dolayısıyla boşluklardaki suyun drenajı için yatay kuvvet çok düşük hızla uygulanmalı ki boşluklardaki su kesilme esnasında bir kuvvet oluşturmadan dışarı çıkabilsin. Kesme, boşluklarda ilave basınç oluşmasına engel olacak bir yavaşlıkta yapıldığı için deneylerdeki efektif ve toplam gerilmeler birbirine eşit olurlar.

Kesme kutusu aleti hücre düzeneğine yerleştirilen örneğe normal yük uygulanarak kesilmesi sağlanır. Deney esnasında ulaşılan en büyük kayma gerilmesi o zeminin belirli bir normal gerilme altında kayma gerilmesini vermektedir. Yapılan işlemler farklı normal gerilmeler altında tekrarlanarak bir doğru elde edilir. Bu doğrunun eğimi zeminin efektif içsel sürtünme açısını (\emptyset') ve doğrunun kayma gerilmesi eksenini kestiği noktanın ordinatı ise zeminin efektif kohezyonunu (c') verir.

Deneyde uygulanan normal gerilmeler 14.745, 24.745, 34.745 kg/cm², dir.

2.4.8.2. Serbest Basınç Dayanımı

Kohezyonlu doygun zeminlerin kayma direnci en kolay şekilde serbest basınç deneyi ile belirlenir. Deney üç eksenli UU deneyinin özel bir biçimi olup küçük asal gerilme sıfırdır ($\sigma_3 = 0$). Diğer deyişle numune tek eksende basınç uygulanarak kırılır. Çevre basıncı uygulanmadığı için deney zeminin kendini desteksiz tutabileceği dayanımı yansıtır. Bu deney, deney esnasında nem kaybının olmadığı varsayımına dayanır.

Bu deneyde dikkatli şekilde hazırlanmış silindirik örnekler kademeli olarak artan düşey kuvvete maruz bırakılır ve deney esnasında örneklerde deformasyon miktarı ölçülür. Serbest basınç deneyinde zemin örneği zayıf bir zon boyunca kırılır. Serbest basınç deneyinin prensibi Şekil 14'de gösterilmiştir.



Şekil 13. Serbest basınç deneyi prensibi

Serbest basınç deneyi, doygun olmayan, örselenmemiş kohezyonlu zeminlerde uygulanır. Kum, çakıl gibi kohezyonsuz zeminlerde uygulanmaz.

Serbest basınç deneyi, kohezyonlu zeminlerin kesme dirençlerinin belirlenmesinde daha erken sonuç elde edilebilen ve uygulanması basit deneylerden biridir.

Kohezyonlu zeminlerde serbest basınç deneyi ile elde edilen değerler;

- Maksimum serbest basınç direnci
- Yaklaşık olarak maksimum kesme gerilmesi
- Yaklaşık olarak içsel sürtünme açısı,Ø
- Kohezyon,c (Mohr gerilme dairesinden)

Serbest basınç deneyinden elde edilen sonuçlar yaklaşık değerlerdir. Ancak bunlar kohezyonlu zeminlerin kıvam dereceleri, zemin şevleri ve diğer zemin kütlelerinin dayanımları hakkında bilgi verir. Bu veriler gerilme özellikleri hakkında temel bilgiler sağlar ve böylece zemin temellerinde muhtemel taşıma kapasiteleri hakkında tahmin yapabilmemize yardımcı olur. Ayrıca, hızlı kırılma durumlarındaki gerilme- basınç ilişkisini gösterir.

Mohr- Coulomb kırılma kriterine göre, zeminlerde kesme direnci

$$\sigma_1 = \sigma_3 t g^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \cdot t g \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$
(23)

eşitliği ile tanımlanır.

Serbest basınç mukavemeti deneyinde $\sigma_3=0$ olduğunda, serbest basınç direnci ;

$$\sigma_1 = 2c.tg(45 + \frac{\emptyset}{2}) \tag{24}$$

olur.



Şekil 14. Sürtünmesiz-kohezyonlu zeminler için Mohr gerilme dairesi



Şekil 15. Serbest basınç deney aleti

Deney esnasında eksensel yük artışı uygulanır, deney esnasında ve kırılma anındaki yük ve boy kısalması saptanır. Deneylerden elde edilen veriler kullanılarak aşağıdaki eşitlikler yardımıyla serbest basınç mukavemeti ve kayma mukavemeti tespit edilir.

$$q_u = \frac{P_{max}}{A_f} = \sigma_1 \tag{25}$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 - \frac{\Delta H}{H_0}} \tag{26}$$

$$\tau_f = c_u = \frac{q_u}{2} \tag{27}$$

$$2c_u = \frac{P_{max}}{A_f} = q_u \tag{28}$$

Serbest basınç değerlerinden yararlanılarak zeminin kıvamı belirlenebilmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. Serbest basınç direnci, q_u, değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı (Aytekin, 2004)

KIVAM	$q_u (\mathrm{kg/cm}^2)$
Çok yumuşak	0.25 den küçük
Yumuşak	0.25-0.50
Yumuşak-orta sert	0.50-1.0
Orta sert	1.0-2.0
Sert	2.0-4.0
Çok sert	4.0 dan büyük

2.4.9. Stabilite (Duraylılık) Analizleri

Duraylılık analizi, bir yamaç ya da şevde dengeyi koruyan kuvvet veya momentlerin, kaymayı sağlayan kuvvet veya momentlere oranı olarak tanımlanan güvenlik sayısını belirlemek için yapılmaktadır.

Duraylılık analizleri genel olarak iki yöntemle yapılmaktadır.

• Limit Gerilme Yöntemi

• Limit Denge Yöntemi

2.4.9.1. Limit Gerilme Yöntemi

Deformasyon analizi diye de bilinen bu yöntemde, ilk olarak sistemin belirlenmesi, uygulanan gerilmelerin saptanması ve malzemenin mekanik özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu özellikler belirlendikten sonra gerilmelerin nerelerde yoğunlaştığı ve bunun sonucunda kayma direncinin aşıldığı noktalar belirlenerek stabilite durumları incelenir. Bu yöntemin uygulanması ortam özelliklerinin her yerde ve doğru olarak belirlenememesi gibi nedenlerden dolayı sınırlıdır. Son yıllarda geliştirilen sonlu elemanlar yöntemi ile şevdeki gerilme-deformasyon özelliklerini bulmak kolaylaşmıştır. Ancak, bu işlemler esnasında yapılan gözlemler çok büyük önem arz etmektedir, çünkü elde edilen verilerdeki hata direkt sonuca etkimektedir. Eğer laboratuarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlarda tereddüde düşülüyorsa bu yöntemin uygulanması doğru olmayacaktır.

Bütün bunlara rağmen limit gerilme yaklaşımı gerçekçi bir yaklaşım olup, dış yükler ve kendi ağırlığı altındaki ortamın hangi ölçüde hareket edeceği, gerilmelerin hangi noktalarda yoğunlaştığı ve bunun sonucunda kaymanın olup olmayacağının incelenmesi esasına dayanır. Ancak bu yaklaşım, gerilme analizini yapacak yöntem ve araçların bulunmasını ve ortamın özelliklerinin her noktada doğru olarak belirlenmesini gerektirir. Sonlu elemanlar yöntemi ve sayısal analiz tekniklerinin gelişmesiyle birinci zorluk büyük ölçüde kaldırılmıştır. Ortam özelliklerini tanımlamada karşılaşılan güçlükler, yapılan birçok çalışmaya rağmen henüz tamamen çözülememiştir (Önalp, 2002).

Ortam özelliklerini tanımlamada karşılaşılan güçlükler şunlardır;

- Temel malzemesinde, gerilme-deformasyon modelinin saptanamaması, başka bir deyişle rijitliğin verilememesi
- Malzeme özelliklerinde yersel, yönsel değişimin varlığı
- Üniform olmayan boşluk ve çatlak suyu basınçlarının varlığı
- Özellikle kayaçta yönü ve şiddeti belli olmayan doğal gerilmelerin varlığıdır.

Bu güçlüklerden dolayı limit gerilme analizinin şev stabilitesi incelenmesindeki kullanımı kısıtlıdır.

2.4.9.2. Limit Denge Yöntemi

Limit denge metotlarının esası, kayma olasılığı olan bir yüzey varsaymak ve bu yüzey boyunca kaymaya yol açacak gerilmeleri bulmaktadır. Bunun için bu yöntemlerde kayma yüzeyinin yeri ve şekli önceden kabul edilir ve sonra kayma bölgesindeki kütlenin dengesi elde edilen verilerle hesaplanır. Denge halinde bulunan veya belirlenen bir yamacın stabilitesi hesaplanmak isteniyorsa, belirlenen bir çok deneme kayma yüzeyi için güvenlik sayıları hesaplanır ve elde edilen güvenlik sayıları içerisinden en küçük olanı kritik değer kabul edilir.

Zeminlerin kesme direnci, normal olarak Mohr-Coulomb kırılma kriterine göre verilmektedir.

$$\tau = c + \sigma tan\emptyset \tag{29}$$

$$\tau = c_u$$
 (toplam gerilme analizi için) (30)

$$\tau = c' + \sigma' tan \phi'$$
 (efektif gerilme analizi için) (31)

Duraylı bir kütlenin analizinde, malzemenin harekete geçmesinden sonra sahip olacağı uyanmış (mobilized) kesme direnci kaymadan önceki kesme direncinden daha küçüktür. Bunu ifade için G_s diye tanımlanan güvenlik sayısı,

$$G_{s} = \frac{\text{Harekete karşı koyan mevcut kayma direnci}}{\text{Stabilite için gerekli kesme direnci}}$$
(32)

Direnen kuvvetlerin azalması, harekete geçiren kuvvetlerin artmasıyla güvenlik sayısı değeri azalır ve yamaç dengesini kaybeder. Yamacın dengesini bozan faktörler Tablo 14'te gösterilmektedir.

Gerilme Artışı	Dirençte Azalma				
Yamaç üstünde yük artışı	Aşınma, yıpranma				
Topuğa yakın bölgeden malzeme kaybı	Süreksizlik yüzeylerinde su basıncı				
Deprem ve diğer titreşim ivmeleri	Kuru ortamda ani ıslanma ve yapının bozulması				
Boşluk veya çatlak suyundaki artış	Zaman ve hareket sonucu dirençte maksimumdan kalıcıya düşme				
Çekme çatlaklarına su dolması	Killi matrisin şişmesi				
Giderek kırılma olayı	Çatlak ve boşluklarda buz merceklerinin erimesi				
Yamaç dışındaki su düzeyinde düşme	Çimentolayıcı malzemenin yıkanması				

Tablo 14. Yamaç dengesine etkenler (TS 8853)

En genel hali ile bir yamacın duraylılığı için yamaçta;

 $G_s < 1$ (duraysız)

 $G_s = 1$ (limit denge)

 $G_s\!>\!1 \quad (\ duraylı \)$

Verilen bu sınır değerleri en genel hal olup yapılan hesaplamalarda TS 8853'de önerilen güvenlik sayıları Tablo 15 sınır değer olarak alınmıştır.

Tablo 15. Yamaç ve şevlerde güvenlik sayıları (TS 8853)

Sart	Güvenlik Sayısı, G _s					
çuit	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	-			
Laboratuar maksimum direnç parametreleri kullanımı ile	1.50	1.35	1.0			
Kalıcı dirence göre	-	1.20	1.0			
Uzun vadede duraylılık	-	1.20	-			
Yamaç üzerinde yapı bulunması	1.80	1.50	1.20			
Fisürlü killer	-	1.50	-			

Limit denge yönteminde hesaplamalar toplam ya da efektif gerilmelere göre yapılır. Bu duraylılığın kısa ya da uzun süreç için belirlenmesinde gereklidir. Doğal yamaçlarda hareketler, genellikle yamacın etkisi altında bulundukları gerilmelerin yer ve şiddetindeki değişiklikler sonucu oluşmaktadır. Boşluk suyu basıncındaki değişikliklere gerilme değişimleri başka bir deyişle yamacın veya yamaç üzerine açılmış şevin etkisi altında bulunduğu yüklerin değişim söz konusudur. Eğer bu yük değişimi malzemenin konsolidasyon süresinden çok hızlı ise söz konusu yapının kısa süre içerisindeki stabilitesi belirlenmelidir. Aksi halde yapının uzun süre içerisindeki stabiltesinin belirlenmesi gerekecektir.

Yamaç ve şevlerin duraylılık analizlerinde buralara uygulanan bir müdahale sonrası (yapılan ek yüklemeler ya da kazılar) boşluk suyu basınçlarında değişimler olacaktır. Kısa süre içerisindeki duyarlılık analizlerinde boşluk suyu basınçları hesaba katıldığından analizlerde toplam gerilmelere göre bulunan \emptyset ve c parametrelerinin kullanılması uygundur. Oysa uzun süreli duraylılık analizlerinde, boşluk suyu basıncı etkili olmayacağından efektif gerilmelere göre belirlenecek \emptyset' ve c' parametreleri ile yapılması gerekir.

Doğal yamaçlarda kaymalar genellikle kütle üzerine gelen yüklerdeki küçük değişiklikler sonucunda gerçekleşmektedir. Bu tip problemlerde duraylılığın uzun vadede incelenmesi gerekir. Örneğin yoğun yağışların izlendiği bir mevsim sonunda yer altı su seviyesindeki yükselim kütle içindeki efektif gerilmelerin, buna bağlı olarak da potansiyel kayma yüzeyindeki kayma direncinin düşmesine neden olmaktadır. Ancak gevşek kumlar veya çabuk kil olarak nitelenen zeminler çok küçük deformasyonlar boşluk suyu basınçlarında önemli artışlara sebep olacağından bu malzemedeki kayma parametreleri ve boşluk suyu basınçlarının belirlenmesinde büyük itina gösterilmelidir.

Bu çalışmada yapılan stabilite hesaplarında efektif gerilmelere göre bulunan \emptyset' ve c' parametreleri kullanılmıştır.

Limit denge metotlarının kullanımında kayma yüzeyinde şekil değişmeleri olabilir. Collin bu kayma yüzeylerinin belli bir eğime sahip olduğunun fakat bunların topografya, stratigrafik dizilim ve süreksizliklerden etkilendiği zaman düzlemsel bir kesite sahip olabileceğini ifade etmektedir.

Bir şev parçası için analiz metodu seçileceği zaman muhtemel kayma yüzeyi şeklinin belirlenmesi çok önemlidir. Böylece dairesel yada dairesel olmayan analiz metodunun hangisinin daha uygun olacağı belirlenir.

Tablo 16 da limit denge analiz metotları kayma yüzeyi şekline göre sınıflandırılmıştır. Bunların tamamı iki boyutlu ve sonsuz genişlikte bir yüzey olarak kabul edilir. Tablodaki E ve X dilimler arası kuvvetlerin yatay ve düşey bileşenleridir.

Kayma yüzeyi	Yöntem	Kabuller	Kaynak		
Düzlemsel	Sonsuz yamaç Culmann	Sonsuz genişlikte değişmez yamaç Topuktan geçen düzlemsel kayma yüzeyi	Taylor (1948) Culmann (1866)		
Düzlemsel	Kama	Yanal kuvvetlerle blok kayması	Hoek ve Bray (1977) Seed ve Sultan(1967) Morgenstern (1968) NAVFAC (1982)		
	Dilim	Yanal kuvvetler her dilimin kenarında eşit	Fellenius (1936)		
	Sürtünme dairesi	Sürtünme dairesi Bileşke yarıçapı Rsin Ø olan sürtünme dairesine teğet			
Dairesel	Bishop	Bishop Toplam kuvvet sistemi dilim kenarlarına etkiyor			
	Sadeleştirilmiş Bishop	Toplam kuvvet sistemi basitleştirilmiş	Bishop (1955)		
	Spencer	Spencer Dilimler arası kuvvetler paralel			
Düzensiz	Morgenstern ve	Bishop kuvvet sistemine	Morgenstern ve Price		
(Genel	Price	dayanır	(1965)		
şekıllı)	Janbu	Yanal kuvvetlerin yeri	Janbu (1954)(1971)		

Tablo 16. Limit denge analiz metotları (Hunt, R.E., 1986)

Zeminin homojen, kayma yüzeyinin benzer özellikli olmaması ve boşluk suyu basınçlarının yerel değişiklik göstermesi gibi özelliklerinden dolayı kütlenin tümünü inceleyen analiz yöntemlerinden elde edilen sonuçlar yaklaşık değerlerdir. Bundan dolayı günümüzde kütleyi daha ince dilimlere ayırarak kütleye ait özellikleri daha iyi belirginleştiren ve dolayısıyla gerçeğe daha yakın sonuçlar veren dilim yöntemleri kullanılmaktadır. Dilim yöntemlerinde zemin kütlesi içerisinden bir deneme kayma yüzeyi geçirildikten sonra zemin kütlesi n sayıda düşey dilimlere bölünür (Şekil 16).



Şekil 16. Dilim yönteminde bir dilime etkiyen kuvvetler

Burada W dilim ağırlığı, S dilim tabanına etkiyen kesme kuvveti, N normal kuvveti, E dilimler arası yanal kuvvet, X ise bu dilimlerden gelen kesme kuvvetini göstermektedir.

Eğer bir şevin efektif gerilme analizi yapılacaksa, kayma yüzeyi etrafındaki efektif gerilmelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu, zeminin dilimlere ayrılmasıyla belirlenebilir. Analizlerin başlangıcında bu kuvvetlerin çoğu ve etkime yerleri bilinmemektedir. Tablo 17, n tane dilime ayrılmış sadece 3n statik eşitliğin bilinmesine karşın, 5n-2 bilinmeyenin bulunduğunu gösterir. Böylece problemin çözümü için 2n-2 kadar tahmin yapılması gerekmektedir.

Basitleştirilmiş yöntemlerde dilimler arası yatay kuvvetler 0 (sıfır) alınır, normal kuvvetin dilim tabanı ve orta noktasına etki ettiği kabul edilir. Detaylı analizler için yapılan kabullenmeler ise şunlardır ;

- Kayma yüzeyi etrafındaki normal gerilme dağılımı hakkında yapılan kabuller,
- Dilimler arası kuvvetlerin etki çizgisinin yeri üzerinde yapılan kabuller
- Dilimler arası kuvvetlerin eğimlerinde yapılan kabullerdir.

Limit denge analiz yöntemlerinde kullanılan başlıca analiz yöntemleri şunlardır ;

Elde edilebilen denklemler	3n (yatay, düşey ve moment denklemleri)						
	1 Normal kuvvet P ve kesme kuvveti T ile belirlenen F güvenlik faktörü						
	n Dilim tabanındaki normal kuvvet P						
Dilinmeyenler	n P kuvvetinin etkime yeri						
Binnineyenier	n-1 Dilimler arası kuvvet eğimi Θ						
	n-1 Dilimler arası kuvvetin etkime yeri yüksekliği h						
	n-1 Dilimler arası bileşke kuvvet Z						
Toplam 5n-2							

Tablo 17. Dilim metotlarında bilinmeyenler ve eşitlikler

2.4.9.2.1. Fellenius (İsveç Dilim) Yöntemi

İlk olarak Fellenius adındaki bilim adamı tarafından ileri sürülen yöntemde Şekil 18 de gösterildiği gibi zemin kütlesinden deneme kayma yüzeyleri geçirilir ve zemin kütlesi eşit genişlikli düşey dilimlere ayrılır. Her dilim kendi ağırlığı (W), altında, dilimler arası sınırda ve sınır kenarındaki X ve E kuvvetlerinin etkisi altında hareket eder.



Şekil 17. Fellenius yönteminde tipik bir dilime etki eden kuvvetler ve kuvvet poligonu

Dilim tabanının eğimi α ve boyu *l*'ye göre hareket eden kuvvetler kesme direnci T ve normal kuvvet N'dir. Daha keskin bir çözüm içeren zemin kütleleri için şu koşullar sağlanmalıdır;

- Her dilimdeki kuvvetler denge durumunda olmalıdır.
- Kayan kütlenin tamamı denge durumunda olmalıdır.

Şev malzemesinin basınç-gerilme ve deformasyon özelliklerine bağlı olan X ve E kuvvetlerini belirlemek zordur. Dilimler arası X ve E kuvvetlerinin aynı doğrultuda fakat zıt yönde ve birbirine eşit oldukları kabul edilir dolayısıyla bu kuvvetler hesaba katılmaz. Basit bir yaklaşımla her dilimin tabanındaki toplam normal gerilme bir dilimin tabanındaki düşey ve teğetsel bütün kuvvetlerin çözümü ile elde edilir.

Yapılan hesaplamalarda yanal kuvvetlerin bileşkesinin her dilimin tabanına paralel etkidiği kabul edilir ve dolayısıyla tabana dik kuvvetler etki etmektedir. Sonuçta bu yöntem ile bulunan güvenlik sayısı en düşük değerde çıkmaktadır.

Bu analiz yönteminde kaymanın, zemin kütlesinin O merkezli dairesel bir yüzeyde olduğu kabul edilir ve O noktasına göre momentler alınarak denge durumu araştırılır. Herhangi bir i dilimi ele alındığında bunun ağırlığı W_i , dilim tabanında normal ve teğetsel doğrultuda olmak üzere iki bileşkene ayrılır. α_i dilim yay ortasının yatayla yapmış olduğu açıyı göstermek üzere ağırlığın normal ve teğetsel bileşenleri ;

$$N_i = W_i \cos \alpha_i \tag{33}$$

$$T_i = W_i \sin \alpha_i \tag{34}$$

olarak her dilim için ayrı hesaplanır. ABCA zemin kütlesi, W ağırlığı ile kaymaya neden olduğundan, kaydırıcı moment;

$$M_o = \sum_{i=1}^{i} r. T_i = \sum_{i=1}^{i} r. W sin\alpha_i$$
(35)

dir.

Dilimin kaymasına karşı koyan kuvvet, zeminin kayma direncinden meydana gelip;

$$T_{f} = \Delta L \tau_{f} = \Delta L (c + \sigma tan \emptyset)$$
(36)

$$T_{f} = \Delta L \left(c + \frac{N}{\Delta L} tan \emptyset \right)$$
(37)

$$T_{\rm f} = \Delta L c + N \tan \emptyset \tag{38}$$

dir.

Böylece kaymayı önleyici moment ise;

$$M_{o} = \sum_{1}^{i} rc\Delta L + \sum_{1}^{i} (r. Wcos\alpha_{i}) tan\emptyset$$
(39)

olarak bulunur.

Buradan kaymayı önleyici momentin kaydırıcı momente oranı olan güvenlik sayısı ise;

$$G_{s} = \frac{c.L + \tan\phi \Sigma(W\cos\alpha)}{\Sigma W.\sin\alpha}$$
(40)

şeklinde bulunur.

Bu yöntemin uygulanmasında eğer ortamda yer altı suyu var ise bu durumda efektif gerilmeler ve boşluk suyu basınçları hesaba katılarak aşağıdaki güvenlik sayısı formülü yazılabilir.

$$G_{s} = \frac{\Sigma c' L + tan \emptyset' \Sigma [(W cos \alpha - ul)]}{\Sigma W.sin \alpha}$$
(41)

İsveç dilim yöntemi genel bir yöntem olduğu için bir çok şev stabilite analizinde kullanılmaktadır. Bu metotla bulunan güvenlik sayısı diğer metotlara nazaran daha küçük çıkmaktadır. α açısının büyük değişiklik gösterdiği derin kritik dairesel kayma yüzeylerinde ve boşluk suyu basıncının arttığı yerlerde bulunan güvenlik sayısındaki hata miktarı artmaktadır. Bu nedenle bu yöntem \emptyset açısının değişiklik gösterdiği şevlerde ve kuru şevlerde diğer metotların kontrolünde kullanılmaktadır (Chowdhury,1978).

İsveç dilim yönteminde stabilite hesabında kullanılan cetvel Tablo 18'de gösterilmiştir.

Dilim	W	l	α	с	u	u.l	Wcosα	Wcosα – ul	tanØ	(Wcosα – ul).tanØ	c. l	W.sinα
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
										Σ	Σ	Σ

Tablo 18. İsveç dilim yöntemi stabilite hesap tablosu

2.4.9.2.2. Basitleştirilmiş Bishop Yöntemi

İlk olarak Bishop (1955) tarafından ileri sürülen basitleştirilmede her dilime etkiyen E kuvvetlerinin yaklaşık olarak her dilimde dengelendiği kabul edilmektedir. Bu durumda kuvvetler çokgeni Şekil 19'da gösterilen şekli alır ve problem statik olarak tamamen belirgin olur. Çoğu hassas analizlere kıyasla, bu kabulün yapılması genellikle güvenlik sayısının daha küçük elde edilmesine neden olur. Bu fark r_u boşluk basıncı oranının yüksek olması halinde daha da büyür. Bu fark ekonomik açıdan sakıncalı olabilir.Basitleştirilmiş yöntemin kullanılıp kullanılmamasına karar verilmesinde, hesapta kullanılan değerlerin, muhtemel hatası yanında, zeminin üniform olmaması ve kayma yüzeyinin dairesel şekilden sapması göz önünde tutulmalıdır. Basitleştirilmiş metotta hesaplar aşağıdaki belirtilen şekillerde yapılır.



Şekil 18. Bishop yöntemine göre bir dilime etkiyen kuvvetler

Şekil 18'den;

$$G_s = \frac{T_1}{T}$$
(42)

$$S = \frac{T_1}{l} \rightarrow T_1 = S.l = l(c' + \sigma' \tan \emptyset') = l\left(c' + \frac{N}{l} \tan \emptyset'\right) = c'.l + N.\tan \emptyset'$$
(43)

$$G_{s} = \frac{T_{1}}{T} \rightarrow T = \frac{1}{G_{s}}c'.l + N'\tan\emptyset'$$
(44)

$$N_1 = N.\cos\alpha \tag{45}$$

$$T'_{1} = T_{1} \sin \alpha \tag{46}$$

$$N = N' + ul \tag{47}$$

$$\sum F_{y} = 0 \to W + X_{n} - N_{1} - T'_{1} - X_{n+1}$$
(48)

$$W = N_1 + T'_1 \tag{49}$$

$$W = N.\cos\alpha + T_1\sin\alpha \tag{50}$$

$$W = \cos\alpha(N' + ul) + \frac{1}{G_s}(c'l + N'\tan\phi')\sin\alpha$$
(51)

$$N' = \frac{W - u l \cos \alpha - \frac{c' l}{G_S} \sin \alpha}{\cos \alpha + \frac{1}{G_S} \tan \theta / \sin \alpha}$$
(52)

$$G_{s} = \frac{c' 1 + N' \tan \phi'}{W \sin \alpha}$$
(53)

$$\cos\alpha = \frac{b}{l} \rightarrow \frac{b}{\cos\alpha} \rightarrow l = b. \sec\alpha$$
 (54)

$$G_{s} = \frac{\frac{sec\alpha\{[c'b+W.tan\phi'(W-u.b)]\}}{1+\frac{1}{G_{s}}tan\phi/tan\alpha}}{W.sin\alpha}$$
(55)

bir dilime ait Bishop güvenlik sayısı bu şekilde bulunur. Tüm dilimlere ait güvenlik sayısı ise;

$$G_{s} = \frac{\sum_{i=1}^{\frac{\sum ec\alpha\{[c'b+W.tan\phi'(W-u.b)]\}}{1+\frac{1}{G_{s}}tan\phi'.tan\alpha}}}{\sum W.sin\alpha}$$
(56)

 r_u boşluk suyu katsayısı $r_u = \frac{u.b}{W}$ şeklinde yılasbilir.

$$G_{s} = \frac{\sum_{i=1}^{\frac{sec\alpha\{[c'b+tan\phi'(1-r_{u})]\}}{1+\frac{1}{G_{s}}tan\phi'.tan\alpha}}}{\sum W.sin\alpha}$$
(57)

olur.

Tablo 19. Bishop yöntemi stabilite hesap tablosu

. .

Dilim	W	b	α	sinα	c'b	secα	Wsinα	tanα	$W.(l - r_u).tan \emptyset''$	$c'b' + W.(L - r_u)tan\emptyset'$	$\frac{sec\alpha}{1 + \frac{tan\phi'.tan\alpha}{G}}$
										$G_s = 1.5$ için	Bulunacak G _s
1											
2											

2.4.9.2.3. Sadeleştirilmiş Janbu Yöntemi

Janbu tarafından geliştirilen yöntemin en önemli özelliği her tipteki kayma yüzeyine uygulanabilir olmasıdır. Bu metoda göre dilimler arası kuvvetlerin sıfır olduğu kabul edilmiş böylece aynı Bishop yönteminde olduğu gibi her dilim tabanındaki gerilme toplam kuvvetlerin değerlendirilmesiyle elde edilir. Şekil 20'de sadeleştirilmiş Janbu yöntemine göre bir dilime etkiyen kuvvetler gösterilmiştir.



Şekil 19. Sadeleştirilmiş Janbu yönteminde bir dilime etkiyen kuvvetler

Şekil 19' da ki kuvvetlere göre denge denklemi yazılırsa,

$$T_1 + E_{n+1} \cos\alpha + x_{n+1} \sin\alpha - T - E_n \cos\alpha - x_n \sin\alpha \to T_1 - T = 0$$
(58)

$$T = W. \sin\alpha \qquad T = [c'.l + (N - ul). \tan\emptyset'].\frac{1}{G_s}$$
(59)

$$N' = \frac{W - u.l.\cos\alpha - \frac{c'.l}{G_s}.\sin\alpha}{\cos\alpha + \frac{1}{G_s}.\tan\phi'.\sin\alpha}$$
(60)

bu denklemlerden yararlanarak aşağıda ifade edilen Janbu yöntemindeki güvenlik sayısı formülü elde edilir.

$$G_{s} = \frac{\frac{\sec \alpha [c'.b + \tan \phi (W - u.b)]}{1 + \frac{1}{G_{s}.\tan \phi'.\tan \alpha}} \frac{1}{\cos \alpha}}{W.\sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha}}$$
(61)

$$G_{s} = \frac{\frac{\sec^{2}\alpha[c'.b+\tan\phi(W-u.b)]}{1+\frac{1}{G_{s}}\tan\phi'.\tan\alpha}}{W.\tan\alpha}$$
(62)

Janbu'nun sadeleştirilmiş yönteminde kullanılan hesaplama cetveli ise Tabo 20'de gösterilmiştir.

Dilim	W	b	α	tanα	u	u.l	Wtanα	sec²α	c'.b	W — u. b	tanØ. (W – ub)	$\frac{1}{G_S} \cdot tan \emptyset' \cdot tan \alpha$	A/B	u.b	c'b + tanØ. (W - ub)sec²α
1															
2															

Tablo 20. Janbu yöntemi stabilite hesap tablosu

Janbu, yönteminde yapılan hesaplamalardaki bazı hataları ortadan kaldırmak ve dilimler arası kaymaya kuvvetlerinin etkisini hesaba katmak için, bulunan güvenlik sayısı ampirik bir düzeltme faktörü ile çarpılmaktadır. Bu düzeltme faktörü şekil 21'deki diyagramdan bulunup aşağıdaki bağıntıda yerine konur ve düzeltilmiş güvenlik sayısı elde edilir.

$$G_{sdüzeltilmis} = G_s. f_0$$



Şekil 20. Sadeleştirilmiş Janbu yönteminde kullanılan düzeltme faktör

3. BULGULAR

3.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

Giresun-Espiye karayolunun Km: 1+30-1+170 arasında yer alan çalışma alanında Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından hazırlanan "Stratigrafi Sınıflandırma ve Adlama Kuralları" esaslarına göre 2 birim ayırtlanarak haritalanmıştır (Şekil 21).

Bu birimler yaşlıdan gence doğru;

- 1. Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase)
- 2. Alüvyon (Kuvaterner) dır.

3.1.1. Çağlayan Formasyonu

Maçka (Trabzon) kuzeyindeki Çağlayan köyü ve civarında en iyi yüzeylenmesini veren Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşlı bazik volkano-tortul kayaçlardan oluşan birim, ilk olarak Güven (1993) tarafından "Çağlayan Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanının temelini oluşturan bazik volkano-tortul istif Çağlayan Formasyonu ile benzer litolojik ve staratigrafik özelliklere sahip olduğundan, Çağlayan Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Çağlayan Formasyonu, çalışma alanının tamamında yüzeylenmiştir. Başlıca kumtaşı, marn, kırmızı kireçtaşı ve andezit, dasit, bazalt ve tüf içermektedir. Çağlayan Formasyonu'ndaki bazalt ve andezitler genellikle koyu gri ve yeşilimsi renklerde gözlenir (Şekil 22).

ÜST SISTEM	SISTEM	SERI	KAT	FORMASYON	KALINLIK(m)	LITOLOJI	AÇIKLAMA
SENOZOYIK	KUVATERNER			ALÜVYON			Alüvyon
MESOZOYIK	K R E T A S E	Ü S T K R E T A S E	KAMPANIYEN - MAASTRÝHTIYEN	ÇAGLAYAN FORMASYONU	> 300 m		Kirmizi Kireçtası, marn, kumtası, andezit,dasit, bazalt, tüf ve piroklastlari ÖLÇEKSIZDIR N. SAHIN, 2011

Şekil 21. Çalışma alanının stratigrafik kolon kesiti



Şekil 22. Çalışma alanının jeoloji haritası



Şekil 23. Çalışma alanının jeolojik kesiti



Şekil 24. Çağlayan Formasyonunda ki bazaltların genel görünümü (Yer: Aksu Tüneli)

Çağlayan Formasyonu volkanitleri arasında ara katkılı olarak genellikle kırmızı renkte olan kireçtaşları, marnlar, kumtaşları, kumlu kireçtaşları gözlenmiştir. Bu tortul ara katmanlar belirgin bir tabakalanma göstermemekte, bazı yerlerde değişik kalınlıkta mostralar vermektedir.



Şekil 25. Çağlayan Formasyonuna ait kırmızı kireçtaşları (Yer: Konakyanı Mah.)

Birimden alınan numunelerden yapılan ince kesitlerde şu özellikler gözlenmiştir;



Şekil 26. Çağlayan Formasyonu'ndaki ojitli bazaltlardaki mikroliktik porfirik doku (ÇN; Pl: Plajiyoklas, Oj: Ojit, Yer: Cebeci Mah. civarı)

Doku: Mikrolitik Porfirik

Kayaç Adı: Ojitli Bazalt

Plajiyoklas: Genelde yarı özşekilli, hamur içerisinde orta boyda kristaller halinde bulunur. Yer yer kloritleşmiş ve kalsitleşmişlerdir. Hamur içinde büyük latalarda yapılan sönme açısı tayinlerinde (010)'a göre 54⁰'lik sönme açısına göre plajiyoklas türünün Labrador olduğu saptanmıştır.

Ojit: Ojit mineralleri hamurda fenokristaller halinde bulunmaktadır. Bunlar yarı özşekilli kristaller şeklindedir.Ojit mineralleri tek nikolde kahverengimsi yeşil, çapraz nikolde ise II. Sıranın mavi, yeşil renkleri gözlenmektedir.

Hamur: Yer yer kloritleşmiş ve kalsitleşmiştir. Az miktarda opak minareler içermektedir.



Şekil 27. Çağlayan Formasyonu'ndan alınan hornblendli dasitlerdeki Porfirik doku (ÇN, Ku: Kuvars, Horn: Hornblend, Yer: Andızlı Mah. civarı)

Doku: Profirik Doku

Kayaç Adı: Hornblendli Dasit

Hornblend: Kesit içerisinde gözlenen hornblendler özşekilsiz değişiken boyutlu taneler halinde izlenir. Renk pleokroizma belirgin bir şekilde görülmektedir. Bazıları altere olmuştur, dilinimleri belirgin bir şekilde görülmemektedir.

Kuvars: Hamur içerisinde özşekilli kristaller halinde görülür. Kuvarsların genelinde yenme dokusu gözlenir.



Şekil 28. Çağlayan Formasyonu'ndan alınan Trakiandezitteki Porfirik doku (ÇN, Sn: Sanidin, Amf: Amfibol, Yer: Samsunlu Mah. civarı)

Doku: Porfirik Doku

Kayaç Adı: Traki Andezit

Sanidin: Kesitte yarı özşekilli ve büyük kristaller halinde gözlenir. Sanidinlerde karlspad ikizi görülmektedir.

Hornblend: Kesit içerisinde gözlenen hornblendler özşekilsiz değişiken boyutlu taneler halinde izlenir. Renk pleokroizması belirgin bir şekilde görülmemektedir. Bazıları altere olduğundan dolayı dilinler belirgin bir şekilde gözlemlenememiştir.



Şekil 29. Çağlayan Formasyonu'ndan alınan Kristalen tüf

Kayaç Adı: Kristalen Tüf

Kristal parçalarından oluştuğu için kristalen tüf olarak adlandırılmıştır. Kristal parçalarının büyük bölümünü plajiyoklaslar ve az oranda da piroksenler ve opak minerallerden oluştuğu görülmektedir.



Şekil 30. Çağlayan Formasyonu'ndaki kırmızı kireçtaşlarında gözlenen Globotruncana (TN)

İnceleme alanında Çağlayan Formasyonu içerisinde kırmızı kireçtaşları gözlenmiştir. Yapılan mikroskobik çalışmalara göre bu kireçtaşlarında bileşenler mikritle bağlanmıştır. Tane oranı % 10'dan fazla olduğu için kayaç; Dunham (1962)'ye göre vaketaşı, bağlayıcısı mikrit olduğu için Folk (1962)'ye göre biyomikrit olarak tanımlanmıştır.

Güven (1993), bu birim içindeki tortul kayaçlardan aldığı örneklerde Globotruncana Arca CUSHMAN, Globotruncana Lapparenti Tricarinata (QUERREAU), Globotruncana cf. Bulloides VOGLER, Globotruncana Coronate Bolli, Globigerina sp., Gümbelina sp. Fosil türlerine göre Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşını vermiştir. Bu çalışmada Çağlayan Formasyonu olarak adlandırılan birim Hamsiköy tortul- volkanit karmaşığı olarak haritalayan Yalçınalp (1992), bu karmaşık içindeki kırmızı biyomikritlerde Kampaniyen-Maastrihtiyen yaşını veren Globotruncana tricarinata QUEREAU, Globotruncana linneiana d'ORBIGNY, Globotruncana arca CUSMAN, Globotruncana bulloides VOGLER, Globotruncana cf. Stuartiformis DALBIEZ, Globotruncana fornicata PLUMMER, Globotruncana falsostuarti SIGAL ve Globotruncana ganserri BOLLI mikrofosillerini belirlemiştir. Bu fosil bulguları nedeniyle Çağlayan Formasyonu'nun Kampaniyen-Maastrihtiyen olduğu kabul edilmiştir. Bu formasyon, Doğankent (Giresun) civarında Üst Bazik Volkanik Seri , Zigana yöresinde (Gümüşhane) Üst Kretase yaşlı Zigana Formasyonu'nun A2 Üyesi, Güzelyayla (Maçka-Trabzon) yöresinde Hamsiköy Tortu-volkanik Karmaşığı; Çaykara (Trabzon) yöresinde Karona Üyesi, Maçka (Trabzon) güney yöresinde Andezit-bazalt ve piroklastlardan oluşan B2 Üyesi, Kürtün (Gümüşhane) yöresindeki Kirazlık Formasyonu Diker Üyesi ile hem litolojik hem de stratigrafik olarak benzerdir.

3.1.2. Alüvyon

Aksu Deresi ve yan dereler boyunca görülür. Elemanları blok boyutundan kil boyutuna kadar değişmekte olup genelde magmatik kayaçlar ve az miktarda da kireçtaşı parçaları içerir.

3.2. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı içerisinde yapısal özellikler tabakalanma ve çatlak şeklinde olup, fay ve kıvrımlanma görülmemiştir. Doğu Pontid Kuzey zonunda yer alan inceleme alanı mağmatik aktivitenin yoğun olması nedeniyle oldukça kırıklı yapıya sahiptir.

3.2.1. Tabakalar

Çağlayan Formasyonu volkanitleri arasında ara katkı olarak bulunan kireçtaşları, marnlar, kumtaşları, kumlu kireçtaşları belirgin tabakalanma göstermekte olup tabaka kalınlığı 1- 3 m arasında değişmektedir. Aksu Deresinin her iki yakasında ve Cebeci Mahallesi ve Samsunlu Mahallesinde mostra veren bu kayaçlar, Aksu Deresinin batı yakasında KD-GB doğrultulu 20- 35⁰ derece KB ya eğimli, doğu yakasında olanlar KD-GB doğrultulu 30⁰ KB ya eğimli, Samsunlu Mahallesi'nde KD-GB doğrultulu 60⁰ KB ya eğimli, Cebeci Mahallesi'nde KD-GB doğrultulu 25⁰ KB ya eğimlidir.

3.2.2. Çatlaklar

İnceleme alanında yer alan bazalt birimlerinde çatlaklar belirgin olarak izlenmektedir. Çatlak açıklıları 0,1-3 cm arasında, genelde çatlak yüzeyleri düzgün fakat pürüzlü ve ondülasyonludur. Egemen çatlak yönlerini belirlemek için projeksiyon ağı kullanılarak Üst Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu (Şekil 31) için kontur diyagramı hazırlanmıştır. Kontur diyagramı incelendiğinde egemen çatlak konumu 35/15, 247/7, 197/53 olduğu Dips programıyla belirlenmiştir.



Şekil 31. Çağlayan Formasyonuna ait çatlak kontur diyagramı

3.3. Depremsellik

Çalışma alanı ve çevresi, Türkiye deprem bölgeleri haritasında 4. derecede deprem bölgesinde yer alır.
3.4. Heyelan Mekanizması

Giresun-Espiye karayolunun Km:1+030-1+170 arasında heyelan, fosil bir heyelan bölgesi içerisinde meydana gelmiştir.

Fosil heyelan bölgesi topuğunda kazı yapılmak sureti ile bir restaurant binası inşa edilmiş ve binayı çevreleyen dik kazı şevleri bir betonarme dayanma yapısı ile desteklenmiştir. Gerek zemin yükü, gerekse hidrostatik basınç nedeni ile bu dayanma yapıları kısmen deforme olmuştur. Mevcut alanda yapılması öngörülen iksa duvarlarının Km: 1+040 – 1+060 aralığı için yapılan kazı çalışması sonrasında ise ana kütle hareketi başlamış ve arazide izlenen gerilme çatlakları dışında restaurant binasında da bir kısım çatlaklar gelişmiş, bina gerisindeki betonarme dayanma yapısında önemli deformasyonlar oluşmuştur.

Km: 1+030-1+170 Heyelanı tümü kumtaşı – konglomera ara düzeyli volkano – sedimanter kayaçlardan kurulu Üst Kretase Volkanitleri içerisinde oluşmuştur. Birimin üst 7.00-9.00 metrelik kesimi yüksek derecede ve tamamen ayrışarak zemin haline dönüşmüştür. Karayolları tarafından yapılan jeolojik – jeoteknik çalışmalardan sağlanan verilere göre; oluşan kütle hareketinin boyu yaklaşık 120.00 m, eni yaklaşık 90.00 m olup, heyelanın taç ve topuk bölgeleri arasındaki kot farkı yaklaşık 19.00 metredir. Heyelan kütlesi kalınlığı ise kayma düzlemi boyunca yaklaşık 4.50 – 7.20 metre arasında değiştiği belirlenmiştir.

3.5. Temel Sondajları

Giresun-Espiye karayolunun Km.1+030-1+170 aralığında oluşan heyelanlı kesimin jeolojik – jeoteknik açıdan incelenmesi, bu kesimde yer alan birimlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, yeraltısuyu seviyesinin tespiti ve heyelan mekanizmasının incelenmesi amacıyla 10 lokasyonda toplam 137.00 m temel sondajı yapılmıştır.

Zeminlerin yerindeki mukavemetlerini belirlemek için zemin birimlerinde ve kayaçların çok ayrışmış seviyelerinde 1.50 m ara ile SPT yapılmıştır.

Heyelan bölgesindeki zemin ve kaya birimlerinin deformasyon özelliklerini belirlenmesine yönelik olarak, sondaj kuyularında Pressiyometre deneyleri yapılmıştır. Deney yapılan kuyularda deformasyon modülü (Ep) ile limit basınçların (Pln) derinlik boyunca değişimi belirlenmiştir.



Şekil 32. Heyelan alanının jeoloji haritası

Heyelan bölgesinde kayma düzleminin derinliği, hareketin yönü ve hızını belirlemek amacıyla araştırma çalışmaları kapsamında 3 temel sondajı içerisine inklinometre borusu yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. Sondaj kuyularına yerleştirilen özel boruların içerisinden dijital bir probe yardımı ile okumalar gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler bilgisayar ortamında grafiklere dönüştürülmüştür.

Sondoi No	Koor	dinat	Vot (m)	Darinlile (m)
Sondaj INO	N	Е	Kot (III)	Dermik (m)
SK-1	454 647.79	4 531 455.07	17.62	12.00
SK-2	454 662.50	4 531 421.08	24.34	16.50
SK-3	454 690.17	4 531 371.61	38.03	13.50
SK-4	454 686.89	4 531 342.68	41.29	16.50
SK-5i	454 659.77	4 531 366.36	34.43	13.70
SK-6	454 635.14	4 531 398.66	22.88	15.00
SK-7i	454 630.48	4 531 416.60	20.55	15.30
SK-8i	454 630.15	4 531 450.85	17.44	13.50
SK-9	454 611.70	4 531 448.39	12.97	10.50
SK-10	454 583.27	4 531 461.33	12.35	10.50
	TOPLA	M		137.00

Tablo 21. Temel sondaj özet tablosu

3.5.1. SK-1 Sondajı

Heyelan alanı içerisinde 17.62 m kotunda olup derinliği 12 metredir. Sondajda 0.00-0.20 m arasında bitkisel toprak, 0.20-3.80 m arasında kumlu silt, 3.80-5.60 m arasında çakıllı siltli kum, 5.60-6.70 m arasında kumlu silt, 6.70- 10.30 m arasında kumtaşı ile konglomera ardalanması 10.30-12.00 m arasında dasidik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.2. SK-2 Sondajı

Heyelanlı alanı içerisinde 24.34 m kotunda olup derinliği 16.50 metredir. Sondajda 0.00-0.30 m arasında bitkisel toprak, 0.30-5.50 m arasında siltli kum, 5.50- 10.80 m

arasında kumlu silt, 10.80-12.20 m arasında kumtaşı, 12.20- 14.50 m arasında kumtaşı ile konglomera ardalanması, 14.50-16.50 m arasında dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.3. SK-3 Sondajı

Heyelan alanı dışında 38.03 m kotunda olup derinliği 13.50 metredir. Sondajda 0.00-0.50 m arasında bitkisel toprak , 0.50-2.20 m arasında kumlu silt, 2.20- 5.80 m arasında siltli kum, 5.80- 6.80 m arasında kumlu silt, 6.80-9.40 m arasında tüfit, 9.40-11.50 m arasında konglomera, 11.50- 13.50 m arasında dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.4. SK-4 Sondajı

Heyelan alanı dışında 41.29 m kotunda olup derinliği 16.50 metredir. Sondajda 0.00-0.60 m arasında bitkisel toprak, 0.60- 4.00 m arasında kumlu silt, 4.00-7.30 m arasında çakıllı siltli kum, 7.30- 9.60 m arasında kumlu silt, 9.60-11.50 m arasında tüfit ile zayıf çimentolu konglomera arasındaki geçiş zonu, 11.50- 13.30 m arasında konglomera, 13.30-16.50 m arasında dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.5. SK-5i Sondajı

Heyelan alanı dışında 34.43 m kotunda olup derinliği 13.70 metredir. Sondajda 0.00-0.30 m arasında bitkisel toprak, 0.30-2.90 m arasında siltli kum, 2.90-4.30 m arasında kumlu silt, 4.30-6.60 m arasında çakıllı siltli kum, 6.60-9.40 m arasında tüfit, 9.40-11.30 m arasında filiş (kumtaşı,silttaşı, marn ardalanması), 11.30-13.70 m arası dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.6. SK-6 Sondajı

Heyelan alanı içinde 22.88 m kotunda olup derinliği 15.00 metredir. Sondajda 0.00-0.20 m arasında bitkisel toprak, 0.20-4.30 m arasında kumlu silt, 4.30-5.60 m arasında çakıllı siltli kum, 5.60-8.20 m arasında kumlu silt, 8.20-12.40 m arasında kumtaşı, 14.20-15.00 m arası dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.7. SK-7i Sondajı

Heyelan alanı içinde 20.55 m kotunda olup derinliği 15.30 metredir. Sondajda 0.00-0.30 m arasında bitkisel toprak, 0.30-5.70 m arasında kumlu silt, 5.70-6.80 m arasında siltli kum, 6.80-10.50 m arasında kumtaşı, 10.50-15.30 m arası dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.8. SK-8i Sondajı

Heyelan alanı içinde 17.44 m kotunda olup derinliği 13.50 metredir. Sondajda 0.00-0.40 m arasında bitkisel toprak, 0.40-2.50 m arasında kumlu silt, 2.50-4.20 m arasında çakıllı siltli kum, 4.20-6.80 m arasında kumlu silt, 6.80-10.60 m arasında kumtaşıkonglomera, 10.60-13.50 m arası dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.9. SK-9 Sondajı

Heyelan alanı içinde 12.97 m kotunda olup derinliği 10.50 metredir. Sondajda 0.00-0.20 m arasında beton, 0.20-1.40 m arasında yapay dolgu, 1.40-4.00 m arasında siltli kum, 4.00-5.40 m arasında konglomera, 5.40-6.30 m arasında kumtaşı, 6.30-10.50 m arasında dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.5.10. SK-10 Sondajı

Heyelan alanı içinde 12.35 m kotunda olup derinliği 10.50 metredir. Sondajda 0.00-0.20 m arasında kaplama beton, 0.20-0.90 m arasında yapay dolgu malzemesi, 0.90-4.10 m arasında kumlu silt, 4.10-7.40 m arasında kumtaşı, 7.40-10.50 m arasında dasitik tüf yer almaktadır (Ek 1).

3.6. Sondaj Çalışmasında Gözlenen Birimler

Heyelan bölgesinde yapılan jeolojik-jeoteknik araştırma çalışmaları sırasında esas olarak 3 değişik ana birim ayırtlanmıştır. Bunlar sırasıyla tamamen ayrışarak yer yer zeminleşmiş tüfit birimi kumtaşı-konglomera türü kayaçlardan oluşmuş filiş-tüfit birimi ve tabanda izlenen dasitik tüfit birimleridir. Bu birimlere ait elde edilen jeolojik-jeoteknik veriler aşağıda sunulmaktadır.

3.6.1. Ayrışmış Tüfit Birimi

Km. 1+030-1+170 heyelan bölgesinde yaygın olarak izlenen birim tüfit türü kayaçların ayrışarak zeminleşmiş, ancak ilksel kırıntı boyutunu koruyan genel olarak kumlu silt ve siltli/çakıllı kum türü birimlerden oluşmaktadır. Birim tüm temel sondajlarında izlenmekte olup, kalınlığı 3.50-9.50 m arasında değişkenlik gösterir. Birim bu kesimde iki ayrı alt başlıkta incelenmiştir. Bunlar sırasıyla kumlu silt ve siltli/çakıllı kum düzeyleridir.

3.6.1.1. Kumlu Silt Düzeyi

Kumlu silt düzeyinin kalınlığı yer yer 5.50-6.00 metreye varmaktadır. Bu birim aynı zamanda heyelanda kayan birimdir. Birim genel olarak kahverengi- yeşilimsi kahverengi, çoğunlukla katı, yer yer yumuşak- sert, orta plastisiteli olup, bu düzey içerisinde yapılan SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ve bunların değişim aralıkları Tablo 22' de verilmiştir.

Tablo 22. SPT ve Pressiyometre deney sonuçları

SPT (N)	13	4 < SPT(N) < 28
Net Limit Basınç (Pln)	9.30 kg/cm^2	1.23 < Pln < 10.23
Deformasyon Modülü (Ep)	117 kg/cm^2	19 Ep < 218

3.6.1.2. Siltli/Çakıllı Kum Düzeyi

Silt/çakıllı kum düzeyi, heyelanda taban birimi niteliğindedir. Siltli / çakıllı kum düzeyinin kalınlığı temel sondajlarında yer yer 4.00-4.50 metreye varmaktadır. Birim genel olarak kahverengi- sarımsı/yeşilmsi kahverengi, orta sıkı- yer yer çok gevşek, nemli özellikler sunmakta olup, bu düzey içerisinde yapılan SPT ve pressiyometre deney sonuçları ve bunların değişim aralıkları Tablo 23'de verilmiştir.

SPT (N)	13	4 < SPT(N) < 28
Net Limit Basınç (Pln)	5.34 kg/cm^2	1.23 < Pln < 10.23
Deformasyon Modülü (Ep)	89 kg/cm^2	19 < Ep < 218

Tablo 23. SPT ve Pressiyometre deney sonuçları

3.6.2. Tüfit Birimi

Bu birim yapılan temel sondajlarında 2.50-3.00 metre kalınlığa ulaşmaktadır. Yapılan sondaj çalışmalarında tüfit birimi genel olarak, kahverengimsi yeşil- kahverengi, dağılgan, zayıf-çok zayıf, tamamen ayrışmış özellikler sunmakta olup, yer yer aglomeratik düzeyler içerir. Bu düzey içerisinde yapılan SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD değerlerleri ve bunların değişim aralıkları Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD

SPT (N)	-	47 < SPT(N) <r< th=""></r<>
Net Limit Basınç (Pln)	22.15 kg/cm^2	19.15 < Pln < 25.15
Deformasyon Modülü (Ep)	440 kg/cm ²	319 < Ep < 561
Karot Yüzdesi (TCR)	% 49	10≤TCR≤84
Kaya Kalite Değeri (RQD)	%0	

3.6.3. Fliş Birimi

Temel sondajlarında kalınlığı yaklaşık 2.00-4.50 metre arasında değişkenlik gösteren fliş birimi, bu kesimde genel olarak kumtaşı-konglomera ardalanmasından oluşmaktadır. Kumtaşları; sarımsı/yeşilimsi kahverengi- koyu kahverengi, dağılgan, çok zayıf, tamamen ayrışmıştır. Konglomera türü kayaçlar ise; kahverengi-gri renkli, dağılgan çok zayıf, tamamen ayrışmış, gevşek çimentolu matriks içerisinde %50-70 oranında, maksimum 50-70 mm, yuvarlak, sert, dayanımlı, volkanik kırıntılardan oluşmuştur. Fliş düzeyi içerisinde yer yer marn ara seviyeleri izlenir. Birime ait karot yüzdesi (TCR), RQD, SPT ve Pressiyometre deney sonuçları Tablo 25'de verilmiştir.

SPT (N)	-	24 < SPT(N) <r< th=""></r<>
Net Limit Basınç (Pln)	33.47 kg/cm^2	-
Deformasyon Modülü (Ep)	912 kg/cm ²	-
Karot Yüzdesi (TCR)	% 46	8≤TCR≤100
Kaya Kalite Değeri (RQD)	%6	0≤RQD≤27

Tablo 25. SPT ve Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD değerleri

3.6.4. Dasitik Tüfit Birimi

Heyelan sahasında taban kayası niteliğinde olan dasitik tüfit birimi genel olarak, yeşil-mavimsi yeşim renkli, orta sert, orta dayanımlı, orta derecede ayrışmış özelliktedir. Birime ait Karot Yüzdesi, RQD ve Pressiyometre değerleri ve değişim aralıkları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Pressiyometre deney sonuçları ile Karot Yüzdesi ve RQD değerleri

Net Limit Basınç (Pln)	40.30 kg/cm^2	37.02 < Pln < 41.10
Deformasyon Modülü (Ep)	4382 kg/cm ²	1450 < Ep < 5695
Karot Yüzdesi (TCR)	% 95	$75 \le TCR \le 100$
Kaya Kalite Değeri (RQD)	%92	63 RQD ≤ 100

3.7. Zeminlerin Jeoteknik Özellikleri

Arazi çalışmaları esnasında inceleme alanını temsil eden 6 ayrı noktadan örnek alınmıştır. Alınan örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde deneyler yapılarak zeminin jeoteknik özellikleri tespit edilmiştir. Bunlardan örselenmiş örnekler ile yapılan deneyler sonucunda, örneklerin kıvam limitleri ve buna bağlı olarak aktivasyon katsayıları, özgül ağırlıkları, ıslak elek analizi ve hidrometre deneylerinden dane dağılım eğrileri elde edilmiştir. Örnekler USCS ye göre adlandırılmıştır. Örselenmemiş örnekler üzerine yapılan deneylerde ise örneklerin serbest basınç dirençleri, efektif kohezyonları, efektif içsel sürtünme açıları, birim hacim ağırlıkları. Ayrıca örneklerin su muhtevaları, poroziteleri, boşluk oranları, doygunluk dereceleri, kuru birim hacim ağırlıkları bulunmuştur. Bunun yanı sıra kil malzemeden suda yüzdürme ile hazırlanan örnekler üzerinde X-Ray difraktometre çekimleri yapılmış ve killerin cinsleri tespit edilmiştir.

3.7.1. Zeminlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Örneklerin özgül ağırlıklarını belirlemek için piknometre deneyi yapılmıştır. Ayrıca örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan deneylerle doğal birim hacim ağırlık, su muhtevası, kuru yoğunluk, porozite, boşluk oranı, doygunluk derecesi, doygun yoğunluk, batık yoğunluk değerleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 27'de gösterilmiştir.

Tablo 27. Zeminlerin Fiziksel Özellikleri

Örnak No	γ_n	γ_k	γ_{doy}	γ'	W	n	e	S_r	Özgül
Offick NO	(gr/cm ³)	(gr/cm ³)	(gr/cm ³)	(gr/cm ³)	(%)	%	%	%	Ağırlık
Ö-1	1,52	1,05	1,67	0,53	45,11	62	1,63	76	2,77
Ö-2	1,80	1,33	1,85	0,81	35,49	52	1,08	91	2,78
Ö-3	1,64	1,15	1,74	0,64	41,96	58	1,40	83	2,78
Ö-4	1,69	1,23	1,79	0,70	37,67	56	1,26	83	2,78
Ö-5	1,58	1,11	1,71	0,59	43,18	60	1,50	80	2,78
Ö-6	1,64	1,11	1,70	0,64	47,89	60	1,49	89	2,76

3.7.2. İnce Taneli Zeminlerin Sınıflandırılması

3.7.2.1. Dane Dağılım Eğrilerinin Hazırlanması

Zemin numunelerinden yıkamalı elek analizi ve hidrometre analizi yapılmış ve her iki deneyden elde edilen sonuçlar kullanılarak granülometri eğrileri çizilmiştir (Şekil 36-41).



Şekil 33. Hidrometre analizi



Şekil 34. Islak elek analizi

Granülometri eğrilerinden MİT sınıflamasındaki sınır değerlerine göre belirlenen zemin bileşenleri Tablo 28' de sunulmuştur.



Şekil 35. 1 nolu örneğe ait granülometri eğrisi



Şekil 36. 2 nolu örneğe ait granülometri eğrisi



Şekil 37. 3 nolu örneğe ait granülometri eğrisi



Şekil 38. 4 nolu örneğe ait granülometri eğrisi



Şekil 39. 5 nolu örneğe ait granülometri eğrisi



Şekil 40. 6 nolu örneğe ait granülometri eğrisi

Örnek	KİL		Sİ	LT (%)			K	UM(%)		ÇAKIL
No	(%)	İnce	Orta	Kalın	Toplam	İnce	Orta	Kalın	Toplam	(%)
1	42	8	12	6	26	14	5	5	24	8
2	52,5	11,5	10	2	23,5	16	5	2	23	1
3	40	9	11	3	23	23,5	12	0,8	36,3	0,7
4	44	11,5	10,5	4	26	17,5	8	4	29,5	0,5
5	39	4,5	10,5	5	20	27	12	1,4	40,4	0,6
6	41,5	2,5	4,5	8	15	18,5	16,5	4,2	39,2	4,3

Tablo 28. Zemin gruplarının örnek numarasına göre dağılımı

3.7.2.2. Kıvam Limitleri

Kıvam limitlerine ait deney sonuçları Tablo 28 de, örneklerin Casagrande grafiği üzerindeki yerleri ise Şekil 42'de verilmiştir. Örneklerin tümünün MH veya OH olduğu görülmektedir (Tablo 29).

Örnek Numarası	Likit Limit	Plastik Limit	Rötre Limit	Plastisite İndisi	Likitlik İndisi	Kıvam İndisi	Aktivite Katsayısı
1	68	44	33	24	0,046	0,953	0,57
2	56	37	29	19	-0,079	1,079	0,35
3	56	37	29	19	0,261	0,738	0,46
4	51	31	24	20	0,333	0,666	0,47
5	60	40	31	20	0,159	0,674	0,52
6	58	42	33	24	0,245	0,337	0,61

Tablo 29. Örneklerin kıvam limitlerine ait deney sonuçları

Deney sonucunda örneklerin, likit limitlerinin %51 ile % 68, plastik limitlerinin %31 ile % 44, rötre limitlerinin % 29 ile %33, plastisite indisinin %19 ile %24, likitlilik indisinin -0,079 ile 0,333, kıvam indisinin 0,337 ile 1,079, aktivite katsayısının 0,35 ile 0,61 arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 41. Casagrande Plastisite Grafiği

Tablo 30. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre belirlenen zemin grubu sınıfları ve açıklamaları

ÖRNEK NO	AÇIKLAMA	ZEMİN GRUBU SINIFLAMA
1	MH	Kumlu Elastik Silt
2	MH	Kumlu Elastik Silt
3	MH	Kumlu Elastik Silt
4	MH	Kumlu Elastik Silt
5	MH	Kumlu Elastik Silt
6	MH	Kumlu Elastik Silt

Örneklerin hepsinin MH (kumlu elastik silt) olduğu belirlenmiştir.

Örnek no	Likit limite göre	Plastisite indisine göre
1	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
2	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
3	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
4	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
5	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli
6	Yüksek plastisiteli	Yüksek plastisiteli

Tablo 31. Örneklerin, likit limit ve plastisite indisi değerleri ile belirlenen plastisite sınıflaması

Tablo 31 incelendiğinde örneklerin likit limit ve plastisite indisine göre yüksek plastisiteli olduğu anlaşılmaktadır.

İnce daneli zeminler için Burmister (1962) ve Leonards (1976) tarafından plastisite indisi kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarının bu sınıflamadaki yerleri Tablo 31'de verilmiştir.

	Burmiste	Burmister (1962)				
Örnek No	Plastisite Derecesi	Tanımlama	Plastisite Derecesi			
1	Yüksek Plastisiteli	Siltli Kil	Plastik			
2	Orta Plastisiteli	Kil ve Silt	Plastik			
3	Orta Plastisiteli	Kil ve Silt	Plastik			
4	Yüksek Plastisiteli	Siltli Kil	Plastik			
5	Yüksek Plastisiteli	Siltli Kil	Plastik			
6	Yüksek Plastisiteli	Siltli Kil	Plastik			

Tablo 32. Örneklerin plastisite indisine göre sınıflandırması

Örneklerin deneyler sonucunda ampirik formüller yardımıyla, kıvam indisleri bulunarak, ilgili sınıflamada ki yerleri belirlenmiştir (Tablo 32).

Örnek No	Tanımlama
1	Katı
2	Çok Katı
3	Orta
4	Orta
5	Orta
6	Yumuşak

Tablo 33. Zeminlerin kıvamlılık indisine göre sınıflaması (Ulusay, 2001)

Diğer bir sınıflamaya göre ise kıvam indisinin sayısal değerine bakılarak Ö-1,3,4,5,6 örneklerinde olduğu gibi Ic'nin 1'den küçük olması zemini su içeriğinin likit limitin üstünde olduğunu gösterir, Ö-2'de ise Ic'nin 1'den büyük olması ise zeminin yarı katı veya katı durumda olduğunu gösterir.

Örneklerin, likitlik indisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişki değerlendirilerek yapılan sınıflamadaki yerleri belirlenmiştir (Tablo 34).

Tablo 34. Likitlik İndisi ve kıvamlılık indisi değerleri ile zeminin kıvamı arasındaki ilişkiye göre yapılan sınıflama (Aytekin,2004)

Örnek No	Zemin Kıvamı
1	Plastik
2	Katı
3	Plastik
4	Plastik
5	Plastik
6	Plastik

Killerin aktivitelerine göre sınıflandırılması Tablo 34'de verilmiştir.

Örnek No	Sınıflama	Kil
1	Aktif olmayan killer	Kaolinit
2	Aktif olmayan killer	Kaolinit
3	Aktif olmayan killer	Kaolinit
4	Aktif olmayan killer	Kaolinit
5	Aktif olmayan killer	Kaolinit
6	Aktif olmayan killer	Kaolinit

Tablo 35. Killerin aktiviteye göre sınıflandırılması (Mitchell,1981)



Şekil 42. Aktivite abağına göre sınıflama



Şekil43. Şişme potansiyeli

Örnek No	Şişme Potansiyeli
1	Orta
2	Orta
3	Orta
4	Orta
5	Orta
6	Orta

Tablo 36. Numunelerin şişme potansiyeline göre sınıflaması

Tablo 37. Zeminlerin aktivitesine göre sınıflandırılması

Örnek No	Aktivite
1	Orta
2	Düşük
3	Düşük
4	Düşük
5	Düşük
6	Orta

Bu sınıflamada örneklerin yüksek ve düşük aktivite değerlerine, şişme potansiyeline göre ise orta şişme potansiyeline sahip oldukları belirlenmiştir.

Örnek No	Sınıfı	Açıklama
1	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü
2	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü
3	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü
4	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü
5	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü
6	A-7	Killi zeminler/ Orta ve kötü

Tablo 38. Amerikan Karayollarına (AASHTO) göre sınıflama

1950'de AASHTO (American Association of State Highway Officals) tarafından yapılan sınıflamaya göre bütün örnekler A-7 grubunda olduğu belirlenmiştir.

Zemin numunelerinin içerdiği kil boyutundaki malzemeye X-Ray difraktometre çekimleri yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 46-51'de verilmiştir.



Şekil 44 1 nolu örneğe ait XRD difraktogramı



Şekil 45. 2 nolu örneğe ait XRD difraktogramı



Şekil 46. 3 nolu örneğe ait XRD difraktogramı



Şekil 47. 4 nolu örneğe ait XRD difraktogramı



Şekil 48. 5 nolu örneğe ait XRD difraktogramı



Şekil 49. 6 nolu örneğe ait XRD difraktogramı

Sonuçlara göre az miktarda kuvars saptanmış ve kil türlerinin Kaolinit, Vermikülit, Simektit ve İllit olduğu belirlenmiştir.

3.7.3. Zeminin Kayma Dayanımı Parametrelerinin Belirlenmesi

Zemin kayma dayanımı parametreleri olan içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlemek amacıyla kesme kutusu ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen normal gerilme ve kayma gerilmesi değerleri Tablo 38'de , bu değerler kullanılarak çizilen normal gerilme-kayma gerilmesi grafikleri ise Şekil 50,51,52,53,54'de verilmiştir.



Şekil 50. 1 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği



Şekil 51. 2 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği



Şekil 52. 3 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği



Şekil 53. 5 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği



Şekil 54. 6 nolu örneğe ait normal gerilme-kayma gerilmesi grafiği

Örnek No	$c (kg/cm^2)$	Ø′
1	0,52	20,14
2	0,33	26,73
3	0,23	17,56
5	0,38	6,59
6	0,24	30,45

Tablo 39. Kesme kutusu deneyi sonuçları

Örneklerin içsel sürtünme açılarının $6,59^{\circ}$ ile $30,45^{\circ}$ arasında, kohezyonun ise 0,23 ile 0,52 kg/cm² arasında değişen değerler aldığı belirlenmiştir.

Tablo 40. Kesme kutusu deneyleri sonunda elde edilen normal ve kayma gerilmesi değerleri

	Düşey Yük (kN/m ²)											
Örnek	14,	745	24	,745	34,745							
No	Normal	Kayma	Normal	Kayma	Normal	Kayma						
	Gerilme (σ)	Gerilmesi (τ)	Gerilme (σ)	Gerilmesi (τ)	Gerilme (σ)	Gerilmesi (τ)						
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²						
1	0.409	0.688	0.687	0.74	0.965	0.892						
2	0.409	0.559	0.687	0.653	0.965	0.839						
3	0.409	0.384	0.687	0.408	0.965	0.560						
4	0.409	0.373	0.687	0.513	0.965	0.781						
5	0.409	0.437	0.687	0.577	0.965	0.6						
6	0.409	0.466	0.687	0.73	0.965	0.8						

Serbest basınç deneyi sonucunda zeminin kıvamı belirlenmiştir (Tablo 40). deneyler sonucunda örneklerin serbest basınç mukavemeti ve kayma mukavemeti değerleri elde edilmiştir (Tablo 41).

Örnek No	Zemin Kıvamı
1	Orta sert
2	Sert
3	Sert
4	Sert
5	Sert
6	Sert

Tablo 41. Serbest basınç deneyi ile belirlenen zemin kıvamları

Örnek No	P _f (kg)	ΔH (cm)	$\begin{array}{c} A_0 \\ (cm^2) \end{array}$	$A_{\rm f}$ (cm ²)	c (kg/cm ²)	Serbest Basınç Dayanımı (qu)(kg/cm ²)
1	14,41	0,32	8,042	8,189	0,88	1,76
2	21,97	0,42	7,84	8,08	1,36	2,72
3	14,372	0,46	6,469	6,641	1,082	2,164
4	25,85	0,28	8,24	8,373	1,544	3,088
5	19,564	0,16	6,559	6,618	1,478	2,956
6	18,154	0,53	6,649	6,655	1,364	2,728

Tablo 42. Serbest basınç deneyi sonuçları

3.7.4. Heyelanlı Sahanın Geriye Dönük Analizi

Heyelanlı sahanın stabilitesini belirlemek amacıyla limit denge şev stabilite analizi yapan Slide bilgisayar programı kullanılmıştır. Slide zemin şevleri için güvenlik sayılarının hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bir bilgisayar programıdır. Program ile değişken özellikler gösteren, farklı geometrilerdeki yüzeyler gibi basit ve karmaşık problemler modellenebilmekte, boşluk suyu basıncı etkisi, zemin özellikleri ve çeşitli analiz yöntemleri ile yükleme koşulları belirlenebilmektedir. Ayrıca, programda analiz yaparken heterojen zemin tipleri ve karmaşık stratigrafik durumlarda değerlendirilebilmektedir. Analizler limit denge analizlerine göre yapılabildiği "Phase²" (Plastic Hybrid Analaysis of Stress of Estimation of Support) programında altlık olarak kullanıldığında ise sonlu elemanlar analizi de yapılabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, heyelanlı sahada yapılan araştırma sondajlarından elde edilen birim kalınlıklarından yararlanılarak heyelanlı sahanın jeolojik kesiti çizilmiştir. Daha sonra laboratuar çalışmalarıyla elde edilen birim hacim değerleri ve kayma direnci parametreleri (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) kullanılarak zeminin özellikleri tanımlanmıştır. Analizlerde Mohr-Coulomb yenilme kriteri kullanılmış olup, kayma şekli olarak düzlemsel-dairesel kayma türleri seçilmiştir. Basitleştirilmiş Janbu yöntemine göre Gk: 1.605 olarak belirlenmiştir.



Şekil 58. Heyelanlı sahada yapılan geriye dönük Basitleştirilmiş Janbu kayma analizi



Şekil 59. Heyelanlı sahanın görünümü



Şekil 60. Heyelanlı alanda oluşmuş gerilme çatlağı

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Karadeniz Sahil Yolu geçişi sırasında meydana gelen heyelan, arazi ve laboratuar çalışmaları ile araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- Çalışma alanının 1/10.000 ölçekli genel jeoloji haritası hazırlanmış ve 2 litostratigrafik birim ayırtlanarak bunların stratigrafik ve petrografik özellikleri ortaya konmuştur. Ayırtlanan litostratigrafi birimlerinin yaşlıdan gence doğru sıralanışı şöyledir:
 - Çağlayan Formasyonu (Üst Kretase)
 - Alüvyon (Kuvaterner)
- 2. Yamaçtan alınan zemin numuneleri ile yapılan deneyler sonucunda zeminlerin özgül ağılığının 2.76 ile 2.78 gr/cm³, doğal birim hacim ağırlığının 1.52- 1.80 gr/cm³, kuru birim hacim ağırlığının 1.05- 1.33 gr/cm³, doygun birim hacim ağırlığının 1.53- 1.81 gr/cm³ ve batık birim hacim ağırlığının 0.53- 0.81 gr/cm³ arasında değiştiği tespit edilmiştir.
- 3. Zeminler ortalama % 43.16 kil, % 22.25 silt, % 32 kum ve % 2.58 çakıl içermektedir.
- Zeminlerin likit limitlerinin % 51 ile % 68, plastik limitlerinin % 31 ile % 44, rötre limitlerinin % 29 ile % 33, plastisite indisinin % 19 ile % 24, likitlik indisinin -0.079 ile 0.333, kıvam indisinin 0.337 ile 1.079, aktivite katsayısının 0.35 ile 0.61 arasında değiştiği tespit edilmiştir.
- 5. Zeminlerin Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre MH(kumlu elastik silt) olarak adlandırıldığı, kıvamlılıklarının çok katı, katı, orta ve yumuşak, aktivitelerine göre aktif olmayan kil içerdiği, şişme potansiyeline göre orta potansiyelde oldukları tespit edilmiştir.
- 6. Zeminlerin X-Ray difraktometre çekimlerine göre kil türlerinin kaolinit, illit, vermikülit ve simektit olduğu saptanmıştır.
- 7. Zeminlerin içsel sürtünme açılarının (Ø) 6.59° ile 30.45° arasında, kohezyonun
 (c) 0.23 ile 0.52 kg/cm² arasında ve serbest basınç mukavemetlerinin 1.76 ile
 2.956 kg/cm²değiştiği tespit edilmiştir.
- 8. Yamacın geriye dönük analizini yapmak için şev stabilite analizi yapan "Slide" bilgisayar programından yararlanılmış olup, yapılan analizler sonucunda

güvenlik katsayısı değeri Basitleştirilmiş Janbu yöntemine göre GS: 1.605 olduğu tespit edilmiştir.

- Heyelanın oluşum koşulları incelendiğinde, Karadeniz Sahil Yolu'nun inşası, yamaca yapılan binanın ve yer altı suyunun yamacın dengesini bozarak heyelana neden olduğu saptanmıştır.
- 10. Karayolları tarafından heyelanlı sahanın stabilitesinin sağlanması için;
 - Harçlı iksa duvarı (taş duvar)
 - Topuk dolgusu
 - Yüzey ve yer altı suyu drenajı yapılmıştır.
- 11. Heyelan kütlesi üzerinde kesinlikle herhangi bir yapılaşmaya izin verilmemesi uygun bulunmuştur.

5. KAYNAKLAR

- ASTM D 422-63, 1198. Standard Test Method for Particle- Size Analysis of Soils, ASTM, Philedelphia.
- ASTM D 854-02, 1198. Standard Test Method for Gravity of Soil, 1985, Annual Book of ASTM Standards, Sec. 4, Vol 04.08, Soil and Rock; Building Stones, American Society for Testing and Meterials, Philedelphia, USA.
- Arıoğlu, E. ve Tokgöz, N., 2005. Çözümlü Problemlerle Şev Stabilite Analizi, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- Aytekin, M., 2004. Deneysel Zemin Mekaniği, Genişletilmiş II. Baskı, Teknik Yayınevi, Ankara.
- Bishop, A.W., 1955. The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Earth Slopes, Geotechnique, 5.
- Burmister, D.M., 1962. Physical Stress-Strain and Strength Responses of Granular Soils, ASTM, STP, 322.
- Çellek, S., 2007. Gerze (Sinop) yöresindeki aktif heyelan alanlarının mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,128.
- Duncan, J.M. ve Wright S.G., 2005. Zemin Şevlerinin Duraylılığı, Kayabalı K., Gazi Kitapevi, Ankara.
- Erkan, O., 2010. Kürtün Barajı (Kürtün- Gümüşhane) göl alanı sol yamacındaki heyelan alanının mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,44.
- Güven, İ.H., 1993. Doğu Pontidlerin 1/250.000 Ölçekli Komplikasyonu, M.T.A. Genel Müdürlüğü, Ankara, (Yanyınlanmamış).
- Genç, D., 2008. Zemin Mekaniği ve Temeller, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 100, Ankara.
- Haliloğlu, S.B., 1997. Heyelan analizinde kullanılan yöntemler ve sayısal çözümleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,Trabzon,1998.
- Hunt, R.E., 1968. Geotecnical Enginnering Tecniques and Partices, McGraw-Hill, USA.
- Janbu, N., 1954. Stability Analysis of Slopes with Dimensional Parameters, Harvard Soil Mech. Series, No. 46, Harvard University, Cambridge.

- Leonards, G.A., 1976. Estimating Consolidation Settlement of Shallow Foundations on Overconsolidated Clay, Transportation Research Board, Washington D.C.
- Mitchell, J.K., 1981. Soil Improvement State of the Art Report, Proc. 10th International Conf. On Soil Mechanics and Foundation Engineering, Stockholm, 509- 65.
- Önalp, A., Kılıç, C., 1994. "Doğu Karadeniz Killerinde Likit Limitin Tek Nokta Yöntemiyle Bulunması," Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi, ODTÜ, Ankara, 155-160.
- Önalp, A., 2002. Geoteknik Bilgisi I, Çözümlü Problemlerle Zeminler ve Mekaniği, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Özaydın, K., 2008. Zemin Mekaniği, Genişletilmiş Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Özdoğan, Ş., 2010. Torul barajı (Torul- Gümüşhane) göl alanı sağ ve sol sahillerinin duraylılığının mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ktü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,152.
- Seed, H.B., Woodward, R.J., ve Lundren, R., 1962. Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, 88.
- TSE, 1991. TS 8853, Yamaç ve Şevlerin Dengesi ve Hesap Metotları- Zeminde, Ankara.
- Ulusay, R., 2001. Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, II. Baskı, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 38, Ankara.
- Uzuner, B.A., 2007. Temel Zemin Mekaniği, VII. Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon.
- URL-1http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx?m =GIRESUN. 13 Nisan 2011.
- URL-2 http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx 13 Nisan 2011.
- Ünsal, N., 2004. Heyelanlar ve Kütle Hareketleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Ankara.
- Yalçın, A., 2000. Kanlıca (Giresun-Yağlıdere) Heyelanı ve Çevresindeki Yamaçların Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 122.
- Yalçınalp, B., 1992. Güzelyayla (Maçka- Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik Yerleşim ve Jeokimyası, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,175.

6. EKLER

Birlis Mahallosi 9. Cadde No:41 DB510 CANKAYA ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 www.yukselprojs.com.tr								U / BORING LOG	SONDA Borehol SAYFA Page	U le	No: SI No: 1		SK 1/	2				
ROJE	ADI / Pr	oject Na	me	10-12-02		: G	iresun-Espiye Devlet Yolu	DELIK ÇAPI / Hole Diameter :	114 mm	۱.					_			
SONDA	U YER!	Boring	Loca	tion		: H	eyelan	YERALTI SUYU / Groundwater :	1.40 m.									
CILOM	TRE/C	hainag	e			: 1	+118.35 - 45.57 m Sağ	MUH.BOR.DER. / Casing Depth :	6.65 m.									
SOND/	U DER.	Boring	Dept	h		: 1	2.00 m.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date :	: 13.04.2003 - 14.04.200									
SOND/	U KOTU	/ Eleva	tion	_		: 1	7.62 m.	KOORDINAT / Coordinate (N-S) y :	: 454 647.79									
SONDA.I MAK.&YONT JD.Rig & Met.					let.	: S	M-103 / ROTARY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x :	4 531 4	55.0	07				-			
				ST	AND	ART	PENETRASYON DENEY			吉	8	T	reR.					
3					S	tand	art Penetration Test			tren	hard	300	0					
E IN	5		DA	RBE	SAYI	SI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		K/S	least	11	RINT					
He He	ype	5 5	Nu	mb. c	of Blow	NS	Graph	Geotechnical Description		4.11	11	racta	E		L			
I LADAJ I	UMUNE ample T	ANEVA	- 15 cm	5-30 cm	0-45 cm	N			ROFIL rofile	AYAMA	YRIGHAR	INSK / FI	AROT%	% 00	UGEON			
S H	2.0	20	0		6	_	10 20 30 40 50 60	Olitical Yaprak	n a	0	1	12	×	22	12			
0		0.00						0.20m		1								
										1								
	K-1							1 P					100					
- 1 -		8 3						- [-	· · ·				100					
								here a manual sector	I									
		1.50						Kahverengi-yeşilimsi kahverengi,						5				
	SPT-1		2	3	3	6	19 61 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	nemi %40.45 ince orta kum										
- 2		1,95		5				(Rezidüel Tüfit)										
		2.10								1								
		2.90]					100	5				
	14-2							4				1						
- 3		3.00		1				1					-					
	SPT-2		3	4	5	9												
8		3.45		1				-										
10	16-3	1		1.3	1			3.80m	0.				100					
- 4		4.00		1				Laborational technologia	1-1-1-			1						
	UD-1	4.60						orta siku cakilli silki KUM, nemli	0									
1	aper a	4,00			1.7	1 42		%10-15 ince-iri cakıl, %20-25 ince				1						
5	01-1-0	4.95	0	0	1	1.3		malzeme.	0				-					
								(Rezidüel Tüfit)	F F	1								
	-P2-	5.40						1	0				100					
6	K-4							Kumlu Sil T (Tapımı 2/2'de)	0	1	1							
0		6.00	1	1		-				1	1	1	-	in los	-			
	DAYANI	MLFLIK	Stre	ngth		-	TAZE Funch	INCE DANELI / Fine Grained	N: 0-	4	CON	GEN	SEK	V.L	DSE			
it .	ORTAD	AYANIM	LI	M.St	gnar	1	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N : 3-4 YUMUŞAK Soft	N : 5-	10	GEV	VŞEN		Lop	58			
III .	ORTAZ	AYIF		M.W	eak	H	CRTAD.AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff	N : 1	1-30	SIG	LA S	R	M.D Den	ense se			
V	ÇOKZA	20F		V.W	tak	V	TÜBÜYLE A. Comp.West	N : 16-30 ÇOK KATI V.Stiff	N : >	50	çoi	K SIX	9.1	V.D	anse			
	and concernants					1	10000 AM AG	N : >30 SERT Hard	leanartion						-			
KA	YA KALITESI TANIMI - RQD KIRIKLAR - 30 cm / Fractures		OKANLAR - I % 5 PEK AZ Slightly	-10portions % 5		PER	(A2		SEC	ntly								
% 25-5	D ZAY	IF	P	por		1	2 ORTA Moderate (M)	% 5-16 AZ Little	% 5-	20	AZ			Litte	Ł			
% 50-7	5 ORT	,A ₁	1	air		2	-10 SIK Gicse(0)	96 15-35 COK Very	% 20	3-50	çoi	N.		Van				
% 90-1	00 00	121	Ē	xxeller	ń.	1 3	20 PARCALL Crushed CA	THE PER			-							
SPT	Standar	Penetra	syon	Test		K	Kartz Nittleres	LOGU YAPAN			KON	TRE)					
0	Standar	t Penetra mis Num	tion T	ett		D	Core Sentale Press sometre Denesr	Logged By SiM Ozour AVSAR			Cit	82/08	-					
-	Disturba	sc sample					Press premeter Test	Name Jeo Müh.			100							
1175	Ortelan	memis N	umista	a		V	S Ver Dener	MZA I NOTZ		-					180			

o Ti W	seito ÇANI EL: (312) 4 ww.yuksel¢	(AYA-ANI 95 70 00 / roje.com.)	(ARA "AX: (3 Y	112) 49	5 70 2	4	SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SONDA Borehol SAYFA Page	J 0	No: No:		SK 2/	2-1	_
				ST	AND	ART	PENETRASYON DENEY		1.1	angth	ring	(uus	oreR		Ľ
INI CE	JUMUNE CINSI amp. Type		DARBE SAYISI			SI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		KUStrei	/eathe	ure (30	RJ/T.C		
Control Depth Southa		AANEVRA SOYU/Run	Numb. of wo 9:-5		b. of Blows		Graph	Geotechnical Description	Profile	DAYANIMLH	VRISMA / V	URIK / Fract	CAROT%(TC	tan %	UGEON
	6.00	6	7	10	17		Kahverenoi, cok katı, orta plastisiteli		-	4	1	×	a	F	
	UD-2	6.45 6.50						kumlu SİLT, nemli (Rezidüel Tüfit)	0						
- 7	K-5 6.90	6.90						KUMTAŞI - KONGLOMERA;					-	-	
	K-5	7.50						Sarımsı kahverengi-koyu kahverengi, ufalanabilir, çok zayıf, tamamen	000				100	0	
- 8	SPT-5	7.95	12	14	20	34		ufalanabilir, çok zayıf - tamamen		Print and		1	_	1	
	1				Jayrışmış gevşek çimentolu %50-60 Joranında max. 5-7 cm. vararı,	000		1	1			ľ.			
	K-8				24		TERES CHEROLOGICA CONTRACTOR CONTRACTOR	yuvarlak, sert parça içeren Konglomera ardalanması.		v	V		19	0	Ľ
- 9	SPT-6	9.00	25	25	22	47		6.70 - 8.20 m. arası Kumtaşı 8.20 - 9.10 m. arası Konolomera	000				-	-	
		9.45		20		-41	TEREN KAKEN KURTU KINTU KINA, MERTU BINTU KAKEN KURTU KINTU KINTU KINTU	9.10 - 9.40 m. arası Kumtaşı	000						
10	K-7						ATTAL KARA KUTA KARA KARA MAT Into cika kuta kara kara kawa	10.10-10.30 m. arası Kumtaşı	000				8	0	
10	SPT-7	10.25	50	-	-	R		10.30m	000	-			100	100	
	K-8	10.50						DASITIK TÜF;	1 1 1				- thu	100	ĺ.
11	K-9						ELECCRETER BLEF BLEFB FLEBB FLEBB ELECTRETER BLEFF FLEBB FLEBB	orta derecede ayrışmıştır.	1 1	-	111	W			Ê
	- P3-	11.40					ELLER ANEX COLOR COLOR CORE FILME Sector Antice and the sector color of the	Süreksizlikler 11.70 m'de 10°, açık, pürüzlü.	п п п				100	100	
12		12.00					TANG TERMI OLE DI CARGE PERSEE PERSE Rinda andra conceleration de la		11 II II						
								KUYU SONU : 12.00 m.							
- 13	1														Ĩ
14							LITTE TARA ALTA LUTA DETERMITE LITTE ITALI ALTA KARA ALTA DI ALTA	i i							
- 15															
16	1														
1	Not : Kuyuya 12.00m. ¢ 50 mm * lik Perfore PVC boru							LOGU YAPAN Logged By	1		KON	O STR	L-		-
	indir	ierak ku	yu ağ	izi be	tonu y	apilr	nıştır.	ISIM Ozgūr AVŞAR Name Jeo.Müh	-						-
								sign Ungenz	1						

YO				ARASI.	PF AŞ	90	JE	280			18					
Birth: Mahalesi 9, Cadde Nox41 otesto CANKAYAANKARA TEL: city: a65 70 00 EXX: (312) 495 70 24 SONDAJ LOG								U / BORING LOG		JN	10 :	: SK-2				
www.yuks.elproje.com.tr									SAYFA	1/3						
								IPage PO and								
ROJE ADI / Project Name : Giresun-Espiye Devlet Yolu							iresun-Espiye Devlet Yolu	DELIK ÇAPI / Hole Diameter . 0	• 9.75 m							
ONDAJ YERI / Boring Location : Heyelan							eyelan	ALLIN BOR DER / Casing Danth 1	15.00 m.							
OMETRE / Chainage : 1+120.10 - 00.57 III Sag							+ 120.10 - 60.57 111 Sag	BAS BIT TAR / Start Finish Date	15.04.2003 - 16.04.2003						-	
ONDAJ DER. / Boring Depth : 10.00 III.								KOORDINAT / Coordinate (N-S) v : 4	454 662 50							
DND/	UKOTU	/ Eleva	tion			· 4	4.54 III.	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x 4	531 42	21.0	8					
ONDA	S.NAM U	YONT.	/D.RI	gaw	TANIC	. O	PENETRASYON DENEY		1	-		-	al a	1		
				0	- Child	Stand	art Penetration Test			Bua	Define	Dom	Core			
5	tE clinsi Type	/RA Run	SISTIC				GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		USR	ative	e (3	JUT.C			
(m)			Numb of Blows				Graph	Geotechnical Description		ILK.	/ We	ictur	TCR			
J. Lite			EEEE			T				NIMI	AMA	/Fr	196	2	NO	
N DE	MUI	NEN	15.0	30 0	45.0	N			OFICE	NA!	SIL	RIK	RO	8	JGE	
Borl	NUN	AM	ò	15.	30		10 20 30 40 50 60		a a	à	14	¥	3	K	5	
0		0.00		1	1	1	THE THE PLUE CORE FILLS FOR	Bitkisel Toprak	¥							
v		0.30						0.30m	01:							
				1				1		1						
3	K-1		1	r :					0				58		i e	
3									1111							
		1.60							0				_			
	SPT-1	1.00	4	4	4	8	112 Still 111 111 111 111 111		1.5							
2		1.95	1						0							
														1		
	- P1-	2.40	1					Kebuerangi enurek sitti KUM pemli	0				90			
	K-2							%30-45 ince malzeme eser ince cakil	1							
. 3	-	3.00		1				TI (Rezidüel Tüfit)	0		1		-			
	SPT-2		5	4	5	9	1	fi -	1.5	1	1					
		3.45							0	1						
										1						
+ 4	K-3												100			
									7:57	1						
		4.50							111	1			1	1		
	SPT-3		5	3	6	9	1159		0				L			
- 5		4.95						1	2.0							
	07	5.40						E 50m	1.14				94			
		0.40						1					-			
6	K-4	6.00	1					I Kumiu SILT (Tanimi 2/3' de)								
	DAYANI	MLILIK	/ Stn	engt	1		AYRIŞMA / Weathering	INCE DANELI / Fine Grained	IRI I	DANI	ELI	OB	se G	iraine	d	
1	DAYAN	IML		Stro	ng		TAZE Fresh	N : 0-2 COK YUMUŞAK V.Soft	N: 0	-4	GE	VSEI	SER.	Loos	ia.	
11	ORTA C	AYANIA MAVIE	ALI	M.S M.V	Veak		I ORTA D. AYR. Mod. Westh.	N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff	N: 1	1-30	OR	TA SI	Di	M.D	ens	
īV	ZAYIF	-014		Wei	ak	1 1	V ÇOKAYR. Highly W.	N : 9-15 KATI Stiff	N: 3	1-50	SIK	K SIK	i	Dent	10	
V	ÇOK ZA	YIF		V.W	leak	1	V TÜMÜYLE A. Comp.Weat.	N : >30 SERT Hard	N	20	ço	n con		V+6/0	1110	
K	VA KAL	TESI 1	ANI	MI.R	OD	+	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Pr	oportion	s						
% 0-25 COKZAYIF V.Poor			1	1 SEYREK Wide (W)	% 5 PEK AZ Slightly	% 5	% 5 PEKAZ SI			Sligh	itiy					
% 25-50 ZAYIF Poor				1-2 ORTA Moderate (M)	% 15-35 COK Verv	56 2	0-50	co	к		Very	È.				
% 50-75 ORIA Fair % 75-90 iVi Good				10-20 COKSK intense ()	% 35 VE And	10000										
% 90-100 COKIYI Excellent			1	>20 PARCALI Crushed (Cr.	1001191010			VO	NTID	51		-				
SPT Standart Penetrasyon Testi						1	K Karot Nurtures	Logo TAPAN Logged By	Checked							
D Örselenmis Numuns			j.	p Pressysmetre Deney:	ISIM Özgür AVŞAR	1			-							
Disturbed sample			1	Pressure wiet Test	Name Jeo.Müh,		-					-				
UD Orseienmerniş Numune				ne		2	AD sub-merel.	sign Une								
0 Ti W	3810 ÇANî EL: (312) 4 ww.yukselî	KAYA-AN 195 70 00 proje.com	FAX: (312) 4	95 70 2	24	SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SOND/ Boreho	NJ le	No :		Sł	-2		
--------------	--	-----------------------------------	-----------	----------	----------	---	--------------------	---	------------------	----------	--------	-----------	---------	------		
									Page		No :		2	3		
				S	TAND	ART	PENETRASYON DENEY!	1	-	Bit	54	(un	seR			
NLIG	132		D	ARBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNÍK TANIMLAMA		/Strei	ather	9 (300	1.00			
oth (r	be CIP	55	NL	umb.	of Blo	WS	Graph	Geotechnical Description		FK	/ We	acture	TCR)			
SONDAJ I	NUMUNI Samp. Ty	MANEVE	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 50		PROFIL	MINAYAG	VRIŞMA	GRIK / Fn	(AROT%(% DD		
E	SOT A	6.00	5	2	6	8				-	-	-	34			
0	SP1-4	6.45	0	6	0	0										
									·							
7	6.45 K-5 SPT-5					ANALASI ANG AN ANG AN ANALASI ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG						100				
		7.50	5	7	9	16	4 16									
8		7.95						Kahverengi, orta katı-çok katı, orta								
	- P3-	8.40						plastisiteli, kumlu SILT, nemli, eser		1			L.,			
	K-6	0.10						(Rezidüel Tüfit)					100			
9		9.00						·								
÷.,	SPT-6		6	6	11	17			·							
		9.45							. . .							
4.0	K-7								· · · ·				95			
10	ve	10,10											-			
	14.0	10.50										1	100			
	SPT-7		4	10	14	24		10.80m								
11		10.95						KUMTAŞI;				1		-		
	K-9	11.40						Kahverenkli-gri renkli, ufalanabilir, çok zavıf tamamen avrismis devsek		v	v		32	0		
							un manun many an	çimentolu, süreksizlikler gözlenemiyor.								
12	SPT-8	12.00	50			R			1				-			
								12.20m	000		_					
								KONLOMERA;	000				9	0		
13	K-10							Muhtelif -gri renkli, ufalanabilir, zayıf- cok zayıf, cok-tamamen avrismis	000				1			
		13.50	50					kumtaşı matrix içinde; %50-60 max.	000	IV	IV					
	SPT-9	13.56	6	•	•	R		5-6 cm, sert, dayanımlı - az ayrışmış	000			ŀ	-	==		
14								yuyanan parçalar içanı.	000							
	K-11								000				31	18		
								14.50m	li	-	-					
15		15.00						DASITIK TÜF;	и "в							
								orta zayıf, orta derecede ayrışmış.	11 11	111	IB	ſ	1			
1	K-12					1	11-11-1-11-1111	Süreksizlikler gözlenmiyor.	"	IV	1	1	36	96		
16	- P4-	15.90	1	1	1	F			" "	1	1	1	1	1		
manada					-	la		LOGU YAPAN				-	_	1		
							IS	Logged By IM Özgür AVŞAR			-					
							No	ame Jeo. Müh.								
NA:COLORI				-			Sig	in Willer						1		

T	SE 10 ÇAN EL: (312) Invityukset	KAYA-AN 195 70 00 proje.com	kara Fax: (3 17	12) 48	15 70 3	24	SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SOND/ Boreho	le	No :		S	<-2
			-	-					Page	_	No :	-	3	3
í.			1	51	1 MINIL	Stand	art Penetration Test			ngth	3 ^{cl}	Ē	DreR	
(10)	INSI		DA	RBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		UStra	ather	e (30	U.C.	
unde	IE C	RA	Nu	mb. o	of Blo	ws	Graph	Geotechnical Description		(TTI)	/ We	actur	ROF	
CI DUIN	ump.	ANEV	15 01	-30 cr	145 Cr	N			OFIL	ANIN	RISMA	IK/F	201%	\$0
20	N.S.	2 m	0	5	30		10 20 30 40 50 60		PR	ð	AYF	KIR	KAF	ROI
5	K-12	16.00						DASITIK TÜF; Tanımı savfa 2/3 dedir i	и и				96	96
7 I F F F F F F F F F F F F F F F F F F								KUYU SONU : 16.50 m.						

YUKSEL PROJE

BI OS TE	rik Mahali 610 ÇANê EL: (312) 4 ww.yukselş	esi 9. Cad KAYA-AN 95 70 00 proje.com	KARA FAX: (:41 312) 4	95 70 2	24	SONDAJ LOG	U / BORING LOG		SONDA Boreholi	J N	No :		Sł	(-3	
	10/10/2015									Page	ħ	Na:		1	/2	
PROJE	ADL/ P	roject N	ame			: 0	iresun-Espiye Devlet Yolu	DELIK CAPI / Hole Diameter	: 1	14 mm		and in		and the second	-	
SOND	AJ YERÍ	/ Boring	Loca	ation		: 1	leyelan	YERALTI SUYU / Groundwater	: 9	.80 m.						-
KILOM	ETRE / C	Chainag	96			: 1	+128.50 - 136.65 m Sağ	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	: 1	2.00 m	. HI	N				
SOND/	U DER.	/ Boring	Dep	th		-: 1	3.50 m.	BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date	: 0	2.03.20	003	- 04	4.03	.20	03	
SOND	W KOTU	J / Eleva	ation	-		: 3	8.03 m	KOORDINAT / Coordinate (N-S) y	: 4	54 690	.17			-		
SOND	J MAK	&YÖNT	/D.R	ig & N	Aet.	: F	OREMOST MOBILE-ROTRAY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x	: 4	531 37	1.6	1			-	
	1		1	S	TAND	ART	PENETRASYON DENEYI	Service Concerns and the Constant of Constants of	-		4		12	0	1	Г
ē					5	Stand	art Penetration Test				reng	CLIU	DCr	Core		
NE	102N		D	ARBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA			crst	dian	19 (2)	DAT.		
ER (Vpa Vpa	₹ £	Nu	umb. (of Blo	ws	Graph	Geotechnical Description		100	E I	1 1	sette	108		1
20	NI SN	NA R	cm	E	m					=	Na Ma	MAA	1 1 1	1%(10	NO
CR CR	IMI	ANE	12	-30	145	N				0 to	YA	RIS	滋	RO	0	BB
S e	N BS	M	0	1	30		10 20 30 40 50 60		-	d d	à	<	2	¥	ă	13
0		0.20						Bitkisel Toprak;		N		1000				
1000								Koyu kahverengi, kumlu KIL. Orga	nik-		6 8					
	1 10 1		1		1			0.50m								
- 1	11	÷ .							273	* ****				80		
			1					Kahverengi, katı, orta plastisiteli,								
		1.50	1	1	1			kumlu SILT, nemli, %35-40					1.1	-		1
	SPT-1	0.28570	4	5	5	10	1111110111111111111111111	Ince-ona kum.								
- 2		1.95				1		(Reziduer Fuilt)								
								2.20m			8]					1
	- P1	2.40	1					20120-2020-2020						78		
	K-2		1							0						
- 3		3.00	1			1				· · ·						
	SPT-2		6	8	10	18				0						
		3.45														
	1				1		RILLE COME MALLO FRAME FRAME AT LO	Sarımsı-yeşilimsi kahverengi, orta s	akı,	1.2.						
- 4	K-3				1			sitti KUM, nemii, %15-40 ince	a. 1					35		
						1		(Residual Tüfit)	Ma (
		4.50						(Nezidder Tulity	27		5.5					
	SPT-3		4	11	9	20	11111111120			123		23				
- 5		4.95												-		
			1			1										
	P2	5.40	1							·				87		
8	K-4	lane.					LILL DER JUL BUILDEUT	5.80m		3.1.						
		6.00	1	-		<u> </u>		Kumtu SILT (Tartimi''2/2 dedir.)				1.120				L
	DAYANI	MULIK	/ Stre	Simo	10		AYRIŞMA / Weathering	INCE DANELI / Fine Grained		N: D	ANE	COK	Oars	SEK	VI	30
B	ORTA D	AYANIM	LI	M.St	rong	11	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N: 3-4 YUMUŞAK Soft		N : 5-1	0	GEV	ŞEK	Traffe	Loo	18
10	ORTA Z	AYIF		M.W	eak	- III	ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.Stiff		N : 11-	30	ORT	A SI	¢I	M.D	ense
IV V	ZAYIF COK ZA	YIE		VVeal V We	k tak	1 7	TUMUYE A Comp Weat	N : 9-15 KATI SUIT		N : 31-	00 0	COK	SIKI		V.D	50 ensa
	40						romoreare comperious	N : >30 SERT Hard	0.000							
KA	YA KAL	TESI T	ANIM	1 - RC	D	1	(IRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR -	Prop	ortions						
% 0-25 % 24.5	ÇOK 7 AV	ZAYIF	V.	Poor		1	2 CRTA Moderate (M)	% 5 PEKAZ Slightly		96 5.0	0	PEK AZ	AZ.		Sligh	itly
% 50-7	5 ORT	A	F	air		2	to SIX Class (Cl)	% 15-35 ÇOK Very		% 20-	60	ÇOK	8		Ven	
% 75-8	a ivi	hal	G	bod		10	A20 QCKSK Hense (1)	% 35 VE And								
% \$0-1	Standard	Papeiro	E SYDA 1	xceler.	1	X	C FARCAL Crusted (Or)	LOCUVARAN				KON	TRO			
	Standart	Penetra	tion Te	est		1	Core Sance	Logged By			1	Che	cked			
D	Örselenr	miş Nurm	une			P	Pressystemen Densyl	ISIM Özgür AVŞAR								
UD	Disturbs	d sample memis M	umune	2		V	Pressurement Test	Name Jeo.Müh.								
	Undistur	bed Sam	ole	1			Stre Frez Tes'	Sign 1 Auch								

YU Bir 08 TE WV	IKSEL PRO lik Maholer 810 ÇANK 1: (312) 49 wv.yukselpt	NE ULUS i 9, Cadd AYA-ANK 5 73 00 F oje.com.b	e Nac ARA AX: (3	12) 49	А.Ş. 6 70 2	4	SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SONDA Boreholi SAYFA Page	1 L 6	No :		SH 2/	(-3 2	
-				ST	AND	ART	PENETRASYON DENEYI			10	3u	î	PreR		
5	10	-	-	DOC	CAM	tanda	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		/Stre	alher	e (30	0.1.0		
E) 4	N CIN	e e	Nu	mb. c	of Blo	W/S	Graph	Geotechnical Description		E	/We	actur	TCR		
Boring Dep	NUMUNE Samp. Typ	MANEVR. BOYU/Ru	0 - 15 am	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60		PROFIL	DAYANIM	AYRIŞMA	KIRIK / Fr	KAROT%	ROD %	LUGEON
6	SPT4	6.00	7	10	14	24	INTERNATION CONTROLOGY	Yeşilimsi kahverengi, çok katı, orta			1				
•		6.45						plastisiteli, kumlu SILT, nemii, %15-40 ince-orta kum, (Rez. Tüfit)	<u> </u>						ľ
	U0-1							6.80m							
7	K.5	7.00						TŪFİT;	8				84	0	
		7.50						ufalanabilir, zayıf-çok zayıf, tamamen	u		1		-	-	
	SPT-5		20	22	25	47		ayrışmış(ufalanabilir, kum boyutuna	H H				1.		
8		7,95						ragmen ver ver MnO boyalar	11 .0						
	- P3-	8.40						gözlenmiştir.	н и	ŀ			84	0	
	K-8							9.40m						1	
9	SPT.6	9.00	24	20	20	50		KONGLOMERA;					-		
		9.45	34	30	40	00		zayıf, çok ayrışmış kumtaşı matriks	000	-	1		-		
	K-7					1		içinde; %50-70 oranında, max. 7 cm	000				12	0	
10								genellikle volkanik orijinii, dayanımlı,	000	1					
		10.50	50				Reference and the second second second second second second second second second second second second second se	az-orta derecede ayrışmış parçalar	000	111	IV		-	-	
	SPT	10.53	3	1		1		Süreksizlikler, zayıf çimentolanma	000	1	ľ				
11								nedeniyle izlenemiyor.	00.0				57	21	
	K-8		1					11.50m	000	-	-	-	-1"	1	
	1							DASITIK TÜF:	н				1		-
12		12.00	1					Yeşil-kahverengimsi yeşil, orta sert ,	a			w			
	K-9					1		jorta zayır-orta dayanımlı, orta derecede ayrışmıştır.	11 11	111	111	M			
		10.00		1	1	1	manaonanninoma	Süreksizlikler 10°, 45°, 60°, açık,	11 11				100	85	1
13	- P4-	12.90						lseyrek, pürüzlü-ondüleli, Mno boyalı	11 11						ľ.
	-	13.50							н		-	-	-	-	
								KUYU SONU : 13.50 m.							
14	1			1	1	1									
								-							
			1				1111 1111 1111 1111 1111								
15															
16							111								
10]	<u> </u>	1		1	1		LOGU YAPAN	-	1	KO	NTRO	DL.	1	
	Not : Kuy	/uya 13.	50m.	6 50	mm '	lik Pe	riare PVC batu	Logged By SIM Ozgūr AVŞAR			Ch	ecke	d		
	Indi	петек к	чуй а	Sei 0	eroniu	Jahi		Name Jeo.Müh.							
								sign Janer							

YÜKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.S. Birlik Mahailesi 9. Cadde No:41 05510 CANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 SONDAL SONDAJ LOGU / BORING LOG No: SIC-4 Borehole w.yukselproje.com.tr SAYFA No : 1/3 Page PROJE ADI / Project Name : Giresun-Espiye Devlet Yolu DELIK ÇAPI / Hole Diameter 114 mm. SONDAJ YER! / Boring Location Heyelan YERALTI SUYU / Groundwater 12.35 m. KILOMETRE / Chainage : 1+115.20 - 162.52 m Sad MUH.BOR.DER. / Casing Depth 13.50 m. 02.04.2003 - 04.04.2003 SONDAJ DER. / Boring Depth : 16.50 m. BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date SONDAJ KOTU / Elevation 41.29 m KOORDINAT / Coordinate (N-S) y 454 686.89 SONDAJ MAK &YÖNT /D.Rig & Met. : SOILMEC SM-103 / ROTARY KOORDINAT / Coordinate (E-W) x 4 531 342.68 STANDART PENETRASYON DENEY! Corelt. DAYANIMLILIK/Strength (mode) AYRIŞMA / Weathering Standart Penetration Test SONDAJ DERINLÍĞİ Boring Depth (m) NUMUNE CINSI Sample Type JEOTEKNIK TANIMI AMA DARBE SAYISI GRAFIK KAROT%(TOR)/I KIRIK / Frecture Graph MANEVRA BOYU/Run Numb. of Blows Geotechnical Description Cm PROFIL Profile LUGEON 5 RQD % 0 - 15 0 N 15-30 30-45 10 20 30 40 50 60 IIII IIII IIII IIII Bitkisel Toprak; IIII IIII IIII IIII IIII Kahverengi, Kumlu Çakıllı, KİL, 0.00 V .---0 0.30 4 organik-inorganik artıklı. - 0.60m -CILINA CILING AT THE PRIME PARTY CANAD K-1 - 1 1.50 SPT-1 2 2 2 4 1711 4411 1114 1111 (1111 1111 1.95 - 2
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Internet
 Interne
 Internet
 Internet
 P1 2.40 32 -----K-2 -. - 3 3.00 SPT-2 2 1 3 4 -. 3.45 K-3 - 4 4.00m -51 ----4.50 Kahverengi, çok gevşek-gevşek, çakıllı SPT-3 1 3 4 5 ò 4.95
 Image: State - 5 -P2-5,40 0 27 K-4 6 600.3 DAYANIMLILIK / Strength INCE DANEL! / Fine Grained AYRIŞMA / Weathering IRI DANELI/Coarse Grained DAYANIMLI TAZE 0-2 ÇOK YUMUŞAK V.Soft ÇOK GEVŞEK Frest 0-4 V.Leas Strong M.Strong ORTA DAYANEMLI AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. YUMUSAK N: 5-10 11 H N: 3-4 Soft GEVSEK Loose M.Weak N : 5-8 ORTA KATI III. ORTA ZAYIF ORTA D. AYR. Mod. Weath. M.Suff 111 IV N: 11-30 ORTA SIKI M.Dense ZAYIF N : 9-15 KATI IV Weak COKAYR Highly W. Stiff N : 31-50 SIKI Dense 18-30 ÇOK KATI v COK ZAYIF V.Weak TUMUYLE A. Comp.Weat. V.Stiff ÇOK SIR V.Dense v N : N : >50 N >30 SERT Hard KAYA KALITESI TANIMI - RQD KIRIKLAR - 30 cm / Fractures **ORANLAR** - Proportions % 0-25 Wide (W) Moderate (M) ÇOK ZAYIF ZAYIF SEYREK 96 5 PEK AZ % 5 PEN % 5-20 AZ PEK AZ V.Poor Slightly Slightly CREA % 25-50 1-2 % 5-15 Little Poor AZ Little % 50-75 ORTA ÇOK Fair 2-10 SIK Close (Cl) % 15-35 Very % 20-50 COK Very COXEX 30 % 75-90 iYi Good 13-22 manage (T) % 35 VE And ÇOK M 96 SP1 90-100 COK M Excellent PT Standart Penetrasyon Tasti >20 Crushed (Cr) LOGU YAPAN KONTROL Standart Penetration Test Logged By Özgür AVŞAR Dice Battole Checked ISIM Ŧ 0 Örselenmis Numune Pressyumente Damayi Disturbed sample Presuremeter Test Name Jec.Múh. UD Orselenmemis Numune 32 Ver Detey. in Sign Undisturbed Sample ane Shear Test

W	EL: (312) 4 ww.yukselp	95 70 00 i roje.com.	FAX: (312) 49	85 70 2	24	SONDAJ LOGU	BORING LOG	SONDA Borehol SAYFA Page	9 1 6	No:		SH 2/	3
-			[` ``	ST	AND	ART	PENETRASYON DENEYI			ta	2	E	Rek	T
0	77		D	DRE	SAV	Stand	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		Stren	athertr	(300	T.Coi	
pth (A	E CIA	Y'	NL	imb. d	of Blo	ws	Graph	Geotechnical Description		ILILIK	V Me	racture	(TCR)	
Boring De	NUMUN Samp. T	MANEVI BOYU/R	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60		PROFIL Profile	DAYANIA	AYRIŞMA	KIRIK / FI	KAROT%	ROD %
	SPT-4	6.45	2	2	2	4		hverengi, çok gevşek-gevşek, çakıllı li KUM, nemli, %20-25 ince malzeme 10-40 ince-iri çakıl.	0					
	SPT-5	7.50	3	3	5	8		aziduel Tüfit) 7.30m					28	
	UD-1	7.95 3.00 8.50						rimsi-yeşilimsi kahverengi, orta katı- tı, orta plastisiteli, kurnlu SİLT, nemli, 10-40 ince-orta kurn.						
	- P3-	8,90 9:00 9.45	6	7	8	15							100	
D	K-7							DFIT-KONGLOMERA; ahverengimsi yeşil ufalanabilir kum byutuna kadar ayrışmış Tüflt ile zayıf	= = = = = = = = = = = = = = = = = = =				31	0
1	SPT-7	10.50	32	12	-	R		mentolu Konglomera arasında geçiş onudur.	1000 0 0	v	v			
2	K-0	12.00	50	-	-	R		11.50m ONLOMERA; ri-kahverengi, zayıf çimentolu	0000		-		10	0
3	K-9							ımtaşı matrıks içinde, %60-70 anında max. 17 cm varan sert, iyanımlı, yuvarlak parçalar içerir.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	III IV	IV		64	16
		13.50				-		13.30m	и и и					_
4	K-10 - P4	14.40						ta zayıf-orta dayanımlı, orta erecede ayrışmıştır. üreksizlikler 10°, 45°, 60°, açık, inizlü sevrek Mon boyalıdır.	п п п	III	111	W	98	96
5	K-11	15.00					1 1	4.80 m'deki 10° eğimli kırıkta 3 cm'lik on, kahverengimsi yeşil renkli termal rrışma zonu.		1.8			95	82

W	EL: (312) 4 vw.yuksal	195 70 00 i proje.com.	cara Fax: (3 Ir	112) 49	5 70 2	4	SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SOND Boreho SAYF	AJ ble	No : No :		SH 3/	(-4
-	Contractor la	-		ST	AND	ART	PENETRASYON DENEY		Page	T.	T	-	2	
					S	stand	art Penetration Test			rongt	Bring	Blocm	Corel	
Ê	SINS		DA	RBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		BV/B	Veat) our	RIAT	
Cepth	NE C	Run	E	E	E	10	Graph	Geolecrinical Description		HUMAN	NIN	Fract	%(TC	
ding (UMU timp.	ANE	- 15 0	-30 6	-45 ¢	N			SOFI	YAN	RISA	JAR/	ROT	% Q(
8	Sa	2 0	ō	=	30	_	10 20 30 40 50 60		25	10	X	Ŷ	\$	a B
16	K-11	16.00						DASITIK TUF; (Tanımı savfa 2/3 dedir.)	u			WM	95	82
17		10.00			-			KUYU SONU : 16.50 m.			T			-
8														
9														
20														
21														
22						-								
23		-												
4														
\$														
6														

	YÜKSEL P BIRR Maha OSE10 ÇAN REL: (312)	ROJE UK Josi 9. Ci SCAY A-A 495 70 0	LUSLA NKAR	RARA 10:41 A (312)	495 70	R	SONDAJ LO	GU / BORING LOG	SOND	A.J	No :		8	K-5	i
	awax.yokse	(proje.cor	n.tr						SAYFA	le	No			0.75	
PRO.	E ADI / F	roject	Name				Giresun-Espive Devlet Yolu	DELIK CARL / Hate Dispetter	Page		100.			172	
SONE	AJ YER	/ Borin	g Loc	ation	1	1	Heyelan	YERALTI SUYU / Groundwater	10.20 n	1.	-				
KILOI	/ETRE /	Chaina	ge			1	1+098.20 - 130.75 m Sağ	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	13.70 m	3			-	-	
SON	AJ DER	/Borin	g Dej	plh		τ.	13.70 m.	BAS.BIT.TAR. / Start Finish Date :	05.04.2	003	- 0	6.0	4.20	003	
SON	AJKOT	U / Elev	alion			1.	34.43	KOORDINAT / Coordinate (N-S) y :	454 659	.77					
SUNL	I MAR	AYON	1.0.1	kig a	Met.	20101	BOG FM - ROTARY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x :	4 531 3	66.	36			100.00	
25					2174194	Stan	fart Penetration Test		1	18	2	E	COR.		
NUIG	55		D	ARE	ESAN	ISI	GRAFIK	IEOTEKNIK TANIMI AMA	1	liter	hard	3001	Op.	1	1
ERI P 4	ypa Cth	< 5	N	umb.	of Blo	IWS	Graph	Geotechnical Description	1	1KG	Mest	eun	NIN:	1	1
IONDAU C	UMUNE ample T	ANEVR.	1 - 15 cm	5-30 cm	0-45 cm	N		econconneal beschpium	toFIL.	YAMMUR	RISAAA / Y	BK / Frach	ROTINGEO	7 0 %	GEON
-9 10	120	~ ~	-						14 4	DA	A	1D	12	2g	3
0		0.29				1		Bitkisel Toprak;	¥				-	-	
									112						
- 1	K-1								115				182	1	
134				1		1	and and an and the late	Kehverenei neueri - Witteren	· 1					1	
		1.50				1		%25-30 ince malzeme eser- %5	1:15						
	SPT-1		3	3	2	5		ince çakı!,	4:54					1	
2		1.95	1					(Rezidüel Tüfit)	1						
	- 21-	2.43			1				4:44						
	K-2				1				1.1				46		
3		3.00	1		1			2.90m	1			ē 3			
	SPT-2		5	4	4	8		Yeşilimsi-sarımsı kahverengi, orta					-		
		3.45						katı, orta plastisiteli, kumlu SILT,	· · ·		1				
								ince-orta kum	·]			1			
4	K-3							(Reziduel Tufit)			1	1	100		
		4 50					HUNDRIGHAUUUUR	4.30m	· · ·	- 1					
	SPT-3	4.00	20	7	10	47			- 0			1		-	
5		4.95	20	1		-11		Açık-koyu kahverengi, orta sıkı, çakıllı	1.1		1	- 1	1		
								%15-30 ince-orta cake!	9 - 1						
	-P2	5,40		1				(Rezidüel Tüfit)	1.1				58		
6	K-4	6.00		3				2	0				1	1	100
D	AYANIM	LILIK/	Strer	igth			AYRISMA / Weathering	INCE DANEL / Fine Grained	1010	1	10	1	1	_	_
1	DAYANIN			Strong	9	1	TAZE Fresh	N : 0-2 ÇOKYUMUŞAK V.Soft	N : 0-4	UNIEL (DOK C	ALISA SEVS	e Gr	Vilor	a ise
in	ORTA ZA	YiF		M.We	ang Isk	11	ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 3-4 YUMUŞAK Soft N : 5-8 ORTA KAT: Masar	N: 5-10	0	BEVS	EK	416.4		
IV V	ZAYIF	15	8	Weak		IV	COK AYR. Highly W.	N : 9-15 KATI Stiff	N : 31-3	10 5	AKTA AKI	aiKi		vi.De Dansi	150
1	Anna mai		-	1.112	at		TOMOTLE AL Comp.Weat	N: >30 SERT Hard	N ; >50	ç	OK S	SIKI	1	V.Der	150
KAY	A KALIT	ESI TA	NIM	- RQ	D	K	RiKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Prop	ortions						-
25-50	ZAVIF		Pos	27		1-2	ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little	% 5 % 5.00	P	EKA	Z		Slight	Y
50-75 75-90	ORTA		Fair	r nd		2-1	0 SIK Close (CI)	% 15-35 COK Very	% 20-5	io ç	CK		1	/ery	
90-100	ÇOKÎ	rl	Exc	esent		>20	PARÇALI Crushed (Cr)	And VE And						018	
	Standart P Standart P	enetrasy	on Ten	sti		К	Karot Numunesi	LOGU YAPAN		K	ONT	ROL			-
	Örselenmi	§ Numun	e			P	Pressiyometre Deneyi	SIM Özgür AVSAR			Chec)	(ed			-
	Disturbed Drselenme	sample mis Nun	nuna			VS	Pressuremeter Test IN Vevo Denevi	ame Jeo.Moh.							
	Indisturbe	d Sampl	e			14	Vane Shear Test S	ign laner	and shall have a						

00 TI	8610 ÇANH EL: (312) 4 ww.yukselp	CAYA-AN 95 70 00 woje.com	KARA FAX: () 2	312) 49	95 70 2	4	SONDAJ LOO	GU / BORING LOG	SONDA	9 1	No:		SK	(-5İ	
	1921 - 18	22						the second second second second second second second second second second second second second second second s	Page	1	No:		2/	2	
				S	FAND	ART	PENETRASYON DENEYI		- Anterosa	ngth	ų.	(ES	oreR		
NLIG	NSI N		D	RBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		UStre	acthe	re (30	0.77(
DERI	Ecli	RA	Nu	mb. o	of Blo	ws	Graph	Geotechnical Description	1.	MLR.D	A / MO	rectu	STICH		
SONDAJ Boring Do	NUMUN Semp. T	MANEV	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60		PROFIL	DAYANH	AYRISM	KIRIK / P	KAROT9	ROD %	LUGEON
6	SPT-4	6.00	9	9	15	24		Cakıllı siltli KUM. (Tənımı 1/2 dedir.)							Γ
	K-5	0.40						6.60m	0.				-	1	
. 7	- P3-	6.90					numum num		н п				30	0	
								TÜFİT;	11 11						
	SPT-5	7.50	20	26	21	47		Açık-koyu kahverenkli, ufalanabilir,	н н	IV	IV		-	1	
- 8		7.95						Süreksizlikler ayrışma nedeniyle	н н н	V	V			-	
	K-5							gözlenemiyor. Yer yer aglomeratik seviveler gözlenivor.	Ш				70	-	
									- u - u - u				13	1	
- 9	ente	9.00							B II				-	-	
	or 1-0	9.45	31	45	47	92	111111111111111111111111111111111111111	9.40m	11 11			-	_	-	
								FILIŞ (KUMTAŞI, SILTTAŞI MARN ARDALANMASI);	1.1.1.1.1				100	27	
- 10	K-7							Muhtelif renkli, orta sert, orta zayıf,							
		10.50						Süreksiziikler 0°, açık, sık , kaygan,		Ħ	IV	GI	-	-	
	K-8							Mno boyalı (Tabaka düzlemleri), 45°							
- 11								açık, seyrek, pürüzlü, Mno boyalı, 45°-					100	07	
	- P4-	11.40						11 30m	u 11				100	3/	
40															
12	1	12.00						DASITIK TÜF;	.11	111					
								orta zayıf, orta derecede ayrışmış.	н п 1	IV	Ш				
12	K-9							Aglomeratik seviyeler içerir.	11 11 11				97	97	
- 10								-	u u						
	K-10	13.50 13.70											95	95	
- 14								KUYU SONU : 13.70 m.							
								1							
- 15													1		
20												100 27 M CI 100 97 97 97 95 95			
10							2494 0888 								
10	1	1		L	1		[[]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]]	LOGU YAPAN			KON	TRO	<u> </u>		
Mad	Kinger	. 19 70	m le	kliner	nater	nmir	. VAR	Logged By			Che	cker	1		-
rict	kuyu a	ğzı beto	nu ya	pilm	ş ve k	ilije.	n de la calendaria de la calendaria de la calendaria de la calendaria de la calendaria de la calendaria de la c	Name Jeo.Müh.							
								Sign Varifi L							

Y	et pe	(G)	EL	. F	эĘ	10	JE								
YÛ BH CĐ TE	IKSƏL PRO Bit Mehailer 610 ÇANK 1.: (312) 49 wr.yukselpt	DJE ULUS 51 0. Cadd AYAJAKK 15 70 00 F roje.com.h	i, ARA a No:4 ARA AX: (3	RASI <i>I</i> 1 12) 49	570 24		SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SONDA Borahoi	N U	io :		SK	-6	
		670 X 814 0 X							Page		101		37	4	
ROJE	ADL/ Pr	olect Na	me			Gi	resun-Espiye Devlet Yolu	DELIK ÇAPI / Hole Diameter :	89 mm.						
DNDA	J YERI	Boring	Local	ion		; He	ayelan	YERALTI SUYU / Groundwater :	11.30 m	۱.		-		-	
LOM	ETRE / C	hainage	3			: 1-	-086.59 - 91.80 m Sağ	MUH.BOR.DER. / Casing Depth :	12.50 m	0.02	07	04	200	12	-
ONDA	J DER.	Boring	Cepi	1		: 18	5.00 m.	BAS.BIT.TAR. / Start Finish Date	454 635	14	- 01	.04	.201	10	
2ND4	U KOTU	/ Eleval	tion			: 20	103 POTARY	KOORDINAT / Coordinate (K-S) y	4 531 3	98.6	6				
SNDA	AJ MAK.	SACIAL:	D.R	1 di M	et.	APT	PENETRASYON DENEY		1	-			Q.		-
-				Q1	S	tanda	at Penetration Test			reng	mun	Soon	Core		
sur a	02		DA	RBE	SAY	SI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		KrSt	leath	10	RIVT.		
th (m	the CH	< 0	Nu	mb. a	Blow	WS	Graph	Geotechnical Description		TIT	NIN	-	DE		
INUM Dept	MUNE mpls Ty	ANEVR.	- 15 cm	5-30 cm	0-45 cm	N			PROFIL	AYANIN	VY, REŞANA	CIRUK / FI	CARDT%	30D %	NOBON
200	Sa	žň	0		31		10 20 30 40 50 60	DITUREL TOPPAK	N. L.	10	4	2	12	104	
0		0.90						0.20m		-			1	1	
1	ا¢⊷ا	0.00											76		
	SPT-1	1.50	1	2	3	5		Kahverengi, orta katı, orta plastisiteli					-		
2	UD-1	1.95	Ľ					(Rezidüel Tüfit)		-					
	C-2	2.50											100		
- 3	SPT-2	3.00	2	3	4	7				-			_		-
• 4	к-з									-			67		
		4.50				1 20		4,30m				1	\vdash		ľ
- 5	5P1-3	4.95	ľ	0	14	20		malzeme, %10-15 ince-orta çakıl.		5					
6	K-4	8.00						5.60m 5.60m Kumlu SİLT (Tanımı 2/2 dedir.)					192		
	DAYAN	MLILIK	/ Str	ength			AYRIŞMA / Weathering	INCE DANELI / Fine Grained	IRI	DAN	ELIA	Coal	se C	irain	bei
I III IV V	DAYAN ORTA I ORTA I ZAYIF ÇOK Z	IMLI DAYANIN ZAYIF AYIF	щ	Stro M.S M.W Wea	ng brong /eak ak ieak		TÁZE Fresh AZ AYRIŞMIŞ Silghty W. I ORTA D. AYR. Mod. Weath. V ÇOK AYR. Highty W. Y TÜNIÜYLE A. Comp.Weat.	N: 0-2 COK YUMUŞAK V.Soft N: 3-4 YUMUŞAK Boft N: 5-8 ORTA KATI M.Sulf N: 5-8 ORTA KATI M.Sulf N: 5-8 ORTA KATI M.Sulf N: 5-15 KATI Sulff N: 18-30 ÇOK KATI V.Siff N: >30 SERT Hard	N : N : N : N :	5-10 11-30 31-50 >50	GE OR SIN ÇO	VŞEI TA S G	d 160 C	Lou M,D Den V.D	te Janse Ise Isnae
K % 0-2 % 25- % 50- % 75	AYA KAI 5 ÇO 50 ZA' 75 OR	ITESI 1 K ZAYIF YIF TA	FANIR S	Al - R / Poor Foor Fair Sood	QD	1	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures SEVREK Wide (W) -2 ORTA Moderate (M) -10 SIK Close (C) -20 COK SIK Lintense (I)	ORANLAR - % 5 PEK AZ Silghdy % 5-15 AZ Little % 15-35 CCK Very % 35 VE And	Proportion % %	15 5 5-20 20-50	PE AZ ÇC	K AZ	200	Sig Litil Ver	htty e y
% 90- SPT	100 ÇO Slanda	k iyi d Penetr	alion 1	Test	nt	1	20 PARCALI Crushed (Cr) (Karot Numunes: Core Sample	LOGU YAPAN Logged By			KO	NTR	DL d		
D UD	Orsele Disturb Orsele	nmiş Nur ved samp nmemiş t	nurie le Nornur	ne		5	 Pressivanetre Deneyi Pressuremeter Test VS Veyn Deneyi Von State 	SIM Ozgür AVŞAR Nama Jeo.Müh. IMZA Sign							

Bi Of Ti	rlik Mahali s610 ÇANI EL: (312) 4 ww.yukselp	COJE OCC esi 9. Cad CAYA-AN 95 70 00 proje.com	Ide No: KARA FAX: (312) 49	м.ş. 15 70 2	14	SONDAJ LOO	GU / BORING LOG	SOND/ Bareho SAYFA	U le	No :		Si	-6
NINGER OF			1	61	CANID	ADT	DENETDASYON DENEY!		Page	-	19		4	-
					S	Stand	art Penetration Test			figure	in in	(mo	Soraß	
Ê	N St		DA	RBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		USE	cathe	10	E	
bill i	E CI	AN UN	Nu	mb. c	of Blo	WS	Graph	Geotechnical Description		THE	W/ /	actu	(TCF	
Boring De	NUMUN Samp. T	MANEVI BOYU/B	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60	3	PROFIL Profile	DAVANIN	AYRISMA	KIRIK / FI	CAROT%	ROD %
B	\$97.4	6.00	7	12	10	22				F	-	1	-	-
		6.45	1	-		-	24 111 111 111							
								Muhtelif renkli, çok katı, orta plastisiteli,			1			
7	- 12-	6.90						kumlu SILT, eser çakıl, %40-45 ince-					34	
	K-5		1					(Rezidüel Tüfit)						
	SPT-5	- P2 6.90 K-5 	8	10	18							-		
2		7.95	1	ľ	1.0	1.0			· - ,					_
								8.20m						
	.K-8.	2.9						H 16 94					46	0
	1	1.1												-
5	SPT-S	9.00			17	-	31 111 121	KUMTAŞI;					-	
		9.45	11	14	11	31	HILLING PLD SUD BIO DID	Grimsi kahverenkli, ufalanabilir, gevşek					_	
								avrismis.						
0	K-7						manmannana	Yer yer konglomeratik seviyeler içerir.		1			31	0
								Süreksizlikler gözlenemiyor.		IV	IV			
	SPT-7	10.50	50	•		R	IIII IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII			V	V			
		1058000	1						· · · · · ·					
1													-	
	K-8												25	0
								11.30m		L				
12	18-T92	12.00	50	-	-	R	R	KUMTAŞI;	*****					
		12.00	0					zavif, orta derecede avrismis.		- 10	m			
	VO							12.40m	H I					
3	1/-9							3	11				78	78
×.	- P3-	13.20							пп					
		13.50	1					DASITIK TÜF;		u				_
								Yeşil renkli, orta sert, orta dayanımlı-	11	m	III			
4	16.30							Aglomeratik seviyeler içerir.	II II				1.3	
	14-10							Süreksizlikler gözlenmiyor.	ии				100	100
							121-121-121-121-121-121-121-121-121-121		11					
5		15.00	-				111 I Tak (tit till III)	1	11 11	-				-
								KUYU SONU : 15.00 m.						
							117 117 111			33				
6													1	
	ad a Marca	un dE c	Der .	50.0			fore 2072 hours	LOGU YAPAN			KON	TRO	-	-aud-
16	ot : Kuyt indiri	iya 15.0 Ierek ku	yu ağ	zi bat	im ill onu y	apún	SCE 74-3 DCT2	Logged By ISIM Özgür AVŞAR		*****	Cha	clied		
								Name Jeo.Müh.						
								1 waln						

YUKSEL PROJE

YÜ Bir OB TE WY	RCSEL PR Br Mahale 810 (CANY L: (312) 4 w.yukadg	OJE ULU si 9, Cad AYA-ANI 15 70 00 1 roje.com.	SLARA Je Notá (ARA FAX: (3) r	RASI / 11	A.Ş. 67024		SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SONDA Borehole SAYFA Page	J N	lo : lo :		sk 1i	-71 2	
-	ADI / Co	interest for				G	iresun-Esnive Devlet Yolu	DELIK CAPI / Hole Diameter : 1	114 mm		and the second second			-	
PRUJE	IVEOL	Bonn	Lacat	liaa		H	evelari	YERALTI SUYU / Groundwater :	1.30 m.						
SUNDA	WITERU	baiego	Luca	buei		- 1.	+088 70 - 73 38 m Sað	MUH.BOR.DER. / Casing Depth :	15.30 m		• ******				
RILOWR	LINCO	Daring	Deet			- 1	5 30 m	BAS BIT TAR. / Start Finish Date : (07.04.20	003	- 09	9.04	.200	13	
SONLY	U LICER.	/ Bonng	Depa			. 21	0.55	KOORDINAT / Condinate (N-S) v : 4	454 630	48					
SUNLY	UKON	IT EIEVE	in Dia		lai lai	2 .	M 103 - ROTARY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x	4 531 41	6.6	0				
SONDA	NJ MUAN	STORT.	10.10	10:10	CANUS.	. UPT	PENETRASYON DENEY		1	1.	1	1	CC1		1
			Č	01	CPATALD/	hand	and Denetration Test			ouo		gou	20G		
10					0430	(di ju	(2DASIK	JEOTEKNÍK TANIMLAMA	1	/Sto		3	1.6	1	
E E	NI C		D/A	MEE:	5ATI A Block		Graph	Geotechnical Description	1	in the	Ma	chun	CIR		
NDAU DE	mUNE C	NEVRA	15 cm	-30 cm	-45 cm	N			ROFIL rofile	AYANIML	YRUŞMA /	RIK / Fra	AROT%()	GD %	UGEON
800 B	N BS	N N	ö	5	8		10 20 30 40 50 60		0. 0.	13	*	×	×	EC.	-
0]	0.00						Bitkisel Toprak;	V			1	-		1
	-	0.25						0.30m							
-									1			1			
	K-1						TATAL COLLARS STARS FLORE LEVELS		-,	F		1	68		
-1												ŧ 1			11
100		1.00							-				L		
1	arer a	1.50				- E									
0000	DF.1-1	1.95	14	4	3			1	1			1	-		1 1
-2	1						BE TRANSFOLLER EILER VALLE FOR								
1	- 01 -	2.40	1					Kahverengi-vesilimsi kahverengi.	12			1	62	1	
ł	1 KA	10	1					vumusak-kati, orta plastisiteli, kumlu	1	1		1			
	R-2	1	1					SILT, nemli, eser ince çakıl, %35-45		Į				ţ.	
-3		3.00			1			ince-orta kum.					-	ţ.	
100	SPT-2	2.10	1	2	2	4		(Rezidüel Tüfit)				1		[
ŀ		3.50	1										1	1	
1	UD-1							-	·	1				ł.	
- 4	hereare	4:00	1					-				1		ì –	
1	K-3	1.0							·	100			100		
ŀ		4.50											-	1	
	UD-2	1	1					-		1					
- 5		5.00						-	1 -			1			
	SPT-3		2	3	6	9		-				1		1	
1		5.45					THE REPORT OF THE PARTY OF THE	1		1		1	1		1
	K-4	5.80						Sitti KUM (Tapımı 2/2'de)	12.2	1			40	1	
L.	- 12	6.00	1	1			AVPICIA / Weathering	INCE DANELI / Fine Grained	RIC	DAN	ELI/	Coar	se G	rair	led
	DAYAN	MULIK	/ Stre	ingth		+	TAZE Fresh	N : 0-2 COKYUMUŞAK V.Soft	N: 0	.4	ço	KGE	VŞEK	V.L	0056
1.	ORTA	DAYANIA	ALI	M.S	nord	1	AZ AYRIŞMIŞ Sightly W.	N : 3-4 YUMUŞAK Soft	N: 5	-10	GE	VŞEI	C.	1.00	158
. 10	ORTA	ZAYIF		84.W	Veak	T	I ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.Sut	N . 3	1-30	SIK	125.9 3	tru	Da	nse
IV	ZAYIF	- MILE		Wea	ak (nel:	17	V COKAYK Highly W. TÜMÜYLEA Comp.Wast	N : 16-30 COK KATT V.Stiff	N : 2	50	ço	K SH	Ċ.	V.E)ense
V	COK 2	AT IP		4.44	Car.		follone for the following the	N : >30 SERT Hard	_						
K	AYA KA	TESIT	ANIN	1 - R	QD	1	KIRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Pr	oportion	8	pr	K AZ		SE.	where
96 0-2	5 ÇC	K ZAYIF	V	Poor			SEYREK Wide (W)	765 PEKAZ Signoy	96 5	-20	AZ	11.7%		Litt	le le
% 25-	50 ZA	TA	P	100°			2-10 SIK Close (CI)	% 15-35 COK Very	% 2	0-50	çc	К		Ve	ry .
96 75-	so hi		G	Sood			10-20 COKSIK Intense (1)	% 35 VE And							
% 90-	100 00	K MI	E	xcelle	int	1 :	20 PARCAL Crushed (Cr)	LOGILVARAN			KO	NTR	OL		
SPT	Standa	ert Paneir	asyon	Testi		1	Core Sample	Logged By		021124	Ci	necks	sl		
0	Standa	ani Penetra Amis Nur	auch T nune	est		1	Pressyntretre Deney!	ISIM Özgür AVŞAR							-
T	Disturi	ped samp	le				Pressuremeter Test	Name Jeo.Müh.				-			
UD	Órsele	nmemiş l	Numun	B		1	VS View Start Tech	Sign Uner C							1
	Undist	urted Sa	mple			-	VILLE & DOL 100.	CONTRACTOR OF THE OWNER OWNER	COLUMN STREET,	ALC: NOT THE OWNER.	-				and the second s

UGI TE WW	510 ÇANK L: (312) 49 w.yukseb	AYA-ANI 15 70 00 / roje.com.l	CARA FAX: (3 Ir	312) 49	95 70 2	4		SONDAJ LOG	U / BORING LOG	SOND/ Borehol SAYFA Page	le T	No : No :		SK 2/	-7İ 2
				SI	FAND	ART	PENE art Per	TRASYON DENEYI			angt	Bui	(uno	Nato	
E	10		DA	RBE	SAY	ISI	1	GRAFİK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		USIn	athe	ie (3)	DT.C	
11	ipe Cl	42 UN	Nu	mb, c	of Blo	WS	L	Graph	Geotechnical Description	1. I	ALR.D	MIN	ractu	DE	
Boring Do	NUMUNUN Semp. 7	MANEVI BOYU/R	0 - 15 ст	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20 30 40 50 60		Profile	DAYANG	AVRISIA	KIRIK / F	KAROTY	RQD %
8	SPT-4	6.00 6.45	4	5	6	11			Yeşilimsi kahverengi, orta sıkı, sittli KUM, nemli, %40-45 ince malzeme,		Γ				
,							1111		6.80m		-	-			
		7.50								000					
8	SPT-5	7.95 8.00	7	19	14	41			KUMTAŞI; Kahverenkli, çok zayıf, tamamen				1		4
	K-5 P3	8.45 8.80				-			yer yer 10-30 cm kalınlıkta konglomeratik seviyeler içerir.	0 0 0	V	V		100	0
9	SPT-7	9. 0 0 9. 2 5	20	25	<u>50</u> 5	R		R		 					_
10	K-6									000	at reduced and			38	0
	SPT (10.50 10.51	<u>50</u> 1	-	-	R		R	10.50m	 H B	-	-	-	-	-
11	K.7						1111 1111			и и п а				47	0
	101	10.00								11 U 11					
12		12.00							DASİTİK TÜF; Yeşil renkli, orta sert, orta dayanımlı-		HI		141	75	72
13	K-5							And And And And And And And And And And	orta zayır, orta derecede ayrışmış. 14.70 m'de tek 70° kapalı kalsit dolgulu.	11 11 11 11	IV			15	12
14	K-9	13.50						And a set of the set o		и и и и и	and the second se				
	P4	14.40					1111			н н н				93	93
15	K-10	15.00 15.30					1:3			п 1 п		L	_	93	93
10							-	1 - 2	KUYU SONU : 15.30 m.						

YI Bi Di TI	i Gundi D DKSEL PR NK Mahalik 1810 ÇANIP EL: (312) 4	OJE ULU INI 9. Cad CAYA-ANI 95 70 00	ISLAR 68 No KARA FAX: (ARASI (41 (312) 49	A.Ş. 95 70 2	2 9a	SONDAJ LOG	SU / BORING LOG	SONDA	J	No :		SK	-81
94	им.уцкавір	noje.com.	t,						SAYFA	1	No :		11	2
00010	00170	eninet M				10	irogun-Espive Devlet Volu	DELIK CARL/ Hole Discuster	Page 14 mm		-	1001-2015	-	
SOND	IVER	/ Roring	Loca	ation		H	evelan	YERALTI SUYU / Groundwater 0	90 m		-			
CLOM	ETRE/(Chainag	e			: 1-	+100.36 - 41.25 m Sag	MUH.BOR.DER. / Casing Depth : 1	4.00 m		-			
SOND	AJ DER.	/ Boring	Dep	สำ		: 1:	3.50 m.	BAS.BIT.TAR. / Start Finish Date : 1	0.04.20	003	- 12	2.04	200	13
SOND	AJ KOTL	/ Eleva	tion			: 1	7.44 m.	KOORDINAT / Coordinate (N-S) y : 4	54 630	.15				
SOND	AJ MAK.	&YÖNT.	/D.R	ig & M	Aet.	: S	M 103 -ROTARY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) × : 4	531 45	50.8	35			
			1	S	TAND	ART	PENETRASYON DENEY		1	-	4.0	2	aR.	
5			ļ		5	land	ert Penetration Test		1 1	neng	taria	3000	Con	
RE	SN .		D	ARBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		NUSI	80	ire (LILLE	
PEP	Uvpe	\$ 9	NL	unb.	of Blo	WS	Graph	Geotechnical Description		8	N.	actu	102	
I LAUNU	UMUNE ample 1	ANEVE	- 15 cm	5-30 cm	0-48 cm	N			ROFIL.	AYAMIN	VIRISMAN	RIK / Fr	AROTW	GD %
03 m	20	2.9	0	-	m		10 20 30 40 50 60		0.0	a	<	8	×	8 3
0		0.30	1					Bitkisel Toprak	-w					
		1000					O MALE DE LA LA DECIMALE	0.40m		1				
	K-1		1						· · ·				100	
- 1	1547		1					Kahverengi, yurnuşak, orta plastisiteli	-					100
		i.	1				ALLA REPORTED AND A CONTRACT OF A CONTRACT. OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF A CONTRACT OF	kumlu SILT, nemli, %30-35						
	0000	1.50		1	1			(Rezidüel Tüfit)					-	
	SP1-1	1.05	3	2	2	4		(recover reny						
- 2		1.54												
	- 14	2.40	1					2.50m					81	
	K-2							2.0011					-	
. 9	1957	3.00						Kahverengi, gevsek, cakıllı siltli KUM.						
,	SPT-2		3	3	4	7		nemli, %5-10 çakıl, %20-40 ince	0					
		3.45						malzeme.	1.1				-	
	K-3							(Reziduel Tufit)	14:14				100	
- 4		4.00		1					- 0					
	UD-1			1	1			4.20m		Į.,				
1		4.50								-	1			
	SPT-3		4	6	9	15	15:11:11	Peşilimsi kahverengi, kati-sert, orta						
- 5		4.95						lince-orta kum, eser cakil.						
	- 22-	5.40					monin Numerana	(Rezidüel Tüfit)						
	14	4.00		1				-					89	
6	N-9	6.00		1				• • •						
1	DAYANI	MULIK	Stre	ngth			AYRIŞMA / Weathering	INCE DANELI / Fine Grained	IRI D	ANE	LI/C	oars	e Gi	alned
1	DAYANI	MU		Stron	-g	1	TAZE Fresh	N : 0-2 ÇOK YUMUŞAK V.Soft	N : 0-	4	ÇOK	GEV	ŞEK	V.Loose
111	ORTAU	AYIF	LI	M.Su M.VV	leak	in	ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.SHIF	N : 11	-30	ORT	ASIN	a	M.Denst
íV	ZAYIF	2022		Weat	l;	IV	ÇOKAYR. Highly W.	N : 9-15 KATI Sur	N : 31	-50	SIK	0110		Dense
v	GOKZA	YIF		V.Vie	eak	1 V	TUMUTLE A. Comp.weat	N : >30 SERT Hard	N : >0	i U	YUN	, airu		v.uense
KA	YA KAL	TES T	ANIN	I - RC	D	P	(IRIKLAR - 30 cm / Fractures	ORANLAR - Pro	portions					
% 0-25	ÇOK	ZAYIF	V	Poor		1	SEYREK Wide (W)	% 5 PEKAZ Slightly	% 5	20	PEK	AZ		Slightly
% 20-5 % 50-7	5 ORT	A	F	air		2.	10 SIK Close (CI)	% 15-35 ÇOK Very	56 20	-50	ÇOK	2		Very
% 75-5	a iyi	-	G	iood		10	-20 ÇOK SIKi Intense (I)	% 35 VE And	1 Carrielle		anda).			0.007.
% 90-1 SPT	00 COK	Peneira	E	xceller Testi	11	1 >2 K	20 PARÇALI Crushed (Cr) Karot Numures	LOGU YAPAN			KON	TRO		
	Standar	Punetra	tion T	est		- 22	Core Sample	Logged By			Che	cked		
D	Orselan	miş Numi	une			P	Pressivometre Deneyi	ISIM Ozgūr AVSAR						
UD	Örselen	merniş Ni	umun	e		V	S Veyn Deney:	MZA	1					
	Undistu	bed Sam	pla				Varie Sheat Test	Sign United						-

Di Di TI W	Na Manan S610 ÇANI EL: (312) 4 ww.yuksels	KAYA-AN KAYA-AN ISS 70 00 proje.com	KARA FAX: (Ir	312) 4	95 70 2	<u>4</u>	SONDAJ LO	GU / BORING LOG	SONDA Boreho SAYFA Page	ų le	No : No :		SH 2	(-81 12
				S	TAND	ART	PENETRASYON DENEY		1 1	age	g	1 E	reg	
SLIG	10		D	RBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		Stre	ather	300	J.C	
th (n	De CIP	< 5	Ni	imb. (of Blo	WS	Graph	Geotechnical Description		IFK	/ WB	Inter	TCR)	
SONDAJ [Bering Dej	NUMUNE Samp. Ty	MANEVR	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60		PROFIL Profile	DAYANIMI	AYRIŞMA	KIRIK / Fre	KAROT%(ROD %
6	SPT-4	6.00	8	19	18	37	11111111111111113711111			1	-	1	-	
		6.45						Kumlu SILT (Tanımı 1/2 dedir.)	· · ·				-	
								6.80m	<u> . </u>	-	-	1		
7	K-5												92	0
	SPT-5	7.50	10	15	23	38	38	KUMTAŞI - KONGLOMERA;						-
8		7.95	10			-		çok ayrışmış tamamen ayrışmış					-	
								Kumtaşı 8.10-10.30 m arasında gevşek						
	K-6		1.00	1			IIII IIII IIII IIII IIINIIII	çimentolu max / cm varan sert, vuvarlak parcacıklardan olusan		IV	V		37	0
		-		ł.				konglomera içerir.	000	V				
1	SPT-6	9.00	30	26	22	50		Süreksizlikler izlenememektedir.					-	-
		9.45	1.00	20	00	00	59		000				-	
	87								000					
10	N=7								000				30	0
									000					
	SPT	10.50	50	•	•	R	R	10.60m			_	-		
14	40								1 1					
	R-0							DASITIK TÜF;	0 0				100	100
	- P3	11.40						davanimli-orta zavif, orta derecede	U H				100	100
								ayrışmıştır. 13.15 cm'ye kadar iri kum	н					
12		12.00						tabanda ince kum boyutunda olup	11 11	Ĩł.	10	w		-
								Süreksizlikler 12 07 m de 60°lik acık	H 11	m				
	NO.							pürüzlü, Feo boyalı.						
13	W*8								н				100	100
		12 50							n n n					
		13.50	-	-	-	-								
								KUTU SONU : 13.50 m.						
-					ř.									
							1165 2020 2022 1023 1177 1117							
15				1										
							1							
I.C.														
10														_
								LOGU YAPAN Logged By			Che	rROL	-	
Not	Kuyuya	13.50 m	n. Ink	dinom	etre p	orobu	TELER	ISIM Özgür AVŞAR						
	kuyu ag	in neroi	in Ag	Putiti	ve 10	auer1	prosperation of the second sec	IMZA						
-								Sign Voury	-					

YUKSEL PROJE YOKSEL FROME LEUSLARARASIA S Birli; Mahalesi 9, Cadda No:41 DS810 ÇANKAYA-ANKARA SONDAJ SONDAJ LOGU / BORING LOG SK-9 No: TEL: (312) 495 70 00 FAX; (312) 495 70 24 Borehole www.yukselproje.com.b SAYFA 1/2 No: age DELIK ÇAPI / Hole Diameter : Giresun-Espiye Devlet Yolu 114 mm. PROJE ADI / Project Name SONDAJ YER! / Boring Location Heyelan YERALTI SUYU / Groundwater 5.40 m. : 1+082.38 - 36.99 m Sağ 6.00 m. MUH.BOR.DER. / Casing Depth KILOMETRE / Chainage 07.04.2003 - 08.04.2003 BAŞ.BİT.TAR. / Start Finish Date SONDAJ DER. / Boring Depth : 10.50 m. 454 611.70 KOORDINAT / Coordinate (N-S) y 12.97 m SONDAJ KOTU / Elevation SONDAJ MAK &YONT JD.Rig & Met. : BM 53 FM -ROTARY KOORDINAT / Coordinate (E-W) x 4 531 448.39 STANDART PENETRASYON DENEY! / Westhering .CoreR. (mooc) **DAYANIMLLIK/Strength** Standart Penetration Test SONDAJ DERÍNLIĜI Boring Depth (m) NUMUNE CINSI Sampla Typa JEOTEKNÍK TANIMLAMA DARBE SAYIS! GRAFIK KAROT%(TCR)/T KIRSK / Fracture Numb. of Blows Graph Geotechnical Description MANEVRA BOYU/Run AYRIGMA / PROFIL LUGEON 15 cm 5 5 ROD % Profile N 16-30 30-45 -10 20 30 40 50 60 - 0.20m 0 0.40 YAPAY DOLGU (Kumlu - Cakil) 53 K-1 - 1 _____ 1.40m ___ ALLA RELET VILLE VILLE AND AND AND AND A 1,50 1 SPT-1 5 7 13 5 Kahverengi, orta sıkı, siltli KUM, 1.95 - 2 nemli, %15-45 ince malzeme, eser cakil. eser çakıl. 0 P1 2.40 93 (Rezidüel Tüfit) K-2 . 3 3.00 0 4.00m-10 12 16 4 SPT-2 28 KONGLOMERA 3.45 Muhtelif renkli ufalanabilir, cok-1 INTERNAL INCOMENDATION OF THE PARTY OF THE P tamamen ayrışmış matriks içinde; 0 K-3 44 - 4 00 4.50 iV 00 N 17 36 41 111 111 111 111 111 172 [* 5.40m 1111 1111 1111 1111 1111 KUMTAŞI; Sarımsı yeşilimsi SPT-3 77 000 4.95 - 5 00 IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIkahverenkii, orta-az sert, orta dayanımlı, orta derecede ayrışmış. 000 Süreksizlikler; 0.45° açık, sık, pürüzlü, 66 10 K.4 R HI CI THE ALL HALL THE LAR ALL III III III III III Mno/Feo boyah. 6 6.00 INCE DANELI / Fine Grained IRI DANELI/Coarse Grained DAYANIMLILIK / Strength AYRISMA / Weathering V.Soft Soft ÇOK GEVŞEK V.Loose GEVŞEK Loose N 0-2 ÇOK YUMUŞAK 0-4 TAZE Fresh DAYANIMLI Strong N: 5-10 M.Strong AZ AYRISMIS Slightly W. 3-4 YUMUSAK 11 ORTA DAYANIMLI N : N : 11-30 ORTA SIKI 5-8 ORTA KATI M.Suff M.Dens ORTA D. AYR. Mod. Weath. N : HI. ORTA ZAVIE M.Weak Ĥ. N : 31-50 SHO ÇOK AYR. TÜMÜYLE A. 9-15 KATI N Highly W. N : Stiff Dense IV ZAYIE Weak 16-30 ÇOK KATI V.Stiff N : >50 ÇOK SIKI V.Dense Comp.Weat. N **ÇOK ZAYIF** v V.Weak N >30 SERT Hard KIRIKLAR - 30 cm / Fractures **ORANLAR** - Proportions KAYA KALITESI TANIMI - ROD % 5 PEKAZ PEK AZ Slightly Wide (W) % 0-25 ÇOK ZAYIF ZAYIF V.Poor SEYREK Slightly % 5 % 5-20 1-2 ORTA Moderate (M) % 5-15 AZ Little AZ Little % 25-50 Poor Ciose (CI) % 15-35 ÇOK % 20-50 ÇOK Very % 50-75 Very CRTA Fair 2-10 SIK 10-20 ÇOK SHC intense (I) % 35 VË And ivi. Good 96 75-90 0 COK IYI Excellent Standart Penetrasyon Testi COKIVI PARCALI O Karot Nizmune 90-100 >20 Crushed (Cr) LOGU YAPAN KONTROL Standart Penetration Test Core Sample Logged By Özgür AVŞAR Checked Presslyometre Deneyi ISIM P Örselenmis Nutnung ľn Pressuremeter Test Name Jeo.Müh. Disturbed sample Vert Denty when VS **Örseienmemis Numune** Sign Vare Shear Test Undisturbed Sample

D6 TE W	610 ÇANI L: (312) 4 w/.yuksel;	GAYA-ANI 95 70 00 proje.com	KAIRA FAX: (3 tr	112) 49	6 70 2	4	SONDAJ LOG	GU / BORING LOG	SONDA Borehol SAYFA	J B	No:		SH	-9
-			-	ST	AND	ART	PENETRASYON DENEY	1	Page	-	1	1	le:	T
5	_				S	itand	art Penetration Test			trengt	tering	3Gorn)	Const	
(m)	CINS		DA	RBE mb. c	SAY!	SI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		LIKIS	West	ture (CRIVE	
SONDAJ DE	NUMUNE Semp. Typ	MANEVR/ BOYU/Rur	0 - 15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60		Profile	DAYANIMLI	VRISMA /	CIRUK / Franc	CAROT%(T)	30D %
6		6.00			-			Tanımı sayfa 1/2'dedir.		-11	III	CI	-	
7	K-5 - P2-	6.90						6.30m DASİTİK TÜF; Yeşil renkli, orta sert , orta dayanımlı- orta zayıf, orta derecede ayrışmış.	и и и и и и			м	84	63
8	K-6	+						Süreksizlikler; üst seviyelerde 0°,açık, orta, pürüzlü, Mno boyalı; 60°,45°, kapalı, seyrek, temiz; 6.10 m'de 80°, açık, Mno/Feo boyalı, pürüzlü. Kumtaşı dasitik tüfit kontağı 50°. 7. 60.7.80 və 6.70.700 m ler ercet		III ™	311		100	100
9		9.00						kumtaşı seviyesi.	u u			IN		
	K-7							-	в в			1		
10	- P3 -	9.90											100	100
11								KUYU SONU : 10.50 m.						
13									2					
14														
15 16														
					-			LOGU YAPAN		-	KOW	TRO		-

Terration and		12210000000						and the second --	--	-----------------------------------	-------------------------	------------------	---------	--	--	-------------------	-------	-------	-----------	----------------	----------	----------
1	(0)	(S	E	lam I	p	30	JJE															
91 91 06	OKSEL PR riik Mabali 5610 ÇANI EL: (312) 4	10.3E ULL 155 B. Cod (AYA-AN 85 70 CC	JSLAR Ide No KARA FAX: (ARASI (41 (312) 4	I A.Ş. 8570 2	4	SONDAJ LOG	SU / BORING LOG	SONDA	4	No :		SK	-10								
W	ww.yuitaelj	araje.com	.87						SAYFA			-		10								
				-					Page		NO :	-	1	16								
PROJE	ADI/P	roject N	ame			: G	Biresun-Espiye Devlet Yolu	DELIK ÇAPI / Hole Diameter :	114 mm													
SOND	AJ YERI	/ Boring	Loca	ation		: H	leyelan	YERALTI SUYU / Groundwater :	5.85 m.					-								
KILOM	ETRE/	Chainag	jê Don	i.		1	+060.21 - 14.78 m Sag	MUH.BOR.DER. / Casing Depth	7.50 m.	100		100	200	0.0								
SOND	A LICOTI	/ Bonny	tion	in		. 1	2.35 m	KOORDINAT / Coordinate /N.S) v	454 583	27	- 08	9.04	.20	US .								
SOND	AJ MAK	SYÖNT	JD.R	ia & I	/el.	: B	M 53 FM -ROTARY	KOORDINAT / Coordinate (E-W) x	4 531 40	11.5	3											
10 CT 10	1		1	S	TAND	ART	PENETRASYON DENEY		T	1.	ř	-	T _e	-	-							
28	L. 1		l	1973	5	Stand	art Penetration Test			engt	Suing	(mo	oral									
N R	NSI		D	ARBE	SAY	ISI	GRAFIK	JEOTEKNIK TANIMLAMA		SStr	athe	030	D'L									
Ser C	ype	5 5	NI	umb.	of Blo	WS	Graph	Geotechnical Description		青	N.V	ictus .	TOR									
DINDAJ (T alqme	ANEVR	- 15 cm	5-30 cm	0-45 cm	N			20FIL offic	YANIM	RISMA	RIK / Fra	ROTAS	% 00	NOEDN							
io a	20	2.0	e	-	69		10 20 30 40 50 60	Kanlama Rotonu	a a	a	8	2	3	S.	17							
0		0.55						YAPAY DOLGU MALZEMESI Blokiu, cakilii Kumlu KiL					-									
								0.90m	11111				78									
-1	K-1																					
1	SPT.1	1.50	4	6	7	13		-	-				-									
2	01111	1.95	1	1	1'	1.5																
-							And And And And And And And And And And	Kahverengi, kati-cok kati, orta						1								
	- P1-	2.40						plastisiteli, kumlu SILT, nemli, %35-40	-				96	11								
	K-2			1				ince-orta kum, eser çakıl, yer yer siltli														
- 3		3.00						Kum seviyeli.					_									
18	SPT-2		8	9	11	20	20		-													
-		3.45																				
	UD-1	0.00																				
- 4		4.00						4.10m		-	_		-	\vdash								
	K-3							1.54 42 1					100	0								
-		4.50	1					KUMTAŞI;	000				-									
	SPT-3	4.05	10	12	20	32		Sarımsı yeşilimsi kahverenkli	<u></u>													
- 5		4.30					mannun nin an an	utaianabilir, zayıt-çok zayıt, tamamen		٧	V											
	in se							Yer ver konglomeratik seviveler icerir.														
Γ.	K-4	1											42									
b		6.00					anna ann ann ann ann ann ann ann ann an		000			_										
	DAYANI	ALILIK	Stra	ngth	17		AYRIŞMA / Weathering	N : 0-2 COK YUMUSAK V Set	IN D	ANE	LI/C	GEN	I GI	Vian	d an							
0	ORTA D	AYANIM	U.	M.St	erong		AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N : 3-4 YUMUŞAK Soft	N : 5-1	a	GEV	ŞĒK	yers	1.0036	1							
10	ORTA Z	AYE		M.W	eak	III	ORTA D. AYR. Mod. Weath.	N : 5-8 ORTA KATI M.Suff	N: 11	30	ORT.	A SH	Ci	M.Da	hse							
V	COK ZA	YIF		V.We	sak '	v	TÜMÜYLEA, Comp.Weat	N : 15-30 COK KATI V.Stiff	N : >5	30	ÇOK	SIKI		V.Der	: ISB							
						1	1001141 A.M. A.A	N : >30 SERT Hard	1						-							
KA	YA KALI	TESI T/	ANIM	Poor	10	1	SEYREK Wide (W)	% 5 PEK AZ Silehöv	portions % 5		PEK	47		Sliabi								
% 25-50	ZAY	F	P	oor		5-	2 ORTA Moderate (M)	% 5-15 AZ Little	% 5-2	0	AZ			Little	1							
56 50-75	5 ORT	A	Fr	uir met		2.	10 SIK Close (CI)	% 15-35 COK Very	% 20	50	ÇOK			Very								
% 90-10	COK	M	E	cellen	t	>2	20 PARCALI Croshed (Cr)					_										
SPT	Standart	Penetra	syon T	esti		К	Karot Numuresi	LOGU YAPAN			KON	TRO										
0	Standart Örselenn	Penetra nis Num	uon Te une	191		P	Core sample Pressivometre Dennyt	ISIM Özgür AVSAR			Che	cked			200							
	Disturbe	d sample				51	Pressuremeter Test	Name Jeo.Müh.	-	-	1200		_	-								
UD	Orselend	nemiş Ni	umune cle	la orașe		V	S Veyn Deney: Varie Stream Text	sign uner														
| on or other statements | Unulsium | nen Sau | ALC: NO. | - | | BRIDIT: | The reaction of the second sec | Construction of the second Standart Penetriks YON DENEYI
Sundart Penetriks Test JECTEKNIK TANIMLAMA
Geotechnical Description Bogs
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Figure
Fig | DS
TE
W | riik Mahalie
ISt0 ÇANK
EL: (312) 4
WH.yukselp | CAYA-ANI
95 70 00 1
roje.com | de No:
(ARA
FAX: (3 | 41
112) 4 5 | 15 70 2 | 4 | SONDAJ LOG | U / BORING LOG | SONDA
Borehol | J | lo: | | SK | -10 | - |
|---|--------------------|--|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------|-----|---|--|-------------------|--------|---------|-----------|--------|-------|--------|
| STANDART PERTRASION DENEY JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, Standar Peretain Text JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, JEOTEKNIK TANIMLAMA, <th>-</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF</th> <th></th> <th>Page</th> <th>1</th> <th>Vo :</th> <th></th> <th>2/</th> <th>2</th> <th></th> | - | | | | | | | A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF | | Page | 1 | Vo : | | 2/ | 2 | |
| Bit Diameter Diameter Bit Diameter | | | | | ST | TAND | ART | PENETRASYON DENEY | | | 415u | and a | ius | DreR | | |
| Big of all of the second and all of the second all of the sec | 2 P | Isv | | DA | RBE | SAY | SI | GRAFIK | JEOTEKNÍK TANIMLAMA | | UStro | athre | (e) (30 | GUT.O | | ľ |
| Normalization St. | the factor | E CI
ypa | RA | Nu | mb. c | of Blows | | Graph | Geotechnical Description | | a a a | AIW | ractu | S(TOF | | |
| 6 SPT-4 6.00
6.07 34 30
7.0 - R 111111111111111111111111111111111111 | SONDA.
Boring D | NUMUN
Samp. T | MANEV | 0 + 15 cm | 15-30 cm | 30-45 cm | N | 10 20 30 40 50 60 | | PROFIL
Profile | DAVAND | AYRISIA | KIRIK / F | KAROT9 | RQD % | 110500 |
| K.6 Image: Second | 6 | SPT-4 | 6.00
6.27 | 34 | 50
12 | - | R | | KUMTASI | 000 | | | | 42 | 0 | |
| $ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $ | 7 | K-5 | | | | | | | Tanımı sayfa 1/2 dedir.
7.20 -7.40 m arası orta dayanımlı,
orta derecede ayrışmıştır. | | v | v | | 53 | 25 | |
| $ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$ | | | 7 50 | | | | | | 7.40m | | n/in | 11) | - | | | Ľ |
| 9 9.00 Image: Constraint of the constrain | 8 | - P2- | 8.10 | | | | | | DASİTİK TÜF
Yeşil renkli, orta sert-sert, orta
dayanımlı-orta zayıf, orta derecede | | | | | 97 | 97 | |
| 9 900 111111111111111111111111111111111111 | | | | | | | | | Süreksizlikler, 8.00 m'de 80°, açık, | 11 11 | | ш | W | | | |
| 10.30 10.30 <th< td=""><td>9
10</td><td>K-7</td><td>9.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>pürüzlü, Mno boyalı, Kontakt zonunda
45° eğimli, zonun üzerinde açık,
pürüzlü, Mno boyalı.</td><td></td><td>51</td><td></td><td></td><td>100</td><td>100</td><td></td></th<> | 9
10 | K-7 | 9.00 | | | | | | pürüzlü, Mno boyalı, Kontakt zonunda
45° eğimli, zonun üzerinde açık,
pürüzlü, Mno boyalı. | | 51 | | | 100 | 100 | |
| -12 -13 -14 -16 16 10 10 10 10 10 10 10 10 | -11 | | 10.50 | | | | | | KUYU SONU : 10.50 m, | | | | | | | |
| 13 14 < | - 12 | | | | | | - | | | | | | | | | - |
| 14 11111 1111 1111 1111 | 13 | | - | | | | | | | | | | | | | |
| 15 16 112.51 1.051 1 | 14 | | | | | | | | ан
А. 16 | | | | | | | |
| LOCU YADAN KONTEC | 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOUD INCH | 10 | 1 | 1 | 1 | | | L | | LOGU YAPAN | + | L | KON | TRO | Į | | |

YÜKSEL PROJE GİRESUN - ESPİYE İKMAL YOLU İNŞAATI YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Eirik Mahallesi 9. Gadde No:41 06610 CANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 SONDAJ NO / BOREHOLE NO SK-1 YASS / GWL 1.40m www.yukselproje.com.tr PRESIVOMETRE DENEYI STANDART PENETRASYON ZEMİN PROFILİ SOIL PROFILE PRESSUREMETER TEST DENEYI STANDART PENETRATION ZEMIN TEST TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ NET LIMIT BASINC NET LIMIT PRESSURE MODULUS OF DEFORMATION SOIL N / 30 cm (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. ATTLE TIME Ġ Q. 1 \$ 3,75 44 🏟 51.7 2 -----3 32 3 92 ÷ 3.80 m . . 0 4 0 A 13 KUM _0 F., 5 . 0 5.60 m. 9____ 6 SILT \$.70 m. _ 7 000 60 67 180° 81 5605 ş 000 8 10,000 KUMTASI-KONGLOMERA 000 000 9 000 000 10 R 10.30 ml. ---11 0 C 11 п DASITIK TÜF Đ. ii. 11 -42 Kuyu Soria End of Barshole :12.00 m. 13 -14 --

YUI	KSE	L PROJE	GIRESUN - ESPIYE IKMAL YOLU INŞAATI						
YUKSEL P Birlik Mah	illesi 9. Cado	se No:41	SONDAJ NO / BOREHOLE NO	SK-2					
06610 ÇAI TEL: (312)	495 70 00 F	AX: (312) 495 70 24	YASS / GWL	9.75m					
www.yuks	elproje.com.t	r							
	ROFILE	STANDART PENETRASYON DENEYÌ STANDART PENETRATION	PRESIYOMET PRESSUREM	RE DENEYİ ETER TEST					
ZEMİN TANIMI	ZEMÍN PI SOIL PR	TEST	DEFORMASYON MODÜLÜ MODULUS OF DEFORMATION (ko/cm2)	NET LIMIT BASING NET LIMIT PRESSURE (iso(cm2.)					
DESCR.	-	N/ 00 GB	(rigidine)	113100007					
ITKISEL TOPRAK _{0,35 m} GUM SILT 10.10 m KUMTAŞI 12.20 m KONGLOMERA 14.80 m		0							
dasitik tüf	8 8 8 8 8 8	15	2732	40,79					
Kuyu Sonu End of Borehole :16.50 m.									
Ϊ.		4							
	1	(I	LIND LINDS FILME						

YÜKSEL PROJE GİRESUN - ESPİYE İKMAL YOLU İNŞAATI YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Birlik Mahallesi 9. Cadde No:41 06610 ÇANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 SONDAJ NO / BOREHOLE NO SK-3 YASS / GWL 9.80m www.yukselproje.com.tr STANDART PENETRASYON PRESIYOMETRE DENEYI ZEMİN PROFILİ SOIL PROFILE DENEY PRESSUREMETER TEST STANDART PENETRATION ZEMIN TEST TANIMI NET LİMİT BASINÇ DEFORMASYON MODÜLÜ MODULUS OF DEFORMATION NET LÍMÍT PRESSURE SOIL N / 30 cm (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. 0 V. ETKSE TOPRAK v 1.58 ----4 517 ----2 0 2.29 ct. 55 ÷ 43,ES 18 3 NUM 4 0.7 20 ÷ 5 218 10.05 -5.80 m. ----6 SILT 6.80 m. 7 4 . 12 . TÜFİT 8 u. = 25,15 561 à 2 8 1 9 . \$.40 m. -000 000 10 KONGLOMERA 000 000 11 000 000 11,50 m. . 12 DASITIK TÜF 8 0 . 8 40,83 a 0 13 -. Kuyu Sonu End of Borehole :13.50 m. TU 14 -15-18-

GIRESUN - ESPIYE İKMAL YOLU İNŞAATI YUKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARAS: A.S. Birtik Mahallesi 9. Cadde No:47 ECNEAL NO / BOREHOLE NO SK-4 06610 ÇANKAYA-ANKARA TEL: (312) 485 70 00 FAX: (312) 485 TEL4 TASS GWL 12,35m www.yukselproje.com.tr PRESIYOMETRE DENEYI STANDART PENETRASYON ZEMIN PROFILI SOIL PROFILE DENEYI PRESSUREMETER TEST STANDART PENETRATION ZEMIN TEST NET LIMIT BASING TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ MODULUS OF DEFORMATION NET LİMİT PRESSURE N/30 cm SOIL (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. 0 ¥. BITIGSEL TOPRAK . . 0.60 m -----4 2 SiLT. \$ 3.97 67 3 ----4.00 m. -z. . . 0 7 • 5 1,62 19 KUN 6 7 7.39 m. -----8 ____ 22,68 SILT 39 9 1.50 m. 1 = 00000 10 TÜFİT-KONGLOMERA R 11 11,**50** m. 0.0.0 12 0.0.0 KONGLOMERA 13 0.0 0. 10.30 m. ŧ 14 40,13 = (^{, "}) 5489 2 DASITIK TÜF 15 8 16 1 . 111 111 Kuyu Sonu End of Borehole :16.50 m. 17. 田田 11 11 -

GIRESUN - ESPIYE IKMAL YOLU INŞAATI YÜKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Birlik Mahallesi 9. Cadde No:41 06510 ÇANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 SONDAJ NO / BOREHOLE NO SK-5 YASS / GWL 10,20m www.yukselproje.com.tr PRESIYOMETRE DENEYI STANDART PENETRASYON ZEMIN PROFILE DENEYİ PRESSUREMETER TEST STANDART PENETRATION ZEMIN TEST TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ NET LIMIT BASING NET LİMİT PRESSURE MODULUS OF DEFORMATION SOIL N/30 cm (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. BITRISEL TOPRAR 0 . . . 0 • • 1 KUM 2 35 1,9 2.50 m. 3 -----SILT ----.... 4 -4.38 m. 0 -5 208 10.23 KUM - -6 11 6.60 m. 15 319 11 7 47 п 拔 ж 11 .8 TÜFİT 8 ŧ! 11 12 1 9 н 1 92 9.40 m. . 10 FİLİŞI KUMTA**ŞI, Sİ**LTAŞI MARN ARDAL**ANM**ASI 11 40,79 11.30 m. 5690 ¥ ii 1 # 12 DASITIK TÜF н Đ 8 0 C 13 -111 11 11 Kuya Sana End of Borehole :13.70 m. 14-15 -1£ -

GIRESUN - ESPIYE İKMAL YOLU İNŞAATI YUKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Birlik Mahallesi 9. Cadde No:41 05610 CANKAYA-ANKARA SONDAJ NO / BOREHOLE NO SK-6 TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 YASS / GWL 11,30m www.yukselproje.com.tr PRESIYOMETRE DENEYI STANDART PENETRASYON ZEMIN PROFILE SOIL PROFILE PRESSUREMETER TEST DENEYI STANDART PENETRATION TEST ZEMIN DEFORMASYON MODULÜ NET LIMIT BASING TANIMI NET LIMIT PRESSURE MODULUS OF DEFORMATION (kg/cm2) N / 30 cm (kg/cm2) SOIL DESCR. BITRISEL TOPRAK 18.1. 6 1 ----____ 2 SILT ----3 ----4 4.10 m. -KUM o : : 5 5.10 m. 6 9,97 SILT 158 7 8 6.20 mL - 14 9 KUMTAŞI 10 11 11.30 12. ----KUNTAŞI Re 12 12.40 m. . -----11 13 20.08 DASITIK TOF 5515 11 g 2 п . .0 14 . ш Xuyu Sonu End of Borehole :15.00 m. 15 12 -<u>.</u>

YÜKSEL			GİRESUN - ESPİYE İKMAL YOLU İNŞAATI						
Birlik Mar 06610 CA	allesi 9. Cad	de No:41 CARA	SONDAJ NO / BOREHOLE NO	SK-7					
TEL: (312 www.yuk	2) 495 70 00 P selproje.com	FAX: (312) 495 70 24 tr	YASS I GWL	1,30m					
ZEMİN TANIMI SOL 2550R	ZEMİN PROFILİ SOIL PROFILE	STANDART PENETRASYON DENEYI STANDART PENETRATION TEST N / 30 cm	PRESIYOMET PRESSUREM DEFORMASYON MODÜLÜ MODULUS OF DEFORMATION (kg/cm2)	RE DENEYİ ETER TEST NET LİMİT BASING NET LİMİT PRESSIRE (kgicm2)					
			912						
		17							

GİRESUN - ESPİYE İKMAL YOLU İNŞAATI YUKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARAST A.S. Birlik Mahallesi 9, Cadde N2:41 06610 ÇANKAYA-AKKARA SENEAJ NO / BOREHOLE NO SK-8 TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 485 TO 24 TASS GWL 0.90m www.yukselproje.com.tr STANDART PENETRASYCN PRESIYOMETRE DENEYI ZEMÍN PROFILE SOIL PROFILE PRESSUREMETER TEST DENEY STANDART PENETRATION ZEMÍN TEST TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ NET LIMIT BASING MODULUS OF DEFORMATION NET LIMIT PRESSURE N/30 cm SOIL. (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. 0 BITKISEL TOPRAK Wi : 0.45 m -----1 SLT 2 3,76 28 0 2,50 m o ; ; 3 10,124 - ----4 4.20 m 5 19,81 197 SILT ____ 6 ... 6.85 m 7 000 38 8 KUMTAŞI 0 0 0 000 9 0 0 0 10.60 m. 1 10 u. 11 1 R 8 11 DASİTİK TÜF 11 . 41,10 5610 11 в 8 в 11 12 u . . . 13 ÷ . Kuyu Sonu End of Borehole :13,50 m. 14 -18 15 -

YÜKSEL PROJE GIRESUN - ESPIYE IKMAL YOLU INŞAATI YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Birlik Mahallesi 9. Cadde No:41 06610 ÇANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 SONDAJ NO / BOREHOLE NO SK-9 YASS / GWL 5.40m www.yukselproje.com.tr PRESIYOMETRE DENEYI STANDART PENETRASYON ZEMIN PROFILE SOIL PROFILE PRESSUREMETER TEST DENEYI STANDART PENETRATION ZEMIN TEST NET LIMIT BASING TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ NET LIMIT PRESSURE MODULUS OF DEFORMATION N / 30 cm (kg/cm2) (kg/cm2) SOIL DESCR. 0 12.3 1.25 10. LEAT DOL S. 1 1,68 35. 0 2 9,19 KUM 3 - -4.00 m. 4 00 0 0 000 KONGLOMERA 0 0 5 0 0 0 0 0 \$.40 m. KUMTAŞI 6 6.30 m. 11 3315 8 4 7 11 1 s. н 8 DASITIK TÜF 11 9 11 12 11 40,85 5557 u n 10 . 目開 Kuyu Sonu End of Bonshole :10.50 m. 11 -12 -13 -

GİRESUN - ESPİYE İKMAL YOLU İNŞAATI YUKSEL PROJE YÜKSEL PROJE ULUSLARARASI A.Ş. Birlik Mahallesi 9. Cadde No:41 08610 ÇANKAYA-ANKARA TEL: (312) 495 70 00 FAX: (312) 495 70 24 www.yukseiproje.com.tr SCALANO / BOREHOLE NO SK-10 MASS GWL 6.85m STANDART PENETRASYON PRESIYOMETRE DENEYI ZEMIN PROFILI SOIL PROFILE DENEYÍ PRESSUREMETER TEST STANDART PENETRATION ZEMIN TEST TANIMI DEFORMASYON MODÜLÜ NET LİMİT BASINÇ MODULUS OF DEFORMATION NET LIMIT PRESSURE SOIL N / 30 cm (kg/cm2) (kg/cm2) DESCR. 0 BETON 0.20 m. YAPAY DOLGU 0.20 m. 1 2 105 ¢ 12,17 SILT 20 3 4 ---4.10 m. 000 5 KUMTAŞI 6 000 7 7.49 m. . 11 1 8 0 E.M 11 DASITIK TÜF 1450 п 11 . n 11 9 B 8 şi п 10 н ÷., 12 Kuyu Sonu End of Borehole :10.50 m. 11 12 -12 -





WHERE STREET



ÖZGEÇMİŞ

Nurdan ŞAHİN 1985 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğretimini Trabzon Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretim ve liseyi Trabzon Tevfik Serdar Anadolu Lisesinde tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine, 2009 yılında ise yüksek lisans eğitimine başladı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.