

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞİLENKAR (YUSUFELİ-ARTVİN) VİYADÜĞÜ İNŞA
ALANINDAKİ KAYA KÜTLELERİNİN TAŞIMA GÜCÜ
AÇISINDAN İNCELENMESİ

SALİH UZUN

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. AYBERK KAYA
TEZ JÜRİLERİ
PROF. DR. ALİ OSMAN YILMAZ
PROF. DR. ORHAN KARSLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019
Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ŞİLENKAR (YUSUFELİ-ARTVİN) VİYADÜĞÜ İNŞA ALANINDAKİ
KAYA KÜTLELERİNİN TAŞIMA GÜCÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Doç. Dr. Ayberk KAYA danışmanlığında, Salih UZUN tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 29/04/2019 tarihinde Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ali Osman YILMAZ

Üye : Prof. Dr. Orhan KARSLI

Üye : Doç. Dr. Ayberk KAYA

(Handwritten signatures of the jury members)


Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanı olarak çalışmanın tüm aşamasında bilgi ve desteğini esirgemeyen, çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı hazırlayarak karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yol gösterici olan Doç. Dr. Ayberk KAYA'ya şükranlarımı sunarım. Yüksek lisans tez jürisinde yer alarak katkıda bulunan Prof. Dr. Ali Osman YILMAZ'a ve Prof. Dr. Orhan KARSLI'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde desteğini gördüğüm Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) 10. Bölge Müdürlüğü'ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışma sırasında göstermiş olduğu yardımlardan dolayı Nurol-Gülsan Holding Ortaklığı'na ve Jeoloji Müh. Serdar DURMAZ'a şükranlarımı sunarım.

Tez çalışması sırasında her zaman yanımda olan ve desteğini benden esirgemeyen çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Salih UZUN

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Şilenkar (Yusufeli-Artvin) Viyadüğü İnşa Alanındaki Kaya Kütlelerinin Taşıma Gücü Açısından İncelenmesi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 29/04/2019



Salih UZUN

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ŞİLENKAR (YUSUFELİ-ARTVİN) VİYADÜĞÜ İNŞA ALANINDAKİ KAYA KÜTLELERİNİN TAŞIMA GÜCÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Salih UZUN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Doç. Dr. Ayberk KAYA

Bu çalışmada, Şilenkar (Yusufeli-Artvin) viyadüğü inşaa alanında yer alan kayaçların mühendislik jeolojisi ve taşıma gücü özellikleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sırasıyla arazi, laboratuvar ve analiz çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini ISRM tanımlama ölçütlerine göre belirlemek için sondajlardan ve hat etüdü çalışmalarından yararlanılmıştır. Laboratuvar deneyleri yapılarak kaya malzemelerinin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler kullanılarak kaya kütlesi RMR ve GSI sistemlerine göre sınıflandırılmıştır. Kaya kütle parametrelerini ve dayanım özelliklerini belirlemek için Hoek-Brown yenilme kriterinden ve 4 profilde yapılan sismik kırılma yöntemlerinden yararlanılmıştır. Viyadük ayaklarının inşa edileceği kaya kütlelerinin taşıma gücü özelliklerinin belirlemek için ampirik yöntem ve eşitliklerden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, sağ yamaçtaki kaya külesine ait izin verilebilir taşıma gücü değerinin 0,56-13,56 MPa arasında, sol yamaçtaki kaya külesine ait izin verilebilir taşıma gücü değeri ise 1,33-18,84 MPa arasında değiştiği belirlenmiştir.

2019, 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Şilenkar viyadüğü, Taşıma gücü, Hoek-Brown yenilme kriteri

ABSTRACT

BEARING CAPACITY ASSESSMENT OF THE ROCK MASSES AT THE ŞİLENKAR (YUSUFELİ-ARTVİN) VIADUCT SITE

Salih UZUN

**Recep Tayyip Erdoğan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering
Master Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayberk KAYA**

In this study, the engineering geological and bearing capacity properties of the rocks at the Şilenkar (Yusuleli-Artvin) viaduct construction site were investigated. The studies were carried out in three stages as field investigation, laboratory and analyses studies. In order to determine the quantitative descriptions of the discontinuities in rock masses considering the ISRM suggested method, the borehole studies and scanline-surveys were utilized. Laboratory studies were carried out in order to determine the physico-mechanical properties of the intact rocks. The rock mass was classified according to the RMR and GSI system using the data obtained from field and laboratory studies. In order to determine the rock mass parameters and strength properties, Hoek-Brown failure criterion and seismic refraction methods performed in 4 lines were used. Empirical methods and equations were used to determine the bearing capacity of the rock mass at the viaduct site. Consequently, it was determined that the allowable bearing capacity values of rock mass at the right and left slopes of the valley are varied from 0,56 to 13,56 MPa and from 1,33 and 18,84 MPa, respectively.

2019, 76 pages

Keywords: Şilenkar viaduct, bearing capacity, Hoek-Brown failure criterion

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	2
1.3. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	3
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	4
1.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler	4
1.6. Jeomorfoloji.....	4
1.7. Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikler	5
1.8. Depremsellik.....	5
1.9. Bölgesel Jeoloji.....	5
1.10. Çalışma Alanı ve Çevresinde Mühendislik Jeolojisine Yönelik Yapılan Önceki Çalışmalar.....	7
1.11. İnceleme Alanında Yapılan Jeoteknik Çalışmalar.....	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
3. BULGULAR	12
3.1. Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi	12
3.1.1. Soğukçam Formasyonu	12
3.1.2. Alüvyon	13
3.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları	17
3.2.1. Jeoteknik Araştırma Sondajları	17
3.2.2. Fiziko-mekanik ve Elastik Özellikler	20
3.2.3. Süreksizliklere Ait Özellikler	21
3.2.4. Kaya Kütlelerinin Sınıflandırılması.....	24

3.2.4.1. Kaya K�t�le Puanlaması (RMR) Sistemi	24
3.2.4.2. Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) Sistemi	30
3.2.5. Kaya K�t�le �zellikleri	32
3.2.6. �ilenkar Viyad���'n�n İ�şaa Edileceği Kaya Kütlesinin Taşıma Gücünün Belirlenmesi	36
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	42
KAYNAKLAR	45
EKLER	48
ÖZGEÇMİŞ	76



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.....	2
Şekil 2.	Şilenkar Viyadüğü'nün üç boyutlu arazi modeli üzerindeki görünümü	3
Şekil 3.	Şilenkar Viyadüğü'ne ait A1, A2, P1 ve P3 nolu ayakların üzerine inşa edileceği Soğukçam Formasyonu'na ait birimlerin arazideki görünümü	14
Şekil 4.	Şilenkar Viyadüğü'ne ait P2 nolu ayağın inşa edileceği alanda bulunan alüvyonlar	15
Şekil 5.	Çalışma alanı ve çevresine ait 1/10000 ölçekli jeoloji haritası ve kesit.....	16
Şekil 6.	Kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren blok diyagram (Hudson ve Harrison, 1997).....	22
Şekil 7.	RMR puanını hesaplama aşamalarını gösteren akış şeması (Bieniawski, 1989)	26
Şekil 8.	RMR sisteminin son versiyonundaki tek eksenli basınç dayanımı, süreksizlik aralığı ve RQD parametrelerine ait puanlama grafikleri (Bieniawski, 1989)	27
Şekil 9.	Hoek vd. (2013) tarafından önerilen sayısal GSI abağı	31
Şekil 10.	Sağ yamaçtaki kaya kütleline ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri.....	34
Şekil 11.	Sol yamaçtaki kaya kütleline ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	35
Şekil 12.	İzin verilebilir taşıma gücü için DF ve RQD ilişkisi (Peck vd., 1974)	37
Şekil 13.	Süreksizlik içeren kaya kütleleri için taşıma gücü faktörü (Serrano vd., 2000).....	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Viyadük temel ayaklarında açılan sondajlara ait teknik bilgiler	20
Tablo 2. Karot örneklerine ait fiziko-mekanik ve elastik özellikler	21
Tablo 3. P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarının oturacağı kaya kütlelerindeki süreksizliklerin özelliklerinin ISRM (2007) tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi	23
Tablo 4. Kaya kütlelerine ait ortalama RQD, J_v ve λ değerlerinin literatürdeki tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi	24
Tablo 5. RMR kaya kütle sınıflama sisteminin son versiyonu (Bieniawski, 1989)	27
Tablo 6. RMR sisteminde süreksizlik eğim ve doğrultusunun etkisi (Bieniawski, 1989)	28
Tablo 7. RMR sisteminde süreksizlik yönelimine göre düzeltme (Bieniawski, 1989)	28
Tablo 8. Patlatma ve başlıca zayıflık düzlemleriyle ilgili düzeltme katsayıları (Kendorski vd., 1983)	28
Tablo 9. RMR sınıflama sistemine göre kaya sınıfları ve puanları (Bieniawski, 1989)	29
Tablo 10. Kaya kütlelerinin RMR sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi	29
Tablo 11. Kaya kütlelerinin GSI sistemine göre değerlendirilmesi	31
Tablo 12. Sismik kırılma yöntemine göre belirlenen dinamik özellikler	33
Tablo 13. Kaya kütlelerine ait parametreler	34
Tablo 14. Temel şekline bağlı düzeltme faktörü (Cf1) (Wyllie, 1992)	38
Tablo 15. Yapı türlerine ve zemin araştırmalarının niteliğine göre güvenlik sayıları (Gs) (Winkerton ve Fang, 1975)	38
Tablo 16. Kaya kütleleri için RMR puanına göre izin verilebilir taşıma gücü (Mehrotra, 1992)	39
Tablo 17. Taşıma gücü hesaplamalarında kullanılan parametreler ile sağ ve sol yamaçtaki kaya kütleleri için farklı yöntemlerle belirlenmiş izin verilebilir taşıma gücü değerleri	41

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
ν_i	Kaya Malzemesinin Poisson Oranı
β_n	Dayanım Modülü
°C	Santigrat Derece
A_B	Patlatma Düzeltmesi
Assoc. Prof. Dr.	Associate Professor Doctor
A_w	Başlıca Zayıflık Düzlemleriyle İlgili Düzeltme
cm	Santimetre
D	Örselenme Faktörü
d_d	Yoğunluk (gr/cm^3)
DF	İndirgenme Katsayısı
Doç. Dr.	Doçent Doktor
E_{dm}	Dinamik Deformasyon Modülü (kgf/cm^2)
E_i	Elastisite Modülü (GPa)
GB	Güneybatı
Gs	Güvenlik Sayısı
GSI	Jeolojik Dayanım İndeksi
$I_{S(50)}$	Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (MPa)
ISRM	International Society for Rock Mechanics
JCond ₈₉	RMR Sistemi Süreksizlik Koşulu
KD	Kuzeydoğu
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KM	Kilometre
L	Sondaj İlerleme Uzunluğu
m	Metre
m_b, s ve a	Hoek-Brown Sabitleri
m_i	Kaya Malzemesi Sabiti
mm	Milimetre
n	İlerleme Aralığındaki Karot Parçalarının Sayısı
NACS	North American Commission on Stratigraphy
N_β	Normalleştirilmiş İç Yüke Bağlı Bir Fonksiyon

θ	Derece
q_a	İzin Verilebilir Taşıma Gücü (MPa)
q_u	Nihai Taşıma Gücü (MPa)
RMR	Kaya Kütle Puanlaması
RQD	Kaya Kalite Göstergesi (%)
UTM	Universal Transverse Mercator
V_p	Elastik Dalganın Boyuna Yayılma Hızı (m/sn)
V_s	Elastik Dalganın Enine Yayılma Hızıdır (m/sn)
ζ_n	Kaya Kütlesinin Sıklığı
Λ	Süreksizlik Sıklığı
σ_{ci}	Kaya Malzemesinin Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
σ_{cm}	Kaya Kütlesinin Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
ν_{dm}	Kaya Kütlesinin Dinamik Poisson Oranı
γ	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
$\sigma-\tau$	Normal ve Kayma Gerilmeleri

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ulaşım, enerji ve yerleşim yeri ihtiyacını karşılamak için günümüzde yapılan yapıların boyutları ve ağırlıkları giderek artmaktadır. Bu durum yeryüzünün sadece yüzeye yakın kesimlerinin değil aynı zamanda derin bölgelerinin de kullanılmasını gerektirmekte ve dolayısıyla bu alanlar büyük dış yüklere maruz kalmaktadır. Yüzeyden derine inildikçe zemin ortamından kaya adını verdiğimiz daha sağlam, sert ve katı bir ortama geçilmektedir. Kaya ortamı, genellikle çoğu zemin türüne göre daha dayanıklı ve serttir. Bununla birlikte bir mega yapı veya viyadük temelinden dolayı oluşan büyük yükler, kayalardaki taşıma kapasitesi açısından mühendislik çalışmalarında dikkat ve önem gerektirir. Mühendislik çalışmalarının güvenilir ve ekonomik olarak tasarlanabilmesi için tasarım parametrelerinin belirlenmesinde farklı yöntemlerin kullanılması önem arz etmektedir. Bu yöntemlerden elde edilen sonuçların karşılaştırılarak tasarımın yapılması mühendislik çalışmalarının temel prensibini oluşturmaktadır. Bu nedenle köprü veya viyadük temelleri gibi ağır yüklerin yerleştirileceği kaya ortamının jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin gerçekçi olarak araştırılması, yapım aşamasında maliyet ve emniyet açısından önem arz etmektedir.

Taşıma gücü analizlerinde, sınır ve emin taşıma gücü adı verilen taşıma kapasitesi terimleri kullanılmaktadır. Sınır (nihai, son, ultimate) taşıma gücü, temel kayasının göçmesi anında kaya kütlelerinin birim alanının taşıdığı minimum yük miktarı olarak tanımlanır. Öte yandan, emin (güvenli, emniyetli, izin verilebilir, allowable) taşıma gücü ise temel kayasında göçme olmadan zeminin birim alanının güvenle taşıyabileceği maksimum yük miktarıdır. Literatürde, kırıklı kaya kütlelerinin taşıma gücü özelliklerini belirlemek için önerilen çok sayıda teorik ve deneysel yöntem vardır (Bishnoi, 1968; Peck vd., 1974; Sower, 1979; Goodman, 1989; Bell, 1992; Kulhawy ve Carter, 1992; Wyllie, 1992; Bowles, 1996; Serrano vd., 2000; Hoek vd., 2002; Merrifield vd., 2006). Bu ampirik eşitlikler kaya kütlelerinin taşıma gücü özelliklerinin incelenmesinde araştırmacılar ve yerbilimci mühendisler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Alemdağ ve Gürocak, 2006; Alemdağ vd., 2008; Alemdağ, 2015; Kaya vd., 2018). Ancak, yapılan tasarımın sağlıklı olabilmesi için kullanılacak eşitliğin iyi

İnceleme alanında, yapının temeline kadar olan derinlikteki birimlerin yayılımı, litolojik özellikleri, yeraltı suyu durumu ve diğer çevre faktörleri de göz önüne alınarak birlikte değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmelerin sonucunda temel kaya kütlelerinin taşıma gücü yönünden uygun olup olmadığının araştırılarak inşaat öncesi ve sonrası karşılaşılabilecek zemin davranışlarının ortaya konulması çalışılmıştır.

1.3. Çalışma Alanının Tanıtılması

Temel kazısı ve arazi düzenleme çalışmaları devam eden Şilenkar Viyadüğü inşaat alanı, Artvin ili, Yusufeli ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu viyadük, Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü tarafından yapımı gerçekleştirilen karayolu tünellerinin bağlantısı olarak inşa edilecektir. Şilenkar Viyadüğü, Erzurum-Artvin karayolunun 150. km.'sinde yer almakta olup, viyadük inşaatının tamamlanmasıyla T-12 ve T-13 tünelleri arasındaki bağlantı sağlanacaktır. Viyadüğün uzunluğu 530 m. olup, üçayaklı dengeli konsol şeklinde projelendirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Şilenkar Viyadüğü'nün üç boyutlu arazi modeli üzerindeki görünümü

1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Yusufeli İlçesi'nin bulunduğu bölgede, Karadeniz ve karasal iklimleri arasında bir geçiş tipi hâkimdir. İlçe merkezi ve yakın çevresi ile Çoruh Nehri'ne yakın yerlerde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Buralarda Akdeniz ikliminin tipik bitki türleri olan zeytin, incir, üzüm gibi meyveler bolca yetişir. Vadinin yüksek kesimlerinde karasal iklim hüküm sürer. Yazlar serin, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 15 °C'dir. En düşük sıcaklık ocak aylarında görülmekte olup, ortalama 3,80 °C'dir. En yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında görülmektedir ve ortalama 26,30 °C'dir. Yıl boyunca en düşük sıcaklık -8,80 °C, en yüksek sıcaklık ise 42,50 °C'dir.

Yöre dağlık ve çok engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Düşük kotlar bitki örtüsü bakımından fakirdir. Ancak, yüksek kotlar genellikle ormanlarla kaplıdır. Bu ormanlardaki hakim ağaç türleri ladin, köknar, sarıçam, kayın, meşe, kestane ve kızılğaçtır.

1.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler

Yörenin ekonomisi temel olarak tarım ve hayvancılık sektörüne, orman endüstri ürünlerine, yapımı devam eden barajlara, maden sektörüne, hidroelektrik santralleri ile turizm sektörüne dayanmaktadır. Ekonomik gelirlerin önemli bir kısmını barajlar ve maden ocakları sektöründen elde edilen gelirler oluşturmaktadır. Murgul Eti Bakır A.Ş., bakır üretimi bakımından ülke ekonomisine girdi olarak yüksek bir paya sahiptir.

1.6. Jeomorfoloji

Yörenin en önemli coğrafik ögesi Oltu Çayı'dır. Bölge oldukça engebeli ve dağlık bir araziye sahiptir. Yusufeli İlçesi'nin 9 km. doğusundaki su birleşimi mevkiinde Çoruh Nehri'nden güneydoğuya doğru ayrılan Tortum Çayı ve ilçe merkezinden kuzeye doğru ayrılan Barhal Çayı da diğer önemli akarsulardır. İnceleme alanı Çoruh Nehri ile yakın yükseltiler arasındaki kot farkının en fazla olduğu bölgededir. Bazı kesimlerde Çoruh Vadisi ve diğer su kaynaklarının 300 m. yüksekliğinde kanyonlar oluşturduğu dikkat çeker. Eğimler vadilere yakın olan yerde yüksektir, vadilerden uzaklaştıkça

azalmaya başlar ve zirvelere yakın kesimlerde küçük düzlükler oluşturur. Bölgedeki en önemli yükseltiler güneyden kuzeye doğru Kemerlidağ (2770 m.), Karadağ (2399 m.) ve Legvan Dağı'dır (2239 m.). Doğu-batı doğrultusunda uzanan Soğanlı Dağları'nın doğuya doğru devamı olan Kaçkar sıra dağları çalışma alanının hemen kuzeyinde yer alır.

1.7. Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikler

Şilenkar Viyadüğü'nün P2 nolu ana ayağının bulunduğu alanda Oltu Çayı'na ait blok, çakıl, kum, silt ve kilden oluşan ve akifer özelliği taşıyan geçirimli alüvyon malzemesi bulunmaktadır. Çoruh Nehri'nden güneydoğuya doğru ayrılan Tortum Çayı ve Yusufeli İlçe merkezinden kuzeye doğru ayrılan Barhal Çayı da en önemli yüzey suyu kaynaklarını oluşturmaktadır. Vadi tabanında açılan sondajların haricindeki viyadüğün diğer ayak temellerinde (P1 ve P3 nolu ayaklar) açılan sondaj kuyularında yeraltı suyuna rastlanılmamıştır.

1.8. Depremsellik

Çalışma alanı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı) "Türkiye Deprem Haritası" değerlendirmelerine göre 3. derecede deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Türkiye Diri Fay Haritası göre inceleme alanında ve yakın civarında proje yapılarını etkileyecek diri fay yoktur. Bölgede beklenen ivme değeri ise 0.20-0.30 g arasındadır.

1.9. Bölgesel Jeoloji

Anadolu'nun tektonik birliklerinden Pontidler'in doğu bölümünde yer alan Artvin ili sınırları içinde Paleozoyik'ten günümüze kadar değişik zamanlarda oluşmuş metamorfik, intrüzif, volkanik ve sedimanter kayalar yüzeylenir. Bölgenin en eski kayaları; Artvin-Yusufeli arasında, Çoruh Nehri vadisi boyunca ortaya çıkan gnays, mikaşist ve amfibollü gnayslardan oluşan metamorfik topluluk ile gabro ve diyabazlarla temsil edilen yan kayayı kesen, değişik evreli, granitik, tonalitik, diyoritik, dasitik, diyabazik karakterli dayk ve damarların oluşturduğu bir magmatik kompleks ve Artvin

güneydoğusundaki granodiyoritlerdir (Ketin, 1966). Doğu Pontidler'in güney kesiminde gelişmiş kuzeye bindirmeli yapılar arasında bağımsız tektonik dilimler halinde yüzeye çıkan bu eski temellerden granodiyoritler; güneyde Çoruh Vadisi'nde düşük dereceli metamorfizma etkileri taşıyan çakıltaşı, kumtaşı bazik volkanik ve çört katkılı silttaşından oluşan, Liyas (Erken Jura) yaşlı meta çökeller tarafından kuşkuyla bir uyumsuzlukla üstlenir. Kuzeyde tektonik yontulma nedeniyle tabanı gözlenemeyen metamorfizma geçirmemiş sığ denizel çakıltaşı, kumtaşı ve silttaşları belirli zonlarda yoğunlaşmıştır. Yer yer granit, dasit ve diyabaz damarları ile kesilmiş meta çökeller üste doğru piroklastik ve çört arakatlı spilit ve bazaltlara geçer. Yersel yastık yapılı siyahımsı koyu yeşil renkli volkanik kayalar Liyas-Dogger (Orta Jura) yaşlı bir yay magmatizmasının kalkalkalen-toleyitik karakterli ürünleri olarak kabul edilir. Orta Jura sonlarında bölge yükselerek kara durumuna geçmiştir. Geç Jura istifi bu karasallaşmaya ve hızlı aşınma-taşınmaya işaret eden bol volkanik kaya, çört daha az granitoyid, dasit, diyabaz, gabro, kireçtaşı ve metamorfik kaya parçalarından yapılmış, kırmızı-gri renkli, yelpaze deltası karakterli, karasal çakıl taşları ile volkanik kayalar üzerinde uyumsuz olarak oturur. Transgresif özellikli bu istifte, üste doğru, Geç Jura ve Erken Kretase yaşlı, sığ denizel kireçtaşı resiflerine geçilir. İstifin üst bölümünde yersel kumtaşı ve epiklastik ara katkılı volkanikler ve piroklastikler bulunur. Erken Kretase sonlarında yeni bir yükselim geçiren bölgede Geç Jura-Erken Kretase kayaları Turoniyen yaşlı, kırmızı renkli, karasal-sığ denizel çakıltaşı, kumlu-killi kireçtaşı mercekli kumtaşı ile başlayan Erken Kretase istifi tarafından transgresif olarak örtülür (Güven, 1993).

Bölgenin kuzey bölümünde (Yusufeli-Artvin çizgisinin kuzeyi) Turoniyen-Koniyasiyen-Santoniyen evrelerinde gelişen ada yayı volkanizmasının ürünü, yaygın andezit, bazaltik andezit, bazalt, spilitik bazalt ve volkanoklastiklerinin çökellerle arıdanması sonucu, Doğu Pontidler'de geniş alanlar kaplayan, kalın volkano-tortul istif oluşur. Volkanizmanın asitik karakterli son evresinde, Doğu Karadeniz Bölümü'nde bilinen sülfür cevherleri ile sıkı ilişkili dasitler, riyodasitler ve granitoyitik kayalar irili-ufaklı domlar veya subvolkanik damarlar şeklinde volkano tortullar içine sokulmuştur. Volkanik ve volkano-tortul kayalar Kampaniyen-Paleosen yaşlı bir çökel istifte üstlenir. Tabanda bol volkanik çakıllı konglomera ve epiklastik kumtaşları ile başlayan bu istifte türbiditik yapılı epiklastik kumtaşı, silttaşı, marn arıdanmasına ve mikrotürbidit yapılı

ince kumtaşı, kıltaşı, kalsitürbidit ara katkılı, ince tabakalı killi mikritlere geçilir (Altınlı, 1973).

Çökel istifin üst seviyelerinde yer alan kırmızı renkli çamurtaşları üzerine Erken Eosen yaşta yeşilimsi gri, sarı renkli çakıltaşı, kumtaşı ve kıltaşı aşısal uyumsuzlukla gelir. Bu karasal-sığ denizel fasiyesleri geçişli olarak izleyen volkaniklastiklerle ardalanmalı bazaltik-andezitik, dasitik kayaların oluşturduğu üst volkano-tortul istif ise Orta Eosen yaşındadır (Konak vd., 2001).

Çok sayıda tektono-stratigrafi birimine ayrılan bölgenin, Geç Kretase yay volkanizmasının daha az etkin olduğu, güney bölümünde, volkanik katkılı Turoniyen-Santoniyen birimleri üzerine ince bir kırıntılı seviyesi ile gelen Kampaniyen-Orta Paleosen yaşlı sığ denizel kireçtaşları Orta-Geç Paleosen yaşlı silttaşı ve marnlara geçer. Bunları uyumsuz olarak üstleyen Eosen yaşlı sığ denizel çökeller ve volkanitler Oligo-Miyosen'in kalın çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı, ve kıltaşı ile yine uyumsuz olarak üstlenir. Yer yer jips veya linyit merccekleri kapsayan bu birimler de, Geç Miyosen andezit, bazalt, aglomera ve tüfleri ile örtülür (Altınlı, 1973; Konak vd., 2001).

1.10. Çalışma Alanı ve Çevresinde Mühendislik Jeolojisine Yönelik Yapılan Önceki Çalışmalar

1974 yılında Çoruh Nehri'nin enerji olanaklarını saptamak amacıyla Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ilk jeolojik-jeoteknik etütlerden sonra günümüze kadar çeşitli zamanlarda yörede birçok araştırma yapılmıştır. İnceleme alanı ve çevresinde araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen mühendislik jeolojisi çalışmalarından bazıları aşağıda verilmiştir.

İçten (1979), "Yusufeli Baraj Alanının Mühendislik Jeolojisi" isimli çalışmasında açılan sondaj ve galerileri değerlendirmiş, süreksizlik analizlerini yapmış ve 1/1000 ölçekli baraj yeri jeoloji haritasını hazırlamıştır.

Ertunç (1980), Çoruh havzası olası baraj yerleri, göl alanları ve tünel güzergâhlarının mühendislik jeolojisi incelemesini yaparken, Çoruh Nehri boyunca

Laleli baraj yerinden Gürcistan hududuna kadar 1/25000 ölçekli haritalama yaparak, kapsamlı bir çalışma ortaya koymuştur. İspir ve Üzümlü baraj yerlerinin elverişsizliğini belirtirken, jeoteknik verilerin ışığında Kılıççı Norgah (İspir), Güllübağ, Çetinboğaz, Yusufeli, Artvin (Deriner), Borçka barajlarının enjeksiyon dışında bir sorunu olmadığını, Muratlı baraj yerinde ise alüvyon kalınlığının zorluk çıkarabileceğine değinmiştir.

Düvenci (1980), “Çoruh-Zeytinlik Baraj Yeri Mühendislik Jeolojisi Raporu” ile Zeytinlik Baraj yerinde açılan sondaj ve galerilerin değerlendirilmesini ve 1/1000 ölçekli baraj yeri jeolojisi haritasını istikşaf aşamasında hazırlamıştır.

Tarhan (1982), Artvin Graniti’ni baraj yeri olması açısından incelemiş, kaya malzemelerinin fiziko-mekanik ve süreksizliklerin özelliklerini belirlemeye yönelik mühendislik jeolojisi çalışmaları gerçekleştirmiştir.

Çakıcı (2005), “Deriner (Artvin) Baraj Yeri Kaya Kütlesi Mühendislik Özelliklerinin Araştırması” ile benzer alanlarda kaya ve zemin dayanımının belirlenmesinde birden çok disiplinin birlikte çalışmasının önemini ortaya koymuştur.

Aksoy (2011), Arhavi (Artvin) ve çevresinin heyelan duyarlılık analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, heyelan duyarlılık haritalarını üretmiş ve üretilen haritaları çok az duyarlı, duyarlı, yüksek duyarlı ve çok yüksek duyarlı olmak üzere farklı duyarlılık alanlarına ayırtlamıştır.

Kaya (2012), Cankurtaran (Hopa-Artvin) Tüneli’nin proje güzergâhında ve çevresinde yer alan birimleri jeoteknik açıdan incelemiştir. Proje güzergâhında yer alan birimlerin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Fiziko-mekanik özelliklerden, sondaj ve hat etüdü çalışmalarından elde edilen verileri kullanarak jeoteknik birimleri RMR, Q, R_{Mi}, NATM ve GSI sistemlerine göre sınıflandırmış ve tünel için ampirik ön destek elemanlarını belirlemiştir. Ön destek elemanlarının performanslarını Sonlu Elemanlar Yöntemi’ni (FEM) kullanarak araştırmıştır.

Tezel (2015), Havuzlu heyelanını (Yusufeli, Artvin) mühendislik jeolojisi açısından araştırmış, baraj inşası sonucunda rezervuar suyunun işletme kotuna ulaşması durumunda tüm heyelan malzemesinin etkileneceği bir yenilmenin olmayacağı, daha küçük boyutlarda ve gerileyen nitelikte tekrarlı kütle hareketi riskinin olduğunu ortaya koymuştur.

1.11. İnceleme Alanında Yapılan Jeoteknik Çalışmalar

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) idaresinde yapım çalışmaları Nurol Holding A.Ş. tarafından yürütülen “Artvin İli 12. Bölge Hudutları Yusufeli (Artvin-Erzurum) Ayrımı Devlet Yolunda Bulunan Yusufeli Baraj Köprüleri Projelerinin Yapılması Danışmanlık Hizmet Alımı İşi” kapsamında Temelsu Uluslararası Müh. Hiz. A.Ş. tarafından viyadük alanı için kesin proje çalışmaları yapılarak arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmayı takiben Kasım Mühendislik tarafından arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilerek Şilenkar Viyadüğü inşaa yerine ait zemin etüt çalışmaları yürütülmüştür.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Şilenkar (Yusufeli-Artvin) viyadüğü inşa alanında yer alan kaya kütlelerinin mühendislik ve taşıma gücü özellikleri araştırılmıştır. Çalışma alanının ve çevresinin jeolojisini tanımlamak amacıyla 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Viyadük inşaa alanında bulunan kayaçlar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmıştır.

Viyadük ayaklarında açılan on bir adet temel sondaj kuyusundan ve mostralardan alınan ölçümlerden ve örneklerden yararlanılarak mühendislik jeolojisi çalışmaları için gerekli olan ve ISRM (2007) tarafından önerilen tanımlama ölçütlerine göre süreksizliklerin özellikleri tanımlanmıştır. Hat etüdü ve araştırma sondaj çalışmaları yardımıyla süreksizliklere ait yönelim, ara uzaklık, açıklık, devamlılık, yüzey pürüzlülüğü ve dalgalılığı, bozunma derecesi, dolgu malzemesinin özelliği ve yüzeylerindeki su durumu gibi özellikler tespit edilmiştir. Elde edilen bu veriler yardımıyla viyadük alanındaki kaya kütlelerine ait kaya kalite göstergesi (RQD), hacimsel eklem sayısı (J_v) ve süreksizlik sıklığı (λ) gibi değer belirlenmiştir.

Akademi Jeolojik Jeoteknik Etüd Proje Müh. Müş. İnş. San. Tic. Ltd. Şti. Laboratuvarı'nda P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarında açılan araştırma sondajlarından alınan kaya malzemeleri üzerinde çalışmanın amacına uygun fiziko-mekanik ve elastik deneyler yapılmıştır. Bu amaçla birim hacim ağırlık, tek eksenli basınç ve deformasyon deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler yardımıyla viyadük alanında yer alan kaya birimleri, Kaya kütle puanlaması (RMR) ve Jeolojik dayanım indeksi (GSI) sınıflama sistemleri kullanılarak sınıflandırılmış ve kaya kütleleri ampirik olarak tanımlanmıştır.

Kaya kütlelerine ait tek eksenli basınç dayanımı (σ_{cm}) ve kaya kütle sabitleri (m_b , s , a) araştırmacılar tarafından önerilmiş ampirik eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir.

Kaya kütlelerini temsil etmesi amacıyla toplam 4 profilde, 12 kanallı Seistronix Ras-24 model araştırma sismografi kullanılarak sismik kırılma ölçümleri alınmıştır.

Elastik ses dalgasının boyuna (V_p) ve enine (V_s) yayılma hızları yardımıyla dinamik deformasyon modülü (E_{md}) ve dinamik Poisson oranı (ν_{md}) saptanmıştır.

Viyadük ayaklarının üzerine inşaa edileceği kaya kütlelerinin taşıma gücü özellikleri kırıklı kaya kütleleri için Peck vd. (1974), Imai vd. (1976), Wyllie (1992), Kulhawy ve Carter (1992), Mehrotra (1992), Serrano vd. (2000) tarafından önerilmiş ampirik eşitlikler kullanılarak araştırılmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Şilenkar Viyadüğü'nün inşaa edileceği alanda ve çevresinde yer alan birimler litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmış ve bunun sonucunda Erken Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu'na ait kireçtaşı ve kumtaşları ile Kuvaterner yaşlı Oltu Çayı alüvyonlarının bulunduğu belirlenmiştir. Şilenkar Viyadüğü'nün kenar ayakları (A1 ve A2) ile orta ayakları (P1 ve P3) Soğukçam Formasyonu'na ait birimlerin üzerinde inşa edilecektir (Şekil 3). P2 nolu orta ayağın inşa edileceği alanda ise alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 4). Çalışma alanı ve çevresine ait 1/10000 ölçekli jeoloji haritası ve jeolojik kesit Şekil 5'de sunulmuştur.

3.1.1. Soğukçam Formasyonu

Başlıca koyu gri renkli mikritik kireçtaşlarından oluşan ve üst düzeyleri çört bantları ve yumruları içeren, altta Olurdere Formasyonu ile üstte ise Karacasu Formasyonu arasında uyumlu ilişkilerle yer alan Soğukçam Formasyonu ilk kez Altınlı (1973) tarafından tanımlanmıştır. Birim Sakarya Zonu'ndaki Soğukçam Formasyonu'na benzer olması nedeniyle bu ad kullanılmıştır. Formasyon, Berriyasiyen-Apsiyen (Erken Kretase) yaşındadır (Konak vd., 2001).

Soğukçam Formasyonu'nun en alt seviyesinin yaklaşık % 25'ini volkanik kırıntılı kumtaşı ara katmanları oluşturur. Bu seviyenin üzerinde çört yumruları ve pelesipod kavkılı mikritik kireçtaşlarından meydana gelen bir slamp düzeyi yer almaktadır. Yukarı doğru giderek azalan oranda kumtaşı ara katmanı içeren mikritik kireçtaşları çört yumruları içermektedir. Açık gri renkli, ince-orta katmanlı, yarı pelajik killi mikritik kireçtaşlarıyla devam eden kumtaşı ara katmanları içeren formasyonun en üst bölümü de çört yumruları içermektedir (Konak vd., 2001).

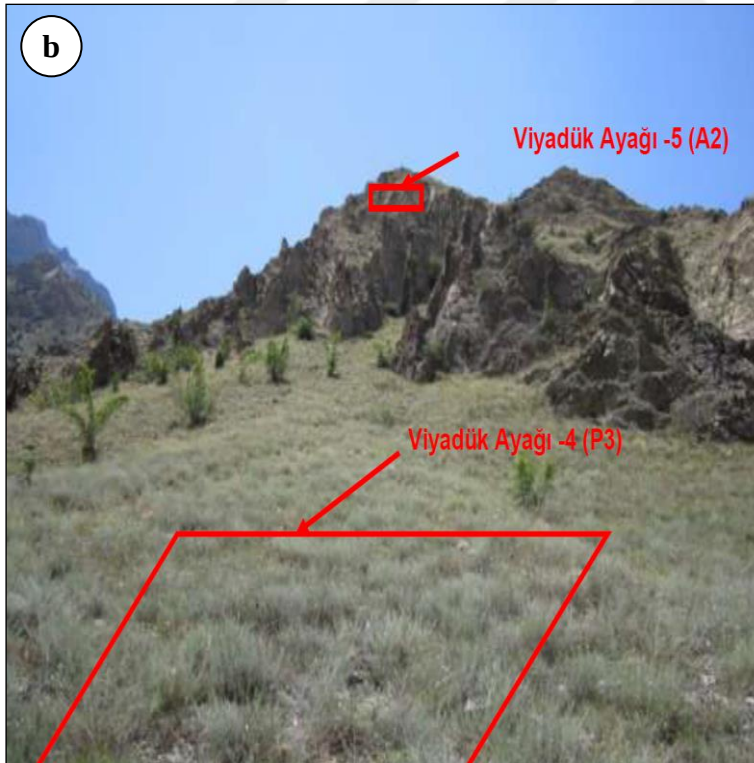
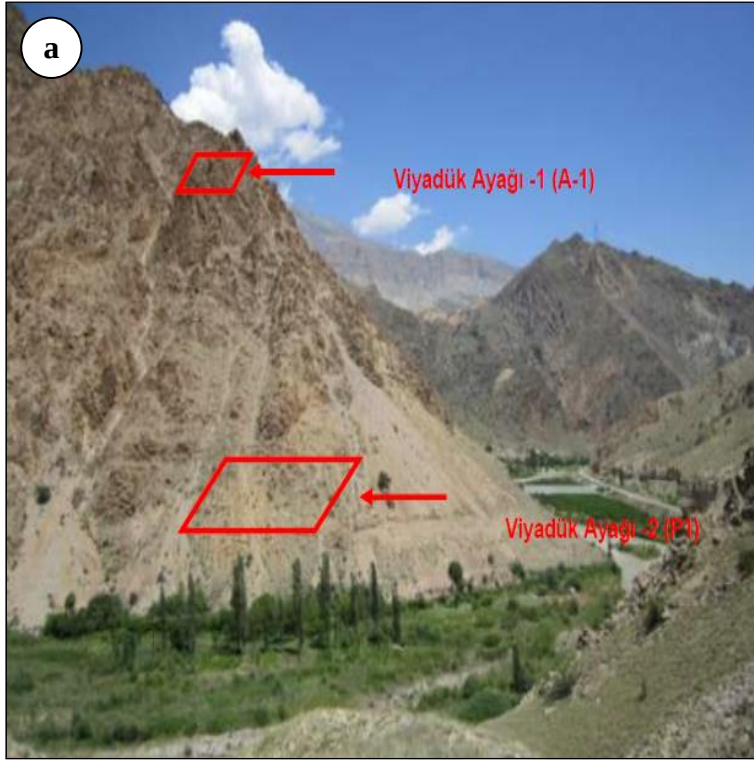
Soğukçam Formasyonu açık ve derin karbonat yokuşunda çökelmiştir. Yokuş üzerinde gelişen kısa süreli bulantı akıntıları, üstten eksik Bouma istifleri sunan kumtaşı karakterinde kalsitürbidit katmalarını oluşturmuş ve zaman zaman sismik etkinlikle

slamlar gelişmiştir. Gerek çört yumrularının varlığı gerekse kumtaşı ara katmanlarının volkanik kırıntılı olması, uzaktaki bir volkanizmayı veya karada volkaniklerden oluşan bir aşınma alanının bulunduğunu göstermektedir. İstifin üst kesimindeki karbonatların kil içermesi, bu evrede karadan beslenmenin arttığını belirtmektedir (Konak vd., 2001).

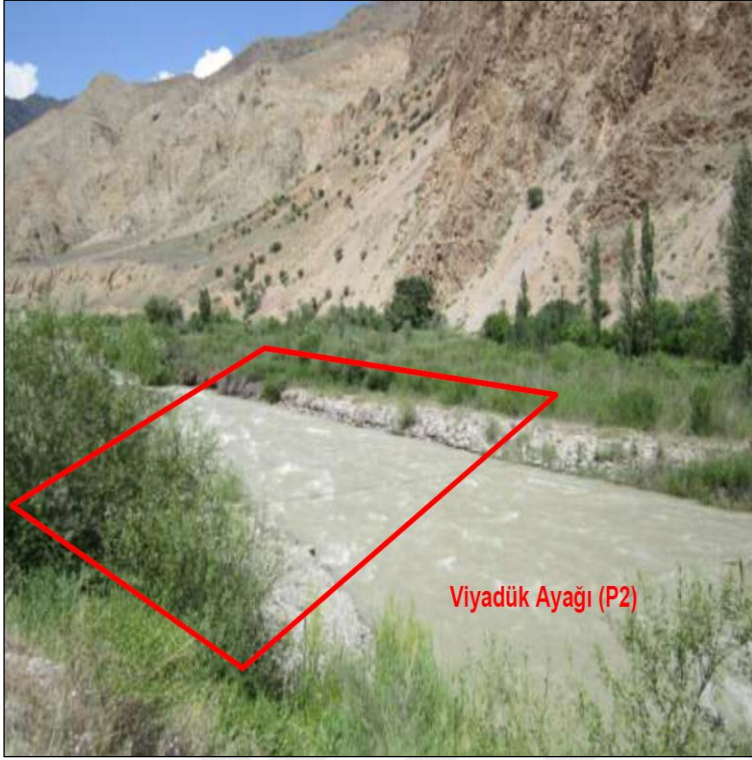
Viyadük inşaa alanının bulunduğu vadinin yamaçlarını oluşturan Cincilek ve Şilenkar tepelerinin bulunduğu genişçe bir alanda formasyona ait gri-koyu gri renkli oldukça kıvrımlanmış kumtaşları ve mikritik kireçtaçları yüzeylenmektedir (Şekil 4). Oltu Çayı'nı dik doğrultuda kesen ve bu iki tepe boyunca uzanan bir senklinalin ekseni yaklaşık kuzeye doğru dalımlıdır. Bu senklinalin sağ kanadındaki tabakaların ortalama eğim açısı 45-80° arasında olup, GB'ya doğru eğimlidir. Şilenkar viyadüğü ise bu senklinalin sol kanadı üzerinde inşaa edilecektir. Senklinalin sol kanadındaki tabakalar ise KD'ya doğru eğimli olup tabakaların eğimi dike yakındır ve yaklaşık olarak 70-85° eğim açısına sahiptir.

3.1.2. Alüvyon

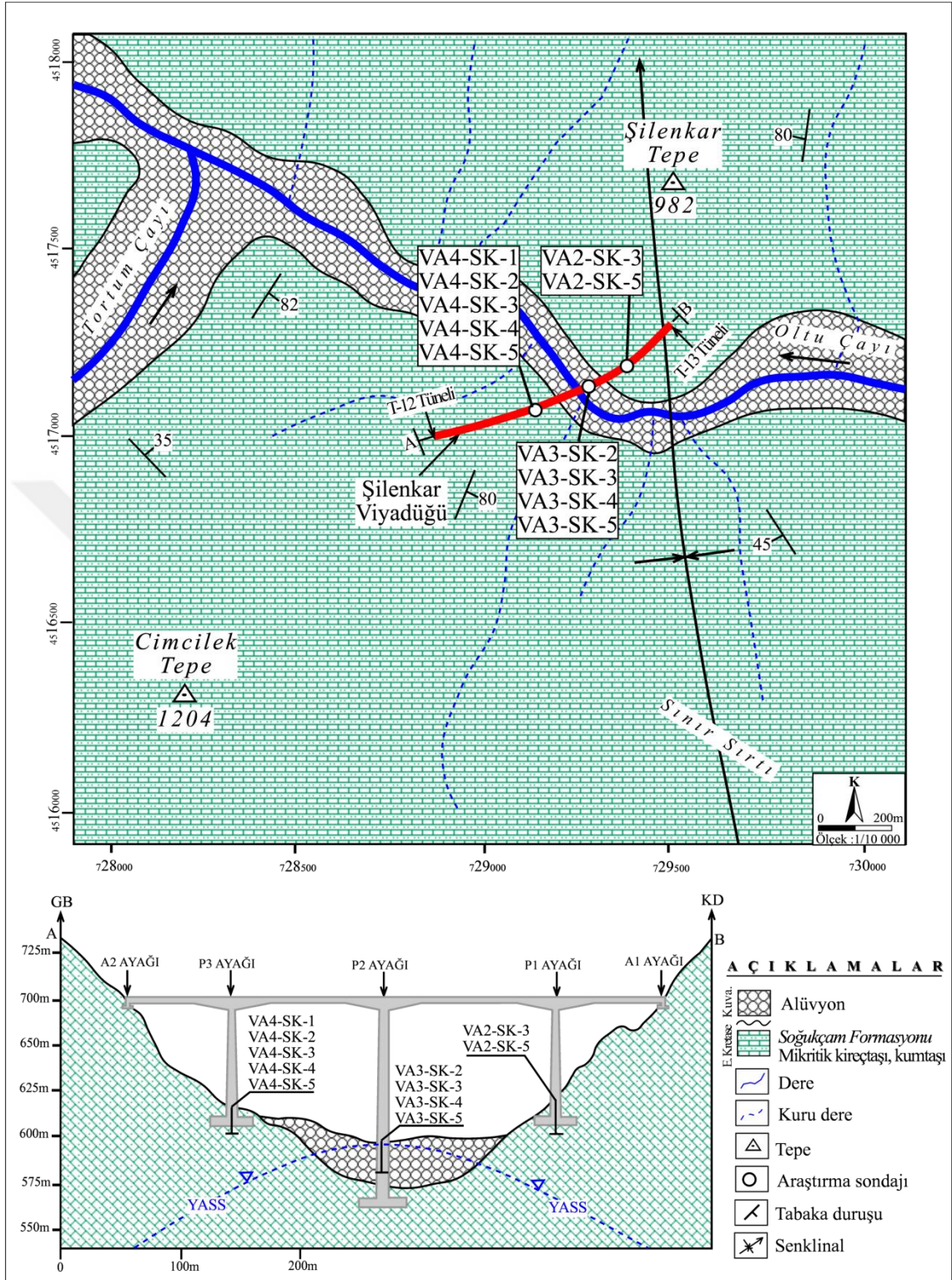
Alüvyonlar, Oltu Çayı yatağı çevresinde görülen blok, çakıl, kum, silt ve kil birikintilerinden oluşmaktadır (Şekil 5). Oltu Çayı'nın bugünkü düzeyinden 20-30 m. yüksekte bulunan alüvyon malzemesi gri, koyu gri, yeşil, mavi, pembe, kırmızı, mor renkli andezit, bazalt, diyabaz, granit, granodiyorit, radyolarit, çamurtaşı çakıllarından oluşmaktadır. Kötü boylanmış daneler mm. boyutundan 40-50 cm. boyutuna kadar değişim göstermektedir.



Şekil 3. Şilenkar Viyadüğü'ne ait A1, A2, P1 ve P3 nolu ayakların üzerine inşa edileceği Soğukçam Formasyonu'na ait birimlerin arazideki görünümü



Şekil 4. Şilenkar Viyadüğü'ne ait P2 nolu ayağın inşa edileceği alanda bulunan alüvyonlar



Şekil 5. Çalışma alanı ve çevresine ait 1/10000 ölçekli jeoloji haritası ve kesit

3.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

3.2.1. Jeoteknik Araştırma Sondajları

Viyadük inşaa alanındaki temel kayasının jeolojik ve jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi için planlanan sondajlardan VA2-SK-3 ve VA2-SK-5 nolu olanlar P1 nolu viyadük ayağı temelinde, VA3-SK-2-5 nolu sondajlar P2 nolu viyadük orta ayağı temelinde, VA4-SK-1-5 nolu sondajlar ise P3 nolu viyadük ayağı temelinde açılmıştır (Şekil 6). Ancak, topografik koşullarının olumsuzluğu nedeni ile A1 ve A2 nolu kenar ayaklarında araştırma sondajları açılamamıştır. P2 nolu viyadük ayağında açılan sondajlar ise alüvyonları geçemediğinden temel ayağının oturması planlanan ana kayaya kadar inememiştir. Bu nedenle sadece P1 ve P3 ayaklarında açılan sondajlar yardımıyla viyadük alanının jeolojik ve jeoteknik açıdan detaylandırılması, kaya birimlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, ve laboratuvar deneyleri için örnekleme yapılması sağlanmıştır. Ayrıca, sondajlar yardımıyla süreksizliklerin özellikleri ve kaya kalite göstergesi (RQD) gibi parametreler belirlenmeye çalışılmış ve kuyu logları hazırlanmıştır. Araştırma sondajlarına ait UTM (ED-50) cinsinden 6°'lik koordinatlar ve teknik parametreler aşağıdaki Tablo 1'de sunulmuştur.

➤ P1 Temel Ayağı

VA2-SK-3 nolu sondaj 30 m. derinliğinde olup, 0,00-1,00 m. yamaç molozundan sonra 1,00-21,50 m. aralığında gri-bej renkli, orta derecede ayrıışmış, orta-zayıf dayanımlı, parçalı ve kırıklı kireçtaşı; 21.50-30.00 m. aralığında açık gri renkli, orta derecede ayrıışmış, zayıf dayanımlı, zayıf çimentolu, iri daneli, parçalı, çok ince marn geçişli kumtaşı birimleri geçilmiştir. Karot verimi % 50-100 arasındadır. RQD değeri % 0-60 aralığında değişmektedir. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

VA2-SK-5 nolu sondaj 30 m. derinliğinde olup, 0,00-15,00 m. aralığında koyu gri-kahve renkli orta derecede ayrıışmış, zayıf-orta dayanımlı, parçalı, kırıklı kireçtaşı birimleri geçilmiştir. 1,00-2,00 m. ve 12,00-15,00 m. aralığında orta derecede ayrıışmış, orta dayanımlı, çok sık kırıklı, genel olarak sık çatlaklı, çatlakları düzensiz ve kalsit

dolgulu, kırık yüzeyleri kahve renkli kireçtaşları kesilmiştir. Karot verimi % 40-85 aralığında, RQD değeri ise % 0-50 aralığında değişmektedir. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

➤ P2 Temel Ayağı

VA3-SK-2 nolu sondaj 60,00 m. derinliğinde olup, 0,00-18,50 m. aralığında çok sıkı, iyi derecelenmiş, yuvarlak kumlu çakıl, 18,50-24,00 m. aralığında kahve renkli, ince daneli kum, 24,00-25,00 m. aralığında sıkı, gri renkli, ince daneli az killi kum, 25,00-25,95 m. aralığında sert, gri renkli, az kumlu kil/silt, 25,95-26,80 m. aralığında sıkı, kahve renkli, iri daneli çakıllı killi kum, 26,80-29,30 m. aralığında sert, gri renkli, kumlu kil/silt, 29,30-31,95 m. aralığında sıkı, kahve renkli, ince daneli az killi kum, 31,95-33,50 m. aralığında çok sıkı, ince daneli, köşeli-yarı köşeli kumlu çakıl, 33,50-41,70 m. aralığında çok sıkı, ince-iri daneli, yarı köşeli-yarı yuvarlak az kumlu çakıl, 41,70-43,90 m. aralığında sıkı-çok sıkı, açık kahve renkli ince daneli az killi kum, 43,90-60,00 m. aralığında çok sıkı, ince-iri daneli yarı köşeli-yarı yuvarlak kumlu çakıl birimleri geçilmiştir. Karot verimi % 30-100 aralığında değişmektedir. Yeraltı suyu seviyesi 1,10 m. olarak ölçülmüştür.

VA3-SK-3 nolu sondaj 20,00 m. derinliğinde olup, 0,00-20,00 m. aralığında sıkı-çok sıkı, iyi derecelenmiş, yuvarlak, az killi kumlu çakıl-blok malzemesinden oluşan alüvyon birimi geçilmiştir. Karot verimi % 70-80 aralığında değişmektedir. Yeraltı suyu seviyesi 0,30 m. olarak ölçülmüştür.

VA3-SK-4 nolu sondaj 20,00 m. derinliğinde olup, 0,00-20,00 m. aralığında sıkı-çok sıkı, iyi derecelenmiş, yuvarlak, az killi kumlu çakıl ve blok malzemesinden oluşan alüvyon birimi geçilmiştir. Karot verimi % 50-100 aralığında değişmektedir. Sondajda yeraltı suyu seviyesi 1,45 m. olarak ölçülmüştür.

VA3-SK-5 nolu sondaj 20,00 m. derinliğinde olup, 0,00-20,00 m. aralığında sıkı-çok sıkı, iyi derecelenmiş, yuvarlak, az killi kumlu çakıl ve blok malzemesinden oluşan alüvyon kesilmiştir. Karot verimi % 70-96 aralığında değişmektedir. Yeraltı suyu seviyesi 0,00 m. (artezyen) olarak ölçülmüştür.

➤ P3 Temel Ayağı

VA4-SK-1 nolu sondaj 18,00 m. derinliğinde olup, 0,00-1,00 m. aralığında açık kahve renkli killi, yeşilimsi gri renkli, köşeli çakıllı yamaç molozu; 1,00-18,00 m. aralığında ise koyu gri, yeşilimsi gri renkli; orta derecede ayrıışmış, sık kırıklı orta dayanımlı, genel olarak düzensiz çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulu kireçtaşı kesilmiştir. Karot verimi % 0-100 aralığında, RQD değeri % 15-100 arasındadır. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

VA4-SK-2 nolu sondaj 10,00 m. derinliğinde olup, 0,00-4,35 m. aralığında açık-koyu kahve renkli, killi, ince kumlu, gri, bej renkli, köşeli çakıllı yamaç molozu; 4,35-10,00 m. aralığında gri renkli, orta derecede ayrıışmış, dayanımlı, çatlakları düzensiz ve kalsit dolgulu, sık-çok sık kırıklı, eklem yüzeyleri pürüzlü kireçtaşı kesilmiştir. Karot verimi % 67-100 aralığında değişmektedir. RQD değeri % 75-100 arasındadır. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

VA4-SK-3 nolu sondaj 12,00 m. derinliğinde olup, 0,00-7,00 m. aralığında çok sıkı, kahve renkli, ince-iri daneli % 55-60 kum; % 20-25 çakıl, ince-iri daneli-köşeli-yarı köşeli; %15-20 ince malzeme içeren yamaç molozu; 7,00-12,00 m. aralığında beyazımsı gri, bej renkli, az ayrıışmış, orta-orta zayıf dayanımlı, eklemleri az pürüzlü, yer yer kalsit dolgulu 10,90-11,60 m.'ler arası orta-çok ayrıışmış, zayıf dayanımlı, parçalanmış kireçtaşı kesilmiştir. Karot verimi % 67-100 aralığında değişmektedir. RQD değeri % 75-100 arasındadır. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

VA4-SK-4 nolu sondaj 10,00 m. derinliğinde olup, 0,00-0,80 m. aralığında açık kahve renkli killi, ince-iri kumlu, yeşilimsi gri, koyu gri renkli, köşeli çakıllı yamaç molozu; 0,80-10,00 m. aralığında gri renkli, orta derecede ayrıışmış, dayanımlı, çok sık kırıklı, eklem yüzeyleri kahve renkli ve pürüzlü kireçtaşı kesilmiştir. Karot verimi % 67-100 aralığında değişmektedir. RQD değeri % 41-100 arasındadır. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

VA4-SK-5 nolu sondaj 10,00 m. derinliğinde olup, 0,00-3,00 m. aralığında çok sıkı, iri daneli, köşeli-yarı köşeli, çakıl ve blok iri daneli kum ve ince malzemeden oluşan yamaç molozu; 3,00-10,00 m. aralığında gri-kahverenkli, orta derecede ayrıışmış, orta zayıf-zayıf dayanımlı, eklem yüzeyleri kaygan yer yer kil sıvalı kireçtaşı kesilmiştir. Karot verimi % 83-100 aralığında değişmektedir. RQD değeri % 0-100 arasındadır. Sondaj sırasında ve sonrasında yapılan ölçümlerde yeraltı suyuna rastlanmamıştır.

Tablo 1. Viyadük temel ayaklarında açılan sondajlara ait teknik bilgiler

Kuyu No	Lokasyon	Kuyu Derinliği (m)	Kuyu Kotu (m)	YASS Derinliği (m)	Y (Sağa)	X (Yukarı)
VA2-SK – 3	P1 Ayağı	30,00	631	Yok	4515267	476189
VA2-SK – 5	P1 Ayağı	15,00	638	Yok	4515289	476174
VA3-SK – 2	P2 Ayağı	60,00	593	1,10	4515189	476083
VA3-SK – 3	P2 Ayağı	20,00	601	0,30	4515173	476054
VA3-SK – 4	P2 Ayağı	20,00	593	1,45	4515211	476065
VA3-SK – 5	P2 Ayağı	20,00	589	0,00	4515194	476039
VA4-SK – 1	P3 Ayağı	18,00	654	Yok	4515113	475913
VA4-SK – 2	P3 Ayağı	10,00	646	Yok	4515109	475929
VA4-SK – 3	P3 Ayağı	12,00	670	Yok	4515096	475906
VA4-SK – 4	P3 Ayağı	10,00	646	Yok	4515128	475920
VA4-SK – 5	P3 Ayağı	10,00	673	Yok	4515118	475898

3.2.2. Fiziko-mekanik ve Elastik Özellikler

P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarının temellerinde yapılanan jeoteknik sondajlardan derlenen karot numuneleri üzerinde kayaçların fiziko-mekanik ve elastik özelliklerini belirlemek amacıyla çalışmanın amacına uygun ISRM (2007) tarafından önerilen yöntemlere göre kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. P2 nolu orta ayak temelinde yapılan araştırma sondajları ana kayaya kadar inemediğinden bu lokasyondan örnekler yapılamamıştır. Karot numunelerinin boyu çapının 2,5-3,0 katı olacak şekilde hazırlanmış ve alt-üst düzeyleri birbirine paralel biçimde düzenlenmiştir. Nokta yükü dayanım indeksi ($I_{s(50)}$) değeri hesaplanırken güvenli tarafta kalmak amacıyla tek eksenli basınç dayanımının 20 kat küçüğü alınmıştır. Karot örnekleri üzerinde birim hacim ağırlık (γ), tek eksenli basınç dayanımı (σ_{ci}), statik elastisite modülü (E_i) ve statik Poisson oranı (ν_i) değerlerini belirlemeye yönelik deneyler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de özet olarak verilmiştir.

Tablo 2. Karot örneklerine ait fiziko-mekanik ve elastik özellikler

Sondaj No	Derinlik (m)	γ (kN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	E_i (GPa)	ν_i
P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)						
VA2-SK-3	6,60-6,90	25,23	29,70	1,49	-	-
VA2-SK-3	10,20-10,60	26,45	54,70	2,74	17,02	0,23
VA2-SK-3	14,50-14,65	25,42	31,30	1,57	-	-
VA2-SK-5	1,30-1,50	25,71	57,40	2,87	-	-
VA2-SK-5	8,70-9,00	26,51	62,70	3,14	19,81	0,23
VA2-SK-5	10,80-11,00	26,63	65,50	3,28	20,69	0,22
	Ortalama	25,99	50,22	2,51	19,17	0,23
P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)						
VA4-SK-1	7,25-7,50	26,14	20,00	1,00	-	0,28
VA4-SK-1	10,25-10,50	26,59	72,90	3,65	22,78	-
VA4-SK-1	15,80-16,00	26,05	61,10	3,06	-	0,22
VA4-SK-2	4,50-4,80	25,94	51,20	2,56	11,91	-
VA4-SK-2	9,00-9,30	25,72	54,70	2,74	-	0,30
VA4-SK-3	7,80-8,20	26,59	72,80	3,64	22,55	-
VA4-SK-3	11,60-12,00	25,47	55,20	2,76	-	0,30
VA4-SK-4	4,50-4,75	24,94	27,80	1,39	8,83	-
VA4-SK-4	7,70-8,10	25,80	50,80	2,54	-	0,28
VA4-SK-5	4,00-4,40	24,76	27,80	1,39	8,69	-
VA4-SK-5	8,60-9,00	26,07	60,10	3,01	-	0,22
	Ortalama	25,61	49,08	2,45	13,36	0,27

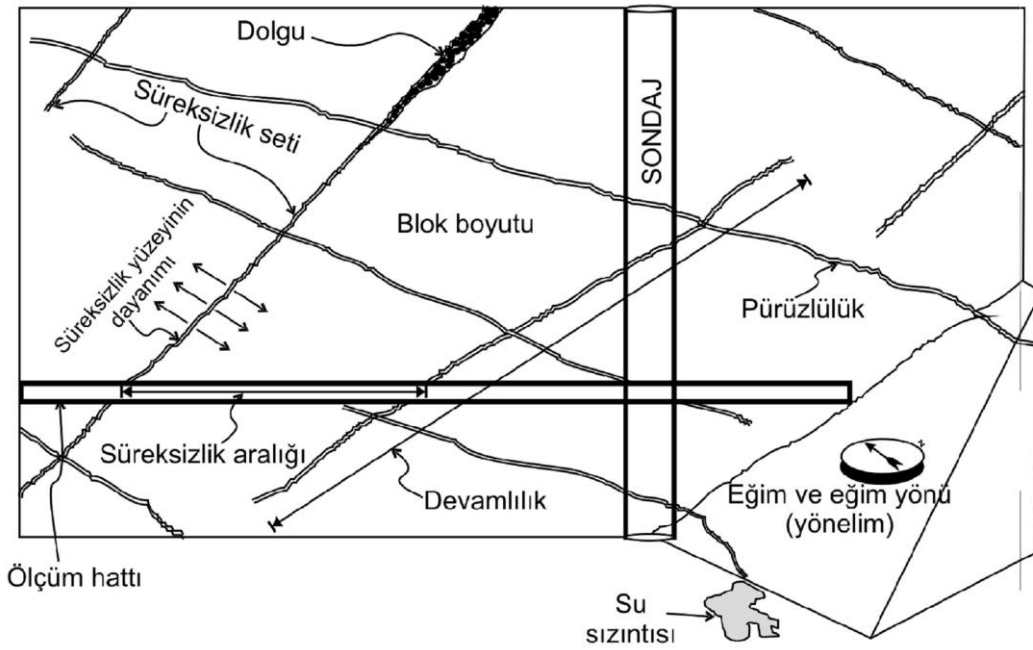
σ_{ci} : tek eksenli basınç dayanımı, $I_{s(50)}$: nokta yükü dayanım indeksi, γ : birim hacim ağırlık, E_i : statik elastisite modülü, ν_i : statik Poisson oranı

Yapılan fiziksel deneyler sonucunda Oltu Çayı vadisinin sağ yamacındaki P1 nolu viyadük ayağındaki kaya malzemeleri için γ değerinin 25,23-26,63 kN/m³, σ_{ci} değerinin 29,70-65,50 MPa, $I_{s(50)}$ değerinin 1,49-3,28 MPa, E_i değerinin 17,02-20,63 GPa ve ν_i değerinin 0,22-0,23 arasında değiştiği saptanmıştır. Vadinin sol yamacındaki P3 nolu viyadük ayağı için ise γ değerinin 25,61-26,59 kN/m³, σ_{ci} değerinin 20,00-72,90 MPa, $I_{s(50)}$ değerinin 1,00-3,65 MPa, E_i değerinin 8,83-22,78 GPa ve ν_i değerinin 0,22-0,30 arasında değiştiği belirlenmiştir.

3.2.3. Süreksizliklere Ait Özellikler

Şilenkar Viyadüğü'nün inşaa alanında yer alan kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini belirlemek için P1 ve P3 nolu temel ayaklarında açılan araştırma sondajlarından ve mostralarda yapılan hat etüdü çalışmalarından yararlanılmıştır (Şekil 7). Süreksizliklerin karakteristikleri ile ilgili bilgilerin derlenmesinde gerçekçi sonuçların derlendiği hat etüdü yöntemiyle yapılan ölçümler süreksizlik ara uzaklılığı ve devamlılığına bağlı olarak mostralarda genellikle tek hat üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada ISRM (2007) tarafından önerilen ölçütlere göre

eklemlere ait konum, açıklık, devamlılık, ara uzaklık, pürüzlülük ve dalgalılık, bozunma durumu, dolgu durumu ve su durumu gibi özellikler tanımlanmıştır (Şekil 6). Süreksizlik set sayısı, yönelimi, açıklığı, devamlılığı ve dalgalılığı gibi yüzeyden belirlenebilen özellikler mostralarda yapılan hat etüdü çalışmalarıyla; süreksizlik yüzeyinin pürüzlülüğü, bozunma derecesi, dolgu malzemesinin özelliği, ara uzaklığı ve su durumu gibi özellikler ise sondaj verilerinden yararlanılarak belirlenmiştir.



Şekil 6. Kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren blok diyagram (Hudson ve Harrison, 1997)

Kaya kalite göstergesinin (RQD) belirlenmesinde ise Deere (1964) tarafından önerilen ve 10 cm.'den büyük olan sondaj karotlarının boylarını esas alan yöntemden yararlanılmıştır. Hacimsel eklem sayısının (J_v) hesaplanmasında ise Palmström (2005) tarafından 1 m³'lük kaya bloğu için önerilen ve RQD değerinin kullanıldığı yöntemden faydalanılmıştır. 1 metrede bulunan süreksizliklerin sayısını (λ) RQD değerini kullanarak saptamak için Priest ve Hudson (1976) tarafından önerilen bağıntı kullanılmıştır. Yararlanılan eşitlikler aşağıda sunulmuştur.

$$RQD = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{L} \quad (1)$$

$$J_v = \frac{110 - RQD}{2,5} \quad (2)$$

$$RQD = 100.e^{(-0.1\lambda)}.(0.1\lambda+1) \quad (3)$$

Burada; n: ilerleme aralığındaki karot parçalarının sayısı; l: RQD'ye dahil edilen ve boyu 10 cm. ve daha büyük olan karot parçalarının boyları, L: ilerleme uzunluğu, J_v : 1 m³'lük kaya bloğundaki süreksizlik sayısı ve λ : 1 metre uzunluğundaki ölçüm hattını kesen ortalama süreksizlik sayısıdır.

Şilenkar Viyadüğü'nün inşa edileceği vadinin sol ve sağ yamaçlarındaki kaya kütlelerine ait süreksizliklerin özellikleri Tablo 3'te, ortalama RQD, J_v ve λ değerleri ise Tablo 4'te özet olarak sunulmuştur.

Tablo 3. P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarının oturacağı kaya kütlelerindeki süreksizliklerin özelliklerinin ISRM (2007) tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi

	P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)	P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)
Süreksizlik takımları	İki adet ana eklem takımı ve gelişi güzel eklemler (J1: 85/80, J2:90/75)	
Süreksizlik ara uzaklığı (cm)	~7,00	~14,00
Tanımlama (ISRM, 2007)	Yakın ara uzaklıklı	Yakın ara uzaklıklı
Süreksizlik açıklığı (mm)	<5 mm.	<5 mm.
Tanımlama (ISRM, 2007)	Açık	Açık
Süreksizliklerdeki dolgu malzemesi	Genel olarak yumuşak kil dolgu ve demiroksit boyaması	
Süreksizlik devamlılığı (m)	>20	>20
Tanımlama (ISRM, 2007)	Çok yüksek devamlı	Çok yüksek devamlı
Süreksizlik pürüzlülüğü	Dalgalı	Dalgalı
Tanımlama (ISRM, 2007)	düz	düz
Süreksizlik yüzeylerinin bozunma derecesi (ISRM, 2007)	Orta derecede bozunmuş	Orta derecede bozunmuş
Süreksizlik yüzeylerindeki su durumu (ISRM, 2007)	Kuru	Kuru

Tablo 4. Kaya kütlelerine ait ortalama RQD, J_v ve λ değerlerinin literatürdeki tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi

Sondaj No	Kaya kalite göstergesi (RQD, %) Tanımlama (Deere, 1964)	Hacimsel eklem sayısı (J_v , eklem/ m^3) Tanımlama (ISRM, 2007)	Süreksizlik sıklığı (λ , m^{-1}) Tanımlama (Franklin vd., 1971)
P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)			
VA2-SK-3	28/Zayıf	33/Çok küçük bloklar	25/Çok çatlaklı-kırıklı
VA2-SK-5	27/Zayıf	32/Çok küçük bloklar	25/Çok çatlaklı-kırıklı
Ortalama	28	33	25
P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)			
VA4-SK-1	60/Orta	20/Küçük bloklar	14/Çok çatlaklı-kırıklı
VA4-SK-2	84/İyi	11/Küçük bloklar	7/Kırıklı-çatlaklı
VA4-SK-3	69/Orta	16/Küçük bloklar	13/Çok çatlaklı-kırıklı
VA4-SK-4	67/Orta	15/Küçük bloklar	13/Çok çatlaklı-kırıklı
VA4-SK-5	48/Zayıf	25/Küçük bloklar	17/Çok çatlaklı-kırıklı
Ortalama	66	17	13

Buna göre kaya kütlelerinde iki adet süreksizlik takımının olduğu, süreksizlik ara uzaklığının “yakın” olduğu, süreksizlik açıklığının “açık” olduğu, süreksizliklerdeki dolgu malzemesinin genel olarak yumuşak kil dolgu ve demiroksit boyaması olduğu, süreksizlik devamlılığının “çok yüksek” olduğu, yüzey pürüzlülüğünün “dalgalı düz” olduğu, bozunma derecesinin “orta derecede bozunmuş” olduğu, su durumunun ise “kuru” olduğu tespit edilmiştir.

Kaya kütlelerine ait kalite göstergesinin (RQD) % 27-84 arasında değiştiği ve Deere (1964)’e göre kaya kütlelerinin “zayıf-iyi” arasında olduğu; hacimsel eklem sayısının (J_v) 11,00-32,00 eklem/ m^3 arasında olduğu ve ISRM (2007)’ye göre blok boyutunun “çok küçük bloklar-küçük bloklar” arasında değiştiği; süreksizlik sıklığının ise 7-25 m^{-1} arasında değiştiği ve Franklin vd. (1971)’e göre “çok çatlaklı kırıklı-kırıklı çatlaklı” arasında olduğu saptanmıştır.

3.2.4. Kaya Kütlelerinin Sınıflandırılması

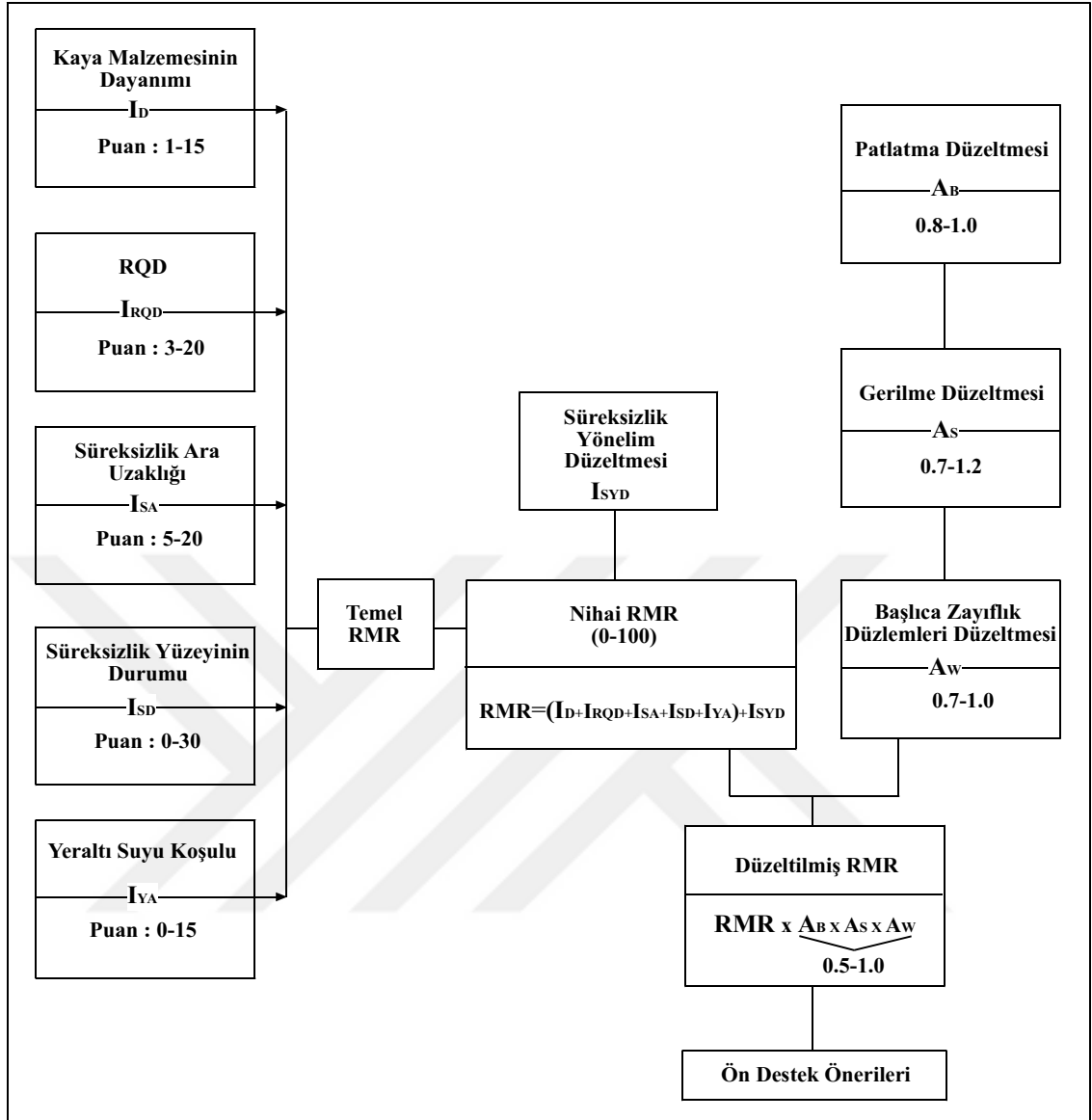
3.2.4.1. Kaya Kütle Puanlaması (RMR) Sistemi

RMR sistemi, Bieniawski (1973) tarafından geliştirilmiş bir kaya kütle sınıflama sistemi olup, sonraki yıllarda karşılaşılan problemlere göre yeniden düzenlenmiştir (Bieniawski, 1989). RMR sisteminde kaya malzemesinin nokta yük dayanım indeksi veya tek eksenli basınç dayanımı, kaya kalitesi göstergesi (RQD), süreksizlik ara

uzaklığı, süreksizliklerin durumu (devamlılık, açıklılık, pürüzlülük, dolgu ve bozunma), süreksizliklerin yönelimi ve yeraltı suyu koşulları gibi parametreler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, hat etütlerinden, sondajlardan ve laboratuvar deneyinden elde edilen veriler kullanarak parametrelere verilen puanlar belirlenmiş ve bunların toplamından temel RMR puanları elde edilmiştir. Sonraki aşamada temel kazısı ilerleme yönü dikkate alınarak kazı doğrultusu ve süreksizliklerin yönelimleri arasındaki ilişki durumuna göre RMR puanlarına düzeltme uygulanarak nihai RMR puanı saptanmıştır. Son olarak yapılacak kazı yöntemi, yerinde gerilmeler ve fayların durumu gibi faktörler dikkate alınarak nihai RMR değerinde azaltmaya gidilerek düzeltilmiş RMR puanları belirlenmiştir.

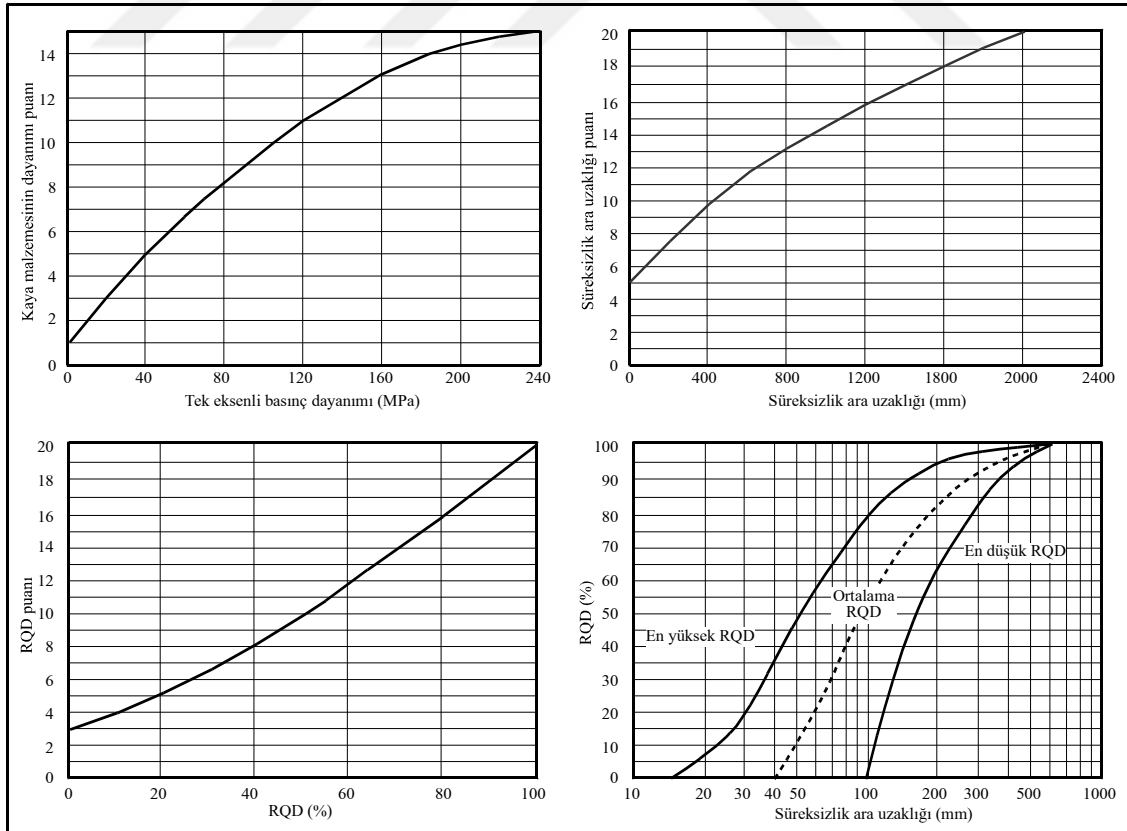
Çalışmada, RMR sistemi kullanılarak düzeltilmiş RMR sınıf puanının tayin edilmesinde izlenmiş olan yol Şekil 7’de verilmiştir. Tablo 5’de RMR kaya sınıflama sisteminin 1989’daki son versiyonu ve bu sisteme göre verilen puanlar görülmektedir. Tek eksenli basınç dayanımı, RQD ve süreksizlik ara uzaklığı parametrelerine ait puanlar ise Şekil 8’de verilen grafikler yardımıyla belirlenmiştir.



Şekil 7. RMR puanını hesaplama aşamalarını gösteren akış şeması (Bieniawski, 1989)

Tablo 5. RMR kaya kütle sınıflama sisteminin son versiyonu (Bieniawski, 1989)

1	Kaya malzemesinin dayanımı (MPa)	Nokta yük dayanım indeksi	> 10	4-10	2-4	1-2	Düşük aralıklar için tek eksenli dayanım
		Tek eksenli basınç dayanımı	> 250	100-250	50-100	25-50	5-25 1-5 <1
2	Kaya kalite göstergesi, RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25
3	Süreksizlik ara uzaklığı (cm)		>200	60-200	20-60	20-6	<6
4	Süreksizlik durumu	Devamlılık (m)	<1	1-3	3-10	10-20	>20
		Puan	6	4	2	1	0
		Açıklık (mm)	Yok	<0,1	0,1-1	1-5	>5
		Puan	6	5	4	1	0
		Pürüzlülük	Çok pürüzlü	Pürüzlü	Az pürüzlü	Düz	Kaygan
		Puan	6	5	3	1	0
		Dolgu	Yok	<5 mm. (sert)	>5 mm. (sert)	<5 mm. (yumuşak)	>5 mm. (yumuşak)
		Puan	6	4	2	2	0
		Bozunma	Bozunmamış	Az bozunmuş	Orta derecede bozunmuş	Bozunmuş	Çok bozunmuş
		Puan	6	5	3	1	0
5	Yeraltı suyu (lt/dk)	10 m'lik	Yok	10	25	25-125	>125
		Kısımdan gelen su					
		Genel koşullar	Tamamen kuru	Nemli	Islak	Damlama	Su akışı
		Puan	15	10	7	4	0



Şekil 8. RMR sisteminin son versiyonundaki tek eksenli basınç dayanımı, süreksizlik aralığı ve RQD parametrelerine ait puanlama grafikleri (Bieniawski, 1989)

RMR sınıflama sisteminde süreksizlik yöneliminin etkisine yönelik indirgeme yapmak için Bieniawski (1989) tarafından önerilen ve Tablo 6’da verilen süreksizlik yönelimi düzeltmesi ve Tablo 7’de verilen süreksizlik yönelimine göre düzeltme katsayıları kullanılmıştır.

Tablo 6. RMR sisteminde süreksizlik eğim ve doğrultusunun etkisi (Bieniawski, 1989)

Doğrultu kazı eksenine dik				Doğrultu kazı eksenine paralel		Doğrultuya bakılmaksızın
Eğim yönünde ilerleme		Eğime karşı yönde ilerleme				
Eğim	Eğim	Eğim	Eğim	Eğim	Eğim	Eğim
45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	0°-20°
Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil	Orta	Orta

Tablo 7. RMR sisteminde süreksizlik yönelimine göre düzeltme (Bieniawski, 1989)

Süreksizliklerin doğrultu ve eğimi		Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun değil	Hiç uygun değil
Puan	Tüneller	0	-2	-5	-10	-12
	Temeller	0	-2	-7	-15	-25
	Şevler	0	-5	-25	-50	-60

Yapılacak kazı yönteminin türüne göre yerinde gerilmeler ve fayların durumu gibi faktörler de dikkate alınarak Tablo 8’de verilen düzeltmeler yapılmış ve nihai RMR değerinde azaltmaya gidilmiştir. İlgili azaltmalar sonucunda ise düzeltilmiş RMR puanı belirlenmiştir. Kaya kütlelerinin sınıfı, yukarıda belirtilen işlemlerin yapılmasıyla elde edilen RMR puanına göre Tablo 9’dan saptanmıştır.

Tablo 8. Patlatma ve başlıca zayıflık düzlemleriyle ilgili düzeltme katsayıları (Kendorski vd., 1983)

Patlatma düzeltmesi (A _B)			
	Koşullar/Yöntem	Uygulanabilir terim	Düzeltilme katsayısı
1	Makineyle kazı	Hasarsız	1,0
2	Denetimli patlatma	Çok az hasar	0,94-0,97
3	İyi klasik patlatma	Orta derecede hasar	0,90-0,94
4	Kötü klasik patlatma	Şiddetli hasar	0,80-0,90
Başlıca zayıflık düzlemleriyle ilgili düzeltme (A _w)			
	Koşul		Düzeltilme katsayısı
1	Zayıflık düzlemi yok		1,00
2	Sert dayklar		0,90
3	Yumuşak cevher zonları		0,85
4	Ana kaya/cevher dokanak zonları		0,80
5	Kıvrımlar		0,75
6	Fay zonları		0,70

Tablo 9. RMR sınıflama sistemine göre kaya sınıfları ve puanları (Bieniawski,1989)

Sınıf No	I	II	III	IV	V
Tanımlama	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
Puan	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0

Bu çalışmada, Şilenkar Viyadüğü'nün inşa edileceği vadinin sol ve sağ yamaçlarında yer alan kaya kütleleri RMR sistemi ile sınıflandırılarak kaya kütle kaliteleri açısından değerlendirilmiştir. RMR puanı hesaplamalarında gerekli düzeltmeler uygulanarak düzeltilmiş RMR puanlarına göre kaya kütle tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre, P1 nolu temel ayağının oturacağı sağ yamaçtaki kaya kütlesi ile P3 nolu viyadük ayağının oturacağı sol yamaçtaki kaya külesine ait RMR puanlarının sırasıyla 26 ve 31 olduğu, kaya sınıflarının ise “zayıf kaya” olduğu saptanmıştır. Kaya kütleleri için hesap edilen RMR puanları aşağıdaki Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Kaya kütlelerinin RMR sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi

		P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)	P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)
1	σ_{ci} (MPa)	50,22	49,08
	Puan	6	6
2	RQD (%)	28	66
	Puan	7	13
3	Süreksizlik ara uzaklığı (cm.)	7,00	14,00
	Puan	6	7
4	Süreksizlik durumu	Devamlılık (m.)	>20
	Puan	0	0
	Açıklık (mm.)	<5	<5
	Puan	1	1
	Pürüzlülük	Düz	Düz
	Puan	1	1
	Dolgu	<5 mm. (yumuşak)	<5 mm. (yumuşak)
	Puan	2	2
	Bozunma	Orta derecede bozunmuş	Orta derecede bozunmuş
	Puan	3	3
5	Yeraltı suyu (lt/dk)	Genel koşullar	Tamamen Kuru
	Puan	15	15
	Temel RMR	41	48
	Süreksizlik yönelim düzeltmesi	-7	-7
	Nihai RMR	34	41
	Patlatma düzeltmesi	1	1
	Gerilme düzeltmesi	İhmal edildi	İhmal edildi
	Zayıflık düzeltmeleri düzeltmesi	0,75	0,75
	Düzeltilmiş RMR	26	31
	Tanımlama (Bieniawski, 1989)	Zayıf kaya	Zayıf kaya

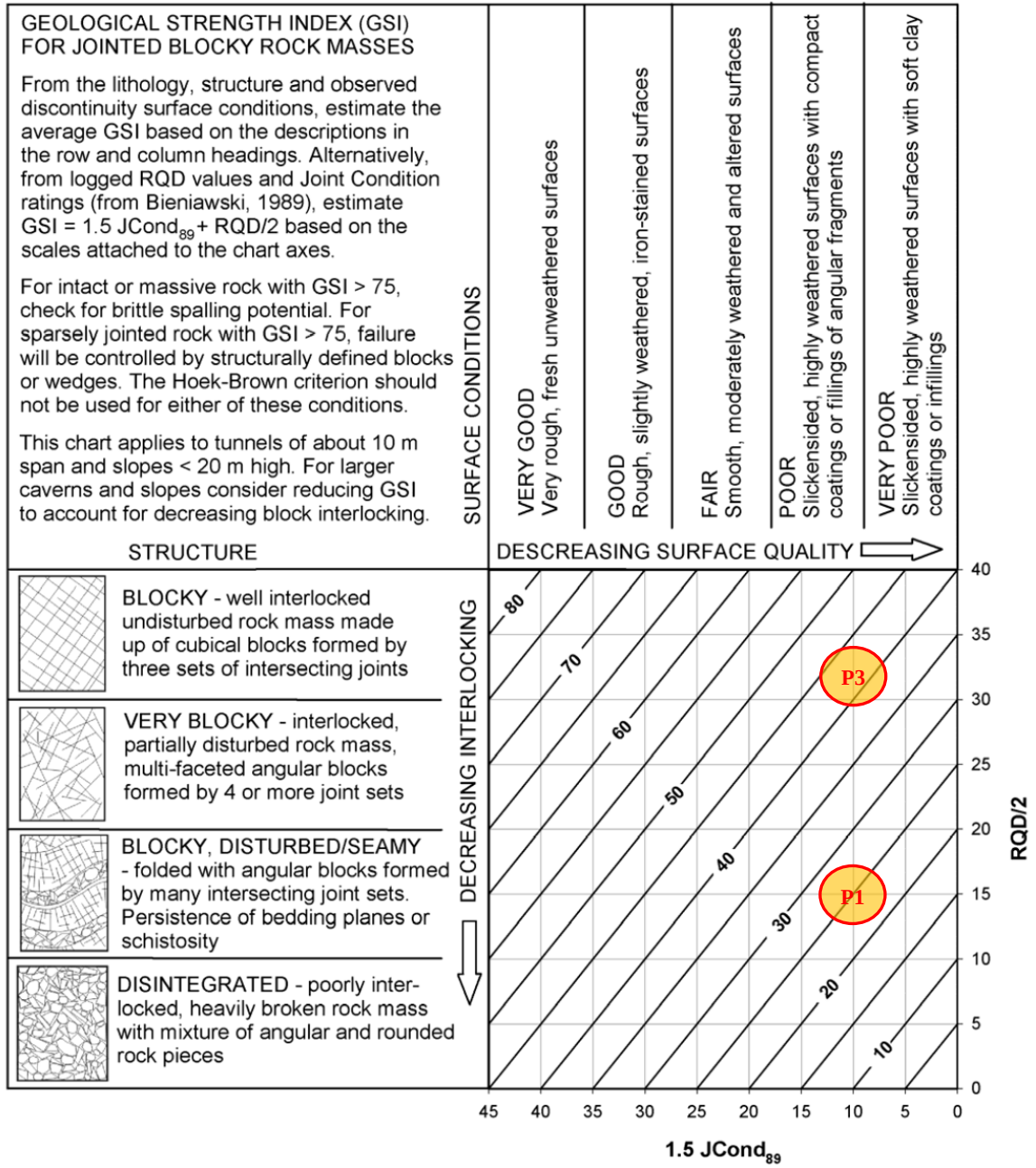
3.2.4.2. Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) Sistemi

Hoek vd. (1995) tarafından ilk kez tanımlanan Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI), arazi gözlemlerinden yararlanarak farklı jeolojik ve jeoteknik koşullara bağlı olarak kaya kütlesi dayanımının hesaplanması esasına dayanır. Kaya kütlesi karakterizasyonu, kaya yapısı, yani bloklu olması veya süreksizliklerin yüzey koşulları gibi görsel izlenimlere bağlıdır. GSI yardımıyla kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özellikleri ve kütle sabitleri ampirik olarak belirlenebilmektedir. Kaya kütlelerine ait GSI değerini belirlemek için Hoek vd. (2013) tarafından önerilen aşağıdaki formül, kaya yapısı sınıfını belirlemek için ise Şekil 9’de verilen sayısal GSI abağı kullanılmıştır.

$$GSI = 1,5JCond_{89} + \frac{RQD}{2} \quad (4)$$

Burada; RQD: kaya kalite göstergesi (%) ve JCond₈₉: RMR sisteminin 1989 versiyonundaki toplam süreksizlik durumu puanıdır (Devamlılık+Açıklık+Pürüzlülük+Dolgu+Bozunma puanları).

Yapılan değerlendirmeler sonucunda P1 ve P3 nolu viyadük temel ayaklarının oturacağı sağ ve sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) değerinin sırasıyla 25 ve 44 olduğu ve kaya kütlelerinin “bloklu kaya” ve “bloklu-örselenmiş kaya” sınıfında olduğu saptanmıştır (Tablo 11).



Şekil 9. Hoek vd. (2013) tarafından önerilen sayısal GSI abağı

Tablo 11. Kaya kütlelerinin GSI sistemine göre değerlendirilmesi

	RQD (%)	RQD/2 (%)	JCond ₈₉	1,5xJCond ₈₉	GSI Tanımlama (Hoek vd. 2013)
P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)	28	14	7	10,5	~25/Bloklı
P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)	66	33	7	10,5	~44/Bloklı-Örselenmiş

3.2.5. Kaya Kütle Özellikleri

Çalışma sırasında yapılan sismik kırılma ölçümleri için Seistronix Ras-24 marka sismograf kullanılmıştır. Kaynak olarak 9 kg. ağırlığındaki balyoz ile çelik levha üzerine yapılan vuruşlardan faydalanılmıştır. Kırılma kayıtları için 10 Hz özellikli jeofonlar kullanılmıştır. P1 ve P3 nolu viyadük ayak yerlerinin her birinde ikişer adet olmak üzere toplam 4 profilde sismik kırılma ölçümü gerçekleştirilmiştir. P dalgalarını (boyuna dalga) üretmek için zemin üzerine yerleştirilmiş çelik levhaya (20 x 30 cm. ebadında) balyozla vurulmuştur. S dalgalarını (enine dalga) üretmek için ise zemine açılmış yaklaşık 50 cm. derinliğindeki çukura çelik levha düşey olarak yerleştirilmiş ve aynı işlem uygulanmıştır. P dalgalarını algılayabilmek için düşey bileşenli alıcılar (jeofon), S dalgalarını algılayabilmek için ise yatay bileşenli alıcılar kullanılmıştır. Sismik kırılma yöntemi yardımıyla kaya kütlelerine ait dinamik deformasyon modülü ve dinamik Poisson oranı değerleri belirlenmiştir. Hesaplamalarda elastik teoride belirtilen aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$E_{md} = \frac{(1 - 2\nu_{md}) \cdot (1 + \nu_{md})}{(1 - \nu_{md})} \cdot d_d \cdot V_p^2 \quad (5)$$

$$\nu_{md} = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \quad (6)$$

Burada; E_{md} : kaya kütesinin dinamik deformasyon modülü (kgf/cm^2), ν_{md} : kaya kütesinin dinamik Poisson oranı, d_d : dinamik olarak belirlenmiş doğal yoğunluk (gr/cm^3), V_p : elastik dalgaının boyuna yayılma hızı (m/sn) ve V_s : elastik dalgaının enine yayılma hızıdır (m/sn).

Ölçüm sırasında kırılan elastik ses dalgalarına ait varış zamanları kaydedilerek zaman-uzaklık grafikleri çizilmiştir. Elde edilen grafikler değerlendirilerek elastik ses dalgalarının (P ve S) kaya kütleleri içerisindeki yayılma hızları hesaplanmış ve buna bağlı olarak kaya kütlelerinin dinamik deformasyon modülü (E_{dm}) ve dinamik Poisson

oranı (v_{md}) belirlenmiştir. Sismik kırılma yöntemine göre belirlenen dinamik özellikler Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12. Sismik kırılma yöntemine göre belirlenen dinamik özellikler

	Sismik hat	Tabaka no	V_p (m/s)	V_s (m/s)	d_d (gr/cm ³)	E_{dm} (kg/cm ²)	v_{md}
P1 Nolu	1	1	550	270	1,50	2936	0,34
Viyadük Ayağı		2	790	405	1,64	7126	0,32
(Sağ Yamaç)		3	1310	735	1,87	25597	0,27
	2	1	490	240	1,46	2255	0,34
		2	830	435	1,66	8253	0,31
		3	1470	820	1,92	32890	0,27
P3 Nolu	1	1	560	280	1,64	3153	0,33
Viyadük Ayağı		2	790	410	1,96	7270	0,32
(Sol Yamaç)		3	1610	860	1,57	31536	0,30
	2	1	650	320	1,73	4296	0,34
		2	980	500	1,99	11483	0,32
		3	1710	910	1,64	43002	0,30

V_p : elastik dalganın boyuna yayıma hızı, V_s : elastik dalganın enine yayıma hızı, d_d : yoğunluk, E_{dm} : deformasyon modülü, v_{md} : Poisson oranı

Sağ ve sol yamaçtaki P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarının oturacağı kaya kütlelerinin dayanım özellikleri Hoek-Brown (Hoek vd., 2002) yenilme kriteri ile belirlenmiştir. m_b , s ve a kaya kütle sabitlerinin saptanması için Hoek vd. (2002) tarafından önerilen aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır;

$$m_b = m_i \exp \left[\frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right] \quad (7)$$

$$s = \exp \left[\frac{GSI - 100}{9 - 3D} \right] \quad (8)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left[e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right] \quad (9)$$

Burada; m_i : kırıklızsız kaya için malzeme sabiti değeri, D : kaya kütlelerinin patlatma hasarı ve gerilme rahatlaması sonucunda maruz kaldığı örselenme derecesine bağlı bir faktör olup, örselenmemiş kaya kütleleri için 0’dan başlayarak, çok örselenmiş

kayalarda 1'e kadar çıkabilir. Bu çalışmada mekanik kazı yöntemiyle kazılacak viyadük ayaklarındaki kaya kütleleri için örselenme faktörü 0 olarak seçilmiştir.

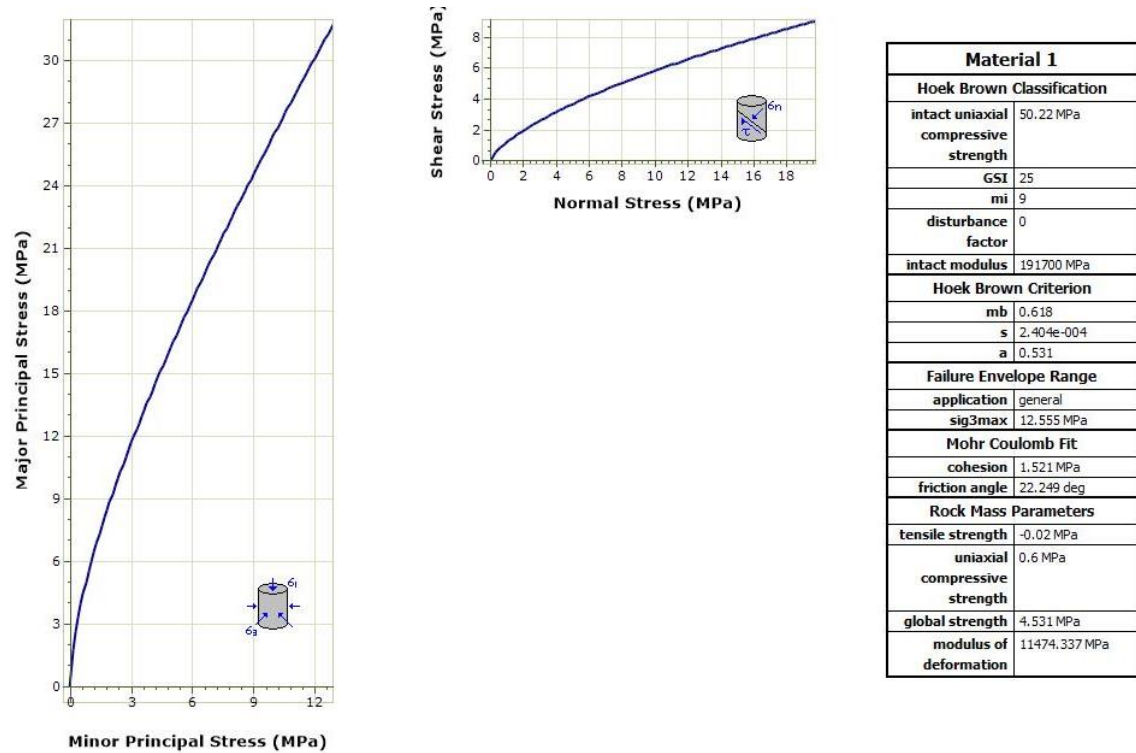
Kaya kütlelerine ait tek eksenli basınç dayımı ise (σ_{cm}), Hoek vd. (2002) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \cdot S^a \text{ (MPa)} \quad (10)$$

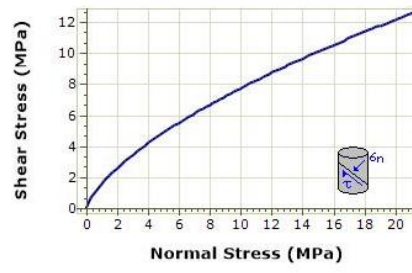
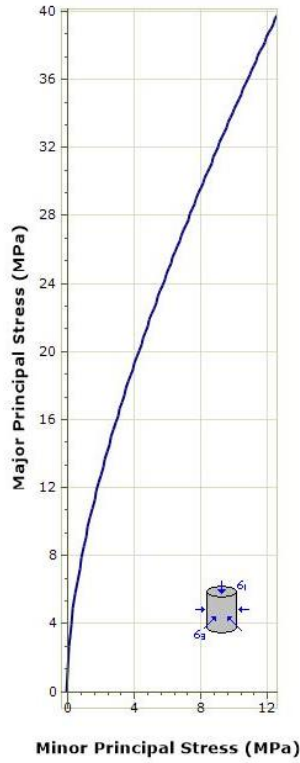
Elde edilen sonuçlar Tablo 13'te, Hoek-Brown yenilme kriterine göre kaya kütleleri için RocData v5.0 programında çizilen (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri ise Şekil 10 ve 11'de sunulmuştur.

Tablo 13. Kaya kütlelerine ait parametreler

	m_b	s	a	m_i	D	σ_{cm} (MPa)
P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)	0,618	0,00024	0,531	9	0	0,60
P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)	1,218	0,00199	0,507	9	0	2,07



Şekil 10. Sağ yamaçtaki kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri



Material 1	
Hoek Brown Classification	
intact uniaxial compressive strength	49.08 MPa
GSI	44
mi	9
disturbance factor	0
intact modulus	133600 MPa
Hoek Brown Criterion	
mb	1.218
s	0.002
a	0.509
Failure Envelope Range	
application	general
sig3max	12.27 MPa
Mohr Coulomb Fit	
cohesion	2.145 MPa
friction angle	27.874 deg
Rock Mass Parameters	
tensile strength	-0.08 MPa
uniaxial compressive strength	2.072 MPa
global strength	7.124 MPa
modulus of deformation	27962.881 MPa

Şekil 11. Sol yamaçtaki kaya kütesine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda Hoek-Brown yenilme kriteri kullanılarak belirlenen kaya kütle parametrelerinin sağ yamaç için m_b : 0,618, s : 0,00024, a : 0,531 olduğu, sol yamaç için ise m_b : 1,218, s : 0,0019, a : 0,507 olduğu belirlenmiştir. Sağ yamaçtaki kaya kütesine ait dinamik deformasyon modülünün (E_{dm}) 2255-32890 kg/cm^2 , dinamik Poisson oranının (ν_{dm}) 0,27-0,34 arasında değiştiği, sol yamaçtaki kaya kütesine ait dinamik deformasyon modülünün (E_{dm}) 3153-43002 kg/cm^2 , dinamik Poisson oranının (ν_{dm}) 0,30-0,34 arasında değiştiği saptanmıştır. Tek eksenli basınç dayanımının (σ_{cm}) ise sağ ve sol yamaçtaki kaya kütleleri için sırasıyla 0,60 ve 2,07 MPa olduğu hesaplanmıştır.

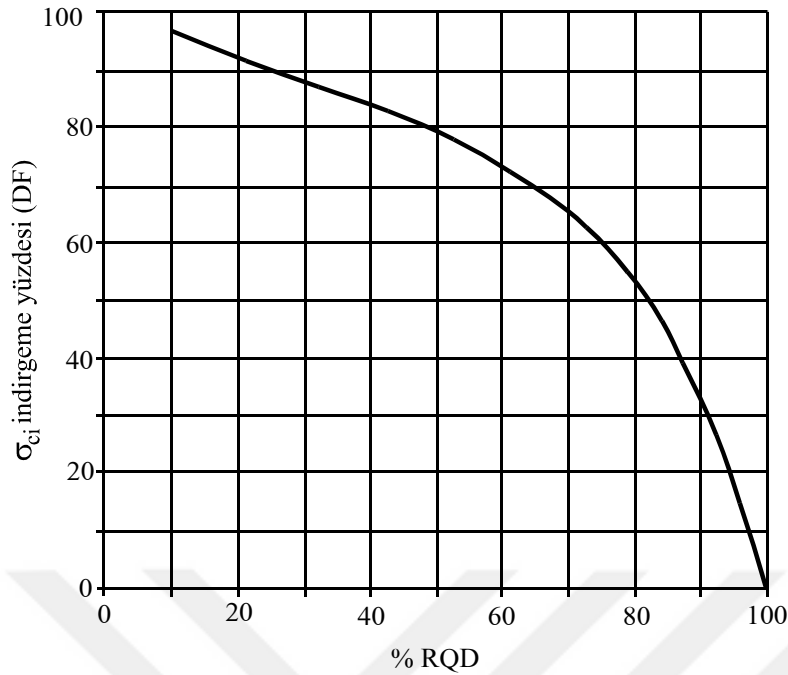
3.2.6. Şilenkar Viyadüğü'nün İnşaa Edileceği Kaya Kütlesinin Taşıma Gücünün Belirlenmesi

T-12 ve T-13 tünelleri arasındaki bağlantıyı sağlaması amacıyla yapılacak Şilenkar Viyadüğü, Soğukçam Formasyonu'na ait kireçtaşı ve kumtaşlarından oluşan kaya kütlesinin üzerine inşaa edilecektir. A1 ve A2 kenar ayaklarının inşa edileceği alandaki kaya kütlesinde topografik şartlardan dolayı detay jeoteknik araştırmalar yapılamamıştır. P2 nolu viyadük orta ayağında açılan sondajlar ise alüvyonları geçemediğinden temel ayağının oturması planlanan ana kayaya kadar inememiştir. Dolayısıyla, bu alandaki ana kayayla ilgili jeoteknik bilgiler elde edilememiştir. P2 nolu viyadük ayağının inşa edileceği alandaki alüvyon zemin, baret kazık/diyafram duvar uygulamasıyla geçilerek ana kaya kadar inilecek ve viyadüğün bu alandaki yükü ana kayaya aktarılacaktır. Bu sayede, su altında kalacak olan P2 nolu ayağın oturacağı alüvyonun dip akıntılarıyla zamanla oyulup viyadüğün zarar görmesinin önüne geçilecektir. Dolayısıyla, viyadük alanındaki kaya kütlesini tanımlamak için P1 ve P3 nolu temel ayaklarında açılan jeoteknik sondajlarından yararlanılmıştır. P1 ve P3 nolu viyadük ayaklarının inşa edileceği Oltu Çayı vadisinin sağ ve sol yamaçlarındaki kaya kütlelerinin taşıma gücü özelliklerini araştırmak için araştırmacılar tarafından önerilmiş aşğıdaki ampirik yöntem ve eşitliklerden yararlanılmıştır.

Süreksizlik içeren kaya kütlelerinin izin verilebilir taşıma gücünün belirlenmesinde Peck vd. (1974) tarafından önerilen RQD ve σ_{ci} değerlerinin kullanıldığı eşitlik aşağıda verilmiştir. Basit ve pratik olması nedeniyle uygulamada en çok kullanılan bu yöntemde Şekil 12'de verilen grafikten kaya malzemesine ait tek eksenli basınç dayanımının yüzde kaç oranında indirgeneceği belirlenir ve belirlenen bu indirgenme katsayısı (DF) kullanılarak kaya kütlesinin izin verilebilir taşıma gücü hesap edilir.

$$q_a = \sigma_{ci} - (\sigma_{ci} \cdot DF) \quad (11)$$

Burada; q_a : izin verilebilir taşıma gücü (MPa), σ_{ci} : kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (MPa) ve DF: indirgenme katsayısıdır (%).



Şekil 12. İzin verilebilir taşıma gücü için DF ve RQD ilişkisi (Peck vd., 1974)

Imai vd. (1976) tarafından sismik dalga hızlarından yararlanarak süreksizlik içeren kaya kütlelerinin nihai taşıma gücünün tahminine yönelik çalışmalar yapılmış ve boyuna dalga hızının kullanıldığı aşağıdaki formül önerilmiştir. P1 ve P3 nolu viyadük ayakları için yapılan hesaplamalarda kaya zonunun üst seviyelerindeki ayrılmış olan zonlar kazı esnasında sıyrılacağından en alttaki ayrışmamış 3 nolu tabakaya ait V_p değerleri dikkate alınmış ve her bir ayakta yapılan iki adet sismik hatta ait sonucun ortalaması kullanılmıştır.

$$q_u = 10V_p^3 \quad (12)$$

Burada; q_u : nihai taşıma gücü (kgf/cm^2) ve V_p : elastik ses dalgasının boyuna yayılma hızıdır (km/sn).

Süreksizlik içeren kaya kütlelerinin izin verilebilir taşıma gücü Hoek-Brown yenilme ölçütüne göre Wyllie (1992) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmektedir.

$$q_a = \frac{C_{f1} s^{0.5} \sigma_{ci} \left[1 + (m_b s^{0.5} + 1)^{0.5} \right]}{Gs} \quad (13)$$

Burada; q_a : izin verilebilir taşıma gücü (MPa), m_b ve s : kaya kütle sabitleri, σ_{ci} : kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (MPa), C_{f1} : düzeltme faktörü ve G_s : güvenlik sayısıdır.

Düzeltilme faktörü (C_{f1}), Tablo 14'teki temel şekline bağlı olarak değişen değerlerden, Güvenlik sayısı (G_s) ise Tablo 15'deki yapının özelliğine ve temelde meydana gelecek yenilmenin sonuçlarına bağlı olan tanımlamalardan belirlenmektedir. Bu çalışmada, inşa edilecek Şilenkar viyadük ayaklarının temel tabanı şekli kare olarak planlandığından C_{f1} değeri 1.25 olarak alınmıştır.

Tablo 14. Temel şekline bağlı düzeltme faktörü (C_{f1}) (Wyllie, 1992)

Temel şekli	C_{f1}
Şerit ($L/B > 6$)	1
Dikdörtgen	
$L/B = 2$	1,12
$L/B = 5$	1,05
Kare	1,25
Dairesel	1,20

Tablo 15. Yapı türlerine ve zemin araştırmalarının niteliğine göre güvenlik sayıları (G_s) (Winkerton ve Fang, 1975)

Sınıf	Tipik yapılar	Sınıf özellikleri	Zemin araştırmaları (G_s)	
			Mükemmel, tamamlanmış	Sınırlı
A	Demiryolu köprüleri, ambarlar, yüksek fırınlar, istinat duvarları, silolar	En büyük tasarım yükü uygulanır (duraysızlık çok kötü sonuçlara neden olur)	3	4
B	Otoyol köprüleri, hafif sanayi yapıları, işyeri binaları	En büyük tasarım yükü uygulanmaz (duraysızlık ciddi sonuçlar doğurur)	2,5	3,5
C	Apartman, resmi binalar	En büyük tasarım yükü uygulanmaz	2	3

Süreksizlik içeren kaya kütlelerinin nihai taşıma gücü Hoek-Brown yenilme ölçütüne göre Kulhawy ve Carter (1992) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenebilmektedir.

$$q_u = \sigma_{ci} \left[s^a + (m_b s^a + s)^a \right] \quad (14)$$

Burada; q_u : nihai taşıma gücü (MPa), m_b , s ve a : kaya kütle sabitleri, σ_{ci} : kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımıdır (MPa).

Bieniawski (1989) tarafından önerilen RMR sistemi, izin verilebilir taşıma gücünün belirlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Bu amaçla Mehrotra (1992) temel RMR puanı bilinen kaya kütlelerinin izin verilebilir taşıma gücünü belirlemeye yönelik Tablo 16'da verilen taşıma gücü aralıklarını önermiştir. Sağ ve sol yamaçtaki kaya kütlelerinin izin verilebilir taşıma gücünü, temel RMR puan aralıkları arasına karşılık gelen taşıma gücü değerlerinin interpolasyon yapılmasıyla belirlenmiştir.

Tablo 16. Kaya kütleleri için RMR puanına göre izin verilebilir taşıma gücü (Mehrotra, 1992)

Sınıf No	I	II	III	IV	V
Tanımlama	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
Puan	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
İzin verilebilir taşıma gücü, q_a (tonf/m ²)	600-440	440-280	280-135	135-45	45-30

Serrano vd. (2000), Hoek-Brown yenilme ölçütüne göre süreksizlik içeren kaya kütlelerinin nihai taşıma gücünü belirlemek için aşağıdaki eşitlikleri önermiştir.

$$q_u = \beta_n (N_\beta - \zeta_n) \quad (15)$$

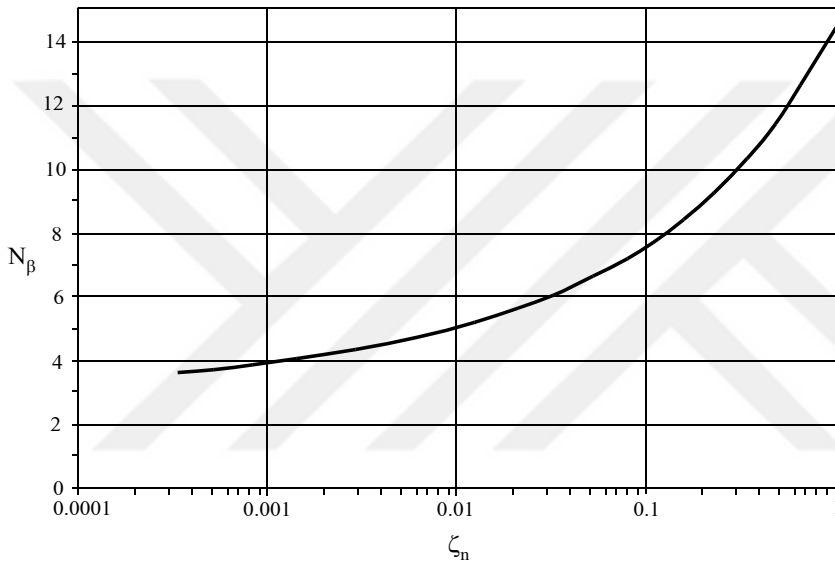
$$\beta_n = \sigma_{ci} A_n \quad (16)$$

$$\zeta_n = \frac{s}{m_b A_n} \quad (17)$$

$$A_n = \left(\frac{m_b(1-a)}{2^{1/a}} \right)^{a/(1-a)} \quad (18)$$

Burada; q_u : nihai taşıma gücü (MPa), m_b ve a : kaya kütle sabitleri, σ_{ci} : kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (MPa), β_n : dayanım modülü, ζ_n : kaya kütlelerinin sıklığı ve N_β : normalleştirilmiş iç yüke bağlı bir fonksiyondur.

N_β değeri Şekil 13'te verilen grafik yardımıyla belirlenmektedir.



Şekil 13. Süreksizlik içeren kaya kütleleri için taşıma gücü faktörü (Serrano vd., 2000)

Şilenkar Viyadüğü'nün inşa edileceği kaya kütlelerine mekanik kazı uygulanacağı için örselenme faktörü D : 0 alınmış ve taşıma gücü hesaplamalarında kullanılacak kütle parametreleri (m_b , s , a) bu şekilde hesap edilmiştir.

Yukarıda anlatılan yöntemlere göre belirlenen sağ ve sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait MPa cinsinden izin verilebilir taşıma gücü değerleri Tablo 17'de özet olarak verilmiştir. Güvenlik sayısı (G_s) Tablo 15'den 3,5 olarak seçilmiştir. P1 nolu viyadük ayağının inşaa edileceği sağ yamaçtaki kaya kütlelerine ait izin verilebilir taşıma gücü değeri 0,56-13,56 MPa arasında, sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait izin verilebilir taşıma gücü değeri ise 1,33-18,84 MPa arasında değişmektedir. Imai vd. (1976) ve Wyllie (1992) tarafından önerilen yöntemler daha tutucu davranırken, Mehrotra (1992) tarafından önerilen yöntem ise hesaplamalarda oldukça yüksek değerler vermiştir.

Hesaplanan izin verilebilir taşıma gücüne ait veri seti içinde çok büyük ve çok küçük değerler bulunmaktadır. Bu farklılığının nedeni her bir yöntemin birbirinden farklı girdi parametrelerini kullanmasından kaynaklanmaktadır. Sağ yamaçtaki kaya kütlelerine ait ortalama izin verilebilir taşıma gücü değerinin (2,55 MPa) sol yamaçtakine (5,35 MPa) göre iki kat daha düşük olduğu dikkate alındığında Şilenkar viyadüğünün tasarımının bu doğrultuda yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu farklılığın nedeni, senklinal eksenine daha yakın olan P1 ayağının oturacağı kaya kütlelerinin sıkışma deformasyonuna bağlı olarak kırıklı bir yapıya uğramasından kaynaklanmaktadır. Kıvrım ekseninden uzaklaştıkça kırılma deformasyonun etkisi azalmakta, dolayısıyla P3 ayağının oturacağı kaya kütlelerinde daha az örselenme gözlenmektedir.

Tablo 17. Taşıma gücü hesaplamalarında kullanılan parametreler ile sağ ve sol yamaçtaki kaya kütleleri için farklı yöntemlerle belirlenmiş izin verilebilir taşıma gücü değerleri

	P1 Nolu Viyadük Ayağı (Sağ Yamaç)	P3 Nolu Viyadük Ayağı (Sol Yamaç)
Temel RMR	41	48
σ_{ci} (MPa)	50,22	49,08
RQD (%)	28	66
DF (%)	84	70
V_p (m/sn)	1390	1660
D	0	0
m_b	0,618	1,218
s	0,00024	0,00199
a	0,531	0,507
C_{f1}	1,25	1,25
G_s	3,5	3,5
N_β	4,9	5,1
A_n	0,066	0,147
β_n	3,32	7,22
ζ_n	0,0059	0,0111
<i>İzin verilebilir taşıma gücü değerleri (q_w, MPa)</i>		
Peck vd. (1974)	8,04	14,72
Imai vd. (1976)	0,78	1,33
Wyllie (1992)	0,56	1,58
Kulhawy ve Carter (1992)	1,25	3,79
Mehrotra (1992)	13,50	18,84
Serrano vd. (2000)	4,64	10,50
Ortalama q_a	2,55	5,35

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, Şilenkar (Yusufeli-Artvin) Viyadük alanında yer alan kaya kütlelerinin mühendislik jeolojisi ve taşıma gücü özellikleri araştırılmıştır. Yapılan jeoteknik çalışmalarla elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur;

1) Viyadük alanında yer alan jeolojik birimler litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) dikkate alınarak tanımlanmış ve Erken Kretase yaşlı Soğukçam Formasyonu'na ait kireçtaşı ve kumtaşları ile Kuvaterner yaşlı Oltu Çayı alüvyonlarının bulunduğu saptanmıştır.

2) Viyadük alanında yüzeylenen kaya kütlesi ilgili detaylı bilgiler elde etmek amacıyla toplam 225 m. derinliğinde 11 adet araştırma sondajı yapılmıştır. Sondaj kuyularına gözlem boruları indirilerek yeraltı suyu ölçümleri alınmıştır. Ayrıca, kaya kütlelerinin dinamik-elastik parametrelerini belirlemek amacıyla 4 profilde sismik kırıkma yöntemi yardımıyla jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3) Kaya malzemelerinin fiziko-mekanik ve elastik özelliklerini belirlemek için yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda P1 nolu viyadük ayağındaki kaya malzemeleri için γ değerinin 25,23-26,63 kN/m³, σ_{ci} değerinin 29,70-65,50 MPa, $I_{s(50)}$ değerinin 1,49-3,28 MPa, E_i değerinin 17,02-20,63 GPa ve v_i değerinin 0,22-0,23 arasında değiştiği saptanmıştır. Vadinin sol yamacındaki P3 nolu viyadük ayağı için ise γ değerinin 25,61-26,59 kN/m³, σ_{ci} değerinin 20,00-72,90 MPa, $I_{s(50)}$ değerinin 1,00-3,65 MPa, E_i değerinin 8,83-22,78 GPa ve v_i değerinin 0,22-0,30 arasında değiştiği belirlenmiştir.

4) Süreksizliklere ait yönelim, ara uzaklık, açıklık, devamlılık, yüzey pürüzlülüğü ve dalgalılığı, bozunma derecesi, dolgu malzemesinin özelliği ve yüzeylerindeki su durumu gibi özellikler ISRM (2007) tarafından önerilen ölçütlere göre tanımlanmıştır. Buna göre viyadük alanındaki kaya kütlelerinde iki adet süreksizlik takımının olduğu, süreksizlik ara uzaklığının “yakın” olduğu, süreksizlik açıklığının “açık” olduğu, süreksizliklerdeki dolgu malzemesinin genel olarak yumuşak kil dolgu

ve demiroksit boyaması olduğu, süreksizlik devamlılığının “çok yüksek” olduğu, yüzey pürüzlülüğünün “dalgalı düz” olduğu, bozunma derecesinin “orta derecede bozunmuş” olduğu, su durumunun ise “kuru” olduğu tespit edilmiştir.

5) Kaya kütlelerine ait kalite göstergesinin (RQD) % 27-84 arasında değiştiği ve Deere (1964)’e göre kaya kütlelerinin “zayıf-iyi” arasında olduğu; hacimsel eklem sayısının (J_v) 11,00-32,00 eklem/m³ arasında olduğu ve ISRM (2007)’ye göre blok boyutunun “çok küçük bloklar-küçük bloklar” arasında değiştiği; süreksizlik sıklığının ise 7-25 m⁻¹ arasında değiştiği ve Franklin vd. (1971)’e göre “çok çatlaklı kırıklı-kırıklı çatlaklı” arasında olduğu saptanmıştır.

6) P1 nolu viyadük ayağının oturacağı sağ yamaçtaki kaya kütlesi ile P3 nolu viyadük ayağının oturacağı sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait RMR puanlarının sırasıyla 26 ve 31 olduğu, kaya sınıflarının ise Bieniawski (1989)’a göre “zayıf kaya” olduğu saptanmıştır.

7) P1 ve P3 nolu viyadük temel ayaklarının oturacağı sağ ve sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) değerinin sırasıyla 25 ve 44 olduğu ve kaya kütlelerinin Hoek vd. (2013)’e göre “bloklı kaya” ve “bloklı-örselenmiş kaya” sınıfında olduğu saptanmıştır.

8) Hoek-Brown yenilme kriteri kullanılarak belirlenen kaya kütle parametrelerinin sağ yamaç için m_b : 0,618, s : 0,00024, a : 0,531 olduğu, sol yamaç için ise m_b : 1,218, s : 0,0019, a : 0,507 olduğu belirlenmiştir.

9) Sağ yamaçtaki kaya kütlelerine ait dinamik deformasyon modülünün (E_{dm}) 2255-32890 kg/cm², dinamik Poisson oranının (ν_{dm}) 0,27-0,34 arasında değiştiği, sol yamaçtaki kaya kütlelerine ait dinamik deformasyon modülünün (E_{dm}) 3153-43002 kg/cm², dinamik Poisson oranının (ν_{dm}) 0,30-0,34 arasında değiştiği saptanmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı (σ_{cm}) ise sağ ve sol yamaçtaki kaya kütleleri için sırasıyla 0,60 ve 2,07 MPa olarak hesaplanmıştır.

10) Viyadük ayaklarının inşaa edileceği kaya kütlesinin taşıma gücü özelliklerini araştırmak için Peck vd. (1974), Imai vd. (1976), Wyllie (1992), Kulhawy ve Carter (1992), Mehrotra (1992) ve Serrano vd. (2000) tarafından önerilmiş ampirik yöntem ve eşitliklerden yararlanılmıştır. P1 nolu viyadük ayağının inşaa edileceği sağ yamaçtaki kaya kütlesine ait izin verilebilir taşıma gücü değeri 0,56-13,56 MPa arasında, sol yamaçtaki kaya kütlesine ait izin verilebilir taşıma gücü değeri ise 1,33-18,84 MPa arasında değişmektedir.

11) Imai vd. (1976) ve Wyllie (1992) tarafından önerilen yöntemler daha tutucu davranırken, Mehrotra (1992) tarafından önerilen yöntem ise hesaplamalarda oldukça yüksek değerler vermiştir. Hesaplanan izin verilebilir taşıma gücüne ait veri seti içinde çok büyük ve çok küçük değerler bulunmaktadır. Bu farklılığının nedeni her bir yöntemin birbirinden farklı girdi parametrelerini kullanmasından kaynaklanmaktadır. Sağ yamaçtaki kaya kütlelerine ait ortalama izin verilebilir taşıma gücü değerinin (2,55 MPa) sol yamaçtakine (5,35 MPa) göre iki kat daha düşük olduğu dikkate alındığında Şilenkar viyadüğünün tasarımının bu doğrultuda yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

12) Hem dayanım özellikleri hem de taşıma gücü özellikleri dikkate alındığında P1 ve P3 ayaklarının oturacağı kaya kütleleri birbirleriyle farklılıklar sunmaktadır. Bu farklılığın nedeni, senklinal eksenine daha yakın olan P1 ayağının oturacağı kaya kütlesinin sıkışma deformasyonuna bağlı olarak kırıklı bir yapıya uğramasından kaynaklanmaktadır. Kıvrım ekseninden uzaklaştıkça kırılma deformasyonun etkisi azalmakta, dolayısıyla P3 ayağının oturacağı kaya kütlesinde daha az örselenme gözlenmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, G., 2011.** Arhavi (Artvin) ve Çevresinin Heyelan Duyarlılık Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 91 s.
- Alemdağ, S., Gürocak, Z., Pranshoo, S. and Musharraf, Z., 2008.** Estimation of bearing capacity of basalts at the Atasu dam site Turkey. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 67, 1, 79-85.
- Alemdağ, S. and Gürocak, Z., 2006.** Atasu-Trabzon baraj yerindeki bazaltların taşıma gücü. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18, 3, 285-396.
- Alemdağ, S., 2015.** Assessment of bearing capacity and permeability of foundation rocks at the Gumustas waste dam site NE Turkey using empirical and numerical analysis. Arabian Journal of Geosciences, 8, 2, 1099-1110.
- Altınlı, İ.E., 1973.** Orta Sakarya'nın jeolojisi. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliği, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 159-191.
- Bell, G.F., 1992.** Engineering in rock masses. Heinemann, London, 359 p.
- Bieniawski, Z.T., 1973.** Engineering classification of jointed rock masses. Transactions of South African Institution of Civil Engineering, 15, 335-344.
- Bieniawski, Z.T., 1989.** Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, 251 p.
- Bishnoi, B.L., 1968.** Bearing capacity of a closely jointed rocks. PhD Thesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, 120 p.
- Bowles, J.E., 1996.** Foundation analysis and design. McGraw-Hill Inc., New York, 624 p.
- Çakıcı, H., 2005.** Deriner (Artvin) Baraj Yeri Kaya Kütleli Mühendislik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 166 s.
- Deere, D.U., 1964.** Technical description of rock cores for engineering purposed. Rock Mechanics and Rock Engineering, 1, 17-22.
- Düvenci, K., 1980.** Çoruh-Zeytinlik baraj yeri mühendislik jeolojisi raporu. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Ertunç, A., 1980.** Çoruh havzası olası baraj yerleri, göl alanları ve tünel güzergâhlarının mühendislik jeolojisi incelemesi. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

- Franklin, J.A., Broch, E. and Walton, G., 1971.** Logging the mechanical character of rock. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, 80, A, 1-9.
- Goodman, R.E., 1989.** Introduction to rock mechanics. Wiley, New York, 562 p.
- Güven, İ.H., 1993.** Doğu Pontidlerin jeolojisi ve 1/250000 ölçekli komplikasyonu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hoek, E., Carter, T.G. and Diederichs, M.S., 2013.** Quantification of the geological strength index chart. 47th US Rock Mechanics and Geomechanics Symposium, San Francisco, 23-26 June, 1-9.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C. and Corkum, B., 2002.** Hoek-Brown failure criterion. 5th North American Rock Mechanics Symposium and 17th Tunneling Association of Canada Conference, Toronto, 7-10 July, 267-273.
- Hoek, E., Kaiser, P.K. and Bawden, W.F., 1995.** Support of underground excavations in hard rock. Balkema, Rotterdam, 215 p.
- Hudson, J.A. and Harrison, J.P., 1997.** Engineering rock mechanics: an introduction to the principles. Elsevier Science Ltd. 444 p.
- Imai, T., Fumoto, H. ve Yokoto, K., 1976.** P and S wave velocities in subsurface of ground in Japan. Urana Research Institute, OYO Corporation.
- ISRM, 2007.** The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006 (Editors: Ulusay and Hudson). International Society for Rock Mechanics, Kozan Ofset, Ankara, 628 p.
- İçten, H., 1979.** Yusufeli Baraj Alanının Mühendislik Jeolojisi. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Kaya, A., 2012.** Cankurtaran (Hopa-Artvin) Tünel Güzergahının ve Çevresinin Jeoteknik Açısından İncelenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 218 s.
- Kaya, A., Bulut, F. and Dağ, S., 2018.** Bearing capacity and slope stability assessment of rock masses at the Subasi viaduct site, NE Turkey. Arabian Journal of Geosciences, 11, 162, 1-17.
- Kendorski, F.S., Cummings, R.A., Bieniawski, Z.T. and Sinner, E.H., 1983.** Rock mass classification for block caving mine drift support. 5th International Congress on Rock Mechanics, ISRM, October, Melbourne, Proceedings book: B, 51-63.
- Ketin, İ., 1966.** Tectonic units of Anatolia. Journal of General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), 66, 23-34.
- Konak, N. and Hakyemez, H.Y., 2001.** Tectonic units of the easternmost part of the Pontides: Stratigraphical and structural implications. In: Derman, A.S., Toksoy,

- F., Yılmaz, E. (Eds.), Proceedings of the 2nd International Symposium on the Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea Area, Şile-Turkey, 4, 93-103.
- Kulhawy, F.H. and Carter, J.P., 1992.** Settlement and bearing capacity of foundations on rock masses and socketed foundations in rock masses. Engineering in Rock Masses, Butterworth-Heinemann, Oxford, 231-245.
- Mehrotra, V.K., 1992.** Estimation of engineering properties of rock mass, PhD. Thesis, University of Roorkee, Roorkee, India, 257 s.
- Merifield, R.S., Lyamin, A.V. and Sloan, S.W., 2006.** Limit analysis solutions for the bearing capacity of rock masses using the generalized Hoek-Brown criterion. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 43, 920-937.
- NACS, 1983.** The American association of petroleum geologists bulletin. North American Commission on Stratigraphy, 67, 5, 841-875.
- Palmström, A., 2005.** Measurements of and correlations between block size and Rock Quality Designation (RQD). Tunnels and Underground Space Technology, 20, 362-377.
- Peck, R.B., Hanson, W.E. and Thornburn, T.H., 1974.** Foundation engineering. Wiley, New York, 514 p.
- Priest, S.D. and Hudson, J.A., 1976.** Discontinuity spacing in rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics, Abstracts, 13, 135-148.
- Serrano, A., Olalla, C. and Gonzalez, J., 2000.** Ultimate bearing capacity of rock masses based on the modified Hoek-Brown criterion. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science, 37, 6, 1013-8.
- Sowers, G.F., 1979.** Introductory soil mechanics and foundations: geotechnical engineering, MacMillan, New York.
- Tarhan, F., 1982.** Artvin Granitinin Mühendislik Jeolojisi ve Baraj Yeri Olma Açısından İrdelenmesi. Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Tezel, K., 2015.** Havuzlu Heyelanının (Yusufeli, Artvin) Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 87 s.
- Winkerton, H.F. and Fang, H.Y., 1975.** Foundation engineering handbook. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Wyllie, D.C., 1992.** Foundations on rock. Chapman and Hall, London.

EKLER

EK-1. Karot sandığı fotoğrafları



EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları

VA2-SK5

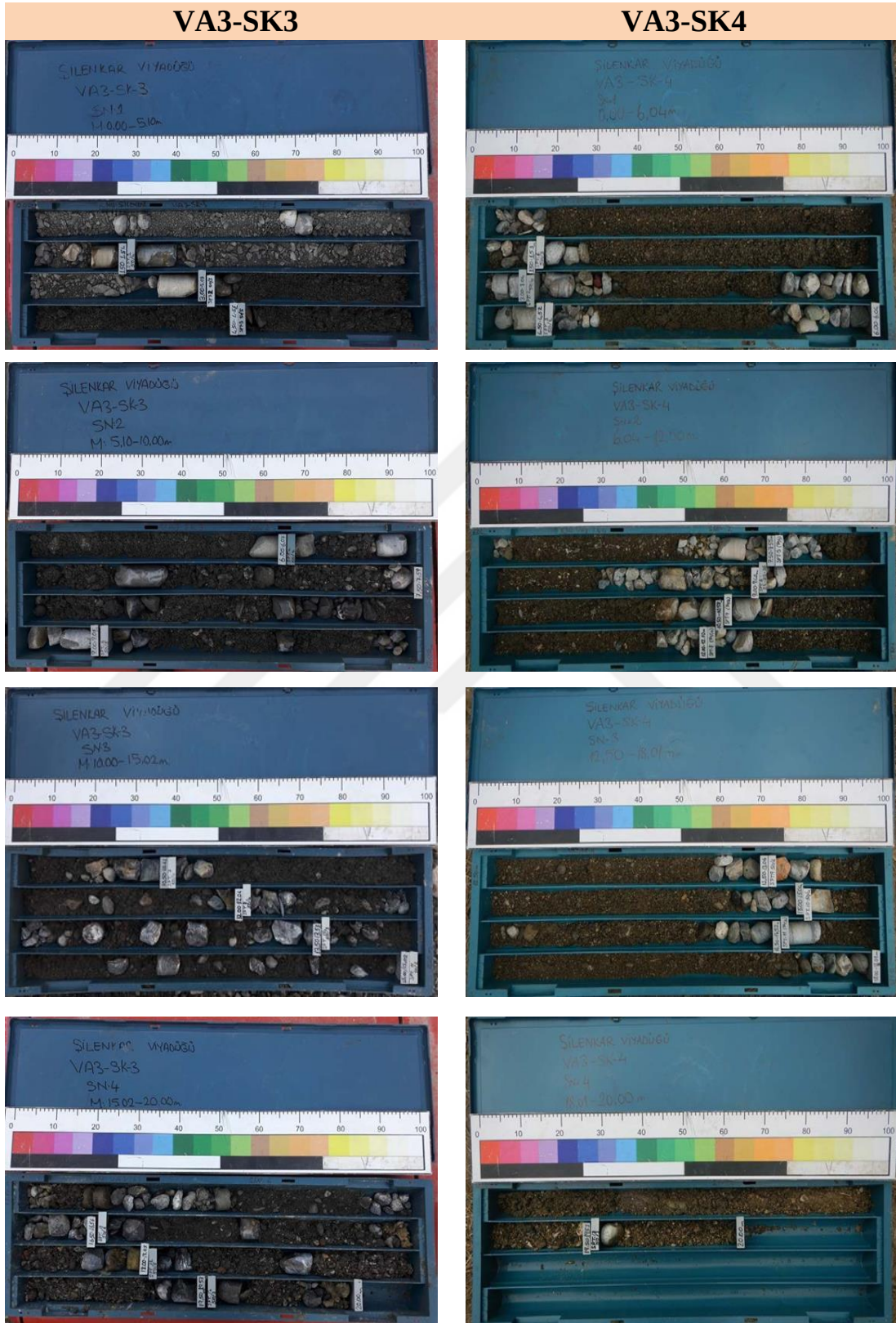


EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları

VA3-SK2

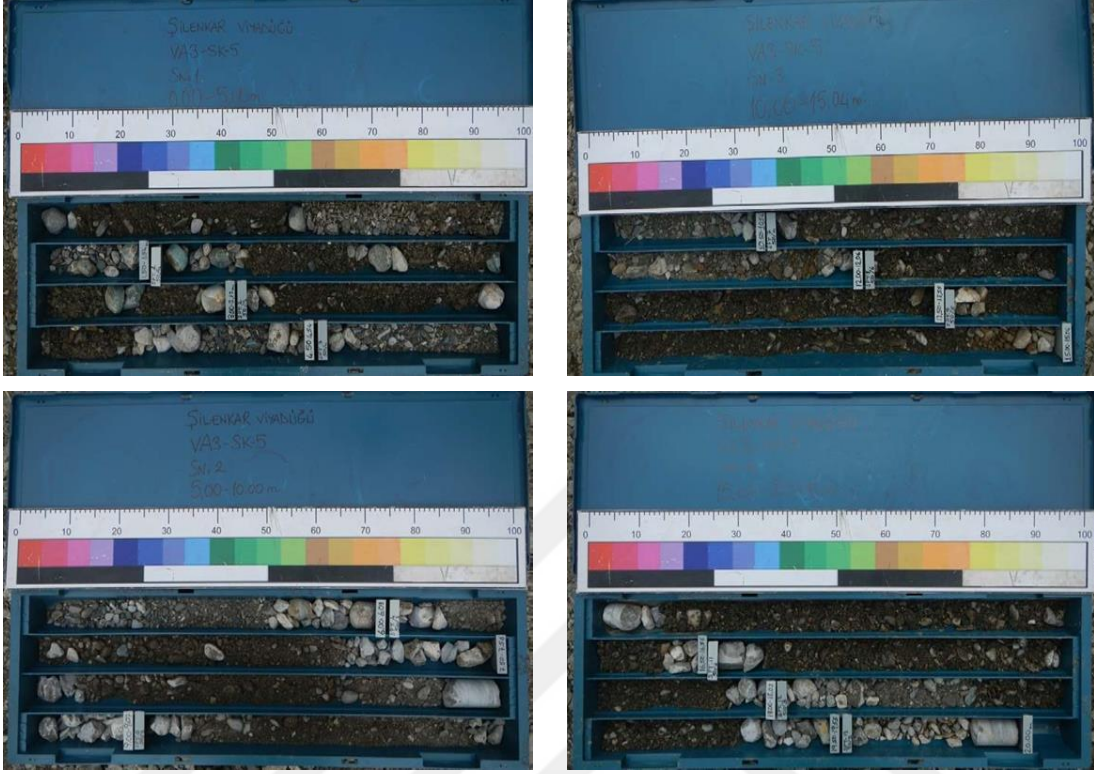


EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları



EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları

VA3-SK5



EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları

VA4-SK1



EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları



EK-1 (Devam). Karot sandığı fotoğrafları



EK-2. Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON) SONDAJ NO / Borehole No : VA2-SK-3 SAYFA NO / Page No : 1/2 SONDÖR / Driller : Ercan Barukcu	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG			
PROJE ADI / Project Name :		YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ			
SONDAJ YERİ / Boring Location :		ŞİLENKAR (Orta Ayak)		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)	
KİLOMETRE / Chainage :		95+570		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 28.20.2016/Yok	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		20.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 27.00m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		631m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 25.20.2016-28.10.2016	
SONDAJ MAK&YÖNT / D.Rig&Met. :		D-500		KOORDİNAT / Coordinate (Nortong) (N-S) Y : 4 515 267	
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 476 189	
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D.AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N= >30 SERT Hard	
				N=0-4 ÇOK GEVŞEK Very Loose N=5-10 GEVŞEK Loose N=11-30 ORTA SIKI M. Dense N=31-50 SIKI Dense N= >50 ÇOK SIKI Very Dense	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (C) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And %5 < PEK AZ Slightly %5-20 AZ Little %20-50 ÇOK Very	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample					
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE ÇİŞİ Sample Type	MANİPÜLASYON BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description
			DARBE SAYISI Number of Blows 0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N GRAFİK Graph 10 20 30 40 50 60		
1.00	1.00	1.00			YAMAÇ MOLOZU (0.00-1.00m) Açık kahverenkli düşük plastisiteli killi, ince-iri kumlu; yeşilimsi gri, koyu gri renkli, köşeli çakıllı.
2.00	2.00	2.00			
3.00	3.00	3.00			
4.00	4.00	4.00			
5.00	5.00	5.00			
6.00	6.00	6.00			KİREÇTAŞI (1.00-21.50m) Gri, bej renkli; orta derecede-çok ayrılmış, orta derecede -zayıf dayanımlı, parçalı kırıklı.
7.00	7.00	7.00			
8.00	8.00	8.00			
9.00	9.00	9.00			
10.00	10.00	10.00			
11.00	11.00	11.00			
12.00	12.00	12.00			
UCS (mm)		KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ
TS1500 (mm)		<0.075	0.075-4.75	4.75-75	>75
BS5930 (mm)		<0.075	0.075-2.0	2.0-60	>60
AASHTO (mm)		<0.06	0.06-2.0	2.0-60	>60
		<0.075	0.075-2.0	2.0-75	>75
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer			TARİH Date		
ONUR ÖZGÜN			İMZA Sign		

 KGM	AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				 temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)																		
	SONDAJ NO / Borehole No :						VA2-SK-3																		
	SAYFA NO / Page No :						2/2																		
	SONDÖR / Driller :						Ercan Barukcu																		
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test					JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description					PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RGD %	ÖRNEK NO Sample No					
			DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFİK Graph																		
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N																			
			10	20	30	40	50	60																	
13.00		13.00								KİREÇTAŞI (1.00-21.50m) Tanımlama Sayfa 1/2'de.						III-IV	III	>20	70	15	0				
14.00		14.00																	III-IV	III	>20	61	17	12	
15.00		15.00																	III	II-III	>20	71	45	40	
16.00		16.00																	III	II-III	>20	77	44	16	
17.00		17.00																	III-IV	III	>20	52	0	0	
18.00		18.00																	III-IV	III	>20	60	0	0	
19.00		19.00																	III-IV	III	>20	66	12	0	
20.00		20.00																	III-IV	III	>20	74	34	11	
21.00		21.00																	III-IV	III	>20	65	17	10	
22.00		22.00																	IV	III-IV	>20	75	0	0	
23.00		23.00												IV	III-IV	>20	60	0	0						
24.00		24.00												IV	III-IV	>20	63	0	0						
25.00		25.00												IV	III-IV	>20	64	0	0						
26.00		26.00												IV	III-IV	>20	76	0	0						
27.00		27.00												IV	III-IV	>20	71	0	0						
28.00		28.00												IV	III-IV	>20	88	0	0						
28.50		28.50												IV	III-IV	>20	84	0	0						
29.00		29.00												IV	III-IV	>20	70	0	0						
30.00		30.00												IV	III-IV	>20	65	0	0						
31.00														KUYU SONU											
32.00																									
UCS (mm)			KİL-SİLT		KUM		ÇAKIL		BLOK-MOLOZ				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date		İMZA Sign								
TS1500 (mm)			<0.075		0.075-4.75		4.75-75		>75				ONUR ÖZGÜN												
BS5930 (mm)			<0																						



KGM

AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Research and Development Department
JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
Directorate of Geological Investigations



temelson
JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ.
GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.

BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)

SONDAJ NO / Borehole No : VA2-SK-5

SAYFA NO / Page No : 1/2

SONDÖR / Driller : Ercan Barukcu

SONDAJ LOGU / BORING LOG

PROJE ADI / Project Name :		YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ	
SONDAJ YERİ / Boring Location :		ŞİLENKAR (Orta Ayak)	
KİLOMETRE / Chainage :		95+570	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		15.00m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		638m	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		D-500	
		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)	
		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 24.10.2016/Yok	
		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 12.00m	
		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 23.10.2016-24.10.2016	
		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 289	
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 476 174	

DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained	
I	ÇOK DAYANIMLI Strong	I	TAZE Fresh	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK Very Soft	N=0-4	ÇOK GEVŞEK Very Loose
II	DAYANIMLI M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N=3-4	YUMUŞAK Soft	N=5-10	GEVŞEK Loose
III	ORTA M.Weak	III	ORTA D.AYR. Moderately W.	N=5-8	ORTA KATI M.Stiff	N=11-30	ORTA SIKI M. Dense
IV	ZAYIF Weak	IV	ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W.	N=9-15	KATI Stiff	N=31-50	SIKI Dense
V	ÇOK ZAYIF V.Weak	V	TÜMÜYLE AYR. Completely W.	N=16-30	ÇOK KATI V. Stiff	N= >50	ÇOK SIKI Very Dense
N= >30	SERT Hard						

KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %				KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.				ORANLAR / Proportions			
% 0-25	ÇOK ZAYIF	Very Poor	<1	SEYREK	Wide (W)	%5 <	PEK AZ	Slightly	%5 <	PEK AZ	Slightly
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	%5-15	AZ	Little	%5-20	AZ	Little
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SIK	Close (Cl)	%15-35	ÇOK	Very	%20-50	ÇOK	Very
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	%35 >	VE	And			
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed (Cr)						

SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ
Standard Penetration Test

BST : BASINÇLI SU TESTİ
Lugeon Test

P : PRESİYOMETRE DENEYİ
Pressuremeter Test

VS : VEYN DENEYİ
Vane Shear Test

UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE
Undisturbed Sample

D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE
Disturbed Sample

K : KAROT YÜZDESİ
Core Sample

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANİPÜLASYON BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test						JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strenght	AYRIŞMA Weathiring	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RGD %	ÖRNEK NO Sample No
			DARBE SAYISI Number of Blows				N	GRAFİK Graph									
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm												
1.00		1.00									III	II	>20	86	60	51	
2.00		2.00									III	II	>20	72	43	14	
3.00											III-IV	III	>20	45	12	10	
4.00		4.00															
5.00		5.00									III	II	10-20	80	65	50	
6.00		6.00									III-IV	III	>20	70	7	0	
7.00		7.00									III-IV	III	>20	78	11	0	
8.00		8.00									III-IV	III	>20	80	19	0	
9.00		9.00									III-IV	III	>20	74	35	25	
10.00		10.00									III-IV	III	>20	65	17	15	
11.00		11.															

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)										
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO / Borehole No : VA2-SK-5										
						SAYFA NO / Page No : 2/2										
						SONDÖR / Driller : Ercan Barukcu										
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE ÇİŞİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	AYRISMA Separation	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ORNEK NO Sample No	
			DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFİK Graph											
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										10
13.00																
14.00		14.00														
15.00		15.00														
16.00																
17.00																
18.00																
19.00																
20.00																
21.00																
22.00																
23.00																
24.00																
25.00																
26.00																
27.00																
28.00																
29.00																
30.00																
31.00																
32.00																
UCS (mm) <0.075 TS1500 (mm) <0.075 BS5930 (mm) <0.06 AASHTO (mm) <0.075		KİL-SİLT 0.075-4.75 0.075-2.0 0.075-2.0	KUM 4.75-75 2.0-60 2.0-60	ÇAKIL 4.75-75 2.0-60 2.0-75	BLOK-MOLOZ >75 >60 >60 >75	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer ONUR ÖZGÜN	TARİH Date	İMZA Sign 								



KGM

AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Research and Development Department
JEOTEKNIK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
Directorate of Geological Investigations



JEOTEKNIK HİZMETLER LTD.ŞTİ.
GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.

BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)
SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-2
SAYFA NO / Page No : 1/4
SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım

SONDAJ LOGU / BORING LOG

PROJE ADI / Project Name :		YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ	
SONDAJ YERİ / Boring Location :		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)	
KİLOMETRE / Chainage :		YERALTI SUYU / Groundwater (m) : 13.11.2016/1,1m	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 57m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 30.10.2016-13.11.2016	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 189	
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 476 083	

DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained	
I	ÇOK DAYANIMLI Strong	I	TAZE Fresh	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK Very Soft	N=0-4	ÇOK GEVŞEK Very Loose
II	DAYANIMLI M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N=3-4	YUMUŞAK Soft	N=5-10	GEVŞEK Loose
III	ORTA M.Weak	III	ORTA D.AYR. Moderately W.	N=5-8	ORTA KATI M.Stiff	N=11-30	ORTA SIKI M. Dense
IV	ZAYIF Weak	IV	ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W.	N=9-15	KATI Stiff	N=31-50	SIKI Dense
V	ÇOK ZAYIF V.Weak	V	TÜMÜYLE AYR. Completely W.	N=16-30	ÇOK KATI V. Stiff	N=>50	ÇOK SIKI Very Dense
				N=>30	SERT Hard		

KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25	ÇOK ZAYIF Very Poor	<1	SEYREK Wide (W)	%5 <	PEK AZ Slightly
% 25-50	ZAYIF Poor	1-2	ORTA Moderate (M)	%5-15	AZ Little
% 50-75	ORTA Fair	2-10	SIK Close (C)	%15-35	ÇOK Very
% 75-90	İYİ Good	10-20	ÇOK SIK Intense (I)	%35 >	VE And
% 90-100	ÇOK İYİ Excellent	> 20	PARÇALI Crushed (Cr)		

SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ		P : PRESİYOMETRE DENEYİ	UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE	K : KAROT YÜZDESİ
Standart Penetration Test		Pressuremeter Test	Undisturbed Sample	Core Sample
BST : BASINÇLI SU TESTİ		VS : VEYN DENEYİ	D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE	
Lugeon Test		Vane Shear Test	Disturbed Sample	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test						JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strenght	AYRIŞMA Weathining	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (RCF) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	ROD %	ORNEK NO Sample No	
			DARBİ SAYISI Number of Blows			GRAFİK Graph												
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20										30
1.00																		
2.00	SPT	1.50 SPT-1 1.58	50/8											50				
3.00	SPT	3.00 SPT-2 3.03	50/3															
4.00																		
5.00	SPT	4.50 SPT-3 4.55	50/5															
6.00	SPT	6.00 SPT-4 6.04	50/4															
7.00																		
8.00	SPT	7.50 SPT-5 7.56	50/6															
9.00	SPT	9.00 SPT-6 9.08	50/8															
10.00																		
11.00	SPT	10.50 SPT-7 10.53	50/3															
12.00		12.00																

K

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

TCK		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)										
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-2										
						SAYFA NO / Page No : 2/4										
						SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım										
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ORNEK NO Sample No	
DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFIK Graph														
0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30										40
13.00	SPT	12.00 SPT-8 12.06	50/6													
14.00	SPT	13.50 SPT-9 13.55	50/5													
15.00	SPT	15.00 SPT-10 15.03	50/3													
16.00	SPT	16.50 SPT-11 16.53	50/3													
17.00	SPT	18.00 SPT-12 18.06	50/6													
18.00	SPT	19.50 SPT-13 19.95	12	14	17	31										SPT-13
19.00	SPT	21.00 SPT-14 21.45	13	19	21	40										SPT-14
20.00	SPT	22.50 SPT-15 22.95	9	14	17	31										SPT-15
21.00	SPT	24.00 SPT-16 24.45	12	18	22	40										SPT-16
22.00	SPT	25.50 SPT-17 25.95	12	18	24	42										SPT-17
23.00	SPT	27.00 SPT-18 27.45	14	28	33	61										SPT-18
24.00	SPT	28.50 SPT-19 28.95	9	13	16	29										SPT-19
25.00	SPT	30.00 SPT-20 30.45	11	15	21	36										SPT-20
26.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
27.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
28.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
29.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
30.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
31.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
32.00	SPT	31.50 SPT-21 31.95	9	14	19	33										SPT-21
UCS (mm)		KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date	İMZA Sign							
TS1500 (mm)		<0.075	0.075-4.75	4.75-75	>75	ONUR ÖZGÜN										
BS5930 (mm)		<0.075	0.075-2.0	2.0-60	>60											
AASHTO (mm)		<0.075	0.075-2.0	2.0-75	>75											

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)																	
						SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-2																	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SAYFA NO / Page No : 3/4		SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım																	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANİPRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ORNEK NO Sample No		
			DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFİK Graph																
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60											
33.00	SPT	33.00 SPT-22 33.07	50/7											KUMLU ÇAKIL (31.95-33.50m) Çok sıkı, ince taneli, köşeli - yarı köşeli %75-80 çakıl, %20-25 iri taneli kum, eser oranda ince malzeme.					70				
34.00																							
35.00	SPT	34.50 SPT-23	50/0																				
36.00	SPT	36.00 SPT-24 36.02	50/2																				
37.00																							
38.00	SPT	37.50 SPT-25 37.55	50/5											AZ KUMLU ÇAKIL (33.50-41.70m) Çok sıkı, ince-iri taneli (d _{max} 5cm), yarı köşeli-yarı yuvarlak, kireçtaşı kökenli %90-95 çakıl; %5-10 iri kum, 40.50-40.70m ler arası kireçtaşı bloğu.									
39.00	SPT	39.00 SPT-26	50/0																				
40.00																							
41.00	SPT	40.50 SPT-27 40.51	50/1																				
42.00	SPT	42.00 SPT-28 42.45	16	21	24	45																	
43.00														AZ KİLLİ KUM (41.70-43.90m) Sıkı- çok sıkı, açık kahverenkli, ince taneli %85-90 kum; %10-15, ince malzeme, eser oranda ince çakıl.									
44.00	SPT	43.50 SPT-29 43.72	14	50/7																			
45.00	SPT	45.00 SPT-30	50/0																				
46.00																							
47.00	SPT	46.50 SPT-31 46.55	50/5																				
48.00	SPT	48.00 SPT-32 48.03	50/3											KUMLU ÇAKIL (43.90-60.00m) Çok sıkı, ince-iri taneli (d _{max} 5cm), yarı köşeli-yarı yuvarlak %55-60 çakıl; %40-45 iri taneli kum.									
49.00																							
50.00	SPT	49.50 SPT-33 49.55	50/5																				
51.00	SPT	51.00 SPT-34 51.05	50/5																				
52.00																							
UCS (mm)		KİL-SİLT		KUM		ÇAKIL		BLOK-MOLOZ		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date		İMZA Sign									
TS1500 (mm)		<0.075		0.075-4.75		4.75-75		>75		ONUR ÖZGÜN													
BS5930 (mm)		<0.075		0.075-2.0		2.0-60		>60															
AASHTO (mm)		<0.06		0.06-2.0		2.0-60		>60															
		<0.075		0.075-2.0		2.0-75		>75															

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)										
		KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-2 SAYFA NO / Page No : 4/4 SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım										
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				GRAFIK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ÖRNEK NO Sample No
			DARBE SAYISI Number of Blows													
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										
53.00	SPT	52.50 SPT-35	50/0										38			
54.00	SPT	54.00 SPT-36 54.07	50/7										31			
55.00																
56.00	SPT	55.50 SPT-37 55.53	50/3										51			
57.00	SPT	57.00 SPT-38 57.06	50/6										41			
58.00																
59.00	SPT	58.50 SPT-39 58.54	50/4										40			
60.00		60.00														
61.00																
62.00																
63.00																
64.00																
65.00																
66.00																
67.00																
68.00																
69.00																
70.00																
71.00																
72.00																
KUMLU ÇAKIL (43.90-60.00m) Tanımlama Sayfa 3/4'de.																
KUYU SONU																
UCS (mm) <0.075 0.075-4.75 4.75-75 >75 TS1500 (mm) <0.075 0.075-2.0 2.0-60 >60 BS5930 (mm) <0.06 0.06-2.0 2.0-60 >60 AASHTO (mm) <0.075 0.075-2.0 2.0-75 >75								SONDAL MÜHENDİSİ Drilling Engineer ONUR ÖZGÜN		TARİH Date		İMZA Sign				

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOTEKNİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-3	
				SAYFA NO / Page No : 1/2	
				SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım	
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ					
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)			
KİLOMETRE / Chainage : 95+735		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 21.10.2016/0,3m			
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 19,5m			
SONDAJ KOTU / Elevation : 601m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 18.10.2016-21.10.2016			
SONDAJ MAK&YÖNT / D.Rig&Met. : B-53		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 173			
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 476 054			
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA DAYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highlyly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N=>30 SERT Hard	
				İRİ DANELİ / Coarse Grained	
				N=0-4 ÇOK GEVŞEK Very Loose N=5-10 GEVŞEK Loose N=11-30 ORTA SIKI M. Dense N=31-50 SIKI Dense N=>50 ÇOK SIKI Very Dense	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (Cl) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressurimeter Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE ÇİŞİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description
			DARBE SAYISI Number of Blows		
			GRAFIK Graph		
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm
			N	10	20
				30	40
				50	60
1.00					
2.00	SPT	1.50 SPT-1 1.54	50/4		
3.00	SPT	3.00 SPT-2 3.03	50/3		
4.00					
5.00	SPT	4.50 SPT-3 4.55	50/5		
6.00	SPT	6.00 SPT-4 6.07	50/7		
7.00					
8.00	SPT	7.50 SPT-5 7.59	50/9		
9.00	SPT	9.00 SPT-6 9.05	50/5		
10.00					
11.00	SPT	10.50 SPT-7 10.61	50/11		
12.00					
ALÜVYON (0.00-20.00m) Sıkı-çok sıkı, ıslak, %50-55 oranında bloklu, iri taş ve çakıllı, çakılları yuvarlak, iyi derecelenmiş, blok oranı %20, maksimum blok boyutu <50 cm; %40-45 oranında ince-iri taneli kumlu, %5-10 oranında ince malzemeli.					
PROFİL Profile					
DAYANIMLILIK Strenght					
AYRIŞMA Weathiring					
KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)					
KAROT % (TCR) Total Core Recovery %					
KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %					
RQD %					
ÖRNEK NO Sample No					
80 0 - 75 0 - 70 0 - 70 0 - 81 0 - 82 0 - 70 0 - 72 0 -					
UCS (mm) : <0.075 TS1500 (mm) : <0.075 BS5930 (mm) : <0.06 AASHTO (mm) : <0.075					
KUM : 0.075-4.75 ÇAKIL : 4.75-75 BLOK-MOLOZ : >75					
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer					
TARİH Date					
İMZA Sign					
ONUR ÖZGÜN					

[illegible]

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-4	
				SAYFA NO / Page No : 1/2	
				SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım	
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ					
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)			
KİLOMETRE / Chainage : 95+735		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 30.10.2016/1.45m			
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 20.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 18.00m			
SONDAJ KOTU / Elevation : 593m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 26.10.2016-30.10.2016			
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. : B-53		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 211			
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 476 065			
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D.AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TUMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N=>30 SERT Hard	
				İRİ DANELİ / Coarse Grained	
				N=0-4 ÇOK GEVSEK Very Loose N=5-10 GEVSEK Loose N=11-30 ORTA SIKI M. Dense N=31-50 SIKI Dense N=>50 ÇOK SIKI Very Dense	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (C) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) >20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample					
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE ÇİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		
			DARBE SAYISI Number of Blows		
			GRAFIK Graph		
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm
			N		
			10	20	30
			40	50	60
1.00					
2.00	SPT	1.50 SPT-1 1.53	50/3		
3.00	SPT	3.00 SPT-2 3.04	50/4		
4.00					
5.00	SPT	4.50 SPT-3 4.52	50/2		
6.00	SPT	6.00 SPT-4 6.04	50/4		
7.00					
8.00	SPT	7.50 SPT-5 7.55	50/5		
9.00	SPT	9.00 SPT-6 9.45	22	22	26
10.00					
11.00	SPT	10.50 SPT-7 10.58	50/8		
12.00					
UCS (mm) TS1500 (mm) BS5930 (mm) AASHTO (mm)			KİL-SİLT <0.075 0.075-4.75 4.75-75 >75	KUM 0.075-4.75 4.75-75 75-200 >200	ÇAKIL 2.0-60 60-200 200-75 >75
			BLOK-MOLOZ >75 >60 >60 >75		
			SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		
			ONUR ÖZGÜN		
			TARİH Date		
			İMZA Sign		



KGM

AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Research and Development Department
JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
Directorate of Geological Investigations



temelson
JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ.
GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.

BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)

SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-4

SAYFA NO / Page No : 2/2

SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım

SONDAJ DERİNLİĞİ (m)
Boring Depth (m)

NUMUNE CİNSİ
Sample Type

MANEYRA BOYU (m)
Run

STANDART PENETRASYON DENEYİ
Standart Penetration Test

JEOTEKNİK TANIMLAMA
Geotechnical Description

PROFİL
Profile

DAYANIMLIK
Strength

AYRISMA
Weathering

KIRIK (30 cm)
Fracture (30 cm)

KAROT % (TCR)
Total Core Recovery %

KAROT % (SCR)
Solid Core Recovery %

ROD %

ÖRNEK NO
Sample No

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEYRA BOYU (m) Run	DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFİK Graph						JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	ROD %	ÖRNEK NO Sample No	
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60										
13.00	SPT	12.00 SPT-8 12.10 12.50	50/10																100	0	-	
14.00	SPT	13.50 SPT-9 13.56	50/9																72	0	-	
15.00	SPT	15.00 SPT-10 15.04	50/4																77	0	-	
16.00	SPT	16.50 SPT-11 16.52	50/2																65	0	-	
17.00	SPT	16.50 SPT-11 16.52	50/2																85	5	-	
18.00	SPT	18.00 SPT-12 18.01	50/1																84	0	-	
19.00	SPT	19.50 SPT-13 19.53 20.00	50/3																85	0	-	
20.00																						
21.00																						
22.00																						
23.00																						
24.00																						
25.00																						
26.00																						
27.00																						
28.00																						
29.00																						
30.00																						
31.00																						
32.00																						

AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Research and Development Department
JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ
Directorate of Geological Investigations

JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ.
GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.

SONDAJ LOGU / BORING LOG

BÖLGE NO / District No :	10 (TRABZON)
SONDAJ NO / Borehole No :	VA3-SK-5
SAYFA NO / Page No :	1/2
SONDÖR / Driller :	Reşit Yıldırım

PROJE ADI / Project Name :	YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ		
SONDAJ YERİ / Boring Location :	ŞİLENKAR (Orta Ayak)	DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) :	T76 (76mm)
KİLOMETRE / Chainage :	95+735	YERALTI SUYU / Groundwater (m) :	26.10.2016/Artezyen (0.00m)
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :	20.00m	MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) :	89mm 18.00m/114mm 3.00m
SONDAJ KOTU / Elevation :	589m	BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date :	22.10.2016-26.10.2016
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :	B-53	KOORDİNAT / Coordinate (Northing) (N-S) Y :	4 515 194
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X :	476 039

DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained		İRİ DANELİ / Coarse Grained	
I	ÇOK DAYANIMLI Strong	I	TAZE Fresh	N=0-2	ÇOK YUMUŞAK Very Soft	N=0-4	ÇOK GEVŞEK Very Loose
II	DAYANIMLI M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	N=3-4	YUMUŞAK Soft	N=5-10	GEVŞEK Loose
III	ORTA M.Weak	III	ORTA D.AYR. Moderately W.	N=5-8	ORTA KATI M.Stiff	N=11-30	ORTA SIKI M. Dense
IV	ZAYIF Weak	IV	ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W.	N=9-15	KATI Stiff	N=31-50	SIKI Dense
V	ÇOK ZAYIF V.Weak	V	TÜMÜYLE AYR. Completely W.	N=16-30	ÇOK KATI V. Stiff	N=>50	ÇOK SIKI Very Dense
				N>30	SERT Hard		

KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %				KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.				ORANLAR / Proportions			
% 0-25	ÇOK ZAYIF	Very Poor	<1	SEYREK	Wide (W)	%5 <	PEK AZ	Slightly			
% 25-50	ZAYIF	Poor	1-2	ORTA	Moderate (M)	%5-15	AZ	Little			
% 50-75	ORTA	Fair	2-10	SIK	Close (Cl)	%15-35	ÇOK	Very			
% 75-90	İYİ	Good	10-20	ÇOK SIK	Intense (I)	%35 >	VE	And			
% 90-100	ÇOK İYİ	Excellent	> 20	PARÇALI	Crushed (Cr)						

SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test	P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test	UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	K : KAROT YÜZDESİ Core Sample
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test	VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test	D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test								GRAFIK Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strenght	AYRIŞMA Weathiring	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ÖRNEK NO Sample No
			DARBESAYISI Number of Blows																	
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40										

				ALUVYON (0.00-20.00m) Sıkı-çok sıkı; ıslak; %50-55 oranında bloklu, iri taş ve çakıllı, çakılları yuvarlak, iyi derecelenmiş blok oranı %20, maksimum blok boyutu <50 cm; %40-45 oranında ince-iri taneli kumlu, %10 oranında ince matzemelli.			
--	--	--	--	---	--	--	--

				UCS (mm) : <0.075 KUM : 0.075-4.75 ÇAĞIL : 4.75-75 BLOK-MOLOZ : >75 TS1500 (mm) : <0.075 BS5930 (mm) : <0.06 AASHTO (mm) : <0.075				SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer ONUR ÖZGÜN				TARİH Date				İMZA Sign			
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	----------------------	--	--	--	---------------------	--	--	--

 KGM	AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)		SONDAJ NO / Borehole No : VA3-SK-5											
			SAYFA NO / Page No : 2/2				SONDÖR / Driller : Reşit Yıldırım													
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test								JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strenght	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RGD %	ORNEK NO Sample No	
			DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFİK Graph													
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40										50
13.00	SPT	12.00 SPT-8 12.06	50/6										ALÜVYON (0.00-20.00m) Tanımlama Sayfa 1/2'de				79	0	-	
14.00	SPT	13.50 SPT-9 13.55	50/5														87	0	-	
15.00	SPT	15.00 SPT-10 15.04	50/4														84	0	-	
16.00																				
17.00	SPT	16.50 SPT-11 16.56	50/6														77	0	-	
18.00	SPT	18.00 SPT-12 18.03	50/3																	
19.00																	76	0	-	
20.00	SPT	19.50 SPT-13 19.55 20.00	50/5														78	9	-	
21.00													KUYU SONU							
22.00																				
23.00																				
24.00																				
25.00																				
26.00																				
27.00																				
28.00																				
29.00																				
30.00																				
31.00																				
32.00																				
UCS (mm)		KİL-SİLT		KUM		ÇAKIL		BLOK-MOLOZ		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date		İMZA Sign						
TS1500 (mm)		<0.075		0.075-4.75		4.75-75		>75												
BS5930 (mm)		<0.075		0.075-2.0		2.0-60		>60												
AASHTO (mm)		<0.075		0.075-2.0		2.0-75		>75												
										ONUR ÖZGÜN										

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / Borehole No : VA4-SK-1	
				SAYFA NO / Page No : 1/2	
				SONDÖR / Driller : Ömer Barukcu	
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ					
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)			
KİLOMETRE / Chainage : 95+900		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 24.10.2016/Yok			
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 18.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 6.00m			
SONDAJ KOTU / Elevation : 654m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 22.10.2016-24.10.2016			
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. : D-500		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 113			
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 475 913			
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA DAYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N= >30 SERT Hard	
				İRİ DANELİ / Coarse Grained	
				N=0-4 ÇOK GEVŞEK Very Loose N=5-10 GEVŞEK Loose N=11-30 ORTA SIKI M. Dense N=31-50 SIKI Dense N= >50 ÇOK SIKI Very Dense	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (Cl) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressurometer Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	
NUMUNE ÇİNSİ Sample Type		DARBE SAYISI Number of Blows		PROFİL Profile	
MANEVRAYA BOYU (m) Run		GRAFİK Graph		DAYANIMLILIK Strength	
		0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N		AYRIŞMA Weathiring	
		10 20 30 40 50 60		KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	
				KAROT % (TGR) Total Core Recovery %	
				KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	
				RQD %	
				ÖRNEK NO Sample No	
1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00		1.50 2.50 4.50 5.50 6.50 7.50 8.50 9.50 10.50		YAMAÇ MOLOZU (0.00-1.00m) Açık kahverenkli düşük plastisiteli killi; yeşilimsi gri renkli, köşeli çakıllı. KİREÇTAŞI (1.00-18.00m) Koyu gri, yeşilimsi gri renkli; 1.50-4.50m ve 8.50-18.00m ler arası taze-az ayrışmış, dayanımlı, sık kırıklı; 1.00-1.50m ve 4.50-8.50m ler arası az ayrışmış, orta derecede dayanımlı, çok sık parçalı kırıklı; genel olarak düzensiz çatlaklı, çatlakları kalsit dolgulı, kırık yüzeyleri kahve renkli ve pürüzlü; 8.20-9.30m ler arasında volkanik kırıntılı kumtaşı geçişi.	
UCS (mm) TS1500 (mm) BS5930 (mm) AASHTO (mm)		KİL-SİLT KUM ÇAKIL BLOK-MOLOZ		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer ONUR ÖZGÜN	
				TARİH Date	
				İMZA Sign	

[illegible]

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOLOJİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)									
				SONDAJ NO / Borehole No : VA4-SK-2									
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SAYFA NO / Page No : 1/1									
SONDÖR / Driller : Ömer Barukcu													
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak) KİLOMETRE / Chainage : 95+900 SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 10.00m SONDAJ KOTU / Elevation : 646m SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. : D-500													
DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : 176 (76mm) YERALTISUYU / Groundwater (m) : 26.10.2016/Yok MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 6.00m BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 26.10.2016-26.10.2016 KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 109 KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 475 929													
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained									
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D.AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N= >30 SERT Hard									
				İRİ DANELİ / Coarse Grained N=0-4 ÇOK GEVŞEK Very Loose N=5-10 GEVŞEK Loose N=11-30 ORTA SIKI M. Dense N=31-50 SIKI Dense N= >50 ÇOK SIKI Very Dense									
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions									
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (C) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And %5 < PEK AZ Slightly %5-20 AZ Little %20-50 ÇOK Very									
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample									
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample									
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample													
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strenght	AYRIŞMA Weathiring	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ÖRNEK NO Sample No
			DARBE SAYISI Number of Blows	GRAFİK Graph									
1.00			0-15 cm										
2.00	SPT	1.50 SPT-1	50/5							67	0	-	
3.00	SPT	3.00 SPT-2	50/10							69	0	0	
4.00										72	9	-	
5.00													
6.00													
7.00													
8.00													
9.00													
10.00													
11.00													
12.00													
YAMAÇ MOLOZU (0.00-4.35m) Açık-koyu kahverenkli; kili, ince kumlu; gri, bej renkli, köşeli çakıllı.													
KİREÇTAŞI (4.35-10.00m) Gri renkli, taze-az ayrışmış, dayanımlı, çatlakları düzensiz ve kalstı dolgulu, sık-çok sık kırıklı, kırık yüzeyleri pürüzlü.													
KUYU SONU													
UCS (mm) <0.075 0.075-4.75 4.75-75 >75 TS1500 (mm) <0.075 0.075-2.0 2.0-60 >60 BS5930 (mm) <0.06 0.06-2.0 2.0-60 >60 AASHTO (mm) <0.075 0.075-2.0 2.0-75 >75						SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date		İMZA Sign			
ONUR ÖZGÜN													

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)	
				SONDAJ NO / Borehole No : VA4-SK-3	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SAYFA NO / Page No : 1/1	
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)		SONDÖR / Driller : Ömer Barukcu	
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 21.10.2016/Yok			
KİLOMETRE / Chainage : 95+900		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 7.5m			
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 12.00m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 21.10.2016-21.10.2016			
SONDAJ KOTU / Elevation : 670m		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 096			
SONDAJ MAK&YÖNT / D.Rig&Met. : D-500		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 475 906			
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D.AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TUMÜYLE AYR. Completely W.		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N>30 SERT Hard	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.		ORANLAR / Proportions	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (Cl) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		%5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And %5 < PEK AZ Slightly %5-20 AZ Little %20-50 ÇOK Very	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample					
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEYRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description
			DARBE SAYISI Number of Blows 0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N GRAFİK Graph 10 20 30 40 50 60		
1.00	SPT	1.50 SPT-1	50/7		YAMAÇ MOLOZU (KİLLİ ÇAKILLI KUM) (0.00-7.00m) Çok sıkı, kahverenkli, ince-iri taneli %55-60 kum; %20-25 çakıl, ince-iri taneli-köşeli-yarı köşeli; %15-20 ince malzeme.
2.00		1.57			
3.00	SPT	3.00 SPT-2	50/4		70
4.00		3.04			
5.00	SPT	4.50 SPT-3	50/4		72
6.00		4.54			
7.00	SPT	6.00 SPT-4	50/7		65
8.00		6.07			
9.00		7.50			68
10.00					
11.00		9.50			100 90 72
12.00		10.50			
12.00		12.00			KUYU SONU
UCS (mm)	KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer
TS1500 (mm)	<0.075	0.075-4.75	4.75-75	>75	ONUR ÖZGÜN
BS5930 (mm)	<0.075	0.075-2.0	2.0-60	>60	
AASHTO (mm)	<0.06	0.06-2.0	2.0-60	>60	
	<0.075	0.075-2.0	2.0-75	>75	TARİH Date
					İMZA Sign

EK-2 (Devam). Sondaj Logları

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 temelson JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON)	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO / Borehole No : VA4-SK-4	
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)		SAYFA NO / Page No : 1/1	
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 25.10.2016/Yok		SONDÖR / Driller : Ömer Barukcu	
KİLOMETRE / Chainage : 95+900		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 1.50m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 24.10.2016-25.10.2016	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 10.00m		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 128		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 475 920	
SONDAJ KOTU / Elevation : 646m		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. : D-500		İRİ DANELİ / Coarse Grained		ORANLAR / Proportions	
DAYANIMLILIK / Strenght I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		AYRIŞMA / Weathiring I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D. AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.		İNCE DANELİ / Fine Grained N=0-2 ÇOK YUMUŞAK Very Soft N=3-4 YUMUŞAK Soft N=5-8 ORTA KATI M.Stiff N=9-15 KATI Stiff N=16-30 ÇOK KATI V. Stiff N= >30 SERT Hard	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD % % 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm. <1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (Cl) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)		ORANLAR / Proportions %5 < PEK AZ Slightly %5-15 AZ Little %15-35 ÇOK Very %35 > VE And	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressurometer Test		UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample	
BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	
NUMUNE CİNSİ Sample Type		DARBE SAYISI Number of Blows		PROFİL Profile	
MANEVR A BOYU (m) Run		GRAFİK Graph		DAYANIMLILIK Strenght	
0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N		10 20 30 40 50 60		AYRIŞMA Weathining	
1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00		1.50 4.50 6.50 8.50 10.00		KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	
YAMAÇ MOLOZU (0.00-0.80m) Açık kahverenkli düşük plastisiteli killi, ince-iri kumlu; yeşilimsi gri, koyu gri renkli, köşeli çakıllı.		KİREÇTAŞI (0.80-10.00m) 2.50-4.00m ve 7.50-10.00m arası gri renkli, taze - az ayrışmış, dayanımlı, sık-çok sık kırıklı, kırık yüzeyleri kahverenkli, pürüzlü ve açık, 0.80-2.50m ve 4.00-7.50m arası koyu kahve, yeşilimsi gri renkli, orta-derecede ayrışmış, orta dayanımlı, parçalı kırıklı;		KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	
III-IV		II-III		KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	
67		100		RQD %	
4		80		ÖRNEK NO Sample No	
0		77		58	
100		100		100	
KUYU SONU		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date	
ONUR ÖZGÜN		İMZA Sign		9	
UCS (mm) TS1500 (mm) BS5930 (mm) AASHTO (mm)		KİL-SİLT <0.075 0.075-0.075 0.075-0.075 0.075-0.075		KUM 0.075-0.075 0.075-0.075 0.075-0.075 0.075-0.075	
4.75-75 2.0-60 2.0-60 2.0-75		ÇAKIL 4.75-75 2.0-60 2.0-60 2.0-75		BLOK-MOLOZ >75 >60 >60 >75	

 KGM	AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLÖJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations	 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.	BÖLGE NO / District No : 10 (TRABZON) SONDAJ NO / Borehole No : VA4-SK-5 SAYFA NO / Page No : 1/1 SONDÖR / Driller : Ömer Barukcu
PROJE ADI / Project Name : YUSUFELİ BARAJ KÖPRÜLERİ			
SONDAJ YERİ / Boring Location : ŞİLENKAR (Orta Ayak)		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : T76 (76mm)	
KİLOMETRE / Chainage : 95+900		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 20.10.2016/Yok	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 10.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 6m	
SONDAJ KOTU / Elevation : 673m		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 20.10.2016-20.10.2016	
SONDAJ MAK&YÖNT / D.Rig&Met. : D-500		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4 515 118 KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 475 898	
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring	
I ÇOK DAYANIMLI Strong II DAYANIMLI M.Strong III ORTA M.Weak IV ZAYIF Weak V ÇOK ZAYIF V.Weak		I TAZE Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. V TÜMÜYLE AYR. Completely W.	
KAYA KALİTESİ TANIMI RQD %		KIRIKLAR / Fractures / 30 cm.	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor % 25-50 ZAYIF Poor % 50-75 ORTA Fair % 75-90 İYİ Good % 90-100 ÇOK İYİ Excellent		<1 SEYREK Wide (W) 1-2 ORTA Moderate (M) 2-10 SIK Close (C) 10-20 ÇOK SIK Intense (I) > 20 PARÇALI Crushed (Cr)	
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test BST : BASINÇLI SU TESTİ Lugeon Test		P : PRESİYOMETRE DENEYİ Pressuremeter Test VS : VEYN DENEYİ Vane Shear Test	
UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE Undisturbed Sample D : ÖRSELENMİŞ NUMUNE Disturbed Sample		K : KAROT YÜZDESİ Core Sample	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type	
MANEVRA BOYU (m) Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test	
DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFİK Graph	
0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N		10 20 30 40 50 60	
1.00		SPT	
2.00		1.50 SPT-1 1.53	
3.00		50/3	
4.00		3.00	
5.00		4.00	
6.00		4.40	
7.00		6.40	
8.00		8.40	
9.00		10.00	
10.00			
11.00			
12.00			
UCS (mm) TS1500 (mm) BS5930 (mm) AASHTO (mm)		KİL-SİLT <0.075 <0.075 <0.06 <0.075	
		KUM 0.075-4.75 0.075-2.0 0.06-2.0 0.075-2.0	
		ÇAKIL 4.75-75 2.0-60 2.0-60 2.0-75	
		BLOK-MOLOZ >75 >60 >60 >75	
SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date	
ONUR ÖZGÜN		İMZA Sign	

ÖZGEÇMİŞ

Salih UZUN, 08/01/1993 tarihinde Artvin İli Yusufeli İlçesi'nde doğdu. İlköğretimini 2003 yılında Yusufeli 7 Mart İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimini 2006 yılında Kazım Karabekir Orta Okulu'nda ve lise eğitimini 2010 yılında Yusufeli Çok Programlı Anadolu Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini 29/01/2016 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 15/12/2016 tarihinde C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı belgesini aldı. 18/07/2016 tarihinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir. Yusufeli Metalik Maden Projesi'nde saha mühendisi olarak görev yapmıştır. Orta derecede İngilizce bilmektedir