

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SALARHA (MERKEZ-RİZE) TÜNELİ GÜZERGÂHINDAKİ
KAYA KÜTLELERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Tayyip Can TURAN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Ayberk KAYA

JÜRİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Ali Osman YILMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz DEMİR

RİZE-2020

Her Hakkı Saklıdır

ÖNSÖZ

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında 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 Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz DEMİR'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde desteğini gördüğüm Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) 10. Bölge Müdürlüğüne ve Jeoloji Müh. Aytuna SAYIN'a ve Jeoloji Müh. Murat KONAK'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

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

Tayyip Can TURAN

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Salarha (Merkez-Rize) Tüneli Güzergâhındaki Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri” başlıklı bu tezi, 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.
03/07/2020

Tayyip Can TURAN



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

ÖZET

SALARHA (MERKEZ-RİZE) TÜNELİ GÜZERGÂHINDAKİ KAYA KÜTLELERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Tayyip Can TURAN

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

Bu çalışmada, Salarha (Merkez-Rize) Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütlelerinin özellikleri mühendislik jeolojisi açısından araştırılmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda tünel güzergâhında Geç Kretase yaşlı volkanik ve tortul birimlerin yüzeylendiği belirlenmiştir. Kaya kütlelerinin mühendislik özelliklerini belirlemek için arazi, laboratuvar ve analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Süreksizliklerin mühendislik özelliklerini belirlemek için sondajlardan ve hat etüdü çalışmalarından yararlanılmış ve ISRM ölçütlerine göre tanımlamaları yapılmıştır. Kaya kalite göstergesi (RQD), hacimsel eklem sayısı (J_v) ve süreksizlik sıklığı (λ) değerleri belirlenmiştir. Kaya malzemelerinin fiziko-mekanik ve elastik özelliklerini saptamak amacıyla laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Kaya kütle özellikleri ise ampirik eşitliklerden yararlanarak belirlenmiştir. Tünel güzergâhı topoğrafik durum ve örtü kalınlığı dikkate alınarak beş bölüme ayrılmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak bu bölümlerdeki kaya kütleleri RMR, Q, RMi, RMQR, GSI ve NATM sistemlerine göre sınıflandırılarak kaya kaliteleri belirlenmiştir.

2020, 116 sayfa

Anahtar Kelimeler: Süreksizlik Özellikleri, Malzeme Kütle Özellikleri, Kaya Kütle Sınıflama Sistemleri, Salarha Tüneli

ABSTRACT

ENGINEERING PROPERTIES OF THE ROCK MASSES ON THE SALARHA (MERKEZ-RİZE) TUNNEL ROUTE

Tayyip Can TURAN

**Recep Tayyip Erdogan 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 properties of the rock masses located along the Salarha (Merkez-Rize) tunnel alignment were investigated in terms of engineering geology. As a result of the geological studies, it is determined that, the Late Cretaceous-aged volcanic and sedimentary rocks were outcropped along the tunnel alignment. Field, laboratory and analyses studies were carried out to determine the engineering properties of rock masses. In order to determine the properties of discontinuities, the scan-line survey method and borehole data were utilized, and defined based on the ISRM suggested method. The rock quality designation (RQD), volumetric joint count (J_v) and joint density (λ) values were determined. Laboratory tests were performed to determine the physico-mechanical and elastic properties of rock materials. Rock mass properties were determined from empirical equations. The tunnel alignment was divided into five sections considering the topographic condition and overburden height. Rock masses were classified according to RMR, Q, GSI and NATM systems by using the obtained data and their quality were determined.

2020, 116 pages

Keywords: Properties of Discontinuities, Material and Mass Properties, Rock Mass Classification Systems, Salarha Tunnel

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	3
1.3. Çalışma Alanının Tanıtılması	4
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü	4
1.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler	5
1.6. Depremsellik	5
1.7. Jeomorfoloji	6
1.8. Bölgesel Jeoloji	7
1.9. Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikler	7
1.10. Doğu Karadeniz Bölümü’nde Yapılan Önceki Tünel Jeolojisi Çalışmaları	8
1.11. Salarha Tüneli Güzergâhında Yapılan Önceki Jeoteknik Çalışmalar	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	11
3. BULGULAR	12
3.1. Tünel Güzergâhının Genel Jeolojisi	12
3.1.1. Bakırköy Formasyonu	12
3.1.2. Kaplıca Formasyonu	13
3.1.3. Kabaköy Formasyonu	14
3.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları	17
3.2.1. Jeoteknik Araştırma Sondajları	17
3.2.2. Fiziko-mekanik ve Elastik Özellikler	18

3.2.3. Süreksizliklere Ait Özellikler	20
3.2.4. Kaya Kütlelerinin Sınıflandırılması.....	24
3.2.4.1. Kaya Kütle Puanlaması (RMR) Sistemi	24
3.2.4.2. Kaya Kütle Kalitesi (Q) Sistemi	30
3.2.4.3. Kaya Kütle İndeksi (RMi) Sistemi	33
3.2.4.4. Kaya Kütle Kalitesi Puanlama (RMQR) Sistemi	37
3.2.4.5. Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) Sistemi	39
3.2.4.6. Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi (NATM)	41
3.2.5. Kaya Kütle Özellikleri.....	45
4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	50
5. ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	53
EKLER	57
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Çalışma alanına ait yer bulduru haritası	2
Şekil 2.	Salarha Tüneli güzergâhının uydu fotoğrafı üzerindeki görünümü (ölçeksizdir)	2
Şekil 3.	Salarha Tüneli'nin (a) giriş ve (b) çıkış bölümlerinin araziden görünümü	3
Şekil 4.	Bakırköy Formasyonuna ait marnların Dalyan mevkiindeki görünümü	13
Şekil 5.	Kaplıca Formasyonuna ait tabakaların Kaplıca mevkiindeki görünümü	14
Şekil 6.	Kabaköy Formasyonuna ait bazaltların Salarha mevkiindeki görünümü	15
Şekil 7.	Tünel güzergâhı ve çevresine ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve tünel güzergâhının jeolojik kesiti (Güven, 1993'ten değiştirilerek)	16
Şekil 8.	Hat etüdü yönteminin kaya kütlesi aynalarında uygulanması (ISRM, 2007)	20
Şekil 9.	Kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren kesit (Hudson ve Harrison, 1997)	21
Şekil 10.	Kaya kütlelerinin içerdiği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren blok diyagram (Wyllie ve Mah, 1999) ...	21
Şekil 11.	RMR puanını hesaplama aşamalarını gösteren akış şeması (Bieniawski, 1989)	25
Şekil 12.	RMR sisteminde önerilen grafikler (Bieniawski, 1989)	26
Şekil 13.	Hoek vd. (2013) tarafından önerilen sayısal GSI abağına göre kaya kütlelerinin değerlendirilmesi	40
Şekil 14.	NATM, Q ve RMR kaya kütle sınıflarının eşleştirilmesi (KGM, 1997)	44
Şekil 15.	Bölüm-1'de bulunan kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	47
Şekil 16.	Bölüm-2'de bulunan kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	47
Şekil 17.	Bölüm-3'te bulunan kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	48
Şekil 18.	Bölüm-4'te bulunan kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	48
Şekil 19.	Bölüm-5'de bulunan kaya kütlelerine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri	49

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tünel güzergâhında yapılan sondajlara ait teknik bilgiler	17
Tablo 2. TSK-1, 2, 3, 4 nolu sondajlardan alınan karot örneklerine ait fiziksel, mekanik ve elastik özellikler	18
Tablo 3. TSK-6, 7, 8, 9, 11 nolu sondajlardan alınan karot örneklerine ait fiziksel, mekanik ve elastik özellikler	19
Tablo 4. Tünel güzergâhında yer alan kaya kütlelerindeki süreksizlik özelliklerinin ISRM (2007) tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi ...	23
Tablo 5. Kaya kütlelerine ait ortalama RQD, J_v ve λ değerlerinin literatürdeki tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi	23
Tablo 6. RMR kaya kütle sınıflama sistemi (Bieniawski, 1989).....	26
Tablo 7. RMR sisteminde süreksizlik eğim ve doğrultusunun etkisi (Bieniawski, 1989).....	27
Tablo 8. RMR sisteminde süreksizlik yönelimine göre düzeltme (Bieniawski, 1989).....	27
Tablo 9. Patlatma ve başlıca zayıflık düzlemleriyle ilgili düzeltme katsayıları (Kendorski vd., 1983).....	28
Tablo 10. RMR sınıflama sistemine göre kaya sınıfları ve puanları (Bieniawski,1989)	28
Tablo 11. Kaya kütlelerinin RMR sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi.....	29
Tablo 12. Kaya kalite göstergesi - % RQD (Deere, 1964).....	30
Tablo 13. Süreksizlik takım sayısı - J_n (Barton vd., 1974).....	30
Tablo 14. Süreksizlik pürüzlülük sayısı - J_r (Barton vd., 1974)	31
Tablo 15. Süreksizlik yüzeyi bozunma sayısı - J_a (Barton vd., 1974).....	31
Tablo 16. Süreksizlik suyu azaltma faktörü - J_w (Barton vd., 1974).....	32
Tablo 17. Gerilme azaltma faktörü - SRF (Barton ve Grimstad, 1994).....	32
Tablo 18. Q değerlerine göre kaya kütlelerinin sınıflandırılması (Barton vd., 1974)....	33
Tablo 19. Kaya kütlelerinin Q kaya kütle sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi .	33
Tablo 20. Süreksizlik pürüzlülük faktörü – j_R (Palmström, 2000).....	35
Tablo 21. Süreksizlik yüzeyi bozunma faktörü – j_A (Palmström, 2000).....	35
Tablo 22. Süreksizlik uzunluk faktörü – j_L (Palmström, 2000)	36
Tablo 23. R M_i değerlerinin tanımlamaları (Palmström, 2000).....	36
Tablo 24. Kaya kütlelerinin R M_i sistemine göre değerlendirilmesi	37
Tablo 25. RMQR sisteminin sınıflama parametreleri (Aydan vd., 2013).....	38

Tablo 26. RMQR değerlerine göre kaya kütle kalitesi sınıfları (Aydan vd., 2013).....	39
Tablo 27. Kaya kütlelerinin RMQR sistemine göre değerlendirilmesi.....	39
Tablo 28. Kaya kütlelerinin GSI sistemine göre değerlendirilmesi	41
Tablo 29. Kaya kütlelerinin NATM kaya kütle sınıflamasına göre değerlendirilmesi..	43
Tablo 30. Kaya kütlelerine ait parametreler	46



SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Assoc. Prof. Dr.	Associate Professor Doctor
D	Örselenme Faktörü
DAF	Doğu Anadolu Fayı
Db	Blok Çapı (m)
Doç. Dr.	Doçent Doktor
Dr. Öğr. Üyesi	Doktor Öğretim Üyesi
ED	European Datum
E_i	Elastisite Modülü (GPa)
E_m	Deformasyon Modülü (GPa)
FEM	Finite Element Method
GSI	Jeolojik Dayanım İndeksi
$I_{S(50)}$	Nokta Yüğü Dayanım İndeksi (MPa)
ISRM	International Society for Rock Mechanics
jA	Süreksizlik Yüzeyi Bozunma Faktörü
J_a	Süreksizlik Yüzeyi Bozunma Değeri
jC	Süreksizlik Faktörü
JCond ₈₉	RMR Sistemi Süreksizlik Koşulu
jL	Süreksizlik Uzunluk Faktörü
J_n	Süreksizlik Takımı Sayısı
JP	Süreksizlik Dayanım Azaltma Faktörü
jR	Süreksizlik Pürüzlülük Faktörü
J_r	Süreksizlik Pürüzlülük Değeri
J_v	Hacimsel Eklem Sayısı (eklem/m ³)
J_w	Süreksizlik Suyu Azaltma Faktörü
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KD-GB	Kuzeydoğu-Güneybatı
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
m_b, s ve a	Hoek-Brown Sabitleri
m_i	Kaya Malzemesi Sabiti
NACS	North American Commission on Stratigraphy
NATM	Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi

NX	54,7 mm. Çaplı Karot
ÖNORM	Avusturya Normu
Q	Kaya Kütle Kalitesi
Prof. Dr.	Profesör Doktor
R _{BD}	Bozunma Derecesi Puanı
RMi	Kaya Kütle İndeksi
RMQR	Kaya Kütle Kalitesi Puanlama
RMR	Kaya Kütle Puanlaması
RMR ₈₉	Kaya Kütle Puanlaması Sisteminin Güncellenmiş Hali
RQD	Kaya Kalite Göstergesi (%)
R _{SA}	Süreksizlik Aralığı Puanı
R _{SD}	Süreksizliklerin Durumu Puanı
R _{SED}	Su Emme Durumu Puanı
R _{STS}	Süreksizlik Takım Sayısı Puanı
R _{YASD}	Yeraltı Suyu Sızma Durumu Puanı
S1	En Büyük Süreksizlik Ara Uzaklığı (cm)
S3	En Küçük Süreksizlik Ara Uzaklığı (cm)
SRF	Gerilme Azaltma Faktörü
TBM	Tünel Delme Makinesi
UTM	Evrensel Enlem Merkatörü
V _b	Blok Hacmi (m ³)
B	Blok Şekli Faktörü
σ_1 - σ_3	En Büyük ve En Küçük Normal Gerilme (MPa)
σ_{ci}	Kaya Malzemesinin Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
σ_{cm}	Kaya Kütlelerinin Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)
ν_m	Kaya Kütlelerinin Dinamik Poisson Oranı
γ	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
σ - τ	Normal ve Kayma Gerilmeleri (MPa)
λ	Süreksizlik Sıklığı (m ⁻¹)
ν_i	Kaya Malzemesinin Poisson Oranı
2D	İki boyutlu
3D	Üç Boyutlu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanın toplumda ilişki kurmasını ve üretmiş olduğu bilgi, sermaye, mal ve hizmetlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan vasıtaların başında ulaşım gelmektedir. Günümüzde ulaşım yapılan yatırımlar giderek artmakta ve bu yatırımlar insanın yaşam kalitesini arttırmada önemli rol oynamaktadır. Yapılan yatırımların boyutları ile beraber ağırlıkları da giderek artmaktadır. Bu durum sadece yer yüzeyinin üstünde yapılan çalışmalardan ibaret değildir. Coğrafi zorluklarla beraber mevcut koşullar temel alındığında ekonomik olması sebebiyle ulaşımı sağlamada gerekli olan büyük mühendislik yapılarından biri de karayolu tünelleridir. Karayolu tünellerinin projelendirilmesi, jeolojik ve jeoteknik verilere göre yapılır ve bu planlamalarla birlikte ekonomik koşullar da göz önünde bulundurularak tasarımı şekillendirilir. Tüneller projelendirilirken kazı aşamasının minimum maliyet ve maksimum güvende olması istenir. Bu iki kriterin tam anlamıyla sağlanabilmesi için tünel güzergâhındaki jeolojik ve jeoteknik verilerin doğru ve net bir şekilde ortaya konulması gereklidir.

Rize ili sınırları içinden geçen şehir içi ulaşım yollarındaki ve Karadeniz sahil yolundaki trafik yoğunluğunu azaltmak ve Salarha vadisinde yaşayan yoğun nüfusun il merkezine ulaşımını konforlu hale getirmek için Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü (KGM) tarafından Salarha (Rize) Tünelinin yapımına karar verilmiştir. Güney Çevre Yoluna bağlanacak bu tünelin ulaşım açılması ile birlikte Dalyan mevkiinden Dört Yol mevkiine kadar olan yaklaşık 12 km.'lik mesafe 2.9 km.'lik bir tünelle geçilerek büyük bir zaman tasarrufu sağlanacaktır (Şekil 1). Bu proje tamamlandığında bölgenin ulaşım ağına önemli bir katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bölgesel ve mevsimsel ulaşım hızını artıracığı ve trafik işleme kolaylığı sağlayacağı da öngörülmektedir. Rize il merkezinden Km: 0+205'de başlayan tünel Salarha mevkiinden Km: 3+130'da çıkarak köprülü kavşak ile Küçükçayır yoluna bağlanacaktır (Şekil 2 ve 3). Modifiye at nalı kesitli ve çift tüp şeklinde olan tünelin desteksiz kazı yüksekliği 9 m. genişliği ise 12 m. olup, şuan için delme-patlatma ve mekanik kazı yöntemleri ile kazı işlemi yürütülmektedir. Salarha mevkiinde başlayan tünel kazısının büyük çoğunluğu

2



Şekil 3. Salarha Tünelinin (a) giriş ve (b) çıkış bölümlerinin araziden görünümü

1.2. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, pilot çalışma alanı olarak seçilen Salarha Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütlelerinin özelliklerini mühendislik jeolojisi açısından incelemektir. Bu kapsamda tünel güzergâhında yer alan formasyonlardaki kaya kütlelerine ait mühendislik özellikler arazide yapılan çalışmalarla, kaya malzemelerine

ait özellikler ise laboratuvarında yapılan deneysel çalışmalarla (birim hacim ağırlık, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, elastisite modülü, Poisson oranı) belirlenmiştir. Tünel tasarım aşamasında açılan 9 adet araştırma sondajından elde edilen veriler yardımıyla ilk önce tünel güzergahında yer alan birimlerdeki süreksizliklerin özellikleri belirlenmiş, daha sonra yeraltı kazılarında yaygın olarak kullanılan RMR, Q, R_{Mi}, RMQR, GSI ve NATM gibi ampirik sınıflama sistemleri yardımıyla kaya kaliteleri ve sınıfları saptanmış, son olarak kaya kütle özellikleri (Hoek-Brown sabitleri, basınç dayanımı, deformasyon modülü, Poisson oranı) tespit edilmiştir.

1.3. Çalışma Alanının Tanıtılması

Salarha Tünelinin giriş bölümünün yer aldığı Rize şehir merkezindeki Dalyan mevkii, yoğun yerleşim yerlerinin olduğu bir bölgedir. Tünelin çıkış bölümü ise Salarha vadisinin sol yamacında konumlanmış durumdadır. Bu vadide konut yoğunluğu düşük olup, şehirleşme açısından yeni yeni mesafe kat etme aşamasındadır. Salarha Tünelinin güzergâhı dağlık ve engebeli bir alanda ilerlemekte olup, tünel girişinde ve çıkışında olmak üzere iki adet köprülül kavşağın yapılması planlanmıştır. Arazi koşullarının zorluğu ve yamaç eğimlerinin yüksekliği, bağlantı yollarının tasarımında güçlüklerle neden olmuştur. Bu nedenle tünel güzergâhı S şeklinde kavis verilerek tasarlanmış olup, giriş ve çıkışlar mümkün olduğunca ana yola yakın ve paralel tutulmaya çalışılmıştır.

1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Doğu Karadeniz Bölümünde dağlık bir coğrafyada konumlanan ve kuzeyinde Karadeniz'e kıyısı bulunan Rize ilinde kışları ılık yazları ise nispeten sıcak geçmektedir. Yöre her mevsim yağış alan bir iklim karakterine sahiptir. Genel olarak Karadeniz sahil bandından itibaren yamaçların eğimi güney yönüne doğru sert olarak yükselmektedir. Rize ilinin yağışlı olmasının sebebi dağların denize paralel olarak sıralanması ve bunun sonucunda denizden gelen nemli havanın dağları tırmanarak topoğrafik yağışlar oluşturmaktadır. Bu yağışlar ile beraber şehirde nem oranı özellikle yaz mevsiminde en üst seviyelere çıkmaktadır.

Rize ilinde yıllık yağış miktarının ve nem oranının çok fazla olması, güneş ışığının yetersizliği ve tarım alanlarının genel olarak yüksek eğimlerde oluşu bitki örtüsü çeşitliliğini sınırlandırmaktadır. Tarım alanlarının % 90'ını çay bitkisi oluşturmaktadır. Çaydan sonra ikinci tarım ürününü fındık oluşturmaktadır. Yörede narenciye ürünleri ve az miktarda sebze, turuncgiller, kivi ve diğer meyveler de yetişmektedir.

1.5. Sosyo-Ekonomik Bilgiler

Çalışma alanı ve çevresindeki arazi oldukça engebeli bir yapıya sahiptir. Sahanın bu engebeli yapısı tarım faaliyetlerinin sürdürülebilir olma durumunda hiçbir zaman engel teşkil etmemiştir. Rize ilinin geneli değerlendirildiğinde rakımın düşük olduğu seviyelerde çay tarımı önemli bir gelir kaynağı sağlanmaktadır. Rakımın yüksek olduğu seviyelerde ise küçük ve büyük baş hayvancılık ile arıcılık bölge insanının geçim kaynaklarında önemli bir yere sahiptir.

Bölgede çay bitkisi ve sanayisi kentin en önemli geçim kaynağı olma özelliğini korumaktadır. Rize sanayisinin temelini oluşturan çay tarımı her şeyden önce tarlada ve fabrikada yüksek oranda istihdam sağlayarak, ekonomik anlamda bölgede olumlu etkiler oluşturmuş, bölge insanının gelir seviyesini yükseltmiş ve hayat standartlarının artmasında önemli rol oynamıştır. Ancak, her istihdam kaynağında olduğu gibi çay tarımı da ihtiyaç sahiplerinin çoğuna iş imkânı olamamış, bu durum büyük şehirlere göç olayına neden olmuştur. Göçün daha çok büyük kentlere yönelmesi ekonomik anlamda kentin yetersizliğini ortaya koymakta ve bu durum nüfus artış hızını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu duruma ek olarak kentin genişlemesini engelleyen coğrafi koşullar da kentsel nüfusun artışını engellemektedir.

1.6. Depremsellik

Anadolu'daki sismik faaliyetler, yarımadayı çevreleyen tektonik katmanların göreceli hareketleri sonucunda oluşmaktadır. Bu hareketler çoğunlukla Kuzey Anadolu (KAF) ve Doğu Anadolu Fay Hatları (DAF) üzerinde meydana gelmektedir. Sözü edilen iki fay, Türkiye'deki iç deformasyonlar ve tektonik hareketlerin başlıca nedenleri

olarak kabul edilmektedir. Bu iki faydan KAF, dünyadaki en aktif geçiş fayı olarak kabul edilmektedir.

Çalışma alanı, evre ve şehircilik Bakanlığı (Mülga Bayındırlık ve İşkan Bakanlığı) “Türkiye Deprem Haritası” değerlendirmelerine göre 4. derecede deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Ayrıca, İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı’nın yenilenen “Türkiye Deprem Tehlike Haritası”na göre çalışma alanındaki beklenen ivme değeri yaklaşık 0.21 g olup, “düşük tehlike” kategorisindedir. Dolayısıyla, alışma alanı depremin yıkıcı etkisine maruz kalma tehlikesi altında değildir. Rize İli, önemli deprem kuşakları üzerinde yer almadığı gibi son yüzyıl içinde kayda değer bir depreme de maruz kalmamıştır. Buna rağmen, KAF’a bağlı oluşan güçlü depremlerin zayıf yansımaları hissedilmiş, ancak bunlar tarihte hiçbir zaman can ve mal kaybına neden olmamıştır.

1.7. Jeomorfoloji

Doğu Karadeniz kıyısındaki sıradağların kuzey yamacında yer alan Rize ilinin jeomorfolojisi  bölümden oluşmaktadır. Bunların ilkini kıyı şeridi ve alüvyon düzlükleri oluşturmaktadır. Yaklaşık 80 km. uzunluğundaki kıyı şeridinin genişliği akarsu vadileri dışında ortalama 20-150 m. arasındadır. Çok sayıda akarsu tarafından kesilen bu şeridin en geniş düzlüklerini alüvyon yelpazeleri oluşturmaktadır. Bunlardan en geniş olanı ise Fırtına deresinin alüvyon yelpazesi ovasıdır. İkinci jeomorfolojik unsur sınıfında derin vadilerle yarılmış dağlık alanlar bulunmaktadır. Kıyı düzlüğünün hemen gerisinden itibaren giderek yükselen arazi kotu 150-200 m.’yi bulmaktadır. Bu kesimlerden başlayarak topografya giderek daralan akarsuların aşındırmasıyla derinleşmiş vadilerle temsil edilmektedir. Keskin ve birbirine yakın sırtlar ve dik yamaçlı “V” profili veren vadiler, yaklaşık 2000 m. ykseklіęe kadar yörenin karakteristik topoğrafik görünüşünü oluştururlar. nc jeomorfolojik sınıfı ise yüksek dağlık alanlar ve buzul topografyası oluşturmaktadır. Yaklaşık 2000 m. yükseklikten başlayan ve 3000-3200 m. ykseklіęe kadar olan kesimlerde topografya basık sırtlar, dik yamaçlı “U” profilili vadilerden oluşmaktadır. Bu alanda çok sayıda küçük boyutlu buzlar ve moren set glleri mevcuttur. Bu alanların 3000 m.’yi aşan bölümleri Rize’nin en sarp kesimini oluşturmaktadır.

1.8. Bölgesel Jeoloji

Bölgesel jeolojik yapı incelendiğinde bölgede Paleozoikten itibaren Geç Kretaseye kadar karasal ortamın hakim olduğu görülmektedir. Bundan sonra ise, magmatizmanın egemen olduğu sığ denizel tortular görülmektedir. Doğu Karadeniz bölümü volkanik bir arktan oluşmuştur. Bunu oluşturan volkanizma, Geç Kretasede önemli derecede faaliyet göstermiş ve geniş alanları kaplamıştır. Trabzon'dan Hopa'ya kadar olan bu yay içindeki Geç Kretasede dasit, bazalt ve tortullardan oluşan birimlerin ardaalanması görülmektedir. Bu ardaalanmada bazaltlar hakim, dasitler yaygın ve tortul kayaçlar da sınırlı olarak bulunmaktadır. Özellikle tortul birimler lokal olarak görülmektedir. Bu bölgedeki tortul birimler tüfitleri de içerdiklerinden genellikle volkano-tortul olarak adlandırılırlar. Geç Kretase volkanitlerinin üzerine uyumsuz olarak Eosen yaşlı volkanik oluşumlar gelmiştir. Bu oluşumlar başlıca bazalt ve andezit olup, yine ince ara tabakalı tortul kayaçları da içermektedirler. Eosen sonrasında ise granitik intrüzyonlar oluşmuştur. Yer yer granodiorit özelliği de gösteren bu intrüzyonlar birkaç yüz metre kalınlığındadır. Bunları takip eden Pliyosen devresinde tekrar volkanik dayklar ve henüz tam çimentolaşmamış tortul kayaçlar oluşmuştur. Ancak, bunlar çok yoğun mostralar şeklinde olmayıp, küçük mercekler halinde görülürler. Kuvaternerde ise kalın alüvyonlar belirgin olarak görülmektedir.

1.9. Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikler

Bölgede genel olarak yüksek debilerle akan akarsular fazla yoktur. Ancak, bölgenin dönem dönem yoğun yağış alması sonucu akarsuların debileri yükselir ve bu akarsular Karadeniz ile buluşur. Bölgedeki akarsulardan en önemlileri Fırtına deresi, Büyük dere, Ortaköy deresi, İyidere ve Çağlayan dereleridir. Tünel güzergâhı yakın çevresindeki en önemli akarsu tünel çıkış noktasına bakan vadiden geçmekte olan Salarha (Taşlı) deresidir. Bölgenin önemli akarsularından olan Salarha (Taşlı) deresi birçok yan kollardan beslendiğinden debisi mevsimsel yağışlar sonrası artmaktadır. Bu yükselen debi hidroelektrik santralleri için gayet uygun şartlar ortaya koymakla beraber dere üzerinde kurulu bir hidroelektrik santrali (HES) bulunmaktadır. Tünelin yakın çevresinde etkili olabilecek bir su kaynağı bulunmamakla birlikte yer yer su çıkışlarına rastlanılsa da Salarha Tüneli boyunca yapılan sondaj çalışmaları ve gözlemsel veriler

sonucunda, tünel gzergh ve yakın çevresi boyunca herhangi bir yeraltı suyuyla karılaılmamtır. Ancak yörenin yoğun yağ alan bir bölge olmasından dolayı tünel kaya sisteminde süreksizlik düzlemleri boyunca tünel içine yağ suyunun szması olasıdır. Düşük geçirgenlik özelliğine sahip tünel kayası birimlerden oluşan Salarha Tünelinde, imalat aşamasında alınacak drenaj önlemleri ile herhangi bir olumsuzluğun yaşanması beklenmemektedir.

1.10. Doğu Karadeniz Bölümünde Yapılan nceki Tünel Jeolojisi alımaları

Doğu Karadeniz Bölümünde araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki tünel jeolojisine yönelik çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Bulut (1989), ambaı (aykara-Trabzon) baraj yerindeki iletim tünellerini mühendislik jeolojisi açısından incelemiştir. İletim tünelleri gzerghlarında yüzeylenen kayaçları Q sınıflama sistemini kullanarak tünel kayası olmaları açısından snıflandırm ve destek türünü aratırmtır.

Esmer (1996), Kemalpaşa-Sarp (Hopa-Artvin) arasında açılması planlanan tünellerin güzergâhında mühendislik jeolojisi çalışmaları gerekletirm, tünel kayası snıflamas yapmış ve tünellerde destekleme gerekip gerekmediğini aratırmtır. Tünel kayalarını oluşturan kayaçların jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özelliklerini göz önüne alarak tünellerde gerekli destek tiplerini belirlemiştir.

Muratlı (2000), Karadeniz Devlet Sahil Yolu iyileştirme projesi kapsamındaki yapılması nerilen Geçilmez (Ordu) Tünelinin zeminini oluşturan kayaçları RMR, Q ve NATM sistemleri ile snıflandırm ve tünel duraylılığının denetlenmesi için gerekli olan jeoteknik parametreleri belirlemiştir.

Canpolat (2003), Karadeniz Devlet Sahil yolunun Çayeli-Hopa kesiminde inşa edilen Pazar (Rize) Tnelini mühendislik jeolojisi açısından değerlendirerek en uygun tünel aım tekniğini belirlemiştir.

Kaya (2008), Konakönü (Araklı-Trabzon) Tünelinin sol tp giriş portalını jeoteknik açıdan incelemiştir. Tünel içi hat etüdü çalışmaları ve kayaçlar üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen verileri kullanarak Q, RMR ve NATM kaya kütle sınıflama sistemlerine göre, sol tp giriş portalının içinden geçeceği kaya kütlelerini snıflandırm ve uygun destek elemanlarını belirlemiştir.

Kaya vd. (2011), Araklı (Araklı-Konakönü-Trabzon) Tünelinin giriş portalını Q, RMR, R_{Mi} ve NATM kaya kütle sınıflama sistemlerine göre sınıflandırarak ön destek tasarımını belirlemiş ve bu destek sistemlerinin performanslarını sayısal analizler yaparak araştırmıştır.

Kaya (2012), Cankurtaran (Hopa-Artvin) Tünelinin 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 Yöntemini (FEM) kullanarak araştırmıştır.

Kanık (2015), Maçka (Trabzon) Tüneli güzergâhındaki kayaların mühendislik özelliklerini ve kazı sırasında kullanılacak optimum destek sistemlerini araştırmıştır. Tünel güzergâhındaki kaya kütlelerini RMR, R_{Mi}, Q, GSI ve NATM sistemlerini kullanarak sınıflandırmıştır. Ön destek sistemlerinin uygulanabilirlikleri, kazıdan sonra tünel etrafında oluşacak plastik zonun kalınlığını ve yer değiştirme miktarlarına etkilerini Sonlu Elemanlar Yöntemini (FEM) kullanarak analiz etmiştir.

Furat (2016), Rize-İspir Kara Yolu güzergâhı üzerinde bulunan Güneyce (İkizdere-Rize) Tüneli'nin sağ tüp giriş ve çıkış bölümleri boyunca mühendislik jeolojisi incelemesi gerçekleştirmiştir. Yapılan hat etüdü çalışmaları ve kaya malzemeleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen verileri kullanarak Q, RMR, NATM ve GSI kaya kütle sınıflama sistemlerine göre kaya kütlelerini sınıflandırmış ve uygun destek birimlerini belirlemiştir.

Yılmaz (2017), Ordu Çevre Yolu Projesi kapsamında yapılan Boztepe Tüneli'nde meydana gelen aşırı sökülmeleri incelemiştir. Kazı çalışmaları sırasında oluşan aşırı sökülmelere süreksizlik düzlemlerinin etkilerini kinematik ve analitik analizler yoluyla değerlendirmiştir.

Kaya ve Sayın (2019), Salarha (Rize) Tünelinde yer alan birimleri mühendislik jeolojisi açısından incelemiştir. Tünel için ampirik, analitik ve sayısal yöntemler kullanarak ön destek elemanlarını belirlemiştir. Ön destek elemanlarının performanslarını 2D ve 3D Sonlu Elemanlar Yöntemini (FEM) kullanarak araştırmıştır.

Bozlar (2019), Ovit (İkizdere-Rize) Tünelinde belirlenen çalışma güzergâhındaki kaya kütlelerini mühendislik jeolojisi açısından araştırmıştır. Kaya kütlelerini RMR, Q,

GSI ve NATM sistemlerini kullanarak sınıflandırmış ve ön destek elemanlarını uygulama aşamasıyla karşılaştırmıştır.

1.11. Salarha Tüneli Güzergâhında Yapılan Önceki Çalışmalar

Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü (KGM) idaresinde yapım çalışmaları AKM Yapı Taah. San. Tic. A.Ş. tarafından yürütülen “Rize Çevre Yolu Ayrımı-Küçükçayır İl Yolu Ayrımı Dağbaşı (Salarha) Tüneli Yapım İşİ” kapsamında Temelsu Mühendislik tarafından arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiş ve bu veriler yardımıyla 2016 yılında Jeolojik-Jeoteknik Kesin Proje çalışmaları yürütülmüştür.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma kapsamında, Salarha Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütlelerinin mühendislik jeolojisi özellikleri incelenmiştir. Tünel güzergâhını da içine alan bölgenin jeolojisini tanımlamak amacıyla arazi çalışmaları gerçekleştirilerek 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve tünel güzergâhının jeolojik kesiti hazırlanmıştır. Tünel güzergâhında bulunan kayaçlar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmıştır. Genel jeoloji çalışmalarıyla elde edilen sonuçlar, inceleme alanı ve çevresinde önceden yapılmış olan jeolojik araştırmalarla karşılaştırılarak düzenlenmiştir.

Tünel güzergâhında açılan dokuz adet araştırma 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 çalışmaları ve jeoteknik amaçlı sondajlar ile süreksizliklere ait yönelim, ara uzaklık, açıklık, devamlılık, yüzey pürüzlülüğü, dalgalılığı, bozunma derecesi, dolgu malzemesinin özelliği ve yüzeylerindeki su durumu gibi özellikler tespit edilmiştir. Elde edilen süreksizlik ölçüm verileri yardımıyla tünel güzergâhındaki kaya kütlelerine ait Süreksizlik sıklığı (λ), Kaya kalite göstergesi (RQD) ve Hacimsel eklem sayısı (J_v) değerleri belirlenmiştir.

Kaya-Zemin Mühendislik Laboratuvarı'nda her bir araştırma sondajından alınan örnekler üzerinde çalışmanın amacına uygun fiziksel, mekanik ve elastik deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda birim hacim ağırlık (γ), nokta yük dayanım indeksi ($I_{s(50)}$), tek eksenli basınç dayanımı (σ_{ci}), elastisite modülü (E_i) ve Poisson oranı (ν_i) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla tünel güzergâhında yer alan birimler, Kaya kütle puanlaması (RMR), Kaya kütle kalitesi (Q), Kaya kütle indeksi (RMi), Kaya kütle kalite puanlaması (RMQR), Jeolojik dayanım indeksi (GSI) ve Yeni Avusturya tünel açma yöntemi (NATM) sınıflama sistemleri kullanılarak sınıflandırılmış ve kaya kütleleri ampirik olarak tanımlanmıştır. Kaya kütlelerine ait deformasyon modülü (E_m), tek eksenli basınç dayanımı (σ_{cm}), Poisson oranı (ν_m) ve kaya kütle sabitleri (m_b , s , a) ise araştırmacılar tarafından geliştirilmiş görgül yöntemler kullanılarak saptanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Tünel Güzergâhının Genel Jeolojisi

Salarha Tüneli güzergâhında yer alan birimler litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmış ve bunun sonucunda Geç Kretase yaşlı Bakırköy Formasyonuna ait sedimanter kayaçların, Eosen yaşlı Kaplıca ve Kabaköy Formasyonlarına ait volkanik ve sedimanter kayaçların bulunduğu belirlenmiştir. Tünel güzergâhında yer alan formasyonlara ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

3.1.1. Bakırköy Formasyonu

Salarha Tünelinin giriş bölümünde Bakırköy Formasyonu (Güven, 1993) olarak adlandırılan kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve kumtaşı ara katkılı marn, kırmızımsı-bordo ve beyaz renkli marn ve şeyl aralanmasından oluşan birim yer alır (Şekil 4, Ek 1). Formasyonun alt düzeylerindeki kumtaşları yer yer bitüm içermekte olup, birim üste doğru kırmızımsı bordo renkli marn ara katmanlı beyaz renkli killi kireçtaşı aralanmasıyla son bulur. Bu kireçtaşı katmanlarının kalınlığı 5-35 cm. arasında değişmektedir. Formasyon, Rize il merkezi ile merkeze bağlı Tophane, Atmeydanı ve Yağlıtaş mahallelerinde tipik olarak yüzeylemektedir. Geç Kretase-Paleosen yaşında olan formasyon yaklaşık 325 m. kalınlığındadır. Bakırköy Formasyonu sakin ve derin bir şelf ortamında çökelmiştir (Korkmaz ve Gedik, 1988). Birimin üste doğru karbonatlara geçmesi ve yer yer resifal faunanın gözlenmesi ortamın gittikçe sığlaştığını göstermektedir. Formasyona ait tabakalarda kıvrımlanmalar ile kayma-oturma ve taban yapıları gözlenmektedir. Çağlayan Formasyonu üzerinde bulunan Bakırköy Formasyonu arasındaki dokanak belirsiz olup, olasılıkla uyumlu gibi görülmektedir. Bakırköy Formasyonu üzerinde diskordan olarak kalın katmanlı iri daneli kumtaşı, marn ve kilaşı aralanmasından oluşan Eosen yaşlı Kaplıca Formasyonu gelmektedir (Gedik vd., 1992).



Şekil 4. Bakırköy Formasyonuna ait marnların Dalyan mevkiindeki görünümü

3.1.2. Kaplıca Formasyonu

Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından ilk kez tanımlanan Kaplıca Formasyonu, Rize ilinin güney kesimindeki Kaplıca, Ekmekçiler, Ortacami, Müftü mahallelerinde ve Salarha Tünelinin çıkış bölümüne yakın bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, orta-kalın ve yer yer masif katmanlanma gösteren kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşmuştur (Şekil 5, Ek 1). Kumtaşları yer yer iri daneli olup, çakıl ve olistostramlar içermektedir. Ayrıca, kumtaşları içerisinde bazı yerlerde bol olarak Nummulites, Alveolina ve Discocyclus fosilleri gözlenmektedir (Alan vd., 2019). Tabanda yer alan kumtaşları sarımsı bej renkli, orta-kalın tabakalı olup, bazen tabakalar bir metreye kadar ulaşmaktadır ve sert yapılı, kırılmalıdır. Kumtaşlarının aralarında yeşilimsi gri renkli bozunmuş kiltaşları yer almaktadır. Orta düzeylerde yer alan kireçtaşları bej renkli, orta tabakalı olup, mostraları çok nadir olarak gözlenmektedir. Formasyonun üst seviyeleri yeşilimsi, kahvems ve bordo renkli, ince tabakalı volkanoklastit, kiltaşı, kumtaşı ve siltaşlarından oluşmaktadır (Alan vd., 2019). Kaplıca Formasyonunun alt sınırı Bakırköy Formasyonu ile uyumsuzdur. Birimin üzerine ise uyumlu ve geçişli olarak Kabaköy Formasyonu gelmektedir. Birimin kalınlığı yaklaşık olarak 575 m. civarındadır. Formasyon, Erken-Orta Eosen yaşında olup, litolojik ve paleontolojik özelliklerinden dolayı denizel bir ortamda çökelmiştir (Gedik vd., 1992). Birim içinde yer yer çakılların ve olistostromların gözlenmesi ile iri dane boyunun varlığı, bu

formasyonun muhtemelen türbiditik akıntıların etkin olduğu yüksek enerjili bir ortamda çökelmesini göstermektedir (Korkmaz ve Gedik, 1988).



Şekil 5. Kaplıca Formasyonuna ait tabakaların Kaplıca mevkiindeki görünümü

3.1.3. Kabaköy Formasyonu

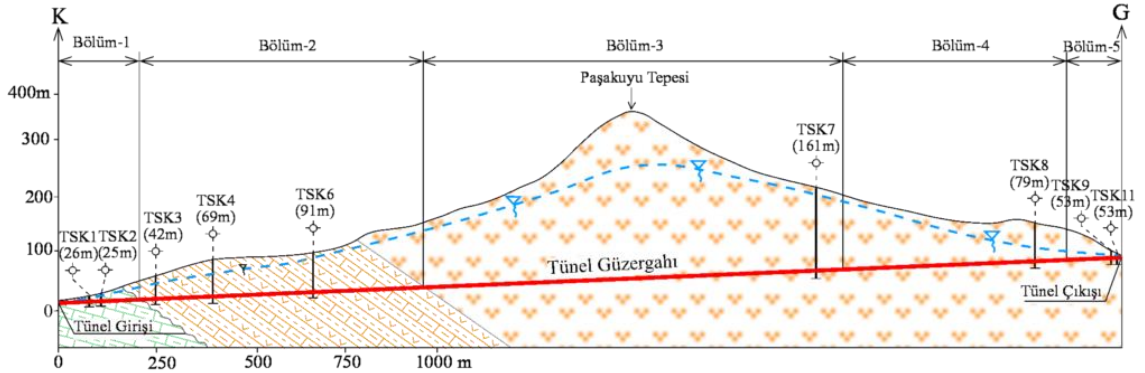
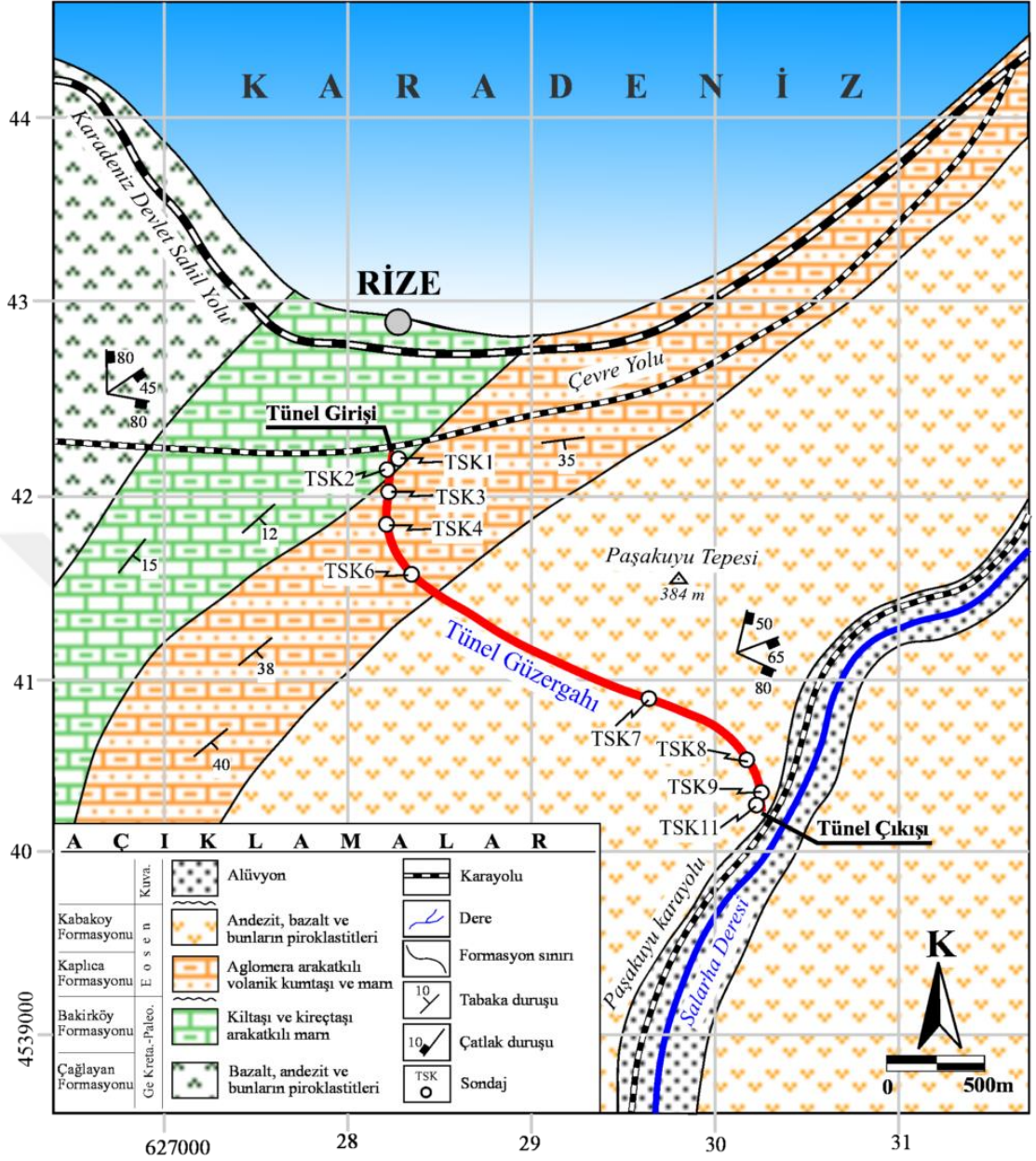
Kabaköy Formasyonu (Güven, 1993) Salarha Tünelinin giriş ve orta bölümlerinde, Karadeniz kıyısı boyunca Bağsu, Arka, Sütlüce, Engindere, Taşlıdere, Veliköy, Gündoğu, Taşhane, Sedre ve Kemer köyleri ile Melyat dere yörelerinde yüzeylemektedir. Formasyon, Rize il merkezi ile Pazar ilçesi arasında sahile bakan yamaçlar boyunca KD-GB hattında uzanmaktadır. Formasyon, masif ve kötü katmanlanma gösteren andezit ve yer yer bazalt, tuf, breş ve aglomeralardan oluşmuştur (Şekil 6, Ek 1). Birimin içinde boyutları bir kaç santimden bir metreye kadar değişen volkanik kökenli bloklar yer almaktadır. Formasyon tamamen volkanik kökenli piroklastiklerden oluşmuştur. Nadir olarak volkanik düzeyler arasında kırıntılılara rastlamak mümkündür. Bazalt ve andezitler çoğunlukla masif yapı, grimsi fümeden kahverengi-mora kadar uzanan renk değişimi gösterirler. Bazaltlarda bazen dıştan içe doğru alterasyona rastlanır. Bazaltlarda nadiren sütunsal bazen yastık yapıları görülür. Birimin alt sınırı Kaplıca Formasyonu ile geçişli ve uyumludur (Alan vd., 2019). Formasyonun üzerine açılacak uyumsuzlukla Sarmasiyen yaşlı Pazar Formasyonu oturur. Birimin yaklaşık kalınlığı 500-750 m. arasında değişmektedir. Birim, Erken-Orta Eosen

yaşlı Kaplıca Formasyonu ile geçişli ve uyumlu olduğu için aynı yaşta olduğu kabul edilmektedir (Gedik vd., 1992). Kötü katmanlanma gösteren ve piroklastiklerden oluşan formasyon muhtemelen yoğun volkanik faaliyetlerin egemen olduğu denizel bir ortamda gelişmiştir (Korkmaz ve Gedik, 1988; Gedik vd., 1992; Güven, 1993; Alan vd., 2019).



Şekil 6. Kabaköy Formasyonuna ait bazaltların Salarha mevkiindeki görünümü

Çalışma alanı ve yakın çevresine ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve tünel güzergâhına ait jeolojik kesit Şekil 7’de sunulmuştur.



Şekil 7. Tünel güzergâhı ve çevresine ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ve tünel güzergâhının jeolojik kesiti (Güven, 1993'ten değiştirilerek)

3.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları

3.2.1. Jeoteknik Araştırma Sondajları

Bu çalışma kapsamında tünel güzergâhında belirlenen uygun lokasyonlarda derinlikleri 25-161 m. arasında değişen toplamda 599 m. uzunluğunda 9 adet (TSK 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11) NX çaplı (54,7 mm.) araştırma sondaj kuyusu açılmıştır (Şekil 7). Salarha Tüneli güzergâhı yoğun bir bitki örtüsü ve sarp bir arazide yer aldığından Paşakuyu Tepesi civarındaki alanda sondaj kuyuları açılamamıştır. Dolayısıyla değerlendirmeler açılabilen sondajlara göre yapılmıştır. Bu sondajlar yardımıyla tünel güzergâhının jeolojik ve jeoteknik açıdan detaylandırılması yapılmış, birimlerin mühendislik özellikleri belirlenmiş, yeraltı suyu seviyesi tespit edilmiş ve laboratuvar deneyleri için karot örnekleme yapılmıştır. Ayrıca, süreksizliklerin mühendislik özellikleri ve kaya kalite göstergesi (RQD), eklem sıklığı (λ) ve hacimsel eklem sayısı (J_v) gibi parametreler belirlenmeye çalışılmış ve sondaj logları hazırlanmıştır (Ek 1 ve Ek 2). Tünel güzergâhındaki örtü kalınlığı dikkate alınarak bu sondajlarla temsil edilen beş adet bölüme ayrılmış ve her bölüm ayrı bir jeoteknik birim olarak incelenmiştir. Araştırma sondajlarına ait UTM (ED-50) cinsinden 6°'lik koordinatlar ve teknik parametreler aşağıdaki Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Tünel güzergâhında yapılan sondajlara ait teknik bilgiler

Kuyu No	Lokasyon	Eksen km.’si	Kuyu Derinliği (m.)	Kuyu Kotu (m.)	YASS Derinliği (m.)	Y (Sağa)	X (Yukarı)
TSK-1	Sol tüp şev	0+195	26,00	38	12,10	4543799	376048
TSK-2	Sol tüp	0+212	25,00	37	12,30	4543783	376029
TSK-3	Sol tüp	0+268	42,00	55	16,80	4543725	376036
TSK-4	Sağ tüp	0+493	69,00	88	26,60	4543539	375995
TSK-6	Sol tüp eksen	1+017	91,00	121	8,10	4543101	376365
TSK-7	Sağ Tüp	2+303	161,00	211	8,30	4542553	377523
TSK-8	Eksen	2+881	79,00	154	32,10	4542228	377997
TSK-9	Eksen	3+090	53,00	129	27,20	4542044	378037
TSK-11	Sağ tüp eksen	3+112	53,00	126	26,50	4542027	378023

3.2.2. Fiziko-mekanik ve Elastik Özellikler

Sondajlardan derlenen NX çaplı karot numuneleri üzerinde tünel güzergâhındaki kayaçların fiziko-mekanik ve elastik özelliklerini belirlemek amacıyla çalışmanın amacına uygun kaya mekaniği deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar deneyleri ISRM (2007) tarafından önerilen metotlara göre gerçekleştirilmiştir. Nokta yükü dayanım indeksi ($I_{s(50)}$) değeri hesaplanırken güvenli tarafta kalmak amacıyla tek eksenli basınç dayanımının 20 kat küçüğü alınmıştır.

Boyu çapının 2,5-3,0 katı olacak şekilde hazırlanan 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 gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 2’de özet şeklinde verilmiştir.

Tablo 2. TSK-1, 2, 3, 4 nolu sondajlardan alınan karot örneklerine ait fiziksel, mekanik ve elastik özellikler

Derinlik (m)	γ (kN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	E_i (GPa)	ν_i
TSK-1					
8,00-8,15	25,83	67,79	3,39	19,57	0,20
18,30-18,50	21,47	6,16	0,31	1,793	0,33
20,30-20,50	22,16	6,91	0,35	2,09	0,35
Ortalama	23,15	26,95	1,35	7,82	0,29
TSK-2					
11,30-11,45	23,76	19,16	0,96	5,53	0,27
16,50-16,65	21,33	6,62	0,33	1,91	0,36
19,10-19,25	21,53	5,83	0,29	1,75	0,36
22,50-22,65	22,13	9,58	0,48	2,88	0,34
Ortalama	22,19	10,30	0,52	3,02	0,33
TSK-3					
8,50-8,80	27,35	57,22	2,86	16,41	0,21
12,50-12,75	27,68	65,38	3,27	18,74	0,19
14,50-14,80	27,43	66,05	3,30	19,95	0,21
17,20-17,40	24,25	12,46	0,62	3,66	0,36
31,65-31,80	21,62	5,76	0,29	1,67	0,34
36,60-36,90	22,16	7,62	0,38	2,28	0,36
Ortalama	25,08	35,75	1,79	10,45	0,28
TSK-4					
22,70-22,95	23,36	9,45	0,47	2,82	0,30
28,00-28,25	23,47	7,36	0,37	2,31	0,33
31,70-31,90	23,50	11,66	0,58	3,42	0,32
48,60-48,80	27,56	22,15	1,11	6,66	0,25
Ortalama	24,47	12,66	0,63	3,80	0,30

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

Tablo 3. TSK-6, 7, 8, 9, 11 nolu sondajlardan alınan karot örneklerine ait fiziksel, mekanik ve elastik özellikler

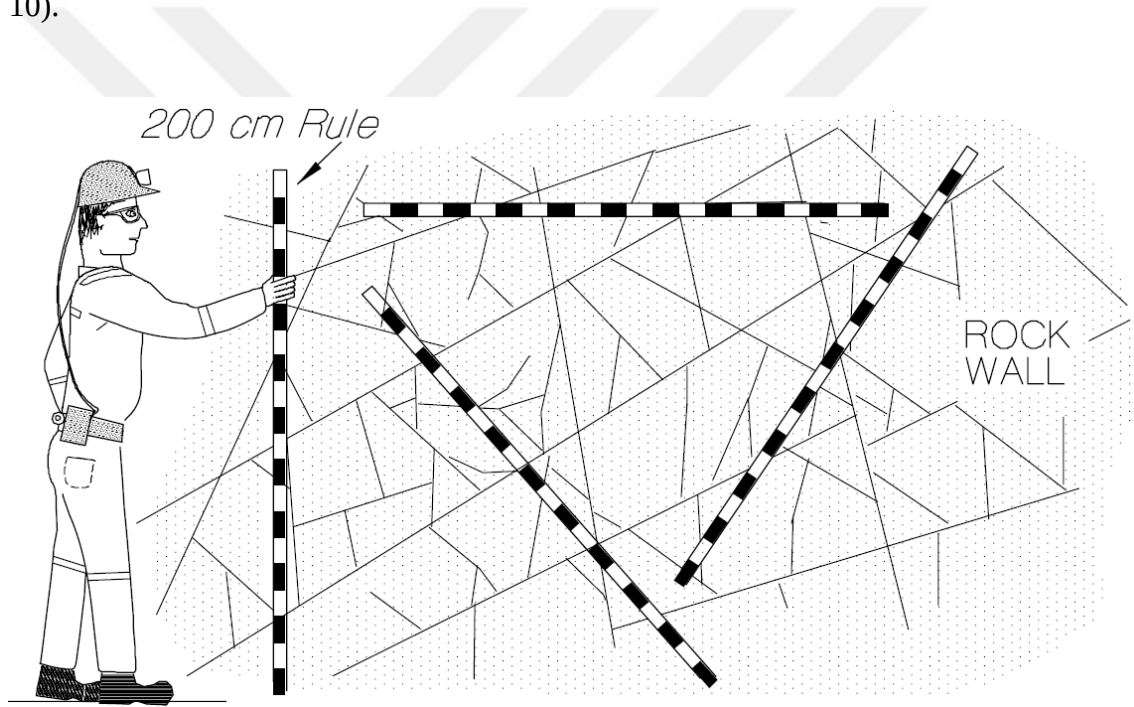
Derinlik (m)	γ (kN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	$I_{s(50)}$ (MPa)	E_i (GPa)	ν_i
TSK-6					
51,50-51,70	26,25	62,71	3,14	18,59	0,20
59,00-59,20	26,07	60,42	3,02	18,54	0,21
63,00-63,25	22,29	13,35	0,67	3,92	0,27
67,20-67,40	24,37	20,86	1,04	5,90	0,25
79,88-80,00	26,28	22,73	1,14	6,79	0,26
86,00-86,20	25,42	18,17	0,91	5,34	0,29
Ortalama	25,11	33,04	1,65	9,85	0,25
TSK-7					
131,00-131,20	26,19	43,81	2,19	12,83	0,21
142,74-143,00	27,33	36,60	1,83	10,66	0,24
153,00-153,25	27,23	42,66	2,13	13,12	0,19
Ortalama	26,92	41,02	2,05	12,20	0,21
TSK-8					
36,80-37,00	27,56	24,83	1,24	7,29	0,22
49,20-49,40	23,29	16,27	0,81	5,08	0,28
57,20-57,70	26,82	27,33	1,37	8,07	0,23
61,50-61,65	24,93	12,05	0,60	3,54	0,27
71,80-72,00	24,23	17,22	0,86	4,99	0,25
Ortalama	25,37	19,54	0,98	5,79	0,25
TSK-9					
16,00-16,30	26,27	31,57	1,58	9,63	0,23
22,20-22,40	23,49	43,36	2,17	13,01	0,24
27,80-28,00	25,32	22,04	1,10	6,46	0,24
37,20-37,50	24,53	14,14	0,71	4,25	0,27
40,25-40,50	25,26	20,14	1,01	5,79	0,22
43,00-43,20	24,19	12,95	0,65	3,84	0,29
Ortalama	24,84	24,03	1,20	7,16	0,25
TSK-11					
14,50-14,70	24,54	16,75	0,84	5,05	0,23
19,20-19,35	24,68	44,81	2,24	12,84	0,20
25,80-26,00	25,32	32,18	1,61	9,26	0,23
35,10-35,30	25,48	14,47	0,72	4,28	0,22
41,00-41,20	25,74	23,51	1,18	6,84	0,23
45,50-45,75	24,98	16,17	0,81	4,67	0,24
Ortalama	25,12	24,65	1,23	7,16	0,23

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

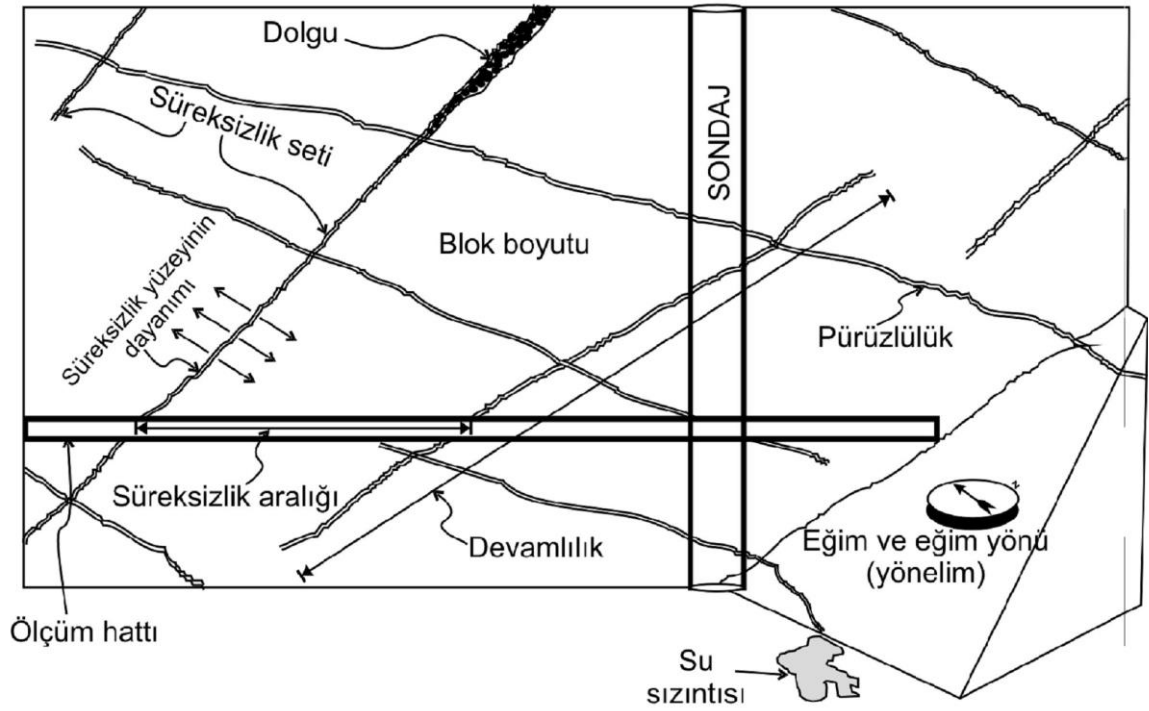
Yapılan fiziksel deneylerde γ değerinin 21,33-27,68 kN/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Dayanım deneyleri sonucunda σ_{ci} değerinin 5,76-67,79 MPa; $I_{s(50)}$ değerinin 0,29-3,39 MPa arasında olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen elastik deneylere göre E_i değerinin 1,67-19,95 GPa arasında; ν_i değerinin ise 0,19-0,36 arasında olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3. Süreksizliklere Ait Özellikler

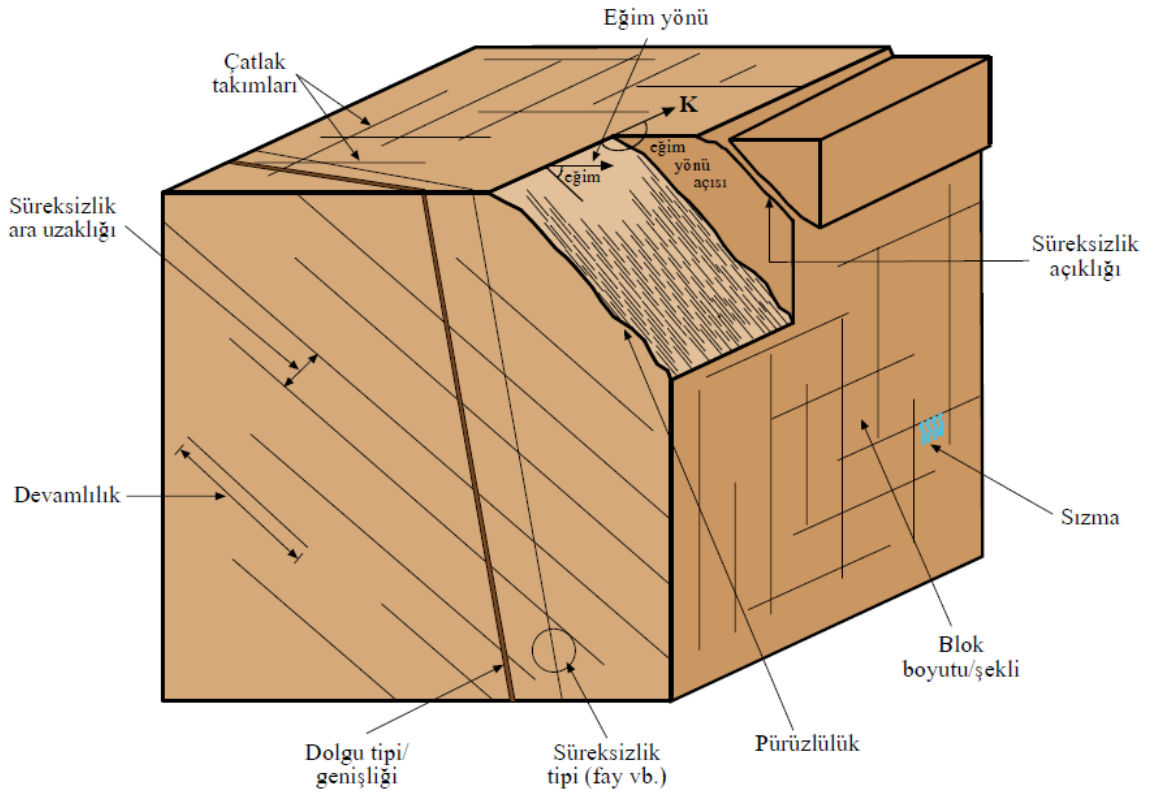
Salarha Tüneli güzergâhında yer alan birimlerin içerdği süreksizliklerin özelliklerini belirlemek için açılan temel sondajından ve mostralarda yapılan hat etüdü çalışmalarından yararlanılmıştır. Süreksizliklerin karakteristikleri ile ilgili bilgilerin derlenmesinde gerçekçi sonuçların elde edildiği hat etüdü yöntemiyle yapılan ölçümler süreksizlik ara uzaklığı ve devamlılığına bağlı olarak mostralarda genellikle tek hat üzerinde yapılmıştır (Şekil 8). Bu çalışmada ISRM (2007) tarafından önerilen ölçütlere göre süreksizliklere ait açıklık, devamlılık, ara uzaklık, pürüzlülük ve dalgalılık, bozunma durumu, dolgu durumu ve su durumu gibi özellikler tanımlanmıştır (Şekil 9 ve 10).



Şekil 8. Hat etüdü yönteminin kaya kütlesi aynalarında uygulanması (ISRM, 2007)



Şekil 9. Kaya kütlelerinin içerdği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren kesit (Hudson ve Harrison, 1997)



Şekil 10. Kaya kütlelerinin içerdği süreksizliklerin özelliklerini tanımlayan parametreleri gösteren blok diyagramı (Wyllie ve Mah, 1999)

Kaya kalite göstergesinin (RQD) tespitinde Deere (1964) tarafından önerilen ve sondaj karotlarının boylarını esas alan yöntemden yararlanılmıştır. Hacimsel eklem sayısının (J_v) belirlenmesinde ise Palmström (2005) tarafından 1 m³'lük kaya bloğu için önerilen ve RQD'nin kullanıldığı yöntemden yararlanılmıştır. Kaya kütlelerine ait süreksizlik sıklığı (λ) parametresinin tanımlanması amacıyla Franklin vd. (1971) tarafından önerilen tanımlama ölçütleri kullanılmıştır. Bunun için Priest ve Hudson (1976) tarafından önerilen birim uzunluktaki (1 m.) bir doğru boyunca saptanan süreksizlik sayısının göz önüne alındığı ve RQD değerinin kullanıldığı yöntem kullanılmıştır. Yararlanılan eşitlikler aşağıda sunulmuştur.

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

(1)

$$RQD = 110 - 2,5J_v$$

(2)

$$RQD = 100 e^{(-0,1\lambda)}(0,1\lambda+1)$$

(3)

Burada; n: sondaj ilerleme aralığındaki karot parçalarının adedi; l: 10 cm. ve daha uzun olan karotların boyları, L: sondaj ilerleme uzunluğu, J_v : 1 m³'lük kaya bloğundaki süreksizlik sayısı ve λ : 1 m. uzunluğundaki ölçüm hattını kesen ortalama süreksizlik sayısıdır.

Tünel güzergâhındaki kaya kütlelerine ait süreksizliklerin özellikleri Tablo 4'te, ortalama RQD, J_v ve λ değerleri Tablo 5'de verilmiştir. Değerlendirmeler örtü kalınlığı dikkate alınarak beş adet bölüme ayrılmış tünel güzergâhı için ayrı ayrı olarak yapılmıştır.

Tablo 4. Tünel güzergâhında yer alan kaya kütlelerindeki süreksizlik özelliklerinin ISRM (2007) tanımlama ölçütlerine göre değerlendirilmesi

	Bölüm 1	Bölüm 2	Bölüm 3	Bölüm 4	Bölüm 5
Veri kaynağı	TSK 1-2	TSK 3-4-6	TSK 7	TSK 8	TSK 9-11
Süreksizlik takımları	Üç adet ana eklem takımı ve gelişi güzel eklemler				
Süreksizlik ara uzaklığı (cm.)	5,00	13,00	25,00	18,00	11,00
Tanımlama (ISRM, 2007)	Dar ara uzaklıklı	Yakın ara uzaklıklı	Orta derecede ara uzaklıklı	Yakın ara uzaklıklı	Yakın ara uzaklıklı
Süreksizlik açıklığı (mm.)	1,0-5,0	0,0-4,0	0,0-4,0	0,0-4,0	1,0-5,0
Tanımlama (ISRM, 2007)	Açık/Orta derecede açık	Açık/Orta derecede açık	Açık/Orta derecede açık	Açık/Orta derecede açık	Açık/Orta derecede açık
Süreksizliklerdeki dolgu malzemesi	Genel olarak yumuşak kil dolgu, yer yer kil sıvaması ve demiroksit boyaması				
Süreksizlik devamlılığı (m.)	>20	>20	1-3	1-3	1-3
Tanımlama (ISRM, 2007)	Çok yüksek devamlı	Çok yüksek devamlı	Düşük derecede devamlı	Düşük derecede devamlı	Düşük derecede devamlı
Süreksizlik pürüzlülüğü	Düz, dalgalı	Az pürüzlü, dalgalı	Pürüzlü, dalgalı	Pürüzlü, dalgalı	Pürüzlü, dalgalı
Tanımlama (ISRM, 2007)					
Süreksizlik yüzeylerinin bozunma derecesi (ISRM, 2007)	Bozunmuş	Orta derecede bozunmuş	Az bozunmuş	Az bozunmuş	Orta derecede bozunmuş
Süreksizlik yüzeylerindeki su durumu (ISRM, 2007)	Damlama	Damlama	Damlama	Damlama	Damlama

Tablo 5. 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)
TSK-1	5/Çok zayıf	42/Çok küçük bloklar	47/Çok çatlaklı-kırıklılı
TSK-2	22/Çok zayıf	35/Çok küçük bloklar	29/Çok çatlaklı-kırıklılı
TSK-3	43/Zayıf	27/Küçük bloklar	19/Çok çatlaklı-kırıklılı
TSK-4	49/Zayıf	24/Küçük bloklar	17/Çok çatlaklı-kırıklılı
TSK-6	79/İyi	12/Küçük bloklar	9/Kırıklılı-çatlaklı
TSK-7	91/Çok iyi	8/Orta büyüklükte bloklar	5/Kırıklılı-çatlaklı
TSK-8	80/İyi	12/Küçük bloklar	8/Kırıklılı-çatlaklı
TSK-9	55/Orta	12/Küçük bloklar	15/Çok çatlaklı-kırıklılı
TSK-11	57/Orta	21/Küçük bloklar	15/Çok çatlaklı-kırıklılı

Buna göre tünel güzergâhındaki kaya kütlelerinde üç adet eklem takımının olduğu, süreksizlik ara uzaklığının “dar, yakın ve orta” arasında değiştiği, süreksizlik açıklığının “açık ve orta derecede açık” olduğu, süreksizliklerdeki dolgu malzemesinin genel olarak yumuşak kil dolgu, yer yer kil sıvaması ve demiroksit boyaması olduğu,

süreksizlik devamlılığının “çok yüksek ve düşük derece” arasında değiştiği, yüzey pürüzlülüğünün “düz, az pürüzlü, pürüzlü-dalgali” arasında değiştiği, bozunma derecesinin “bozunmuş, az ve orta derecede bozunmuş” arasında değiştiği, su durumunun ise “damlama” olduğu tespit edilmiştir.

Kaya kütlelerine ait tünel güzergâhındaki kalite göstergesinin (RQD) % 5-91 arasında değiştiği ve Deere (1964)’e göre kaya kütlelerinin “çok zayıf-çok iyi” arasında olduğu, hacimsel eklem sayısının (J_v) 8-42 eklem/m³ arasında değiştiği ve ISRM (2007)’ye göre blok boyutunun “orta büyüklükte bloklar-çok küçük bloklar” arasında olduğu, süreksizlik sıklığının (λ) ise 5-47 m⁻¹ arasında değiştiği ve Franklin vd. (1971)’e göre “çok çatlaklı-kırıklı, kırıklı-çatlaklı” arasında olduğu saptanmıştır.

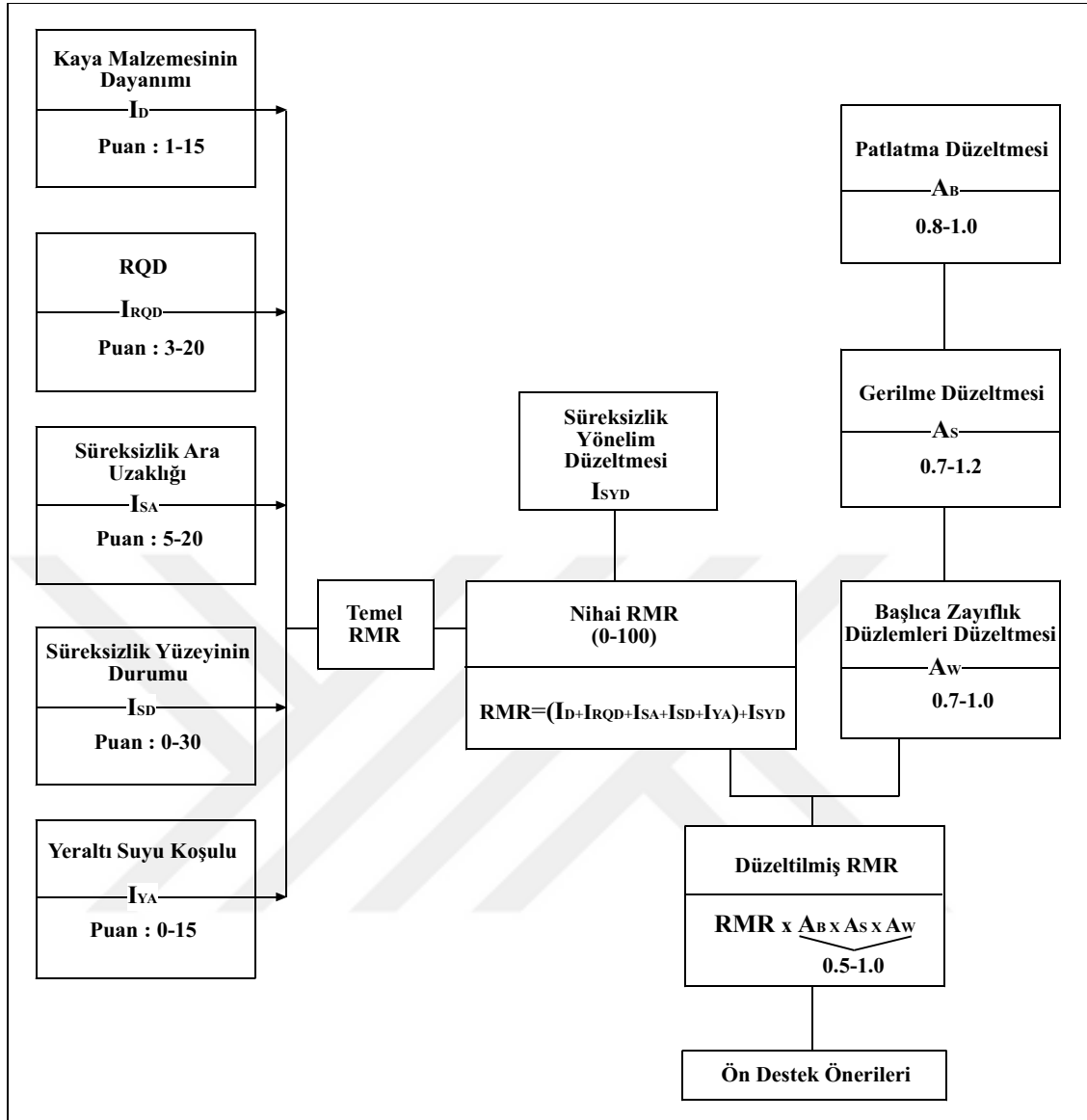
3.2.4. Kaya Kütlelerinin Sınıflandırılması

3.2.4.1. Kaya Kütle Puanlaması (RMR) Sistemi

RMR sistemi, ilk defa Bieniawski (1973) tarafından geliştirilmiş bir kaya kütle sınıflama sistemi olup, sonraki dönemlerde karşılaşılan mühendislik sorununun amacına yönelik modifiye edilmiştir (Bieniawski, 1989). RMR sistemine göre kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında kaya malzemesinin nokta yük dayanım indeksi veya tek eksenli basınç dayanımı, kaya kalitesi göstergesi (RQD), süreksizliklerin ara uzaklığı ve durumu (dolgu durumu, bozunma derecesi, yüzey pürüzlülüğü, devamlılık, açıklılık), süreksizliklerin konumu ve yeraltı suyu koşulları gibi girdi parametreleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, hat etütlerinden, sondajlardan ve laboratuvar deneyinden elde edilen sonuçlara göre parametrelere verilen puanlar saptanarak bunların toplamından temel RMR puanları elde edilmiştir. Sonraki aşamada ise kazı ilerleme yönü dikkate alınarak tünel doğrultusu ve süreksizliklerin yönelimleri arasındaki ilişki durumuna göre RMR puanlarına düzeltme uygulanarak nihai RMR puanı saptanmıştır.

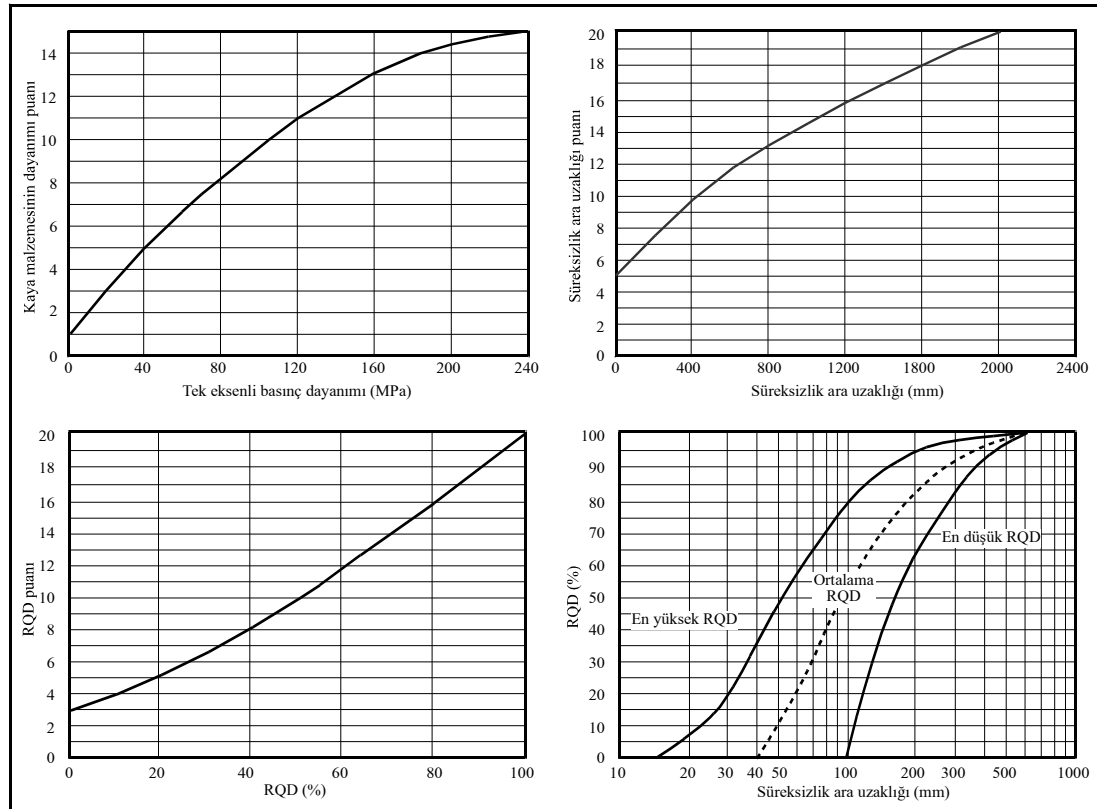
Son olarak yapılan patlatmalar, yerinde gerilmeler ve fayların durumu gibi faktörler dikkate alınarak nihai RMR değerinde azaltmaya gidilerek düzeltilmiş RMR puanları belirlenmiştir. Çalışmada, RMR sistemi yardımıyla düzeltilmiş RMR puanının saptanmasında izlenen akış şeması Şekil 11’de sunulmuştur.



Şekil 11. RMR puanını hesaplama aşamalarını gösteren akış şeması (Bieniawski, 1989)

Tablo 6. RMR kaya kütle sınıflama sistemi (Bieniawski, 1989)

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

**Şekil 12. RMR sisteminde önerilen grafikler (Bieniawski, 1989)**

Yukarıda verilen Tablo 6’da RMR kaya sınıflama sistemine göre kullanılan puanlamalar sunulmuştur. Kaya malzemesinin dayanımı, RQD ve süreksizlik ara uzaklığı parametrelerine ait puanlar ise Şekil 12’de verilen grafikler yardımıyla belirlenmektedir.

RMR sınıflama sisteminde süreksizlik takımının yönelimi göz ardı edilmemiş ve Bieniawski (1989) tarafından kazıya süreksizlik yönelimi düzeltmesinin yapılmasını önerilmiştir. Tablo 7’de süreksizlik yöneliminin etkisi, Tablo 8’de ise süreksizliklerin konumuna göre düzeltme katsayıları sunulmuştur.

Tablo 7. RMR sisteminde süreksizlik eğim ve doğrultusunun etkisi (Bieniawski, 1989)

Doğrultu tünel eksenine dik				Doğrultu tünel 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 8. 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

RMR sistemi, tüneller ve madencilik uygulamalarında da yaygın olarak kullanıldığından, yapılacak olan patlatmalarda, arazi gerilmeleri ve güzergahı kesen varsa faylar da göz önüne alınarak gerekirse bu etmenler için indirgeme yapılarak nihai RMR puanında düzeltme yapılmalıdır (Laubscher, 1977; Kendorski vd., 1983). Buna ek olarak, düşey ve yatay arazi gerilmeler yerinde deneylerle çok pahalıya ölçüldüğünden gerilme düzeltme katsayısı uygulamada göz ardı edilmektedir. Tablo 9’da zayıflık düzlemleri ve patlatmayla ilgili uygulama metotları ve bunların düzeltme katsayıları sunulmuştur.

Kaya kütlelerinin kalitesi, yukarıda anlatılan işlemlerin gerçekleştirilmesiyle hesaplanan RMR puanına göre Tablo 10’den belirlenmektedir.

Tablo 9. 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 10. 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, Salarha Tünelindeki beş bölüm RMR sistemi ile sınıflandırılarak kaya kütle kaliteleri açısından değerlendirilmiştir. RMR puanı hesaplamalarında kullanılan değişkenlerin en düşük değerleri dikkate alınmış ve kaya kütle tanımlamaları düzeltilmiş RMR puanlarına göre yapılmıştır. Tünel güzergâhındaki birimlere ait RMR puanının 16,9-49,1 arasında, kaya sınıfının ise “çok zayıf kaya, zayıf kaya, orta kaya” arasında değiştiği saptanmıştır. Kaya kütleleri için hesap edilen RMR puanları aşağıdaki Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Kaya kütlelerinin RMR sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi

	Bölüm-1	Bölüm-2	Bölüm-3	Bölüm-4	Bölüm-5
Veri kaynağı	TSK 1-2	TSK 3-4-6	TSK 7	TSK 8	TSK 9-11
1 σ_{ci} (MPa)	(29,95+ 10,30)/2	(35,75+12,66 +33,04)/3	41,02	19,54	(24,03+ 24,65)/2
Puan	2,7	3,9	5	3	3,2
2 RQD (%)	11	57	91	80	53
Puan	4,1	11,2	18,1	6,8	10,9
3 Süreksizlik ara uzaklığı (cm.)	5,00	13,00	25,00	18,00	11,00
Puan	5,3	7,1	10,1	8,0	6,8
4 Süreksizlik Devamlılık durumu (m.)	>20	>20	1-3	1-3	1-3
Puan	0	0	4	4	4
Açıklık (mm.)	1,0-5,0	0,0-4,0	0,0-4,0	0,0-4,0	1,0-5,0
Puan	1	1	1	1	1
Pürüzlülük	Düz	Az pürüzlü	Pürüzlü	Pürüzlü	Pürüzlü
Puan	1	3	5	5	5
Dolgu	<5 mm. (yumuşak)	<5 mm. (yumuşak)	<5 mm. (yumuşak)	<5 mm. (yumuşak)	<5 mm. (yumuşak)
Puan	2	2	2	2	2
Bozunma	Bozunmuş	Orta derecede bozunmuş	Az bozunmuş	Az bozunmuş	Orta derecede bozunmuş
Puan	1	3	5	5	3
5 Yeraltı suyu (lt/dk)	Genel koşullar	Damlama	Damlama	Damlama	Damlama
Puan	4	4	4	4	4
Temel RMR	21,1	35,2	54,2	38,8	39,9
Süreksizlik yönelim düzeltmesi	0	0	-2	-2	-2
Nihai RMR	21,1	35,2	52,2	36,8	37,9
Patlatma düzeltmesi	1	0,94	0,94	0,94	0,94
Gerilme düzeltmesi	İhmal edildi	İhmal edildi	İhmal edildi	İhmal edildi	İhmal edildi
Zayıflık düzlemleri düzeltmesi	0,8	1	1	1	1
Düzeltilmiş RMR	16,9	33,1	49,1	34,6	35,6
Tanımlama (Bieniawski, 1989)	Çok zayıf kaya	Zayıf kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Zayıf kaya

3.2.4.2. Kaya Kütle Kalitesi (Q) Sistemi

Q sistemi, Barton vd. (1974) tarafından önerilmiştir. Q değeri Barton vd. (1974) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlikle belirlenmektedir.

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \left(\frac{J_w}{SRF} \right)$$

(4)

Burada; RQD: kaya kalite göstergesi (%), J_n : süreksizlik takımı sayısı, J_r : süreksizlik pürüzlülük değeri, J_a : süreksizlik yüzeyi bozunma değeri, J_w : süreksizlik suyu azaltma faktörü ve SRF: gerilme azaltma faktörüdür.

Q sınıflama sistemindeki girdi parametrelerinin belirlenmesi için önerilen kategoriler Tablo 12-17’de verilmiştir.

Tablo 12. Kaya kalite göstergesi - % RQD (Deere, 1964)

	RQD	Kaya kalite göstergesi tanımı
1	0-25	Çok zayıf
2	25-50	Zayıf
3	50-75	Orta
4	75-90	İyi
5	90-100	Çok iyi (Mükemmel)

Not: $RQD < 10$ (0 dahil) ise, Q 'nın hesaplanmasında RQD için 10 gibi nominal bir değer kullanılır. RQD için 100,95,90,...vb. gibi 5'lik aralıklar yeterlidir.

Tablo 13. Süreksizlik takım sayısı - J_n (Barton vd., 1974)

Süreksizlik takım sayısı	J_n
A Masif, eklem çok az veya hiç yok	0,5-1,0
B Bir süreksizlik takımı	2
C Bir süreksizlik takımı ve gelişigüzel eklemler	3
D İki süreksizlik takımı	4
E İki süreksizlik takımı ve gelişigüzel eklemler	6
F Üç süreksizlik takımı	9
G Üç süreksizlik takımı ve gelişigüzel süreksizlikler	12
H Dört veya daha fazla süreksizlik takımı, gelişigüzel, çok fazla sayıda, küp şeker görünümünde	15
I Parçalanmış kaya, toprak görünümünde	20

Not: *Arakesitler (kesişen tüneller) için $(3.0 \times J_n)$ kullanılır.

*Portallar (girişler) için $(2.0 \times J_n)$ kullanılır.

Tablo 14. Süreksizlik pürüzlülük sayısı - J_r (Barton vd., 1974)

Süreksizlik pürüzlülük sayısı	J_r
Süreksizlik yüzeyi temasta veya 10 cm'den az makaslama hareketiyle temasta	
<i>Not: Bu sıralamada tanımlamalar, küçük ve ara ölçekli özellikler göstermektedir</i>	
A Süreksiz	4
B Pürüzlü veya düzensiz, dalgalı	3
C Düz, dalgalı	2
D Sürtünme izli, dalgalı	1,5
E Pürüzlü veya düzensiz, düzlemsel	1,5
F Düz, düzlemsel	1,0
G Sürtünme izli düzlemsel	0,5
<i>Not: *İlgili süreksizlik takımının ortalama aralığı 2m'den daha büyük ise, J_r'ye 1.0 ilave edilebilir.</i>	
<i>*En az dirence göre yönelmesi koşuluyla, çizgiselliklere sahip düz sürtünme yüzeyli süreksizlikler için $J_r = 0.5$ alınabilir.</i>	
Makaslama hareketiyle süreksizlik yüzeylerinin teması sağlanmadığında	
H Süreksizlik yüzeylerinin birbirine temasını önleyecek yeterli kalınlıkta kil minerali içeren zon	1,0
I Süreksizlik yüzeylerinin birbirine temasını önleyecek yeterli kalınlıktaki kumlu, çakıllı ya da parçalanmış zon	1,0

Tablo 15. Süreksizlik yüzeyi bozunma sayısı - J_a (Barton vd., 1974)

Süreksizlik yüzeyi bozunma sayısı	J_a	ϕ°
a) Süreksizlik yüzeyleri temasta (Mineral dolgu yada kil kaplaması yok)		
A Sıkıca bağlanmış sert, yumuşamayan, geçirimsiz dolgu (örneğin kuvars veya epidot)	0,75	-
B Bozunmamış süreksizlik yüzeyleri, yalnızca yüzeyel kirlenme	1,0	25-35
C Az bozunmuş süreksizlik yüzeyleri, yumuşamayan mineral kaplamaları, kum taneleri, kum içermeyen kaya parçaları vd.	2,0	25-30
D Siltli veya kumlu-kil sıvımaları, küçük kil fraksiyonu (yumuşak değil)	3,0	20-25
E Yumuşamayan veya düşük sürtünmeli kil mineral sıvımaları, örneğin kaolen veya mika. Ayrıca klorit, talk, jips, grafit vs. ve az miktarda şişen killer	4,0	8-16
b) 10 cm'den az bir kayma hareketiyle süreksizlik yüzeylerinin teması sağlanabildiğinde (İnce mineral dolgu)		
F Kum taneleri, kil içermeyen parçalanmış kaya vd.	4,0	25-30
G Aşırı konsolide olmuş, yumuşamayan kil mineral dolguları (sürekli ancak kalınlığı 5 mm'den az)	6,0	16-24
H Orta veya düşük derecede konsolide olmuş yumuşamayan kil minerali dolguları (sürekli ancak kalınlığı 5 mm'den az)	8,0	12-16
I Şişen kil dolguları, örneğin; montmorillonit (sürekli ancak kalınlığı 5 mm'den az) J_a değeri şişen kil boyutundaki tanelerin yüzdesine ve suyun etkisine bağlıdır	8-12	6-12
c) Süreksizlik yüzeylerinde kayma durumunda temas yok (İnce mineral dolgu)		
J Parçalanmış kaya veya kil zonları veya bantları (kilin tanımlanması için G, H ve J maddelerine bakınız)	6-8 veya 8-12	6-24
K Siltli veya kumlu kil zonları veya bantları, düşük kil fraksiyonu (yumuşamayan)	5,0	-
L Kalın, sürekli kil zonları veya bantları (kilin tanımlanması için G, H ve J maddelerine bakınız)	10-13 veya 13-20	6-24

Tablo 16. Süreksizlik suyu azaltma faktörü - J_w (Barton vd., 1974)

Süreksizlik suyu azaltma faktörü	J_w	Yaklaşık su basıncı (kgf/cm ²)
A Kuru kazılar ya da küçük sızma, örneğin yerel olarak < 5 lt/dk	1,0	<1
B Orta derecede su gelişi veya basınç, yer yer süreksizliklerdeki dolguların yıkanması	0,66	1-2,5
C Dolgusuz, süreksizlik içeren, dayanımlı kayada büyük miktarda su gelişi veya yüksek basınç	0,5	2,5-10
D Büyük miktarda su gelişi veya yüksek basınç, süreksizlik dolgularının aşırı derecede yıkanması	0,33	2,5-10
E Patlatmada son derece aşırı su gelişi veya su basıncı, zamanla azalan	0,2-0,1	10
F Zamanla azalmaksızın devam eden son derecede aşırı su gelişi veya basıncı	0,1-0,05	>10

Not: *C ve F faktörleri kaba tahminlerdir. Drenaj ölçümleri yapılırsa J_w arttırılır.

*Buz oluşumundan kaynaklanan özel problemler dikkate alınmamıştır.

Tablo 17. Gerilme azaltma faktörü - SRF (Barton ve Grimstad, 1994)

Gerilme azaltma faktörü		SRF		
a) Kazıyı kesen zayıf zonlar, tünel kazılırken kaya kütlelerinin gevşemesine neden olabilirler				
A	Kil veya kimyasal olarak ayrılmış kaya içeren zayıf zonlar, çok gevşek çevre kayacı (herhangi bir derinlikte)		10	
B	Kil veya kimyasal olarak ayrılmış kaya içeren tek bir zayıf zon (kazı derinliği < 50 m)		5	
C	Kil veya kimyasal olarak ayrılmış kaya içeren tek bir zayıf zon (kazı derinliği > 50 m)		2,5	
D	Kil içermeyen dayanımlı kayada birden fazla makaslama zonu, gevşek çevre kayacı (herhangi bir derinlikte)		7,5	
E	Kil içermeyen dayanımlı kayada birden fazla makaslama zonu, (kazı derinliği < 50m)		5,0	
F	Kil içermeyen dayanımlı kayada tek bir makaslama zonu, (kazı derinliği > 50 m)		2,5	
G	Gevşek ve açık süreksizlikler, fazla süreksizlik içeren “küp şekeri” görünümlü (herhangi bir derinlikte)		5,0	
Not: *Kayma zonları yalnızca kazıyı etkiliyor, ancak kesmiyorsa, SRF için yukarıda verilen değerler %25-50 dolaylarında azaltılmaktadır				
b) Dayanımlı kaya, kaya gerilmesi sorunları		σ_c/σ_1	$\sigma_\theta/\sigma_{ci}$	SRF
H	Düşük gerilme, yüzeye yakın	>200	<0,01	25
I	Orta derecede gerilme	200-10	0,01-0,3	1
J	Yüksek gerilme, çok sıkı yapı (genellikle duraylı, yan duvar duraylılığı açısından uygun olmayabilir)	10-5	0,3-0,4	0,5-2
K	Masif kayada 1 saatlik bir süreden sonra orta derecede dilimlenme	5-3	0,5-0,65	5-50
L	Masif kayada 1 birkaç dakikadan sonra dilimlenme ve kaya patlaması	3-2	0,65-1	50-200
M	Masif kayada aşırı kaya patlaması ve ani dinamik deformasyon	<2	>1	200-400
Not: *Oldukça anizotrop bakir bir gerilme alanı için (ölçülebilirse): $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$ olduğunda, σ_c $0.75\sigma_{ci}$ ’ye, $\sigma_1/\sigma_3 > 10$ ise ve $0.5\sigma_c$ ’ye düşürülür. Burada: σ_{ci} tek eksenli basınç dayanımı, σ_θ en büyük teğetsel gerilme (elastik kuramdan tahmin edilen) ve σ_1 ile σ_3 de en büyük ve en küçük asal gerilmelerdir.				
*Tavan yüksekliğinin genişliğinden az olduğu durumlarla ilgili birkaç vaka kaydı mevcuttur. Bu tip durumlarda SRF’nin 2,5’den 5’e çıkarılması önerilir.				
*Sıkışan kaya vakaları $H > Q^{1/3}$ derinlik koşulunda meydana gelebilir (Singh vd., 1993). Kaya kütlelerinin basınç dayanımı $\sigma_{cm} = 0.7\gamma Q^{1/3}$ (MPa) eşitliğinden tahmin edilebilir. Burada: γ kayanın birim hacim ağırlığıdır (kN/m ³)				
c) Yüksek kaya basıncının etkisi altında dayanımsız kayada plastik akma				
N	Az sıkıştıran kaya basıncı		1-5	5-10
O	Aşırı sıkıştıran kaya basıncı		>5	10-20
d) Suyun varlığına bağlı olarak kimyasal şişme aktivitesi				
P	Düşük kaya basıncı		5-10	
R	Çok yüksek kaya basıncı		10-15	

Yukarıda verilen ölçütlere göre Q değerleri bilinen kaya kütlelerinin kalitesi Tablo 18’de göre tanımlanmaktadır.

Tablo 18. Q değerlerine göre kaya kütlelerinin sınıflandırılması (Barton vd., 1974)

Q değeri	Kaya sınıfı
0,001-0,01	Son derecede zayıf
0,01-0,1	Çok fazla zayıf
0,1-1	Çok zayıf
1-4	Zayıf
4-10	Orta
10-40	Sağlam
40-100	Çok sağlam
100-400	Çok fazla sağlam
400-1000	Son derece sağlam

Salarha Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütleleri Q sistemi ile sınıflandırılarak kaya kütlelerinin kaliteleri saptanmıştır. Tünel güzergâhındaki kaya kütlelerine ait Q değerinin 0,03-2,28 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok fazla zayıf, çok zayıf, zayıf kaya” arasında olduğu saptanmıştır. Kaya kütleleri için hesaplanan Q değerleri Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. Kaya kütlelerinin Q kaya kütle sınıflama sistemine göre değerlendirilmesi

Bölüm no	RQD (%)	J _n	J _r	J _a	J _w	SRF	Q Tanımlama (Barton vd., 1974)
1	11	12x2	2	6	1	5	0,03/Çok fazla zayıf
2	57	12	2	6	1	5	0,32/Çok zayıf
3	91	12	3	4	1	2,5	2,28/Zayıf
4	80	12	3	4	1	2,5	2,00/Zayıf
5	53	12x2	3	4	1	5	0,33/Çok zayıf

3.2.4.3. Kaya Kütle İndeksi (RMi) Sistemi

İlk defa Palmström (1995) tarafından önerilen RMi sistemi, eklemlili ve masif kaya kütlelerinin sınıflandırılmasında, kaya kütle dayanımı, deformasyon modülü ve Hoek-Brown sabitlerinin belirlenmesinde, yeraltı açıklıklarının destek tasarımı, tünel delme makinesinin (TBM) performans değerlendirmesinde kullanılmaktadır (Palmström 1995 ve 1996). Kaya kütlelerinin ön destek tasarımı için tünel çapının ve blok hacminin girdi parametresi olarak kullanıldığı sisteme beş yıllık pratik uygulamalardan sonra Palmström (2000) tarafından son şekli verilmiştir. Eklemlili kaya kütlelerinde RMi, aşağıdaki eşitlikler yardımı ile belirlenmektedir.

$$RMi = \sigma_{ci} JP = \sigma_{ci} 0,2 \sqrt{jC} (Vb)^{Db}$$

(5)

$$JP = 0,2 \sqrt{jC} (Vb)^{Db}$$

(6)

$$jC = jL \frac{jR}{jA}$$

(7)

$$Db = 0,37 jC^{-0,2}$$

(8)

$$Vb = \beta J_v^{-3}$$

(9)

$$\beta = 20 + 7(S1/S3)$$

(10)

Burada; σ_{ci} : kaya malzemesinin tek eksenli basınç dayanımı (MPa), JP: süreksizlik dayanım azaltma faktörü, jC: süreksizlik faktörü, jL: süreksizlik uzunluk faktörü, jR: süreksizlik pürüzlülük faktörü, jA: süreksizlik yüzeyi bozunma faktörü, Vb: blok hacmi (m^3), J_v : hacimsel eklem sayısı (eklem/ m^3), Db: blok çapı (m), β : blok şekli faktörü, S1: en büyük süreksizlik ara uzaklığı (cm) ve S3: en küçük süreksizlik ara uzaklığıdır (cm).

RMi kaya kütle sınıflama sistemindeki süreksizlik faktörünün (jC) belirlenmesinde kullanılan jR değeri Tablo 20'den, jL değeri Tablo 21'den, jA değeri ise Tablo 22'den belirlenmektedir.

Tablo 20. Süreksizlik pürüzlülük faktörü – jR (Palmström, 2000)

Pürüzlülük	Dalgalık				
	Düzlemsel	Az dalgalı	Dalgalı	Çok dalgalı	Basamaklı yada iç içe girmiş
Düzensiz yada basamaklı	3	4,5	6	9	12
Çok pürüzlü	2	3	4	6	8
Pürüzlü	1,5	2	3	4,5	6
Düzlemsel	1	1,5	2	3	4
Sürtünme izli, kaygan	0,5-1	1	1,5	2	3

Dolgulu süreksizlikler için jR= 1 alınır

Tablo 21. Süreksizlik yüzeyi bozunma faktörü – jA (Palmström, 2000)

a) Süreksizlik yüzeyleri temasta			
Süreksizlik yüzeyi özelliği	Tanımlama	jA	
Kapalı süreksizlikler	Yumuşamayan, geçirimsiz dolgu (örneğin kuvars veya epidot)	0,75	
Bozunmamış süreksizlik yüzeyleri	Bozunmamış süreksizlik yüzeyleri, yalnızca yüzeysel kirlenme (Demir boyaması)	1	
Süreksizlik yüzeyi temiz	Bozunmuş süreksizlik yüzeyleri	2	
	Taze kaya yüzeyinden bir derece yüksek bozunma	4	
	Taze kaya yüzeyinden iki derece yüksek bozunma	4	
Sıvama yada ince dolgu	Birikinti malzemesi	3	
	Kil haricinde silt, kum veya kalsit dolgu	4	
	Kohezif malzeme	4	
	Kil, klorit veya talk dolgu	4	
b) Süreksizlik yüzeylerinde temas yok yada yer yer dolgulu süreksizlikler			
	Süreksizlik yüzeylerinde yer yer temas var	Süreksizlik yüzeylerinde temas yok	
Dolgu türü	Tanımlama	İnce dolgu (Ortalama 5 mm.)	Kalın dolgu
Birikinti malzemesi	Kil haricinde silt, kum veya kalsit dolgu	4	8
Sert kohezif malzeme	Sıkıca bağlanmış kil, klorit veya talk dolgu	6	10
Yumuşak kohezif malzeme	Orta ve az konsolide olmuş kil, klorit veya talk dolgu	8	12
Şişen kil malzemesi	Şişen dolgular	8 - 12	12 - 20

Tablo 22. Süreksizlik uzunluk faktörü – jL (Palmström, 2000)

Süreksizlik uzunluğu (m)	Süreksizlik türü	Sürekli*	Süreksiz
< 0,5	Kırık	4	8
< 1	Foliasyon	3	6
0,1 - 1	Kısa süreksizlik	2	4
1 - 10	Orta uzunlukta süreksizlik	1	2
10 - 30	Uzun ve geniş süreksizlik	0,75	1,5
> 30	Dolgulu, demir boyamalı yada makaslanmış süreksizlik	0,5	1

* Sürekli süreksizlikler masif bir kayada son bulur

Yukarıda belirtilen işlemlerin yapılmasıyla kaya kütleleri için belirlenen R_{Mi} değerlerinin değerlendirilmesi Tablo 23'e göre yapılmaktadır.

Tablo 23. R_{Mi} değerlerinin tanımlamaları (Palmström, 2000)

R _{Mi} değeri	Sınıf
100-40	Çok yüksek
40-10	Yüksek
10-1	Orta
1-0,4	Düşük
0,4-0,1	Çok düşük
0,1-0,01	Oldukça düşük

Bu çalışmada, Salarha Tüneli güzergâhındaki beş bölümde yer alan kaya kütlelerine ait R_{Mi} değerleri belirlenmiş ve bu değerlere göre kaya sınıflandırmaları yapılmıştır. R_{Mi} hesaplamalarında güvenli tarafta kalmak amacıyla jeoteknik birimler için değerlendirilen parametrelerin en düşük değerleri göz önüne alınmıştır. Tünel güzergâhındaki kaya kütlelerine ait R_{Mi} değerinin 0,14-2,59 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok düşük, düşük, orta” olduğu saptanmıştır. Kaya kütleleri için hesap edilen R_{Mi} değerleri Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Kaya kütlelerinin R_{Mi} sistemine göre değerlendirilmesi

	Bölüm-1	Bölüm-2	Bölüm-3	Bölüm-4	Bölüm-5
Veri kaynağı	TSK 1-2	TSK 3-4-6	TSK 7	TSK 8	TSK 9-11
σ_{ci} (MPa)	20,13	27,15	41,01	19,54	24,34
J_v (eklem/m ³)	38,50	21,00	8,00	12,00	16,50
S1 (cm)	24	60	150	100	54
S3 (cm)	110	180	375	275	175
j _R	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00
j _A	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
j _L	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
j _C	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00
Db (m)	0,40	0,37	0,37	0,37	0,37
β	21,53	22,33	22,80	22,55	22,16
V _b (m ³)	0,00038	0,00241	0,04453	0,01305	0,00493
JP	0,0069	0,0215	0,0632	0,0402	0,0280
R _{Mi}	0,14	0,58	2,59	0,78	0,68
Tanımlama (Palmström, 2000)	Çok düşük	Düşük	Orta	Düşük	Düşük

3.2.4.4. Kaya Kütle Kalitesi Puanlama (RMQR) Sistemi

Aydan vd. (2013) tarafından Kaya Kütle Kalitesi Puanlama (RMQR) olarak isimlendirilen yeni bir kaya kütle sınıflama sistemi ortaya konulmuştur. RMQR sistemi diğer modern sınıflama sistemleri gibi süreksizlik özelliklerini kullanmaktadır. Ancak sistemin geliştiricileri tarafından diğer sınıflama sistemlerinde süreksizlik aralığı ve RQD değerinin bir arada kullanılmasının süreksizlik yoğunluğu değerlendirilmesinde tekrara neden olduğu özellikle kil içeren kayalarda su emmenin dayanıma olumsuz etkilerinin olduğu ancak bunun kullanılmadığı öne sürülerek bu sistem geliştirilmiştir. RMQR sistemi nicel çağdaş kaya kütle sınıflama sistemlerinde kullanılan önemli parametreler de dikkate alınarak ve parametre tekrarından kaçınılarak, kaya kütlelerinin fiziksel durumunun daha iyi tanımlanması amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistem; bozunma derecesi, süreksizlik takım sayısı, süreksizlik ara uzaklığı, süreksizlik durumu ile yeraltı suyu sızma ve su emme koşulları gibi Tablo 25’de verilen altı temel parametre kullanılmaktadır. RMQR puanı bu parametrelerin toplanmasıyla elde edilmektedir. Kaya kütlelerinin sınıflandırılması elde edilen RMQR puanına dikkate alınarak Tablo 26’ya göre yapılmaktadır

$$RMQR = R_{BD} + R_{STS} + R_{SA} + R_{SD} + R_{YASD} + R_{SED}$$

(11)

Burada; R_{BD} : bozunma derecesi puanı, R_{STS} : süreksizlik takım sayısı puanı, R_{SA} : süreksizlik aralığı puanı, R_{SD} : süreksizliklerin durumu puanı, R_{YASD} : yeraltı suyu sızma durumu puanı ve R_{SED} : su emme durumu puanıdır.

Tablo 25. RMQR sisteminin sınıflama parametreleri (Aydan vd., 2013)

RMQR sınıflama sistemi girdi parametreleri									
Bozunma derecesi (BD)	Taze	Lekeli yüzey	Az bozunmuş	Orta derecede bozunmuş		İleri derece bozunmuş		Tamamen bozunmuş	
Puan (R_{BD})	15	12	9	6		3		1-0	
Süreksizlik takımı sayısı (STS)	Yok (sağlam veya masif)	Tek takım+geliş i güzel	İki takım+geliş i güzel	Üç takım+geliş i güzel		Dört takım+geliş i güzel		Ezik veya paramparça olmuş	
Puan (R_{STS})	20	16	12	8		4		1-0	
Süreksizlik aralığı (SA) veya RQD(%)	Yok veya $SA \geq 24m$.	$24 > SA \geq 6m$.	$6m. > SA \geq 1,2m$.	$1,2m. > SA \geq 0,3 m$.		$0,3m. > SA \geq 0,07 m$.		$0,07m. > SA$	
Puan (R_{SA})	100	100	100	100>RQD≥75		75>RQD≥35		35>RQD	
Süreksizliklerin durumu (SD)	Süreksizlik yok	Kaynaklı veya kesikli	Pürüzlü	Göreceli olarak düz ve sıkı		İnce dolgulu veya ayrık kaygan yüzey ($t < 5mm.$)		Kalın dolgulu veya ayrık yüzey ($t > 10mm.$)	
Puan (R_{SD})	30	26	22	15		7		1	
Süreksizlik Koşulu (SD) $RSD = R_{SDA} + R_{SDD} + R_{SDP}$	Veya alternatif olarak “Süreksizlik Yok” ve “Kaynaklı veya Kesikli” sınıflarına girmeyen yüzeyler için								
	Açıklık		Kapanık veya çok sıkı	0,1-0,25mm	0,25-0,5mm.	0,5-2,5mm.	2,5-10m m.	>10mm.	
	Puan (R_{SDA})		6	5	4	3	2	1	
	Dolgu		Dolgusuz	Sadece yüzey sıvaması	İnce sıvama <1mm.	İnce dolgu $1 < t < 10mm$	Kalın dolgu $6 > t > 10m m.$	Çok kalın dolgu veya makaslama zonu $t > 60mm.$	
	Puan (R_{SDD})		6	5	4	3	2	1-0	
	Pürüzlülük	Tanımsal	Çok pürüzlü	Pürüzlü	Düz-dalgalı	Düz-düzlemsel	Kaygan	Makaslama bandı/zonu	
		ISRM (2007)’deki profil nosu	10	9	8	7	6	5	4
Puan (R_{SDP})		10	9	8	7	6	5	4	
Yeraltı suyu durumu (YASD)	Kuru	Nemli	Islak	Damlama		Sürekli su akışı		Su basması	
Puan (R_{YASD})	9	7	5	3		1		0	
Su emme durumu (SED)	Su emmeyen	Kılcal etkiyle veya elektriksel su emme	Az su emen	Orta derecede su emen		Çok su emen		Aşırı su emip dağılan	
Puan (R_{SED})	6	5	4	3		2		1-0	

Tablo 26. RMQR değerlerine göre kaya kütle kalitesi sınıfları (Aydan vd., 2013)

Kaya Sınıfı	I	II	III	IV	V	VI
Kaya kütle tanımı	Sağlam veya kaya malzemesi	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok zayıf
RMQR	100-94	95-79	80-59	60-39	40-19	20-0

Salarha Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütlelerine ait RMQR değerleri belirlenmiş ve bu değerlere göre sınıflandırmaları yapılmıştır. Tünel güzergâhındaki kaya kütlelerine ait RMQR değerinin 28-47 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok zayıf, zayıf, orta” arasında olduğu saptanmıştır. Kaya kütleleri için hesap edilen RMQR değerleri Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Kaya kütlelerinin RMQR sistemine göre değerlendirilmesi

	Bölüm-1	Bölüm-2	Bölüm-3	Bölüm-4	Bölüm-5
Veri kaynağı	TSK 1-2	TSK 3-4-6	TSK 7	TSK 8	TSK 9-11
R _{BD}	3	6	9	9	6
R _{STS}	8	8	8	8	8
R _{SA}	1	4	8	8	4
R _{SDA}	2	2	2	2	2
R _{SDD}	3	3	3	3	3
R _{SDP}	7	8	9	9	9
R _{YASD}	3	3	3	3	3
R _{SED}	1	2	5	5	5
RMQR	28	36	47	47	40
Tanımlama	Çok zayıf	Zayıf	Orta	Orta	Zayıf

(Aydan vd., 2013)

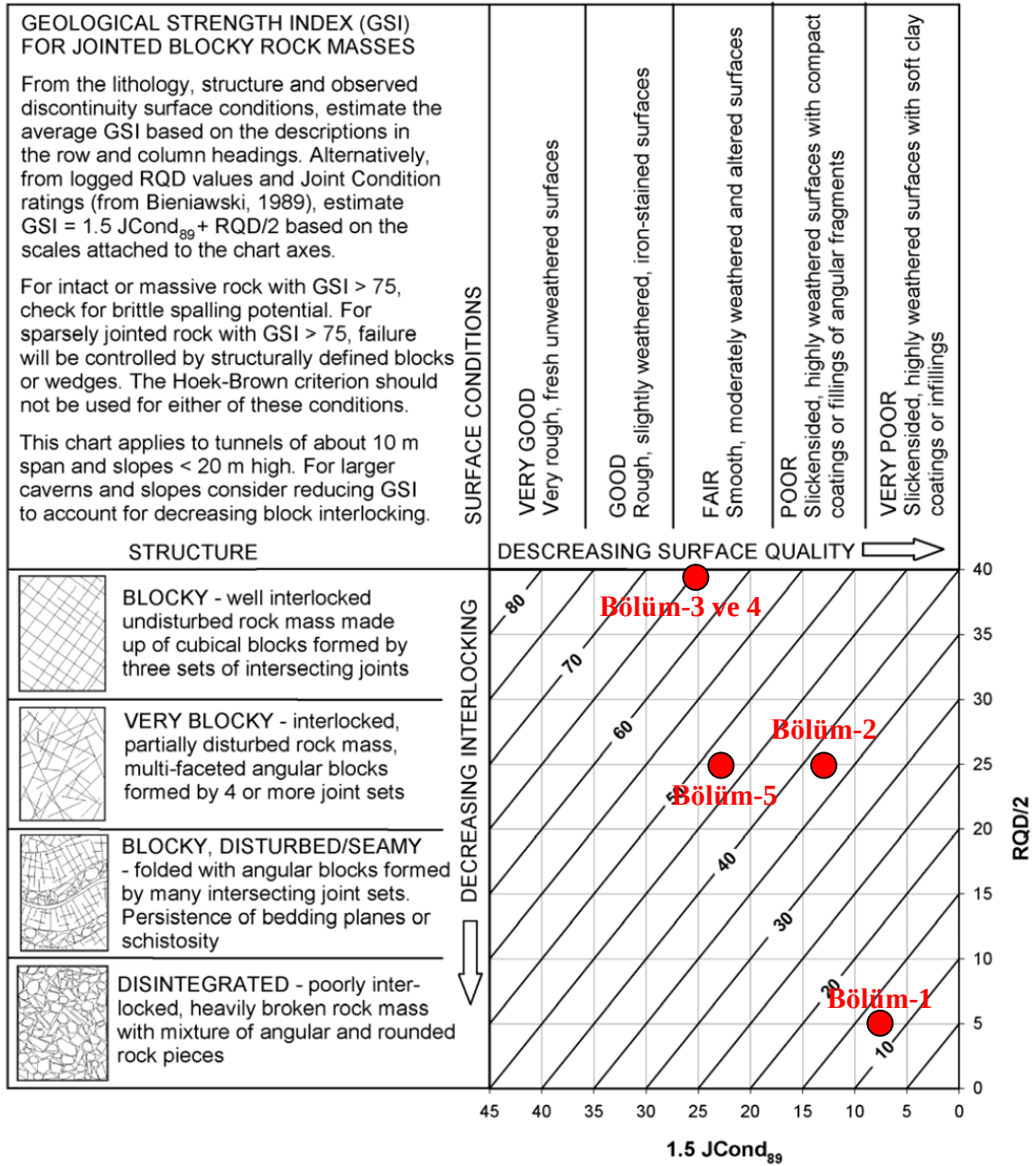
3.2.4.5. Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) Sistemi

İlk kez Hoek vd. (1995) tarafından tanımlanan GSI sistemi, arazi tecrübelerinden faydalanarak değişen jeolojik-jeoteknik koşullara göre kaya kütlesi dayanımının kestirilmesi temeline dayanmaktadır. Kaya kütlesinin özellikleri, kayanın bloklu yapısı ve süreksizliklerin durumu (pürüzlülük, bozunma ve dolgu vb.) gibi görsel tanımlamalara 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 13’te verilen sayısal GSI abağı kullanılmıştır.

$$GSI = 1,5 JCond_{89} + \frac{RQD}{2}$$

(12)

Burada; RQD: kaya kalite göstergesi (%) ve JCond₈₉: RMR sistemindeki (Bieniawski, 1989) toplam süreksizlik durumu puanıdır.



Şekil 13. Hoek vd. (2013) tarafından önerilen sayısal GSI abağına göre kaya kütlelerinin değerlendirilmesi

Buna göre Jeolojik Dayanım İndeksi (GSI) değerinin 13-71 arasında değiştiği ve kaya kütlelerinin “örselenmiş, çok bloklu, bloklu kaya” sınıfında olduğu belirlenmiştir (Tablo 28).

Tablo 28. Kaya kütlelerinin GSI sistemine göre değerlendirilmesi

Bölüm No	RQD (%)	RQD/2 (%)	JCond ₈₉	1,5xJCond ₈₉	GSI Tanımlama (Hoek vd. 2013)
1	11	5,5	5	7,5	13/Örselenmiş
2	57	25,0	9	13,5	42/Çok bloklu
3	91	45,5	17	25,5	71/Bloklu
4	80	40,0	17	25,5	66/Bloklu
5	53	26,5	15	22,5	64/Çok bloklu

3.2.4.6. Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi (NATM)

1950’lerden sonra, yeraltı kazılarının ve tünel açımının artması, güvenli ve ucuz tünel açma yöntemlerinin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yıllarda yeraltında yapılan hidroelektrik santral yerlerinin kazıları sırasında bölünmüş kazı yönteminin uygulanması, Avusturya Yöntemi olarak adlandırılmıştır. Geniş kesitli olan bu kazılarda, ilk olarak tabana yakın bir galeriyle kazıya başlanıp daha sonra yan ve üst galerilerle kazı, aşamalı olarak üst yarıya doğru genişletilmektedir. Daha sonra geliştirilen bu yöntem, “Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi” (NATM) adını almıştır. NATM’in esas gelişimi 1970’li yıllarda olmuştur (Kökçüoğlu, 2006).

Rabcewicz (1964), bu yöntemi, ince ve geçici bir destekleme uygulayarak, deformasyonlara izin vermek, tünel içine doğru gelişen kaya basıncını azaltmak ve yükleri kazı çevresindeki kayaya dağıtmak; böylelikle son desteklemeyi (kaplama) daha az yüklemek ve daha ince bir yapı oluşturmak olarak tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre deformasyonlar kazı sırasında ölçülerek projedeki hesaplamalarla karşılaştırılacaktır.

Bütünüyle tünel açımı sırasında yapılacak gözlem ve deformasyon ölçümlerine dayanan NATM kaya sınıflaması bu anlamda yapım aşamasının sınıflamasıdır. Tasarım aşamasındaki nitelikleri incelendiğinde, bu kaya sınıflamasının tanımsal olduğu ve bu bağlamda da nicel veri sağlamayacağı görülür. Göreceli olarak üniform jeolojik yapıya sahip bölgelerde kaya kalitesinin sayılarla ifade edildiği ve kaya davranışının formülle tahmin edildiği kaya sınıflama sistemleri geliştirilirken, jeolojik yapının büyük

değişkenlikler gösterdiği bölgelerde NATM gibi esnek yapım yöntemleri ve kazı sırasında kaya davranışını esas alan kaya sınıflama sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi hemen her türlü zemine ve kayaya uygulanan, ekonomik bir yöntem olarak tanınmıştır. Bu yöntemin 20'den fazla ilkesi bulunmaktadır. Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi'nin ana prensibi, tünel kazısını çevreleyen zemini yük taşıyıcı destek elemanı haline getirerek zamana bağlı gerilme değişimlerini etkilemek ve minimum destekleme önlemlerini gerektirecek şekilde kontrollü bir gerilme boşalmasını sağlamaktır. Bunu yapabilmek için ön sağlamlaştırmanın uygun bir yük-şekil değiştirme özelliğine sahip olması ve tam zamanında yapılması gerekir. NATM, belirli bir destek ve kazı işlemine bağımlı değildir. Ancak, aşağıda belirtilen ilkelere uyulmasında yarar vardır. Başlıca esasları, ana kayanın ilk sağlamlığını korumak, dağı fazla kurcalamamak ya da dağı ürkütmemek, yükü dağa taşıtmak, koruyucu zonu boşluk yakınında oluşturmak, şekil değiştirme ve gerilmeleri ölçümlerle denetlemek, sağlamlaştırma işlemlerini en kısa zamanda tamamlamak ve kazı kesitlerini olabildiğince yuvarlak seçmektir (Kaya, 2008).

Avusturya Standartlarından olan ÖNORM B2203 (1994), NATM için stabil kayadan basınç yaratan kayaya kadar değişen on kaya sınıfını tanımlamıştır. Tasarım aşamasındayken tünel güzergâhı boyunca arazi ve sondaj çalışmalarından elde edilen verileri kullanarak sayısal bir sınıflandırma yapan Q ve RMR sistemlerine ait değerler, Şekil 14'te verilen eşleştirmeler yardımıyla NATM sisteminde karşılık gelen harfsel kaya sınıfına dönüştürülür. Böylece yapım aşamasına geçildiğinde zaman alıcı ve yapımı zor olan Q ve RMR sınıflama sistemleri yerine, bu sistemlerin tasarım aşamasında birleştirilmesi ile bulunmuş olan NATM sistemindeki sınıf değerleri kullanılarak kazı sırasında karşılaşılabilecek sorunlar en kısa zamanda çözümlenebilmektedir. Ancak sayısal kaya kütle sınıflama sistemlerinde kaya kütlelerinin zamana bağlı davranışı göz önüne alınmadığından tasarım aşamasında belirlenen NATM kaya sınıfı kazı aşamasında yapılan deformasyon ölçümleri ile değiştirilebilir (Kaya, 2012). NATM'ın yukarıda anlatılan yapıma yönelik niteliklerini, tasarım aşamasında kullanmak için yapılan kaya sınıflamalarının eşleştirilmeleri Şekil 14'te verilmiştir.

NATM kaya kütle sınıflama sistemi tanımsal bir sınıflama olduğundan Q ve RMR sınıflama sistemleri gibi nicel veri sağlamamaktadır. Bu nedenle tünel açımı sırasında

yapılacak gözlem ve deformasyon ölçümlerine dayanan NATM kaya sınıflaması tasarım aşaması sınıflaması olmayıp bu anlamda yapım aşaması sınıflamasıdır. Belirli bir destek ve kazı işlemine bağımlı olmayan NATM sisteminin tünel destekleme tasarımında Q ve RMR sınıflamalarıyla birlikte kullanılması daha sağlıklı veriler sağlamaktadır (Kaya, 2012).

Bu çalışmada, Salarha Tüneli güzergâhında yer alan kaya kütleleri için hesaplanan Q ve RMR değerleri, NATM sınıflamasıyla birlikte değerlendirilerek kaya kütle sınıflaması yapılmıştır. RMR sistemi, Q sitemine göre daha tutucu davranarak daha düşük NATM kaya sınıflarını tanımlamıştır. ÖNORM B2203 (1994)'e göre, RMR değerleri dikkate alındığında kaya kütlelerine ait NATM sınıflarının B2, B3 ve C2 arasında, Q değerleri göz önüne alındığında ise NATM sınıflarının B2, B3 ve C1 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tablo 29'da jeoteknik birimler için Q ve RMR değerlerine karşılık gelen NATM kaya sınıfları verilmiştir.

Tablo 29. Kaya kütlelerinin NATM kaya kütle sınıflamasına göre değerlendirilmesi

Bölüm No	RMR	NATM Tanımlama (ÖNORM B 2203, 1994)	Q	NATM Tanımlama (ÖNORM B 2203, 1994)
1	16,9	C2/Baskılı	0,03	C1/Kaya patlamalı
2	33,1	B3/Döküntülü	0,32	B3/Döküntülü
3	49,1	B2/Çok kırılğan	2,28	B2/Çok kırılğan
4	34,6	B3/Döküntülü	2,00	B2/Çok kırılğan
5	35,6	B3/Döküntülü	0,33	B3/Döküntülü

Q KAYA KÜTLE SINIFI (Barton vd., 1974)	NATM KAYA KÜTLE SINIFI (ÖNORM B2203, 1994)	RMR KAYA KÜTLE SINIFI (Bieniawski, 1989)
1000 SON DERECE SAĞLAM		100
400 ÇOK FAZLA SAĞLAM	A ₁ SAĞLAM	ÇOK İYİ
100 70.4 ÇOK SAĞLAM		80
40 SAĞLAM	A ₂ ZAMANLA KIRILGAN	İYİ
10 ORTA	B ₁ KIRILGAN	60
4 ZAYIF	B ₂ ÇOK KIRILGAN	50 ORTA
1 ÇOK ZAYIF	B ₃ DÖKÜNTÜLÜ	40 ZAYIF
0.1 ÇOK FAZLA ZAYIF	C ₁ KAYA PATLAMALI	30
0.03 0.016 0.01 0.008	C ₂ BASKILI	20 15
	C ₃ ÇOK BASKILI	10
0.002 0.001	C ₄ AKICI	5 ÇOK ZAYIF
	C ₅ ŞİŞEN-KABARAN	0

Şekil 14. NATM, Q ve RMR kaya kütle sınıflarının eşleştirilmesi (KGM, 1997)

3.2.5. Kaya Kütle Özellikleri

Salarha Tüneli güzergâhındaki kaya kütlelerinin dayanım özellikleri Hoek-Brown (Hoek vd., 2002) yenilme kriteri ile belirlenmiştir. m_b , s ve a kaya kütle sabitlerinin belirlenmesi için Hoek vd. (2002) tarafından önerilen aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır;

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

(13)

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

(14)

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

(15)

Burada; m_i : kırıklızsız kaya için malzeme sabiti değeri ve D : örselenmemiş kaya kütleleri için 0'dan başlayarak, çok örselenmiş kayalarda 1'e kadar değişen bir faktördür. Bu çalışmada delme-patlatma yöntemiyle kazılan kaya kütleleri için örselenme faktörü, kontrollü patlatma uygulandığından dolayı 0 olarak seçilmiştir.

Kaya kütlelerine ait tek eksenli basınç dayanımı (σ_{cm}) Hoek vd. (2002), deformasyon modülü (E_m) ise Hoek ve Diederichs (2006) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

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

(16)

$$E_m = E_i \left(\frac{1 - (D/2)}{1 + e^{(60 + 15D - GSI)/11}} \right) \text{ (GPa)}$$

(17)

Kaya kütlesine ait Poisson oranı (ν_m) hesaplanırken Aydan vd. (1993) tarafından tanımlanan aşağıdaki görgül denklemden yararlanılmıştır.

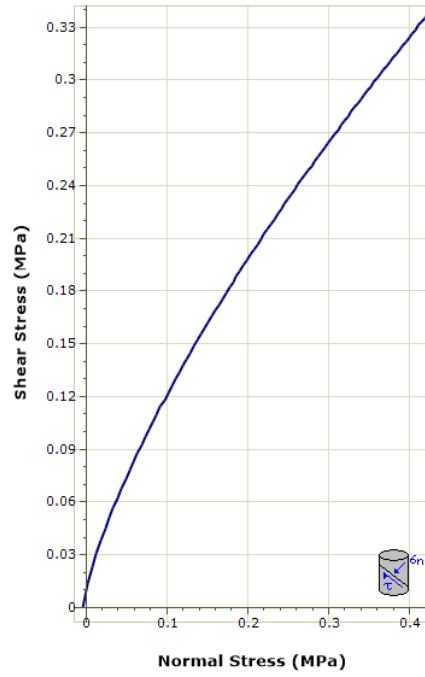
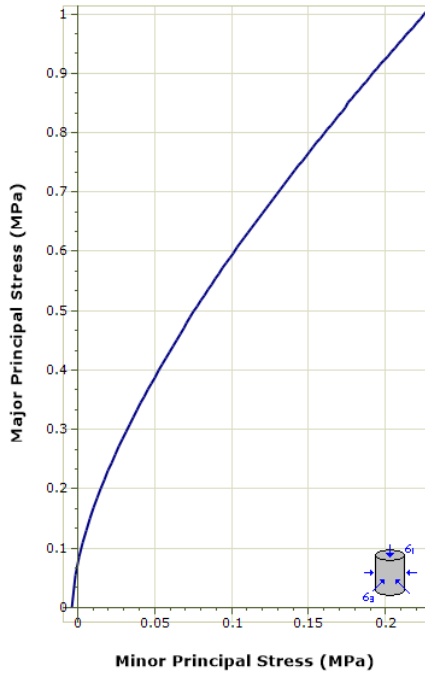
$$\nu_m = 0,25 \left(1 + e^{-\sigma_{cm}/4} \right) \quad (18)$$

Elde edilen sonuçlar Tablo 30’da, Hoek-Brown yenilme kriterine göre kaya kütleleri için RocData v5.0 programında çizilen (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri ise Şekil 15-19’da sunulmuştur.

Tablo 30. Kaya kütlelerine ait parametreler

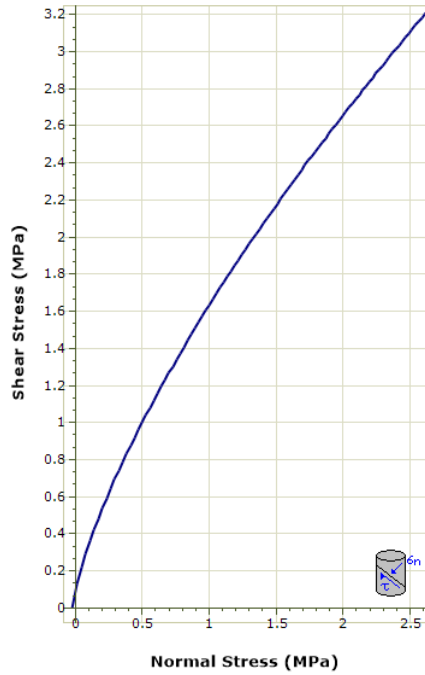
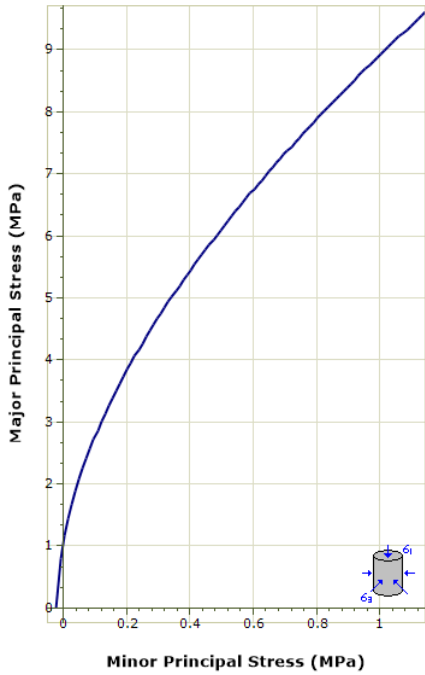
Bölüm No	m_b	s	a	m_i	D	σ_{cm} (MPa)	E_m (GPa)	ν_m
1	0,31	0,0001	0,570	7	0	0,07	0,17	0,45
2	2,14	0,0016	0,510	17	0	1,13	1,57	0,31
3	6,74	0,0399	0,501	19	0	8,48	9,16	0,25
4	5,54	0,0216	0,502	19	0	2,97	3,72	0,30
5	5,25	0,0183	0,502	19	0	3,39	4,37	0,28

Yapılan hesaplamalar sonucunda Hoek-Brown yenilme kriteri kullanılarak belirlenen kaya kütle parametrelerinin m_b : 0,31-6,74, s: 0,0001-0,0399, a: 0,501-0,570 arasında değiştiği, tek eksenli basınç dayanımının (σ_{cm}) 0,07-8,48 MPa, deformasyon modülünün (E_m) 0,17-9,16 GPa, Poisson oranının (ν_m) ise 0,25-0,45 arasında değiştiği belirlenmiştir.



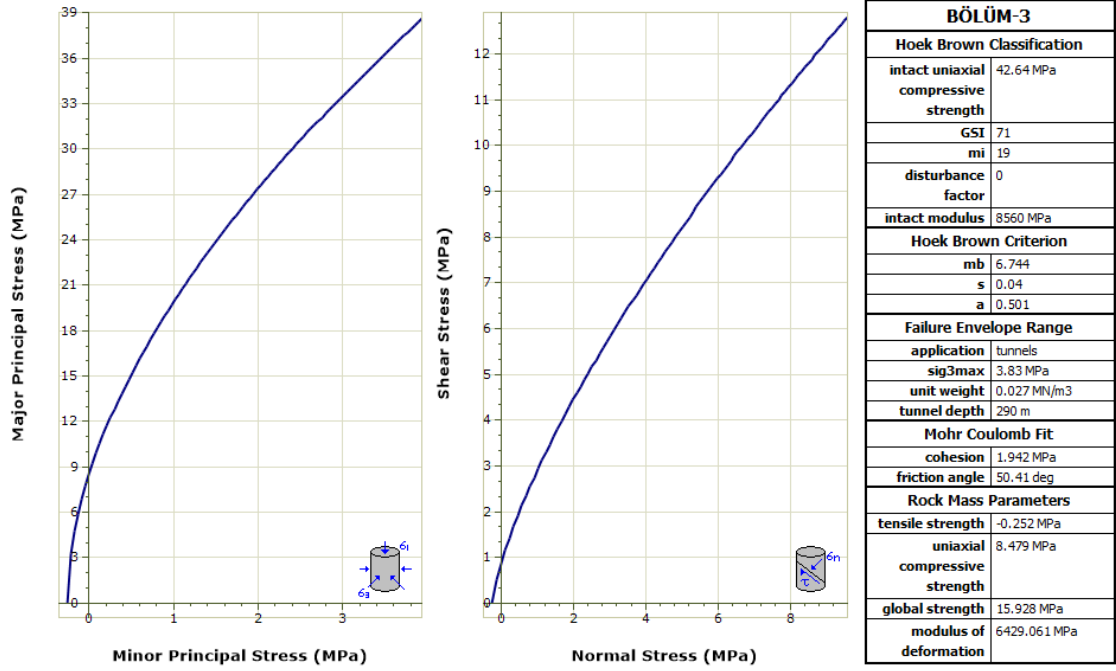
BÖLÜM-1	
Hoek Brown Classification	
intact uniaxial compressive strength	18.12 MPa
GSI	13
mi	7
disturbance factor	0
intact modulus	5080 MPa
Hoek Brown Criterion	
mb	0.313
s	6.336e-005
a	0.57
Failure Envelope Range	
application	tunnels
sig3max	0.222 MPa
unit weight	0.023 MN/m3
tunnel depth	20 m
Mohr Coulomb Fit	
cohesion	0.044 MPa
friction angle	36.211 deg
Rock Mass Parameters	
tensile strength	-0.004 MPa
uniaxial compressive strength	0.073 MPa
global strength	0.908 MPa
modulus of deformation	171.46 MPa

Şekil 15. Bölüm-1’de bulunan kaya kütesine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri

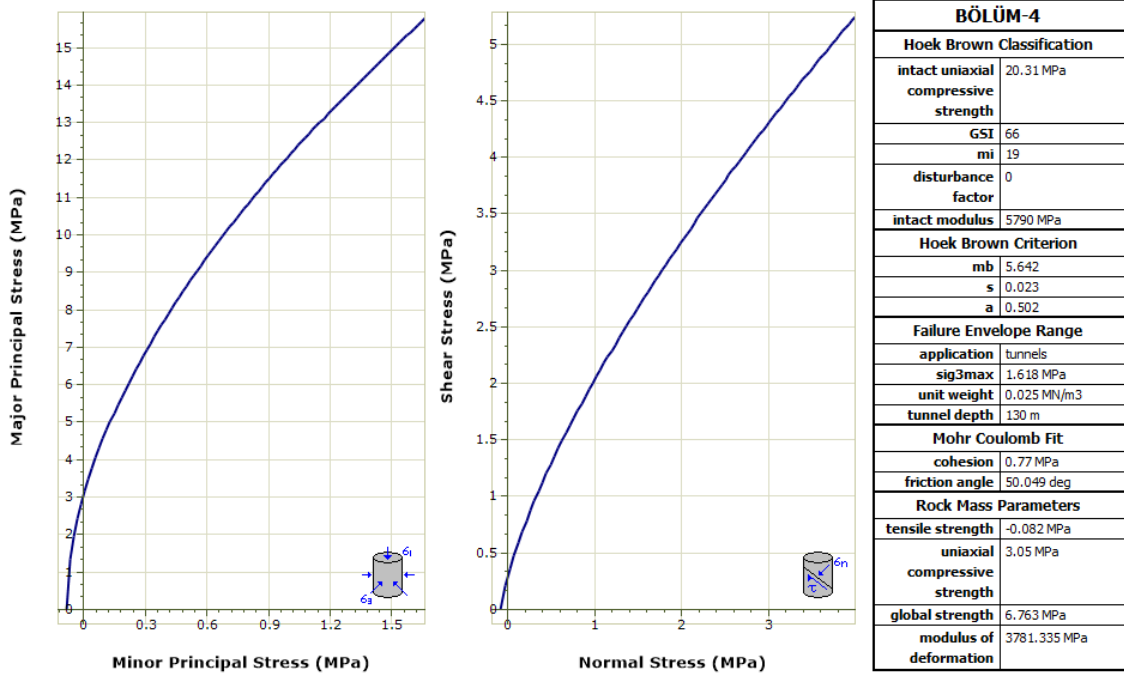


BÖLÜM-2	
Hoek Brown Classification	
intact uniaxial compressive strength	30.1 MPa
GSI	42
mi	17
disturbance factor	0
intact modulus	8560 MPa
Hoek Brown Criterion	
mb	2.142
s	0.002
a	0.51
Failure Envelope Range	
application	tunnels
sig3max	1.116 MPa
unit weight	0.025 MN/m3
tunnel depth	90 m
Mohr Coulomb Fit	
cohesion	0.436 MPa
friction angle	48.39 deg
Rock Mass Parameters	
tensile strength	-0.022 MPa
uniaxial compressive strength	1.126 MPa
global strength	5.723 MPa
modulus of deformation	1566.142 MPa

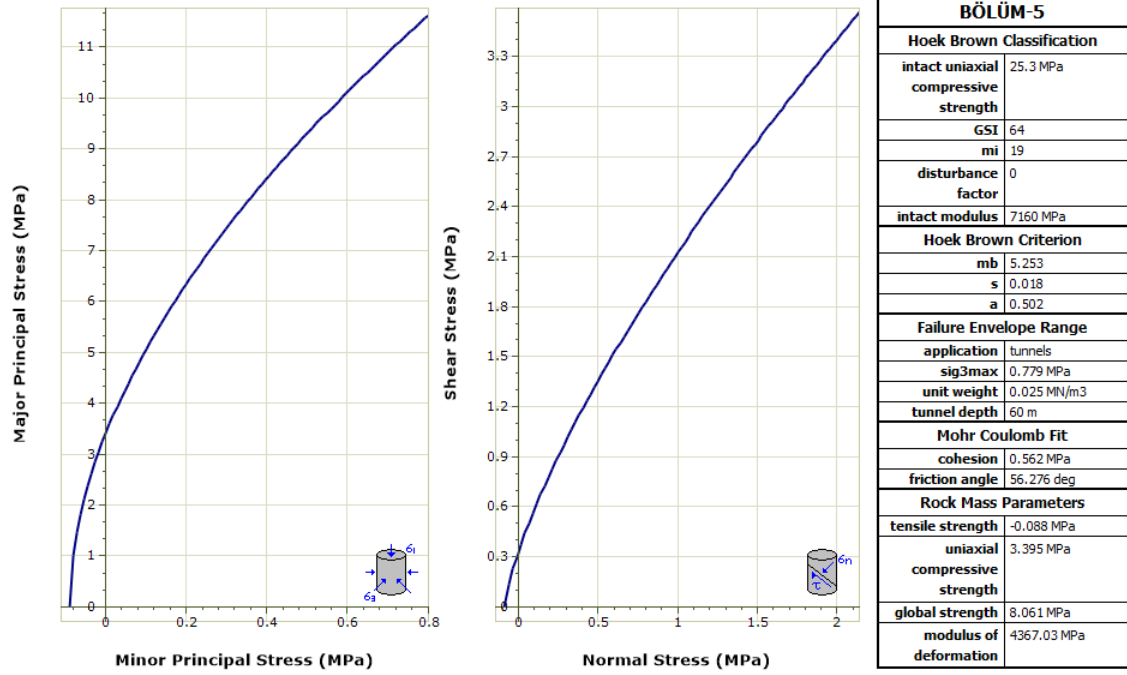
Şekil 16. Bölüm-2’de bulunan kaya kütesine ait (σ_1 - σ_3) ve (σ - τ) grafikleri



Şekil 17. Bölüm-3'te bulunan kaya kütesine ait $(\sigma_1-\sigma_3)$ ve $(\sigma-\tau)$ grafikleri



Şekil 18. Bölüm-4'te bulunan kaya kütesine ait $(\sigma_1-\sigma_3)$ ve $(\sigma-\tau)$ grafikleri



Şekil 19. Bölüm-5’de bulunan kaya kütesine ait $(\sigma_1-\sigma_3)$ ve $(\sigma-\tau)$ grafikleri

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmada, Salarha (Merkez-Rize) Tüneli güzergâhındaki kaya kütlelerinin mühendislik özellikleri jeoteknik açıdan incelenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmalar ile saptanan sonuçlar aşağıda sunulmuştur;

1) Tünel güzergâhında yer alan birimler litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmış ve Geç Kretase yaşlı Bakırköy Formasyonuna ait sedimanter kayaçların, Eosen yaşlı Kaplıca ve Kabaköy Formasyonlarına ait volkanik ve sedimanter kayaçların yüzeylendiği saptanmıştır.

2) Kaya malzemelerinin fiziko-mekanik ve elastik özelliklerini belirlemek için yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda γ değerinin 21,33-27,68 kN/m³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Dayanım deneyleri sonucunda σ_{ci} değerinin 5,76-67,79 MPa; $I_{s(50)}$ değerinin 0,29-3,39 MPa arasında olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen elastik deneylere göre E_i değerinin 1,67-19,95 GPa arasında; ν_i değerinin ise 0,19-0,36 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar Bakırköy ve Kaplıca Formasyonlarından derlenen örneklerin Kabaköy formasyonundan derlenen örneklerden oldukça zayıf malzeme özellikleri sunduğunu göstermektedir

3) Süreksizliklere ait konum, ara uzaklık, açıklık, devamlılık, pürüzlülük ve dalgalılık, bozunma durumu, dolgu malzemesi ve su durumu gibi özellikler ISRM (2007) tarafından önerilen ölçütlere göre tanımlanmıştır. Buna göre tünel güzergâhındaki kaya kütlelerinde üç adet eklem takımının olduğu, süreksizlik ara uzaklığının “dar, yakın ve orta” arasında değiştiği, süreksizlik açıklığının “açık ve orta derecede açık” olduğu, süreksizliklerdeki dolgu malzemesinin genel olarak yumuşak kil dolgu, yer yer kil sıvaması ve demiroksit boyaması olduğu, süreksizlik devamlılığının “çok yüksek ve düşük derece” arasında değiştiği, yüzey pürüzlülüğünün “düz, az pürüzlü, pürüzlü-dalgalı” arasında değiştiği, bozunma derecesinin “bozunmuş, az ve orta derecede bozunmuş” arasında değiştiği, su durumunun ise “damlama” olduğu tespit edilmiştir.

4) Kaya kütlelerine ait kaya kalite göstergesinin (RQD) % 5-91 arasında, hacimsel eklem sayısının (J_v) 8-42 eklem/m³ arasında ve süreksizlik sıklığının (λ) ise 5-47 m⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük değerler Bakırköy formasyonundan elde edilirken en yüksek değerler ise Kabaköy formasyonundan elde edilmiştir.

5) Tünel güzergâhında yer alan kaya kütlelerine ait RMR puanının 16,9-49,1 arasında değiştiği, kaya sınıfının ise “çok zayıf kaya, zayıf kaya, orta kaya” olduğu; Q değerinin 0,03-2,28 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok fazla zayıf, çok zayıf, zayıf kaya” olduğu; R_{Mi} değerinin 0,14-2,59 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok düşük, düşük, orta” olduğu; R_{MQR} değerinin 28-47 arasında değiştiği, kaya sınıfının “çok zayıf, zayıf, orta” arasında olduğu tespit edilmiştir. Kaya kütlelerine ait GSI değerinin 13-71 arasında değiştiği ve kaya kütlelerinin “örselenmiş, çok bloklu, bloklu kaya” sınıfında olduğu saptanmıştır. Bu değerlerin birbirlerinden farklı olmasının nedeni her bir sınıflama sisteminin farklı girdi parametresi değerlerini kullanmasından kaynaklanmaktadır.

6) RMR değerleri dikkate alındığında kaya kütlelerine ait NATM sınıflarının B2, B3 ve C2 arasında, Q değerleri göz önüne alındığında ise NATM sınıflarının B2, B3 ve C1 arasında değiştiği belirlenmiştir. RMR sistemi, Q sistemine göre daha tutucu davranarak daha düşük NATM kaya sınıflarını tanımlamıştır.

7) Kaya kütlelerine ait kaya kütle parametrelerinin m_b : 0,31-6,74, s : 0,0001-0,0399, a : 0,501-0,570 arasında değiştiği, tek eksenli basınç dayanımının (σ_{cm}) 0,07-8,48 MPa, deformasyon modülünün (E_m) 0,17-9,16 GPa, Poisson oranının (ν_m) ise 0,25-0,45 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde en düşük değerler Bakırköy formasyonundan elde edilirken en yüksek değerler ise Kabaköy formasyonundan elde edilmiştir.

5. ÖNERİLER

Tüneller projelendirilirken güzergâhı boyunca belirli aralıklarla sondajlar yapılarak ön destek tasarımıyla ilgili öngörülerde bulunmaktadır. Arazi çalışmaları kapsamında yapılan karotlu sondajlardan elde edilen veriler derlenerek tünelin açılması sırasında karşılaşılabilecek sorunların neler olabileceği konusunda kabaca bir fikir sahibi olunur. Bu veriler yardımıyla tünel inşası için proje kapsamında tasarım amaçlı bir jeoteknik rapor hazırlanır. Tünel inşası için bir yol gösterici olarak kullanılan bu jeoteknik rapor, yapım aşamasına geçildiğinde ise yeterli olmamaktadır. Çünkü bu karotlu sondajlar tünel güzergâhı boyunca belirli aralıklarla yapıldığından sadece noktasal bir fikir vermekte, iki sondaj arasında kalan jeolojik birimlerin ve bunların mühendislik özelliklerinin neler olduğu konusunda ise yeterli bir bilgi verememektedir. Sadece bu sondajlardan elde edilecek verilere göre tünel kazısına başlanırsa, eksik veriler yüzünden çeşitli sorunlarla karşılaşılması olasıdır. Bu nedenle, kazı sırasında tünel içinin ayrıntılı jeoloji haritası hazırlanırken, her bir jeoteknik birime ait kaya kütlesi sınıflamasında kullanılacak olan parametreler dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Böylece yaşanacak sorunlar doğru verilerin elde edilip değerlendirilmesi ile en aza indirgenmiş, tünel için en uygun ve en ekonomik destek türü belirlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alan, İ., Balcı, V., Keskin, H., Altun, İ., Böke, N., Demirbağ, H., Arman, S., Elibol, H., Soyakıl, M., Kop, A. ve Hanılçı, N. (2019). Çayeli (Rize) ve İspir (Erzurum) arasında kalan alanın tektonostratigrafik özellikleri. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 158, 1-29. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.465317>
- Aydan, Ö., Ulusay, R. and Tokashiki, N. (2013). A new rock mass quality rating system: Rock Mass Quality Rating (RMQR) and its application to the estimation of geomechanical characteristics of rock masses. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 47, 1255-1276. <https://doi.org/10.1007/s00603-013-0462-z>
- Aydan, Ö., Akagi, T. and Kawamoto, T. (1993). The squeezing potential of rocks around tunnels; theory and prediction. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 26, 2, 137-163. <https://doi.org/10.1007/BF01023620>
- Barton, N. R., Lien, R. and Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*, 4, 189-239. <https://doi.org/10.1007/BF01239496>
- Bieniawski, Z. T. (1973). Engineering classification of jointed rock masses. *Transactions of South African Institution of Civil Engineering*, ISSN: 0009-7845, 15, 335-344.
- Bieniawski, Z. T. (1989). Engineering rock mass classifications, Wiley, New York, ISBN: 978-0-471-60172, 251.
- Bozlar, M. İ. (2019). Ovit (İkizdere-Rize) tüneli sağ tüpünün (km: 64+173,00-64+373,00 arası) mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 78 s.
- Bulut, F. (1989). Çambaşı (Trabzon-Çaykara) barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinin mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 183 s.
- Canpolat, M. (2003). Rize-Pazar Tüneli Güzergahının Mühendislik Jeolojisi Etüdü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 97 s.
- Deere, D. U. (1964). Technical description of rock cores for engineering purposed. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 1, 17-22.
- Esmer, S. (1996). Kemalpaşa-Sarp karayolu güzergahının mühendislik jeolojisi ve çevre kayaçların jeomekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 60 s.

- 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.
- Furat, B. Ö. (2016). Güneyce (İkizdere-Rize) karayolu tüneli sağ tüp giriş ve çıkış bölümlerinin jeoteknik açıdan incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 102 s.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S. (1992). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında (Doğu Karadeniz) yer alan mağmatik kayaçların petrolojisi ve doğu pontidlerdeki bölgesel dağılımları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 15-38.
- 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. and Diederichs, M. S. (2006). Empirical estimation of rock mass modulus. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, 43, 203-215. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2005.06.005>
- 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, ISBN-13: 978-9054101871, 215.
- Hudson, J. A. and Harrison, J. P. (1997). Engineering rock mechanics: an introduction to the principles. Elsevier Science Ltd., ISBN: 978-0-08-043864-1, 444.
- 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.
- Kanık, M. (2015). Maçka (Trabzon) tüneli destek sistemlerinin görgül ve sayısal analizi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 276 s.
- Kaya, A., and Sayın A., (2019). Engineering geological appraisal and preliminary support design for the Salarha Tunnel, Northeast Turkey. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78, 1095-1112. <https://doi.org/10.1007/s10064-017-1177-2>
- Kaya, A. (2012). Cankurtaran (Hopa-Artvin) tünel güzergâhının ve çevresinin jeoteknik açıdan incelenmesi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 218 s.

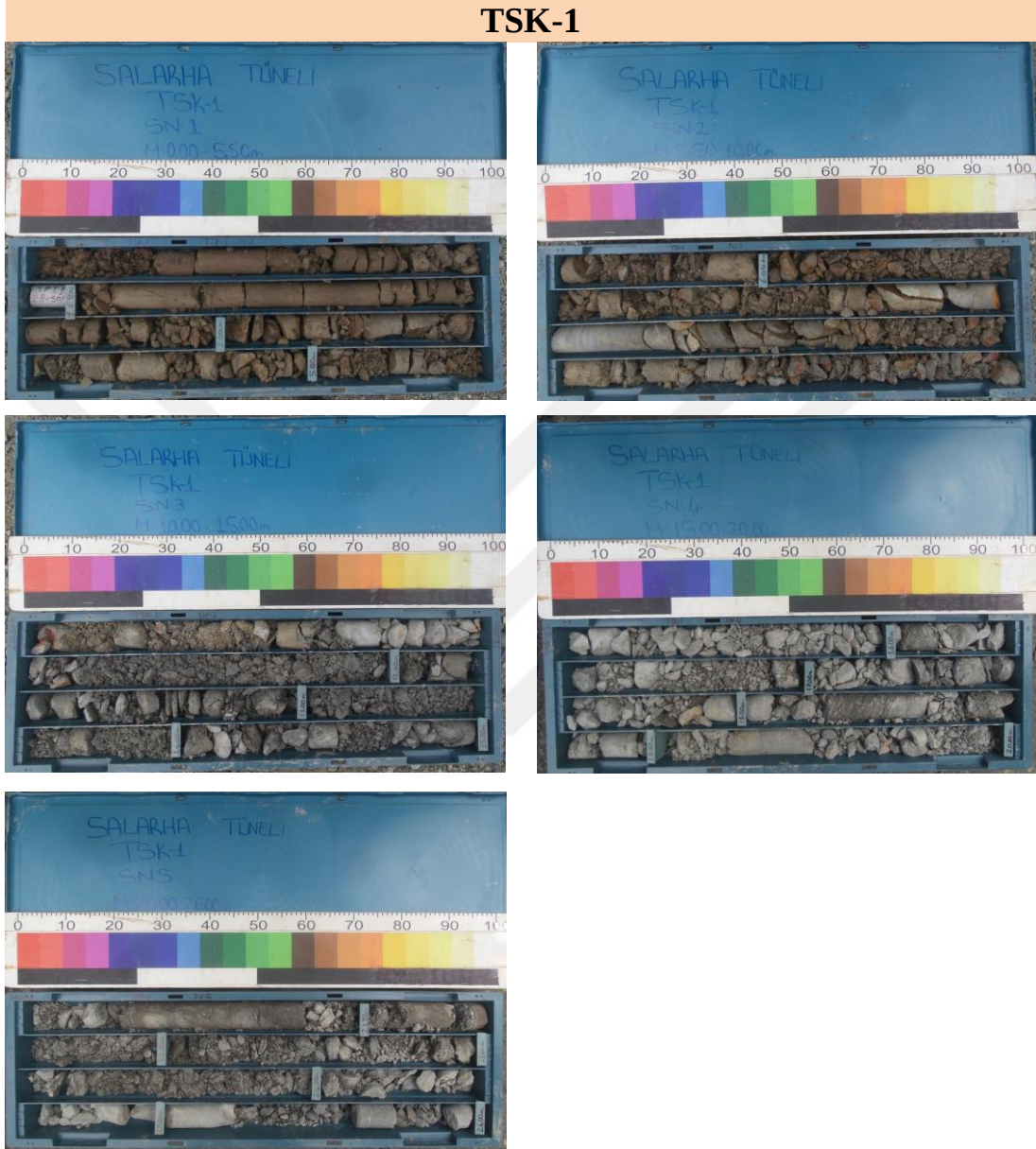
- Kaya, A., Bulut, F. and Alemdag, S., (2011). Applicability of excavatability classification systems in underground excavations: a case study. *Scientific Research and Essays*, 6, 25, 5331-5341. <https://doi.org/10.5897/SRE11.1343>
- Kaya, A. (2008). Konakönü (Araklı-Trabzon) tüneli sol tüp giriş portalının jeoteknik açıdan incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 123 s.
- 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, International Society for Rock Mechanics*, October, Melbourne, Proceedings book: B, 51-63.
- KGM (1997). NATM uygulamalı yeraltı tünel işleri teknik şartnamesi. Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Korkmaz, S. ve Gedik, A. (1988). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrol oluşumları. *Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını*, 32, 33, 5-15.
- Kökçüoğlu, H. (2006). Sonlu elemanlar metodu ile tünel modellemesi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 96 s.
- Laubscher, D. H., (1977). Geomechanics classification of jointed rock masses-mining applications. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, 86, A, 1-8.
- Muratlı, S. (2000). Geçilmez tüneli sağlamlık ve duraylılık değerlendirmesi, Giresun. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 189 s.
- NACS (1983). The American association of petroleum geologists bulletin. North American Commission on Stratigraphy, 67, 5, 841-875.
- ÖNORM-B2203 (1994). Untertagebauarbeiten werkvertragsnorm. Österreichischer Normen, Österreich.
- Palmström, A., (2005). Measurements of and correlations between block size and Rock Quality Designation (RQD). *Tunnels and Underground Space Technology*, 20, 362-377. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2005.01.005>
- Palmström, A., (2000). Recent developments in rock support estimates by the RMI. *Journal of Rock Mechanics and Tunnelling Technology*, 6, 1, 1-19.
- Palmström, A. (1995). RMI-A rock mass characterization system for rock engineering purposes. Doktora Tezi, University of Oslo, Norway, 400 s.
- Palmström, A., (1996). RMI-a system for rock mass strength for use in rock engineering. *Journal of Rock Mechanics and Tunnelling*, 2, L, 69-108.

- 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.
- Rabcewicz, L. (1964). The New Austrian tunnelling method. *Water Power*, 16, 453-457.
- Wyllie, D. C. and Mah, C. W. (1999). Rock slope engineering. Spon Press, NewYork, ISBN: 0-203-49908-5, 437.
- Yılmaz, Z. (2017). Boztepe Tüneli (Ordu çevre yolu projesi) kazı çalışmaları sırasında meydana gelen aşırı sökûlmelere süreksizlik düzlemlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye, 120 s.



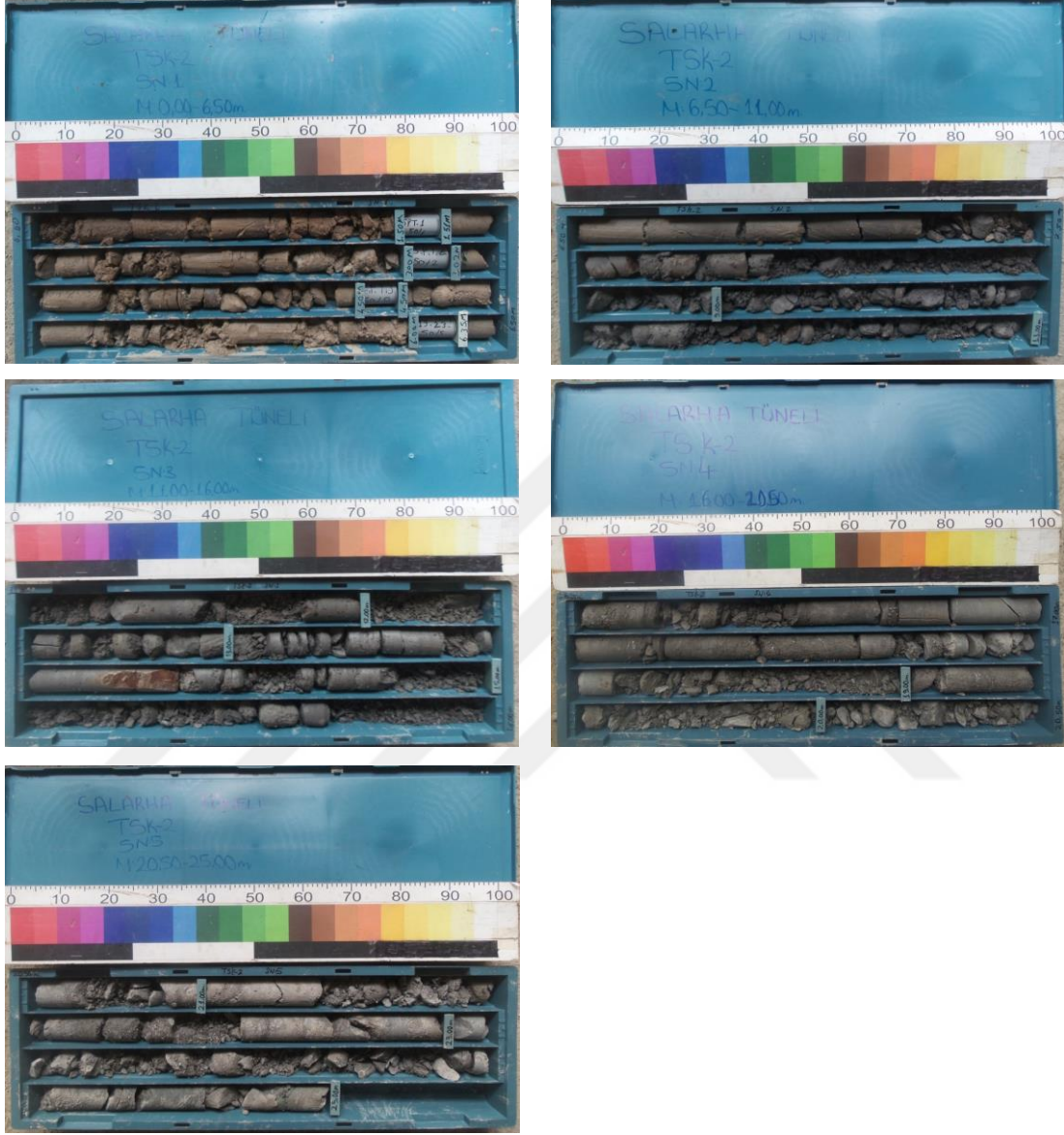
EKLER

Ek 1. Karot sandığı fotoğrafları



Ek 1 (devamı)

TSK-2



Ek 1 (devamı)

TSK-3



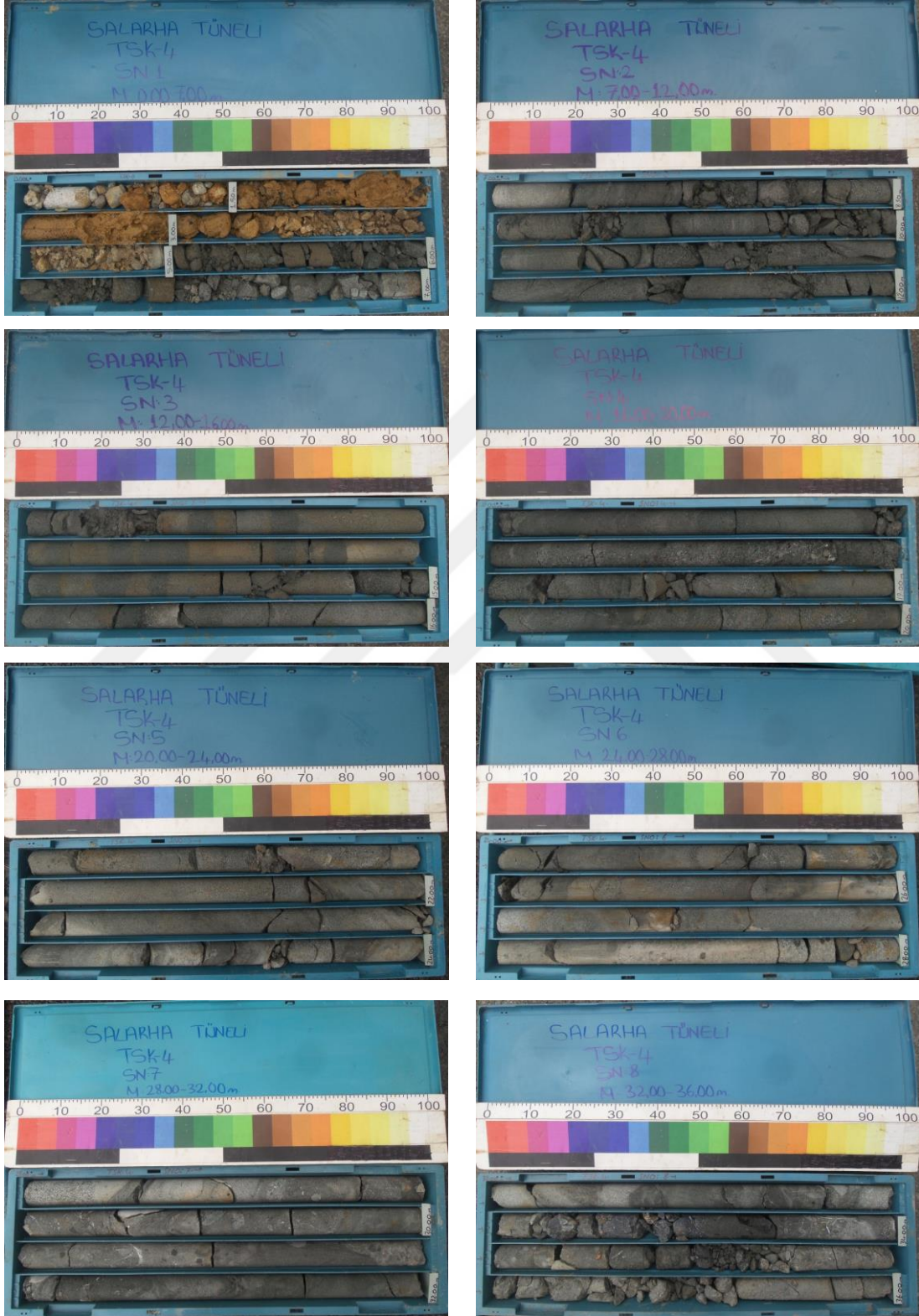
Ek 1 (devamı)

TSK-3



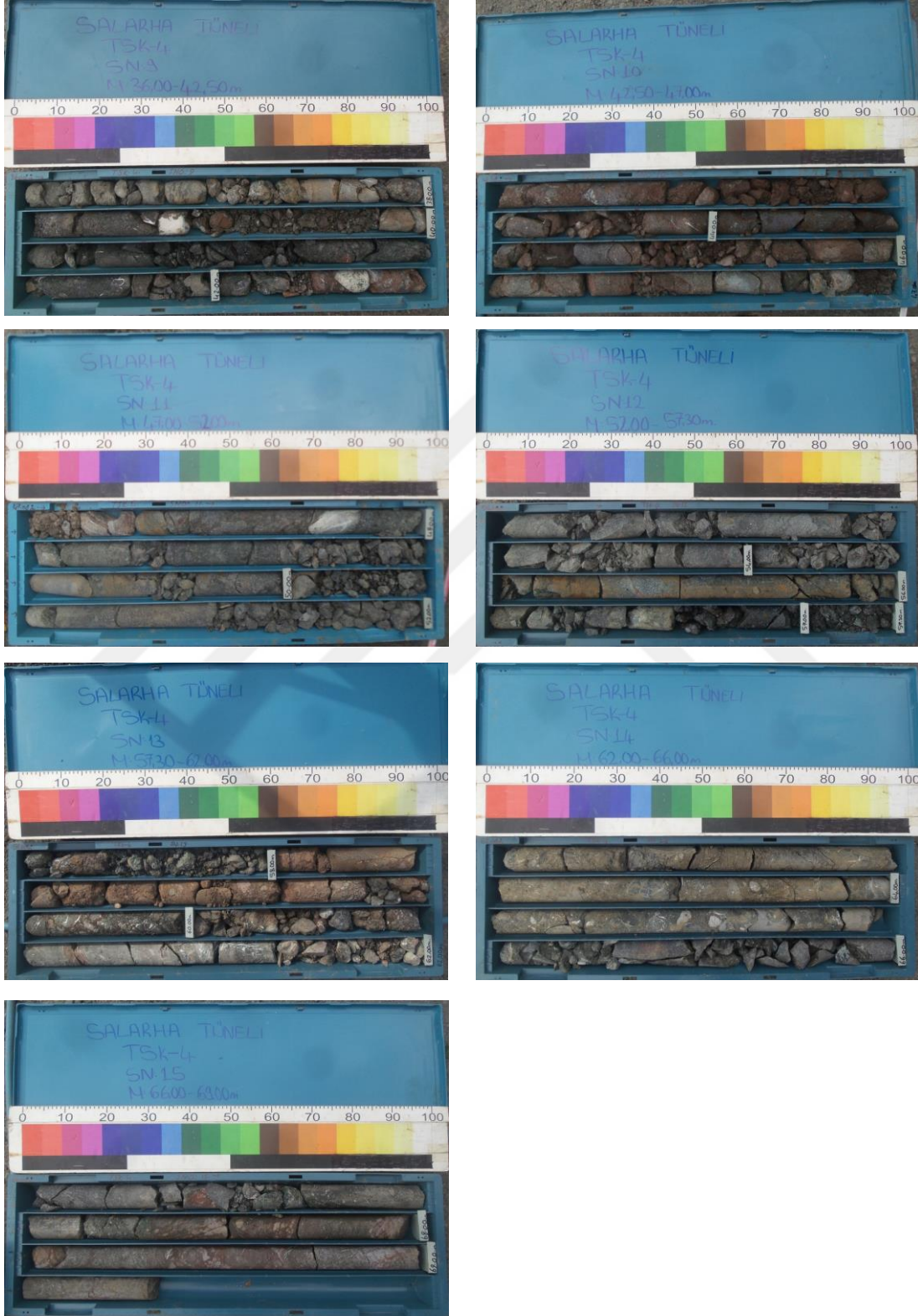
Ek 1 (devamı)

TSK-4



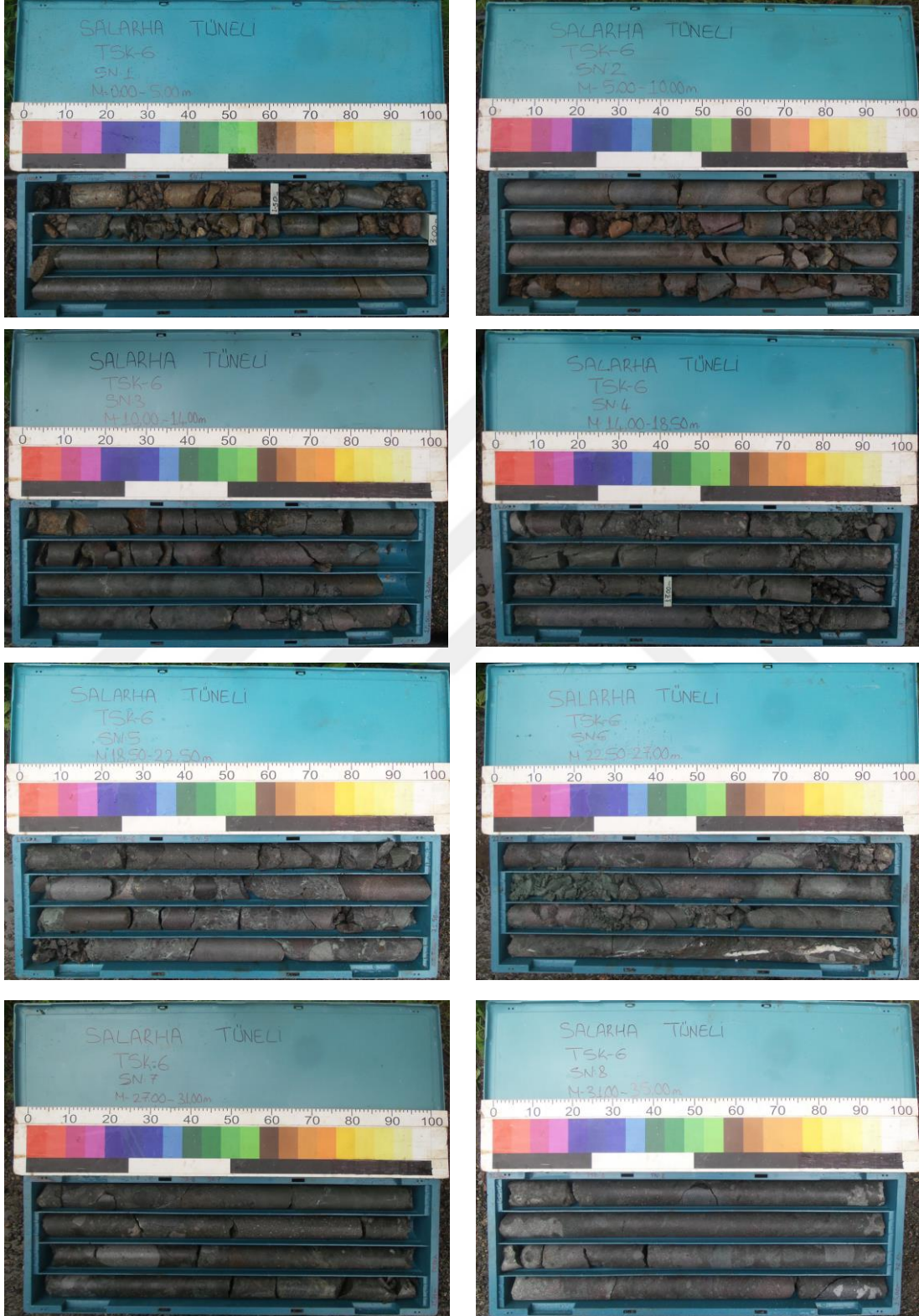
Ek 1 (devamı)

TSK-4



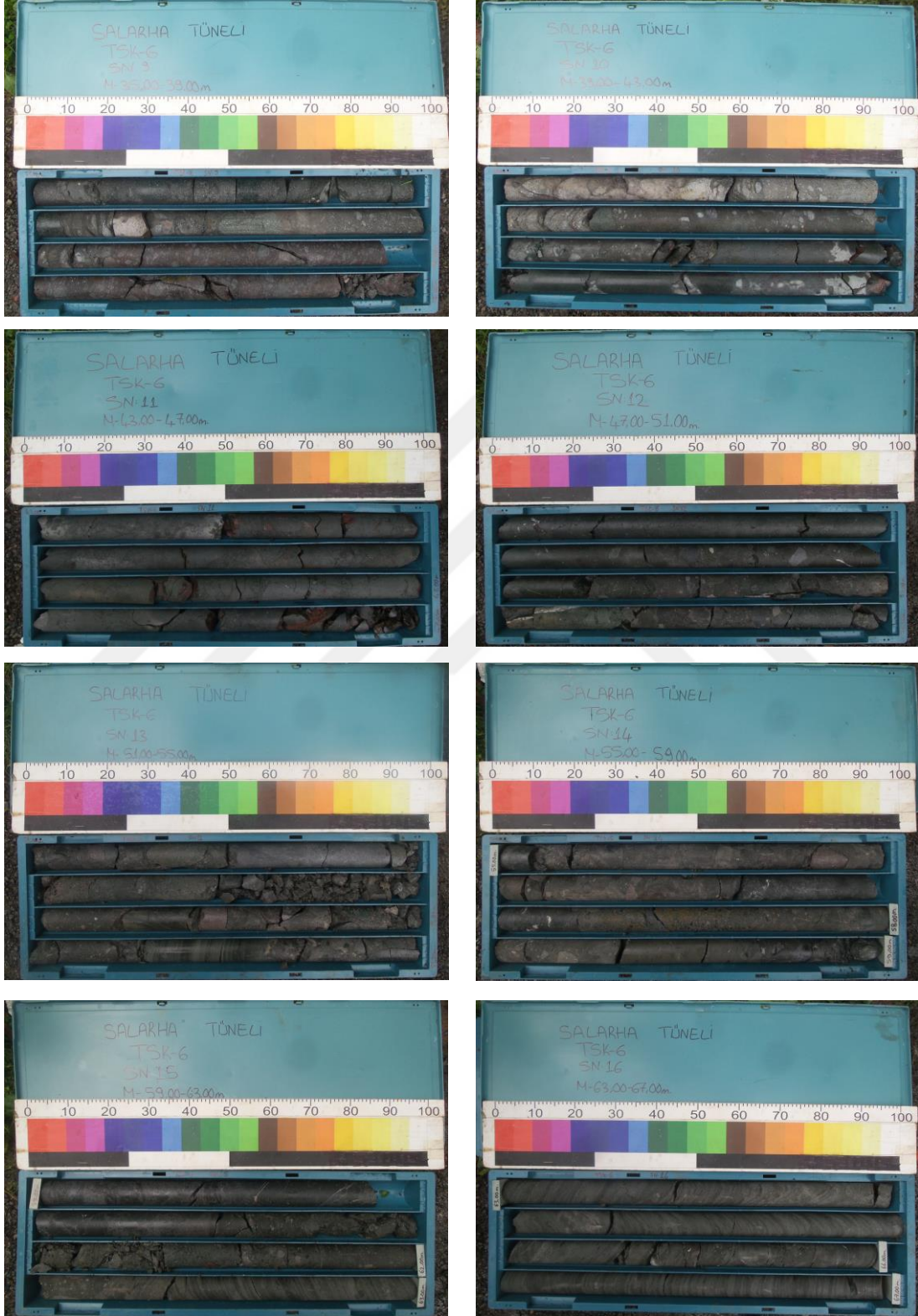
Ek 1 (devamı)

TSK-6



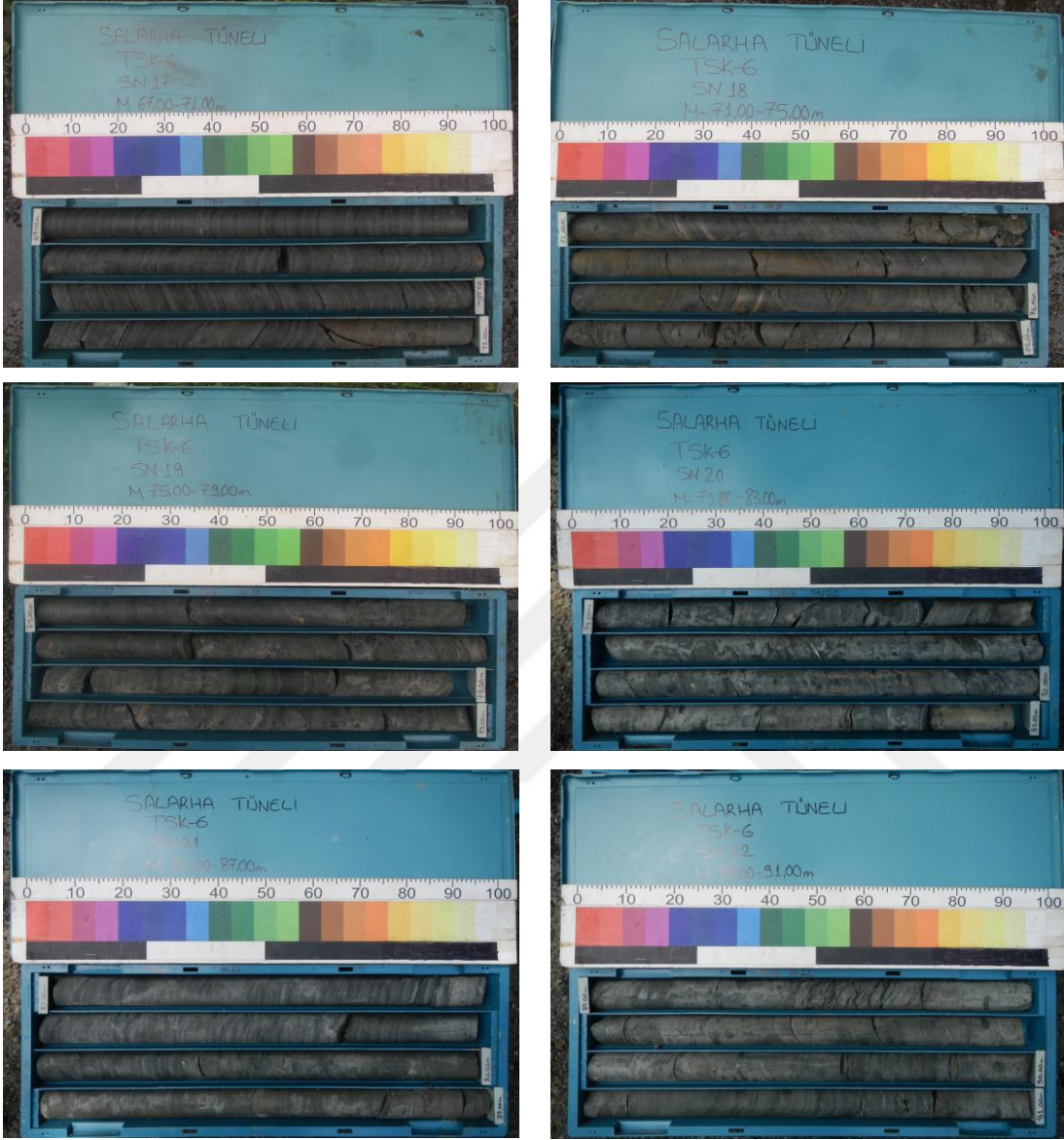
Ek 1 (devamı)

TSK-6



Ek 1 (devamı)

TSK-6



Ek 1 (devamı)

TSK-7



Ek 1 (devamı)

TSK-7



Ek 1 (devamı)

TSK-7



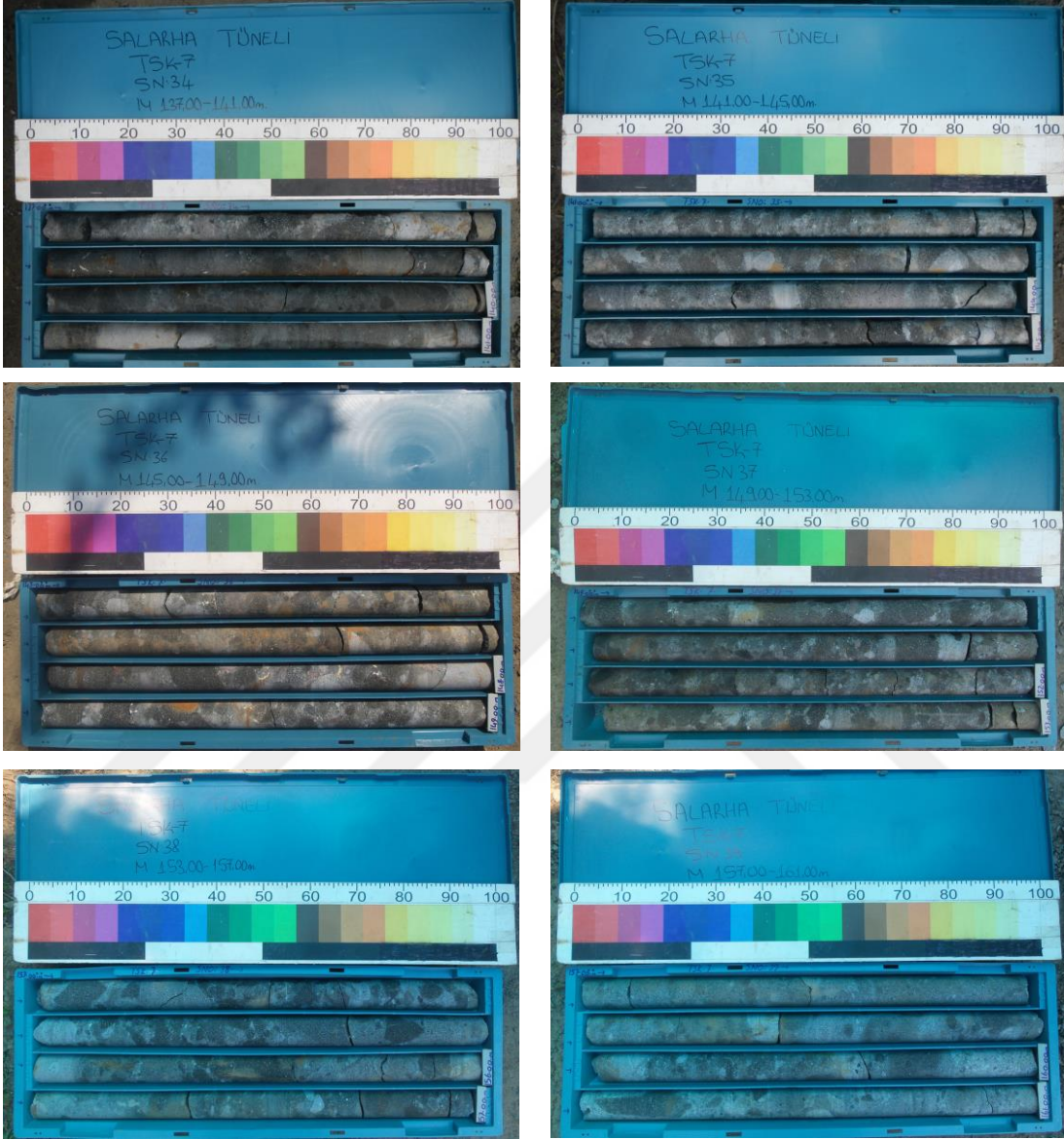
Ek 1 (devamı)

TSK-7



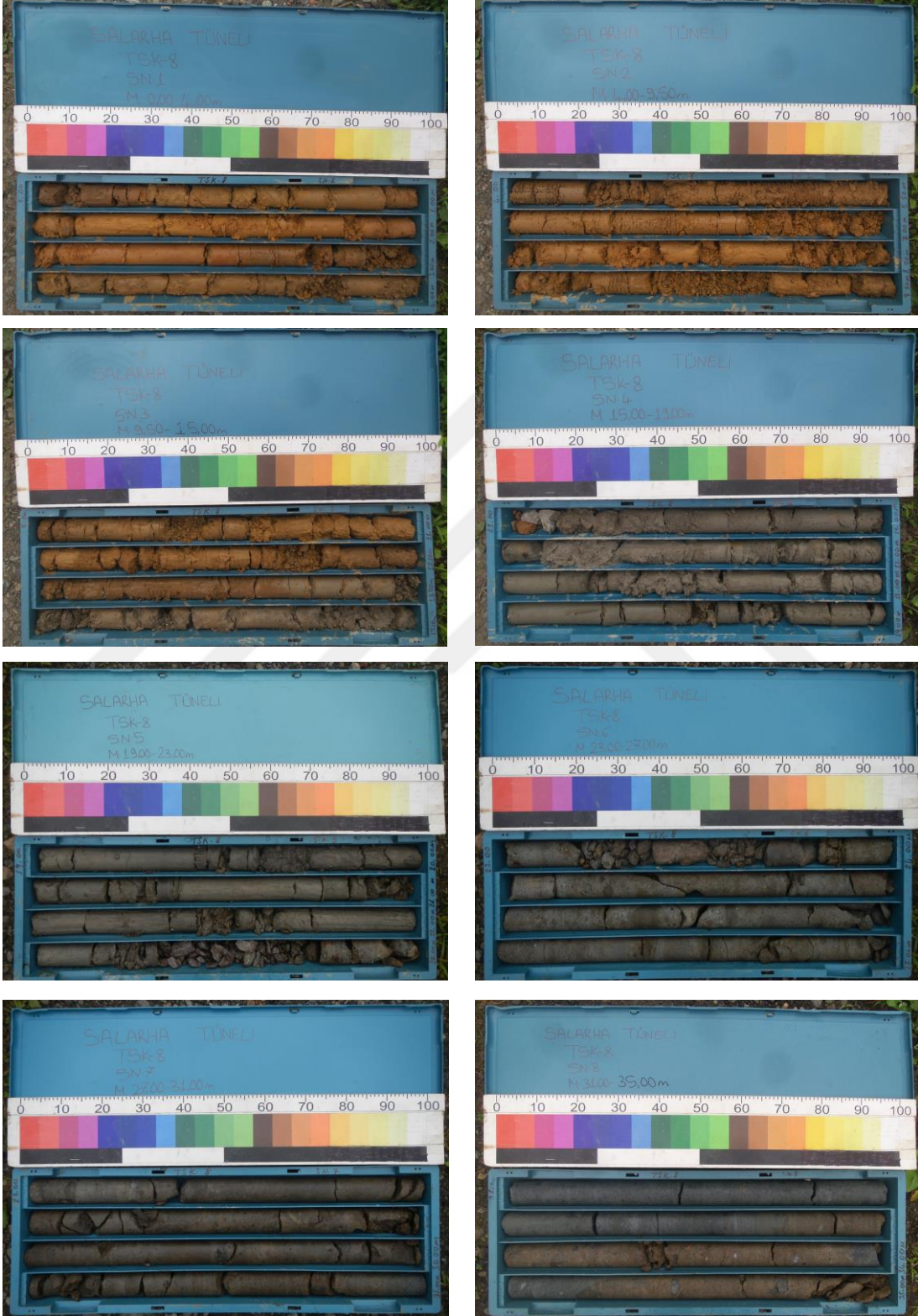
Ek 1 (devamı)

TSK-7



Ek 1 (devamı)

TSK-8



Ek 1 (devamı)

TSK-8



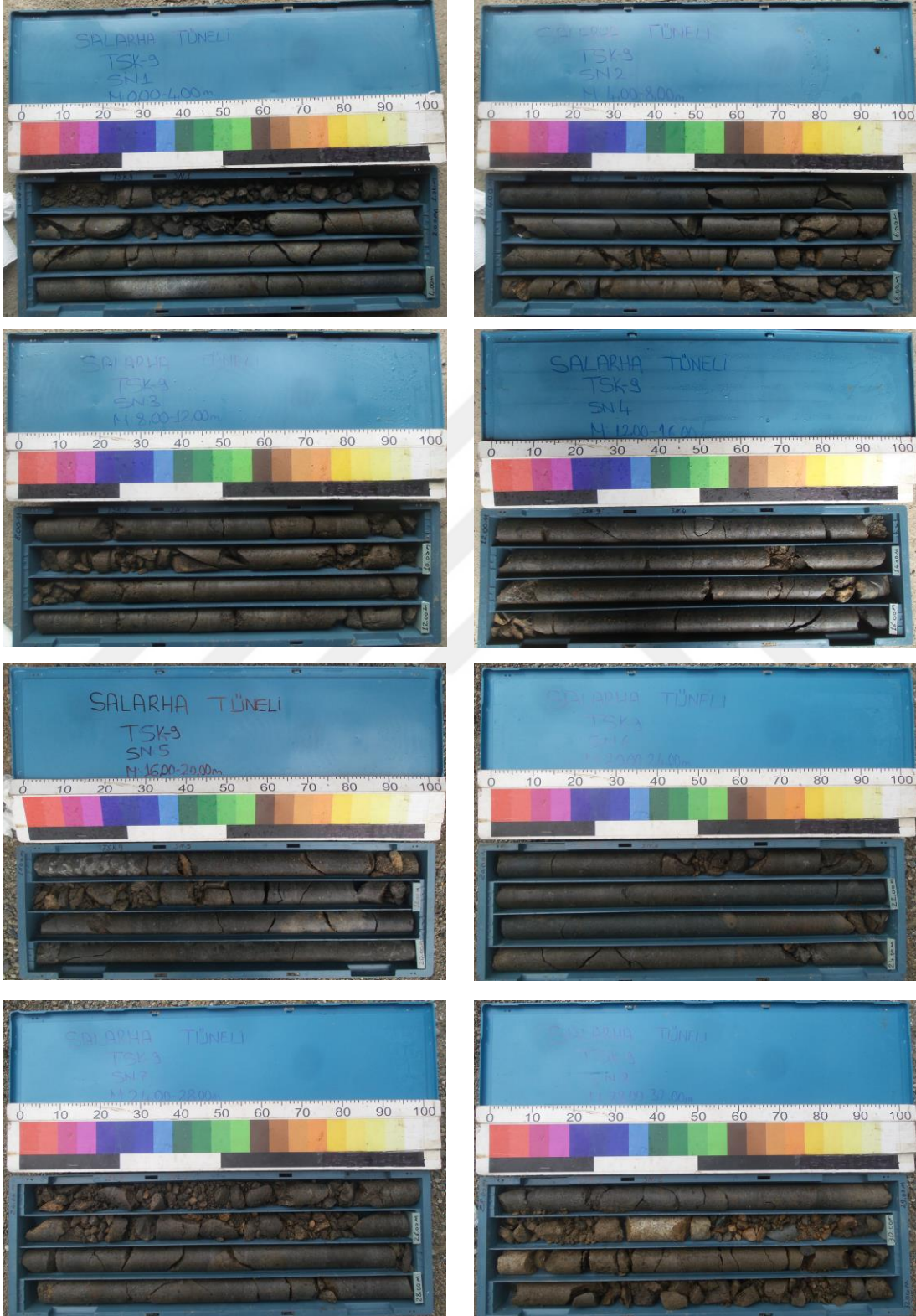
Ek 1 (devamı)

TSK-8



Ek 1 (devamı)

TSK-9



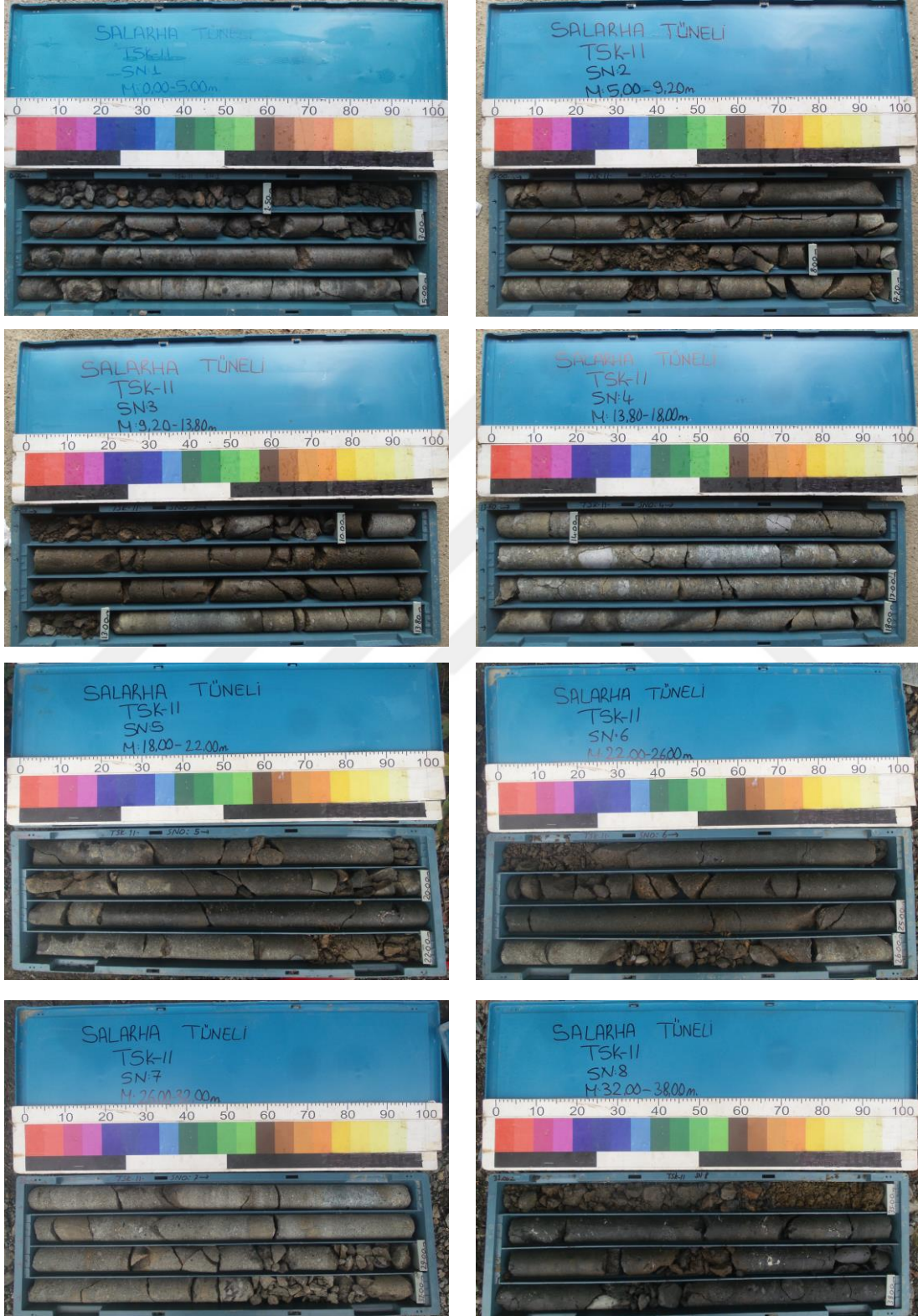
Ek 1 (devamı)

TSK-9



Ek 1 (devamı)

TSK-10



Ek 1 (devamı)

TSK-10



Ek 2. Sondaj Logları

 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.BÖLGE) TRABZON
	SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-1
					SAYFA NO / Page No : 1/2
					SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu
PROJE ADI / Project Name :		SALARHA TÜNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI			
SONDAJ YERİ / Boring Location :		TÜNEL		DELİK ÇAP / Hole Diameter (mm) : 76mm	
KİLOMETRE / Chainage :		0+195		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 12.1m	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		26.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 10.5m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		38		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 12.08.2015-15.08.2015	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		D-500 (CREALIUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4543799	
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 376048	
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
İ 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 (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 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)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANİPULASYON BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		
			DARBİ SAYISI Number of Blows		
			GRAFİK 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 1.68	28	50/3	
3.00		3.00			
4.00					
5.00		5.00			
6.00		6.00			
7.00					
8.00		8.00			
9.00		9.00			
10.00		10.00			
11.00		11.00			
12.00		12.00			
			JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description		
			DOLGU (Çakıllı killi kum) (0.00-0.70m)		
			SİLTİLİ KİL (Tümüyle ayrılmış marn) (0.70-2.70m) Sert, kahverengilikli, yaglı %80-85 kil, ortay üksek plastisite; %15-20 silt.		
			MARN (2.70-26.00m) Kahve-gri renkli, orta-çok, yer yer tümüyle ayrılmış, zayıf-çok zayıf dayanımlı, parçalanmış, eklem süreksizlikleri gelişigüzel, yer yer ikincil kalsit dolgulu, kaygan.		
			PROFİL Profile		
			DAYANIMLILIK Strenght		
			AYRIŞMA Weathiring		
			KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)		
			KAROT % (TGR) Total Core Recovery %		
			KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %		
			RQD %		
			ÖRNEK NO Sample No		
			SPT-1		
			67		
			100		
			IV-V III-IV >20 60 35 0		
			IV-V IV >20 90 0 0		
			IV-V III-IV >20 80 20 0		
			IV III-IV >20 100 55 20		
			V IV >20 100 15 0		
			V IV >20 100 15 0		
			IV IV-V >20 100 0 0		
UCS (mm) TS1500 (mm) BS5930 (mm) AASHTO (mm)			KİL-SİLT <0.075 0.075-2.0 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		
			İMZA Sign		
			ONUR ÖZGÜN		

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-1 SAYFA NO / Page No : 2/2 SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu															
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG																			
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (20 cm) Fracture (20 cm)	KAROT % (RCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	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													V	IV	>20	100	0	0	
14.00		14.00													V	IV-V	>20	75	0	0	
15.00		15.00													V	III	>20	70	0	0	
16.00		16.00													V	IV	>20	75	0	0	
17.00		17.00													V	IV	>20	80	0	0	
18.00		18.00													V	IV	>20	85	0	0	
19.00		19.00													V	IV	>20	80	30	21	
20.00		20.00													V	III-IV	>20	75	25	15	
21.00		21.00													IV-V	IV-V	>20	75	65	45	
22.00		22.00													V	IV-V	>20	75	0	0	
23.00		23.00													V	IV-V	>20	60	0	0	
24.00		24.00													V	IV	>20	70	0	0	
25.00		25.00													V	IV	>20	75	0	0	
26.00		26.00													V	IV	>20	75	22	0	
27.00															KUYU SONU						
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		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 (devamı)

 KGM	AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON
	SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-2
					SAYFA NO / Page No : 1/2
					SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu
PROJE ADI / Project Name :		SALARHA TÜNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI			
SONDAJ YERİ / Boring Location :		TÜNEL		DELİK ÇAP / Hole Diameter (mm) : 76mm	
KİLOMETRE / Chainage :		0+212		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 12,3m	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		25,00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 18m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		38		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 17.08.2015-19.08.2015	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		D-500 (CREALUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4543783	
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 376029	
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained	
İ 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 (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 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)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRAYA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart 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					
2.00	SPT	1.50 SPT-1 1.51	50/1		
3.00	SPT	3.00 SPT-2 3.02	50/2		
4.00					
5.00	SPT	4.50 SPT-3	50/1		
6.00	SPT	6.00 SPT-4 6.35	19 23 50/5		
7.00					
8.00		7.50			
9.00		9.00			
10.00					
11.00		11.00			
12.00		12.00			
			KİL-SİLT KUM ÇAKIL BLOK-MOLOZ 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		
			ONUR ÖZGÜN		
			TARİH Date		
			İMZA Sign		

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-2 SAYFA NO / Page No : 2/2 SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu																			
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG																							
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	AVRUSMA Weathering	KIRIK (20 cm) Fracture (20 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	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													V	IV	>20	75	30	0					
14.00															IV	III	10-20	80	45	14					
15.00		15.00													IV	IV	>20	100	10	0					
16.00		16.00													III-IV	II-III	2-10	100	70	45					
17.00		17.00													IV	III-IV	>20	85	55	28					
18.00															IV	III-IV	>20	80	25	20					
19.00		18.00													V	III-IV	>20	90	15	90					
20.00		20.00													IV-V	III-IV	>20	75	48	23					
21.00		21.00													IV	III-IV	>20	86	32	10					
22.00																									
23.00		23.00																							
24.00																									
25.00		25.00																							
26.00																									
27.00																									
28.00																									
29.00																									
30.00																									
31.00																									
32.00																									
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 ONUR ÖZGÜN										TARİH Date		İMZA Sign	

Ek 2 (devamı)

 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.BÖLGE) TRABZON							
	SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-3							
					SAYFA NO / Page No : 1/3							
					SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan							
PROJE ADI / Project Name :		SALARHA TÜNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI										
SONDAJ YERİ / Boring Location :		TÜNEL		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : 76mm								
KİLOMETRE / Chainage :		0+212		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 16.8m								
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		42.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 3m								
SONDAJ KOTU / Elevation :		55		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 12.08.2015-19.08.2015								
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		D-500 (CREALIUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4543725								
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 376036								
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring		İNCE DANELİ / Fine Grained								
İRI DANELİ / Coarse Grained												
I	ÇOK DAYANIMLI	Strong	I	TAZE	Fresh							
II	DAYANIMLI	M.Strong	II	AZ AYRIŞMIŞ	Slightly W.							
III	ORTA	M.Weak	III	ORTA D. AYR.	Moderately W.							
IV	ZAYIF	Weak	IV	ÇOK AYRIŞMIŞ	Highly W.							
V	ÇOK ZAYIF	V.Weak	V	TÜMÜYLE AYR.	Completely W.							
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 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	MANEVRAYA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description							
			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												
1.50												
2.00												
3.00												
4.00												
5.00												
6.00												
7.00												
8.00												
9.00												
10.00												
11.00												
12.00												
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		KİL-SİLT KUM ÇAKIL BLOK-MOLOZ		SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer								
				TARİH Date								
				İMZA Sign								
				ONUR ÖZGÜN								

[illegible]

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
		JEOLUJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-3	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 3/3	
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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				GRAFİK Graph														
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60									
33.00	✓	33.00													IV	III	2-10	100	100	52	
34.00															IV	III-IV	2-10	75	65	33	
35.00	✓	35.00																			
36.00																					
37.00																					
37.50	✓	37.50																			
38.00																					
39.00																					
40.00																					
40.50	✓	40.50																			
41.00																					
41.50	✓	41.50																			
42.00	✓	42.00																			
KİLTAŞI-MARN (20.00-42.00m) Tanımlama Sayfa 2/3'de.																					
KUYU SONU																					
43.00																					
44.00																					
45.00																					
46.00																					
47.00																					
48.00																					
49.00																					
50.00																					
51.00																					
52.00																					

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	İMZA Sign
ONUR ÖZGÜN		

[illegible]

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department						 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE TRABZON)																															
		JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations								SONDAJ NO/Borehole No : TSK-4																															
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG						SAYFA NO / Page No : 2/4		SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan																															
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type		MANEVRAYA BOYU (m) Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test							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 %		ROD %		ÖRNEK NO Sample No												
						DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFIK Graph																															
						0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60																										
12.00				12.00																																					
13.00																																									
14.00																																									
15.00				15.00																																					
16.00				16.00																																					
17.00																																									
18.00																																									
19.00				19.00																																					
20.00				20.00																																					
21.00																																									
22.00				22.00																																					
23.00																																									
24.00				24.00																																					
25.00																																									
26.00				26.00																																					
27.00																																									
28.00				28.00																																					
29.00																																									
30.00				30.00																																					
31.00																																									
32.00				32.00																																					
																		KUMTAŞI (5.00-32.80m) Tanımlama Sayfa 1/4'de.																							
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																																			

[illegible]

[illegible]

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-6 SAYFA NO / Page No : 1/5 SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan					
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG									
PROJE ADI / Project Name		SALARHA TUNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI									
SONDAJ YERİ / Boring Location		TÜNEL		DELİK ÇAP / Hole Diameter (mm)		76mm					
KİLOMETRE / Chainage		1+017		YERALTISUYU / Groundwater (m)		8,1m					
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth		91.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m)		4,5m					
SONDAJ KOTU / Elevation		142		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date		19.06.2015-27.06.2015					
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met.		D-500 (CREALUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y							
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X		376365					
DAYANIMLILIK / Strenth		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	TUMÜYLE 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		P : PRESİYOMETRE DENEYİ		UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE		K : KAROT YÜZDESİ					
Standard Penetration Test		Pressuremeter Test		Undisturbed Sample		Core Sample					
BST : BASINÇLI SU TESTİ		VS : VEYN DENEYİ		D : ORSELENMİŞ NUMUNE							
Lugeon Test		Vane Shear Test		Disturbed Sample							
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description		PROFİL Profile				
			DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFİK Graph		DAYANIMLILIK Strenth				
			0-15 cm		10 20 30 40 50 60		AYRIŞMA Weathiring				
			15-30 cm				KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)				
			30-45 cm				KAROT % (TCR) Total Core Recovery %				
			N				KAROT % (ISCR) Solid Core Recovery %				
							RQD %				
							ÖRNEK NO Sample No				
1.00					YAMAÇ DÖKÜNTÜSÜ (BLOKLU ÇAKIL) (0.00-3.00m) İri taneli köşeli-yarı köşeli, bazalt, volkanik kaya kökenli çakıl ve bloklar						
2.00	1.50										
3.00	3.00										
4.00					AGLOMERA (3.00-62.40m) Gri-boz, yer yer sarımsı, taze-az ayrışmış, dayanımlı-orta dayanımlı, eklem süreksizlikleri 0°-90°, eklem açıklıkları 1-4mm, pürüzlü, ilincil dolgunuz. Matris ağır, sıkı çimentolu, taneleri in yer yer blok boyutunda, yer yer bazaltik lav seviyeleri içermekte.						
5.00	5.00				6.00-7.50, 8.75-10.00, 14.00-15.30, 18.00-18.50, 23.30-24.00, 52.50-53.00 ve 60.60-61.50m ler arası orta derecede ayrışmış, orta-zayıf dayanımlı, parçali, eklem açıklıkları 1-5 mm, yanı kaygan, yer yer kil sıvalı						
6.00					26.30-27.00 ve 50.00-50.20m lerdeki eklem süreksizliği 90°, eklem açıklığı 5-10mm, kalsit dolgu.						
7.00											
8.00	7.50										
9.00											
10.00	10.00										
11.00											
12.00											
UCS (mm)	KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		TARİH Date				
TS1500 (mm)	<0.075	0.075-4.75	4.75-75	>75	ONUR ÖZGÜN		İMZA Sign				
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 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON										
		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-6														
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 2/5										
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan										
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	DAVANIMLIK 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													GRAFİK Graph
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										
13.00	✓	13.00														
14.00	✓	14.00														
15.00																
16.00																
17.00	✓	17.00														
18.00	✓	18.50														
19.00																
20.00																
21.00	✓	21.50														
22.00	✓	22.50														
23.00																
24.00																
25.00	✓	25.00														
26.00																
27.00	✓	27.00														
28.00																
29.00																
30.00	✓	30.00														
31.00	✓	31.00														
32.00																
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 ONUR ÖZGÜN		TARİH Date		İMZA Sign 						

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON											
		JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-6											
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 3/5											
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan											
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ 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 %	ÖRNEK NO Sample No		
			DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFIK Graph												
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										10	20
33.00																	
34.00	✓ 34.00																
35.00	✓ 35.00																
36.00																	
37.00																	
38.00	✓ 38.00																
39.00	✓ 39.00																
40.00																	
41.00																	
42.00	✓ 42.00																
43.00	✓ 43.00																
44.00																	
45.00																	
46.00	✓ 46.00																
47.00	✓ 47.00																
48.00																	
49.00																	
50.00	✓ 50.00																
51.00	✓ 51.00																
52.00																	
		KİL-SİLT		KUM		ÇAKIL		BLOK-MOLOZ									
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 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
		JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-6	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 4/5	
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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				GRAFİK Graph															
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60										
53.00																						
54.00		54.00																				
55.00		55.00																				
56.00																						
57.00																						
58.00		58.00																				
59.00		59.00																				
60.00																						
61.00																						
62.00		62.00																				
63.00		63.00																				
64.00																						
65.00		65.00																				
66.00																						
67.00		67.00																				
68.00																						
69.00																						
70.00		70.00																				
71.00		71.00																				
72.00																						

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	İMZA Sign
ONUR ÖZGÜN		

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON															
		JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-6															
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 5/5															
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan															
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANİPÜLASYON 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 %	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									
73.00															II-III	II-III	1-2	100	95	80	
74.00	✓	74.00																			
75.00	✓	75.00													III-IV	III-IV	2-10	100	90	30	
76.00															II-III	II	<1	100	100	95	
77.00																					
78.00	✓	78.00																			
79.00	✓	79.00													II	II	<1	100	100	100	
80.00																					
81.00															II	II	<1	100	100	95	
82.00	✓	82.00																			
83.00	✓	83.00													II	II	<1	100	100	100	
84.00																					
85.00															II	II	<1	100	100	100	
86.00	✓	86.00																			
87.00	✓	87.00													II	II	<1	100	100	75	
88.00																					
89.00															II	II	<1	100	100	92	
90.00	✓	90.00																			
91.00	✓	91.00													II	II	<1	100	100	90	
92.00															KUYU SONU						
UCS (mm)		KIL-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													

 AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations	 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.	BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
KGM	SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7
SAYFA NO / Page No : 1/9		SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan	
PROJE ADI / Project Name : SALARHA TUNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI			
SONDAJ YERİ / Boring Location : TUNEL		DELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : 76mm	
KİLOMETRE / Chainage : 2+303		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 8,3m	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 161.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 9m	
SONDAJ KOTU / Elevation : 214		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 28.06.2015-11.07.2015	
SONDAJ MAK&YÖNT / D.Rig&Met. : D-500 (CREALIUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4542553	
		KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 377523	
DAYANIMLILIK / Strenght		AYRIŞMA / Weathiring	
I ÇOK DAYANIMLI Strong		I TAZE Fresh	
II DAYANIMLI M.Strong		II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W.	
III ORTA M.Weak		III ORTA D. AYR. Moderately W.	
IV ZAYIF Weak		IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W.	
V ÇOK ZAYIF V.Weak		V TUMÜYLE 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	
		IRI 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.	
% 0-25 ÇOK ZAYIF Very Poor		<1 SEYREK Wide (W)	
% 25-50 ZAYIF Poor		1-2 ORTA Moderate (M)	
% 50-75 ORTA Fair		2-10 SIK Close (C)	
% 75-90 İYİ Good		10-20 ÇOK SIK Intense (I)	
% 90-100 ÇOK İYİ Excellent		> 20 PARÇALI Crushed (Cr)	
		ORANLAR / Proportions	
% 5 < PEK AZ Slightly		% 5 < PEK AZ Slightly	
% 5-15 AZ Little		% 5-20 AZ Little	
% 15-35 ÇOK Very		% 20-50 ÇOK Very	
% 35 > VE And			
SPT : STANDART PENETRASYON TESTİ		P : PRESİYOMETRE DENEYİ	
Standard Penetration Test		Pressuremeter Test	
BST : BAŞINÇLI SU TESTİ		VS : VEYN DENEYİ	
Lugeon Test		Vane Shear Test	
UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE		K : KAROT YÜZDESİ	
Undisturbed Sample		Core Sample	
D : ORSELENMİŞ NUMUNE			
Disturbed Sample			
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)		STANDART PENETRASYON DENEYİ	
Boring Depth (m)		Standart Penetration Test	
NUMUNE CİNSİ		DARBE SAYISI	
Sample Type		Number of Blows	
MANEVR A BOYU (m)		GRAFIK	
Run		Graph	
0-15 cm		10 20 30 40 50 60	
15-30 cm			
30-45 cm			
N			
1.00			
1.50			
2.00			
3.00			
4.00			
4.50			
5.00			
6.00			
7.00			
7.50			
8.00			
9.00			
10.00			
11.00			
12.00			
JEOTEKNİK TANIMLAMA		PROFİL	
Geotechnical Description		Profile	
		DAYANIMLILIK	
		Strenght	
		AYRIŞMA	
		Weathiring	
		KIRIK (30 cm)	
		Fracture (30 cm)	
		KAROT % (TCR)	
		Total Core Recovery %	
		KAROT % (MSCR)	
		Solid Core Recovery %	
		RQD %	
		ORNEK NO	
		Sample No	
ÇAKILLI SİLTİLİ KUM (0.00-7.50m)		34	
Orta sıkı, kahve-kızılımsı kahverenkli, %50-55 kum, ince taneli, ıslak; %30-35 silt, kahverenkli, düşük plastisite; %10-20 çakıl, ince-orta taneli, köşeli-yan köşeli.		33	
ÇAKILLI KUM (7.50-9.00m)		38	
Orta sıkı, koyu gri renkli, %60-65 kum, iri taneli, ıslak; %35-40 çakıl, ince-orta taneli, köşeli-yan köşeli.		53	
AGLOMERA (9.00-161.00m)		67	
Tanımlama Sayfa 2/9'da		43	
		100 100 90	
		100 100 83	
SONDAJ MÜHENDİSİ		TARİH	
Drilling Engineer		Date	
ONUR ÖZGÜN		İMZA	
		Sign	
UCS (mm)		KİL-SİLT	
TS1500 (mm)		KUM	
BS5930 (mm)		ÇAKIL	
AASHTO (mm)		BLOK-MOLOZ	
<0.075		4.75-75	
0.075-2.0		>75	
0.06-2.0		>60	
0.075-2.0		>75	

						AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations												BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7 SAYFA NO / Page No : 2/9 SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan							
KGM						SONDAJ LOGU / BORING LOG																			
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type		MANEİRA BOYU (m) Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRIŞMA 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										
13.00				13.00													I-II	I-II	1-2	100	100	83			
14.00																	II-III	I-III	>20	100	85	60			
15.00																									
16.00				16.00													I-II	I	<1	100	100	100			
17.00				17.00																					
18.00																	I-II	I	1-2	100	100	90			
19.00																									
20.00				20.00																					
21.00				21.00													I-II	I	<1	100	100	95			
22.00																	I-II	I	<1	100	100	95			
23.00				23.00																					
24.00																	I-II	I	1-2	100	100	85			
25.00				25.00																					
26.00																									
27.00																	I-II	I	1-2	100	100	93			
28.00				28.00																					
29.00				29.00													I-II	I	<1	100	100	95			
30.00																									
31.00																	I-II	I	<1	100	100	98			
32.00				32.00																					
UCS (mm)						KIL-SILT		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 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON													
		JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7													
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 3/9													
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan													
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				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													GRAFİK Graph			
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										10	20	30	40
33.00		33.00																	
34.00																			
35.00																			
36.00		36.00																	
37.00		37.00																	
38.00																			
39.00																			
40.00		40.00																	
41.00		41.00																	
42.00																			
43.00																			
44.00		44.00																	
45.00		45.00																	
46.00																			
47.00																			
48.00		48.00																	
49.00		49.00																	
50.00																			
51.00																			
52.00		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														

AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.	BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON										
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG	SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7										
		SAYFA NO / Page No : 4/9											
		SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan											
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANİPİR BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLIK Strength	AYRIŞMA 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	50	60	
53.00		53.00											
54.00													
55.00													
56.00		56.00											
57.00		57.00											
58.00													
59.00													
60.00		60.00											
61.00		61.00											
62.00													
63.00													
64.00		64.00											
65.00		65.00											
66.00													
67.00													
68.00		68.00											
69.00		69.00											
70.00													
71.00													
72.00		72.00											
				AGLOMERA (9.00-161.00m) Tanımlama Sayfa 2/9'da									
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 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
		JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 5/9	
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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				GRAFİK Graph															
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60										
73.00		73.00																				
74.00																						
75.00																						
76.00		76.00																				
77.00		77.00																				
78.00																						
79.00																						
80.00		80.00																				
81.00		81.00																				
82.00																						
83.00																						
84.00		84.00																				
85.00		85.00																				
86.00																						
87.00																						
88.00		88.00																				
89.00		89.00																				
90.00																						
91.00																						
92.00		92.00																				

AÇILOMERA
(8.00-161.00m)
Tanımlama Sayfa 2/9'da

SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer				TARİH Date		İMZA Sign	
ONUR ÖZGÜN							

	KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ
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

TS1500 (mm)	<0.075	0.075-2.0	2.0-60	≥60	
BSS930 (mm)	<0.06	0.06-2.0	2.0-60	≥60	
AASHTO (mm)	<0.075	0.075-2.0	2.0-75	≥75	

 KGM	AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOTEKNİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations	 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.	BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7 SAYFA NO / Page No : 6/9 SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan
----------------	---	---	---

SONDAJ LOGU / BORING LOG

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	DAYANIRILIK Strength	AYRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RPD %	ORNEK NO	
			DARBE SAYISI Number of Blows				GRAFİK Graph															
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60										
93.00		93.00														I-II		<1	100	100	70	
94.00																						
95.00																I	I	<1	100	100	100	
96.00		96.00																				
97.00		97.00														I	I	<1	100	100	100	
98.00																						
99.00																I	I	<1	100	100	100	
100.00		100.00																				
101.00		101.00														I	I	<1	100	100	100	
102.00																						
103.00																I	I	<1	100	100	100	
104.00		104.00														I	I	<1	100	100	100	
105.00		105.00																				
106.00																I	I	1-2	100	100	100	
107.00																						
108.00		108.00														I	I	<1	100	100	100	
109.00		109.00																				
110.00																						
111.00																I	I	<1	100	100	100	
112.00		112.00																				

UCS (mm)	<0.075	0.075-4.75	4.75-75	≥75	
TS1500 (mm)	<0.075	0.075-2.0	2.0-60	≥60	
BSS930 (mm)	<0.06	0.06-2.0	2.0-60	≥60	
AASHTO (mm)	<0.075	0.075-2.0	2.0-75	≥75	

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON										
		JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7										
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 7/9										
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan										
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ 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 %	ÖRNEK NO Sample No	
			DARBE SAYISI Number of Blows		GRAFİK Graph											
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N										10
113.00		113.00														
114.00																
115.00																
116.00		116.00														
117.00		117.00														
118.00																
119.00																
120.00		120.00														
121.00		121.00														
122.00																
123.00																
124.00		124.00														
125.00		125.00														
126.00																
127.00																
128.00		128.00														
129.00		129.00														
130.00																
131.00																
132.00		132.00														
UCS (mm)		KIL-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								



TCK

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.

KGM
SONDAJ LOGU / BORING LOG

BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON
 SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7
 SAYFA NO / Page No : 8/9
 SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test												JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strenght	AYRIŞMA 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				GRAFİK Graph																							
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60																		
																	I	I	<1	100	100	95								
133.00		133.00																												
134.00																	I	I	1-2	100	100	97								
135.00																														
136.00		136.00															I	I	<1	100	100	100								
137.00		137.00																												
138.00																														
139.00																	I	I	<1	100	100	100								
140.00		140.00																												
141.00		141.00															I	I	<1	100	100	100								
142.00																														
143.00																	I	I	<1	100	100	100								
144.00		144.00																												
145.00		145.00															I	I	<1	100	100	100								
146.00																														
147.00																	I	I	<1	100	100	100								
148.00		148.00																												
149.00		149.00															I	I	<1	100	100	100								
150.00																														
151.00																	I	I	<1	100	100	100								
152.00		152.00																												
AGLOMERA (8.00-161.00m) Tanımlama Sayfa 2/9'da															SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer	TARİH Date	İMZA Sign													
UCS (mm)	KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL</																											

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations										 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON																	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG												SONDAJ NO/Borehole No : TSK-7																	
														SAYFA NO / Page No : 9/9																	
														SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan																	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type		MANEVRİ BOYU (m) Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				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			
0-15 cm		15-30 cm		30-45 cm		N		10 20 30 40 50 60																							
153.00		153.00																													
154.00																															
155.00																															
156.00		156.00																													
157.00		157.00																													
158.00																															
159.00																															
160.00		160.00																													
161.00		161.00																													
162.00																															
163.00																															
164.00																															
165.00																															
166.00																															
167.00																															
168.00																															
169.00																															
170.00																															
171.00																															
172.00																															
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																							

TCK

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.

KGMSONDAJ LOGU / BORING LOG

BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZONSONDAJ NO/Borehole No : TSK-8SAYFA NO / Page No : 1/5SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu

PROJE ADI / Project Name : SALARHA TÜNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI

SONDAJ YERİ / Boring Location : TÜNELDELİK ÇAPI / Hole Diameter (mm) : 76mmKİLOMETRE / Chainage : 2+881YERALTI SUYU / Groundwater (m) : 32,1mSONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth : 79.00mMUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 22.5mSONDAJ KOTU / Elevation : 146BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 4.7.2015SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. : D-500 (CREALIUS)KOORDİNAT / Coordinate (Northing) (N-S) Y : 4542228KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 377997

DAYANIMLILIK / StrenghtAYRIŞMA / WeathiringİNCE DANELİ / Fine GrainedİRİ DANELİ / Coarse Grained

IÇOK DAYANIMLIStrongIIORTA M.WeakIIIORTA FAIRWeakVÇOK ZAYIF V.WeakIZAZ AYRIŞMIŞ Fresh II AZ AYRIŞMIŞ Slightly W. III ORTA D.AYR. Moderately W. IV ÇOK AYRIŞMIŞ Highly W. VTUMUYLE 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 <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 P : PRESİYOMETRE DENeyİ UD : ÖRSELENMEMİŞ NUMUNE K : KAROT YÜZDESİStandard Penetration Test Pressurimeter Test Undisturbed Sample Core SampleBST : BASINçLI SU TESTİ VS : VEYN DENeyİ D : ÖRSELENMiş NUMUNEDisturbed Sample Lugeon Test Vane Shear Test

SONDAJ DERİNLİĞİ (m)
Boring Depth (m)

NUMUNE cİNSİ
Sample Type

MANEVRA BOYU (m)
Run

DARBE SAYISI
Number of Blows

GRAFIK
Graph

10 20 30 40 50 60

1.00 1.50 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00

SİLTİLİ KUM
(0.00-13.50m)
Kahve , yer yer kıvılcımsı kahverenkli, ince-iri taneli
%55-60 kum, iyi derecelenmiş, slak; %40-45 silt,
plastisitesiz, eser oranda ince taneli çakıl.

PROFİL
Profile

DAYANIMLILIK
Strenight

AYRIŞMA
Weathining

KIRIK (30 cm)
Fracture (30 cm)

KAROT % (TCR)
Total Core Recovery %

KAROT % (SGCR)
Solid Core Recovery %

RQD %

ORNEK NO
Sample No

UCS (mm)<0.0750.075-4.754.75-75>75TS1500 (mm)<0.0750.075-2.02.0-60>60BS5930 (mm)<0.060.06-2.02.0-60>60AASHTO (mm)<0.0750.075-2.02.0-75>75

SONDAJ MÜHENDİSİ
Drilling Engineer

TARİH
Date

İMZA
Sign

ONUR ÖZGÜN

[illegible]

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON									
		KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-8 SAYFA NO / Page No : 3/5 SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu									
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVR A BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				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		GRAFIK Graph										
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10 20 30 40 50 60								
33.00															
34.00		34.00													
35.00		35.00													
36.00															
37.00															
38.00		38.00													
39.00		39.00													
40.00		40.00													
41.00															
42.00															
43.00		43.00													
44.00															
45.00															
46.00		46.00													
47.00		47.00													
48.00															
49.00															
50.00		50.00													
51.00		51.00													
52.00															
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 0.06-2.0 0.075-2.0	KUM 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	SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer ONUR ÖZGÜN	TARİH Date	İMZA Sign 							

TCK

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.

KGM

SONDAJ LOGU / BORING LOG

BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON
SONDAJ NO/Borehole No : TSK-8
SAYFA NO / Page No : 4/5
SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRAYA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	AYRIŞMA 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				GRAFİK Graph																							
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60																		
53.00																														
54.00		54.00																												
55.00		55.00																												
56.00																														
57.00																														
58.00		58.00																												
59.00		59.00																												
60.00																														
61.00																														
62.00		62.00																												
63.00		63.00																												
64.00																														
65.00																														
66.00		66.00																												
67.00		67.00																												
68.00																														
69.00																														
70.00		70.00																												
71.00		71.00																												
72.00																														

	KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ
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

ONUR ÖZGÜN

TARİH
Date

İMZA
Sign

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON																					
		JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-8																					
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 5/5																					
						SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu																					
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRAYA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test																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				GRAFİK Graph																				
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60									
73.00																		I-II	I	<1	100	100	100				
74.00		74.00																									
75.00		75.00																	I-II	I-II	2-10	100	75	60			
76.00																											
77.00																			II	I-II	1-2	100	100	95			
78.00		78.00																									
79.00		79.00																	II-III	II-III	<1	100	100	90			
80.00																											
81.00																											
82.00																											
83.00																											
84.00																											
85.00																											
86.00																											
87.00																											
88.00																											
89.00																											
90.00																											
91.00																											
92.00																											
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)		<0.06	0.06-2.0	2.0-60	>60																						
AASHTO (mm)		<0.075	0.075-2.0	2.0-75	>75																	ONUR ÖZGÜN					

Ek 2 (devamı)

 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.BÖLGE) TRABZON
	SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-9
					SAYFA NO / Page No : 1/4
					SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu
PROJE ADI / Project Name :		SALARHA TÜNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI			
SONDAJ YERİ / Boring Location :		TÜNEL		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm) : 76mm	
KİLOMETRE / Chainage :		3+100		YERALTISUYU / Groundwater (m) : 27,2m	
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth :		53.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m) : 6m	
SONDAJ KOTU / Elevation :		128		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date : 21.08.2015-26.08.2015	
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met. :		D-500 (CREALIUS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y : 4542044	
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X : 378037	
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	
				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 (C)		%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 CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test		
			D'ARBE SAYISI Number of Blows		
			GRAFİK Graph		
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm
			N	10	20
				30	40
				50	60
1.00	1.00				
2.00	2.00				
3.00					
4.00	4.00				
5.00					
6.00	6.00				
7.00					
8.00	8.00				
9.00					
10.00	10.00				
11.00					
12.00	12.00				
			YAMAÇ DÖKÜNTÜSÜ (Kumlu bloklu çakıl) (0.0-1.00m)		
			AGLOMERA (1.00-53.00m) 1.00-5.70m arası gri-kahverengil, taze az ayrışmış, dayanımlı, orta dayanımlı, eklem süreksizlikleri 10-45°, pürüzlü, ikincil dolgusuz 5.70-12.00m. Ier arası grimsi kahverengil, az-orta ayrışmış, orta-orta zayıf dayanımlı, sık eklem ve çatlaklı, eklem süreksizlikleri 10-60°, 2-5 mm, genel olarak kıl sıvalı 12.00-24.00m. Ier arası, kahveremsi gri renkil, taze-az ayrışmış, dayanımlı-orta dayanımlı, eklem süreksizlikleri 10-90°, 1-5 mm, yan pürüzlü. 24.00-26.00m. Ier arası orta ayrışmış, orta zayıf-zayıf dayanımlı, parçalanmış 26.00-29.00m. Ier arası az ayrışmış, orta-orta zayıf dayanımlı. 29.00-36.00m. Ier arası orta-çok ayrışmış, zayıf-çok zayıf dayanımlı, parçalanmış, 36.00-38.00m. Ier arası gri renkil, taze-az ayrışmış, dayanımlı, orta dayanımlı, eklem süreksizlikleri 10-450, 3-6mm pürüzlü ikincil dolgusuz.		
			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		
			SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer		
			TARİH Date		
			İMZA Sign		
			ONUR ÖZGÜN		
					
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	

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
		JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-9	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 2/4	
						SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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 %	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										
13.00																						
14.00	✓	14.00																				
15.00																						
16.00	✓	16.00																				
17.00																						
18.00	✓	18.00																				
19.00																						
20.00	✓	20.00																				
21.00																						
22.00	✓	22.00																				
23.00																						
24.00	✓	24.00																				
25.00																						
26.00	✓	26.00																				
27.00																						
28.00	✓	28.00																				
29.00																						
30.00	✓	30.00																				
31.00																						
32.00	✓	32.00																				

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	İMZA Sign
ONUR ÖZGÜN		

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON	
		JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-9	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 3/4	
						SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu	

SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test				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				GRAFIK Graph													
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60								
33.00		33.00												IV	III-IV	>20	100	32	10	
34.00		34.00												IV	III-IV	>20	100	0	0	
35.00		35.00												IV	III-IV	>20	100	0	0	
36.00		36.00												IV	III-IV	>20	100	52	0	
37.00		37.00												I-II	I-II	<1	100	95	95	
38.00		38.00																		
39.00		39.00												II	I-II	2-10	100	90	65	
40.00		40.00																		
41.00		41.00												II	II	2-10	100	85	55	
42.00		42.00																		
43.00		43.00												I-II	I-II	2-10	100	80	58	
44.00		44.00																		
45.00		45.00												I-II	I-II	1-2	100	95	77	
46.00		46.00																		
47.00		47.00												I-II	I-II	2-10	100	90	78	
48.00		48.00																		
49.00		49.00												I-II	I-II	1-2	100	96	89	
50.00		50.00																		
51.00		51.00												I-II	I-II	1-2	100	100	80	
52.00		52.00																		

AGLOMERA
(1.00-53.00m)
Tanımlama Sayfa 1/4'de.

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	İMZA Sign
ONUR ÖZGÜN		

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLUJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON															
		KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-9 SAYFA NO / Page No : 4/4 SONDÖR / Driller : Ercan Barukçu															
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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				GRAFİK Graph														
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60									
53.00		53.00											AGLOMERA (1.00-53.00m) Tanımlama Sayfa 1/4'de.								
54.00													KUYU SONU								
55.00																					
56.00																					
57.00																					
58.00																					
59.00																					
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																					
			KİL-SİLT	KUM	ÇAKIL	BLOK-MOLOZ							SONDAJ MÜHENDİSİ Drilling Engineer	TARİH Date	İMZA Sign						
UCS (mm)			<0.075	0.075-4.75	4.75-75	>75							ONUR ÖZGÜN								
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															

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON SONDAJ NO/Borehole No : TSK-11 SAYFA NO / Page No : 1/4 SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan											
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG															
PROJE ADI / Project Name		SALARHA TUNELİ VE BAĞLANTI YOLLARI															
SONDAJ YERİ / Boring Location		TUNEL		DELİK ÇAPİ / Hole Diameter (mm)		76mm											
KİLOMETRE / Chainage		3+158		YERALTISUYU / Groundwater (m)		26,5m											
SONDAJ DERİNLİĞİ / Boring Depth		53.00m		MUH. BORUSU DER. / Casing Depth (m)		6m											
SONDAJ KOTU / Elevation		128		BAŞ. ve BİT. TARİHİ / Start and Finish Date		24.08.2015-27.08.2015											
SONDAJ MAK&YÖNT. / D.Rig&Met.		D-500 (CREALIS)		KOORDİNAT / Coordinate (Norting) (N-S) Y		4542027											
				KOORDİNAT / Coordinate (Easting) (E-W) X		378023											
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		P : PRESİYOMETRE DENEYİ		UD : ORSELENMEMİŞ NUMUNE		K : KAROT YÜZDESİ											
Standard Penetration Test		Pressuremeter Test		Undisturbed Sample		Core Sample											
BST : BASINÇLI SU TESTİ		VS : VEYN DENEYİ		D : ORSELENMİŞ NUMUNE													
Lugeon Test		Vane Shear Test		Disturbed Sample													
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)	NUMUNE CİNSİ	MANEYRA BOYU (m)	STANDART PENETRASYON DENEYİ				JEOTEKNİK TANIMLAMA		PROFİL	DAYANIMLILIK	AYRIŞMA	KIRIK	KAROT	KAROT	RQD	ÖRNEK NO	
Boring Depth (m)	Sample Type	Run	Standard Penetration Test				Geotechnical Description		Profile	Strenght	Weathiring	Fracture	% (TCB)	% (SCF)	%	Sample No	
			DARBE SAYISI				GRAFIK										
			Number of Blows				Graph										
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60					
1.00																	
2.00		1.50															
3.00		3.00															
4.00																	
5.00		5.00															
6.00																	
7.00																	
8.00		8.00															
9.00																	
10.00		10.00															
11.00																	
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				TARİH				İMZA									
Drilling Engineer				Date				Sign									
ONUR ÖZGÜN																	

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department JEOLojİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON																			
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SONDAJ NO/Borehole No : TSK-11																			
						SAYFA NO / Page No : 2/4																			
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan																			
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type		MANİPÜLASYON BOYU (m) Run		STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test		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		GRAFIK Graph																	
						0-15 cm 15-30 cm 30-45 cm N		10 20 30 40 50 60																	
13.00				13.00																					
14.00				14.00																					
15.00																									
16.00																									
17.00				17.00																					
18.00				18.00																					
19.00																									
20.00				20.00																					
21.00																									
22.00				22.00																					
23.00																									
24.00																									
25.00				25.00																					
26.00				26.00																					
27.00																									
28.00																									
29.00				29.00																					
30.00																									
31.00																									
32.00				32.00																					
AGLOMER A (1.50-53.00m) Tanımlama Sayfa 1/4'de.																									
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																	

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department						 JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.								
		JEOLOJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations														
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG						BÖLGE NO / District No		: (10.BÖLGE) TRABZON						
								SONDAJ NO/Borehole No		: TSK-11						
								SAYFA NO / Page No		: 3/4						
								SONDÖR / Driller		: Süleyman Erdoğan						
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)		NUMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRA BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standard Penetration Test			JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description		PROFİL Profile	DAYANIMLILIK Strength	A YIRISMA Weathering	KIRIK (30 cm) Fracture (30 cm)	KAROT % (TCR) Total Core Recovery %	KAROT % (SCR) Solid Core Recovery %	RQD %	ÖRNEK NO Sample No
33.00									O O O O	V	V	>20	33	0	0	
34.00									O O O O							
35.00			35.00						O O O O							
36.00									O O O O	II-III	II	2-10	100	85	68	
37.00									O O O O							
38.00			38.00						O O O O							
39.00									O O O O							
40.00									O O O O	II-III	II-III	>20	100	50	30	
41.00			41.00						O O O O							
42.00									O O O O	I-II	I-II	<1	100	100	95	
43.00									O O O O							
44.00			44.00				AGLOMERA (1.50-53.00m) Tanımlama Sayfa 1/4'de.		O O O O							
45.00									O O O O	I-II	I-II	<1	100	100	86	
46.00									O O O O							
47.00			46.50						O O O O							
48.00									O O O O	II-IV	I-IV	>20	100	67	61	
49.00									O O O O							
50.00			49.50						O O O O	I-II	I-II	<1	100	100	90	
51.00			50.50						O O O O							
52.00									O O O O	I-II	I-II	<1	100	100	100	
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		0.06-2.0		2.0-60		>60								
		<0.075		0.075-2.0		2.0-75		>75								

Ek 2 (devamı)

		AR-GE DAİRESİ BAŞKANLIĞI Research and Development Department				BÖLGE NO / District No : (10.BÖLGE) TRABZON																	
		JEOLUJİK HİZMETLER ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ Directorate of Geological Investigations		JEOTEKNİK HİZMETLER LTD.ŞTİ. GEOTECHNICAL SERVICES CO.LTD.		SONDAJ NO/Borehole No : TSK-11																	
KGM		SONDAJ LOGU / BORING LOG				SAYFA NO / Page No : 4/4																	
						SONDÖR / Driller : Süleyman Erdoğan																	
SONDAJ DERİNLİĞİ (m) Boring Depth (m)	NÜMUNE CİNSİ Sample Type	MANEVRİ BOYU (m) Run	STANDART PENETRASYON DENEYİ Standart Penetration Test										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				GRAFİK Graph																
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N	10	20	30	40	50	60											
53.00		53.00												AGLOMERA (1.50-53.00m) Tanımlama Sayfa 1/4'de.									
54.00														KUYU SONU									
55.00																							
56.00																							
57.00																							
58.00																							
59.00																							
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																							
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)		<0.06		0.06-2.0		2.0-60		>60															
AASHTO (mm)		<0.075		0.075-2.0		2.0-75		>75															

ÖZGEÇMİŞ

Tayyip Can TURAN, 08/06/1992 tarihinde Rize’de doğdu. İlk ve ortaöğretimini 2006 yılında Rize Reşadiye Zihni Derin İlköğretim Okulu’nda ve lise eğitimini 2010 yılında Özel Kopuzlar Şahika Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimini 03/02/2016 tarihinde Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 01/03/2016 tarihinde Rize Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde Jeoloji Mühendisi olarak göreve başladı. 29/07/2019 tarihinden itibaren Ankara Altındağ Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde Ruhsat ve Yapı Denetim Şubesinde çalışmaktadır. 25/07/2017 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans öğrenimine halen devam etmektedir. Orta derecede İngilizce bilen Tayyip Can TURAN, evlidir.