

**RİZE – PAZAR TÜNELİ GÜZERGAHI NIN
MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ ETÜDÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Mirat CANPOLAT**

Anabilim Dalı : JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ

Program : MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

**RİZE – PAZAR TÜNELİ GÜZERGAHI NIN
MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ ETÜDÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Mirat CANPOLAT
(Enstitü No: 5050021204)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 10 EKİ M2003
Tezin Savunulduğu Tarih: 17 EKİ M2003**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mahir VARDAR
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Erdoğan YÜZER (İ. T. Ü)
Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM (Y. T. Ü)**

EKİ M2003

ÖNSÖZ

Bu çalışmaya konu olan Karadeniz Sahil Yolu Kara Ulaşım Projesi kapsamında projelendirilen eşsiz doğa ve tarihi güzelliklere sahip Rize'nin Pazar ilçesinin batı girişinde inşaa edilecek Pazar Tüneli, sahil yolu boyunca ulaşımın daha akıcı olması bakımından önemli bir yere sahiptir. Böyle önemli bir projede benimde yer almanın sağlayan, arazi çalışmaları esnasında zorlandığı mher türlü konuda yardımlarını hiç esirgemeyen, fiziksel ve mekanik deneyler sırasında İTÜ MİKM laboratuvarlarını en etkin şekilde kullanmada tüm imkanlarını kullanan, hayata bakış açım genişleten Mİden Fakültesi Dekan, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı öğreti müyesi, değerli danışmanım Prof. Dr. Mİhir Vardar'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Tezle ilgili her türlü sorununda ilgisini ve zamanını esirgemeyen, tezin her aşamasında değerli fikirleriyle yardımcı olan, çalışmalarımm şekillenmesinde tartışılma katkılarını olan, Uzman Yük. Mİh. İsmail Eriş'e, mekanik deneylerin yapılması sırasında destek olan, çalışmalarımda beni yakından izleyerek yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Yılmaz Mİhmut oğlu'na, fiziksel deneyleri yaparken değerli bilgisini benden esirgemeyen Arş. Gör. Erkan Bozkurt oğlu ve deney numunelerini hazırlanması ve deneylerin yapılması esnasında yardımcı olan Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı teknik elemanı Yüksel Ilgar'a teşekkürü bir borç bilirim

Jeoloji ince kesitlerini hazırlayan teknisyen Nuri Bakı oğlu'na kesit incelemelerinde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Can Genç ve Doç. Dr. Fahri Esenli'ye çok teşekkür ederim

Projeyi dizayn eden EMAY Mİhendislik Mİşavirlik firması ve çalışanlarına, saha çalışmaları sırasında bize her türlü kampa olanağını sağlayan Cengiz-Mİpa-Mİkyol yetkililerine ve çalışanlarına benden maddi manevi desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme, dayım Yük. Jeo. Mİh. Turgut Çanlı'ya ve dostlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım

Eki m2003

Mİrat Canpolat

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	V
TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
SEMBOL LİSTESİ	XI
ÖZET	XII
SUMMARY	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
1.2. Araştırma Yöntemi ve Yapılan Çalışmalar	2
2. İNCELEME ALANININ TANITIMI	4
2.1. İnceleme Alanının Konumu	4
2.2. Morfoloji	5
2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	8
2.4. Pazar'ın Tarihi Dokusu	9
3. BÖLGENİN GENEL JEOLojİSİ	12
3.1. Önceki Çalışmalar	12
3.2. Strati grafi	26
3.2.1. Eosen	27
3.2.2. Mi yosen	28
3.2.3. Kıvater ner	29
3.3. Petro grafi ve Mİneral oji	29
3.4. Tektonik	31
4. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ VE JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR	33
4.1. Arazi Çalışmaları	33
4.2. Sondaj Çalışmaları	35
4.3. Kayaçların Fiziko mekanik Özellikleri	40
4.3.1. Fiziksel Özellikler	41
4.3.2. Mekanik Deneyler	41
4.4. Litolojik Dağılım	47
4.5. Süreksizlikler	47
4.5.1. Soğuma Çatlakları	49
4.5.2. Akma Yapıları	49
4.5.3. Ezik ve Fay Zonları	50
4.6. Kaya Sınıfları	51
4.7. Jeoteknik Değerlendirme	51
4.7.1. Km 163+200 – 163+250 Arası Jeoteknik Değerlendirme	51
4.7.2. Km 163+250 – 163+300 Arası Jeoteknik Değerlendirme	53
4.7.3. Km 163+300 – 163+360 Arası Jeoteknik Değerlendirme	54

4.8. Yeraltı Suyu Durumu	55
5. MÜHENDİSLİK JEOFİZİK	56
5.1. Öz direnç Yöntemleri	57
5.2. Sismik Yöntemler	59
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	63
6.1. Karşılaşılan Sorunlar	63
6.2. Aç – Kapa Yöntemi	65
KAYNAKLAR	67
EKLER	68
ÖZGEÇMİŞ	97

KISALTMALAR

km	: Kilonetre
m	: Metre
mm	: Milli metre
cm	: Santimetre
İ.T.Ü	: İstanbul Teknik Üniversitesi
K.T.Ü	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
F.B.E	: Fen Bilimleri Enstitüsü
MJKM	: Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği
MTA	: Maden Tetkik Arama
TCK	: Türkiye Cumhuriyeti Karayolları
İnş.	: İnşaat
Taah.	: Taahhüt
San	: Sanayi
Tic	: Ticaret
Ltd	: Limited
Şti.	: Şirketi
MÖ	: Mıttan Önce
MS	: Mıttan Sonra
m.y.	: Mıyon Yıl
Rap.	: Rapor
Yay.	: Yayın
s.	: Sayfa
no.	: Nımara
K	: Kuzey
G	: Güney
D	: Doğı
B	: Batı
SPT	: Standart Penetrasyon Testi
RQD	: Kaya Kalite Nteliği
RMR	: Kaya Kütlesi Sınıflama Sistemi
TCR	: Toplam Karot Yüzdesi
YSS	: Yer altı Su Seviyesi
AŞ	: Anonim Şirketi
DES	: Düşey Elektrik Sondajı
SP	: Sismik Hz Profili
SK	: Sondaj Kuyusu
GPa	: Giga Pascal
TS	: Türkiye Standartları

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. İnce Kesitlerin Petrografik Tayini Sonuçları.....	30
Tablo 4.1. Temel Sondaj Kuyularının numara, koordinat ve kotları.....	36
Tablo 4.2. Sondaj karot örnekleri için Mekanik Deney Sonuçları.....	40
Tablo 4.3. Yapılan Mekanik Deneyler sonucu bulunan Hastisite Değerleri....	43
Tablo 4.4. Hazırlanan Mohr Diyagramlarından bulunan Kohezyon, İçsel Sürtünme, Kırılma Açısı Değerleri.....	44
Tablo 4.5. Kayaçların Mekanik Dayanım Parametreleri.....	45
Tablo C.1. Kayaçların Fiziksel Deney Sonuçları.....	76
Tablo C.2. Sondaj Karotlarının ve Alınan Yüzey Örneklerinin Alındığı Yer, Karotların Boy ve Çapları ile Üzerlerinde Uygulanan Deneyler.....	79

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Tünel güzergahı nın geçeceği inceleme sahası nın görünümü.....	1
Şekil 1.2 : Pazar Tüneli Sol Tüp Girişi (EMAY 2002).....	2
Şekil 1.3 : Pazar Tüneli Sağ Tüp Girişi (EMAY 2002).....	2
Şekil 2.1 : Pazar Tüneli Yer Buldurur Haritası.....	4
Şekil 2.2 : Rize'nin Doğusunda bulunan Kaçkar Dağları'nın eteklerinde bir buzul gölü.....	7
Şekil 2.3 : Cumhuriyet'in ilk yıllarında Rize.....	9
Şekil 2.4 : Cumhuriyet'in 75. yılında Rize.....	10
Şekil 2.5 : Pazar Kız Kalesi Genel Görünüş.....	11
Şekil 3.1 : İnceleme alanı nın Genelleştirilmiş Strati grafik Kolon Kesiti.....	26
Şekil 3.2 : Petrografik Mineralojik Sınıflama (Mahir Vardar, 1997).....	31
Şekil 4.1 : Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+235' den alınan en kesit.....	34
Şekil 4.2 : Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+320' den alınan en kesit.....	34
Şekil 4.3 : Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+335' den alınan en kesit.....	34
Şekil 4.4 : Sağ tüp güzergahı üzerinde açılan SK-1 sondajı karot sandığı.....	36
Şekil 4.5 : Sol tüp güzergahı üzerinde açılan SK-2 sondajı karot sandığı.....	37
Şekil 4.6 : Sağ tüp güzergahı üzerinde açılan SK-3 sondajı karot sandığı.....	37
Şekil 4.7 : Pazar Tüneli SK-1 numaralı Sondaj Logu.....	38
Şekil 4.8 : Pazar Tüneli SK-2 numaralı Sondaj Logu.....	39
Şekil 4.9 : Pazar Tüneli SK-3 numaralı Sondaj Logu.....	39
Şekil 4.10 : MFS aletinde yapılan Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi.....	42
Şekil 4.11 : MFS aletinde yapılan İndirekt Çekme Drenci Deneyi.....	42
Şekil 4.12 : SK2-3 'den alınmış mekanik deney öncesi örnek.....	46
Şekil 4.13 : SK2-3 'den alınmış tek eksenli basınç drenci deneyi sonrası örnek.....	46
Şekil 4.14 : İnceleme sahasında ayırtılan birimleri ve dokanaklarını gösteren blok diyagramı.....	47
Şekil 4.15 : Dalgaların etkisiyle zamanla falezin tabanını oyulur, askıdaki kaya bloklar düşer.....	48
Şekil 4.16 : İnceleme alanında km 163+260' da bulunan dikey yakın eğimli soğuma çatlakları.....	49
Şekil 4.17 : Km 163+200 – 163+220 'ler arasında bulunan 18 ⁰ KD eğimli akma yapısı.....	50
Şekil 4.18 : Km 163+228 – 163+233 'ler arasında bulunan kil dolgu eziği ve fay zonu.....	50
Şekil 4.19 : Tünel Mühendisliği'nde kullanılan başlıca sınıflamalar (Vardar) ...	51
Şekil 4.20 : Denizaltı volkanizmasına bağlı ortalama 16 ⁰ –28 ⁰ KD eğimli lav... akma yapısı.....	53

Şekil 4 21 :	Km 163+270' de tahki matının inceleme sahasına dayandığı bu kısım da andezitik ve bazaltik lav akışının ve çatlak takımları görülmekte.	54
Şekil 5 1 :	Pazar Tünelinin Güzergahının Üzerinden Geçtiği Sahanın Topografyası.	56
Şekil 5 2 :	Birinci Tabakaya At Elektrik Özdirenç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagramı.	57
Şekil 5 3 :	İkinci Tabakaya At Elektrik Özdirenç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagramı.	58
Şekil 5 4 :	Üçüncü Tabakaya At Elektrik Özdirenç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagramı.	58
Şekil 5 5 :	Birinci Tabakaya At Sismik Hz Blok Diyagramı ve Kontur Haritası.	60
Şekil 5 6 :	İkinci Tabakaya At Sismik Hz Blok Diyagramı.	61
Şekil 5 7 :	Üçüncü Tabakaya At Sismik Hz Blok Diyagramı.	61
Şekil 6 1 :	Rze Pazar Tünelinin öngörülen marisini gösteren si nülasyon (EMAY 2002)	66
Şekil A 1 :	PGT. Gr. 1 den Alınmış Örneğin İnce Kesit Fotoğrafı 6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiştir. (001) Yüzüne (Uzantıya) Dk Kesitte Baklava Dlini mi Monoklinik Anfi bol.	69
Şekil A 2 :	PGT. Gr. 1 den Alınmış Aynı Örneğin İnce Kesit Fotoğrafı 6 3x10 Büyütme li Olarak Tek Nkolde Çekilmiştir. (001) Yüzüne (Uzantıya) Dk Kesitte Baklava Dlini mi Monoklinik Anfi bol.	69
Şekil A 3 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, PGT. Gr. SK3-4 den Alınmış Çok Atere Denizaltı Bazaltı. Volkanik Cansısı Hamur İçersinde Mkro Öçekte İkincil Oşumlar İzlenmektedir.	70
Şekil A 4 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, Yeşil Baklava Dlini mi An Adi Hornblent.	70
Şekil A 5 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, PGT. Gr. SK3-4 'den Alınmış Çok Atere Denizaltı Bazaltı, Odukça Kırılanmış Piroksen ve Plajiolastlar İçer mektedir.	71
Şekil A 6 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, PGT. Gr. 6 'dan Alınmış Atere Omuş, Mkrolitik Porfiri Dokulu Mike mnel İki Yönde Dlini mi Piroksen, Bazik Plajiolast ve Hyotit İçerikli Bazalt.	71
Şekil A 7 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, PGT. Gr. 6 'dan Alınmış Atere Omuş, Mkrolitik Porfiri Dokulu Piroksen, Bazik Plajiolast ve Hyotit İçerikli Bazalt.	72
Şekil A 8 :	6 3x10 Büyütme li Olarak Çift Nkolde Çekilmiş, Tüf Matrikli . Porfirik Dokulu Aglomera.	72
Şekil B 1 :	Pazar Tüneli Sağ Tüp Girişi Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yöneli mi.	73
Şekil B 2 :	Pazar Tüneli Sol Tüp Girişi Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yöneli mi.	73
Şekil B 3 :	Pazar Tüneli Güzergahının Km 163+260 – 163+300 Arasındaki Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yöneli mi.	74
Şekil B 4 :	Pazar Tüneli Güzergahının Km 163+300 – 163+330 Arasındaki Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yöneli mi.	74
Şekil B 5 :	Pazar Tüneli Sol Tüp Çıkışı Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yöneli mi.	75

Şekil B 6 : Pazar Tüneli Sağ Tüp Çıkışı Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönelimleri.....	75
Şekil D 1 : PGT. Gr. 1 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	84
Şekil D 2 : PGT. Gr. 2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	84
Şekil D 3 : PGT. Gr. 3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	85
Şekil D 4 : PGT. Gr. 4 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	85
Şekil D 5 : PGT. Gr. 5 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	86
Şekil D 6 : PGT. Gr. 6 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	86
Şekil D 7 : PGT. Gr. SK1-1 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	87
Şekil D 8 : PGT. Gr. SK1-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	87
Şekil D 9 : PGT. Gr. SK2-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	88
Şekil D 10 : PGT. Gr. SK2-2 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	88
Şekil D 11 : PGT. Gr. SK2-3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	89
Şekil D 12 : PGT. Gr. SK2-3 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	89
Şekil D 13 : PGT. Gr. SK3-1 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	90
Şekil D 14 : PGT. Gr. SK3-1 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	90
Şekil D 15 : PGT. Gr. SK3-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	91
Şekil D 16 : PGT. Gr. SK3-2 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	91
Şekil D 17 : PGT. Gr. SK3-3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	92
Şekil D 18 : PGT. Gr. SK3-3 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	92
Şekil D 19 : PGT. Gr. SK3-4 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	93
Şekil D 20 : PGT. Gr. SK3-4 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Drenci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği.....	93
Şekil E 1 : PGT. SK2-2 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı.....	94
Şekil E 2 : PGT. SK2-3 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı.....	94
Şekil E 3 : PGT. SK3-1 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı.....	95
Şekil E 4 : PGT. SK3-2 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı.....	95

Şekil E 5 : PGT. SK3-3 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda	96
Hazırlanan Mohr Diyagram.....	
Şekil E 6 : PGT. SK3-4 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda	96
Hazırlanan Mohr Diyagram.....	

SEMBOL LİSTESİ

φ	: Karotiyer çapı
σ_{ab}	: Basıncı Drenajı
Φ	: İçsel Sürtünme Açısı
c_{teknik}	: Teknik Kohezyon
$E_{defor masyon}$	: Elastik Defor masyon
θ	: Kırılma Açısı
E	: Elastisite Modülü

ÖZET

Son birkaç yılda Türkiye’de yapılan express yolların ve ottoyolların miktarı oldukça arttı. Rize Pazar Tüneli’de “Karadeniz Sahil Yolu Projesi” kapsamında Karadeniz Devlet Sahil yolunun Çayeli–Hopa kesimi TCK Genel Müdürlüğü, 10. Bölge Müdürlüğü için Liyak ve Cengiz–Mipa–Makyol tarafından inşa edilmektedir. Bu kapsamda proje çalışmaları ve son dizaynı, İTÜ ve UBM danışmanlığında Emay Mühendislik tarafından hazırlanmıştır. Sondaj çalışmaları JFZ İnşaat firması ve yapılan jeofizik çalışmaları Özkan Mühendislik tarafından yürütülmüştür. Bu güzergah Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan gibi kuzeydoğu komşularımızla Türkiye’nin ve Avrupa’nın bağlantısını sağladığı için çok önemli bir projedir. Proje Samsun’dan Hopa’ya kadar devam etmektedir.

Tez konusu; Karadeniz Devlet Sahil yolunun Çayeli–Hopa kesiminde, Pazar geçişinde, km 163+200 – 163+400 arasında inşa edilecek Pazar Tünelinin mühendislik jeolojisi bakımından değerlendirilmesi ve en uygun tünel açım tekniğinin belirlenmesidir. Proje; en uygun mühendislik çözümlerini getireli, mimarlık ve topografik açıdan yörenin çevresel özellikleri ve tarihi dokusu ile uyumludur. Rize Pazar Tüneli çiftli tüplü tünel olarak inşa edilecektir. Tüplerden deniz tarafında kalan sol tüp 98 m uzunluğunda, sağ tüp ise 144 metre uzunluğunda olacaktır. Tüneler 7.45 m yüksekliğinde, 10.90 m genişliğindedir. Tünel pivot eksenleri arasındaki mesafe 14.82 metredir.

İncelenen sahasında yüzeyde Kuvaterner yaşlı 1–3.5 m kalınlığındaki volkanik kökenli kum çakıl, moloz ve bloktan oluşan alüvyon, altında Pliyosen yaşlı tüf matrisli değişik düzeyde ayrılmış aglomeralar ve tabanda Eosen yaşlı sert ve sağlam ancak denizaltı erupsiyonuna bağlı akma tabakalaşması ve soğuma çatlakları içeren volkanitler bulunmaktadır. Akmaya bağlı tabakalaşma K50–55B, 16–23KD yönelimli olup, dik–dike yakın, K75–85B, K10–25B, K70–85D doğrultularda kırık ve çatlak sistemlerinin gelişmiş olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kırık ve çatlak sistemleri tünel eksenini genelde dik bazı kesimlerde verev kesmektedir.

Geniş bir literatür araştırması da yapılarak yörede daha önce yapılmış jeolojik çalışmalar da incelendikten sonra Pazar Tünelinin geçeceği jeolojik birimlerin özelliklerini belirlemek amacıyla 3 adet mekanik sondaj açılmış, arazi çalışmaları yapılmış kırık çatlak sistemleri birimlerin birbirleriyle olan dokanakları belirlenmiş ve farklı noktalarda jeofizik öz direnç ve sismik ölçümlerle bu çalışmalar desteklenmiştir. TS 699’a göre hazırlanan sondaj karot örnekleri ve yüzeyden alınan kayaç örnekleri üzerinde MKM laboratuvarında kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanması için deneyler yapılmıştır. Yapılan fiziksel deneyler sonucu örneklerin ağırlığı, kuru ve doymuş birim hacim ağırlığı, su emme ve porozite değerleri bulunmuştur. Kayaçların mekanik özelliklerinin saptanması amacıyla MFS aletinde tek eksenli ve üç eksenli basınç dayanım deneyleri, çekme dayanım deneyleri ve hidrolik kriko lu point-load aletinde nokta yükleme deneyleri

yapılmıştır. Ayrıca kayaç örneklerinden hazırlanan ince kesitlerin mineralojik – petrografik özellikleri tayin edilmiştir. Tüm bu veri ve bilgiler ışığında tünel güzergahının 1/200 ölçekli mühendislikjeolojisinin haritası ve kesitleri hazırlanarak, üç boyutlu blok ve kontur diyagramları ile yerin yapısı yansıtılmıştır.

Sonuç olarak da incelenen güzergah çok kısa olması na rağmen, tünelli geçiş seçeneği için çok yönlü sorunlarla başedilmesi gerektiren özellikler taşıdığı, örtü kalınlığının az olması, sahipli ve ekili olan tünel güzergahının üzerinde iki katlı bir binanın ve foseptik çukuru bulunması, çıkış portalı önünde özel drenaj önlemlerinin alınmasını gerektiren su toplama havzası olması, sol tüpün batı ağzı ve falez tarafı denizden gelecek dalga etkisine açık olması ve bunun sonucunda ayrışmanın etkili olması gözönüne alınarak yapılan değerlendirilmede bu sorunlardan kurtulabilmek için aç-kapa metodu en uygun metot olduğuna karar verilmiştir. Ancak istihlak sorunları ve süre kaybı aynen durmaktadır.

SUMMARY

The amount of express road and motorway works in Turkey has increased over the last few years. Rize Pazar Tunnel is constructed in the “Black Sea Coastal Express Road Project” content on the Çayeli–Hopa section of the Black Sea State Coastal Express Road for the Republic of Turkey General Directorate of Highways 10th District Directorate by Limak and Cengiz–Mıpa–Makyol. In this content projects and final design is prepared by Emay under consulting of ITU and UBM. Drillings is done by JFZ consulting firm and geophysical studies is carried out by Özkan Engineering. This route is very important project, because it connects the northeastern neighbors as Georgia, Armenia, and Azerbaijan to Turkey and Europe. This project continues from Samsun to Hopa.

The main topic of this thesis contains the interpretation of the Pazar Tunnel that will be constructed concerning engineering geology point of view and to be defined the most appropriate open technique for tunnel. The Pazar Tunnel will be constructed between km 163+200 – 163+400 of the Pazar passage in the Çayeli–Hopa section of Black Sea State Coastal Express Road. This study also includes the perspective (approach) of being projected in a way that complies with the topography. Moreover, a tunnel that will be constructed through the route should be appropriate for building up methods concerning engineering approaches, it should also be in harmony with the historical structure of environment, and be contemporary architecturally. Rize Pazar Tunnel is going to be constructed as a double tube tunnel. The left tube that is on the coast side will be 98 m length and the right one will be 144 m length. Tunnel will be 7.45 m height, 10.90 m width. The distance between the tunnel axis is 14.82 meter.

In the investigation field; the surface is alluvium that is between 1-3.5 m thickness Kuvaterner volcanic sediment composed of sand, gravel, debris, block; under this agglomerated that is weathered in different levels Pliocene years of age with tuff matrix and at the base neogene years of age, hard and strict volcanics that includes flow stratification and splits because of getting cold; are exist. The stratification related to flow has K50–55B, 16–23KD inclination and perpendicular or nearly perpendicular dip and fracture systems that are K75–85B, K10–25B, K70–85D directions is determined. This results shows that fracture systems cut the tunnel axis generally perpendicular and sometimes diagonal.

Having taken into consideration a wide range of relevant data by previous studies carried out, three drilling wells has been investigated in order to define the geological features of the study area where the tunnel will be located. Geological land search has been also done. In addition, the borders of the fracture system of the geological units were determined in some ways that's been supported by the studies covering seismic and geophysics resistivity measurements at different selected points. Some experiments has been carried out on the rock samples collected from different

locations throughout the study area and the drilling recoveries that were prepared concerning the rules of TS 699, so that physical and mechanical features of the rock masses can be determined in the laboratory of İTÜ MİKM with respect to the results of the physical experiments carried out. As a result of physical experiments; weight of samples, dry and saturated unit volume weight, water absorption and porosity values are found. Uniaxial, triaxial pressure strength experiments in MTS machine, pulling strength experiments and point load experiments in hydraulic point-load machine to find out mechanical features of rocks. Moreover mineralogical and petrographical properties are found from thin crosscuts that are prepared from rock samples. By the help of all these information 1/200 scaled engineered geological maps of tunnel route and cross-sections are prepared and with the three dimensional block and contour diagrams the structure of the ground are reflected.

This study comes up with the following results and proposals; even though the searched tunnel route is so short, the cut and cover method is thought to be more suitable in case a wide range of problems related to tunnel passage exist, the thickness between tunnel roof and ground surface is very thin, the planned tunnel route has an owner, two storied house and cesspit that exist on, a water storage area that needs to take some special cautions exists on the exit portal, the left tubes west portal and precipice part is affected waves and as a reason of this weathering also effects rocks. Somehow expropriation problems and time loss problem still exist.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Tez konusu; Karadeniz Devlet Sahil yolunun Çayeli–Hopa kesiminde, Pazar geçişinde, km 163+200 – 163+400 arasında inşa edilecek Pazar Tünelinin mühendislikjeolojisi bakımından değerlendirilmesi ve en uygun tünel açım tekniğinin belirlenmesidir.



Şekil 1.1: Tünel güzergahının geçeceği inceleme sahasının görünümü.

Karayolları Genel Müdürlüğünün yürütücülüğünde devam etmekte olan “Karadeniz Sahil Yolu Projesi” kapsamında Karadeniz Devlet Sahil yolunun Çayeli–Hopa kesiminde yer alan Pazar geçişinde çiftli tüplü tünel inşa edilecektir. Tüplerden deniz tarafında kalan sol tüp 98 m uzunluğunda (Şekil 1.2), sağ tüp ise 144 metre uzunluğunda olacaktır (Şekil 1.3). Tüneller 7.45 m yüksekliğinde, 10.90 m genişliğindedir. Tünel pivot eksenleri arasındaki mesafe 14.82 m’dir.



Şekil 1.2: Pazar Tüneli Sol Tüp Girişi (EMAY 2002)



Şekil 1.3: Pazar Tüneli Sağ Tüp Girişi (EMAY 2002)

1.2 Araştırma Yöntemi ve Yapılan Çalışmalar

Pazar Tünelinin geçeceği jeolojik birimlerin özelliklerini belirlemek amacıyla mekanik sondajlar açılmış, jeofizik yöntemlerle kayaların dokunak ilişkileri ve yeraltının yapısı araştırılmıştır. Sondaj karotları ve yerinde mostralardan elde edilen örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri İTÜ MİKMİ laboratuvarlarında yapılmıştır. Bu kapsamda proje çalışmaları Emay Mühendislik tarafından her aşamasında İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği (Uygulamalı Jeoloji) Anabilim Dalının danışmanlığından faydalanılarak hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları süresince TCK 10. Bölge Müdürlüğü teknik elemanları ve UBM Müşavirlik A.Ş. tarafından kontrollük hizmetleri yürütülmüştür. İşin yüklenicisi Cengiz-Mapa-Makyol Ortak Girişimidir. Sondaj çalışmaları JFZ İnşaat Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. ve yapılan jeofizik çalışmaları Özkan Mühendislik İnş. Taah. Madencilik Tic. Ltd. Şti. tarafından yürütülmüştür.

Bölgede yapılan çalışmalara JFZ firmasının yaptığı araştırma sondaj kuyuları ile başlanmıştır. Geniş bir literatür araştırması da yapılarak, yörede daha önce yapılmış jeolojik çalışmalar da incelenip, geçilecek jeolojik birimler kabaca belirlenmiştir. Bu ön araştırmalardan sonra firma tarafından kuyu açma çalışmalarına başlanmıştır. Güzergah boyunca üç adet mekanik sondaj yapılmış, bu sondajlar 07.08.2001–21.08.2001 tarihleri arasında tamamlanmıştır. Tünel güzergahı boyunca geçilecek birimlerin dokanak ilişkilerinin ve sondajlar arasındaki korelasyonun yapılabilmesi amacıyla, Özkan Mühendislik firması tarafından jeofizik ölçümler yapılmıştır.

TS 699'a göre hazırlanan sondaj karot örnekleri ve yüzeyden alınan kayaç örnekleri üzerinde MİKM laboratuvarında kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanması için deneyler yapılmıştır. Ayrıca kayaçlardan hazırlanan ince kesitlerin mineralojik–petrografik özellikleri tayinler edilmiştir. Tüm bu veri ve bilgiler birlikte değerlendirilerek sonuçları haritalar, kesitler ve diyagramlar şeklinde gösterilmiştir.

Konu mu itibariyle sahip olduğu eşsiz doğa güzelliği, tarihi zenginliği ile ülkeyi en güzel yörelerinden birisi olan Pazar yöresinde, uygulanacak olan kara ulaşım projesi, en başta bu bölgenin doğal ve tarihi zenginliğini korumak, yöre değerlerini geliştirici özelliklere sahip olmak zorundadır. Karadeniz sahili boyunca inşası düşünülen karayolunun, sahil yolu boyunca ulaşımın daha akıcı olması amaçlanmaktadır.

2.2 Morfoloji

Rize kuzeydoğu Anadolu'da; Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 400-22' ve 410-28' doğu meridyenleri ile 400-20' ve 410-20' kuzey paralelleri arasında, Fener Burnu'nun doğusunda mahfuz bir kıyı üzerinde kurulmuştur. Batıdan Trabzon'un Of, güneyden Erzurum'un İspir, doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ve kuzeyden Karadeniz ile çevrili olan Rize'nin göller hariç yüzölçümü 3920 km² dir. Yerleşimyerleri değişik yükseltilerin yamaçlarında yer alırlar. Arka kısımda dağlar yükseldiği için şehir dar bir kıyı şeridi üzerinde genişlemiştir.

Rize ilinin bulunduğu bölge Türkiye'nin en yüksek dağlarına sahiptir. Denize paralel olarak uzanan Rize Dağları doğuda Kafkas Dağları ile birleşerek kapalı bir havza oluştururlar. Yüksek dağ eteklerinde doğan akarsular birbirine paralel ve derin vadiler içinden akarak denize ulaşırlar. Tarıma elverişli vadi tabanları ve yamaç düzlükleri sahil den 700 m yükseltiye kadar yer alır. Dağ ormanları kuşağı 700 - 2300 metre arasında bulunur. Daha yüksek kesimlerde ise yayla alanları başlar. Yüksekliği 3000 metreyi aşan dağların sırtlarındaki zirveler Rize'nin en yüksek kesimlerini oluşturmaktadır. İl sınırları içerisinde önemli yükseltiler Kaçkar Dağı (3937 m), Verçenik Dağı (3711 m), Hunut Dağı (3560 m), Çaymakur Tepesi (3420 m) ve Gudashevsi vrisi Tepesi (3406 m)'dir. Dağlar arasında bazı küçük göller bulunmaktadır.

Rize sınırları içinde uzunluğu 5 km den fazla olan 23 akarsu vardır. Bunlardan 16 tanesi doğrudan Karadeniz'e ulaşmaktadır. Önemli akarsular ise doğudan batıya doğru Abu Deresi, beslenme sahası en geniş olan Fırtına Deresi (68 km), Pazar Deresi, Büyük Dere, Kibledağ Deresi, ve Rize'nin büyük akarsularından en uzun olan İyidere (78,4 km)'dir.

Dar ve girintili çıkıntılı bir kıyı çizgisine sahip olan Rize kıyı düzlüğünün hemen gerisinde yükselti 150-200 metreyi bulmaktadır. Sahilin diğer kısımlarına bakıldığında, zirvelerde irtifa batıdan doğuya ve kuzeydoğuya doğru gittikçe artan ve nihayet Tatos dağlarında Verçin tepesi ve Kaçkar dağı ile 4000 metreye yaklaşan sahil silsilelerinin eteklerine doğru dik bir şekilde yükselmektedir. Kuzeydoğuya doğru dağlar tekrar alçalmakta ve Murgul vadisinde irtifaları 3000 metre civarında değişmektedir. Büyük rölyef enerjisi ve eski glasiyelere ait izler, sahil silsileleri, morfolojik bakımdan da yüksek dağ karakterini vermektedir. Tatos dağları bölgesinde bugün hala küçük buzul sahaları olup, yaz mevsimi boyunca arazi de kalmaktadır.

Arazi güneye doğru gittikçe daralan akarsu vadileri boyunca derin bir şekilde yarılmıştır. Nehirler ve dereler, silsilenin kuzey kanadında, derin vadilerini içinden doğrudan doğruya denize aktıkları halde, güneyde büyük tulani vadi hatlarını takip ederler. Keskin birbirine yakın sırtlar, dik yamaçlı ‘V’ profilli vadiler yaklaşık 2000 metre yüksekliğine kadar olan bu sahanın karakteristik topografik görünüşünü oluştururlar. Kabaca 2000 m yükseklikten başlayan ve sahanın 3000-3200 m yüksekliğine kadar olan kısımlarında topografya basık sırtlar, dik yamaçlı ‘U’ profilli vadilerden oluşur. Karadeniz sahilinde, sadece büyük nehirlerin deltalarında düz manzara görülür. Batıda Gümüşhane-Harşit vadisi, orta ve doğu kısmında ise Çoruh vadisi uzanmaktadır. Çoruh vadisi doğuda Artvin yakınında silsileyi kat etmekte buradan Batum'da denize ulaşmaktadır. Dördüncü jeolojik zamanın buzul devrelerinde geniş ölçüde buzul aşındırmasına sahne olan bu sahada çok sayıda küçük boyutlu buzylağı ve moren set gölleri mevcuttur (Şekil 2.2). Bu göllerin en büyükleri Anbar Gölü (0.07 km²) ile Büyük Deniz Gölü'dür.



Şekil 2.2 Rize'nin Doğusunda bulunan Kaçkar Dağları'nın eteklerinde bir buzul gölü

Karadeniz bölgesinin tipik özelliği, Triyas'ın bulunmasıdır. Ancak Liyas'ta yeni bir sedimantasyon devresi başlamış ve bu devrede kalınlığı ortalama 2000 metreye ulaşan kalkerlerle marnlardan, tali olarak grellerle killi şistlerden oluşan bir tabaka serisi meydana gelmiştir. Birimler birbirleri üzerine diskordans olarak yüzeylenmiştir. Seri içinde volkanik ara katlarına rastlanmaktadır.

Liyas'ta ki zengin sedimantasyondan sonra, meydana gelen deniz çekilmesi sonucunda, Liyas serisinin tavan kısımlarında yer yer aşınma kendini göstermiştir. Ancak Malmbariz diskordans ile Liyas üzerinde transgresyon olarak gelişmiştir.

Jura-Kretase evresinde; gri renkli, marnlı kalkerlerden oluşan seri klastik sedimanlarla (greller, konglomeralar) marnlı serilerden ibaret başka bir seri ile

örtül mektedir. Bu ikinci seri ortalama 400 metrelik bir kalınlığa ulaşmakta ve fasiyes itibarıyla Alt Kretase'ye geçiş yapmaktadır. Alt Kretase genel olarak ikiye ayrılmaktadır. Attaki seri, ince tabakalı, fazla marnlı kalkerlerle marnlardan ve bunların arasına girmiş killi ve kumlu şistlerden oluşmuşlardır. Üst Kretase ise; bölgenin kuzeydeki Üst Kretase'de görülen gelişme güneyindeki nden farklıdır.

Pliyosen'de ani olarak meydana gelen ve şiddeti gittikçe artan yükselme hareketlerinin sonucu olarak Neojen tatlı su gölleri gittikçe kaybolmuş ve bölgenin geniş sahaları kara haline geçmiştir. Kalan göller ise, yükselme halindeki silsileni niri ve ince erozyon molozları yeni oluşan akarsu şebekesine dahil olmuşlardır. Akarsuların sahil arazisini enine kat ederek, denize doğru yol bulmaları ile iç suların denize bağlantıları temin edilmiş bulunmakta sahilde ise iri ve ince erozyon molozları oluşmuştur. Sahil kesimindeki Pliyosen çökelleri kumlardan, killerden iye ayrılmış çakıllardan oluşmuştur. Bu elemanlar yüzeyde genellikle istikrarlı bir durum göstermekte kenar kısımlarda zaman zaman birbirinin yerini almaktadır. Bu elemanların olduğu sırada zaman zaman meydana gelen tektonik faaliyetler nedeniyle düşey sedimantasyonda ani ve gayri muntazam (şekilsiz) değişiklikler mevcuttur. Sahildeki Pliyosen çökelleri deniz seviyesi üzerinde genellikle 50 ile 100 metrelik yüksekliklerde hatta yer yer daha yüksekte yer almaktadırlar. Özellikle Pazar bölgesinde karasal sahil formları Üst Pliyosen yaşlıdır.

2.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Yumuşak deniz ikliminin içeriye işlenmesine engel olan sahil silsilelerinin kuzeyi ile güneyi arasındaki iklim farkı oldukça belirgindir. Silsilenin güneyinde kara iklimi hâkim olmaktadır. Bunun sonucunda, güneyin orman fakirliği ne karşın kuzeyde sık bir orman kuşağı ile karşılaşılmalıdır.

Dağlarla çevrili Rize, yazları serin, kışları ılıman ve dört mevsimi yağışlı bir iklimi sahiptir. Elili yıllık meteorolojik veriler esas alınarak yapılan değerlendirmeye göre Rize'nin yıllık sıcaklık ortalaması 14⁰'yi biraz geçer. Türkiye'nin en fazla yağış alan ili olan ve bundan ötürüde zengin bir bitki örtüsüne sahip olan Rize'de, yıllık toplam yağış miktarı 2300 mm'nin üzerindedir. Mevsimlere göre değişen nem oranı her zaman %75'in üzerindedir.

Şehrin ekonomik yapısında tarım hayvancılık ve turizm önemli rol oynar. Tarımda başta çay olmak üzere mısır, fındık, tütün, sebze, meyve üretilmektedir. Hayvancılıkta büyükbaş hayvancılık ve arıcılık başlıcalarıdır. Son yıllarda kaplıca turizminin dışında yayla turizmi, dağcılık, balıkçılık arıcılıkta Rize için önemli gelir kaynaklarıdır.

2.4 Pazarın Tarihi Dokusu

Rize şehri MÖ 670 yılında Pazar yeri adı verilen ticari nitelikte liman olarak kurulmuştur. MS 6. yüzyıldan sonra aynı zamanda bir kale ve yerleşim yeri olarak da karşımıza çıkmaktadır. Pontus Devleti, Selçuklu Devleti, Bizans İmparatorluğu, Trabzon- Rum Devleti, birçok Türk boyu ve Osmanlı İmparatorluğu dönemlerinde küçük bir şehir, nahiye ve kaza merkezi olmuştur. Cumhuriyet dönemi ne kadar sancak merkezi olan Rize, 20 Nisan 1924 tarihinde vilayet olduğu zaman yalnızca Pazar ilçesi vardı (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Cumhuriyetin ilk yıllarında Rize

Pazar ilçesine bağlı 10 mahalle 49 köy bulunmaktadır. Son nüfus sayımında ki ilçe nüfusu ise 29.829'dur. Cumhuriyet döneminde şehrin geliştirilmesi çalışmaları yapılmış çay üretimine geçilmesi buna bağlı fabrikaların kurulması ile şehirde sosyal ve ekonomik büyümeler başlamıştır. Son yıllarda kentsel yapılanma hızla gelişirken şehrin tarihi yapısı da bozulmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Cumhuriyetin 75. yılında Rize

Günümüze kadar birçok medeniyete sahne olan Rize tarihi dokusu bakımından oldukça zengindir. Bizans dönemi, Türk devri ve Doğu Karadeniz ahşap usulü yapılarıyla ender bulunan güzelliklere sahiptir. Ne yazık ki, son yıllarda şehir ve köylerdeki bu zengin mimari ürünler yok edilerek yerlerini sağlıksız beton yapılarla bırakmaktadır. Böylece çok zengin unsurlar taşıyan Karadeniz yapı kültürü hızla yok olmaktadır.

Eşsiz doğa güzelliklerine ve tarihi zenginliğe sahip olan Pazar İlçesi merkezini batısında sahilde bulunan Kız Kalesi (Şekil 2.5), yine ilçenin batısında sahilde bir burun üzerinde olan Kalecik-Sivri Kalesi, Yücehisar köyünün merkezinde Yücehisar Camii ve Hemişin deresinin doğusunda Ghar Kalesi başlıca tarihsel güzellikleridir.

Kız Kalesi Pazar Griş Tüneli'nin geçeceği sahanın 30-35 m kuzey doğusunda küçük bir yarımadanın üzerinde kurulmuştur. Kayalık bir zeminin üzerine bulunan kalenin kara ile bağlantısı kesilmiştir. Yaklaşık 7 m x 7 m boyutlarındaki kalenin duvarlarında muntazam taş işçiliği görülür. Griş kapısı batıdadır. Güney surları yıkılmıştır. Sağlam kalan duvarlarda mazgal pencereleri ve yuvarlak kemerli üst kat pencereleri yer almaktadır. Kız kalesinin 13-14. yüzyılda Trabzon Devleti zamanında yapıldığı sanılmaktadır. Kalesi Osmanlılar tarafından onarılarak kullanılmıştır.



Şekil 2.5: Pazar Kız Kalesi genel görünüş

3. BÖLGENİN GENEL JEOLojİSİ

3.1 Önceki İncelemeler

ERGUVANLI (1950), ‘‘Trabzon- Gümüşhane Arasındaki Pontidler’in Bir Kesiti’’ adlı çalışmasında Pontidler’in bu kesiminde Senoniyen yaşlı kompleksin bazik ve nötr bileşimli lav, tuf ve aglomeralarla bunlar arasındaki tortul kayalardan, Lütésiyen yaşlı kompleksin ise gri- mor renkli ve porfirik dokulu andezitlerle aralarında mercekler halinde bulunan fliş fasiyesinde gelişmiş çökellerden ibaret olduğunu belirterek bölgede biri Senoniyen’den genç diğeri ise daha yaşlı iki tip granitin varlığını savunmaktadır.

GATTİNGER (1962), Trabzon, Rize, Gümüşhane, Erzurum Artvin ve Kars vilayetlerinin bulunduğu sahadaki Doğu Pontidler’de yapılan jeolojik löve, ikmal ve revizyon çalışmaları hakkındaki raporunda araziyi güneyden kuzeye doğru üç zona ayırmıştır;

- Güneyde kireçtaşı ve flişten oluşan zon
- Ortada, geniş andezit örtülerden oluşan zon
- Kuzeye doğru ya da Üst Kretase ve Eosen flişlerini içeren zon

Gattinger, ‘‘1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası’’ çalışmasında Triyas’ın olmadığı alanda Liyas’ta kalınlığı yaklaşık 2000 metreyi bulan yeni bir çökelmenin başladığını belirtmiştir. Kireçtaşı, marın, volkanik birimler ve kumtaşlarından oluşan seri Paleozoik temel üzerine uyumsuz olarak oturmakta olup, yer yer ince kömür damarları içermektedir. Pontidler’in kuzey kısmında Üst Kretase, genel olarak andezitik ve bazaltik lavlar, tüfler, ve aglomeralardan oluşan bir örtü halindedir. Eosen’in volkanotortullarla, Oligo- Miyosen’in fliş fasiyesinde gelişmiş çökellerle temsil edildiği belirtilmektedir.

SCHULTZE- WESTRUM(1958), Gresun Aksu derede yaptığı çalışmanın geniş bir özetini yayınlamıştır. Doğu Pontidler’de maden cevheri ve mineral kaynaklarının araştırılmasına yönelik çalışmasında, Gresun Aksu dere ve yakın dolayında yüzeyleyen kayalar Kristalin Temel, Seditanter ve Magmatik olmak üzere üç ayrı grup halinde incelemiştir.

Araştırmacıya göre, para ve orto- metamorfitler, ayrılmış bir granodiyoritle birlikte temeli oluştururlar. Jura öncesi yaşta olabileceği belirtilen bu temel, Liyas’ta güneyden ilerleyen bir transgresyonla örtülmüştür. Tortul ve volkanit ardalanmasıyla temsil edilen Liyas yaşlı birimler, Malm-Alt Kretase yaşlı masif kireçtaşlarıyla üstlenmiştir. Üst Kretase yaşlı Hppurit’li kireçtaşlarının bir aglomera ve tüfit seviyesinden sonra yer yer direkt olarak masif kireçtaşlarının üzerine geldiğini belirtir. Araştırmacıya göre Hppurit’li kireçtaşlarını daha yaygın olarak yüzeylenen tufitlik marınlar ve İncera mus’lu kireçtaşları izler. Üst Jura- Alt Kretase yaşlı masif kireçtaşları ile Senoniyen yaşlı kırık İncera mus’lu kireçtaşları arasında 800 m kalınlığa erişen bu birime ‘‘At Bazik Seri’’ adını vermiştir.

Volkanik faaliyetin, Üst Kretase’de dasitik tüfit ve İncera mus’lu marınlı kireçtaşı arakatlı olarak dasitiklav ve tüflerle devam ettiğini belirtmiştir. Aşınmaya neden olan bir yükselmeden sonra dasitik seri üzerine asit- nötr bir volkanizmanın ürünlerini içeren ‘‘Üst Bazik Seri’’ gelmektedir. Alt Tersiyer’in sonlarına doğru tektonik hareketler sonucu eski kırık hatları aktif hale geçmiş ve granitik intrüzyonların sokulmasına olanak vermişlerdir. Westurma göre bu sokulumlar Üst Bazik Seri’de kontakt metamorfizmasına neden olmuştur.

Yörede, kaya birimleri ve tektonik açıdan biri Mezozoik öncesi yaşlı kıvrılmış alt temel, diğeri ise Triyas sonrası yaşlı kıvrılmış üst yapı olmak üzere ikiye ayrılmış mevcut olduğunu belirten araştırmaya göre, kıvrılmış alt temel de 120° doğrultulu kıvrım eksenleri ve bu yönleri izleyen kırık hatları gelmiştir. Senoniyen’den sonra bu kırık yönlerine 150° lik bir yön daha eklenmiştir. Bu kırıklar 30° ve 60° yönlü iki kırık sistemiyle kesilmişlerdir. Ayrıca Westrum cevherleşmeleri kökensel olarak dasit bağlantılı sülfat cevherleşmesi ve granit bağlantılı skarn oluşumu şeklinde iki gruba ayırmıştır

ÇOĞULU (1970), ‘Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolçik Araştırmalar’ ismini çalışmasında Rize plütünü epizonal bir derinliğe kadar yükseltilmiş, magmatik ayrılaşma sonucu katılaşmış bulunduğunu anlatır. Rize plütünü besleyen 1. grup getirilen dioritik bileşimi iken 2. grup getirilen granodioritik karakterde olmaları nedeniyle, plütünün ayrılaşması kesintili olmuştur.

Çoğul u’ya göre Rize plütönünün sokulumuyla hem Üst Kretase ve hemde Lüt esyen yaşlı for masyonlar metamorfizmaya uğramışlardır. K Ar metoduyla yapılan yaş tayinlerinde Rize plütönü için 30 ila 47 my. arasında değişen değerler elde edilmiştir. Bu durum araştırmacı tarafından, plütönün Alp orojenezinin son safhalarından etkilendiği şeklinde yorumlanmıştır.

Araştırmacıya göre Üst Kretase genel olarak andezit ve bazalt lavları ile tüf ve aglomeralardan oluşan kalın bir seri halindedir. Kalınlığı 1000 metreden fazla olup, yer yer kalker, marn ve gre ara katkılarını içerir. Serinin yaşlı kalker, marn ve kumtaşı ara katkılarını içinde rastlanan fosillerle tespit edilmiştir. Eosen serisi ise andezit, bazalt ile bunların tüf ve aglomeralarından oluşan kalın bir volkanik seri halindedir. Kalınlığı 1000 metreye kadar çıkar ve içinde fliş ara katkılarını bulunur. Eosen tabakaları Rize plütönünün başkalaşma uğrattığı en genç for masyonlardır.

Rize masifi Pontid tektonik ünitesine dahildir (İ. Ketin, 1959-1960). Bu ünite de Kaledoniyen- Hersiniyen ve ilk Alpin hareketler çok aktif rol oynamışlardır. Myosen’den sonraki hareketler çok azdır. Araştırmacıya göre Per miyen sonunda umumî bir yükselme ile Pontidler su yüzüne çıkmışlar ve Rize masifinde Trias’dan Üst Kretase’nin başlangıcına kadar kara rejimini hükümsür müştür. Pontidler’in kara rejiminin son bulmasıyla bölgenin özellikle kuzey ve orta kesimleri Üst Kretase transgresyonuna maruz kalmıştır. Pontidler’de Üst Kretase’nin sedimenter unsuru fazla değildir. Volkanik püskürmeler, sedimenter oluşumun seyrini devamlı şekilde bozmuşlardır. Eosen’de de volkanik aktivite çok faaldır. Yapılan jeokronometrik yaş tayinleri Rize plütönünün Üst Eosen’de sokulum yaptığını ortaya koymaktadır. Myosen sırasında bölgenin kuzey kenarları tekrar çökmüş ve bu çukurda Üst Pliyosen’e kadar molas çökelmiştir. Üst Pliyosen’de ise düşey hareketlerin tesiriyle bölge, yüksek dağ karakteri kazanmıştır.

KOPRİVİCA (1976), 'Hopa- Arhavi Bölgesinin Jeolojisi, Yapısal Özellikleri ile Sülfür ve Manganez Zuhurları' adlı M.T.A. Raporu'nda, inceleme sahasında ki intrüf kayaçların Oigosen- Myosen'de; diyorit, gabro, granodiyorit, kuvars diyorit, ve granitten oluştuklarını belirtir. Tersiyer'de volkanizmanın yeniden canlanması sonucu, ojit diyabaz ve bazaltlar oluşmuştur. Tektonik olarak, faylar hakimdir ve eksenleri KD- GB doğrultulu olan ince kıvrımlı formlara da rastlandığını gözlemiştir.

Araştırmacıya göre bölgede meydana gelen jeosenkinal manyatizmasına göre, bazı k volkanik-sedimenter serisi başlangıç manyatizmasına tekabül edebilir. Kayaçlar diyabaz ve bazalt ile andezit trakiandezit ve piroklastikleriyle temsil edilir. Bölgede ekstrüf faaliyetler denizaltı kökenlidir. Diyabaz ve bazaltlarda pillow dokusu yer yer belirgindir. Rengi yeşil-gri ile mor arasında değişen kayaçta ayrışma ileri düzeydedir. Koprivica kayaçlardaki split karakterin nedeninin jeosenkinal havzasındaki diferansiyasyon sırasında meydana gelen suya duyum ve sodyum konsantrasyonu olduğunu belirtir. Pazar bölgesinde de görülen bazalt akıntılarında bu karakteristik mevcuttur. Bazaltlarda holokristalin-porfirik doku veya ofitik amigdal doku görülür. Andezit, trakiandezit ve piroklastikleri belirgin porfiritik doku gösterirler. Fenokristaller plajiyokazlarla temsil olmaktadır. Aglomera ve akıntı breşleri, bu formasyon için karakteristik özelliklerdir. Kayaçlar genelde gri ve gri-yeşil renktedir. Kloritleşme, karbonatlaşma belirgin alterasyonlar ve albitleşmeler görülür.

Koprivica'ya göre asit volkanik-sedimenter seri ise belirgin tabakalanması olan kumtaşı, kumlu kalker ve breşler; feldspat mikrolitler ve ince albit taneleri içeren tuf ve gri-mor renkli tüflü kumtaşları; şiddetli hidrotermal alterasyona uğramış riyodasitler, dasitler ve tüfleri; Üst Kretase yaşlı kırmızımsı ve gri kalker ile andezitten oluşur. Riyoasit ve dasitler holokristalin-porfititik dokuya sahiptir. Hidrotermal alterasyona maruz kalan kısımlarda, kaolinleşme, piritleşme, silisleşme ve kloritleşme görülür.

TOKEL (1977), 'Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Eosen Yaşlı Kalk- Alkalen Andezitler ve Tektonizma' adlı Tersiyer volkanizmasının üzerinde yapılan çalışmayla volkanizmanın ürünleri olan andezit, dasit ve piroklastiklerin Lütésiyen yaşında olduklarını göstermiştir. Volkanikler silisyuma doymuş, sodik ($\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$) ve

genellikle Al_2O_3 bakımından zengindir. Doğu Karadeniz Bölgesi Eosen volkaniklerinin kimyasal bileşimleri ile günümüzdeki litosfer yitme alanları boyunca oluşan volkaniklerin bileşimleri arasında büyük bir benzerlik olduğunu göstermektedir. Tokel'e göre bir olasılıkla Kuzey Anadolu Kıtası'nın güney kenarında bir litosfer yitme zonu oluşmuş ve Lütasyen'de Kuzey Anadolu Tetisi'nin tabanı ve içerdiği sular kıtanın altına kayarak kalk-alkalen magmatizmanın kökeni oluşturmuştur. Karadeniz Bölgesi'nde geniş yüzlekler biçiminde görülen Oligosen yaşlı granit batolitlerinin varlığı, Oligosen'de litosfer yitme hızının daha fazla olduğu, dolayısı ile yüksek dağ kütlelerinin oluşup denizin çekildiği savunulmaktadır.

Pontidler boyunca Eosen yaşlı yoğun andezit volkanizması, 80-100 km genişlikte bir çizgisel zon oluşturarak uzanmaktadır. Bu zon güneyden yaklaşık olarak Kuzey Anadolu Fayı ve Kuzey Anadolu Ofiyolitleri ile sınırlıdır.

Araştırmacıya göre bölgede Eosen'e ait volkanik seriler andezit lavları, andezitik piroklastikler, dasitik lavlar, ince mercekssel biyoklastik kireçtaşlarından ve andezitik aglomeralardan oluşmuştur. Bu seri Kretase ve daha yaşlı forasyonlar üzerinde belirgin bir açısal dokanakla oturur. Tortul üyelerden alınan fosillerin hemen Lütasyen yaşını vermektedir. Genellikle kayalarda SiO_2 yüzdesi 51-67 arasında değişir. Andezit, dasit lavlarının ve kül akıntılarının (ashflow) saha özgüllükleri yaş ilişkileri, petrografik ve kimyasal benzerlikleri bunların çok kısa sayılacak bir zaman aralığında oluşuklarını, kökensel açıdan birbirleriyle ilgili olduklarını ve tek bir ana magmadan türediklerini belgelemektedir. Ayrıca araştırmacı Eosen volkaniklerinin oldukça sodik ($Na_2O > K_2O$) ve Al_2O_3 bakımından zengin olduğunu belirtir.

Bugünkü volkanik aktivitelerin levha sınırları boyunca oluştuğu kesinleşmiştir. Kalk-alkalen karakterdeki andezitik volkanizmanın sadece litosferin yitme zonlarında bulunması araştırmacıları kalk-alkalen magmanın kökenini araştırmaya zorlamıştır. Yapılan çalışmalarla yiten litosferin 30-40 km derinde okyanustan aldığı sularla zenginleşmiş olarak kısmi erimeyiyle kalk-alkalen magmayı meydana getirdiği (Green ve Ringwood, 1969; Osborn, 1969; Raleigh ve Lee, 1969) dolayısıyla andezitlerin bazaltik magmadan türediği (Yoder, 1969) ortaya atılmıştır.

Tokel'e göre kıtanın güneyinde ‘‘ Kuzey Anadolu Tetis’ inin varlığı bugünkü Kuzey Anadolu Ofiyolit kuşağından anlaşılmalıdır. Kıta üzerinde ilk jeotektonizmayı Turoniyen- Santoniyen sürecinde izleyebiliyoruz. Bu devirde ‘‘ Kuzey Anadolu Kıtası’ nın güney kenarı kara olmak üzere Doğu-Batı uzantılı bir tekne oluşmuştur. Teknedeki tortul formlasyonlar bol miktarda al kalen bazalt ve suda çökelmiş tüflerle karışktır. Turoniyen- Santoniyen volkaniklerinin petrokimyasal özelliği litosferin bugünkü gerilim bölgeğinde oluşan al kalen serilere benzerdir. Bugünkü Kızıl Deniz çöküntüsüne benzer bir gerilimin oluşması mümkündür. Teknenin kısa zamanda çok miktarda tortulla dolması bu olasılığı kuvvetlendirir.

Kıtanın güneyinde litosferin ne zaman yitmeye başladığı ise kesin değildir. Lütasiyen’de, ayrıntılarını verdiğimiz, kalk-alkalen volkanizmanın çok büyük hacimlere ulaşması yitme hızının arttığını litosferle birlikte mantoya giren su miktarının fazlaştığını ima etmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde görünür yüzleği 6000 km² yi bulan Oligosen yaşlı (Çoğulu, 1970) dev bir granitik masifin ve diğer küçük masiflerin varlığı sıkışmanın dolayısıyla litosferin yitme hızının en yüksek düzeye Oligosen’de ulaştığını göstermektedir. Bunun sonucu olarak da bölge yükselmiş ve sedimanter molas havzaları regresyona uğramıştır. Araştırmacının çalışmaları doğrultusunda Doğu Karadeniz Bölgesi’nde, D-B yönünde bir kuşak şeklinde oluşan Lütasiyen yaşlı volkaniklerin kalk-alkalen karakterde bir andezit-dasit dizisi olduğu saptanmıştır. Bu seri aynı bölgede oluşan al kalen Turoniyen- Santoniyen volkanizmasıyla karşılaştırıldığında kimyasal açıdan kesin farklılıklar gösterir.

ALTUN (1977), ‘Çayeli- Madenköy Bakır-Çinko (Cu- Zn) Yatağının Jeolojisi ve İlişkin Sorunlar’ adlı MT. A Raporunda, Alprojeleziyle etkilenmiş olan Pontidler olarak bilinen Doğu Karadeniz yöresi yapı birliğinin doğu kenarında bulunan Madenköy bakır-çinko-pirit yatağı Üst Kretase’den Tersiyer sonuna kadar devam eden denizaltı volkanizmasıyla oluşmuş olduğunu belirtir. Üst bazalt serisinin genel olarak bazalt, andezit, spilitik lav ve piroklastlarıyla kumtaşı ve ara tabakalı durumdaki kireçtaşlarından meydana gelir. Sahada mor tüflerle ardalanmış olarak bulunan başlıca üç bazalt birimi ayrırtlanmıştır. Bunlar oluş sırasına göre; bazalt, ojit bazalt ve olivin bazaltlardır. Başlıca fenokristaller plajioloklastlardır (labradorit). Bazalt yastık lavlar şeklinde görülür. Yastık lavların arasını açık kahverengi çamurtaşları doldurmuştur. Plajioloklast fenokristalleriyle ojit taneleri, kalsit ve klorit

içeren bir hamurdan oluşmuştur. Sahada hidrotermal ayrışma olarak, kloritleşme, silisleşme, kaolinleşme, serizitleşme, piritleşme ve karbonatlaşma görülmektedir. Hidrotermal ayrışma ürünlerinin türleri cevherleşmeyle ilgili olarak değişir. Araştırmacı Doğu Karadeniz Bölgesi'nin bu kesiminde bulunan kayaçların genel olarak KD-GB yönünde ve Karadeniz kıyı çizgisine paralel olarak uzandığını belirtir.

ÖZSAYAR ve diğ. (1981), 'Doğu Pontidler'de Kretase' isimli araştırmalarında, çalışma alanını da kapsayan Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda Alt Kretase'nin fosilsiz mermer ve kristalize kireçtaşı mercekleri içeren spilitleşmiş bazaltlarla temsil edildiğini ifade etmişlerdir. Alt ve Üst Kretase dokanağının Harşit - Doğankent yöresi dışında izlenmediğini belirten araştırmacılar, Üst Kretase yaşlı kayaçların denizaltı volkanizması ürünü olduklarını ve genellikle Senoniyen yaşını veren kırmızı biyomikrit seviyeleri içerdiklerini söylemişlerdir.

YILDIZ (1983), 'Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Cu- Pb- Zn cevherleşmelerinin uzay görüntülerinden saptanan çeşitli yapılar ile ilişkisini anlatan çalışmasında Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin orojenilerinin etkisinde kalan, Pontid tektonik zonuna bağlı olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Alpin yaşlı volkanizma Jura'da başlayıp ve Üst Kretase-Eosen zamanlarında çok şiddetli ve yaygın bir şekil aldığı anlatılır. Jura başında Doğu Pontidler'in güneyinde Kuzey Anadolu Tetis'i açılmaya başlamıştır. Alt Kretase başında Kuzey Anadolu Tetis Kabuğu'nun Pontidler'in altına dalmaya başladığını gösteren açık verilerle bu kanıyı destekler. Üst Kretase volkanizması bu dalma batma olayının sonucu gelişmiştir. Şengör ve Yılmaz'a (1983) göre, Tetis'in kuzey kol u, Paleosen ile Lütessen arasındaki dönemde, Tokel'e (1977) göre Oligosen'de kapanmıştır. Alt Paleosen- Alt Eosen'de Anadolu- Torid platformu Pontidler'le çarpışmıştır. Bunun sonucu olarak Eosende yeni bir evre başlamıştır.

Yıldız, Doğu Karadeniz Bölgesi tektonik bakımından iki bölümde incelemiştir; çalışılan sahayı içeren, kuzeydeki volkaniklerde kırılmanın güneydeki tortul birimde ise kırılmamanın hakim olduğunu belirtmiştir. Uzay görüntüleri üzerinde saptanan çizgisellikler incelendiğinde kırık olabilecek çizgiselliklerin çoğunlukla KD- GB veya KB- GD doğrultularında geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca D- B ve K- G doğrultulu kırıklarında geliştiği saptanmıştır. En yaşlı kırıkların güneydeki kırım

eksenlerine (en önemli kırılmalar, Pulur - Artvin antiklinali ve bunun güneyindeki Maden- Ovacak senklinali, Çoruh ve Kelkit senklinalleri ve Kopdağı - Akbaba dağı antiklinali) paralel olarak gelişen KD- GB doğrultulu kırıklar olduğu düşünülmektedir. KD- GB doğrultulu kırıkların Üst Kretase'den önce oluşmuş olmaları ve Üst Kretase'deki volkanizmayı oluşturan mağmanın çıkışına kanal teşkil etmiş olmalarına olasıdır. KD- GB doğrultulu kırıklar birbirine paralel olarak normal fay veya horst-graben şeklinde gelişmiştir. Bunların arasında kalan alanlar da bunlara dik veya değişik yönlerde çatlak sistemlerinin geliştiği ve daha sonraki tektonik mağnatik olaylar sonucunda KB- GD D- B ve K- G doğrultulu kırıkların oluşturduğu düşünülmektedir. Bölgede ayrıntılı inceleme yapan birçok araştırmacının görüşleri varılan bu sonuçla uyum içindedir.

GEDİ KOĞLU (1984), 'Doğu Pontidler'de Cevherleşme Tiplerinin Jeolojik Ortamının Evrimi ile Olan İlişkisi' adlı araştırmasında, bölgedeki Mesozoyik'den Senozoyik'e kadar yaşanan tektonik evrimin cevherleşmeyle açıklamaya çalışmıştır.

Gedikoğlu'na göre Jura- Alt Kretase yaşlı bazı seri içindeki Cu- Zn- Pb cevherleşmeleri ve Mesozoyik yaşlı I-tipi granitler içindeki pirit- Cu cevherleşmeleri yataklanma ve dağılımlarıyla mağnatik bir yayın etkisi altında olan hidrotermal bir karakteri göstermektedir. Mesozoyik yaşlı granitlere bağlı Fe- pirit- Cu- Zn- Pb cevherleşmelerinin metalojenik ve yöresel jeolojik özellikleri ise çok fazla sıklukları işaret etmektedir.

Üst Kretase yaşlı cevherli dasitler içindeki pirit- Cu- Zn- Pb cevherleşmeleri ise bir ada yayı üzerinde rifte benzer ortamlarda volkanik hidrotermal işlemlerle oluşuklarını belirten araştırmacı Üst Kretase yaşlı volkanotortul seriler içinde yer alan manganez cevherleşmeleri de aynı ortamlara ait olarak gösterir. Gedikoğlu'na göre grabenler ve kalderalar şeklinde belirlenen çöküntü ortamları ekstansiyonel bir rejim, bu da büyük açılı bir yitimi gösterir.

Senozoyik yaşlı I-tipi granitler içindeki pirit- Cu- Mo cevherleşmeleri porfiri tiptedir ve Neotetis'in kapanmasıyla ilişkili ve yaşıt olan kompresif bir rejimde, nispeten kalınlaşmış bir yay üzerinde gelişmişlerdir.

BEKTAŞ, PELİN ve KORKMAZ (1984), 'Doğu Pontid Yay- Gerisi Havzasında Manto Yükselişi ve Polijenetik Ofiyolit Oğusu' adlı çalışmasında, Pontid arkının

gelişimini ve bölgedeki tektonizmayı incelemiştir. Paleomanyetik verilere göre Gondwana'nın kuzey uzantısı durumundaki Türkiye Plakası Paleozoyik sonlarından itibaren Neojen'e dek süren saat yelkovanının tersi yönünde dönme hareketinde bulunmuştur. Bu harekete bağlı olarak da Pontidler aktif kıta kenarı durumunu korumuştur. Araştırmacılara göre Paleotetis'in sürekli güneye doğru yitimi ve yitimi geometrisi ile türüne bağlı olarak ark-gerisi içinde Liyas öncesinden Kretase sonlarına dek süregelen bir takım ark-gerisi baseni açılmış ve kapanmıştır. Basenlerin açılmasını büyük bir açı ile dalan okyanussal litosfere bağlı olarak gelişmiş ark-gerisindeki büyük sağ ve sol yönlü doğrultu atımlı faylar ve bunlara eşlik eden mantol yükselimi mekanizması gerçekleştirmiştir.

Araştırmacılara göre Paleosen-Eosen döneminde manyetik aktivitelerin daha güneylere yayılması, dalan litosferineğini küçük olduğunu gösterir. Bu dönemde Orta Anadolu ve Pontid arkının güneyinde görülen alkali granitler gelişmiştir. Kretase dönemindeki ark-gerisi basenlerinin kapanmasında bu tür yitimin önemli rolü olabilir. Pontid ark-gerisi baseni Üst Kretase'den itibaren kuzey yönlü bir yitimi veya ark-gerisi bindirmeler ile kapanmıştır. Bu görüş Pontid arkının çift taraflı orojenik kuşak olarak yorumlanmasına neden olur.

ARİTA ve NİSHİE (1985), İnceleme alanının bir kısmını da içeren Gümüşhane dolaylarındaki maden yataklarının araştırılmasına yönelik olarak yaptıkları çalışmalarında tabanda bulunan metamorfikler ve bunlara sokulmuş granitlerini yaşımla Paleozoyik olarak vermişlerdir. Temelin üzerine volkanik ve tortulardan oluşan Liyas yaşlı istifin uyumsuzlukla geldiğini belirten araştırmacılara göre Dogger-Malm yaşlı masif kireçtaşları Liyas üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Tortul ara seviyeli volkaniklerden oluşan Üst Kretase'nin Jura'yı uyumsuz olarak üstlediği ifade edilen çalışmada volkanotortul özellikli Eosen'in de Üst Kretase üzerine uyumsuzlukla geldiği belirtilmektedir.

KORKMAZ ve GEDİK (1988), Rize-Fındıklı-Çamlıheñi arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrol oluşumlarını inceledikleri çalışmada genellikle kırık tektoniğihaki molan yaklaşık KD-GB doğrultulu faylar ve kırık sistemleri bulunan inceleme alanında, Çayeli, Pazar ve Fındıklı'nın güney kesimleri ile Fırtına Çay vadisi ve Çamlıheñi'nin de yüzeylenen kısmı Üst Kretase yaşlı Heñi ndere For masyonu ve

Sütlüce, Engindere, Veliköy, Gündoğu nahiyesi, Melyat dere yörelerini de Eosen yaşlı Melyat Formasyonu olarak ayırtmıştır.

Araştırmacılara göre Henşindere Formasyonu'nu yer yer kırmızı renkli kireçtaşı, kumtaşı ve marn ara katmanları içeren andezit-bazalt lav ve piroklastları oluşturmaktadır. Lavların genel renkleri gri, koyu gri ve siyah arasında değişmektedir. Piroklastlar ise başlıca tüf, gri ve yeşilimsi gri renkli tüfit, aglomera ve breşlerden oluşmuştur. Bazaltlarda yer yer spilitleşme gözlenmektedir. Birim içinde ayrıca iki seviye halinde yastıklavlara rastlanmıştır. Bu kayaların yapıları mikroskobik incelemelerde, genellikle porfirik, mikrokritik porfirik, taneli porfirik ve mikrokritik porfirik dokulu andezit, bazalt, andezitik tüf, ve bazaltik tüf oldukları anlaşılmıştır. Henşindere Formasyonu genel özelliklerinden dolayı yoğun volkanizmanın ege men olduğu denizel bir ortamda çökelmiştir. Genellikle bazik karakterde olan bu volkanizmaya zaman zaman da asidik bir volkanizma eşlik etmiştir. Volkanik faaliyetlerin durulduğu dönemlerde ise kırmızı renkli kireçtaşı ile kumtaşı ve marnlı seviyeler çökelmiştir. Muhtemelen Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı tortular çökelmeye başlamıştır.

Araştırmacılar Melyat Formasyonu'nu ise, masif ve kötü katmanlanma gösteren andezitik ve yer yer de bazaltik lav, tüf, breş ve aglomeralardan oluşturmuşlardır. Birimin içinde boyutları bir kaç cm'den 1 m'ye kadar değişen volkanik kökenli bloklar yer almaktadır. Kötü katmanlanma gösteren ve volkanik kökenli piroklastiklerden oluşan Melyat Formasyonu muhtemelen yoğun volkanik faaliyetlerin ege men olduğu denizel bir ortamda gelişmiştir.

YAVUZ (1992), 'Doğu Karadeniz Metalojenik Provansinde Balçılı (Artvin) ve Güzelayla (Trabzon) Bakır-Molibden Oşunlarının Genetik Etüdü', konulu Doktora Tezi'nde Rize masifini incelemiş, Soğanlı Dağları'ndan Kaçkar Tepeleri'ne kadar GB-KD istikametinde uzanan kaba bir elipsi andıran masifin esas itibarıyla granit familyası kayaları ile Üst Kretase formasyonlarından meydana geldiğini Üst Kretase, andezit, bazalt, tüf ve aglomeralardan oluşmuş kalın bir örtü halinde olduğunu, ayrıca mercerler halinde kalker, marn ve kumtaşı ihtiva ettiğini belirtir. Granit ve granodiyoritler porfiriktir ve 2 cm boyunda ortozlar içerir. Plajiyoklas kristalleri ekseri hipidiomorf, ikiye zengindir. Anortit miktarı %23 ila 45 arasında değişir. Hornblent ve biyotit mineralleri ekseri pleoklinik kristaller verir. Kısın

aşınmıştır ve mineral enklüzyonları içerir. Ayrıca kuvars ve tali mineraller olarak da zirkon, apatit, manyetit, sfen içerir. Masifin Karadeniz'e bakan yamaçlarında ve Çoruh vadisinde Eosen teşekküllerine rastlanır. Bunlar da kalın bir volkano-sedimenter seri halinde dirler. Batıya gidildikçe sedimenter örtü altına dalan bu büyük plüton, Üst Kretase- Eosen formasyonlarını delen irili ufaklı masifler oluşturur.

Yavuz'a göre Üst Kretase'de andezitle, diyabaz ve yastıklavlar, dasitler ve volkanik tüfler görülür. Andezitler gri renkli ve porfirik dokulu kayalardır. Plajioklas ve ojit fenokristalleri gözle tespit edilebilir. Mikroskop altında plajioklas idiomorftur. Albit karlsbad ikizlerince zengindir. Alterasyon neticesi kısmen klorit ve kalsite ayrılmıştır. Ojit kristalleri hipidiomorf renksiz kristaller halindedir, alterasyon neticesinde sık sık kalsite dönüşmüştür. Hamuru mikrolitik dokudur. İdiomorf ve pleokroitik.

Araştırmacı Eosen kayalarının kumtaşları, kumlu kal kerler, volkanik tüfler, bazalt ve andezitlerden oluştuğunu belirtir. Eosen bazaltları başlıca olivin bazaltları ve porfirik bazaltlardan oluşan iki grupta toplanır. Olivin bazaltlar gri siyah renkte ve ince taneli porfirik dokuludurlar. Plajioklas ve olivin fenokristalleri, hipidiomorf ve idiomorf şekiller verir. Plajioklaslar taze, ikiz bakımından zengin ve genelde zonlu bir yapıya sahiptir. Olivin renksizdir. Bol miktarda çatlak ve opak mineral enklüzyonları ihtiva eder. Ojit ise daha nadirdir ve kuvvetli dispersiyon gösterir. Porfirik bazaltlar ise daha açık renklidir ve plajioklas, ojit fenokristallerinden meydana gelmiştir. Plajioklaslar ikizce zengin ve zonlu yapıya sahiptirler. Anortit miktarı %55 olup, labradora tekabül eder. Ojitler ise renksiz ve aşınmış olarak görülürler. Hamur mikrolitik dokudur ve aynı elemanları ihtiva eder

Eosen andezitleri gri kahverengi, porfirik dokuludur. Plajioklas ve ojit kristalleri el numenesinde kolayca görülür. Mikroskop altında plajioklas flüidal bir doku arz eder. İdiomorf ve ikizce zengin kristallerin anortit yüzdesi 46 olup andezi ne tekabül eder. Ojit kristalleri idiomorf ve renksizdir opak mineral enklüzyonları içerir. Hamur ise mikrolitik dokuludur.

YALÇINALP (1995), Doğu Pontidler'de porfiri Cu- Mo mineralleşmeleri içeren granitoyitlerin jeokimyasal özellikleri'ni incelediği çalışmasında, genellikle kuzey

kesi mlerde kuvarşlı di yorit-granodiyorit ve granit bileşimli olan Üst Kretase-Eosen yaşlı bu granitik kayaçların I-tipinde ve kalk-alkalen karakterli oldukları ve olgunlaşmakta olan bir ada yayı ortamını işaret ettikleri tespit edilmiştir. Doğu Pontidler'deki ada yayı ortamında, özellikle Üst Kretase'de magmatizmaya bağlı olarak gelişen hidrotermal olaylar bir çok tipte maden yatağının oluşmasını sağlamıştır.

Araştırmacıya göre Üst Kretase yaşlı ve geniş alanlar kaplayan bazaltik-andezitik birimler volkanotortul kayaçlarla ara katkılı olarak bulunur. Bu kayaçların üzerine Paleosen'e geçiş gösteren tortul ara katkılı bazaltik-andezitik birimler gelmektedir. Bölgedeki Eosen volkanitleri de bazaltik-andezitik karakterdeki volkanitlerden ve tortul kayaçlardan oluşmuştur.

YILMAZ ve diğ (1997), Doğu Pontidler'in D-B gi dişli tektonik zonlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu zonları, magmatik kuşak, Bel dağ havzası, ofiyolit kuşağı ve Yıldızeli havzası oluşturur. Bölgede, çökel istif metamorfik masifler ve granitik kayaçlar üzerinde Liyas yaşlı taban konglomerasıyla başlar, üstte doğru volkanik ara katkılı çökellerle devam eder. Bu volkanotortul istif genellikle kesintisiz olarak Alt Kretase kireçtaşlarına geçer. Araştırmacılara göre Alt Kretase başında bölgede değişik fasiyes şekilleri gelişmeye başlamıştır. Kuzeyde Turoniyen-Kanpaniyen yaşlı kırınılılılara eşlik eden bir volkanik kuşak oluşmuştur. Bu kuşak içindeki volkanik kayaçlar çoğunlukla kalk-alkalen bazalt, bazaltik andezit ve andezitlerden oluşur. Kalk-alkalen nitelikli volkanik aktivite Turoniyen'den başlayarak Paleosen sonuna kadar devam etmiştir. Bu dönemde granitik sokulumlar (Rize graniti) kabuğun sığ derinliklerine kadar yükselmiştir.

RİZE İL ÖZEL İDARESİ'nin (1998), yayımladığı kitaba göre; Doğu Karadeniz Dağlık Sistemi'ne dahil olan Rize esas itibarıyla Paleozoik bir temel üzerindedir. Bölge yüzeyde Üst Kretase serisi volkanik örtü ve tüflerin fazlalığı ile dikkat çeker. Çayeli-Pazar arasındaki tünellerin deniz tarafını oluşturan falezler, andezitlerle, ofiyolitlerin oluşturduğu kaba greler ve bunlarla karışık olarak bulunan ince taneli konglomera ve aglomeralardan oluşmuştur. Kıyıya yakın yamaçlarda ise bu sedimanların üzeri yer yer Eosen fliş serileri tarafından örtülmüştür. Vadi boylarında bu örtülerin altında yer yer altere olmuş trakit, andezit ve bazalt sütunlarına rastlanır. Yüksek dağlık alanlarda ise daha çok magmatik kökenli kayaçlar hakim durumdadır.

Altına olan granit, andezit ve bazalt kütleleri yüksekliği 3000 m yi aşan hemen her yerde hakim durumdadır. Büyük akarsu vadilerinin ağzlarında ise alüvyonlara rastlanır.

İSKENDER OĞLU (2001), ‘Yusufeli - Arhavi (Artvin) jeotransversindeki Granitoid ve Cevherleşmelerin Jenezi’ adlı doktora tezinde Doğu Pontidler’deki mağmatizmanın kökeni, gelişimi ve cevherleşmelerle olan ilişkileri üzerine görüşler belirlenmiştir. Üst Bazik Seri, bazalt, bazaltik andezit, andezit, lav, tüf ve piroklastları ile yer yer tortul ara katlı kayaçlardan oluşmuştur. Bir bölgede daha önce incelemelerde bulunan Gedikoğlu (1978) tarafından ‘Üst Bazik Seri’ olarak tanımlanmıştır. Kalınlıkları 2000 m’den fazladır. Üst bazik seri içerisinde yer yer izlenebilen tortul ara katlı doğrultu ve eğimleri, kuzey zonda KD- KB doğrultulu ve eğimleri ise genelde Kuzeye doğrudur, güney zonda KB doğrultulu ve eğimleri ise genelde Güneye doğrudur. Üst Bazik Seri sert, yüksek rölifiyeli, kırık ve çatlaklı yapı gösterir. Bu seriye ait volkanik kayaçların renkleri, siyahımsı ve koyu yeşil, yeşilimsi renklidirler. Volkanik kayaçlarla beraber sarımsı, bej, gri ve kırmızı renkli kumtaşı, kilaşı ve killi kireçtaşları ara katlı olarak görülür. Arhavi - Hopa karayolu şevlerinde ise yastık lav yapıları izlenmiştir. Bu kayaçlarda genelde yüzeysel alterasyonlara bağlı killeşmeler izlenmiştir.

İskenderoğlu mikroskopik incelemeler sonucu porfiri, mikroklinik porfiri, plitaktik doku çeşitlerine rastlamıştır. Primer mineral olarak piroksen (ojit), amfibol, az miktarda biyotit ve plajiyoklaz izlenmiştir. Ayrışma mineralleri olarak da serisit, epidot, kalsit, klorit, albit oluşmuştur. Piroksenler otomorf ve subotomorf kristalli olup, fenokristaller şeklinde izlenmişlerdir. Piroksenler uralitleşme gösterirler. Amfiboller piroksenlerden daha az izlenmişlerdir. Amfibollerde kloritleşmeler hakim olup, yer yer epidotlaşmalar da görülmüştür. Plajiyoklaslar ise fenokristaller şeklinde olup polisentetik iizler ve zonlu yapılar gösterirler. Yer yer serizitleşme, kloritleşme, silisleşme, epidotlaşma, albitleşmeler ve kalsitleşmeler izlenmiştir.

Araştırmalar sonucu olarak Üst Bazik Serinin yaşı Kambriyen Alt Maastrihtiyen (Üst Kretase) olarak saptanmıştır. Seride istiflenmenin kalın olması, ara seviyelerde tortul kayaçların izlenmesi, bölgenin o dönemlerde hızlı açılmasına ve denizel olduğuna işaret etmektedir.

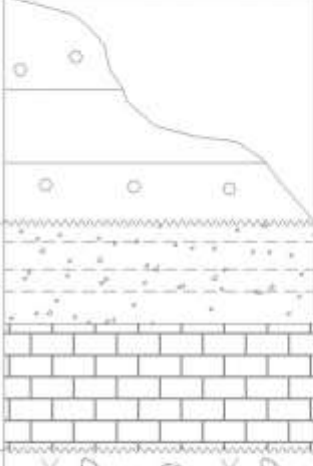
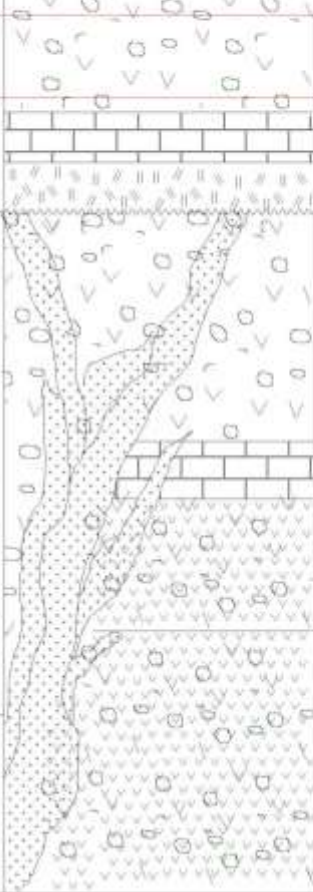
İskenderoğlu plütonik kayalar güney ve orta zonlarda daha asit karakterli olması na karşın kuzey zonda daha bazik karakterli olduğunu gözlemlemiştir. Plütonik kayalar, KD- GB doğrultusunda oldukça geniş alanda yayılmışlardır. Pontid tektonik birliği içinde yer alan inceleme alanı, tamamen Alpin döneminin tektonik dinamizminden etkilenmiş ve bugünkü özelliğini kazanmıştır. Bu evrimle ilgili olarak magmatik faaliyetler, diskordanslar, faylar, kırık ve çatlaklar oluşmuştur. Normal faylar genelde D- B yer yer KD- GB ve nadiren K- G doğrultulu olarak izlenmişlerdir. Faylarda killeşme ve breşleşmeler oluşmuştur. Belli doğrultudaki fayların nispeten daha yoğun olarak bulunması ve bu doğrultuların Doğu Pontidler'deki klasik kırık doğrultularıyla uyumluluk göstermesi geniş bölgesel dinamik etkenlerin varlığını desteklemiştir.

İnceleme alanında Alt Bazik Seri'ye ait iki ana çatlak sistemi gelişmiş olduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar; K325B; 81KD, K35B; 40KD ve K80B; 63KD dur. Alt Bazik volkaniklerine ait bu çatlak sistemlerinde ilki çok iyi gelişmiş olup diğerleri ise daha az yoğun olarak izlenmiştir. Burada en yoğun çatlak sistemi K340B doğrultuda 72KD eğimi olduğu anlaşılmaktadır.

Üst Kretase yaşlı volkanitlere ait çatlakların doğrultu ve eğim ölçüleri üç sistemde yoğunlaşmışlardır. Burada en yoğun çatlak sistemi K325B doğrultuda 72KD eğimi olduğu anlaşılmıştır. Bu çatlaklar, muhtemelen tansiyon çatlaklarıdır.

Granitoid- gabroyidlere ait çatlakların doğrultu ve eğim ölçüleri granitoidler gibi yöresel bir kırık sistemini göstermesi bakımından dikkat çekici olmuştur. Burada en yoğun çatlak sistemi K90D doğrultuda 38G eğimi olduğu anlaşılmaktadır. Granitoid- gabroyidlerin önemli çatlak sistemlerinin doğrultu ve eğimleri şöyledir; D- B; 38 KD, K32B; 80KD, K55D; 75KB, K33B; 86GB

3.2 Stratigrafi

ZAMAN	DEVİR	DEVRE	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENÖZÖİK	KUVAJERNER	GÜNCEL	PAZAR FM		Akarsu Çökelleri Taraço Alüvyonu Birikinti Konisi Kumlu Çakılı Kil Kumtaşı-Marn Ardalanması
	TERSIYER	PLİSEN	PAZAR FM		Aglomera Andezitik ve Bazaltik Lav Kumtaşı-Marn Ardalanması Tuf ve tufit Andezit, bazalt ve piroklastikleri Granodiyorit Intrüzyonu Aglomera Bazalt ve piroklastikler Kireçtaşı -Marn Ardalanması Andezit ve andezitik tuf Basit ve basitlik tuf
MEZÖZÖİK	KRETASE	ÜST KRETASE	HEMSİNDERE/BEKÖLER-HAMSIKÖY FM		Alt Bazik Seri Bazalt, andezit ve piroklastik kayalar

Şekil 3.1: İncelene alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik Kolon Kesiti

Yukarıda anılan Doğu Karadeniz Bölgesi'nin genelleştirilmiş dikme kesiti verilmiştir (Şekil 3.1). Kayaçlar, bir yitim zonunda oluşan ada yayı mekanizması sonucu meydana gelen deniz altı volkanikleridir. Volkanizmanın kesildiği evrelerde piroklastikler çökerek volkaniklerle birlikte yüzeylenmektedir. Bölge genelinde kayaçlar yaşlıdan gence doğru :

- Kretase yaşlı volkanik ve piroklastikler,
- Tersiyer yaşlı volkanikler ve çökeller,
- Kuvaterner çökeller

şeklinde sıralanmaktadır. Fakat inceleme alanını oluşturan Karadeniz Sahil Yolu Pazar Tünel Hattı ve yakın civarında bu birimlerin hepsine rastlanmaktadır. İnceleme alanını kapsayan kolon kesitte yaşlıdan gence doğru ise şu birimler ayrılmıştır.

- EOSEN (Bazik seri)
- PLİYOSEN- Holosen (Ayrışmış aglomera)
- KUVATERNER (Alüvyon)

Proje alanı olan Karadeniz Sahil Yolu'nun Pazar kesiminin Km 163+200 - 163+400 km'leri arasında Çayeli- Hopa arasında kalan bölümünde Pazar ilçesinin batı girişinde bulunan inceleme alanının genelleştirilmiş kolon kesiti şekil 3.1'de verilmiştir. Yapılan çalışmada bölgenin tünel geçişi boyunca temel jeolojik birimleri, Eosen yaşlı bazik seri oluşturmaktadır. Eosene ait bazik seri ile Pliyosen yaşlı çökeller tarafından uyumsuz olarak örtülmemektedir. İnceleme alanındaki en genç birim ise Kuvaterner yaşlı çakıl, silt, kum karışığı ile aynı yaştaki alüvyonlar oluşturmaktadır. Aşağıda, bölgenin stratigrafisini oluşturan birimlerin genel özellikleri kısaca açıklanmıştır.

3.2.1 EOSEN

Karadeniz Sahil yolu Pazar tüneli hattının yakın civarındaki temel jeolojik birimleri Eosen yaşlı bazik seri oluşturmaktadır. Yer yer tünel tabanında ve tünel seviyesinde

mostra veren yüzlelerde biri mayırtlanır. Bu birim yeşili nsi gri, açık bej, sarı nıtrak renkli andezit, bazalt ve piroklastlardan oluşmaktadır. Eosen serisi, andezitleri, dasitli ve bazaltlı lavlar ve tüflerle diyoritleri açık renkli marınlar ve grelerden ibaret 2000 metre kalınlığında bir tabaka serisini temsil etmektedir. Birimin içinde Üst Kretase'ye ait kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve marınlar ara seviyeler halinde yer almaktadır. Ama inceleme sahasında gözlenmemektedir.

Andezit, bazalt, lav, aglomera şeklinde izlenen birimler masif yapılı, yer yer eklemlili, kırıklı çatlaklıdır. Atmosferik koşullar nedeniyle üst kısımlarda ayrışma görülmektedir. Süreksizlikler kil ve kalsit dolgululu olup ayrışmanın yoğun olduğu kısımlarda kloritleşme görülmektedir.

Mneraljik-petrografik tayinlerinde piroksen, anfi bol, plajiolas ve biyotit içerdiği ve deniz altı volkanizması sonucu oluşmuş olduğu gözlenir. Genelde mikrokritik porfirik doku, porfirik doku ve cansı doku izlenir. İnce kesitlerindeki incelemelerde; biyotitlerin kloritleşmesi, plajiolasta gelişmiş olan ayrışmalar ve tüm bağlayıcı malzemede ki ikincil oluşumlar yüksek alterasyon işaret eden verilerdir. Ek- A' da 6.3x10 büyütme olarak polarizan mikroskopta çekilmiş ince kesit fotoğrafları görülmektedir (Şekil A1-7)

3.2.2 PLİYÖSEN

Bölgeni inceleme alanında, tünelin üst kotlarıyla 18 m kotuna kadar olan seviyelere kadar, sarı nıtrak kahverenkli olan silt, kum çakıl içeren tuf matriksli aglomeralar yüzeylenmektedir. Pliyosen yaşlı bu istif malzemesi ana kayanın ayrışması sonucu varolmuştur. Ana katman üzerinde farklı kalınlıklarda bulunan istif, yol şev ve yarmalarında 0.80-12 metre kalınlıkları arasında gözlenmektedir. Zaman zaman geçiş kayacı özelliği taşımaktadır. Karadeniz sahil yamaçlarını kum kil, marın serilerini Üst Pliyosen'e kadar temsil etmektedir.

Mneraljik-petrografik tayinlerinde anfi bol, plajiolas ve biyotit içerdiği ve tuf matriksli kırıklı dokuya sahip olduğu gözlenir. Şekil A8' de birimden alınan kayaçtan hazırlanan ince kesitin polarizan mikroskopta çekilmiş fotoğrafı görülmektedir

3.2.3 KUVATERNER

İncelenen alan içerisinde sınırlı alanlarda bulunan Kuvaterner yaşlı ve alüvyonlarının dışında kalan alanın tamamını Tersiyer'e ait birimler oluşturmaktadır. İncelenen alanda tabaka eğimleri 0-10 derece açıyla güneye eğimlidirler. Volkanik kökenli kum çakıl, moloz ve bloktan oluşan alüvyonun akarsu vadilerindeki kalınlıkları 1-2 metreyi, sahil kesimlerinde ise 4-20 metreyi geçmektedir.

3.3 Petrografi ve Mineraloji

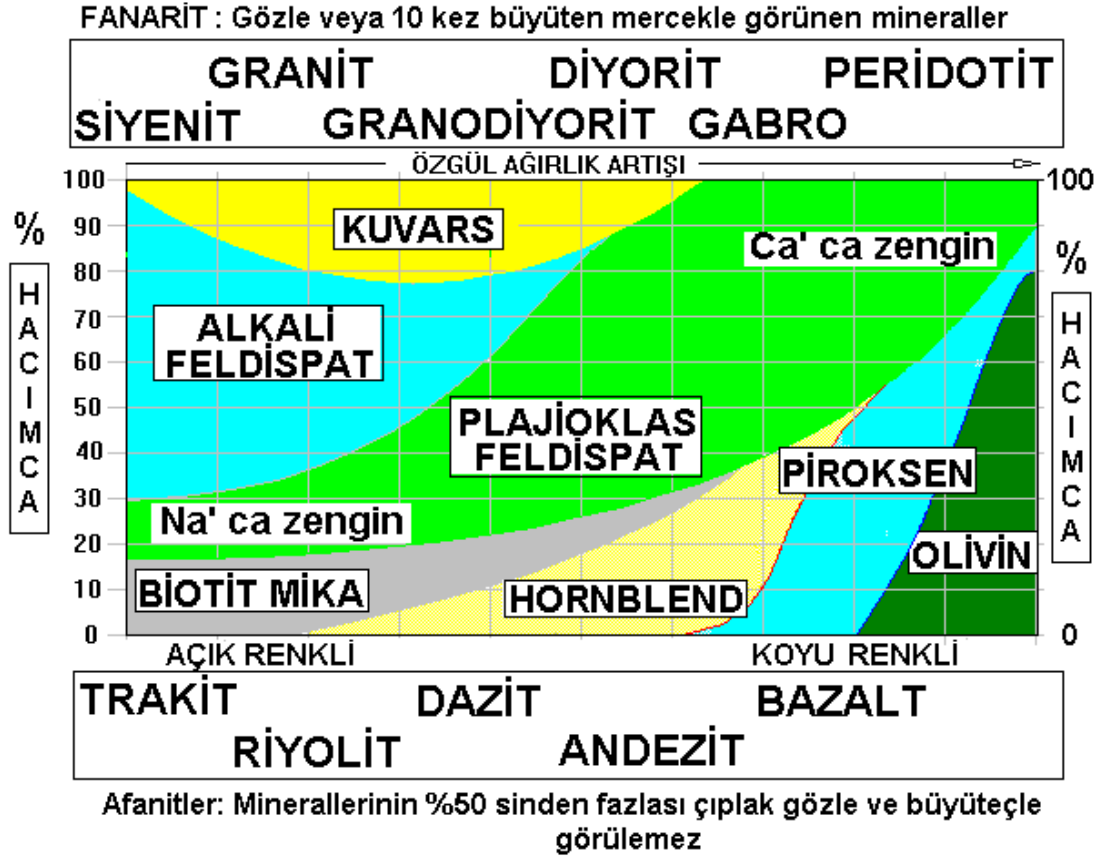
Tünel güzergahı ayrılmış ve ayrılmamış aglomeralardan, bazik ve andezitik karakterli volkaniklerden oluşmaktadır. Bu volkanitler andezitik-bazaltik lav akıntıları ve bunların üzerinde bulunan tuf matrisli aglomeralardır. Üstte kalınlığı 1-3.5 metre arasında değişen toprak yer yer volkanik kökenli çakıl ve molozların bulunduğu pliyosen kökenli malzeme bulunmaktadır.

Yüzeyden ve sondaj karotlarından alınan 11 adet ince kesit örneği polarizan mikroskopta incelenerek mineralojik ve petrografik tayini yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir (Ek- A). İncelemelerde örneklerin volkanik kökenli oldukları, içlerinde bol miktarda piroksen, bazik plajiyoklas, amfibol ve yer yer mikasit, biyotit ve bunun ayrışmasıyla oluşan klorit mineralleri, ayrıca bazı örneklerin kuvars mineralleri içerdikleri saptanmıştır (Çizelge 3.1). Genelde aglomera için karakteristik olan tuf matrisli, kırıntılı doku gözlenir. Tane boyutları çoğunlukla 32 mm den büyüktür. Pettijohn'un 1975 'de yapmış olduğu ve günümüzde de kullanılan çakıl sınıflamasına göre ' 'piroklastik çakıllar' ' sınıfına girmektedir.

Tablo 3.1. İnce Kesitlerin Petrografik Tayini Sonuçları

Örnek Grup Adı	Alındığı yer	Doku	Açıklama
PGT. Gr. SK1-1	SK1 (9-12 m), 10,2 metreden	Porfirik doku	Piroksen, anfi bol ve plajioklas içeriyor. Andezitik-bazalt.
PGT. Gr. SK2-2	SK2 (15-18 m), 15,2 metreden	Tüf matrisli, kırıntılı doku	Plajioklas içerikli andezitik karakterli tüf.
PGT. Gr. SK2-3	SK2 (19-22 m), 20 metreden	Tüf matrisli, kırıntılı doku	Anfi bol, biyotit ve plajioklas içeriyor.
PGT. Gr. SK3-1	SK3 (9-12 m), 9,5 metreden	Mikrolitik doku	Hornblent, plajioklas ve çakıllar içeren akma breşi çakılı.
PGT. Gr. SK3-4	SK3 (22-25 m), 22,5 metreden	Porfirik doku	Altere olmuş hamur içerisinde piroksen ve plajioklaslar içerir. Altere olmuş denizaltı bazaltı.
PGT. Gr. 1	(Yüzey örneği), KM 163+225 Kot: 3 m	Tüf matrisli, kırıntılı doku	Bol çakıllı, plajioklas, biyotit ve anfi bol içerikli altere-bazalt. Litik
PGT. Gr. 2	(Yüzey örneği), KM 163+215 Kot: 2,5 m	Ca nısı doku	Altere olmuş ezilmiş plajioklaslar var. Bazalt piroklastiği.
PGT. Gr. 3	(Yüzey örneği), KM 163+247 Kot: 2 m	Kırıntılı doku	Altere olmuş, yeşil anfi boller hornblentler ve plajioklaslar içeren bazalt.
PGT. Gr. 4	(Yüzey örneği), KM 163+207 Kot: 3,5 m	Mikrolitik porfirik doku	Plajioklas, biyotit ve piroksen içeren bazalt
PGT. Gr. 5	(Yüzey örneği), KM 163+257 Kot: 1,5 m	Karbonat matrisli tüf	Karbonat matrisinin arasında kalsitler ve plajioklaslar içeren bazalt
PGT. Gr. 6	(Yüzey örneği), KM 163+210 Kot: 3 m	Mikrolitik porfirik doku	Plajioklas, biyotit ve piroksen içeren bazalt

Bazalt biriminin tünel güzergahında görüldüğü kısımlardan alınan örneklerin (PGT. Gr. 2 PGT. Gr. 4 PGT. Gr. 6 ve PGT. Gr. SK3-4) yapılan ince kesit değerlendirilmesinde bol miktarda plajioklas, piroksen, hornblent ve biyotite rastlanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda daha önceden Prof. Dr. Mahir Vardar tarafından hazırlanmış olan petrografik mineralojik sınıflamaya göre de incelenen birim andezitik bazalt olarak belirlenmiştir. PGT. Gr. 4 ve PGT. Gr. 6'de mikrolitik porfirik dokuya, PGT. Gr. 2'de ca nısı dokuya, PGT. Gr. SK-3 de ise porfirik dokulu çok altere denizaltı bazaltına rastlanmıştır. Kayaç içerisinde; biyotitlerin kloritleşmesi, plajioklaslarda gelişmiş olan ayrışmalar ve tüm bağlayıcı malzemede ki ikincil oluşumlar yüksek alterasyonu gösteren verilerdir.



Şekil 3.2 Petrografik Mineralojik Sınıflama (Mahir Vardar, 1997).

3.4 Tektonik

Bölgede Permiyen-Triyas arasında bulunan Paleo-Tetis okyanus tabanı, Triyas'ta güneye doğru Türkiye'nin altına doğru dalınmaya başlamıştır. Bunun sonucunda Triyas başında açılan Karakaya kenar denizi Triyas sonu kapanır. Jura başında şiddetli volkanik aktiviteyle Paleo-Tetis volkan yayının yakınında riftleşme başlamış, transgresyon oluşumuyla yay bir ada yayı halini almıştır. Neo-Tetis, Paleo-Tetis'in dalma-batma zonu üzerinde yay-ardı havza gibi açılmaya başlamış bu sırada da İzmir-Ankara hattı boyunca gelişen Rodop-Pontid fragmanının güney batısında bulunan Sakarya kıtasıyla Anatolid-Torid Platformu arasındaki Neo-Tetis'in güney kolunu geliştirmiştir. Jura ortasında Paleo-Tetis'in tamamının kapanmasıyla Lavrasya Rodop-Pontid fragmanı ile çarpışmış ve Pontidler'de sıkışma oluşmuştur. Doğu Pontidler'de magmatik yayın kuzey kesimi yükselmiş güney kısmında ise çökelme kesintisiz bir şekilde devam etmiştir. Jura sonu ve Kretase başında Doğu Pontidler'in güneyinde toleyitik bazaltik sillerin varlığı dalma-batma zonu başladığını göstermektedir. Bu dönemde gelişen Neo-Tetis'in kuzey koluyla beraber,

Kretase sonunda Anatolid-Torid Platformu Rodop-Pontid fragmanının altına kuzey yönünde dalarak, şiddetli volkanizmayla toleyitik bazalt, riylit, tuf yığılımları pelajik kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak fliş çökelişiyle beraber gelmiştir. Bu sırada Rodop-Pontid ada yayı arkasında Karadeniz gelişmeye başlamış, Kretase sonunda levhalar da görülen yaklaşma (convergent) rejimi Paleosen’de de devam etmiştir. Paleosen başında Neo-Tetis’in güney kolunu kapamış, volkanik eksen kuzey batıya dönerek bugünkü Karadeniz kıyılarına paralel konuma gelmiştir. Eosen döneminde Anatolid-Torid Platformu Pontidler’le çarpışarak Neo-Tetis’in kuzey kolunu kapamıştır. İç deformasyonların başladığı bu dönemde, Rize Plütonu, diyoritik ve granodiyoritik bileşimli iki farklı getirime sokulmuş yapılmıştır (ÇOĞULU, 1970). İç deformasyonların devam ettiği dönemlerde I-Tipi kal kal kalen karakterde andezitik lavlar, piroklastikleri, volkanik fliş tabakaları çökelmiştir. Magmatizmaya bağlı olarak da hidrotermal olaylar maden yatakları oluşturmuştur (YALÇINALP, 1995). Hidrotermal alterasyonlarla birlikte andezit ve piroklastlarında, aglomeralarda yüksek oranda kloritleşme ve yer yer karbonatlaşma, silisleşme, albitleşme, kaolinleşme ve serizitleşme görülür. Bölgedeki denizaltı kökenli volkanik faaliyetler bazaltlarda yastık (pillow) dokusuyla izlenir. Jeosenkinal havzasındaki diferansiyon sırasında oluşan suya doyum ve sodyum konsantrasyonu sonucunda split karakterde kayaçlar oluşmuş (KOPRİMCİ, 1976), Lutesyen yaşındaki kal kal kalen andezitler genellikle sodyuma (Na) ve Al_2O_3 bakımından zenginleşmiştir (TOKEL, 1977). K-G yönlü sıkışmaya bağlı Anatolidler yükselmiştir. Rize Plütonu intrüzyonu ise Eosen sonunda tamamlanmıştır. Neo-Tektonik olarak ise Alt Miyosen’den sonra Karadeniz dağları düşey hareketlerle yükselmiş ve bu yükselişine Karadeniz kıyısı boyunca gelişmiş düşey atımlı ters fay boyunca halen devam etmektedir.

4. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ VE JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, tünel açılması düşünülen tünel güzergahı boyunca yapılan 3 adet mekanik sondajda elde edilen karotların ve arazi çalışmalarında yüzeyden alınan kayaç örneklerinin çeşitli açıdan yapılan değerlendirmelerine yer verilecektir. Değerlendirmeler tünel güzergahı üzerine rastlayan yaklaşık 3000 m² lik alanı kapsayan 9 düşey elektrik sondaj (DES 1–DES 9), 13 noktada yapılan sismik hız profil ölçüleriyle desteklenmiştir.

3 farklı litolojik birimde toplanan kayaç örnekleri üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri saptamak amacıyla TS 699'a göre deneyler yapılmıştır. Bu deneylerden elde edilen veriler bir taraftan jeomekanik logların, diğer taraftan da tünel kayaçlarının beklenen jeomekanik davranışının belirlenmesinde kullanılacaktır.

Tüm sonuçlar birlikte değerlendirilerek, tünel güzergahının 1/200 ölçekli mühendislik jeolojisinin haritası ve kesitleri hazırlanmıştır.

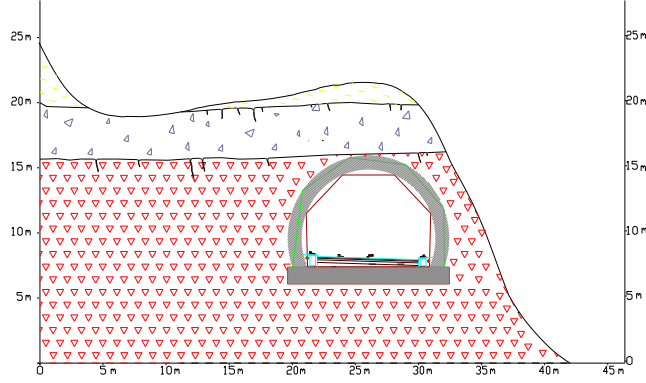
4.1. Arazi Çalışmaları

Karadeniz Sahil Yolu Çayeli–Hopa arasında kalan kesiminde ve Pazar geçişinde inşa edilecek olan çift tüplü tünelin güzergahı üzerinde yapılan arazi çalışmaları sonucunda litolojik tanımlamaların yanı sıra mostralarda yoğun süreksizlik ölçümleri yapılmıştır.

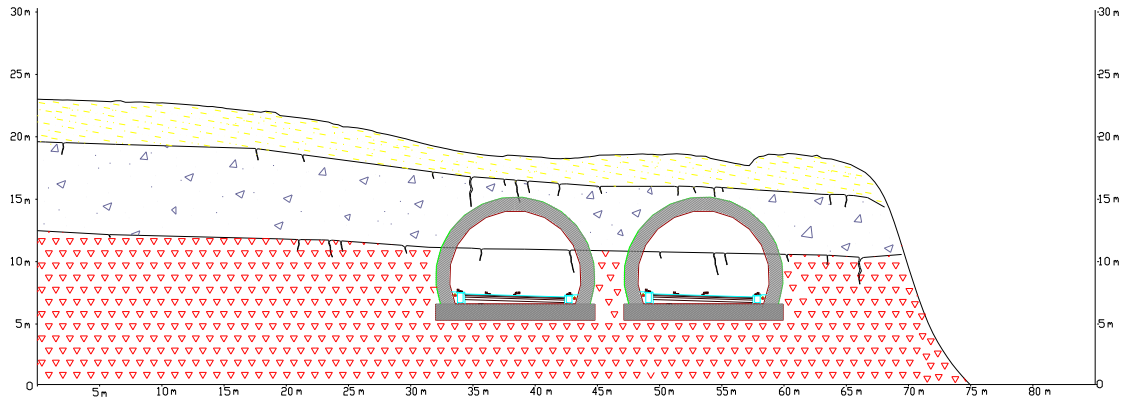
Daha sonraki aşamada sağ ve sol tüp içi tünel eksenine boyunca 60-80 m'indeki bir arazi bandı ayrıntılandırılmıştır. Tünelin sağ ve sol tüpleri için ayrı ayrı olmak üzere 1:200 ölçekli boy kesitleri hazırlanmıştır.

Tünel güzergahı boyunca çatlak ve tabakalaşma gibi belirgin süreksizliklerin açıları ölçülmüştür. Ayrıca bu süreksizliklerin sıklığı ve ayrılma dereceleri ölçümlerle tespit edilmiş, kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerini saptanması amacıyla bölgeden örnekler alınmıştır. Arazide yapılan bu çalışmalar fotoğraflarla desteklenmiştir.

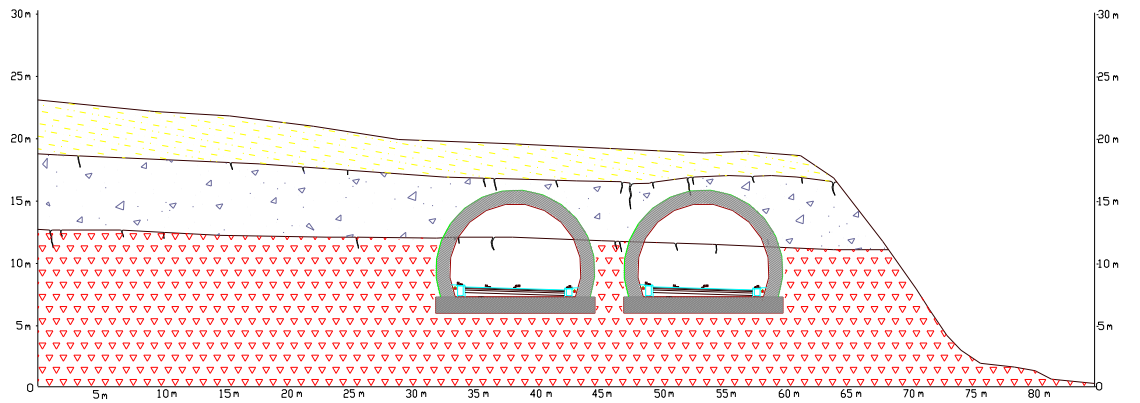
Hazırlanmış olan yüzey jeolojisinin mühendislik haritaları jeolojik kesitler rapor ekinde verilmiştir (EK-F, EK-G ve EK-H). Kritik noktalardan en kesitler alınmıştır (Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3).



Şekil 4.1: Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+235' den alınan en kesit.



Şekil 4.2: Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+335' den alınan en kesit.



Şekil 4.3: Pazar Tüneli Güzergahı KM 163+320' den alınan en kesit.

Çalışma sahasında çatlak sıklığı 5–15 ad/m (üst seviyelerde), çatlak açıklığı ise 0.5–0.8 mm arasında değişir. Çatlak dolgusu yüzeye yakın kesimlerde çoğunlukla yikanmış, fakat derinlerde dolgu malzemesi olan kil ve kalsit varlığını korumuştur. Çatlaklı kısımlarda ve yüzeyde yer yer alterasyon görülmektedir.

Arazi üzerinden alınan ölçüm değerlerinden yararlanılarak tabakalaşma yönelimlerini ve kırık çatlak sistemlerini göstermek üzere gül diyagramları hazırlanmıştır. Buna göre akma tabakalaşmasının K50–55B 16–28KD yönelimli olduğu ve K65–85B K5–25B yer yerde K45–55D doğrultularda kırık ve çatlak sistemlerinin gelişmiş olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler gül diyagramları ile değerlendirilmiştir. Raporun EK-B bölümünde Şekil B1, B2, B3, B4, B5 ve B6'da bulunan diyagramlar bu sonuçları göstermektedir. Bu sonuçlara göre kırık ve çatlak sistemleri tünel eksenini çoğu yerde dik bazı kısımlarda ise verrev olarak kesmektedir.

4.2 Sondaj Çalışmaları

Pazar Tüneli'nin yer aldığı bölgenin forasyon özelliklerinin bulunabilmesi amacıyla J.F.Z İnşaat Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından bölgede sondaj çalışmaları yapılmıştır.

Sondaj çalışmaları kapsamında eklerde verilen lokasyon haritasında belirtilen noktalarda Pazar Tüneli'nin sağ tüpünde 2 adet, sol tüpünde 1 adet olmak üzere toplam 71.00 m uzunluğunda temel sondaj kuyusu açılmıştır. Temel sondaj kuyularında; $\varnothing 89$ mm çapında muhafaza borusu, NWM $\varnothing 76$ mm çift tüplü karoti yer kullanılmıştır. Çizelge 4.1. sondaj kuyularının koordinatlarını ve derinliklerini göstermektedir.

Tablo 4.1: Temel Sondaj Kuyularının numara, koordinat ve kotları

Kuyu No	Koordinatlar			Derinlik (m)
	Y	X	Z	
SK-1	657281.205	4562647.944	19.77	23.00
SK-2	657266.136	4562658.059	19.20	23.00
SK-3	657197.929	4562606.196	22.00	25.00

Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6 sırasıyla SK-1, SK-2 ve SK-3 için karot sandık fotoğraflarını ve şekil 4.7, 4.8 ve 4.9 sondaj loglarını göstermektedir.



Şekil 4.4: Sağ tüp güzergahı üzerinde açılan, SK-1 sondajı karot sandığı

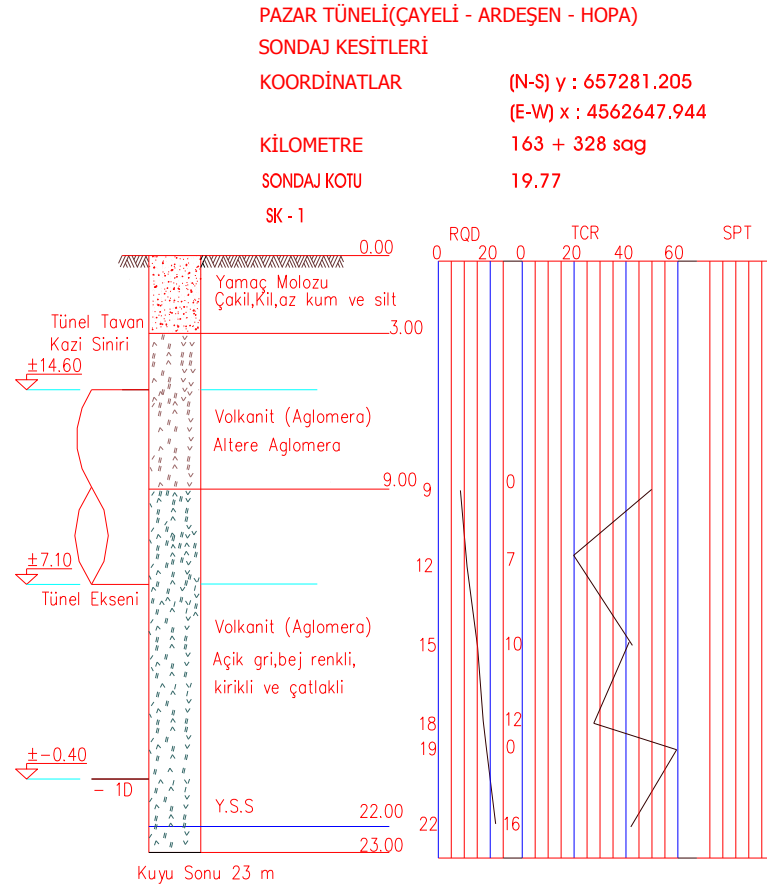


Şekil 4.5: Sol t p g zer gahı üzeri nde açılan, SK-2 sondajı karot sandı  

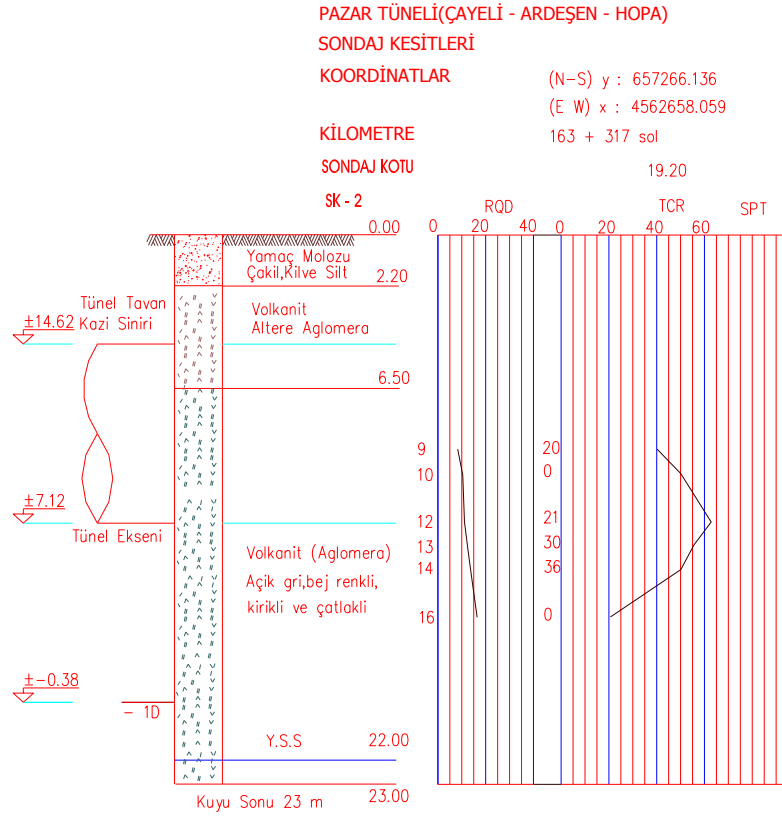


Şekil 4.6: Sağ t p g zer gahı üzeri nde açılan, SK-3 sondajı karot sandı  

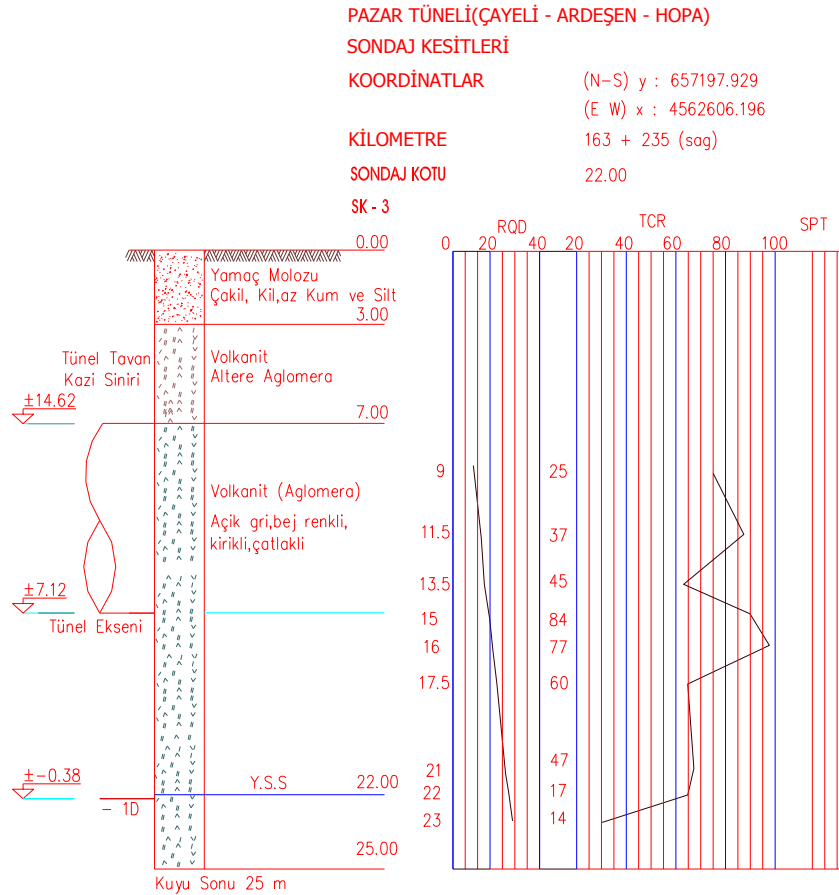
SK-1 ve SK-3 sondajlarında 3 m SK-2 sondajında 2,20 m olan derinliklere kadar üst kısımlarda çakıl ve kil, pek az silt içeren kahverengi kil ve siyah kumlu toprak ve yamaç molozu geçilmiştir. Çakıllar volkanit kökenli (andezit ve bazalt çakılları) olup, boyutları 1-3 cm arasında değişmektedir. Bu derinlikten sonra SK-1'de 9 metrelere, SK-2'de 6,50 metreye ve SK-3'de 7 metre derinliğe kadar açık gri, bej renkli parçalı, W-W düzeyinde ayrılmış aglomera (tuf matrisli, çakıl içerikli volkanit-piroklastik) volkanitlere girilmektedir. Çakıl blok boyları genelde 1-5 cm dir. Bunların altında daha sağlam nitelikli, yer yer kırıklı RQD si 20-85 arasında değişen yer yer ayrılmış bazaltik aglomera-lavlara girilmektedir. Karot yüzdeleri nin yer yer düşük olması açık aralıklı veya kil dolgu lu çatlakların bulunduğunu göstermektedir.



Şekil. 4.7: Pazar Tüneli SK-1 numaralı Sondaj Logu



Şekil. 4.8 Pazar Tüneli SK-2 numaralı Sondaj Logu



Şekil. 4.9 Pazar Tüneli SK-3 numaralı Sondaj Logu

Yapılan sondajlardan alınmış kırıklanmış örnekler üzerinde TS 699'a göre mekanik deneyler yapılmıştır. Çizelge 4.2 'de deney sonuçlarından elde edilmiş ortalama değerler görülmektedir.

Tablo 4.2: Sondaj karot örnekleri için Mekanik Deney Sonuçları

Sondaj Numarası	σ_{ab} (MPa)	Φ (derece)	σ_{eknik} (MPa)	$E_{deformasyon}$ (GPa)
SK-1	42			0.60
SK-2	35	49	7.8	0.85
SK-3	32	37	6.6	0.75

Karadeniz Sahil Yolu'nun Çayeli-Hopa kesiminde bulunan Pazar Tüneli geçkisi boyunca açılan temel sondaj kuyularında aşağıdaki hususlar belirlenmiştir.

- Pazar Tüneli geçkisi boyunca temel jeolojik birimler Eosen bazik serinin üyelerinden ve aglomeralardır.
- Temel jeolojik birimi oluşturan aglomeralar; açık gri, bej renkli, kırıklı çatlaklı, yer yer parçalıdır. Kırık ve çatlaklar genellikle karot boylarına dik, yer yer karot boylarına kısmen paralel, az açıklıklı pürüzsüz, dolgusuz, çok az ayrışma ürünü kil ve kalsit dolguludur.

4.3 Kayaçların Fizikomekanik Özellikleri

Pazar Tüneli civarından alınmış yüzey örnekleri ve sondajlardan elde edilmiş karot örnekleri üzerinde İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne bağlı Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği laboratuvarlarında aşağıda belirtilmiş olan çeşitli fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır.

4.3.1 Fiziksel Özellikler

Pazar Tüneli için bölgeden alınmış örnekler üzerinde kayaçların fiziksel özelliklerinin saptanması amacıyla aşağıda belirtilen fiziksel deneyler gerçekleştirilmiştir:

- Kuru Birim Hacı m Ağırlığı Deneyleri
- Doygun Birim Hacı m Ağırlığı Deneyleri
- Su Emme Deneyleri
- Porozite

Fiziksel deneylerden elde edilen sonuçlar EK-C'de Çizelge C.1'de gösterildiği gibidir. Tünel güzergahında yapılan sondajlardan alınan karot örnekleri üzerinde, TSE 699'a göre yapılan fiziksel deneyler sonucunda, ayrıışmış ve ayrıışmamış aglomera alt kottara doğru gittikçe bazaltik özelliğe sahip olan volkanik kayaçların kuru birim hacim ağırlık, doymuş birim hacim ağırlık su emme ve porozite değerleri bulunmuştur. Ayrıca deney sayısı göz önüne alınarak, bulunan değerlerden ortalama değerlerde saptanmıştır.

Yüzey örneklerinin arasından daha dayanıklı olan PGT. Gr. 4, PGT. Gr. 6'nın ve sondaj karot örneklerinden PGT. SK2-1'in daha düşük poroziteye sahip olduğu görülüyor. En zayıf yüzey örneklerini içeren PGT. Gr. 2 ise % 0,2 ile en yüksek poroziteye sahiptir. Bu grubun ortalama birim hacim ağırlığı 2,13 gr/cm³. Dayanıklı olan PGT. Gr. 6 da ise bu sayı 1,67 gr/cm³ değerlerine kadar düşer.

4.3.2 Mekanik Deneyler

Pazar Tüneli güzergahı üzerinde açılmış olan 3 adet sondaj kuyusuna ait karot örneklerinden 5-5.3 cm çaplarında ve mostra veren yüzeyler üzerinden alınan yüzey örneklerinden 3 cm çapında silindirik örnekler hazırlanmıştır. Kayaçların mekanik özelliklerinin saptanması amacıyla kayaçlar üzerinde İTÜ-MİKM laboratuvarlarına ait MTS aletinde 5-5.3 cm'lik örnekler üzerinde tek eksenli basınç direnci ve üç eksenli basınç direnci deneyleri, 3 cm çapındaki örnekler üzerinde ise çekme direnci deneyleri ve hidrolik kriko lu po i nt -l oad a l e t i n d e n o k t a y ü k l e m e deneyleri yapılmıştır (Şekil 4.10 ve 4.11).



Şekil 4.10: MTS aletinde yapılan Tek Eksenli Basınç Drenç Deneyi



Şekil 4.11: MTS aletinde yapılan İndirekt Çekme Drenç Deneyi

TS 699'a göre alınan ve gerçekleştirilen mekanik deneyler sonrasında kayaçlar örneklerinin Gerilme-Deformasyon Grafikleri (Ek-D) ve Mohr Diyagramları (Ek-E) çıkarılmış bunlarında incelenmesiyle Çekme Basınç Dirençleri, Kohezyon (c), İçsel Sürtünme Açısı (ϕ), Kırılma Açısı (θ) ve Elastisite değerleri bulunmuştur. Deneyler İTÜ-MKMLaboratuvarında Tek Eksenli Basınç Direnci, Üç Eksenli Basınç Direnci, İndirekt Çekme Deneyleri MTS ve Nokta Yükleme (Point Loading) Deneyi hidrolik kriko aleti kullanılarak yapılmıştır. Çizelge C 2 örnekler üzerinde yapılmış deney durumunu göstermektedir. Deney sonucu elde edilen elastisite değerleri ve kohezyon, içsel sürtünme açısı ile kırılma açıları değerleri ise sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 da gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Yapılan Mekanik Deneyler sonucu bulunan Elastisite Değerleri

Deney Numarası	$E_{başlangıç}$	$E_{tanjant}$	E_{secant}	$E_{deformasyon}$
PGT. G. 1	1,726 GPa	4,695 GPa	3,58 GPa	0,249 GPa
PGT. G. 2	1,726 GPa	3,042 GPa	2,071 GPa	0,121 GPa
PGT. G. 3	1,726 GPa	5,123 GPa	3,602 GPa	0,457 GPa
PGT. G. 4	3,452 GPa	8,018 GPa	4,061 GPa	0,377 GPa
PGT. G. 5	3,452 GPa	5,00 GPa	3,945 GPa	0,148 GPa
PGT. G. 6	3,452 GPa	7,375 GPa	5,114 GPa	0,736 GPa
PGT. G. SK1-1	3,286 GPa	5,374 GPa	4,932 GPa	0,667 GPa
PGT. G. SK1-2	1,473 GPa	4,768 GPa	3,687 GPa	0,784 GPa
PGT. G. SK2-2	0,852 GPa	5,102 GPa	3,907 GPa	0,963 GPa
PGT. G. SK2-3	4,260 GPa	7,224 GPa	5,632 GPa	1,450 GPa
PGT. G. SK3-1	2,567 GPa	3,742 GPa	3,423 GPa	0,690 GPa
PGT. G. SK3-2	3,313 GPa	4,557 GPa	4,114 GPa	0,862 GPa
PGT. G. SK3-3	0,940 GPa	3,776 GPa	2,580 GPa	0,665 GPa
PGT. G. SK3-4	2,390 GPa	2,461 GPa	2,293 GPa	0,417 GPa

Tablo 4. 4: Hazırlanan Mohr Daireseleriyle Bulunan Kohezyon, İçsel Sürtünme, Kırılma Açısı Değerleri

Deney Numarası	Kohezyon (c)	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)	Kırılma Açısı (θ)
PGT. Gr. SK2-2	7,50 MPa	46,00°	45°
PGT. Gr. SK2-3	8,50 MPa	47,80°	42°
PGT. Gr. SK3-1	9,20 MPa	41,00°	47°
PGT. Gr. SK3-2	8,30 MPa	36,50°	55°
PGT. Gr. SK3-3	6,70 MPa	36,80°	52°
PGT. Gr. SK3-4	3,65 MPa	42,20°	46°

Kayaçların mekanik özelliklerinin bulunması amacıyla elde edilmiş olan Gerilme-Deformasyon eğrileri incelendiğinde varılan sonuç kayaçların yenilme sonrası davranışlarında gösterdikleri ani düşüşün kırılma sonucu oluşan süreksizliklere ve çatlaklanmalara bağlı olduğudur. Gerilme-Deformasyon eğrisinin tanjantı olan elastisite modülünün büyüklüğünün düşük olması da bunun kanıtıdır.

Pazar Tüneli üzerinde yeterli örtü kalınlığının bulunması, burada koruyucu zon oluşmasına imkan vermemekte, sonuçta aşırı deformasyonlar ve kırıklar gelişerek tünelin stabilitesini riske sokmaktadır. Tünel çevresindeki bu ani ve sürekli psödo-plastikleşme olayı ve tünel üzerinde bulunan örtü kalınlığının yer yer 3.5 metreye kadar düşmesi nedeniyle tünelin deformasyon kontrollü olarak açılması hem yüksek maliyetli hem de riskli ve yavaş olacağından dolayı aç-kapa tekniği ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Arazi geçiştirdeki tektonik hareketler nedeniyle çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahip olduğu için, laboratuvarda yapılan mekanik deneylerde elde edilen sonuçlar arazinin mevcut durumuna karşılık gelmektedir ancak arazinin gerçek davranışı sistem büyüklüğüne bağlı olarak değerlendirildiğinde, post-failure değerlerinden daha düşük dayanım parametreleri elde edilmektedir. Çizelge 4.5 alınan örneklerin mekanik dayanımlarını göstermektedir.

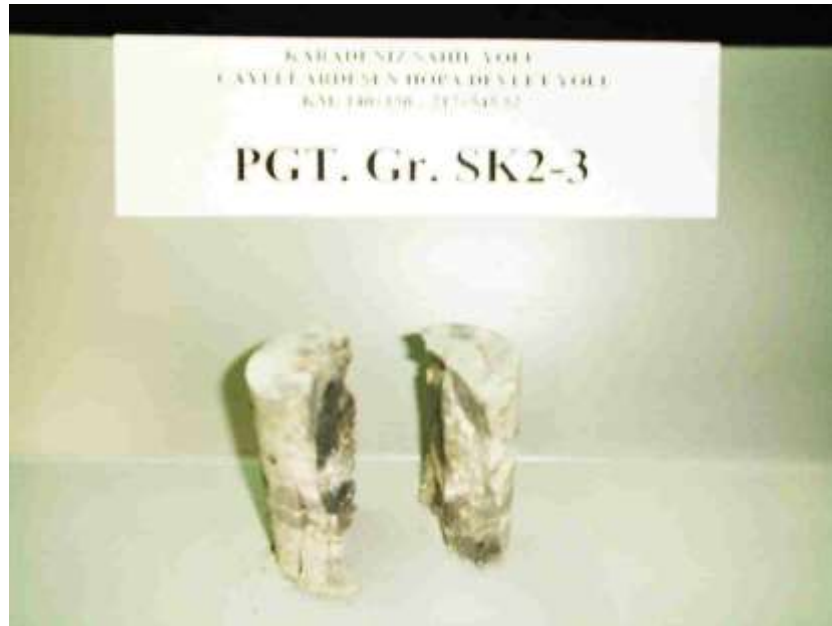
Tablo 4.5: Kayaçların Mekanik Dayanım Parametreleri

Örnek Grup Adı	Tek Eksenli Basınç Direnci (MPa)	Çekme Direnci (MPa)	Nokta Yük Direnci (I_p) (MPa)
PGT. Gr. SK1-1	41,923		
PGT. Gr. SK1-2	42,035		
PGT. Gr. SK2-1	30,263		0,332
PGT. Gr. SK2-2	30,526		0,207
PGT. Gr. SK2-3	42,624		0,282
PGT. Gr. SK3-1	40,05		
PGT. Gr. SK3-2	32,813		
PGT. Gr. SK3-3	26,816		
PGT. Gr. SK3-4	16,247		0,078
PGT. Gr. 1	34,526	2,963	0,4
PGT. Gr. 1	23,477		0,222
PGT. Gr. 2	19,334	1,234	0,106
PGT. Gr. 2	17,953		0,088
PGT. Gr. 3	35,907	3,552	0,426
PGT. Gr. 3	31,764		0,4
PGT. Gr. 4	49,717	6,243	1,066
PGT. Gr. 4	49,717		
PGT. Gr. 5	31,764	3,911	0,355
PGT. Gr. 5	29,001		0,222
PGT. Gr. 6	64,908	4,99	0,844
PGT. Gr. 6			1,022

Deneyler sırasındaki kayaçların kırılma mekanizması incelendiğinde kırılma yüzeylerinin yalnızca aglomeraların matrislerinin içinden geçmediği, çakıl ve blokları da kırarak ilerlediği görülmektedir. Bu kayacın aglomeratik görünümde olmasına rağmen bir bütün olarak kırıldığını göstermektedir (Şekil 4.12 ve 4.13).



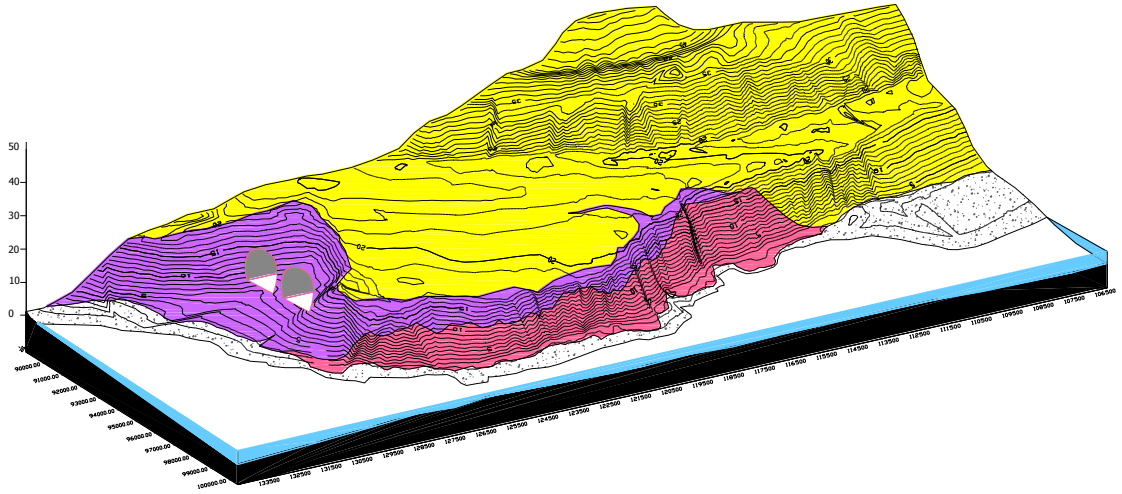
Şekil 4.12: SK2-3 'den alınmış mekanik deney öncesi örnek



Şekil 4.13: SK2-3 'den alınmış tek eksenli basınç direnci deneyi sonrası örnek

4.4 Litoloji Dağılımı

İnceleme sahasında ayrırtlanan 3 adet litoloji vardır (Şekil 4.14). Tünelin alt kotlarında görülen ve tünelin tabanını oluşturan Eosen yaşlı yeşilimsi gri, açık bej, sarımsı renklerde ayrırtlanan andezitik–bazaltik lav, bazalt, ve piroklastlardan oluşan masif yapı, akma tabakası gösteren yer yer eklenmiş, çatlaklıdır. 7.12–14.62 metreleri arasında bulunan tünel güzergahı boyunca Pliyosen yaşlı sarımsı kahverengili olan silt, kum çakıl ve tüf matriksli geçiş kayacı özelliğini taşıyan değişik seviyelerde ayrırtlanmış aglomeralar gözlenir. Sondaj loglarında da izlenebilen bazalt ve aglomera birimlerinin dokanakları tünel girişinde 14 m seviyelerinde izlenirken daha ayrırtmış ve mevcut 2 katlı binanın ve çıkış portalinin önünde yer alan drenaj hattı nedeniyle su etkisine de maruz kalmış tümüyle örselenmiş zemin niteliğinde olan ve foseptik kaçaqlarıyla beslenen nitelsiz bir ortam ve buna bağlı koşullar sonucu 7 m seviyelerine kadar düşmektedir. Bazalt ve aglomeralarda gözlenen süreksizlikler kil ve kalsit dolgulı olup ayrırtmanın yoğun olduğu kısımlarda kloritleşme görülmektedir. Volkanik kökenli kum çakıl, moloz ve bloktan oluşan Kuvaterner yaşlı toprak örtüsü tünel üzerindeki örtü birimini oluşturur.



Şekil 4.14: İnceleme sahasında ayrırtlanan birimleri ve dokanaklarını gösteren blok diyagramı

4.5 Süreksizlikler

İnceleme alanında güzergah üzerinde bitki örtüsü nedeniyle çok sınırlı sayıda mostra bulunabilmiştir. Ancak güzergahın batısında kalan yamaç ve dik falezlerde kayalık mostralara izlenebilmektedir. Buralarda ölçülen süreksizlik değerlerine göre başlıca üç farklı çatlak sisteminin bulunduğu anlaşılmıştır. Eosen yaşlı denizaltı

volkanizmasına bağlı olarak kuzeydoğuya doğru ortalama 16–28 derece eğimli bir lav (aglomera, andezitik–bazaltik lav) akışının bulunduğu tespit edilmiştir. İnceleme sahası kuzey doğu yönlü bu lav akışının ve akma tabakasının oluşmasından sonra soğansı bir yapı oluşturmuş, ikincil süreksizliklerle bu yapıya dik konumlu soğuma çatlaklarıyla 3 yönlü olarak nakaslama zonları oluşturarak çevrelenmiştir.

Falezin bulunduğu burunda aglomera karmaşığ–bazaltik aglomera birimlerindeki kayaçlarda; çatlak sıklığı üst seviyelerde 5–15 ad/m diğer seviyelerde ise 20–40 ad/m arasında değişir. Kayaçların çatlak açıklığı ise 1–8 mm kadardır. Çatlak izi boyunun ölçülen mesafeyle oranlanmasıyla elde edilen ayrılma derecesi ise 0,8–1’dir. kadardır. Çatlak dolgusu yüzeye yakın kesimlerde çoğunlukla yikanmış, fakat derinlikle dolgu malzemesi olan kil ve kalsit varlığını korumuştur. Dolgu kalınlıkları yer yer 8 mm.’ye çıkmaktadır.

Kıyı boyunca dalgaların tabanı oynası sonucunda süreksizliklerle sınırlanmış askıdaki kaya blokları düşerek zamanla kıyı çizgisi karaya doğru ilerlenmektedir (Şekil 4.15). falezin üst kotlarında su ve zaman etkisiyle hızlı ayrışmalar meydana gelmektedir. Sol tüp üzerinde 2 katlı bir bina ve bu binanın foseptik çukuru bulunmaktadır. Mineralojik petrografik araştırmalarda da, yüzeyden alınan el örneklerinde ayrışmanın ileri derecelere vardığı izlenmektedir. Bunu nedeninin foseptik çukurundan kaynaklanan sızıntılara bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.15: Dalgaların etkisiyle zamanla falezin tabanını oyulur, askıdaki kaya bloklar düşer.

4.5.1 Soğuma Çatlakları

İncelenen alanda görülen kolonsu yapıları oluşturan yüksek eğimli süreksizlikler ile soğuma sırasında gelişmişlerdir (Şekil 4.16). Bu süreksizlik türü üç farklı yönde gelişmiştir. Bu çatlakların konumları K65–85B 75–85KD K5–25B 70–80KD ve K45–55D 70–80KB şeklindedir. Buna göre soğuma çatlakları tünel eksenini üç farklı doğrultuda kesmektedir.



Şekil 4.16: İncelenen alanda km 163+260’ da bulunan dikey eğimli soğuma çatlakları.

4.5.2 Akma Yapıları

Bölge Eosen yaşlı denizaltı volkanizmasına bağlı olarak kuzeydoğuya doğru ortalama 16–28° eğimli bir lav (aglonera, andezitik–bazaltik lav) akışı sonucu farklı katmanlar şeklinde izlenen birincil yapılardır. Akma yapılarının doğrultusu K50–55B yöneline sahiptir. Özellikle sağ sol tüp girişlerinde ve tünel güzergahının üzerinde belirgin olarak km 163+200 – 163+240’leri arasında görülmektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Km 163+200 – 163+220 'ler arasında bulunan 18° KD eğimli akma yapısı.

4.5.3 Ezi k ve Fay Zonları

İncelenen sahasında belirgin en büyük ezi k-fay zonu Km 168+228 – 168+233 'leri arasında bulunmaktadır (Şekil 4.18). Su sızıntılarıyla beslenen ve zaman zaman kıyıda bulunan kaya bloklarından oluşan tahkimatı geçip, denizden gelen tuzlu su etkisiyle yıkanmış, kil dolguludur.



Şekil 4.18: Km 163+228 – 163+233 'ler arasında bulunan kil dolgu ezi k ve fay zonu.

4.6 Kaya Sınıfları

Arazi ölçümleri ve laboratuvar deney sonuçları kullanılarak hesaplanan kaya sınıflamalarında kaya ortamının RMR değeri 40–60 arasında yoğunlaşmaktadır. Q değeri ise 1.5–18 arasında değişir. Buna göre ortamdaki kaya kalitesi orta ve zayıf kaya kalitesine girmektedir (Şekil 4.19).

MJKM VARDAR	1 A		2 B		C		D	3 E		F	G	4 H	
NATM Ö-NORM 2203	1 SAĞLAM		2 ZAMANLA KIRILGAN		3 AZ KIRILGAN		4 KIRILGAN veya AZ BASKILI		5 ÇOK KIRILGAN veya BASKILI		6 ÇOK BASKILI		7 AKICI
NATM ESKİ	I SAĞLAM			II ZAMANLA AZ KAVLAKLANAN		III KIRILGAN		IV ÇOK KIRILGAN		V BASKILI		VI ÇOK BASKILI	VII AKICI ÖZEL HAL
Q BARTON	ÇOK MÜKEMMEL		>100 MÜKEMMEL		100 ÇOK İYİ		40 İYİ		10 4 ORTA		1 0.1 KÖTÜ		0.0001
RMR CSIRO BIANIAVSKI	100 çok iyi 1				80 iyi 2		60 ORTA 3		40 KÖTÜ 4		<20 ÇOK KÖTÜ 5		
TERZAGHİ YENİ (ROSE)	n=0 0.25 0.4 1.2 5 8												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
ESKİ Hp	0	0-0.15 B	0.25-0.35 (B+H)		0.75-1.1 (B+H)		2.1-4.5 (B+H)		4.5(B+H) 75m		>75m	AKICI	
			0.15-0.25 B		0.35-0.75 (B+H)		1.1-2.1 (B+H)						
RQD DEER	90 ÇOK İYİ		75 İYİ		50 ORTA		25 ZAYIF		0 ÇOK ZAYIF				

Şekil 4.19: Tünel Mühendisliği'nde kullanılan başlıca sınıflamalar (Vardar)

4.7 Jeoteknik Değerlendirme

163+210 – 163+354 km'leri arasında inşa edilecek olan Rize Pazar Tüneli'nin tünel mühendisliği bakımından incelemek için 3 farklı kesime ayrılarak ayrıntılı jeoteknik değerlendirmesi yapılabilir.

4.7.1 km 163+200 – 163+250 Arası Jeoteknik Değerlendirme

İncelenen sahasının bu kısmında km 163+236 'da sağ tüpün üzerinde 25 m derinliğinde SK-3 sondajı açılmıştır. Sondajda ilk 3 metreye kadar kum-silt-kil ve çakıl-moloz karışımı geçilmiştir. 3–7 m arasında ise çeşitli düzeylerde ayrılmış aglomera bulunmaktadır. Tünel düzeyi ve altında ise sondaj bazaltı kesmektedir. Bu seviyeden alınan RQD değerleri % 9–23 arasında değişmektedir. Bu sondaj kuyusunda 22 m olarak ölçülen YSS'nin daha altında ise kırık çatlakların ve suyla artan ve W4 seviyesine ulaşan ayrışımında etkisiyle TCR değeri oldukça

düş müştür. Sondajın 16. metresinde %96'a ulaşan TCR 23. metrede %30'a kadar düş müştür. Ortalama çatlak sıklığı 12 a/ mçatlak açıklığı ise 6 mm'dir. Çatlaklar yer yer boşluklu genellikle de kil dolgu malzemedir. SK-3 sondajından elde edilen karot örnekleri üzerinde yapılan mekanik deneyler sonucunda $\sigma_{ab}=32$ MPa, $\Phi_{ort}=37^0$, $c_{ort}=6.6$ MPa ve $E_{ort}=0.75$ GPa değerleri bulunmuştur. Tünel seviyelerinde 9.20 MPa olan kohezyon değerleri ayrışmanın etkili olduğu kısımlarda 3.65 MPa'a kadar düşme gözlenir.

SK-3 sondajı 12.5 m kotunda ki sondaj karot örneği üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deneyi sonucunda 40.05 MPa değeri bulunmuştur. Bu değer 8.5 m kotunda 32.813 MPa, 6.8 m kotunda 26.816 ve yapılan mineralojik petrografik tayinlerinde ince kesitlerinde de görüldüğü üzere alterasyonun çok yüksek olduğu 0 kotunda 16.247 MPa değerine düşmektedir. Mineralojik incelemelerde bu seviyeden alınan sondaj karotundan kayanın porfirik dokulu piroksen ve plajiolas içeren çok altere denizaltı bazaltı olduğu tespit edilmiştir. Kayaç içerisinde; biyotitlerin kloritleşmesi, plajiolaslarda gelişmiş olan ayrışmalar ve tüm bağlayıcı malzemede ki ikinçil oluşumlar yüksek alterasyonu gösteren verilerdir. Arazi de yapılan jeofizik ölçümler ve SK-3 sondajı karot örnekleri ile km 163+200 – 163+250'den alınan yüzey örnekleri üzerinde yapılan fiziksel deneyler sonucunda bu kısımdaki kayaçların porozite ve su emme değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu veriler inceleme sahasında km 168+228 – 168+233 'leri arasında bulunan en belirgin su sızıntılarıyla beslenen, denizden gelen tuzlu su etkisiyle yıkanmış, kil dolgu ezi-k-fay zonu da açıklanmaya yardımcı olur.

Buralarda ölçülen süreksizlik değerlerine göre Eosen yaşlı denizaltı volkanizması na bağlı olarak K50-55B doğrultulu ortalama 16^0-28^0 KD eğimli bir lav (aglomera, andezitik-bazaltiklav) akışı belirgin şekilde görülmektedir (Şekil 4.20). Bunu kesen K70-75B doğrultulu $78-81$ KD eğimli 1. Çatlak Takımı ve K5B doğrultulu 76KD eğimli 2. Çatlak Takımı bulunmaktadır.



Şekil 4.20: Denizaltı volkanizması na bağlı ortalama 16^0-28^0 KDeğimli lavakma yapısı.

4.7.2 km 163+250 – 163+300 Arası Jeoteknik Değerlendirme

İnceleme sahasının bu kısmında 17–19 m kotuna kadar kum-silt-kil ve çakıl-möl oz karışımı gözlenir. 12–14 m kotlarında ise ayrılmış aglomera biri mi ve bazalt biri mi arasındaki dokanak bulunmaktadır. Tünel üst kotunda aglomera, tünel seviyesi ve alt kotunda ise bazalt biri mi geçilir. Ortalama çatlak sıklığı 8–10 a/ m çatlak açıklığı ise 5 mm dir. Çatlaklar genellikle boşluktur dolgu malzemesi içermeyen yer yer kil dolguludur. Yüzeyden alınan kayaç örnekleri üzerinde yapılan mekanik deneyler sonucunda $\sigma_{ab}=30.38$ MPa ve $E_{ort}=0.148$ GPa değerleri bulunmuştur.

Arazi de yapılan jeofizik ölçümler ve km 163+250 – 163+300’ den alınan yüzey örnekleri üzerinde yapılan fiziksel deneyler sonucunda bu kısımdaki kayaçların porozite ve su emme değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Öz direnç Yöntemleri kullanılarak yapılan jeofizik ölçümlerde sağ tüpün geçeceği üzerinde DES 6’ nın da bulunduğu tünel güzergahının km 163+295’ de öz direnç değerleri maksimuma ulaşmıştır. Bu veriler bize bu noktada gözenekliliğin doygunluğun en küçük değerlerde olduğunu su ve kil miktarının azlığını göstermektedir. Fakat öz direnç değerleri denizden gelen dalga etkisine de kısmen açık olan falez tarafındaki sol tüpüci varında azalmaktadır. İnceleme alanının km 163+250 – 163+300 arasında YSS 2–3 m kotundadır. Ayrışma ise 2 kotunda W3 seviyesindedir.

Buralarda ölçülen süreksizlik değerlerine göre yer yer denizaltı volkanizmasına bağlı olarak K50–55B doğrultulu ortalama 16^0 – 28^0 KD eğimli bir andezitik–bazaltik lav akışı ve K85B doğrultulu 81 KD eğimli 1. Çatlak Takımı ve K10–25B doğrultulu 78–80 KD eğimli 2. Çatlak Takımı görülmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21: Km 163+270’ detahkiyatını inceleme sahasına dayandığı bu kısımda andezitik ve bazaltik lav akışının ve çatlak takımları görülmektedir.

4.7.3 km 163+300 – 163+360 Arası Jeoteknik Değerlendirme

İnceleme sahasının bu kısmında km 163+317’ de sol tüpün güzergahı üzerinde 23 m derinliğinde SK–2 sondajı, km 163+328’ de sağ tüpün güzergahında 23 m derinliğinde SK–1 sondajı açılmıştır. Sol tüp üzerinde km 163+322 – 163+335 arasında temel derinlikleri, türü ve niteliği yeterince bilinmeyen 2 katlı bir bina bulunmaktadır. Yine aynı tüp üzerinde boyut, derinlik ve niteliği bilinmeyen bir foseptik çukuru bulunmaktadır. Mevcut evin altında ve dolayında tümüyle örselenmiş zemin niteliğinde olan ve foseptik kaçaqlarıyla beslenen nitelsiz bir ortam ve buna bağlı koşullar mevcuttur. Pazar Çıkış Portalı önünde özel drenaj önlemlerinin alınmasını gerektiren su toplama havzası vardır.

Sol tüp üzerinde bulunan SK–2 sondajında ilk 2.20 metreye kadar kum–silt–kil ve çakıl–moloz karışımı geçilmiştir. 2.20–8.50 m arasında ise çeşitli düzeylerde ayrılmış aglomera bulunmaktadır. Tünel düzeyi ve altında ise sondaj bazaltik kesilmektedir. Bu seviyeden alınan RQD değerleri %9–16 arasında değişmektedir. Tünel alt kotunda %62’ye ulaşan TCR değeri kırık çatlakların ve suyla artan ve W

seviyesi ne ulaşan ayrışmanın etkisiyle oldukça düşmüştür. Ortalama çatlak sıklığı 15–12 a/ m çatlak açıklığı ise 8 mm'dir. Çatlaklar yer yer boşluğu genellikle de kil dolgu malzemeli dir. SK–2 sondajından elde edilen karot örnekleri üzerinde yapılan mekanik deneyler sonucunda $\sigma_{ab}=35$ MPa, $\Phi_{ort}=49^0$, $C_{ort}=7.8$ MPa ve $E_{ort}=0.85$ GPa değerleri bulunmuştur.

Sağ tüp üzerinde bulunan SK–1 sondajında ilk 3 metreye kadar kum-silt-kil ve çakıl-moloz karışımı geçilmiştir. 3–9 m arasında ise çeşitli düzeylerde ayrışmış aglomera bulunmaktadır. Tünel düzeyi ve altında ise sondaj bazaltı kesmektedir. Bu seviyeden alınan RQD değerleri %9–22 arasında değişmektedir. Tünel alt kotunda %20 ile TCR değeri en düşük değerindedir. 22 m olarak ölçülen YSS'nin üzerinde %60 olan TCR daha alt kotlarda %40'a kadar düşmüştür. SK–2 sondajından elde edilen karot örnekleri üzerinde yapılan mekanik deneyler sonucunda $\sigma_{ab}=42$ MPa, $E_{ort}=0.60$ GPa değerleri bulunmuştur.

SK–2 sondajı 12.5 m kotunda ki sondaj karot örneği üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deneyi sonucunda 30.263 MPa değeri bulunmuştur. Bu değer 8.5 m kotunda 30.526 MPa, 6.8 m kotunda 42.624 MPa değerine çıkmaktadır. Mineralojik incelemelerde bu seviyeden alınan sondaj karotundan kayanın porfirik dokulu piroksen ve plajiyoklas içerikli çok altere denizaltı bazaltı olduğu tespit edilmiştir. Arazi de yapılan jeofizik ölçümler ve SK–3 sondajı karot örnekleri ile km 163+300 – 163+360' den alınan yüzey örnekleri üzerinde yapılan fiziksel deneyler sonucunda bu kısımdaki kayaların porozite ve su emme değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.

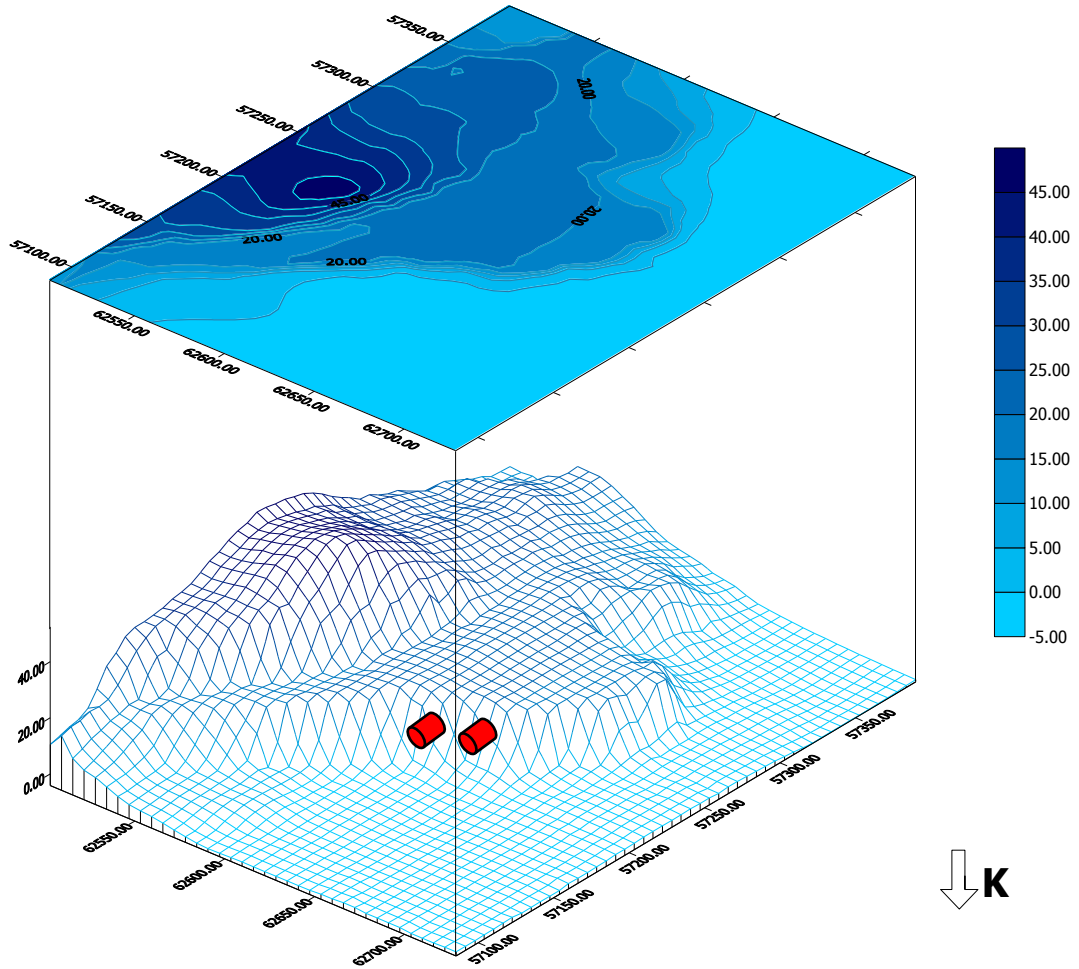
Buralarda ölçülen süreksizlik değerlerine göre K5–10B doğrultulu 78–81KD eğimli 2. Çatlak Takımı ve K47–55B doğrultulu 79–83KD eğimli 3. Çatlak Takımı bulunmaktadır.

4.8 Yeraltı Suyu Durumu

Arazi de yapılan iki sağ biri sol tüpte olmak üzere açılan 3 adet mekanik sondajda yeraltı su seviyesi (YSS) 22 m olarak tespit edilmiştir. 14.6–7.1 kotları arasından geçentünel seviyesinin çok altlarında kalmıştır. Düşük YSS değerine rağmen arazi de kırık ve çatlaklardan sızıntı şeklinde su geliri vardır. Bunun en büyük nedeni sol tüp üzerinde bulunan binanın foseptik çukurundan olan sızıntılardır. Pazar Çıkış Portalinin önünde de özel drenaj önlemlerinin alınmasını gerektiren bir su toplama havzası vardır.

5. MÜHENDİSLİK JEOFİZİĞİ

Bölgede farklı noktalarda jeofizik öz direnç ve sisnik ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı noktalar ve elde edilen ölçüm değerleri aşağıda verilmiştir. Yapılan jeofizik ölçümler sonucunda arazinin topografik durumunu gösteren blok diyafram ve kontur haritası hazırlanmış Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Arazide önce dik bir yamaç sonrasında güneye doğru geniş bir düzlük ardından dik bir başka yamaç bulunmaktadır. Bu oluşum dar Karadeniz kıyılarında, denize paralel dağlarda bulunan ters faylarla oluşmuş yapıya en güzel örnektir.

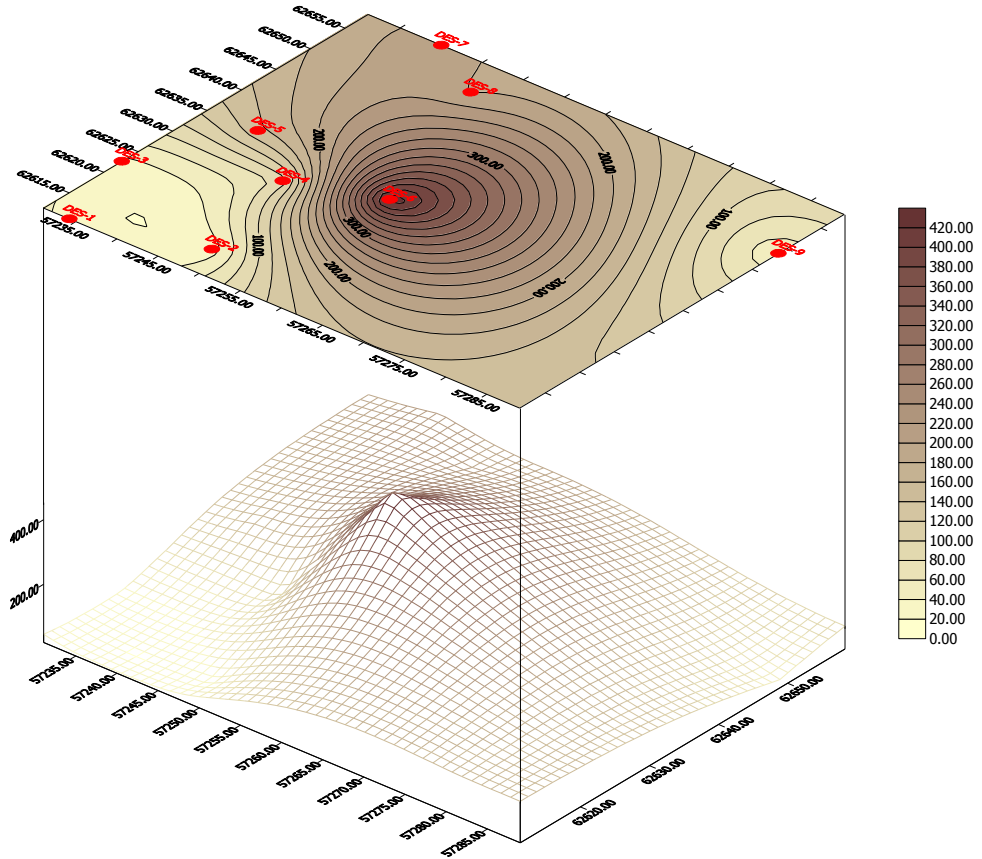


Şekil 5.1: Pazar Tüneli'nin Güzergahı'nın Üzerinden Geçtiği Sahanın Topografyası

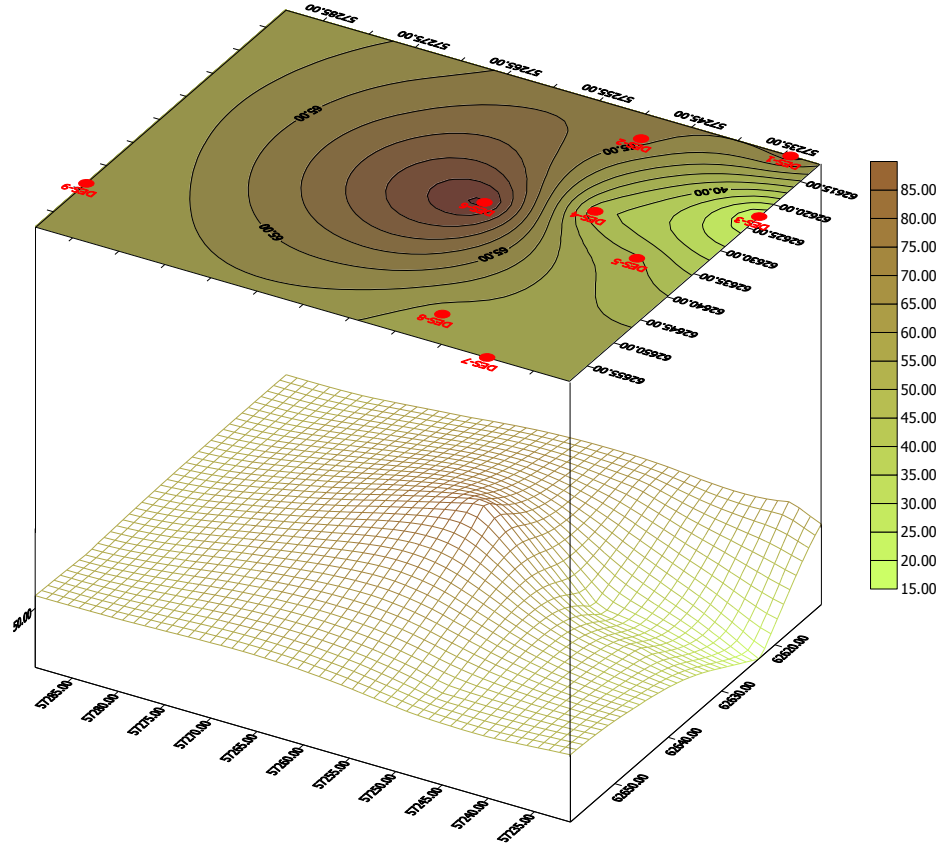
5.1 Özdirenç Yöntemleri

Özdirenç ölçümleri güzergah boyunca geçilecek olan birimler hakkında bilgi edinilmesi hakkında önemli birer veri kaynağı oluşturmışlardır. Bu veriler aynı zamanda sondajlardan elde edilen ve arazi çalışmalarından bulunmuş neticelerin desteklenmesi bakımından da önem taşımaktadırlar. Elektrik iletim yöntemlerini kullanarak yeraltı suları, yeraltı boşlukları, yer içindeki katmanların kalınlıkları ve öz dirençleri, yanal süreksizlikler araştırılır.

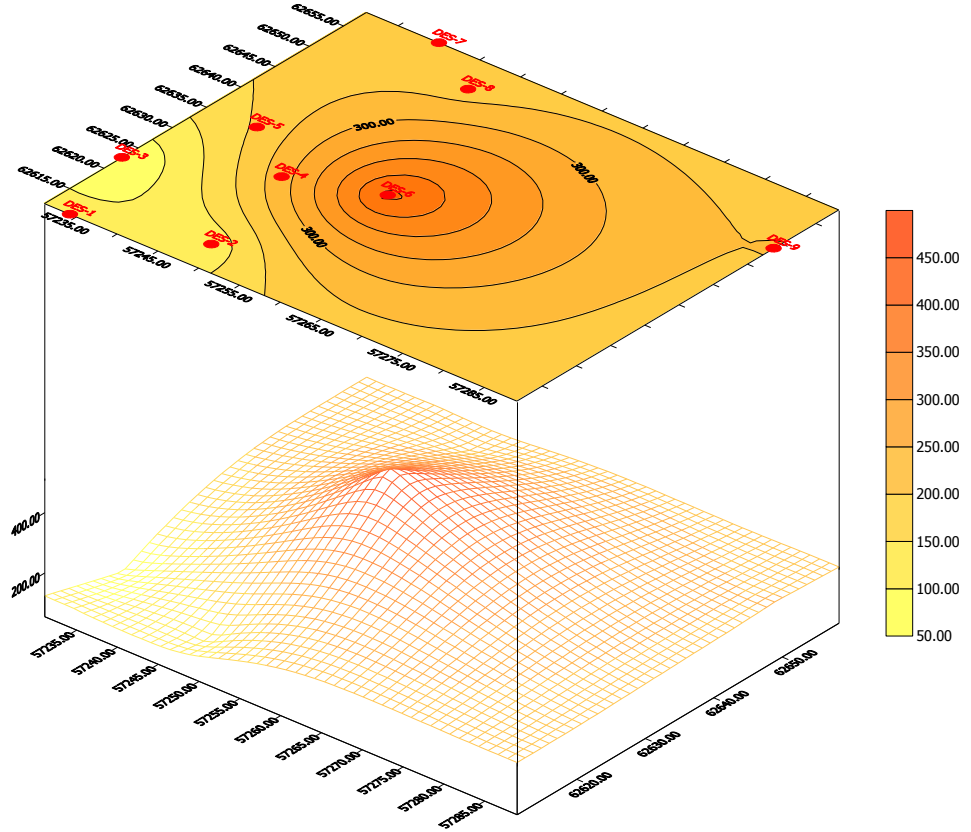
Şekil 5.2, 5.3, 5.4; Rize Pazar Tüneli öz direnç ölçümleri neticesinde elde edilen sırasıyla 1, 2 ve 3. tabakalara ait elektrik öz direnç ölçüm kontur haritası ve blok diyagramı göstermektedir.



Şekil 5.2 Brinci Tabakaya Ait Elektrik Öz direnç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagramı



Şekil 5.3: İkinci Tabakaya Ait Elektrik Öz direnç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagram



Şekil 5.4: Üçüncü Tabakaya Ait Elektrik Öz direnç Ölçüm Kontur Haritası ve Blok Diyagram

Rize Pazar Tüneli'ndeki tabaka katmanları hakkında fikir elde edebilmek amacıyla gerçekleştirilen düşey elektrik öz direnç yöntemi (DES) uygun dokuz farklı noktada Schlumberger elektrot tertibi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan gözlemsel ve aletsel çalışmalar sonucunda, yüzeyde litolojisi nebati toprak ve kil, silt, kum çakıl karışımından oluşan malzemenin öz direnç ve kalınlık değerleri, onun altında litolojisi aglomeraların ayrışması sonucu oluşan ayrışma zonun öz direnç ve kalınlık değerleri ve üçüncü katman olan ve litolojisi aglomeralar olan ana kayanın öz direnç değerleri tespit edilmiştir. Yapılan DES çalışmalarında hesaplanan gerçek öz direnç değerleri incelendiğinde öz direnci'nin düştüğü kısımlarda gözenekliliğin ve doygunluğun arttığı, su ve kil dolgunun varlığı görülmüştür. Kaya birilerinin öz direnci ise tortul ayrışmış birilerine göre daha yüksektir.

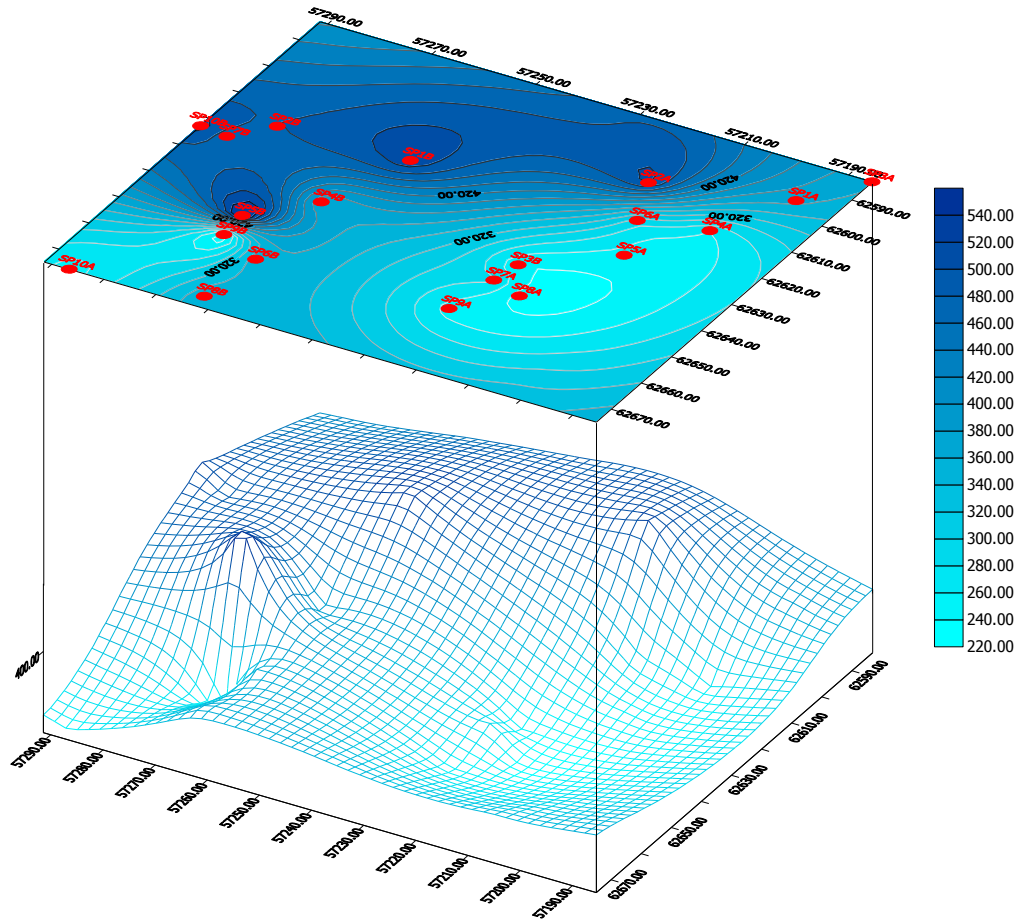
5.2 Sismik Yöntemler

Proje kapsamında jeofizik yöntemlerden Sismik Kırılma yöntemi de uygulanarak, 10 ayrı profilde karşılıklı atışlı P dalgası ölçümleri yapılarak farklı sismik hızlara sahip katmanlar ve bunlara ait kalınlıklar hesaplanmıştır.

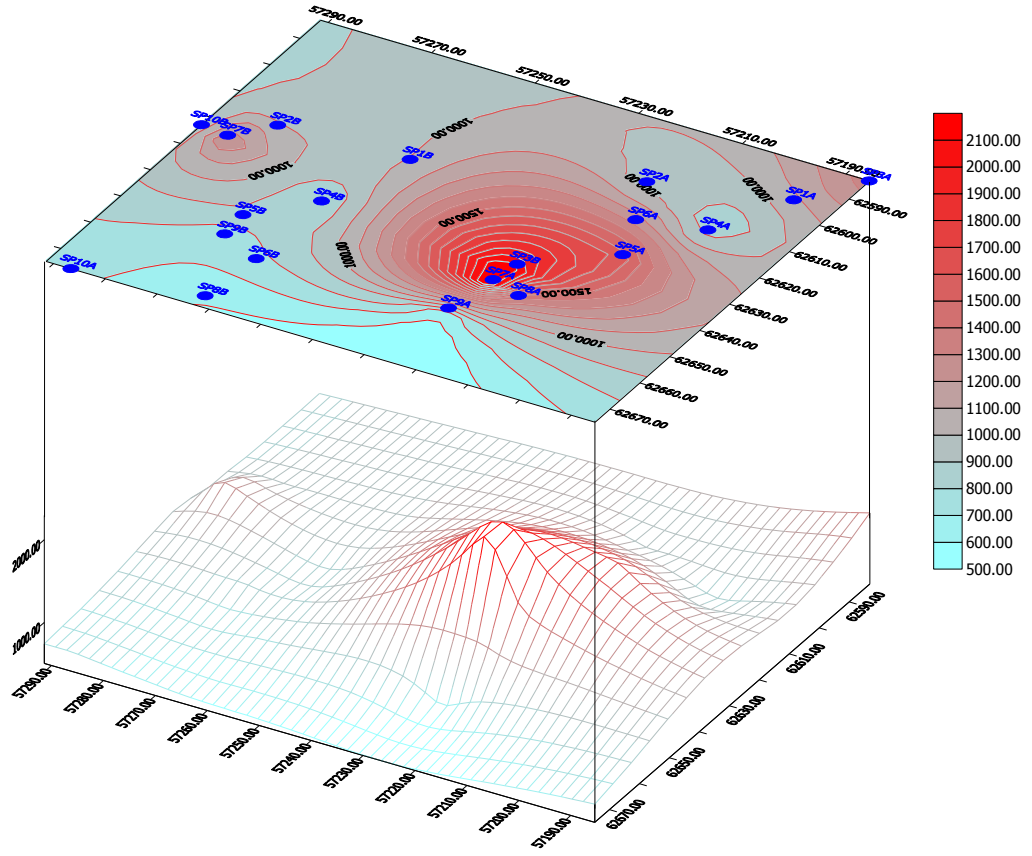
Yapılan gözlemsel ve aletsel çalışmalar sonucunda, yüzeyde, litolojisi nebati toprak ve kil, silt, kum çakıl karışımından oluşan malzemenin hızları ve kalınlık değerleri, onun altında litolojisi aglomeraların ayrışması sonucunda oluşan ayrışma zonunun hızları ve kalınlık değerleri ve üçüncü katman olan ve litolojisi aglomeralar olan ana kayanın hız değerleri tespit edilmiştir. Her atış noktasında ölçülen görünür hız değerleri, ortamın gerçek hızını yansıtmadığı ve kontur haritalamasının yapılarak buna göre yorum yapılmasının yanıltıcı olabileceğinden ve proje sahasında bindirilmiş atışlar yapılarak ölçüler alınmadığından dolayı tabakalara ait hız değer kontur haritaları oluşturulamıştır. Özkan Mühendislik İnşaat Taahhüt Mâdencilik Ticaret Ltd. Şti. den alınan rapora dayanarak tabakalara ait hız değerleri incelendiğinde, muhtemel ana kaya ayrışma zonu olan ikinci tabakanın gerçek hız değerlerinin değişken olduğu gözlenmekte, bunun muhtemel sebebi olarak ayrışmanın bazı lokal bölgelerde daha çok olduğu be ayrışmaya paralel olarak ortam içinde irili, ufaklı serbest blokların varlığı olduğu düşünülmektedir. X-T grafikleri incelendiğinde ilk varışların dağınık olması da ortam içinde muhtemelen

aglomeraların ayrışmasıyla serbest kalıp yüzen blokların varlığı fikrini doğruladığı düşünülmektedir. Aglomeraların hızları ve X-T grafikleri incelendiğinde de bazı hızların diğerlerinde göre daha düşük olduğu ve bazı profillere ait varışların yine dağılık olduğu gözlenmektedir. Bunun da muhtemel sebebi nin ayrışmanın olduğu bu gibi yerlerde daha kırıklı, çatlaklı yapıya sahip olduğu düşünülmektedir.

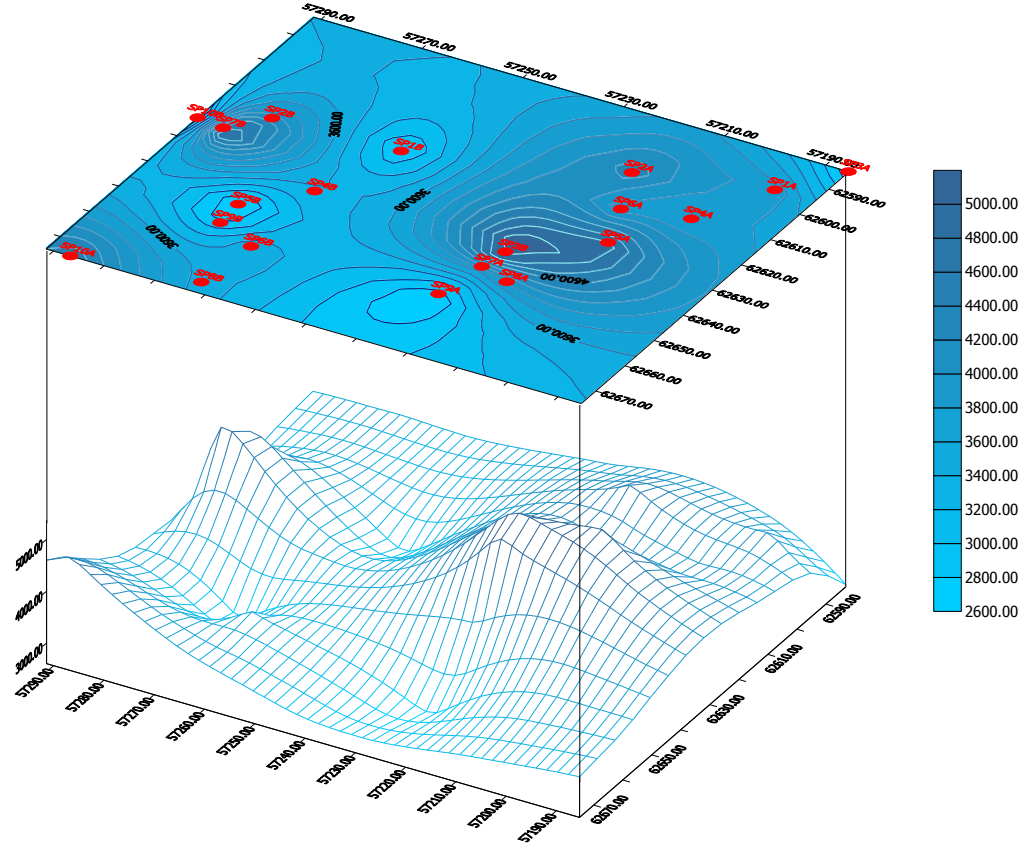
Şekil 5.5, 5.6, 5.7 tabakalara ait sismik hız ölçüm sonuçları ile elde edilmiş blok diyagramları ve kontur haritalarını göstermektedir.



Şekil 5.5 Birinci Tabakaya Ait Sismik Hız Blok Diyagramı ve Kontur Haritası



Şekil 5.6 İkinci Tabakaya Ait Sismik Hz Blok Diyagramı



Şekil 5.7 Üçüncü Tabakaya Ait Sismik Hz Blok Diyagramı

Rize Pazar Tüneli'nin bulunduğu bölgenin jeolojik yapısının belirlenmesi amacı ile elektrik özdirenç yöntemleri ve sisnik yöntemler kullanılarak jeofizik ölçümler yapılmıştır. Arazi ölçüm ve gözlemleriyle belirlenmiş olan bu durum jeofizik (elektriksel ve sisnik) ölçümler yardımıyla hazırlanan anomalilerle kanıtlanmaktadır. Buna göre özellikle 2. ve 3. katmanlarını içinde ölçülen anomalilerin doğrultuları bu kırık ve çatlaklarla çakışmıştır.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1 Karşılaşılan Sorunlar

Pazar Tüneli güzergahının jeolojisi ve topografyası, Tünel Mühendisliği açısından değerlendirildiğinde; tünel tüplerinin üzerindeki örtü kalınlığının çok az ve genelde ayrıışmış aglomera ile yer yer killi, siltli toprak niteliğinde olduğu anlaşılmaktadır. Tünel üstündeki 1–3.5 metre kalınlığındaki toprak örtüsü kemrlenmeye i nkan tanı mayacak kadar incedir. Tünel seviyeleri ve tabanında karşılaşılan ortam ise çatlaklı ve kırıklı olmakla birlikte, yüksek dayanımlı bazaltik ancak denizaltı erupsiyonuna bağlı akma tabakalaşması ve soğuma çatlakları içeren volkanitler ve aglomeralardır. Akma tabakalaşması K50–55B 16–23 KD yönelimli olup, yer yer derin kırıklar ve yarıklar halinde dik–di ke yakın K10–25B ve K70–85B doğrultulu soğuma çatlakları gelişmiştir. İnceleme sahası deniz kıyısında bulunan ve dalgaların etkisine maruz kalmış bir falez görünümündedir. Tuzlu suyun etkisiyle denize bakan sol tüp üzerindeki kırıklarda ve çatlaklarda birtakı mayışmalar olabilir ve bunun sonucunda gevşeme zonları bulunabilir.

Topografik morfolojik durum

- Sağ tüpün giriş ve çıkışları tünel boyuna oranla uzun ve yüksek yaklaşım yollarını gerektirmektedir.
- Sol tüpün bir bölümü faleze yakın geçen “yağaç tüneli” şeklindedir.
- Tünel üstündeki örtü kalınlığı kemrlenmeye i nkan tanı mayacak kadar incedir.

Çevresel sorunlar ve kısıtlar:

- Tünel güzergahı sahipli ve ekili arazi olup, üzerinden sağlanıltırma, iyileştirme ve kazı çalışmalarına i nkan vermemektedir.

- Sol t p üzerinde temel derinlikleri, türü ve niteliği yeterince bilinmeyen 2 katlı bir bina bulunmaktadır. Yine aynı t p üzerinde boyut, derinlik ve niteliği bilinmeyen bir foseptik çukuru bulunmaktadır.
- Sol tüpün batı ağzı ve falez tarafı denizden gelecek dalga ve tuzlu su etkisine a ktır. Pazar Portal  önünde özel drenaj önlemlerinin alınmasını gerektiren su toplama havzası vardır.

Geoteknik sorunlar:

- Tünel seviyeleri ve tabanında karşılaşılan ortami se atlıkl  ve kırıkl  olma  la birlikte, sondajlardan alınan RQD ve TCR değerleri oldukça düşüktür.
- Tünel kazısı üstünde kalan örtü kayaçlarının mekanik parametreleri, genel de silo basıncının oluşturacağı kesme gerilmelerine ve buna bağlı deformasyonlara karşı koyabilecek düzeyde değildir.
- Mevcut evin altında ve dolayında tümüyle örselenmiş zemin niteliğinde olan ve foseptik kaçaklarıyla beslenen niteliksiz bir ortam ve buna bağlı koşullar mevcuttur.
- Prensi olarak, yük taşıma açısından sorunsuz olan iki t p arasındaki topuk, süreksizlikler nedeniyle gevşeme ve kayma yenilmeleri açısından yer yer risk taşımaktadır.
- Ayrılmış soğuma çatlaklarının bazıları ayrırmış, killi malzeme ve su ile dolu olup birkaç metreye varabilen, yüzeyle bağlantılı yumşak zonlar oluşurmaktadır.

Bu koşullar altında incelenen güzergah, yer yer 3.5 metreye kadar azalan örtü kalınlığı altında açılacak olan tünelin çevresinde gelişebilecek aşırı deformasyonlar ve kırıklar nedeniyle koruyucu zon oluşmayacağından ve buna bağlı olarak, tünelin deformasyon kontrollü olarak açılması hem yüksek maliyetli hem de riskli ve yavaş olacağı için, geoteknik sorunların çok büyük bir bölümü g derilmesini sağlayacak aç-kapa tekniğinin kullanılması uygun olacaktır. Burada tek zorluk istinak sorunları ve bundan ötürü oluşabilecek süre kayıplarıdır (VARDAR, 2002).

6.2 Aç – Kapa Yöntemi

Tünel güzergahı, topografik açıdan incelendiğinde tünel üzerinde kalan maksimum örtü kalınlığının 6 metre, minimum kalınlığının ise 1.5 metre olduğu görülmektedir. Örtü kalınlığının az olması, tünel açımı sonrasında tünel etrafında koruyucu zonun oluşumuna engel olacaktır. Bu durumda tünel üzerinde kemerlenme oluşmaz. Tüpler arasında kalan mesafenin az olması sebebi ile tüneller birbirlerini olumsuz yönde etkileyecektir. Bunlar dikkate alındığında güzergah boyunca sağlanıştırmacı çalışmalarının yapılması zorunlu olmaktadır.

Tünel güzergahı üzerinde ekili arazi ve iki katlı bir yapının yer alması, yapının temelinin ve foseptik çukurunun kesin derinliğinin bilinemesi sebebi ile deformasyon kontrollü kazı yapılmalı, deformasyonlara izin verilmemelidir. Yöre morfolojik açıdan değerlendirildiğinde en üst katmanın toprak olduğu, altında ki birinin ise ayrılmış kayalardan oluştuğu görülmektedir. En altta bulunan bazalt birini de ancak tünel ve tünelin alt kotlarında görülmektedir. Ezilme ve kırık zonlarının bulunması kayaç dayanımın yüksek olmadığı göstermektedir. Sol tüpün batı ağzı ve falez tarafında yarıklar boyunca denizden gelecek dalga ve tuzlu suyunun etkisine açık olması, portal önünde su toplama havzası bulunması nedeniyle arazi ayrışmaya açıktır ve özel drenaj önlemlerinin alınmasını gerektirir. Buda ilave bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çevresel ve topografik koşullar geoteknik bazı problemleri de doğurmaktadır. Tüm bunların bir değerlendirilmesi yapıldığında en uygun tünel açma yönteminin “aç-kapat tünel açma tekniği” olduğu görülmektedir. Aksi halde özel sorunlu tüneller sınıfında değerlendirilmenin yapılması ve tünel açımı sırasında özel önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu durumda da tünel çevresinde ve aynada duraylılığı sağlamak için yapılacak zemin iyileştirme yöntemlerinin de hem yapılacak işlemlerin maliyeti hem de tünel güzergahının sahipli ve ekili arazi olup, üzerinden sağlanıştırmacı, iyileştirme ve kazı çalışmalarına imkan vermesi yüzünden ek maliyetlerinin olması nedeniyle zor bir ihtimal olmaktadır. Rize Pazar Tüneli’nin bu değerlendirmeler sonucunda hazırlanan si mülasyonu Şekil 6.1’de görülmektedir.



Şekil 6.1: Rze Pazar Tüneli'nin öngörülen mimarisini gösteren simülasyon (EMAY 2002)

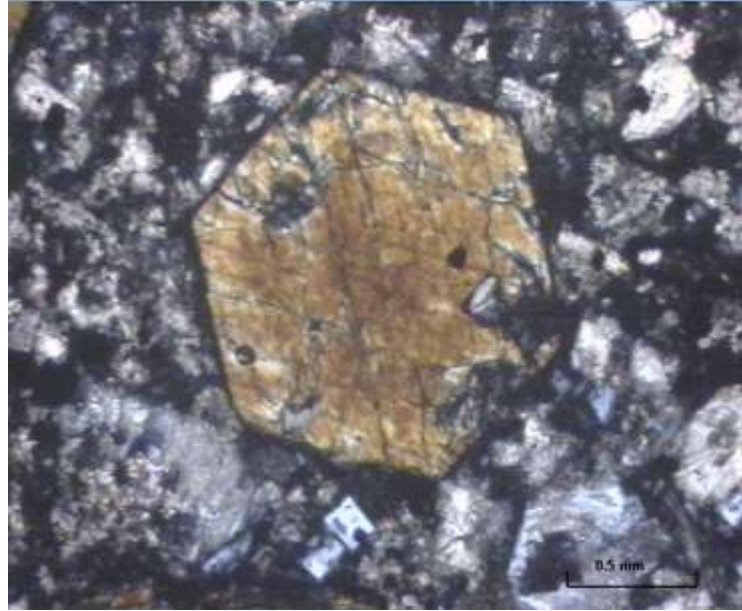
Örtü kalınlığının 10 metreden daha az olduğu durumlarda yeraltı yapıları “aç – kapa” metoduyla açılması daha risksizdir. Bu metotta yeraltı boşluğu, yanlar betonarme kazık veya beton duvar perdesi ile desteklendikten sonra, yüzeyden hendek şeklinde kazılarak açılır. Bu arada zeminin özelliği ve YSS durumuna göre gerekiyorsa YSS düşürülür veya su, derin kuyulara drene edilir. Tavanın kaplamasından sonra kazılan kısım tekrar doldurularak eski haline getirilir. Normal tünel açımına göre daha ucuzdur ve uygulanması da daha kolaydır. Burada tek zorluk istilik sorunları ve bundan ötürü olabilecek süre kayıplarıdır.

KAYNAKLAR

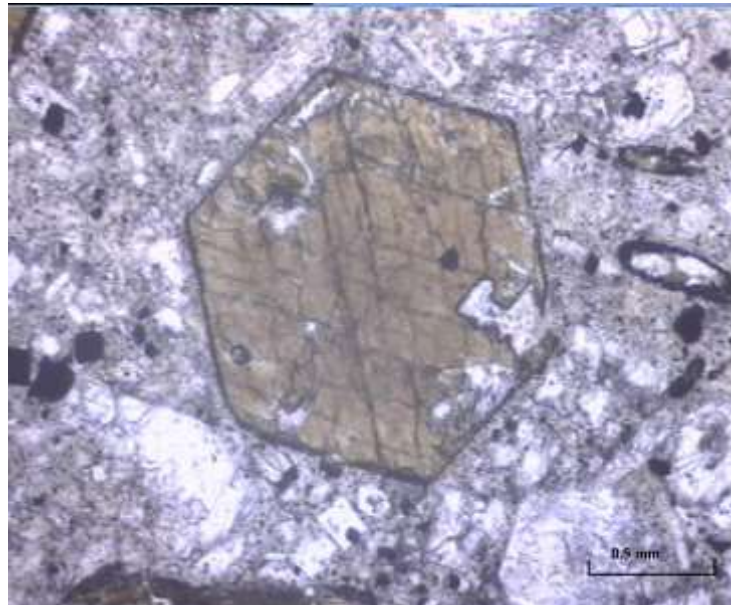
1. ALTUN Y, (1977), Çayeli – Madenköy bakır-çinko (Cu – Zn) yatağın jeolojisi ve ilişkin sorunlar, MTA Rap., no 89, Ankara.
2. BEKTAŞ, O, PELİN S, KORKMAZ, S, (1984), Doğu Pontid yay-gerisi havzasında manto yükselişi ve polijenetik ofiyolit oluşuşu, Ketin Sempozyumu, s.175-188, Trabzon.
3. BARUTÇU H, VARDAR M, BAYRAKDAR, H, (2002), Çayeli Tunnel Project in Eastern Blacksea Region, International Conference Workshop and Exhibition on Tunnelling and Underground Space Use, İ. T. Ü Süleyman Demirel Cultural Center, s.313-321, İstanbul.
4. ÇOĞULU E, (1970), Gümüşhane ve Rize bölgelerinde petrolojik araştırmalar, İ. T. Ü Matbaası, s.1-6, İstanbul.
5. ERGUVANLI, K, (1951), Trabzon- Gümüşhane arasındaki jeolojisi ne ait rapor, MTA Arşivi, Ankara.
6. GATTİNGER, T E, (1962), 1/500000 ölçekli Türkiye Jeolojisi Haritası Trabzon paftası açıklaması; MTA yayını, Ankara
7. GEDİKOĞLU A, (1984), Doğu Pontidler’de cevherleşme tiplerinin jeolojik ortamın enviri ile danilişisi, Ketin Sempozyumu, s.131, Trabzon.
8. KARPUZ, H, (1992), Rize, Kültür Bakanlığı Yay., no 1406, Ankara.
9. KOPRİMCA D, (1976), Hopa- Arhavi Bölgesinin jeolojisi, yapısal özellikleri ile sülfür ve manganez zuhurları, MTA Rap., no 87, Ankara.
10. KORKMAZ, S, GEDİK, A, (1988), Rize - Fındıklı - Çamlıhemşin arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrolojisi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, s. 32-33, 5-15, Ankara.
11. İSKENDERÖĞLU A, (2001), Yusufeli – Arhavi (Artvin) jeotransversindeki granitoid ve cevherleşmelerin jenezisi, Doktora Tezi, İ. T. Ü, F. B E
12. MAHMUTOĞLU Y, VARDAR M, (2003), Effects of inelastic volume increase on fractured rock behaviour, Bulletin Eng. Geol. Env., number 62, page number 117-121.
13. MAHMUTOĞLU Y, VARDAR M, BOZKURTOĞLU E, (2002), Termal etkiyle oluşturulan mikro – çatlakların kaya dayanımı üzerindeki etkileri, KAYAMEKANİ Gİ 2002 – M. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, s.75-82, Konya.

14. ÖZSAYAR, T., PELİN S., GEDİ KOĞLU A, (1981), Doğu Pontidler’de Kretase, K. T. Ü. Yerbilimleri dergisi, cilt 1, sayı 2, s. 65-114, Trabzon.
15. Rize İl Özel İdaresi ve İstanbul Rize Kültür ve Sosyal Yardımlaşma Vakfı Başkanlığı, (1998), Cumhuriyetimizin 75. yılında Rize, Başbakanlık Basınevi, Ankara.
16. SCHULTZ- WESTRUM H H, (1958), Giresun vilayeti Espiye sahasının jeolojik ve yatakbilimi bakımından etüdü, M.T.A. Rap., 3090 (yayınlanmamış), Ankara.
17. ŞENGÖR, A M C ve YILMAZ, Y, (1983), Türkiye’de Tetis’in evrimi levha tectoniği açısından bir yaklaşım Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi, no. 1, Ankara.
18. TOKEL, S, (1977), Doğu Karadeniz Bölgesinde Eosen yaşlı kalker – alkalen andezitler ve jeotectonizma, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 20, s. 49-54, Trabzon.
19. VARDAR, M, (1986), Kayaç Anizotropisinin Tünel Tasarımındaki Yeri, Tünellerin Projelendirilmesi ve İnşası semineri, cilt –I, Adana.
20. VARDAR, M, (1994), Metro Tünellerinde Duraylılığın Korunması ve Sağlanıştırma – Destekleme – İyileştirme, Ulaşımda Yeraltı Kazıları I. Sempozyumu, s. 41-50, İstanbul.
21. VARDAR, M, KOÇAK, C, KARAOĞLAN H ve BAYRAKDAR H, (2002), Tunnel Construction on the Express Road Project in the Eastern Black Sea Region, Fel dsbau Journal for Engineering Geology, Geomechanics and Tunnelling number 4/2002, page number 34-39.
22. VARDAR, M, (2002), Pazar Tüneli Güzergahının Tünel Mühendisliği açısından yorumu ve değerlendirmesi, Internal Report for Genaral Directorate of Highways (KGM) and EMAY Project Company.
23. YALÇINALP B (1995), Doğu Pontidler’de porfiri Cu – Mo mineralleşmeleri içeren granitoyitlerin jeokimyasal özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, cilt 38, sayı 1, 25-32, Trabzon.
24. YAVUZ, F, (1992), Doğu Karadeniz metalojenik provensinde Balçılı (Artvin) ve Güzelayla (Trabzon) Bakır – Molibden oluşumlarının genetik etüdü, Doktora Tezi, İ. T. Ü., s. 35-39, 45-46.
25. YILMAZ, B, (1983), Doğu Karadeniz Bölgesinde Cu–Pb–Zn cevherleşmelerinin uzay görüntülerinden saptanan çeşitli yapılar ile ilişkisi, M.T.A. Enstitüsü Dergisi, sayı 99/100, Ankara.

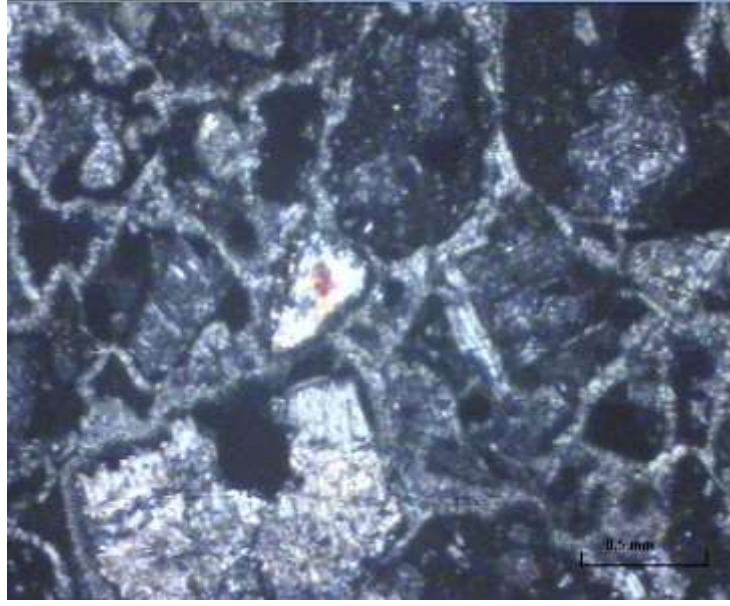
EK - A



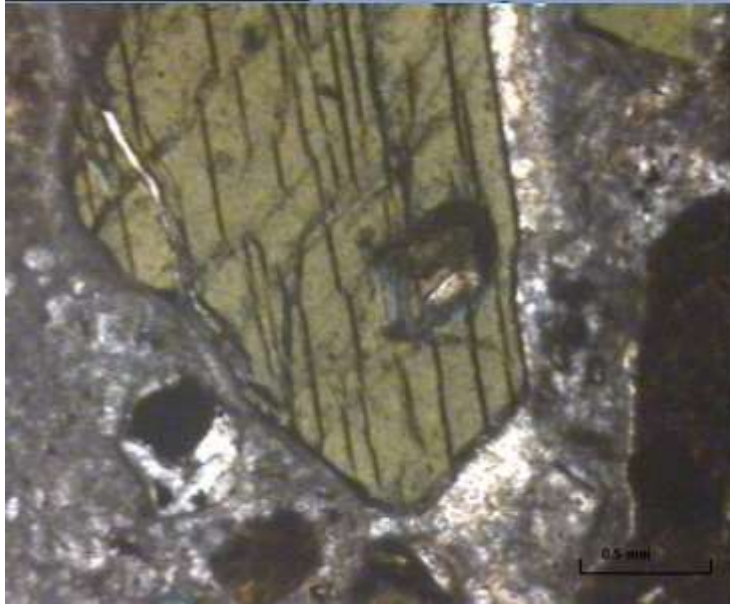
Şekil A 1: PGT Gr. 1 den Alınmış Örneğin İnce Kesit Fotoğrafı 6.3x10 Büyütme ile Çift Nkolde Çekilmiştir. (001) Yüzüne (Uzantıya) Dik Kesitte Baklava Döşeli Monoklinik Anfi bol.



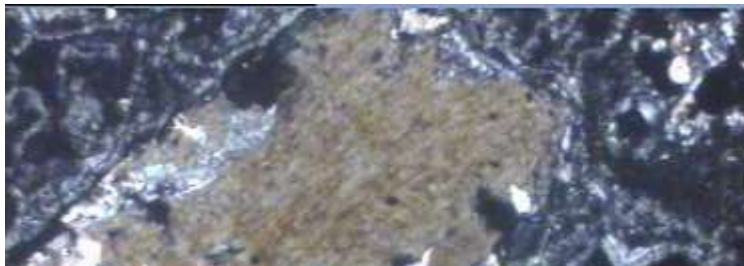
Şekil A 2: PGT Gr. 1 den Alınmış Aynı Örneğin İnce Kesit Fotoğrafı 6.3x10 Büyütme ile Çift Nkolde Çekilmiştir. (001) Yüzüne (Uzantıya) Dik Kesitte Baklava Döşeli Monoklinik Anfi bol.



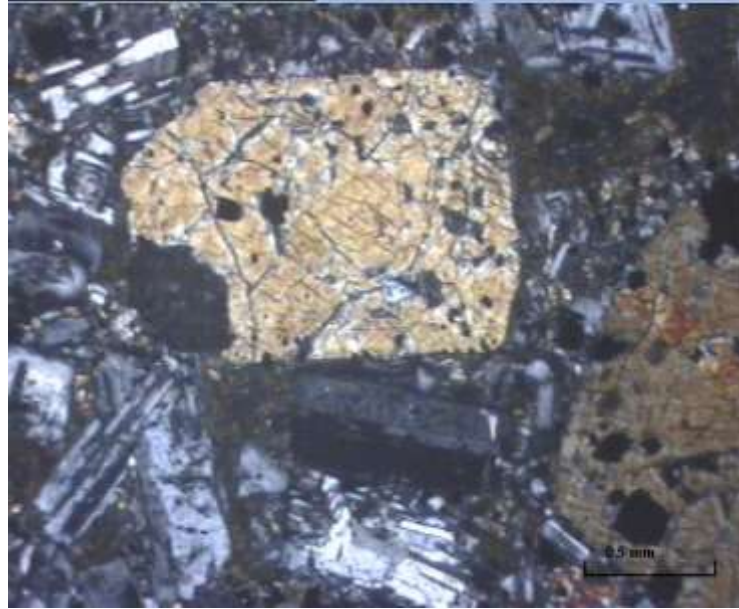
Şekil A 3: 6.3x10 Büyütme olarak Çift Nkolde Çekilmiş, PGT. Gr. SK3-4 den Alınmış Çok Altıre Denizaltı Bazaltı. Volkanik Ca₂SiH₂O İçerisinde Mikro Çekirdekli İkincil Çukurluklar İzlenmektedir.



Şekil A 4: 6.3x10 Büyütme olarak Çift Nkolde Çekilmiş, Yeşil Baklava Dini nleri Çan Adı Hırnblent



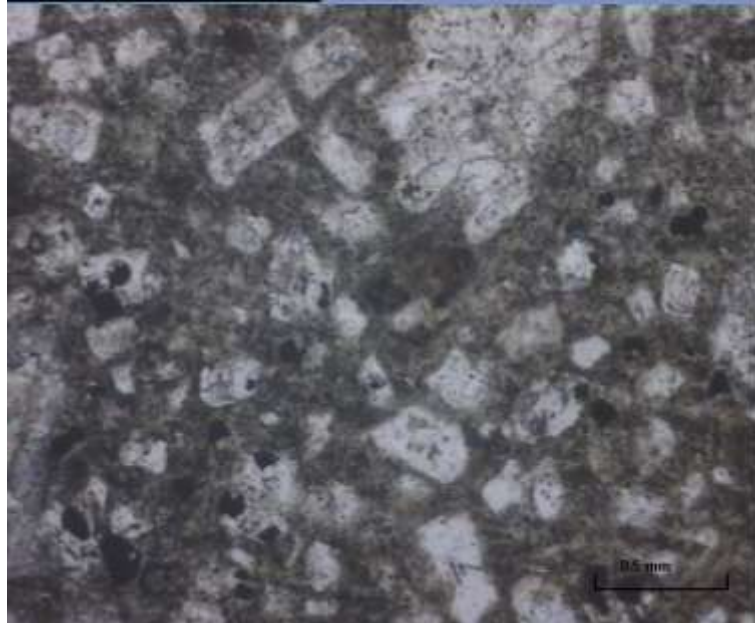
Şekil A 5: 6.3x10 Büyütme ile Oarak Çift Nkolde Çekil miş, PGT. Gr. SK3-4 'den Alınmış Çok Altıre Denizaltı Bazaltı, Odukça Kırılanmış Piroksen ve Plajiolklaslar İçer mektedir.



Şekil A 6: 6.3x10 Büyütme ile Oarak Çift Nkolde Çekil miş, PGT. Gr. 6 'dan Alınmış Altıre O muş, Mikrolitik Porfiri Dokulu Mike mmel İki Yönde Dlini nli Piroksen, Bazık Plajiolklas ve Byotit İçerikli Bazalt.

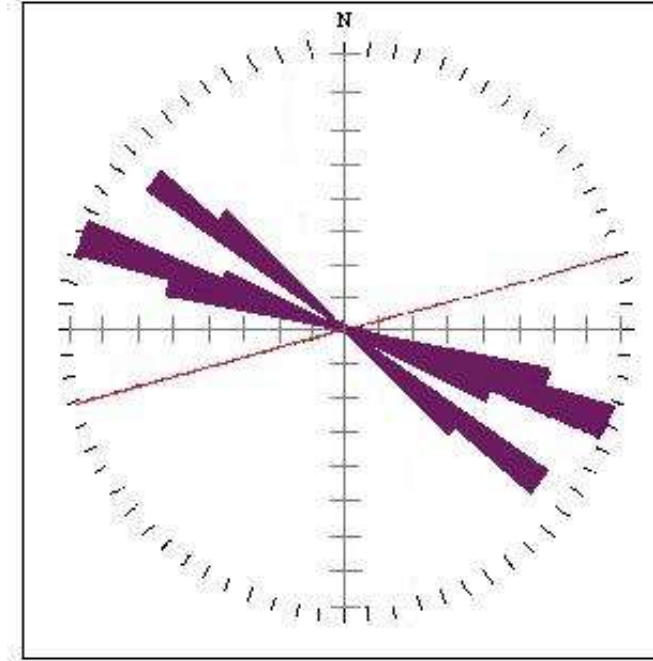


Şekil A 7: 6.3x10 Büyütme ile Oarak Çıft Nkolde Çekil miş, PGT. Gr. 6'dan Alınmış Altere Olmuş, Mikrolitik Porfiri Dokulu Hroksen, Bazik Hagioklas ve Hyotit İçerikli Bazalt.

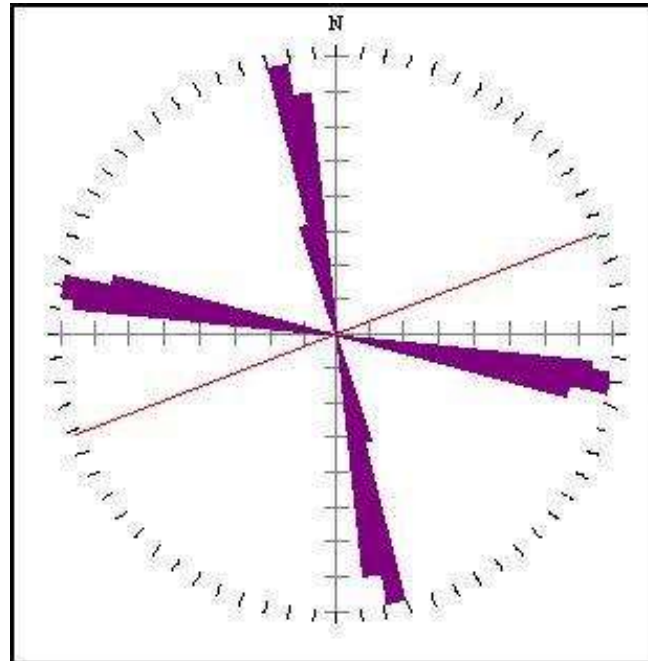


Şekil A 8: 6.3x10 Büyütme ile Oarak Çıft Nkolde Çekil miş, Tuf Matiksli Porfirik Dokulu Aglomera

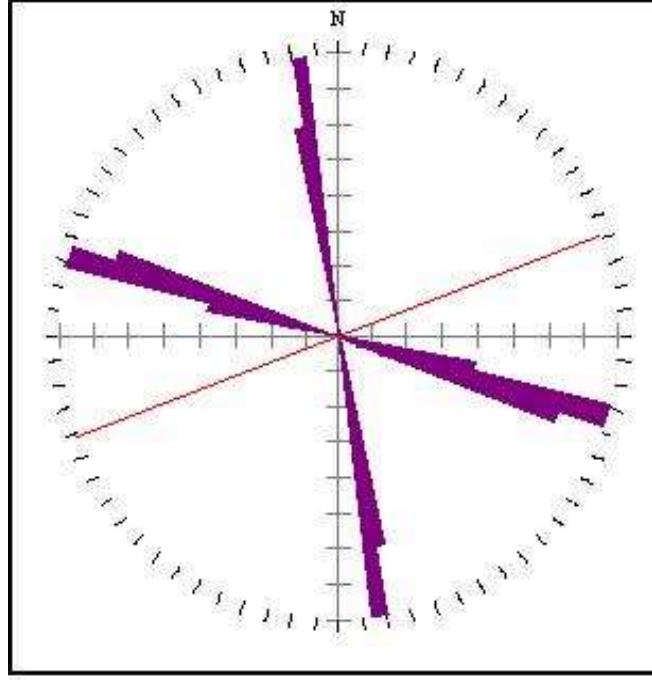
EK – B



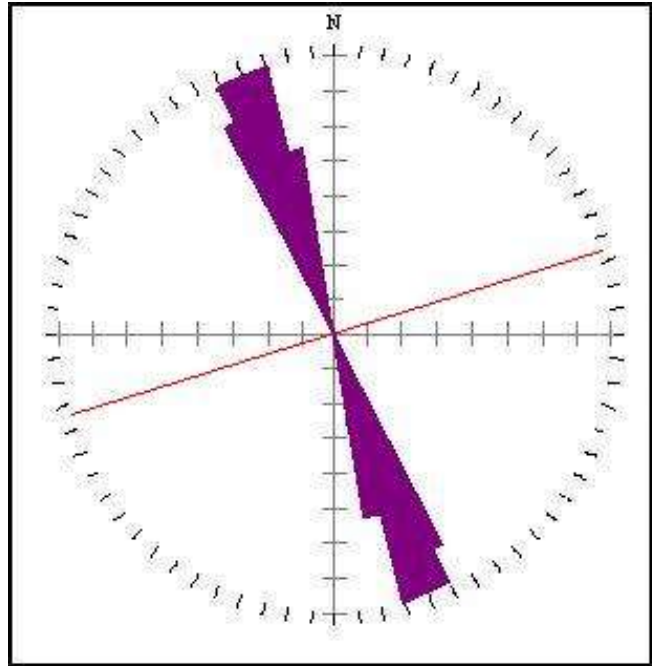
Şekil B 1: Pazar Tüneli Sağ Tüp Grişi Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönelimleri



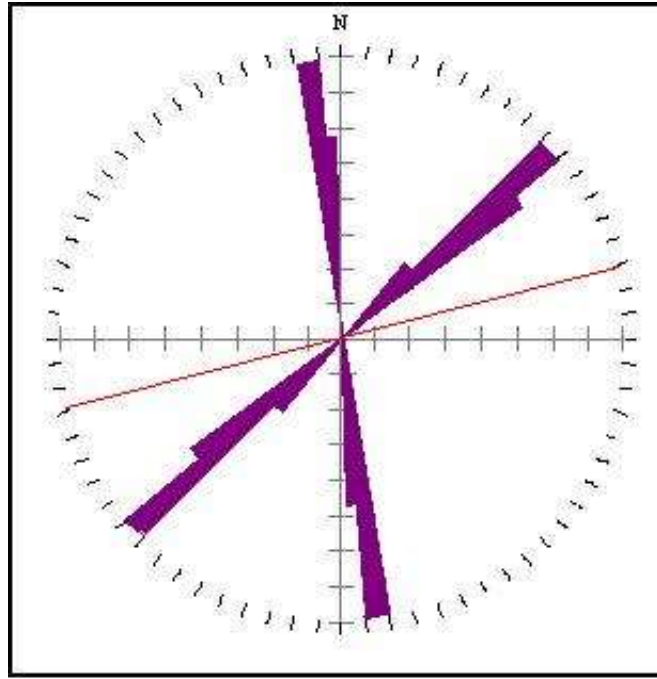
Şekil B 2: Pazar Tüneli Sol Tüp Grişi Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönelimleri



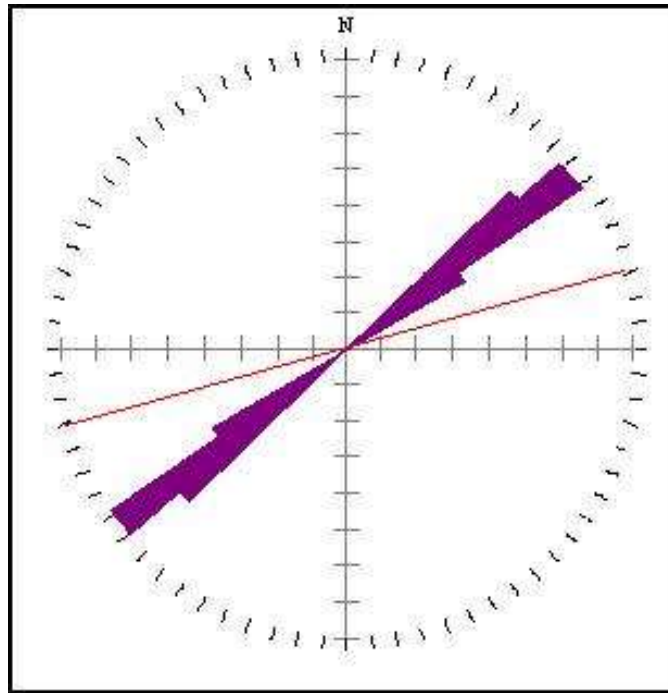
Şekil B 3: Pazar Tüneli Güzergahı'nın Km 163+260 – 163+300 Arasındaki Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönelimleri



Şekil B 4: Pazar Tüneli Güzergahı'nın Km 163+300 – 163+330 Arasındaki Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönelimleri



Şekil B 5: Pazar Tüneli Sol Tüp Çıkışı Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönleri



Şekil B 6: Pazar Tüneli Sağ Tüp Çıkışı Tabaka ve Çatlak Doğrultu Yönleri

Tablo C.1: Kayaçların Fiziksel Deney Sonuçları

Grup Adı	Örnek No	Örnek Ağırlığı (gr)		Kuru Hri m Haci m Ağırlığı (gr/ c m)	Doygun Hri m Haci m Ağırlığı (gr/ c m)	Ort. Hri m Haci m Ağırlığı (gr/ c m)	Su Emme (%)		Ort. Su Emme (%)		Porozite (%)	Ort. Porozite (%)
		Deney Öncesi	Deney Sonrası				Ağırlıkça	Haci nce	Ağırlıkça	Haci m		
PGT. G. 1	1	41.43	43.75	1.78	1.88	2.04	5.6	9.9	7.5	14.4	0.1	0.14
PGT. G. 1	2	20.84	22.66	2.02	2.19		8.73	17.6			0.17	
PGT. G. 1	3	31.47	34.10	1.91	2.07		8.35	15.9			0.16	
PGT. G. 2	1	29.91	33.15	1.93	2.14	2.13	10.8	20.8	10.6	20.5	0.21	0.2
PGT. G. 2	2	22.75	25.30	1.94	2.16		11.1	21.5			0.21	
PGT. G. 2	3	35.94	39.58	1.91	2.11		10.1	19.2			0.19	
PGT. G. 3	1	39.69	41.54	2.07	2.17	2.1	10.5	21.7	8.8	17.4	0.09	0.135
PGT. G. 3	2	43.67	47.08	1.9	2.05		7.8	14.8			0.15	
PGT. G. 3	3	37.25	40.33	1.91	2.07		8.26	15.7			0.16	
PGT. G. 4	1	11.19	12.29	2.06	2.26	2.08	9.7	20.1	7.8	15	0.2	0.15
PGT. G. 4	2	24.19	25.89	1.86	2		7.02	13.05			0.13	
PGT. G. 4	3	17.05	18.21	1.87	2		6.8	11.3			0.12	
PGT. G. 5	1	30.91	33.01	1.82	1.94	1.92	6.79	12.3	6.3	11.3	0.12	0.11

PGT. G. 5	2	28.59	30.15	1.78	1.87		5.45	9.7			0.097	
PGT. G. 5	3	47.99	51.19	1.83	1.96		6.66	12.1			0.12	
PGT. G. 6	1	57.75	59.54	1.65	1.7	1.67	3	4.95	2.72	4.4	0.05	0.04
PGT. G. 6	2	36.35	37.3	1.61	1.65		2.6	4.18			0.04	
PGT. G. 6	3	43.17	44.28	1.63	1.67		2.57	4.18			0.04	
PGT. G. SK1-1	1	53.49	57.04	1.85	1.97	1.92	6.6	12.2	6.1	17.8	0.12	0.11
PGT. G. SK1-1	2	6.46	6.76	1.74	1.82		4.6	8			0.08	
PGT. G. SK1-1	3	6.35	6.81	1.84	1.98		7.2	13.24			0.13	
PGT. G. SK1-2	1	44.75	45.7	1.7	1.73	2.02	2.2	3.74	5.2	10.4	0.04	0.1
PGT. G. SK1-2	2	12.26	13.16	2.24	2.4		7.3	16.3			0.16	
PGT. G. SK1-2	3	6.59	7.0	1.83	1.95		6.2	11.3			0.11	
PGT. G. SK2-1	1	22.35	23.17	1.77	1.83	1.83	3.66	6.47	3.6	6.5	0.06	0.06
PGT. G. SK2-1	2	31.95	33.35	1.77	1.85		4.3	7.6			0.07	
PGT. G. SK2-1	3	170.17	175.46	1.77	1.82		3.1	5.48			0.05	
PGT. G. SK2-2	1	77.62	81.77	1.84	1.93	1.97	5.3	9.75	6.37	11.8	0.1	0.12
PGT. G. SK2-2	2	20.54	22.07	1.88	2.02		7.44	13.98			0.14	
PGT. G. SK2-3	1	27.66	30.38	1.86	2.04	2.04	9.8	18.22	9.96	18.53	0.18	0.18

PGT. G. SK2-3	2	11.33	12.43	1.84	2.02		9.7	17.84			0.18	
PGT. G. SK2-3	3	11.53	12.74	1.88	2.07		10.4	19.55			0.2	
PGT. G. SK3-1	1	74.09	77.47	1.78	1.86	1.96	4.56	8.1	6.43	11.94	0.08	0.12
PGT. G. SK3-1	2	24.43	26.46	1.9	2.06		8.3	15.7			0.16	
PGT. G. SK3-2	1	73.05	79.57	1.94	2.11	2.1	8.9	17.26	8.88	17.1	0.17	0.17
PGT. G. SK3-2	2	103.84	113.05	1.93	2.10		8.86	17.09			0.17	
PGT. G. SK3-3	1	52.91	55.67	1.77	1.86	1.9	5.2	9.2	5.45	9.84	0.09	0.1
PGT. G. SK3-3	2	63.30	67.09	1.84	1.95		5.7	10.48			0.11	
PGT. G. SK3-4	1	15.38	16.04	1.77	1.85	1.84	4.3	7.6	4.11	7.2	0.07	0.07
PGT. G. SK3-4	2	19.71	20.59	1.79	1.87		4.46	7.98			0.08	
PGT. G. SK3-4	3	38.0	39.36	1.74	1.81		3.57	6.2			0.06	

Tablo C.2: Sondaj Karotlarının ve Alınan Yüzey Örneklerinin Alındığı Yer, Karotların Boy ve Çapları ile Üzerlerinde Uygulanan Deneyler

Örnek Grup Adı	Kayaç Örneğinin Türü	Örneğin Alındığı Yer	Deneye Hazırlanmış Örnek Boyu	Deneye Hazırlanmış Örnek Çapı	Uygulanan Deney Adı
PGT. Gr. SK1-1	Açık renkli, tane/ matrix oranı yüksek, biyotit ve plajiolas içerikli, içerisinde az oranda kuvars barındıran aglomera	SK1 (9-12m), 10,2 metreden	7.55	5.03	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK1-2	Açık renkli, tane/ matrix oranı yüksek, taneleri belirgin, max tane boyu 5-6cm olan, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	SK1 (15-19), 18,5 metreden	7.6	5.31	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK2-1	Tane/ matrix oranı düşük, max tane boyu 1cm olan, bol biyotit içerikli aglomera	SK2 (12-15m), 12 metreden	10.31	5.42	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK2-1	Tane/ matrix oranı düşük, max tane boyu 1cm olan, bol biyotit içerikli aglomera	SK2 (12-15m), 12 metreden	3.25	5.3	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. SK2-2	Belirgin taneli, max tane boyu 3-4cm olan plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	SK2 (15-18m), 15,2 metreden	8.92	5.42	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK2-2	Belirgin taneli, max tane boyu 3-4cm olan plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	SK2 (15-18m), 15,2 metreden	2.11	5.4	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. SK2-3	Tane/ matrix oranı yüksek, max tane boyu 6-7cm olan, bol biyotit içerikli aglomera	SK2 (19-22m), 20 metreden	10.3	5.42	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK2-3	Tane/ matrix oranı yüksek, max tane boyu 6-7cm olan, bol biyotit içerikli aglomera	SK2 (19-22m), 20 metreden	10.36	5.42	Uç Eksenli Basınç Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK2-3	Tane/ matrix oranı yüksek, max tane boyu 6-7cm olan, bol biyotit içerikli aglomera	SK2 (19-22m), 20 metreden	2.13	5.45	Nokta Yük Deneyi

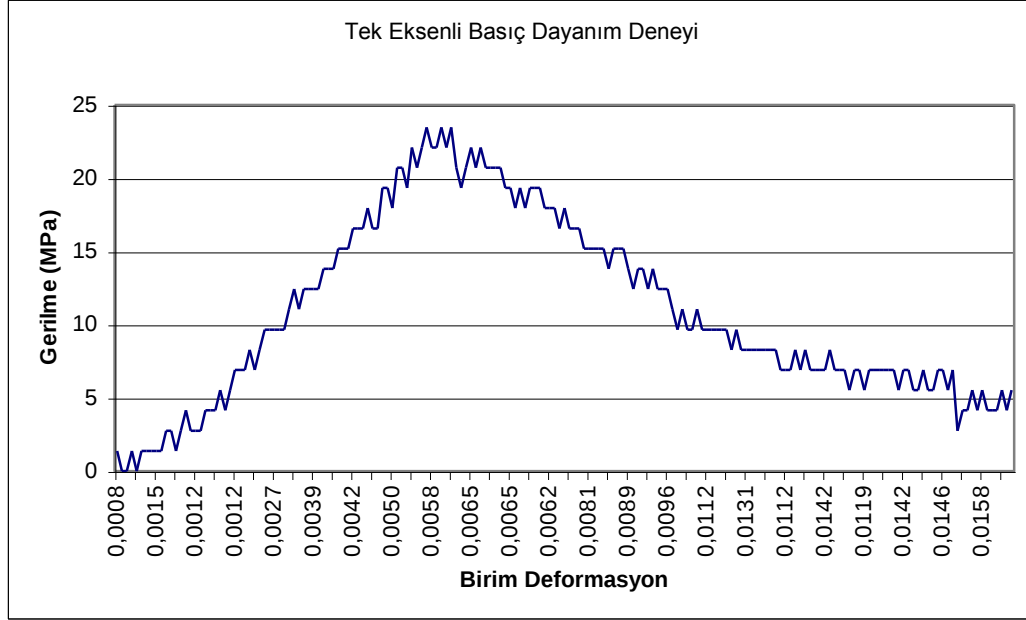
PGT. Gr. SK3-1	Max tane boyutu 3cm olan biyotit ve plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (9-12m), 9,5 metreden	6.15	4.92	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK3-1	Max tane boyutu 3cm olan biyotit ve plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (9-12m), 9,5 metreden	10.3	5.00	Uç Eksenli Basınç Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK3-2	İri biyotit mineralleri ve koyu renk mineraller barındıran aglomera	SK3 (12-15m), 13,5 metreden	8.50	5.1	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK3-2	İri biyotit mineralleri ve koyu renk mineraller barındıran aglomera	SK3 (12-15m), 13,5 metreden	10.38	5.1	Uç Eksenli Basınç Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK3-3	Max tane boyutu 4-5cm belirgin biyotit içeri k l i aglomera	SK3 (12-15m), 15,2 metreden	10.35	5.1	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK3-3	Max tane boyutu 4-5cm belirgin biyotit içeri k l i aglomera	SK3 (12-15m), 15,2 metreden	10.34	5.1	Uç Eksenli Basınç Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK3-4	Siyah renkli, bol biyotit ve baz i k plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (22-25m), 22,5 metreden	9.95	5.1	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK3-4	Siyah renkli, bol biyotit ve baz i k plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (22-25m), 22,5 metreden	8.60	5.1	Uç Eksenli Basınç Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK3-4	Siyah renkli, bol biyotit ve baz i k plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (22-25m), 22,5 metreden	7.22	5.1	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. SK3-4	Siyah renkli, bol biyotit ve baz i k plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (22-25m), 22,5 metreden	10.3	5.0	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. Gr. SK3-4	Siyah renkli, bol biyotit ve baz i k plajiolit içeri k l i aglomera	SK3 (22-25m), 22,5 metreden	1.95	5.1	Nokta Yük Deneyi

PGT. Gr. 1	Açık renkli, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+225 (Sağ portal, eksenden 7m Kuzey)	6.22	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. 1	Açık renkli, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+225 (Sağ portal, eksenden 7m Kuzey)	6.34	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. 1	Açık renkli, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+225 (Sağ portal, eksenden 7m Kuzey)	3.13	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. 1	Açık renkli, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+225 (Sağ portal, eksenden 7m Kuzey)	3.43	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. 1	Açık renkli, plajiolas, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+225 (Sağ portal, eksenden 7m Kuzey)	6.22	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. Gr. 2	İnce kristalli, matrix oranı yüksek, koyu renkli, bazik plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+215 (Sağ portal, eksenden 5m Kuzey)	6.20	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. 2	İnce kristalli, matrix oranı yüksek, koyu renkli, bazik plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+215 (Sağ portal, eksenden 5m Kuzey)	6.30	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. Gr. 2	İnce kristalli, matrix oranı yüksek, koyu renkli, bazik plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+215 (Sağ portal, eksenden 5m Kuzey)	3.34	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. 2	İnce kristalli, matrix oranı yüksek, koyu renkli, bazik plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+215 (Sağ portal, eksenden 5m Kuzey)	3.45	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. Gr. 2	İnce kristalli, matrix oranı yüksek, koyu renkli, bazik plajiolas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+215 (Sağ portal, eksenden 5m Kuzey)	6.23	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. Gr. 3	Açık renkli, belirgin taneli, biyotit, plajiolas içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+247 (Sol portal, eksenden 5m Güney)	6.30	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi

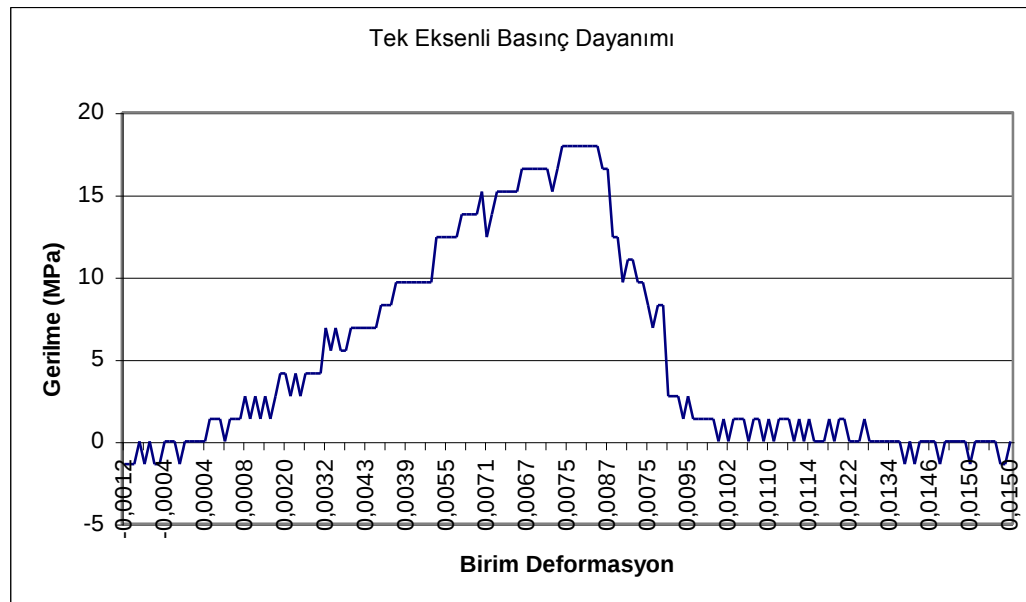
PGT. G. 3	Açık renkli, belirgin taneli, biyotit, plajioklas içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+247 (Sol portal, eksenden 5m Güney)	6.40	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 3	Açık renkli, belirgin taneli, biyotit, plajioklas içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+247 (Sol portal, eksenden 5m Güney)	2.99	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 3	Açık renkli, belirgin taneli, biyotit, plajioklas içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+247 (Sol portal, eksenden 5m Güney)	2.72	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 3	Açık renkli, belirgin taneli, biyotit, plajioklas içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+247 (Sol portal, eksenden 5m Güney)	6.36	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. G. 4	Koyu renkli, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+207 (Sağ portal, eksenden 2m Güney)	6.27	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 4	Koyu renkli, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+207 (Sağ portal, eksenden 2m Güney)	6.30	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 4	Koyu renkli, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+207 (Sağ portal, eksenden 2m Güney)	3.8	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 4	Koyu renkli, biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+207 (Sağ portal, eksenden 2m Güney)	6.33	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. G. 5	Açık renkli tane/ matrix oranı yüksek plajioklas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+257 (Sol portal, eksenden 2m Kuzey)	6.28	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 5	Açık renkli tane/ matrix oranı yüksek plajioklas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+257 (Sol portal, eksenden 2m Kuzey)	6.16	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 5	Açık renkli tane/ matrix oranı yüksek plajioklas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+257 (Sol portal, eksenden 2m Kuzey)	2.42	3	Nokta Yük Deneyi

PGT. G. 5	Açık renkli tane/ matrix oranı yüksek plajı oklas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+257 (Sol portal, eksenden 2m Kuzey)	3.55	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 5	Açık renkli tane/ matrix oranı yüksek plajı oklas ve biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+257 (Sol portal, eksenden 2m Kuzey)	5.57	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi
PGT. G. 6	Koyu renkli, matrix oranı fazla, bol biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+210 (Sağ portal eksen)	6.35	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 6	Koyu renkli, matrix oranı fazla, bol biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+210 (Sağ portal eksen)	6.43	3	Tek Eksenli Basınç Deneyi
PGT. G. 6	Koyu renkli, matrix oranı fazla, bol biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+210 (Sağ portal eksen)	3.24	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 6	Koyu renkli, matrix oranı fazla, bol biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+210 (Sağ portal eksen)	3.13	3	Nokta Yük Deneyi
PGT. G. 6	Koyu renkli, matrix oranı fazla, bol biyotit içerikli aglomera	(Yüzey örneği), KM163+210 (Sağ portal eksen)	6.4	3	İndirekt Çekme Direnci Deneyi

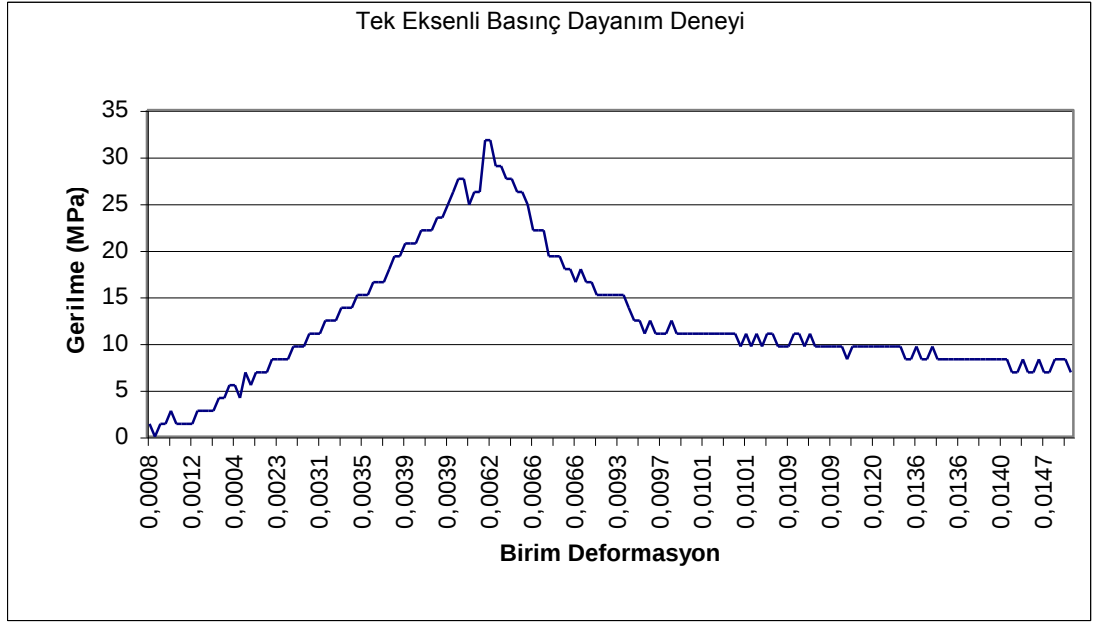
EK – D



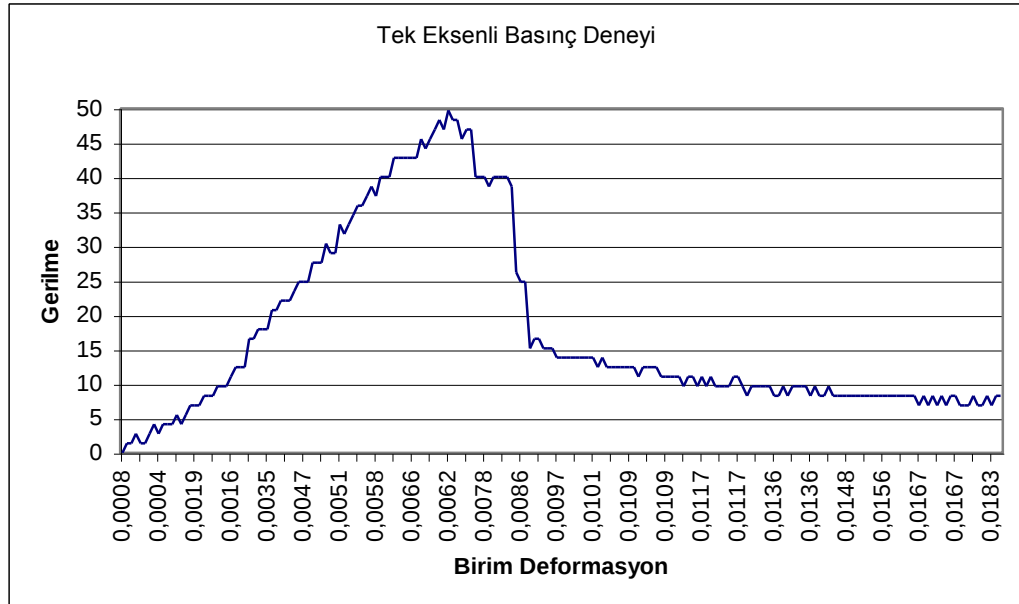
Şekil. D1: PGT. Gr. 1 Örneğinin Tek Eksenli Basıncı Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



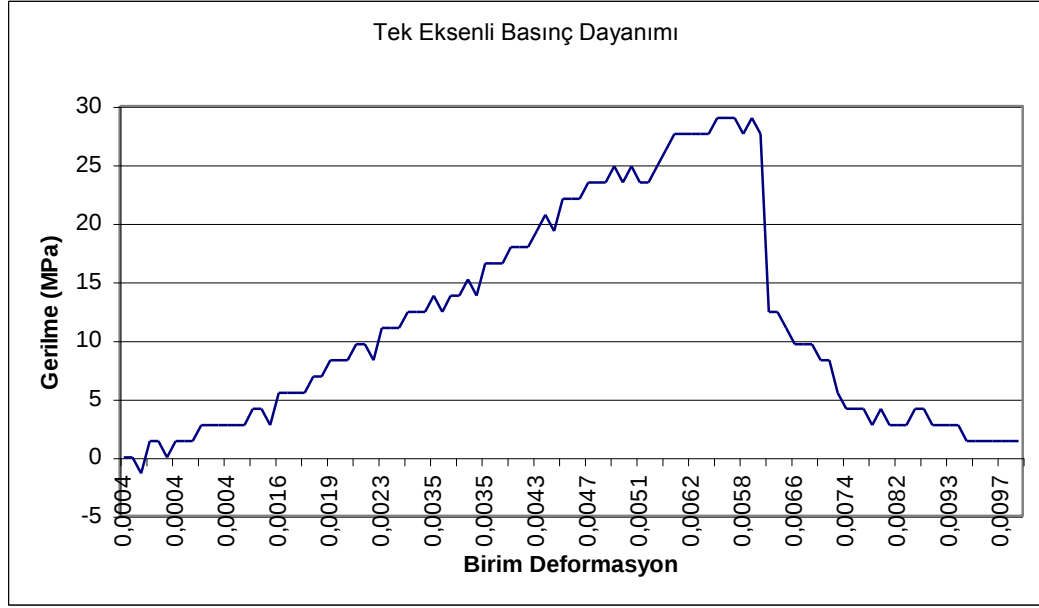
Şekil. D2: PGT. Gr. 2 Örneğinin Tek Eksenli Basıncı Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



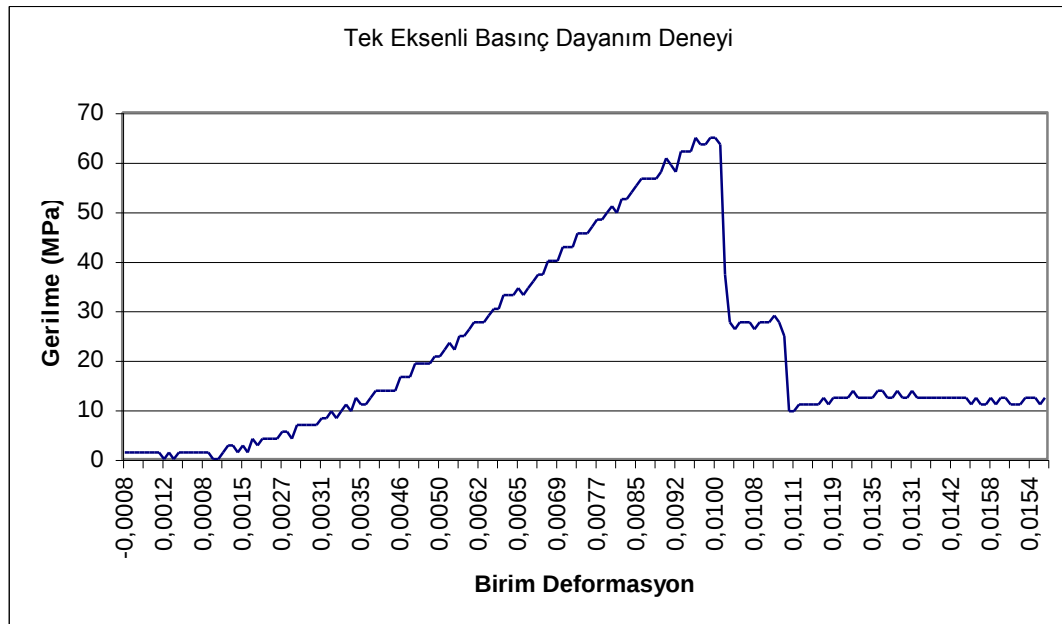
Şekil. D3: PGT. Gr.3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



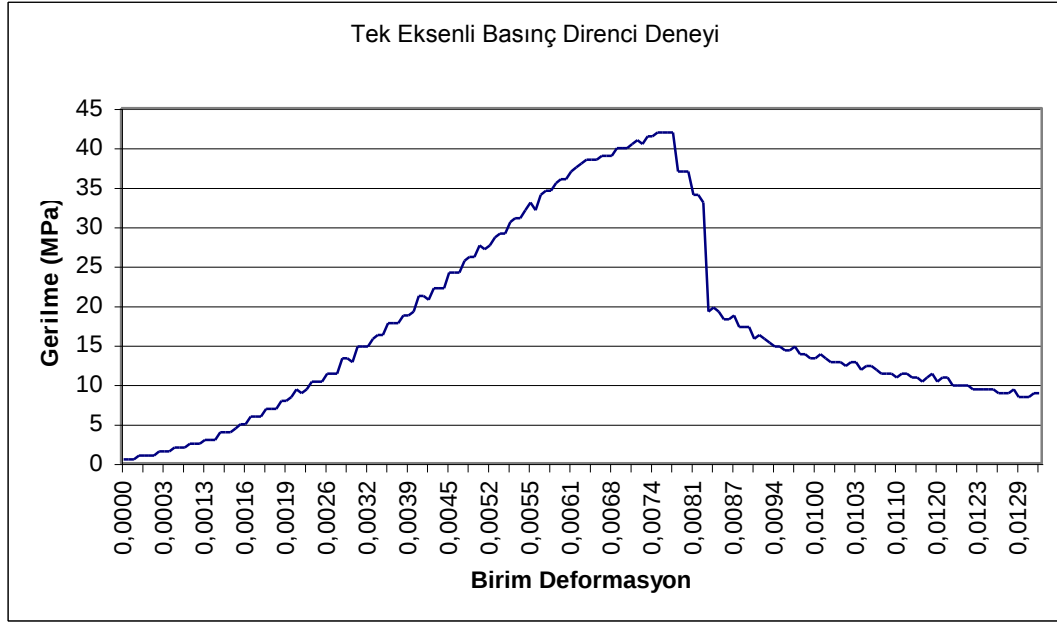
Şekil. D4: PGT. Gr.4 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



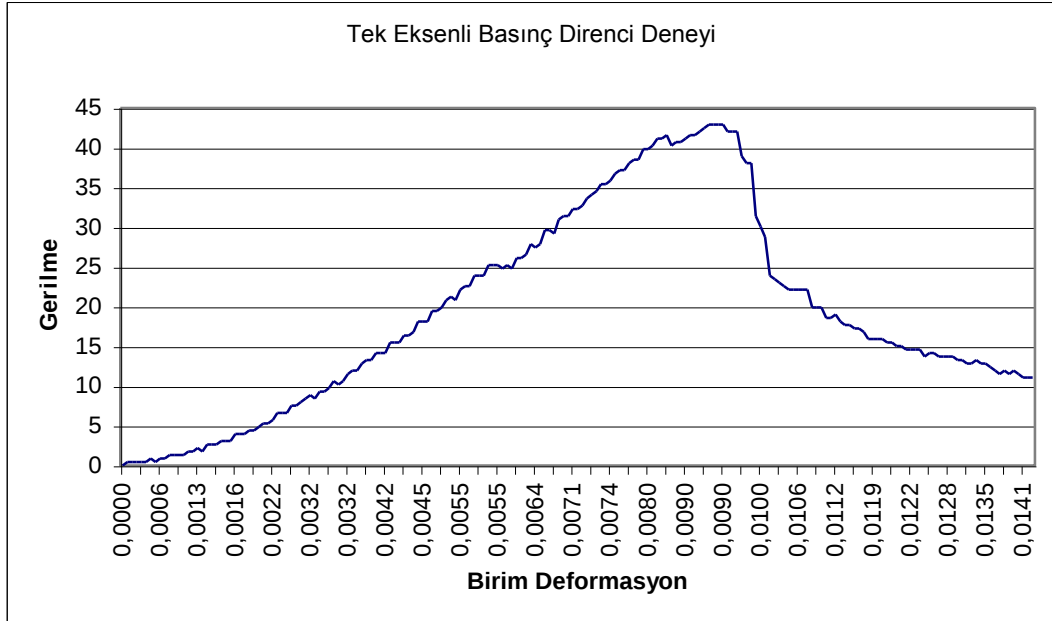
Şekil. D5: PGT. Gr. 5 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



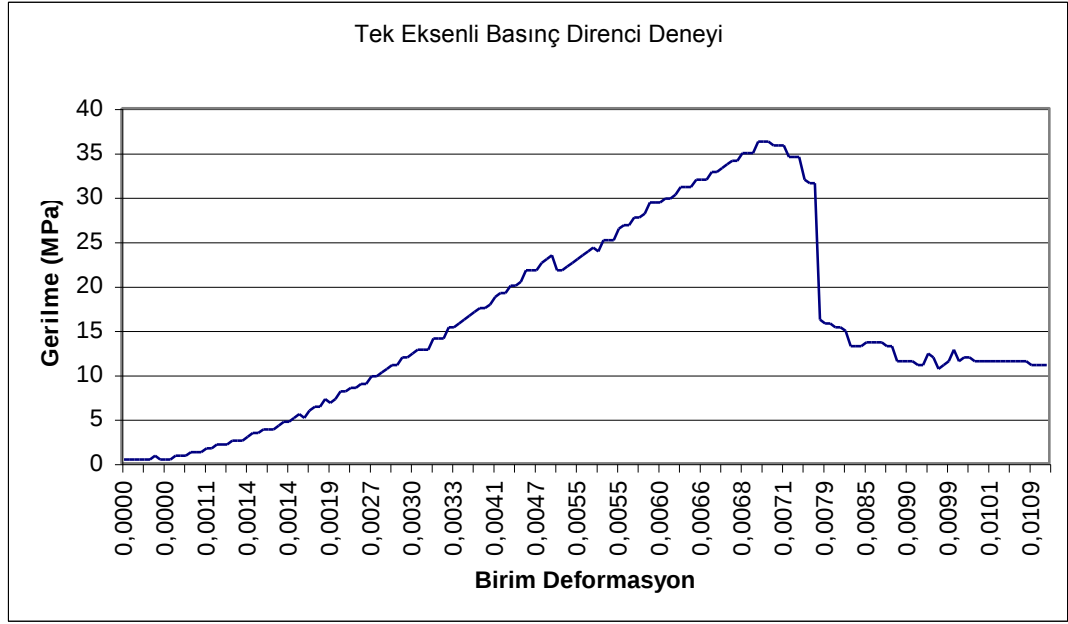
Şekil. D6: PGT. Gr. 6 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



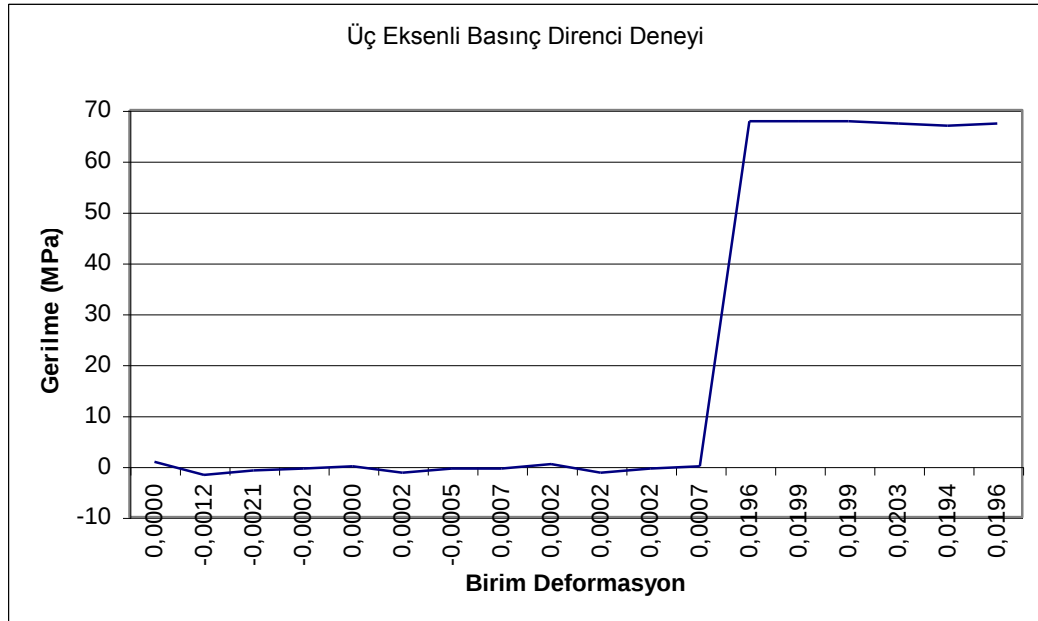
Şekil. D7: PGT. G. SKI-1 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



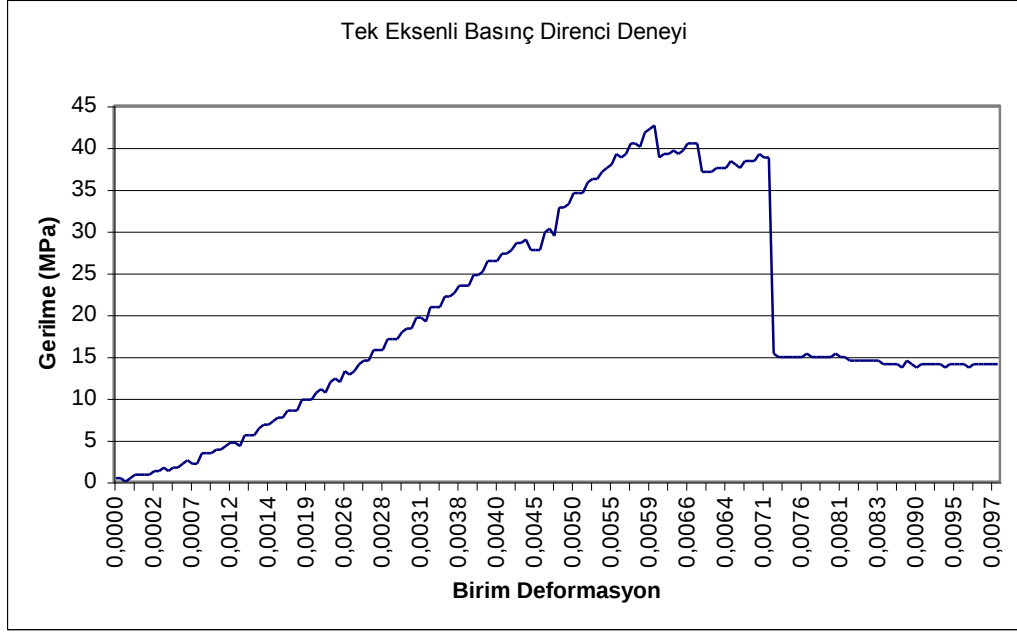
Şekil. D8: PGT. G. SKI-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



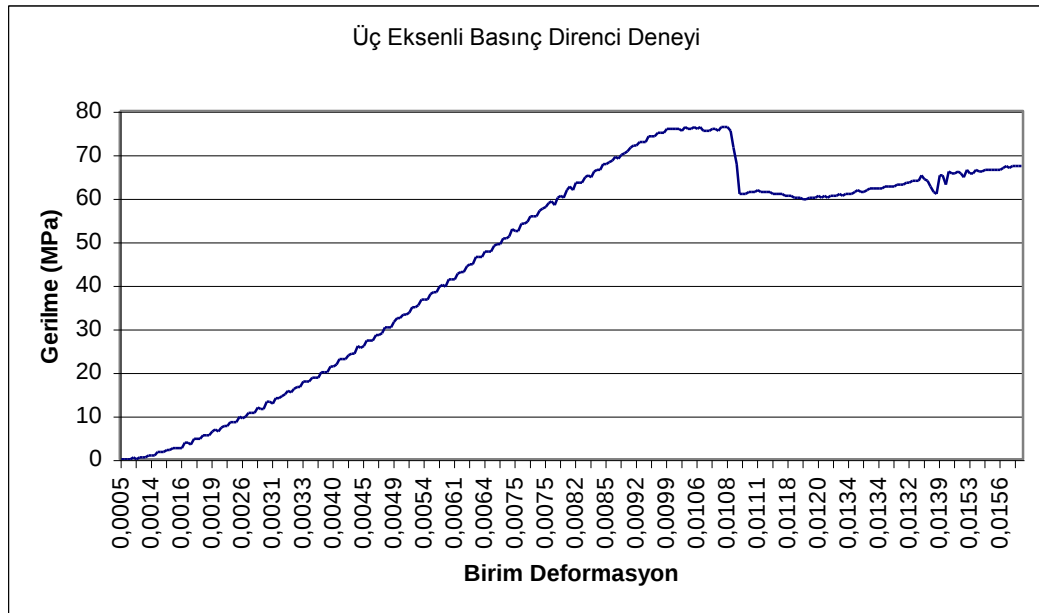
Şekil. D9: PGT. G. SK2-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



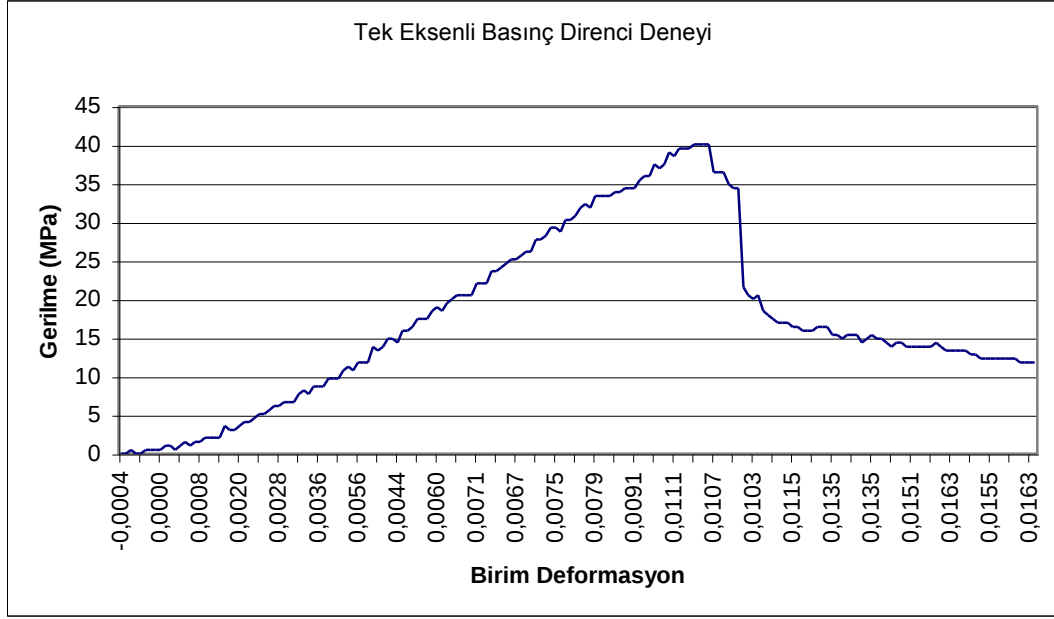
Şekil. D10: PGT. G. SK2-2 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



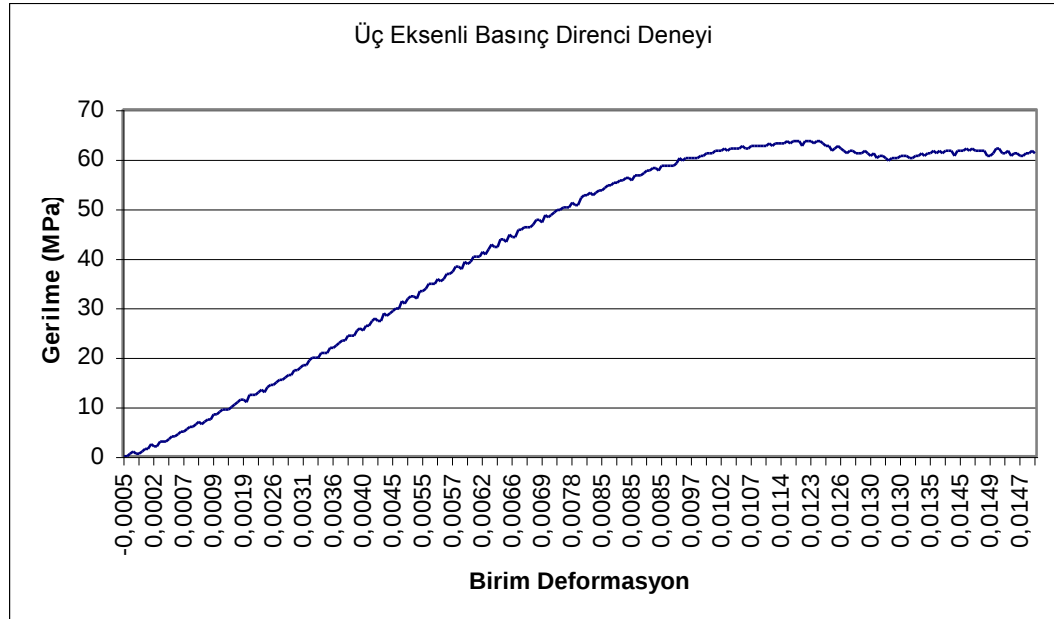
Şekil. D11: PGT. Gr. SK2-3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



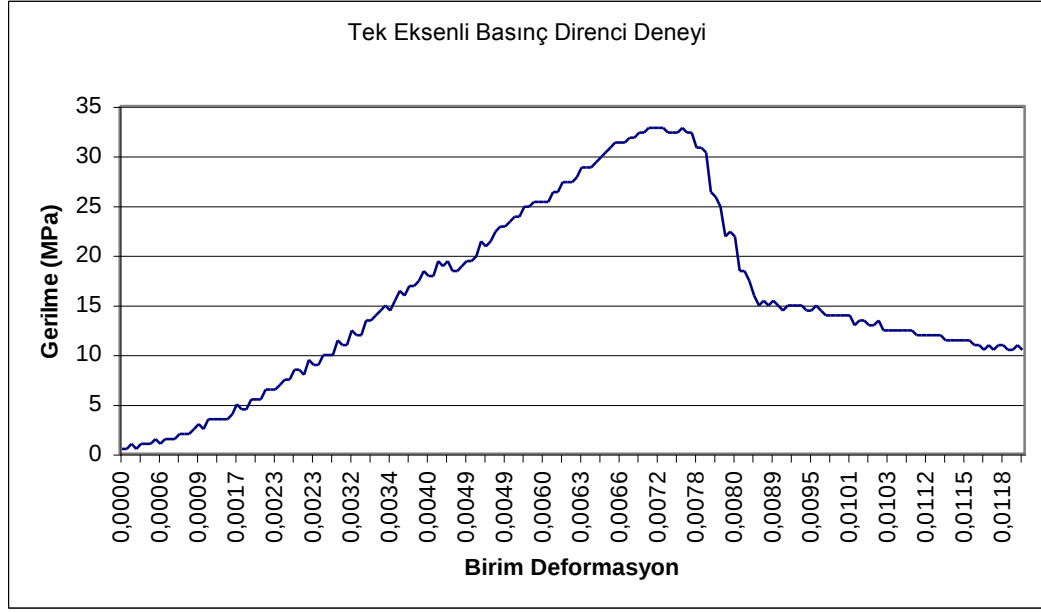
Şekil. D12: PGT. Gr. SK2-3 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



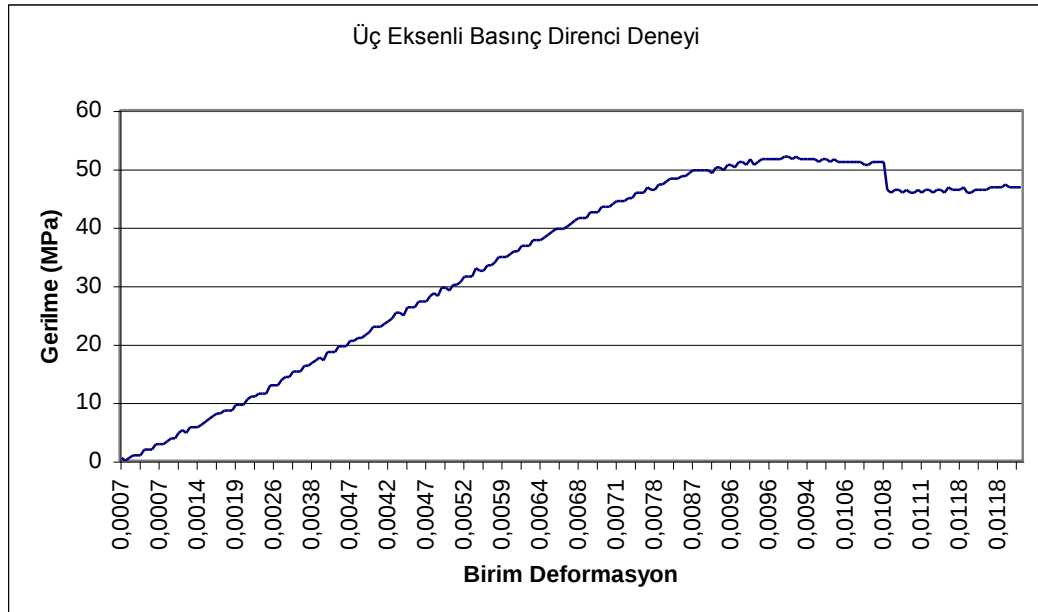
Şekil. D13: PGT. Gr. SK3-1 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



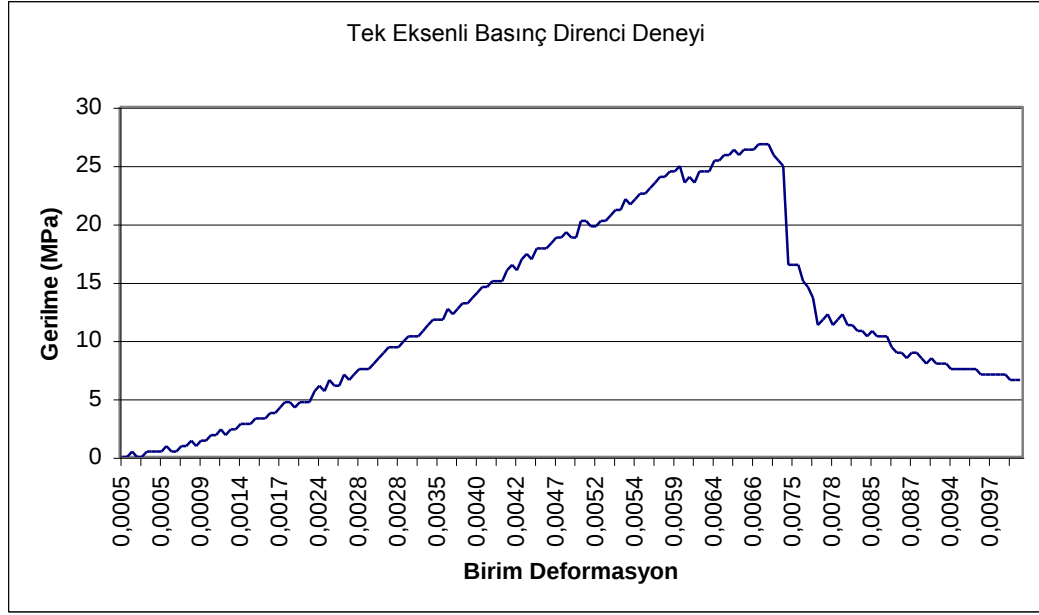
Şekil. D14: PGT. Gr. SK3-1 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



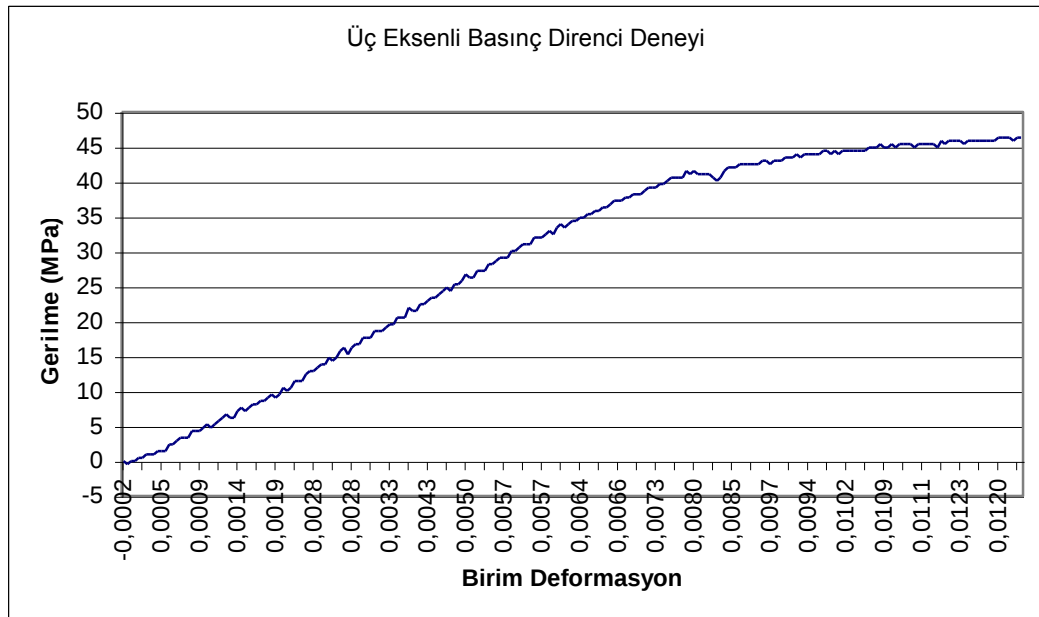
Şekil. D15: PGT. Gr. SK3-2 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



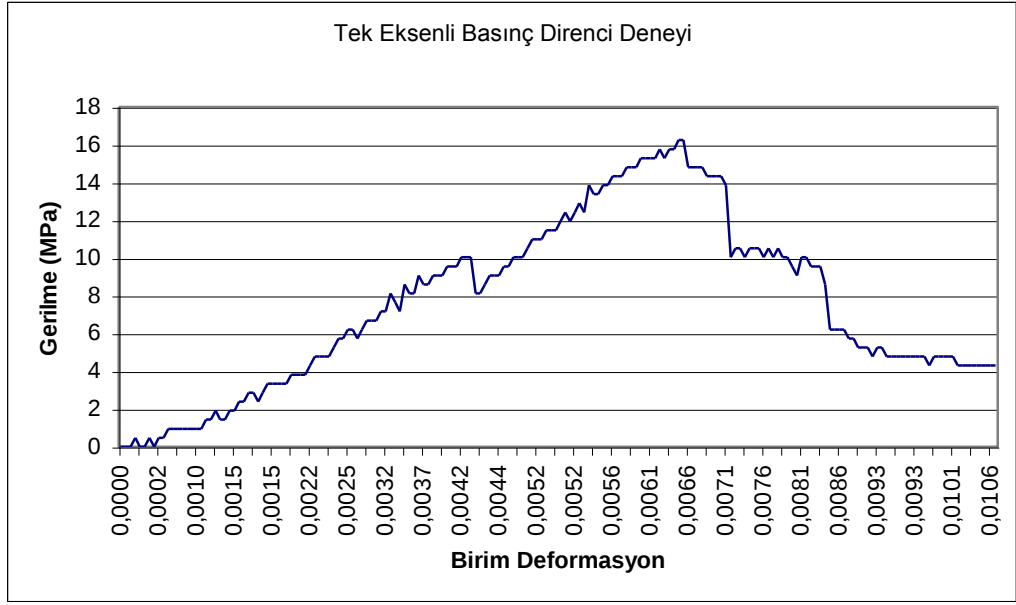
Şekil. D16: PGT. Gr. SK3-2 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



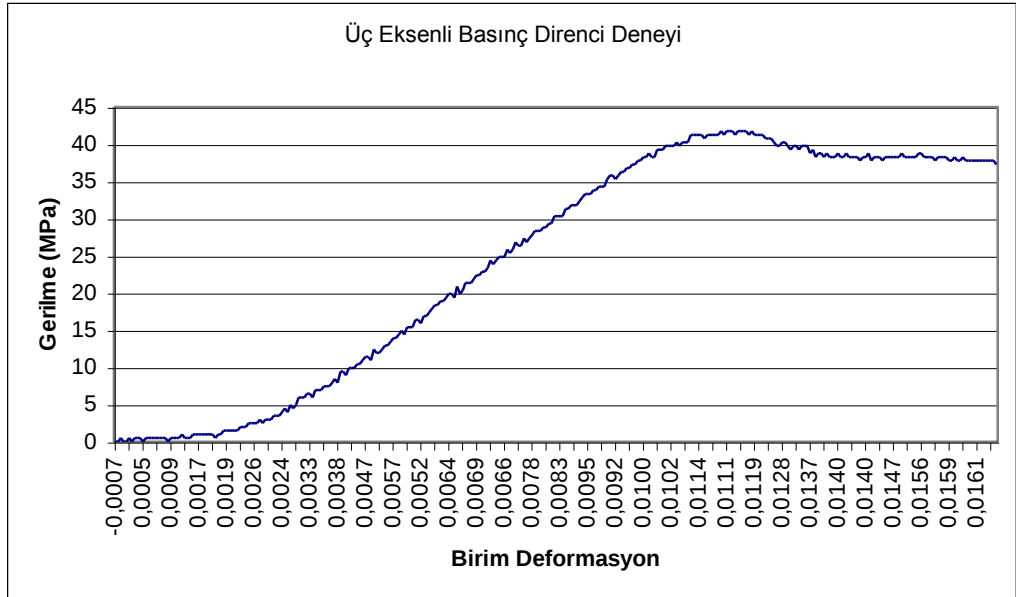
Şekil. D17: PGT. G. SK3-3 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği



Şekil. D18: PGT. G. SK3-3 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği

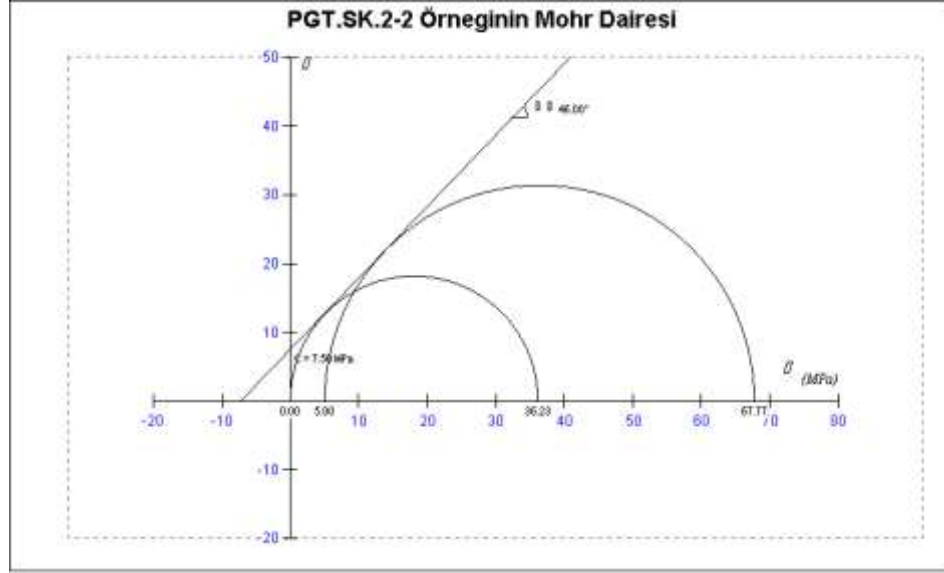


Şekil. D19: PGT. Gr. SK3-4 Örneğinin Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği

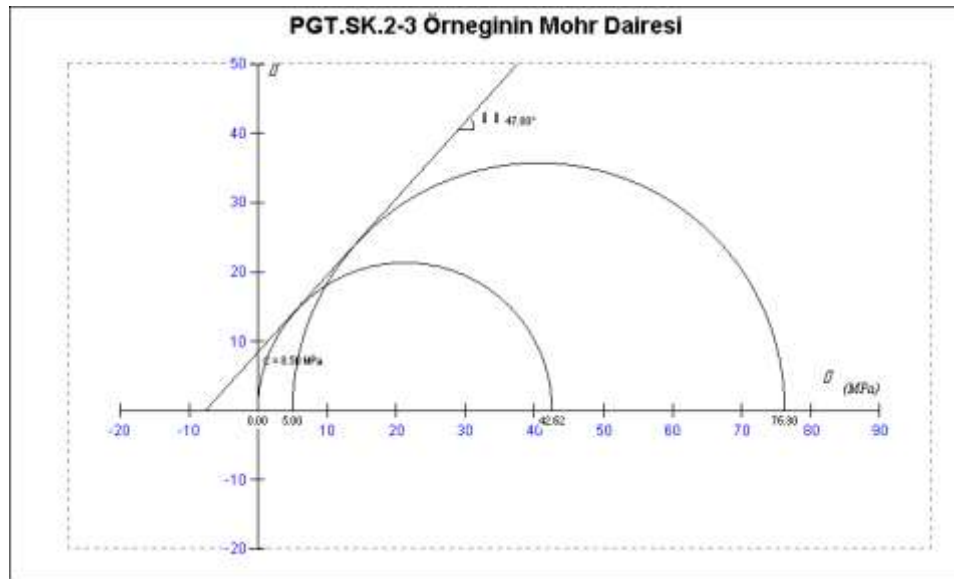


Şekil. D20: PGT. Gr. SK3-4 Örneğinin Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi Gerilme-Deformasyon Grafiği

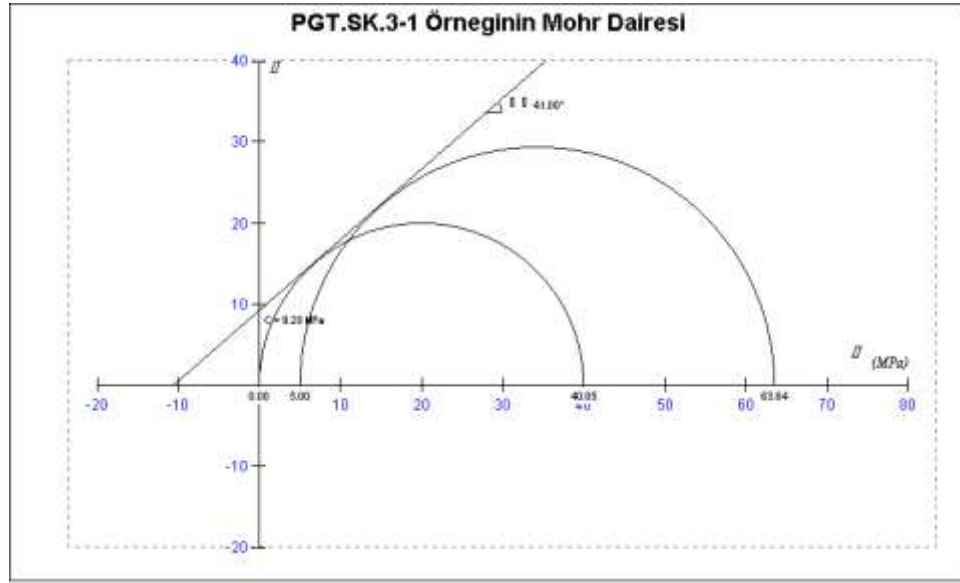
EK – E



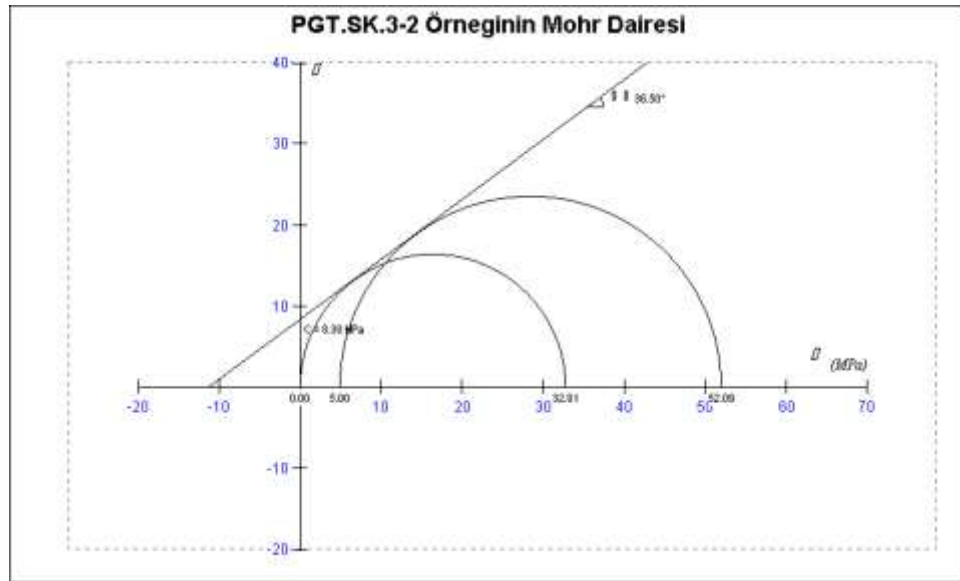
Şekil E 1: PGT. SK2–2 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı



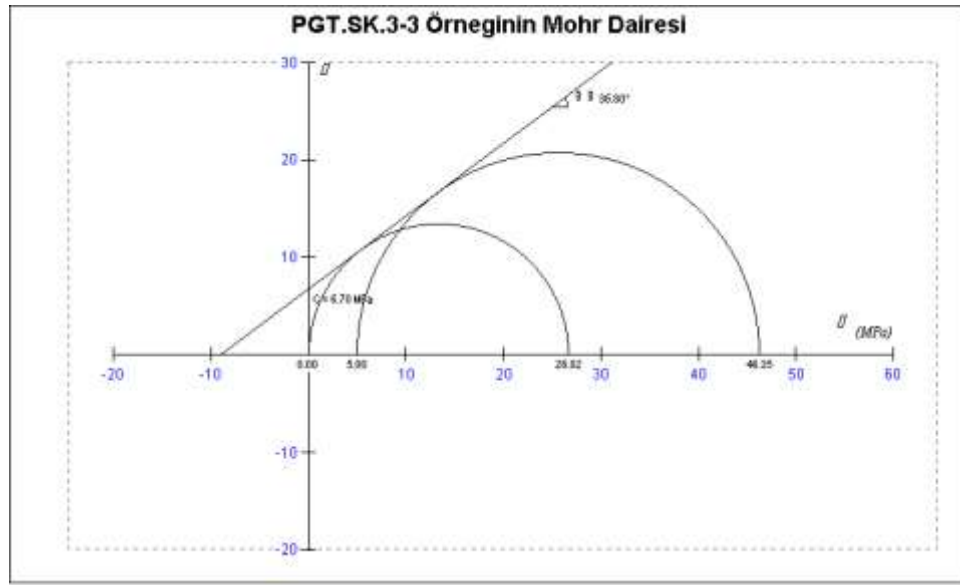
Şekil E 2: PGT. SK2–3 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı



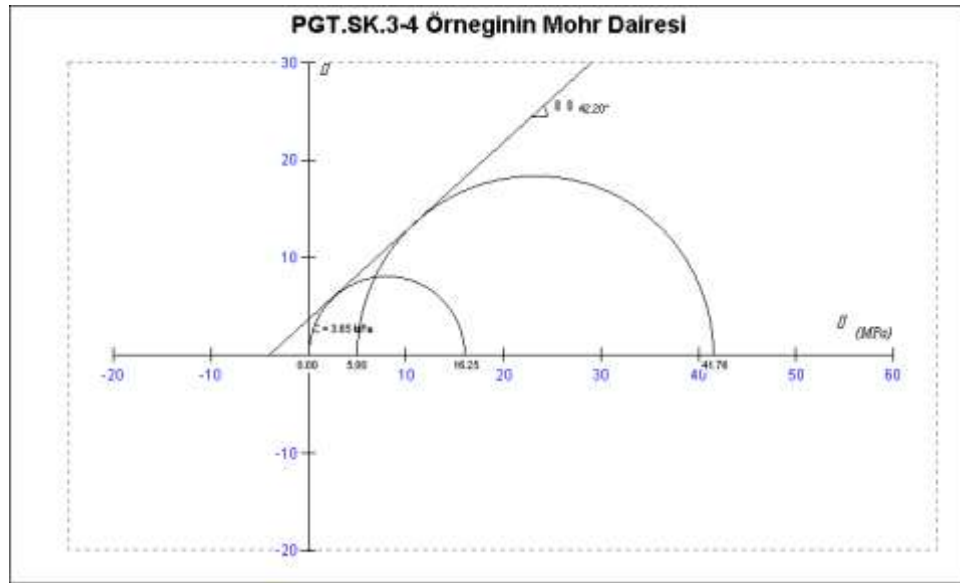
Şekil E 3: PGT. SK3–1 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı



Şekil E 4: PGT. SK3–2 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı



Şekil E 5: PGT. SK3–3 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı



Şekil E 6: PGT. SK3–4 Örneğinin Yapılan Mekanik Deneyleri Sonucunda Hazırlanan Mohr Diyagramı

ÖZGEÇMİŞ

Murat CANPOLAT, 1975 yılında İstanbul'da doğdu, İlkokulu İstanbul Fatih İlköğretim Okulu'nda bitirdikten sonra orta ve lise öğrenimini Özel Şener Koleji ve Özel Kültür Koleji'nde tamamladı. 1994 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi'nde önce İngilizce Hazırlık Program'ını bitirdi ve kazandığı Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği'nden 2000 yılında mezun oldu. Aynı yılda girme hakkı kazandığı İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mühendislik Jeolojisi Bölümü Yüksek Lisans Programında eğitimine devam etti. 2001 senesi yaz yarıyılı eğitim dönemi bittikten sonra 3 ay süresince Toprakkale – İskenderun Otayolu Projesi'nde küçük sanat yapılarında Nuro İnşaat firmasının taşeronluğunu yapan Vargün İnşaat firmasının şantiye şefliğini yaptı. 2002 yaz yarıyılı eğitim dönemi esnasında EMAY Mühendislik ve Müşavirlik firmasında, Tünel Grubu'nda tünel projeleri hazırlanmasında, geoteknik – geomekanik etütlerinde, laboratuvar çalışmaları ve saha çalışmaları Jeoloji Mühendisi olarak çalıştı.