

5601

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇAMBAŞI (TRABZON-ÇAYKARA) BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK  
SANTRAL YERLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Geo.Yük.Müh.Fikri BULUT

OCAK-1989

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇAMBAŞI (TRABZON-ÇAYKARA) BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK  
SANTRAL YERLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Geo, Yük. Müh. Fikri BULUT

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
"Doktor"  
Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 17.10.1988

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 31.1.1989

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fikret TARHAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Kemal ERGUVANLI

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Remzi DİLEK

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Doğan TURHAN

Ocak 1989

TRABZON

## ÖNSÖZ

KTÜ: Müh.Mim.Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalında Doktora tezi olarak hazırlanan bu araştırma, KTÜ. Müh.Mim.Fakültesi Dekanlığı, KTÜ. Araştırma Fonu Yönetim Kurulu Başkanlığı ve DSİ.Genel Müdürlüğü'nün yardımları ile gerçekleştirilmiştir.

Tez konusunu veren, arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarımı yakında izleyerek, değerli yardım, katkı ve önerilerini esirgemeyen tez yöneticisi sayın hocam Doç.Dr.Fikret TARIHAN'a ve doktora hazırlık dönemi çalışmalarımı yöneten, tezin hazırlanması aşamasında değerli yardımlarda bulunan sayın hocam Prof.Dr.Remzi DİLEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmaya maddi katkı sağlayan KTÜ. Araştırma Fonu Yönetim Kurulu Başkanlığına; arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında çesitli olanaklarından yararlanmamızı sağlayan DSİ.XXII.Bölge Müdürlüğü yetkililerine; laboratuvar deneylerinin yapılmasında olanaklarından yararlandığımız, Üniversitemiz Toprak Tahlilleri, Zemin Mekanığı ve Yapı Malzemesi laboratuvarlarının tüm personeline içtenlikle teşekkür ederim.

Petrografik tayinlerde yardımcı olan sayın Prof.Dr.Mustafa ASLANER'e, Prof.Dr.Atasever GEDİKOĞLU'na, Yrd.Doç.Dr. Fikret İŞLER'e, Arş.Gör.Ali VAN'a, Arş.Gör.Bülent YALÇINALP'a; Parlak kesitleri inceleyen Yrd.Doç.Dr.Mithat VICİL'a; mikro fosilleri tayin eden Prof.Dr.Türker ÖZSAYAR'a, Prof.Dr. İsmet GEDİK'e, Doç.Dr.Aşkın BURŞUK'a; su örneklerinin kimyasal analizlerini yapan Yrd.Doç.Dr.Oktay TORUL'a, laboratuvar ve büro çalışmalarında yardımlarda bulunan, bilim dalı arkadaşım Arş.Gör.Suat BOYNUKALIN'a ve yardımlarını gördüğüm diğer bütün hocalarıma ve arkadaşlarına ayrı ayrı teşekkür ederim.

Laboratuvar deneylerinin yapılmasında, yardımcı olan Yakup YAVUZ'a; Harita ve şekilleri çizen Refik ŞENGÜL ve Yaşar YAVUZ'a; Fotoğrafları hazırlayan Turgut KEMER'e; ince

ve parlak kesitleri yapan Ferhat ÖZKARABEKİR'e ve tezi yazan Nurhayat KAPUCU'ya teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları süresince, Çaykara'da, yardımlarını gördüğüm Hüseyin Avni KIRMACI'ya, Necdet DURGUN'a ve diğer yöre halkına ayrıca teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	XIV
SUMMARY.....	XVII
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1. COĞRAFİ DURUM.....	3
1.1. İnceleme Alanının Konumu.....	3
1.2. Ulaşım ve Yerleşim.....	4
1.3. Morfoloji.....	4
1.4. İklim.....	4
1.5. Bitki Örtüsü.....	7
1.6. Akarsular.....	7
BÖLÜM 2. ÇAMBAŞI BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK SANTRAL YERLERİ ÇEVRESİNİN GENEL JEOLojİSİ.....	9
2.1. Önceki Çalışmalar.....	9
2.2. Stratigrafi ve Petrografi.....	12
2.2.1. Çambaşı Formasyonu.....	12
2.2.2. Ataköy Formasyonu.....	16
2.2.3. Taşkiran Granitoyidi.....	18
2.2.4. Çaykara Formasyonu.....	23
2.2.4.1. Hadi Üyesi.....	23
2.2.4.2. Şahinkaya Üyesi.....	25
2.2.4.3. Karona Üyesi.....	27
2.2.5. Dayklar.....	29
2.2.6. Lüger Travertenleri.....	31
2.2.7. Alüvyonlar ve Yamaç Döküntüleri.....	31
2.2.7.1. Eski Alüvyonlar (Akarsu Sekileri).....	32
2.2.7.2. Yeni Alüvyonlar.....	32
2.2.7.3. Yamaç Döküntüleri.....	32
2.3. Yapısal Jeoloji.....	32
2.3.1. Katmanlar.....	33
2.3.2. Kıvrımlar.....	33
2.3.3. Çatlaklar.....	33
2.3.4. Faylar.....	38

<b>BÖLÜM 3. ÇAMBAŞI BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK SANTRAL</b>	
<b>YERİ KAYAÇLARININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ.....</b>	<b>39</b>
3.1. Çambaşı Barajı ve Uzungöl Hidroelektrik	
Santral Yerlerinde Yapılan Araştırmalar.....	39
3.1.1. Yerüstü Araştırmaları.....	39
3.1.2. Yeraltı Araştırmaları.....	39
3.1.2.1. Sondajlar.....	40
3.1.2.2. Galeriler.....	40
3.2. Kayaçların Jeolojik Özellikleri.....	42
3.2.1. Kaya Kalitesi Özelliği (RQD).....	42
3.2.2. Süreksizlik Ara Uzaklığı ve Açıklığı.....	46
3.2.3. Süreksizlik Dolguları.....	50
3.2.4. Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlüğü.....	51
3.2.5. Kayaçalarda Ayrışma.....	53
3.3. Kayaçların Fizikomekanik Özellikleri.....	54
3.3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	54
3.3.2. Fiziksel Özellikler.....	58
3.3.2.1. İndeks Özellikleri.....	58
3.3.2.2. Sertlik.....	59
3.3.2.3. Boyuna Dalga Hızı.....	64
3.3.2.4. Geçirgenlik.....	65
3.3.3. Mekanik ve Elastik Özellikler.....	68
3.3.3.1. Nokta Yük Direnci.....	68
3.3.3.2. Tek Eksenli Basınç Direnci.....	72
3.3.3.3. Çekme Direnci.....	76
3.3.3.4. Üç Eksenli Basınç Direnci.....	79
3.3.3.5. Dinamik Elastisite Modülü.....	81
3.3.3.6. Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı	83
3.3.4. Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikler	
Arasındaki İlişkiler.....	91
3.3.4.1. Fiziksel Özellikler Arasındaki İlişkiler.	92
3.3.4.2. Fiziksel ve Mekanik Özellikler Arasın-	
daki İlişkiler.....	92
a) Basınç Direnci-Sertlik İlişkisi.....	92
b) Diğer Fiziksel Özellikler Arasındaki	
İlişkiler.....	99

3.3.4.3. Mekanik ve Elastik Özellikler Arasındaki İlişkiler.....	99
a) Nokta Yük-Tek Eksenli Basıncı Direnci İlişkisi.....	99
b) Çekme-Basıncı Direnci İlişkisi.....	99
c) Basıncı Direnci-Statik Elastisite Modülü İlişkisi.....	100
d) Statik ve Dinamik Elastisite Modülü İlişkisi.....	100
BÖLÜM 4. ÇAMBAŞI BARAJ YERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE BARAJ TİPİ SEÇİMİ.....	102
4.1. Giriş.....	102
4.2. Baraj Yerinin Jeolojisi.....	103
4.3. Baraj Yeri Kayağlarının Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikleri.....	109
4.4. Baraj Yerinin Geçirgenliği.....	110
4.5. Baraj Yerinde Yeraltısu Durumu.....	111
4.6. Baraj Yeri Yamağlarının Stabilitesi.....	111
4.7. Baraj Yeri ve Çevresinin Depremselligi.....	117
4.8. Baraj Tipi.....	117
BÖLÜM 5. İLETİM TÜNELİ GÜZERGAHLARI VE HİDROELEKTRİK SANTRAL YERLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ.....	120
5.1. Giriş.....	120
5.2. İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerlerinin Jeolojisi.....	122
5.2.1. Uzungöl İletim Tüneli Güzergahı ve Hidroelektrik Santral Yeri.....	122
5.2.2. Çambaşı İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerleri.....	123
5.3. İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerleri Kayağlarının Fizikomekanik Özellikleri.....	127
5.4. İletim Tüneli Güzergahlarındaki Kayağların Tünel Kayası Olma Açısından Sınıflandırılması ve Destek Türü.....	127

5.5. Heyelanlar.....	133
5.5.1. Giriş.....	133
5.5.2. Karestel Yaylası Heyelanı.....	133
5.6. Akarsuların Kimyasal Özellikleri.....	136
BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	140
6.1. SONUÇLAR.....	140
6.2. ÖNERİLER.....	144
KAYNAKLAR.....	146
EKLER.....	154
ÖZGEÇMİŞ.....	183

#### EKLER LİSTESİ

- EK-1: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerleri çevresinin jeoloji haritası.
- EK-2: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerleri çevresinin jeoloji kesitleri.
- EK-3: Çambaşı baraj yerinin jeoloji haritası.
- EK-4: Çambaşı baraj yeri sondajlarının korelasyonu.
- EK-5: Çambaşı(Çaykara) baraj yeri sondajlarında kaya türü-geçirgenlik katsayısı-kaya kalitesi özelliği ilişkisi.
- EK-6: Çambaşı baraj yeri AG-1 araştırma galerisinin jeoloji kesiti.
- EK-7: Çambaşı baraj yeri AG-2 araştırma galerisinin jeoloji kesiti.
- EK-8: Çambaşı baraj yeri AG-3 araştırma galerisinin jeoloji kesiti.
- EK-9: Çambaşı baraj yeri AG-4 araştırma galerisinin jeoloji kesiti.
- EK-10: Çambaşı barajı iletim tünelleri eksenlerinden geçen jeoloji kesitleri.
- EK-11: Uzungöl regülatörü-iletim tüneli-hidroelektrik santral yeri çevrelerinin jeoloji haritası.
- EK-12: Uzungöl iletim tüneli ve cebri boru ekseninden geçen jeoloji kesiti.



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: İnceleme alanının konum haritası.....	3
Şekil 1.2: Çambaşı barajının drenaj alanı ve akım gözlem istasyonlarının yerleri.....	7
Şekil 1.3: Baraj yerine ait hidrograf.....	8
Şekil 2.1: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerleri çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti.....	13
Şekil 2.2: Taşkiran Granitoidine ilişkin kayaların QAP diyagramındaki yerleri.....	20
Şekil 2.3: Ataköy senklinalinde, 35 katman ölçüsüne göre çizilmiş $Pi(\pi)$ diyagramı.....	34
Şekil 2.4: Malm-Alt Kretase bazaltlarından alınan 750 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.....	35
Şekil 2.5: Taşkiran Granitoidinden alınan 800 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı....	36
Şekil 2.6: Üst Kretase yağlı dasitlerden alınan 400 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.....	37
Şekil 3.1: Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında ve güzergahındaki kayalarda, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar.....	46
Şekil 3.2: Çambaşı baraj yerindeki metabazalt yüzeylenmelerinde ve galerilerde, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar.....	47
Şekil 3.3: Çambaşı hidroelektrik santral yerleri ve iletim tüneli güzergahlarındaki kayalarda, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar.....	48
Şekil 3.4: Baraj yerindeki metabazaltın içerdiği süreksizliklerdeki kil dolguların DTA grafikleri...52	
Şekil 3.5: Çatlak yüzeylerindeki dalgalanma açılarının ölçülmesi.....	53
Şekil 3.6: Kaya bloklarından yönlü örnek alınması.....	55
Şekil 3.7: Metabazalta ait Mohr daireleri ve kırılma zarfları.....	82

Şekil 3.8 :	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek no: 3C-14).....	85
Şekil 3.9 :	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek no: 4A-7).....	86
Şekil 3.10:	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek no: 5C-3).....	87
Şekil 3.11:	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (örnek no: 7B-9).....	88
Şekil 3.12:	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek no: 8A-4).....	89
Şekil 3.13:	Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek no: 9A-10).....	90
Şekil 3.14:	Metabazalıtta fiziksel, mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.....	93
Şekil 3.15:	Metabazalıtta fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler.....	94
Şekil 3.16:	Metabazalıtta fiziksel, mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.....	95
Şekil 3.17:	Metabazalıtta mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.....	96
Şekil 3.18:	Granitoyidde fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler.....	97
Şekil 3.19:	Metabazalıtta ilişkin örneklerin, Deer ve Miller (1966) tarafından verilen abak üze- rindeki dağılımları.....	98
Şekil 3.20:	Metabazala ait örneklerin Deer ve Miller (1966)'ın sınıflandırma abağı üzerindeki dağılımları.....	101
Şekil 4.1 :	Baraj yerindeki metabazalıtlardan alınan 640 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.....	106
Şekil 4.2 :	Baraj yeri sağ yamacı için stereografik izdüşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizi.	114
Şekil 4.3 :	Baraj yeri sol yamacı için stereografik iz- düşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizi...	115

Şekil 4.4: Kama tipi kaymanın geometrisi.....	116
Şekil 5.1: Çambaşı hidroelektrik santral yerine ilişkin panel diyagramı.....	123
Şekil 5.2: Çambaşı hidroelektrik santral yerleri ve iletim tüneli güzergahlarının jeoloji haritası.....	126
Şekil 5.3: Uzungöl regülatör yeri ve iletim tüneli giriş ağzındaki sondajların korelasyonu ve geçirgenlik katsayısı grafikleri.....	135
Şekil 5.4: SK-10 nolu sondajda yapılan standart penetrasyon deneyine ait derinlik-vuruş sayısı ilişkisi.....	137
Şekil 5.5: İnceleme alanından alınan su örneklerinin kimyasal analizlerine ilişkin bölünmüş daire grafikleri.....	138

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1: Çaykara, Uzungöl ve Köknar Meteoroloji gözlem istasyonlarında ölçülen ortalama yağış değerleri.....	5
Çizelge 1.2: İkizdere Meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen ortalama sıcaklık değerleri.....	5
Çizelge 1.3: Çaykara-Uzungöl yöresi için Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan E <sub>tp</sub> değerleri.....	6
Çizelge 1.4: Uzungöl ve Alçakköprü akım gözlem istasyonlarında ölçülen akım değerleri.....	7
Çizelge 1.5: Baraj yerinde Solaklı Deresinin ortalama akım değerleri.....	8
Çizelge 1.6: Baraj yerindeki akım değerleri.....	8
Çizelge 2.1: Taşkiran Granitoyidine ilişkin kayaların modal analizleri.....	19
Çizelge 3.1: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde açılan sondajlara ilişkin bilgiler.....	41
Çizelge 3.2: Baraj yerinde açılan araştırma galerileri...	42
Çizelge 3.3: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde, yüzeylenmelerden elde edilen RQD değerlerinin dağılımı.....	43
Çizelge 3.4: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde, sondaj karotlarından elde edilen RQD değerlerinin dağılımı.....	44
Çizelge 3.5: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde (galeri ve yüzeylenmelerde) ölçülen çatlak ara uzaklığı değerlerinin dağılımı.....	49
Çizelge 3.6: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde (galeri ve yüzeylenmelerde) ölçülen çatlak açıklığı değerlerinin dağılımı.....	50
Çizelge 3.7: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalarda, çatlak yüzeylerinde ölçülen dalgalanma açıları.....	53

Çizelge 3.8: Metabazaltın indeks özelliklerinin ortalama değerleri.....	58
Çizelge 3.9 : Çambaşı baraj yerinden alınan metabazalt blok yüzeylerinde ölçülen, Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri....	59
Çizelge 3.10: Çambaşı baraj yerinde, sondaj karotları üzerinde ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri.....	60
Çizelge 3.11: Çambaşı baraj yeri araştırma galerileri duvarlarında ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri.....	61
Çizelge 3.12: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalarda ölçülen Schmidt çekici ortalama geritepme sayılarının, De Beer'in sınıflamasındaki yerleri.....	63
Çizelge 3.13: Çambaşı baraj yerindeki metabazaltta boyuna dalga hızlarının ortalama değerleri....	65
Çizelge 3.14: Baraj yerindeki metabazaltta saptanan geçirgenlik katsayısı ortalama değerleri ve dağılımı.....	67
Çizelge 3.15: Baraj yerindeki metabazaltta, sondaj karotlarından elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri.....	70
Çizelge 3.16: Baraj yerindeki metabazalt kaya bloklarından çıkarılan karotlardan elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri.....	71
Çizelge 3.17: Baraj yerinde açılan galerilerden alınan çekilsiz metabazalt örneklerinden elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri.	71
Çizelge 3.18: Çambaşı baraj yeri ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalardan elde edilen nokta yük direnci ortalama değerlerinin, Bieniowski'nin sınıflamasındaki yerleri.....	73
Çizelge 3.19: Çambaşı baraj yerindeki metabazaltın, tek eksenli basınç direnci ortalama değerleri...	75

Çizelge 3.20: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki ayrışmamış kayaların tek eksenli basınç direnci ortalama değerlerinin, Deer ve Miller'in sınıflamasındaki yerleri.....	77
Çizelge 3.21: Metabazaltta indirekt çekme direnci ortalama değerleri.....	78
Çizelge 3.22: Metabazaltta üç eksenli basınç direnci deneyi sonuçları.....	80
Çizelge 3.23: Metabazaltta dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.....	83
Çizelge 3.24: Metabazaltta statik elastisite modülü ve poisson oranı ortalamaları.....	91
Çizelge 3.25: Metabazaltta statik ve dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.....	101
Çizelge 4.1 : Baraj yeri sondajlarında ölçülen yeraltı suyu derinlikleri.....	111
Çizelge 4.2 : Baraj yeri yamaçları için, stereografik izdüşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizinde kullanılan veriler.....	112
Çizelge 4.3 : Baraj yeri sağ yamacında açılacak şevlerde, şev eğimine bağlı olarak oluşabilecek kayma türleri ve kayma olasılığı olan kaya kamaları için hesaplanan güvenlik sayıları.....	117
Çizelge 5.1 : Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahlarındaki kayaların Q sistemine göre sınıflandırılması ve olası destek türleri....	132
Çizelge 5.2 : İnceleme alanı akarsularından alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları.....	139

## ÖZET

Bu araştırmada, ambaşı (Trabzon-aykara) barajı, iletim tüneli ve hidroelektrik santral yerleri ile Uzungöl-I re-ülatörü, iletim tüneli ve hidroelektrik santral yerleri Mü-endislik Jeolojisi açısından incelenmiştir.

Çalışma alanı, Trabzon iline bağlı aykara ilçesi ile Uzungöl bucağı arasında yer alır ve yaklaşık olarak 160 km<sup>2</sup> ik bir alan kaplar.

İnceleme alanında litostratigrafi birimleri olarak, altın üste doğru; ambaşı Formasyonu, Ataköy Formasyonu, Tağkiran Granitoyidi, aykara Formasyonu, Lüger Travertenleri, Lüvonlar ve Yamaç Döküntüleri ayrılanmıştır.

ambaşı Formasyonu spilitleşmiş bazalt, metabazalt, ba-ik tuf ve kireçtaşından oluşmuştur. Formasyonun yaşı, kireağlarında saptanan mikrofaunaya göre, Malm-Alt Kretase ola-ak belirlenmiştir.

ambaşı Formasyonu ile geçişli olduğu kabul edilen Ata-köy Formasyonu, genellikle kireçtaşlarından ibaret olup, yer yer kiltası, kumtaşı, tüfit seviyeleri ve dolerit silleri içerir. Ataköy Formasyonunun yaşı, kireçtaşlarından sağlanan mikrofauna yardımıyla, Alt Kretase olarak saptanmıştır.

Tağkiran Granitoyidi subalkalen granit, granit, mikro-granit ve kuvarslı mikrodioritten meydana gelmiştir. Grani-toyidin yerleşim yaşı, crazi bulgularına göre, Alt Kretase sonu olarak kabul edilmiştir.

Çaykara Formasyonu, üç üyeye ayrılmıştır. Bunlar alttan üste doğru Hadi Üyesi, Şahinkaya Üyesi ve Karona Üyesidir. Hadi Üyesi kireçtaşı, kumtaşı ve tüfit seviyeleri içeren ba-zaltik lav ve tüflerden oluşmuştur. Kireçtaşları yer yer kir-mızı, yer yer de yeşilimsi gri renklidir. ambaşı Formasyonu ile tektonik dokanaklı olan bu üyenin yaşı, kırmızı renkli kireçtaşlarında saptanan Globotruncana türlerine göre, Kampa-niyen olarak belirlenmiştir. Şahinkaya Üyesi dasitik lav tuf, tüfit, kırmızı ve gri renkli kireçtaşları içerir. Ataköy For-masyonu ile tektonik dokanaklı olan Şahinkaya Üyesi, Hadi Üyesini uyumlu olarak üstler ve Karona Üyesi tarafından uyum-lu olarak üstlenir. Üyenin yaşı, kırmızı renkli kiretaşla-rından sağlanan mikrofauna yardımıyla, Üst Kretase olarak saptanmıştır. Karona Üyesi bazaltik lav, tuf aglomera ve gri renkli kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Birime, kireçtaş-larından elde edilen mikrofaunaya göre, Üst Kretase yaşı ve-rilmiştir.

Haritalanan alanda, değişik konumlu diyabaz, kuvarslı mikrodiyorit, aplit, bazalt ve dasit daykları izlenmektedir.

Travertenler, Hadi Fayı boyunca görülmürler. Alüvyonlar Solaklı, Şerah ve Ögene Derelerinin vadi tabanlarında, akarsu sekileri ise enılan vadilerin yamaçlarında yer alırlar. Yamaç döküntüleri kuru dereler içerisinde ve yamaçların eteklerinde görülmektedir.

İnceleme alanındaki formasyonlar içerisinde yer yer izlenen tortul kayalar genellikle katmanlıdır. Katmanların doğrultuları, çoğunlukla KD-GB, eğimleri ise 12-75° arasında KD ve GD' yadır. Çalışma alanında, Ataköy Formasyonu içerisinde asimetrik bir senklinal bulunmaktadır. Senklinal ekseninin konumu 70°/10° dir. Çatlaklar genellikle magmatik kayalarda belirgin olarak izlenirler. Çatlakların istatistik değerlendirilmesi sonucu, bölgeyi etkileyen maksimum basınç kuvveti yönünün K 10°-20° B arasında olduğu belirlenmiştir. Haritalanan alanda izlenen faylar, KD-GB ve KB-GD doğrultularında gelişmişlerdir. Eğimleri dik ya da dike yakın olduğu kabul edilen bu faylar, çoğunlukla fay zonu şeklinde izlenirler.

İnceleme alanında, yapımı öngörülen hidroelektrik enerji tesis yerleri ve güzergahlarındaki kayaların jeomekanik özellikleri, arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla araştırılmıştır.

Arazi çalışmalarında, yüzeylemeler ile sondaj ve galerilerden yararlanılmıştır. Yüzeylemelerde ve galerilerde, süreksizliklerin özellikleri belirlenerek Schmidt çekici deneyi, yüzeylemelerden ve galerilerden alınan şekilsiz örnekler üzerinde nokta yük direnci deneyi yapılmıştır. Ayrıca, galerilerin 1/100 ölçekli jeoloji kesitleri hazırlanmış ve galerilerin açıldığı kaya ortamı tünel kayası olma açısından sınıflandırılmıştır. Sondaj karotlarında yapılan ölçümlerle kaya kalitesi özelliği belirlenmiş; sondaj karotları üzerinde Schmidt çekici ve nokta yük direnci deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sondajlarda yapılan tek lastik basınçlı su ve sızma deneyleriyle, hidrolik yapı temellerini oluşturan kayaların geçirgenlik durumu saptanmıştır.

Arazi çalışmaları sonucunda, Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki ayrışmamış kayaların genellikle orta ve iyi kaliteli, sık çatlaklı, orta açıklıklı, orta pürüzlü, sert ve çok sert, yarı ve az geçirimli, yüksek ve çok yüksek dirençli; orta ve yüksek derecede ayrışmış kayaların ise çoğunlukla çok kötü ve kötü kaliteli, yumuşak ve orta dirençli oldukları belirlenmiştir.

Laboratuvarda, baraj yerinden alınan kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri ile denge bacaları ve hidroelektrik santral yerlerinde açılan sondajlardan alınan karotlar üzerinde, Türk Standartları esaslarına göre deneyler yapılmıştır.



Deneylerle baraj yerindeki metabazaltın indeks özellikleri, sertliği, boyuna elastik dalga hızı, geçirgenliği, nokta yük, çekme ve basınç dirençleri, dinamik ve statik elastisite modülleri ve poisson oranı, denge bacaları ve hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların ise tek eksenli basınç dirençleri saptanmıştır.

Deneyler sonucunda, baraj yerindeki metabazaltın düşük poroziteli ( $P = \% 2,44$ ), az su emmeli ( $a = \% 0,27$ ), çok sert, yüksek ve çok yüksek dirençli ve orta modül oranlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri açısından izotrop kabul edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Baraj tipi topoğrafik koşullar, malzeme durumu, kazı gevherinin stabilitesi, temel kayasının fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri gibi faktörler göz önüne alınarak araştırılmış ve en uygun baraj tipinin kemer veya beton ağırlık olacağı saptanmıştır.

Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoidin, Çambaşı hidroelektrik santrali-I ve II yerlerindeki metabazaltın ve Çambaşı iletim tüneline ait denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki dositlerin, tek eksenli basınç direnci deneyi sonuçlarına göre yüksek dirençli oldukları belirlenmiştir.

İletim tünelleri güzergahlarında yüzeylenen kayalar, Q sistemi kullanılarak tünel kayası olma açısından sınıflandırılmış ve destek türü araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda, anılan güzergahlardaki ayrışmamış kayaların zayıf, orta ve iyi kaya sınıflarında buldukları ve bu kayalarda açılacak tünellerden, 6 m lik çapa kadar olanları destek gerektirmeyeceği belirlenmiştir. Yüksek derecede ayrışmış kayalar ile çatlak ve fay zonlarının çok zayıf kaya sınıfında yer aldığı ve açılacak tünellerin kesinlikle desteklenmesi gerektiği saptanmıştır.

İnceleme alanında, inşası planlanan hidrolik yapı yerlerini etkileyebilecek boyutlarda heyelan bulunmamaktadır. Baraj gölünün su ile dolmasından sonra, arenalaşmış granitoid ve yamaç döküntüleri içerisinde oluşabilecek küçük boyutlu heyelanların, baraj için tehlikeli olmayacağı sanılmaktadır.

İnceleme alanındaki akarsuların kimyasal analiz sonuçları, akarsuların içme suyu olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Dolayısıyla, baraj gövdesinde ve iletim tüneli beton kaplamalarında, su-beton etkileşmesi beklenmemektedir.

## SUMMARY

In this research, the conduct tunnel and hydroelectrical power house site of Çambaşı (Trabzon-Çaykara) dam and those of Uzungöl-I regulator have been investigated from the Engineering Geological point of view.

The study area is located between Çaykara town and Uzungöl county in the province of Trabzon and covers an area of about 160 kilometer square.

In the investigated area, as stratigraphic units, from bottom to top, Çambaşı Formation, Ataköy Formation, Taşkiran Granitoid, Çaykara Formation, Lüger Travertines, Alluvium and slope debris have been distinguished.

Çambaşı Formation includes spilitized basalt, metabasalt, basic tuff and limestones. In terms of microfauna found within the limestones, the age of the formation has been determined as Malm-Lower Cretaceous.

Ataköy Formation which is assumed transitional to the Çambaşı Formation consists generally of limestones with claystone, sandstone, tuffite levels and dolerite sills in places. By microfauna encountered in the limestones, the age of the Ataköy Formation have been found as Lower Cretaceous.

Taşkiran Granitoid comprises alcali granite, granite, microgranite and quartz-bearing microdiorite. In the light of field evidence, the emplacement age of the granitoid has been reckoned as late Lower Cretaceous.

Çaykara Formation has been divided into three members. These are, from bottom to top, Hadi member, Şahinkaya member and Karona member.

The Hadi member is composed of basaltic lava and tuffs containing limestone, sandstone and tuffite levels. The limestones are red in colour in some places and greenish-gray in others. The age of this member, having a tectonic contact with the Çambaşı Formation, has been determined as Campanian by the Globotruncana species within the red-coloured limestones. The Şahinkaya member comprises dacitic lava, tuff, tuffite, red and gray limestones. This member possessing a tectonic contact with the Ataköy Formation overlies conformably the Hadi member and is conformably overlain by the Karona member. On the basis of the microfauna observed in the red limestones, the age of the member has been determined as Upper Cretaceous. The Karona member encompasses basaltic lava, tuff, agglomerate and gray colored limestones. According to the microfauna obtained from the limestones, the unit has been given to Upper Cretaceous age.

In the mapped area, diabase, quartz-bearing microdiorite, aplite, basalt and dacite dykes of various attitudes have been observed.

Travertens are seen along Hadi Fault. Alluvial deposits are encountered on the valley bottom of the Solaklı, Şerah and Ögene rivers, whilst the terraces are located on the slope of the same valleys. Slope debris are observed in the dry streams and on the toe of the slopes.

The sedimentary rocks observed locally within the formations, in the investigation area, are generally bedded. The beds commonly strike in NE-SW and dip  $12^{\circ}$ - $75^{\circ}$  towards NW or SE. In the study area there is an asymmetrical syncline in the Ataköy Formation. The attitude of the synclinal axis is  $70^{\circ}/10^{\circ}$ . Joints are generally characteristic in the igneous rocks. As a result of the statistical interpretation of the joints, the direction of the maximum pressure affected the region has been determined as N  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  W. The faults observed in the mapped area strike mainly in NE-SW and NW-SE. These faults whose dips are assumed vertical or nearly vertical are observed as fault zones.

In the research area, the geomechanical features of the rocks on the locations and sites of the proposed hydroelectric energy institute, have been searched on the basis of field and laboratory work.

In the field work, beside rock outcrops drill holes and galleries have extensively been used. The characteristics of discontinuities in the galleries and outcrops have been found and Schmidt Hammer test has been done on the outcrops and in the galleries. The point load test was performed on irregularly shaped specimens collected from the galleries and outcrops. In addition, 1:100 scale geological cross sections of the galleries has been prepared and the rocks through which the galleries were constructed have been classified in terms of being tunnel rock. In the light of measurements made on drill cores the rock quality designation have been determined; whilst the Schmidt Hammer and the point load strength tests were carried out. Using the results obtained via the single packer pressured water and leakage experiments, the permeability characteristic of rocks forming the hydraulic building foundations has been determined.

On the base of fieldwork, unaltered rocks on the sites of Çambaşı dam and Uzungöl hydroelectric power station have generally been defined as medium and well in quality, densely jointed, intermediately spaced, medium roughness, stiff and very stiff, semi and poorly permeable, highly and extremely strong; whilst intermediately and intensely altered rocks were usually determined as very bad in quality, soft and of medium strength.

The experiments on the coresamples cutting off rocks blocks from dam site and on the cores taken from drillings which are drilled at the compensating chamber sites and the hydroelectrical power house sites have been done, depending on Turkish Standards. In the experiments, index properties,

hardness, longitudinal elastic wave velocity, permeability; point load, tensile and compressive strengths, dynamic and static elasticity moduli and poisson's ratio of the metabasalt at the dam site and uniaxial compressive strengths of the rocks at the compensating chambers and hydroelectrical power house sites have been determined.

As a result of the laboratory work, it was found that metabasalt at the site of dam has lower porosity ( $P=2,44\%$ ), little water absorption ( $W=0,27\%$ ), high stiffness, very strong and extremely strong, and average modulus ratio. In addition, it was concluded that the metabasalts was isotropic with reference to its physical, mechanical and elastic properties.

The dam type has been searched in terms of topographic conditions, state of material, stability of excavated slopes, physical, mechanical and elastic features of the foundation rock, and the most favorable dam type was found to be an arch or gravity type.

On the basis of the uniaxial compressive strength results, granitoid on the Uzungöl hydroelectrical power house site, metabasalt on the Çambaşı hydroelectrical power house-I and II sites and dacite on the Çambaşı compensating chamber-I site and penstock-I route have been determined to be very strong.

By using Q system the rocks exposed on the route of the conduct tunnels were classified as tunnel rocks and, the type of support have been investigated. As a result of investigations, the sound rocks located at the routes mentioned, were classified as "weak, medium and good rock". It was determined that the tunnels which would be constructed in these rocks with a radius up to six meter would not need any support. However, highly weathered rocks, joint and fault zones fall into the class of "weak rock" The tunnels which would be constructed in these rocks were found to have to be supported.

In the investigated area, landslides of large scale that affect the planned hydrolic building sites has not been found. It is thought that after the filling of the dam lake with water, landslides of small size that can be occurred in the arenitized granitoid and slope debris would not be unsafe for the dam.

The chemical analysis results of the water of Solaklı river and its tributaries showed that it may be used as drinking water. Therefore, water-concrete affectation on the dam body and on the lining concrete of the conduct tunnels is not expected.

## giriş

Hidroelektrik enerji açısından büyük bir potansiyele sahip olan Doğu Karadeniz Havzasında, bu potansiyeli Ülke hizmetine sunmak üzere, DSİ. Genel Müdürlüğü tarafından 20'ye yakın proje geliştirilmiştir. Bu projeler içerisinde yer alan "Of-Solaklı Projesi", ekonomik açıdan uygun bulunan altı projeden biridir.

Of-Solaklı Projesinde, Solaklı Deresi ve bu derenin ana kollarından biri olan Haldizen (Şerah) Deresi suyunun enerjisinden yararlanmak amacıyla, proje alanında menbada mansaba doğru, aşağıdaki hidroelektrik enerji tesislerinin yapımı planlanmıştır:

- a) Uzungöl-I regülatörü, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santrali,
- b) Uzungöl-II regülatörü, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santrali,
- c) Çambaşı barajı, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santrali,
- d) Çaykara regülatörü, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santrali.

Bu araştırmada, "Of-Solaklı Projesi" kapsamında bulunan Çambaşı barajı, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santral yerleri ile Uzungöl-I regülatörü, iletim tüneli, denge bacası ve hidroelektrik santral yerleri Mühendislik Jeolojisi açısından incelenmiştir.

Araştırma altı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, incelenen alanın coğrafi konumu tanıtılmıştır.

İkinci bölümde, ilgili yapı yerlerini içine alan yaklaşık 160 km<sup>2</sup> lik bir alanın genel jeolojisi incelenmiş ve

belirtilen alanda yüzeylenen kayaların stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri ortaya konmuştur.

Üçüncü bölümde, Çambaşı barajı, iletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerleri kayalarının jeomekanik özellikleri saptanmıştır.

Dördüncü bölümde, Çambaşı baraj yerinin, beşinci bölümde ise iletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerlerinin Mühendislik jeolojisi açısından incelenmesi yapılmıştır.

Altıncı bölümde, araştırmanın sonuçları ve öneriler sunulmuştur.

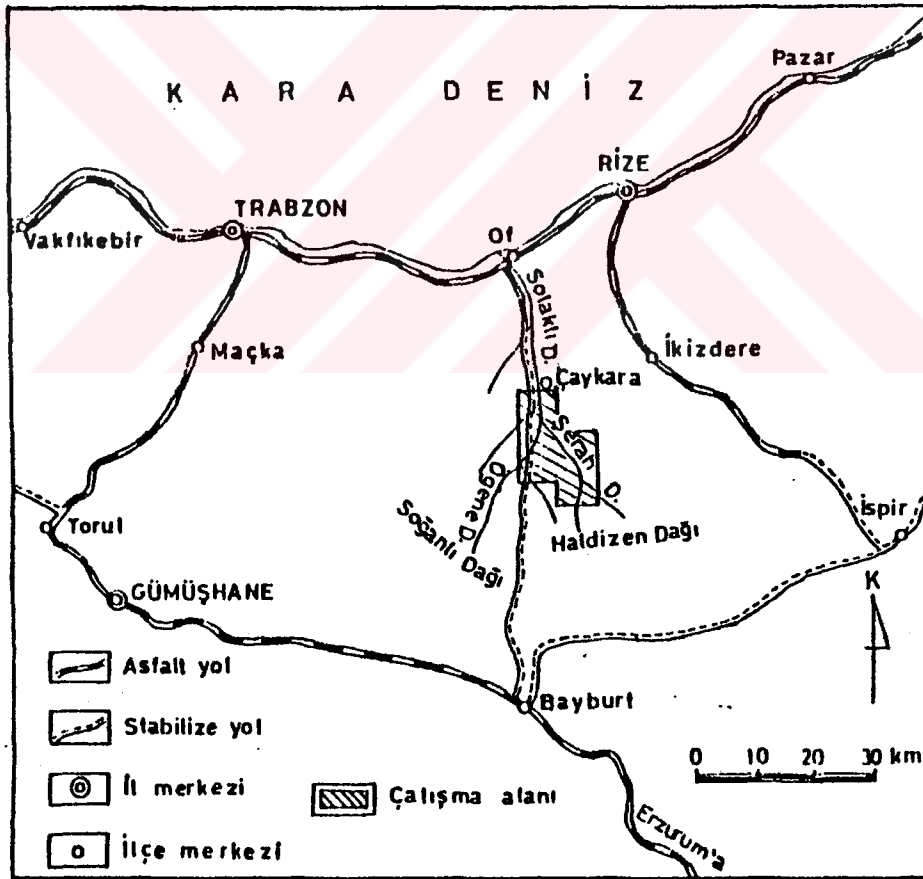


# B Ö L Ü M 1

## COĞRAFİ DURUM

### 1.1. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümünde, Trabzon iline bağlı Çaykara ilçesi güneyinde yer alır ve 1/25 000 ölçekli Trabzon G<sub>44</sub> C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> paftaları içerisinde yaklaşık 160 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsar (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: İnceleme alanının konum haritası.

## 1.2. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına, Trabzon-Of-Çaykara-Bayburt karayolu ile ulaşılır (Şekil 1.1). Karayolunun Trabzon-Of-Taşhan köyü arası asfalt, geri kalan kısmı stabilize edilmiştir.

Yörenin ulaşım olanakları oldukça iyidir. Hemen hemen her yerleşim birimine, her türlü iklim koşullarında karayolu ile gidilebilir.

Çaykara ilçesi ve Uzungöl (Şerah) bucağı, inceleme alanının başlıca büyük yerleşim birimlerini oluşturur. Yöredeki diğer yerleşim birimleri Yaylaönü, Köseli, Taşkıran, Taşlıgedik, Ataköy, Yukarıataköy, Çambaşı, Yukarı kumlu, Aşağı kumlu, Koldere, Maraşlı, Taşören, Eğridere, Şahinkaya köyleri ile bu köylere ilişkin mahalle, yayla ve mezarlardır.

## 1.3. Morfoloji

Haritalanan alan çok engebeli bir morfoloji sunar. Yükseklikler 280 ile 2533 m, yamaç eğimleri ise çoğunlukla 20-60° arasında değişmektedir. İnceleme alanında, morfolojik şekilleri, akarsu vadileri ve bu vadiler tarafından birbirinden ayrılmış yükseklikler oluşturur. İnceleme alanında yer alan önemli tepeler güneyden kuzeye doğru Haznekapı Tepe (2004 m), Obuşganbo Tepe (2129 m), Kılıttopuz Tepe (2305 m), Aynalıburun Tepe (2326 m), Kusba Tepe (2533 m), Aşağımenap Tepe (1444 m), Sivri Tepe (1841 m), Tuzla Tepe (1427 m), Kopsa Tepe (1236 m), Aymeydan Tepe (1719 m), Kurt Tepe (2438 m), Beddualı Tepe (1768 m) ve Suçkıran Tepe (1227 m) dir. İnceleme alanında en önemli vadiler ise güneyden kuzeye doğru Şerah, Siron, Ögene, Solaklı, Hadi ve Eğridere vadileridir.

## 1.4. İklim

Çaykara-Uzungöl yöresinde, Doğu Karadeniz Bölümü'nün tipik ılıman ve bol yağışlı iklimi görülür. İnceleme alanında Çaykara ilçesi, Uzungöl bucağı ve Köknar köyünün Yumrutaş



mahallesinde yağış değeri ölçen meteoroloji gözlem istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlarda ölçülen ortalama yağış değerleri çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1: Çaykara, Uzungöl ve Köknar Meteoroloji gözlem istasyonlarında ölçülen ortalama yağış değerleri (mm).

İstasyon Adı	Ölçüm süresi (yıl)	A Y L A R												Yıllık Toplam mm
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Çaykara	26	76,8	74,6	73,4	76,7	81,8	86,6	70,8	74,2	83,5	106,9	96,7	84,7	986,7
Uzungöl	13	63,9	61	66,3	95,7	101	87,7	69,2	66,6	68,6	89,1	91,8	81,7	771,6
Köknar	5	31,7	39,2	41,3	78,6	100,4	85,6	63	52	60	102,7	68,3	39,8	942,6
Ortalama yağış (mm)		57,5	58,3	60,3	83,7	97,4	86,6	67,7	64,3	70,7	99,6	85,6	68,7	900,4

İnceleme alanında sıcaklık değeri ölçen meteoroloji gözlem istasyonu bulunmadığından, Çaykara-Uzungöl yöresine ilişkin potansiyel buharlaşma-terlemenin hesaplanmasında, Çaykara ilçe merkezinin 19 km DKD'sunda yer alan İkizdere meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen sıcaklık değerleri ( Çizelge 1.2 ) kullanılmıştır.

Çizelge 1.2: İkizdere meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen ortalama sıcaklık değerleri (C°).

İstasyon Adı	Ölçüm süresi (yıl)	A Y L A R												Yıllık Ort.
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
İkizdere	12	3,5	4,6	6,9	10,6	13,4	16,3	18,8	18,5	16,5	12,8	8,4	5,2	11,29

Çizelge 1.2 'deki sıcaklık değerleri kullanılarak Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan ve enlem derecesine göre düzeltilen aylık potansiyel buharlaşma-terleme değerleri çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.3: Çaykara-Uzungöl yöresi için Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan  $E_{tp}$  değerleri.

	A Y L A R												Yıllık Toplam (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Potansiyel buharlaşma-terleme ( $E_{tp}$ )	9,9	13,7	27,7	50	74,5	97,5	113,7	104,4	79,6	54,1	27,9	15,3	668,3

Çizelge 1.1, 1.2 ve 1.3 sırasıyla incelendiğinde, Çaykara-Uzungöl yöresinde yıllık toplam yağışın 900,4 mm, yıllık ortalama sıcaklığın 11,29 C<sup>0</sup>, yıllık potansiyel buharlaşma-terleme miktarının ise 668,3 mm olduğu görülmektedir.

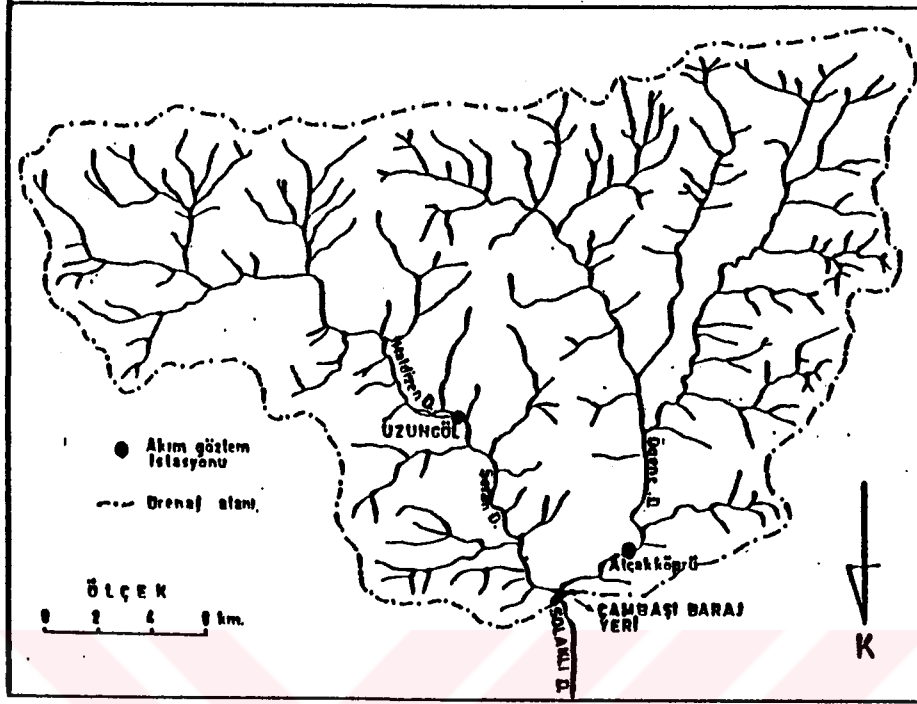
#### 1.5. Bitki Örtüsü

İncelenen alan köknar, çam, meşe, gürgen, kızılbaş, kestane v.b gibi ağaç türlerinin oluşturduğu gür bir bitki örtüsü ile kaplıdır. Bölgede, yerleşim birimlerinin çevresinde bulunan sınırlı tarımsal arazilerde mısır, patates, fasulye, fındık, caviz, elma armut v.b. gibi ürünler yetiştirilmektedir.

#### 1.6. Akarsular

İnceleme alanının en önemli akarsuyu, Haldizen Dağından kaynaklanan Haldizen (Şerah) Deresi ile Soğanlı Dağlarından kaynaklanan Ögene Deresinin birleşmesinden oluşan Solaklı Deresidir. Çambaşı barajının Solaklı Deresi Üzerinde yapılması planlanmıştır. Barajın drenaj alanı 468,5 km<sup>2</sup> dir. Barajın drenaj alanında, biri Şerah Deresi Üzerinde Uzungölde, diğeri Ögene Deresi Üzerinde Alçakköprüde olmak üzere iki adet akım gözlem istasyonu bulunmaktadır (Şekil 1.2). DSİ.XXII. Bölge Müdürlüğünce işletilen bu istasyonlarda, akım değerleri limnograflar yardımı ile ölçülmektedir.

Uzungöl ve Alçakköprü akım gözlem istasyonlarında 16 yıl süre ile ölçülen akım değerlerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri çizelge 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.2 : Çambaşı barajının drenaj alanı ve akım gözlem istasyonlarının yerleri.

Çizelge 1.4 : Uzungöl ve Alçakköprü akım gözlem istasyonlarında ölçülen akım değerleri.

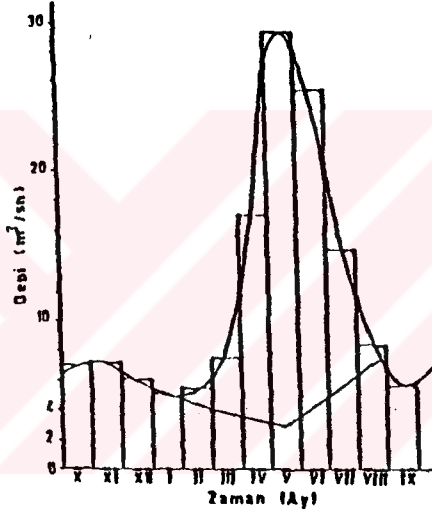
AGİ. Adı	Akım değeri (m <sup>3</sup> /sn)	A Y L A R											
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Uzungöl	Maksimum	4,59	6,05	3,70	2,37	2,84	4,17	10,62	14,37	16,92	10,78	5,24	3,35
	Minimum	1,32	1,02	0,96	0,91	0,83	1,29	3,75	8,18	6,29	3,26	2,35	1,52
	Ortalama	2,68	2,67	2,24	1,84	2,05	2,79	6,26	11,16	9,98	5,89	3,33	2,25
Alçakköprü	Maksimum	6,27	7,23	4,40	3,29	3,85	5,75	13,56	18,28	17,9	11,81	5,67	4,0
	Minimum	1,50	1,21	1,21	0,52	0,58	1,50	4,63	9,61	6,71	3,04	0,43	0,37
	Ortalama	3,17	3,42	2,80	2,27	2,43	3,57	8,41	13,56	10,72	6,10	3,21	2,33

Baraj yerinde akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle, baraj yerinde Solaklı Deresinin ortalama akım değerleri, Uzungöl ve Alçakköprü akım gözlem istasyonlarında ölçülen akım değerleri kullanılarak " Alan Oranı " yöntemiyle saptanmıştır (Çizelge 1.5 ).

Çizelge 1.5: Baraj yerinde Solaklı Deresinin ortalama akım değerleri.

	A		Y			L		A		R		
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Baraj Yeri Ortalama Akım Değerleri (m <sup>3</sup> /sn)	7,07	7,14	6,05	5,01	5,45	7,45	17,01	29,50	25,59	14,88	8,21	5,71

Baraj yerindeki akım durumunu incelemek amacıyla, Çizelge 1.5'te verilen değerler kullanılarak baraj yeri için hidrograf hazırlanmıştır (Şekil 1.3). Bu hidroraftan yararlanarak baraj yerindeki toplam akım, taban akımı ve dolaysız akım hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1.6'da verilmiştir.



Şekil 1.3: Baraj yerine ait hidrograf.

Çizelge 1.6: Baraj yerindeki akım değerleri.

		A		Y			L		A		R		Yıllık Toplam	
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX
Baraj yeri akım değerleri (x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Taban akımı	18,65	18,23	16,19	0,16	10,79	5,09	8,39	8,47	11,29	15,76	19,08	15,95	148,05
	Dolaysız akım	-	-	-	13,51	2,52	17,15	44,71	70,32	50,04	21,22	3,54	-	223,01
	Toplam akım	18,65	18,23	16,19	13,67	13,31	22,24	53,10	78,79	61,33	36,98	22,62	15,95	371,06

Çizelge 1.6 incelendiğinde, baraj yerindeki yıllık toplam akımın  $371,06 \times 10^6 \text{ m}^3$ , yıllık toplam taban akımının  $148,05 \times 10^6 \text{ m}^3$ , yıllık toplam dolaysız akımın ise  $223,01 \times 10^6 \text{ m}^3$  olduğu görülmektedir.

B Ö L Ü M 2  
ÇAMBAŞI BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK SANTRAL  
YERLERİ ÇEVRESİNİN GENEL JEOLojİSİ

2.1. Önceki Çalışmalar\*

İnceleme alanı ve çevresinde ilk jeolojik araştırma, Gattinger (1955) tarafından yapılmıştır. 1/100 000 ölçekli olan bu araştırma, 1962 yılında yeniden gözden geçirilerek "1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon Paftası" adı ile yayınlanmıştır. Daha sonraki yıllarda, çalışma alanının çevresinde, birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı jeolojik ve mühendislik jeolojisi çalışmaları yapılmıştır. Bu araştırmalardaki, inceleme alanına ilişkin, görüşler aşağıda özetlenmiştir.

Gattinger (1955-1962), "Trabzon, Rize, Gümüşhane, Erzurum, Artvin ve Kars illerinin Bulunduğu Sahadaki Doğu Pontid-ler'de Yapılan Jeolojik Löve, İkmal ve Revizyon Çalışmaları Hakkında Rapor" adlı çalışmasında Çaykara ile Ögene arasında ve Soğanlı Dağlarının kuzeybatısında büyük ölçekte kıvrımlanmış mikasistler, kuvarsitler, grovaklar, kuvarsfillitler, grafit-şistler ve kıvrımlı mermer mercleklerinden oluşmuş metamorfik bir serinin yüzeylendiğini belirtmiş ve serinin içerdiği grafit-şist ve grovaklardan dolayı, Paleozoyik yağlı olabileceğini kabul etmiştir.

Altınlı (1970), inceleme alanının doğusunda, İkizdere (Rize) yöresinde yapmış olduğu "İkizdere Granit Karmaşığı" isimli araştırmasında, İkizdere Granit Karmaşığının Kuzeydoğu Karadeniz Bölgesindeki Granit Batolitinin küçük bir kesimine uygulanmış kaya birimi adı olduğunu, sınırlı asit fakat yaygın olarak bazik segregasyonlar ve lamprofirler içeren granit

---

\* Bu başlıkta, araştırmacıların kullandıkları jeolojik terimler olduğu gibi aktarılmıştır.

karmaşığının, değişik litolojideki kısımlarının dereceli geçişli olduğunu; diyabaz, aplit, kuvars damarlarıyla kesildiğini ve akma yapısı kapsamadığını belirtmiştir.

Çoğulu (1970), "Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve jeokronometrik araştırmalar" isimli çalışmasında, Rize bölgesinde yer alan granit familyası kayalarını Rize Plütonu olarak adlandırmış ve plütonun petrografik olarak syenogabro (monzogabro) monzonit, granofir, monzodiyorit, gabro, gabro diyorit, kuvars diyorit, granodiyorit, kuvars monzonit, granit, syenogabro porfir, kuvars diyorit porfir, monzonit porfir, lamprofir gibi kayaç türlerinden meydana geldiğini belirtmiştir. Ayrıca plütonun yan kayaları uyumsuz olarak kestiğini ve onlarla net dokanaklar oluşturduğunu kaydetmiştir. Diğer taraftan plütonun yaşının jeokronometrik metodlarla 30-47 milyon yıl arasında değiştiğini ve bu yaşların arazi bulgularıyla doğrulandığını, yani, plütonun Tersiyer'de Alp Orojenezine bağlı olarak yerleşmiş olduğunu savunmuştur.

Eroskay (1970), "Laleli-Tosköy Derivasyon Tünelinin Mühendislik Jeolojisi" adlı araştırmasında, Doğu Pontid Plütonuna ilişkin İkizdere Magmatitlerinin kenar kısımlarının koyu renkli, ince kristalli, sert dayanımlı granodiyorit, diyorit, kuvarslı diyorit porfir; iç kısımlarının ise iri kristalli granit veya alkali granitten meydana geldiğini ifade etmiştir. Ayrıca, magmatitlerin Eosen volkanitlerini keserek, onları kontakt metamorfizmasına uğrattığını, Eosen'in lav ve kireçtaşlarına çok benzeyen ksenolitler içerdiğini ve dolayısıyla, magmatitlerin, Eosen sonu ile Oligosen yaşında olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, mühendislik özellikleri açısından tünel güzergahında yer alan gerek Eosen volkanitlerinin, gerekse magmatitlere ilişkin granit ve granodiyoritlerin fiziksel özellikleri, yersel ve bölgesel yapıları, yerüstü ve yeraltı suyu vb. gibi jeolojik faktörlerin tünel açımında sorun çıkartmayacağını savunmuştur.

Taner (1977), "Etude Geologique et Petrographique De La Region De Güneyce-İkizdere, situee Au Sud De Rize (Pontides Orientales, Turquie)" isimli araştırmasında, Güneyce-İkizdere yöresinde yüzeylenen kayaları, asit plütonik kayalar ve

volkano-tortul oluşuklar olmak üzere iki ana bağlıkta toplamıştır.

Asit plütonik kayaağların genellikle kalko-alkalen bileşimli ve birbirine geçişli iki grup kayaağtan meydana geldiğini; bunlardan ilkinin plütonun kenar kısımlarında yer alan tonalitler, ikincisinin ise plütonun merkez kısımlarını oluşturan granodiyoritler olduğunu, senorojenik olan plütonun Alt ve Üst Kretase yağlı volkano-tortul oluşukları dokanak metamorfizmasına uğrattığını, plütonun yerleşme yağının jeokronometrik verilere göre Alp Orojenezinin Geç Kimmeriyen, Laramiyen, Pireniyen safhalarına kargılık geldiğini, ancak en önemli yerleşmenin Türoniyenden sonra Laramiyen safhasında geręekleřtiğini belirtmiştir.

Volkano-tortul oluşukların stratigrafik olarak Alt Kretase yağlı volkano-tortul seri ve Üst Kretase (Üst Türoniyen) yağlı volkano-tortul seri şeklinde ikiye ayrıldığını; bunlardan birinci serinin, tabanda bir kireçtaşı seviyesi ile bunun üzerine gelen karmaşık volkano-tortul oluşuklardan meydana geldiğini, bu serinin granit intrüzyonu ile kuvvetli bir metamorfizmaya uğradığını, serideki volkanitlerin genellikle bazik karakterde olduğunu, ikinci serinin ise yastık ve masif lav debisi gösteren diyabazlar ve melafirler ile andezit-bazalt, bunların piroklastları ve pelajik kireçtaşı arakatkılarından oluştuğunu, serinin tabanında ve plütonun yakınlarında dokanak metamorfizmasının geliştiğini savunmuştur.

Yılmaz (1977), "Çaykara Granitlerinin Petrojenetik ve Jeokronometrik Etüdü" adlı incelemesinde Çaykara güneyinde yer alan granitik masifin monzonitik ve granodiyoritik türleri içeren derin kökenli, post tektonik magmatik bir yerleşme ürünü olduğunu, Üst Kretase volkanizmasıyla eę zamanlı filonlarla kesildiğini, graniti saran volkanitlerle granit arasında dokanak metamorfizmasının izlenmediğini, granitin yerleşme yağının 257±5 milyon sene önce (Saaliyen fazı sonrası) olduğunu ve sonradan Alp Orojenezinin Neosimmeriyen fazı esnasında (142±12) milyon sene önce) bir gençleşme kaydettiğini savunmuştur.

Özsayar ve diğerleri (1981), "Doğu Pontidlerde Kretase" isimli araştırmalarında, çalışma alanını da kapsayan Doğu Pontid Kuzey Zonunda Alt Kretase oluşuklarının, fosilsiz mermer ve kristalize kireçtaşı mercekleri içeren spilitleşmiş bazaltlardan meydana geldiğini ve bu kireçtaşlarının, Doğu Pontid Güney Zonunda yapılmış olan çalışmalarla korele edilerek Malm-Alt Kretase yaşlı masif kireçtaşlarına karşılık gösterildiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Alt ve Üst Kretase dokanağının Harşit-Doğankent yöresi dışında izlenemediğini, Üst Kretase yaşlı kayaların deniz altı volkanizması ürünü olduklarını ve genellikle Senoniyen yaşını veren kırmızı biyomikrit seviyeleri içerdiklerini belirtmişlerdir.

## 2.2. Stratigrafi ve Petrografi

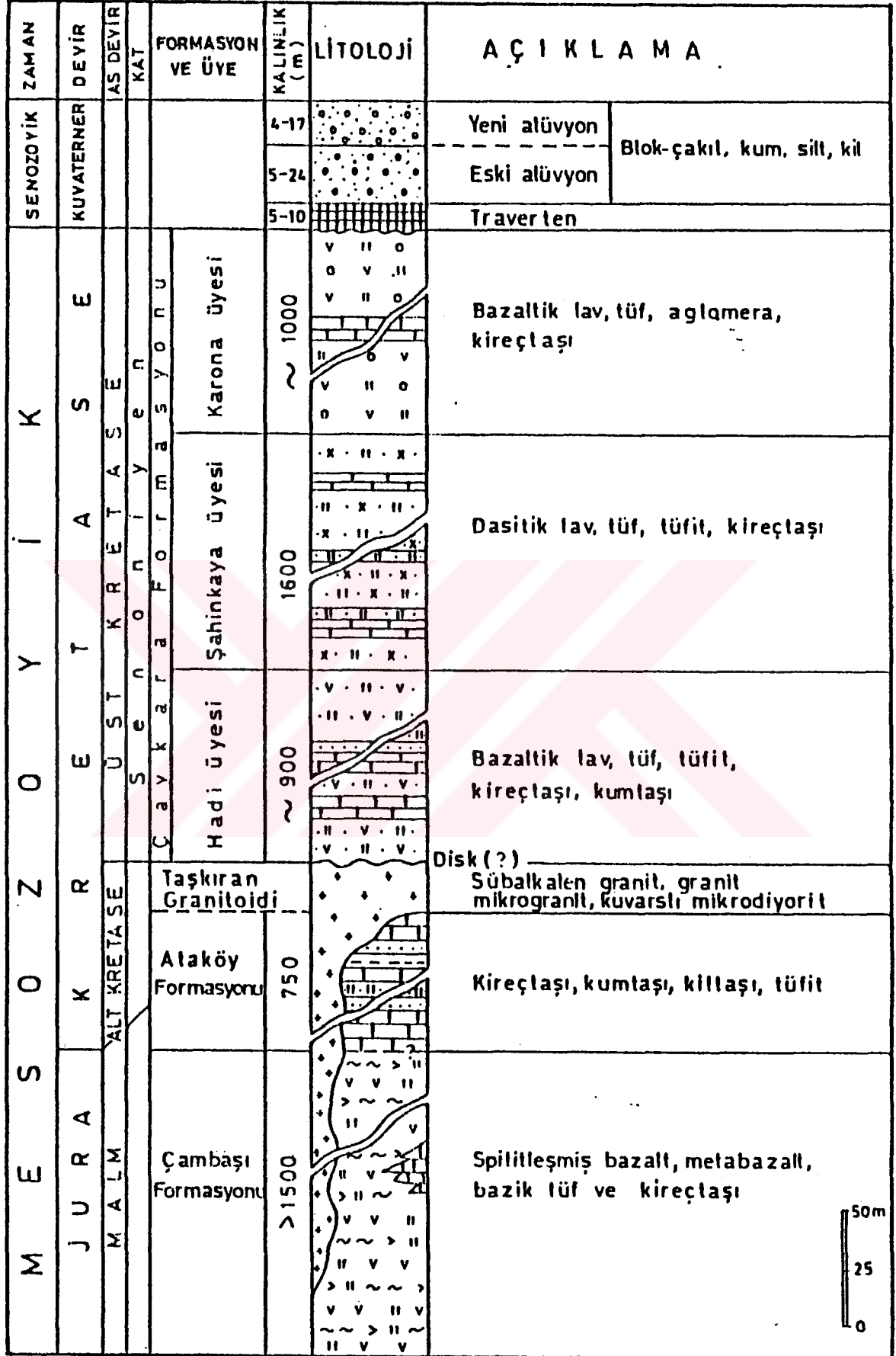
Bu çalışmada, Türkiye Stratigrafi Komisyonu tarafından hazırlanan "Stratigrafi Sınıflama ve Adlama Kuralları (1986)" esas alınarak, inceleme alanında yaşlıdan gence doğru aşağıdaki litostratigrafi birimleri ayırt edilmiştir (Şekil 2.1):

- 1- Çambaşı Formasyonu (Malm-Alt Kretase)
- 2- Ataköy Formasyonu (Alt Kretase)
- 3- Taşkıran Granitoidi (Alt Kretase sonu)
- 4- Çaykara Formasyonu (Üst Kretase)
  - a) Hadi Üyesi
  - b) Şahinkaya Üyesi
  - c) Karona Üyesi
- 5- Lüger Travertenleri (Kuvaterner)
- 6- Alüvyonlar ve Yamaç Döküntüleri (Kuvaterner)

### 2.2.1. Çambaşı Formasyonu

Çambaşı Formasyonu Maraşlı, Ataköy, Yukarıataköy, Çamlıbel köyleri ile Uzungöl (Şerah) nahiyesi dolaylarında yüzeylenir. Formasyonun en tipik görüldüğü yer Çambaşı köyü ve dolaylı olduğu için, Formasyona Çambaşı Formasyonu adı verilmiştir. Çambaşı Formasyonunu oluşturan volkanitler, aşınmaya karşı dayanımlı olduklarından topoğrafyada dik yamaçlı vadileri ve önemli yükseltileri meydana getirirler.





Şekil 2.1: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerleri çevresinin genelleştirilmiş dikme kesiti.

Çambaşı Formasyonu spilitleşmiş bazalt, metabazalt, bazik tüf ve kireçtaşından oluşmuştur. Bu kayalardan kireçtaşı dışında kalonlar, karmaşık ve birbirlerine geçişli olmaları nedeniyle bir arada haritalanmışlardır (Ek 1).

Spilitleşmiş bazalt Karestel Yaylası, Lustra, Dorinor ve Çiroş mezraaları, Ataköy ve Yukarıataköy çevrelerinde yüzeylenirler. Morumsu-kırmızı, koyu yeşil ve yeşilimsi gri renklerde görülen bu kayalar, çoğunlukla ikincil kalsit mineraleriyle dolgulu boşluklar içerirler. Mikroskopta, genellikle mikrolitik porfirik, bazan flüidal (akışlı) bazan da mikrolitik entersertal strüktürler gözlenir. Plajiyoklaz; çoğunlukla mikrolitler, bazan da fenokristaller halinde bulunur. Ayrışma sonucu genellikle kalsit, epidot, klorit minerallerine dönüşmüş ve albitleşmiştir. Fenokristaller zonlu yapılarını yer yer korumuşlardır. Ojit; çoğunlukla küçük otomorf ve subotomorf fenokristaller halinde olup, kısmen uralitleşmiştir. Hornblend; çoğunlukla otomorftur. Ayrışma sonucu kalsit, klorit ve epidot minerallerine dönüşmüştür. Epidot; ayrışma ürününden başka, küçük taneler şeklinde hamurda ve bazen damar veya boşluk dolgusu olarak ikincil kuvars ve kloritle birarada bulunur. Kalsit; gözenek ve damarlarda izlenir. Opak mineral olarak magnetit, ilmenit ve lökoksen gözlenir.

Bazik tüfler, Şerah nahiyesi ve Çambaşı Baraj yeri dolaylarında yüzeylenirler. Kırıklı ve çatlaklı yapı gösteren bu kayalar yeşilimsi gri renkli, ince taneli ve serttirler. Mikroskop altında, tamamen albitleşmiş ve kalsitlemiş plajiyoklaz kristal parçaları ile çok ince taneli volkanik bir hamur maddesi ve yer yer litik parçalar gözlenir. Metabazaltlar içerisinde yer alan bazik tüflerin ince kesitlerinde, albitleşmiş plajiyoklaz parçaları ile albit-epidot-hornfels fasiyesi mineralleri görülür.

Metabazaltlar, harita alanında Zazoğlu mahallesi ve Hadipazarının batısında, Çambaşı Baraj yeri ve çevresinde, Haroskomları ve çevresinde yüzeylenirler. Açık yeşilimsi-gri renkte, ince taneli, çok sıkı, sert ve çatlaklı olan bu kayalarda makroskobik olarak epidot ve pirit mineralleri bol, pirotin, sfalerit ve kalkopirit mineralleri ise az miktarda

görülür. İnce kesitlerde, lavların özellikle hamur maddesinde albit-epidot-hornfels fasiyesi mineralleri görülür. Ayrıca, kayacın ilksel dokusunun çoğunlukla tamamen kaybolduğu, plajiyoklazların albitleştiği; serisit ve epidot minerallerine dönüştüğü gözlenir.

Kireçtaşları, inceleme alanında güneyden kuzeye doğru Karestel Yaylası, Lustra Mezraası, Haznekapı Tepe, Yukarıataköy, Soğuksu Mahallesi, Beddualı Tepe ve Minciryos Mahallesi dolaylarında yüzeylenirler. Genellikle gri-beyaz, bazen mavimsi gri renkte, sert ve kırılğan olan kireçtaşları, çoğunlukla masiftirler. Ancak, Lustra Mezraası, Beddualı Tepe ve Minciryos Mahallesi çevresindeki yüzeylenmeler belirgin katmanlanma gösterirler(Foto 1). Kireçtaşı yüzleklerinin harita üzerindeki görünüşleri, bu kayaçların Çambaşı Formasyonu içerisinde değişik boyutlu mercekler şeklinde bulunduğu fikrini vermektedir.



Foto 1: Minciryos Mahallesi KB'sındaki kireçtaşlarında katmanlı yapı.

Kireçtaşları Folk sınıflamasına göre mikrit, biyomikrit, dismikrit, mikrosparit ve intrasparittir.

Çambaşı Formasyonunun jeoloji kesitlerinden ölçülen görünür kalınlığı 1500 m'den fazladır (Şekil 2.1).

Formasyonun alt dokanağı ve yanıl sınır değişimleri çalışma alanında gözlenememiştir. Alt Kretase yaşı Ataköy Formasyonuna geçişli olduğunu kabul ettiğimiz bu formasyonun Üst Kretase yaşı Çaykara Formasyonu ile dokanağı yer yer uyumsuz, yer yer de faylıdır (Ek 1 ve 2).

Lustra mezraası ve Minciryos mahallesi dolayında yüzlek veren kireçtaşlarından, sistematik olarak alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde A.Burşuk aşağıdaki mikrofaunayı saptayarak, kireçtaşlarına Malm-Alt Kretase yaşını vermiştir.

*Protopeneroplis striata* (WEYNSCHERK)

*Pseudocyclamina Litus* (YOKOYAMA)

*Globochaeta* sp.

*Saccocoma* sp.

*Involutina* sp.

*Fronicularia* sp.

*Trochelina* sp. (gr. alpina)

Kireçtaşlarını Çambaşı Formasyonu içerisinde mercek şeklinde kabul ettiğimizden, Çambaşı Formasyonunda Malm-Alt Kretase yaşı olabileceği düşünülmektedir.

Çambaşı Formasyonu, Doğu Pontid Kuzey Zonunda "Alt Bazik Seri" (Schultze-Westrum, 1962; Zankl, 1962; Özsayar, 1971; Gedikoğlu, 1978)'ye karşılık gelmektedir.

### 2.2.2. Ataköy Formasyonu

Ataköy Formasyonu, inceleme alanında Ataköy ve çevresinde yüzeylenir. Formasyonun adı, Ataköyden türetilmiştir. Formasyon, aşınmaya karşı dayanımsız kayaları kapsadığından topografyada az eğimli yamaçları oluşturur.

Çambaşı Formasyonu litolojik olarak kireçtaşlarından oluşmuştur. Yer yer kiltası, kumtaşı, tüfit seviyeleri ile dolomit silleri içerir (Foto 2).

Formasyonun egemen litolojik birimini oluşturan kireçtaşları, gri-kurşuni renkte, sert, boşluksuz, kırılğan ve çoğunlukla ince-orta katmanlı; yer yer kalın katmanlıdırlar. Kireçtaşlarından yapılan ince kesitlerde, genellikle mikrospartitik alanlar içeren mikritik bir çimento ve biyojenler gözlenir. Kireçtaşı Folk sınıflamasına göre mikrit, biyomikrit ve mikrospartittir.



Foto 2: Ataköy Formasyonunun litolojik birimleri (Aymeydan Tepe'nin 750 m kuzeydoğusu).

Kiltaşları, kireçtaşları katmanları arasında yersel olarak izlenirler. Sarımsı yeşil renkte, yumuşak, çok ince taneli ve ince katmanlıdırlar.

Formasyon içinde yer yer görülen kumtaşları, kahverengimsi gri renkte, taneli görünümlü, yumuşak ve orta-kalın katmanlıdırlar. İnce kesitlerde, kalsit ve kloritten oluşmuş bir çimento içinde, genellikle orta derecede yuvarlaklaşmış plajiyoklaz, kuvars, piroksen taneleri, biyotit lamelleri, mikritik kireçtaşı parçaları, mikrolitik dokulu volkanik kayalık parçaları, opak mineraller ve ekinit plakları gözlenir.

Formasyon içerisinde bazı düzeylerde izlenen tüfitler, kirli sarı ve yeşilimsi kahve renkte, oldukça yumuşak, taneli görünümlü ve orta-kalın katmanlıdırlar. Mikroskopik incelemelerde, çoğunlukla kalsitlemiş otomorf veya subotomorf plajiyoklaz kristalleri ve parçaları, kuvars kristalleri, litik parçalar, kloritlemiş ve kalsitlemiş çok ince taneli bir hamur maddesi görülür.

Dolerit, formasyon içerisinde kalınlığı 50-140 cm arasında değişen sil'ler şeklinde bulunur. Makroskopik olarak açık yeşil, yeşilimsi gri renkte ve taneli görünümlüdür. Mikroskopta, genellikle üçgenimsi boşluklar meydana getirecek şekilde birbirine dayanmış prizmatik plajiyoklaz lataları ve bu latalar arasındaki boşlukları dolduran ojit mineralleri gözlenir.

Çambaşı Formasyonunun jeoloji kesitlerinden ölçülen görünür maksimum kalınlığı 750 m'dir (Şekil 2.1).

Çambaşı Formasyonu ile geçişli olduğunu kabul ettiğimiz Ataköy Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Şahinkaya Üyesi ile tektonik dokanaklıdır (Ek 1 ve 2).

Ataköy Formasyonunda, kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitlerinde A.BURŞUK aşağıdaki mikrofaunayı saptamış ve Formasyonun Alt Kretase yaşında olduğunu belirtmiştir.

*Hedbergella infracretacea* (GLAESSNER)

*Pithonella ovalis* (KAUFMANN)

*Planomalina* sp.

*Collodaria*

*Incertae cedis*

*Dictyomitra* sp.

Ataköy Formasyonunun, Doğu Pontid Kuzey Zonunda karşılığı bilinmemektedir.

### 2.2.3. Taşkiran Granitoyidi

Granitoyidin adı, Çaykara ilçe merkezinin 11 km güneyinde ve Şerah Deresi vadisinde yer alan Taşkiran köyünden türetilmiştir. Granitoyid, inceleme alanında Taşkiran ve Köseli

köyleri dolaylarında, Yumrutaş, Vaydorim, Cevizli mahalleleri çevrelerinde, Şerah bucağının kuzey ve batısında, Yaylaönü köyünün doğu ve kuzeydoğusunda yaklaşık olarak 65 km<sup>2</sup> lik bir alanda yüzeylenir (Ek 1).

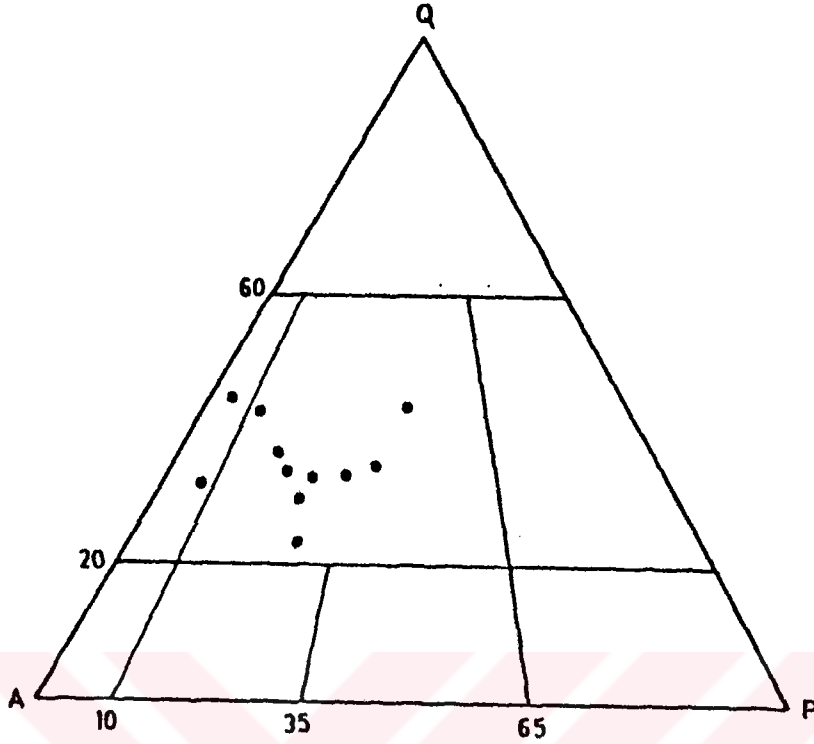
Granitoyide ilişkin kayaların litolojisinin saptanmasında, granitoyidden alınan örneklerin modal analizleri yapılmış ve Streckisen (1976)'in QAP diyagramı kullanılmıştır. Bu kayaların modal analiz sonuçları Çizelge 2.1'de, analiz sonuçlarının QAP diyagramındaki yerleri ise Şekil 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1: Taşkiran Granitoyidine ilişkin kayaların modal analizleri

Örnek No	6	8	11	13	54	55	56	57	191	372	911
Kuvars (%)	29,75	21,65	29,65	32,12	30,39	42,02	35,33	32,36	42,80	40,87	28,29
Alkali feldspat (%)	60,75	51,30	44,78	36,15	40,88	28,40	49,40	47,45	50,69	52,85	46,62
Plajiyoklaz (%)	6,25	21,88	18,41	25,77	24,32	26,21	11,98	15,27	5,52	4,95	18,02
Mafik mineral (%)	3,25	5,17	7,16	5,96	4,41	3,37	3,29	4,92	0,99	1,33	7,07
Toplam (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Şekil 2.2'deki QAP diyagramı incelendiğinde, granitoyidin subalkalen granit ve granitten oluştuğu görülmektedir. Ayrıca, granitoyide ilişkin olan ve modal analizi yapılamayan pek çok örneğin mikrogranit ve kuvarslı mikrodiyoritlerden oluştuğu mikroskobik incelemelerle belirlenmiştir. Granitoyidi oluşturan bu kayaların arasındaki dokanağı izleme olanağı bulunamamıştır.

Granitoyid, Bahadırlar, Kurtalı, Elmalık, Serender mahalleleri ile Çiroğ. Taht, Mus, Filah mezreaları dolaylarında yüksek derecede ayrılmıştır. Görünür ayrışma derinliği, yol şevlerinde ve akarsu vadilerinin yamaçlarında yapılan ölçümlere göre 7-10 m arasında değişmektedir. Ayrılmamış granitoyide, çoğunlukla üç yönde gelişmiş çatlaklar izlenir; çatlak



Şekil 2.2: Taşkiran Granitoidine ilişkin kayağların QAP diyagramındaki yerleri. Q: Kuvars, A: Alkali feldspat, P: Plajiyoklaz

açıklıkları yüzeyde 40-45 cm'ye kadar ulaşır. Yüzeyleri pürüzlü ve ondülasyonlu olan çatlaklar, genellikle dolgusuzdur.

Granitoid, aplit ve bazalt daykları tarafından kesilmiştir. Dayklar, özellikle arenalaşmış granitoid içinde eğilmiş olan yol şevlerinde belirgin olarak izlenirler.

Granitoyidi meydana getiren kayağların genel özellikleri aşağıdaki paragraflarda sunulmuştur.

Açık gri-pembemsi renkte ve taneli görümlü olan subalkalen granit, Alçakköprü mahallesi dolayında yüzeylenir. Makroskobik olarak kuvars, alkali feldspat, plajiyoklaz ve biyotit mineralleri çıplak gözle seçilebilir. Mikroskop altında taneli strüktür gözlenir. Kuvars, ksenomorf kristaller halinde bulunur. Subtomorf kristaller halinde çok bol miktarda izlenen potasyumlu feldspatlar, çoğunlukla pertitik yapı ve kısmen killeşmiş olarak görülürler. Anortit miktarı % 20-22



arasında değişen ve genellikle albit ikizi gösteren plajiyoklazlar, subtomorf gekilli kristaller halinde az miktarda izlenirler. Subtomorf biyotit kristalleri içerisinde, yer yer enklüzyon halinde apatit kristalleri görülür. Anfibol kristalleri kloritleşmiş olarak yer yer gözlenirler.

Granitoidin büyük bir kısmını oluşturan granit, gri-bej renkte ve taneli görünüşlüdür. Kuvars, alkali, feldspat, plajiyoklaz, biyotit ve amfibol mineralleri makroskobik olarak tanımlanmaktadır. Mikroskopta gronü, yer yer mikro grafik, mikro pertitik ve porfirik strüktürler gözlenir. Ksenomorf kristaller halinde bulunan kuvars bazan kataklastik ve enklüzyonlu yapı, bazan da dalgalı sönme gösterir. Ksenomorf-Subtomorf kristaller halinde gözlenen ve yer yer kuvars kristalleriyle yazı strüktürü oluşturan alkali feldspatlar, genellikle pertitik yapı gösterirler. Çoğunlukla kil minerallerine ayrıışmış olan alkali feldspatlar, bazı kesitlerde porfiroblastlar şeklinde izlenirler. Subtomorf kristaller halinde izlenen plajiyoklazlar, albit ikizi ve zonlu yapı gösterirler. Anortit miktarı % 21-25 arasında değişir. Plajiyoklazlar, ayrıışma sonucu çoğunlukla kalsit ve epidot minerallerine dönüşmüştür. Lameller şeklinde izlenen ve ekseriya apatit ve zirkon mineral enklüzyonları içeren biyotit kristallerinin, bazı kesitlerde klorit ve epidot minerallerine dönüştüğü görülür. Kesitlerde çok az miktarda gözlenen ve ayrıışmaya bağlı olarak kısmen klorite dönüşen yeşil hornblend, otomorf kristaller halinde bulunur. Tali mineral olarak apatit ve zirkon, opak mineral olarak da demiroksit mineralleri izlenir.

Mikrogranit, ęalışma alanında Güvençli mahallesinin KB' sında yüzeylenir. Sarımsı gri renkte ve porfirik görünüşlüdür. İnce kesitlerde mikrogronü porfirik strüktür görülür. Kuvars ve alkali feldspatlar ksenomorf, plajiyoklazlar (An 18-33) ise otomorf ve subtomorf şekillerde izlenir. Anfiboller, fenokristaller halinde bulunur. Ayrıca, alkali feldspatlarda killeşme ve pertitik yapı; plajiyoklazlarda serisitleşme; amfibollerde kloritleşme; kuvars ve alkali feldspatlar

arasında ise yer yer mikrografik doku gözlenir. Apatit, zirkon ve demiroksit mineralleri çok az miktarda izlenir. Hamur maddesi genellikle kuvars, alkali feldspat ve plajiyoklaz kriptokristallerinden oluşmuştur.

İnceleme alanında Yumurtalık, Cevizli, Vaydorim mahalleleri, Obusgambu tepe, Dorinor mezraası ve Haros komları yörelerinde yüzeylenen kuvarslı mikrodiyorit, yeşilimsi gri renkte ve porfirik görünüşlüdür. Makroskobik olarak plajiyoklaz ve amfibol mineralleri çıplak gözle rahatlıkla seçilebilecek büyüklüktedir. Mikroskopta, mikrogronü porfirik strüktür gözlenir. Ksenomorf, bazan subtomorf kristaller halinde olan kuvars, kırıklı ve çatlaklı yapı gösterir. Bazı kesitlerde kuvars kristallerinin kenarları, hamur maddesi tarafından kısmen korredede olduğu gözlenir. İri otomorf kristaller halinde olan ve zonlu yapı gösteren plajiyoklaz kristalleri, çoğunlukla serisit ve kil minerallerine dönüşmüştür. Yeşil hornblend otomorf kristaller halinde ve genellikle kloritleşmiş, kalsitleşmiş olarak izlenir. Biyotit, çoğunlukla kloritleşmiş iri kristaller şeklindedir. Opak mineral olarak pirit, tali mineral olarak ise apatit ve sfen görülür. Hamur maddesini, mikrogronü ksenomorf plajiyoklaz ve kuvars kristalleri oluşturur.

Taşkıran Granitoyidi, Rize Granitik Plütonunun küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Taşkıran Granitoyidinin çalışma alanında Malm-Alt Kretase yağlı Çambağı Formasyonuna ilişkin kayaları kestiği ve onları dokanak metamorfizmasına uğrattığı belirlenmiştir. Ancak, granitoyidin inceleme alanında Üst Kretase yağlı kayalarla ne dokanağı görülebilmiş, ne de onları kestiğine ilişkin bir veri bulunabilmiştir. Araştırmacılar, Rize Plütonunun yerleşim yaşının yaklaşık 250-30 milyon yıl arasında değiştiğini jeokronometrik verilerle saptamışlardır (Bölüm 2.1). Bu veriler, Rize Plütonunun yerleşmesinin farklı jeolojik zamanlarda gerçekleştiğini göstermektedir. Arazi gözlemlerine göre, Taşkıran Granitoyidinin Alt Kretase sonunda yerleşmiş olabileceği düşünülmektedir.

Taşkıran Granitoyidi, yerleşim yaşı gözönüne alındığında, Doğu Pontidlerde "Hargit Granit Karmaşığı" (Gedikoğlu, 1978) ve "Artvin Graniti" (Tarhan, 1982)'ne karşılık gelmektedir.

#### 2.2.4. Çaykara Formasyonu

Çaykara Formasyonu, inceleme alanında Solaklı Deresi vadisinin Çaykara ilçesi ile Hadipazarı arasında kalan kısmında ve bu vadinin yamaç ve zirvelerinde yüzeyleir (Ek 1). Adı Çaykara ilçe merkezinden türetilen formasyon üç üyeye ayrılmıştır.

##### 2.2.4.1. Hadi Üyesi

Çaykara ilçesinin 4,5 km güneyindeki Hadipazarı çevresinde yüzeylenen bu üye, genellikle aşınmaya karşı dirençli kayaları kapsadığından topoğrafyada dike yakın eğimli yamaçları oluşturur.

Hadi Üyesi, Litolojik olarak bazaltik lav, tuf, tüfit, kumtaşı ve kireçtaşından oluşmuştur.

Bazaltik lav, tuf üyenin egemen litolojisini oluşturur. Bu kayalar, koyu yeşil renkte ve gatlaklı olup, birbirlerine geçişlidirler. Lavların ince kesitlerinde, mikrolitik porfirik doku gözlenir. Otomorf fenokristaller halinde izlenen plajiyoklazlar, ayrışma sonucu çoğunlukla kalsit, kil ve serisit minerallerine dönüşmüşlerdir. Ojit, otomorf fenokristaller halinde olup, kısmen uralitlemiş ve kalsitlemiştir. Hamur maddesi, plajiyoklaz mikrolitlerinden ve kloritlemiş bir malzeneden oluşmuştur. Hamur içinde, küçük taneler halinde ojit, pirit, ilmenit ve loköksen mineralleri görülür. Tüflerin ince kesitlerinde ise kalsitlemiş plajiyoklaz parçaları ve çok ince taneli bir hamur maddezi izlenir.

Tüfitler; yeşilimsi gri renkte, taneli görünüşlü, yumuşak ve orta-kalın katmanlıdır, Kireçtaşı katmanları arasında bulunurlar. İnce kesitlerde, kısmen yuvarlaklaşmış

mikrolitik dokulu kayaa parçaları, plajiyoklaz kristalleri ve çok ince taneli bir çimento malzemesi gözlenir.

Kumtağları; açık yeşilimsi gri renkte, orta-kaba taneli, bazan çakıllı, orta-kalın katmanlı olup, çoğunlukla kireçtaşı katmanları arasında bulunur. İnce kesitlerde, silisli bir çimento maddesi içerisinde çoğunlukla yuvarlaklaşmış mikrolitik ve mikrolitik porfirik dokulu volkanik kayaa parçaları, kuvars-albit-epidot-klorit birliğinden oluşmuş kayaa parçaları, yarı köşeli, köşeli ve genellikle albitleşmiş plajiyoklaz taneleri, köşeli ve oldukça iri opak mineral taneleri görülür.

Kireçtağları; yeşilimsi gri ve kırmızı renklerde, sert, boşluksuz kırılğan, orta ve kalın katmanlıdırlar. Bazaltik lav ve tüfler içerisinde, tüfit ve kumtağları ile birlikte seviyeler halinde bulunurlar (Foto 3). Kireçtağlarının ince kesitlerinde mikritik bir çimento ve biyojenler gözlenir. Folk sınıflamasına göre kireçtağları biyomikrittir.



Foto 3: Hadi Üyesi içerisinde yer alan tortul kayaağlar (Hadipazarı'nın 350 m güneydoğusu).

Hadi Üyesi'nin jeoloji kesitlerinden ölçülen görünür kalınlığı 900 m'dir (Şekil 2.1).

Hadi Üyesi, Çambaşı Formasyonu ile tektonik dokanaklı olup, Şahinkaya Üyesi tarafından uyumlu olarak üstlenir (Ek2).

Hadi Üyesi'nin yaşı, üyenin içerdiği kırmızı renkli biyomikritlerin ince kesitlerinde T.ÖZSAYAR tarafından saptanan aşağıdaki mikrofaunaya göre Kampaniyen olarak belirlenmiştir.

Globotruncana arca (CUSHMAN)

Globotruncana cf. bulloides VOGLER

Globotruncana linneiana (d'ORBIGNY)

Globotruncanita cf. conica (WITITE)

Globotruncana coronata BOLLI

Rosita fornicata (PLUMMER)

Globotrunca tricarinata (QUEREAU)

Hadi Üyesi'nin, Doğu Pontidlerde, aynı litofasiyeste olmamasına karşın, "Ziverağa Formasyonu" (Özsayar ve diğ., 1981) ile denestirilebilir özellikle olduğunu düşünmekteyiz.

#### 2.2.4.2. Şahinkaya Üyesi

Çaykara ilçesi ve Şahinkaya, Eğridere, Koldere köyleri dolaylarında yüzeylenen ve çoğunlukla aşınmaya karşı dirençli kayaları içeren bu üye, topoğrafyada yer yer dike yakın eğimli yamaçlar oluşturur.

Şahinkaya Üyesi, yer yer kireçtaşı seviyeleri içeren dastitik lav, tuf, tüfitlerden oluşmuştur. Yoğun ayrışma nedeniyle lav, ve tuf tüfitler arasındaki dokanak arazide izlenemediğinden, bu kayalar bir arada haritalanmışlardır (Ek 1). Lav, tuf ve tüfitler; kaolinleşme nedeniyle beyaz, limonitleşme nedeniyle kırmızımsı kahverengi, kükürtleşme nedeniyle sarımsı beyaz ve sarımsı yeşil renklerde görülürler (Foto 4) ve yer yer, boyu 1 cm'ye kadar ulaşan pirit kristalleri içerirler.

Lavlar, genellikle ayrışmış olduklarından alacalı renklerde görülürler. Ayrışmamış lavlar, sert, boşluksuz, kırılğan ve çatlaklı olup, yer yer prizmatik kolon debi gösterirler.

Lavların ince kesitlerinde, çoğunlukla mikrogronü porfirik, bazan da sferolitik strüktür gözlenir. Kuvars; genellikle otomorf, subotomorf ve kenarları korrede olmuş fenokristaller halindedir. Bazı kesitlerde kuvarsın boşluklu ve çatlaklı olduğu ve bu boşluk ve çatlakların opak mineral, klorit ve kalsit tarafından doldurulduğu görülür. Plajiyoklaz; otomorf ve subotomorf fenokristaller halinde bulunur. Albit ikizi ve zonlu yapı gösterir. Çoğunlukla serisit, kalsit ve kil minerallerine ayrıışmıştır; yer yer epidotlaşma izlenir. Amfibol ve biyotit. bazı kesitlerde kloritlemiş olarak görülür. Tali mineral olarak pirit bol, apatit ise çok az miktarda gözlenir. Hamur maddesi, genellikle ince taneli kuvars, plajiyoklaz minerallerinden ve camı malzemedan oluşmuştur. Bazı kesitlerde. hamurun camı kısımlarının rekrystalizasyonu sonucu gelişmiş sferolitlere rastlanır.

Tüfler; kristal ve vitrik tüf niteliğinde olup, bol miktarda kırılmış, parçalanmış kuvars ve plajiyoklaz kristalleri, demiroksit mineralleri, az miktarda biyotit lamelleri ve camı hamur maddesinden oluşmuşlardır.

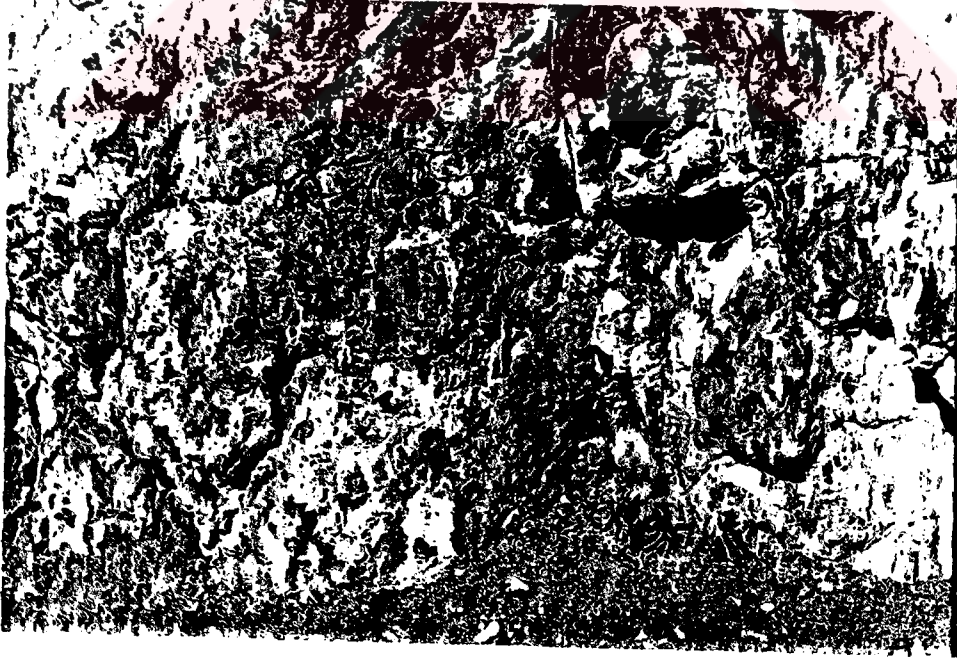


Foto 4: Dasitlerde görülen ayrışma ürünleri (Sarmaş mahallesinin 500 m kuzeydoğusu).

Tüfitler; kenarları kısmen yuvarlaklaşmış kuvars, plajiyoklaz ve volkanik kayag parçaları ile yer yer pirit mineraleri içeren kumlu ve killi bir çimento maddesinden meydana gelmişlerdir.

Kireçtaşları; üye içinde kalınlığı 5-15 m arasında değişen seviyeler halinde izlenirler. 1/25 000 ölçekli jeoloji haritasına abartılarak geçirilen bu kayalar, yeşilimsi gri ve kırmızı renklerde, sert, boğlaksuz ve kırılğan olup, belirgin katmanlanma gösterirler. Katman kalınlıkları 10-40 cm arasında değişir. Mikroskopik incelemelerde kireçtaşlarının, mikritik bir çimento ve biyojenler içerdikleri gözlenmiş ve Folk gemasına göre biyomikrit oldukları saptanmıştır.

Şahinkaya Üyesi'nin jeoloji kesitlerinden ölçülen ortalama kalınlığı 1600 m'dir (Şekil 2.1).

Şahinkaya Üyesi, Hadi Üyesi'ni uyumlu olarak üstler ve Karona Üyesi tarafından uyumlu olarak üstlenir (Ek 2).

Şahinkaya Üyesi'nin yaşı, üye içerisinde ara seviyeler halinde bulunan kırmızı renkli biyomikritlerin ince kesitlerinde T.ÖZSAYAR tarafından saptanan Globotruncana sp. fosillerine göre, Senoniyen olarak belirlenmiştir.

Şahinkaya Üyesi, Doğu Pontid Kuzey Zonundaki "Dasit Serisi" (Schultze-Westrum, 1962; Özsayar, 1971) ile denegitirilebilir niteliktedir.

#### 2.2.4.3. Karona Üyesi

Karona ve Orsa mahalleleri, Bekirirmak mezraası, Suçkıran Tepe ve Şahinkayası dolaylarında yüzeylenen bu üye (Ek 1), çoğunlukla aşınmaya karşı dayanımlı kayaları kapsadığından topografyada dike yakın eğimli yamaçlar ve yükseltiler oluşturur.

Karona Üyesi, bazaltik lav, tüf aglomera ve kireçtaşından oluşmuştur.

Lavlar; yeşilimsi gri, koyu yeşil ve kırmızı renklerde, sert, kırılğan ve çatlaklıdır. Makroskopik olarak, genellikle piroksen ve plajiyoklaz kristalleri görülmektedir.

Mikroskobik incelemede, çoğunlukla mikrolitik porfirik strüktür gözlenir. Plajiyoklaz, hem fenokristal, hem de mikrolitler halinde bulunur; Fenokristallerde yer yer zonlu yapı ve bazan ayrışma mineralleri (kalsit, klorit, epidot) görülür. Ojit, otomorf şekilli kristaller halinde bol miktarda bulunur; bazı kesitlerde ikizli yapıda olanlarına rastlanır. Biyotit, genellikle ayrışmış olarak fenokristaller halinde gözlenir. Opak mineral olarak ilmenit ve lökoksen, teli mineral olarak apatit görülür. Hamur maddesi, çoğunlukla plajiyoklas mikrolitlerinden, ojit mikrokristallerinden ve kloritlemiş, kalsitlemiş cam malzemesinden oluşmuştur.

Tüfler; genellikle yuvarlak kenarlı bazaltik kayag parçalarından, parçalanmış plajiyoklaz kristallerinden ve camsı malzemedden oluşmuştur.

Aglomeralar; Suşkiran Tepe, Şahinkayası çevresinde ve Bekirirmak Mezraası'nın güneybatısında yüzeylenirler. Bu kayaglar, bazaltik bileşimli çakıl ve blokların yine aynı türden tüf boyutundaki malzeme ile çimentolanmasından meydana gelmişlerdir. Aglomeralar içerisinde yer yer dasit ve granitoid çakıllarına da rastlanır. Çoğunlukla yuvarlak, yer yer köşeli, yer yer de kesilme yüzeyli olan ve genellikle kalsit dolgulu elipsoid şeklinde boşluklar içeren aglomera elemanlarının çapı, 5-30 cm arasında değişir (Foto 5). Ancak, egemen eleman çapı 10 cm civarındadır. Aglomera elemanlarından alınan örneklerin ince kesitlerinde, mikrolitik flüidal doku ve klorit, kalsit, zeolit mineralleriyle dolgulu boşluklar gözlenir.

Kireçtaşları; Karona ve Orsa mahalleleri güneyinde yüzeylenirler (Ek 1). Gri renkte, sert, boşluksuz, kırılğan, yer yer masif, yer yer de orta-kalın katmanlıdırlar. Bazaltik lav ve tüfler içerisinde ara seviye olarak bulunurlar. İnce kesitlerde mikritik bir çimento ve biyojenler gözlenir. Kireçtaşları, Folk sınıflamasına göre biyomikrittir.

Karona Üyesi'nin jeoloji kesitlerinden ölçülen görünür kalınlığı 1000 m'den fazladır (Şekil 2.1).



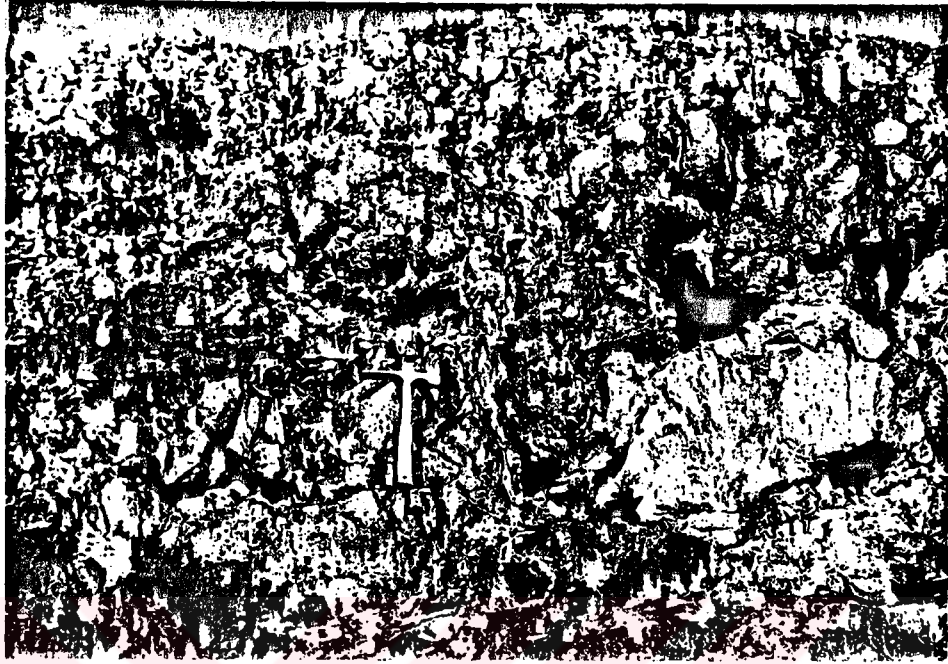


Foto 5: Şahinkaya çevresinde aglomeraların genel görünümü.

Şahinkaya Üyesi üzerine uyumlu olarak gelen Karona Üyesi, inceleme alanında herhangi bir birim tarafından üstlenmez.

Karona Üyesi'nin yaşı, üye içerisinde ara seviye olarak bulunan kireçtaşlarının ince kesitlerinde İ.GEDİK ve A.BURŞUK tarafından saptanan Globotruncana sp. fosillerine göre Üst Kretase olarak belirlenmiştir. Karona Üyesi Senoniyen yaşlı Şahinkaya Üyesini uyumlu olarak üstlediğinden, bu üyenin de Senoniyen yaşlı olduğu kabul edilebilir.

Karona Üyesi'nin, Doğu Pontid Kuzey Zonunda "Üst Bazik Seri" (Gediköglü, 1978) ile denestirilebilir özellikte olduğunu düşünmekteyiz.

#### 2.2.5. Dayklar

İncelenen alanda diyabaz, aplit, kuvarslı mikrodiorit bazalt ve dasit daykları bulunmaktadır. Bu daykların genel özellikleri aşağıda sırasıyla özetlenmiştir.

Diyabaz daykları; Çambaşı Formasyonu içerisinde izlenirler. Kalınlıkları 5-15 m arasında değişir. Makroskobik olarak koyu yeşilimsi gri renkte olup, boyu 3 mm'ye varan plajiyoklaz kristalleri içerirler. Mikroskop altında, genellikle enter-sertal ve demet strüktürü gözlenir. Plajiyoklazlar, iri otomorf kristaller ve latalar halinde olup, albitleşmişlerdir. Piroksen kristalleri, kısmen uralitleşmiş ve kloritleşmiş olarak görülürler. Epidot ve aktinolit, boşluk ve damar dolgusu şeklinde izlenirler.

Aplit daykları, Taşkiran Granitoidi içerisinde görülürler. Kalınlıkları 5-45 cm arasında değişir. Makroskobik olarak bej, pembemsi bej renkte, çok ince taneli ve sakkoroidal görünümlüdürler. İnce kesitlerde, sakkoroidal ve yer yer mikrografik strüktür gözlenir. Kuvars kristalleri ksenomorftur. Potasyumlu feldspatlar, bol miktarda izlenirler. Bunlar perititik yapıda olup, ayrışma sonucu kilitleşmişlerdir. Plajiyoklazlar ( $An_{15}$ ), serisitleşmiş olarak az miktarda bulunurlar. Biotit kristalleri, küçük ince lameller halinde ve kloritleşmiş olarak görülürler.

Kuvarslı mikrodiorit daykları; Haritalanan alanda bütün formasyonları keserek yüzeylenirler. Kalınlıkları 4-20 m arasında değişir. Yeşilimsi gri, açık gri renkte ve porfirik görünümlüdürler. El örneklerinde plajiyoklaz, amfibol ve biyotit kristalleri çaplak gözle seçilebilir. Mikroskopta, mikrogrenü porfirik doku gözlenir. Kuvars, ksenomorf ve subtomorf kristaller halinde bulunur. Plajiyoklaz ve hornblend iri otomorf kristaller, biyotit ise iri kristaller halinde izlenir. Hamur maddesi bol miktarda plajiyoklaz, az miktarda da kuvars mikrokristallerinden oluşmuştur.

Bazalt daykları; inceleme alanında bütün formasyonları keserler. Genellikle koyu gri, koyu yeşil renkli ve çok ince tanelidirler. Mikroskop altında mikrolitik flüidal ve mikrolitik porfirik strüktür gözlenir. Plajiyoklaz, ince uzun latalar şeklinde bol miktarda ve çoğunlukla kalsitleşmiş, kloritleşmiş olarak bulunur. Piroksen, küçük taneler şeklinde, belirgin pleokroizma gösteren yeşil hornblend ise yer yer küçük taneler, yer yer de fenokristaller halinde izlenir.

Hamur maddesi tamamen kloritleşmiş, kalsitleşmiş ve hafif derecede demir oksitle boyanmıştır. Opak mineraller, ilmenit ve lökoksen türündedir. Bazı kesitlerde izlenen çatlaklar, genellikle kalsit dolguludur; zeolit yer yer kalsite eşlik eder.

Dasit daykları: Çambaşı ve Çaykara formasyonları içinde görülürler. Açık gri renkli ve porfirik görünümlüdürler. Kalınlıkları 40-60 m arasında değişir. Kuvars ve plajiyoklaz kristalleri kolayca tanınabilir. Mikroskobik incelemede, mikrogroñü porfirik strüktür izlenir. Kuvars ve plajiyoklaz iri fenokristaller halinde bulunurlar. Kuvars kristalleri kenarlarından itibaren korrede olmuş, plajiyoklaz kristalleri ise çoğunlukla altere olmuş ve serisit, kalsit, kil minerallerine dönüşmüştür. Hamur maddesini, genellikle kuvars mikrokristalleri oluşturur. Kalsitleşmiş plajiyoklaz mikrokristalleri az miktarda bulunur. Muhtemelen pirit olan opak mineraller; özellikle çatlak boyunca bol miktarda izlenir.

İnceleme alanında yer alan daykların doğrultuları, çoğunlukla K20-25°D ve K65-70°B, eğimleri ise 60-90° arasında değişik yönleredir.

#### 2.2.6. Lüger Travertenleri

Travertenler, çalışma alanında Lüger mahallesi-Ataköy karayolu üzerinde ve Belganiyos mahallesinin kuzeydoğusunda çok küçük alanlarda yüzeylenirler (Ek 1). Açık kahverenkli, gözenekli, yumuşak olan ve kalınlıkları 5-10 m arasında değişen bu kayalar 1/25 000 ölçekli jeoloji haritasına abartılarak geçirilmişlerdir. Travertenlerin Hadi Fayı boyunca soğuk sulara bağlı olarak oluştuğu kanısındayız (Lüger mahallesindeki yüzeylenmenin oluşumu devam etmektedir).

#### 2.2.7. Alüvyonlar ve Yamaç Döküntüleri

Alüvyonlar; eski alüvyonlar ve yeni alüvyonlar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

### 2.2.7.1. Eski Alüvyonlar (Akarsu sekileri)

Akarsu sekileri Lokman mahallesi, Çambaşı baraj yeri, Hadi pazarı ve Çaykara ilçe merkezindeki vadilerin yamaçlarında görülmürler. Sekilerin elemanları genellikle bazalt, granit, dasit, andezit, kireçtaşı blok, çakıl, kum ve siltlerinden oluşmuştur. Seki malzemesi belli bir derecelenme ve istiflenme göstermez, yani, değişik boyutlu elemanlar karmaşık olarak birarada bulunurlar. Sekilerde blok, iri çakıl ve çakıl boyutlu elemanlar, kum ve silt boyutlu elemanlarla zayıf derecede çimentolanmıştır. Vadi yamaçlarında yapılan ölçümlere ve sondaj verilerine göre, sekilerin kalınlıkları 5-24 m arasında değişmektedir.

### 2.2.7.2. Yeni Alüvyonlar

Solaklı Deresi ve bu derenin ana kollarının yataklarında bulunan alüvyonlar bazalt, granit, dasit, andezit, kireçtaşı iri blok, blok, iri çakıl, çakıl ve kumlarından oluşmuştur. Ancak, egemen litoloji bazalt ve granit; egemen boyut ise iri çakıl ve çakıl boyutludur. Alüvyon malzemesi içinde silt ve kil azdır. Alüvyonların kalınlıkları, sondaj verilerine göre 4-17 m arasında değişmektedir.

### 2.2.7.3. Yamaç Döküntüleri

Yamaç döküntüleri, Sivri Tepe kuzeyinde, Çambaşı, Yukarıkumlu, Aşağıkumlu, Maraşlı ve Koldere köyleri dolaylarında yüzeylenirler (Ek 1). Genellikle kögeli bazalt ve kireçtaşı iri blok ve bloklarından meydana gelen bu oluşukların kalınlıkları, tahminen 1-5 m arasında değişmektedir.

## 2.3. Yapısal Jeoloji

İncelenen alan, Doğu Pontid Kuzey Zonunda bulunmaktadır. Bölgenin en önemli yapısal unsurlarını, değişik boyutlu kırıklar oluşturur. Kıvrımlı yapılar ender olarak görülmürler.

### 2.3.1. Katmanlar

İnceleme alanında, katmanlı yapı gösteren tortul kayaların yayılımı son derece sınırlıdır. Çambagı Formasyonu içindeki kireçtağlarında yer yer görülen katmanlar, çoğunlukla KD-GB doğrultulu olup,  $31-77^{\circ}$  GD'ya eğimlidirler. Ataköy Formasyonunda katmanlanma çok belirgindir. Bir senklinal oluşturacak şekilde kıvrımlanmış olan katmanların doğrultuları KD-GB, eğimleri ise  $12-75^{\circ}$  arasında GD ve KB'ya dır. Çaykara Formasyonu içerisinde yer yer izlenen tortul kayalar, katmanlı yapı sunarlar. Katmanlar, çoğunlukla KD-GB doğrultusunda ve  $30-80^{\circ}$  arasında KB ve GD 'ya eğimlidirler.

### 2.3.2. Kıvrımlar

Çalışma alanında, Ataköy ve çevresinde yüzeylenen Ataköy Formasyonu içerisinde asimetrik bir senklinal belirlenmiştir. Ataköy senklinali olarak adlandırılan bu senklinal ekseninin konumu, 35 katman ölçüsü yardımıyla yapılan  $Pi(\pi)$  diyagramından  $70^{\circ}/10^{\circ}$  olarak saptanmıştır (Şekil 2.3).

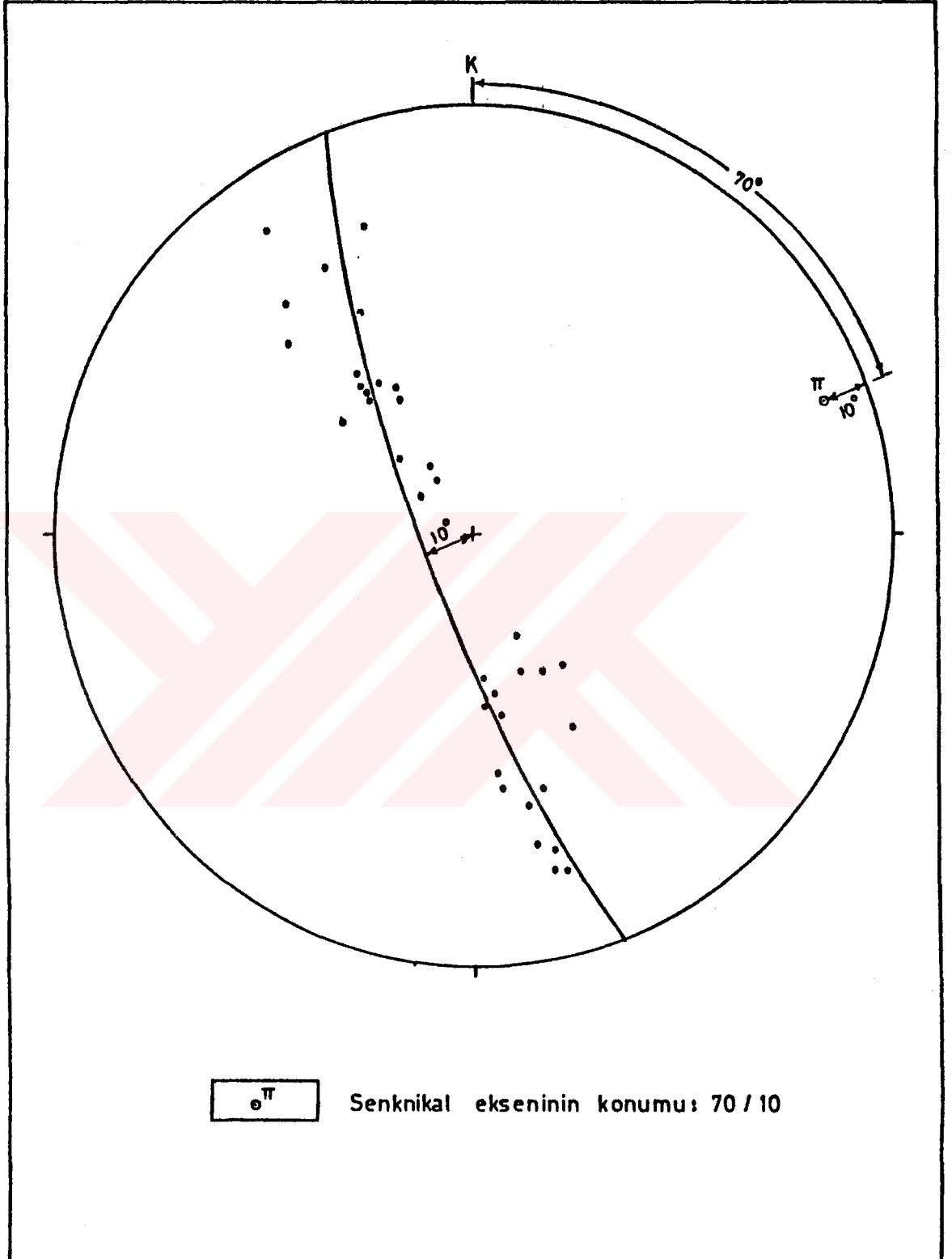
### 2.3.3. Çatlaklar

Çatlaklar, genellikle magmatik kayalarda belirgin olarak izlenirler. Çatlak açıklıkları 0,1-2 cm arasında değişir. Yüzeyleri çoğunlukla hafif pürüzlü, pürüzlü ve ondülasyonlu olan çatlaklar, yüzeyde genellikle dolgunsuzdurlar. Çatlakların istatistik değerlendirilmesinde, eşit alanlı projeksiyon ağı kullanılarak Malm-Alt Kretase yaşlı bazaltlar, Teşkiran Granitoyidi, Üst Kretase yaşlı dasitler için ayrı ayrı kontur diyagramları hazırlanmış ve egemen çatlak konumlarının;

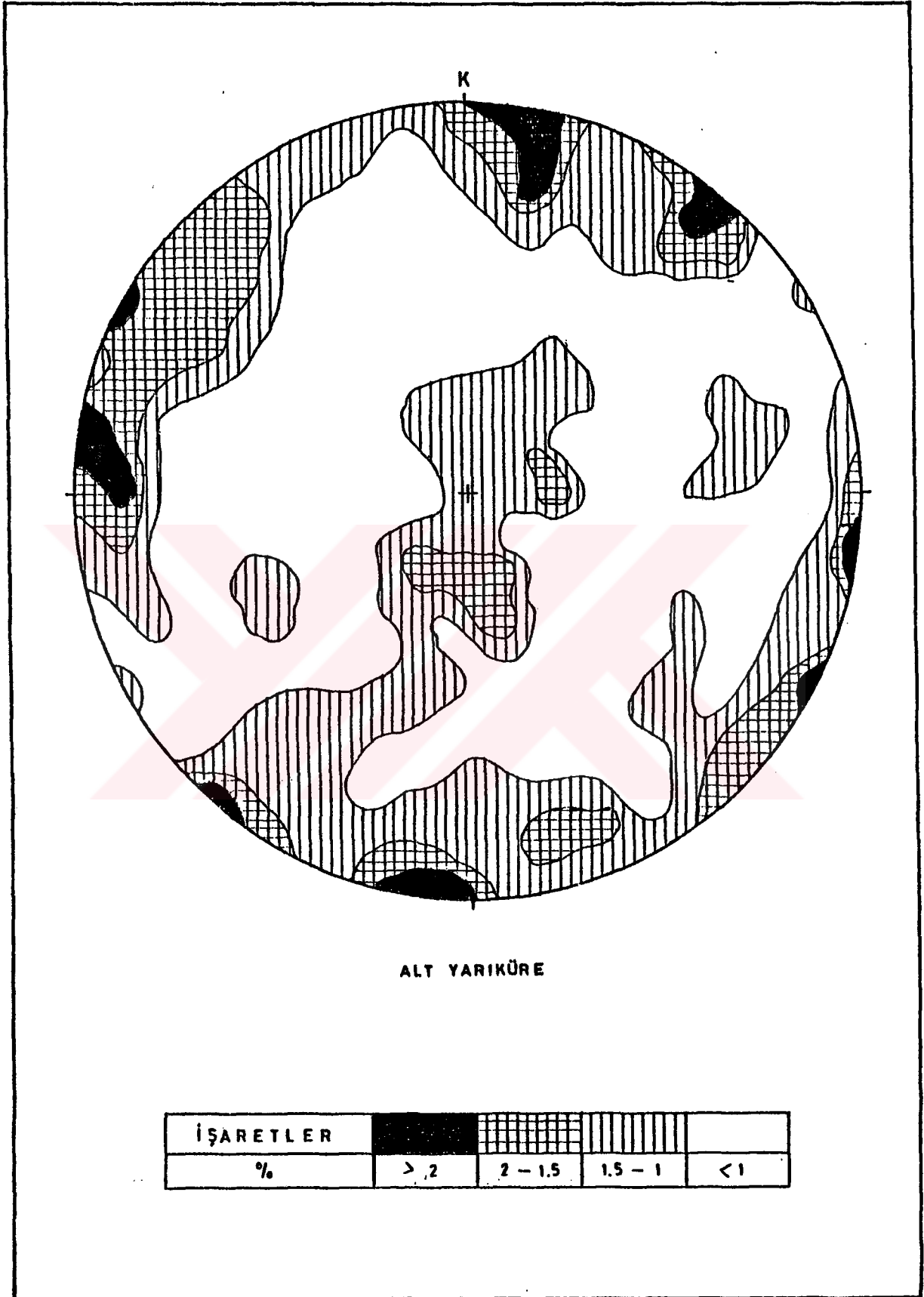
Bazaltlarda:  $K10^{\circ}D/84^{\circ}GD$ ,  $K87^{\circ}D/78^{\circ}KB$ ,  $K75^{\circ}B/85^{\circ}GB$ ,  
 $K30^{\circ}B/90^{\circ}$ ,  $K15^{\circ}B/20^{\circ}GB$ ,  $K54^{\circ}B/19^{\circ}KD$  (Şekil 2.4)

Granitoyidde:  $K10^{\circ}B/11^{\circ}KD$ ,  $K24^{\circ}D/86^{\circ}GD$ ,  $K58^{\circ}B/84^{\circ}GB$   
 (Şekil 2.5)

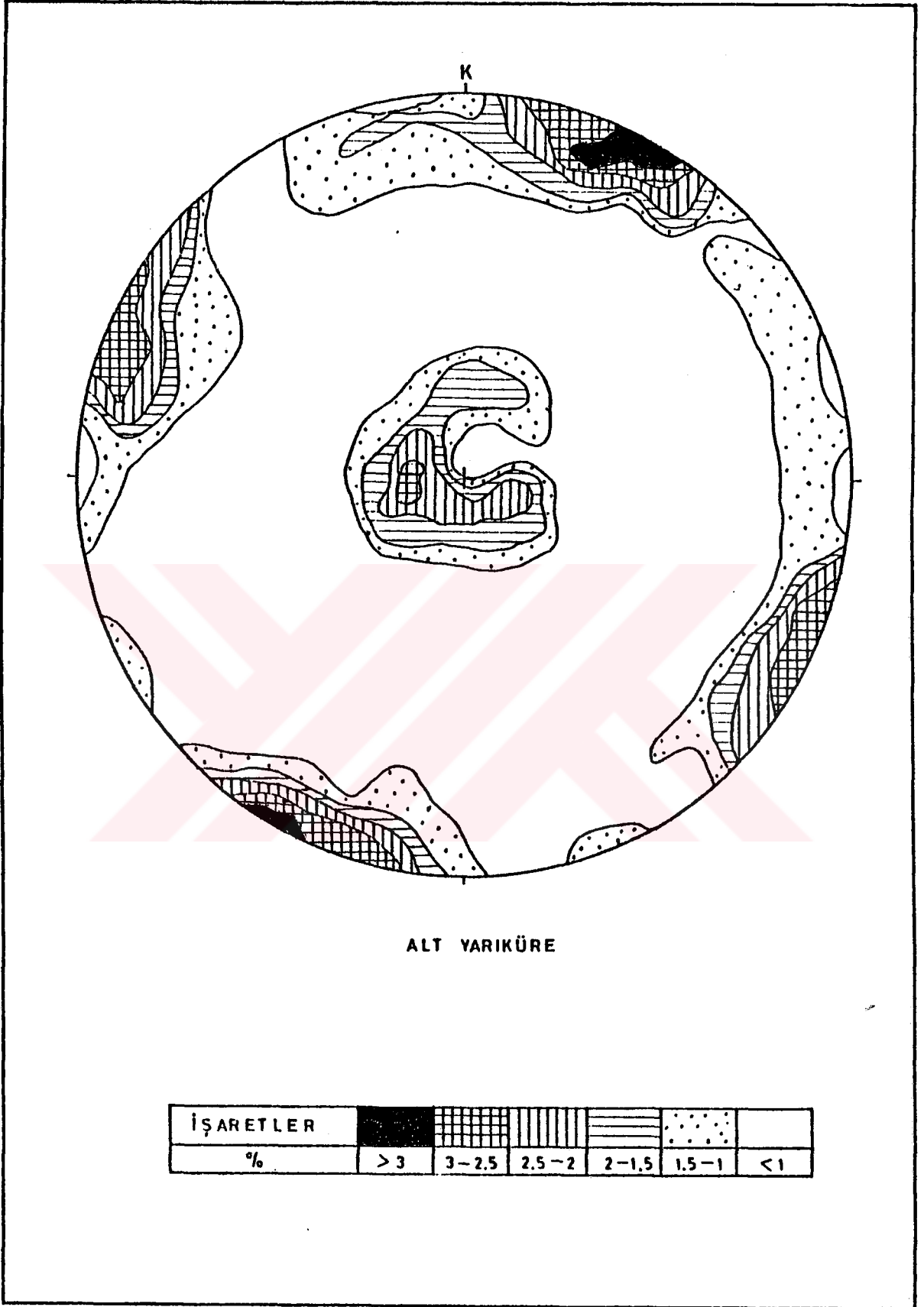
Dasitlerde :  $K80^{\circ}D/80^{\circ}KB$ ,  $K55^{\circ}D/90^{\circ}$ ,  $K20^{\circ}B/90^{\circ}$ ,  $K60^{\circ}B/29KD$ ,  $K28^{\circ}D/81^{\circ}GD$  (Şekil 2.6) olduğu saptanmıştır.



Sekil 2.3: Ataköy Senklinalinde, 35 katman ölçüsüne göre çizilmiş  $\pi$  diyagramı.

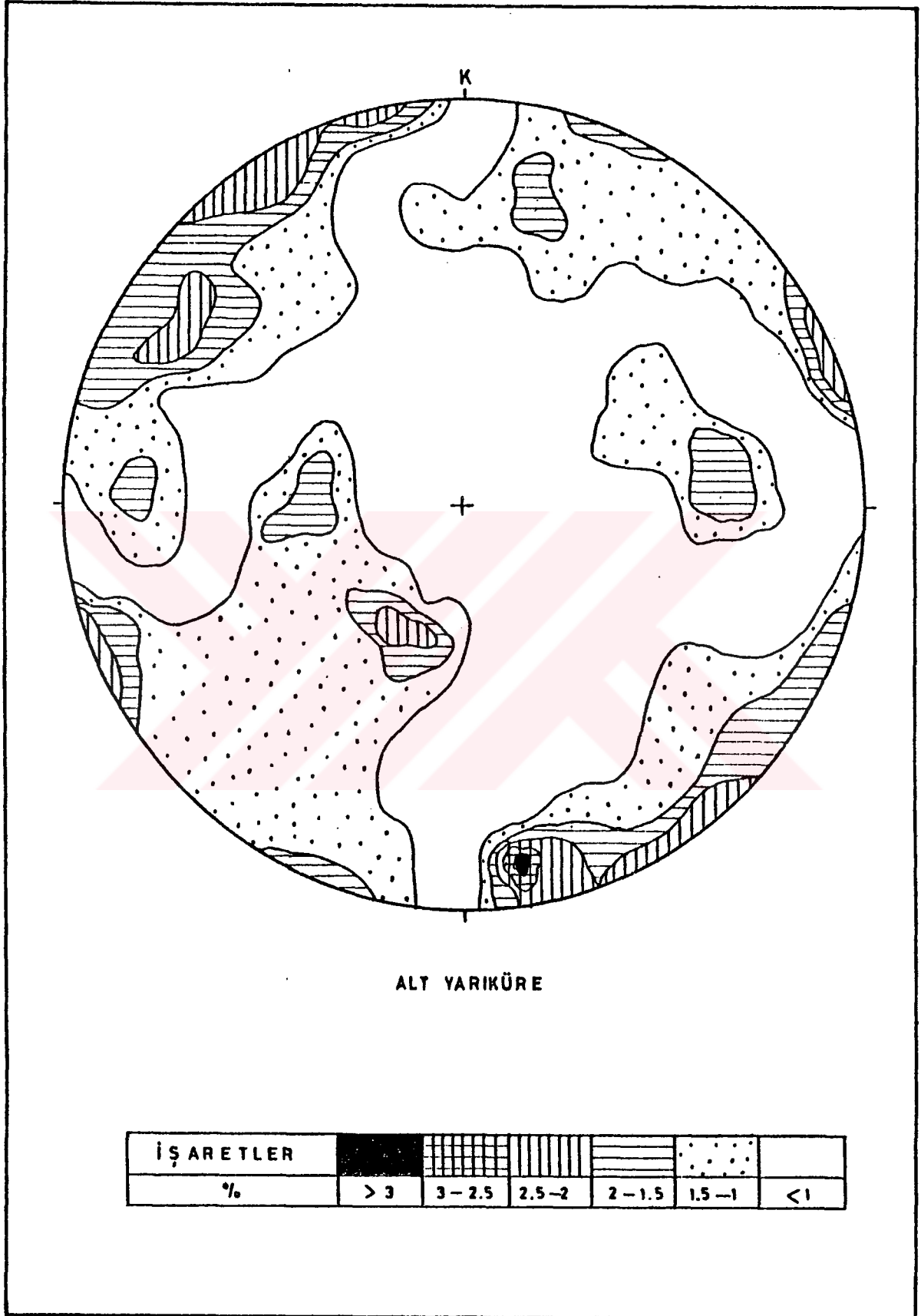


Şekil 2.4: Malm-Alt Kretase bazaltlarından alınan 750 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.



Şekil 2.5: Taşkiran Granitoidinden alınan 800 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.





Şekil 2.6: Ust Kretase yaşlı dasitlerden alınan 400 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.

Yukarıdaki egemen çatlak doğrultuları 10 br derecelik aralıklarla gruplandırıldığında,  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ D,  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ B ve  $50^{\circ}$ - $60^{\circ}$ B doğrultu aralıklarının her üç litolojide de ortak olduğu görülür. Ortak doğrultu aralıkları gözönüne alınarak yorumlanırsa, yöreyi etkileyen maksimum basınç kuvveti yönünün  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ B arasında olduğu sonucuna varılır. Bu görüşü destekleyen en önemli veri, incelenen alanda  $70^{\circ}$  yönlemindeki senklinal ekseninin varlığıdır.

#### 2.3.4. Faylar

İnceleme alanının çok büyük bir bölümünün yoğun bitki örtüsü, yamaç döküntüsü ve arena ile kaplı olması, fayların erozide direkt olarak izlenmesini hemen hemen olanaksız kılmaktadır. Bu nedenle, fayların saptanmasında hava fotoğraflarından geniş ölçüde yararlanılmıştır. İnceleme alanında belirlenebilen faylar, genellikle KD-GB ve KB-GD yönlerinde gelişmiş olan gravite faylarıdır. Dik ya da dike yakın eğimli olduğu kabul edilen bu faylar, genellikle fay zonu şeklinde izlenirler. Haritalanan alanda yer alan en önemli faylar, Hadi fayı ( $F_H$ ), Lüger fayı ( $F_L$ ) ve Kusba fayı ( $F_K$ ) dir.

Hadi fayı ( $F_H$ ), inceleme alanında izlenen en büyük faydır. KD-GB doğrultulu olan bu fay, Hadi Deresi vadisinin akış yönüne göre sağ yamacını izleyip, Serdarlı mahallesinin kuzeyinden geçerek çalısma alanını terk eder (Ek 1). Hadi fayı, Ataköy Formasyonu ile Şahinkaya Üyesi ve Çambaşı Formasyonu ile Kerona Üyesi arasındaki dokanağı oluşturur. Hadi Fayı boyunca yer yer fay bregi, ileri derecede ayrısma, traverten oluşukları, kaynaklar ve heyelanlar görülür.

Lüger fayı ( $F_L$ ) nin, Hadi fayını kesen oblik atımlı bir fay olduğu düşünölmektedir (Ek 1).

Kusba fayı ( $F_K$ ), inceleme alanının güneydoğusunda yer alır. Bu fay, KD-GB doğrultusunda Kurc ve Aynalıburun Tepelerinin doğusundan, Kusba ve Killitopuz Tepelerinin ise batısından geçerek, muhtemelen Fillah Deresine kadar uzanır (Ek 1). Kusba fayı boyunca, yer yer ezilme zonları, ileri derecede ayrısma ve kaynaklar gözlenir.

B Ö L Ü M 3  
ÇAMBAŞI BARAJI VE UZUNGÖL HİDROELEKTRİK SANTRAL  
YERİ KAYAÇLARININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Çambaşı Barajı ve Uzungöl Hidroelektrik Santral  
Yerlerinde Yapılan Araştırmalar

3.1.1. Yerüstü Araştırmaları

Yerüstü araştırmalarında, yüzeylemeler üzerinde gerçekleştirilen gözlem ve ölçümlerle baraj yerinin 1/1000 (Ek 3) göl alanı, Çambaşı iletim tüneli güzergahları, hidroelektrik santral yerleri çevresinin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları hazırlanmıştır (Ek 1 ve Şekil 5.2). Ayrıca, Uzungöl regülatör yeri ve çevresinin 1/500; iletim tüneli güzergahının 1/2000; denge bacası, hidroelektrik santral yerleri ve cebri boru güzergahının 1/1000 ölçekli jeoloji haritaları yapılmıştır. Bu haritalar geniş alan kapladığı için, 1/4000 ölçeğine küçültülerek birleştirilmiştir. (Ek 11). Yerüstü araştırmalarında, süreksizliklerin yüzeydeki özellikleri saptanmış; yüzeylemeler üzerinde Schmidt çekiçi deneyi, yüzeylemelerden alınan gekilsiz örnekler üzerinde nokta yük direnci deneyi yapılmıştır. Ayrıca, baraj yeri kayalarının fizikomekanik özelliklerinin saptanması amacıyla, kaya blokları alınmıştır.

3.1.2. Yeraltı Araştırmaları

Yeraltı araştırmaları, temel sondajları ve araştırma galerileri yardımıyla gerçekleştirilmiş ve kayaların yer altındaki litolojik, yapısal, fiziksel ve mekanik özellikleri ile bunların yatay ve düşey yönlerdeki değişimleri incelenmiştir.

### 3.1.2.1. Sondajlar

Çambaşı baraj yerinde, toplam 565 m derinlikte 8 adet, denge bacası yerlerinde toplam 120 m derinlikte 2 adet, cebriboru güzergahlarında toplam 74 m derinlikte 2 adet hidroelektrik santral yerlerinde toplam 71 m derinlikte 3 adet; Uzungöl regülatör yerinde toplam 84,5 m derinlikte 3 adet, iletim tüneli giriş ağzında toplam 40 m derinlikte 2 adet, hidroelektrik santral yerinde toplam 146 m derinlikte 4 adet sondaj yapılmıştır. Bu sondajlara ilişkin bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Sondajlarda yapılan basınçlı su ve sızma deneyleri ile kayaçların geçirgenliği, sondaj karotları üzerinde gerçekleştirilen ölçü ve deneylerle kayaçların RQD'si, sertliği, nokta yük ve tek eksenli basınç dirençleri saptanmıştır.

### 3.1.2.2. Galeriler

Baraj yerindeki kayaçların litolojik ve yapısal özelliklerini yerinde, doğal halde saptamak amacıyla 1979 yılında, yamaçlara dik olarak 1.60 m genişlik ve 1.90 m yükseklikte dört adet araştırma galerisi açılmıştır. Toplam uzunluğu 173 m olan galerilerin 2'si sağ yamaçta, 2'si de sol yamaçta bulunmaktadır (Ek 3). Galerilere ilişkin bilgiler Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Galerilerde yapılan incelemelerde, AG-I galerisinin 3,50 ve 5. metreleri ile, 8-13 ve 15-18 metreleri arasında, AG-4 galerisinin ise 4,50 m'sinde süreksizliklere bağlı olarak aşırı sökülme meydana geldiği görülmüştür. Aşırı sökülme en fazla AG-1 galerisinin 8-13 m'leri ile 15-18 m'leri arasında geliştiğinden, galeri açımı esnasında herhangi bir kaza olasılığına karşı, bu aralıklar ahşapla desteklenmiştir.

Galerilerde, çatlak ve fay zonlarından damlalar şeklinde gelen suyun dışında önemli bir su sorunu bulunmamaktadır. Ancak, AG-1 galerisinde 29,60 m'de 12 lt/dak, 37,50 m'de ise 2,4 lt/dak debili kaynaklar gözlenmiştir (kaynakların debileri, 1985 ve 1986 yıllarında Ağustos ayında ölçülmüştür).

Çizelge 3.1: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde açılan sondajlara ilişkin bilgiler

S o n d a j y e r i		Sondaj No	Sondaj yeri yükseltisi (m)	Sondaj derinliği (m)	Sondajın eğimi (derece)	
Ç A M B A Ş I	Baraj yeri	Sol yamaç	SK-1	580	65	45
			SK-2	530	65	45
			SK-3	530	90	90
		Dere yatağı	SK-4	485	65	90
			SK-5	485	70	90
		Sağ yamaç	SK-6	495	60	45
			SK-7	540	75	45
			SK-8	575	75	45
	Denge bacası-I yeri		SK-1	592	60	90
	Cebri boru-I güzergahı		SK-3	495	42	90
	Hidroelektrik Santrali-I yeri		SK-4	310	26	90
			SK-5	310	20	90
	Denge bacası-II yeri		SK-1	600	60	90
Cebri boru-II güzergahı		SK-2	350	32	90	
Hidroelektrik santrali-II yeri		SK-3	310	25	90	
U Z U N G Ö L	Regülatör yeri	SK-8	1114	38.50	90	
		SK-9	1117	20	90	
		SK-10	1115	26	90	
	İletim tüneli giriş ağızı	SK-1	1112	20	90	
		SK-2	1112	20	90	
	Hidroelektrik santral yeri	SK-1*	674	18	90	
		SK-2*	675	20	90	
		SK-4	715	40	90	
		SK-5	710	40	90	
		SK-6	695	40	90	
SK-7		695	26	90		

\* Bu sondajlar Uzungöl hidroelektrik santral yerine çok yakın olduklarından, hidroelektrik santral yeri sondajları ile birlikte değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2: Baraj yerinde açılan araştırma galerileri.

Galeri yeri	Galeri No	Kot (m)	Uzunluk (m)	Doğrultu
Sol yamaç	AG-1	530	40	0.00 - 20.0 m arası K 40 D 20.0 - 40.0 m arası K 22 D
	AG-2	490	45	0.00 - 14 m arası K 50 D 14.0 - 30.0 m arası K 75 B 30.0 - 45.0 m arası K 62 D
Sağ yamaç	AG-3	500	47	K 20 D
	AG-4	540	41	0.00 - 18.0 m arası K 23 D 18.0 - 41.0 m arası K 37 D

Galerilerin, yan duvar ve kemerleri taban düzlemine yatırılarak 1/100 ölçekli kesitleri hazırlanmıştır. Kesitlere litoloji, belirgin çatlak ve çatlak takımları, dolgu çatlaklar, fay ezilme zonları, kayma yüzeyleri, damarlar, su görülen yerler değişik simgelerle işaretlenmiştir (Ek 6, 7, 8 ve 9).

Galeri duvarlarında genellikle 2 m aralıklarla Schmidt çekici deneyi, alınan şekilsiz kaya örnekleri üzerinde ise nokta yük direnci deneyi yapılmıştır. Ayrıca galeri duvarlarında çatlak ara uzaklıkları ve açıklıkları ölçülmüş, metredeki çatlaklar sayılmış, çatlak yüzeylerinin durumu incelenmiştir. Çatlak dolguları ile fay ezilme zonlarından örnekler alınmış ve DTA analizi yapılmıştır (Bölüm 3.2.3).

### 3.2. Kayaçların Jeolojik Özellikleri

#### 3.2.1. Kaya Kalitesi Özelliği (RQD)

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaçların RQD değerleri sondaj karotları, galeriler ve yüzeylenmelerden elde edilen verilere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Sondaj karotları yardımıyla RQD'nin saptanmasında, Deer (1963) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$RQD = 100 \times \sum_{i=1}^n x_i / L \quad (3.1)$$

Burada; RQD : Kaya kalitesi özelliği (%)

$x_i$  : Uzunluğu 10 cm ve daha büyük karot boyları (cm)

L : Karot alınan sondaj derinliği (cm) dir.

Galerilerde ve yüzeylenmelerde, RQD değerlerinin belirlenmesinde, Priest ve Hudson (1976) tarafından verilen aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$-0,1\lambda$$

$$RQD = 100 \times e^{(0,1\lambda + 1)} \quad (3.2)$$

bu eşitlikte; RQD : Kaya kalitesi özelliği (%)

$\lambda$  : 1 m uzunluktaki ortalama çatlak sayısıdır.

Hesaplanan RQD değerlerinin kaya türüne bağlı olarak dağılımlarının yüzdesi Çizelge 3.3 ve 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.3: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde, yüzeylenmelerden elde edilen RQD değerlerinin dağılımı

Kaya Kalitesi Özelliği (Deer-1963)		K a y a T ü r ü					
		Metabazalt		Kireçtaşı	Bazalt	Dasit	Granitoyid
		Baraj yeri (galeriler)	Uzungöl iletim tüneli giriş ağızı	Çambaşı iletim tüneli-I güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-II güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahları	Uzungöl iletim tüneli güzergahı
Kaya kalitesi tanımı	RQD(%)	RQD değerlerinin % olarak dağılımı					
Çok kötü	< 25	4.55	-	-	-	-	-
Kötü	25- 50	3.41	-	-	18.18	-	-
Orta	50- 75	23.86	16	-	45.45	12.48	8.45
İyi	75- 90	37.15	63	12.82	27.27	78.57	36.05
Çok iyi	90-100	30.68	21	87.18	9.09	7.14	56.49

Çizelge 3.4: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde sondaj karotlarından elde edilen RQD değerlerinin dağılımı.

Kaya Kalitesi Özelliği (Deer-1963)		Kaya Türü									
		Metabazalt					Dasit				
Kaya kalitesi tanımı	RQD (%)	Çambaşı baraj yeri	Çambaşı HES-I yeri	Çambaşı HES-II yeri	Uzungöl iletim tüneli giriş ağızı	Çambaşı denge bacası-I yeri	Çambaşı cebrl boru-I güzergahı	Çambaşı denge bacası-II yeri	Çambaşı cebrl boru-II güzergahı	Uzungöl hidroelektrik santral yeri	
Çok kötü	< 25	12.9	33.33	-	57.89	37.93	43	99	25	14.29	
Kötü	25- 50	18.0	50	10	15.79	20.69	43	1	-	22.45	
Orta	50- 75	29.7	16.67	60	10.53	13.79	-	-	25	22.45	
İyi	75- 90	28.9	-	20	15.79	24.14	14	-	25	26.52	
Çok iyi	90-100	10.5	-	10	-	3.45	-	-	25	14.29	
RQD değerlerinin % olarak dağılımı											



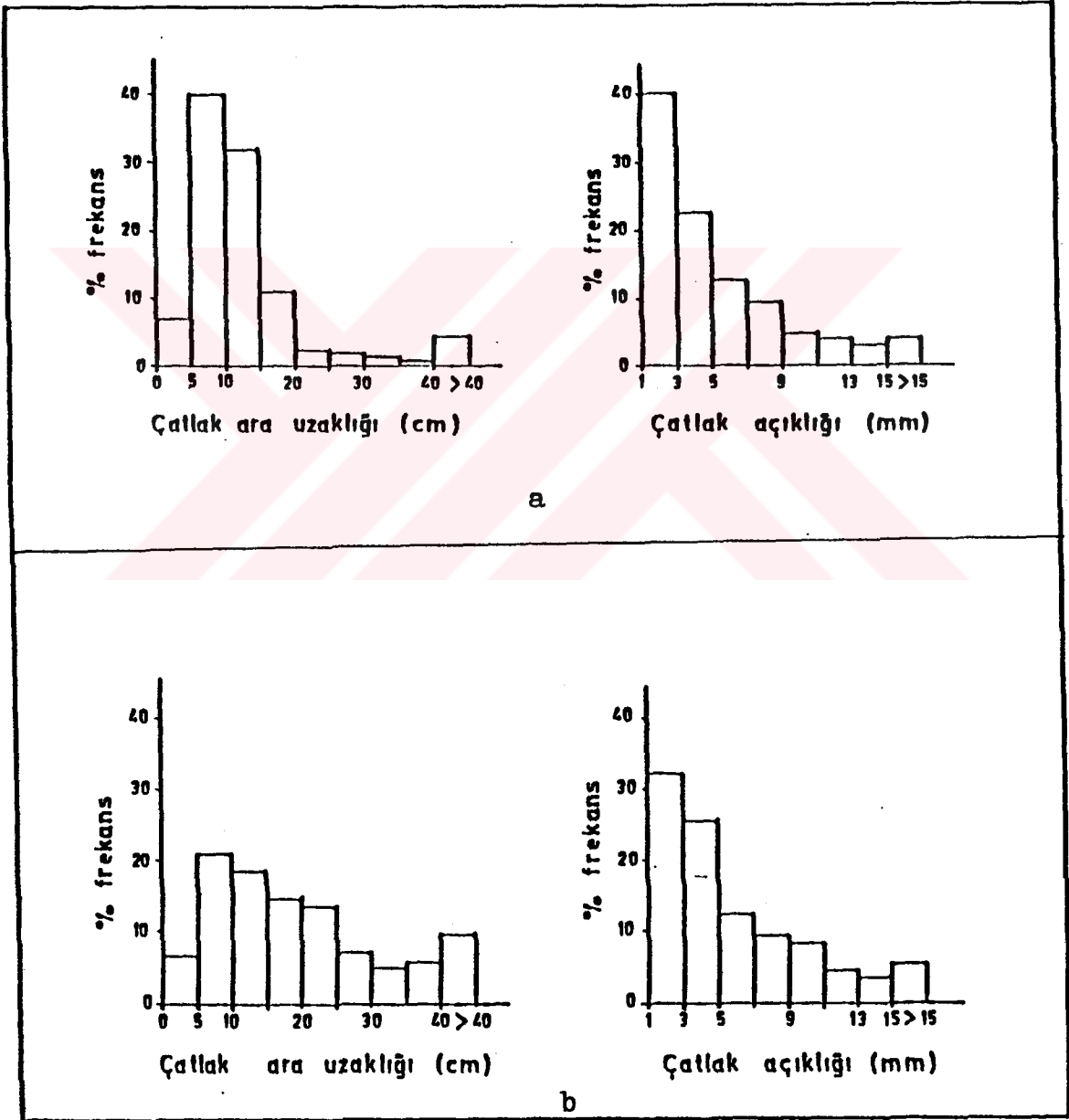
Çizelge 3.3 incelendiğinde, baraj temelini oluşturacak metabazaltın % 7,96'sı "çok kötü ve kötü", % 23,86'sı "orta", % 68,18'i "iyi ve çok iyi" kaliteli; Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazaltın % 16'sı "orta", % 84'ü "iyi ve çok iyi" kaliteli; Çambaşı iletim tüneli-I güzergahındaki Ataköy Formasyonuna ilişkin kireçtaşının % 100'ü "iyi ve çok iyi" kaliteli; Çambaşı iletim tüneli-II güzergahındaki bazaltın % 18,18'i "kötü", % 45,45'i "orta", % 36,36'sı "iyi ve çok iyi" kaliteli; Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahlarında yüzeylenen dasitin % 12,48'i "orta", % 87,52'si "iyi ve çok iyi" kaliteli; Uzungöl iletim tüneli güzergahındaki granitoidin % 8,45'i "orta", % 91,55'i "iyi ve çok iyi" kaliteli kaya sınıflarında yer aldığı görülmektedir.

Çizelge 3.4'e göre, baraj yerindeki metabazaltın % 30,9'u "çok kötü ve kötü", % 29,7'si "orta", % 39,4'ü "iyi ve çok iyi" kaliteli; Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazaltın % 73,68'i "orta kötü ve kötü", % 10,53'ü "orta", % 15,79'u "iyi" kaliteli; Çambaşı HES-I ve II yerlerindeki metabazaltın % 46,7'si "çok kötü ve kötü" % 38,3'ü "orta", % 15'i "iyi ve çok iyi" kaliteli; Çambaşı hidroelektrik santralına ait denge bacası yerleri ve cebri boru güzergahlarındaki dasitin % 56,54'ü "çok kötü ve kötü", % 12,93'ü "orta", % 30,53'ü "iyi ve çok iyi" kaliteli; Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoidin % 36,74'ü "çok kötü ve kötü", % 22,45'i "orta", % 40,81'i "iyi ve çok iyi" kaliteli kaya sınıflarında olduğu izlenmektedir.

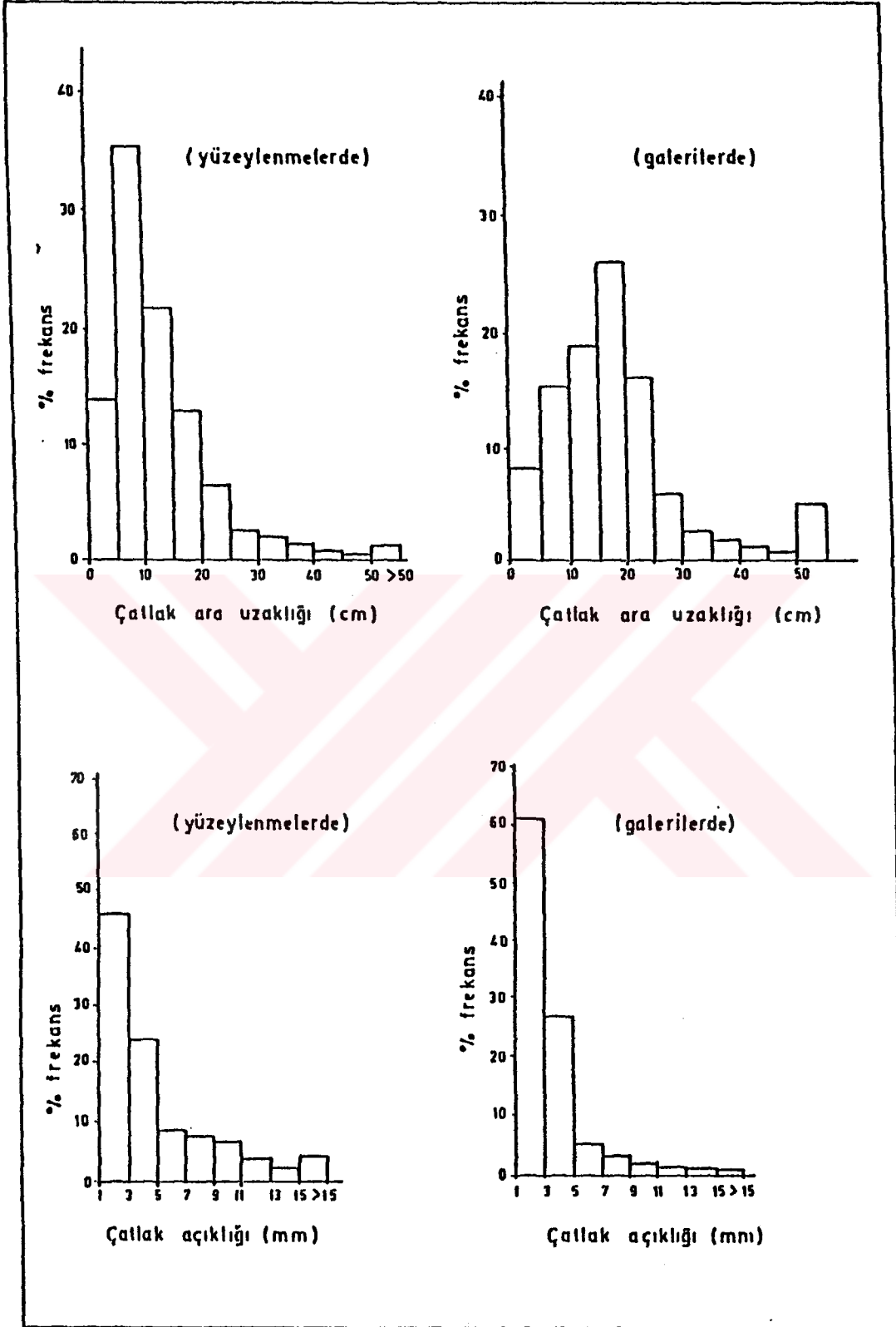
Çizelge 3.3 ve 3.4 karşılaştırıldığında, yüzeylenmelerden elde edilen RQD değerlerinin, sondajlardan elde edilen RQD değerlerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun, süreksizlik konumları ile sondaj ve "Scanline" doğrultuları arasındaki farktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

### 3.2.2. Süreksizlik Ara Uzaklığı ve Açıklığı

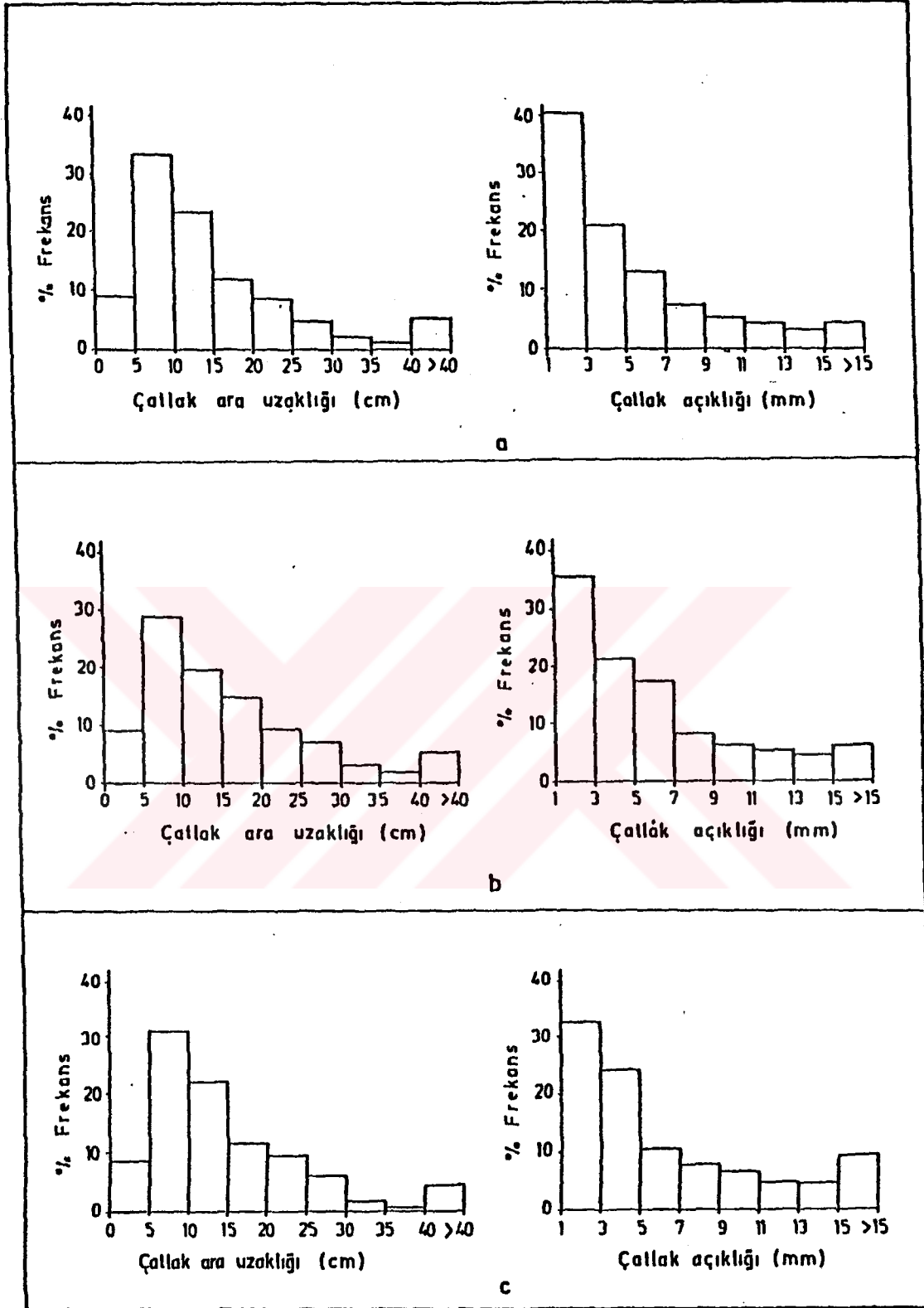
Çambağı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde yüzeylenen kayalardaki en önemli süreksizlikleri çatlaklar oluşturur. Çatlak ara uzaklığı ve açıklığı yüzeylenmelerde ve galerilerde ölçülmüştür. Ölçülen çatlak ara uzaklıkları 5 cm, çatlak açıklıkları ise 0,2 cm aralıklarla frekansları hesaplanarak, çatlak ara uzaklığı ve açıklığı için histogramlar çizilmiştir (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3).



Şekil 3.1: Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında ve güzergahındaki kayalarda, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar (a: metabazaltta , b: granitoyidde ).



Şekil 3.2: Çambaşı baraj yerindeki metabazalt yüzeylenmelerinde ve galerilerde, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar.



Şekil 3.3: Çambaşı hidroelektrik santral yerleri ve iletim tüneli güzergahlarındaki kayalarda, çatlak ara uzaklığı ve açıklığına göre çizilen histogramlar (a: metabasaltta, b: bazaltta, c: dasitte).

Histogramlar incelendiğinde, yüzeylenmelerde metabazalt, bazalt ve dasitte hakim çatlak ara uzaklıklarının 5-15 cm., granitoyidde 5-25 cm. arasında, çatlak açıklıklarının ise bütün litolojik birimlerde 1-5 mm. arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, baraj yerinde yüzeylenen metabazaltta açılan galerilerde, hakim çatlak ara uzaklıklarının 5-25 cm., çatlak açıklıklarının ise 1-3 mm. arasında olduğu izlenmektedir.

Çatlak açıklığı değerlerinin galerilerde daha küçük olması, yüzeylenmelerdeki çatlakların derinlere inildikçe kapandığını göstermektedir.

Çatlak ara uzaklığı ve açıklığı değerlerinin dağılımları, sırasıyla Çizelge 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde (galeri ve yüzeylenmelerde) ölçülen çatlak ara uzaklığı değerlerinin dağılımı.

Çatlak ara uzaklığı (Deer-1963)		K a y a T ü r ü					
		Metabazalt			Granitoyid	Bazalt	Dasit
		Baraj yeri (yüzeylenme)	Baraj yeri (galeriler)	Uzungöl iletim tüneli giriş ağız	Uzungöl iletim tüneli güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-II güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahları
Çatlak Özelliği	Çatlak ara uzaklığı (cm)	Çatlak ara uzaklığı değerlerinin % olarak dağılımı					
Çok sık	< 5	14.2	7.6	7.15	6.34	9.03	8.36
Sık	5- 30	79.3	68.2	89.12	74.15	80.4	78.88
Orta	30-100	5.4	20.5	3.73	16.74	10.57	12.76
Seyrek	100-300	1.1	3.7	-	2.77	-	-
Çok seyrek	> 300	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3.5'e göre, Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalar, genellikle "sık çatlaklı" kaya sınıfında yer almaktadırlar.

Çizelge 3.6: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde (galeri ve yüzeylenmelerde) ölçülen çatlak açıklığı değerlerinin dağılımı.

Çatlak açıklığı (ISRM-1975)		K a y a T ü r ü					
		Metabazalt			Granitoid	Bazalt	Dasit
		Baraj yeri (yüzeylenme)	Baraj yeri (galeriler)	Uzungöl iletim tüneli giriş ağızı	Uzungöl iletim tüneli güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-II güzergahı	Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahları
Tanımlama	Çatlak açıklığı (mm)	Çatlak açıklığı değerlerinin % olarak dağılımı					
Çok sıkı	< 0.1	-	-	-	-	-	-
Sıkı	0.1-0.5	-	1.7	-	-	2.17	1.86
Orta	0.5-2.5	57.6	83.6	39.3	32.1	33.46	30.26
Geniş	2.5-10	33.1	12.6	49.6	47.8	45.98	51.60
Çok geniş	> 10	9.3	2.1	11.1	20.01	18.39	16.28

Çizelge 3.6 incelendiğinde, Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların içerdiği çatlakların, genellikle "orta" ve "geniş" açıklıklı oldukları görülmektedir.

### 3.2.3. Süreksizlik Dolguları

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların içerdiği süreksizlikler, yüzeyde genellikle dolgusuz, yeraltında ise çoğunlukla dolguludur.

Metabazalttaki dolgulu süreksizlikler yol şevlerinde, sondaj karotlarında ve galeri duvarlarında belirgin olarak izlenirler. Süreksizliklerdeki dolgu malzemesinin türü kil,

kayaç kırıntıları, kalsit ve hidrotermal silistir. Çatlak ve fay ezilme zonlarında görülen ve kalınlıkları 1-30 cm arasında değişen killer, sarımsı gri ve kahverengimsi kırmızı renklere olup, yer yer kayaç kırıntıları içerirler. Killerden alınan örnekler üzerinde yapılan DTA deneylerinden, bunların montmorillonit türünde oldukları anlaşılmıştır (Şekil 3.4). Kalsit beyaz renklidir. Çoğunlukla ağ, bazan da kalınlığı 1-15 mm arasında değişen damarlar şeklinde bulunur. Hidrotermal silis, yer yer ağ, yer yer de kalınlığı 1-45 cm arasında değişen damarlar şeklinde görülür. Kalsit ve hidrotermal silis çatlakları tamamen doldurduğundan, kayaçların geçirgenliğini azaltıcı yönde etkili olmuştur.

Granitoyidin içerdiği süreksizlikler yer yer aplit, kuvars ve bazalt damarları ile dolguludur.

Dasit ve bazaltlar, yer yer kil dolgulu süreksizlikler içerirler.

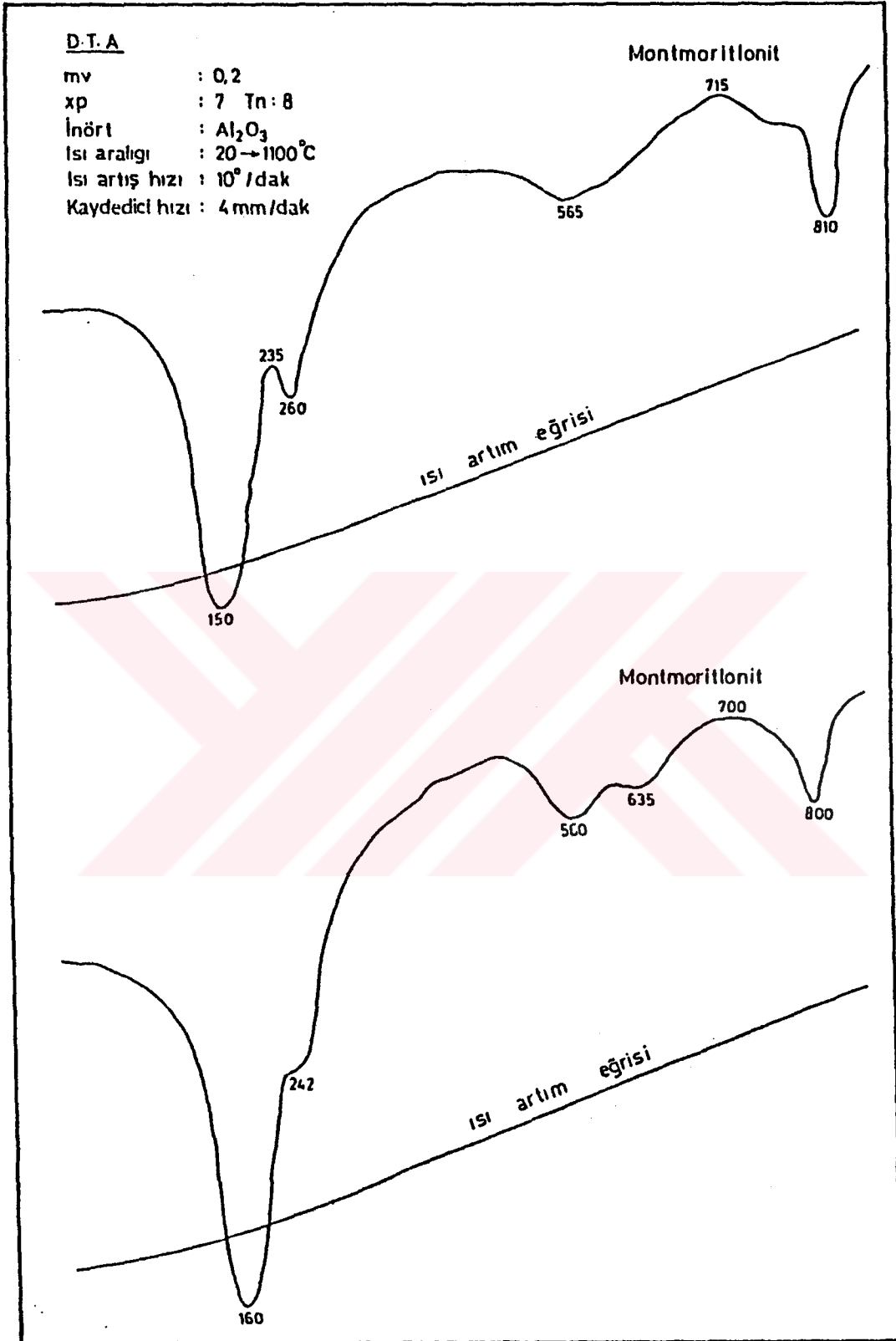
#### 3.2.4. Süreksizlik Yüzeylerinin Pürüzlülüğü

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde yüzeylenen kayaçlarda, çatlak yüzeylerinin pürüzlülük durumunun saptanmasında Piteau (1970)'nin makroskopik gözlemlere dayanarak yapmış olduğu sınıflandırma kullanılmıştır.

Arazide yapılan incelemelerde, metabazalt, bazalt ve dasitlerin içerdiği çatlak yüzeylerinin genellikle "hafif pürüzlü", bazan "orta pürüzlü"; granitoyidin içerdiği çatlak yüzeylerinin ise çoğunlukla "orta pürüzlü", yer yer de pürüzlü oldukları saptanmıştır.

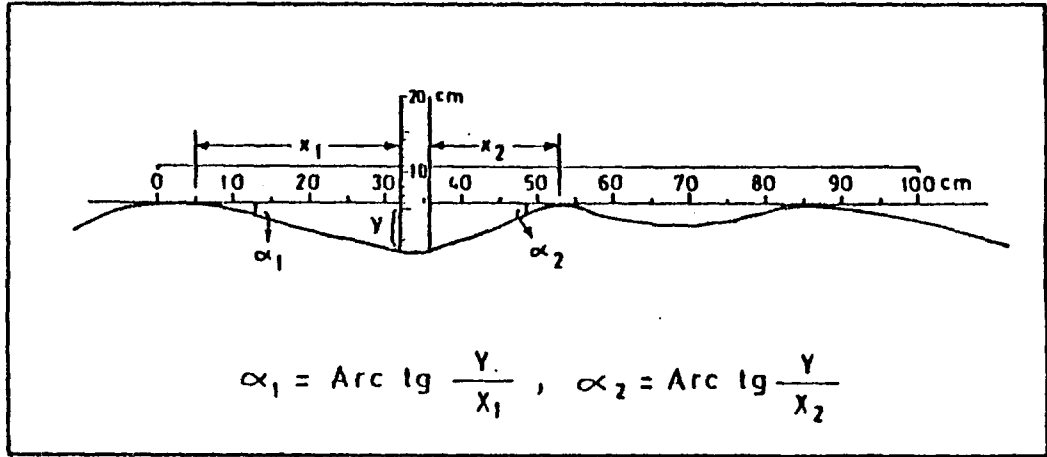
Çatlak yüzeylerinin dalgalanma açıları, dalgalanmalar boyunca Şekil 3.5'te gösterildiği gibi ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7 incelendiğinde, metabazalt, bazalt ve dasitlerdeki çatlak yüzeylerinin ortalama dalgalanma açılarının 3,5-5 derece arasında değiştiği, granitoyiddeki çatlak yüzeylerinin ortalama dalgalanma açısının ise 9 derece olduğu görülmektedir.



Şekil 3.4: Baraj yerindeki metabazaltın içerdiği süreksizliklerdeki kil dolguların DTA. grafikleri.





Şekil 3.5: Çatlak yüzeylerindeki dalgalanma açılarının ölçülmesi.

Çizelge 3.7: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalarda, çatlak yüzeylerinde ölçülen dalgalanma açıları.

Kaya türü	Dalgalanma açıları (derece)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Metabazalt	1.9	5.8	3.5
Granitoyid	3.4	12.7	9
Bazalt	2.7	7.1	5
Dasit	2.1	6.6	4.8

### 3.2.5. Kayalarda Ayrışma

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde yüzeylenen kayalardan, granitoyid, bazalt ve dasitler yer yer ayrışmışlardır. Ayrışma durumunun saptanmasında, Little (1969) ve Dearman (1974)'in arazi gözlemlerine dayanan sınıflamaları kullanılmıştır.

Uzungöl iletim tüneli ve cebri boru güzergahı ile denge bacası ve hidroelektrik santral yeri çevresinde yüzeylenen granitoyid, yüzeyde genellikle tamamen ayrışmıştır. Ancak, yer yer hafif, yer yer de orta derecede ayrışmış alanlar da içerir. İncelenen güzergah ve yerlerdeki akarsu vadisi

tabanlarında yer alan granitoid, çoğunlukla taze kaya özelliğindedir. Görünür ayrışma derinliğinin, değişik amaçlı kazılarda, vadi yamaç ve yarlarında yapılan gözlem ve ölçümlere göre, 1-7 m arasında değiştiği saptanmıştır.

Çambaşı iletim tüneli-II güzergahındaki bazaltlar, genellikle orta derecede; Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahlarında yüzeylenen dasitler ise yer yer yüksek, yer yer de orta derecede ayrışmışlardır. Ayrıca, dasitlerde ayrışmaya bağlı olarak killeşme, kükürtleşme ve limonitleşme izlenir.

### 3.3. Kayaçların Fizikomekanik Özellikleri

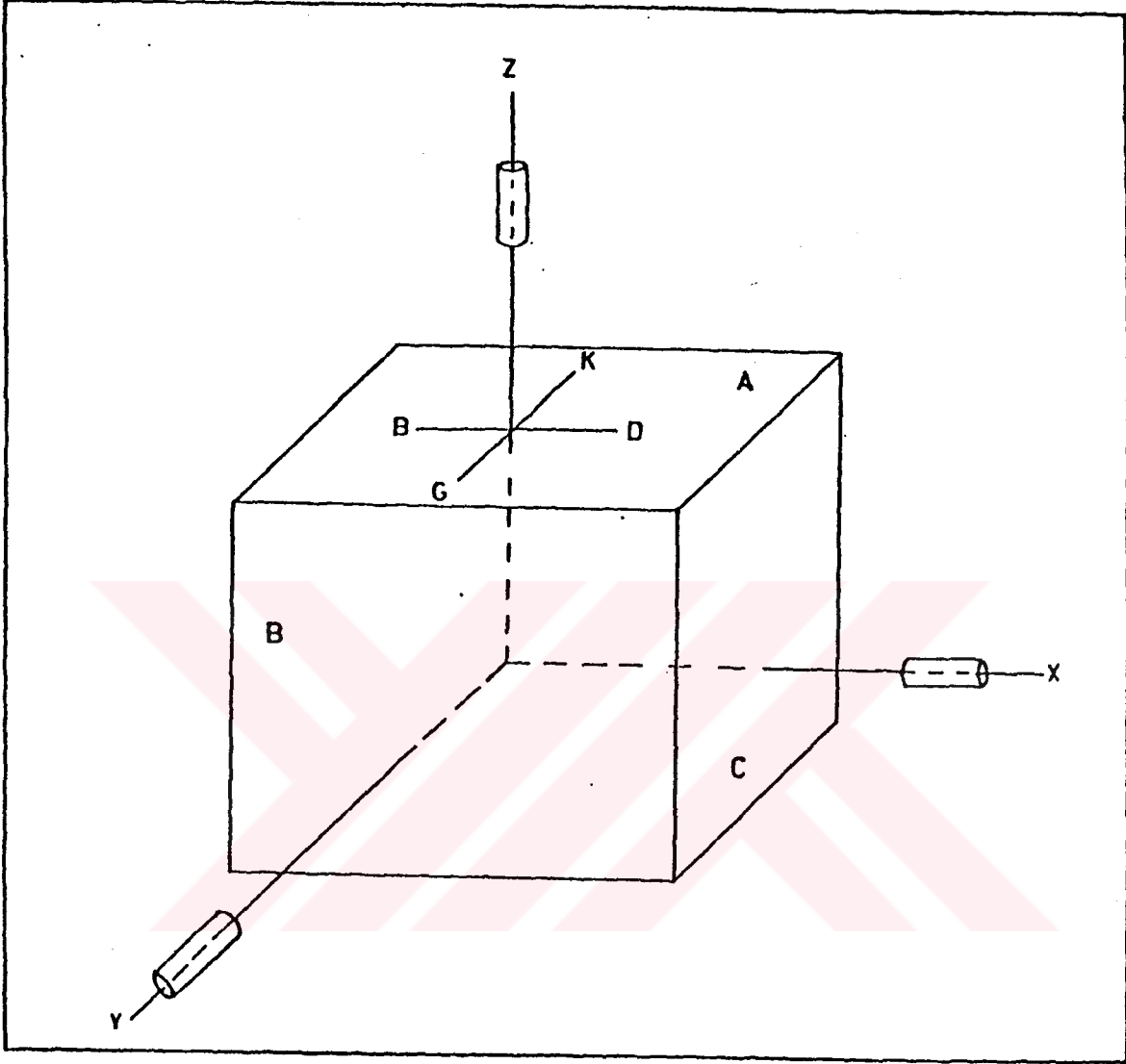
Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaçların fizikomekanik özellikleri, araziden alınan kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri, arazide açılan sondajlardan alınan karotlar ve şekilsiz örnekler üzerinde yapılan deneylerle, ayrıca sondajlarda, galerilerde ve yüzeylenmelerde gerçekleştirilen deneylerle saptanmıştır.

Deneylerde kullanılan karot örneklerinin büyük bir kısmı kaya bloklarından çıkarılmıştır. Kaya bloklarından karot örneklerinin çıkarılması ve bunların deneye hazırlanması yöntemi, aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çambaşı baraj yeri ve göl alanından, yaklaşık aynı konumlu çatlak takımlarının sınırlandığı değişik boyutlu kaya blokları, kuzey yönü işaretlenerek alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda, blok yüzeyleri K-G ve D-B'ya paralel olan yüzey A, K-G'ye dik ve D-B'ya paralel olan yüzey B, D-B'ya dik ve K-G'ye paralel olan yüzey ise C harfleriyle adlandırılmıştır (Şekil 3.6). Daha sonra laboratuvar tipi sondaj makinası kullanılarak (Foto 6), bu yüzeylere dik yönde 285 adet karot örneği alınmıştır.

Kaya blokları gözle görülemeyen süreksizlikler içerdiğinden, 42 mm ve daha büyük çaplı karotiyerler ile standartlarda



Şekil 3.6: Kaya bloklarından yönlü örnek alınması.

Öngörülen boyutta ve yeterli sayıda karot alınamamıştır. Bu nedenle, daha küçük (38 ve 31 mm) çaplı karotiyerler kullanılarak karot alınabilmektedir. Bu çaplarda bile % 50 kayıp verilmiştir.

Alınan karot örnekleri boyu çapının iki katı olacak şekilde kesilerek, karot uçları, karot ucu düzeltme makinasında düzeltilmiştir (Foto 7). Uçları düzeltilen karot örneklerinde, yüzeylerin pürüzlülüğü ve paralelliği, Foto 8'de görülen komperatör yardımıyla kontrol edilmiş ve böylece karot

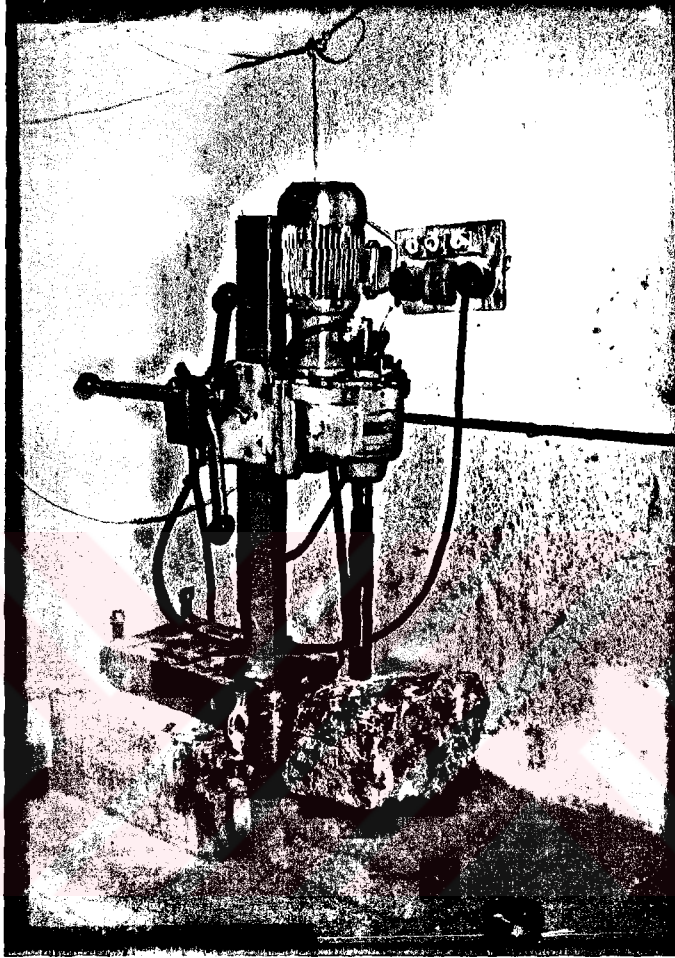


Foto 6: Laboratuvarında karot alımında kullanılan sondaj makinası.

örnekleri deneye hazır hale getirilmiştir. Sondajlardan alınan karot örnekleri de aynı şekilde deneye hazırlanmıştır.

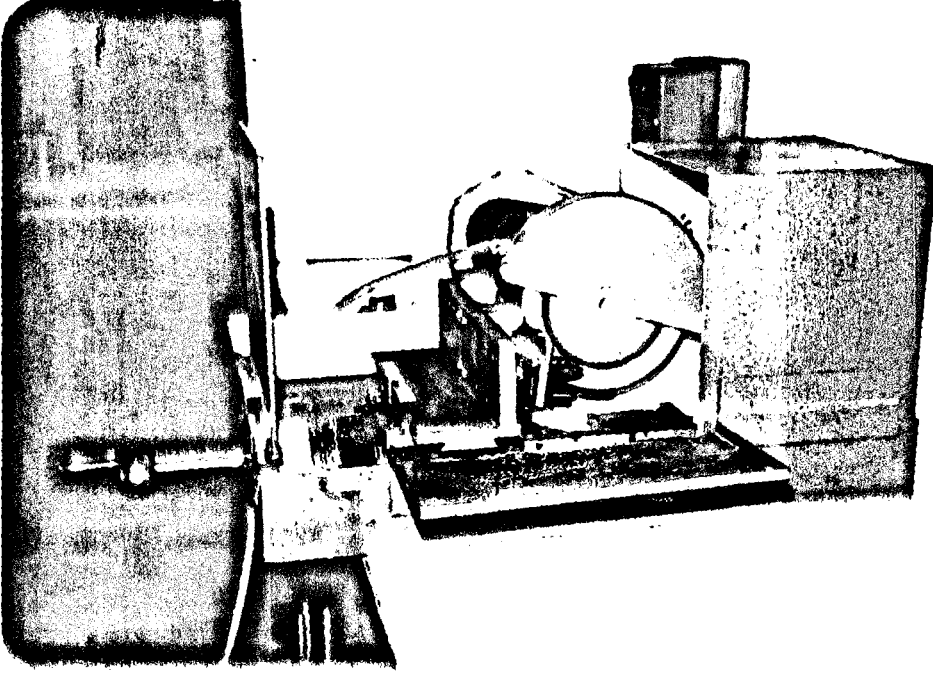


Foto 7: Karot ucu düzeltme makinası.

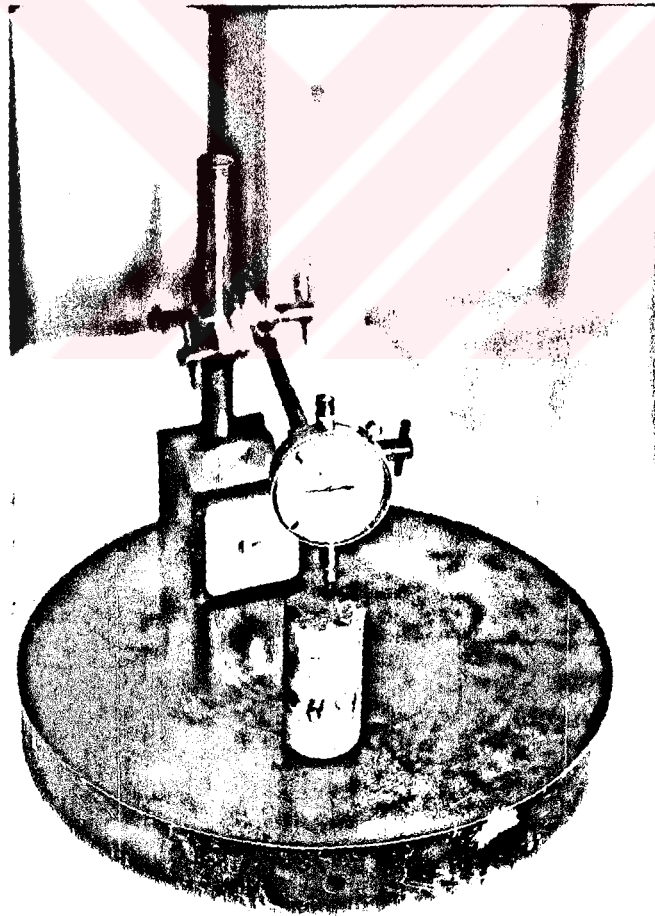


Foto 8: Karot örneklerinde, yüzey pürüzlüğü ve paralelliğinin komperatör ile kontrolü.

### 3.3.2. Fiziksel Özellikler

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerinde yüzeylenen kayaların fiziksel özelliklerinden indeks özellikleri, sertliği, elastik ses dalgasının boyuna yayılma hızı ve geçirgenliği saptanmıştır.

#### 3.3.2.1. İndeks Özellikleri

Çambaşı baraj yerinde yüzeylenen metabazaltın indeks özelliklerini belirlemek amacıyla, karot örnekleri üzerinde TS 699/Mart 1978 UDK 691.2 "Doğal Yapı Taşlarının Muayene ve Dency Metodları" esas alınarak deneyler yapılmıştır.

Özgül ağırlık deneyinde, kaya bloklarından alınan üçer adet karot örneği öğütülmüş ve elde edilen öğütülmüş malzeme karıştırılarak her blok örneği için bir özgül ağırlık değeri bulunmuştur. 14 bloktan elde edilen değerlerin ortalaması, metabazaltın ortalama özgül ağırlığı olarak alınmıştır. Bloklardan alınan karot örnekleri 105°C de 24 saat kurutulduktan ve 48 saat arı suda bekletildikten sonra tartılarak kuru ve doymuş ağırlıkları bulunmuştur. Bu verilerden yararlanarak metabazaltın kuru birim hacim ağırlığı ( $\Delta_k$ ), doymuş birim hacim ağırlığı ( $\Delta_d$ ), yoğunluk derecesi (k), porozitesi (p), ağırlıkça su emmesi ( $a_g$ ), hacimce su emmesi ( $h_g$ ) ve doymuluk derecesi gibi indeks özellikleri hesaplanmıştır.

Her bir karot örneği için hesaplanan indeks özellikleri Ek çizelge A1'de, indeks özelliklerin ortalama değerleri ise çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8: Metabazaltın indeks özelliklerinin ortalama değerleri.

KAYA TÜRÜ	İNDEKS ÖZELLİKLERİ							
	$\delta$	$\Delta_k$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Delta_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	k (%)	p (%)	$a_g$ (%)	$h_g$ (%)	S (%)
Metabazalt	2,90	2,83	2,84	97	2,44	0,10	0,27	15,23

Bazı karot örnekleri, pirotin damarcıkları içerdiğinden normal kayadan farklı özellik göstermiştir. Bu nedenle, bu

tür örneklerden elde edilen veriler değerlendirmeye katılmamıştır.

### 3.3.2.2. Sertlik

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaçların sertliği, kaya bloklarında, sondaj karotlarında, galeri duvarlarında ve yüzeylenmelerde N tipi Schmidt çekici ile ölçülmüştür. Kaya blokları sondaj karotları ve yüzeylenmelerde Schmidt çekici aşağıya doğru, galeri duvarlarında ise yatay olarak tutulmuştur. Deneylerde, her noktada 20 geritepme sayısı okunmuş ve çekicinin tutuluş şekline göre ileri gelen düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra, okunan değerler büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve değerlerin alt % 50'si atılarak, geri kalanların aritmetik ortalaması alınmıştır.

Çambaşı barajı, hidroelektrik santral yerleri ve Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında yüzeylenen metabazaltta, kaya bloklarında ölçülen Schmidt çekici geritepme sayıları çizelge 3.9'da, sondajların değişik derinliklerindeki karotlarda ölçülen geritepme sayıları çizelge 3.10, Ek çizelge B1 ve B.2'de, galeri duvarlarında genelde 2 m de bir, ancak değişik özellik gösteren yerlerde her metrede ölçülen geritepme sayıları çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.9: Çambaşı baraj yerinden alınan metabazalt blok yüzeylerinde ölçülen, Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Geritepme sayısı (R)	S.sapma	Genel ortalama	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	52,45	2,54	54	1,06
	B	54,45	3,20		
	C	55,55	2,41		

Çizelge 3.9, 3.10, 3.11, Ek çizelge B.1 ve B.2 birarada incelendiğinde, Schmidt çekici geritepme sayıları genel ortalama değerlerinin, baraj yerindeki metabazaltta kaya bloklarında 54, sondaj karotlarında 49, galeri duvarlarında 59,

Çizelge 3.10: Çambaşı baraj yerinde, sondaj karotları üzerinde ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri.

Sondaj No	Deney yapılan aralık (m)	Vuruş sayısı	Ortalama Geritepme sayısı (R)
SK-1	9,30- 9,40	20	43
	22,10-22,20	20	45
	36,25-36,30	20	48
	46,10-46,15	20	53
	60,20-60,25	20	47
SK-2	11,20-11,30	20	48
	21,50-21,65	20	45
	29,55-29,60	20	46
	41,0 -41,10	20	50
SK-3	11,45-11,50	20	40
	21,10-21,15	20	42
	39,15-39,20	20	48
	57,40-57,45	20	43
	69,30-69,35	20	44
SK-4	52,10-52,15	20	36
SK-5	23,20-23,30	20	35
	33,15-33,20	20	41
	50,65-50,75	20	46
	64,0 -64,10	20	48
SK-6	10,30-10,35	20	45
	25,60-25,65	20	49
	34,40-34,45	20	40
	50,35-50,40	20	46
SK-7	12,60-12,65	20	48
	24,10-24,15	20	45
	42,50-42,55	20	47
	54,55-54,60	20	52
	69,45-69,52	20	47
SK-8	10,30-10,35	20	40
	26,70-26,75	20	47
	48,15-48,20	20	43
	54,30-54,35	20	49
	73,40-73,45	20	52
Genel ortalama geritepme sayısı			49



Çizelge 3.11: Çambaşı baraj yeri araştırma galerileri duvarlarında ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının ortalama değerleri

AG-1	Galeri girişinden uzaklık (m)	0	2	4	7	8	14	18	19	20	22	24	26	28	30	32	34	35	36	37	38	40	
	Geritepme sayısı	56	55	57	54	52	53	53	57	58	60	59	61	59	62	61	60	59	58	58	59	60	
	Ortalama geritepme sayısı	58																					
AG-2	Galeri girişinden uzaklık (m)	0	2	4	5	7	10	14	16	18	20	22	24	26	28	30	33	35	37	43	44	45	
	Geritepme sayısı	55	59	55	57	55	56	60	57	63	60	59	59	60	62	61	62	63	59	62	61	61	
	Ortalama geritepme sayısı	59																					
AG-3	Galeri girişinden uzaklık (m)	0	2	4	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	33	35	38	40	47	
	Geritepme sayısı	56	58	62	56	60	61	59	61	61	60	61	62	59	58	61	60	59	59	62	61	60	
	Ortalama geritepme sayısı	60																					
AG-4	Galeri girişinden uzaklık (m)	0	2	4	6	8	10	12	15	16	18	20	23	24	25	28	31	32	33	37	38	40	
	Geritepme sayısı	56	61	54	52	61	64	59	61	57	58	61	59	59	62	62	59	64	59	58	62	58	
	Ortalama geritepme sayısı	59																					
	Genel ortalama geritepme sayısı	59																					

Çambaşı hidroelektrik santral yerlerindeki metabazaltta (sondaj karotlarında) 42, Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında yüzeylenen metabazaltta (sondaj karotlarında) 43 olduğu görülmektedir. Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında metabazalt yüzeylenmelerinde ortalama geritepme sayısı 58 olarak saptanmıştır (Ek 12).

Uzungöl iletim tüneli güzergahı ve hidroelektrik santral yerinde yüzeylenen granitoyidde ölçülen Schmidt çekici geritepme sayıları Ek çizelge B.3 ve B4'te sunulmuştur. Çizelgeler incelendiğinde yüzeylenmelerde ölçülen geritepme sayılarının ayrışma durumuna bağlı olarak 29 ile 47 arasında değiştiği, sondaj karotlarından elde edilen geritepme sayısı genel ortalama değerinin ise 46 olduğu izlenmektedir.

Çambaşı iletim tüneli güzergahlarında yüzeylenen formasyonların içerdiği kayaların sertliği, yüzeylenmelerde ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Ek çizelge B.5'te verilmiştir. Çizelgeye göre, ilgili güzergahlardaki kayaların ortalama geritepme sayıları, ayrışma durumuna bağlı olarak 21 ile 59 arasında değişmekte olup, fay zonlarında 5'e kadar düşmektedir.

Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki dasitlerin sertliği, sondaj karotları üzerinde ölçülmüş ve sonuçlar Ek çizelge B6'da sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde, dasitlerin geritepme sayısı genel ortalama değerinin 38 olduğu görülmektedir.

Çambaşı baraj yeri ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalarda ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının, De Beer (1967)4in Schmidt çekici geritepme sayılarına göre vermiş olduğu sınıflandırmadaki yerleri, çizelge 3.12'de verilmiştir. Çizelgeye göre, adı geçen yerlerdeki ayrışmamış kayalar "sert ve çok sert", yüksek derecede ayrışmış kayalar ise "yumuşak ve çok yumuşak" kaya sınıflarında yer almaktadır. Ayrıca, çizelgede, ayrışmamış kayalarda sondaj karotları üzerinde ölçülen geritepme sayılarının galeri ve yüzeylenmelerde ölçülen geritepme sayılarından genellikle daha küçük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, kenımızca, deneyin yapıldığı ortamdan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, kayalar

Çizelge 3.12: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayalarda ölçülen Schmidt çekici ortalama gerilme sayılarının, De Beer'in sınıflamasındaki yerleri

Kaya sınıfı	Gerilme sayısı	Çambaşı Formasyonu										Caykara Formasyonu									
		Metabazalt					Spilitleşmiş bazalt		Kireçtaşı		Taşkıran Granitoiydi		Karona Üyesi	Şahinkaya Üyesi							
		Baraj yeri		Uzungöl İletim tüneli giriş ağız		Çambaşı HES-I ve II yerleri		Çambaşı İletim tüneli-I ve II güzergahları		Çambaşı İletim tüneli-I güzergahı		Uzungöl İletim tüneli güzergahı ve HES yeri		Bazalt	Kireçtaşı	Dasit	Kireçtaşı				
		Kaya blokları	Galeriler	Sonda j karolları	Sonda j karolları	Yüzeylemeler	Sonda j karolları	Yüzeylemeler	Yüzeylemeler	Sonda j karolları	Yüzeylemeler	Sonda j karolları	Yüzeylemeler	Yüzeylemeler	Sonda j karolları	Yüzeylemeler					
Çok katı toprak	16-20																				
Çok yumuşak kaya	20-24																				
Yumuşak kaya	24-30													X							
Sert kaya	30-45				X						X			X						X	
Çok sert kaya	45-60	X	X	X									X							X	
Son derece sert kaya	> 60							X													

Schmidt çekici gerilme sayılarına göre kayaların sınıflandırılması (De Beer, 1967)

sertlik açısından sınıflandırılırken, galeri duvarları veya yüzeylenmelerde ölçülen Schmidt çekici geritepme sayılarının kullanılması daha uygun olacaktır.

### 3.3.2.3. Boyuna Dalga Hızı

Boyuna dalganın metabazalt içerisinde yayılma hızı, metabazalttan alınan karot örneklerinde foto 9'da görülen DIGI-EG-C2 ultrasonik deney aleti kullanılarak saptanmıştır. Deneylerde ultrasonik ses dalgasının kuru ve doymuş karot örneklerini geçme zamanları mikrosaniye olarak ölçülmüştür.

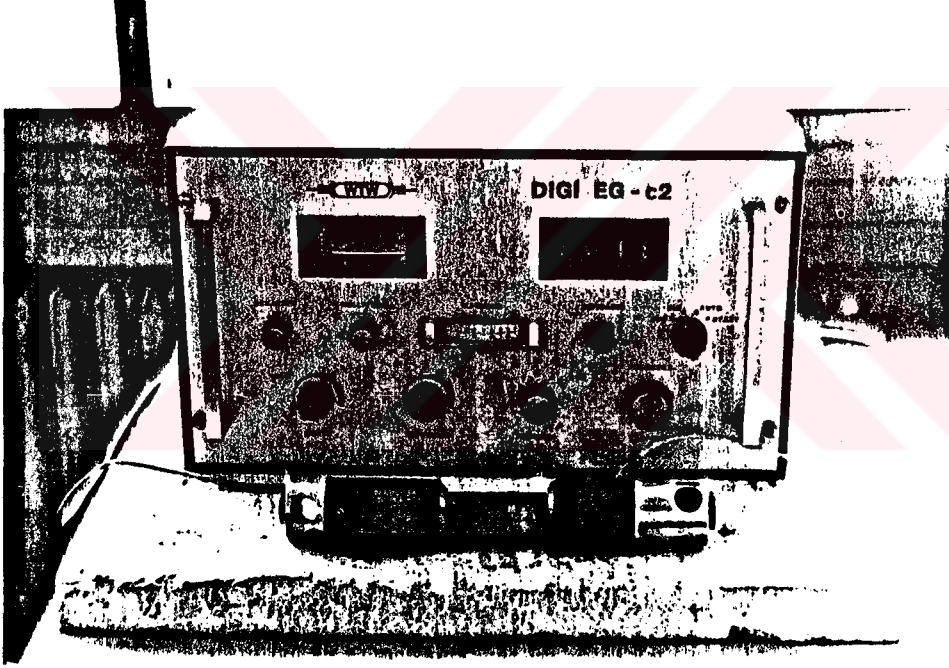


Foto 9: Ultrasonik deney aleti

Daha sonra örnek uzunlukları göz önüne alınarak, boyuna dalganın her örnek içerisindeki yayılma hızı hesaplanmıştır (Ek çizelge A1). Hesaplanan boyuna dalga hızlarının ortalama değerleri çizelge 3.13'te verilmiştir.

Çizelge 3.13 incelendiğinde, boyuna dalga hızlarının ortalaması, kuru örneklerde 4715 m/sn, doymuş örneklerde ise 4914 m/sn olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.13: Çambağı baraj yerindeki metabazalitte boyuna dalga hızlarının ortalama değerleri

Kaya türü	Blok yüzeyi	V <sub>k</sub> (m/sn)	S.Sap.	Genel ort. (m/sn)	En fazla anizotropi	V <sub>1d</sub> (m/sn)	S.Sap.	Genel ort. (m/sn)	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	4729	89,31	4715	1,01	4897	95,21	4914	1,01
	B	4738	112,27			4909	81,60		
	C	4679	84,61			4936	91,08		

### 3.3.2.4. Geçirgenlik

Çambağı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların geçirgenliği, sondajlarda yapılan tek lastik basınçlı su deneyleriyle, alüvyonların geçirgenliği ise sızma deneyleriyle saptanmıştır.

Geçirgenlik katsayısının, tek lastik basınçlı su deneyi verilerinden yararlanılarak hesaplanmasında "U.S.Bureau of Reclamation" tarafından verilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$1. \text{ Zon için: } K = 1,66 \times 10^{-3} \times \frac{Q}{C_u \times r_1 \times H} \quad 3.3$$

$$2. \text{ Zon için: } K = 3,33 \times 10^{-3} \times \frac{Q}{(C_s + 4) \times r_1 \times (T_u + H - A)} \quad 3.4$$

$$3. \text{ Zon için: } K = 1,66 \times 10^{-3} \times \frac{Q}{(C_s + 4) \times r_1 \times H} \quad 3.5$$

1. Zon su ile doymamış bölgeyi, 2. zon, yeraltı su seviyesinin hemen üzerindeki bölgeyi, 3. zon ise yeraltı su seviyesi altındaki bölgeyi göstermektedir.

Geçirgenlik katsayısının, sızma deneyi verileri kullanılarak saptanmasında, yine "Bureau of Reclamation" tarafından verilen aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$K = 1,66 \times 10^{-3} \times \frac{Q}{(C_s + 4) \times \frac{r_1}{r_e} \times r_e \times H} \quad 3.6$$

Bu formüllerde;

- K : Geçirgenlik katsayısı (cm/sn)  
 Q : Deney aralığına verilen su miktarı (lt/dak)  
 C<sub>u</sub> : Su ile doymamış zonun iletkenlik katsayısı  
 C<sub>s</sub> : Su ile doymuş zonun iletkenlik katsayısı  
 A : Deney aralığı uzunluğu (m)  
 H : Kuyudaki su sütununun yüksekliği (m)  
 r<sub>1</sub> : Kuyu yarıçapı (m)  
 T<sub>u</sub> : U-D+H  
 U : Kuyu ağzından yeraltı su seviyesine olan uzaklık(m)  
 D : Kuyu ağzından deney aralığının tabanına olan uzaklık (m)  
 r<sub>e</sub> : Effektif kuyu yarıçapıdır.

Çambağı baraj yerindeki metabazaltın geçirgenliğinin hesaplanmasında, baraj yerinde açılmış 8 adet sondajda, 2 m aralıklarla, 253 kademede yapılan tek lastik basınçlı su deney verilerinden yararlanılmıştır. Her deney kademesi için belirlenen geçirgenlik katsayısı değerleri, kuyu derinliğine bağlı olarak RQD ile birlikte grafik şeklinde gösterilmiştir (Ek 5).

Grafikler incelendiğinde, kuyularda genellikle 0-10 m' ler arasında, bazı seviyelerde basınçlı su deneylerinin yapılamadığı bazı seviyelerde deney basıncının yükselmediği görülmektedir. Ayrıca, kuyulardaki bazı deney aralıklarında RQD değerlerinin yüksek olmasına karşın su kaçağının fazla, bazı deney aralıklarında ise RQD değerlerinin düşük olmasına karşın su kaçağının az olduğu izlenmektedir.

Deney yapılamayan seviyeler, genellikle yamaç döküntüsü ve dolgunsuz süreksizliklerin yoğun olduğu kısımlara karşılık gelmektedir. Bu kısımlar çok parçalı olduğundan, ya basınçlı su deneyi lastiği tutturulamamış ya da deney lastiği su çıkarmıştır.

RQD değerlerinin yüksek olmasına karşın fazla su kaçağının olması, deney yapılan aralıklardaki kayanın içerdiği süreksizliklerin dolgunsuz, RQD değerlerinin düşük olmasına karşın az su kaçağının olması, deney yapılan aralıklardaki

kayanın iğirdiği süreksizliklerin dolgulu olabileceğini göstermektedir.

"U.S. Bureau of Reclamation" tarafından çatlaklı kaya ortamlarının geçirgenlikleri göz önüne alınarak yapılan sınıflandırmada, baraj yerini oluşturan metabazaltın geçirgenlik durumu çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3,14: Baraj yerindeki metabazaltta saptanan geçirgenlik katsayısı ortalama değerleri ve dağılımı.

Kaya niteliği		U.S.Bureau of Reclamation tarafından çatlaklı kaya ortamları için önerilen sınıflandırma				
		Geçirimsiz	Az Geçirimli	Yarı Geçirimli	Geçirimli	Çok Geçirimli
Geçirgenlik katsayısı sınırları (K cm/sn)		$10^{-7}$ - $10^{-6}$	$10^{-6}$ - $10^{-5}$	$10^{-5}$ - $10^{-4}$	$10^{-4}$ - $10^{-3}$	$>10^{-3}$
Metabazaltta	Geçirgenlik katsayısı değerlerinin ortalaması (cm/sn)	0	$5,08 \times 10^{-6}$	$5,29 \times 10^{-5}$	$3,79 \times 10^{-4}$	$1,42 \times 10^{-3}$
	Geçirgenlik katsayısı değerlerinin % dağılımı	6,72	27,27	43,40	10,97	3,56

Çizelge 3.14'te görüldüğü gibi, baraj aksından geçen kesitteki metabazaltın % 33.99'u geçirimsiz ve az geçirimli, % 62.45'i yarı geçirimli, % 3.56'sı da çok geçirimlidir.

Uzungöl iletim tüneli giriş ağzında yer alan metabazaltın geçirgenliği SK-1 ve SK-2 nolu sondajlarda yapılan tek lastik basınçlı su deneyi verilerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Belirlenen geçirgenlik katsayıları, ilgili kuyu loglarında derinliğe bağlı olarak grafik şeklinde gösterilmiştir (Şekil 5.3). 16 deney kademesinden elde edilen geçirgenlik katsayısı değerlerinin ortalaması  $2,42 \times 10^{-4}$  cm/sn olarak bulunmuştur. Bu ortalama değer metabazaltın geçirimli olduğunu göstermektedir.

Çambağı baraj yerindeki alüvyon malzemesinin geçirgenliği, baraj yerinde, Solaklı Deresi yatağında açılan iki adet sondajda, 1,5 m aralıklarla yapılan sızma deneyi verilerinden yararlanılarak saptanmıştır. Toplam 18 deney

kademesinde hesaplanan geçirgenlik katsayısı değerlerinin  $1 \times 10^{-1}$  -  $1,3 \times 10^{-3}$  cm/sn arasında değiştiği ve ortalamasının  $3,5 \times 10^{-2}$  cm/sn olduğu belirlenmiştir. Bu ortalama değere göre, alüvyon malzemesi çok geçirimlidir.

### 3.3.3. Mekanik ve Elastik Özellikler

Çambaşı baraj yerinde yüzeylenen metabazalt bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde mekanik ve elastik özellik deneyleri, iletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerlerindeki kayalardan alınan şekilsiz örnekler ve sondaj karotları üzerinde ise mekanik özellik deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda baraj yerindeki metabazaltın nokta yük direnci, tek eksenli basınç direnci, çekme direnci, üç eksenli basınç direnci, dinamik elastisite modülü, statik elastisite modülü ve poisson oranı; iletim tüneli güzergahlarındaki kayaların nokta yük dirençleri, denge bacaları ve hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların nokta yük ve tek eksenli basınç dirençleri saptanmıştır.

#### 3.3.3.1. Nokta Yük Direnci

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların nokta yük dirençleri, kaya bloklarından ve sondaj karotlarından alınan karot örnekleri ile yüzeylenmelerden ve galerilerden hazırlanan şekilsiz örnekler üzerinde yapılan deneylerle saptanmıştır.

Deneylerde, Broch ve Franklin (1972), Bieniawski (1975) ve Türk (1986) tarafından önerilen nokta yük direnci deney esasları uygulanmış ve Foto 10'da görülen deney aleti kullanılmıştır.

Nokta yük direncinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır.

$$I_s = \frac{P}{D^2} \quad (3.7)$$

Burada  $I_s$  : Nokta yük direnci ( $\text{kg/cm}^2$ )



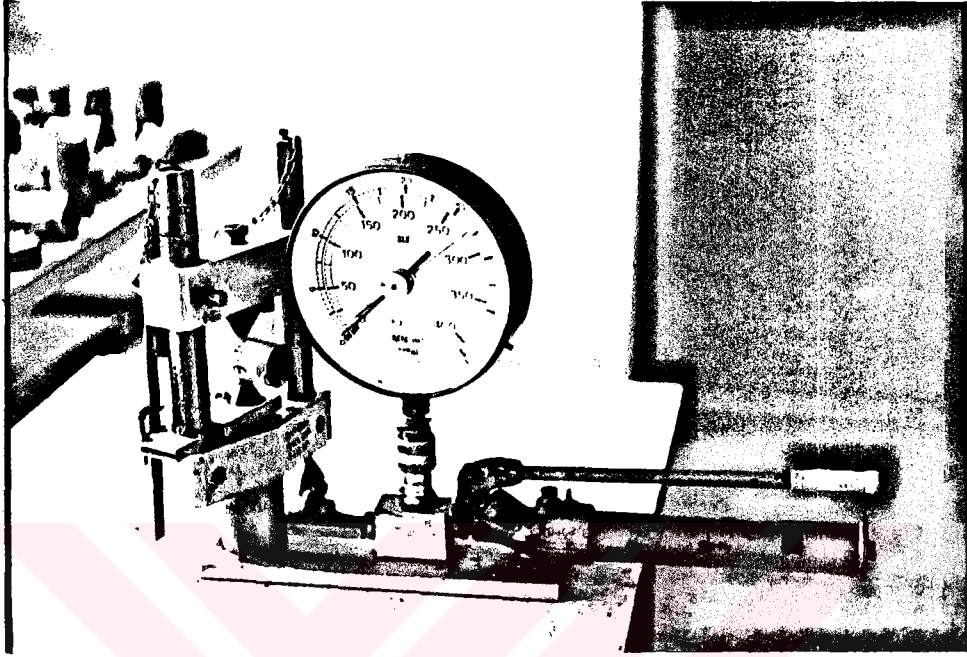


Foto 10: Nokta yük direnci deney aleti

P : Örneği kıran kuvvet (kg)

D : Örnek çapı (cm) dir.

Çambaşı baraj temelini oluşturan metabazalttan elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri çizelge 3.15, 3.16 ve 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.15, 3.16 ve 3.17 karşılaştırıldığında, metabazaltın nokta yük direnci genel ortalama değerlerinin, kaya bloklarından elde edilen karot örneklerinde  $112 \text{ kg/cm}^2$ , sondaj karotlarında  $90 \text{ kg/cm}^2$ , şekilsiz örneklerde ise  $96 \text{ kg/cm}^2$  olarak saptandığı görülmektedir.

Uzungöl iletim tüneli giriş ağzı ve Çambaşı hidroelektrik santral yerlerindeki metabazaltın, Uzungöl iletim tüneli güzergahı ve hidroelektrik santral yerinde yüzeylenen granitoyidin, Çambaşı iletim tüneli güzergahlarında yüzeylenen formasyonları oluşturan kayaların, Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki dasitlerin nokta yük

Çizelge 3.15: Baraj yerindeki metabazaltta sondaj karotlarından elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri

Sondaj No	Deney yapılan aralık(m)	Deney sayısı	$I_s(50)(\text{kg/cm}^2)$
SK-1	13-14	7	105
	22-23	6	83
	36-37	9	122
	46-47	5	109
	60-61	8	92
SK-2	11-12	6	68
	21-22	9	96
	41-42	5	109
	50-51	8	97
SK-3	11-12	10	66
	25-26	11	102
	39-40	9	42
	57-58	7	101
	69-70	6	90
SK-4	36-37	10	33
SK-5	23-24	12	45
	33-34	10	43
	50-51	9	83
	64-65	8	117
SK-6	10-11	7	80
	25-26	10	103
	34-35	8	74
	50-51	5	90
SK-7	12-13	9	59
	24-25	7	90
	41-42	6	78
	54-55	6	118
	69-70	5	103
SK-8	10-12	12	47
	26-27	10	41
	42-43	9	103
	54-55	8	108
	72-73	8	51
Genel ortalama			90

Çizelge 3.16: Baraj yerindeki metabazalt kaya bloklarından çıkarılan karotlardan elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri.

Kaya Türü	Blok yüzeyi	Deney Sayısı	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Genel ort. (kg/cm <sup>2</sup> )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	78	112	112	1.06
	B	75	109		
	C	61	116		

Çizelge 3.17: Baraj yerinde açılan galerilerden alınan şekilsiz metabazalt örneklerinden elde edilen nokta yük direnci ortalama değerleri.

Galeri No.	AG-1			AG-2			AG-3			AG-4		
Galeri girişinden uzaklık (m)	2	20	40	2	20	43	2	20	38	2	16	38
Deney sayısı	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	85	96	104	83	99	110	95	100	106	92	89	102
Ort. $I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	95			97			100			94		
S. sapma	7,79			11,1			4,50			5,56		
Genel ort. $I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	96											

direnci, şekilsiz örnekler ve sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerle saptanmış ve sonuçlar sırasıyla Ek çizelge B.1, B.2, B.3, B.4, B.5 ve B.6'da verilmiştir.

Ek çizelge B.1 ve B.2 incelendiğinde, Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazaltın nokta yük direnci değerlerinin 65-89 kg/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği, genel ortalama değeri 77 kg/cm<sup>2</sup>; Çambaşı hidroelektrik santral yerlerindeki metabazaltın nokta yük direnci değerlerinin 79-102 kg/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği, genel ortalama değeri ise 82 kg/cm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir.

Ek çizelge B.3'e göre, Uzungöl iletim tüneli güzergahında yer alan granitoidin nokta yük direnci, ayrışma durumuna bağlı olarak 31-64 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Ek çizelge

B.4 incelendiğinde, Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoyidin nokta yük direnci değerlerinin 30-89 kg/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği, genel ortalama değeri ise 67 kg/cm<sup>2</sup> olduğu görülmektedir.

Ek çizelge B.5'e göre, Çambaşı iletim tüneli güzergahlarında yüzeylenen formasyonları oluşturan kayaların nokta yük dirençleri 19-100 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir.

Ek çizelge B.6 incelendiğinde, Çambaşı denge bacası-I yeri ve Cebri boru-I güzergahındaki dasitlerin nokta yük dirençlerinin 11-53 kg/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği; genel ortalama değeri ise 48 kg/cm<sup>2</sup> olduğu izlenmektedir.

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların nokta yük direnci ortalama değerlerinin, Bieniawski (1975)'in nokta yük direncine göre vermiş olduğu kaya sınıflamasındaki yerleri Çizelge 3.18'de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde belirtilen yerlerdeki metabazalt, spilitleşmiş bazalt ve kireçtaşlarının "yüksek ve çok yüksek dirençli", granitoyidin "orta-yüksek dirençli" bazalt ve dasitlerin ise "düşük-yüksek dirençli" kaya sınıflarında yer aldıkları anlaşılmaktadır.

### 3.3.3.2. Tek Eksenli Basınç Direnci

Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların tek eksenli basınç direnci, "TS 2028/Nisan 1975 UDK 622.02 Kayaların Tek Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini" esaslarına göre, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri ve sondaj karotları üzerinde saptanmıştır.

Deneylerde, kırılma ani ve şiddetli olmuş ve kırılma sonucu örnekler genellikle dağılmıştır. Ancak, bazı örneklerin deney aletinin yükleme tablalarında kalan parçalarında yapılan incelemelerde, kırılmanın yaklaşık ters koni şeklinde olduğu görülmüştür (Foto 11-A). Deneyler sonucunda dağılmayan örnekler üzerinde yapılan incelemede, bunların çoğunlukla dolgulu ve dolgusuz mikro fissürler boyunca kırıldıkları anlaşılmıştır (Foto 11-B). Ayrıca, dolgusuz süreksizlik-



ler boyunca kırılan örneklerin, süreksizlik yüzeylerinde paslanma izleri gözlenmiştir.

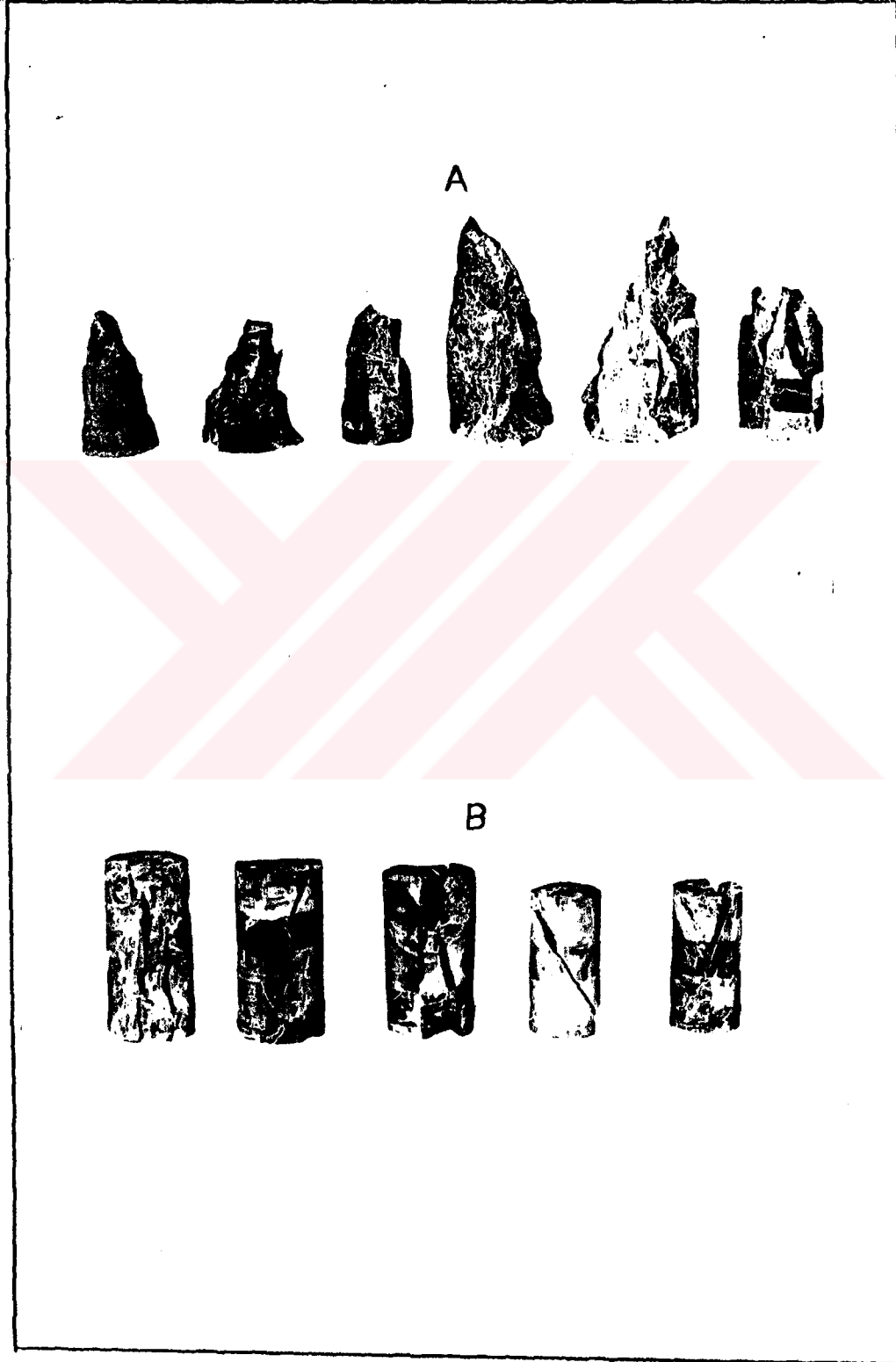


Foto 11: Metabazaltta tek eksenli basınç deneyi sonunda oluşan kırılma şekilleri

Tek eksenli basınç direnci değerleri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_b = \frac{4P}{\pi D^2} \quad (3.8)$$

Bu formülde;  $\sigma_b$  : Tek eksenli basınç direnci ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 P : Kırılma enindeki yük (kg)  
 D : Karot örneğinin çapı (cm) dir.

Deney örnekleri, çoğunlukla  $L/D = 2$  (L; örnek boyu, D: örnek çapı) olacak şekilde hazırlanmıştır. Ancak, bazı örneklerde bu oranı gerçekleştirmek mümkün olmamıştır. Bu şekildeki örneklerden elde edilen basınç direnci değerleri, Szlavin (1974) tarafından verilen aşağıdaki düzeltme formülü yardımıyla bulunmuştur.

$$\sigma_b = \frac{\sigma'_b}{0,304 \frac{D}{L} + 0,848} \quad (3.9)$$

burada  $\sigma_b$  : Düzeltilmiş tek eksenli basınç direnci ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 $\sigma'_b$  : Deney sonucu bulunan tek eksenli basınç direnci  
 D : Örnek çapı (cm)  
 L : Örnek uzunluğu (cm) dur.

Baraj yerindeki kaya bloklarından çıkarılan karot örneklerinden elde edilen tek eksenli basınç direnci değerleri, Ek çizelge A.1'de, tek eksenli basınç direnci değerlerinin ortalaması ise çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19: Çambaşı baraj yerindeki metabazaltın, tek eksenli basınç direnci ortalama değerleri

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	$\sigma_b$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	S.sapma	Genel ort. ( $\text{kg/cm}^2$ )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	44	2438	362,05	2480	1,05
	B	39	2439	409,67		
	C	26	2562	247,76		

Çizelge 3.19'da, baraj yerindeki metabazaltın en fazla anizotropisinin 1,05, ortalama tek eksenli basınç direncinin ise  $2480 \text{ kg/cm}^2$  olduğu görülmektedir.

Uzungöl iletim tüneli giriş ağzı, Çambaşı hidroelektrik santral yerleri, Uzungöl hidroelektrik santral yeri, Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki kayaların tek eksenli basınç dirençleri, sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerle saptanmış ve sonuçlar sırasıyla Ek çizelge B.1, B.2, B.4 ve B.6'da verilmiştir. Çizelgeler incelendiklerinde, ortalama tek eksenli basınç dirençlerinin Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazaltta  $1745 \text{ kg/cm}^2$ ; Çambaşı hidroelektrik santral yerlerindeki metabazaltta  $1945 \text{ kg/cm}^2$ ; Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoidde  $1462 \text{ kg/cm}^2$ ; Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki dasitte ise  $1162 \text{ kg/cm}^2$  olduğu anlaşılır.

Çambaşı baraj yeri ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların ortalama tek eksenli basınç dirençlerinin, Deer ve Miller (1966)'in tek eksenli basınç direncine göre verdikleri kaya sınıflamasındaki yerleri çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.20'ye göre, Çambaşı baraj yerindeki kayalar "çok yüksek dirençli", diğer yapı yerlerindeki kayalar ise "yüksek dirençli" kaya sınıflarında yer almaktadırlar.

### 3.3.3.3. Çekme Direnci

Baraj yerindeki metabazaltın çekme direnci, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde Brazilian deneyi (indirekt çekme deneyi) yapılarak saptanmıştır.

Deneylerde, örnekler yükleme doğrultusundan geçen düşey düzlem boyunca pürüzlü yüzeyler oluşturarak kırılmışlardır (Foto 12).

Çekme direncinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.



Çizelge 3.20: Çambaşı barajı ve Uzungöl hidroelektrik santral yerlerindeki ayrışmamış kayaların tek eksenli basınç direnci ortalama değerlerinin, Deer ve Miller'in sınıflamasındaki yerleri

Tek eksenli basınç direncine göre kayaların sınıflandırılması (Deer ve Miller, 1966)		Metabazalt			Granitoid	Dazit
		Baraj yeri	Uzungöl iletim tüneli giriş ağızı	Çambaşı hidroelektrik santrali-I ve II yerleri	Uzungöl hidroelektrik santral yeri	Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebrî boru-I Guzergahı
Kaya tanımı	Tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )					
Çok düşük dirençli	< 250					
Düşük dirençli	250- 500					
Orta dirençli	500-1000					
Yüksek dirençli	1000-2000		X	X	X	X
Çok yüksek dirençli	> 2000	X				

$$\sigma_c = \frac{2P}{\pi DL}$$

(3.10)

Burada;  $\sigma_c$  : İndirekt çekme direnci (kg/cm<sup>2</sup>),  
P : Kırılma anındaki yük (kg),  
L : Örnek boyu (cm),  
D : Örnek çapı (cm) dir.

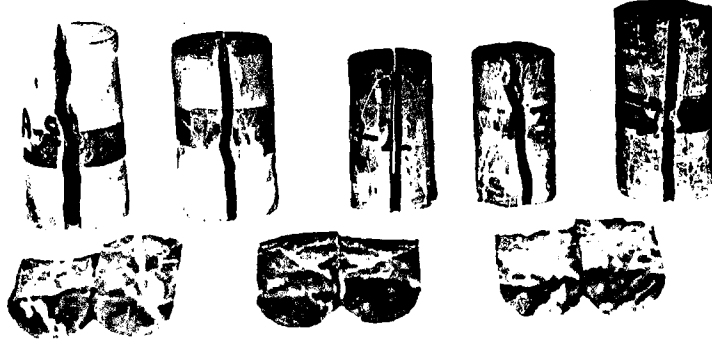


Foto 12: Metabazalıtta indirekt çekme direnci deneyi sonucunda oluşan kırılma şekilleri

Hesaplanan çekme direnci değerleri, Ek çizelge A1'de çekme direnci değerlerinin ortalaması ise çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.21: Metabazalıtta indirekt çekme direnci ortalaması değerleri.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	S. sapma	Genel ort. (kg/cm <sup>2</sup> )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	33	250	25,60	251	1,07
	B	28	243	26,30		
	C	31	259	23,03		

Çizelge 3.21 incelendiğinde, metabazaltın ortalama çekme direncinin  $251 \text{ kg/cm}^2$ , en fazla anizotropisinin ise 1,07 olduğu görülmektedir.

#### 3.3.3.4. Üç Eksenli Basınç Direnci

Baraj yerindeki metabazaltın kayma direnci parametreleri, yani, kohezyon (C) ve içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ), kaya bloklarından çıkarılan 31 mm çaplı karot örnekleri üzerinde "TS 2029/Nisan 1975 Kayaların Üç Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini" ilkeleri esas alınarak yapılan deneylerle bulunmuştur.

Üç eksenli basınç direnci deneyi için blok yüzeylerinden üçer örnek alınmıştır. Deneyler foto 13'te görülen aletler kullanılarak  $50, 100, 150 \text{ kg/cm}^2$  lik yanal gerilmeler altında gerçekleştirilmiştir.

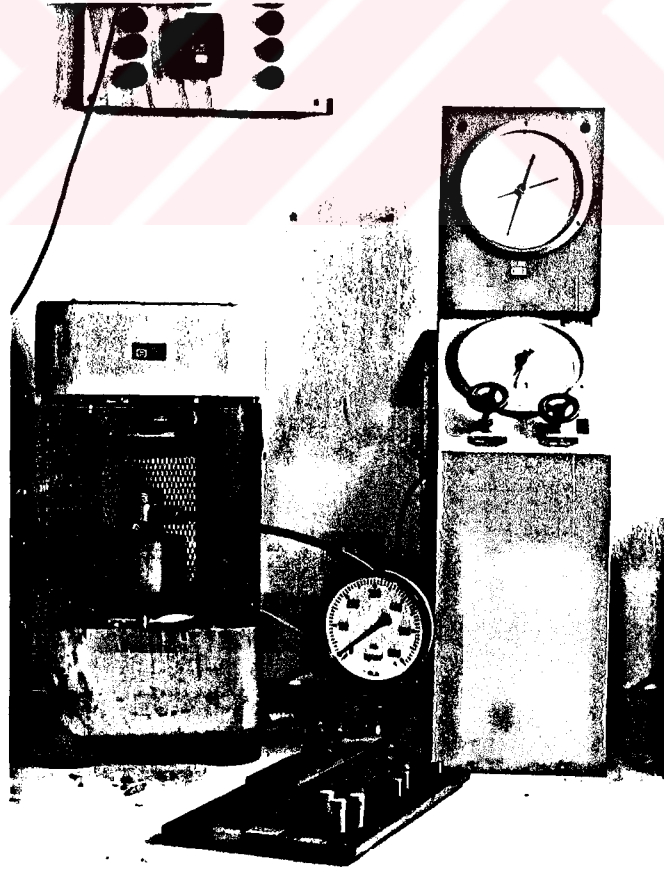


Foto 13: Üç eksenli basınç direnci deneyinin yapılışında kullanılan aletler

Deneyler sonucunda, örnekler foto 14'te görüldüğü gibi, belirli yüzeyler boyunca kırılmıştır.



Foto 14: Metabazaltta üç eksenli basınç direnci deneyi sonucunda oluşan kırılma şekilleri

Deneylerden elde edilen sonuçlar çizelge 3.22'de verilmiştir.

Çizelge 3.22: Metabazaltta üç eksenli basınç direnci deneyi sonuçları

Blok yüzeyi	A			B			C		
Yanal gerilme (kg/cm <sup>2</sup> )	50	100	150	50	100	150	50	100	150
Düsey gerilme (kg/cm <sup>2</sup> )	3140	3206	4001	2603	3016	3114	3365	4015	4133
	2941	3922	3816	3458	3923	4518	3140	3776	3935
	3008	3756	4372	3074	3570	4544	3749	3816	4770
Ortalama	3030	3628	4063	3072	3770	4059	3418	3869	4279

Metabazalta ait çekme, tek ve üç eksenli basınç direnci ortalama değerleri kullanılarak Mohr daireleri çizilmiş ve kırılma zarfları elde edilmiştir (Şekil 3.7). Şekil incelendiğinde, metabazaltın içsel sürtünme açısı ortalamasının  $56^{\circ}$ , kohezyon ortalamasının ise  $402 \text{ kg/cm}^2$  olduğu anlaşılmaktadır.

### 3.3.3.5. Dinamik Elastisite Modülü

Baraj yerindeki metabazaltın dinamik elastisite modülü, Youash (1970) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E = D.W.f^2 \quad (3.11)$$

Burada; E : Dinamik elastisite modülü,  $\text{lb/in}^2$

D :  $0,01318 \frac{L}{d^2}$ ,  $\text{sn}^2/\text{in}^2$  (silindirik örnekler için)

L : Örnek boyu, in

d : Örnek çapı, in

W : Örnek ağırlığı, lb

f : Boyuna titreşim frekansı, devir/sn

Boyuna titreşim frekansının saptanmasında, foto 9'da görülen deney aletinden yararlanılmıştır. Deney aletiyle boyu, çapının 3 ile 5 katı arasında olan örneklerde, boyuna titreşim frekansı doğrudan ölçülebilmektedir. Ancak, metabazalta belirtilen boyutlarda örnek alınamadığından, boyuna titreşim frekansı ölçülememiştir. Sadece, elastik boyuna dalganın  $L = 2D$  boyutlu karot örneklerini katetme zamanı ölçülmüştür. Alet prospektüsünde, boyuna titreşim frekansı ile zaman arasında aşağıdaki bağıntı verilmiştir.

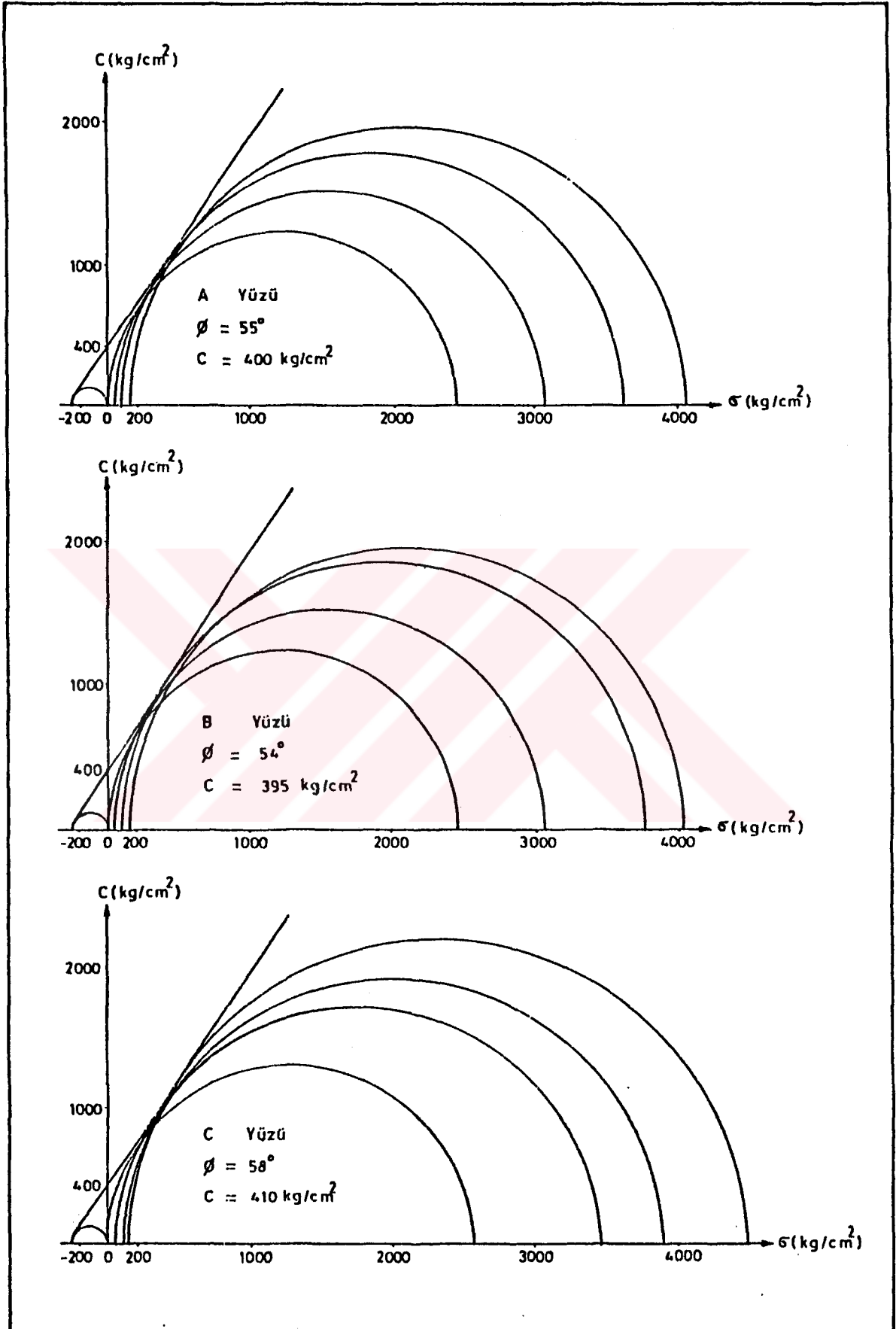
$$f = \frac{1}{2xt} \quad (3.12)$$

Bu eşitlikte; f : Boyuna titreşim frekansı

t : Elastik dalganın örneği katetme zamanı ( $\mu \text{sn}$ )

3.11 nolu formül metrik sisteme çevrildiğinde, aşağıdaki şekle dönüşmektedir.

$$E_d = 1.29 \frac{L}{d^2} \times w \times \frac{1}{t^2} \times 10^6 \quad (3.13)$$



Şekil 3.7: Metabazalta ait Mohr daireleri ve kırılma zarfları.

Burada;  $E_d$  : Dinamik elastisite modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )

L : Örnek boyu (cm)

d : Örnek çapı (cm)

W : Örnek ağırlığı (gr)

t : Ultrasonik ses dalgasının örneği katetme zamanı ( $\mu\text{sn}$ ) dir.

Bütün karot örnekleri için hesaplanan dinamik elastisite modülü değerleri Ekçizelge A1'de , dinamik elastisite modülü değerlerinin ortalaması ise çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 3.23: Metabazaltta dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Dinamik elastisite modülü ( $\times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ )	S.sapma	Genel ort. ( $\times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ )	En fazla anizotropi
Metabazalt	A	6,41	0,25	6,40	1,01
	B	6,44	0,43		
	C	6,35	0,39		

Çizelge 3.23 incelendiğinde metabazaltın ortalama dinamik elastisite modülünün  $6,40 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ , en fazla anizotropisinin ise 1,01 olduğu görülmektedir.

### 3.3.3.6. Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı

Baraj yeri temel kayasını oluşturan metabazaltın statik elastisite modülü ve poisson oranı, "TS 2030/Nisan 1975 UDK 622.02" Kayaçların Elastisite Modülünün ve Poisson Oranının Tek Eksenli Basma Deneyi ile Tayini" esaslarına göre saptanmıştır.

Deneylerde, SM-60 D Strain Indicator ve SS-12 R Switching and Balancing Box aletleri (Foto 15) ile özellikleri aşağıda verilen Strain gageler kullanılmıştır.

<u>gage tipi</u>	<u>gage boyu (mm)</u>	<u>direnc (ohm)</u>	<u>gage faktörü</u>
KFC-5-CI-11	5	119,7±0,3	2,11±1,5%
KFC-10-CI-11	10	120,0±0,3	2,10±1 %

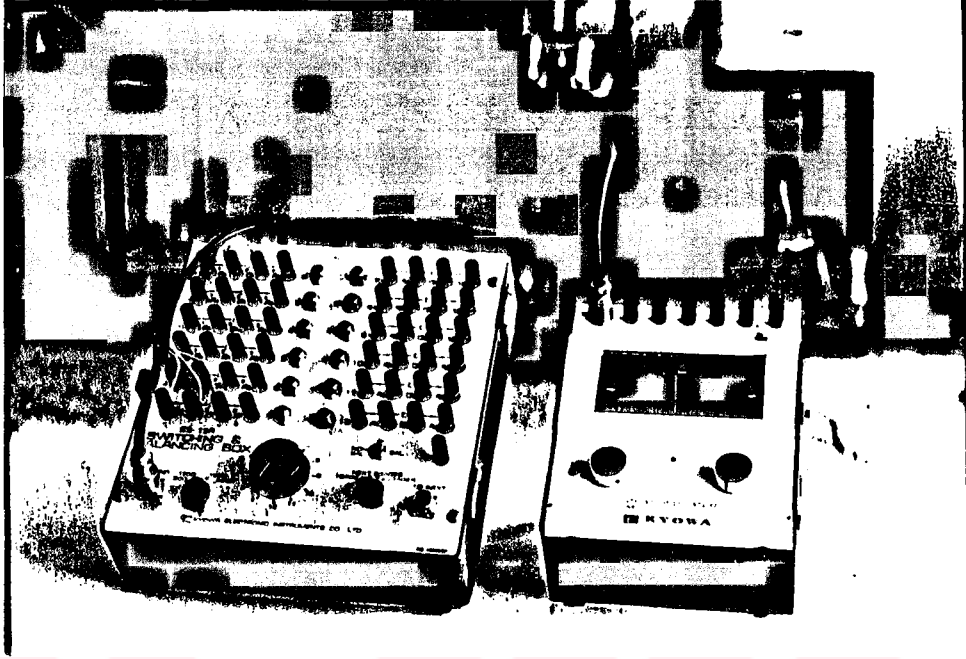


Foto 15: Deformasyon ölçümünde kullanılan aletler

Oda sıcaklığında, 38 mm çaplı 10 adet karot örneği üzerinde gerçekleştirilen deneylerde, kalıcı birim deformasyonun araştırılması amacıyla, genellikle 3 ya da 4 yükleme-boşaltma devresi uygulanmış ve sonuncu yükleme devresi kırılmaya kadar sürdürülmüştür.

Deneyler süresince strain indicatörde okunan enine ve boyuna birim deformasyon değerleri alet prospektüsünde verilen aşağıdaki formül kullanılarak düzeltilmiştir.

$$\epsilon = \frac{2}{k_s} \times \epsilon_0 \quad (3.14)$$

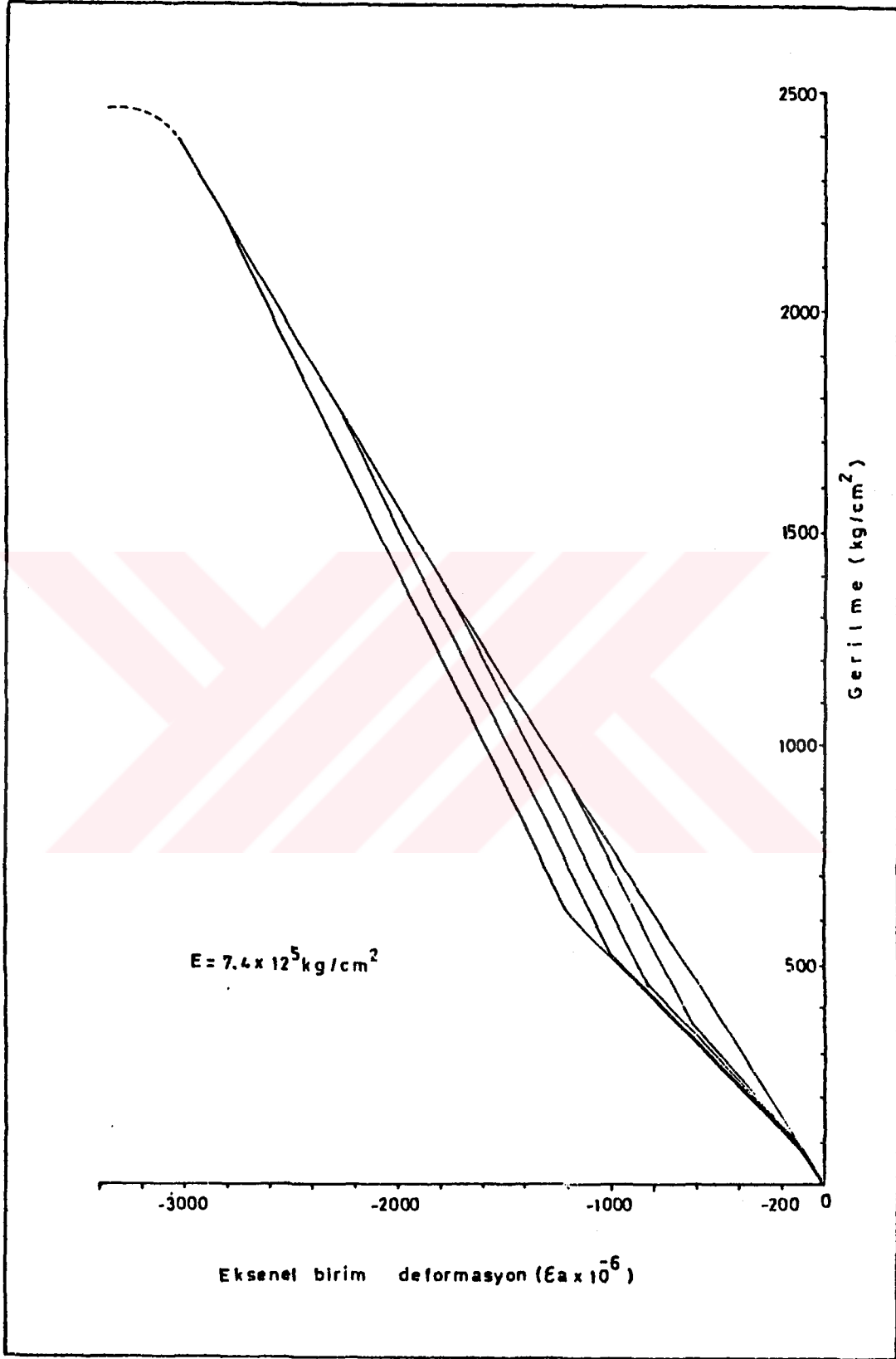
Burada;  $\epsilon$  : Düzeltilmiş birim deformasyon

$k_s$ : Kullanılan strain gagenin gage faktörü

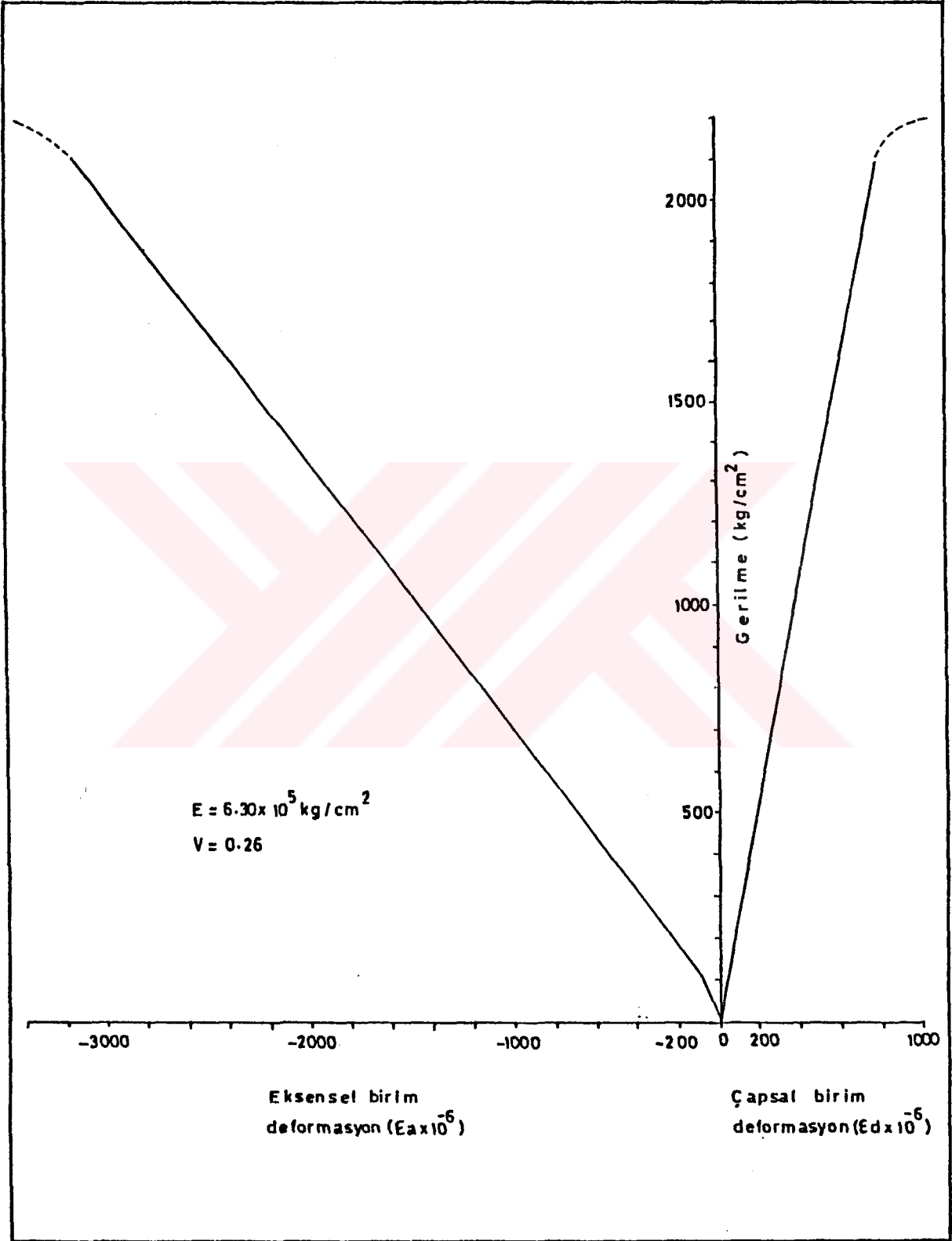
$\epsilon_0$ : Strain indicatorde okunan birim deformasyonadır.

Düzeltilen boyuna ve enine birim deformasyon değerleri, her örnek için ayrı bir çizelge şeklinde verilmiştir (Ek çizelge C.1). Bu çizelgelerdeki değerler yardımıyla çizilen gerilme-birim deformasyon ( $\sigma - \epsilon$ ) eğrilerinden bazıları şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 ve 3.13'te gösterilmiştir.

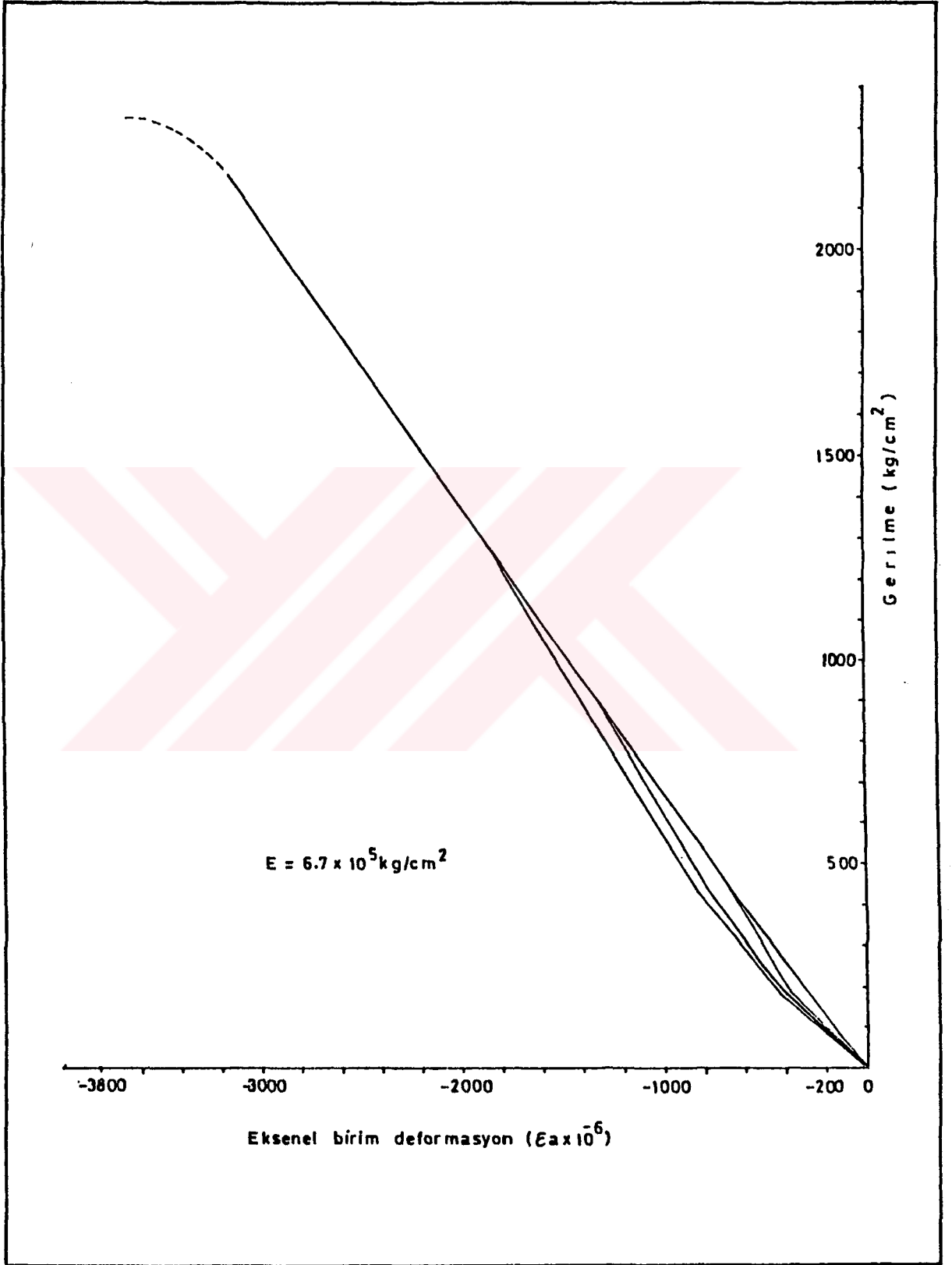




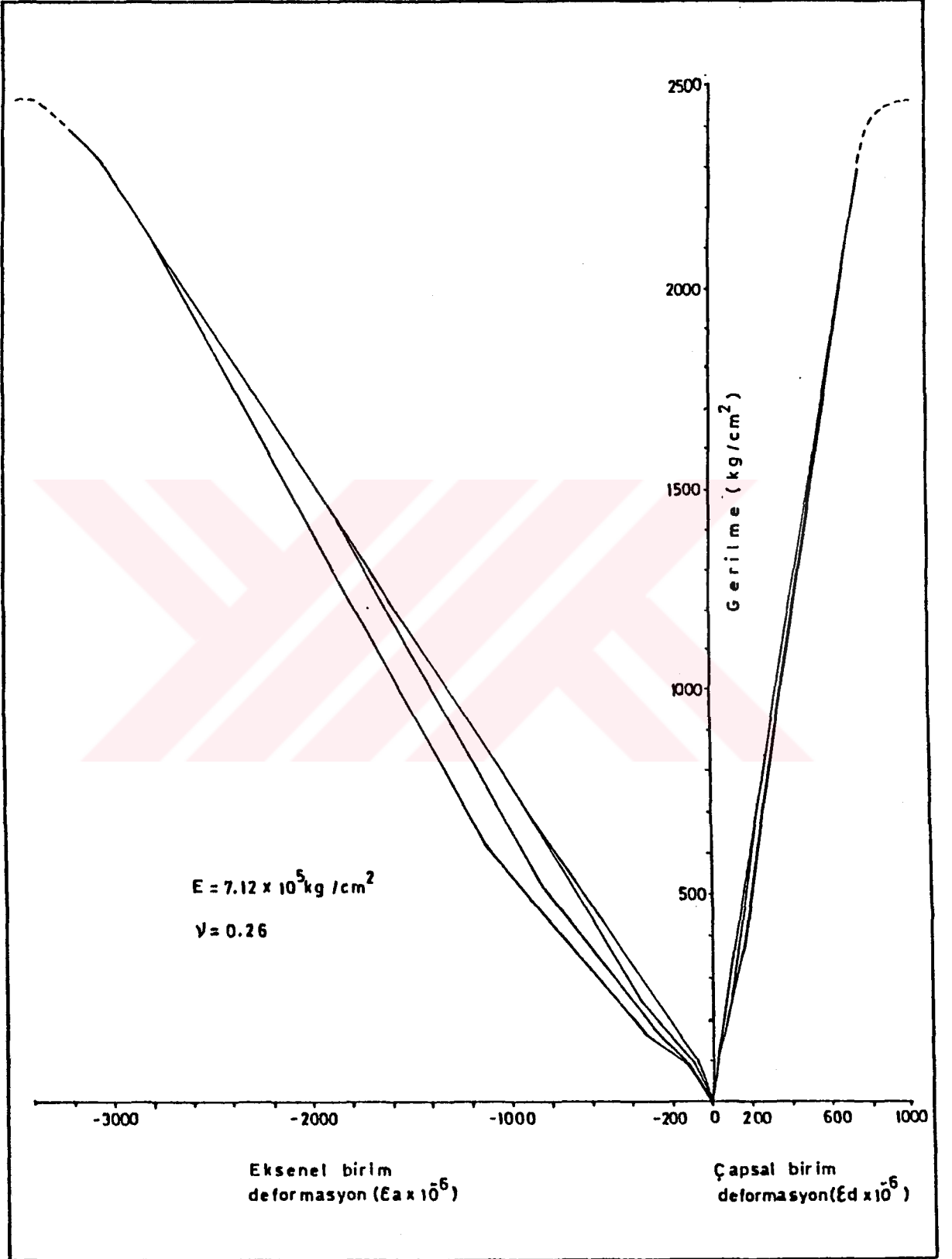
Şekil 3.8: Metabazaltta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek No: 3C-14).



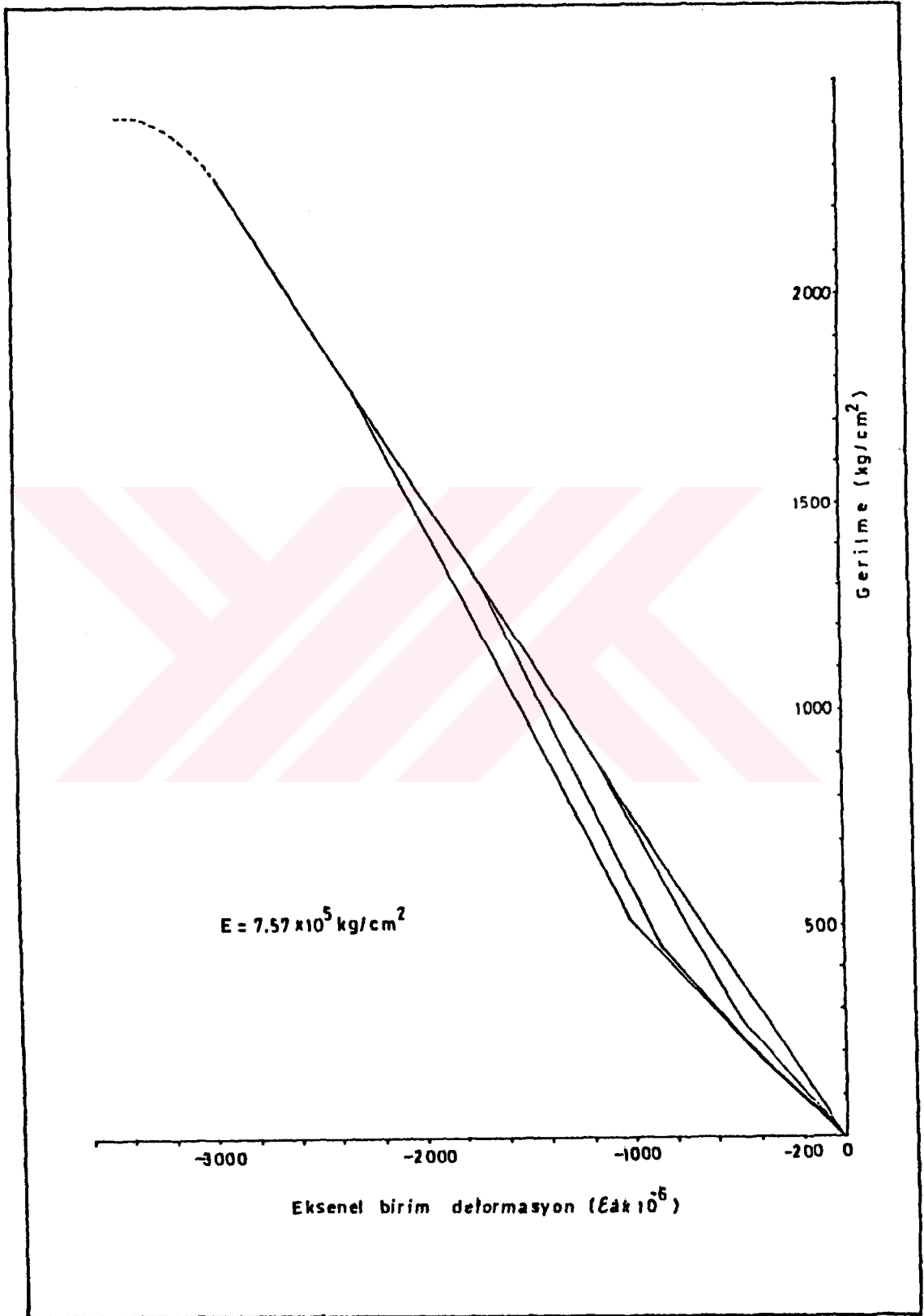
Şekil 3.9: Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek No: 4A-7).



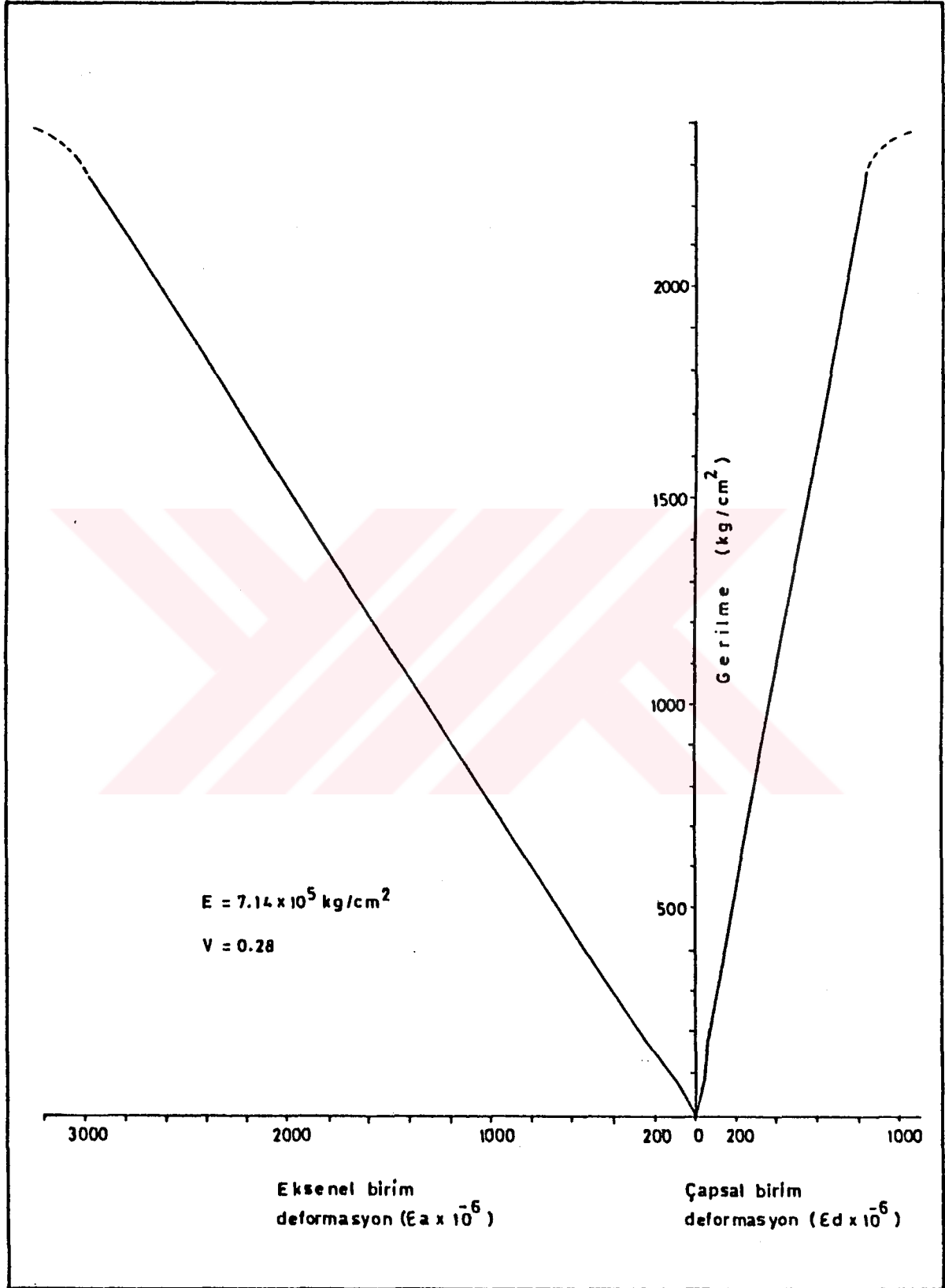
Şekil 3.10: Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek No: 5C-3).



Şekil 3.11: Metabazaltta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek No: 7B-9).



Şekil 3.12: Metabazaltta gerilme-deformasyon ilişkisi (Örnek No: 8A-4).



Şekil 3.13: Metabazalıtta gerilme-deformasyon ilişkisi (örnek No: 9A-10).

Statik elastisite modülü ve poisson oranı değerleri,  $\sigma - \epsilon$  eğrileri yardımıyla hesaplanmıştır.

Statik elastisite modülü, boyuna birim deformasyonun birinci yükleme eğrisinin doğrusal kısmının eğimi olarak alınmıştır. Poisson oranı ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\nu = \frac{\alpha_n}{\alpha_d} \quad (3.15)$$

Bu eşitlikte;  $\alpha_n$ : Boyuna (eksenel) birim deformasyonun doğrusal kısmının eğimi  
 $\alpha_d$ : Enine (çapsal) birim deformasyonun doğrusal kısmının eğimidir.

Hesaplanan statik elastisite modülleri ve poisson oranları Ek çizelge A1'de, statik elastisite modülleri ve poisson oranlarının ortalaması ise çizelge 3.24'te verilmiştir.

Çizelge 3.24: Metabazaltta statik elastisite ( $E_s$ ) modülü ve poisson oranı ( $\nu$ ) ortalamaları

Kaya türü	Blok yüzeyi	Deney sayısı	$E_s \times 10^5$ kg/cm <sup>2</sup> (ortalama)	$E_s \times 10^5$ kg/cm <sup>2</sup> (genel ort.)	$\nu$ (ortalama)
Metabazalt	A	6	7,07	7,19	0,27
	B	2	7,45		
	C	2	7,05		

Çizelge 3.24'e göre, metabazaltın ortalama statik elastisite modülü  $7,19 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>, ortalama poisson oranı ise 0,27 dir.

Şekil 3.8, 3.10, 3.11 ve 3.12'deki gerilme-deformasyon eğrileri incelendiğinde, kalıcı birim deformasyon miktarının ilmi edilebilecek kadar küçük (en fazla  $20 \times 10^{-6}$ ) olduğu görülmektedir. Bu nedenle, metabazaltın gerilme altında elastik davranış gösterdiği kabul edilebilir.

#### 3.3.4. Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikler Arasındaki İlişkiler

Çambağı baraj yeri ve çevresindeki metabazalttan alınan kaya bloklarından çıkarılan 31 ve 38 mm çaplı korot örnekleri

üzerinde laboratuvarında yapılan deneylerin sonuçları Ek çizelge A.1 ve C.1'de sunulmuştur. Bu deney sonuçları kullanılarak metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri arasında ilişkiler araştırılmış ve elde edilen sonuçlar şekil 3.14, 3.15, 3.16 ve 3.17 de gösterilmiştir.

Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoidin fizikomekanik özellikleri arasındaki ilişkiler, Ekçizelge B.4' te sunulan veriler yardımıyla saptanmış ve sonuçlar şekil 3.17'de gösterilmiştir.

#### 3.3.4.1. Fiziksel Özellikler Arasındaki İlişkiler

Metabazaltta, fiziksel özelliklerden porozite-hız arasında lineer azalan (Şekil 3.14-a), Schmidt çekici geri tepme sayısı-hız arasında ise lineer artan (Şekil 3.14-b) ilişkiler vardır. Hız-özgül ağırlık, hız-hacimce su emme, porozite-hacimce su emme vb. gibi diğer fiziksel özellikler arasında ise herhangi bir ilişki bulunmamıştır.

Yukarıda sayılan fiziksel özellikler arasında ilişki bulunamamasının nedeni, kanımızca, metabazaltın içerdiği boşlukların çok küçük boyutlu ve birbirleriyle bağlantısız olduğundan kaynaklanmaktadır.

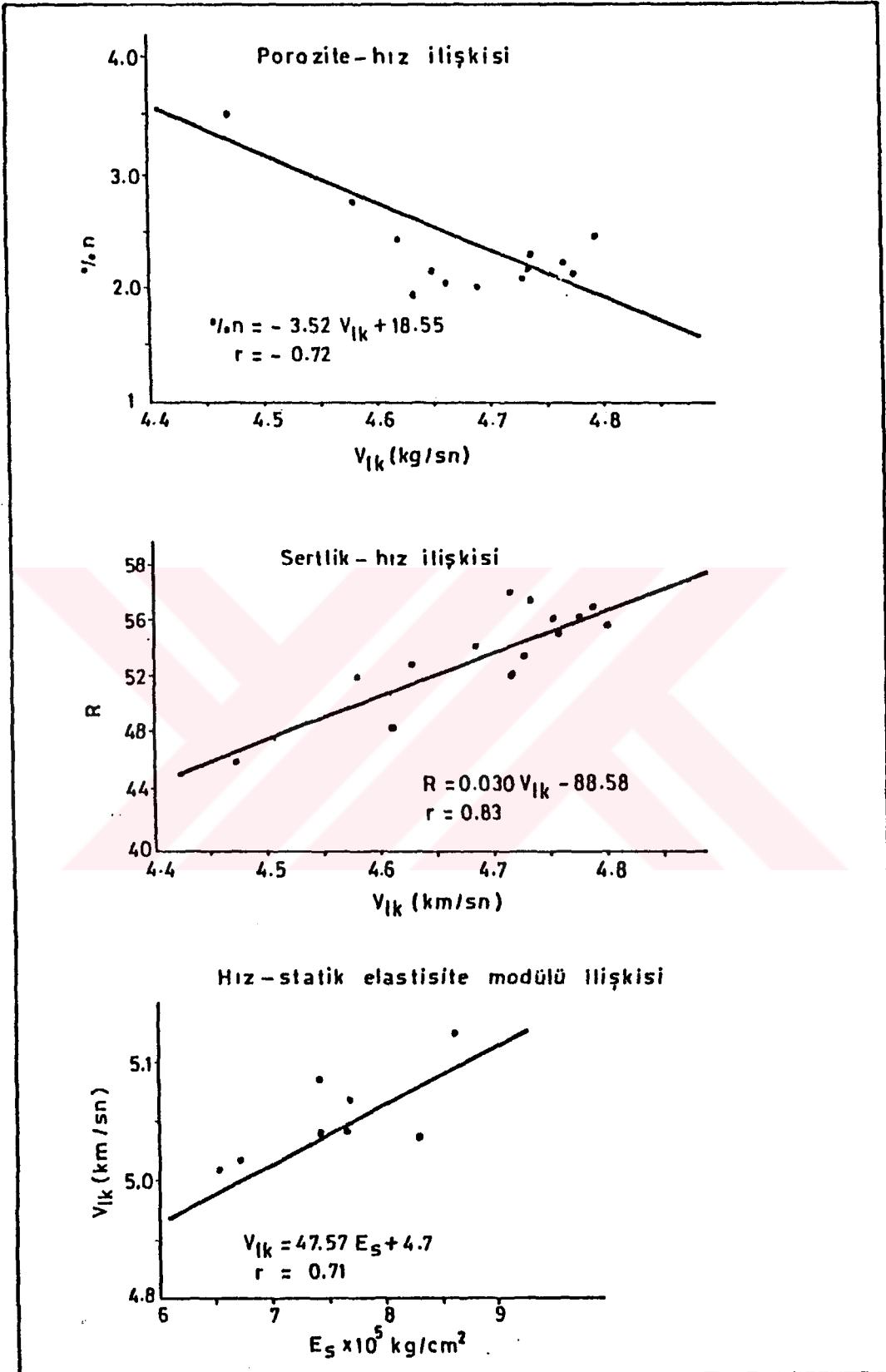
#### 3.3.4.2. Fiziksel ve Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler

##### a- Basınç Direnci-Sertlik İlişkisi

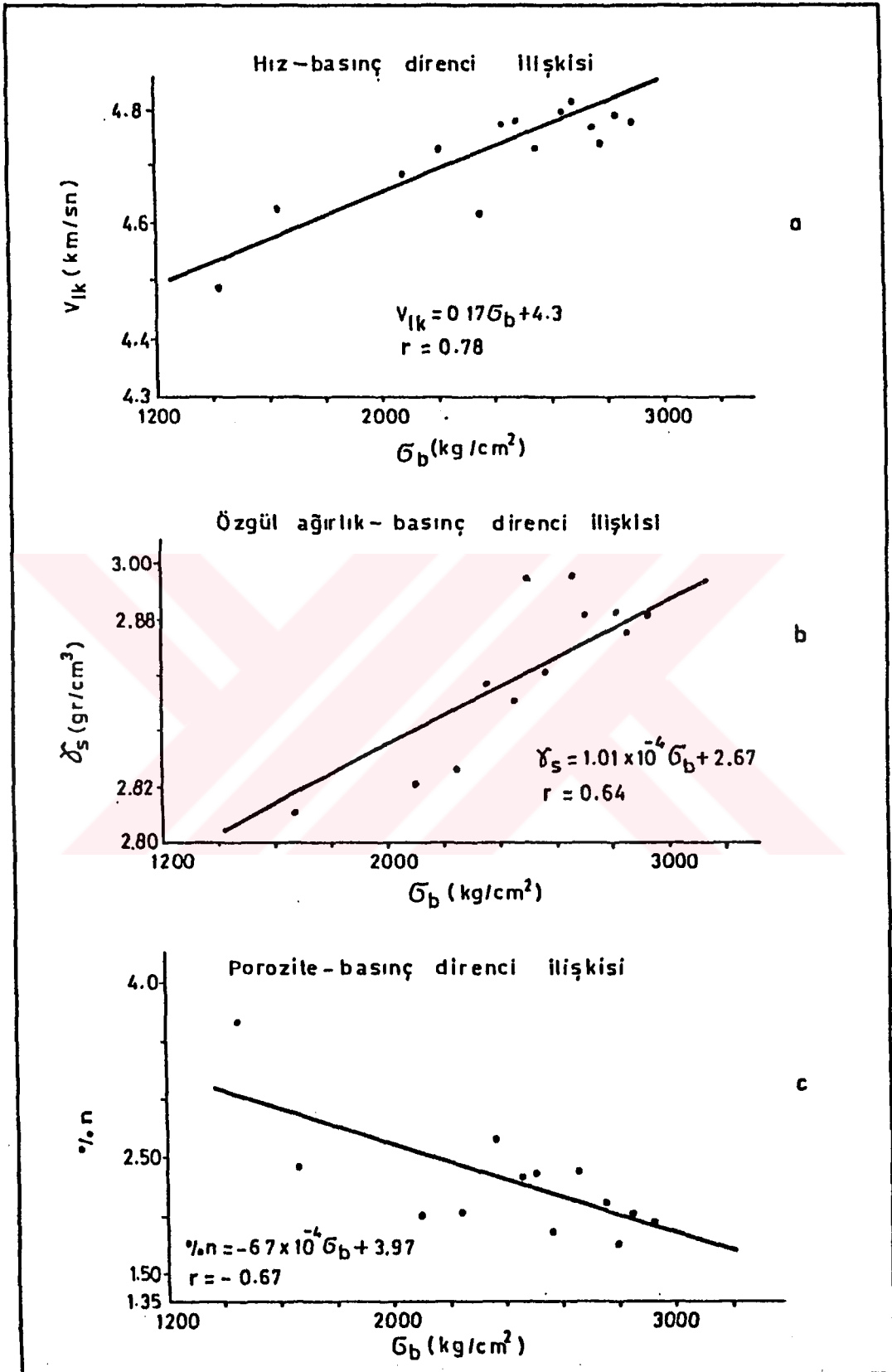
Metabazaltta basınç direnci ile sertlik arasındaki ilişki şekil 3.16-c'de, granitoidde basınç direnci ile sertlik arasındaki ilişki ise şekil 3.18-b'de gösterilmiştir. İlgili grafikler incelendiğinde, hem metabazaltta hem de granitoidde, basınç direnci ile Schmidt çekici gerit tepme sayısı arasında lineer artan ilişkilerin olduğu görülmektedir.

Deer ve Miller (1966), kayalarda Schmidt çekici gerit tepme sayısı, kuru birim hacim ağırlık ve tek eksenli basınç direnci arasındaki ilişkiyi gösteren bir abak vermişlerdir (Şekil 3.19).

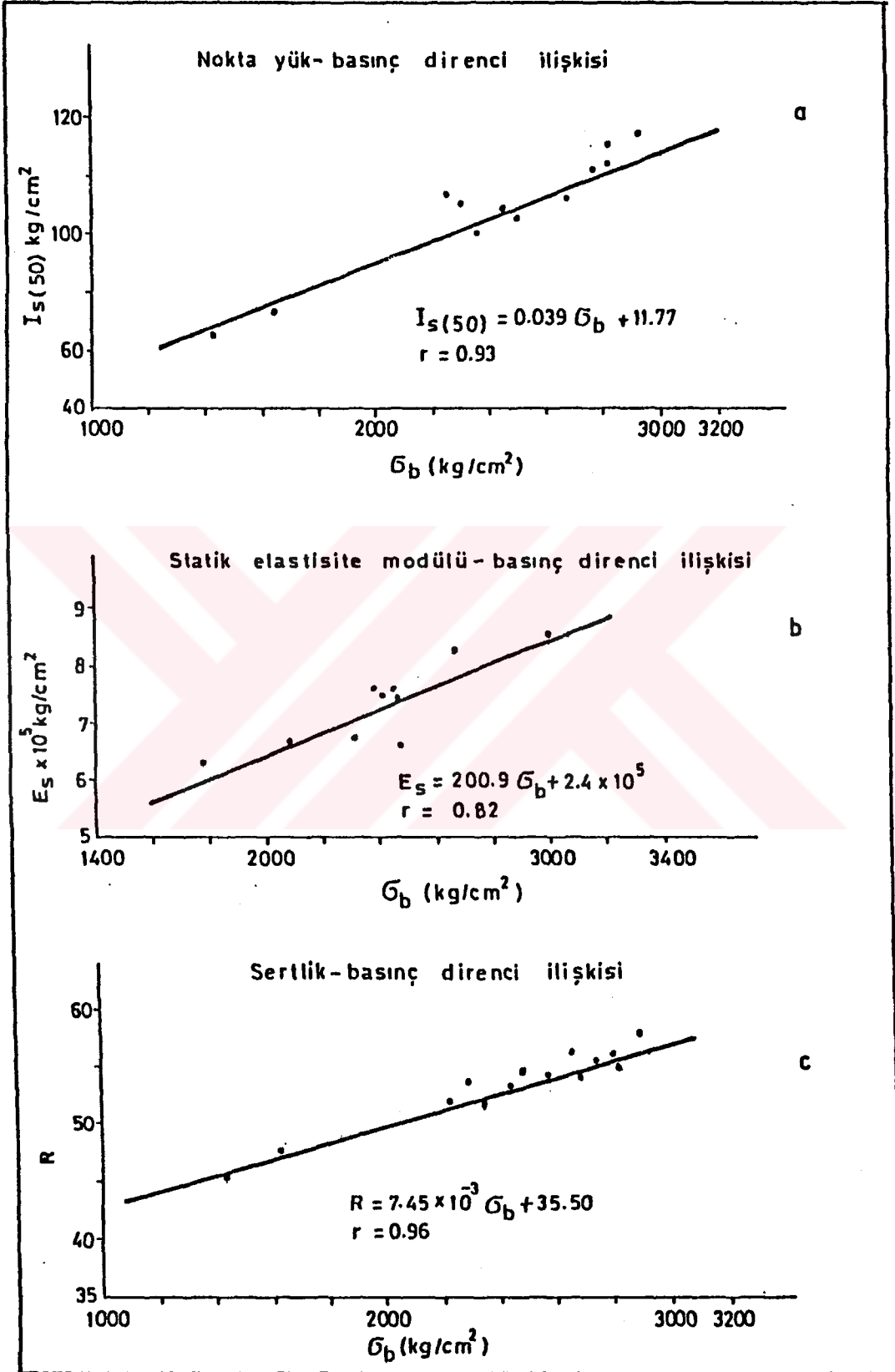




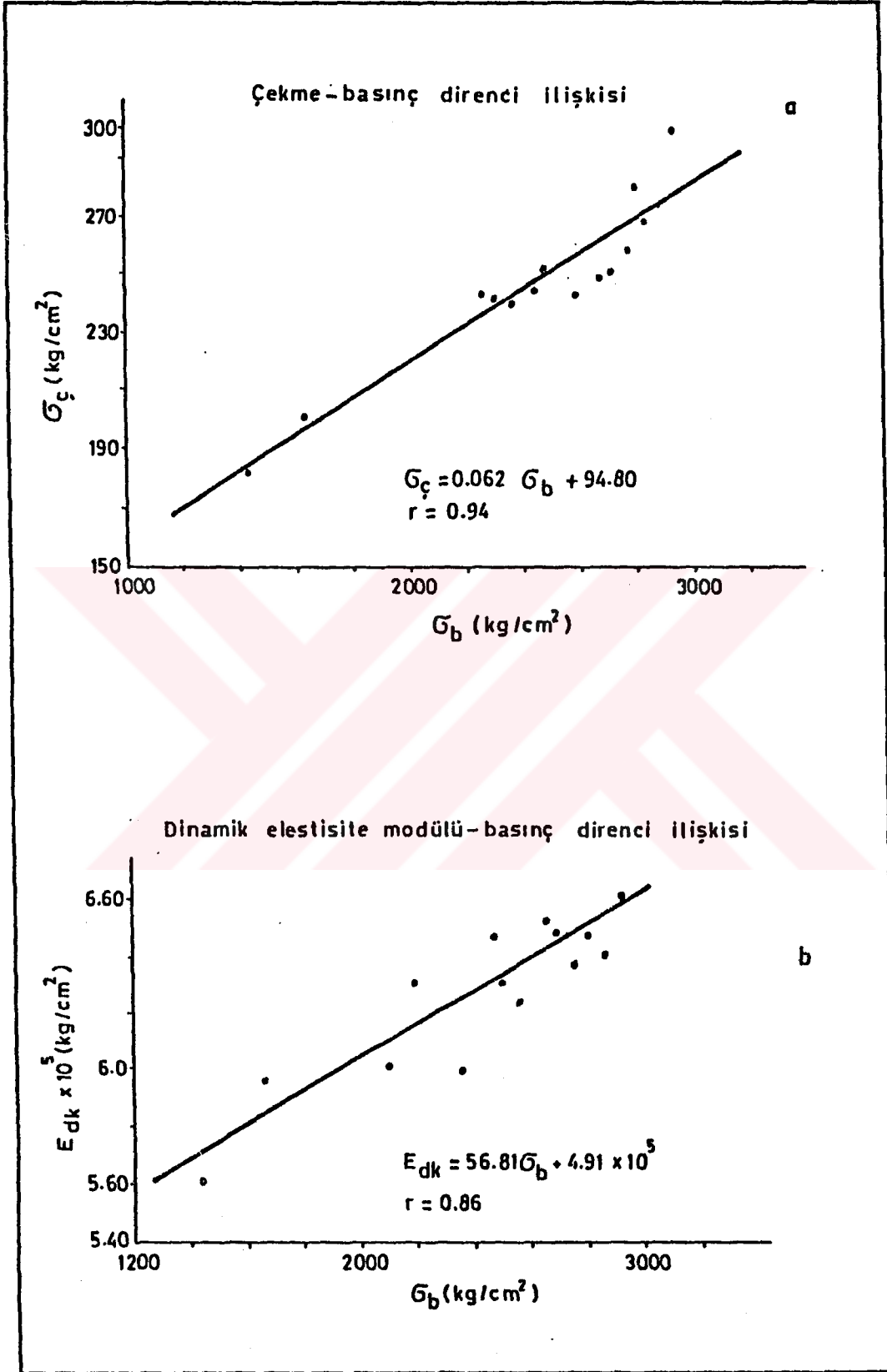
Şekil 3.14: Metabazaltta fiziksel, mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.



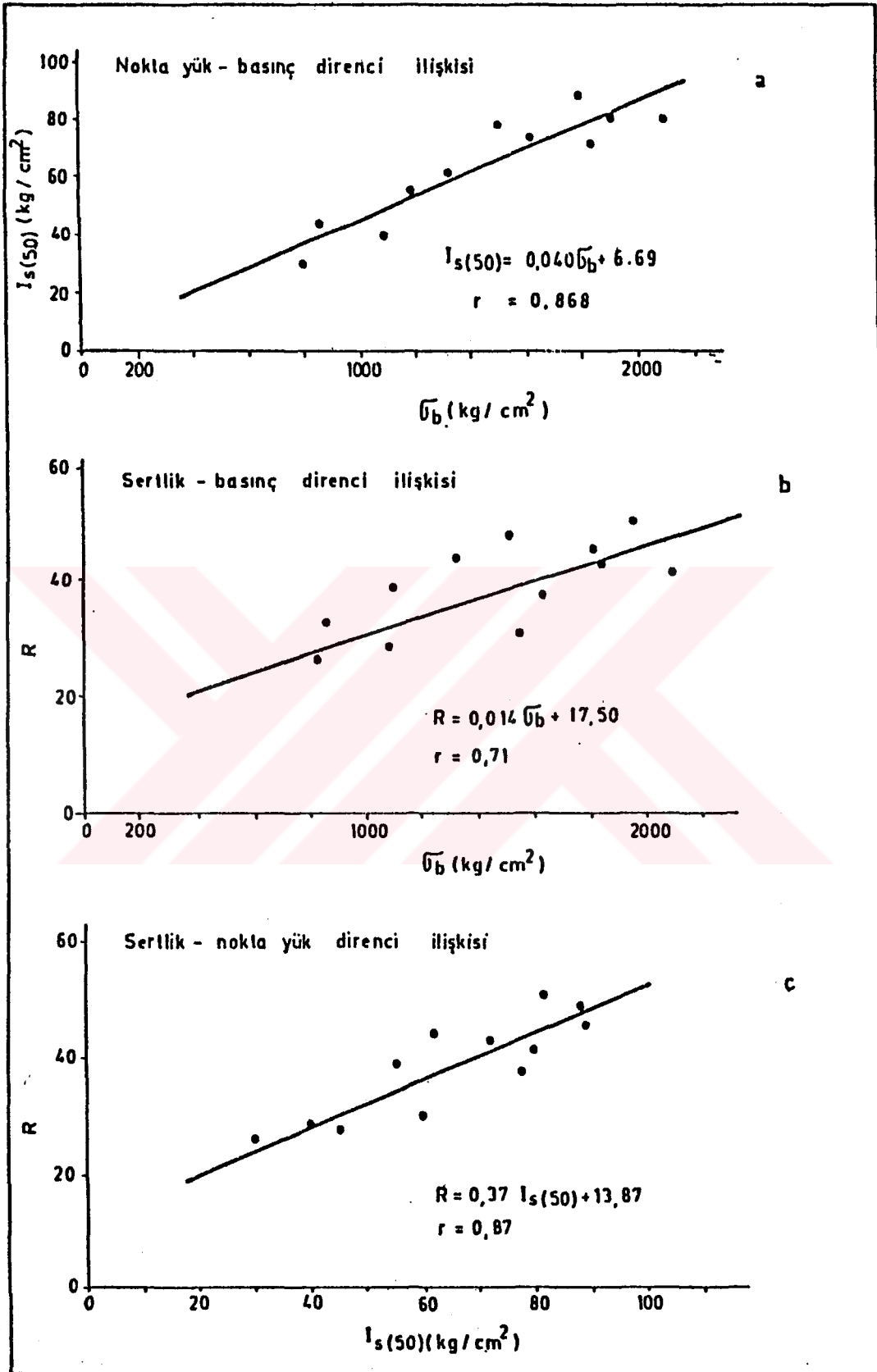
Şekil 3.15: Metabazalıtta fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler.



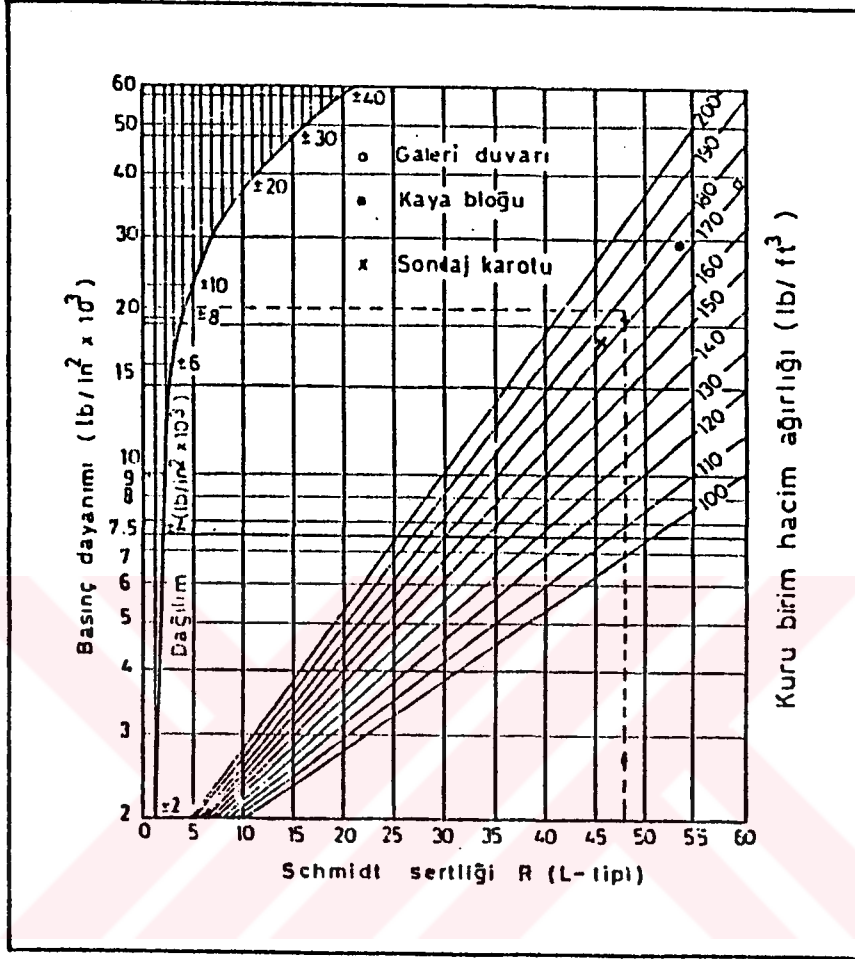
Şekil 3.16: Metabazalıtta fiziksel, mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.



**Şekil 3.17: Metabazalıtta mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler.**



**Şekil 3.18: Granitoyidde fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler.**



Şekil 3.19: Metabazaltta ilişkin örneklerin, Deer ve Miller (1966) tarafından verilen abak üzerindeki dağılımları

Metabazalttan elde edilen ortalama kuru birim hacim ağırlık değeri ile ortalama geritepme sayıları Şekil 3.19'daki abağa işaretlendiğinde, tek eksenli basınç direnci değerinin sondaj karotlarından elde edilen geritepme sayısı için  $1190 \pm 490 \text{ kg/cm}^2$ ; kaya bloklarından saptanan geritepme sayısı için  $2030 \pm 980 \text{ kg/cm}^2$ ; galeri duvarlarından elde edilen geritepme sayısı için  $2660 \pm 1470 \text{ kg/cm}^2$  olduğu görülmektedir.

Bu değerler, metabazalt bloklarından çıkarılan karotlar üzerinde yapılan deneyler sonucu bulunan ortalama tek eksenli basınc direnci değeri ( $2480 \text{ kg/cm}^2$ ) ile karşılaştırıldığında, dağılım miktarı göz önüne alınmazsa, galeri duvarlarında lęlen Schmidt gekekici geritepme sayıları yardımıyla bulunan tek eksenli basınc direnci değeri, deneyler sonucu bulunan değere en yakın olduğu anlağılmaktadır.

b) Diğer Fiziksel ve Mekanik zellikleri Arasındaki İlişkiler

Metabazaltta, fiziksel ve mekanik özelliklerden hız-basınc direnci (şekil 3.15-a), özgül ağırlık-basınc direnci (şekil 3.15-b) arasında lineer artan, porozite-basınc direnci (şekil 3.15-c) arasında ise lineer azalan ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır.

3.3.4.3. Mekanik ve Elastik zellikler Arasındaki İlişkiler

a) Nokta Yük-Tek Eksenli Basınc Direnci İlişkisi

Metabazaltta nokta yük direnci ile tek eksenli basınc direnci arasındaki ilişki şekil 3.16-a'da gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, nokta yük direnci ile tek eksenli basınc direnci arasında lineer artan bir ilişkinin bulunduğu, ayrıca izelge 3.16 ve 3.19'daki genel ortalama değerler göz önüne alındığında, tek eksenli basınc direncinin nokta yük direncinden 22 kat fazla olduğu anlağılmaktadır.

Granitoyidde nokta yük direnci ile tek eksenli basınc direnci arasındaki ilişki şekil 3.18-a'da gösterilmiştir. şekil incelendiğinde, nokta yük direnci ile tek eksenli basınc direnci arasında lineer artan bir ilişkinin bulunduğu, ayrıca Ek izelge B.4'teki genel ortalama değerler göz önüne alındığında, basınc direnci-nokta yük direnci oranının 22 olduğu görülmektedir.

b) ekme-Basınc Direnci İlişkisi

Metabazaltın ekme direnci ile tek eksenli basınc direnci arasındaki ilişki şekil 3.17-a'da gösterilmiştir. şekildeki grafiğe göre, çekme direnci ile tek eksenli basınc direnci arasında lineer artan bir ilişki bulunmaktadır. Diğer taraftan

çizelge 3.19 ve 3.21'deki genel ortalama değerler göz önünde tutulduğunda tek eksenli basınç direnci değeri, çekme direnci değerinin 10 katı olduğu anlaşılmaktadır.

#### c) Basınç Direnci-Statik Elastisite Modülü İlişkisi

Metabazaltta tek eksenli basınç direnci ile statik elastisite modülü arasındaki ilişki şekil 3.16-b'de gösterilmiştir. Şekilde, statik elastisite modülü ile tek eksenli basınç direnci arasında, lineer artan bir ilişki vardır.

Deer ve Miller (1966), sağlam kayaları tek eksenli basınç direnci ve modül oranına\* ( $E_t/\sigma_b$ ) göre mühendislik açısından sınıflandırarak şekil 3.20'de görülen sınıflandırma abağını vermişlerdir.

Ek çizelge A1'deki tek eksenli basınç direnci ve statik elastisite modülleri şekil 3.20'de işaretlendiğinde, metabazaltın yüksek ve çok yüksek dirençli-orta modül oranlı olduğu görülür.

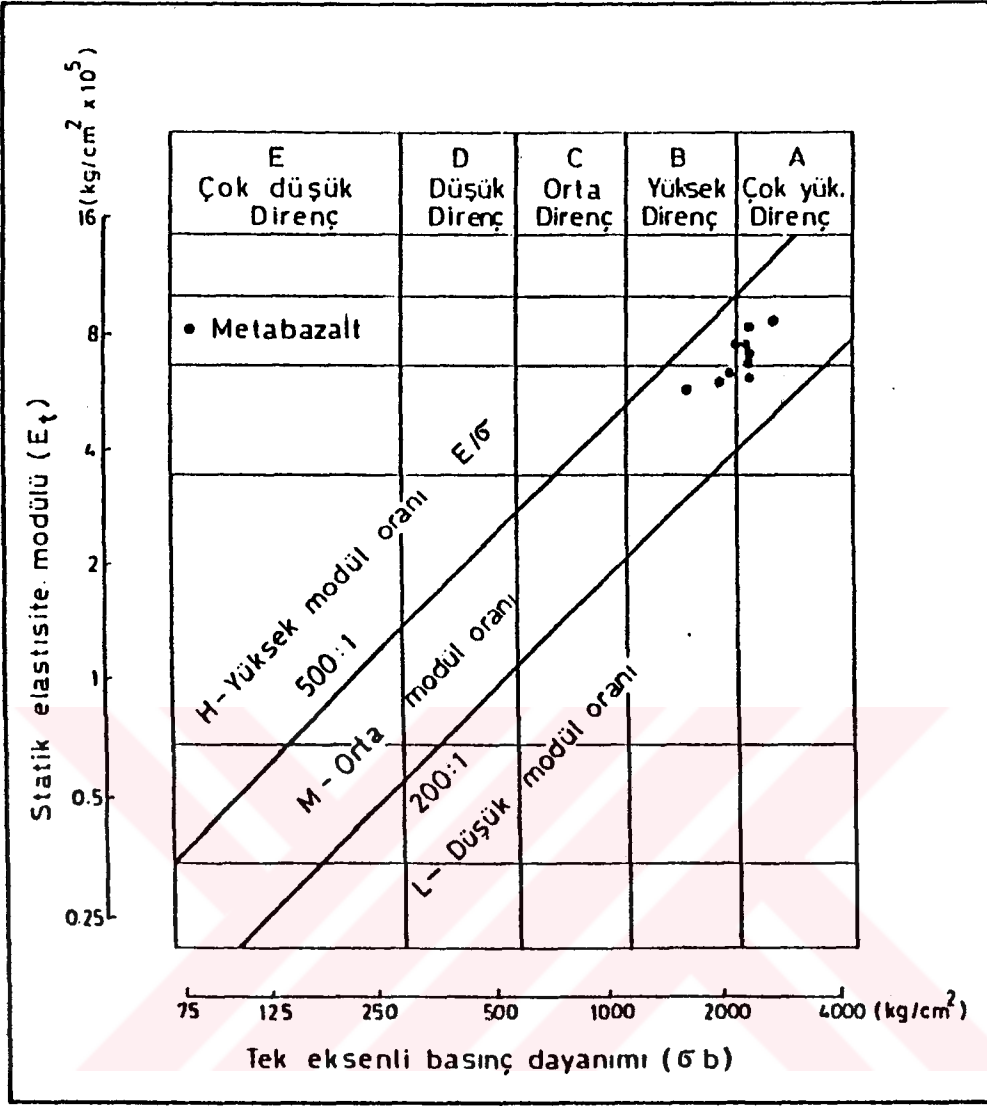
#### d) Statik ve Dinamik Elastisite Modülü İlişkisi

Metabazaltta, aynı örnekler üzerinde yapılan dinamik ve statik elastisite modülü deneylerinden elde edilen sonuçlar çizelge 3.25'de verilmiştir. Çizelgedeki genel ortalama değerler göz önüne alındığında, metabazaltın dinamik ve statik elastisite modüllerinin yaklaşık birbirine eşit olduğu görülmektedir. Bu sonuç ise metabazaltın porozitesinin düşük, su emmesinin az olduğunu göstermektedir.

Metabazalt ve granitoyidde belirlenebilen diğer fiziksel-mekanik ve elastik özellikler arasındaki ilişkiler şekil 3.14-a, 3.17-b ve 3.18-c'de grafikler şeklinde gösterilmiştir. Şekillerdeki grafikler incelendiğinde, hız-statik elastisite modülü, dinamik elastisite modülü-basınç direnci ve sertlik-nokta yük direnci arasında lineer artan ilişkilerin olduğu görülmektedir.

\* Modül oranı, kayanın tek eksenli basınç direncinin % 50 sine karşılık gelen noktadaki elastisite modülünün, kayanın tek eksenli basınç direncine oranıdır.





Şekil 3.20: Metabazalta ait örneklerin Deer ve Miller (1966)'in sınıflandırma abağı üzerindeki dağılımları.

Çizelge 3.25: Metabazaltta statik ve dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.

Kaya türü	Blok yüzeyi	Dency sayısı	$E_s \times 10^5$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (ortalama)	$E_d \times 10^5$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (ortalama)
Metabazalt	A	6	7.07	7.15
	B	2	7.45	7.26
	C	2	7.05	7.31
	Genel ortalama		7.19	7.24

B Ö L Ü M 4  
ÇAMBAŞI BARAJ YERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ  
VE BARAJ TİPİ SEÇİMİ

4.1. Giriş

Hidroelektrik enerji üretmek amacıyla yapımı öngörülen Çambaşı barajı, Çaykara ilçe merkezinin yaklaşık 7 km güneyinde ve Solaklı Deresi üzerinde inşa edilecektir. Barajda toplanacak su, iletim tüneli ile Çaykara'nın 1 km güneyinde yapılması planlanan hidroelektrik santralına iletilecektir.

Adını, baraj yerine en yakın yerleşim merkezi olan Çambaşı köyünden alan ve genel yerleşim planı Ek 3'te gösterilen barajın özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tipi	: Çift eğrili ince kemer
Talveg kotu	: 485 m
Temel kotu	: 469 m
Kret kotu	: 587 m
Talvegten yüksekliği	: 102 m
Temelden yüksekliği	: 118 m
Kret uzunluğu	: 209 m
Kret genişliği	: 5 m
Gövde hacmi	: 177931 m <sup>3</sup>
Depolayacağı su hacmi	: 10,80x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

Barajın çevirme tüneli sol sahilde, dolu savağı ise gövde üzerinde düşünülmüştür.

Çambaşı baraj yerinde, DSİ.XXII. Bölge Müdürlüğü tarafından temel kayasının özelliklerinin saptanması amacıyla sondaj ve galeri çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, baraj yerini oluşturan kayalarda açılan sondajlarda basınçlı su deneyi, alüvyonda ise sızma deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Tarafımızdan yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla, baraj yerindeki kayaların jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri ile baraj yerinin yeraltısuyu durumu, baraj yeri yamaçlarının duraylılığı ve baraj tipi araştırılmıştır.

#### 4.2. Baraj Yerinin Jeolojisi

Baraj yerinde, Malm-Alt Kretase yaşlı Çambaşı Formasyonuna ilişkin metabazalt ile Kuvaterner yaşlı akarsu sekileri, alüvyonlar ve yamaç döküntüleri yüzeylemektedir.

Metabazaltlar yeşilimsi gri renkte, ince taneli, sert, boğuksuz ve çatlaklıdır. Bol miktarda epidot ve pirit, az miktarda saçınım halinde cevher mineralleri içerirler. Bu kayalar içerisinde çoğunlukla ağ şeklinde kalsit, piro-tin ve hidrotermal silis damarları görülür. Ayrıca, diyabaz,

kuvarslı mikrodiorit ve bazalt daykaları izlenir. Metabazaltlardan alınan örneklerin ince kesitlerinde aktinolit, epidot, plajiyoklaz, klorit, kalsit, zeolit ve opak mineraller gözlenmiştir. Aktinolit; çok bol miktarda ince demetler veya lifsel agregalar şeklinde bulunur. Açık yeşil tonlarında pleokroizma ve eğik sönme gösterir. Epidot, çoğunlukla şekilsiz taneler halinde olup, hem kayagın içinde hem de çatlaklarda bol miktarda görülür. Plajiyoklazlar, mikrolitler şeklinde olup, çoğunlukla ayrılmış ve albitleşmişlerdir. Düşük kırılma indisi ve sferolitik şekiller gösteren zeolit, çatlaklar boyunca izlenir. Opak mineral olarak lökoksen, pirit ve ilmenit gözlenir. Hamur maddesi, kloritleşmiş ve kalsitleşmiştir.

Metabazaltların yer yer metatüf seviyeleri içerdiği, mikroskopik incelemeler ile anlaşılmıştır. Bunlar, makroskopik olarak metabazaltlardan ayırt edilemezler. Tüflerin ince kesitlerinde, çok ince taneli bir hamur maddesi içinde, yer yer kırılmış ve parçalanmış kristal parçaları, çok bol miktarda epidot ve az miktarda da ikincil oluşumlu zeolit ve klorit mineralleri gözlenir.

Metabazaltlar içinde izlenen hidrotermal silis damarları, açık yeşilimsi gri renkte, çok ince taneli olup, kalınlıkları 1-45 cm arasında değişmektedir. Çoğunlukla ağ şeklinde olan bu damar kayalarının ince kesitlerinde kuvars, albit, epidot, kalsit, klorit ve demiroksit mineralleri izlenmektedir. Kuvars; çoğunlukla kriptokristaller halinde, bazen da çatlaklarda daha iri kristaller şeklinde bulunur. Yer yer, kuvars ile albitin iç içe büyüdüğü görülür. Pistasit, boşluk ve çatlak dolgusu olarak fazla miktarda, klinozoisit ise çatlak dolgusu olarak az miktarda izlenir. Kalsit, çatlak ve boşluk dolgusu şeklinde, klorit ise sadece boşluk dolgusu olarak görülür. Demir oksit bazı minerallerin çevresinde alterasyon ürünü olarak bulunur.

Diyabaz, kuvarslı mikrodiorit ve bazalt dayklarının özellikleri Bölüm 2.2.5'te anlatılmıştır.

Metabazaltların sağınım şeklinde içerdiği cevherli kısımlardan alınan örneklerin parlak kesitlerinde, M.VICIL tarafından pirotin, kalkopirit, pirit, çinkoblend, lineyit, rutil ve anatase mineralleri ayırtlanmıştır. Ayrıca, aynı örneklerden yapılan ince kesitlerde kalsit, epidot, kuvars, klorit ve aktinolit mineralleri gözlenmiştir.

Metabazaltların, Taşkiran granitoidinin sokulumuyla bazik volkanik kayalardan kontak metamorfizma ile geliştiği, metabazaltlar içerisindeki silis damarları ve sağınım halindeki cevher minerallerinin ise granitleşmenin son aşamasında hidrotermal etkenlerle meydana geldiği düşünülmektedir.

Akarsu sekileri, Solaklı ve Ögene derelerinin sol, Şerah deresinin ise sağ yamacında yüzeylenir (Ek 3). Seki malzemesi bazalt, metabazalt ve granit iri blok, blok, çakıl, kum ve siltlerinden oluşmuştur. Sekilerin görünür kalınlığı 5 m kadardır.

Alüvyonlar Solaklı Şerah ve Ögene derelerinin vadi tabanlarında bulunur (Ek 3). Alüvyon malzemesi litolojik olarak bazalt, metabazalt, granit iri blok, blok, iri çakıl, çakıl, kum ve siltlerinden meydana gelmiştir. Alüvyonlarda iri

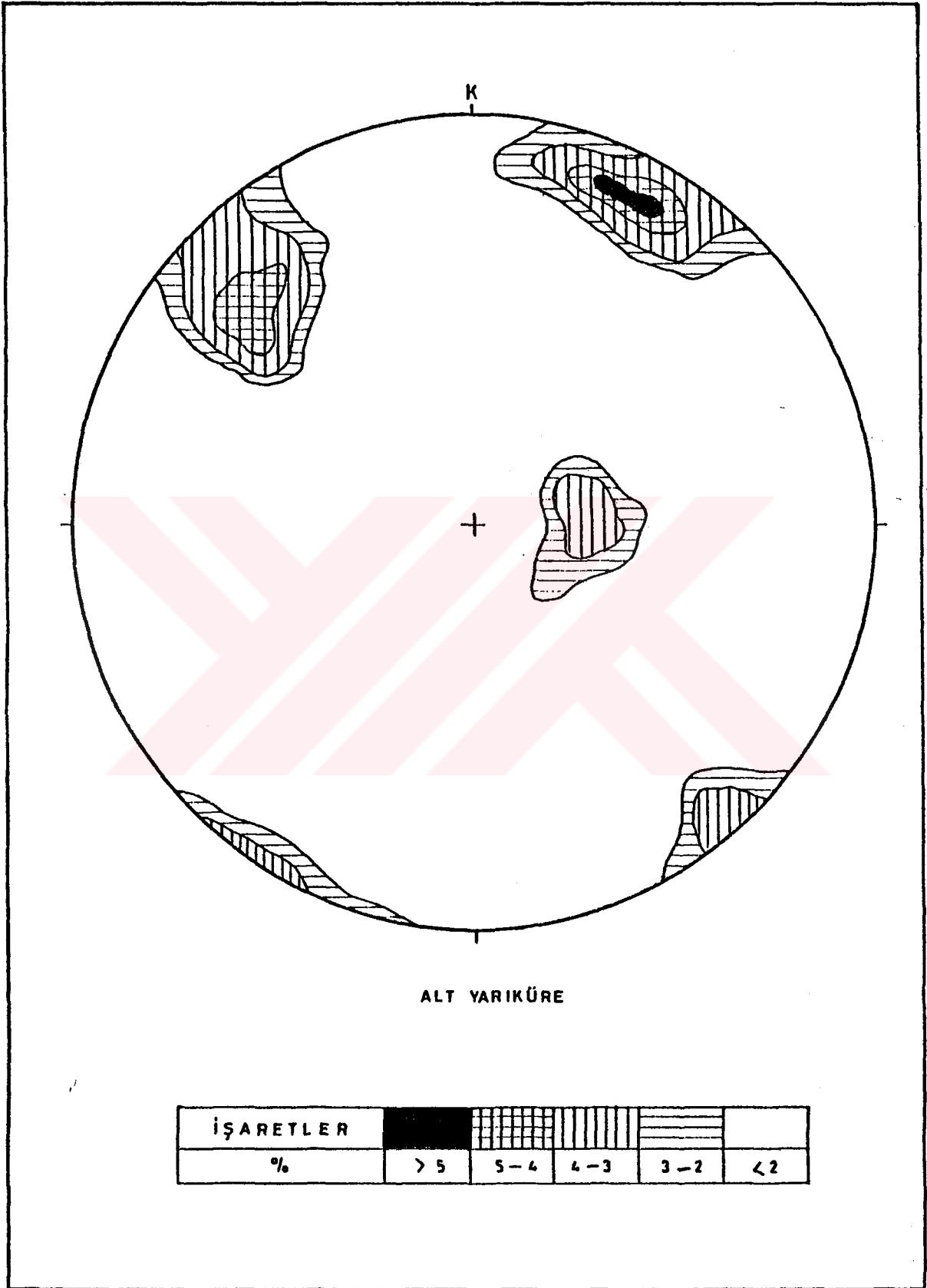
çakıl ve çakıl hakim boyutu oluşturur. Kum ve silt boyutlu malzeme, alüvyon içerisinde az yer tutar. Baraj yerinde, Solaklı Deresi yatağında açılan sondajlarda alüvyonun maksimum kalınlığı, SK-4 nolu sondajda 16,35 m olarak ölçülmüştür (Ek 4).

Baraj yerinde, eğimi fazla olan yamaçların eteklerinde, yer yer yamaç döküntüleri izlenmektedir (Ek 3). Değişik boyutlu ve sivri köşeli metabazalt blok ve çakıllarından oluşan yamaç döküntülerinin kalınlığı yaklaşık 10 m civarında olup, SK-3 nolu sondajda, en fazla 7,5 m olarak ölçülmüştür (Ek 4).

Baraj yeri temelini oluşturan kayaların yapısal unsurlarını çatlaklar ve faylar oluşturmaktadır.

Metabazalttaki egemen çatlak takımlarını ve konumlarını saptamak amacıyla, yüzeylenmelerden ve galeri duvarlarından 640 adet çatlak ölçüsü alınmış ve eşit alanlı projeksiyon ağı yardımıyla kontur diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.1). Diyagram incelendiğinde, baraj yerindeki hakim çatlakların K65B/80GB, K10B/20GB, K32D/65GD doğrultu ve eğimlerinde oldukları görülmektedir. Metabazaltın içerdiği çatlakların, aralıklarının yüzeyde 5-15 cm, yeraltında 5-25 cm, açıklıklarının ise yüzeyde 1-5 mm yeraltında 1-3 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Çatlak yüzeyleri çoğunlukla hafif pürüzlü, yer yer orta pürüzlüdür. Çatlaklar yüzeyde genellikle açık olup, yeraltında kalsit, kayaç kırıntısı, hidrotermal silis ve montmorillonit türü kil mineralleri ile dolguludurlar. Metabazalt RQD sınıflamasına göre, genellikle "Orta ve iyi kaliteli" kaya sınıflarında yer almaktadır. (Bölüm 3.2'de, çatlakların özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgi verilmiştir.).

Baraj yerinde izlenen faylar, gravite faylarıdır. Fayların konumları, yüzeylenmelerde, galerilerde yapılan ölçüler ve sondajlardan elde edilen veriler yardımıyla belirlenmiştir. Faylar, yüzeyde fay düzlemi, sondaj ve galeri duvarlarında fay zonu şeklinde görülmürler. Fay düzlemleri çoğunlukla kayma izli ve ondülasyonludur. Baraj yerinde bulunan



Şekil 4.1: Baraj yerindeki metabazaltlardan alınan 640 çatlak ölçüsü yardımıyla çizilen kontur diyagramı.

fayların en önemlileri  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ve  $F_4$  harfleri ile gösterilmiştir.  $F_1$  ve  $F_2$  fayları baraj yerinin sağ,  $F_3$  ve  $F_4$  fayları ise sol yamacında izlenir (Ek 3 ve 4).

$F_1$  fayı, baraj yeri sağ yamacının eteğinden geçen Çaykara-Uzungöl karayolunun sol gevinde belirgin olarak izlenir (Foto 16). Bu fayın doğrultusu K65B, eğimi ise  $80^\circ$  GB olarak ölçülmüştür. Baraj yerini verev olarak kesen  $F_1$  fayının yaklaşık aynı doğrultuda Solaklı Deresi alüvyonları altında da devam ettiği, SK-4 nolu sondajın 20,50-50,00 m'leri arasında yer alan fay zonundan anlaşılmıştır (Ek 4). Fay zonunu oluşturan malzeme yer yer ezilmiş yer yer de fay breşi şeklinde görülmektedir. Ayrıca fay zonunda, muhtemelen fay zonuna paralel olarak yerleşmiş kuvarslı mikrodiorit ve andezit daykaları bulunmaktadır. Yüzeyde yer yer fay zonu şeklinde gelişme gösteren  $F_1$  fayının, menba tarafına doğru Şerah Deresi alüvyonları altında kaldığı düşünülmektedir.

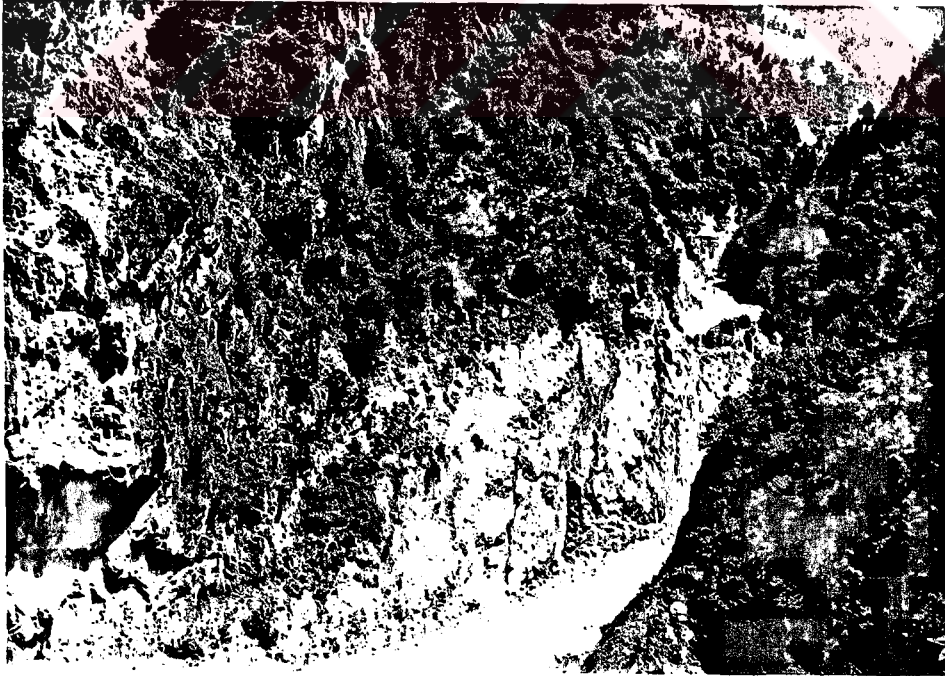


Foto 16:  $F_1$  fayının baraj yeri mansabından görünüşü.

K68B/72KD konumlu F<sub>2</sub> fayı, yüzeyde AG-3 galerisi girişinde (Foto 17) ve SK-6 nolu sondajın 15-17,40 m'leri arasında izlenmektedir (Ek 3 ve 4). Fay boyunca gerek yüzeyde, gerekse SK-6 nolu sondajda ezilme zonu görülmektedir.



Foto 17: F<sub>2</sub> fayının baraj yeri mansabından görünüşü.

F<sub>3</sub> fayı, K15B/88KD konumludur (Foto 18). Yüzeyde yer yer yamaç döküntüsü tarafından örtülen bu fay, yaklaşık aynı doğrultuda AG-2 galerisinin 38-40 m'leri arasında izlenir. F<sub>3</sub> fayı boyunca, yüzeyde 20-30 cm genişlikte ezilme ve breg zonu ile bu zondan çıkan 0,40 lt/sn debili bir kaynak bulunmaktadır (Ek 3).

F<sub>4</sub> fayı yüzeyde (Foto 18), AG-1 galerisinde 15-18 m'ler, SK-2 nolu sondajda 16,0-16,35 m'ler, SK-3 nolu sondajda 41,10-48,00 m'ler arasında izlenir. Fayın doğrultusu K27B, eğimi ise 87° KD olarak ölçülmüştür. SK-2 ve SK-3 nolu sondajlarda yer alan fay zonları birleştirildiğinde, fay eğiminin yaklaşık 75° ye düştüğü görülür. Bu da fayın yüzeyde ölçülen eğimde devam etmediğini göstermektedir. AG-1 galerisindeki bu faya ilişkin fay zonundan, sızıntı ve damlalar şeklinde su geldiği gözlenmiştir.





Foto 18: F<sub>3</sub> ve F<sub>4</sub> faylarının baraj yerinin menba tarafından görünüşü.

Baraj yerindeki SK-5 nolu sondajın 35,40-44,0 metreleri arasında bir fay zonuna rastlanmıştır (Ek 4). F<sub>5</sub> ile gösterilen bu fay, jeoloji haritasına olası fay olarak geçirilmiştir (Ek 3). Çünkü, faya ilişkin yüzeyde herhangi bir veriye rastlanamamıştır. SK-4 nolu sondajda izlenemeyen bu fayın, dik ya da dike yakın eğimli bir fay olduğu düşünülmektedir.

#### 4.3. Baraj Yeri Kayaçlarının Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikleri

Baraj yeri temel kayasını oluşturan metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri, kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde gerçekleştirilen deneylerle saptanmıştır. Deneyler sonucunda fiziksel özelliklerden özgül ağırlık, kuru ve doymun birim hacim ağırlık, yoğunluk derecesi, porozite, ağırlıkça ve hacimce su emme, doymunluk derecesi, sertlik ve hız; mekanik özelliklerden basınç, çekme ve nokta yük dirençleri; elastik özelliklerden dinamik ve statik elastisite modülleri ve poisson oranı belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge A.1'de verilmiştir. Deney sonuçları göz önüne

alındığında, metabazaltın izotrop, homojen, düşük poroziteli, çok sert, yüksek ve çok yüksek dirençli, orta modül oranlı olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.4. Baraj Yerinin Geçirgenliği

Baraj yeri temel kayasını oluşturan metabazaltın, laboratuvar deneyleriyle, ortalama porozitesinin % 2,44, ortalama hacimce su emmesinin ise % 0,27 olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.8). Çok sayıda örnekten sağlanan hacimce su emme ve porozite değerleri kullanılarak yapılan regresyon analizi sonucunda, bu iki özellik arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Bu da, metabazaltın, içerdiği boşluklar arasında bağlantı bulunmadığını ve dolayısıyla masif metabazaltın geçirimsiz olduğunu göstermektedir. Ancak, arazide yapılan ve ayrıntısı Bölüm 3.3'te verilen basınçlı su deneyi sonuçları, metabazaltın belirli bir geçirgenliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumda, metabazaltın geçirgenliği, içerdiği süreksizliklerden ileri gelmektedir.

Metabazaltta yapılan basınçlı su deneyi verileri yardımıyla hesaplanan geçirgenlik katsayıları Ek 5'te kuyu derinliğine bağlı olarak grafik şeklinde gösterilmiştir. İlgili grafikler göz önüne alındığında, baraj yerinin sağ ve sol yamaçlarının geçirgenlik açısından birbirinden farklı olduğu anlaşılmaktadır.

Sağ yamaç ve dere yatağındaki metabazaltın geçirgenlik katsayısı genellikle  $10^{-4}$  cm/sn'den küçüktür. Buradaki kayalar "yarı geçirimli, az geçirimli ve geçirimsiz kaya" sınıflarında yer almaktadır. Sol yamaçta yer alan metabazalt, geçirgenlik yönünden iki zona ayrılabilir. Birinci zonun derinliği topografya yüzeyinden itibaren düşey yönde 30 m kadardır. Geçirgenlik katsayısı  $10^{-4}$  cm/sn ve daha büyük olan bu zondaki kayalar, "Geçirimli kaya" sınıfındadır. İkinci zon, yaklaşık 30 m'den sonraki kısma kapsar. Bu kısmın geçirgenlik katsayısı  $10^{-4}$  cm/sn'den daha küçüktür. Bu zondaki kayalar "yarı geçirimli ve az geçirimli kaya" sınıflarında yer alırlar. Ortalama geçirgenlik katsayısı  $10^{-2}$  cm/sn olan dere yatağındaki alüvyonlar, çok geçirimlidir.

Baraj yerindeki enjeksiyon sınırı, geçirgenlik katsayısı grafiklerinden yararlanılarak bulunmuş ve Ek 5'te gösterilen baraj aksından geçen kesite işaretlenmiştir. Kesit incelendiğinde, enjeksiyon sınırı derinliğinin sol yamaç ve dere yatağında topoğrafya yüzeyinden itibaren düzey yönde ortalama 30 m, sağ yamaçta ise ortalama 10 m olduğu görülmektedir.

#### 4.5. Baraj Yerinde Yeraltısı Durumu

Çambaşı baraj yerinde yeraltısı durumunu araştırmak amacıyla, baraj yerinde açılan SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-7 ve SK-8 nolu sondajlarda DSİ XXII Bölge Müdürlüğüncé 1983 yılının 7., 8. ve 9. ayları ile 1984 yılının 2., 3., 4., 5. ve 6. aylarında yeraltı su seviyesi ölçümleri yapılmış ve sonuçlar Çiz.4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1: Baraj yeri sondajlarında ölçülen yeraltı suyu derinlikleri

Sondaj No.		SK-1	SK-2	SK-3	SK-4	SK-7	SK-8
Ölçüm süresi (ay)		7				8	
Yeraltı suyu derinliği (m)	En düşük	47,53	14,72	19,08	2,06	37,95	70,70
	En yüksek	44,87	12,03	15,50	0	33,03	65,05
	Ortalama	46,56	13,24	17,64	1,49	36,08	68,13

Çizelge 4.1'de verilen en düşük yeraltı suyu derinlikleri, baraj aksından geçen kesitteki sondajlara işaretlenerek, baraj yerindeki yeraltı su seviyesi saptanmıştır (Ek 5).

Baraj yerindeki metabazalt, ortalama porozitesinin düşük ve içerdiği boşlukların birbirlerine bağlantısız oluşu nedeniyle, akifer özelliğinde olamayacağı (Bölüm 4.4), dolayısıyla, metabazalttaki yeraltı suyunun, süreksizliklerde depolanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.6. Baraj Yeri Yamaçlarının Stabilitesi

Baraj yeri yamaçlarının ve baraj yerinde kazı sonucu oluşturulacak kaya şevlerinin stabilitesi, ayrıntısı Hoek ve Bray (1977) tarafından verilen stereografik izdüşüm yöntemiyle incelenmiştir.

Stereografik izdüşüm yönteminde, yamaç ya da şev düzlemlerinin doğrultu ve eğimleri, yamaç ya da şevleri oluşturan kayaların içerdiği egemen süreksizliklerin doğrultu ve

eğimleri, süreksizlik yüzeylerinin işsel sürtünme açısı ve kohezyon, gev üstündeki yamacın doğrultu ve eğimi, gerilme çatlaklarının derinliği ve gevdeki yeri, gerilme çatlaklarındaki su durumu gibi parametreler kullanılmaktadır.

Baraj yeri yamaçlarının ortalama doğrultu ve eğimleri, doğada yapılan ölçüler ve 1/1000 ölçekli topoğrafik haritadan yararlanılarak bulunmuştur. Baraj yerindeki egemen çatlak takımlarının konumları, baraj yeri ve çevresinde çatlak yüzeylerinden alınan ölçüler yardımıyla hazırlanan kontur diyagramından elde edilmiştir (Şekil 4.1). Baraj yerinde, gev ya da yamaç stabilitesini etkileyebilecek fayların konumları arazide ölçülmüştür (Ek 3). Baraj yerini oluşturan metabazaltın içerdiği süreksizlik yüzeylerindeki, sürtünme açısını arazi veya laboratuvarda saptama olanağı bulunamamıştır. Bu nedenle, kaya türüne bağlı sürtünme açısı değeri literatürden alınmıştır. Literatürde, deneysel araştırmalara göre, bazaltlarda açık çatlak yüzeylerindeki sürtünme açısının, ıslak yüzeyler için  $31^{\circ}$ , kuru yüzeyler için  $35^{\circ}$  olduğu belirtilmektedir (Barton and Choubey, 1976).

Çambaşı baraj yerinde yapılan çalışmalar sonucunda ve literatürden elde edilen bu veriler, topluca çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Baraj yeri yamaçları için, stereografik izdüşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizinde kullanılan veriler.

Baraj yeri sol yamacının konumu	K 28 B; 40 KD
Baraj yeri sağ yamacının konumu	K 32 B; 47 GB
Baraj yerindeki çatlak takımlarının konumları (Şekil 4.1'den)	K 56 B; 80 GB K 10 B; 20 GB K 32 D; 65 GB
Baraj yeri sol yamacındaki fayların konumları	K 15 B; 88 KD K 27 B; 87 KD
Baraj yeri sağ yamacındaki fayların konumları	K 82 D; 88 GB K 70 B; 05 GB K 68 B; 72 KD K 65 B; 80 GB
Çatlak yüzeylerindeki sürtünme açıları (Barton and Choubey, 1976'dan)	$31^{\circ}$ (ıslak yüzeylerde) $35^{\circ}$ (kuru yüzeylerde)

Çizelge 4.2'deki veriler kullanılarak, stereografik izdüşüm yöntemiyle, baraj yerinin her iki yamacı için stabilite analizi yapılmıştır (Şekil 4.2 ve 4.3).

Şekil 4.2 ve 4.3, yamaç düzlemleri ile bu düzlemlerin kutup noktalarını; süreksizlik (çatlak ve fay) düzlemlerinin kutup noktalarını; kutup noktaları ile belirtilen süreksizlik düzlemlerinin, ikiser ikiser kesişmesiyle oluşan arakesit doğrularının kutup noktalarını\* ; kuru ve ıslak sürtünme açısı dairelerini içermektedir.

Şekil 4.2 ve 4.3 incelendiğinde, baraj yeri yamaçlarının bugünkü durumda duraylı olduğu anlaşıyor. Çünkü baraj yeri yamaçlarında, süreksizlik düzlemlerine bağlı olarak herhangi bir kayma olasılığı bulunmamaktadır.

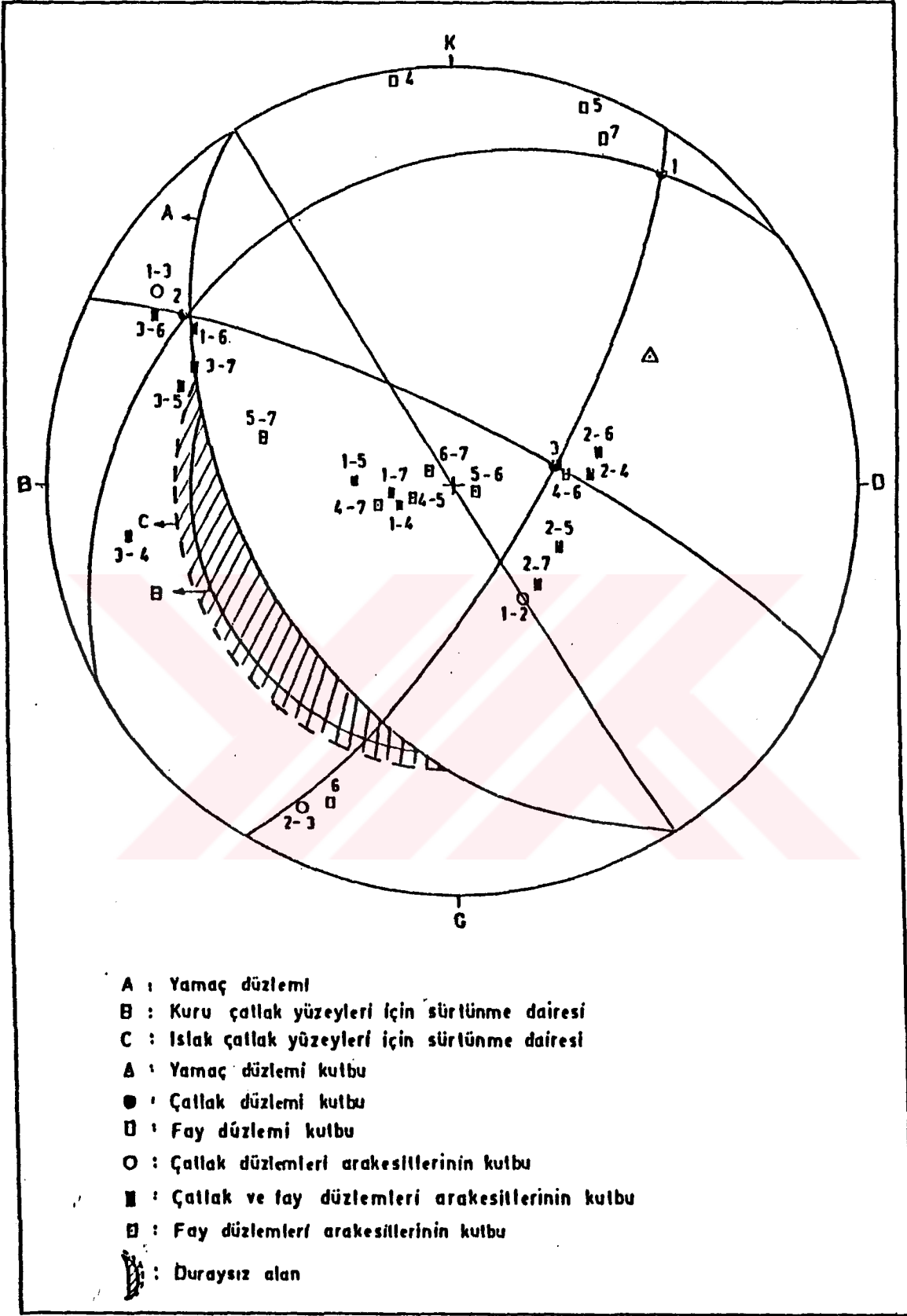
Sağ yamaçta, yamaç düzlemine paralel şekilde yapılacak kazı sonucu oluşturulacak gev eğiminin,  $60^\circ$  olması durumunda, 5-7 nolu, gev eğiminin  $80^\circ$  olması durumunda ise 1-4, 1-5, 1-7 ve 4-7 nolu süreksizlik düzlemlerinin oluşturduğu kaya kamalarında, kayma olasılığı görülmektedir (Şekil 4.2).

Sol yamaçta açılacak gevlere,  $85^\circ$ 'ye kadar eğim verildiğinde, gevlerde herhangi bir kayma olasılığı bulunmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.3).

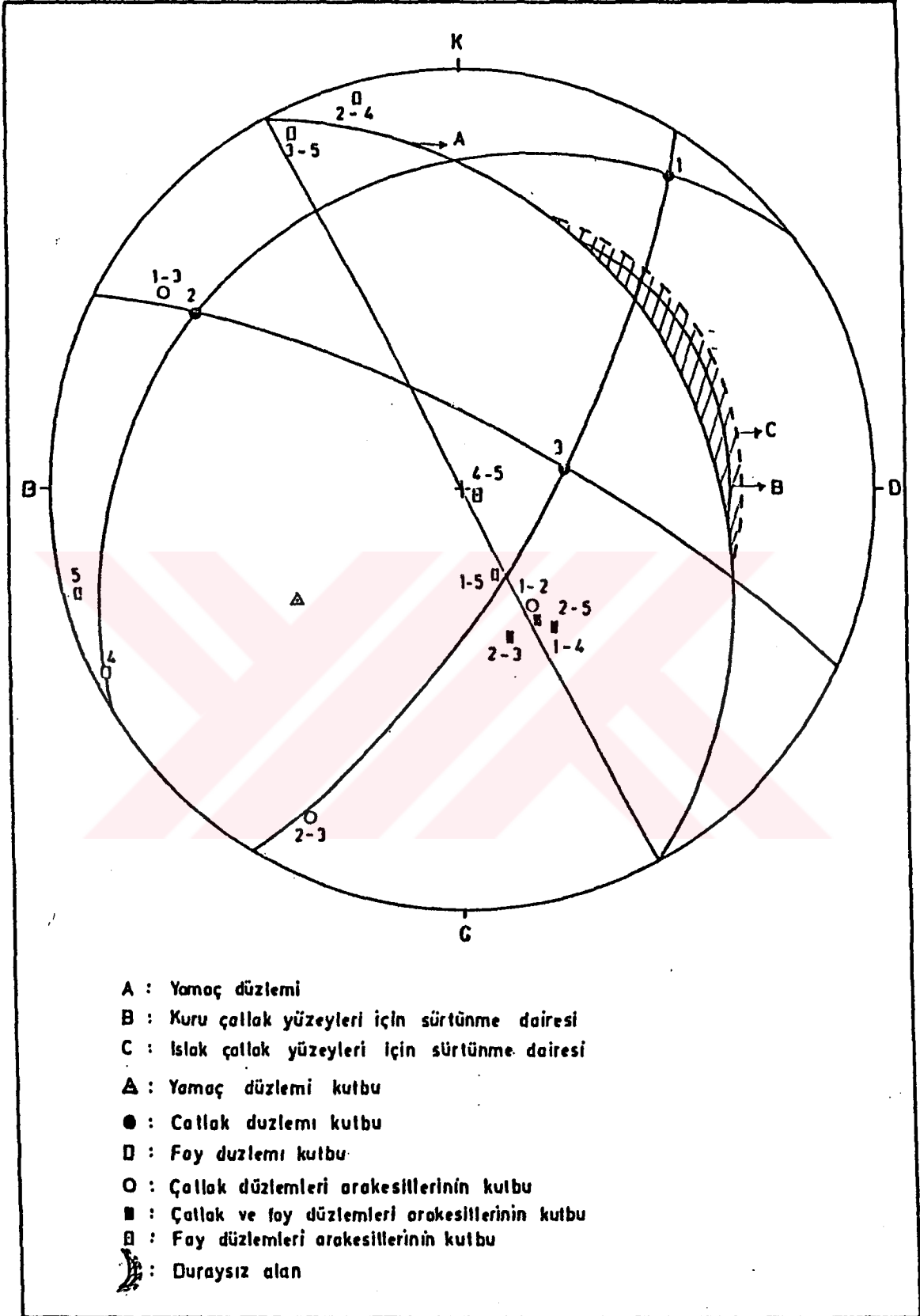
Kayma olasılığı görülen kaya kamalarının stabilite durumu güvenlik sayıları hesaplanarak incelenmiştir. Güvenlik sayılarının hesaplanmasında, süreksizlik yüzeylerindeki kohezyonu içeren formüller, kaya kamalarının yükseklikleri bilinmediği için kullanılamamıştır. Bu nedenle, güvenlik sayıları, Hoek ve Bray (1977) tarafından verilen ve süreksizlik yüzeylerindeki içsel sürtünme açılarını içeren aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$F = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\beta}{2}} \times \frac{\lg \phi}{\lg \theta \pm} \quad (4.1)$$

\* Şekillerin karışık olmaması için bazı arakesit doğruları kutuplarını veren büyük daireler çizilmemiştir.



Şekil 4.2: Baraj yeri sağ yamacı için stereografik izdüşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizi.



Şekil 4.3: Baraj yeri sol yamacı için stereografik izdüşüm yöntemiyle yapılan stabilite analizi.

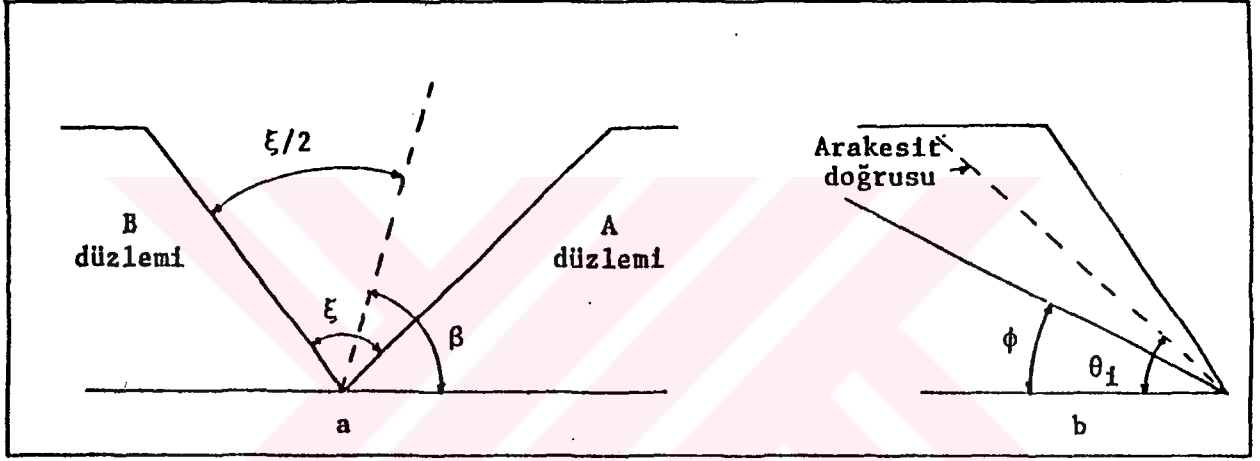
Burada;  $F$  : Güvenlik sayısı

$\beta$  : Kesişen süreksizlik düzlemlerinin açısı ortayından geçen düzlemin eğimi (Şekil 4.4a).

$\xi$  : Süreksizlik düzlemleri arasındaki açı (Şekil 4.4a).

$\phi$  : Süreksizlik yüzeylerindeki içsel sürtünme açısı (Şekil 4.4b).

$\theta_1$  : Süreksizlik düzlemlerinin arakesitinin dalım açısı (Şekil 4.4b).



Şekil 4,4: Kama tipi kaymanın geometrisi  
a) Arakesit doğrusu boyunca bakış  
b) Arakesit doğrusuna dik yönde bakış

Baraj yeri sağ yamacında açılacak gevherin stabilite durumu ve kayma olasılığı olan kaya kamaları için hesaplanan güvenlik sayıları çizelge 4,3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, baraj yeri sağ yamacında,  $80^\circ$  eğimli gevher açıldığında, 1-4 ve 4-7 nolu süreksizlik düzlemlerinin oluşturduğu kaya kamalarının duraysız olduğu görülmektedir. Söz konusu kaya kamalarını duraylı hale getirmek için gevher eğiminin  $75^\circ$ 'ye düşürülmesi gerekmektedir.

4.1 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanan ve çizelge 4.3'te verilen sayılar, süreksizlik yüzeylerindeki kohezyon değeri göz önüne alınmadığı için, güvenlik sayılarının minimum değerleridir. Kohezyon değeri göz önüne alındığında, güvenlik sayılarının daha da artacağı doğaldır.



Çizelge 4.3: Baraj yeri sağ yamacında açılacak gevlerde, gev eğimine bağlı olarak oluşabilecek kayma türleri ve kayma olasılığı olan kaya kamaları için hesaplanan güvenlik sayıları.

Şev Eğimi	Süreksizlikler	Olası kayma tipi	Güvenlik sayısı	Duraylılık durumu
< 60°	Tehlikeli bölgede süreksizlik kutbu yok	-	-	Duraylı
60°	5. ve 7.	Kamasal	7.47	Duraylı
80°	1. ve 4.	Kamasal	0.39	Duraysız
	1. ve 5.	"	13	Duraylı
	1. ve 7.	"	1.75	Duraylı
	4. ve 7.	"	0.64	Duraysız

#### 4.7. Baraj Yeri ve Çevresinin Depremselliği

Baraj yeri ve çevresi, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 1972 yılında hazırlanan 1/1 850 000 ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında, 4. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.

#### 4.8. Baraj Tipi

Baraj tipi seçimine etki eden en önemli faktörlerden biri, baraj yapılacak vadideki, baraj kret uzunluğunun baraj yüksekliğine oranı olarak tanımlanan vadi şekli faktörüdür (K). Vadi şekli faktörü, en genel halde U.S.Bureau of Reclamation tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$K = \frac{b}{H} + (tg u_1 + tg u_2) \quad (4.2)$$

Burada; K : Vadi şekli faktörü

b : Tabandaki vadi genişliği (m)

H : Baraj yüksekliği (m)

$u_1, u_2$  : Vadi yamaçlarının düşey ile yaptığı açılar (derece) dir.

Çambaşı baraj yerinde, Solaklı Deresi vadisinin sağ yamacının ortalama eğimi  $47^{\circ}$ , sol yamacının ise  $40^{\circ}$  dir. Vadi tabanındaki genişlik 16 m ve öngörülen baraj yüksekliği 102 m'dir. Bu veriler 4.2 eşitliğinde yerine konursa, baraj yeri için vadi şekli faktörü 2,28 olarak bulunur. Sadece vadi şekli faktörü göz önüne alındığında, baraj yerinde kemer tipi bir barajın yapılmasının uygun olacağı görülmektedir.

Baraj tipi seçimini etkileyen faktörlerden biri de baraj yapımında kullanılacak malzemenin sağlanmasıdır. Çambaşı baraj yeri ve çevresinde, dolgu barajlar için gerekli olan geçirimsiz çekirdek malzeme alanları bulunmamaktadır. Solaklı Deresi yatağındaki alüvyonların geçirimli malzeme özelliğinde olduğu, yapılan sızma deneyleri sonucunda anlaşılmıştır. Kaya dolgu malzemesi, baraj yeri ve çevresindeki metabazaltta uygun yerlerde açılacak taş ocaklarından elde edilebilir. Metabazalt sert, sıkı, dayanımlı ve taze kaya özelliğindedir. Beton barajlar için gerekli olan agrega malzemesi, Solaklı Deresi alüvyonlarından, çimento ise Trabzon çimento fabrikasından sağlanabilir. Malzeme durumu göz önüne alındığında, Çambaşı barajının beton ağırlık tipinde olması uygun görülmektedir.

Baraj yerinde görülen ve kalınlıkları yaklaşık 0,5-7 m arasında değişen fay zonları (Ek 4) doğal halde geçirimsiz olduğundan, baraj yerinden su kaçağı olmayacaktır. Ancak, bu zonlarda su etkisi ile yıkanma veya baraj ağırlığı etkisiyle oturmalar meydana gelebilir. Bu nedenle, fay zonlarının kazılarak, kazı boşluğunun beton ile doldurulmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre, metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri (Bölüm 3) her tip-te baraj yapımına uygundur. Laboratuvar deney sonuçları süreksizliklerle sınırlanan kaya elemanının özelliklerini yansıtmaktadır. Halbuki baraj temelleri için doğadaki kaya ortamının deformasyon özellikleri önemlidir. Bu nedenle yerinde (in situ) deney yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan

yapılan araştırmalarda, laboratuvarda bulunan elastisite modülü, arazide çatlaklı kaya ortamında bulunan elastisite modülünün yaklağık on katına kadar olabileceği ortaya konmuştur (Burland and Lord, 1970; Stowe, 1971; Lama and Vutukuri, 1978). Metabazaltın, laboratuvarda elastisite modülü ortalama değeri  $7,19 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır (izelge 3.23). Baraj yerinde, deney yapma olanağı bulunmamıştır. Ancak, yukarıda sunulan araştırmaların sonuçlarına göre, metabazaltın arazideki elastisite modülü en az  $7,19 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup> büyüklüğünde olacaktır. Kemer barajlar için temel kayasının elastisite modülünün genellikle  $10^5$  kg/cm<sup>2</sup> büyüklüğünde olması önerilmektedir. Yukarıda görüldüğü gibi, arazi için kabul edilen en kk elastisite modülü değeri, kemer baraj temelleri için önerilen elastisite modülü değerine çok yakındır. Bu nedenle, baraj yerinde kemer tipinde bir barajın yapılması olası görülmektedir.

Baraj yeri yamaçları için yapılan duraylılık analizinde (şekil 4.2 ve 4.3), baraj yerinde kazı sonucu oluşturulacak sevlere 75<sup>o</sup>'ye kadar eğim verildiğinde, sevlerde herhangi bir bozulma olmayacağı belirlenmiştir. Dolayısıyla, baraj yerinde yapılacak kazılar, baraj tipi seçimini etkilemeyecektir.

Sonuç olarak, yukarıda irdelenen faktörler gözönüne alındığında, Çambağı barajının beton ağırlık veya malzemedan ekonomi sağlamak için ağırlık kemer ya da kemer ağırlık tipinde olabileceği görülmektedir.

B Ö L Ü M 5  
İLETİM TUNELİ GÜZERGAHLARI VE HİDROELEKTRİK  
SANTRAL YERLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

5.1. Giriş

Çaykara ilçe merkezinin yaklaşık 20 km güneydoğusunda ve Haldizen Deresi üzerinde yer alan Şerah heyelan gölündeki sudan enerji üretmek amacıyla, DSİ XXII. Bölge Müdürlüğünce özellikleri aşağıda verilen hidroelektrik tesislerin yapılması planlanmıştır.

Uzungöl Regülatörü

Regülatör tipi	: Kapaklı
Dolusavak boyu	: 12,50 m
Regülatör yerinde talveg kotu	: 1112,30 m
Regülatör eşik yükseltisi(talvegelen):	1,70 m
Regülatör eşik yükseltisi (temelden)	: 3,40 m
Regülatörün depolayacağı yıllık su miktarı	: $123,15 \times 10^6 \text{ m}^3$
Regülatörün regüle edeceği yıllık su miktarı	: $108,37 \times 10^6 \text{ m}^3$
Su alma yapısı eşik kotu	: 1111,00 m
Uzungöl İletim Tüneli	
Kesiti	: Dairesel
Çapı	: 3 m
Uzunluğu	: 5300 m
Uzungöl Denge Bacası	
Tavan kotu	: 1137 m
Taban kotu	: 1110 m
Cebri boru uzunluğu	: 1025 m
Uzungöl Hidroelektrik Santrali	
Santral düğü yüksekliği	: 440 m
Santral ünite adedi	: 3

Santralın kurulu gücü : 27 MW  
 Santralın üreteceği toplam enerji:  $106,69 \times 10^6$  kwh/yıl

Çambaşı barajında depolanacak suyun potansiyel enerjisi iletim tüneli, denge bacası, cebri boru ve hidroelektrik santrali yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülecektir. Bu hidroelektrik yapı yerleri için iki ayrı güzergah düşünülmüş ve bunlardan Solaklı Deresinin sol sahilindeki I, sağ sahilindeki II simgesi ile gösterilmiştir (Şekil 5.2). Adı geçen güzergahlarda yapılması planlanan hidroelektrik yapıların özellikleri aşağıdaki gibidir:

- a) Çambaşı İletim Tüneli-I
- |            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| Çapı       | : 3,25                          |
| Kapasitesi | : $19,53 \text{ m}^3/\text{sn}$ |
| Kesiti     | : Dairesel                      |
| Uzunluğu   | : 8200 m                        |
- b) Çambaşı Denge Bacası-I
- |            |               |
|------------|---------------|
| Tipi       | : Üst hazneli |
| Çapı       | : 8 m         |
| Taban kotu | : 558,00 m    |
| Kret kotu  | : 594,00 m    |
- c) Çambaşı Cebri Boru-I
- |          |               |
|----------|---------------|
| Tipi     | : Cebri tünel |
| Çapı     | : 2,80 m      |
| Uzunluğu | : 550 m       |
- d) Çambaşı Hidroelektrik Santrali-I
- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| Kurulu gücü             | : 40 MW                        |
| Ünite adedi             | : 3                            |
| Proje net düşüşü        | : 256,33 m                     |
| Üreteceği toplam enerji | : $180,36 \times 10^6$ kwh/yıl |
- e) Çambaşı İletim Tüneli-II
- |            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| Çapı       | : 3,35 m                        |
| Kapasitesi | : $19,53 \text{ m}^3/\text{sn}$ |
| Kesiti     | : Dairesel                      |
| Uzunluğu   | : 5000 m                        |

İlgili hidrolik yapı yerlerinde, DSİ. XXII. Bölge Müdürlüğüne temel sondajları açılmış ve sondajlarda basınçlı su,

sızma, penetrasyon deneyleri yapılmıştır. Yaptığımız arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla, adı geçen yapı yerlerindeki kayaçların jeomekanik özellikleri saptanmıştır. Ayrıca, iletim tüneli güzergahlarındaki kayaçlar, tünel kayası olma açısından sınıflandırılmış ve olası destek türü belirlenmiştir.

## 5.2. İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerlerinin Jeolojisi

İletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerlerinin jeolojisi, Bölüm 3.1'de sunulan yerüstü ve yeraltı çalışmalarının ışığı altında araştırılmıştır.

### 5.2.1. Uzungöl İletim Tüneli Güzergahı ve Hidroelektrik Santral Yeri

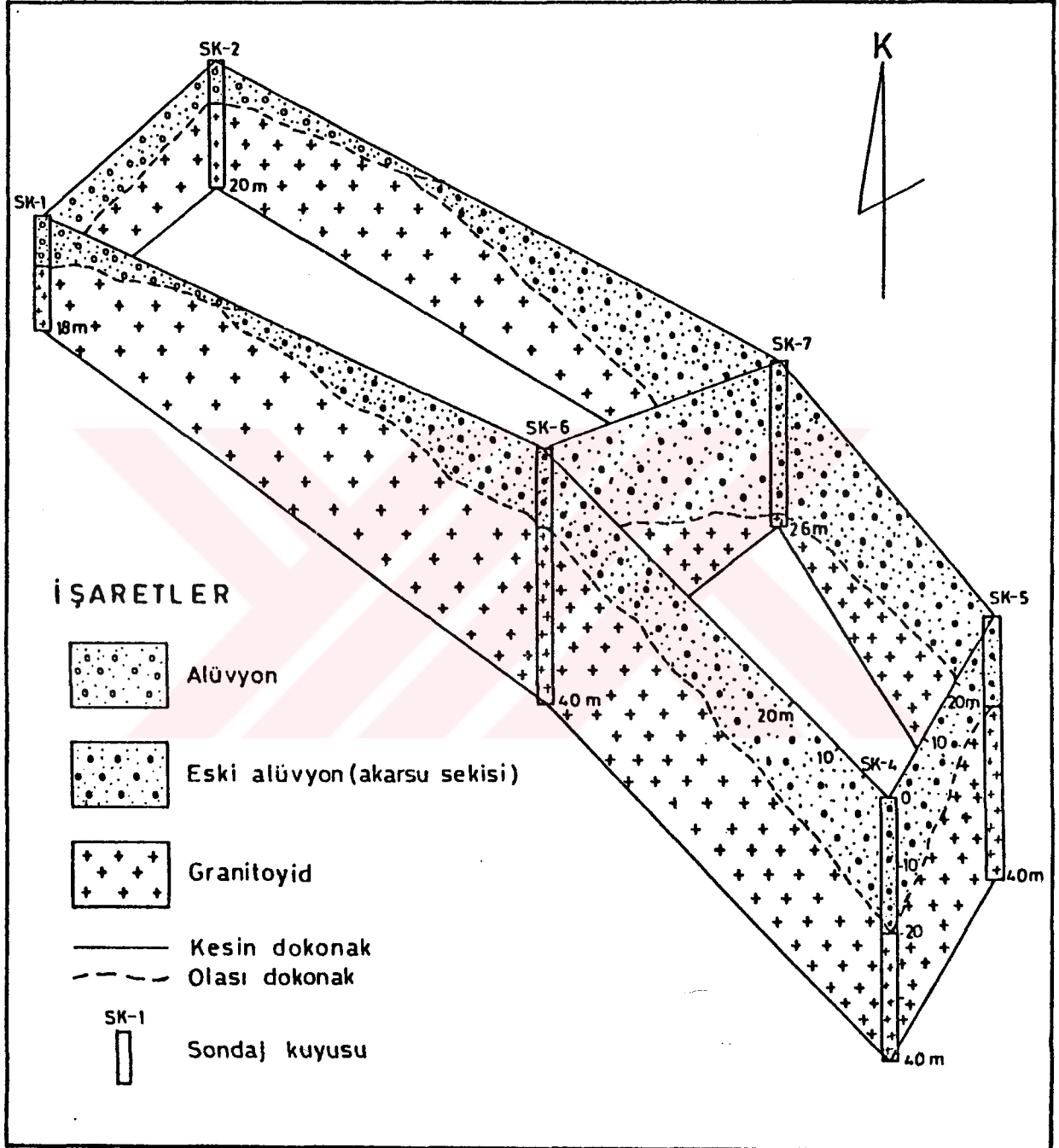
Uzungöl iletim tüneli güzergahı ve hidroelektrik santral yerinde, Çambaşı Formasyonuna ilişkin metabazalt, Taşkıran granitoyidi, eski ve yeni alüvyonlar, yamaç döküntüsü ve heyelan malzemesi yüzeylenmektedir.

İletim tüneli giriş ağzında ve iletim tünelinin yaklaşık olarak 0-300 metreleri arasında yer alan metabazaltın, petrografik özellikleri Bölüm 2.2.1'de açıklanmıştır.

Granitoyid, iletim tünelinin 300-5300 metreleri arasında ve hidroelektrik santral yeri çevresinde yer almaktadır (Ek 11 ve 12). Granitoyidin subalkalen granit ve granitten oluştuğu mikroskobik incelemelerle saptanmış ve bu kayaçların petrografik özellikleri Bölüm 2.2.3'te anlatılmıştır.

Eski alüvyonların oluşturduğu akarsu sekisi, hidroelektrik santral yerini tamamen örter. Akarsu sekisini oluşturan malzeme genellikle granitoyid, spilitleşmiş bazalt ve metabazalt blok, iri çakıl, çakıl ve kumlarından ibarettir. Seki malzemesinde, iri çakıl ve çakıl çoğunluğu oluşturmaktadır.

Alüvyon, Şerah ve Siron derelerinin vadi tabanlarında ve Şerah ile Siron derelerinin birleşim yerinde yüzeylenir (Ek 11). Alüvyon malzemesi, seki malzemesiyle aynı özelliktedir.



Şekil 5.1: Uzungöl hidroelektrik santral yerine ilişkin panel diyagramı.

Akarsu sekisi ve alüvyonun yatay ve düğev yönlerdeki değışimi ve granitoyidle olan ilişkilerini belirlemek amacıyla, hidroelektrik santral yerinde ve yakın çevresinde açılan sondajlardan yararlanılarak, santral yeri için panel diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5.1). Panel diyagramı incelendiğinde, akarsu sekisinin ortalama kalınlığı 17 m, alüvyonun ise 7,5 m olduğu anlaşılmaktadır.

İletim tüneli güzergahı ve hidroelektrik santral yerinde yüzeylenen kayaların içerdikleri ana süreksizlikleri çatlaklar oluşturur.

Çatlak ara uzaklıkları metabazaltta genellikle 5-15 cm, granitoyide ise 5-25 cm arasında değışmektedir. Çatlak açıklıkları, hem metabazaltta hem de granitoyide çoğunlukla 1-5 mm arasında değışir. Çatlaklar yüzeyde dolgusuzdur. Metabazalttaki çatlakların yüzeyleri genellikle hafif ve orta pürüzlü; granitoyiddeki çatlakların yüzeyleri çoğunlukla orta pürüzlü, yer yer de pürüzlüdür. Kaya kalitesi (RQD) sınıflamasına göre metabazalt genellikle "çok kötü kaliteli", granitoyid ise "orta ve iyi kaliteli"dir (bu konuda geniş bilgi Bölüm 3.2'de verilmiştir ).

#### 5.2.2. Çambağı İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerleri

Çambağı iletim tüneli güzergahları ile hidroelektrik santral yerleri ve çevresinde Malm-Alt Kretase yağlı Çambağı Formasyonu, Alt Kretase yağlı Ataköy Formasyonu, Üst Kretase yağlı Şahinkaya ve Karona üyelerine ilişkin kayalar, Kuva-terner yağlı alüvyonlar ve yamaç döküntüleri yüzeylenir (Şekil 5.2). Formasyon ve üyelerin stratigrafik ve litolojik özellikleri Bölüm 2.2'de anlatılmıştır.

Yamaç döküntüleri, iletim tüneli-II ve Cebri boru-II güzergahlarında geniş alanlarda yüzeylenirler (Şekil 5.2). Elemanları genellikle sivri köşeli ve köşeli olan bu oluşukların görünür kalınlığı 2-10 m arasında değışmektedir. Kireçtağı yamaç eteklerinde gelişen yamaç döküntüleri içerisinde, yer yer yamaç breglerine de rastlanır.



Alüvyonlar, hidroelektrik santral yerlerinde yüzeylenirler (Şekil 5.2). Alüvyon malzemesi litolojik olarak genellikle bazalt, metabazalt, granitoid ve dasit iri blok, blok, iri çakıl, çakıl kum ve siltlerinden oluşmuştur. Kireçtaşı blok ve çakılları çok az miktarda izlenir. İri çakıl ve çakıl alüvyonlarda egemen boyutu oluşturur. Alüvyonların kalınlığı, sondaj verilerine göre hidroelektrik santrali-I yerinde ortalama 13 m, hidroelektrik santrali-II yerinde ise 15 m'dir.

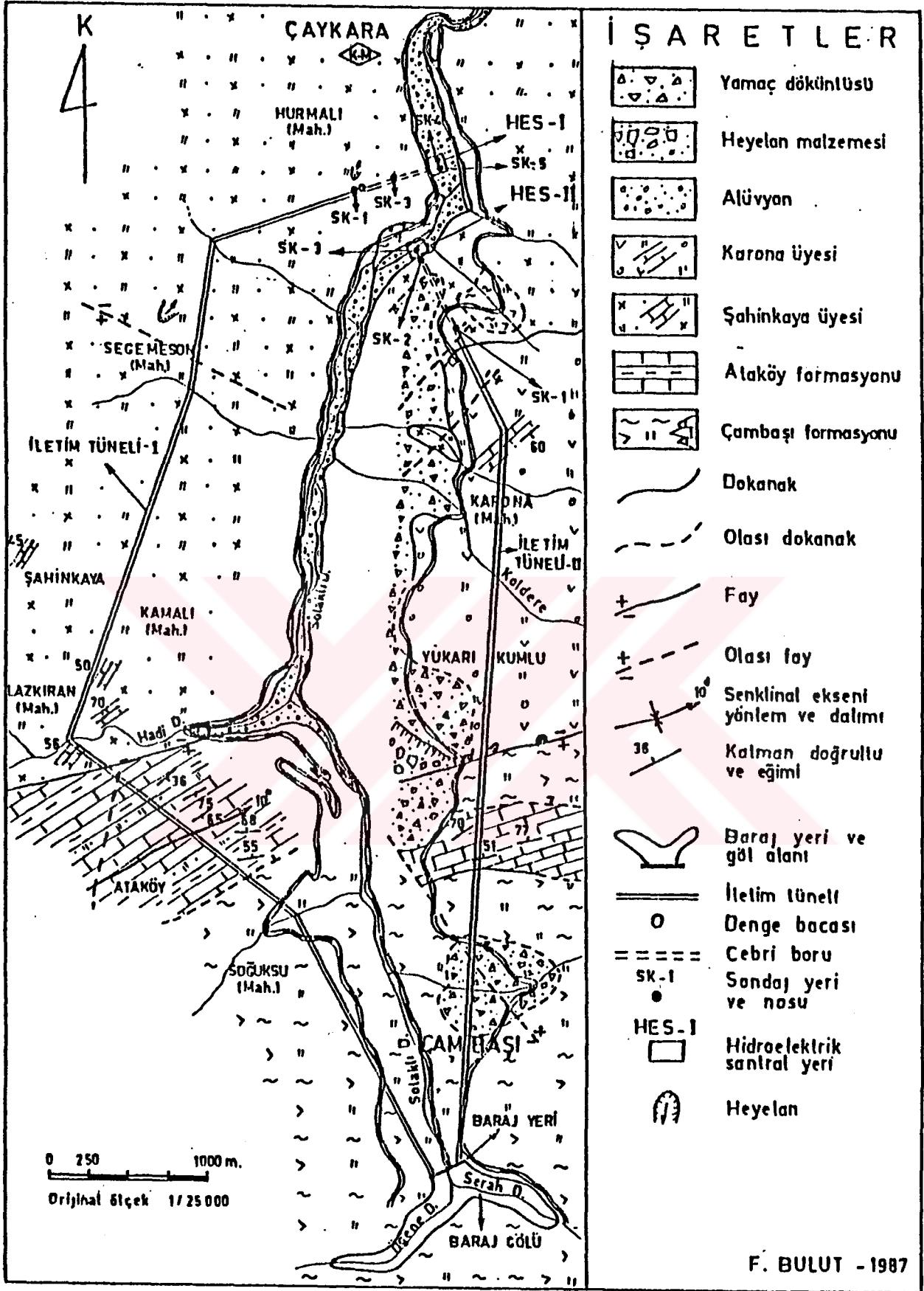
Eski alüvyon (akarsu sekisi) yüzeyde yamaç döküntüsü ile örtülü olup, cebri boru-II güzergahında açılan SK-2 nolu sondajda izlenir. Alüvyonlarla aynı özelliğe sahip olan bu sekinin kalınlığı SK-2 nolu sondajda 24 m olarak ölçülmüştür.

İletim tüneli güzergahları ile hidroelektrik santral yerleri ve çevresindeki kayaların içerdiği egemen süreksizlikleri çatlaklar oluşturur. Faylar yer yer, kıvrımlar ise ender olarak görülürler (Ek 1 ve Şekil 5.2).

İlgili hidrolik yapı yer ve güzergahlarındaki çatlakların ara uzaklıkları çoğunlukla 5-15 cm, çatlak açıklığı ise 1-5 mm arasında değişmektedir. Çatlak aralıkları genellikle dolgusuzdur. Ancak yer yer kayaç kırıntısı ve kil dolgu olanlara da rastlanır. Çatlak yüzeyleri çoğunlukla hafif pürüzlü, yer yer orta pürüzlü ve dalgalanmalıdır (Çatlakların özellikleri ayrıntılı olarak Bölüm 3.2'de verilmiştir).

İletim tüneli güzergahlarında izlenen en belirgin ve en önemli fay, Hadi fayıdır (Ek 1, 2 ve Şekil 5.2). Özellikleri Bölüm 2.3.4'te anlatılan bu fay, iletim tüneli-I'in yaklaşık 3325, iletim tüneli-II'nin ise 2450 metrelerinde yer almaktadır (Ek 10). Ayrıca, hidroelektrik santral yerleri ve çevresinde dik eğimli olası faylar görülmektedir.

İletim tüneli-I güzergahının 2200-3500 metreleri arasında asimetric bir senklinal yer almaktadır (Ek 10 ve Şekil 5.2). Bu senklinale ilişkin bilgiler Bölüm 2.3.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2: Çambaşı hidroelektrik santral yerleri ve iletim tüneli güzergahlarının Jeoloji Haritası

### 5.3. İletim Tüneli Güzergahları ve Hidroelektrik Santral Yerleri Kayalarının Fizikomekanik Özellikleri

İletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerleri kayalarının fizikomekanik özelliklerinden sertlikleri, nokta yük ve tek eksenli basınç dirençleri saptanmış ve sonuçları Ek çizelge B.1, B.2, B.3, B.4, B.5 ve B.6'da verilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, Uzungöl ve Çambaşı iletim tüneli güzergahları ve hidroelektrik santral yerlerinde görülen metabazalt, bazalt, granitoid, dasit ve kireçtaşlarının ayrılmamış olanları genellikle "sert ve çok sert" ve "yüksek dirençli"; orta ve yüksek derecede ayrılmış olanlar ise "yumuşak"; "orta ve düşük dirençli" dirlir (ayrıntılı bilgi için Bölüm 3.3'e bakınız).

### 5.4. İletim Tüneli Güzergahlarındaki Kayaların Tünel Kayası Olma Açısından Sınıflandırılması ve Destek Türü

Tünel kayalarının sınıflandırılması ve gerekli destek türünün belirlenmesi konusunda, pek çok araştırmacı, kayaların değişik özelliklerine göre değişik sınıflandırmalar yapmışlardır. Bunlardan önemli olanları, kronolojik sıraya göre, aşağıda özetlenmiştir.

İlk ayrıntılı tünel kayası sınıflandırması Terzaghi (1946) tarafından verilmiştir. Bu sınıflandırmada, tünel geçli ve destek türü, kaya yüküne göre belirlenmektedir.

Stini (1950) kaya basıncı ile çatlak boyunu sınıflandırma parametresi olarak, tünel kayalarını dokuz gruba ayırmış ve her grupta litolojiye bağlı olarak meydana gelebilecek olayları açıklamıştır.

Rabcewicz (1958) kayaların süreksizliklerine, basıncına ve kimyasal ayrışma durumuna göre, tünel kayalarını on gruba ayırmış ve her gruba ilişkin desteksiz durma süresi ile sağlamlaştırma türünü belirtmiştir.

Laufer (1958) tünel duraylılığında tünelin desteksiz durma süresinin, tünel çapına ve kaya özelliğine bağlı olduğunu düşünerek, tünel kayalarını yedi gruba ayırmıştır.

Ayrıca, her grupta desteksiz durma süresi, atım mesafesi ve ne tür bir destekleme yapılması gerektiğini belirterek, tünel açımı esnasında duraylılığın, tünel eksenini doğrultusu ile tabaka konumu arasındaki ilişkiye, tünel kesitinin biçimine ve kazı yöntemine bağlı olduğunu ortaya koymuştur.

Wickham, Tiedemann ve Skinner (1970)'de RSR (rock Structure Rating) sistemini geliştirmişlerdir. Bu sistem Terzaghi'nin sınıflamasından sonra yapılan ilk ayrıntılı tünel kayası sınıflamasıdır. RSR sisteminde jeolojik özellikler ile yapı özellikleri göz önüne alınmakta ve bu özelliklerin sayısal değerlerini gösteren üç çizelgeden yararlanılmaktadır. RSR değeri çizelgelerdeki verilerden hesaplanır. RSR değerlerine göre, belirli çaptaki tünellerde değişik destek türleri uygulanır. Bu yöntem çelik destekleme için çok yararlı olmasına karşın, püskürtme beton ve kaya bulunu için pek tavsiye edilmez.

Bieniawski (1974) tarafından önerilen RMR (Rock Mass Rating) sisteminde, kayaların tek eksenli ya da nokta yük direnci, RQD'si, çatlak takımları ve çatlak ara uzaklıkları, çatlakların durumu, yeraltısuyu durumu, çatlakların konumu ile tünel doğrultusu arasında olan ilişki sınıflandırma parametresi olarak kullanılmaktadır. Sınıflandırma parametreleri ve dereceleri çizelge halinde verilmiştir. RMR değeri yukarıda verilen ilk beş parametreye göre bu çizelge yardımıyla hesaplanmaktadır. Hesaplanan RMR değeri, tüneller için, çatlakların doğrultu ve eğim yönlenimine göre düzeltilir ve elde edilen düzeltilmiş RMR değerine göre tünel kayaları sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada, RMR değerleri ve kazı genişliğinden yararlanılarak tünel kayalarının desteksiz durma süresi ile belirli kesit ve açıklıktaki tünellerde destek türünü saptama olanağı bulunmaktadır.

Barton, Lien ve Lunde (1974) tarafından önerilen Q (kaya kütleli niteliği) sisteminde, tünel destek projeleri için kayaların mühendislik sınıflamasında kullanılan Q değeri için aşağıdaki eşitlik verilmektedir.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \quad (5.1)$$

Burada; Q : Kaya kütlesi niteliği  
 RQD : Kaya kalitesi özelliği  
 J<sub>n</sub> : Çatlak takımı sayısı  
 J<sub>r</sub> : Çatlak pürüzlülük sayısı  
 J<sub>a</sub> : Çatlak alterasyon sayısı  
 J<sub>w</sub> : Çatlak suyu azaltma faktörü  
 SRF : Gerilme azaltma faktörüdür.

Bu yöntemde kullanılan parametrelerin sayısal değerleri, arazi gözlem ve ölçümlerine göre hazırlanmış çizelgelerden bulunmaktadır. NGİ sınıflaması olarak da bilinen bu sınıflamada, kaya kütlesi özelliği (Q) ve eşboyut parametrelerine göre tünel kayaları 38 sınıfa ayrılmış ve her sınıf için uygulanacak destek türü çizelgeler şeklinde verilmiştir. Çizelgelerden destek türünü belirlerken Q değerine ek olarak RQD/J<sub>n</sub>, J<sub>r</sub>/J<sub>a</sub>, Açıklık/ESR oranlarından ve her sınıftaki destek türüne ilişkin tamamlayıcı notlardan yararlanılmaktadır (ESR: kazı destek oranıdır). Desteklemede, kaya bulonu kullanılması gerektiğinde, bulon uzunlukları için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

$$L_1 = 2 + 0,15 \frac{B}{ESR} \quad (5.2)$$

$$L_2 = 2 + 0,15 \frac{H}{ESR} \quad (5.3)$$

Bu formüllerde;

L<sub>1</sub> : Tavanda kullanılacak bulon uzunluğu (m)  
 L<sub>2</sub> : Duvarında kullanılacak bulon uzunluğu (m)  
 B : Kazı genişliği (m)  
 H : Kazı yüksekliği (m)  
 ESR : Kazı destek oranıdır.

Yukarıda özetlenen tünel kayası sınıflandırmaları içerisinde en kolay uygulanabileni, kanımızca Barton, Lien ve Lunde (1974) tarafından verilendir. Çünkü bu sınıflandırmada, hem kayanın sayısal olarak gösterilen özellikleri

sınıflama parametresi olarak kullanılmakta hem de tünel çapına göre destek türü seçme olanağı bulunmaktadır. Bu nedenle, iletim tüneli güzergahlarındaki kayaçların, tünel kayası olma açısından sınıflandırılmasında ve destek türünün belirlenmesinde Q sistemi kullanılmıştır.

Tünel kayası sınıflamasında kullanılan veriler, baraj yerinde galerilerden, iletim tüneli güzergahlarında ise yüzeylenmelerden elde edilmiştir.

Çambaşı baraj yerinde yüzeylenen metabazaltta galerilerden sağlanan veriler yardımıyla yapılan tünel kayası sınıflaması sonuçları Ek 6, 7, 8 ve 9'da verilen galeri kesitlerinde gösterilmiştir. Galeri kesitleri incelendiğinde, metabazaltın genellikle "orta kaya" ile "iyi kaya" sınıflarında yer aldığı ve desteğe gereksinimi olmadığı görülmektedir. Sadece, AG-1 galerisinin 8-13 m'leri arasında bulunan fay zonu ve çevresinin "çok zayıf kaya" sınıfında olduğundan desteklenmesi gerektiği anlaşılmıştır. Desteklemede kullanılacak kaya bulon uzunluklarının, 5.2 ve 5.3 nolu eşitlikler yardımıyla 2.18-2.56 m arasında değiştiği hesaplanmıştır.

Uzungöl ve Çambaşı iletim tüneli güzergahlarının büyük bir kısmı ayrılmış kayaç, yamaç döküntüsü ve bitki örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle, kaya sınıflaması, güzergahlarda sınırlı alanlardaki yüzeylenmelerden sağlanan veriler yardımıyla yapılabilmektedir. Düşey yönde tünel düzeyinden uzak yüzeylenmelerdeki gözlem ve ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan Q değeri ile tünel düzeyindeki kaya ortamından elde edilen verilere göre hesaplanan Q değerinin birbirinden farklı olacağı açıktır. Ancak, Q parametrelerinin sağlandığı yerler, iletim tüneli düzeyine çok yakın olduklarından, tünel düzeyindeki kaya ortamı ile yaklaşık aynı özellikte olması gerekmektedir.

Uzungöl iletim tünelinin yaklaşık 300 m'si Çambaşı Formasyonunda, 5000 m'si Tagkırın Granitoidinde eğilecektir (Ek 12). Uzungöl iletim tüneli güzergahında Q parametrelerinin saptandığı yerler ve bu parametreler yardımıyla hesaplanan Q değerleri ile eşboyut, kaya sınıfı ve destek türü Ek

12'deki jeoloji kesiti üzerinde gösterilmiştir. Kesitte verilen Q değerleri gözönüne alındığında, hem metabazaltın hem de granitoidin "zayıf kaya" sınıfında yer aldıkları görülür. Bu kayaların desteğe gereksinimi olup olmadığı, Q ve e boyut değerlerine göre belirlenmiş ve sonuçta, metabazalt ve granitoidde açılacak 3 m. çaplı tünellerin desteğe gereksinimi olmadığı anlaşılmıştır.

Çambaşı iletim tüneli-I'in yaklaşık 2575 m'si Çambaşı Formasyonunda, 750 m'si Ataköy Formasyonunda, 4875 m'si Şahinkaya Üyesinde; iletim tüneli II'nin 2450 m'si Çambaşı Formasyonunda, 2425 m'si Karona Üyesinde, 375 m'si Şahinkaya Üyesinde açılacaktır (Ek 10). Çambaşı iletim tüneli güzergahlarında yapılan tünel kayası sınıflaması çizelge 5.1'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, iletim tüneli güzergahlarında Hadi Fayı zonu ile Şahinkaya üyesi içerisinde yer alan yüksek derecede ayrılmış kayalar dışında kalan kayaların, desteğe gereksinimi olmadığı görülmektedir. Fay zonlarında ve yüksek derecede ayrılmış kayalarda, ne tür destek gerekeceği çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Görüldüğü gibi, yüzeylenmelerden ve galerilerden sağlanan bulgulara göre desteğe gereksinimi olmayan kayaların, çatlak ve fay zonları ile yüksek derecede ayrılmış kayaç içermesi durumunda, bu kısımlarının desteklenmesi gerekecektir. Ayrıca, Formasyon ya da üyelerin dokanakları da desteğe gereksinim gösterebilir (bu süreksizlik zonları, tünel güzergahlarının örtülü oluşu nedeniyle, yüzeyde izlenememektedir).

Sonuç olarak, iletim tünellerinde desteklenmesi gereken kısımların ve destek türünün, tünelin açılması esnasında, tünelde yapılacak gözlem ve ölçü sonuçlarına göre saptanmasının uygun olacağı kanısındayız.

Çizelge 5.1: Çambaşı iletim tüneli-I ve II güzergahlarında kayaların Q sistemine göre sınıflandırılması ve olası destek türleri

Sınıflandırma parametreleri	Çambaşı Formasyonu	Ataköy Formasyonu	Hadi fayı zonu	Karona Üyesi	Ş a h i n k a y a Ü y e s i		
					Ayrılmamış	Orta derecede ayrılmış	Yüksek derecede ayrılmış
Q ort	15,28	19,17	0,012	1,07	9,27	3,13	0,59
Kaya sınıfı	İyi kaya	İyi kaya	Çok fazla Zayıf kaya	Zayıf kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
Tünel açıklığı(m)	3,35						
ESR	1,6						
Eşboyut	2,09						
Destek türü	Destek gerekmez	Destek gerekmez	*	Destek gerekmez	Destek gerekmez	Destek gerekmez	**

\* CCA (sr) 20-60 cm + B(tg) 1 m

\*\* B(utg)1 m + S(mr) 5 cm

CCA = beton kemer, Sr = çelik takviyeli, B = sistematik biçimleme, tg = gerdirmeli

utg = gerdirmesiz-şerbetli, S = püskürtme beton, mr = çelik hasır (kafes) takviyeli



## 5.5. Heyelanlar

### 5.5.1. Giriş

İnceleme alanında arenalaşmış granitoyid, yüksek derecede ayrılmış dasitler, spilitleşmiş bazaltlar ve yamaç döküntüleri içerisinde oluşmuş heyelanlar bulunmaktadır (Ek 1). Bu heyelanlar, bugünkü durumda hidrolik yapı yerlerini etkilememektedirler. Baraj rezervuarının su ile dolmasından sonra, suyun etkisiyle arenalaşmış granitoyid ve yamaç döküntüleri içerisinde, baraj için tehlikeli olmayacak boyutlarda heyelanlar oluşabilir. Ayrıca, Şahinkaya ve Eğridere köyleri çevresinde, eğimleri 40-60° arasında değişen yamaçlar oluşturan yüksek derecede ayrılmış dasitlerde, yağışa ve değişik amaçlı kazılara bağlı olarak değişik boyutta heyelanlar meydana gelebilir. Çalışma alanındaki en büyük heyelan Karestel Yaylası heyelanıdır.

### 5.5.2. Karestel Yaylası Heyelanı

Karestel Yaylası heyelanı, Çaykara ilçe merkezinin 22 km güneydoğusunda yer almaktadır (Ek 1). Heyelan, oluş tarihi belli olmayan fosil (paleo) bir heyelandır. Heyelan sonucu kayan malzeme Haldizen (Şerah) Deresi vadisini tıkayarak, üzerinde bugünkü Uzungöl (Şerah) bucağının yer aldığı, yaklaşık düz topoğrafyaya sahip bir alan ve Uzungöl olarak adlandırılan bir göl olmuştur (Foto 19). Daha sonra Haldizen (Şerah) Deresi, heyelan malzemesini yararak bugünkü yatağını oluşturmuştur.

Uzungöl regülatörünün heyelan malzemesi üzerinde yapılması planlandığından, heyelan malzemesinin jeomekanik özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

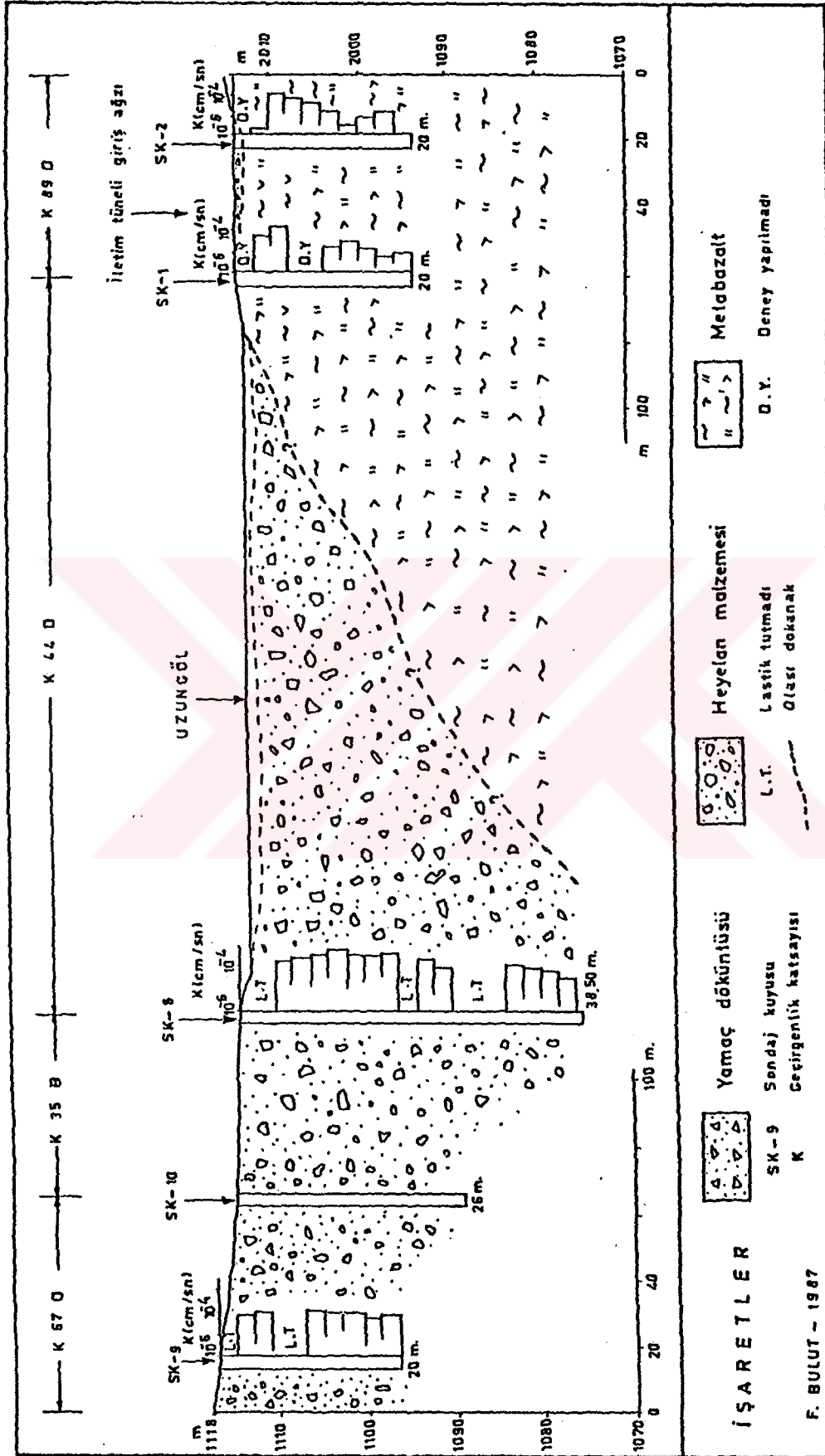
Heyelan malzemesi, Karestel Yaylası ve çevresinde yüzeylenen spilitleşmiş bazaltlardan oluşmuştur. Spilitleşmiş bazaltları-litolojik özellikleri Bölüm 3.2'de anlatılmıştır. Heyelan malzemesi, iri bloktan kile kadar değişen boyutlardaki malzemenin karışımından meydana gelmiştir. Ancak, kum ve çakıl boyutlu malzeme, heyelan malzemesinin çoğunluğunu oluşturmaktadır.



Foto 19: Karestel Yaylası heyelanı ve heyelan gölünün, Haznekapı Tepe'nin 1 km doğusundan görünüşü.

Heyelan malzemesinin kalınlığını saptamak amacıyla, regülatör yeri ve çevresinde DSİ.XXII.Bölge Müdürlüğünce SK-8, SK-9 ve SK-10 nolu sondajlar açılmıştır (Ek 11). Bu sondajlardan hiçbirisi tabandaki metabazaltlara girmediği için heyelan malzemesinin kalınlığı saptanamamıştır. Ancak, SK-8 nolu sondaj verilerine göre, heyelan malzemesinin maksimum kalınlığının 38,50 m'den daha fazla olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.3).

Heyelan malzemesinin geçirgenliği, regülatör yeri çevresinde açılan SK-8 ve SK-9 nolu sondajlarda 2 m aralıklarla yapılan tek lastik basınçlı su deneyi verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan geçirgenlik katsayısı değerleri, ilgili kuyu loglarında derinliğe bağlı olarak



Şekil 5.3: Uzungöl regülatör yeri ve iletim tüneli giriş ağzındaki sondajların korelasyonu ve geçirgenlik katsayısı grafikleri.

grafik şeklinde gösterilmiştir (Şekil 5.3). 20 deney kademesi için hesaplanan geçirgenlik katsayısı değerlerinin ortalaması  $3,2 \times 10^{-4}$  cm/sn olarak bulunmuştur. Bu ortalama değere göre heyelan malzemesi geçirimsizdir. Heyelan malzemesi, enjeksiyonla geçirimsiz hale getirilebilir. Eldeki verilerle enjeksiyon derinliği saptanamamıştır. Heyelan malzemesinde, enjeksiyon derinliğini saptayabilmek için, ilave sondajlar açılması ve bu sondajlarda basınçlı su deneyleri yapılmasının gerekli olacağı kanısındayız.

Heyelan malzemesinin taşıma gücünü belirlemek amacıyla, regülatör yerinde açılan sondajlardan sadece SK-10 nolu sondajın ilk 16 metresinde standart penetrasyon deneyi yapılmıştır. Deney sonucu elde edilen veriler şekil 5.4'te gösterilmiştir. Heyelan malzemesinin ortalama taşıma gücü, şekil 5.4'te verilen standart penetrasyon vuruş sayılarının aritmetik ortalaması alınarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla  $1,4 \text{ kg/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır.

$$T.G = \frac{N-3}{10}$$

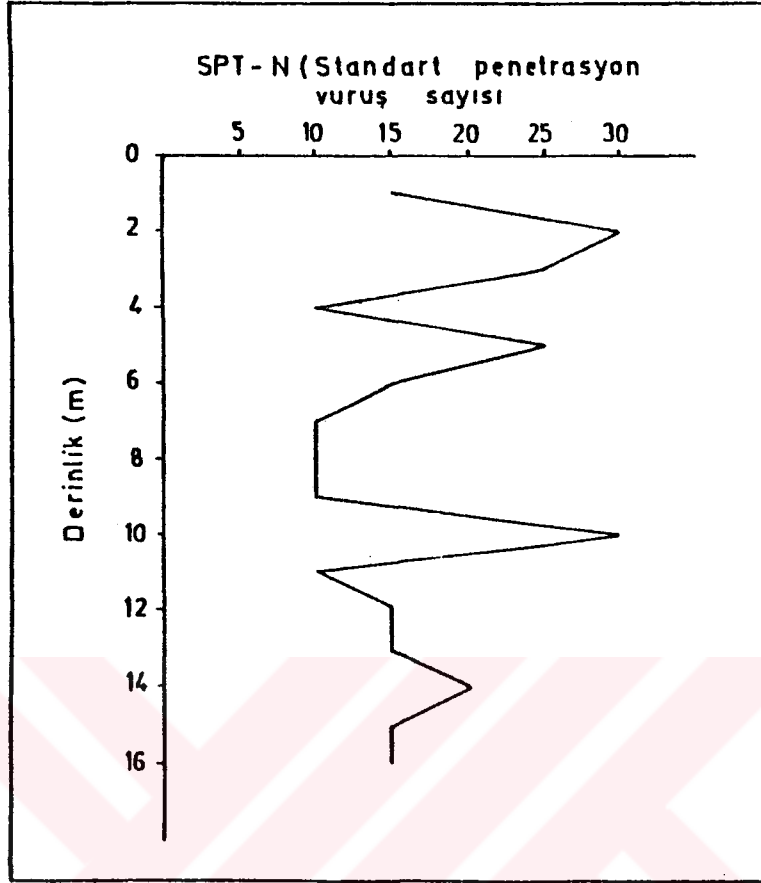
Burada; T.G : Taşıma gücü ( $\text{kg/cm}^2$ )

N : Ortalama standart penetrasyon vuruş sayısıdır.

Günümüzde, fosil heyelanın yan aynalarında yağış ve erozyonun etkisi ile küçük boyutlu yeni heyelanlar oluşmaktadır (Foto 19). Bu heyelanlar sonucu kayan malzeme fosil heyelan vadisi boyunca akmaktadır. Dolayısıyla, inşası planlanan regülatör yeri için tehlike teşkil edeceği sanılmaktadır. Ancak, Uzungöl bucağının batısında ve fosil heyelan vadisi ile Şerah vadisinin birleştiği yerdeki ziraat alanları kayan malzemeden etkilenmektedir. Ziraat alanlarının kayan malzemeden zarar görmemesi için kayan malzemenin yönünü değiştirebilecek yapıların inşa edilmesi gerekmektedir.

### 5.6. Akarsuların Kimyasal Özellikleri

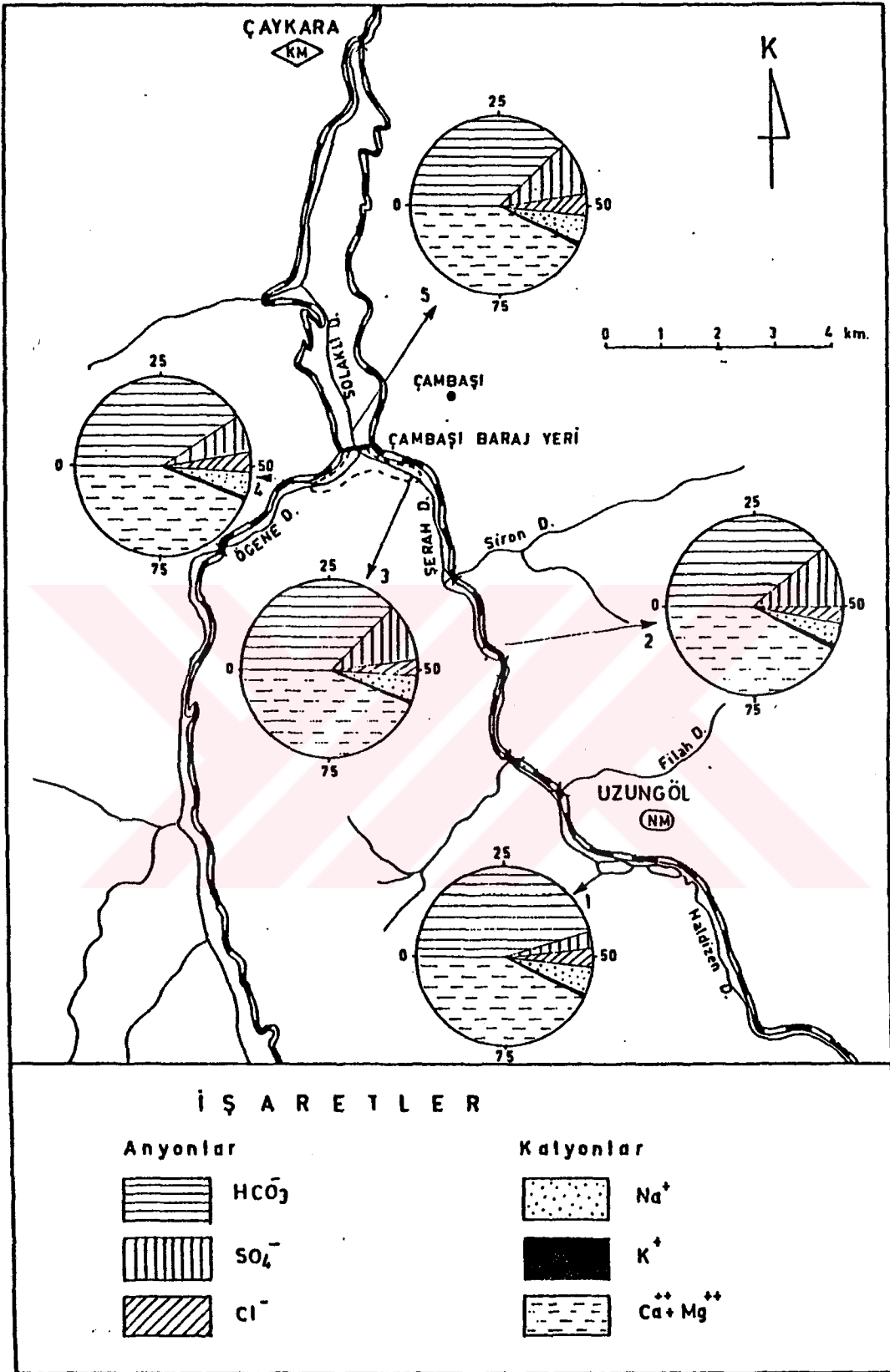
Daha önce de belirtildiği gibi, inceleme alanının en önemli akarsuyu, Şerah ve Ögene Derelerinin birleşmesinden oluşan Solaklı Deresi'dir. Akarsuların kimyasal özelliklerini belirleyebilmek amacıyla Solaklı Deresi ve kollarından



Şekil 5.4: SK-10 nolu sondajda yapılan standart penetrasyon deneyine ait derinlik-vuruş sayısı ilişkisi.

su örnekleri alınarak, KTÜ. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde, kimyasal analizleri yapılmış ve sonuçlar çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2'deki anyon ve katyon değerleri kullanılarak hazırlanan bölünmüş daire grafikleri şekil 5.5'te gösterilmiştir. Şekildeki grafikler incelendiğinde, akarsuların ana bileşenlerini çoğunlukla  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  ve  $\text{SO}_4^{--}$  iyonlarının oluşturdukları görülmektedir. Çizelge 5.2'de verilen diğer analiz sonuçlarına göre, akarsuların PH ları, 7,30-7,60; özgül elektriksel iletkenlikleri ( $E_c$ ),  $45-79 \times 10^6$  mikromho/cm; sodyum adsorbsiyon oranları (SAR), 0,09-0,13; sodyum iyonu yüzdeleri, 8,25-10,13; sertlikleri, 2,21-4,37  $F_r^O$  arasında değişmektedir.



Şekil 5.5: İnceleme alanından alınan su örneklerinin kimyasal analizlerine ilişkin bölünmüş daire grafikleri.

Çizelge 5.2: İnceleme alanı akarsularından alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları

Örnek No.	Anyonlar (Meq/lit)			Katyonlar (Meq/lit)				PH	Ec $\times 10^6$ (25°C)	SAR	% Na	Sertlik (Fr°)
	HCO $_3^-$	SO $_4^{2-}$	Cl $^-$	Na $^+$	K $^+$	Ca $^{++}$	Mg $^{++}$					
1	0,47	0,03	0,03	0,05	0,003	0,40	0,04	7,30	45	0,11	10,14	2,21
2	0,52	0,15	0,04	0,05	0,005	0,52	0,04	7,40	54	0,09	8,13	2,81
3	0,72	0,24	0,04	0,08	0,010	0,76	0,12	7,59	77	0,12	8,25	4,37
4	0,57	0,10	0,05	0,06	0,005	0,56	0,08	7,52	59	0,11	8,51	3,21
5	0,55	0,15	0,04	0,07	0,008	0,60	0,03	7,60	79	0,13	9,88	3,13

Şekil 5.5 incelendiğinde, Şerah Deresi suyundaki SO $_4^{2-}$  miktarının Haldizen ve Ügene Dere sularına göre biraz daha fazla olduğu görülmektedir. İnceleme alanı akarsularının drenaj alanlarında yer alan kayalarda bol miktarda pirit'in bulunuşu, akarsulardaki SO $_4^{2-}$ 'in pirit'ten kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir. Kayalardaki pirit'i çözen derin dolaşımli suların dere suyuna karışması, Şerah Deresi suyundaki SO $_4^{2-}$ 'in bir miktar artmasına neden olmuştur. Şerah Deresinin ana kollarından olan Filah ve Siron Derelerinin drenaj alanlarının yukarı kesimlerinde, demir tortu bırakan sızıntı şeklinde birkaç kaynağın bulunması bu görüşümüzü doğrulamaktadır.

Kimyasal analiz sonuçları, Çambaşı barajında toplanacak suların içilebilir nitelikte olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, suların gerek su-beton etkileşmesi, gerekse korozyon açısından herhangi bir sorun yaratmayacağı beklenmektedir.

## B Ö L Ü M 6

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 6.1. SONUÇLAR

Bu incelemede, Çambaşı barajı, iletim tüneli ve hidroelektrik santral yerleri ile Üzungöl-I regülatörü, iletim tüneli ve hidroelektrik santral yerlerindeki kayaların jeomekanik özellikleri, arazi ve laboratuvar çalışmalarısıyla araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1- İnceleme alanının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak 8 litostratigrafi birimi ayırtlanmış ve bunların stratigrafik ve petrografik özellikleri ortaya konmuştur. Ayırtlanan litostratigrafi birimlerinin alttan üste doğru sıralanımı şöyledir: Çambaşı Formasyonu, Ataköy Formasyonu, Taşkiran Granitoyidi, Çaykara Formasyonu (Hadi Üyesi, Şahinkaya Üyesi, Karona Üyesi), Lüger Travertenleri, Alüvyonlar ve Yamaç Döküntüleri.

2- Gattinger (1955-1962) tarafından inceleme alanının hemen hemen tamamında yüzeylendiği ileri sürülen ve Paleozoik yaşlı oldukları kabul edilen metamorfitlerin, Malm-Üst Kretase yaşlı volkano-tortul kayalar oldukları saptanmıştır.

3- İnceleme alanında inşası planlanan hidrolik yapı yer ve güzergahlarındaki kayaların Kaya Kalitesi Özelliği (RQD), çatlak ara uzaklığı ve açıklığı, çatlak ve fay zonlarındaki dolgu türü, çatlak yüzeylerinin pürüzlülüğü ve dalgalanma açıları gibi jeolojik özellikleri araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

a) Kaya Kalitesi Özelliği (RQD) açısından, Çambaşı barajı ve Çambaşı hidroelektrik santrali-II yerlerindeki metabazalt, Üzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoyid ve Çambaşı cebri boru-II güzergahındaki dasitlerin genellikle



"orta ve iyi kaliteli", Çambağı HES-I yeri ve Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazalt, Çambağı denge bacası-I ve II yerleri ile Çambağı cebri boru-I güzergahındaki desitler ise çoğunlukla "çok kötü ve kötü kaliteli kaya" sınıflarında yer almaktadırlar.

b) Kayalar, çatlak ara uzaklığına göre "sık çatlaklı", çatlak açıklığına göre ise çoğunlukla "orta ve geniş açıklıklı" dırlar

c) Çatlak ve fay zonu dolguları, genellikle montmorillonit türü kil mineralleri içermektedirler.

d) Çatlak yüzeyleri, çoğunlukla orta pürüzlü ve dalgalanmalı olup, dalgalanma açıları 3,5-9° arasında değişmektedir.

4- Çambağı baraj yerindeki metabazaltın fiziksel özelliklerinden indeks özellikleri, sertliği, boyuna elastik dalga hızı ve geçirgenliği; mekanik özelliklerinden nokta yük, çökme ve basınç dirençleri; elastik özelliklerinden dinamik ve statik elastisite modülleri ve poisson oranı, diğer hidrolik yapı yerlerindeki kayaların ise sertliği, nokta yük ve tek eksenli basınç dirençleri saptanmıştır. Saptanan bu özelliklere göre;

a) İndeks özellikleri göz önüne alındığında, metabazaltın düşük poroziteli ( $P=2,44\%$ ) ve az su emmeli ( $0,27\%$ ) olduğu,

b) Schmidt çekici geritepme sayısına göre, hidrolik yapı yer ve güzergahlarında bulunan ayrışmamış kayaların "sert ve çok sert kaya" sınıflarında, ayrışmış kayaların ise "yumuşak kaya" sınıfında yer aldığı,

c) Geçirgenlik katsayısı değerlerine göre, baraj temelini oluşturan metabazaltın  $33,99\%$ 'u geçirimsiz ve az geçirimli,  $62,45\%$ 'i yarı geçirimli ve geçirimli,  $3,56\%$ 'sı da geçirimli olduğu,

d) Tek eksenli basınç direnci ortalama değerleri göz önüne alındığında, baraj yerindeki metabazaltın çok yüksek dirençli, diğer hidrolik yapı yerlerindeki kayaların ise

yüksek dirençli oldukları,

e) Statik elastisite modülü ve tek eksenli basınç direnci değerlerine göre, metabazaltın yüksek ve çok yüksek dirençli-orta modül oranlı kaya sınıfında yer aldığı,

f) Laboratuvar deneyi sonuçlarına göre hesaplanan statik ve dinamik elastisite modüllerininin yaklaşık birbirine eşit olduğu,

g) Baraj temelini oluşturan metabazaltın fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri açısından izotrop kabul edilebileceği,

sonuçlarına varılmıştır.

5- Baraj yerindeki metabazaltlarda Schmidt çekici geritapma sayısı-hız, sertlik-basınç direnci, hız-basınç direnci, özgül ağırlık-basınç direnci, hız-statik elastisite modülü, nokta yük-basınç direnci, sertlik-nokta yük direnci, basınç direnci-dinamik elastisite modülü, çekme-basınç direnci arasında lineer artan, porozite-hız ve porozite-basınç direnci arasında ise lineer azalan ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır.

6- Baraj yerinde enjeksiyon sınırı derinliğinin, sol yamaç ve dere yatağında topoğrafya yüzeyinden itibaren düşey yönde ortalama 30 m, sağ yamaçta ise ortalama 10 m olduğu belirlenmiştir.

7- Baraj yerinde kazı sonucu oluşturulacak şevlere sağ yamaçta  $75^{\circ}$  ye, sol yamaçta ise  $85^{\circ}$  ye kadar eğim verildiğinde, herhangi bir stabilite sorunu ile karşılaşılmayacağı saptanmıştır.

8- Baraj tipi; topoğrafik koşullar, malzeme durumu, kazı şevlerinin stabilitesi ve temel kayasının jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri göz önüne alınarak araştırılmış ve en uygun baraj tipinin, beton ağırlık veya malzemenen ekonomi sağlamak için ağırlık kemer ya da kemer ağırlık olabileceği sonucuna varılmıştır.

9- Çambağı barajında depolanacak suyu denge bacasına taşımak üzere düşünülen iki alternatiften, iletim tüneli-II'nin açılmasının, aşağıda sıralanan nedenlerle, daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

a) İletim tüneli-I'in yüksek derecede ayrıışmış dasitler içrisindeki uzunluğu, iletim tüneli-II'ye göre daha fazladır.

b) İletim tüneli-I'in Ataköy Senklinali içinden geçişinde, yeraltısuyu ve aşırı sökülme ile karşılaşılabılır.

c) İletim tüneli-II, iletim tüneli-I'den 3200 m daha kısadır.

d) İletim tüneli-I, iletim tüneli II'ye göre daha çok dirsek yapmaktadır.

e) Çambağı iletim tüneli-I ve II güzergahları, denge bacası I ve II yerleri, cebriboru-I ve II güzergahları ve hidroelektrik santrali-I ve II yerlerindeki kayaçların jeomekanik özellikleri hemen hemen aynıdır.

10- İletim tünelleri güzergahlarında ve galerilerde Q sistemine göre yapılan tünel kayası sınıflamasında, ayrıışmamış kayaçların genellikle "zayıf, orta ve iyi kaya", yüksek derecede ayrıışmış kayaçlar ile çatlak ve fay zonlarının ise "çok zayıf kaya" sınıflarına girdikleri saptanmıştır. Ayrıca ayrıışmamış kayaçlarda açılacak tünellerin, çapı 6 m'ye kadar olanlarının desteğe gereksinimleri olmadıkları, yüksek derecede ayrıışmış kayaçlarda açılacak tünellerin ise her çapta kesinlikle desteklenmeleri gerektiği ortaya konmuştur.

11- a) İnceleme alanında, hidrolik yapı yerlerini etkileyebilecek boyutlarda heyelan bulunmadığı, baraj gölünün su ile dolmasından sonra arenalaşmış granitoid ve yamaç döküntüleri içrisinde oluşabilecek küçük boyutlu heyelanların, baraj için tehlikeli olmayacağı belirlenmiştir.

b) Çaykara güneyinde yer alan Şahinkaya ve Eğridere köyleri çevresinde, yüksek derecede ayrıışmış dasitlerin ve yamaç döküntülerinin yüzeylendiği alanların, olası heyelan alanları olduğu sonucuna varılmıştır.

c) Çalışma alanındaki en büyük heyelanın, spilitleşmiş bazaltlar içinde meydana gelen Karestel Yaylası paleo heyelanı olduğu; heyelan sonucu kayan malzemenin Şerah (Haldizen) Deresi vadisini tıkayarak Uzungöl olarak adlandırılan bir göl oluşturduğu; iri bloktan kile kadar değişen boyutlardaki malzemenin karışımından oluşan heyelan malzemesi kalınlığının kesin olarak saptanamadığı, ancak sondaj verilerine göre maksimum kalınlığın 38-50 m'den daha fazla olduğu; heyelan malzemesinin ortalama geçirgenlik katsayısının  $3,2 \times 10^{-4}$  cm/sn, taşıma gücünün ise  $1,4 \text{ kg/cm}^2$  olduğu saptanmıştır.

12- Solaklı Deresi ve kollarındaki suların, kimyasal analiz sonuçlarına göre, içme suyu olarak bile kullanılabilir nitelikte oldukları belirlenmiş ve su-beton etkileşmesi yönünden bir sorun çıkarmayacakları sonucuna varılmıştır.

## 6.2. ÖNERİLER

Yapılan araştırmalar sonucunda, Çambaşı barajı ve Uzungöl regülatör yerleri ile iletim tünelleri, güzergahlarında ve denge bacaları yerlerinde, veri eksikliği nedeniyle tam olarak aydınlatılamamış bir takım sorunlar bulunduğu saptanmıştır. Bu sorunlar ve çözümlerine ilişkin önerilerimiz şunlardır:

a) Çambaşı baraj yerinde, SK-5 nolu sondajda izlenen fay zonunun kesin konumunu saptayabilmek için ek sondajlar yapılması gerekmektedir. Ek sondajların SK-4 ile SK-5 nolu sondajları birleştiren hattın ortasında (dere yatağında) ve SK-4 ile SK-3 nolu sondajları birleştiren hattın, SK-4 nolu sondajdan itibaren 20 metresinde düşey olarak açılmalı ve derinlikleri 80 m'den az olmamalıdır.

b) Uzungöl regülatör yerindeki heyelan malzemesi, geçirimli olduğundan enjeksiyon ile geçirimsiz hale getirilmesi gerekmektedir. Ancak, enjeksiyon derinliğinin saptanabilmesi için regülatör yerinde ilave sondajlar açılmalı ve bu sondajlarda basınçlı su deneyleri yapılmalıdır.

c) Uzungöl ve Çambaşı iletim tüneli güzergahlarında yer alan kayalar yüzeyde genellikle ayrışmış olup, yer yer yamaç döküntüsü, yer yer de yoğun bitki örtüsü ile kaplıdır. Bu nedenle, anılan güzergahlardaki kayaların özellikleri ayrıntılı olarak saptanamamıştır. İletim tüneli güzergahlarındaki kayaların tünel düzeyindeki gerekli özelliklerini saptayabilmek için, güzergahlarda örtü kalınlığının az olduğu yerlerde (örneğin vadi tabanlarında) sondajlar açılmalıdır.

d) Uzungöl iletim tüneline ait denge bacası yerindeki granitoid yüzeyde tamamen ayrışmış olduğundan, granitoidin jeomekanik özelliklerine ilişkin herhangi bir veri elde edilememiştir. Denge bacası yerindeki granitoidin jeomekanik özelliklerini saptayabilmek için, denge bacası yerinde, derinliği en az planlanan denge bacası derinliği kadar olacak, bir sondaj açılmalıdır.

e) Çambaşı iletim tüneli-II'ye ait denge bacası-II yerindeki kayaların sondaj verilerine göre çok çatlaklı ve yüksek derecede ayrışmış oldukları belirlenmiştir. Dolayısıyla, bu kayaların jeomekanik özellikleri ayrıntılı olarak saptanamamıştır. Belirtilen özelliklerin daha ayrıntılı olarak saptanabilmesi için denge bacası-II yerinde, denge bacasının planlanan derinliğinde geniş çaplı bir kuyu açılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Albayrak, Z. (1975). Temel sondajlarında yapılan permeabilite testleri hakkında genel bilgiler. DSİ. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Altınlı, İ.E. (1970). İkizdere granit karmaşığı. İÜ. Fen Fak. Mec.Seri B, Cilt XXXV, İstanbul.
- Aslaner, M. (1983). Kor ve Kor Kırıntılı Kayaçlar. KÜ. Müh. Mim.Fak. Genel yayın no: 23, Trabzon.
- Atalay, C. (1982). Of-Solaklı Projesi Uzungöl-I ünitesi Mühendislik Jeolojisi raporu (yayınlanmamış). DSİ. XXII. Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Ataman, T. (1982). Kaya Mekaniğine Giriş. ODTÜ. Mühendislik Fak.yayın no: 69, Ankara.
- Attawell, P.M. and Farmer, İ.W. (1976). Principles of Engineering Geology. Chapman and Hall, London.
- Aufmuth, R.E. (1974). A sistematic determination of engineering criteria for rock. Bull.Ass.Engng.Geol.11, 235-245.
- Balta, H. ve Atalay, C. (1979). Doğu Karadeniz Havzası, Of-Solaklı Projesi Mühendislik Jeolojisi Ön İnceleme Raporu (yayınlanmamış). DSİ. XXII. Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Barton, N. and Choubey, V. (1976). The shear strength of rock joints in theory and practice. Rock Mech. o/297 pp.236-271.
- Barton, R.L., Lien, R. and Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Nörwegian geotechnical institute publications, Nr: 106.
- Bayazit, M. (1981). Hidrojeolojide İstatistik Yöntemler. İTÜ. Kütüphanesi sayı: 1197, İstanbul.
- Bernaix, J. (1968). New laboratory methods of studying the mechanical prooperties of rocks. Int.J.Rock.Mech.Min. Sci.6, pp.43-90.
- Bieniawski, Z.T. (1973). Engineering classification of jointed rock masses. The Civil Engineering in S.Africa, Dec. pp. 335-343.
- Bieniawski, Z.T. (1974). Geomechanics classification of rock masses and its application in tunneling. Proc.3<sup>rd</sup> ISRM Cong. Denver 2A, 27-32.

- Bieniawski, Z.T. (1975). The point load test in geomechanical practice. *Engineering Geol.* 9, 1-11.
- Bieniawski, Z.T. (1976). Rock mass classification in rock engineering. Proceedings of the Symposium on Exploration for Rock Engineering, 97-106, Johannesburg.
- Billings, M.P. (1972). Structural Geology. Third edition Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bingöl, E. (1974). *Magmatik kayaçlar petrolojisi*. MTA. Eğitim serisi no: 9, Ankara.
- Broch, E. and Franklin, J.A. (1972). The point-Load strength test. *Int.Jl.Rock Mech.Min.Sci.* Vol.9, pp.569-597.
- Brook, N. (1977). A method of overcoming both shape and size effects in point load testing. *Proc.Conf.Rock.Engng.Univ.* Newcastle, pp.53-70, Br.Geotechnical Soc., London.
- Bureau of Reclamation. (1951). Permeability tests using drill holes and wells. *Geology Report no:G-97*, Denver.
- Burland, B.J. and Lord, A.J. (1970). The load-deformation behaviour of middle chalk at Mundford, Norfolk: A comparison between full-scale performance and in-situ and laboratory measurements. *British Geotech.Soc.*, London.
- Creager, W.P., Justin, J.D. and Hinds, J. (1966). Engineering for dams. Vol I. John Wiley and Sons., New York.
- Çoğulu, E. (1975). Gümüşhane ve Rize bölgelerinde petrolojik ve jeokronometrik araştırmalar. İTÜ. kütüphanesi sayı: 1034, İstanbul.
- Çoğulu, E. (1976). Petrografi ve Petroloji. İTÜ.Müh.-Mim.Fak. yayın no: 111, İstanbul.
- Çoğulu, E. (1977). Metamorfik Kayaçların Oluşumu (Winkler, F.G.H. dan çeviri). İTÜ.Müh.-Mim.Fak.yayın no: 118, İstanbul.
- Dearman, W.R. (1974). The characterization of rock for civil Engineering practice in Britain. *Centerraire de la Société Geologique Colloque Geologie de l'ingénieur*, 1-75, Liege.
- Deer, D.U. (1963). Technical description of rock cores for engineering purpose. *Rock Mech. and Engng.Geol.* 1, pp. 16-22
- Deer, D.U. (1968). Geological considerations. *Rock Mech. in Engng.Practice* Wiley, pp.1-20, London.

- DSİ.XXII. Bölge Müdürlüğü. (1981). Doğu Karadeniz Havzası istikşaf raporu (yayınlanmamış). Cilt: I-II-III, Trabzon.
- DSİ.XXII. Bölge Müdürlüğü. (1984). Of-Solaklı projesi, Çambaşı barajı Mühendislik Jeolojisi planlama raporu (yayınlanmamış), Trabzon.
- Erguvanlı, K. (1980). Kayaçların sertlikleri, septama yöntemleri ve mühendislikte önemi. Müh.Jeol.Bül. sayı: 3, s.2-6, İstanbul.
- Erguvanlı, K. (1982). Mühendislik Jeolojisi. İTÜ. Kütüphanesi, sayı: 1227, İstanbul.
- EİE. (1984). Tünelcilik semineri. EİE. Genel Müdürlüğü yayın no: 84-20, Ankara.
- EİE. (1985). Hidroelektrik enerji sempozyumu tebligleri. EİE. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erkan, Y. (1978). Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmeleri. HU. yayınları A 26, Ankara.
- Eroskay, O.S. (1971). Laleli-Tosköy derivasyon tünelinin Mühendislik Jeolojisi incelemesi (Doğ. Tezi), İÜFF, İstanbul.
- Ertunç, A. (1980). Çoruh Havzası olası baraj yerleri, göl alanları ve tünel güzergahlarının Mühendislik Jeolojisi incelemesi. EİE. yayın no: 80-59, Ankara.
- Freeze, R.A. and Chery, J.A. (1979). Groundwater. Prentice-Hall, Inc.Englewood. Clifs, New Jersey.
- Gattinger, T.E. (1956). Trabzon, Rize, Gümüşhane, Erzurum, Artvin ve Kars vilayetlerinin bulunduğu sahadaki Doğu Pontidlerde yapılan jeolojik löve. ikmal ve revizyon çalışmaları hakkında rapor. MTA. derleme rapor no: 2380, Ankara.
- Gattinger, T.E. (1962). 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Trabzon paftası. MTA, Ankara.
- Gedikoğlu, A. (1978). Harsit granit karmaşığı ve çevre kayaları (Doğentlik Tezi) KTÜ., Trabzon.
- Goodman, E.R. (1980). Introduction Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York.
- Gürtan, K. (1982). İstatistik ve Araştırma Metodları. İÜ. yayın no: 2941, İstanbul.
- Guidicini, G., Nieble, C.M. and Cornides, A.T. (1973). Analysis of point load test as a method for preliminary Geotechnical classification of rock. Bull.Int.Assoc.Eng. Geol.7, pp.37-52.



- Hasselström, B., Rahm, L. and Scherman, K.A. (1964). Methods for the determination of the physical and mechanical properties of rock. Proc. 8<sup>th</sup> Int.Cong. on Large Dams, vol.1, pp.611-626, Edinburg.
- Hinds, J., Creager, W.P. and Justin, J.D. (1964). Engineering For Dams. Vol II, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Hobbs, D.W. (1963). A simple method for Assessing the uniaxial compressive strength of rock. Int.Jl.Rock.Mech.Min.Sci. 1, pp.5-15.
- Hobbs, D.W. (1964). The Tensile strength of rocks. Int.Jl. Rock Mech.Min.Sci.1, pp.385-396.
- Hoek, E. (1964). Fracture of anisotropic rock.Jl.S.Afr.Inst. Min.Metall., 64, pp.501-518.
- Hoek, E. and Bieniawski, Z.T. (1965). Brittle fracture propagation in rock under compression. Int.J.Fracture Mech. vol.1, pp.137-155.
- Hoek, E. and Bray, J.M. (1977). Rock Slope Engineering. The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Hucka, V. (1965). A rapid method of Determining the strength of rock in situ. Int.Jl.Rock Mech.Min.Sci.vol. 12, pp. 127-134.
- Hudson, A.J. and Priest, S.D. (1979). Discontinuities and rock mass geometry. Int.J.Rock Mech.Min.Sci.and Geomech. Abstr. vol.16, pp.339-362.
- Hudson, A.J. and Priest, S.D. (1983). Discontinuity frequency in rock masses. Int.J.Dock Mech.Min.Sci. and Geomech. Abstr. vol.20, pp.73-89.
- Ikeda, K. (1970). A classification of rock conditions for tunneling. Proc.1<sup>st</sup> Cong.Int.Cong. of Eng.Geol.Comite Franceis de Geologie de l'ingennieur, pp. 1258-1265, Paris.
- Illiev, I.G. (1967). An attempt to estimate the degree of weathering of intrusive rocks from their physicomachanical properties.Proc.1<sup>st</sup> Cong.Int.Soc.Rock Mech., 109-114, Lisbon.
- Jeager, J.C. (1959). The frictional properties of joints in rock.Geojis.Pura Apl.vol.43, pp.148-158.
- Jeager, J.C. (1963). Behaviour of closely jointed rock. Proc. 5<sup>th</sup> Symp. Rock Mech.Minesoto 57-68, New York.
- Jeager, J.C. and Cook, N.G.W. (1976). Fundamentals of rock Mechanics. Chapman and Hall, London.

- Judd, R.W. and Huber, C. (1962). Corelation of rock properties by statistical methods. Int.Symp.Mining research, pp.621-648, Rola Missouri.
- Ketin, İ. (1977). Genel Jeoloji. Cilt-I, İTÜ. Kütüphanesi sayı: 1096, İstanbul.
- Kızılkaya, T. ve Yergül, Ü. (1979). Su Yapıları. Milli Eğitim Bakanlığı Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları no: 24, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Kronberg, P. (1970). Doğu Karadeniz Dağlarının (Kuzeydoğu Türkiye) tektoniği üzerinde fotojeolojik veriler. MTA. Derg. sayı: 74, Ankara.
- Lama, R.D. and Vutukuri, V.S. (1978). Handbook on Mechanical Properties of Rocks. Vol.II, III and IV. Trans Tech Publication. Clausthal, Germany.
- Mackenzie, R.C. (1970). Differential Thermal Analysis. Academic Press, London.
- Mogilevskaya, E.S. (1974). Morphology of joint surfaces in rock and its importance for engineering geological examination of dam foundations. The all-Union Scientific Research Institute of hydraulic engineering (VNIIG), Leningrad.
- MTA. (1986). Stratigrafi sınıflama ve adlama kuralları. Türkiye Stratigrafi komitesi, MTA., Ankara.
- Onaran, K. ve Erman, B. (1978). Malzemelerin Yapı ve Özellikleri. Cilt III, İTÜ. Kütüphanesi sayı: 1119, İstanbul.
- Önalp, A. (1982). İnşaat Mühendislerine Geoteknik Bilgisi. Cilt I ve II. KTÜ. yayın no: 187, Trabzon.
- Öngür, T. (1976). Parçalı volkanik kayaların sınıflaması. Yeryuvarı ve İnsan. Cilt-I, sayı: 1, Ankara.
- Özsayar, T. Pelin, S. ve Gedikoğlu, A. (1981). Doğu Pontid-lerde Kretase. KTÜ. Yerbilimleri derg.Jeol.Cilt I, sayı: 2, Trabzon.
- Özgür, C. ve Baysal, K. (1969). Hidroelektrik Tesisler. İTÜ. kütüphanesi sayı: 772, İstanbul.
- Piteau, R.D. (1973). Characterizing and extrapolating rock joint properties in engineering practice. Rock Mech. suppl. 2, 5-31.
- Priest, S.D. and Hudson, A.J. (1976). Discontinuity spacing in rock. Int.J.Rock Mech.Min.Sci. and Geomech.Abstr. Vol.13, pp.135-148.

- Priest, S.D. and Hudson, A.J. (1981). Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline survey. *Int.J.Rock Mech.Min.Sci. and Geomech.Abstr.Vol.18*, pp. 183-197.
- Sağıroğlu, G. ve oğulu, E. (1973). Polarizan Mikroskopta Minerallerin Tayini. İTÜ. kütüphanesi sayı: 871, İstanbul.
- Stowe, R.L. (1971). Comparison of in-situ and laboratory test on granite. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. P.C.71-1, ADA 029818, Mississippi.
- Szlavin, J. (1974). Relationship between some physical properties of rock determined by laboratory tests. *Int.J.Rock Mech.Min.Sci. and Geomech.Abstr.Vol.11*, pp.107-113.
- Taner, M.F. (1976). Etude Géologique Et Pétrographique De La Région de Güneyce-İkizdere, Située Au Sud De Rize (Pentides Orientales, Turquie). Thèse De l'Université De Genève, no.1788.
- Tanrıverdi, İ. (1970). Kaya Mekaniği ve İnşaat İşlerinde Tatbikati. (Talobre.J'den çeviri). Mars Matbaası, Ankara.
- Tarhan, F. (1976). Tokat-Zile Alsancak baraj yeri ve göl alanının mühendislik jeolojisi. KTÜ. yayını, Trabzon.
- Tarhan, F. (1981). Artvin baraj yerinde nokta yük aleti ile bir uygulama. KTÜ. Yer Bilimleri derg. Cilt I, sayı:2, Trabzon.
- Tarhan, F. (1982). Artvin granitinin mühendislik jeolojisi ve baraj yeri olma açısından irdelenmesi (Doğentlik tezi). KTÜ Yer Bilimleri Fak., Trabzon.
- Tarhan, F. (1987). Artvin granitinin baraj tipi seçimine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Isparta Müh.Fak.Derg. sayı:3, no: 3, Isparta.
- Tarhan, F. (1988). Mühendislik Jeolojisi Prensipleri (baskıda). KTÜ. yayını, Trabzon.
- Thomas, H.H. (1976). The Engineering of Large Dams. Part I-II. John Wiley and Sons, London.
- Toğrol, E. (1969). Kaya ve zeminlerden numune alma ve arazi deneyleri sempozyumu. No: 4, İTÜ. Zemin Mekaniği Araştırma Kurumu, İstanbul.
- TSE. (1975). Kayağların tek eksenli basma dayanımlarının tayini. UDK 622.02, Ankara.
- TSE. (1975). Kayağların elastisite modülünün ve Poisson oranının tek eksenli basma deneyi ile tayini. UDK 622.02, Ankara.

- TSE. (1975). Kayaçların üç eksenli basma dayanımlarının tayini. UDK 622.02, Ankara.
- TSE. (1976). İstatistik terim ve sembolleri. UDK. 519:620. 113:001.4, Ankara.
- TSE. (1977). İstatistik test sonuçlarının istatistiksel yorumu-ortalamanın tahmini-güven aralığı. UDK.519.25:620.113, Ankara.
- TSE. (1978). Doğal yapı taşlarının muayene ve deney metodları. UDK.691.2, Ankara.
- TSE. (1979). Jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan simgeler. Kaya türlerinin gösterilmesine ilişkin genel kurallar. UDK.526.89:003.62, Ankara.
- TSE. (1979). Jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan simgeler-tortul kayaçların gösterilmesi. UDC. 526.89:003.62, Ankara.
- TSE. (1979). Jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan simgeler-magmatik kayaçların gösterilmesi. UDC.526.89:003.62, Ankara.
- TSE. (1984). Jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan semboller-metamorfik kayaçların gösterilmesi. UDK.528.94:552.4:003.62, Ankara.
- Türk, N. and Dearman, W.R. (1985). Improvements in the determination of the point load strengt. Bulletin of the International Association of Engineering geology. no: 31, Paris.
- Türk, N. (1986). Nokta yükleme deneyi sonuçlarını değerlendirmek için önerilen yeni bir yöntem. Mühendislik Jeol. bült. sayı: 8, İstanbul.
- Vutukuri, V.S., Lama, D.R. and Saluja, S.S. (1974). Handbook on Mechanical Properties of Rocks. Vol-I, Trans Tech. publications. clausthal, Germany.
- Wahlstrom, E.E. (1974). Dams, Dam Foundations and Reservoir Sites. Elsevier Scientific publishing Company. Amsterdam.
- Wallace, G.B. and Olsen, O.J. (1965), Foundation testing techniques for arch dams and underground powerplants. Testing techniques for rock Mech. ASTM no: 402.
- Walsh, J.B. and Brace, W.F. (1966). Cracks and pores in rocks. Proc.1<sup>st</sup> Cong. Int.Soc.Rock Mech., Lisbon.
- Walters, S.C.R. (1971). Dam Geology. Butterworths, London.

- Yılmaz, İ. (1977). Çaykara granitlerinin petrojenetik ve jeokronometrik etüdü. Tübitak Doğa Bilim Derg. sayı: 2, Cilt I, Ankara.
- Youash, Y.Y. (1970). Dynamic physical properties of rock. Part-I, theory and procedure. Proc.2nd Cong.Int.Soc. Rock Mech. pp.171-183, Belgrade.
- Yüzer, E. (1969). Kayalar üzerinde yapılan kırılma deneyleri hakkında. TJK. Bülteni Cilt-XII, sayı:1-2, Ankara.
- Yüzer, E. (1971). Marmara adası mermerlerinin mühendislik jeolojisi ve anizotropik özelliklerinin araştırılması (Doçentlik Tezi). İTÜ. Maden Fak., İstanbul.
- Yüzer, E. ve Zambak, C. (1974). Jeolojide Deneysel Kaya Mekaniği. İTÜ. yayını, sayı: 998, İstanbul.
- Yüzer, E. ve Vardar, M. (1986). Kaya Mekaniği. İTÜ. Vakfı Kitap Yayınları no: 11, İstanbul.
- Zaruba, Q. and Mencl, V. (1976). Engineering Geology, Elsevier, Amsterdam.

E K L E R



Çizelge A.1: Metabazalıtta kaya bloklarından çıkarılan karot örnekleri üzerinde yapılan deneylerin sonuçları.

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler						Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik özellikler						
	W <sub>k</sub> gr	W <sub>d</sub> gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	t <sub>k</sub> sn	t <sub>d</sub> sn	HIZ v <sub>1k</sub> m/sn	v <sub>1d</sub> m/sn	σ <sub>b</sub> kg/cm <sup>2</sup>	σ <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>axial</sub> <sup>105</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>axial</sub> <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν
1A 1	129,96	130,03	3,1	6,20	46,80		2,78	2,78	0,97	2,55	0,05	0,15	5,85		13	13	4769	4769	-	246	6,40	6,40	
2	128,49	128,65	3,1	6,23	47,02		2,73	2,74	0,96	4,12	0,12	0,34	9,25		13	12	4792	5192	2332	-	6,36	7,47	
3	131,28	131,51	3,1	6,24	47,10		2,79	2,79	0,98	2,20	0,17	0,49	22,44		13	13	4800	4800	-	215	6,51	6,52	
4	135,88	136,29	3,1	6,21	46,87		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	115,16	115,37	3,1	5,59	42,19		2,73	2,73	0,96	4,23	0,18	0,50	11,77		13	13	4300	4300	-	237	5,11	5,11	
6	121,62	121,70	3,1	5,70	43,02		2,83	2,83	0,99	0,81	0,07	0,19	22,98		12	12	4750	4750	-	249	6,46	6,47	
7	129,85	129,91	3,1	6,20	46,80	2,85	2,77	2,78	0,97	2,64	0,05	0,13	4,86	51	13	13	4769	4769	2215	-	6,39	6,40	
8	129,85	129,91	3,1	6,20	46,80	2,85	2,77	2,78	0,97	2,64	0,05	0,13	4,86		13	12	4769	5167	2428	-	6,39	7,51	
9	129,94	130,09	3,1	6,19	46,72		2,78	2,78	0,98	2,41	0,11	0,32	13,31		13	13	4762	4762	2189	-	6,39	6,40	
10	135,34	135,58	3,1	6,22	46,95		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	135,00	135,10	3,1	6,23	47,02		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	142,96	143,30	3,1	6,21	46,87		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	130,87	131,06	3,1	6,18	46,64		2,81	2,81	0,98	1,55	0,15	0,41	26,19		13	13	4754	4754	-	265	6,42	6,43	
14	120,43	120,52	3,1	5,76	43,47		2,77	2,77	0,97	2,80	0,07	0,21	7,39		13	12	4431	4800	2255	-	5,51	6,47	
1B 1	134,10	134,20	3,1	6,24	47,02		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	130,36	130,66	3,1	6,16	46,49		2,80	2,81	0,98	1,75	0,23	0,64	36,80		13	13	4738	4738	2337	-	6,38	6,38	
3	131,04	131,25	3,1	6,14	46,34	2,85	2,83	2,83	0,99	0,70	0,16	0,45	64,68	53	13	12	4723	5117	2095	-	6,39	7,49	
4	132,37	132,67	3,1	6,21	46,87		2,82	2,83	0,99	1,05	0,23	0,65	61,77		13	13	4777	4777	-	-	6,53	6,53	
5	129,94	130,09	3,1	6,19	46,72		2,78	2,78	0,98	2,41	0,12	0,32	13,31		13	13	4762	4762	2199	-	6,39	6,40	
2B 1	128,79	129,06	3,1	6,21	46,87	2,83	2,75	2,75	0,97	2,91	0,21	0,58	19,82	56	13	13	4777	4777	-	269	6,35	6,37	

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	HIZ vлк m/sn	vld m/sn	Cp kg/cm <sup>2</sup>	σc kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>ax</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>ax</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν	
2B	2	129,65	130,00	3,1	6,19	46,72		2,77	2,78	0,98	1,94	0,27	0,75	38,57	13	12	4762	5158	-	258	6,37	7,50			
3	124,32	124,74	3,1	6,03	45,51		2,73	2,74	0,96	3,48	0,34	0,92	26,53	13	12	4638	5025	-	-	5,95	7,01				
4	130,50	130,75	3,1	6,19	46,72	2,83	2,79	2,80	0,99	1,30	0,19	0,53	41,18	56	13	4762	4762	-	246	6,42	6,43				
5	130,48	130,76	3,1	6,23	47,02		2,77	2,78	0,98	1,95	0,21	0,59	30,57	13	12	4792	5192	-	-	6,46	7,59				
6	129,48	129,68	3,1	6,20	46,80		2,77	2,77	0,98	2,23	0,15	0,43	19,18	13	13	4769	4769	2685	-	6,38	6,39				
7	130,66	131,28	3,1	6,20	46,80		2,79	2,81	0,99	1,41	0,48	1,34	94,77	13	12	4769	5167	2790	-	6,43	7,59				
8	205,07	205,37	3,1	9,51	71,78		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	130,92	131,15	3,1	6,25	47,17		2,77	2,78	0,98	1,93	0,18	0,49	25,23	13	12	4808	5208	2847	-	6,50	7,64				
3C	1	132,28	132,43	3,1	6,17	46,57		2,84	2,84	0,96	4,04	0,11	0,32	7,89	13	12	4746	5142	-	240	6,48	7,62			
2	140,12	140,25	3,1	6,20	46,80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	138,47	138,82	3,1	6,24	47,10		2,95	2,95	0,99	0,46	0,04	0,12	23,18	13	13	4800	4800	-	251	6,88	6,88				
4	133,24	133,34	3,1	6,10	46,04		2,89	2,90	0,98	2,23	0,08	0,11	9,73	13	12	4692	5083	2700	-	6,45	7,58				
5	144,43	144,57	3,1	6,21	46,87		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	131,11	131,22	3,1	6,20	46,80		2,80	2,80	0,95	5,36	0,08	0,23	4,40	13	13	4769	4769	-	-	6,46	6,46				
7	138,77	138,77	3,1	6,22	46,95		2,96	2,96	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	13	4785	4785	-	232	6,85	6,85				
8	133,97	134,05	3,1	6,22	46,95		2,85	2,86	0,96	3,59	0,06	0,17	4,74	13	13	4785	4785	-	-	6,62	6,62				
9	138,08	138,08	3,1	6,17	46,57	2,96	2,96	2,96	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55	12	12	4746	4746	-	265	6,73	6,73			
10	140,24	140,41	3,1	6,17	46,57		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	137,63	137,76	3,1	6,22	46,95		2,93	2,93	0,99	0,96	0,09	0,28	28,89	13	12	4785	5183	2660	-	6,80	7,99				
12	258,13	258,56	3,1	11,88	89,67		2,88	2,88	0,97	2,74	0,17	0,48	17,47	24	23	4950	5165	2775	-	7,15	7,79				





Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler					
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	HIZ v/k m/sn	v/d m/sn	σb kg/cm <sup>2</sup>	σç kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>d</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν			
4B 3	142,82	143,23	3,1	6,24	47,10																					
4	135,19	135,42	3,1	6,13	46,27		2,92	2,93	0,98	2,28	0,17	0,50	21,84		13	12	4715	5108	2729		6,58	7,74				
5	244,73	244,95	3,8	7,60	86,19	2,99	2,84	2,84	0,95	5,04	0,09	0,26	5,06		16	16	4750	4750		232	6,49	6,50				
6	267,46	268,04	3,8	7,62	86,42									57					2672							
7	268,97	269,41	3,8	7,62	86,42																					
8	269,41	269,41	3,8	7,58	85,97		2,99	2,99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		15	15	5053	5053		265	7,33	7,33				
9	243,77	244,61	3,8	7,23	82,00																					
10	248,86	249,16	3,8	7,60	86,19		2,89	2,89	0,97	3,34	0,12	0,35	10,13		16	15	4750	5066		247	6,60	7,52				
5A 1	126,33	126,50	3,1	5,75	43,40																					
2	134,93	135,12	3,1	6,16	46,49		2,90	2,91	0,99	0,61	0,14	0,41	56,71		13	13	4738	4738	2708	257	6,60	6,61				
3	137,05	137,23	3,1	6,16	46,49																					
4	142,74	142,95	3,1	6,14	46,34																					
5	135,37	135,41	3,1	6,17	46,57	2,92	2,91	2,91	0,99	0,45	0,03	0,08	19,09	50	13	12	4746	5142	2605		6,63	7,79				
6	228,15	228,29	3,8	6,99	79,16		2,88	2,88	0,96	3,61	0,06	0,18	4,90		15	15	4653	4653		243	6,32	6,33				
7	245,02	245,23	3,8	7,51	85,17		2,88	2,88	0,98	1,48	0,08	0,25	16,65		16	16	4694	4694		228	6,42	6,43				
8	243,14	243,45	3,8	7,52	85,29		2,85	2,85	0,98	2,37	0,13	0,36	15,36		16	16	4700	4700	2560		6,38	6,39				
9	249,90	250,28	3,8	7,51	85,17																					
10	243,99	244,21	3,8	7,50	85,06		2,87	2,87	0,98	1,76	0,09	0,26	14,66		16	15	4687	5000	2550		6,38	7,27				
5B 1	133,42	133,51	3,1	6,24	47,02		2,84	2,84	0,97	2,83	0,07	0,19	6,76		13	13	4792	4792	2572		6,60	6,61				
2	133,70	133,85	3,1	6,19	46,72	2,92	2,86	2,86	0,98	1,99	0,11	0,32	16,09	54	14	13	4421	4762		236	5,67	6,58				

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler													
	Denej örneği ile ilgili veriler										HIZ													
	Wk gr	Wd gr	D cm	M cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δm gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	v1k m/sn	v1d m/sn	σb kg/cm <sup>2</sup>	σc kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	v	
5B 3	133,00	133,09	3,1	6,14	46,34		2,87	2,87	0,98	1,71	0,07	0,19	11,32		13	13	4723	4723	2615	-	6,49	6,49		
4	135,69	135,75	3,1	6,22	46,95		2,89	2,89	0,99	1,02	0,04	0,13	12,57		14	13	4443	4785	-	270	5,78	6,71		
5	246,92	247,19	3,8	7,59	86,08	2,92	2,87	2,87	0,98	1,76	0,11	0,31	11,79	54	16	15	4744	5060	-	-	6,54	7,45		
6	247,20	247,42	3,8	7,57	85,85		2,88	2,88	0,99	1,39	0,09	0,26	18,41		16	15	4731	5047	2542	-	6,53	7,44		
7	246,54	246,84	3,8	7,54	85,51		2,88	2,89	0,99	1,26	0,12	0,35	27,76		17	16	4435	4712	-	241	5,75	6,49		
5C 1	241,20	241,64	3,8	7,48	84,83		2,84	2,85	0,97	2,63	0,18	0,52	19,74		17	15	4400	4987	-	252	5,58	7,18		
2	243,61	243,97	3,8	7,54	85,51		2,85	2,85	0,98	2,44	0,15	0,42	17,27	54	16	15	4712	5027	-	231	6,41	7,30		
3	240,26	240,62	3,8	7,53	85,40	2,92	2,81	2,82	0,96	3,65	0,15	0,42	11,55		15	15	5020	5020	2319	-	7,18	7,19	6,70	-
4	247,74	248,05	3,8	7,56	85,74		2,89	2,89	0,99	1,05	0,21	0,36	34,75		13	13	4754	4754	-	226	6,53	7,44		
6A 1	133,18	133,53	3,1	6,18	46,64		2,86	2,86	0,98	1,88	0,26	0,75	39,85		13	13	4754	4754	2200	-	6,54	6,55		
2	135,29	135,29	3,1	6,16	46,49		2,91	2,91	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	13	4738	4738	-	223	6,62	6,62		
3	134,12	134,19	3,1	6,23	47,02		2,85	2,85	0,98	1,98	0,05	0,15	7,50		14	13	4450	4792	2302	-	5,72	6,64		
4	131,53	131,79	3,1	6,10	46,04		2,85	2,86	0,98	1,83	0,19	0,56	30,89		13	13	4692	4692	-	251	5,49	6,38		
5	238,09	238,40	3,8	7,51	85,17	2,91	2,79	2,80	0,96	3,94	0,13	0,36	9,24	50	17	17	4418	4418	-	236	4,93	5,53		
6	244,02	244,28	3,8	7,54	85,51		2,85	2,86	0,98	1,94	0,11	0,30	15,69		17	15	4435	5027	2451	-	5,69	7,31		
7	233,30	233,53	3,8	7,54	85,51		2,73	2,73	0,94	6,25	0,09	0,27	4,30		17	16	4435	4712	2520	-	5,44	6,14		
8	244,69	245,13	3,8	7,52	85,29		2,87	2,87	0,99	1,40	0,17	0,52	36,68		15	15	5013	5013	2478	-	7,30	7,30	6,50	
9	244,34	244,75	3,8	7,50	85,06		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6B 1	132,48	132,69	3,1	6,16	46,49	2,91	2,85	2,85	0,98	2,08	0,16	0,45	21,70	53	13	13	4738	4738	2401	-	5,59	6,49		
2	130,28	130,42	3,1	6,18	46,64		2,79	2,80	0,96	4,02	0,11	0,30	7,47		13	12	4754	5150	-	223	5,71	7,51		

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	M cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δm gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	HIZ		σ <sub>b</sub> kg/cm <sup>2</sup>	σ <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>g</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>d</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>h</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν	
																	v <sub>lk</sub> m/sn	v <sub>ld</sub> m/sn							
6B 3	133,74	133,83	3,1	6,16	46,49		2,88	2,88	0,99	0,99	0,07	0,21	19,59		13	13	4731	4731	2270	-	6,53	6,54			
4	139,75	139,91	3,1	6,19	46,72		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	219,21	219,68	3,8	7,00	79,39	2,91	2,76	2,77	0,95	5,11	0,21	0,59	11,58	53	17	16	4118	4375	-	242	4,23	5,37			
6	223,03	223,32	3,8	7,23	82,00		2,72	2,72	0,93	6,53	0,13	0,35	5,42		15	15	4820	4820	2360	-	4,98	6,41			
7	234,41	234,64	3,8	7,48	84,83		2,76	2,77	0,95	5,04	0,10	0,27	5,38		16	15	4675	4987	-	-	6,11	6,97			
8	245,94	246,23	3,8	7,54	85,81		2,88	2,88	0,99	1,17	0,12	0,34	29,09		15	14	5027	5386	-	255	6,47	8,46			
9	211,95	212,29	3,8	6,78	76,90		2,76	2,76	0,95	5,28	0,16	0,44	8,38		15	14	4520	4843	2491	-	5,71	6,56			
6C 1	132,79	132,91	3,1	6,19	46,72		2,84	2,84	0,98	2,33	0,09	0,26	11,03		14	13	4421	4762	2383	-	5,63	6,53			
2	128,18	128,38	3,1	5,95	44,91		2,85	2,86	0,98	1,92	0,16	0,44	23,24		14	14	4250	4250	-	240	5,22	5,23			
3	134,97	135,25	3,1	6,19	46,72		2,89	2,89	0,99	0,72	0,21	0,60	82,67		13	13	4762	4762	-	-	5,72	6,65			
4	133,60	134,02	3,1	6,19	46,72		2,86	2,87	0,98	1,72	0,31	0,90	51,55	54	14	13	4421	4762	2402	-	5,66	6,59			
5	248,73	248,73	3,8	7,54	85,51	2,91	2,91	2,91	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		16	16	4712	4712	-	257	6,54	6,45			
6	239,28	239,57	3,8	7,49	84,95		2,82	2,82	0,97	3,20	0,12	0,34	10,67		16	15	4681	4993	2250	-	5,54	7,12			
7	238,10	238,26	3,8	7,46	84,60		2,81	2,82	0,97	3,29	0,07	0,19	5,75		16	15	4662	4973	2285	-	6,20	7,06			
8	240,22	240,47	3,8	7,51	85,17		2,82	2,82	0,97	3,08	0,10	0,29	9,53		17	16	4418	4694	-	231	4,97	6,30			
7A 1	135,17	135,30	3,1	6,22	46,95		2,88	2,88	0,99	0,72	0,10	0,28	38,67		13	13	4785	4785	-	267	6,68	6,68			
2	134,80	134,96	3,1	6,21	46,87		2,88	2,88	0,99	0,83	0,12	0,34	41,20		14	13	4436	4777	2447	-	5,73	6,66			
3	139,01	139,26	3,1	6,18	46,64		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	134,61	134,61	3,1	6,15	46,42	2,90	2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53	14	14	4393	4393	2341	-	5,66	5,66			
5	240,27	240,64	3,8	7,50	85,06		2,82	2,83	0,97	2,59	0,15	0,43	16,77		16	16	4687	4687	-	223	6,29	6,30			

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k. %	P %	as %	hs %	S %	R	tk µsn	td µsn	v1k m/sn	v1d m/sn	Ob kg/cm <sup>2</sup>	Oσ kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>2</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>3</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	V	
7A	6 247,23	247,23	3,8	7,53	85,40		2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		15	15	5020	5020	2747	-	7,40	7,40	-		
7	245,78	246,11	3,8	7,61	86,31	2,90	2,85	2,85	0,98	1,80	0,13	0,38	21,23	53	16	15	4756	5073	2395	-	6,53	7,44	-		
8	243,82	244,07	3,8	7,54	85,51		2,85	2,85	0,98	1,68	0,10	0,29	17,40		16	15	4712	5037	-	217	6,42	7,31	-		
7B	1 125,17	125,31	3,1	5,98	45,14		2,77	2,78	0,96	4,37	0,11	0,31	7,09		13	12	4600	4983	2282	-	5,95	6,99	-		
2	133,59	133,69	3,1	6,19	46,72		2,86	2,86	0,99	1,40	0,07	0,21	15,28		13	13	4762	4762	-	245	6,57	6,57	-		
3	133,48	133,77	3,1	6,08	45,89		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	137,44	137,80	3,1	6,21	46,87		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	235,20	235,32	3,8	7,53	85,40	2,90	2,75	2,76	0,95	5,03	0,05	0,14	2,79		16	15	4706	5020	2550	-	6,18	7,03	-		
6	233,71	234,04	3,8	7,33	83,13		2,81	2,82	0,97	3,06	0,14	0,40	12,99		16	15	4581	4887	2687	-	5,28	6,81	-		
7	237,56	237,68	3,8	7,58	85,97		2,76	2,76	0,95	4,71	0,05	0,14	2,96		16	15	4737	5053	-	266	6,28	7,15	-		
8	237,26	237,37	3,8	7,48	84,83		2,80	2,80	0,96	3,56	0,05	0,13	3,64		15	15	4987	4987	2510	-	7,05	7,05	-		
9	238,70	230,33	3,8	7,55	85,63		2,79	2,79	0,96	3,87	0,26	0,73	19,00		15	15	5033	5033	2469	-	7,15	7,17	7,12	0,26	
7C	1 134,68	134,68	3,1	6,14	46,34		2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	13	4723	4723	-	272	6,57	6,57	-		
2	132,64	132,71	3,1	6,13	46,27		2,87	2,87	0,99	1,14	0,05	0,15	13,22		13	13	4715	4715	-	256	6,46	6,46	-		
3	131,02	131,13	3,1	6,13	46,27		2,83	2,83	0,98	2,35	0,08	0,24	10,11		13	13	4715	4715	-	-	6,38	6,38	-		
4	132,95	133,04	3,1	6,16	46,49		2,86	2,86	0,99	1,40	0,07	0,19	13,87		14	13	4400	4738	-	-	5,61	6,51	-		
5	134,12	134,23	3,1	6,17	46,57		2,88	2,88	0,99	0,69	0,08	0,24	34,27		13	13	4746	4746	-	-	6,57	6,58	-		
6	134,48	134,48	3,1	6,15	46,42		2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	13	4731	4731	2430	-	6,57	6,57	-		
7	248,30	248,30	3,8	7,56	85,74		2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54	15	15	5040	5040	2300	-	7,44	7,45	-		
8	240,06	240,19	3,8	7,53	85,40	2,90	2,81	2,81	0,97	3,07	0,05	0,15	4,96		16	15	4706	5020	2261	-	6,31	7,18	-		
9	245,58	245,73	3,8	7,59	86,08		2,85	2,85	0,98	1,62	0,06	0,17	10,74		15	15	5060	5060	2545	-	7,40	7,40	-		
10	242,79	242,85	3,8	7,53	85,40		2,84	2,84	0,98	1,96	0,02	0,07	3,58		16	15	4706	5020	-	236	6,38	7,26	-		
11	243,21	243,44	3,8	7,59	86,08		2,83	2,83	0,97	2,57	0,09	0,27	10,39		15	15	5060	5060	-	-	7,33	7,34	-		
12	240,09	240,19	3,8	7,54	85,51		2,81	2,18	0,97	3,18	0,04	0,12	3,67		15	15	5027	5027	-	249	7,19	7,19	-		
13	240,70	240,81	3,8	7,52	85,29		2,82	2,82	0,97	2,68	0,05	0,19	4,81		15	15	5013	5013	-	-	7,19	7,19	-		
14	243,46	243,65	3,8	7,56	85,74		2,84	2,84	0,98	2,08	0,08	0,22	10,63		16	14	4725	5400	2615	-	6,42	8,40	-		
8A	1 242,50	242,76	3,8	7,54	85,51	2,99	2,84	2,84	0,95	5,16	0,11	0,30	5,90		17	15	4435	5027	2410	-	5,65	7,27	-		
2	244,16	244,45	3,8	7,53	85,40		2,86	2,86	0,96	4,48	0,16	0,46	10,43		16	15	4706	5020	2669	-	6,42	7,31	-		

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler													
	Deney örneği ile ilgili veriler																							
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	vik m/sn	VID m/sn	σb kg/cm <sup>2</sup>	σç kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>d</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>d</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	v
8A	3 241,91	242,07	3,8	7,39	83,81	2,99	2,89	2,89	0,97	3,47	0,07	0,19	5,51	53	15	15	4927	4927	2575	-	7,09	7,10	-	-
	4 252,53	252,63	3,8	7,60	86,19		2,93	2,93	0,98	2,01	0,04	0,12	5,76		15	15	5067	5067	2416	-	7,62	7,62	7,57	-
	5 250,35	250,65	3,8	7,54	85,51		2,93	2,93	0,98	2,09	0,12	0,35	16,82		16	15	4712	5027	2380	-	6,59	7,50	-	-
8B	1 138,47	138,59	3,1	6,15	46,42		2,99	2,99	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	12	4731	5125	2215	-	6,76	7,95	-	-
	2 138,32	138,43	3,1	6,15	46,42		2,98	2,98	0,99	0,34	0,08	0,24	69,91		13	12	4731	5125	2520	-	6,75	7,94	-	-
	3 138,83	138,91	3,1	6,19	46,72		2,97	2,97	0,99	0,62	0,06	0,17	27,71		13	13	4762	4762	-	149	6,83	6,83	-	-
	4 138,18	138,34	3,1	6,15	46,42	2,99	2,98	2,98	0,99	0,34	0,12	0,34	69,42	55	13	12	4731	5125	-	238	6,75	7,93	-	-
	5 246,37	246,53	3,8	7,38	83,70		2,94	2,95	0,98	1,55	0,06	0,19	13,31		15	15	4920	4920	-	260	7,22	7,22	-	-
	6 250,93	251,25	3,8	7,48	84,83		2,96	2,96	0,99	1,07	0,13	0,38	35,21		15	15	4987	4987	2425	-	7,45	7,45	-	-
	7 253,91	254,18	3,8	7,55	85,63		2,97	2,97	0,99	0,81	0,11	0,31	38,25		15	15	5033	5033	-	-	7,61	7,62	-	-
8C	1 254,63	254,90	3,8	7,57	85,85		2,97	2,97	0,99	0,81	0,11	0,31	39,02		15	15	4047	5047	-	250	7,65	7,66	-	-
	2 253,09	253,34	3,8	7,60	86,19		2,94	2,94	0,98	1,80	0,10	0,29	16,15		16	15	4750	5067	-	267	6,71	7,64	-	-
	3 246,86	247,07	3,8	7,55	85,63	2,99	2,88	2,89	0,96	3,58	0,09	0,25	6,85	56	15	15	5033	5033	-	240	7,40	7,41	-	-
	4 249,84	250,05	3,8	7,54	85,51		2,92	2,92	0,98	2,84	0,08	0,25	10,75		16	15	4712	5027	-	-	6,57	7,49	-	-
9A	1 132,32	132,32	3,1	6,17	46,57		2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	13	4746	4746	-	-	6,48	6,48	-	-
	2 133,67	133,85	3,1	6,15	46,42		-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 128,37	128,48	3,1	6,06	45,74		2,81	2,81	0,99	1,18	0,09	0,24	20,44		13	13	4662	4662	-	231	6,18	6,18	-	-
	4 131,45	131,51	3,1	6,18	46,64		2,82	2,82	0,99	0,77	0,05	0,13	16,69		14	13	4414	4754	2425	-	5,56	6,46	-	-
	5 127,53	127,62	3,1	6,05	45,66		2,79	2,79	0,98	1,66	0,07	0,20	11,87	53	13	12	4454	5042	2310	-	6,13	7,20	-	-
	6 231,36	231,50	3,8	7,51	85,17	2,84	2,72	2,72	0,96	4,35	0,06	0,16	3,78		17	16	4418	4694	-	252	5,37	6,07	-	-

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler														
	Hk gr	Hd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	td vık m/sn	vid m/sn	Ob kg/cm <sup>2</sup>	Oç kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>dk</sub> x 10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>dd</sub> x 10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν	
9A 7	235,97	236,12	3,8	7,57	85,85	2,84	2,75	2,75	0,97	3,22	0,06	0,17	5,43	53	17	15	4453	5047	2077	-	5,52	7,10			
8	240,84	240,84	3,8	7,49	84,95		2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00			16	16	4681	4681	2230	-	6,29	6,29		
9	233,95	234,17	3,8	7,53	84,40		2,74	2,74	0,96	3,54	0,09	0,26	7,28			17	15	4429	5020	-	241	5,45	7,00		
10	240,12	240,40	3,8	7,56	85,74		2,80	2,80	0,99	1,39	0,12	0,33	23,53			15	15	5040	5040	2372	-	7,21	7,22	7,64	0,28
9B 1	132,04	132,04	3,1	6,16	46,49	2,84	2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57	13	13	4738	4738	-	249	6,46	6,46			
2	131,24	131,33	3,1	6,14	46,34		2,83	2,83	0,99	0,28	0,07	0,19	68,49			13	13	4723	4723	2150	-	6,40	6,40		
3	136,33	136,51	3,1	6,15	46,42		-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	131,49	131,49	3,1	6,13	46,27		2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00			13	13	4715	4715	-	-	6,40	6,40		
5	132,64	132,64	3,1	6,18	46,64		2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00			13	13	4754	4754	2340	-	6,54	6,54		
6	236,85	237,06	3,8	7,54	85,51		2,77	2,77	0,98	2,47	0,09	0,25	9,93			16	16	4712	4712	-	238	6,23	6,24		
7	233,88	234,11	3,8	7,48	84,83	2,76	2,76	0,97	2,92	0,09	0,27	9,27		16	16	4675	4675	2570	-	6,10	6,11				
8	239,03	239,29	3,8	7,56	85,74	2,79	2,79	0,98	1,84	0,10	0,30	16,52		17	15	4447	5040	2485	-	5,59	7,18				
9	242,03	242,24	3,8	7,55	85,63	2,83	2,83	0,99	0,47	0,09	0,25	51,99		15	14	5033	5393	-	-	7,26	8,34				
10	239,86	240,08	3,8	7,54	85,51	2,80	2,81	0,99	1,23	0,09	0,26	20,86		16	15	4712	5037	-	224	6,31	7,19				
9C 1	131,17	131,29	3,1	6,16	46,49	2,84	2,82	2,82	0,99	0,66	0,09	0,26	39,08	52	14	13	4400	4738	2400	-	5,53	6,42			
2	132,68	132,78	3,1	6,10	46,04		-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	136,50	136,59	3,1	6,18	46,64		-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	132,44	132,33	3,1	6,17	46,57		2,84	2,84	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00			13	13	4746	4746	-	265	6,50	6,50		
5	241,18	241,34	3,8	7,54	85,51		2,82	2,82	0,99	0,69	0,07	0,19	27,13			16	15	4712	5027	-	244	6,35	7,23		
6	236,56	236,67	3,8	7,57	85,85		2,76	2,76	0,97	2,98	0,05	0,13	4,30			16	15	4731	5047	2330	-	6,25	7,11		

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler													
	Deney örneği ile ilgili veriler										HIZ													
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk µsn	td µsn	vfk m/sn	vid m/sn	σb kg/cm <sup>2</sup>	U kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>dd</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	V	
9C	7	233,27	233,40	3,8	7,51	85,17	2,84	2,74	0,96	3,56	0,06	0,15	4,28	52	16	15	4694	5007	-	226	6,11	6,96		
8	236,18	236,25	3,8	7,54	85,51		2,76	2,76	0,97	2,75	0,03	0,08	2,98		17	15	4435	5027	2260	-	5,50	7,07		
9	235,68	235,78	3,8	7,51	85,17		2,77	2,77	0,97	2,57	0,04	0,12	4,57		17	15	4418	5007	2015	-	5,47	7,03		
10A	1	135,40	135,47	3,1	6,15	46,42		2,92	0,98	1,45	0,05	0,15	10,37		13	13	4731	4731	-	290	6,61	6,62		
2	130,30	130,40	3,1	6,13	46,27		2,82	2,82	0,95	4,86	0,08	0,22	4,45		14	13	4379	4715	-	269	5,47	6,35		
3	137,72	137,79	3,1	6,18	46,64		2,95	2,95	0,99	0,25	0,05	0,15	59,52		13	13	4754	4754	-	282	6,76	6,76		
4	135,67	135,76	3,1	6,10	46,04		2,95	2,95	0,99	0,45	0,07	0,20	43,61		13	12	4692	5083	-	-	6,57	7,72		
5	136,45	136,56	3,1	6,14	46,34	2,96	2,94	2,95	0,99	0,53	0,08	0,24	44,94	52	13	13	4723	4723	-	-	6,65	6,66		
6	240,94	241,14	3,8	7,52	85,29		2,83	2,83	0,95	4,56	0,08	0,23	5,14		16	15	4700	5013	-	-	6,32	7,20		
7	245,15	245,38	3,8	7,49	84,95		2,89	2,89	0,97	2,50	0,09	0,27	10,83		15	14	4993	5350	2805	-	7,29	8,38		
8	246,19	246,32	3,8	7,51	85,17		2,89	2,89	0,98	2,35	0,05	0,15	6,50		15	14	5007	5364	2815	-	7,34	8,32		
9	239,82	239,97	3,8	7,46	84,60		2,83	2,84	0,96	4,24	0,06	0,18	4,18		15	15	4973	4973	2798	-	7,10	7,11		
10	246,17	246,28	3,8	7,52	85,29		2,89	2,89	0,98	2,49	0,04	0,13	5,19		15	14	5013	5371	2755	-	7,35	8,44		
10B	1	133,77	133,85	3,1	6,03	45,51		2,94	0,99	0,70	0,06	0,18	25,00		13	12	4638	5025	-	-	6,41	7,52		
2	138,12	138,12	3,1	6,19	46,72		2,96	2,96	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		12	12	5158	5158	-	-	7,97	7,97		
3	137,04	137,09	3,1	6,18	46,64		2,94	2,94	0,99	0,74	0,04	0,11	14,39		13	13	4754	4754	-	282	6,73	6,73		
4	136,48	136,52	3,1	6,15	46,42		2,94	2,94	0,99	0,67	0,03	0,09	12,90		13	13	4731	4731	-	-	6,67	6,67		
5	137,07	137,14	3,1	6,20	46,80	2,96	2,93	2,93	0,99	1,04	0,05	0,15	14,34	58	13	13	4769	4769	-	271	6,75	6,75		
6	245,31	245,47	3,8	7,56	85,74		2,86	2,86	0,97	3,34	0,07	0,19	5,56		15	15	5040	5040	2654	-	7,36	7,37	7,79	0,28
7	237,71	237,82	3,8	7,54	85,51		2,78	2,78	0,94	6,09	0,05	0,13	3,11		16	15	4712	5027	2763	-	6,25	7,12		



Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler											Fiziksel özellikler											Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δ <sub>k</sub> gr/cm <sup>3</sup>	Δ <sub>d</sub> gr/cm <sup>3</sup>	K %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	HIZ		σ <sub>b</sub> kg/cm <sup>2</sup>	σ <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>g</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν				
																	v <sub>ik</sub> m/sn	v <sub>id</sub> m/sn									
10B 8	234,50	234,64	3,8	7,20	81,66		2,87	2,87	0,97	2,98	0,06	0,17	5,75		15	15	4800	4800	2862	-	6,70	6,71					
9	243,53	243,69	3,8	7,52	85,29	2,96	2,86	0,96	3,53	0,07	0,19	5,31	58	15	15	5013	5013	2800	-	7,27	7,28						
10	239,73	239,81	3,8	7,49	84,95		2,82	0,95	4,66	0,03	0,09	2,02		15	15	4993	4993	2794	-	7,13	7,13						
11	239,67	239,76	3,8	7,41	84,04		2,85	0,96	3,65	0,04	0,11	2,93		16	15	4631	4940	-	-	6,20	7,05						
10C 1	129,88	129,92	3,1	5,88	44,38		2,93	0,99	1,13	0,03	0,09	7,97		13	13	4523	4523	-	292	6,06	6,07						
2	137,34	137,42	3,1	6,17	46,57		2,95	0,99	0,37	0,06	0,17	46,92		14	12	4407	5142	-	278	5,80	7,90						
3	130,70	130,76	3,1	5,98	45,14		2,89	0,98	2,17	0,05	0,13	6,12	60	13	13	4600	4600	-	285	6,21	6,21						
4	129,74	129,80	3,1	6,05	45,66	2,96	2,84	0,96	4,01	0,05	0,13	3,27		13	12	4654	5042	-	-	6,23	7,32						
5	246,84	246,97	3,8	7,54	85,51		2,89	0,98	2,48	0,05	0,15	6,13		16	16	4712	4712	2820	-	6,49	6,50						
6	245,07	245,18	3,8	7,50	85,06		2,88	0,97	2,66	0,04	0,13	4,86		16	15	4687	5000	2808	-	6,41	7,30						
11B 1	128,74	128,85	3,1	6,15	46,42		2,77	0,97	3,36	0,09	0,24	7,04		13	13	4731	4731	-	195	6,29	6,29						
2	131,51	131,54	3,1	6,03	45,51		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	1635	-	-	-						
3	130,90	130,98	3,1	6,14	46,34		2,82	0,98	1,58	0,06	0,17	10,91		14	13	4386	4723	-	184	5,50	6,39						
4	236,89	237,12	3,8	7,63	86,53	2,87	2,74	0,95	4,61	0,10	0,27	5,76	46	17	16	4488	4769	-	168	5,59	6,31						
5	239,78	239,93	3,8	7,68	87,10		2,75	0,96	4,08	0,06	0,17	4,22		19	17	4042	4518	1450	-	4,56	5,70						
6	240,50	240,63	3,8	7,66	86,87		2,77	0,96	3,54	0,05	0,15	4,23		16	16	4787	4787	1393	-	6,43	6,43						
7	231,58	231,64	3,8	7,47	84,72		2,73	0,95	4,76	0,03	0,07	1,49		17	16	4394	4669	1480	-	5,35	6,04						
12A 1	131,81	131,89	3,1	6,16	46,49		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-						
2	125,32	125,38	3,1	6,12	46,19	2,82	2,71	0,96	3,79	0,05	0,13	3,42	48	14	13	4371	4708	-	208	5,25	6,09						
3	128,66	128,76	3,1	6,18	46,04		2,76	0,98	2,19	0,08	0,21	9,80		13	13	4754	4754	-	192	6,31	6,32						

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μ/sn	td μ/sn	HIZ		σ <sub>b</sub> kg/cm <sup>2</sup>	σ <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>k</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν		
																	v <sub>1</sub> d m/sn	v <sub>2</sub> d m/sn							
12A 4	233,76	233,87	3,8	7,55	85,63	2,82	2,73	2,73	0,97	3,19	0,05	0,13	4,03	48	16	16	4719	4719	1700	-	6,16	6,16			
5	243,22	243,37	3,8	7,70	87,33		2,79	2,79	0,99	1,24	0,06	0,17	13,91		16	15	4812	5133	1763	-	6,54	7,45	6,30		
6	239,56	239,83	3,8	7,68	87,10		2,75	2,75	0,98	2,47	0,11	0,31	12,56		17	16	4518	4800	1607	-	5,69	6,43			
7	130,02	130,06	3,1	6,23	47,02	2,77	2,77	0,98	1,95	0,03	0,09	4,37	14	13	4450	4792	1615	-	5,55	6,44					
8	127,57	127,67	3,1	6,14	46,34	2,75	2,76	0,98	2,38	0,08	0,22	9,05	13	13	4723	4723	1585	-	6,22	6,23					
9	246,30	246,57	3,8	7,58	85,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1650	-	-	-	-		
13A 1	132,02	132,25	3,1	6,14	46,34	2,85	2,85	0,98	1,63	0,04	0,11	6,61	13	13	4723	4723	4723	-	314	6,45	6,45				
2	130,73	130,77	3,1	6,09	45,97	2,84	2,84	0,98	1,93	0,03	0,09	4,51	13	13	4685	4685	-	-	284	6,32	6,32				
3	133,41	133,45	3,1	6,13	46,27	2,88	2,88	0,99	0,57	0,03	0,09	15,16	13	13	4715	4715	-	-	-	6,50	6,50				
4	134,74	134,78	3,1	6,19	46,72	2,88	2,88	0,99	0,55	0,03	0,09	15,50	12	12	5158	5158	2998	-	7,77	7,78	8,10	0,28			
5	133,85	133,85	3,1	6,10	46,04	2,90	2,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	13	4692	4692	-	-	290	6,49	6,49				
6	233,84	233,87	3,8	7,43	84,26	2,78	2,78	0,96	4,31	0,01	0,04	0,83	15	15	4953	4953	2900	-	-	6,90	6,90				
7	238,90	238,99	3,8	7,56	85,74	2,79	2,79	0,96	3,92	0,04	0,11	2,68	16	16	4725	4725	-	-	-	6,30	6,30				
8	237,16	237,25	3,8	7,54	85,51	2,77	2,77	0,96	4,37	0,04	0,11	2,41	17	15	4435	5027	3000	-	5,53	7,10					
9	236,74	236,88	3,8	7,49	84,95	2,79	2,79	0,96	3,90	0,06	0,16	4,23	15	15	4993	4993	-	-	-	7,44	7,44				
10	242,72	242,77	3,8	7,53	85,40	2,84	2,84	0,98	1,99	0,02	0,06	2,94	16	15	4706	5020	-	-	-	6,38	7,26				
13C 1	134,95	135,03	3,1	6,25	47,17	2,86	2,86	0,99	1,35	0,06	0,17	12,53	14	13	4464	4808	-	-	311	5,78	6,70				
2	129,68	129,70	3,1	5,95	44,91	2,89	2,89	0,99	0,43	0,02	0,04	10,44	13	12	4577	4958	2850	-	-	6,13	7,19				
3	245,79	245,86	3,8	7,59	86,08	2,86	2,86	0,98	1,54	0,03	0,08	5,29	16	15	4744	5060	2950	-	-	6,51	7,41				
4	239,50	239,56	3,8	7,54	85,51	2,80	2,80	0,97	3,42	0,03	0,07	2,05	16	15	4712	5037	-	-	306	6,30	7,17				

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Deney örneği ile ilgili veriler										Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler				
	Wk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	HIZ		Cb kg/cm <sup>2</sup>	Cf kg/cm <sup>2</sup>	Edx10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	Edy10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	Esx10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	Esy10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν
																	v1k m/sn	v1d m/sn							
13C 5	242,11	242,15	3,8	7,56	85,74		2,82	2,82	0,97	2,63	0,02	0,05	1,77		16	15	4725	5040	2875	-	6,37	7,27			
6	245,12	245,21	3,8	7,55	85,63	2,90	2,86	0,99	1,29	0,04	0,11	8,17	59	16	15	4719	5033	-	-	6,46	7,35				
7	242,20	242,27	3,8	7,53	85,40		2,84	0,98	2,20	0,03	0,08	3,72		15	15	5020	5020	-	295	7,24	7,24				
14A 1	134,76	134,87	3,1	6,16	46,49		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	133,85	134,00	3,1	6,20	46,80		2,86	0,99	0,68	0,11	0,32	46,89		14	13	4429	4769	-	270	5,68	6,60				
3	141,19	141,31	3,1	6,26	47,25		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	135,78	135,91	3,1	6,23	47,02		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	144,08	144,21	3,1	6,23	47,02		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	251,74	251,93	3,8	7,66	86,87	2,88	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	244,83	244,90	3,8	7,72	87,55		2,80	0,98	2,90	0,03	0,08	2,75	54	16	16	4825	4825	2755	-	6,60	6,60				
8	243,63	243,89	3,8	7,65	86,76		2,81	0,98	2,50	0,11	0,30	12,00		16	15	4781	5100	2835	-	6,50	7,41				
9	245,68	245,77	3,8	7,66	86,87		2,83	0,98	1,80	0,04	0,10	5,74		16	15	4787	5107	2900	-	6,57	7,47				
10	268,16	268,56	3,8	7,67	86,99		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	242,66	242,79	3,8	7,68	87,10		2,79	0,97	3,26	0,05	0,15	4,57		15	15	5120	5120	-	262	7,40	7,40				
12	253,40	253,89	3,8	7,55	85,63		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	246,30	246,54	3,8	7,74	87,78		2,81	0,97	2,57	0,10	0,27	10,61		15	15	5160	5160	-	248	7,58	7,58				
14B 1	136,67	136,72	3,1	6,35	47,93		2,85	0,99	0,99	0,04	0,10	10,57		13	13	4885	4885	-	-	6,89	6,90				
2	139,07	139,19	3,1	6,13	46,27	2,88	-	-	-	-	-	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	133,82	133,94	3,1	6,20	46,80		2,86	0,99	0,71	0,09	0,26	36,33		13	13	4769	4769	2920	-	6,59	6,50				
4	137,15	137,15	3,1	6,32	47,70		2,88	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		13	13	4514	4514	3050	-	5,94	5,94				

Çizelge A.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO.	Fiziksel Özellikler										Mekanik ve Elastik Özellikler														
	Hk gr	Wd gr	D cm	L cm	V cm <sup>3</sup>	δ	Δk gr/cm <sup>3</sup>	Δd gr/cm <sup>3</sup>	k %	P %	as %	hs %	S %	R	tk μsn	td μsn	vdk m/sn	vld m/sn	Hiz	σb kg/cm <sup>2</sup>	σs kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>ak</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>ad</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>s</sub> x 10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup>	ν
148 5	135,00	135,06	3,1	6,25	47,17		2,86	2,86	0,99	0,63	0,04	0,13	20,14		12	12	5208	5208		-	-	7,87	7,87		
6	247,42	247,82	3,8	7,80	88,46	2,88	2,80	2,80	0,97	2,88	0,16	0,45	16,68	57	17	16	4588	4875		2730	-	5,97	6,75		
7	243,17	243,33	3,8	7,68	87,10		2,79	2,79	0,97	3,06	0,07	0,18	6,00		17	16	4518	4800		-	265	5,77	6,52		
8	246,89	247,02	3,8	7,65	86,76		2,85	2,85	0,99	1,19	0,05	0,15	12,57		15	15	5100	5100		-	271	7,51	7,51		
9	244,47	244,69	3,8	7,67	86,99		2,81	2,81	0,98	2,42	0,09	0,25	10,47		16	15	4794	5113		-	-	6,54	7,45		
10	242,03	242,10	3,8	7,67	86,99		2,78	2,78	0,97	3,39	0,03	0,08	2,37		16	15	4794	5113		-	-	6,48	7,37		
14C 1	133,03	133,10	3,1	6,24	47,10		2,82	2,83	0,98	1,92	0,05	0,15	7,72		13	13	4800	4800		-	-	6,59	6,50		
2	132,53	132,60	3,1	6,16	46,49		2,85	2,85	0,99	1,02	0,05	0,15	14,69		13	13	4738	4738		-	-	6,48	6,49		
3	129,73	129,83	3,1	6,19	46,72		2,78	2,78	0,96	3,58	0,08	0,21	5,97		13	13	4762	4762		-	262	6,38	6,38		
4	132,64	132,73	3,1	6,25	47,17		2,81	2,81	0,98	2,37	0,07	0,19	8,05		13	13	4808	4808		-	287	6,59	6,59		
5	131,44	131,54	3,1	6,23	47,02		2,80	2,80	0,97	2,94	0,08	0,21	7,23	56	14	13	4450	4792		2793	-	5,61	6,51		
6	244,15	244,25	3,8	7,66	86,87	2,88	2,81	2,81	0,98	2,42	0,04	0,12	4,76		16	15	4787	5107		-	-	6,53	7,43		
7	241,70	241,86	3,8	7,58	85,97		2,81	2,81	0,98	2,38	0,07	0,19	7,83		17	15	4459	5053		-	-	6,66	7,83		
8	241,11	241,28	3,8	7,63	86,53		2,79	2,79	0,97	3,25	0,07	0,20	6,04		15	15	5087	5087		-	274	7,31	7,31		
9	240,18	240,41	3,8	7,66	86,87		2,76	2,77	0,96	4,00	0,10	0,26	6,61		17	16	4506	4787		-	-	5,69	6,42		
10	248,25	248,35	3,8	7,73	87,67		2,83	2,83	0,98	1,68	0,04	0,11	6,81		17	15	4547	5153		-	-	5,93	7,62		

Çizelge B.1: Uzungöl iletim tüneli giriş ağzındaki metabazaltta, sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları

Sondaj yeri	Sondaj No	Deney yapılan aralık (cm)	R	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
İletim tüneli giriş ağzı	SK-2	2- 6	34	65	1418
		6-13	43	77	1811
		13-20	51	89	2007
Genel Ortalama			43	77	1745

Çizelge B.2: Çambaşı hidroelektrik santrali-I ve II yerlerindeki metabazaltta, sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları

Sondaj yeri	Sondaj No	Deney yapılan aralık (m)	R	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Hidroelektrik santral yerleri	SK-4	17-20	38	78	1875
		20-26	46	93	2063
	SK-5	11-16	39	80	1813
		16-20	48	82	1938
	SK-2	25,5-32	37	92	2100
	SK-3	15-21,50	38	79	1850
		21,50-25	48	102	1976
Genel Ortalama			42	82	1945

Çizelge B.3: Uzungöl iletim tüneli ve cebri boru güzergahlarındaki granitoidde, yüzeylenmeler ve şekilsiz örnekler üzerinde yapılan deneylerin sonuçları.

Deney yapılan yer	Kaya türü	Ayrışma durumu	R	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )
İletim tüneli güzergahı	Granitoid	Taze kaya	47	64
Cebri boru güzergahı		Hafif ayrılmış	38	45
		Orta derecede ayrılmış	29	31

Çizelge B.4: Uzungöl hidroelektrik santral yerindeki granitoidde, sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları

Sondaj yeri	Sondaj No	Deney yapılan aralık (m)	R	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Hidroelektrik santral yeri	SK-1	8-15	27	45	860
		15-18	44	61	1330
	SK-2	10-12	39	55	1100
		16-17	45	89	1805
		19-20	50	82	1915
	SK-4	20-26	30	60	1550
		32-40	41	80	2100
	SK-5	14-16	26	30	810
		16-30	47	88	1510
	SK-6	14-15	28	40	1090
		19-20	37	73	1640
		38-40	42	72	1830
Genel ortalama			46	67	1462

Çizelge B.5: Çambaşı İletim tüneli-I ve II güzergahlarındaki kayalarda, yüzeylenmeler ve şekilsiz örnekler üzerinde yapılan deneylerin sonuçları

Formasyon veya üye		Kaya türü	Ayrışma durumu	R (ortalama)	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (Medyan)
Çambaşı Formasyonu		Metabazalt	Taze kaya	59	100
		Spillitleşmiş bazalt	Taze kaya	50	89
		Kireçtaşı	Taze kaya	47	87
Ataköy Formasyonu		Kireçtaşı	Taze kaya	52	81
Çaykara Formasyonu	Karona Üyesi	Bazaltik lav	Taze kaya	43	88
		Bazaltik lav	Yüksek derecede ayrılmış	29	19
		Kireçtaşı	Taze kaya	40	78
	Şahinkaya Üyesi	Dasitik lav	Hafif ayrılmış	49	62
		Dasitik lav	Orta derecede ayrılmış	38	43
		Dasitik lav	Yüksek derecede ayrılmış	21	30
		Kireçtaşı	Taze kaya	42	75
Fay zonu		Ezilmiş kayac		5	0-5

Çizelge B.6: Çambaşı denge bacası-I yeri ve cebri boru-I güzergahındaki dasitlerde, sondaj karotları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları.

Sondaj Yeri	Sondaj No	Deney yapılan aralık (m)	R	$I_s(50)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Denge bacası-I yeri	SK-1	18-25	28	48	-
		32-38	41	52	1205
		38-52	38	49	1123
		52-60	23	17	-
Cebri boru-I güzergahı	SK-3	0-14,5	5	11	-
		14,5-23,6	17	14	-
		23,6-36,0	35	47	1090
		36-42	38	53	1230
Genel Ortalama			38	48	1162





Çizelge C.1: (Devam ediyor)

ÜRNEK NO: 4A-7

P Ton	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	Yükleme	
		$\epsilon_a(\times 10^{-6})$	$\epsilon_d(\times 10^{-6})$
0	0	0	0
1	88	80	30
2	176	200	50
3	265	320	90
4	353	490	120
5	441	615	150
6	529	760	180
7	617	880	200
8	705	990	250
9	794	1180	280
10	882	1275	305
11	970	1410	375
12	1058	1560	390
13	1146	1680	440
14	1234	1800	483
15	1323	1950	502
16	1411	2095	525
17	1499	2220	565
18	1587	2340	590
19	1675	2500	615
20	1763	2625	661
21	1852	2785	688
22	1940	2910	719
23	2028	3025	766
24	2116	3175	800
24,9	2196	k i r i l d i	

ÜRNEK NO: 9A-10

P Ton	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	Yükleme	
		$\epsilon_a(\times 10^{-6})$	$\epsilon_d(\times 10^{-6})$
0	0	0	0
1	88	100	30
2	176	250	58
3	265	375	96
4	353	460	130
5	441	595	175
6	529	710	200
7	617	830	222
8	705	967	260
9	794	1065	301
10	882	1160	320
11	970	1281	355
12	1058	1396	400
13	1146	1492	515
14	1234	1620	540
15	1323	1731	486
16	1411	1862	525
17	1499	1975	560
18	1587	2180	595
19	1675	2211	622
20	1763	2362	650
21	1852	2425	692
22	1940	2550	725
23	2028	2641	760
24	2116	2792	780
25	2204	2881	815
26	2293	3000	840
26,9	2372	k i r i l d i	





## Çizelge C.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO: 7B-9

P Ton	Yükleme		Boşaltma		Yükleme		Boşaltma		Yükleme		Boşaltma		Yükleme	
	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$	$\epsilon \times 10^{-6}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	88	55	18	72	20	55	18	100	25	62	18	135	18	65
2	176	190	45	245	58	190	48	285	62	195	48	345	48	195
3	265	300	78	375	88	310	80	425	95	325	82	505	88	332
4	353	420	105	490	120	445	105	600	143	450	107	665	115	452
5	441	550	140	615	150	562	140	745	180	565	145	810	155	575
6	529	670	170	710	185	680	170	855	210	680	170	995	198	685
7	617	785	195	820	205	785	198	965	240	800	200	1125	238	810
8	705	918	232	918	232	920	235	1065	260	920	238	1245	265	935
9	794					1035	260	1170	290	1060	265	1355	290	1070
10	882					1185	288	1281	318	1190	290	1458	320	1195
11	970					1292	332	1380	343	1295	336	1562	345	1300
12	1058					1400	350	1472	370	1400	352	1671	370	1410
13	1146					1505	382	1570	392	1510	383	1766	400	1525
14	1234					1612	410	1660	420	1620	412	1866	422	1632
15	1323					1730	442	1755	445	1730	447	1975	455	1741
16	1411					1845	470	1845	470	1848	470	2076	485	1856
17	1499									1952	490	2172	505	1960
18	1587									2085	515	2270	535	2090
19	1675									2200	542	2365	560	2210

20	1763	2330	585	2440	590	2305	595
21	1852	2445	615	2555	625	2452	631
22	1940	2550	638	2655	646	2557	653
23	2028	2675	662	2700	670	2680	676
24	2116	2790	685	2790	685	2796	690
25	2204					2910	700
26	2293					3105	730
27	2381					3235	800
28	2469						K I F I L D I



Çizelge C.1: (Devam ediyor)

ÜRNEK NO: 10B-6

P Ton	$\sigma$ kg/cm <sup>2</sup>	Yükleme		Boşaltma		Yükleme		Boşaltma		Yükleme					
		$\epsilon_{ax}10^{-6}$	$\epsilon_{dx}10^{-6}$	$\epsilon_{ax}10^{-6}$	$\epsilon_{dx}10^{-6}$	$\epsilon_{ax}10^{-6}$	$\epsilon_{dx}10^{-6}$	$\epsilon_{ax}10^{-6}$	$\epsilon_{dx}10^{-6}$	$\epsilon_{ax}10^{-6}$	$\epsilon_{dx}10^{-6}$				
0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0				
1	88	100	25	122	32	100	30	122	37	100	41				
2	176	175	40	210	47	178	42	212	45	185	51				
3	265	256	75	310	85	260	80	315	88	270	95				
4	353	371	95	415	102	380	98	440	102	392	110				
5	441	460	110	505	121	471	115	551	121	483	126				
6	529	580	135	635	144	582	141	675	148	590	150				
7	617	695	161	732	173	699	165	870	172	712	181				
8	705	796	202	819	215	801	205	959	217	815	220				
9	794	897	225	919	242	902	231	980	240	913	246				
10	882	995	265	1015	285	1005	272	1075	285	1012	295				
11	970	1100	300	1115	305	1111	305	1182	312	1122	321				
12	1058	1205	325	1205	325	1217	332	1295	340	1225	352				
13	1146					1305	349	1360	360	1322	371				
14	1234					1395	400	1458	405	1419	415				
15	1323					1496	435	1580	438	1521	449				
16	1411					1603	465	1687	471	1625	481				
17	1499					1711	495	1795	500	1735	516				
18	1587					1806	521	1882	528	1827	542				
19	1675					1915	560	1992	570	1932	585				
20	1763					2042	582	2091	591	2065	596				
21	1852					2151	615	2200	622	2170	631				
22	1940					2260	635	2291	638	2275	645				
23	2028					2355	675	2388	685	2380	691				
24	2116					2480	700	2480	700	2491	710				
25	2204									2605	745				
26	2293									2712	790				
27	2381									2800	810				
28	2469									2915	841				
29	2557									3020	972				
30,1	2654									k	r	i	l	d	i





Çizelge C.1: (Devam ediyor)

ÖRNEK NO: 13A-4

P Ton kg/cm <sup>2</sup>	Yükleme		Boşaltma		Yükleme		Boşaltma		Yükleme		Boşaltma		Yükleme	
	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6	Edx10-6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	88	10	5	10	5	15	5	15	5	15	5	25	10	25
2	176	60	22	102	63	26	122	35	75	26	125	35	35	85
3	265	135	41	205	62	142	44	215	65	155	45	240	65	157
4	353	220	70	302	90	235	81	378	105	241	85	402	105	245
5	441	300	95	385	115	320	96	480	145	325	100	515	150	330
6	529	405	122	476	137	415	124	582	190	428	125	662	200	435
7	617	535	158	562	162	540	160	685	220	541	166	720	241	555
8	705	632	185	650	188	639	187	790	245	644	192	835	315	675
9	794	740	215	743	218	741	215	875	280	745	224	922	346	748
10	882	851	242	851	242	855	246	975	305	865	256	1016	379	875
11	970					955	282	1040	330	961	295	1115	395	968
12	1058					1056	312	1150	355	1067	320	1211	425	1075
13	1146					1180	345	1245	380	1186	381	1340	450	1190
14	1234					1290	370	1331	405	1295	405	1435	481	1305
15	1323					1410	415	1435	432	1415	433	1520	515	1417
16	1411					1520	440	1532	460	1525	462	1612	542	1530
17	1499					1619	460	1645	485	1630	485	1763	565	1645
18	1587					1705	510	1740	518	1715	518	1882	595	1765
19	1675					1800	545	1812	546	1810	546	1985	622	1830



## ÖZGEÇMİŞ

Fikri Bulut, 1952 yılında Trabzon'da doğdu. 1963 yılında Karlık köyü ilkokulunu, 1966 yılında Trabzon Lisesi Ortaokulunu, 1969 yılında Trabzon Lisesini, 1974 yılında KTÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümünü bitirerek Jeoloji Mühendisi olarak mezun olmuştur. Kasım 1974-Mart 1975 tarihleri arasında MTA. Endüstriyel Hammaddeler Dairesinde çalışmıştır. Mart 1975-Eylül 1976 tarihleri arasında Yedek Subaylık görevini tamamladıktan sonra tekrar MTA. Endüstriyel Hammaddeler Dairesine girmiştir. MTA'da çalışırken Ekim 1977-Mart 1980 tarihleri arasında İTÜ. Maden Fakültesi Mühendislik Jeolojisi Bilim Dalında Master öğrenimini tamamlayarak Jeoloji Yüksek Mühendisi olmuştur. Ağustos 1981'de KTÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi Bilim Dalına Asistan olarak atanmıştır. Halen Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.