

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AKŞAR (BAYBURT) GÖLET YERİ VE ÇEVRESİNİN MÜHENDİSLİK
JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Adnan HASANOĞLU

EKİM 2009

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

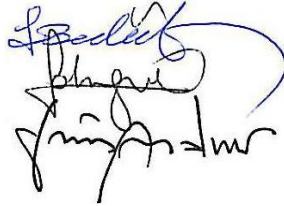
**AKŞAR (BAYBURT) GÖLET YERİ VE ÇEVRESİNİN MÜHENDİSLİK
JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Jeoloji Müh. Adnan HASANOĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi için Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.09.2009
Tezin Savunma Tarihi : 08.10.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Fikri BULUT
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Fatma GÜLTEKİN
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Kerim AYDINER**



Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada, Akşar (Bayburt) gölet yeri ve çevresinin mühendislik jeolojisi açısından araştırılması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı yapan; arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarımı yakından izleyerek, değerli yardım ve önerileri ile her türlü katkıyı sunan sayın hocam Prof. Dr. Fikri BULUT' a içtenlikle teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmaları DSİ 22.Bölge Müdürlüğü, KTÜ Jeoloji, Jeofizik, İnşaat ve Maden Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları esnasında yardımlarını esirgemeyen laboratuvar yetkililerine ve tüm personeline ayrı ayrı teşekkür ederim.

Sayın hocalarım Prof. Dr. Cemil Yılmaz'a Yrd. Doç. Dr. Hakan Ersoy'a ve yardımlarını gördüğüm tüm hocalarım ve arkadaşlarıma ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında katkısı olan herkese teşekkür ederim.

Adnan HASANOĞLU
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. İnceleme Alanının Coğrafi Konumu.....	1
1.3. Ulaşım ve Yerleşim.....	2
1.4. Morfoloji.....	2
1.5. İklim ve Bitki Örtüsü.....	2
1.6. Akarsular.....	4
1.7. Önceki Çalışmalar.....	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	8
2.1. Yerüstü Araştırmaları.....	8
2.2. Yeraltı Araştırmaları.....	8
2.2.1. Sondajlar.....	8
2.2.1.1. Geçirgenlik.....	9
2.2.1.2. Kaya Kalitesi Özelliği (RQD).....	10
2.2.1.3. Ayrışma Derecesi.....	11
2.2.1.4. Çatlak Sıklığı.....	11
2.3. Laboratuvar Çalışmaları.....	11
2.3.1. Fiziksel Özellikler.....	11
2.3.1.1. İndeks Özellikleri.....	12
2.3.1.2. Boyuna Dalga Hızı.....	13
2.3.1.3. Dinamik Elastisite Modülü.....	14
2.3.2. Mekanik ve Elastik Özellikler.....	14

2.3.2.1.	Tek Eksenli Basınç Direnci	14
2.3.2.2.	Çekme Direnci	15
2.3.2.3.	Üç Eksenli Basınç Direnci	15
2.3.2.4.	Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı.....	16
3.	BULGULAR	17
3.1.	İnceleme Alanının Genel Jeolojisi	17
3.1.1.	Gümüşhane Graniti	17
3.1.2.	Hamurkesen Formasyonu	22
3.1.3.	Berdiga Formasyonu	24
3.1.4.	Kabaköy Formasyonu	26
3.1.5.	Alüvyon.....	28
3.1.6.	Yamaç Döküntüsü	28
3.2.	Yapısal Jeoloji	28
3.2.1.	Katmanlar	28
3.2.2.	Çatlaklar	29
3.3.	Gölet Yeri Mühendislik Jeolojisi	31
3.3.1.	Genel	31
3.3.2.	Gölet Yeri Jeolojisi	33
3.3.3.	Gölet Yeri Kayasının Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikleri.....	36
3.3.4.	Gölet Tipi	36
3.3.5.	Gölet Yeri ve Çevresinin Depremselliği	37
3.3.6.	Kaya Kalitesi (RQD).....	37
3.3.7.	Ayrışma Durumu.....	37
3.3.8.	Çatlak Sıklığı.....	37
3.3.9.	Gölet Yerinin Geçirgenliği	38
3.4.	Laboratuar Deneyleri	39
3.4.1.	İndeks Özellikleri	39
3.4.2.	Mekanik ve Elastik Özellikler.....	40
3.4.2.1.	Tek Eksenli Basınç Direnci.....	40
3.4.2.2.	Çekme Direnci	40
3.4.2.3.	Üç Eksenli Basınç Direnci	41
3.4.2.4.	Dinamik Elastisite Modülü	42
3.4.2.5.	Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı.....	43

4.	SONUÇLAR	49
5.	ÖNERİLER	51
6.	KAYNAKLAR	52
7.	EKLER	55
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu araştırmada, Akşar gölet yeri ve çevresi Mühendislik jeolojisi açısından incelenmiştir.

Çalışma alanı, Bayburt ili Aydıntepe ilçesine bağlı Akşar beldesinin kuzeyinde yer almaktadır.

İnceleme alanında litostratigrafi birimleri olarak yaşlıdan gence doğru: Gümüşhane Graniti (Permiyen), Hamurkesen Formasyonu (Liyas –Dogger), Berdiga Formasyonu (Üst Jura –Alt Kretase), Kabaköy Formasyonu (Eosen) ile Alüvyon ve Yamaç döküntüleri (Kuvaterner) ayırtlanmıştır.

Çalışma alanında yer alan ve yapımı düşünölen Akşar gölet yeri kayaçlarının Jeomekanik özellikleri arazi ve laboratuvar çalışmaları ile araştırılmıştır. Arazi çalışmalarında yüzeylemeler ve sondajlardan yararlanılmıştır. Yüzeylemelerden alınan örnek ve ölçümlerle bölgenin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası, birimlerin mikroskobik incelenmesi ve yapısal analizleri yapılmıştır. Sondajlardan ise karot örnekleri alınmış ve basınçlı su deneyleri yapılmıştır. Alınan karot örnekleri üzerinde yapılan ölçüm ve değerlendirmelerle, temel kayasının kalitesi, ayrışma durumu ve çatlak sıklığı belirlenmiştir. Sondajlarda yapılan basınçlı su deneyleri ile temel kayasının geçirgenlik durumu saptanmıştır.

Laboratuvar çalışmalarında ise, gölet yerinde açılan sondajlarda alınan karot örnekleri üzerinde standartlara uyularak deneyler yapılmıştır. Deneylerde, gölet yeri temel kayası olan granitin indeks özellikleri, boyuna elastik dalga hızı, çekme ve basınç dirençleri, dinamik ve statik elastisite modölü ile poisson oranı değerleri hesaplanmıştır.

Gölet tipi, topoğrafik şartlar, malzeme durumu, temel kayasının fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri göz önüne alınarak araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akşar Göleti, Litostratigrafi, Jeomekanik Özellikler

SUMMARY

Investigation of Akşar Dam and Near Surroundings from the Engineering Geological Point of View.

In this research, site of Akşar dam and near surroundings have been investigated from the Engineering Geological point of view.

The study area is located north of Akşar (Bayburt) and covers an area of about 120 square kilometers.

In the investigated area, as stratigraphic units, from bottom to top, Gümüşhane Granite, Hamurkesen Formation, Berdiga Formation, Kabaköy Formation, Alluvium and slope debris have been distinguished.

In the research area, the geomechanical properties of the rocks on the site of the Akşar dam have been searched on the basis of field and laboratory work.

In the field work, beside rock outcrops drill holes have been used. In the light of measurements made on drill cores the rocks quality designation have been determined. Using the results obtained via the single packer pressured water experiments, the permeability characteristic of rocks forming Akşar dam foundation has been determined.

The experiments on the cores taken from drillings which are drilled at the Akşar dam sites have been done depending on various standards. In the experiments, index properties, longitudinal elastic wave velocity, permeability, tensile and compressive strengths, dynamic and static elasticity moduli and poisson's ratio of the granite at the dam site have been determined.

The dam type has been searched in terms of topographic conditions, state of material, physical, mechanical and elastic properties of the foundations rock.

Key Words: Akşar Dam, Stratigraphic Unit, Geomechanical Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası.....	1
Şekil 2. 1991 -2005 yılları arası aylık ortalama yağış yüksekliği ve sıcaklık değerleri....	3
Şekil 3. İnceleme alanına ait drenaj ağı haritası.....	4
Şekil 4. İnceleme alanının Jeoloji haritası.....	18
Şekil 5. Akşar gölet yeri ve çevresinin jeoloji kesitleri.	19
Şekil 6. İnceleme alanına ait Stratigrafik kolon kesiti	20
Şekil 7. Akşar gölet yeri genel görünümü	21
Şekil 8. Gümüşhane granitine ait ince kesit resmi	22
Şekil 9. Hamurkesen Formasyonununa ait fotoğraf	23
Şekil 10. Hamurkesen Formasyonundan alınan bazaltın ince kesit resmi	24
Şekil 11. Berdiga Formasyonuna ait fotoğraf.....	25
Şekil 12. Berdiga Formasyonundan alınan kireç taşının ince kesit resmi.....	25
Şekil 13. Kabaköy Formasyonuna ait fotoğraf	27
Şekil 14. Kabaköy Formasyonundan alınan volkanik tüfün ince kesit resmi	27
Şekil 15. Gümüşhane granitine ait çatlak kontur diyagramı	29
Şekil 16. Hamurkesen Formasyonunun bazalt- andezitlerine ait çatlak kontur diyagramı	30
Şekil 17. Berdiga Formasyonu kireç taşlarına ait çatlak kontur diyagramı	30
Şekil 18. Kabaköy Formasyonunun andezit- bazaltlarına ait çatlak kontur diyagramı	31
Şekil 19. Akşar gölet yerinin sol sahilden görünümü.....	32
Şekil 20. Akşar gölet yeri Jeoloji haritası	34
Şekil 21. Gölet aks yeri Jeoloji enine kesiti	35
Şekil 22. Gölet aks yeri sondajları RQD ve geçirgenlik katsayısı değerleri	38
Şekil 23. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek SK- 1).....	44
Şekil 24. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek SK- 7).....	44
Şekil 25. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek SK- 6).....	45

Şekil 26. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek SK- 1).....	46
Şekil 27. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek SK- 5).....	47
Şekil 28. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek SK- 6).....	48

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Bayburt Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünde 1991 -2005 yılları arasında ölçülen yağış ve sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı	3
Tablo 2. 2001 -2008 yılları arası Pamuktaş Deresi üzerinde Akşar gölet yerinde ölçülen akım değerleri (m ³ /s)	5
Tablo 3. Akşar gölet yeri temel sondajlarına ait veriler	9
Tablo 4. U.S.B.R.tarafından önerilen çatlaklı kaya ortamları için geçirimsizlik sınıflandırması	10
Tablo 5. Kayaçların kaya kalitesine (RQD) göre sınıflandırılması	10
Tablo 6. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granitin indeks özellikleri değerleri	39
Tablo 7. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait tek eksenli basınç direnci deney sonuçları	40
Tablo 8. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait Brazilian deney sonuçları	41
Tablo 9. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait üç eksenli basınç dayanımı deney sonuçları	41
Tablo 10. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait doğal, kuru ve doymuş karot örneklerini ultrasonik ses dalgasının geçme zamanları	42
Tablo 11. Akşar gölet yeri temel kayasına ait dinamik elastisite modülü değerleri	42
Tablo 12. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait statik elastisite modülü ve poisson oranı değerleri	43

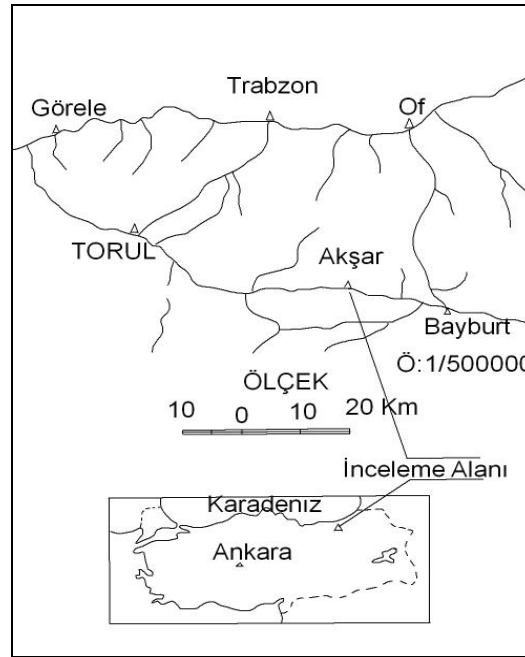
1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu çalışmada Bayburt Akşar gölet yeri ve çevresinin genel jeolojisi incelenmiş ve bu sahada yüzeylenen kayaların stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri ortaya konmuştur. Ayrıca gölet yeri temel kayasının jeomekanik özellikleri araştırılmıştır.

1.2. İnceleme Alanının Coğrafik Konumu

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz bölümünde Bayburt ili Aydıntepe ilçesine bağlı Akşar beldesinin kuzeyinde yer alır ve 1/25.000 ölçekli Trabzon H43-b2,H43-b3,H44-a2 ve H44-a1 paftaları arasında bulunan bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

1.3. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma alanına Trabzon –Gümüşhane –Bayburt devlet karayolu ile ulaşılır. Akşar beldesi Gümüşhane- Bayburt karayolu üzerinde, Bayburt'a yaklaşık 25 km mesafede bulunan bir yerleşim birimidir. Gölet yeri Akşar beldesinin yaklaşık 2 km kuzeyinde yer almakta olup her mevsim ulaşım imkanına sahiptir.

Akşar beldesinden başka, kuzeye doğru Pamuktaş köyü, Menge köyü, Çukur ve Balahor yaylaları inceleme alanındaki diğer yerleşim birimlerini oluşturur. Bu yerleşim birimleri arasındaki ulaşım stabilize yollarla sağlanmakta olup; kışın kar dolayısı ile ulaşım imkanı bulunmamaktadır.

1.4. Morfoloji

İnceleme alanı engebeli bir morfoloji sunar. Yükseklikler 2049 metre ile 2257 metreler arasında değişir. Gölet yerinde vadi taban kotu 1660 metredir. Morfolojik şekilleri akarsu aşındırması ile oluşan vadiler ile bunların ayırdığı yükseltiler oluşturur. Yükseltiler güneyden kuzeye doğru artış gösterir. İnceleme alanında önemli tepeler, güneyden kuzeye doğru: Karadağ T.(2057), Kop T.(2053), Öküzveren T.(2049), Oğlakveren T.(2117), Büyükpamuktaş T.(2148), Kızılkaya T.(2299), Ziyaret T.(2266), Kapılı T.(2432), Pelit T.(2274), Soğukpınar T.(2453), Karaburga T.(2557) Soğanlı T.(2260) ve Zilfo T.(2249) dir.

1.5. İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanında Karadeniz iklimi ile Karasal iklim arasında karasal özellikleri ağır basan bir geçiş iklimi hüküm sürer. Yazları sıcak ve kurak kışları soğuk ve yağışlıdır. Doğu Anadolu'ya göre iklim şartları daha yumuşaktır.

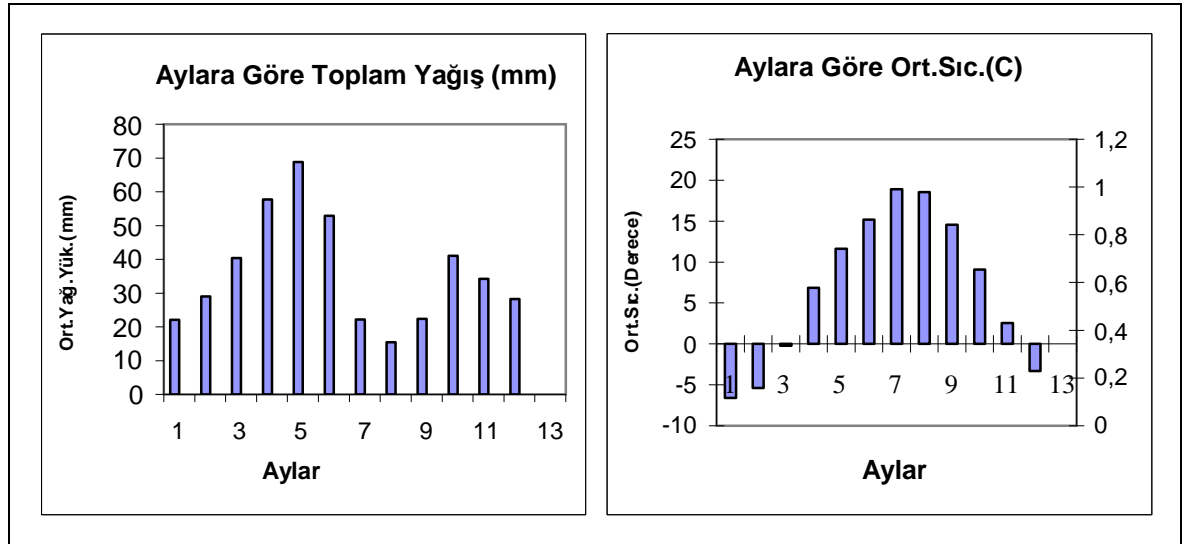
İnceleme alanının yıllık toplam yağış miktarı 435,12 mm. Ortalama aylık yağış miktarına göre en yüksek değerler Nisan-Mayıs dönemlerini kapsamaktadır. Ağustos 15,49 mm yağış değeri ile en düşük değere ulaşılan aydır. En çok yağış 68,82 mm ile Mayıs ayındadır. Yıllık toplam buharlaşma miktarı 704,8 mm. Buharlaşmanın en çok olduğu ay ortalama 68 mm ile Temmuz aydır. (Bayburt ili Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü) son 15

yıllık rasat sonuçlarına göre, en soğuk ay olan Ocak ayının sıcaklık ortalaması -6,58 derece; en sıcak ay olan Temmuz ayının ortalaması ise 18,90 derecedir. Minimum sıcaklık değeri -8,90 derece ile Ocak ayında, maksimum sıcaklık değeri ise 22,90 derece ile Temmuz ayındadır.

Çalışma alanına en yakın meteoroloji gözlem istasyonundan sağlanan son 15 yıllık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu değerlerin aylara göre dağılım grafikleri ise Şekil 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bayburt Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünde 1991 -2005 yılları arasında ölçülen ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Yağış(mm)	25,05	29,00	40,41	57,70	68,82	52,92	22,21	15,49	22,34	41,07	34,20	28,28	435,12
Sıcaklık (°C)	-5,58	-5,40	-0,22	6,87	11,62	15,17	18,90	18,56	14,56	9,10	2,57	-7,00	6,81



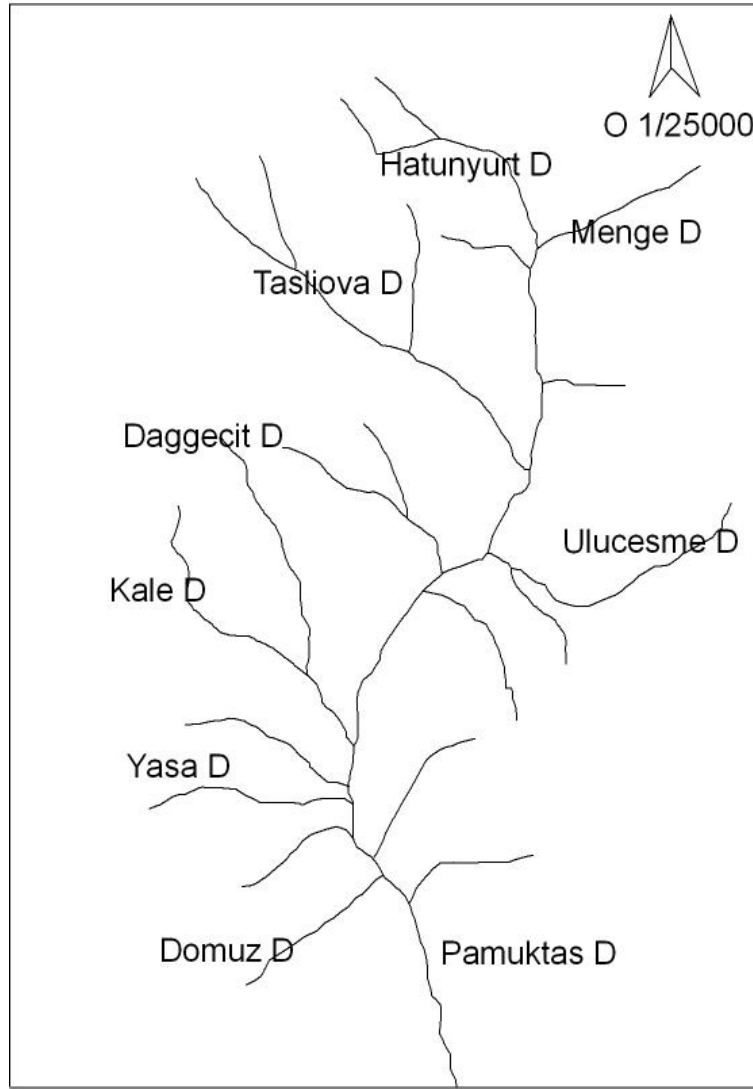
Şekil 2. 1991 -2005 yılları arası aylık ortalama yağış yüksekliği ve sıcaklık değerleri

İnceleme alanı bitki örtüsü açısından oldukça fakırdır. Bazı meyve söğüt ve kavak ağaçlarından oluşan bitki toplulukları sadece akarsu vadileri boyunca görülür. Vadi tabanında ekilebilir tarım alanları mevcuttur. Tarım ürünleri arpa buğday gibi tahıl

ürünlerinden ibarettir. Geriye kalan arazi ise çayırılık, mera, yaylalar ile kayalık ve bozkırdan oluşur.

1.6. Akarsular

İnceleme alanındaki en önemli akarsu, üzerinde gölet yapılması düşünülen Pamuktaş Deresi ve yan kolları oluşturur. Pamuktaş Deresi inceleme alanının kuzeyindeki dağlardan doğar ve yaklaşık kuzey-güney doğrultusunda akarak Akşar beldesinin güneyinde Harşit Çayına ulaşır (Şekil 3).



Şekil 3.İnceleme Alanının Drenaj Ağı Haritası

Pamuktaş deresi en fazla Nisan ayında ve en az da Eylül-Ekim aylarında akım değerlerine sahiptir. 2001 -2008 yılları arasında DSİ 22. Bölge Müdürlüğü tarafından kaydedilen verilere göre en düşük akım değeri 2008 yılı Eylül ayında 0,013 m³/s ve en yüksek akım değeri ise 2006 yılı Nisan ayında 3,183 m³/s olarak kaydedilmiştir. Pamuktaş deresi üzerinde Akşar gölet yerinde yapılan akım ölçüm değerleri Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. 2001 -2008 yılları arasında Pamuktaş Deresi üzerinde Akşar gölet yerinde ölçülen akım değerleri (m³/s) (DSİ 22. Bölge Müdürlüğü)

Yıl	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
2001		0,198		0,130	0,085				0,032
2002	0,303	0,522		0,223	0,096				0,091
2003		1,171	0,598	0,190		0,281		0,075	0,201
2004		0,682	0,643	0,669		0,120	0,095	0,062	0,186
2005		2,173	0,753	0,196	0,075	0,097	0,082	0,053	0,179
2006	0,509	3,183	0,956	0,174	0,082	0,076	0,076	0,042	0,104
2007	0,467	2,043	0,625	0,056	0,056	0,033	0,045	0,037	0,115
2008	0,761	1,361	0,544	0,068	0,040	0,021	0,013	0,028	0,032

1.7. Önceki Çalışmalar

Doğu Pontid güney zonu tektonik birliği içerisinde yer alan inceleme alanı birçok yerbilimci tarafından muhtelif zamanlarda incelenmiştir. Bölgenin genel jeolojisine ve stratigrafisine ışık tutan bu önemli çalışmaların bir kısmı aşağıda sunulmuştur:

Ketin (1948, 1950, 1951), Aşkale Bayburt ve Gümüşhane bölgesinin jeolojisini çalışarak bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmıştır. Paleozoyik yaşlı metamorfik temel üzerine transgressif olarak gelen serinin volkano-tortul özellikte ve içerdiği fosillerden dolayı yaşının Sinemuriyen-Toarsiyen ve kalınlığının 2.000 metre olduğunu belirtmiştir.

Baykal (1949, 1952), Kelkit Şiran bölgesindeki çalışmalarında Paleozoyik yaşlı metamorfik ve granitik temel kayalarla Jura Alt –Üst Kretase Eosen ve Neojen yaşlı tortul kayaların varlığını yayılımını ve özelliklerini ortaya koymuştur.

Erguvanlı (1953), Trabzon-Gümüşhane arasındaki Pontidlerin Bir Kesiti adlı çalışmasında bölgenin 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasını yaparak Pontidlerde Senoniyen ve Lütésiyen yaşlı iki kompleksin varlığından söz etmiştir. Senoniyen kompleksi fılış kalkerli ve marnlı kalkerler içerir. Lütésiyen kompleksi ise porfirik yapılı andezitler ile aralarında mercerler halinde fılış içermektedir. Araştırmacıya göre Trabzon Gümüşhane arasında pontidler bünyesinde Senoniyenden eski ve yeni olmak üzere iki tip granit bulunmaktadır.

Gattinger (1962), Gümüşhane yöresinde yüzeyleyen kayaçların stratigrafik dizilimini Permiyen yaşlı metamorfik seri ve granitler, Liyas yaşlı kireçtaşları, Üst Kretase yaşlı fılışlar ve Eosen yaşlı fılış ve volkanik seri olarak sıralamıştır.

Çoğulu (1970), Gümüşhane-Rize yöresinde bulunan granit kayaçlarının jeolojik, petrolojik ve jeokronometrik olarak incelemiş ve plütunun yaşını Üst Paleozoyik olarak tespit etmiştir. Araştırmacı plütunu, granodiyorit, kuvars monzonit ve granit olmak üzere üç fasiyese ayırmıştır.

Tokel (1972), Gümüşhane yöresinin istiflenmesini çıkarmış, bölgenin tarihçesini araştırmış ve Üst Kretase-Eosen volkanitlerini petrokimyasal olarak araştırmıştır. Üst Kretase yaşlı fılışlara Kermutdere Formasyonu, Eosen yaşlı volkano tortul birime ise Alibaba Formasyonu adları ilk kez yazar tarafından verilmiştir.

Yılmaz (1974), Gümüşhane granitini, yerleşimini ve bileşimini araştırmıştır. Gümüşhane granitinin petrografik incelemesini yaparak birimi; Granodiyorit Çamlıca Adamelliti, Gümüşhane Adamelliti ve porfiritik mikro granit olmak üzere dört fasiyese ayırmıştır.

Gedik ve diğerleri (1996), Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi adlı çalışmalarında, Permo-Karbonifer öncesi kabul edilen metamorfitlerin Doğu Pontidlerin en yaşlı birimi olduğunu ve bu birimin Hersiniyen Orojenezi ürünü Geç Karbonifer öncesi yaşta olan Gümüşhane Graniti tarafından kesildiğini belirtmiştir. Ayrıca Hersiniyen temel üzerine gelen Liyas yaşlı Zimonköy Formasyonu'nun sık yanal ve düşey fasiyese değişikliği göstermesi ve birkaç metreden 2000 metreye varan kalınlıklar sunması, Liyas döneminde birbirine yakın fakat birbirinden kopuk farklı çökel ortamlarının varlığına işaret ettiğini belirtmiştir. Çalışmacılar elde ettikleri veriler doğrultusunda Doğu pontidlerin Liyas havzalarının uzaklaşan bir transform fay sisteminin ürünü olduklarını belirtmişlerdir.

Yılmaz (1997), Gümüşhane ve yakın yöresinde gerçekleştirdiği çalışmalarda Mesozoyik havzaların dinamik kontrol etkenlerini ve çökelme şartlarını incelemiştir. Yazar

yörede Erken Jura ve Orta Kretasede genişlemeli tektonik rejimin etken olduğunu ve bunlara bağılı olarak türbididik karakterli çökellerin biriktiğini Dogger Alt Kretase döneminin sakin tektonik şartlarda platform karbonatlarının birikim sürecine karşılık geldiğini belirtmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yerüstü Araştırmaları

Yerüstü araştırmalarında yüzeylemeler üzerinde gerçekleştirilen gözlem ve ölçümlerle gölet yerinin 1/1000, gölalanı ve çevresinin ise 1/25 000 ölçekli jeoloji haritaları hazırlanmıştır. Ayrıca çalışma alanında yüzeyleyen birimlerden örnekler alınarak mikroskobik incelemeler için ince kesitler hazırlanmış ve süreksizlik yüzeylelerinden alınan ölçümlerle süreksizliklerin değişik özellikleri belirlenmiştir.

2.2. Yeraltı Araştırmaları

Yeraltı araştırmaları, DSI 22. Bölge Müdürlüğü 13 Sondaj Şube Müdürlüğü tarafından 9.8.2008 -16.10.2008 tarihleri arasında gölet yerinde yapılan temel araştırma sondajları ile gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Sondajlar

Akşar gölet yerinde toplam 214 metre derinlikte 8 adet araştırma sondajı yapılmıştır. Bu sondajlarda yapılan basınçlı su deneyleri ile temel kayasının geçirgenliği, sondaj karotları (Ek- 1) üzerinde gerçekleştirilen gözlem, ölçüm ve deneylerle kaya kütlelerinin RQD, ayrışma derecesi, çatlak sıklığı ve jeomekanik özellikler saptanmıştır. Sondajlara ait bilgiler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Akşar gölet yeri temel sondajlarına ait veriler

Sondaj No	Yeri	Derinlik(m)	X	Y	Z
SK- 1	Sol Yamaç	30	4471363	582275	1690
SK- 2	Sol Yamaç	30	4471333	582200	1665
SK- 3	Talveg	30	4471303	582130	1658
SK- 4	Talveg	30	4471275	582068	1658
SK- 5	Sağ Yamaç	30	4471250	583007	1662
SK- 6	Sağ Yamaç	30	4471235	581964	1677
SK- 7	Dolu Savak	22	4471139	582036	1660
SK- 8	Memba Batardosu	12	4471392	582043	1660

2.2.1.1. Geçirgenlik

Akşar göleti temel kayasının geçirgenliği sondajlarda yapılan tek lastik basınçlı su deneyleri ile belirlenmiştir. Tek lastik basınçlı su deneyinde deney kademesi 2 metredir. Her deney kademesine 3, 6, 10 atmosfer basınç uygulanmış ve aynı basınç değerleri ile geri dönlmüştür. Her basınç değerinde deney kademesine 5'er dakika ara ile toplam 10 dakika su pompalanmıştır. Pompalanan su sarfiyatı saat yardımıyla kaydedilmiştir.

Basınçlı su deneyi ile elde edilen veriler Lugeon grafik yöntemine göre değerlendirilerek kaya ortamının geçirgenliği belirlenmiştir. Bu yöntemde deney aralığındaki emilme katsayıları ve gerçek basınç değerleri hesaplanmıştır. Emilme katsayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Emilme Katsayısı (Ke)} = Q/[L \times t] \quad (1)$$

Burada:

Q=Deney kademesine verilen su miktarı (lt)

L=Deney kademesinin uzunluğu (m)

t=Deney süresi (dakika)

Gerçek basınçlar ise, kuyunun konumu, manometrenin deney kademesi ortasına olan mesafesi, t_{ij} ve borulardaki sürtünme kayıpları ile yeraltı su seviyesi durumu göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Emilme katsayısı ordinata, gerçek basınç değerleri apsise işaretlenerek çizilen grafikte dönüş eğrisi üzerinde 10 atmosfer gerçek basınca karşılık gelen emilme katsayısı değeri Lugeon geçirgenlik katsayısı olarak bulunmuştur (1 Lugeon = 10^{-7} m/s :10 Atmosfer gerçek basınç altında 1 dakikada 1 metre deney kademesinde 1 litre olarak emilen su miktarıdır). Geçirgenlik katsayısına göre çatlaklı kaya ortamının geçirimsizlik sınıflaması Tablo 4’de verilmiştir. Bu sınıflama esas alınarak temel kayası geçirgenliğe göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 4. U.S.B.R. tarafından önerilen çatlaklı kaya ortamları için geçirimsizlik sınıflandırması

Kaya Niteliği	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}	$> 10^{-3}$

2.2.1.2. Kaya Kalitesi Özelliği (RQD)

Akşar gölet yeri temel kayasının RQD değerleri sondaj karotlarından elde edilen verilere göre hesaplanmıştır. Sondaj karotları yardımıyla RQD’ nin hesaplanmasında Deer (1964) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$RQD=(\sum L_{10}/H)\times 100 \quad (2)$$

Burada;

RQD= Kaya kalitesi özelliği (%)

L_{10} = Uzunluğu 10 cm ve daha büyük karot boyları (cm)

H= Karot alınan sondaj derinliği (ilerleme boyu) (cm)

RQD (Rock Quality Designation) ye göre kayaların sınıflaması Tablo 5 de verilmiştir. Bu sınıflama esas alınarak temel kayası kaya kalitesi yönünden sınıflanmıştır.

Tablo 5. Kayaçların kaya kalitesine (RQD) göre sınıflandırılması (Deer,1964)

RQD (%)	100 -90	90 -75	75 -50	50 -25	<25
Kaya kalitesi tanımı	Çok iyi	iyi	orta	kötü	Çok kötü

Karot yüzdesi ise sondajda alınan tüm karot uzunlukları toplamının sondaj boyuna bölümü olarak ifade edilmektedir.

2.2.1.3. Ayrışma Derecesi

Yüzeysel veya hidrotermal sular gibi çeşitli etkenler sonucunda kayaların direnç, renk, doku ve bileşim gibi karakteristik özelliklerinin değişmesi sonucunda; fiziksel, mekanik, elastik ve petrografik özellikleri de değişmektedir. Akşar göleti temel kayasının ayrışma derecesi sondajlarla elde edilen karotların incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Ayrışma durumunun saptanmasında ISRM,1981 tarafından arazi gözlemlerine dayanılarak yapılan kayaların ayrışmaya göre sınıflandırılması kullanılmıştır.

2.2.1.4. Çatlak Sıklığı

Akşar göleti temel kayasının en önemli süreksizliklerini çatlaklar oluşturur. Çatlakların sıklığı, temel araştırma sondajları ile elde edilen karotların incelenmesi sonucunda belirlenmiştir. Sondaj karotları yardımıyla çatlak sıklığının saptanmasında 1 metre uzunluğundaki sondaj boyunda tespit edilen çatlak sayısı esas alınmıştır.

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Akşar göleti temel kayası olan granitin fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri; gölet yerinde açılan temel araştırma sondajları ile elde edilen karot örnekleri üzerinde laboratuvarda yapılan deneyler ile saptanmıştır. Gölet yerinde açılan sondajlarla alınan çoğu NX çaplı (54 mm) karotlar boyları çaplarının yaklaşık iki katı olacak şekilde standartlara uygun olarak kesilip, karot uçları düzeltilerek pürüzlülükleri giderilip deneylere hazır hale getirilmişlerdir.

2.3.1. Fiziksel Özellikler

Akşar gölet yeri temel kayasının fiziksel özelliklerinden indeks özellikleri ve elastik ses dalgasının boyuna yayılma hızı belirlenmiştir.

2.3.1.1. İndeks Özellikleri

Akşar göleti temel kayasının indeks özellikleri, karot örnekleri üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile saptanmıştır. Deneyler TS 699 (1987) şartnamesine göre yapılmıştır.

Özgül ağırlık deneyinde, SK--1 (sol yamaç), SK--6 (sağ yamaç), SK--7 (talveg-dolusavak) sondajlarından elde edilen karotlar kırılıp taş öğütme makinesinde öğütülmüş ve her sondaj için ayrı olmak üzere üç adet özgül ağırlık deneyi yapılmıştır. Deney verileri kullanılarak, özgül ağırlık aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\rho = (G_{pn} - G_p) / (G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_s) \quad (3)$$

Burada:

G_{pn} = Öğütülmüş kuru örnek ve piknometre ağırlığı (g)

G_p = Piknometre ağırlığı (g)

G_{pns} = Piknometre, saf su ve örnek ağırlığı (g)

ρ = Özgül ağırlık (g/cm³)

G_{ps} = Su ile dolu piknometre ağırlığı (g)

Hazırlanan karot (silindirik) kayaç örneklerinin boyları (L) ve çapları (D) kompasla ölçülerek toplam hacimleri (V_T) hesaplanmıştır. Bu karot örnekleri etüvde 105 derecede 24 saat bekletilip tartılarak kuru ağırlıkları (W_d), saf suda 48 saat bekletilip tartılarak doymuş ağırlıkları (W_s) bulunmuştur. Elde edilen verilerle birim hacim ağırlığı (γ =ağırlık/hacim), porozite (n =boşluk hacmi/ toplam hacim), boşluk oranı (e =boşluk hacmi/katı hacim) ve ağırlıkça su emme (A_w =su ağırlığı/kuru ağırlık) değerleri hesaplanmıştır.

Sodyum sülfat deneyinde, temel sondajları ile elde edilen karot örnekleri çekiç yardımıyla kırılarak elendikten sonra, elek açıklığı 40 -25 mm arası 1 000 gram 25 -20 mm arası 1 000 gram olmak üzere toplam 2 000 gram, 20 -10 mm arası 500 gram ve 10 -5 mm arası 100 gram malzeme alınmıştır. Hazırlanan 2 000,500 ve 100 gram malzemeler ayrı kaplara konularak üzerlerine tamamen kapanacak şekilde sodyum sülfat çözeltisi (1 litre suya 754 gram sodyum sülfat) ilave edilmiş ve 12 saat bekletilmiştir. Daha sonra çözeltiden arındırılan malzeme yıkanıp kurutularak tartılmış ve örneğin ilk ve son ağırlıkları arasındaki farkın ilk ağırlığına oranı aşınma yüzdesi olarak belirlenmiştir.

Darbeli aşınma (Los Angeles) deneyinde, temel sondajlarla elde edilen karot örnekleri kırılarak elendikten sonra elek açıklığı 40 -25 mm arası 1250 gram, 25 -20 mm arası 1250 gram, 20 -12,5 mm arası 1250 gram ve 12,5 -10 mm arası 1250 gram olmak üzere toplam 5000 gram malzeme 12 adet çelik bilye (çapları 47 mm ve kütleleri 390 -445 gram) ile Los Angeles aşındırma cihazına konularak 500 devir yaptırılmıştır. Devir sonrası deney aletinden çıkartılan malzeme göz açıklığı 1,6 mm olan kare gözlü elekten elenmiş ve elek üzerinde kalan malzeme tartılmıştır. Aşınma kaybı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K=(G_0-G_s)/G_0 \quad (4)$$

Burada;

G_0 =Deney örneğinin deneyden önceki ağırlığı (g)

G_s =Deney örneğinin 500 devir sonunda göz açıklığı 1,6 mm olan elek üzerinde kalan kısmının ağırlığı (g)

K =500 devir sonunda aşınma kaybı (%)

2.3.1.2. Elastik Ses Dalgasının Boyuna Yayılma Hızı

Elastik ses dalgasının Akşar göleti temel kayası olan granit içerisindeki boyuna yayılma hızı, temel araştırma sondajları ile granitten alınan karot örnekleri üzerinde ultrasonik deney aleti kullanılarak saptanmıştır. Ultrasonik deney aletinin dijital göstergesinden yüksek frekanslı ses dalgasının karot örnekleri içerisinde geçiş zamanları mikro saniye (μs) olarak okunmuştur.

Deneylerde ultrasonik ses dalgasının doğal (T_n), kuru (T_d) ve doymuş (T_w) karot örneklerini boyuna geçme zamanları mikrosaniye olarak her bir karot örneği için ayrı ayrı saptanmıştır. Elastik ses dalgasının granit örnekleri içerisindeki boyuna yayılma hızları; örnek uzunluklarının, elastik ses dalgasının örnekleri geçme zamanlarına bölünmesiyle elde edilmiştir.

2.3.1.3. Dinamik Elastisite Modülü

Akşar göleti temel kayası olan granitin dinamik elastisite modülü, Youash (1970) tarafından önerilen eşitliğin metrik sisteme dönüştürülmesi ile elde edilen aşağıdaki formül (Bulut,1989) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_d=1,29 \times (L/D^2) \times W \times (1/T^2) \times 10^6 \quad (5)$$

Burada:

E_d =Dinamik elastisite modülü (kg/cm²)

L=Karot örneğinin boyu (cm)

D=Karot örneğinin çapı (cm)

W=Karot örneğinin ağırlığı (g)

T=Ultrasonik ses dalgasının örneği geçme zamanı (μs)

2.3.2. Mekanik ve Elastik Özellikler

Akşar gölet yerinde yapılan temel araştırma sondajları ile elde edilen karot örnekleri üzerinde mekanik ve elastik özellik deneyleri yapılmıştır. Deneyler ile gölet yeri temel kayasının tek eksenli basınç direnci, çekme direnci, üç eksenli basınç direnci, statik elastisite modülü ve poisson oranı değerleri araştırılmıştır.

2.3.2.1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Akşar göleti temel kayasını oluşturan granitin tek eksenli basınç direnci deneyleri, sondajlarla elde edilen karot örnekleri üzerinde yapılmıştır. Karot örnekleri üzerinde tek eksenli basınç direnci deneyleri yapılırken, ISRM (1981) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır.

Standartlara uyularak hazırlanan 12 adet karot örneği üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deneyinde 60 tonluk pres kullanılmıştır. Prese konan karotlar uygun şekilde yüklenerek kırılmış ve kırılmaların granitin bünyesinde bulunan mikro çatlaklar boyunca

olduğu görülmüştür. Deneyler sonunda örneklerin tek eksenli basınç direnci değerleri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_b = [4P/\pi D^2] \times 10^{-3} \quad (6)$$

Burada:

σ_b =Tek eksenli basınç direnci (MPa)

P=Kırılma anındaki yük (KN)

D=Karot örneğinin çapı (mm)

2.3.2.2. Çekme Direnci

Akşar göleti temel kayası granitin çekme direnci, sondajlarla elde edilen 12 adet karot örneği üzerinde Brazilian (Dolaylı ekme) deneyi yapılarak saptanmıştır. Deneyler, boyları yaklaşık yarıçapları ile aynı olan silindirik örnekler üzerinde 5 tonluk pres altında, yenilme 15 -30 saniye arasında gerçekleşecek şekilde sabit bir hız altında yüklenerek yapılmıştır. Deneyler ISRM (1981) standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonunda örneklerin çekilme dayanımı değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = [0,637 \times P/D \times L] \times 10^{-3} \quad (7)$$

Burada:

σ_c =Dolaylı ekme direnci (MPa)

P=Kırılma anındaki kuvvet (KN)

D=Karot örneğinin çapı (mm)

L=Karot örneğinin boyu (mm)

2.3.2.3. Üç Eksenli Basınç Direnci

Akşar göleti temel kayasını oluşturan granitin kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (Φ) nın belirlenmesi amacı ile temel araştırma sondajları ile elde edilen NX çaplı (54 mm)

katot örnekleri üzerinde üç eksenli basınç direnci deneyleri yapılmıştır. Deneylerde, ISRM (1981) standartları esas alınmıştır.

Standartlara uyularak hazırlanan 9 adet NX çapında (54 mm) ve boyu yaklaşık çapının iki katı olan karot örnekleri, 60 tonluk pres altında üç eksenli hücre (Hoek hücresi) kullanılarak 10, 20 ve 40 MPa yanal gerilmeler altında her bir deney için 3 adet karot kırılarak gerçekleştirilmiştir.

Granitin içsel sürtünme açısı (Φ) ve kohezyon (c) değerleri üç eksenli basınç direnci deney sonuçları kullanılarak çizilen Mohr daireleri ve kırılma zarfları ile bulunmuştur.

2.3.2.4. Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı

Akşar göleti temel kayası olan granitin statik Elastisite modülü ve poisson oranı değerleri temel araştırma sondajları ile elde edilen karot örnekleri üzerinde yapılan deneyler ile saptanmıştır. Deneyler ISRM (1981) standartlarına uyularak yapılmıştır.

Deneylerde, direnci 119,7 ve gage faktörü 2,1 olan strainaugeler karot örneklerine yatay ve düşey yönde yapıştırılıp 60 tonluk pres altında sabit yüklerle yüklenerek kırılmaya tabi tutulmuşlardır. Bu esnada TDG Coda AS8a cihazı kullanılarak, yük altında strainaugelerde oluşan yatay ve düşey potansiyel farkları kaydedilmiştir (V-okunan). Kaydedilen bu değerler alet prospektüsünde verilen aşağıdaki formül kullanılarak birim deformasyon değerlerine dönüştürülmüştür.

$$V\text{-okunan}=(GR*\epsilon/4)*(2/2+GR*\epsilon)*V_i*V_k \quad (8)$$

Burada:

ϵ = Birim deformasyon

GR =Strainauge faktörü (2,1)

V_i = 5 Volt

V_k =381 Volt

Statik Elastisite modülü ve Poisson oranı değerleri, deneyler sonucu elde edilen veriler ile çizilen gerilme birim deformasyon (σ - ϵ) grafikleri yardımıyla bulunmuştur.

Statik Elastisite modülü gerilme- boyuna birim deformasyon eğrisinin doğrusal kısmının eğimi olarak hesaplanmıştır. Poisson oranı ise; Elastisite modülünün çapsal birim deformasyon eğrisinin doğrusal kısmının eğimine oranı olarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. İnceleme Alanının Genel Jeolojisi

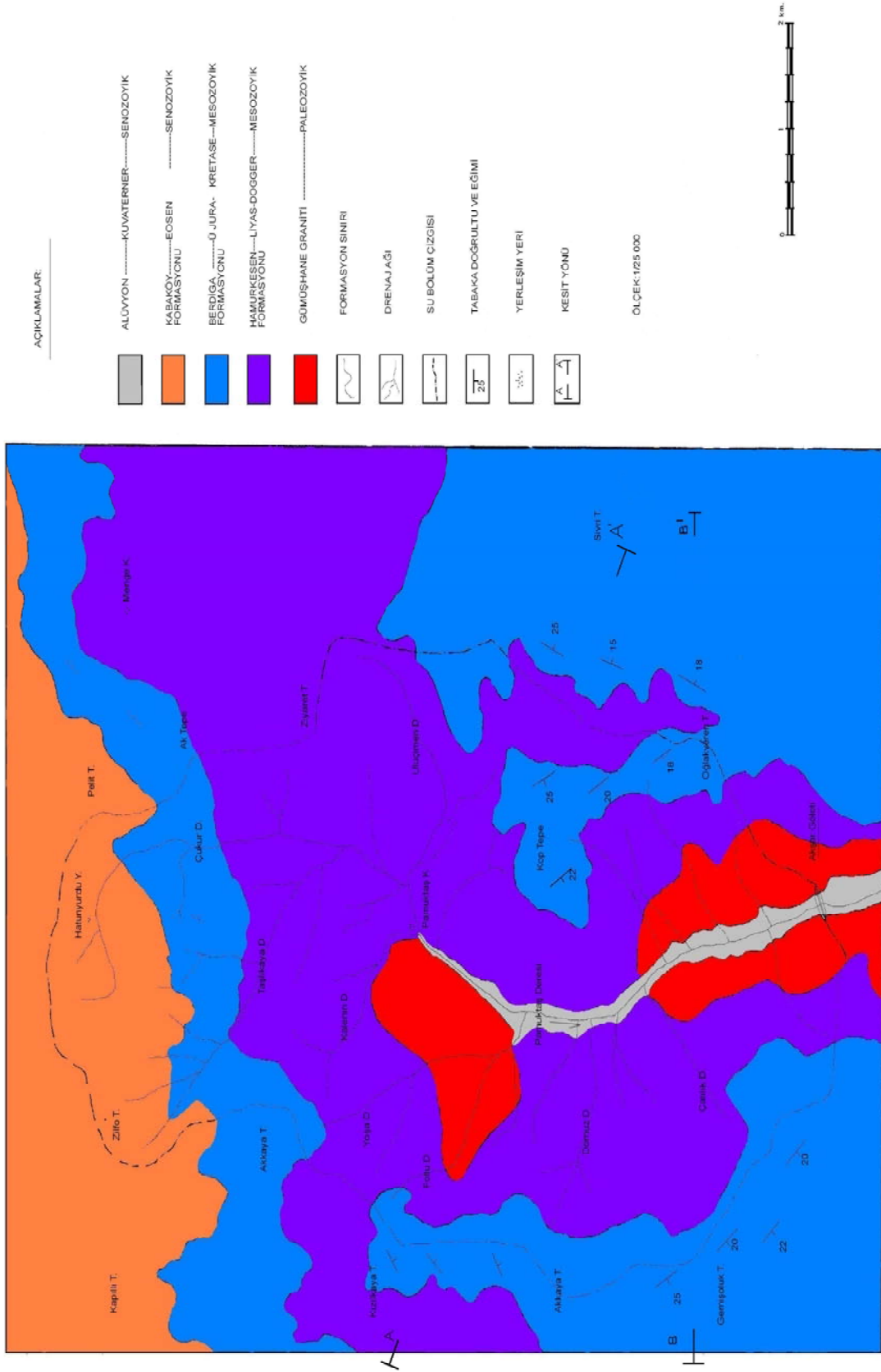
Bayburt ili Akşar beldesi gölet yeri, rezervuar alanı ve yakın çevresini içeren inceleme alanında; Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından hazırlanan "Stratigrafi Sınıflandırma ve Adlama Kuralları " (MTA,1986) esaslarına göre 6 birim ayrılanarak haritalanmıştır (Şekil 4).

Bu birimler yaşlıdan gence doğru; Permiyen yaşlı Gümüşhane graniti, Liyas-Dogger yaşlı Hamurkesen Formasyonu, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu, Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı Alüvyon ve Yamaç döküntüleridir (Şekil 5, 6).

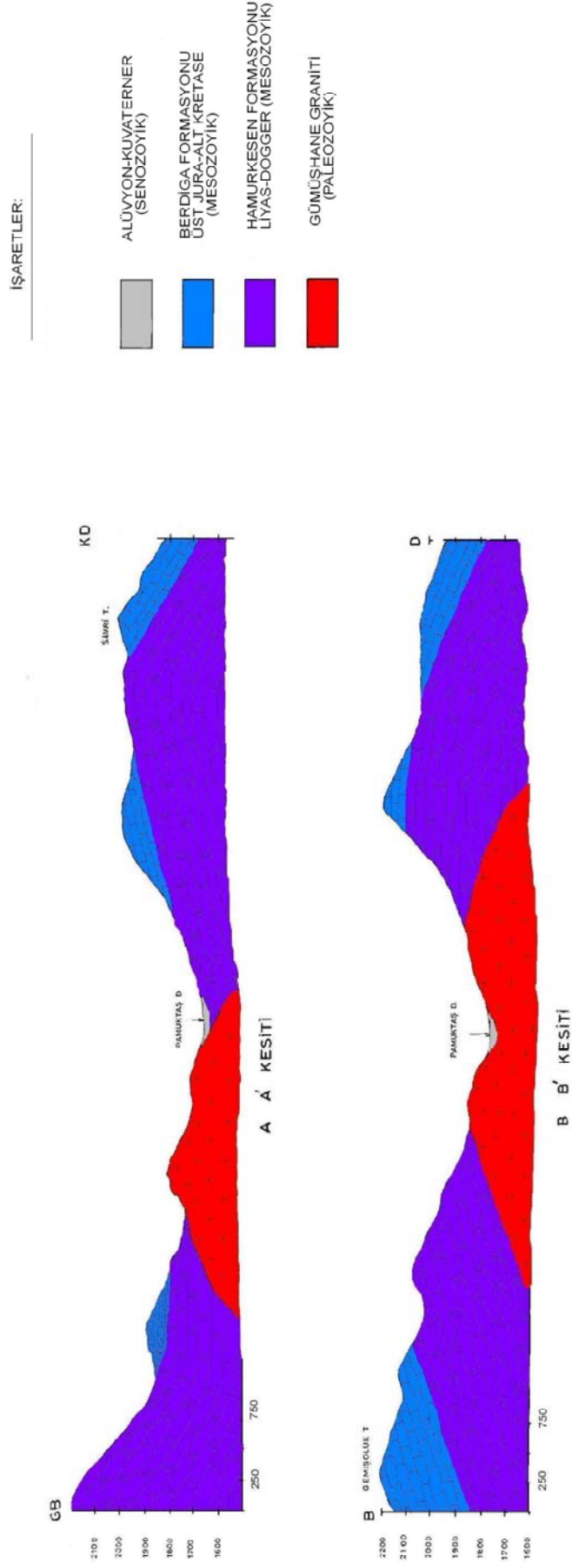
3.1.1. Gümüşhane Graniti

İnceleme alanın gölet yerinde ve gölet yerinin yaklaşık 5 km kuzeyinde Pamuktaş köyü civarında yayılım gösteren birim Tokel (1972) tarafından adlandırılmıştır. (Şekil 4)

Bol kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip olan birimin az ayrışmış ve sağlam örnekleri gri-pembe renklidir. Kuvars ve feldspat gibi mineralleri gözle görülebilmektedir. Ayrışmış granitler ise sarı-beyaz renkte olup kolayca dağılabilmektedir (Şekil 7).



Şekil 4. İnceleme alanının jeoloji haritası (GÜVEN 1993 den değiştirilerek alınmıştır.)



Şekil 5. Akşar gölet yeri ve çevresinin jeolojisi kesitleri

ÜST SİSTEM		S E N O Z O Y I K		M E S O Z O Y I K		P A L E O Z O Y I K	
SİSTEM	SERİ	TERSİYER	KUVATERNER	JURA-KRETASE		P E R M İ Y E N	
FORMASYON	KALINLIK (m)	EOSEN		ÜST JURA ALT KRETASE	BERDİGA	LIYAS DOGGER	HAMURKESEN
		KABAKÖY					
		700-800	3-6	100-300		600-800	
LİTOLOJİ		<p>Alüvyon (Çakıl, kum, kil ve silt)</p> <p>Andezit- Bazalt ve Piroklastları (Kum taşı kumlu kireç taşı)</p> <p>Resifal Kireçtaşı (Dolomitli, çörtlü ve kumlu kireçtaşı)</p> <p>Bazalt- Andezit ve Piroklastları (Kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı)</p> <p>Pembe Renkli Granit (Mikro Granit)</p>					
		ÖLÇEKSİZ					

Şekil 6 İnceleme alanının stratigrafik kolon kesiti



Şekil 7. Gümüşhane granitine ait bir görünüm (Gölet yeri 5 km kuzeyi Pamuktaş köyü dolay)

Bu birimden aks yerinde yapılan sondajlar ile alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin mikroskopta incelenmesi sonucu aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır. Kayaçta en fazla bulunan mineral ortoklas olup, kuvars ile birlikte mikrografik doku oluşturur. Öz şekilsiz ortoklaslar tek nikolde kirli görünümde olup ayrışarak killeşmişlerdir. Ortoklas oranla daha az bulunan kuvars yine öz şekilsiz kristaller halinde olup dalgalı sönme gösterir ve tek nikolde berrak görünümde dirler. Yarı öz şekilli ve az miktarda bulunan plajiyoklaslar serisitleşmiş ve killeşmişlerdir. Küçük kristaller halinde tek nikolde açık sarı koyu kahverengi görünümlü biyotit kristallerine rastlanılan kayaç taneli kısmen mikrografik dokulu granit olarak belirlenmiştir. (Şekil 8)

İnceleme alanında Gümüşhane graniti temel kayayı oluşturduğu için alt sınıın gözlenememektedir.



Şekil 8. Gümüşhane granitinin ince kesit görüntüsü (Ç.N).

Çoğullu (1970) Gümüşhane granitinin yaşını total kurşun yöntemi ile 298 -338 milyon yıl olarak hesaplamış ve plütonizmayı Hersiniyen orojenezine bağlamıştır.

3.1.2. Hamurkesen Formasyonu

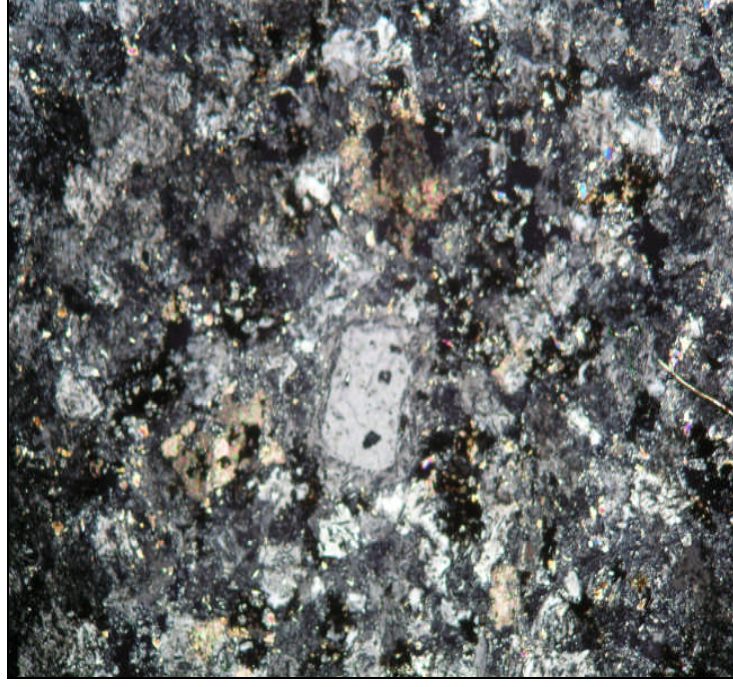
İnceleme alanında gölet yerinden membaya doğru sağ ve sol yakalarda yüzeylenmeler veren birim Ağar (1977) tarafından adlandırılmıştır.

Üst Jura Alt Kretase yaşlı kireçtaşları altında izlenen bu birim volkano-tortul karakterde olup, mor ve yeşilimsi gri renkte bazalt ve proklastlarından oluşur (Şekil 9).



Şekil 9. Hamurkesen Formasyonundan bir görünümü (Gölet yeri 750 m kuzeyi sol sahil)

Birimin yukarıda belirtilen yüzeylemelerinden alınan örneklerinden hazırlanan ince kesitlerin incelenmesi sonucu şu gözlemler yapılmıştır. Kayaçta mikrolit ve iri kristaller halinde bulunan plajiyoklaslar yarı öz şekilli olup albit ikizlenmesi gösterirler. Anfiboller ayrışarak kalsitleşmiştir. Hamurda saçılmış halde yuvarlak ve köşeli taneler halinde opak mineraller bulunan kayaç porfirik dokulu bazalt olarak adlandırılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Hamurkesen Formasyonundan alınan bazaltın ince kesitte görünüşü (Ç.N)

Granit temel üzerine aşınma uyumsuzluğu ile gelen birim kireç taşları (Berdiga Formasyonu) tarafından uyumlu olarak örtülür.

Hamurkesen Formasyonunun inceleme alanında jeolojik kesitlerden ölçülen görünür kalınlığı 600 -800 metre olarak belirlenmiştir.

Birimin yaşı içerisinde yer alan tortul seviyelerde saptanan fosillere göre Liyas-Dogger olarak tespit olunmuştur. (Güven,1993)

3.1.3. Berdiga Formasyonu

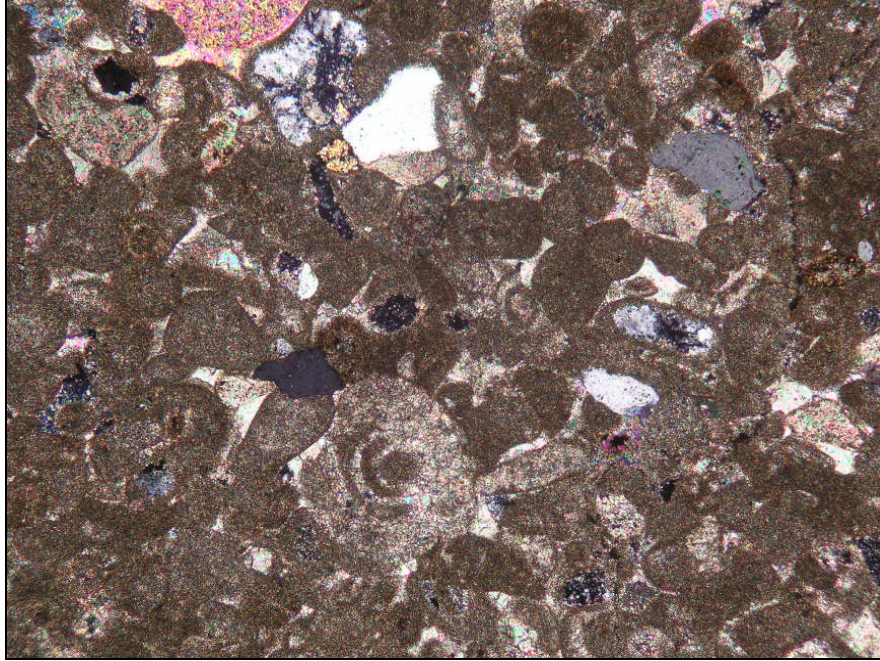
Birime ismini en iyi şekilde izlendiği Berdiga dağlarına (Alucra, Giresun) izafeten Pelin (1997) vermiştir.

İnceleme alanında gölet aks yerinin sağ ve sol tepelerinde güneyden kuzeye doğru giderek daralan bir şekilde yayılım gösteren birim, gri renkte orta ile kalın tabakalı kireçtaşlarından oluşur (Şekil 11).



Şekil 11. Berdiga Formasyonundan bir görünüm (Gölet yeri sol tepe)

Gölet aks yeri sağ ve sol tepelerinde yer alan yüzeylemelerinden alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin mikroskobik incelenmesi sonucu aşağıdaki bulgular elde edilmiştir (Şekil.12).



Şekil 12. Berdiga Formasyonundan alınan kireçtaşının ince kesitteki görünüşü (ÇN)

Biyoklast: Korunmuş halde benfik foraminifer ve ekinit parçaları % 10

İntraklast: Değişik boy ve şekillerde % 30

Ooid: Yer yer zarflı ve radyal yapıli olarak % 5

Ekstraklast: Köşeli taneler halinde kuvars ve feldspattan % 15

Bağlayıcı faz: Sparit

Ortam: Gel-git içi üst

Enerji seviyesi: Yüksek

Kayaç: Kumlu Biyointraspavit (Folk, 1959)

Liyas-Dogger yaşli Hamurkesen Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen birim Eosen yaşli Kabaköy Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üstlenir.

Berdiga Formasyonunun inceleme alanında jeolojik kesitlerden ölçülen görünür kalınlığı 100 -300 metre tir.

Bu birimden alınan örneklerden birime yaş verebilecek bir fosile rastlanmamıştır. Önceden yapılan çalışmalarda birimin yaşli Geç Jura-Erken Kretase olarak tespit edilmiştir (Güven, 1993).

3.1.4. Kabaköy Formasyonu

Formasyon ilk olarak Güven (1993) tarafından Gümüşhane Kabaköy yöresinde tanımlanmıştır. İnceleme alanının kuzey kesimlerinde ve yüksek kotlarda yüzeylemeler veren birim gri renkli bazalt ve proklastlarından oluşur (Şekil 13). Kumtaşı, kumlu kireç taşı ve marn ara seviyeleri içerir (Güven 1993).



Şekil 13. Kabaköy Formasyonuna ait bir görünüm (Çukur yayla sırtları)

Bu birimin Çukur yayla yüzeylemesinden alınan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin mikroskobik incelemesi sonucu şu gözlemler yapılmıştır. Kayaçta % 40 oranında bulunan plajiyoklaslar zonlu yapıda olup, ayrışarak killeşmişlerdir. % 20 oranında amfibol ve yaklaşık aynı oranda kayaç kırıntıları içerir. % 5 oranında opak mineral bulunduran kayaç volkanik tüf olarak adlandırılmıştır (Şekil14).



Şekil 14. Kabaköy Formasyonundan alınan volkanik tüfün ince kesitteki görünüşü

Alt Jura – Üst Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu üzerine aşınma uyumsuzluğu ile gelen birimin çalışma alanında tespit edilen kalınlığı 700- 800 metredir. Kabaköy Formasyonunun yaşı içerdiği tortul seviyelerde tespit edilen fosillere göre Eosen olarak belirlenmiştir (Güven, 1993).

3.1.5. Alüvyon

Pamuktaş deresi boyunca izlenen alüvyonlar gölet aks yerinde yapılan sondajlara göre 1,5 -3 metre kalınlıktadır. Küçük bloklar halinde yuvarlak volkanik ve tortul kökenli çakıl ve kum boyutundaki malzemedir oluşurlar.

3.1.6. Yamaç Döküntüsü

Gölet aks yerinde yapılan sondajlara göre 4-6 metre kalınlıktadır. Tabanda köşeli kayaç parçaları ile başlayarak üste doğru bitkisel toprağa dönüşürler. Bu alanların çoğu yöre halkı tarafından tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.

3.2. Yapısal Jeoloji

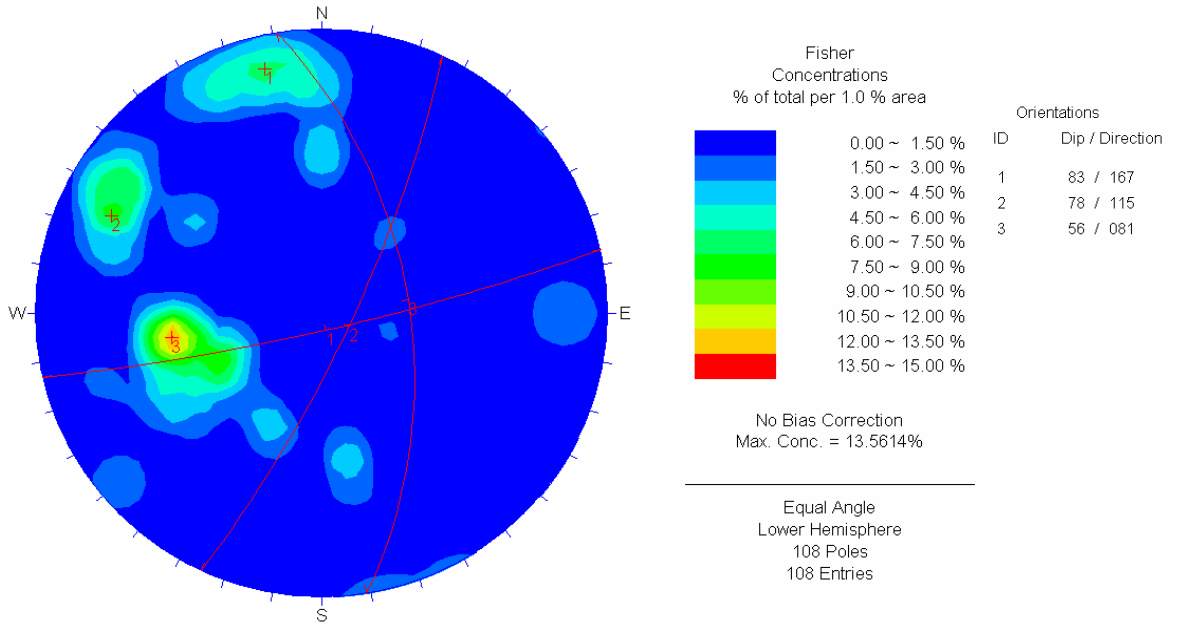
İnceleme alanı Doğu Pontid tektonik birliğinin güney bölgesinde yer almaktadır. Bölgenin en önemli yapısal unsurlarını değişik boyutlu kırık sistemleri oluşturur. Kıvrımlı yapılar daha az görülür. Ayrıca, Paleozoyik ile Jura arasında ve Alt Kretase ile Eosen arasında uyumsuzluk bulunmaktadır.

3.2.1. Katmanlar

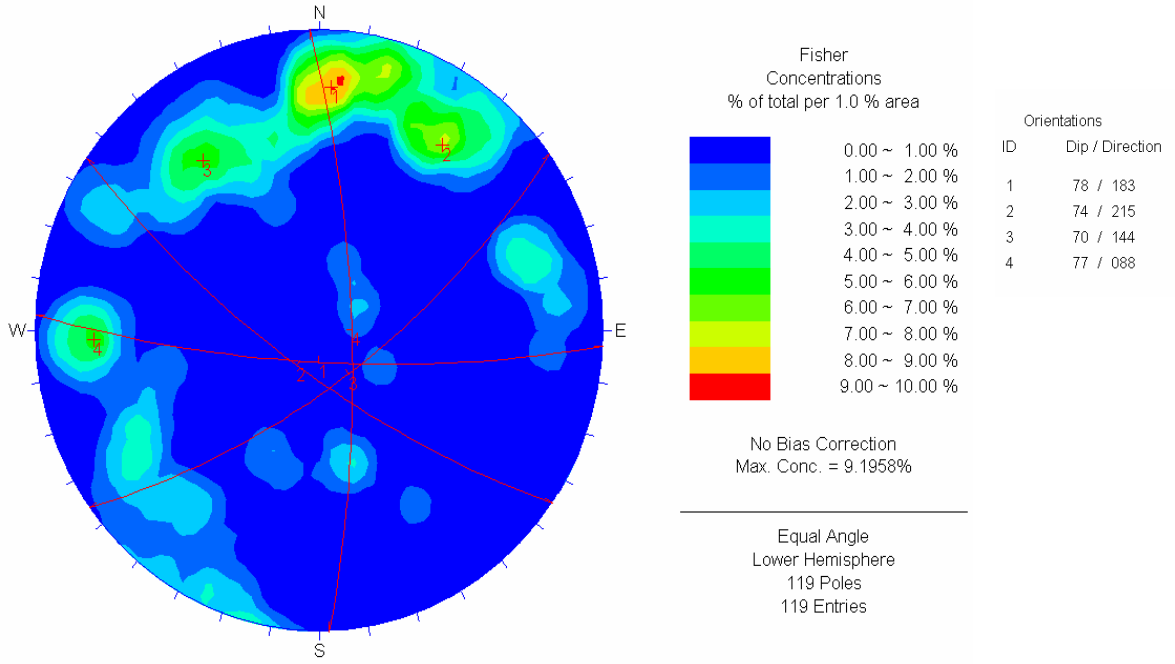
İnceleme alanında yer alan ve Berdiga Formasyonu olarak adlandırılan kireç taşları katmanlı yapıya sahiptir. Tabaka doğrultuları KD-KB, eğimleri ise 5 -30 derece arasında GD ve GB dir.

3.2.2. Çatlaklar

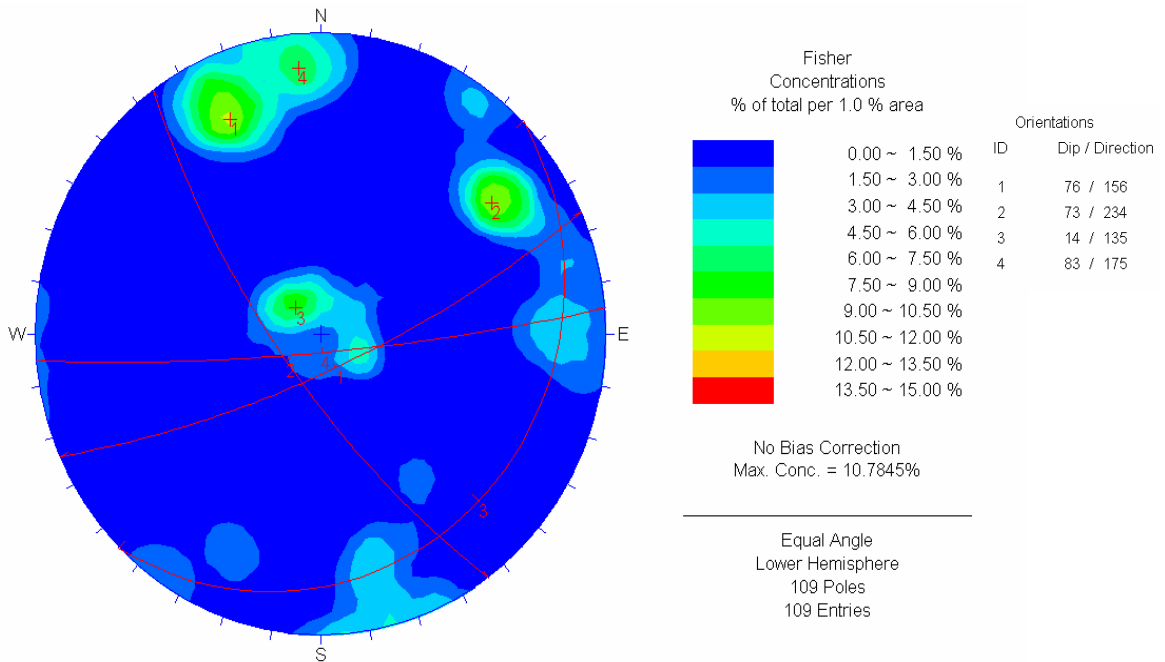
İnceleme alanında yer alan birimlerde çatlaklar belirgin olarak izlenir. Çatlak açıklıkları 0,1 -5 cm. arasında değişir. Yüzeyleri genelde hafif pürüzlü, çoğu dolgusuz bazen kil dolguludur. Egemen çatlak yönlerini belirtmek amacıyla eşit alanlı projeksiyon ağı kullanılarak Permian yaşlı Gümüşhane Graniti (Şekil 15), Liyas-Dogger yaşlı Hamurkesen Formasyonu (Şekil 16), Üst Jura Alt Kretase yaşlı Berdiga Formasyonu (Şekil 17) ve Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu için (Şekil 18) ayrı ayrı kontur diyagramları hazırlanmıştır. Kontur diyagramları incelendiğinde; egemen çatlak konumlarının; Gümüşhane granitinde 167/83, 115/78 ve 81/56, Hamurkesen formasyonunda 183/78, 215/74, 144/70 ve 88/79, Berdiga formasyonunda 156/76, 234/73, 135/14 ve 175/83, Kabaköy formasyonunda 115/81, 35/70 ve 176/74 olduğu belirlenmiştir.



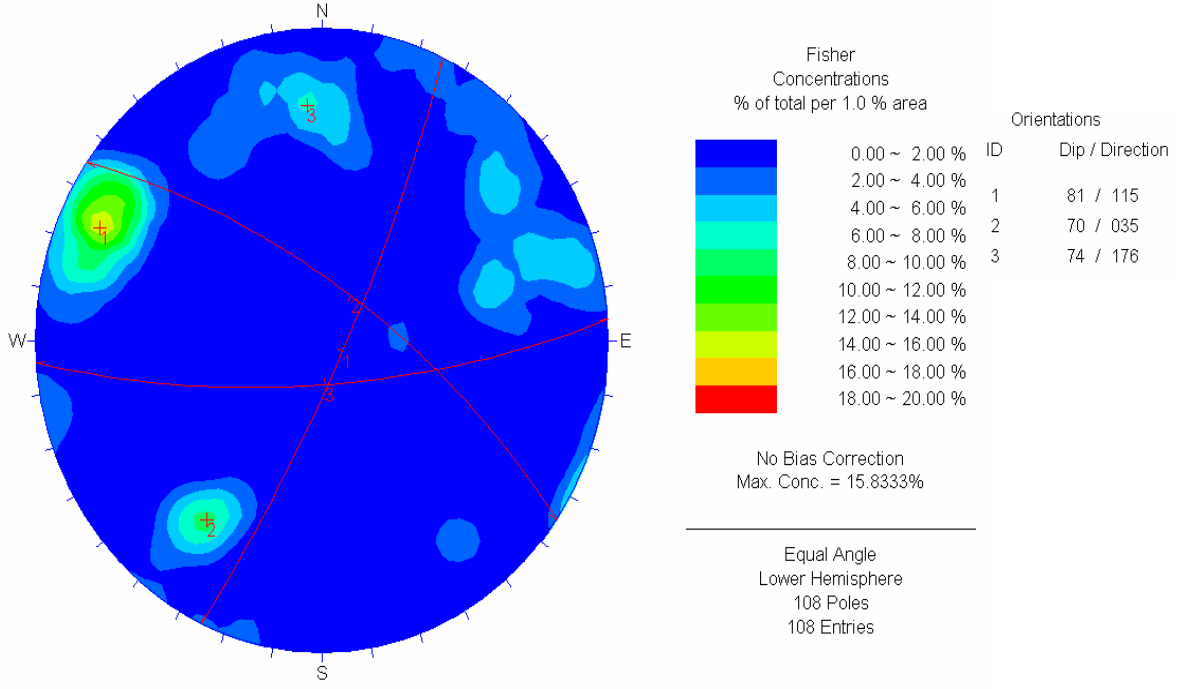
Şekil 15. Gümüşhane granitine ait çatlak kontur diyagramı



Şekil 16. Hamurkesen Formasyonun bazalt- andezitlerine ait çatlak kontur diyagramı



Şekil 17. Berdiga Formasyonuna ait çatlak kontur diyagramı



Şekil 18. Kabaköy Formasyonunun andezit- bazaltlarına ait çatlak kontur diyagramı

3.3. Gölet Yeri Mühendislik Jeolojisi

3.3.1. Genel

Sulama amacıyla yapımı düşünülen Akşar göleti, Akşar belde merkezinin yaklaşık 2 km kuzeyinde ve Pamuktaş deresi üzerinde inşa edilecektir (Şekil 19). Gölette toplanacak su ile Akşar beldesi etrafında sulu tarıma elverişli olan araziler sulanacaktır.



Şekil 19. Akşar gölet yerinin sol sahilden görünümü

Adını, gölet yerine en yakın yerleşim yeri olan Akşar beldesinden alan ve genel yerleşim planı Şekil 20’de gösterilen gölet’in özellikleri aşağıda verilmiştir:

Gövde Tipi-Toprak Dolgu

Talveg Kotu -1650 metre

Temel Kotu -1648 metre

Min. Su Seviyesi -1661 metre

Normal Su Seviyesi- 1680 metre

Max. Su Seviyesi -1681 metre

Kret Kotu -1682 metre

Toplam Su Hacmi -4 337 900 m³

Ölü Hacım -468 750 m³

Talvegden Yüksekliği -32 metre

Temelden Yüksekliği -34 metre

Kret Uzunluğu -375 metre

Gövde Hacmi -500 000 m³

Gölet çevirme tüneli ve dolu savağı sağ sahilde düşünülmektedir.

Gölet yerinde temel kayasının özelliklerini saptamak amacıyla sondaj çalışmaları yapılmış, açılan sondajlardan karotlar alınarak basınçlı su deneyleri yapılmıştır. Yapılan

arazi ve laboratuvar çalışmaları ile gölet yeri kayaçlarının jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri ile gölet yeri geçirgenliği ve gölet tipi araştırılmıştır.

3.3.2. Gölet Yeri Jeolojisi

Akşar gölet yerinde Permiyen yaşlı Gümüşhane graniti ile Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç döküntüsü ve bitkisel toprak yer almaktadır (Şekil 20).

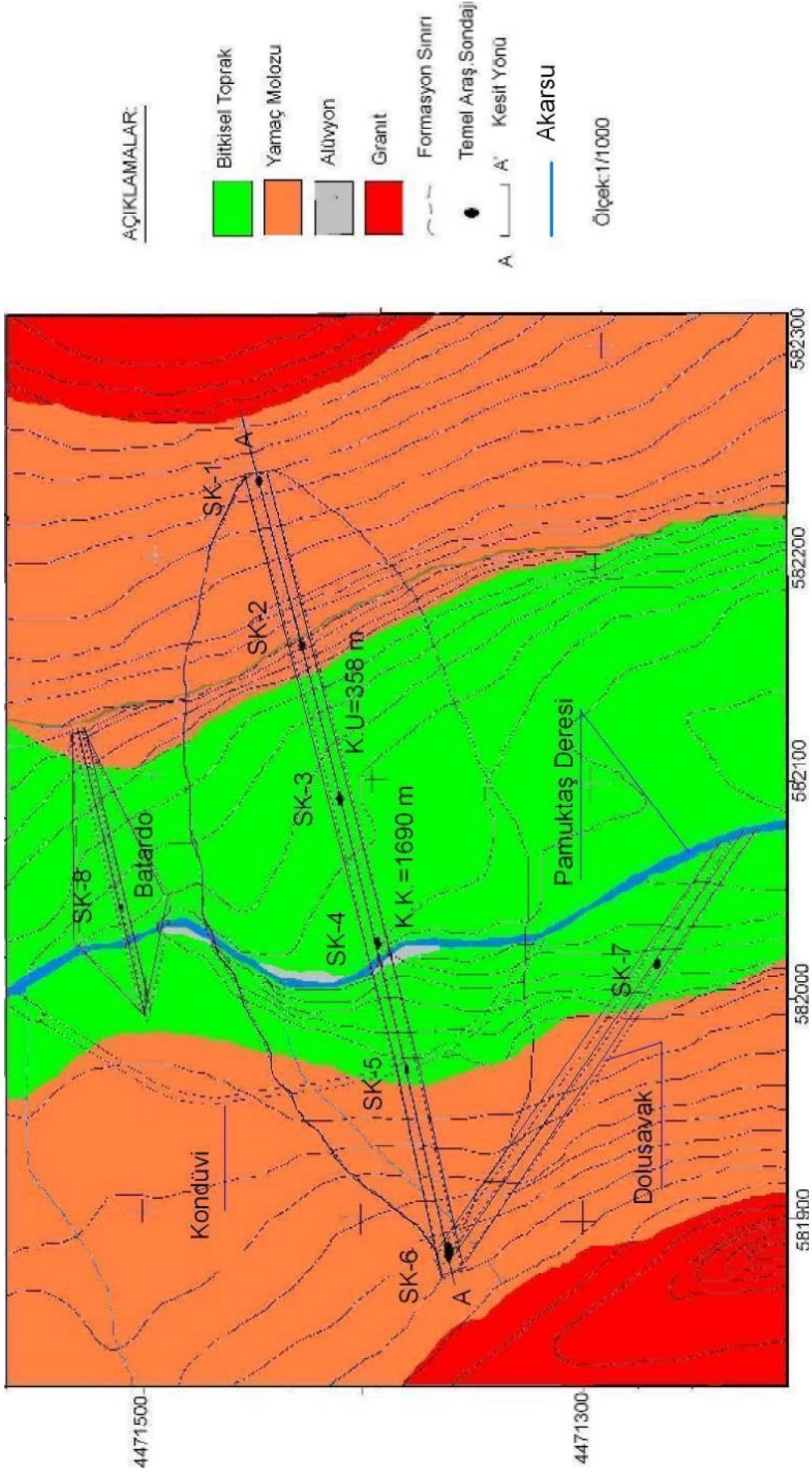
Granit genelde bol kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahip olup iri tanelidir. Kuvars ve ortoklas gibi kristalleri gözle görülebilmektedir. Az ayrılmış ve sağlam örnekleri gri-pembe renkte, ayrılmış örnekleri ise sarı beyaz renkte olup kolay kırılabilir. Bu birimden alınan örneklerin ince kesitlerinde kuvars ile birlikte mikroskopik dokuyu oluşturan ortoklasın kayaçta en fazla bulunan mineral olduğu ve yer yer ayrışarak killeştiği, ortoklasın nazaran daha az oranda bulunan kuvarsın öz şekilsiz kristaller halinde olduğu, az oranda ve yarı öz şekilli bulunan plajiyoklasın serisitleşmiş ve killeşmiş olduğu, küçük kristaller halinde biyotite ve az miktarda opak minerale rastlanıldığı, damar ve çatlak dolgusu olarak kalsitin yer aldığı tespit edilmiştir.

Pamuktaş Deresi vadi tabanında bulunan alüvyonlar bazalt, granit ve kireç taşı kökenlidir. Alüvyonlar blok, çakıl ve kum boyutlu malzemeden oluşmuştur. Gölet yerinde yapılan sondajlarda (Şekil.21) alüvyon içerisinde kum ve ince çakıl malzemenin daha fazla olduğu ve kalınlığının 1,5 -3 metre arasında değiştiği tespit edilmiştir.

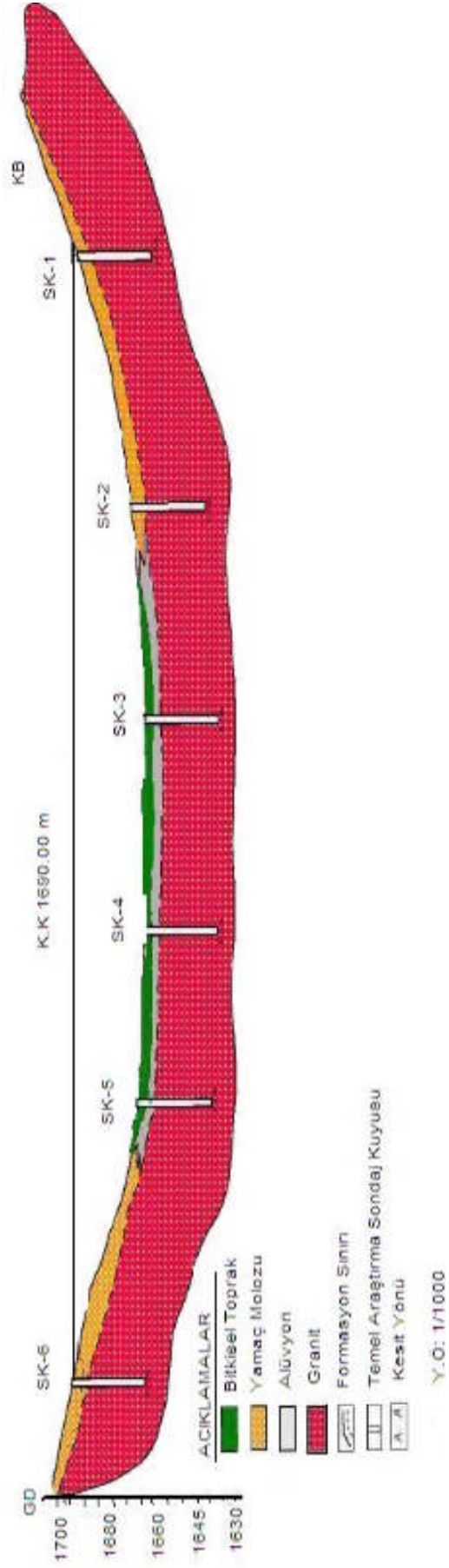
Alüvyon malzeme üzerinde yer alan bitkisel toprak köşeli ince çakıl silt ve kilden ibaret olup, gölet yerinde yapılan sondajlara göre kalınlığının 2,5 -3,5 metre arasında değiştiği saptanmıştır.

Yöre halkı tarafından tarım arazisi olarak kullanılan bu sahalar vadi boyunca yer almaktadır.

Akşar gölet yeri yamaçlarında yamaç döküntüleri bulunmaktadır. Değişik boyutlu sivri köşeli bazalt ve kireçtaşı çakıl, kil ve siltler den oluşan malzemenin kalınlığı, gölet yerinde yapılan sondajlara göre 4 -6 metre arasında değişmektedir.



Şekil 20. Gölet yeri jeoloji haritası



Şekil 21 .Gölet aks yeri jeoloji enine kesiti

3.3.3. Gölet Yeri Kayasının Fiziksel, Mekanik ve Elastik Özellikleri

Gölet yeri temel kayası olan granitin fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri gölet yerinde yapılan temel araştırma sondajları ile elde edilen karot örnekleri üzerinde laboratuarda gerçekleştirilen deneyler ile saptanmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda fiziksel özelliklerden indeks özellikleri, elastik ses dalgasının boyuna yayılma hızı ve geçirgenlik, mekanik özelliklerden tek ve üç eksenli basınç ve çekme direnci, elastik özelliklerden ise dinamik ve statik elastisite modülleri ile poisson oranları belirlenmiştir.

3.3.4. Gölet Tipi

Baraj tipi seçimine etki eden en önemli faktörlerden biri baraj yapılacak vadideki baraj kret uzunluğunun baraj yüksekliğine oranı olarak tanımlanan vadi şekli faktörüdür. Vadi şekli faktörü (K), en genel halde United State Bureau of Reclamation (USBR) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K = b/H + (tg\alpha_1 + tg\alpha_2) \quad (9)$$

Burada:

K =Vadi şekli faktörü

b =Tabandaki vadi genişliği (m)

H =Gölet yüksekliği (m)

α_1, α_2 =Vadi yamaçlarının düşey ile yaptığı açılar (derece)

Akşar gölet yerinde Pamuktaş Deresi vadisinin sağ yamacının ortalama eğimi 30 derece sol yamacının ortalama eğimi ise 40 derecedir. Vadi tabanında genişlik 23 metre ve planlanan gölet yüksekliği 30 metre dir. Bu veriler yukarıdaki eşitlikte yerine yazılırsa, gölet yeri için vadi şekli faktörü 3,68 olarak bulunur. Vadi şekli faktörü göz önüne alındığında söz konusu yer için dolgu tipinde bir baraj yapılması uygun görülmektedir.

Gölet tipi seçimine etki eden faktörlerden biri de gölet yapımında kullanılacak malzemenin temin edilmesidir. Akşar gölet yeri ve çevresinde, dolgu barajlar için gerekli olan geçirimsiz malzeme sahaları yeterince mevcuttur. Pamuktaş Deresindeki alüvyon malzeme geçirimli malzeme özelliğindedir. Kaya dolgu malzemesi ise gölet yeri

yakınlarında yer alan bazaltlarda uygun yerlerde açılacak taş ocaklarından temin edilebilir. Bazaltlar sert, sıkı, taze ve dayanımlı kaya özelliğindedir.

3.3.5. Gölet Yeri ve Çevresinin Depremselliği

Gölet yeri ve çevresi İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 1996 yılında hazırlanan 1/1 850 000 ölçekli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 3. derecede deprem bölgesinde yer almaktadır.

3.3.6. Kaya Kalitesi

Akşar gölet yerinde temel araştırmaları için toplam 214 metre derinliğinde 8 adet sondaj yapılmıştır. Yapılan bu sondajlar ile 154 metre karot alınmıştır. Alınan karotların 27,32 metresi 10 santim ve daha büyük boydadır. Bu veriler yardımıyla granitte ortalama kaya kalitesi % 13 ve ortalama karot yüzdesi ise % 72 dir.

3.3.7. Ayrışma Durumu

Akşar gölet yeri temel araştırma sondajlarından alınan karotlar ISRM, 1981 tarafından önerilen kaya kütlelerinin bozuşma derecesiyle ilgili sınıflandırması göz önüne alınarak incelenmiş ve SK -2 numaralı sondajın 7,50 -17,00 metreleri arası ile SK -5 numaralı sondajın 18,00-21,00 metreleri arasındaki granitin orta derecede diğer kısımlardaki granitin ise az ayrıştığı belirlenmiştir.

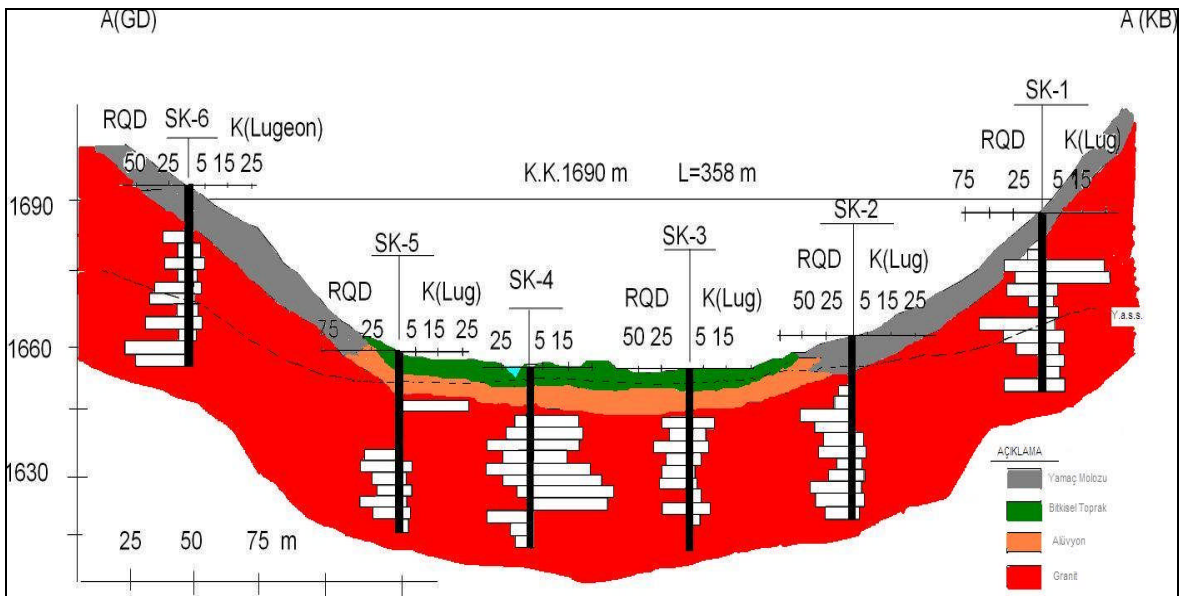
3.3.8. Çatlak Sıklığı

Gölet yeri temel kayasını oluşturan granitin çatlak sıklığı, sondaj karotları üzerinde yapılan incelemeler sonucu belirlenmiştir. Buna göre granitin yüzeyden itibaren; SK- 1 sondajında 12 -13, 15- 17, 18- 20 ve 26- 28 metreler arası, SK- 3 de 10- 12 ve 25- 30 metreler arası, SK- 4 de 16- 18, 26- 27, 28- 29 metreler arası, SK- 5 de 6- 18 ve 28- 30 metreler arası, SK- 6 da 13- 17 metreler arası, SK 7 de 16- 19 metreler arası ve SK 8 de

6- 8 metreler arası tamamen parçalanmış diğer kesimlerde çok çatlaklı ve kırıklı yapıda olduğu tespit edilmiştir.

3.3.9. Gölet Yerinin Geçirgenliği

Gölet yerini oluşturan granit içerisinde açılan sondajlarda yapılan basınçlı su testlerinin değerlendirilmesi sonucu temel kayasının geçirgenliği açısından aşağıdaki bulgular elde edilmiştir (Şekil 22). SK- 1 sondajında 6 -8 metreler arası deney yapılamamış, 8 -12 metreler arası çok geçirimli (25 Lugeon) diğer alanlarda geçirimsiz ve az geçirimli (2,1- 5,5 Lugeon). SK- 2 sondajında 7 -17 metreler arasında deney yapılamamış 17 -30 metreler arası ise az geçirimlidir (1,6- 2,8 Lugeon). SK 3 sondajında 6 -8 ve 24 -30 metreler arasında deney yapılamamış öteki alanlarda geçirimsiz ve az geçirimlidir (1,6- 5,5 Lugeon). SK 4 sondajında 24 -30 metreler arası deney yapılamamış öteki alanlarda çok geçirimlidir (15- 34 Lugeon). SK 5 sondajında 6 -8 ve 12 -20 metreler arasında deney yapılamamış, 8 -12 metreler arası çok geçirimli (23 Lugeon) diğer alanlarda geçirimsizdir (0,9- 1,6 Lugeon). SK 6 sondajında 6 -8 ve 26 -30 metreler arası deney yapılamamış diğer alanlarda az geçirimlidir (0,2- 1,2 Lugeon). SK 7 sondajı (dolusavak çıkışı) geçirimli ve çok geçirimli (6,1- 30 Lugeon) ve SK 8 sondajında ise (menba batardosu yeri) geçirimli (6,2- 12 Lugeon) yapıdadır.



Şekil 22. Gölet aks yeri sondajları RQD ve geçirgenlik katsayısı değerleri

Bu bilgiler doğrultusunda Akşar gölet yeri temel kayası genelde sağ ve sol sahillere de az geçirimli veya geçirimsiz tabanda ise geçirimli ve çok geçirimli bir yapıda olduğu saptanmıştır.

Geçirgenlik katsayısı değerleri incelendiğinde gölet yeri kayalarının tabanda geçirimli veya çok geçirimli olduğu görülmektedir. İlgili verilerle gölet yerinde askıda kalacak şekilde bir geçirimsizlik perdesi oluşturmak için gerekli enjeksiyon perde derinliği USBR tarafından önerilen aşağıdaki ampirik formül kullanılarak tabanda 35 metre olarak hesaplanmıştır.

$$H=1/2xh+c \quad (10)$$

Burada:

H=Enjeksiyon perde derinliği (m)

h=Delgi üst kotu ile maksimum su kotu arasındaki mesafe (m)

c=Kayaç geçirgenliğine göre (7,5- 22,5 arasında değişen) katsayı (Gölet yeri için c=20 olarak alınmıştır.)

3.4. Laboratuvar Deneyleri

3.4.1. İndeks Özellikleri

Akşar gölet yerinde granit içerisinde açılan SK- 1, SK- 6 ve SK- 7 sondajlarından alınan karot örnekleri üzerinde laboratuvar da yapılan deneylerden elde edilen veriler kullanılarak granitin indeks özellikleri hesaplanmış ve bulunan sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granitin indeks özellikleri değerleri

Örnek	γ (g/cm ³)	n(%)	e(%)	Öz Ağırlık ρ (g/cm ³)	Su Emme Aw (%)	Na ₂ SO ₄ Kaybı (%)	Aşınma Kaybı (%)
SK- 1	2,61	2,13	2,10	2,84	0,81	8,94	13,78
SK- 6	2,64	1,39	1,37	2,79	0,53	4,78	15,26
SK- 7	2,66	1,84	1,82	2,71	0,69	8,17	13,79

Tablo 6 incelendiğinde granitin; doğal birim hacim ağırlığının (γ) 2,61- 2,66 g/cm³, porozitesinin (n) % 1,39- 2,13, boşluk oranının (e) % 1,37- 2,10, tane birim hacim ağırlığının (ρ) 2,71- 2,84 g/cm³, ağırlıkca su emmesinin (Aw) % 0,53- 0,81, Na₂SO₄ kaybının % 4,74- 8,94, aşınma kaybının % 13,78- 15,26 arasında değiştiği görülmektedir.

3.4.2. Mekanik ve Elastik Özellikler

3.4.2.1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Akşar gölet yerinde açılan temel araştırma sondajları ile alınan karot örnekleri üzerinde yapılan tek eksenli basınç direnci deney sonuçları Tablo 7 da verilmiştir.

Tablo 7. Akşar göleti temel kayasını oluşturan granite ait tek eksenli basınç direnci deney sonuçları

Örnek	D (mm)	A (mm ²)	P (KN)	σ_b (MPa)
SK- 1/1	42	1385	33,8	24,4
SK- 1/2	42	1385	32,1	23,17
SK- 3	61	2827	48,8	17,26
SK- 4	62	3018	49,7	16,46
SK- 5/1	54	2290	25,6	11,17
SK- 5/2	62	3018	36,9	12,22
SK- 6/1	62	3018	35,3	11,69
SK- 6/2	62	3018	41,8	13,85
SK- 7	54	2290	44,8	17,26
SK- 8	62	3018	29,2	9,67
SK- 2/1	62	3018	104,8	34,72
SK- 2/2	62	3018	72,9	24,15

Tablo 7 incelendiğinde gölet yeri kayasının tek eksenli basınç direnç değerlerinin 9,67 MPa ile 34,72 MPa arasında değiştiği görülmektedir.

3.4.2.2. Çekme Direnci

Akşar gölet yeri temel kayası olan granitte açılan sondajlardan alınan karot örnekleri üzerinde yapılan dolaylı çekme (Brazilian) deney sonuçları tablo 8 de verilmiştir.

Tablo 8. Akşar göleti temel kayasına ait Brazilian deney sonuçları

Örnek	D (mm)	L (mm)	F (KN)	σ_c (MPa)
SK- 1/1	54,8	28	6,63	2,11
SK- 1/2	54,8	28	3,35	1,06
SK- 2/1	61	26,7	17,10	5,43
SK- 2/2	61,6	28	4,82	1,53
SK- 3	61,7	28,3	21,26	6,76
SK- 4	62	29,4	6,31	2,01
SK- 5/1	62,1	36,6	5,83	1,84
SK- 5/2	62,4	37,2	5,86	1,86
SK- 6/1	62	36	12,69	4,01
SK- 6/2	62,1	37,5	8,18	2,60
SK- 7/1	61,5	28,8	20,20	6,42
SK- 7/2	61,5	28,4	14,56	4,43

Tablo 8 incelendiğinde gölet yeri temel kayası olan granitin dolaylı çekme dayanım değerlerinin 1.06 MPa ile 6,76 MPa arasında değiştiği görülmektedir.

3.4.2.3. Üç Eksenli Basınç Direnci

Akşar gölet yeri temel araştırma sondajlarından SK- 1, SK- 6 ve SK- 7 sondajlarından alınan karot örnekleri üzerinde 10, 20 ve 40 MPa yanal gerilmeler (σ_3) altında yapılan üç eksenli basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait üç eksenli basınç dayanımı deney sonuçları

Örnek	D (mm)	L (mm)	A (mm ²)	σ_3 (MPa)	F (KN)	σ_1 (MPa)
SK- 1/1	54	100	2290	10	252,7	110,34
SK- 1/2	54	100	2290	20	371,9	172,4
SK- 1/3	54	100	2290	40	672,6	292,71
SK- 6/1	54	102	2290	10	372,2	162,53
SK- 6/2	54	101	2290	20	464,7	202,92
SK- 6/3	54	101	2290	40	764,2	333,71
SK- 7/1	54	102	2290	10	301,8	131,79
SK- 7/2	54	101	2290	20	478,7	209,03
SK- 7/3	54	102	2290	40	882,2	385,24

Tablodaki değerler kullanılarak çizilen Mohr daireleri ve kırılma zarfları yardımıyla (Şekil. 23, 24, 25) gölet yeri temel kayası olan granite ait kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) değerleri bulunmuştur. Buna göre SK- 1 örneği için kohezyon 10 MPa ve isel sürtünme açısı 48 derece, SK- 6 örneği için kohezyon 21 MPa ve içsel sürtünme açısı 47 derece ve SK- 7 örneği için kohezyon 10 MPa ve içsel sürtünme açısı 53 derece olarak bulunmuştur.

3.4.2.4. Dinamik Elastisite Modülü

Ultrasonik deneylerle, önce elastik ses dalgasının doğal (T_n), kuru (T_d) ve doğun (T_w) haldeki granit örnekleri içerisinde geçiş zamanları belirlenmiş (Ek Tablo 4) ve elde edilen sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Akşar göleti temel kayasına ait doğal, kuru ve doğun karot örneklerini ultrasonik ses dalgasının geçme zamanları

Örnek	L(cm)	$T_n(\mu s)$	$T_d(\mu s)$	$T_w(\mu s)$
SK- 1	10,09	25,8	29,9	23,6
SK- 2	10,01	24,01	29,8	22,6
SK- 3	10,17	22,4	25,3	21,3
SK- 4	10,12	23,01	26,4	22,7
SK- 5	10,23	22,01	26,1	20,9
SK- 6	9,83	21,9	25,3	20,4

Tablo 10' daki veriler ve 5 numaralı eşitlik kullanılarak doğal (E_{dd}), kuru (E_{dk}) ve doğun (E_{dw}) granit örnekleri için dinamik elastisite modülleri hesaplanmış ve bulunan sonuçlar tablo 11 de gösterilmiştir.

Tablo 11. Akşar gölet yeri temel kayasına ait dinamik elastisite modülü değerleri

Örnek	D (cm)	L (cm)	E_{dd} (kg/cm ²)	E_{dw} (kg/cm ²)	E_{dk} (kg/cm ²)
SK- 1	5,37	10,09	394 998	475771	292977
SK- 2	5,37	10,00	448911	510061	288397
SK- 3	5,36	10,17	535638	596440	418769
SK- 4	5,39	10,12	500351	517581	378747
SK- 5	5,37	10,23	557358	621406	394907
SK- 6	5,37	9,83	522207	605630	390375

Tablo 11 incelendiğinde gölet yeri temel kayasının doğal haldeki dinamik elastisite modülü değerleri 394 998 – 557 358 kg/cm² arasında, suya doymun örneklerden elde edilen dinamik elastisite modülü değerleri 475 771- 621 406 kg/cm² arasında ve kuru örneklerden elde edilen dinamik elastisite modülünün ise 288 397- 418 769 kg/cm² arasında değiştiği görülmektedir.

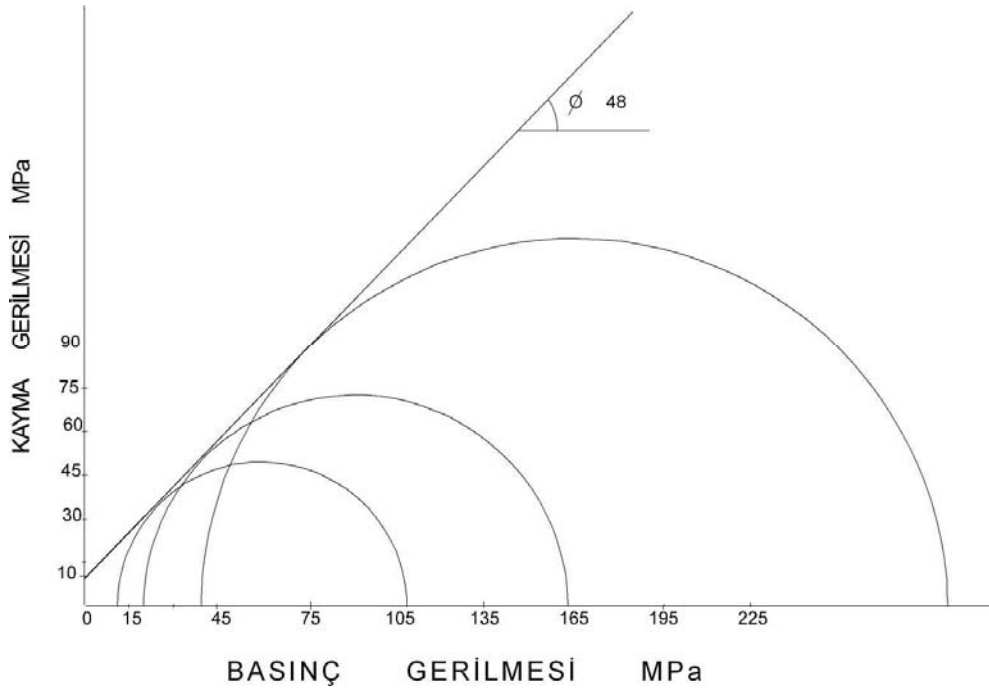
3.4.2.5. Statik Elastisite Modülü ve Poisson Oranı

Akşar gölet yerinde açılan temel araştırma sondajlarından SK- 1, SK- 5 ve SK- 6 sondajlarında alınan karot örnekleri üzerinde yapılan gerilme birim deformasyon deneyleri ile elde edilen verilerle (Ek Tablo 1,2 ve 3) çizilen grafikler (Şekil 26, 27, 28) yardımıyla bulunan statik Elastisite modülü (E) ve poisson oranı (ν) değerleri Tablo 12 de verilmiştir.

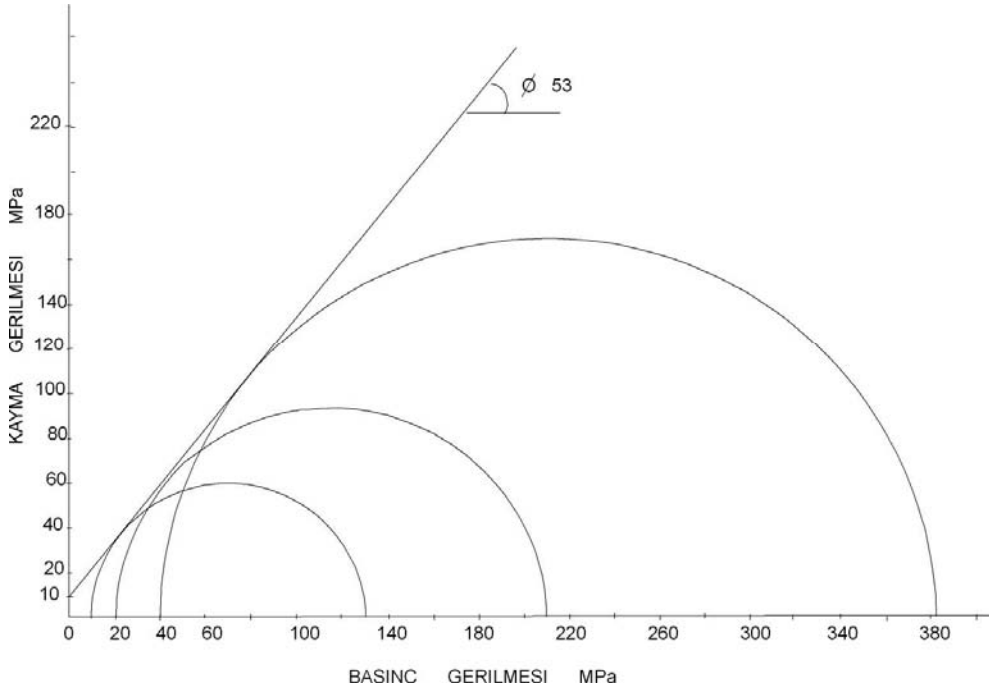
Tablo 12. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait statik elastisite modülü ve poisson oranı değerleri

Örnek	E (kg/cm ²)	ν
SK- 1	1 100 000	0,11
SK- 5	1 600 000	0,19
SK- 6	1 900 000	0,36

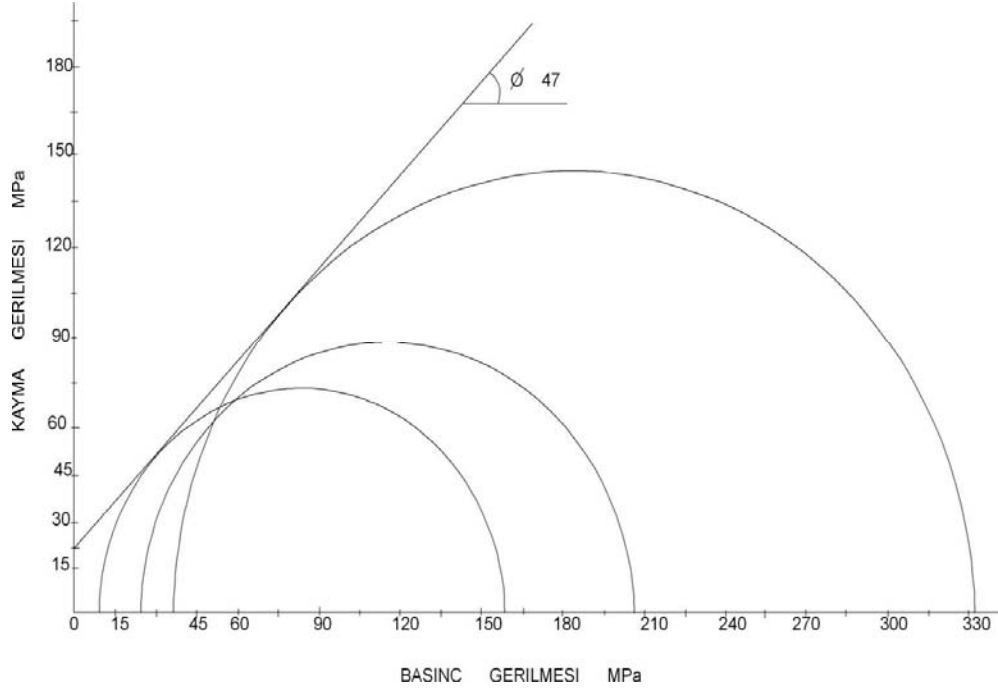
Tablo 12 incelendiğinde gölet yeri temel kayasını oluşturan granitin statik Elastisite modülü değerleri 1 100 000- 1 900 000 kg/cm² arasında, poisson oranı değerlerinin ise 0,11- 0,36 arasında değiştiği görülmektedir.



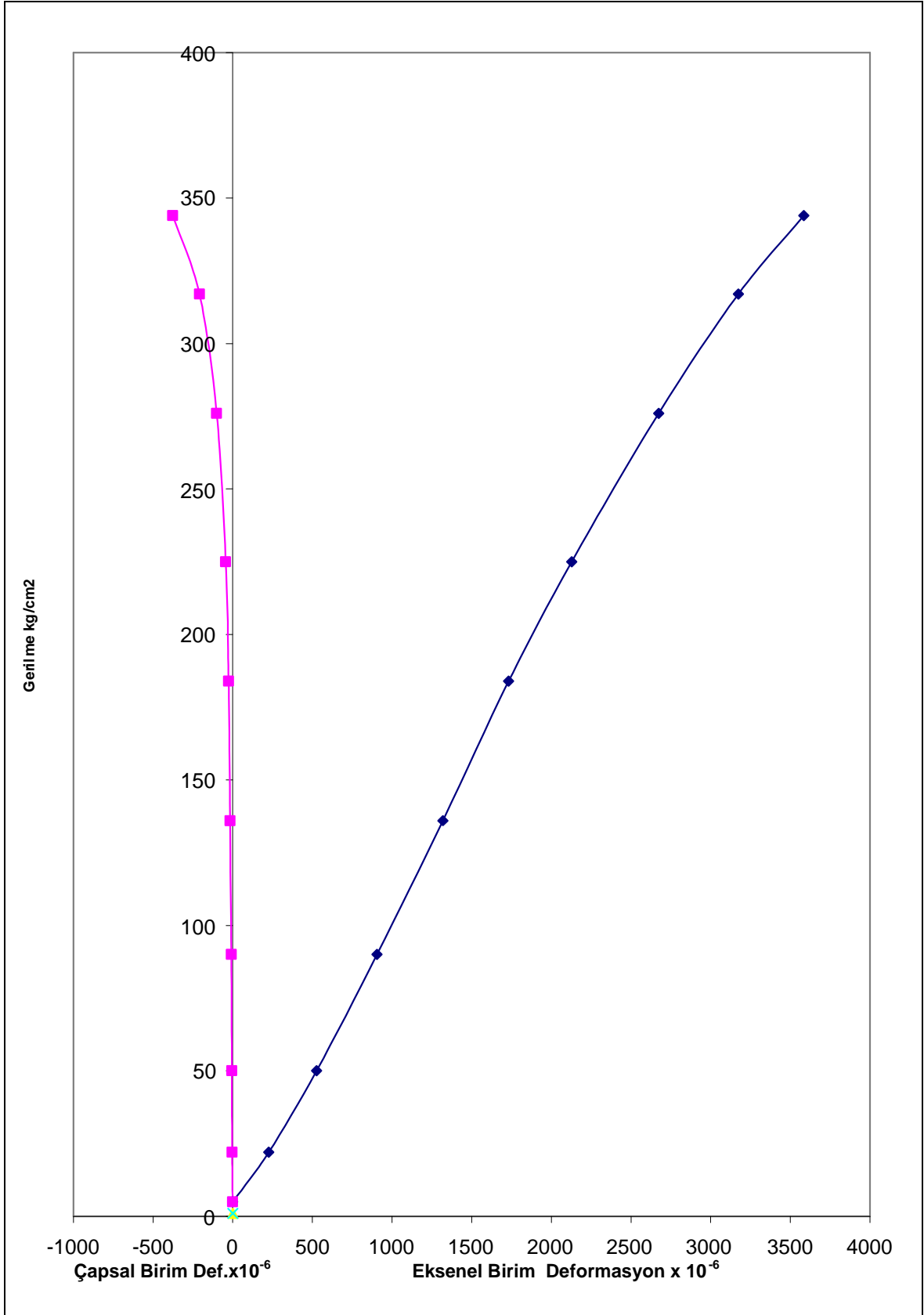
Şekil 23. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granit için Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek No. SK- 1)



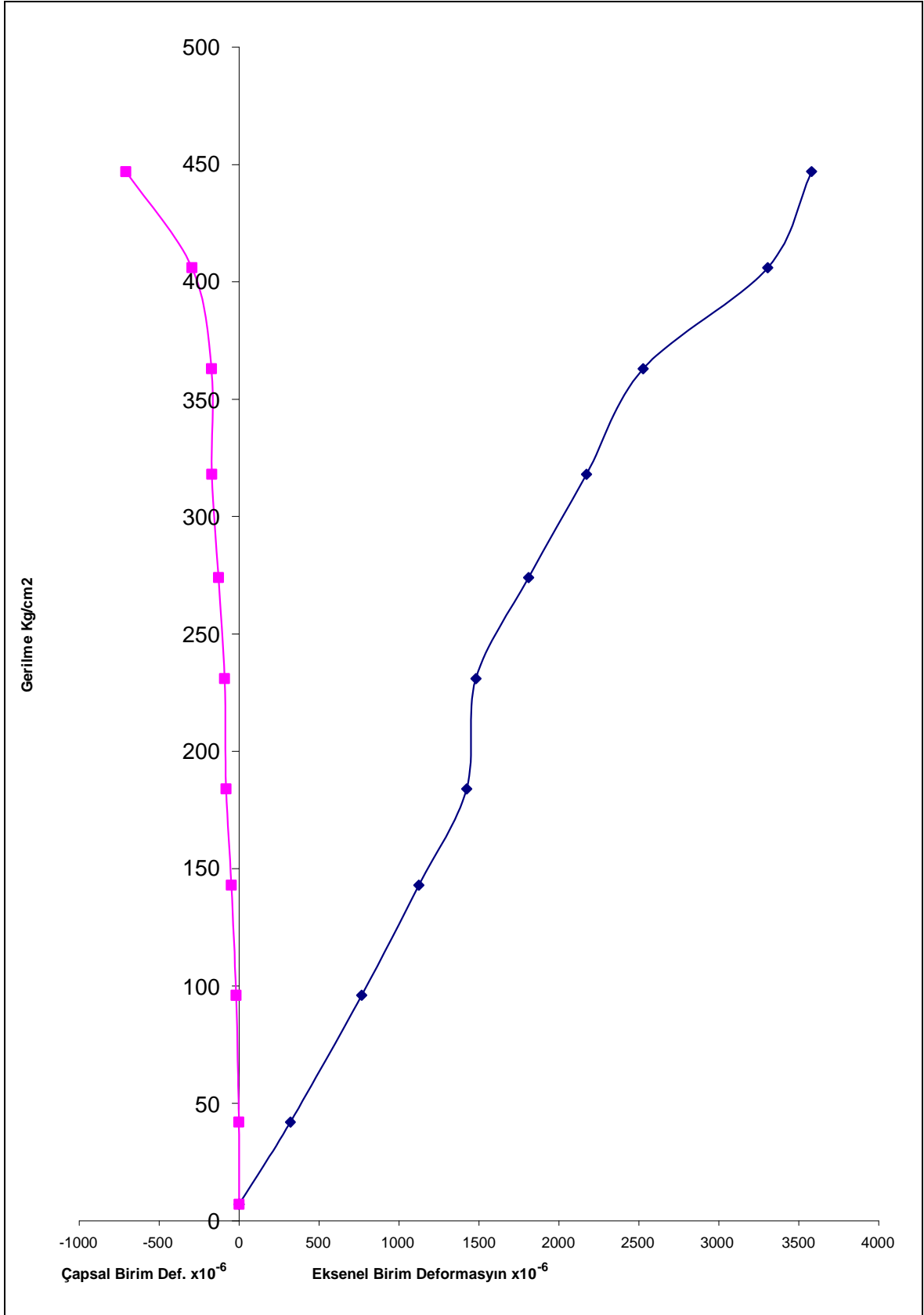
Şekil 24. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granit için Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek No. SK- 7)



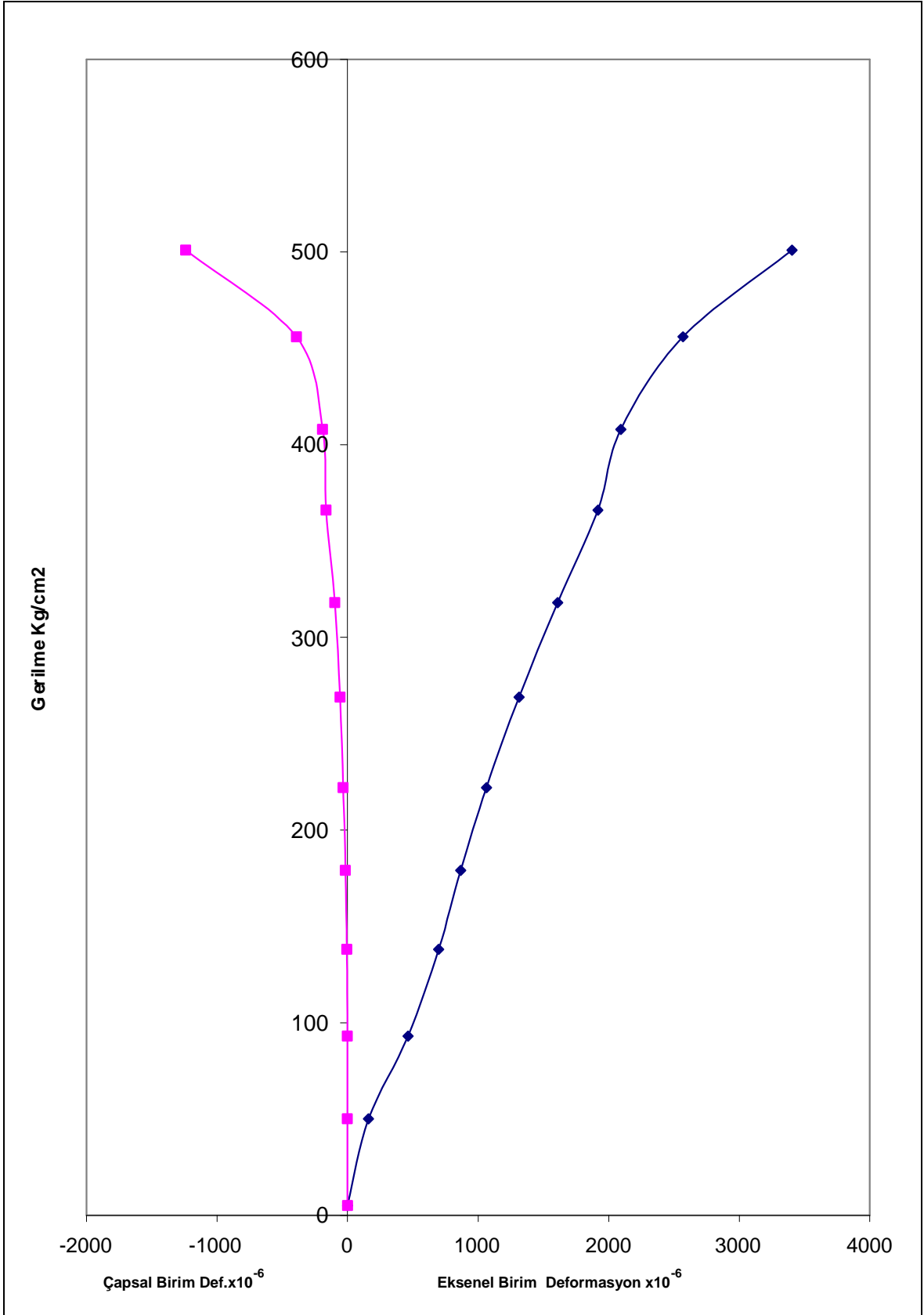
Şekil.25 Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait Mohr daireleri ve kırılma zarfı (Örnek No. SK- 6)



Şekil 26. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek No. SK- 1)



Şekil 27. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek No SK- 5)



Şekil 28. Akşar gölet yeri temel kayasını oluşturan granite ait gerilme- birim deformasyon grafiği (Örnek No SK- 6)

4. SONUÇLAR

Bu incelemede, Akşar gölet yeri ve çevresindeki kayaçların jeomekanik özellikleri arazi ve laboratuvar çalışmaları ile araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1-İnceleme alanının 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış 6 litostratigrafik birim ayırılarak bunların stratigrafik ve petrografik özellikleri ortaya konmuştur. Ayırılan litostratigrafi birimlerinin yaşlıdan gence doğru sıralanışı şöyledir: Gümüşhane Graniti (Permiyen), Hamurkesen Formasyonu (Liyas-Dogger), Berdiga Formasyonu (Üst Jura-Alt Kretase), Kabaköy Formasyonu (Eosen), Alüvyon ve Yamaç döküntüleri (Kuvaterner)

2-İnceleme alanında, yapımı düşünülen Akşar gölet yeri temel kayasının kaya kalitesi (RQD), çatlak sıklığı ve ayrışma durumu araştırılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır. Kaya kalitesi özelliği (RQD) açısından 'çok kötü kaya' sınıfında, çatlak ara uzaklığına göre, 'çok çatlaklı ve parçalanmış' kaya sınıfında ve ayrışma durumuna göre ise 'ayrışmamış, sert, sağlam ve taze kaya' sınıfında olduğu saptanmıştır.

3-Akşar gölet yeri temel kayasının, fiziksel özelliklerden indeks özellikleri, boyuna elastik dalga hızı ve geçirgenliği; mekanik özelliklerden çekme ve basınç dirençleri; elastik özelliklerden dinamik ve statik elastisite modülleri ve poisson oranı değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan bu değerlerden fiziksel özellikleri göz önüne alındığında, temel kayasının fiziksel özellikleri doğal yapı taşları için önerilen sınırlar içerisinde yer aldıkları görülmektedir. (TSE,1979)

Gölet yeri temel kayası olan granit geçirgenlik katsayısı (Lugeon) değerlerine göre, sağ ve sol sahillerde az geçirimli ve geçirimsiz, tabanda ise geçirimli ve çok geçirimli olduğu tespit edilmiştir.

Gölet yeri temel kayası olan granit tek eksenli basınç direnci değerlerine göre düşük dirençli kaya ve statik elastisite modülü değerlerine göre de düşük modül oranlı kaya sınıfında yer almaktadır.

Laboratuvar deneyleri ile hesaplanan statik ve dinamik elastisite modülü değerlerinin birbirinden oldukça farklı değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, baraj temelini oluşturan granitin fiziksel, mekanik ve elastik özellikler bakımından anizotrop olabileceği anlaşılmaktadır.

4-Gölet yerinde askıda kalacak şekilde geçirimsiz perde enjeksiyon sınırı derinliğinin tabanda 35 metre olduğu hesaplanmıştır.

5-Gölet tipi, topoğrafik şartlar, malzeme durumu ve temel kayasının fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri göz önüne alınarak araştırılmış ve en uygun tipin, dolgu tipinde bir gölet olacağı sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Akşar gölet yeri çevresi, dolgu tipi gölet yapımı için gerekli olan geçirimsiz ve yarı geçirimli malzeme ile kaya dolgu malzemesi açısından oldukça zengin bir bölgedir. Fakat rezerv ve nitelik açısından bu malzeme sahalarının saptanması için, ayrıntılı arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ağar, U. 1997. Demirözü (Bayburt) Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü KTÜ Matbaası.
- ASTM (American Society for Testing and Materials),1992a. Standard test method for evaluation of durability of rock for erosion control under wetting and drying conditions (ASTM D5513 -92).Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication, 189 -190.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994. Annual Boks of ASTM Standards-Construction. Soil and Rock. ASTM Publication,.
- Barton, N., 1978. Suggested Methods for Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses. International Society of Rock Mechanics Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. And Geomechanical Abstracts, 15,319-368
- Barton, N. ve Choubey,V., 1997. The Shear of Rock Joints in Theory and Practice, Rock Mech., 10, 1- 54
- Barton, N., 1973.Review of a New Shear Strength Criterion for Rock Joints, Eng. Geol., 7, 4, 287 -332
- Baykal, F. 2005, 1949 -1952. Kelkit-Şiran Bölgesinde Jeolojik Araştırmalar. MTA Raporu, Ankara
- Bieniawski, Z.T., 1989.Engineering Rock Mass Classification, Willey, Newyork.
- Boynukalın, S., 1990. Dereli (Giresun) Baraj yeri ve Göl Alanının Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Kayaçlarının Jeomekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Bulut, F., 1989. Çambaşı (Çaykara-Trabzon) Barajı ve Uzungöl Hidroelektrik Santral Yerlerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar, İTÜ Yayını, No.1034, İstanbul
- Çoğulu, E., 1970. Gümüşhane ve Rize Granit Plütonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronometrik Etüdü. Doç.Tezi, İTÜ yayını No.1034,İstanbul
- Erguvanlı, K., 1952. Trabzon-Gümüşhane Arasındaki Pontidlerin Bir Kesiti, TJK Bülteni, 3, 65 -68.

- Erguvanlı, K., 1953. Görele-Espiye-Gümüşhane Arasındaki Bölgenin Jeolojisi Hakkında Rapor. MTA Rapor No. 2629.
- Folk, R.L. 1962. Practical Petrographic Classification of Limestone Am. Assoc. Pet. Bull., 43, 1 -38
- Gedik İ., Kırmacı, M. Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M. Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi, Jeoloji Müh. Böl. 30. yıl Sempozyumu, Trabzon. Bildiriler Kitabı, 654 - 677.
- Gedikoğlu, A. Pelin., S. ve Özsayar, T. , 1979. Tectonic Evolution of the Eastern Pontids in Mesozoic. Geo. I., Abstracts, 68.
- Gattinger, T.E., 1962. 1/500 000ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon paftası ve Açıklaması, MTA yayını Ankara
- Gültekin F., 1989. Gümüşhane ve Bayburt Yöresi Mineralli Su Kaynaklarının Hidrokimyası ve İzotopik özellikleri, Doktora Tezi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven İ.H. 1993. Doğu Pontidlerin 1/25 000 Ölçekli Jeolojisi ve Komplikasyonu, NTA, Ankara
- Hoek E. ve Brown E.T., 1980. Emprical Strength Criterion for Rock Masses, ASCE J. Geotech.Eng. Div. 106, 1013 -1035
- Hoek E. ve Brown E.T., 1979. Practical Estimates of Rock Mass Strength Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 34, 8, 1165 -1185.
- Hoek E., 1994. Strength of Rock and Rock Masses. ISRM New Journal 2,2, 4 -16.
- ISRM, 1978. Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses.Int. J. Rock Mech. Min. Sci. And Geomechanical Abstracts, 15, 6, 319 - 369.
- ISRM 1979. Suggested Methods for Determining Woter Content, Porosity, Density, Absorption and Related Properties and Swelling and Slake Durability Index Properties.Int. J. Rock Mech. Min. Sci. And Geomechanical Abstracts, 16, 141 -156.
- ISRM 1985. Suggested Methods for Determining Point Load Strength Int. J. Rock Mech. Min. Sci. And Geomec. Abstr. 22, 53 -60.
- Kahraman, I., Kansız, H., Dursun, A., Yılmaz, H. ve Erçin, A.I., 1986. Gümüşhane Yöresinin Jeolojisine ve cevherleşmesine ait Jeoloji Raporu, MTA Rap. No. J. D.- 360, Trabzon.
- Korkmaz, S. ve Yılmaz, C., 1994. Evolutio of the Pontide Carbonate Platform During Dogger-Lower Cretaceous, N Turkey, Geologie Mediterranenne, 21, 3, 101 -103.

- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları bakımından İncelenmesi, Doçentlik Tezi, KTÜ. Yayın No.87, Trabzon
- Sönmez, H.ve Ulusay, R., 1999. Modification to the Geological Strength Index (GSI) and their Applicability to Stability of Slopes, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,36,743 -760.
- Tarhan, F., 1989. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, KTÜ yayını. Trabzon.
- Tokel, S., 1972. Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, N.E. Turkey, Ph. Thesis, University College London.
- TS 8615, 1990. Kayaçların Su Muhtevası, Yoğunluk ve Porozite Tayımı UDK 662. 02 Türk standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 7674, 1989. Kayaçların Çekme Mukavemetinin Dolaylı Metotla Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 8614, 1990. Kaya Mekaniği Deneyleri için Karot Numunelerin Hazırlanması, Boyut ve Şekil Toleranslarının Tespiti. UDK 662.02.624.121, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS,2001. Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımlarının Tayini. UDK 662. 02, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, C., 1995. Gümüşhane Bayburt Yöresindeki Alt Jura Çökellerinin Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri (KD Türkiye) . Yerbilimleri, 26, 119 -129.
- Yılmaz, C., 1996. Doğu Pontid Karbonat Platformunun Kırılmasına İlişkin Yeni Bulgular. Türkiye 11. Petrol Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 190 -198.
- Yılmaz, Y., 1972. Geology of the Gümüşhane Granite (Petrography). İstanbul Univ. Fen. Fak., Seri B, 39, 157 -172, İstanbul.

7. EKLER

Ek.1 Gölet yerinde açılan sondajlara ait karot örnekleri.





















Ek.2 Laboratuarda yapılan statik elastisite modülü deney verileri

Ek Tablo 1. SK- 1 örneği, (D=53,71 mm. L=100,93 mm. A=22,63 cm²)

F(kgf)	Yatay STF (V- okunan)	Düşey STF (V- okunan)	Gerilme (kg/cm ²)	Yat Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _d)	Düş Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _a)
113,17	5,067	0,066	5	0	0
492,46	5,060	0,293	22	6,999	226,910
1124,61	5,059	0,593	50	6,998	526,640
2050	5,057	0,972	90	9,999	905,020
3088	5,048	1,387	136	18,997	1319,000
4174	5,040	1,802	184	26,995	1732,630
5093	5,021	2,200	225	45,992	2128,960
6251	4,965	2,747	276	101,970	2673,140
7169	4,857	3,253	317	209,920	3175,970
7795	4,689	3,670	344	377,800	3589,980

Ek Tablo 2 SK- 5 örneği (D=53,70 mm. L=102,39 mm. A=22,63 cm²)

F(kgf)	Yatay STF (V- okunan)	Düşey STF (V- okunan)	Gerilme (kg/cm ²)	Çap Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _d)	Eks Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _a)
153	4,447	0,032	6,72	0	0
951	4,444	0,354	42	2,999	321,850
2177	4,427	0,799	96	19,999	766,280
3235	4,398	1,158	142	48,990	1124,530
4174	4,366	1,458	184	80,980	1423,690
5232	4,356	1,516	231	90,970	1481,510
6211	4,317	1,846	274	129,960	1810,330
7203	4,276	2,210	318	170,940	2172,760
8209	4,274	2,567	363	172,944	2527,950
9200	4,152	3,350	406	294,870	3306,080
10119	3,739	3,626	447	707,380	3580,050

Ek Tablo 3. SK- 6 örneği (D=53,75 mm. L=98,39 mm. A=22,63 cm²)

F(kgf)	Yatay STF (V- okunan)	Düşey STF (V- okunan)	Gerilme (kg/cm ²)	Çap Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _d)	Eks Bir Def x 10 ⁻⁶ (ε _a)
119	5,458	0,222	5,25	0	0
1138	5,455	0,383	50,28	2,999	160,953
2110	5,455	0,686	93,23	2,999	463,717
3135	5,451	0,921	138,53	6,998	698,402
4054	5,441	1,089	179,14	16,997	866,103
5046	5,424	1,287	222,97	33,993	1063,680
6105	5,399	1,536	269,77	58,989	1312,031
7203	5,360	1,834	318,29	97,977	1609,079
8302	5,292	2,144	366,85	165,951	1917,895
9254	5,265	2,320	408,92	192,937	2093,133
10332	5,065	2,799	456,56	392,789	2569,727
11357	4,217	3,639	501,85	1239,234	3404,369

Ek Tablo 4. Laboratuarda yapılan dinamik elastisite modülü deney verileri

Örnek No	SK- 1	SK- 2	SK- 3	SK- 4	SK- 5	SK- 6
Boy(L cm)	10,09	10,01	10,17	10,12	10,23	9,83
Çap(D cm)	5,37	5,37	5,36	5,39	5,37	5,37
Doğal ağırlık(W gr)	582,39	577,88	588,39	588,99	589,31	569,42
Doygun ağırlık(W gr)	586,93	582,23	592,39	593,48	592,99	573,02
Kuru ağırlık(W gr)	580,80	576,20	586,50	587,40	587,70	568,10
Doğal sonik zaman(μs)	25,8	24,01	22,4	23,01	22,01	21,9
Doygun sonik zaman(μs)	23,6	22,6	21,3	22,7	20,9	20,4
Kuru sonik zaman(μs)	29,9	29,8	25,3	26,4	26,1	25,3

ÖZGEÇMİŞ

Adnan HASANOĞLU, 1965 yılında Trabzon da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini Trabzon da, üniversite eğitimini ise 1985 -1990 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümün de tamamladı.1991 -1995 yılları arasında, Atatürk Barajı ve Ş. Urfa Tünelleri, 1995 -1997 yılları arasında Kürtün Barajı ve 1997 den beri DSİ 22. Bölge Jeoteknik Hizmetler bünyesinde çalışmakta olup,iyi derecede İngilizce bilmektedir.