

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KALEBAŞI (SÜME-ÖZKÜRTÜN-GÜMÜŞHANE) MAHALLESİ
YERLEŞİM ALANINDAKİ YAMAÇLARIN DURAYLILIĞININ
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa KARADAĞ

**OCAK 2013
GÜMÜŞHANE**

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KALEBAŞI (SÜME-ÖZKÜRTÜN-GÜMÜŞHANE) MAHALLESİ
YERLEŞİM ALANINDAKİ YAMAÇLARIN DURAYLILIĞININ
MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa KARADAĞ

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Jeoloji Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

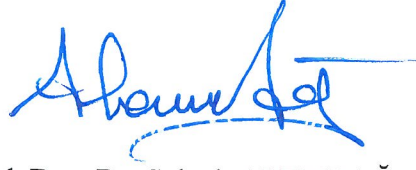
**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13.02.2013
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 25.01.2013**

**OCAK 2013
GÜMÜŞHANE**

KABUL ve ONAY

Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ danışmanlığında **Mustafa KARADAĞ** tarafından hazırlanan “**KALEBAŞI (SÜME-ÖZKÜRTÜN-GÜMÜŞHANE) MAHALLESİ YERLEŞİM ALANINDAKİ YAMAÇLARIN DURAYLILIĞININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan :



Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ

Üye (Danışman) :



Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ

Üye :



Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ

Üye :



Yrd. Doç. Dr. Ayberk KAYA

ONAY

Bu tez . . / . . / tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Temel BAYRAK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KALEBAŞI (SÜME-ÖZKÜRTÜN-GÜMÜŞHANE) MAHALLESİ
YERLEŞİM ALANINDAKİ YAMAÇLARIN DURAYLILIĞININ
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mustafa KARADAĞ

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ

2013, 61 sayfa

Bu çalışmada, Kalebaşı (Süme-Özkürtün-Gümüşhane) Mahallesi yerleşim alanındaki yamaçların duraylılığı mühendislik jeolojisi açısından incelenmiştir. Kalebaşı Mahallesi'ni içine alan bölgenin 1/2.000 ölçekli detay jeoloji haritası hazırlanmış ve çalışma alanı ve çevresinde bulunan kayaçlar tanımlanmıştır.

Çalışma alanı içinde yüzeyleyen yamaç molozunun kalınlığını ve zeminle ilgili detaylı bilgi edinebilmek amacıyla ana kayaya inecek şekilde toplam 345 m uzunluğunda 14 adet araştırma sondajı yapılmıştır. Ayrıca sondaj yapılamayan inceleme hatlarında yamaç molozu kalınlığını belirlemek amacıyla 5 profilde sismik kırılma etüdüleri yapılmış ve yamaç üzerindeki moloz kalınlığının değişim aralıkları belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında her bir çalışma profilinden çelik tüp ile örselenmemiş

zemin örnekleri alınmış ve bu örnekler üzerinde zeminin indeks ve kayma dayanımı özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler kullanılarak limit denge analizi yapan “Slide v5.0” ve sonlu elemanlar tabanlı sayısal analiz yapan “Phase² v6.0” bilgisayar programlarında çalışma alanı modellenerek duraylılık analizleri yapılmıştır.

En kötü koşullar için yapılan duraylılık analizleri sonucunda güvenlik katsayısı değerlerinin $G_s > 1$ olduğu belirlenmiş olup, yamaçlarda herhangi bir duraysızlık sorununun oluşmayacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Limit Denge Analizi, Sayısal Analiz, Yamaç Duraylılığı

ABSTRACT
MS THESIS

**SLOPE STABILITY INVESTIGATION OF RESIDENTIAL AREA IN KALEBAŞI
DISTRICT (SÜME-ÖZKÜRTÜN-GÜMÜŞHANE)
IN TERMS OF ENGINEERING GEOLOGY**

Mustafa KARADAĞ

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Ass. Prof. Dr. Selçuk ALEMDAĞ

2013, 61 pages

In this study, stability of slopes in the residential area of the Kalebaşı District (Süme-Özkürtün-Gümüşhane) is investigated in terms of engineering geology. 1/2.000 scale detailed geological map containing the Kalebaşı District is prepared and rocks in and around the study area are defined.

To obtain detailed information on the ground and the thickness of slope debris exposed in the study area a total of 345 m. long 14 exploratory drillings, as they penetrate to the bedrock, are conducted. In addition to this, to determine slope debris thickness in the lines of investigation that can not be boring 5 profile seismic refraction surveys are performed and thickness change intervals of slope rubble are specified.

Within the frame of field work undisturbed soil samples were taken by steel tube from each study profile and experimental works were carried out to determine the index and shear strength characteristics of the ground

Stability analyses were carried by modelling the study area in “Phase² v6.0”, making the finite element-based numerical analysis, and “Slide v5.0”, performing the limit equilibrium analysis, by using the data obtained from field and laboratory works.

For the worst conditions, safety factor value is determined as $G_s > 1$ as a result of stability analysis, it is concluded that any stability problem will not occur on the slopes.

Key Words: Limit Equilibrium Analysis, Numerical Analysis, Slope Stability

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanı olarak çalışmanın tüm aşamasında bilgi ve desteğini esirgemeyen, çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli ortamı hazırlayarak karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yol gösterici olan Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ'a şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans tez jürisinde yer alarak çalışmalarına destek veren Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ'a ve Yrd. Doç. Dr. Ayberk KAYA'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmasının değişik aşamalarında bilgi, eleştiri ve önerileri ile katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Ayberk KAYA'ya ve Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

ADV Elektrik Üretim Limited Şirketi çalışanlarına ve Özkürtün Belediye Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezin son şeklini almasında öneri ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Abdurrahman DOKUZ'a ve Yrd. Doç. Dr. Hasan Tahsin BOSTANCI'ya teşekkür ederim.

Tez çalışması sırasında bana her türlü yönden destek olan sevgili arkadaşım Jeoloji Mühendisi Hülya TÜRK'e, göstermiş olduğu maddi, manevi her türlü fedakârlığı için aileme içten teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa KARADAĞ

Gümüşhane, 2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Coğrafi Konum.....	3
1.3. İklim ve Bitki Örtüsü.....	6
1.4. Sosyo-Ekonomik Bilgiler.....	7
1.5. Jeomorfoloji.....	8
1.6. Bölgesel Jeoloji.....	8
1.7. Önceki Çalışmalar.....	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	12
3. BULGULAR.....	13
3.1. Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi.....	13
3.1.1. Çatak Formasyonu (Krü1).....	15
3.1.2. Alüvyonlar (QA1).....	16
3.1.3. Yamaç Molozları (QYm).....	17
3.2. Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları.....	17
3.2.1. Araştırma Çukurları.....	17
3.2.2. Jeoteknik Araştırma Sondajları.....	19
3.2.2.1. Sığ Sondajlar.....	20
3.2.2.2. Derin Sondajlar.....	24
3.2.3. Jeofizik Çalışmaları.....	25
3.2.4. Jeoteknik Amaçlı Laboratuvar Deneyleri.....	32
3.2.4.1. Zeminin İndeks-Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	32
3.2.4.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	33

3.2.5.	Zemin Türlerinin Sınıflandırılması.....	34
3.2.6.	Kıvam Limitlerinin Belirlenmesi.....	41
3.3.	Hidrojeolojik Özellikler.....	45
3.4.	Deprem Durumu	46
3.5.	Yamaçların Duraylılık Analizleri	47
3.5.1.	Limit Denge Analizi	47
3.5.2.	Sayısal Analiz	53
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	56
5.	KAYNAKLAR	58
6.	EKLER	60
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Çalışma alanına ait yerbulduru haritası	2
Şekil 1.2.	Çalışma alanının doğu yönünden genel görünümü	4
Şekil 1.3.	Çalışma alanının batı yönünden genel görünümü	5
Şekil 1.4.	Kürtün meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı.....	6
Şekil 1.5.	Harşit meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı.....	7
Şekil 3.1.	Çalışma alanı ve çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit.....	13
Şekil 3.2.	Çalışma alanına ait A-A' jeolojik kesiti	14
Şekil 3.3.	Çatak Formasyonu'ndan alınan (a) bazalt, (b) andezitik tuf ve (c-d) kireçtaşı örneklerinin mikroskobik görünümleri (Çift Nikol).....	16
Şekil 3.4.	Çalışma alanındaki etüd hatlarının konumlarını gösteren uydu fotoğrafı	18
Şekil 3.5.	İnceleme alanındaki (a) Hat-1, (b) Hat-2, (c) Hat-3 ve (d) Hat-4'den tüplerle örselenmemiş örnek alımı	19
Şekil 3.6.	Etüd Hattı-1'e ait jeolojik kesit.....	28
Şekil 3.7.	Etüd Hattı-2'ye ait jeolojik kesit	29
Şekil 3.8.	Etüd Hattı-3'e ait jeolojik kesit.....	30
Şekil 3.9.	Etüd Hattı-4'e ait jeolojik kesit.....	31
Şekil 3.10.	Etüd hatlarından alınan örneklerde yapılan kesme kutusu deneyine ait kayma gerilmesi-yer değiştirme grafikleri	35
Şekil 3.11.	Zemin örneklerine ait kayma gerilmesi-normal gerilme grafikleri	36
Şekil 3.12.	Etüd Hattı-1'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi	37
Şekil 3.13.	Etüd Hattı-2'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi	38
Şekil 3.14.	Etüd Hattı-3'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi	39
Şekil 3.15.	Etüd Hattı-4'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi	40
Şekil 3.16.	Etüd hatlarından alınan örneklere ait likit limit belirleme grafikleri.....	43
Şekil 3.17.	Etüd hatlarından alınan örneklerin Casagrande grafiğine göre değerlendirilmesi	44
Şekil 3.18.	Çalışma alanı ve çevresine ait (a) deprem bölgeleri ve (b) episentür haritası	46
Şekil 3.19.	Etüd Hattı-1'de yapılan limit denge analizi.....	49
Şekil 3.20.	Etüd Hattı-2'de yapılan limit denge analizi.....	50

Şekil 3.21. Etüd Hattı-3’de yapılan limit denge analizi.....	51
Şekil 3.22. Etüd Hattı-4’de yapılan limit denge analizi.....	52
Şekil 3.23. Etüd Hattı-1’de yapılan sayısal duraylılık analizi	54
Şekil 3.24. Etüd Hattı-2’de yapılan sayısal duraylılık analizi	54
Şekil 3.25. Etüd Hattı-3’de yapılan sayısal duraylılık analizi	55
Şekil 3.26. Etüd Hattı-4’de yapılan sayısal duraylılık analizi	55

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Çalışma alanına ait köşe koordinatları.....	3
Tablo 1.2. Kürtün meteoroloji gözlem istasyonundan 1987-1992 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı	6
Tablo 1.3. Harşit meteoroloji gözlem istasyonunda 1957-1992 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı	7
Tablo 3.1. Örselenmemiş numune alım noktalarına ait UTM cinsinden 6 ^o lik koordinatlar	18
Tablo 3.2. Çalışma alanında yapılan sondajlara ait koordinat değerleri ve yamaç molozu kalınlığı.....	20
Tablo 3.3. İnceleme alanındaki zeminlere ait dinamik ve elastik parametreler	27
Tablo 3.4. Zemin örneklerine ait fiziksel özelliklerin en büyük, en küçük ve ortalama değerleri.....	33
Tablo 3.5. Zemin gruplarının etüd hatlarına göre % dağılımları	34
Tablo 3.6. Etüd hatlarından alınan örneklere ait kıvam limitlerinin değerleri.....	41
Tablo 3.7. Limit denge analizlerinde kullanılan parametreler	48
Tablo 3.8. Sayısal analizlerde kullanılan parametreler	53
Tablo 3.9. Limit denge ve sayısal analizlere göre belirlenen güvenlik sayıları.....	53

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AÇ	: Araştırma çukuru
A _y	: Yatay yer ivmesi
B	: Biyojen
C	: Kohezyon
CL	: Düşük plastisiteli kil
e	: Boşluk oranı
E	: Dinamik deformasyon modülü
G _s	: Güvenlik sayısı
H	: Tabaka derinliği
HES	: Hidro Elektrik Santrali
I _p	: Plastisite indisi
K	: Vadi şekli faktörü
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
Kçp	: Kayaç parçası
LL	: Likit limit
M	: Mikrit
ML	: Düşük plastisiteli silt
N	: Porozite
N	: Vuruş sayısı
OI	: Olivin
Op	: Opak mineral
PI	: Plastisite indisi
PI	: Plajioloklas
PL	: Plastik limit
RQD	: Kaya kalite tanımlaması
SC	: Killi kum
SK	: Sondaj kuyusu
SM	: Siltli kum
S _r	: Doygunluk derecesi
SRF	: Kayma gerilmesi azaltma faktörü
TSK	: Temel sondaj kuyusu
USCS	: Birleştirilmiş zemin sınıflaması
UTM	: Universal Transverse Mercator
V _p	: Elastik dalga hızının boyuna yayılma hızı
V _s	: Elastik dalga hızının enine yayılma hızı
YASS	: Yeraltı suyu seviyesi
γ'	: Batık birim hacim ağırlık
γ _d	: Doygun birim hacim ağırlık
γ _k	: Kuru birim hacim ağırlık
γ _n	: Doğal birim hacim ağırlık
γ _s	: Dane birim hacim ağırlık
ρ	: Özgül ağırlık
ν	: Dinamik Poisson oranı
φ	: İçsel sürtünme açısı
ω	: Su muhtevası

1. GENEL BİLGİLER

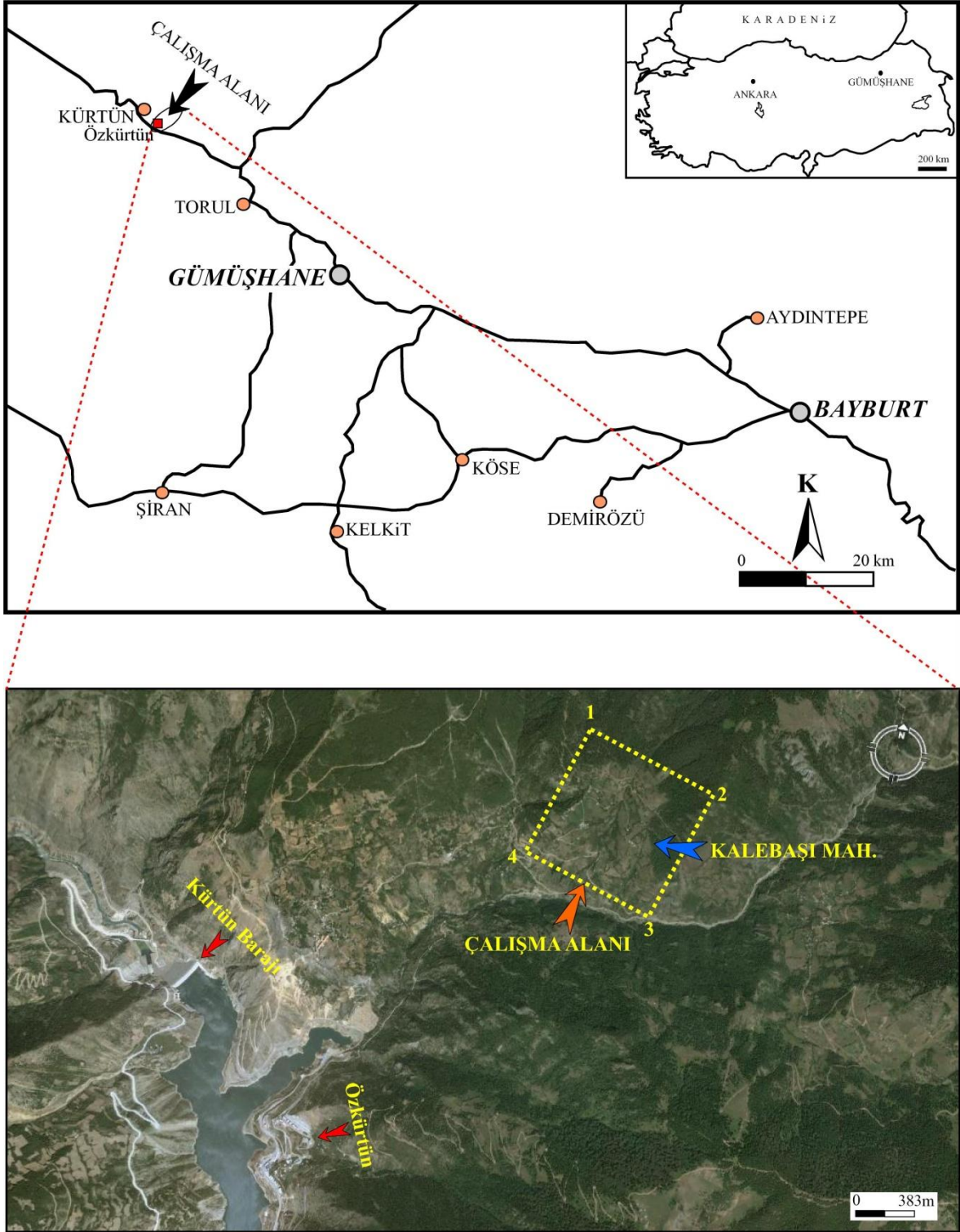
1.1. Giriş

Doğal afetler içinde, sıklığından dolayı önemli bir yer tutan kütle hareketleri, etkin oldukları yerleşim yerlerinde can ve mal kaybı olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, bu alanlarda ulaşım, haberleşme gibi günlük hayattaki sosyal ve kültürel olayları da etkilemektedir. Kütle hareketi sonucu, yollar, tarım alanları, yerleşim yerleri de çok büyük maddi kayıplara uğramaktadırlar. Bu tür alanlar yerleşime kapatılmakta, ya da yerleşime açılrsa bile, çok pahalı mühendislik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de her yıl can kayıplarına ve genellikle büyük ekonomik zararlara yol açan çok sayıda heyelan meydana gelmektedir. Özellikle Türkiye'nin en fazla yağış alan ve engebeli bölgelerinden biri olan Karadeniz Bölgesi'nde heyelanlar sıkça meydana gelmektedir.

İnceleme alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi, Gümüşhane İli, Kürtün İlçesi, Özkürtün Beldesi'ne bağlı Süme Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. 1/25.000 ölçekli Trabzon G42-d2 paftasında bulunan çalışma alanı, yaklaşık 98 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1.1).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Gümüşhane İli'nin Özkürtün Beldesi'ne bağlı Süme Köyü'ne ait Çakmaklar Mahallesi'nde 1989 yılında meydana gelen heyelanda 3 vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve 6 konut yıkılmıştır. Heyelan olayı gerçekleşmeden önce Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın teknik elemanlarınca Çakmaklar Mahallesi'nde yapılan incelemede yamaç molozu içinde gerilme çatlaklarının geliştiği belirlenmiş ve hazırladıkları 27.04.1987 tarihli jeolojik etüd raporuna göre mahalledeki 11 konutun nakledilmesini önermişlerdir. Daha sonra Çakmaklar Mahallesi'nde 04.03.1989 tarihinde heyelanın meydana gelmesi nedeniyle bakanlık teknik elemanları, bölgede tekrar incelemede bulunmuştur. Hazırlanan 16.03.1989 tarihli jeolojik etüd raporuna göre Çakmaklar Mahallesi ile birlikte Süme Köyü'ne bağlı olan Sarıoğlu, Kaledibi, Kireçdere, Cami, Köyceğiz, Mungurlu ve Kalebaşı Mahallelerinde de muhtemel kütle hareketi riskine karşın toplam 103 konutun daha nakledilmesini önermişlerdir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın teknik elemanlarınca Süme Köyü'nde yapılan 3. teknik inceleme neticesinde hazırladıkları 24.04.1989 tarihli jeolojik etüd raporuna göre mahalle bütünlüğünün bozulmaması için Kalebaşı Mahallesi'ndeki bütün konutların nakledilmesini önermişler ve

Bakanlar Kurulunun 14811 sayılı ve 30.11.1989 tarihli kararı ile de Kalebaşı Mahallesi “afete maruz bölge” kapsamı içine alınmıştır. Afete maruz bölge kapsamı içine alınan alanın sınırları EK-1’deki jeoloji haritasında gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Çalışma alanına ait yerbulduru haritası.

Bu çalışma kapsamında, Kalebaşı Mahallesi'nde detay mühendislik jeolojisi çalışmaları yapılarak mahallenin afet riski potansiyeli taşıyıp taşımadığı araştırılmıştır. Bu amaçla mahallede jeoteknik araştırma sondajları ve sismik kırılma etüdüleri gerçekleştirilmiş, açılan araştırma çukurlarından örselenmemiş numuneler alınarak zeminin özelliklerini belirlemek için jeoteknik amaçlı laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak limit denge ve sayısal duraylılık analizleri yapılmıştır.

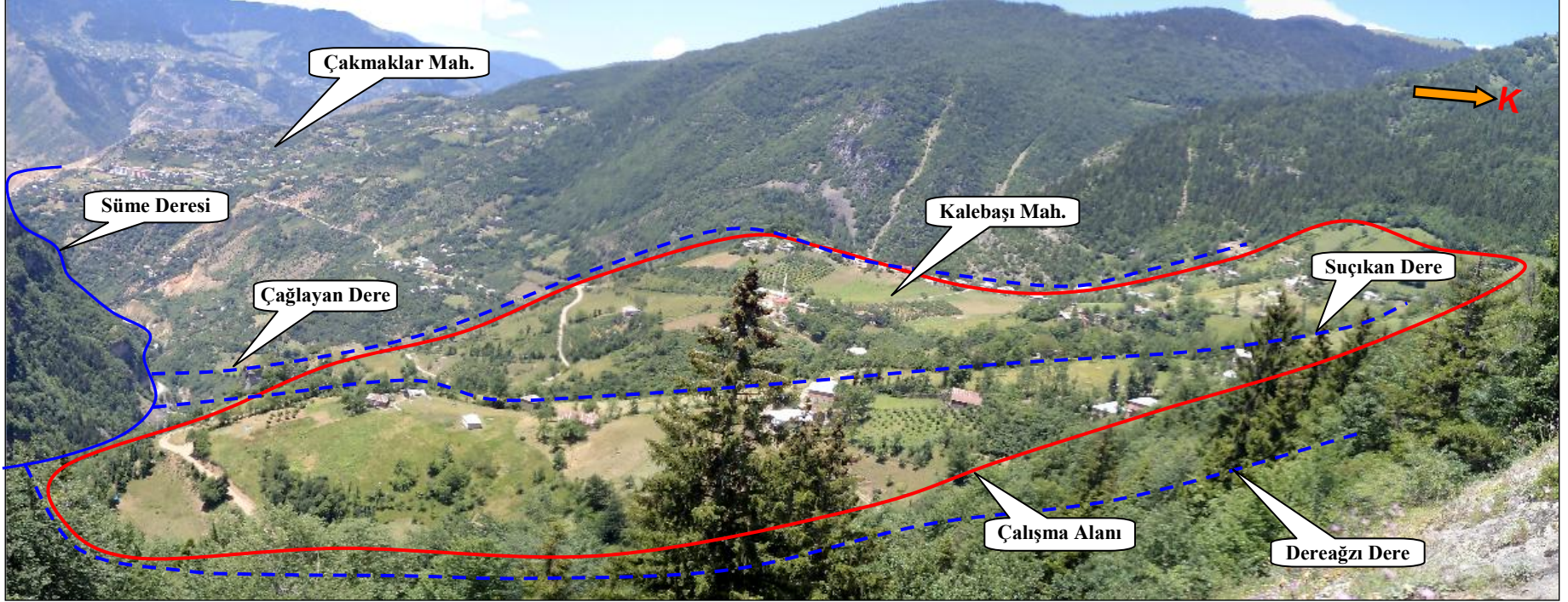
1.2. Coğrafik Konum

İnceleme alanına, kuzeyden itibaren Tirebolu-Kürtün Devlet Yolu (KKN=877-01-02) veya güney kesimden (Trabzon-Torul) Ayrım-Kürtün Devlet Yolu (KKN=885-01-02 ve 877-02) arasındaki yollarla ulaşılabilir.

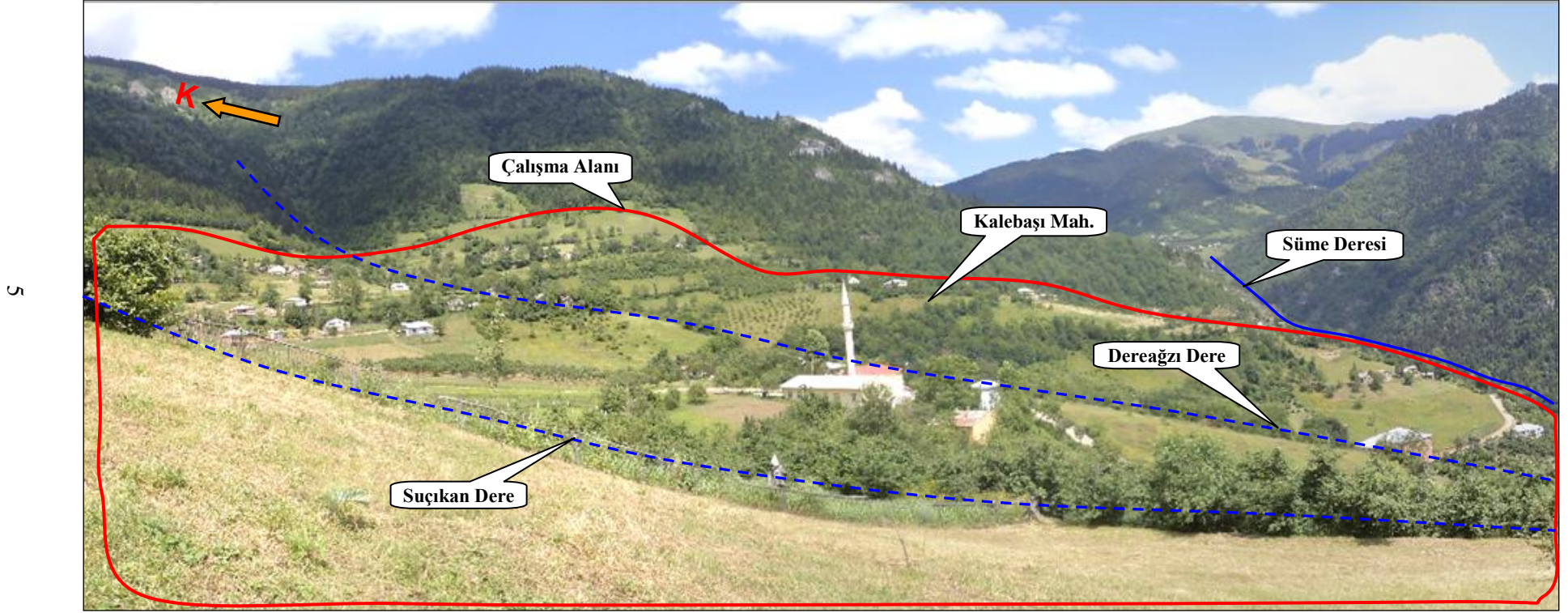
Kalebaşı Mahallesi, Özkürtün Beldesi'nin 3.7 km, Süme Köy merkezinin (Cami Mah.) 2.6 km, Kaledibi Mahallesi'nin 680 m, Köyceğiz Mahallesi'nin 2.2 km, Karagöz Mahallesi'nin 1.8 km ve Kireçdere Mahallesi'nin 2.8 km güneybatısında yer almakta olup, Yazıcıoğlu Mahallesi'nin ise 1.3 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Ayrıca Kalebaşı Mahallesi'nin bulunduğu alanın güneydoğu sınırından Süme Deresi geçmekte ve Kürtün Barajı'na dökülmektedir. Kürtün Barajı göl alanının sağ sahilindeki Süme Dere vadisinde yer alan çalışma alanına ait yer bulduru haritası Şekil 1.1'de, genel arazi görünümü ise Şekil 1.2 ve 1.3'de verilmiştir. Çalışma alanına ait UTM cinsinden 6°lik köşe koordinatları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Çalışma alanına ait köşe koordinatları.

NOKTA NO	Y (SAĞA)	X (YUKARI)
1	513469.000	4505832.000
2	514429.000	4505832.000
3	514429.000	4504802.000
4	513469.000	4504802.000
ÇALIŞMA ALANI (987.945 m² = 98.79 Hektar)		



Şekil 1.2. Çalışma alanının doğu yönünden genel görünümü.



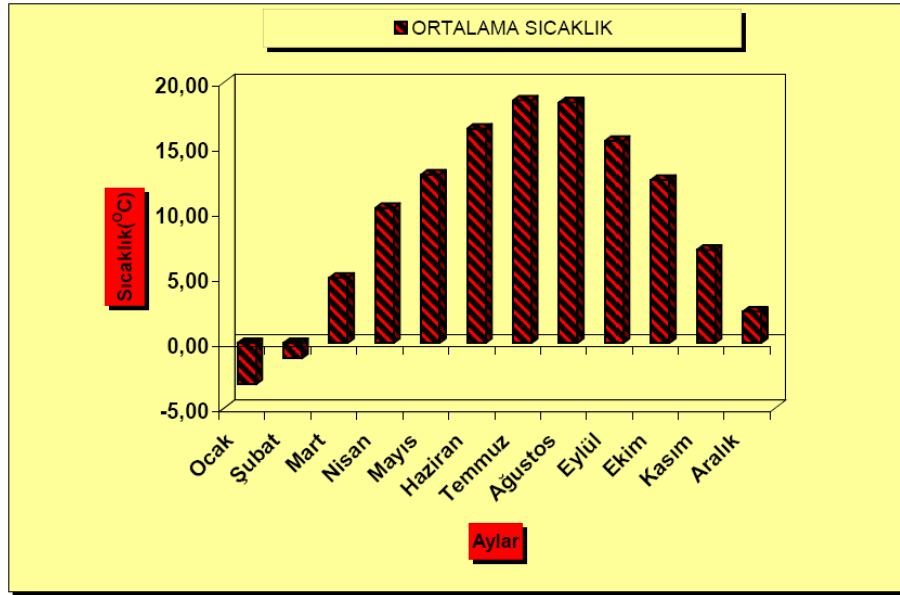
Şekil 1.3. Çalışma alanının batı yönünden genel görünümü.

1.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı Doğu Karadeniz Bölümü'nün ılıman ve bol yağışlı iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Aylık ortalama yağış; Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Haziran aylarında oldukça yüksek değere ulaşmaktadır. Çalışma alanı içerisinde meteoroloji gözlem istasyonu mevcut değildir. Fakat bu alana yakın çevrede kurulmuş olan Kürtün ile Harşit meteoroloji gözlem istasyonlarının çalışmaları olmuştur. Ancak, bu istasyonların hiçbirinde yeterli derecede bilgi mevcut değildir. Bu istasyonlar 1992 yılı sonunda ekonomik nedenlerden dolayı kapatılmışlardır. Kürtün meteoroloji gözlem istasyonunda 1987-1992 yılları arasındaki 6 yıllık gözlem sürecinde sıcaklık değerleri ölçülmüş ve bunların aylara göre ortalama değerleri hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1.2'de, ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılım grafiği ise Şekil 1.4'de verilmiştir.

Tablo 1.2. Kürtün meteoroloji gözlem istasyonundan 1987-1992 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)
Ortalama sıcaklık (°C)	-3.17	-1.18	5.02	10.38	12.93	16.47	18.63	18.47	15.53	12.53	7.15	2.42	9.60

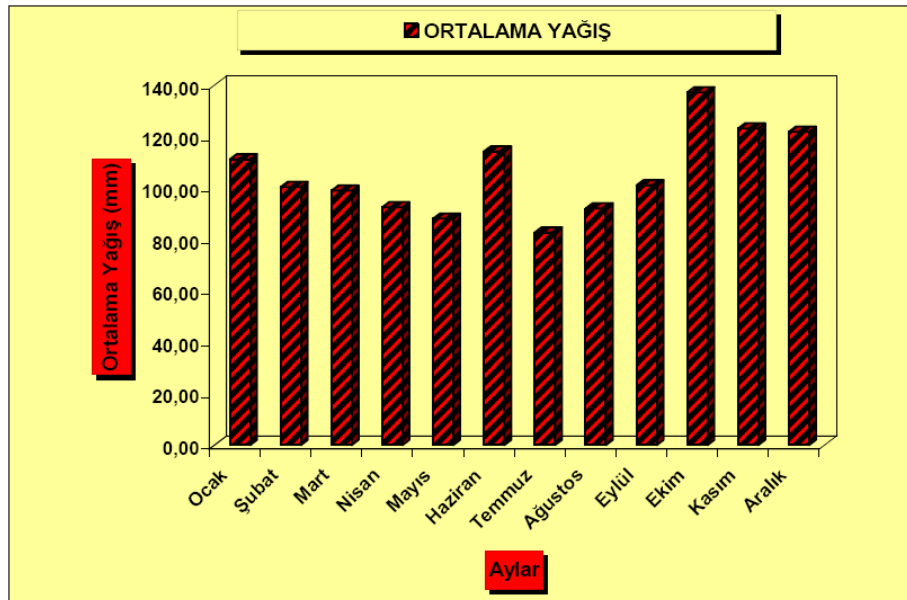


Şekil 1.4. Kürtün meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre dağılımı.

Harşit meteoroloji gözlem istasyonunda 1957-1992 yılları arasındaki 36 yıllık gözlem sürecinde yöreye düşen yağış değerleri ölçülmüş ve bunların aylara göre ortalama değerleri hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama yağış değerleri Tablo 1.3’de ve ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılım grafiği ise Şekil 1.5’de verilmiştir.

Tablo 1.3. Harşit meteoroloji gözlem istasyonunda 1957-1992 yılları arasında ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı.

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık toplam yağış (mm)
Ortalama yağış (mm)	111.15	100.41	99.02	92.47	88.11	114.20	82.70	92.10	101.09	137.23	123.14	121.86	1263.53
% Dağılım	8.80	7.95	7.84	7.32	6.97	9.04	6.55	7.29	8.00	10.86	9.75	9.65	



Şekil 1.5. Harşit meteoroloji gözlem istasyonuna ait ortalama yağış değerlerinin aylara göre dağılımı.

1.4. Sosyo-Ekonomik Bilgiler

Yörenin gelir durumuna paralel olarak ticari ve ekonomik hayat bir hayli durgundur. Bölge halkının ticari ilişkileri genel olarak Trabzon, Giresun, Ordu ve Samsun gibi biraz daha ticaret ve sanayi bakımından gelişmiş şehirlerle olmaktadır. Bu ticaret merkezleri bölgeyi ticari yönden etkisi altına almaktadır. Hayvancılık bir sektör haline gelmemiş olup, sadece hane halkının günlük et ve süt ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde

yapılmaktadır. İlçenin arazi yapısı çok dağlık olduğundan tarım arazisi kısıtlıdır. Yörenin dağlık bir araziye sahip olması, tarım ve hayvancılığın yeterince gelişmemiş olması insanları okumaya yöneltmiştir. Arazi şartları ve iş sahasının olmayışı gibi nedenler nüfusun Samsun, İstanbul, İzmit, Adapazarı ve Adana gibi illere göç etmesine sebep olmuştur.

1.5. Jeomorfoloji

Çalışma alanının çevresi, oldukça dik ve engebeli bir morfolojiye sahiptir. Morfolojik yapılar; vadiler, bu vadilerin sınırladığı tepeler ve sırtların oluşturduğu yükseltilerdir. Kalebaşı Mahallesi'nin kuzeydoğu sınırından geçen Süme Deresi kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmakta ve derin bir vadi oluşturarak Kürtün Barajı'na dökülmektedir. Süme Deresi taban olmak üzere, yükseklikler 800 m kotundan başlayarak yaklaşık 1500 m kota kadar değişmekte ve Kalebaşı Mahallesi'nin bulunduğu vadi yamacında ise eğim 10°-30° arasında değişmektedir. Kalebaşı Mahallesi'nin yerleşim alanı Çağlayan Dere, Suçikan Dere ve Dereağzı Dere isimli 3 adet kuru dere vadisi tarafından bölünmüş olup, bu kuru dereler Süme Deresi ile birleşmektedir.

Süme Deresi'nin bulunduğu vadinin topografik yapısı genellikle engebeli olup, kayalıklardan oluşan sarp yamaçlardan oluşmaktadır. Süme Deresi vadisi boyunca yapılan ölçümler sonucunda ortalama vadi şekli faktörü ($K = \text{Vadi genişliği} / \text{Vadi yüksekliği}$) $K = 1.8$ olarak hesap edilmiş ve Walters (1962)'e göre vadi tipinin "Kanyon Şekilli Vadi" sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Çalışma alanı çevresindeki tepeler ve sırtlar; Kabapınar Tepe (1730 m), Çal Tepe (1930 m), Hüreçek Tepe (1931 m), Kabukluyurt Tepe (2020 m), Armutalanı Sırtı, Kisekıranı Sırtı, Kavak Sırtı, Sırahat Sırtı, Pazaryolu Sırtı ve Kuşkayası Sırtı'dır.

1.6. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, Pontid tektonik birliğinin en doğusunun, kuzey – güney geçiş zonunda yer almaktadır. Bölgede Paleozoyik'ten Eosen'e kadar değişik yaşta ve farklı litolojide birimler görülmektedir. Pontid Tektonik Kuşağı'nın doğusu, batıda Bafra-Kızılırmak vadisinden başlayarak Gürcistan sınırına kadar doğu-batı istikametinde uzanan yaklaşık 500 km uzunluğundadır. Birliğin kuzey sınırını Karadeniz, güney sınırını ise Kuzey Anadolu Fay Zonu tarafından sınırlandırılmakta olup, 100-150 km genişliğinde bir

alanı kapsamaktadır. Doğu Karadeniz Tektonik Kuşağı, metalojenik türde Alpin dağ oluşumuna bağlı olarak Jura-Pliyosen zaman aralığında gelişmiş yitime bağlı ada yayı dizisinin bir parçası olduğu araştırmacılarca kabul edilmektedir (Ketin, 1966). İnceleme alanı ve yakın yöresi, Pontid tektonik birliğinin doğu kısmının içerisinde, Erken Alpin dönemine Austirik, Orta Alpin döneminde Anadolu ve Geç Alpin döneminde ise Attik tektonik fazlarının etkisinde kalmıştır. Kuvaterner döneminde epirojenik hareketlere bağlı olarak gelişen regresif hareketlerle denizel sekiler oluşmuştur. İnceleme alanı boyunca yüzeylenen kayalarda Alp orojenezinin etkisi ile kırık tektoniği etkin olmuştur. İnceleme alanı dışındaki alanlarda az olmakla beraber kıvrımlı yapılar da gözlenmektedir. Ketin (1966), açılmal uyumsuzluklara dayanarak bölgede Üst Kimmerik, Anadolu, Pyerenik ve Attik fazlarının etkili olduğu belirtmiştir. Pontidlerin doğusunu ve bölgeyi etkileyen bu fazlar sonucu magmatik kayalarda kırılmalar, tortul kayalarda ise kırıklı ve kıvrımlı yapılar oluşmuştur. Kırıklı yapılar, çatlaklar ve faylar şeklinde gelişmiştir. Çatlaklar hem tortul hem de magmatik kayalar içinde değişen oranlarda ve farklı doğrultularda gelişmiştir. Faylar ise genellikle normal fay tipinde olup, normal fayların yanı sıra doğrultu atımlı ve ters faylara da rastlamak mümkündür.

Mezozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerin yüzeylendiği proje alanı ve çevresinde, Liyas'tan başlayarak Eosen sonlarına kadar periyotlar halinde gelişimini sürdüren magmatizmanın ürünlerini içeren volkano-tortul, volkanik ve intrüziif fasiyesler yaygındır. Magmatik faaliyetlerin durakladığı dönemlerde ise, tortul istifler birikmiştir. Bölgede Geç Jura-Erken Kretase, kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu (Pelin, 1977) ile başlar. Geç Kretase yaşlı bazalt, andezit, piroklastitler, kumtaşı, marn vb. kaya türlerinden oluşan Çatak Formasyonu (Güven, 1993); dasit, riyodasit ve piroklastitlerden oluşan Kızılkaya Formasyonu (Güven, 1993); bazalt, andezit, piroklastik ve kırıntılı kayalardan oluşan Çağlayan Formasyonu (Güven, 1993); riyolit, riyodasit ve piroklastitlerden oluşan Çayırbağ Formasyonu (Güven, 1993) şeklinde volkanik istif devam eder. İntrüziif sokulum olarak Geç Kretase ve Eosen döneminde yerleşmiş Harşit Granitoyidi (Karslı ve diğ, 2010) yer alır. Geç Kretase dönemi boyunca, Pontidlerin doğu kısmının bu bölgesinde gelişen aktif volkanizma sonucu bazik ve asidik karakterli kayaların düzenli ardalanmasının oluşturduğu kalın bir volkano-tortul istif birikmiştir. Bu istifin ilk evredeki bazik lavları Çatak, asidik lavları Kızılkaya, ikinci evredeki bazik lavları Çağlayan, asidik lavları ise Çayırbağ formasyonlarını oluşturur. Pontidler'de en genç volkanizma ürünü olarak Eosen yaşlı Kabaköy Formasyonu (Güven, 1993) yüzeylenmektedir.

1.7. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını da içine alan bölgede çalışmanın amacına yönelik olarak geniş ölçekli birçok çalışma yapılmış olup, yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Önalp (1980), “Doğu Karadeniz Heyelanları Tanımlanması – Analizi Araştırma Raporu” isimli çalışmasında, heyelanların anlaşılması için öncelikle ayrışma / yıpranma mekanizmalarının anlaşılması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca çeşitli yamaçlarda yer altı suyunun durumunun incelenerek basınç ve gerilmelerin ölçülmesi gerektiğini belirtmiştir. Bölgede heyelan envanter haritalarının oluşturulması gerektiğini ve daha sonra ayrışma haritasının oluşturulmasını önermiştir.

Erguvanlı ve Tarhan (1982), Doğu Karadeniz kıyı şeridindeki kütle hareketlerini mühendislik jeolojisi açısından değerlendirmişlerdir. Bölgede gelişen kütle hareketlerinin yağışlı mevsimlerde meydana gelen dairesel nitelikte hareketler olduğunu ve insan kaynaklı kazıların heyelanların oluşması üzerinde önemli bir etki oluşturduğunu vurgulanmışlardır.

Önalp ve diğ. (1987), Doğu Karadeniz heyelanlarının oluşum koşullarını inceleyerek türlerini belirlemişlerdir. Heyelanların oluşumunda en önemli parametrenin yağışlar ve kazıların olduğunu ortaya koymuşlardır.

İskenderoğlu (1990), Çayeli – Pazar (Rize) arası ana yol şevlerini mühendislik jeolojisi açısından incelemiştir. Çalışma alanı içindeki şevler üzerinde duraylılık analizleri yapmıştır.

İskenderoğlu ve Tarhan (1991), Çayeli – Pazar (Rize) arası sahil yolu şevlerindeki kaya ve zeminlerin mekanik özelliklerini inceleyerek şevlerde gerçekleşebilecek yenilme türlerini araştırmışlardır.

Şirin (1995), “Kürtün – Torul (Gümüşhane) Arası Karayolu Kaya Şevlerinin Duraylılık Açısından İncelenmesi” isimli yüksek lisans tezinde, çalışma alanı içindeki kaya şevlerinin duraylılığını kinematik ve analitik analizler yaparak araştırmıştır.

Peker (1998), “Kürtün Barajı Dolu Savak Güzergahındaki Granodiyorit Jeomekanik Özellikleri ve Bu Güzergahtaki Kazı Şevlerinin Duraylılığı” isimli yüksek lisans tezinde, Kürtün Granodiyoritinde açılmış kaya şevlerinde jeoteknik çalışmalar yapmış ve bu şevleri duraylılık açısından incelemiştir.

Ceryan (2005), “Kaya Kütle Sınıflama Sistemlerinin ve SSPC (Şev Duraylılığı Olasılık Sınıflandırması) Yönteminin Bekçiler – Torul Arasında Seçilen Kazı Şevlerine

Uygulanışı’’ isimli yüksek lisans tezinde, incelenen kaya şevlerini jeoteknik birimlere ayırmış ve seçilen kazı şevlerinin duraylılığının değerlendirilmesini her bir jeoteknik birim için yapmıştır.

Dağ ve diğ. (2006), iki değişkenli istatistiksel analiz yöntemi ile Çayeli (Rize) ve çevresindeki heyelanları değerlendirmişler ve sonuç olarak litoloji-ayırışma, yamaç eğimi, arazi örtüsü ve yükseklik faktörlerinin heyelanların oluşumunda daha fazla etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Dağ (2007), ‘‘Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi’’ isimli doktora tezinde, Çayeli (Rize) ve çevresinin istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak heyelan duyarlılık analizi gerçekleştirmiştir.

Pehlivan (2008), ‘‘Kürtün Baraj Gölünün Sağ Sahilindeki Özkürtün (Gümüşhane) Beldesinin Heyelan Analizi’’ isimli yüksek lisans tezinde, yamaçların duraylılığını değerlendirmiştir.

Erkan (2010), ‘‘Kürtün Barajı (Kürtün – Gümüşhane) Göl Alanı Sol Yamacındaki Heyelanlı Alanın Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde, Kürtün Barajı’nın sol sahilinde oluşacak heyelanların geriye doğru ilerleyen heyelan modeline uyduğunu ayrıca kaymaların dairesel ve birleşik şekilli olacağı sonucuna varmıştır.

Özdoğan (2010), ‘‘Torul Barajı (Torul – Gümüşhane) Göl Alanı Sağ ve Sol Sahillerinin Duraylılığının Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi’’ isimli yüksek lisans tezinde, janbu ve bishop yöntemleri ile duraylılık değerlendirilmesi yapılmış ve her iki yamaçta da duraylılık sorununun olmayacağını belirlemiştir.

Dağ ve diğ. (2011), ‘‘Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanılan Yöntem ve Parametrelere İlişkin Genel Bir Değerlendirme’’ isimli çalışmada heyelanların oluşmasında etkin rol oynayan parametrelerin neler olduğunu, literatürde son 20 yıllık döneme ait ulaşılabilen 123 adet çalışmayı inceleyerek duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan yöntem ve parametrelerin değerlendirmesini yapmışlardır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma kapsamında, Kalebaşı Mahallesi'ni içine alan bölgenin 1/2.000 ölçekli detay jeoloji haritası hazırlanmıştır. Çalışma alanı ve çevresinde bulunan kayaçlar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NASCS, 1983) esas alınarak tanımlanmıştır. Genel jeoloji çalışmalarıyla elde edilen sonuçlar, daha önce inceleme alanı ve çevresinde yapılmış olan çalışmalarla karşılaştırılarak yeniden düzenlenmiştir. Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İnce Kesit Hazırlama Laboratuvarı'nda yaptırılan ince kesitler, LEITZ marka polarizan mikroskopta incelenerek kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenmiş ve kayaç adlamaları yapılmıştır.

Çalışma alanının içinde yüzeylenen yamaç molozunun kalınlığını belirlemek ve zeminle ilgili detaylı bilgi edinebilmek amacıyla ana kayaya incek şekilde belirlenen 345 m uzunluğundaki 4 etüd hattı boyunca toplam 14 adet araştırma sondajı yapılmıştır. Sondaj kuyularına gözlem boruları indirilerek yeraltı suyu ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca sondaj yapılamayan inceleme hatlarında yamaç molozu kalınlığını belirlemek amacıyla 5 profilde 12 kanallı Geometrics Smart Seis model araştırma sismografi ile jeofizik çalışmaları gerçekleştirilerek, sismik kırılma etüdüleri yapılmış ve yamaç üzerindeki moloz kalınlığının değişim aralıkları belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları kapsamında her bir çalışma profilinden tüp ile örselenmemiş zemin örnekleri alınmış ve bu örnekler üzerinde zeminin indeks ve kayma dayanımı özelliklerinin belirlenmesine yönelik Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvar'ında deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler kullanılarak limit denge analizi yapan "Slide v5.0" (Rocscience, 2003) ve sonlu elemanlar tabanlı sayısal analiz yapan "Phase² v6.0" (Rocscience, 2006) bilgisayar programlarında çalışma alanı modellenerek duraylılık analizleri yapılmıştır.

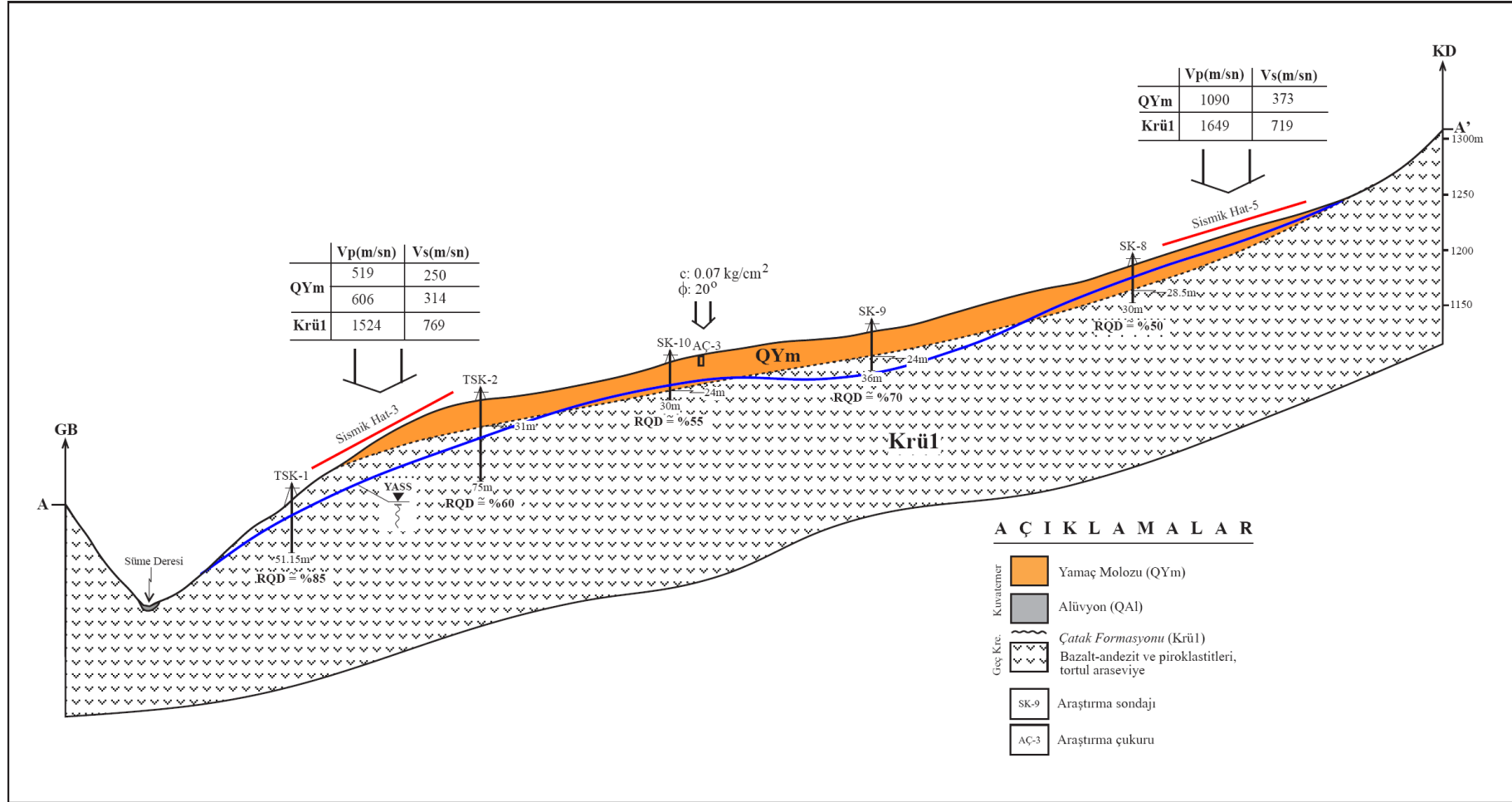
3. BULGULAR

3.1. Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeolojisi

Çalışma alanı ve çevresinde bulunan kayalar, litostratigrafik sınıflama ve adlama kuralları (NACS, 1983) esas alınarak tanımlanmıştır. İnceleme alanı ve çevresinde yaşlıdan gence doğru Geç Kretase yaşlı Çatak Formasyonu, Kuvaterner yaşlı alüvyonların ve yamaç molozlarının yüzeyleme verdiği belirlenmiştir. Çalışma alanı ve çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit Şekil 3.1’de, 1/2000 ölçekli jeoloji haritası EK-1’de, A-A’ jeolojik kesiti ise Şekil 3.2’de verilmiştir.

M E S O Z O Y İ K	Zaman	Devir	Devre	Formasyon	Simge	Kalınlık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	Ku.							
K R E T A S E								Alüvyon / Yamaç molozu
G E Ç K R E T A S E								Bazalt-andezit ve piroklastitleri
Çatak								Ara seviyelerde volkanik breş ve tufden oluşan piroklastitler, kumtaşı, marn ve kireçtaşı
Krül								Ölçeksizdir

Şekil 3.1. Çalışma alanı ve çevresine ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit.



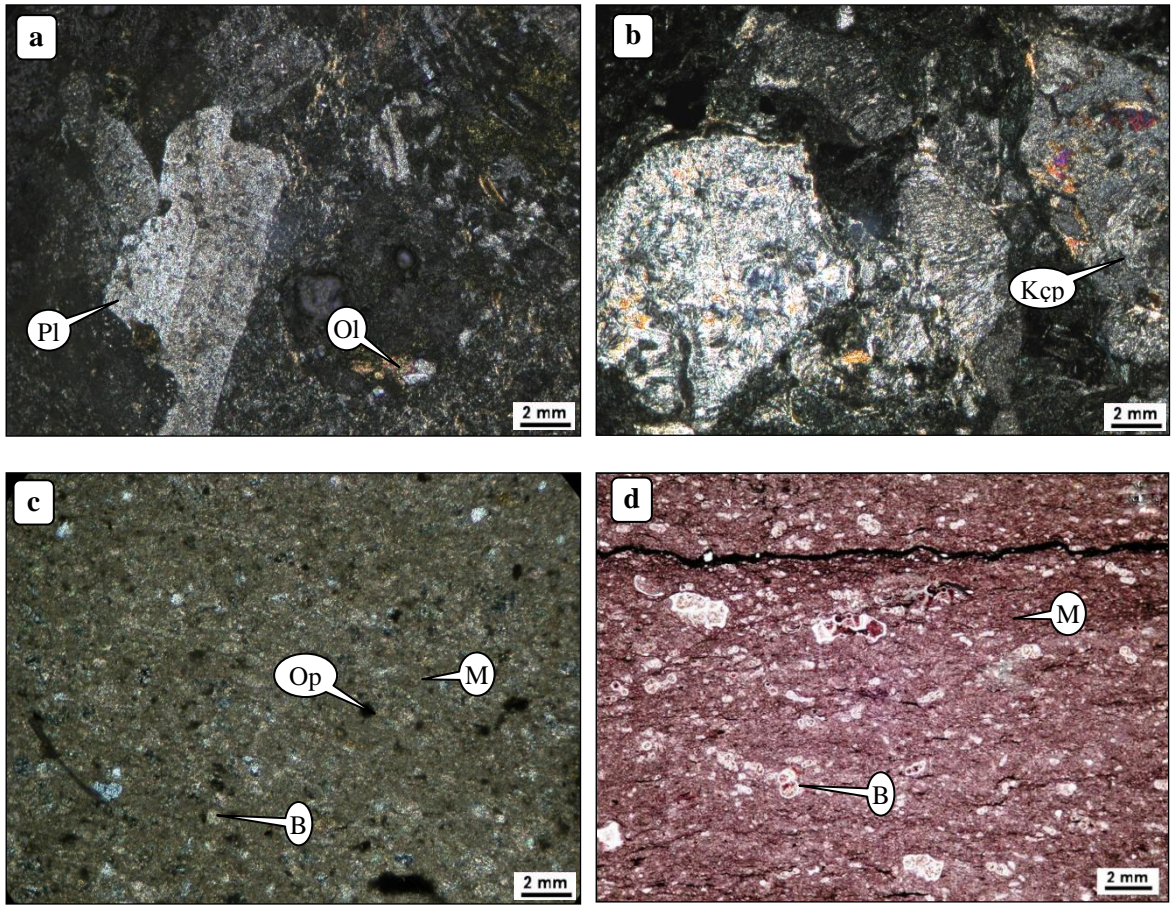
Şekil 3.2. Çalışma alanına ait A-A' jeolojik kesiti.

3.1.1. Çatak Formasyonu (Krü1)

İlk defa Güven (1993) tarafından tanımlanan Çatak Formasyonu, koyu gri-yeşil renkli andezit-bazalt ve piroklastitlerinden oluşur. Ara katkılı olarak kıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, tüfit seviyelerine rastlanır. Doğu Pontidler'in kuzey zonunda Geç Kretase dönemi başlarında oluşan toleyitik ve kalkalkalen nitelikli volkanitler derin denizel bir ortamda yayılarak tortullarla birlikte volkano-tortul bir istif meydana getirmişlerdir. Bazaltlarda iyi gelişmiş yastık lav yapıları görülür. İstif içinde genellikle gri-yeşil renk egemendir. Breş ve aglomeralar içinde yer yer tortul kaya çakıl ve blokları gözlenir. Grimsi renkli kumtaşı, marn ve şeyler düzenli ince tabakalanmalıdır. Bazı kesimlerde kırmızı-bordo renkli mikritler ve rekristalize kireçtaşları yaygındır. Asidik karakterli lavlardan oluşan Kızılkaya Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülen Çatak Formasyonu tektonik hareketliliğe bağlı olarak parçalanmış ve aktivite kazanan karbonat platformu üzerinde çökelmiştir. Formasyonun yaşı ise Geç Kretase'dir (Turoniyen-Koniasiyen-Santoniyen).

Mikroskobik incelemelerde, Çatak Formasyonu içerisinde bulunan volkanik kayaların, genelde porfirik, intergranüler, mikrolitik, mikrolitik porfirik dokuda olduğu görülmüştür (Şekil 3.3a, b). Mikroskobik kesitlerde gözlenen plajiyoklaslar ayrılmış ve yarı özşekilli olması sebebiyle sönme açıları tayin edilememiş olup kesitlerde gözlenen olivin minerallerine bağlı olarak bu kayacın bazalt olduğuna karar verilmiştir (Şekil 3.3a). Plajiyoklaslar, genellikle çok küçük mikrolitler halinde görülürken, daha az oranda mikro fenokristaller halinde de bulunmaktadır. Genellikle yarı özşekilli ve özşekilli olan plajiyoklas mikro fenokristallerinde silisleşme ve serisitleşme hakimdir. Bol çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahip olan plajiyoklaslar yer yer opak mineral inklüzyonları içermektedir. Genellikle mega kristaller halinde gözlenen ojitler yer yer mikro fenokristaller ve mikrolitler halinde de bulunmaktadır. Çoğunlukla yarı özşekilli ve özşekilli kristaller halinde bulunan ojitlerin megakristal şeklinde olanlarında zonlanma mevcuttur. Opak mineral ve plajiyoklas inklüzyonları içeren ojitler bol çatlaklı ve kırıklı bir yapıya sahiptir. Amfiboller çok küçük mikro fenokristaller halinde ve az miktarda bulunmaktadır. Genellikle mızrak şekilli küçük latalar şeklinde gözlenmiştir. Opak mineraller çoğunlukla iri ve çok iri fenokristaller halinde bulunmakta olup, genellikle ojit ve plajiyoklaslar içinde inklüzyonlar şeklindedir. Sarımsı yeşilimsi renk tonlarında görülen kloritler, klinopiroksenlerin, kalsitler plajiyoklasların alterasyon ürünüdür.

Çatak Formasyonu içerisinde bulunan kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitlerinde, mikritik bağlayıcı içerisinde % 10' dan fazla pelajik foraminifer ve radyolaryalardan oluşan bir fauna tespit edilmiştir. İskelet taneleri biyoklastlar şeklinde, nadir olarak da bütün haldedir (Şekil 3.3c, d). Genel olarak % 5-10 arasında kuvars ve feldispat taneleri içermektedir. Bazı örneklerde yuvarlaklaşmış kuvars taneleri gözlenirken, bazılarında ise kuvars taneleri köşelidir. Mikritik bağlayıcıya sahip olan kayaç, düşük enerjili bir ortamda çökelmiştir.



Şekil 3.3. Çatak Formasyonu'ndan alınan (a) bazalt, (b) andezitik tuf ve (c-d) kireçtaşı örneklerinin mikroskopik görünüşleri (Çift Nikol).
(B: biyojen, M: mikrit, Kçp: kayaç parçası, Ol: olivin, Op: opak mineral, Pl: plajiklas)

3.1.2. Alüvyonlar (QAI)

Alüvyonlar, çalışma alanı çevresinde irili ufaklı akarsu vadilerinde oluşmuş kumlu, siltli, çakıllı ve bloklu malzemelerden oluşmaktadır. Süme vadisinin Harşit vadisiyle

kesiştiği b6lgede en yoğun şekilde g6zlenmektedir. Çoğunlukla 2-15 cm çapındaki çakılların oluşturduğu alüvyonlarda 25-30 cm çapındaki bloklar da sıkça g6r6l6r. Bloklar ve çakıllar genellikle yuvarlak, bazıları k6t k6şelidir.

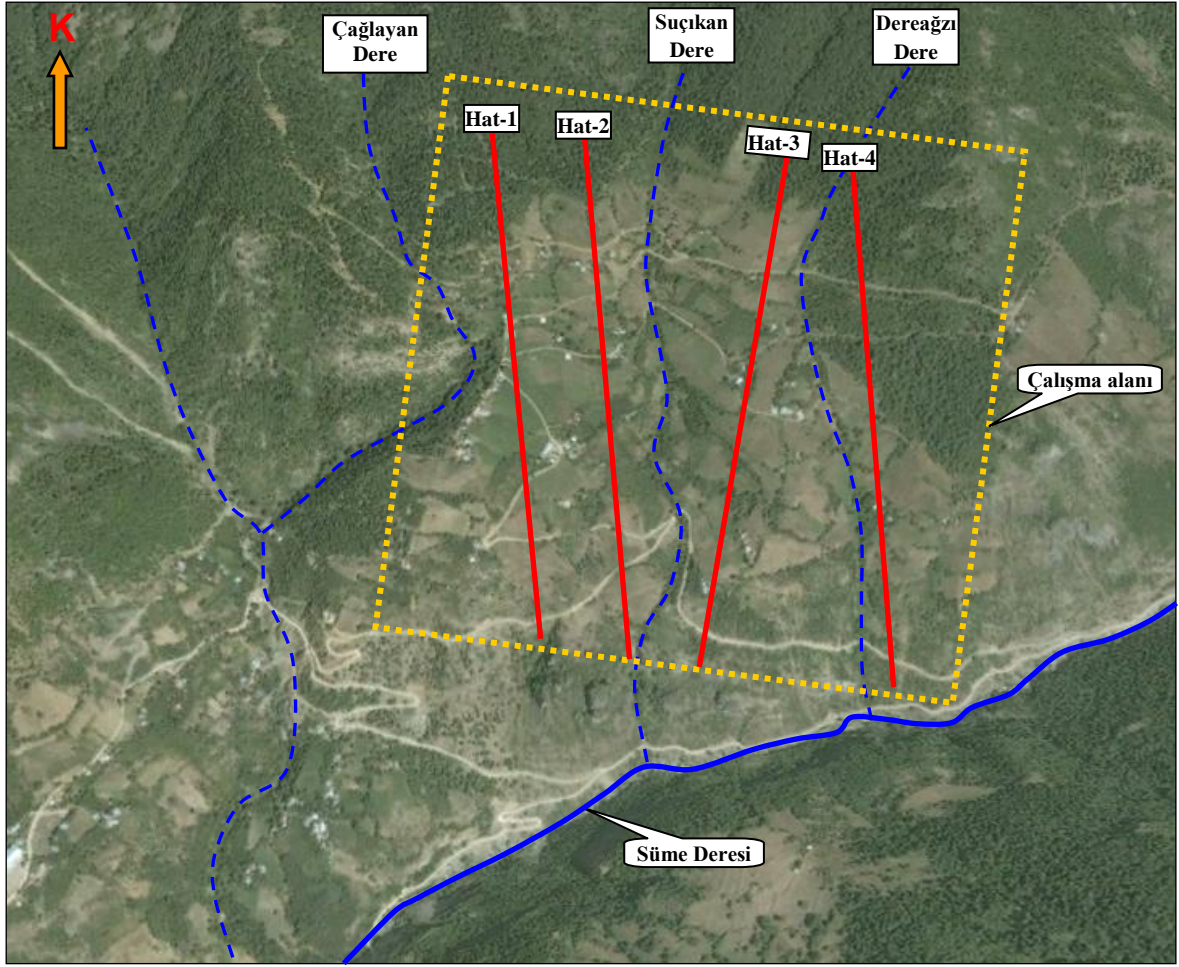
3.1.3. Yamaç Molozları (QYm)

Yamaç molozları, Kalecik Mahallesi yerleşim alanında ve çevresindeki yamaç eteklerinde g6zlenmekte olup, bunlar yamaçların bulunduğu alandaki kayaç t6rlerine g6re k6şeli, yassı ve bazıları k6t k6şeli, blok, çakıl, kum, silt ve killerden oluşmuşlardır. Kum ve silt miktarı diğer elemanlara g6re daha y6ksektir. Kalecik Mahallesi yerleşim alanının bulunduğu yamaçta yoğun bir şekilde g6r6len yamaç molozlarının kalınlılıklarının, yapılan sondaj ve jeofizik çalışmaları neticesinde 1–36 m arasında değiştiği belirlenmiştir.

3.2. M6hendislik Jeolojisi alışmaları

3.2.1. Araştırma çukurları

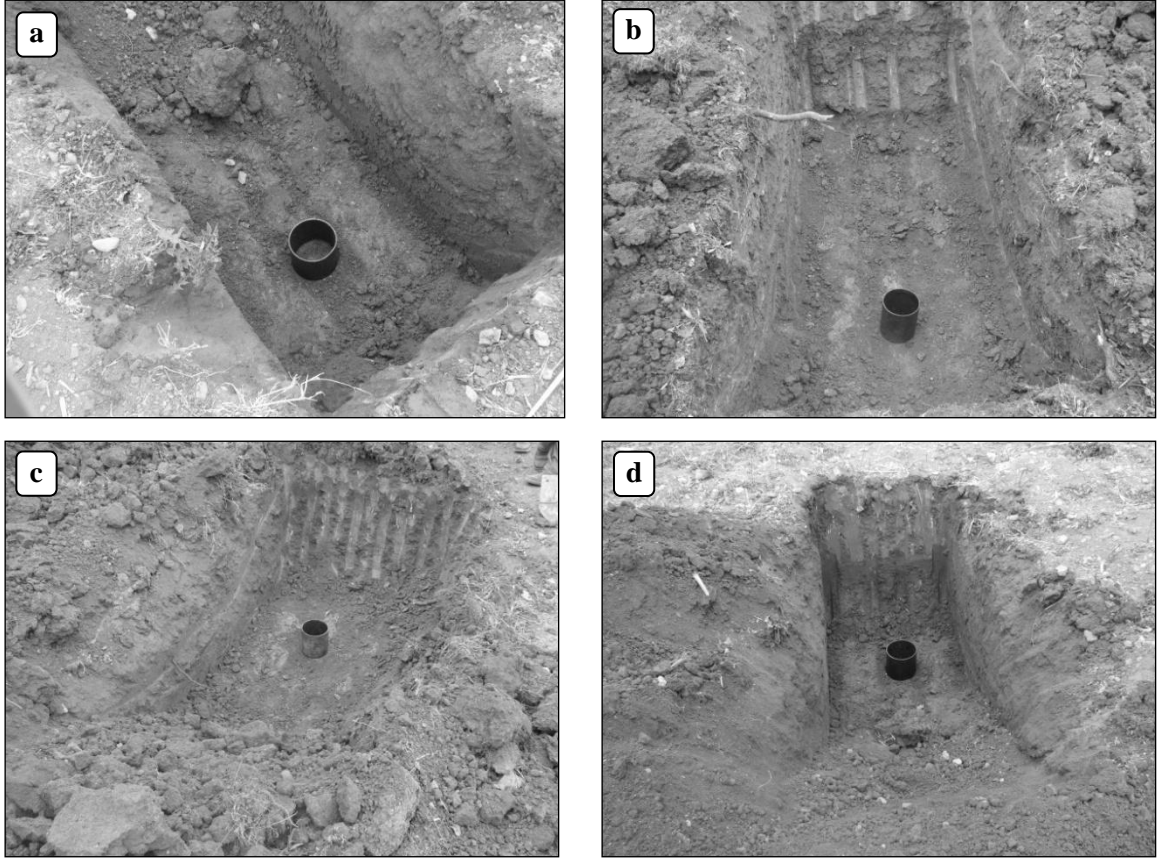
Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanı ağlayan, Suçıkan ve Dereağzı kuru derelerinin b6ld6đ6 üç ana sırt 6zerinde bulunmaktadır. Bu üç sırt boyunca eğim aşağı doğru olacak şekilde çalışmanın amacına uygun 4 profil belirlenmiş ve bu hatlar boyunca y6zey ve yeraltı çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.1, şekil 3.4). Bu amaçla hatlar 6zerindeki uygun lokasyonlardan kepçeyle zeminin yaklaşık 30-40 cm'lik 6rselenmiş bitkisel toprak tabakası sıyrılarak 6rnek alım t6pleri ile 4 adet 6rselenmemiş numune alınmıştır (şekil 3.5). Her et6d hattını temsil etmesi amaçıyla açılmış araştırma çukurlarına ait loglar EK-4'te verilmiştir. Alınan numuneler 6zerinde çalışmanın amacına uygun olacak şekilde laboratuvarında deneyler yapılarak zeminin jeoteknik 6zellikleri belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Çalışma alanındaki etüd hatlarının konumlarını gösteren uydu fotoğrafı.

Tablo 3.1. Örselenmemiş numune alım noktalarına ait UTM cinsinden 6°'lik koordinatlar.

NOKTA NO	Y (SAĞA)	X (YUKARI)
AÇ-1	513667	4505357
AÇ-2	513831	4505487
AÇ-3	514061	4505271
AÇ-4	514240	4504986



Şekil 3.5. İnceleme alanındaki (a) Hat-1, (b) Hat-2, (c) Hat-3 ve (d) Hat-4'den tüplerle örselenmemiş örnek alımı.

3.2.2. Jeoteknik Araştırma Sondajları

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanında yüzeylenen yamaç molozunun kalınlığındaki değişim aralıklarını net olarak tespit etmek ve yeraltı suyu seviyesini belirlemek amacı ile sondaj kuyularının açılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla toplam 14 adet olmak üzere 345 metrelik sondaj çalışması yapılmıştır (Tablo 3.2). Bu sondajlardan TSK-1, TSK-2 ve TSK-3 ile gösterilenler, Süme Deresi'nde yapılan Fındık Regülatörü ve HES Projesi kapsamında Kalebaşı Mahallesi'nin altından geçen iletim tüneli için araştırma amaçlı olarak yapılmıştır. SK ile gösterilen diğer 11 sondaj ise duraylılık etüdü amaçlı olarak bu çalışma için yapılmıştır. SK-1, SK-2 ve SK-3 araştırma sondajları Hat-1 üzerinde, SK-4, SK-5 ve SK-6 araştırma sondajları Hat-2 üzerinde, SK-7, SK-8, SK-9, TSK-1 ve TSK-3 araştırma sondajları Hat-3 üzerinde, SK-10, SK-11 ve TSK-2 araştırma sondajları ise Hat-4 üzerinde bulunmaktadır.

Alınan karot örnekleri incelenerek karot yüzdeleri, kaya ve zemin türü, ayrışma

derecesi ve RQD değerleri belirlenmiş ve kuyu logları hazırlanmıştır. Sondaj alışmaları neticesinde yamaç molozunun kalınlığının 1-36 m arasında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma alanında yapılan sondajlara ait koordinat değerleri ve yamaç molozu kalınlığı.

Kuyu No	Kuyu Derinliği (m)	Kuyu kotu (m)	Yamaç Molozu Derinliği (m)	YASS Derinliği (m)	Y (SAĞA)	X (YUKARI)
SK-1	12.00	1125	10.00	3.00	513609	4505453
SK-2	27.00	1105	20.00	4.00	513666	4505344
SK-3	15.00	1011	01.50	Yok	513662	4505061
SK-4	20.00	1192	01.00	15.00	513816	4505704
SK-5	28.00	1137	17.50	20.00	513828	4505467
SK-6	15.00	1031	10.00	0.00	513839	4505144
SK-7	30.00	1185	28.50	12.00	514026	4505622
SK-8	36.00	1139	24.00	Yok	514011	4505422
SK-9	30.00	1125	27.00	20.00	514038	4505248
SK-10	25.00	1196	12.00	11.00	514174	4505487
SK-11	30.00	1077	21.00	15.00	514265	4504979
TSK-1	51.15	983	00.00	15.00	513947	4504892
TSK-2	75.00	1075	31.00	40.00	514199	4505201
TSK-3	54.00	1110	36.00	18.00	514195	4505205

3.2.2.1. Sığ Sondajlar

Çalışma kapsamında yapılan sığ sondajları SK-1 ile SK-11 arasında yapılan sondajlar olarak tanımlamak mümkündür (Tablo 3.2). Genel anlamda proje kapsamındaki sondaj derinliği ≤ 30 m olan sondajları bu sınıfta toplamak mümkündür.

➤ SK-1 Nolu Sondaj

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki ağlayan ve Suçıkan kuru derelerinin ayırdığı sırtta ve 1125 m kotunda olup, derinliği 12 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-10.00 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik breş, andezit ve tf çakılları içeren açık-koyu kahve renkli yamaç molozu, 10.00-12.00 m arası açık gri-yeşil renkli parçalanmış volkanik breş olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrışmıştır. Karot yüzdesi % 90 olup, RQD değerinin % 25 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ SK-2 Nolu Sondaj

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki ağlayan ve Suçıkan kuru derelerinin

ayırıldığı sırtta ve 1105 m kotunda olup, derinliği 27 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-12.00 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik breş, andezit ve tuf çakılları içerikli, orta irilikte kum içeren, düşük plastisiteli, silt ve kilden oluşan açık-koyu kahve renkli yamaç molozu, 12.00-20.00 m arası açık gri-yeşil renkli oldukça parçalanmış volkanik breş, andezit ve tuf çakılları, 20.00 -27.00 m arası ise gri renkli yer yer parçalanmış andezit ve volkanik breş olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 80-85 arasında, RQD değerinin % 65-70 arasında, çatlak sıklığının 15 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-3 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Çağlayan ve Suçikan kuru derelerinin ayırıldığı sırtta ve 1011 m kotunda olup, derinliği 15 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-1.50 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik kayaç çakılları içeren yamaç molozu, 1.50-09.00 m arası açık gri-yeşil renkli ince taneli andezitik tuf çakılları, 09.00-12.00 m arası açık gri renkli yer yer parçalanmış andezit, 12.00-15.00 m arası ise açık gri renkli çatlaksız andezit olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 37-100 arasında, RQD değerinin % 0-60 arasında, çatlak sıklığının 13 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-4 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Çağlayan ve Suçikan kuru derelerinin ayırıldığı sırtta ve 1192 m kotunda olup, derinliği 20 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-1.00 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik kayaç çakılları içeren yamaç molozu, 1.00-20.00 m arası ise açık yeşil-koyu gri renklere yer yer kloritleşmiş parçalı, ayrılmış ve sağlam kalitede değişen andezit olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 52-100, RQD değerinin % 41-100, çatlak sıklığının 9-15 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-5 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Çağlayan ve Suçikan kuru derelerinin

ayırıldığı sırta ve 1137 m kotunda olup, derinliği 28 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-17.50 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik breş, andezit, tuf ve kireçtaşı çakılları içeren açık-koyu kahve renkli yamaç molozu, 17.50-24.00 m arası koyu gri renkli yer yer parçalanmış ve ayrılmış boşlukları kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt, 24.00-28.00 m arası koyu gri renkli oldukça parçalanmış gri renkli silttaşı ara seviye içerikli amigdalooidal bazalt ve volkanik breş olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrılmıştır. Karot yüzdesinin % 15-72 arasında, RQD değerinin % 0-50 arasında, çatlak sıklığının 12 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-6 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Çağlayan ve Suçikan kuru derelerinin ayırıldığı sırta ve 1031 m kotunda olup, derinliği 15 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-6.00 m arası koyu gri renkli yer yer parçalı, açık gri renkli silttaşı ara seviyeleri içerikli kompakt marn, 6.00-13.00 m arası ince-iri taneli arasında değişen volkanik breş içerikli açık yeşil renkli tuf, 13.00-15.00 m arası ise koyu gri renkli marn olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri orta derecede ayrılmıştır. Karot yüzdesinin % 20-95, RQD değerinin % 20-95, çatlak sıklığının 6-16 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-7 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçikan ve Dereagzı kuru derelerinin ayırıldığı sırta ve 1185 m kotunda olup, derinliği 30 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-28.50 m arası açık gri-yeşil renkli volkanik breş, andezit, tuf ve kireçtaşı çakılları içeren açık-koyu kahve renkli yamaç molozu, 28.50 -30.00 m arası koyu gri renkli boşlukları kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri orta derecede ayrılmıştır. Karot yüzdesinin %100, RQD değerinin %100, çatlak sıklığının 2 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-8 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçikan ve Dereagzı kuru derelerinin ayırıldığı sırta ve 1139 m kotunda olup, derinliği 36 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-3.00 m arası yer yer volkanik çakıl içerikli, orta irilikte kum içeren düşük plastisiteli kahve renkli sıkı silt-kil, 3.00-24.00 m arası volkanik çakıl içerikli yamaç molozu, 24.00-34.50 m arası yer yer volkanik breş seviyeleri içeren koyu gri renkli bol plajiolaslı oldukça

parçalanmış andezit, 34.50-36.00 m arası koyu gri renkli kompakt yapılı marn olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri-orta derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin %14-75 arasında, RQD değerinin %0-95 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-9 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçıkan ve Dereağzı kuru derelerinin ayırdığı sırta ve 1125 m kotunda olup, derinliği 30 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-25.00 m arası yer yer volkanik kayaç çakıl içerikli yamaç molozu, 25.00-30.00 m arası açık yeşil yer yer mor renkli kloritlemiş volkanik breş olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin %66, RQD değerinin %0-70 arasında, çatlak sıklığının 15 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-10 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçıkan ve Dereağzı kuru derelerinin ayırdığı sırta ve 1196 m kotunda olup, derinliği 28 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-12.00 m arası açık gri-yeşil renkli andezit ve tuf çakılları içeren yamaç molozu, 12.00-25.00 m arası koyu gri renkli yer yer parçalanmış ve ayrılmış, boşlukları kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri ileri derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 46-100, RQD değerinin %0-70 arasında, çatlak sıklığının 9-13 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ **SK-11 Nolu Sondaj**

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Dereağzı kuru deresinin sağ yamacında ve 1077 m kotunda olup, derinliği 30 metredir. Sondaj sonucunda 0.00-6.00 m arası yer yer volkanik çakıl içerikli, orta irilikte kum içeren düşük plastisiteli kahve renkli sıkı silt-kil, 6.00-21.00 m arası gri renkli andezit ve bazalt çakılları içeren yamaç molozu, 21.00-30.00 m arası koyu gri renkli yer yer parçalanmış ve ayrılmış, boşlukları kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt olduğu tespit edilmiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri oldukça ileri derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit boyaması ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 20-30 arasında, RQD değerinin %0 olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

3.2.2.2. Derin Sondajlar

Çalışma kapsamında sondaj derinliği ≥ 50.00 m olan sondajlar derin sondajlar olarak tanımlanmıştır (Tablo 3.2). Bu bağlamda TSK-1, TSK-2 ve TSK-3 nolu sondajlar inceleme alanındaki derin sondajlardır.

➤ TSK-1 Nolu Sondaj

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçıkan ve Dereağzı kuru derelerinin ayırdığı sırtta ve 983 m kotunda olup, derinliği 51.15 metredir. Bu sondaj Fındık Regülatörü ve HES Projesi kapsamında Kalebaşı Mahallesi'nin altından geçen iletim tüneli için araştırma amaçlı olarak proje sahibi tarafından yaptırılmıştır. Sondaj kuyusunun tamamında yer yer çatlaklı ve kloritleşmiş koyu gri renklerde kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt yer yer de andezit olduğu tespit edilmiştir. Yamaç molozu kesilmemiştir. Ana kayada gözlenen çatlakların yüzeyleri orta derecede ayrılmış olup, kil sıvaması ve hematit-limonit boyaması, yer yerde sert kalsit dolgu ile kaplıdır. Karot yüzdesinin % 66-100 ve RQD değerinin %74-100 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ TSK-2 Nolu Sondaj

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Suçıkan ve Dereağzı kuru derelerinin ayırdığı sırtta ve 1075 m kotunda olup, derinliği 75 metredir. Bu sondaj Fındık Regülatörü ve HES Projesi kapsamında Kalebaşı Mahallesi'nin altından geçen iletim tüneli için araştırma amaçlı olarak proje sahibi tarafından yaptırılmıştır. Sondaj sonucunda 0.00-4.50 m arası volkanik çakıl içerikli orta irilikte kum içeren kahve renkli yamaç molozu, 4.50-31.50 m arası açık-koyu gri renkli gevşek çimentolu aglomera yer yer andezit ve bazalt, 31.50-75.00 m arası koyu gri renkli yer yer çatlaklı ve kloritleşmiş kireçtaşı arakatlı koyu gri renklerde kalsit dolgulu amigdalooidal bazalt yer yer de andezit olduğu tespit edilmiştir. Karot yüzdesinin % 12-100 ve RQD değerinin %0-92 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

➤ TSK-3 Nolu Sondaj

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki Dereağzı kuru deresinin sağ yamacında ve 1110 m kotunda olup, derinliği 76 metredir. Bu sondaj Fındık Regülatörü ve HES Projesi kapsamında Kalebaşı Mahallesi'nin altından geçen iletim tüneli için araştırma amaçlı

olarak proje sahibi tarafından yaptırılmıştır. Sondaj sonucunda 0.00-36.00 m arası volkanik çakıl içerikli orta irilikte kum içeren kahve renkli yamaç molozu, 36.00-76.00 m arası açık-koyu gri renkli gevşek çimentolu aglomera yer yer andezit ve bazalt olduğu tespit edilmiştir. Karot yüzdesinin % 12-66 ve RQD değerinin %0-58 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ek-2, Ek-3).

3.2.3. Jeofizik Çalışmaları

Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki 4 etüd hattı boyunca sondaj kuyuları arasında yamaç molozunun kalınlığı ve değişim aralığını belirlemek için korelasyon yapmanın sakıncalı olacağı 5 lokasyonda sismik kırılma yöntemi uygulanarak jeofizik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Jeofizik çalışmalar US-TA Mühendislik tarafından gerçekleştirilmiştir ve 12 kanallı Geometrics Smart Seis model mühendislik sismografi kullanılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı yerler EK-1’de verilen jeolojisi haritasında gösterilmiştir. Etüd hattı 1-2-4’de bir adet, Etüd hattı 3’de ise 2 adet sismik kırılma yöntemi uygulanarak yamaç molozu için derinlik araştırması yapılmıştır.

➤ 1 Nolu Sismik Hat

Etüd hattı 1’de yapılan 1 nolu sismik kırılma çalışmaları neticesinde ana kaya dahil 3 ayrı tabaka belirlenmiştir. Birinci tabakanın ince taneli malzemedan oluşan 12 m kalınlığında bir zon olduğu, ikinci tabakanın çakıl içeren ince taneli malzeme içerikli 16 m kalınlığında bir zon olduğu ve bu zondan sonra üçüncü tabaka olarak volkanik kayalardan oluşan ana kayaya girdiği belirlenmiştir.

➤ 2 Nolu Sismik Hat

Etüd hattı 2’de yapılan 2 nolu sismik kırılma çalışmaları neticesinde ana kaya dahil 3 ayrı tabaka belirlenmiştir. Birinci tabakanın ince taneli malzemedan oluşan 22 m kalınlığında bir zon olduğu, ikinci tabakanın çakıl içeren ince taneli malzeme içerikli 25 m kalınlığa sahip bir zon olduğu ve bu zondan sonra üçüncü tabaka olarak volkanik kayalardan oluşan ana kayaya girdiği belirlenmiştir.

➤ 3 Nolu Sismik Hat

Etüd hattı 3’de yapılan 3 nolu sismik kırılma çalışmaları neticesinde ana kaya dahil

3 ayrı tabaka belirlenmiştir. Birinci tabakanın ince taneli malzemeden oluşan 18 m kalınlığa sahip bir zon olduğu, ikinci tabakanın çakıl içeren ince taneli malzeme içerikli 24 m kalınlığında bir zon olduğu ve bu zondan sonra üçüncü tabaka olarak volkanik kayalardan oluşan ana kayaya girdiği belirlenmiştir.

➤ 4 Nolu Sismik Hat

Etüd hattı 4’de yapılan 4 nolu sismik kırılma çalışmaları neticesinde ana kaya dahil 3 ayrı tabaka belirlenmiştir. Birinci tabakanın ince taneli malzemeden oluşan 10 m kalınlığında bir zon olduğu, ikinci tabakanın çakıl içeren ince taneli malzeme içerikli 17 m kalınlığında bir zon olduğu ve bu zondan sonra üçüncü tabaka olarak volkanik kayalardan oluşan ana kayaya girdiği belirlenmiştir.

➤ 5 Nolu Sismik Hat

Etüd hattı 3’de yapılan 5 nolu sismik kırılma çalışmaları neticesinde ana kaya dahil 3 ayrı tabaka belirlenmiştir. Birinci tabakanın ince taneli malzemeden oluşan 21 m kalınlığında bir zon olduğu, ikinci tabakanın çakıl içeren ince taneli malzeme içerikli 26 m kalınlığında bir zon olduğu ve bu zondan sonra üçüncü tabaka olarak volkanik kayalardan oluşan ana kayaya girdiği belirlenmiştir.

Yapılan jeofizik etüdü neticesinden her bir profildeki tabakalar için belirlenen V_p : Elastik dalga boyuna yayılma hızı, V_s : Elastik dalga enine yayılma hızı, ν : Dinamik Poisson oranı, E : Dinamik deformasyon modülü ve h : Tabaka derinliği, ρ : Yoğunluk (gr/cm^3) değerleri Tablo 3.3’de verilmiştir. Deformasyon modülü ve Poisson oranını belirlemede ASTM (1980) tarafından önerilen eşitlikler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$E = \frac{(1-2\nu)(1+\nu)}{(1-\nu)} \cdot \rho \cdot V_p^2 \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

E = Dinamik deformasyon modülü (kg/cm^2), ν = Poisson oranı, ρ = Yoğunluk (gr/cm^3),

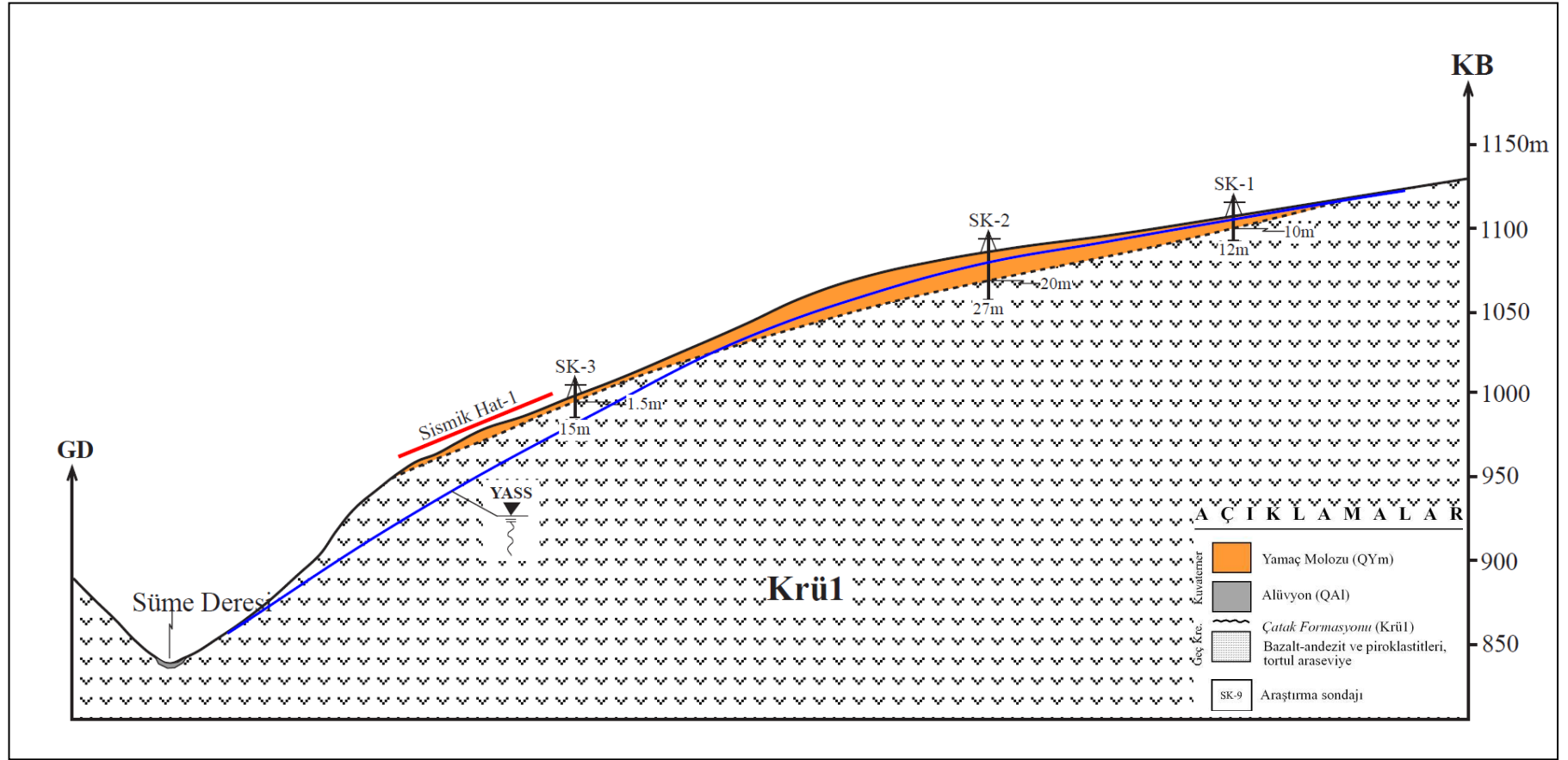
Poison oranı (ν) ise;

$$\nu = \frac{(V_p^2/V_s^2) - 2}{2[(V_p^2/V_s^2) - 1]} \quad (2)$$

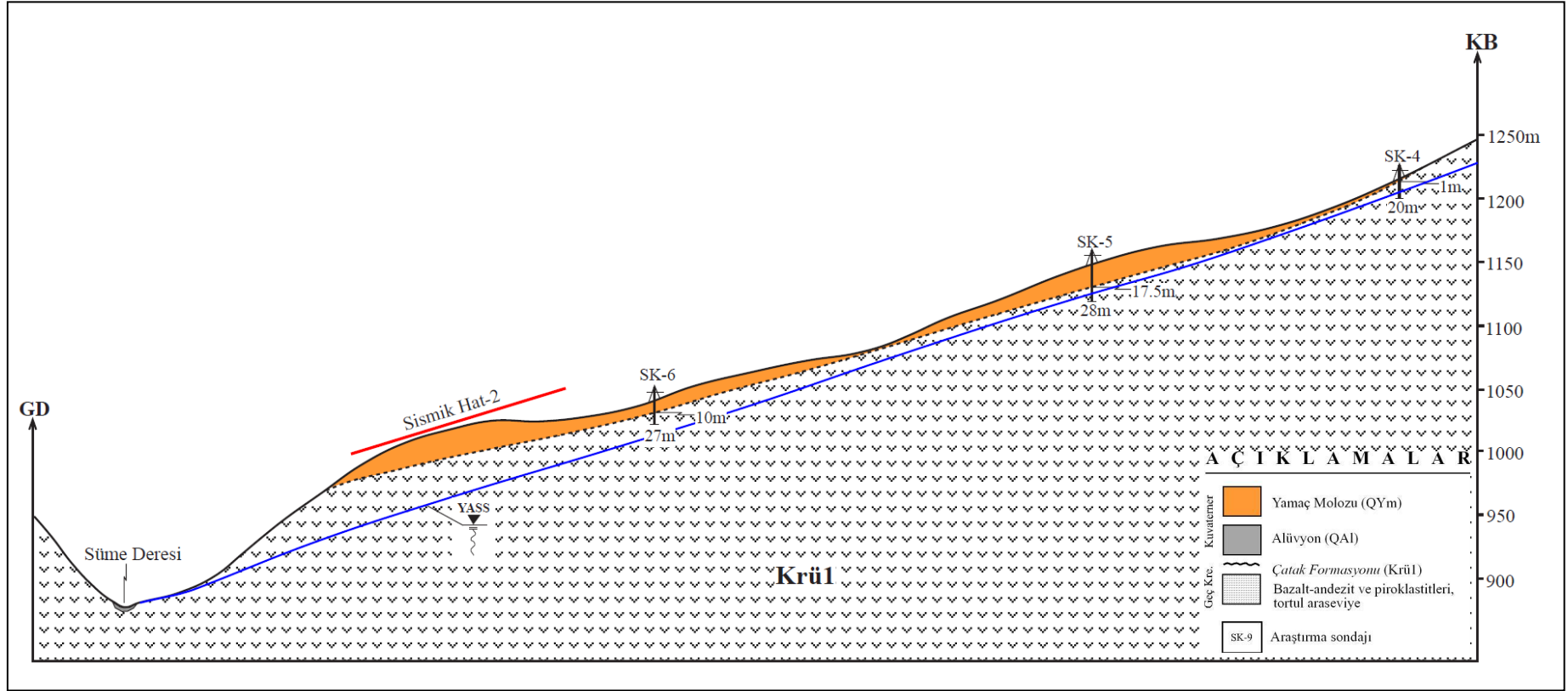
Tablo 3.3. İnceleme alanındaki zeminlere ait dinamik ve elastik parametreler.

Sismik Hat No	Tbk.	h (m)	ρ (gr/cm ³)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	E (kg/cm ²)	ν
1	1	12	1.48	519	250	2491	0,35
	2	16	1.54	606	341	4529	0,27
	3		1.93	1524	769	30403	0,33
2	1	22	1.71	937	270	3632	0,45
	2	25	1.80	1154	627	18306	0,29
	3		2.14	2302	855	44511	0,42
3	1	18	1.94	1535	455	11646	0,45
	2	24	2.03	1856	613	21967	0,44
	3		2.08	2029	935	49586	0,37
4	1	10	1.18	212	102	331	0,35
	2	17	1.71	938	605	14343	0,14
	3		1.88	1356	720	25388	0,30
5	1	21	1.78	1090	373	7095	0,43
	2	26	1.97	1649	719	28196	0,38

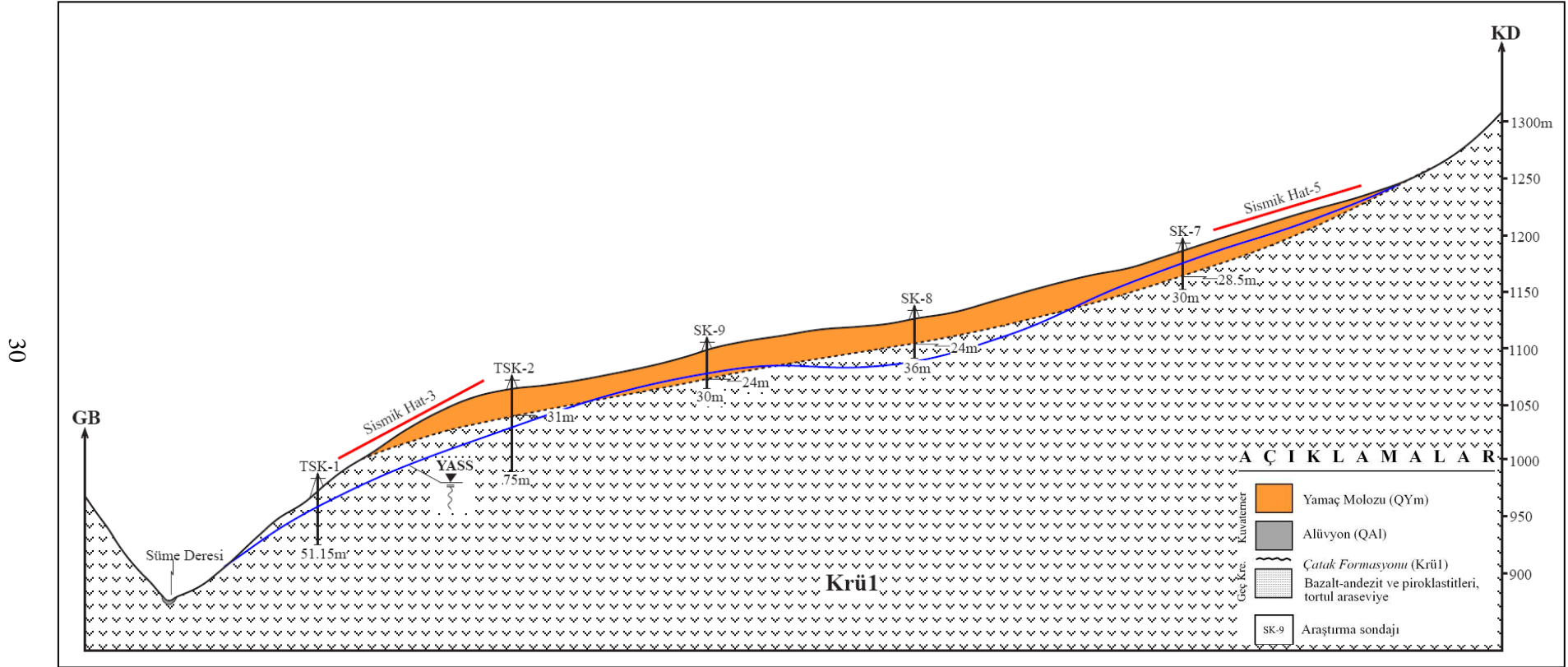
Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki 4 etüd hattı boyunca yapılan 14 adet jeoteknik araştırma sondajı ve 5 sismik kırılma çalışması neticesinde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek duraylılık analizlerinde model olarak kullanılacak kesitler hazırlanmıştır. 4 etüd hattı için hazırlanan jeolojik kesitler Şekil 3.6-3.9'da verilmiştir.



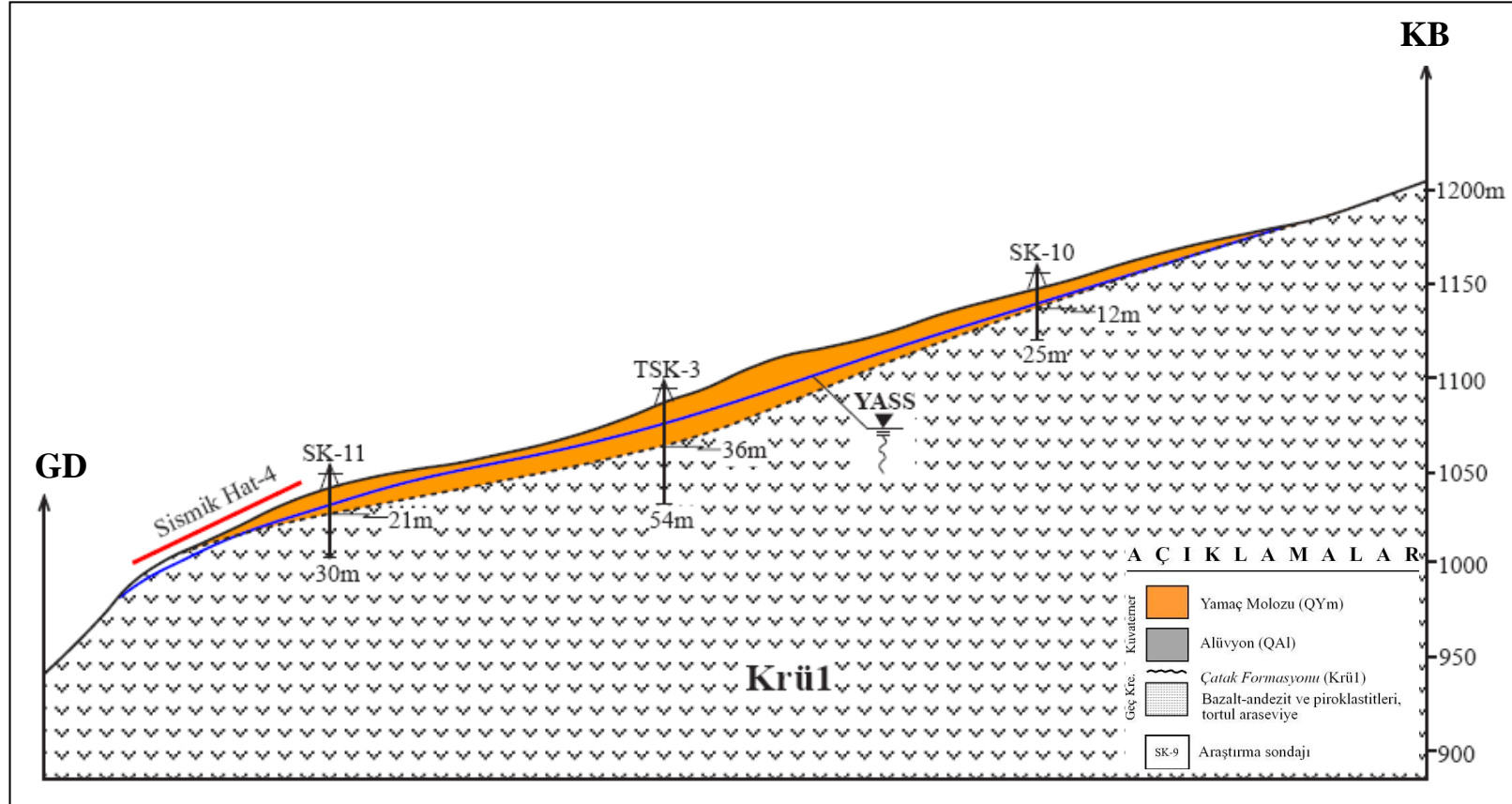
Şekil 3.6. Etüd Hattı-1'e ait jeolojik kesit.



Şekil 3.7. Etüd Hattı-2'ye ait jeolojik kesit



Şekil 3.8. Etüd Hattı-3'e ait jeolojik kesit



Şekil 3.9. Etüd Hattı-4'e ait jeolojik kesit

3.2.4. Jeoteknik Amaçlı Laboratuvar Deneyleri

İnceleme alanındaki ayırık halde bulunan malzeme zemin olduğu için yamaç molozunun jeoteknik özellikleri zemin mekaniği ilkelerine göre belirlenmiştir. Arazi çalışmaları esnasında inceleme alanını temsil eden 4 Etüd hattından örnek alım tüpleri ile örselenmemiş örnek alınmıştır. Alınan örselenmemiş örnekler üzerinde Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaya ve Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda deneyler yapılarak zeminin jeoteknik özellikleri tespit edilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda, her bir etüd hattını temsil eden zemine ait indeks özellikler belirlenmiştir. Ayrıca ıslak elek analizi deneylerinden dane dağılım eğrileri elde edilmiştir. Örnekler USCS (Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi) sistemine göre adlandırılmıştır. Örselenmemiş örneklere üzerinde kesme dayanımı deneyleri yapılarak zemine ait kohezyon ve içsel sürtünme açısı değerleri belirlenmiştir.

3.2.4.1. Zeminin İndeks-Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Yapılan çalışmada her bir etüd hattını temsil eden zemine ait özgül ağırlık (ρ), su muhtevası (ω), boşluk oranı (e), porozite (n), doygunluk derecesi (S_r), kuru birim hacim ağırlık (γ_k), doygun birim hacim ağırlık (γ_d), doğal birim hacim ağırlık (γ_n), dane birim hacim ağırlık (γ_s) ve batık birim hacim ağırlık (γ') gibi indeks özellikleri ASTM (1985) tarafından önerilen standart kullanılarak belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri Tablo 3.4'de verilmiştir. Tablo 3.4 incelendiğinde örneklerin özgül ağırlığı 2.54-2.70, su muhtevası %34.94-44.96, porozitesi %27.44-37.84, boşluk oranı %37.83-65.51, doygunluk derecesi %37.83-65.51, kuru birim hacim ağırlığı 1.61-1.81 gr/cm³, doygun birim hacim ağırlığı 2.00-2.09 gr/cm³, doğal birim hacim ağırlığı 1.83-1.95 gr/cm³, dane birim hacim ağırlığı 2.49-2.65 gr/cm³ ve batık birim hacim ağırlığı ise 1.08-1.11 gr/cm³ arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 3.4. Zemin örneklerine ait fiziksel özelliklerin en büyük, en küçük ve ortalama değerleri.

		ρ	ω (%)	n (%)	e (%)	S_r (%)	γ_k (gr/cm ³)	γ_d (gr/cm ³)	γ_n (gr/cm ³)	γ_s (gr/cm ³)	γ' (gr/cm ³)
Etüd Hatı 1	En küçük	2.32	33.33	10.26	11.44	2.40	1.69	2.03	1.93	2.27	1.05
	En büyük	2.76	38.96	37.52	60.05	8.63	2.04	2.14	2.05	2.70	1.16
	Ortalama	2.54	34.94	27.44	37.83	3.17	1.81	2.08	1.95	2.49	1.10
Etüd Hatı 2	En küçük	2.62	32.89	23.45	30.63	2.42	1.58	1.98	1.75	2.57	1.00
	En büyük	2.79	38.27	40.21	67.26	4.19	1.96	2.20	1.97	2.73	1.22
	Ortalama	2.70	35.53	33.80	51.06	2.78	1.75	2.09	1.87	2.65	1.11
Etüd Hatı 3	En küçük	2.66	40.87	34.61	53.01	2.30	1.40	1.88	1.72	2.61	0.90
	En büyük	2.71	47.42	47.09	89.01	3.60	1.70	2.07	1.91	2.65	1.07
	Ortalama	2.68	44.46	38.84	65.51	3.01	1.61	2.00	1.84	2.63	1.02
Etüd Hatı 4	En küçük	2.50	43.27	25.56	34.33	3.23	1.64	2.97	1.73	2.45	0.99
	En büyük	2.56	45.45	33.01	49.27	4.45	1.79	2.12	1.88	2.51	1.10
	Ortalama	2.54	44.09	29.06	40.96	3.78	1.76	2.06	1.83	2.49	1.08

3.2.4.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Zemin üzerine yapılacak yüklemelerde duraylılık ve deformasyon koşullarının aynı anda sağlanması gerekir. Her iki koşulunda incelenmesinde, zemine ait kayma direnci parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler serbest basınç ve kesme kutusu deneyi yapılarak belirlenmektedir. Zeminlerin kayma direnci, zemine uygulanan yük altında zemin danelerinin birbirine göre rölatif hareketlerine gösterdikleri dirençtir ve şevlerin denge analizinde çok önemli bir parametredir. Kohezyonlu zeminlerin kesilme süreçleri boşluk suyundan dolayı kohezyonsuz zeminlere göre daha farklıdır. Kohezyonlu zeminlerin kapiller sistemi daha gelişmiş olması kohezyon miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kohezyonlu zeminlerin sürtünme dirençleri kohezyonsuz zeminlerden daha azdır, bunun nedeni saf kil partiküllerinin daha kolay deforme olmasıdır. Killerde kil partiküllerinin toplam temas yüzeyi çok daha fazladır bundan dolayı killerin kohezyonu kumlarınkinden çok daha fazladır. Gerçek kohezyon da killerin bu temas yüzeylerindeki artıştır. Kare kesitli iki parçadan oluşan kutu içerisine yerleştirilen zemine, sabit normal gerilme ve artan kesme kuvveti uygulanmaktadır. Kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parça yatay düzlem üzerinde hareket ettirilmektedir. Deney numunenin ortasından geçen bir düzlem boyunca zeminin kaymaya zorlanarak kırılması esasına dayanmaktadır.

Etüd hatlarından alınan örneklere ait kayma dayanımı parametreleri olan içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlemek amacıyla kesme kutusu deneyleri ASTM (1990) standardına göre yapılmıştır. Kesme kutusu deneyleri, zeminin doymun olduğu, mevcut ve

yapılacak olan evlerin yük oluşturacağı varsayılarak en kötü koşullara göre yapılmıştır. Bu nedenle deneyler konsolidasyonlu-drenajsız (CU; Consolidated- Undrained) olarak gerçekleştirilmiştir. CU deneyinde örnek 24 saat su içerisinde bekletilerek konsolide olması sağlanmış ve suyun denajına izin verilmeyerek örnek kesilmiştir.

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen kayma gerilmesi-yer değiştirme grafikleri Şekil 3.10'da, bu değerler kullanılarak çizilen kayma gerilmesi-normal gerilme grafikleri ise Şekil 3.11'de verilmiştir.

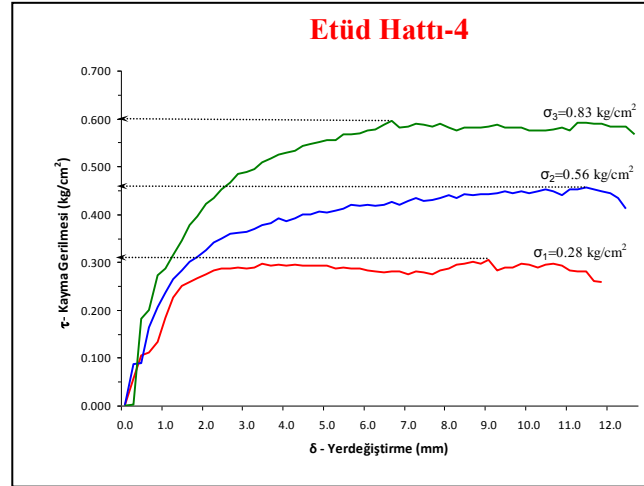
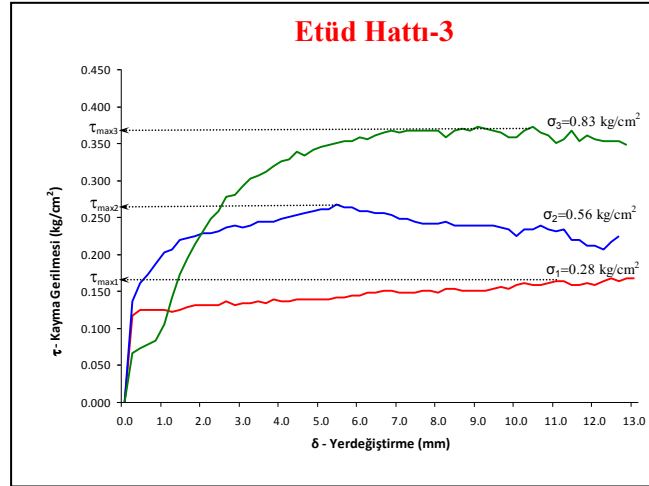
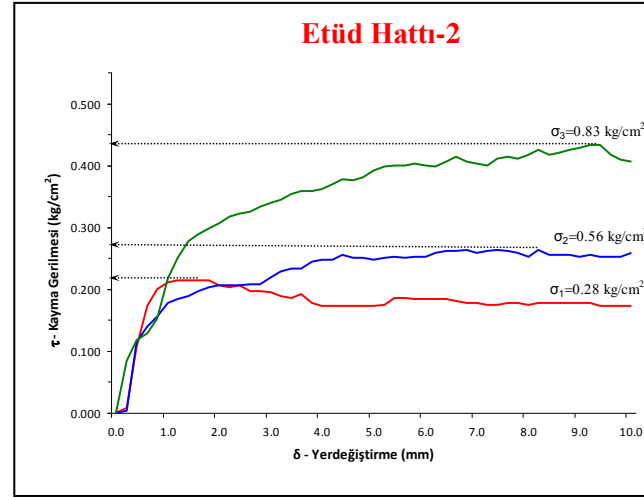
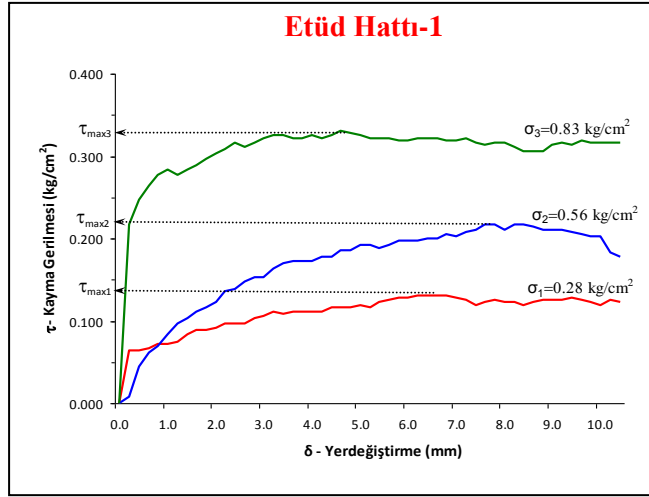
Yapılan deneyler sonucunda etüd hatlarından alınan örneklerle ait içsel sürtünme açısı değerlerinin sırasıyla 20, 22, 20 ve 27° olduğu, kohezyon değerlerinin ise sırasıyla 0.03, 0.08, 0.07 ve 0.17 kg/cm² olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

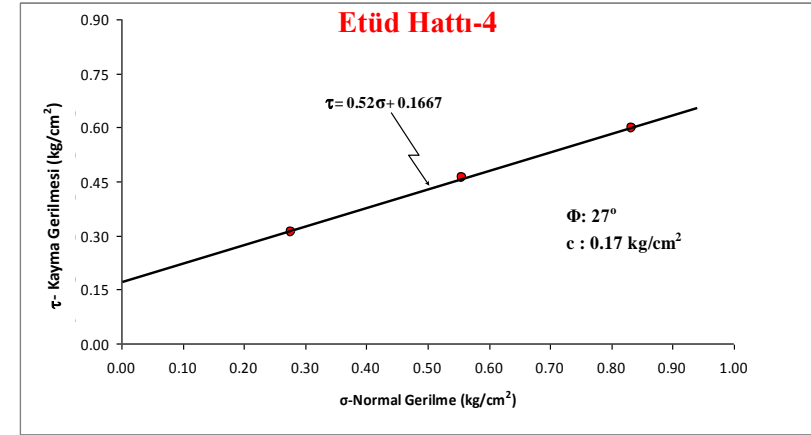
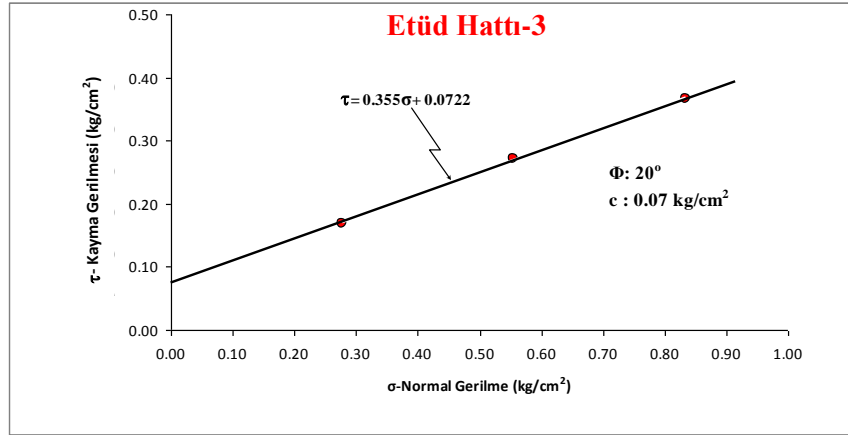
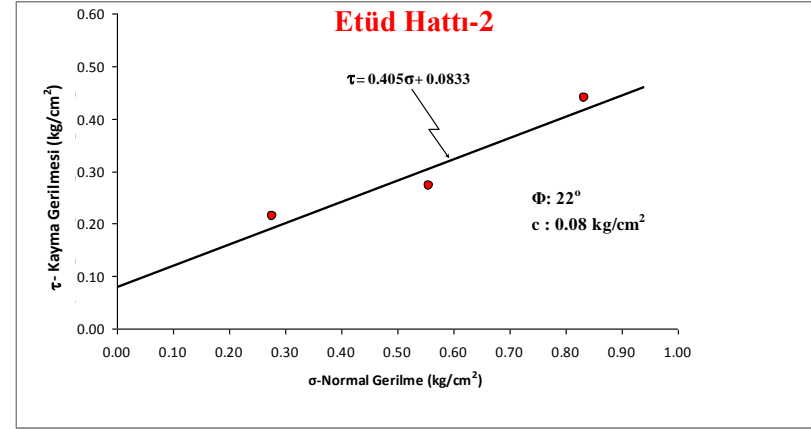
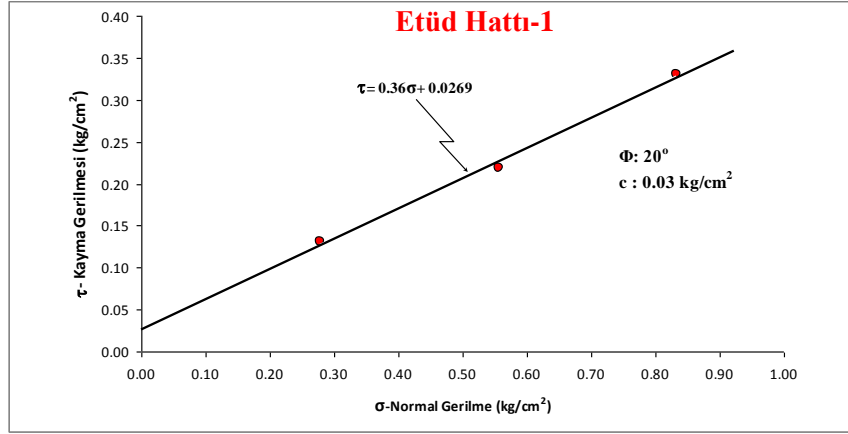
İnceleme alanını temsil eden 4 Etüd hattından alınan örnekler kullanılarak yıkamalı elek analizleri yapılmıştır (ASTM, 1985). Elde edilen sonuçlar kullanılarak granülometri eğrileri çizilmiştir (Şekil 3.12-3.15). Granülometri eğrilerinden, USCS (Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi) sitemindeki sınır değerlerine göre belirlenen zemin bileşenlerinin yüzde dağılımları Tablo 3.5'de sunulmuştur.

Tablo 3.5. Zemin gruplarının etüd hatlarına göre % dağılımları.

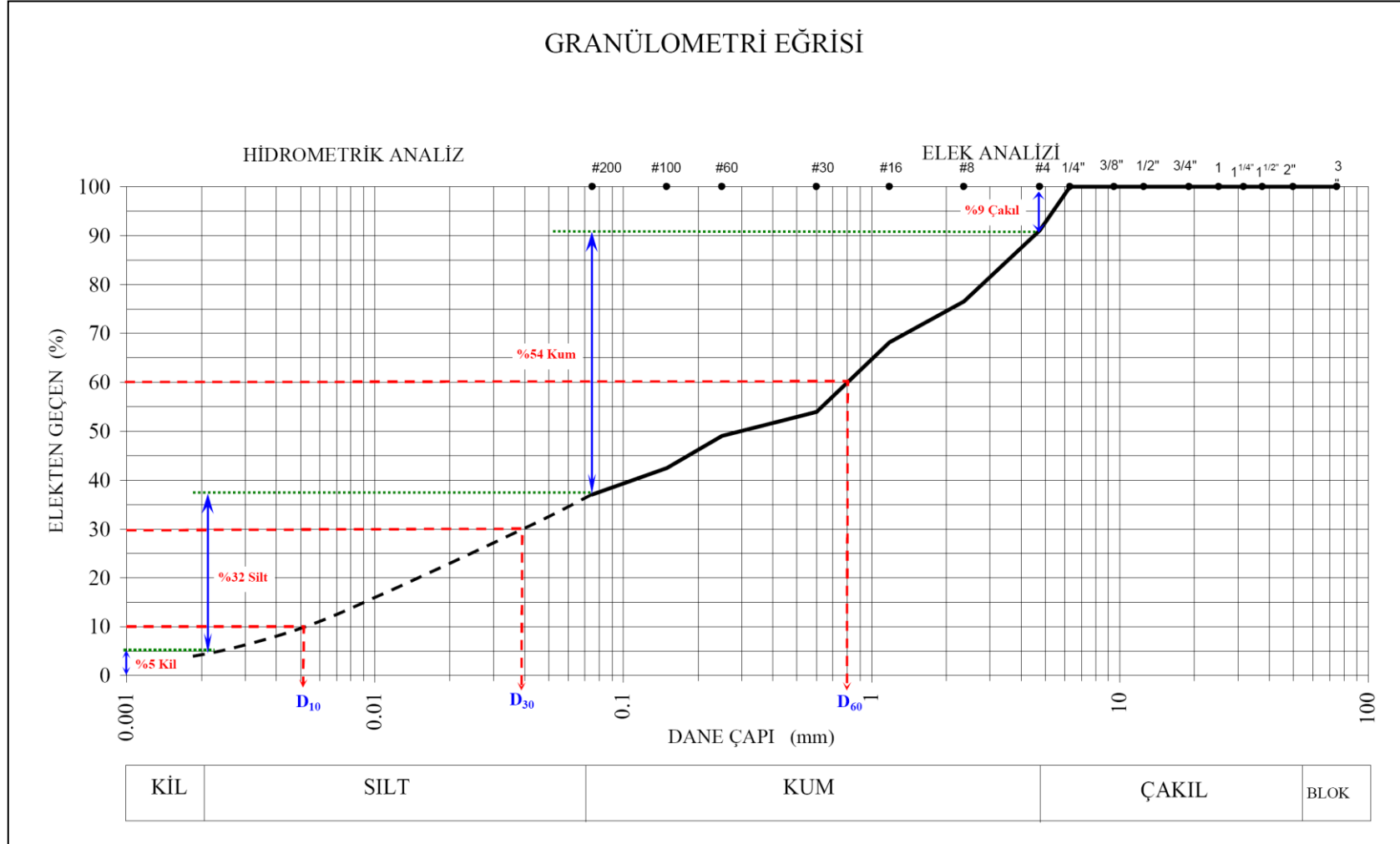
	% Kil + Silt	% Kum	% Çakıl
Etüd Hattı 1	37	54	9
Etüd Hattı 2	32	46	22
Etüd Hattı 3	38	37	25
Etüd Hattı 4	54	39	7



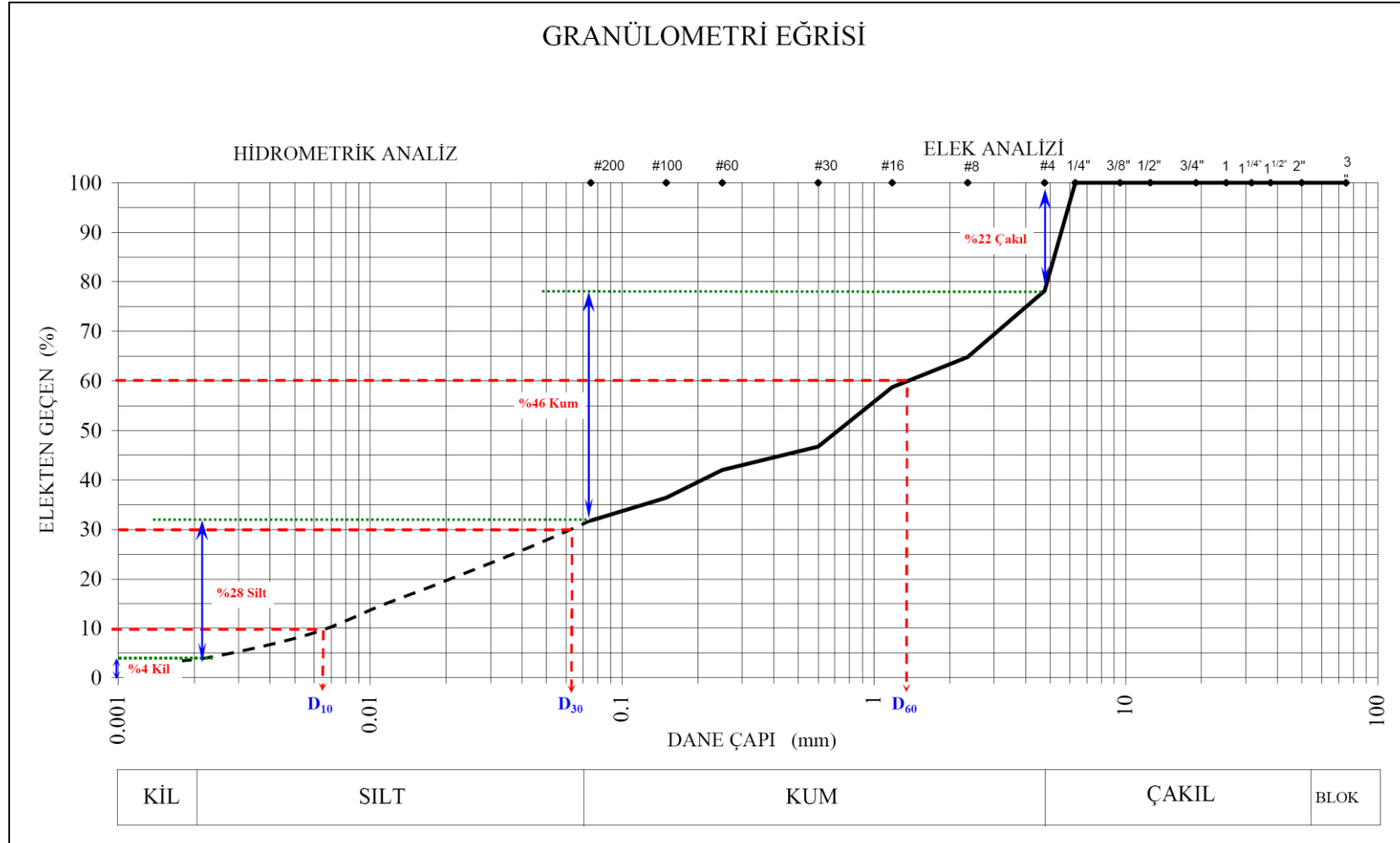
Şekil 3.10. Etüd hatlarından alınan örneklerde yapılan kesme kutusu deneyine ait kayma gerilmesi-yer değiştirme grafikleri



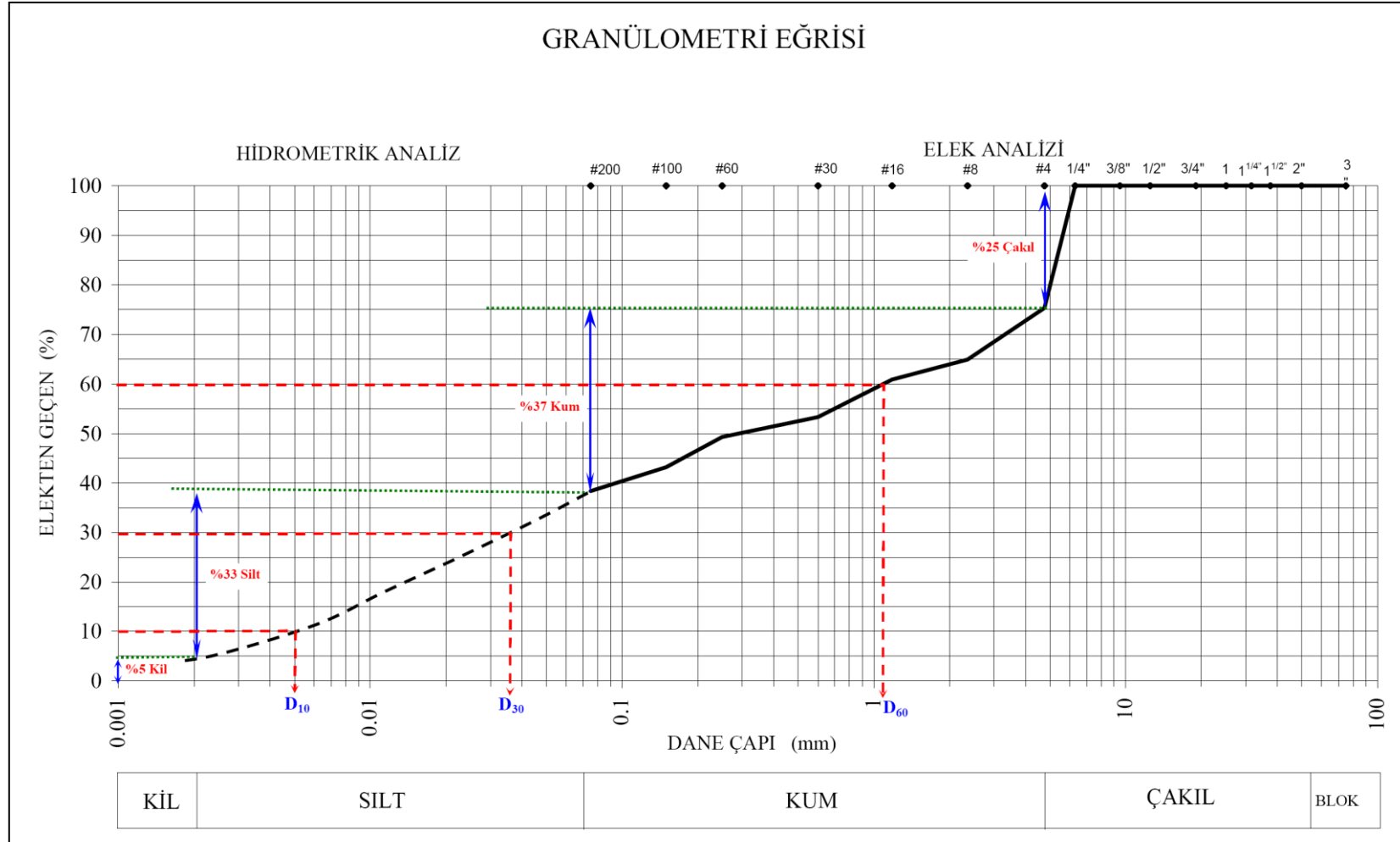
Şekil 3.11. Zemin örneklerine ait kayma gerilmesi-normal gerilme grafikleri.



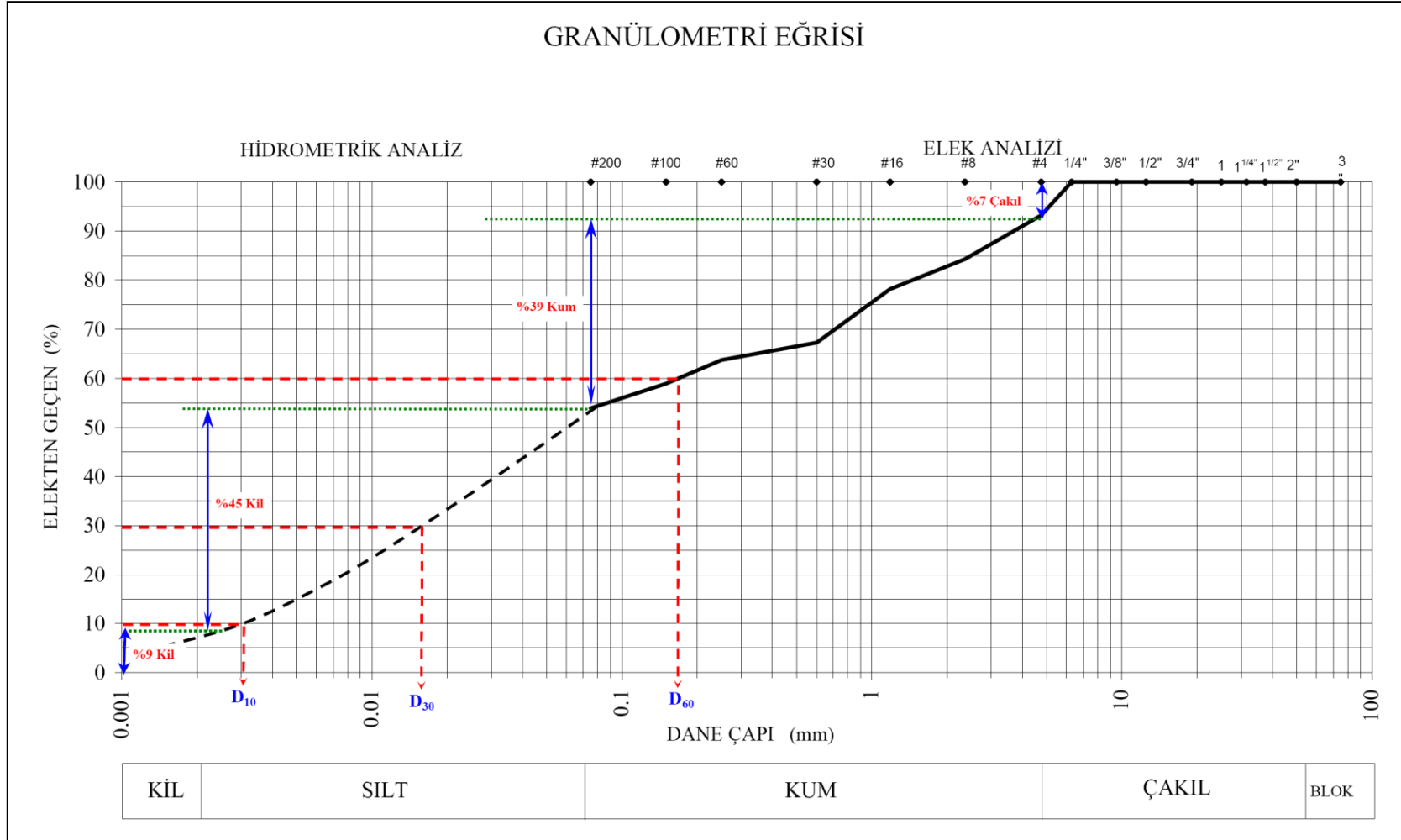
Şekil 3.12. Etüd Hattı-1'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi.



Şekil 3.13. Etüd Hattı-2'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi.



Şekil 3.14. Etüd Hattı-3'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi.



Şekil 3.15. Etüd Hattı-4'den alınan örneğe ait granülometri eğrisi.

3.2.6. Kıvam Limitlerinin Belirlenmesi

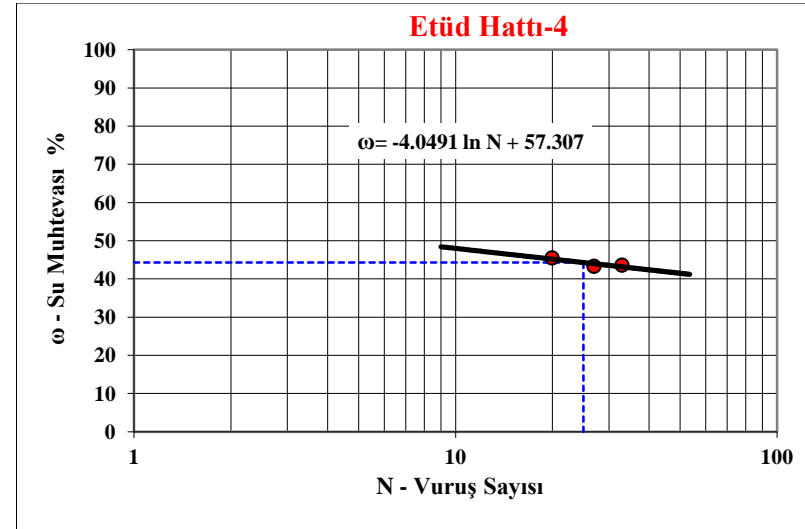
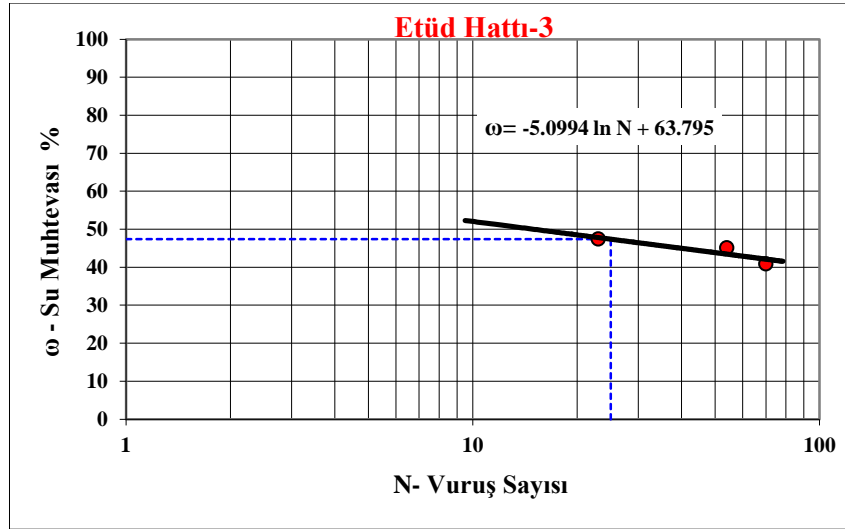
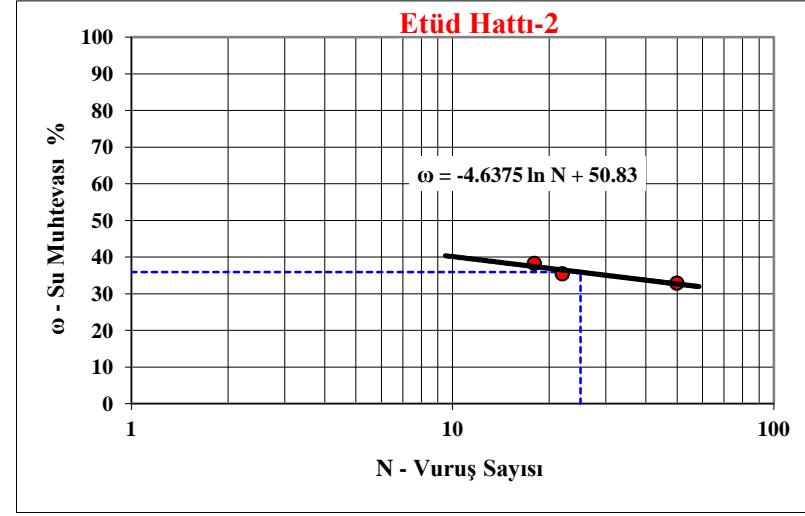
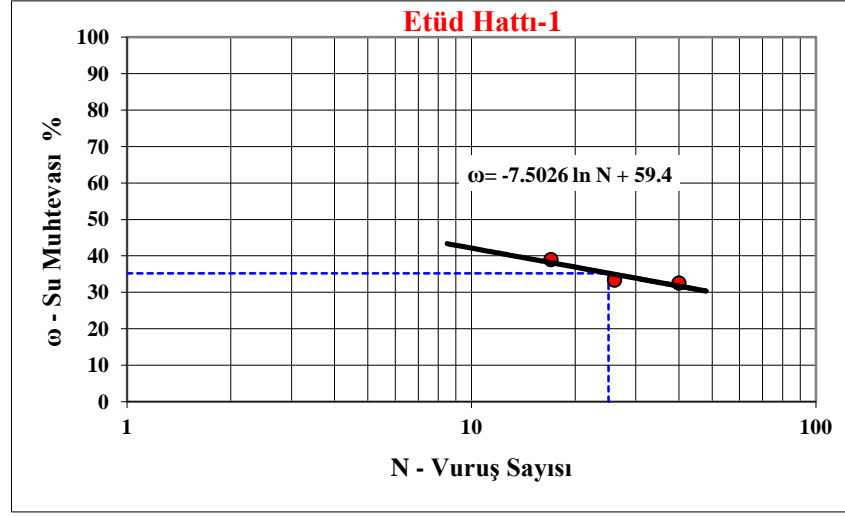
Araziden alınan örneklerin, likit limitini belirlemek amacı ile Casagrande Deneyi yapılmıştır (ASTM, 1985). 40 nolu eleğin altında kalan ince taneli bir miktar malzeme damıtık su ile karıştırılarak yoğurulmuş ve 24 saat desikatörde bekletilmiştir (TS 1900-1, 2006). Yoğurulmuş zemin, aletin çanak kısmına koyularak üst kısmı bıçak yardımı ile düzeltilmiştir. Deney düzeneğine ait kaşık ile zeminin ortasına 2 mm genişliğinde bir yarık açılmıştır. Daha sonra otomatik vuruş yapan aletin düğmesine basılmış ve zemindeki açıklık 1 cm uzunluğunda temas edecek şekilde kapandığı anda alet durdurularak vuruş sayısı okunmuştur. Bu işlem her bir etüd hattından alınan örnekler için değişik su muhtevalarında tekrarlanmış ve her defasında vuruş sayıları okunarak kaydedilmiştir. Tekrarlanan işlemlerdeki ıslak zeminler tartılmış ve kurutulduktan sonra tartılarak her defasındaki su muhtevaları belirlenmiştir. Daha sonra yatay ekseninde (logaritmik) vuruş sayıları, düşey ekseninde ise % su muhtevaları olacak şekilde grafiğe yerleştirilmiş ve deney sonuçları işaretlenerek grafik çizilmiştir. Bu grafikte 25 vuruşa karşılık gelen su muhtevası okunarak zeminin likit limiti tespit edilmiştir (Şekil 3.16).

Zeminin plastik limitini belirlemek için ise yine 40 nolu elekten geçen bir miktar ince malzeme alınarak damıtık su ile karıştırılmıştır. Malzeme iyice yoğurulduktan sonra cam bir plaka üzerinde el ayasıyla yuvarlanarak ince iplikçikler haline gelmesi sağlanmıştır. 3 mm kalınlığa ulaşana kadar bu işleme devam edilmiştir. Bu iplikçiklerin çatlama anına kadarki su muhtevalarının ortalamalarına bakılarak plastik limiti belirlenmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. Etüd hatlarından alınan örneklere ait kıvam limitlerinin değerleri.

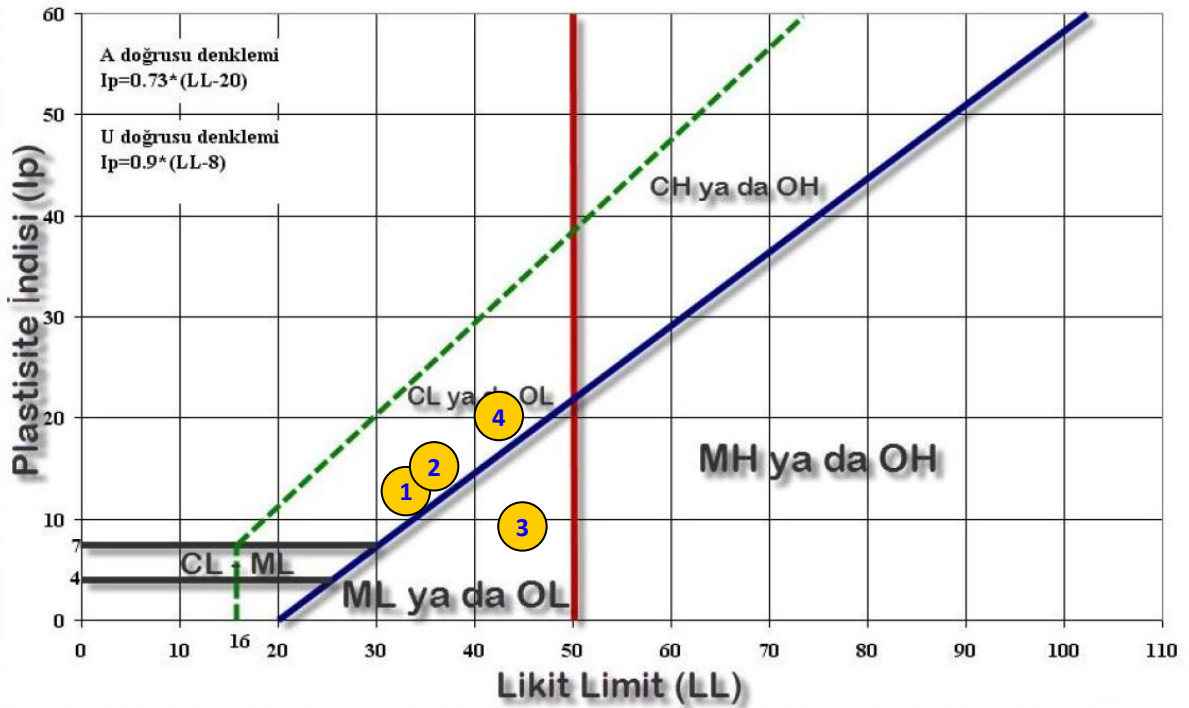
	LL-% (Likit Limit)	PL -% (Plastik Limit)	PI yada Ip-% (Plastisite İndisi)
Etüd Hattı-1	35	24	11
Etüd Hattı -2	36	22	14
Etüd Hattı -3	47	37	10
Etüd Hattı -4	44	25	19

Yapılan deneyler sonucunda etüd hatlarından alınan örneklere ait likit limit değerlerinin sırasıyla % 35, 36, 47, 44; plastik limit değerlerinin % 24, 22, 37, 25; plastisite indisi değerlerinin ise % 11, 14, 10 ve 19 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.16. Etüd hatlarından alınan örneklere ait likit limit belirleme grafikleri.

Bu çalışmada, etüd hatlarından alınan zemin örnekleri USCS (Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi) sistemine göre (ASTM, 1998) değerlendirilmiştir. Elek analizi sonuçlarına göre 1-2 ve 3 nolu etüd hatlarından alınan örneklere ait 200 nolu elekten geçen malzeme miktarı %12'den fazladır. Bu nedenle örneklerin ince taneli kısmı plastisite (Casagrande) grafiği kullanılarak sınıflandırılmıştır. Buna göre, 1-2 nolu etüd hatlarındaki zeminin ince taneli kısmı CL (Düşük plastisiteli kil), 3 nolu etüd hattındaki ise ML (Düşük plastisiteli silt) sınıfındadır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Etüd hatlarından alınan örneklerin Casagrande grafiğine göre değerlendirilmesi.

Elek analizi sonuçları ve kıvam limitleri değerleri yardımıyla etüd hatlarından alınan zemin örnekleri USCS (Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi) sistemine göre değerlendirildiğinde; örneklerin sırasıyla SC (Killi kum), SC (Killi kum), SM (Siltli kum) ve CL (Düşük plastisiteli kil) sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

3.3. Hidrojeolojik Özellikler

Çalışma alanı, Doğu Karadeniz iklim özellikleri ile karasal iklimin geçiş noktasında bulunmaktadır. Yörede hemen her mevsim yağış gözlenmekte olup, yeraltı ve yerüstü sularını besleyen en önemli kaynak genelde yağmur ve kar sularıdır. Bu suların yarısı buharlaşma ve bitkisel terleme yoluyla atmosfere geçmekte, geriye kalan kesimin bir miktarı derelere drene olmaktadır. Diğer bir miktarı da toprak tarafından emilerek, yer altı suyu akış yönüne göre hareket ederek kaynaklardan boşalmaktadır.

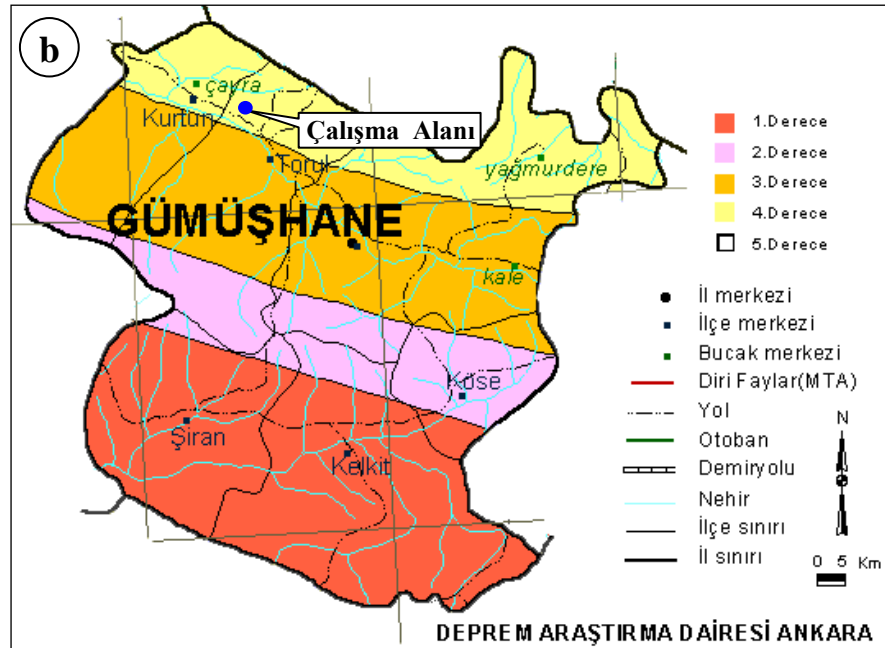
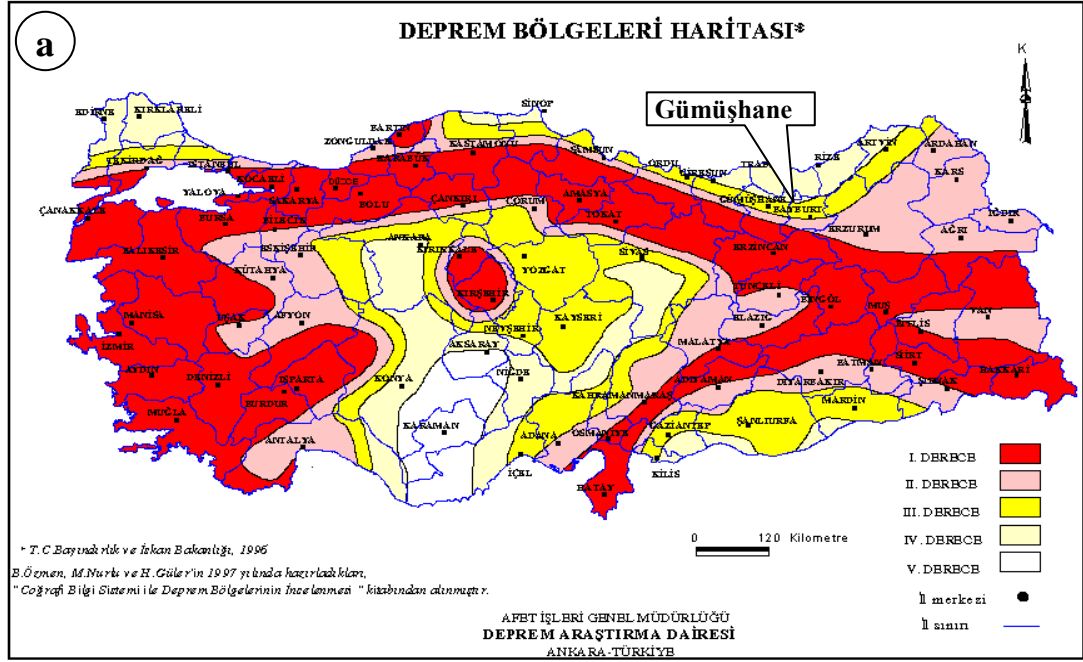
Çalışma alanı ve çevresinde yapılan gözlemler neticesinde bölgede daha önce açılmış herhangi bir sondaj kuyusunun olmadığı saptanmıştır. Çalışma alanında açılan jeoteknik sondajlardan yeraltı suyu ölçümleri yapılarak seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, kış sezonunun son aylarında (Şubat-Mart) SK-1 nolu sondajda yeraltı suyunun 3 m'de, SK-2 nolu sondajda 4 m'de, SK-4 nolu sondajda 15 m'de, SK-5 nolu sondajda 20 m'de, SK-7 nolu sondajda 12 m'de, SK-9 nolu sondajda 20 m'de, SK-10 nolu sondajda 11 m'de, SK-11 nolu sondajda 15 m'de, TSK-1 nolu sondajda 15 m'de, TSK-2 nolu sondajda 40 m'de ve TSK-3 nolu sondajda ise 18 m'de bulunduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, Kalebaşı Mahallesi'nin bulunduğu alanın güneydoğu sınırından yaklaşık 200 m uzaklıkta Süme Deresi geçmekte ve Kürtün Barajı'na dökülmektedir. Kalebaşı Mahallesi'nin yerleşim alanı ise Çağlayan Dere, Suçikan Dere ve Dereağzı Dere isimli 3 adet kuru dere vadisi tarafından bölünmüş olup, mevsimsel yağış suları bu vadiler tarafından drene edilerek Süme Deresi'ne dökülmektedir.

Çalışmanın konusunu oluşturan Kalebaşı Mahallesi'de yüzeylenen yamaç molozları Çatak Formasyonu'na ait kayaçların üzerinde bulunmaktadır. Formasyona ait kayaçlar litolojik olarak akifer özelliği taşımamaktadır. Ancak süreksizliklerdeki sular küçük debiler halinde bazı lokasyonlarda yol şevlerinin aynalarından boşalım yapmaktadır. Yamaç molozlarının yüzeyleme verdiği alanda yapılan incelemede 1.0-3.0 lt/sn debili kaynakların bulunduğu, bu kaynakların yöre halkı tarafından kullanma ve içme suyu olarak kullanıldığı belirlenmiştir.

3.4. Deprem Durumu

Çalışma alanı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı) "Türkiye Deprem Haritası" değerlendirmelerine göre 4. derecede deprem bölgesi içinde yer almaktadır (Şekil 3.18). Bu nedenle çalışma alanı depremin yıkıcı etkisine maruz kalma tehlikesi altında değildir.



Şekil 3.18. Çalışma alanı ve çevresine ait (a) deprem bölgeleri ve (b) episentri haritası.

Gümüşhane İli, güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fayı'na (KAF) yakın bir bölgede yer almaktadır. Bundan dolayı tarih boyunca Erzincan İli'ni etkileyen Kuzey Anadolu Fayı'ndaki oynamalar Gümüşhane'yi etkilemiş, can ve mal kaybına sebebiyet vermiştir. En son 13 Mart 1992 tarihinde Erzincan'da meydana gelen depremden olumsuz bir şekilde etkilenmiştir. Kelkit ve Şiran İlçeleri 1. derece, Köse İlçesi 2. derece, Gümüşhane Merkez ve Torul İlçesi 3. derece, Kürtün İlçesi ise 4. derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bölgede beklenen ivme değeri ise 0.10 g ile 0.20 g arasındadır.

3.5. Yamaçların Duraylılık Analizleri

3.5.1. Limit Denge Analizi

Kalebaşı Mahallesi'ndeki Çağlayan, Suçikan ve Dereağzı kuru derelerinin böldüğü üç ana sırt üzerinde belirlenen 4 Etüd hattı boyunca yamaçlarının duraylılığını belirlemek için limit denge analiz yapan "Slide v5.0" (Rocscience, 2003) bilgisayar programından yararlanılmıştır. "Slide" programı zemin şevleri için güvenlik sayılarının hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan bir bilgisayar yazılımıdır. Program ile değişken özellikler gösteren, farklı geometrilerdeki yüzeyler gibi basit ve karmaşık problemler modellenebilmekte, boşluk suyu basıncının etkisi, zemin özellikleri ve çeşitli analiz yöntemleri ile yükleme koşulları belirlenebilmektedir. Ayrıca, programda analiz yaparken heterojen zemin tipleri ve karmaşık stratigrafik durumlarda değerlendirilebilmektedir.

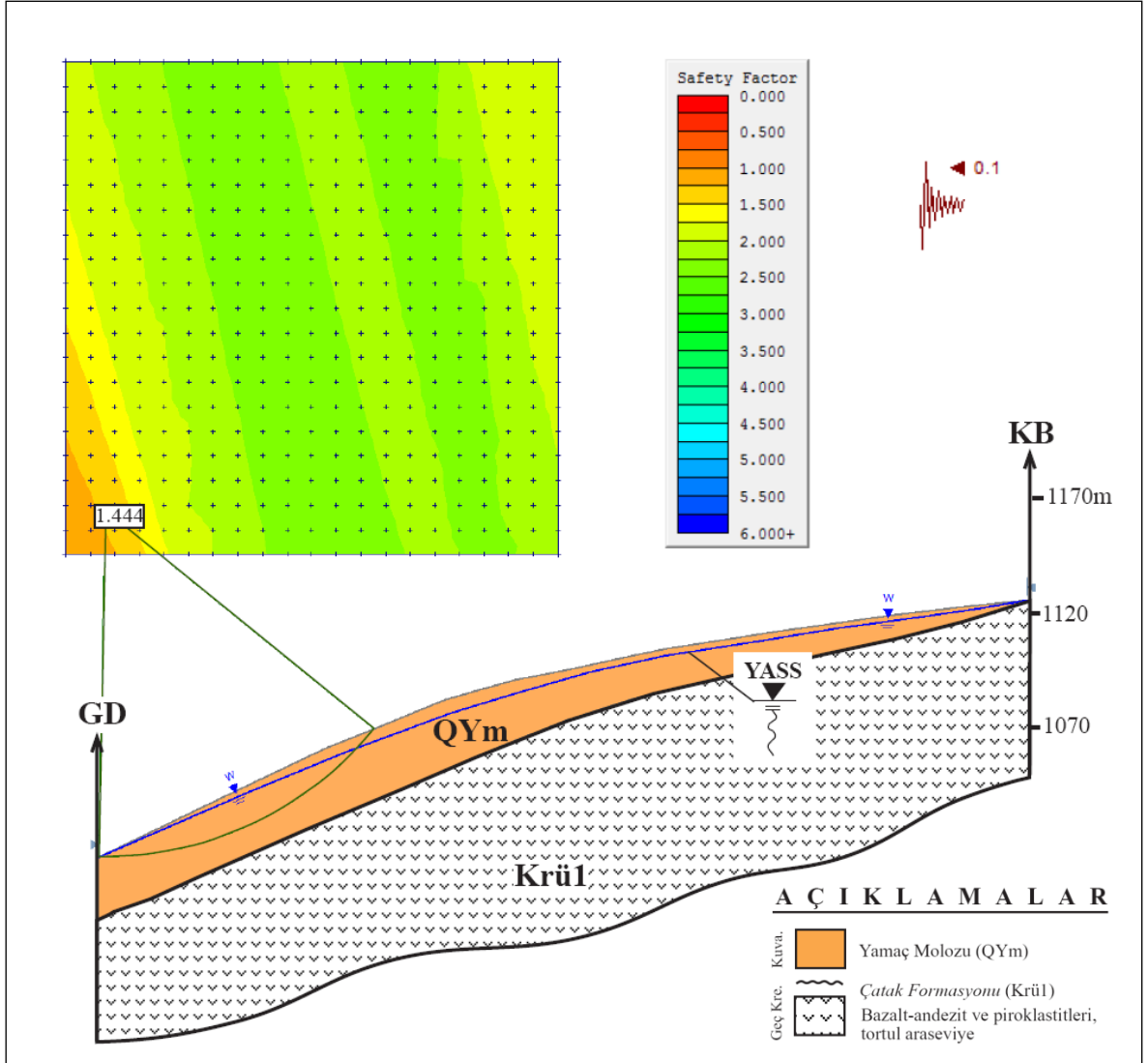
Bu çalışma kapsamında, sahada yapılan araştırma sondajlarından elde edilen yamaç molozu kalınlık değerleri kullanılarak "Slide v5.0" programında etüd hatları boyunca yamaçlara ait jeolojik kesitler çizilmiştir. Daha sonra laboratuvar çalışmalarıyla elde edilen doygun birim hacim ağırlık değeri ve kayma direnci parametreleri (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) kullanılarak yamaç molozunun özellikleri tanımlanmıştır. Analizlerde Mohr-Coulomb yenilme kriteri kullanılmış olup, kayma şekli olarak dairesel ve birleşik kayma türleri seçilmiştir. Yamaç molozunun uzunluğu kalınlığına göre daha büyük olduğundan ve birleşik kayma riskinin de olabileceğinden dolayı limit denge analizlerinde Janbu Yöntemi kullanılmıştır (Janbu, 1973). Arazinin genelinde yapılan incelemeler sonucunda herhangi bir gerilme çatlak oluşumuna ve heyelan aynası yapısına rastlanmamıştır. Çalışma alanındaki Suçikan ve Dereağzı kuru derelerinin ortasındaki sırtta kabarma yapısı şeklinde bulunan morfolojik yapı eskiden oluşmuş, olası lokasyonel bir kaymaya işaret etmektedir. Bu fosil yapı denge durumunda olup, çalışmanın

metodolojisini değiştirmek önemli değildir. Analizlerde kullanılan parametreler Tablo 3.7’de özet olarak verilmiştir.

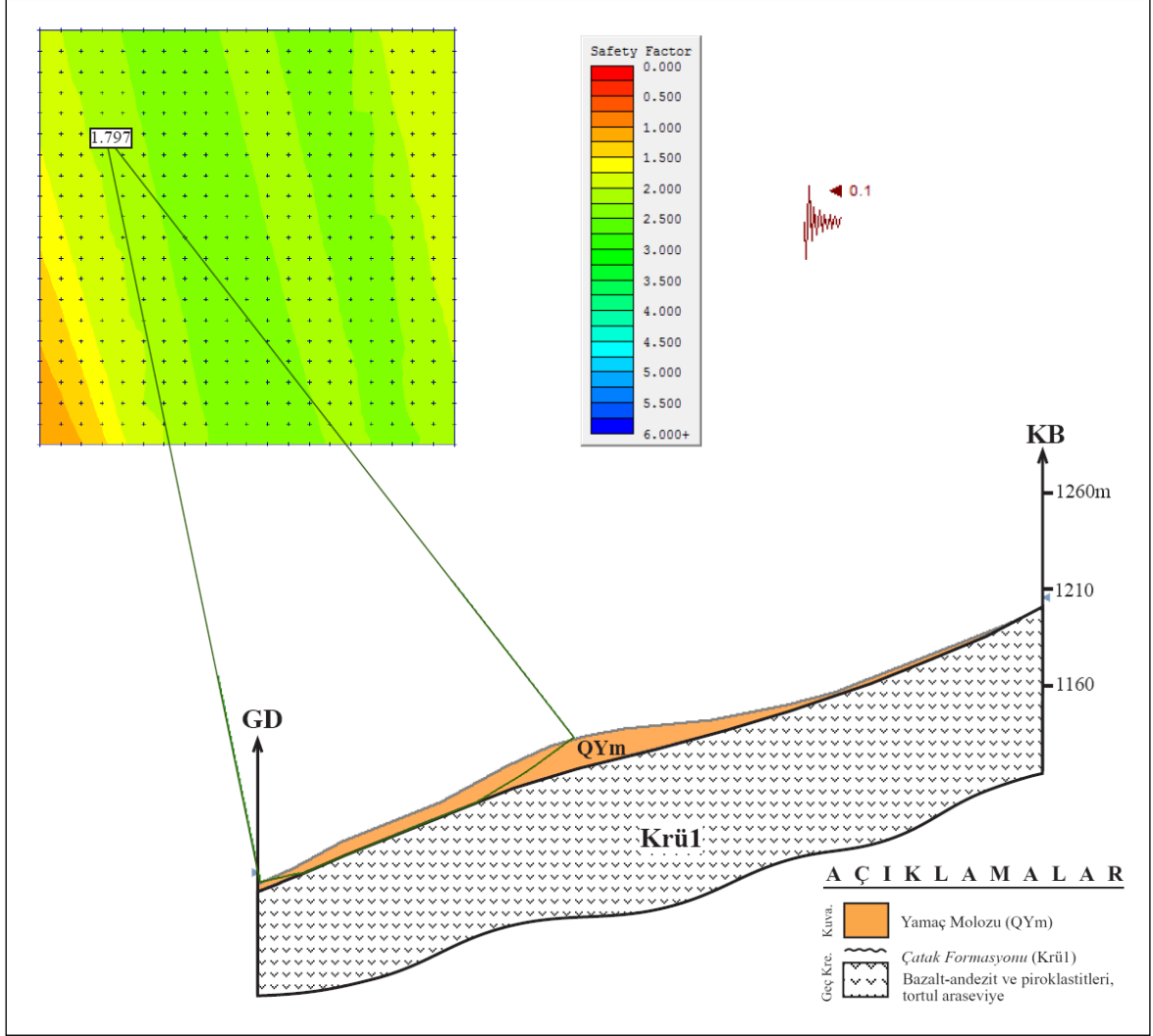
Tablo 3.7. Limit denge analizlerinde kullanılan parametreler.

	γ_d (gr/cm ³)	γ_d (kN/m ³)	ϕ (derece)	c (kg/cm ²)	c (kN/m ²)
Etüd Hattı-1	2.08	20.4	20	0.03	2.94
Etüd Hattı-2	2.09	20.5	22	0.08	7.85
Etüd Hattı-3	2.00	19.6	20	0.07	6.86
Etüd Hattı-4	2.06	20.2	27	0.17	16.67

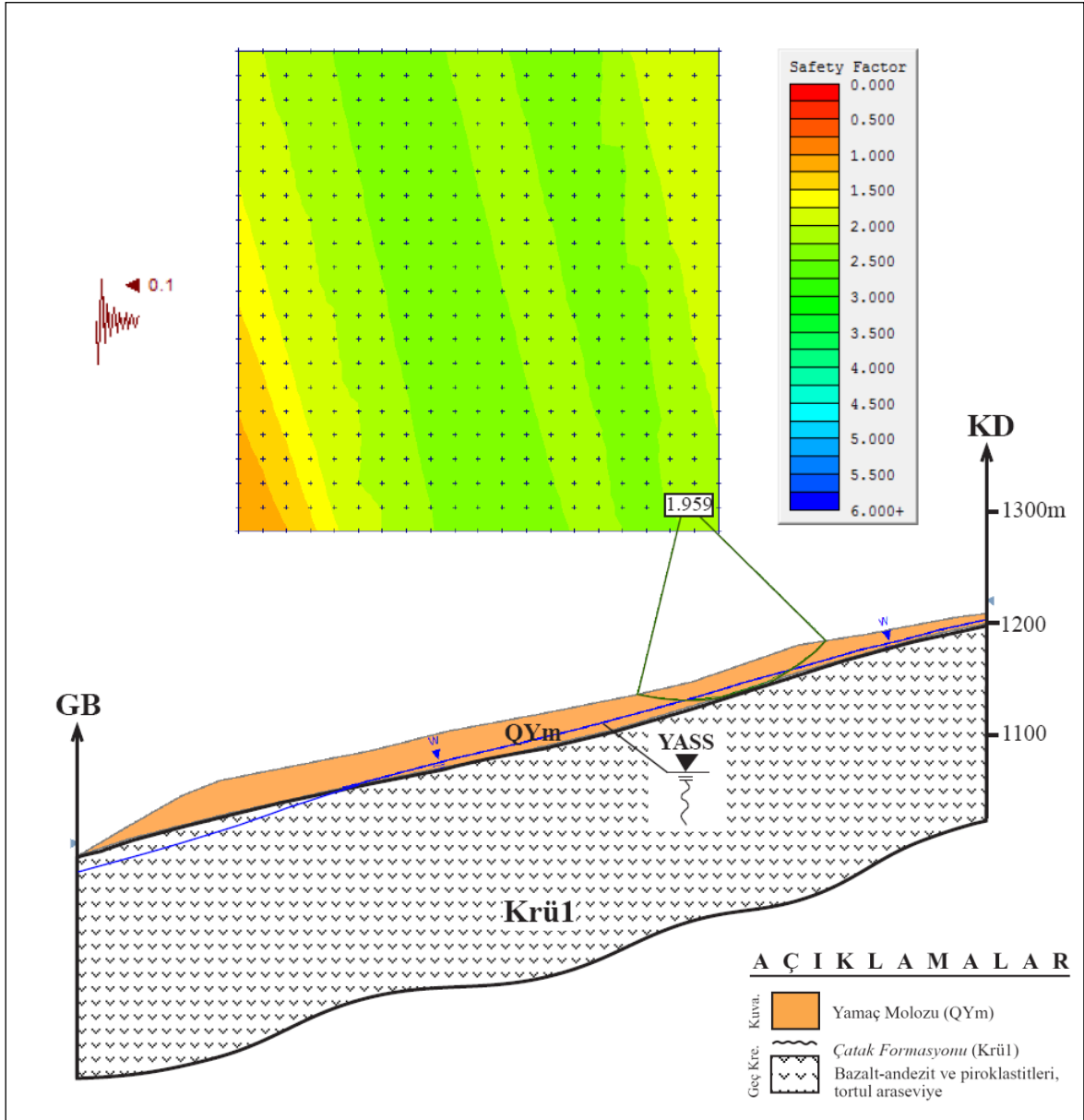
Etüd hatları boyunca yapılan analizler sonucunda güvenlik sayısı değerleri sırasıyla Gs: 1.444, 1.797, 1.959 ve 1.728 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.19 - 3.22). Bulunan bu değerler etüd hatlarındaki yamaçlara ait en kötü koşullar için hesap edilen en düşük güvenlik katsayısı değerleri olup, limit denge durumu için kabul edilen Gs: 1 değerinden büyüktür. Bu sonuçlar yamaçta herhangi bir duraylılık sorununun olmayacağını ve yamaçların dengede olduğunu göstermektedir.



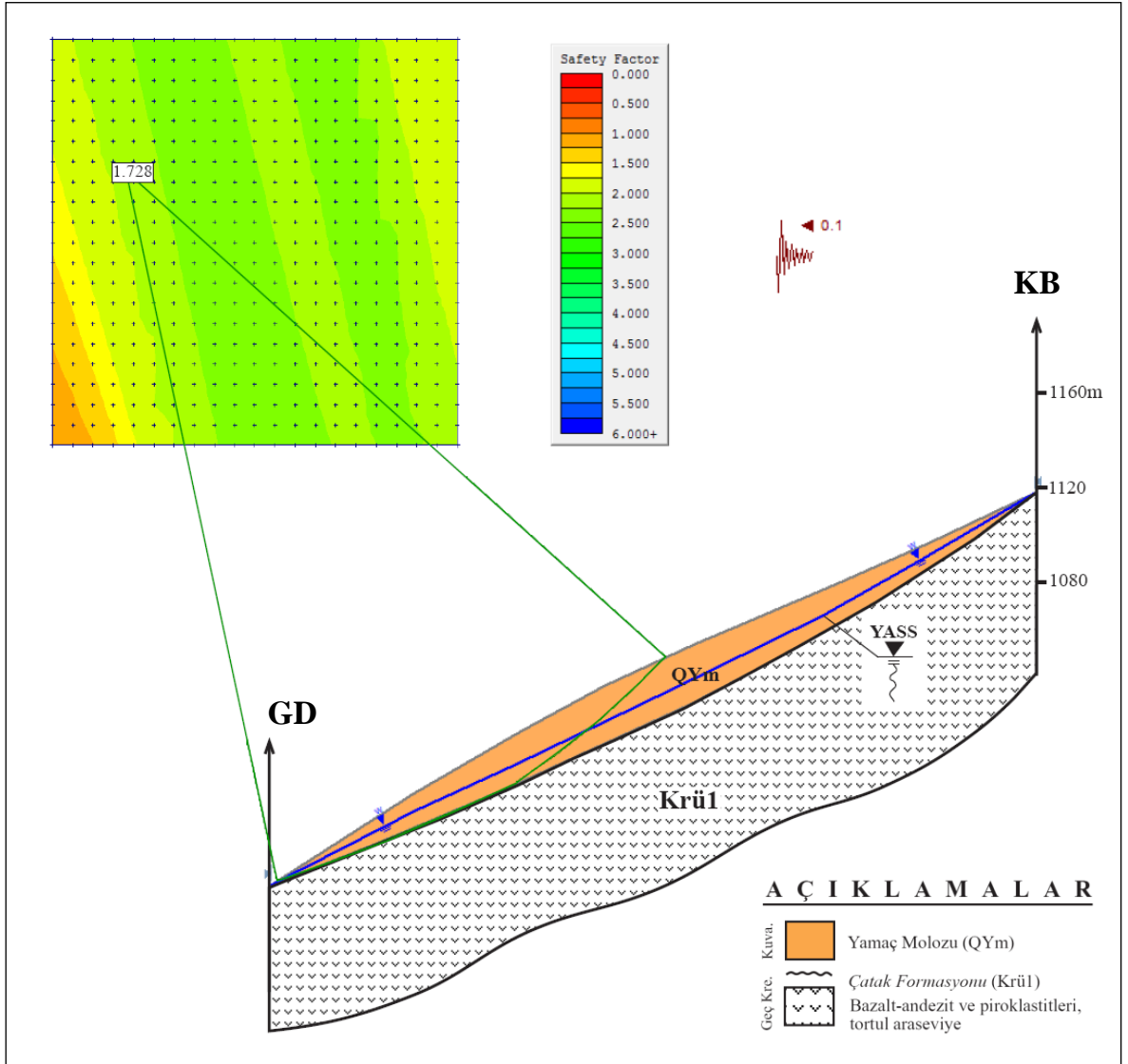
Şekil 3.19. Etüd Hattı-1’de yapılan limit denge analizi.



Şekil 3.20. Etüd Hattı-2’de yapılan limit denge analizi.



Şekil 3.21. Etüd Hattı-3'de yapılan limit denge analizi.



Şekil 3.22. Etüd Hattı-4'de yapılan limit denge analizi.

3.5.2. Sayısal Analiz

4 etüd hattı için “Slide v5.0” (Rocscience, 2003) bilgisayar programı yardımıyla yapılan limit denge analizlerinin sonuçlarını kontrol etmek için sonlu elemanlar yönteminden de yararlanılmıştır. Bu amaçla, yamaçlara ait olası duraysızlık problemini belirlemek için “Phase² v6.0” (Rocscience, 2006) sonlu elemanlar programı kullanılmış ve her etüd hattına ait güvenlik sayısı belirlenmiştir. Ayrıca, oluşturulan analiz modellerinde bölgede depreme bağlı oluşabilecek etkin yer ivmesi değerleri de dikkate alınmıştır. Yatay yer ivmesi değeri, bölgede beklenen ivme değeri ile uyumlu olarak $A_y \cong 0.1$ g alınmıştır. Analizlerde kullanılan dinamik deformasyon modülü (E) ve Poisson oranı (ν) değerleri ise sismik çalışmalar sonucu belirlenmiş olup, sayısal analizlerde kullanılan parametreler Tablo 3.8’de özet olarak verilmiştir.

Tablo 3.8. Sayısal analizlerde kullanılan parametreler.

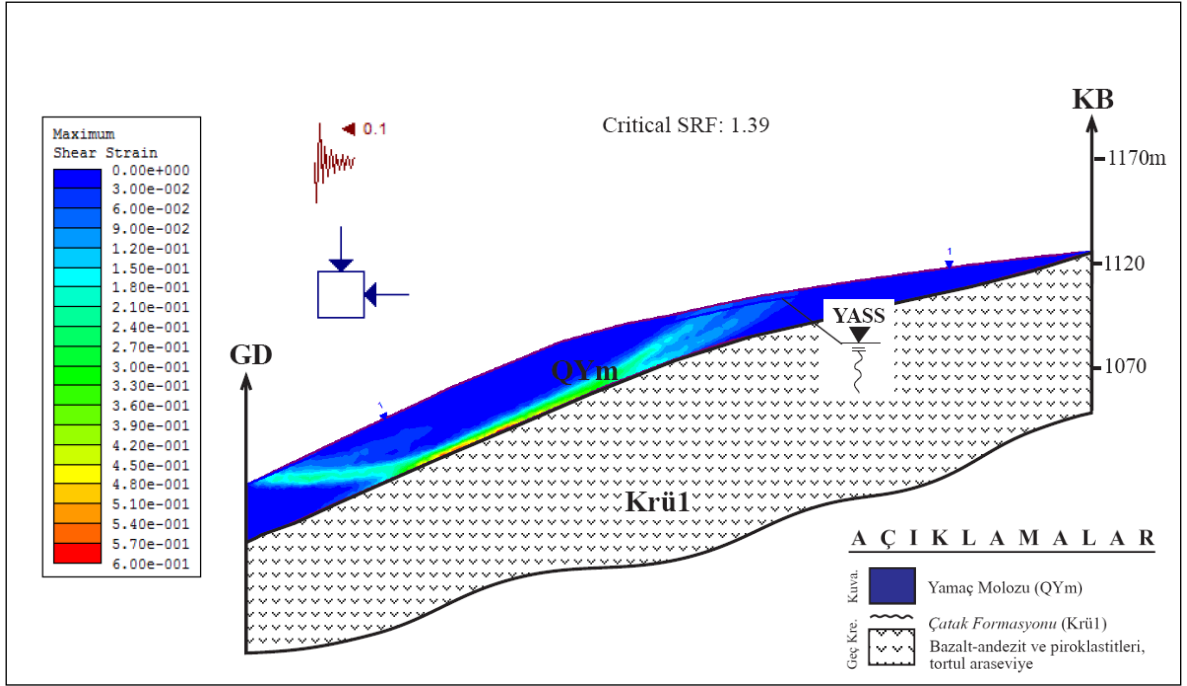
	γ_a (kN/m ³)	ϕ (derece)	c (kN/m ²)	E (kN/m ²)	ν	A_y (gal)
Etüd Hattı-1	20.4	20	2.94	244.283	0.35	0.1
Etüd Hattı-2	20.5	22	7.85	356.177	0.45	0.1
Etüd Hattı-3	19.6	20	6.86	918.883	0.44	0.1
Etüd Hattı-4	20.2	27	16.67	32.460	0.35	0.1

Oluşturulan yamaç kesitleri SRF (Kayma Gerilmesi Azaltma Analizi) yöntemiyle incelendiğinde etüd hatlarındaki yamaçlara ait en kötü koşullar için kritik SRF değerleri sırasıyla 1.39, 1.72, 1.59 ve 1.58 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.23-3.26). Bu değerler, $G_s > 1$ olduğundan yamaçlarda herhangi bir duraysızlık sorununun oluşmayacağını ve limit denge analizi sonuçlarıyla uyumlu olduğunu göstermektedir.

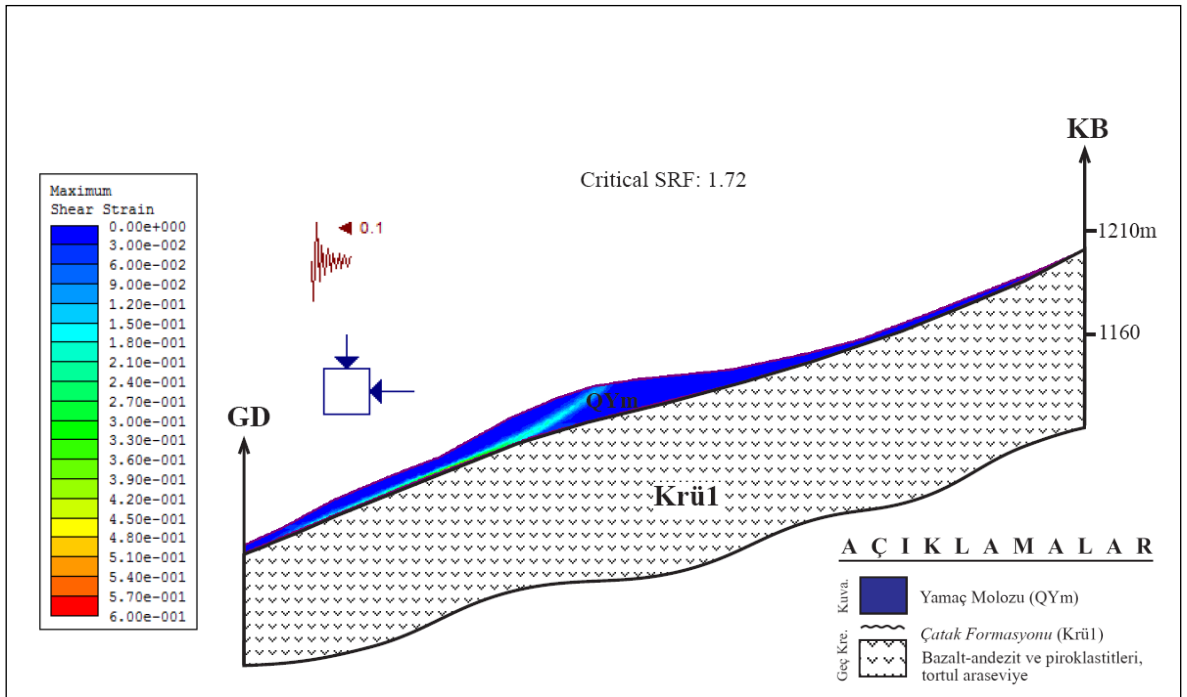
Yapılan limit denge ve sayısal analizler sonucu etüd hatları için belirlenen güvenlik sayıları özet olarak Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9. Limit denge ve sayısal analizlere göre belirlenen güvenlik sayıları.

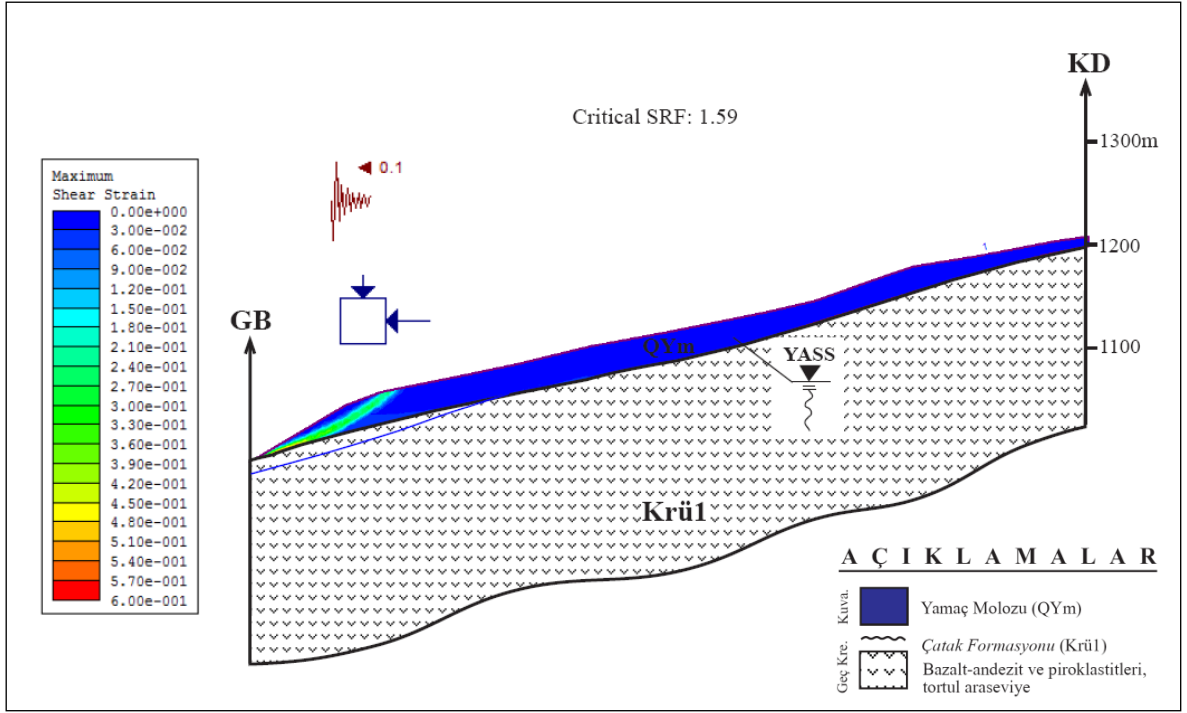
	Etüd Hattı-1	Etüd Hattı-2	Etüd Hattı-3	Etüd Hattı-4	Durum
Limit denge analizi (Slide v5.0)	1.444	1.797	1.959	1.728	Güvenli
Sayısal analiz (Phase² v6.0)	1.39	1.72	1.59	1.58	Güvenli



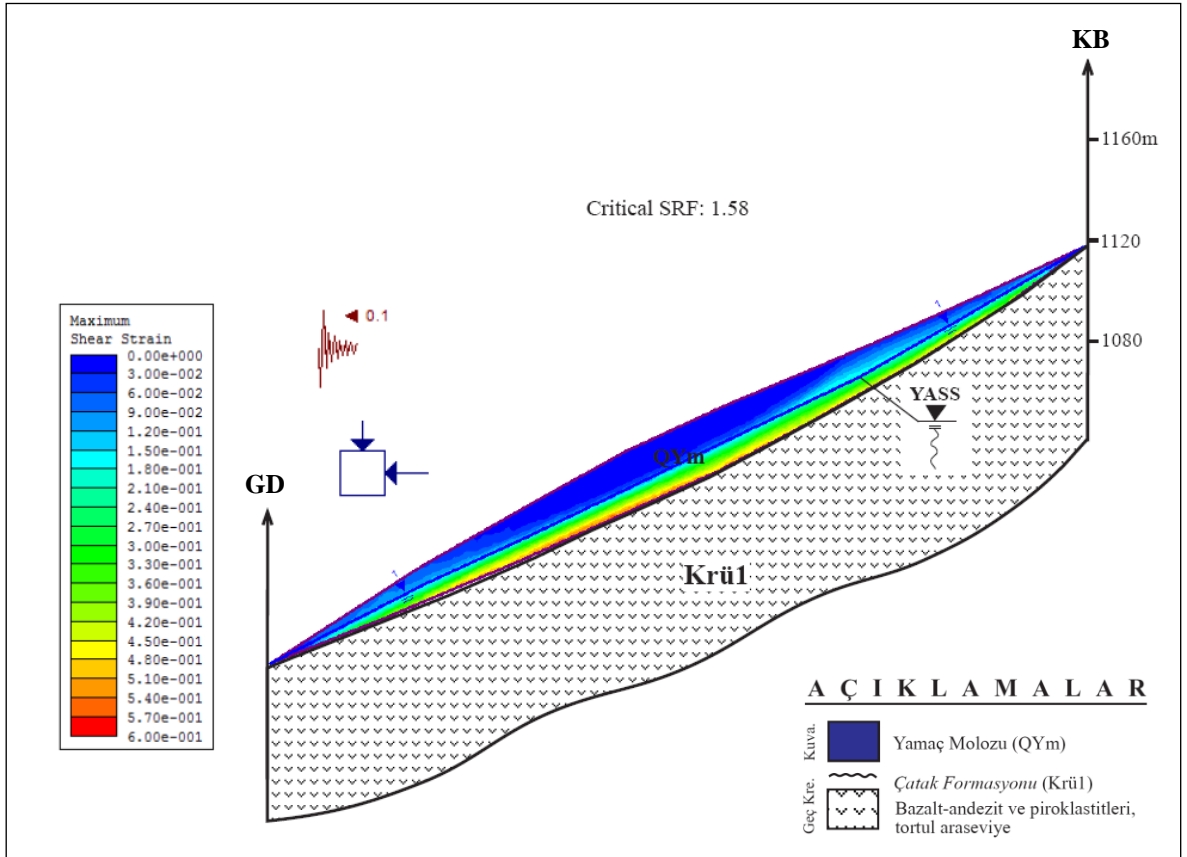
Şekil 3.23. Etüd Hattı-1’de yapılan sayısal duraylılık analizi.



Şekil 3.24. Etüd Hattı-2’de yapılan sayısal duraylılık analizi.



Şekil 3.25. Etüd Hattı-3'de yapılan sayısal duraylılık analizi.



Şekil 3.26. Etüd Hattı-4'de yapılan sayısal duraylılık analizi.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kalebaşı (Özkürtün-Kürtün-Gümüşhane) Mahallesi yerleşim alanında yapılan jeoteknik çalışmalarla elde edilen sonuçlar ve yapılan tespitler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur;

1) Çalışmanın konusunu oluşturan Kalebaşı Mahallesi ve çevresinde yaşlıdan gence doğru Geç Kretase yaşlı Çatak Formasyonu'na ait volkano-tortul kayaların ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozları ve alüvyonların yüzeyleme verdiği belirlenmiştir.

2) Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanı, Çağlayan, Suçikan ve Dereağzı kuru derelerinin böldüğü üç ana sırt üzerinde bulunmaktadır. Bu üç sırt boyunca eğim aşağı doğru olacak şekilde çalışmanın amacına uygun 4 profil belirlenmiş ve bu hatlar boyunca yerüstü ve yeraltı çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3) Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanında yüzeylenen yamaç molozunun kalınlığındaki değişim aralıklarını net olarak tespit etmek ve yeraltı suyu seviyesini belirlemek amacı ile sondaj kuyuları açılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla toplam 14 adet olmak üzere 345 metrelik sondaj çalışması yapılmıştır.

4) Kalebaşı Mahallesi yerleşim alanındaki 4 etüd hattı boyunca sondaj kuyuları arasında yamaç molozunun kalınlığı ve değişim aralığını belirlemek için korelasyon yapmanın sakıncalı olacağı 5 lokasyonda sismik kırılma yöntemi uygulanarak yamaç molozunun kalınlığının 1-36 m arasında değiştiği belirlenmiştir.

5) Etüd hatlarından alınan zemin örneklerinde yapılan elek analizi deneyleri ve belirlenen kıvam limitleri, USCS (Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi) sistemine göre değerlendirildiğinde; 1-2 nolu etüd hattındaki zeminin SC (Killi kum), 3 nolu etüd hattındaki zeminin SM (Siltli kum) ve 4 nolu etüd hattındaki zeminin CL (Düşük plastisiteli kil) sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

6) Araştırma çukurlarından alınan zemin örneklerine ait kayma dayanımı parametrelerini belirlemek için kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyler

sonucunda 6rneklere ait içsel sürtünme açısı değerlerinin sırasıyla 20°, 22°, 20° ve 27°, kohezyon değerlerinin ise sırasıyla 0.03, 0.08, 0.07 ve 0.17 kg/cm² olduğu belirlenmiştir.

7) Etüd hatları boyunca en kötü koşullar için yapılan limit denge analizleri (Janbu Yöntemi) sonucunda güvenlik sayısı değerleri sırasıyla Gs: 1.444, 1.797, 1.959 ve 1.728 olarak, sayısal analizler (Sonlu Elemanlar Yöntemi) sonucunda ise sırasıyla Gs: 1.39, 1.72, 1.59 ve 1.58 olarak belirlenmiştir. Bulunan bu değerler etüd hatlarındaki yamaçlara ait en kötü koşullar için hesap edilen en düşük güvenlik katsayısı değerleri olup, bu değerler bile limit denge durumu için kabul edilen Gs: 1 değerinden büyüktür. Bu sonuçlar yamaçların dengede olduğunu ve herhangi bir duraylılık sorununun oluşmayacağını göstermektedir.

8) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü teknik elemanlarınca hazırlanan 3 adet gözlemsel jeolojik etüd raporunda belirtilen görüşler doğrultusunda Bakanlar Kurulunun 14811 sayılı ve 30.11.1989 tarihli kararı ile heyelan riskine karşın ‘‘afete maruz bölge’’ kapsamı içine alınan Kalebaşı Mahallesi’nde yapılan detay mühendislik jeolojisi alışmaları neticesinde, yerleşim alanının afet riski potansiyeli taşımadığı belirlenmiştir.

5. KAYNAKLAR

- ASTM, 1980. American Society for Testing and Materials, Annual book of ASTM standards – Natural building stones; soil and rock. Part 19. ASTM Publ.,634p.
- ASTM D422, 1985. Standart Method for Particle Size Analysis and Determination of Soil Contents, Annual Book of ASTM Standarts, Soil and Rock, Building Stones, Section 4, 4, 8, 409-423, Philedelphia, USA
- ASTM D854, 1985. Standart Method for Specific Gravity of Soils, Annual Book of ASTM Standards, Soil and Rock, Building Stones, Section 4, 4, 8, Philedelphia, USA
- ASTM D3080-90, 1990. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soil Under Consolidated Drained Condition, ASTM, Philedelphia, USA
- ASTM D2487-98, 1998. “Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purpose (Unified Soil Classification System)”. Annual Book of ASTM Standards.
- Ceryan, N., 2005. Kaya Kütle Sınıflandırma Sistemlerinin ve SSPC Yönteminin Bekçiler-Torul Arasında Seçilen Kazı Şevlerine Uygulanışı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, FenBilimleri Enstitüsü, Trabzon, 163s.
- Dağ, S., Bulut, F. ve Akgün, A., 2006. İki Değişkenli İstatistiksel Analiz Yöntemi İle Çayeli (Rize) ve Çevresindeki Heyelanların Değerlendirilmesi, 1. Heyelan Sempozyumu, Trabzon, 84.
- Dağ, S., 2007. Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 227s.
- Dağ, S., Bulut, F., Alemdağ, S. ve Kaya, A., 2011. Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesinde Kullanılan Yöntem Ve Parametrelere İlişkin Genel Bir Değerlendirme, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 151-176.
- Erguvanlı, K. ve Tarhan, F., 1982. Doğu Karadeniz Kıyı Şeridindeki Kütle Hareketlerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi, KTÜ, Yer Bilimleri Dergisi,100. Yıl Özel Sayısı, Trabzon.

- Erkan, O., 2010. Kürtün Barajı (Kürtün-Gümüşhane) Göl Alanı Sol Yamacındaki Heyelanlı Alanın Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 44s.
- Güven, İ.H., 1993. Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250.000 Ölçekli Komplikasyonu, MTA, Ankara.
- İskenderoğlu, A., 1990. Çayeli-Pazar (Rize) Arası Ana Yol Şevlerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 154s.
- İskenderoğlu, A. ve Tarhan, F., 1991. Çayeli-Pazar (Rize) Arasındaki Sahil Yolu Şevlerinin Stabilitate Açısından İncelenmesi, Türkiye 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu, Trabzon, 294-309.
- Janbu, N., 1973., Slope Stability Computations. In: Embankment Dam Engineering, Cassagrande Volume, R. C. Hirshfeld and S. J. Poulos (eds.), Wiley, N. York, pp. 47-86.
- Karsli, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydin, F., Chen, B., Kandemir, R., Wijbrans, J.R., 2010. "Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit Pluton, Eastern Turkey." Contributions to Mineralogy and Petrology 160, 467-487.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Dergisi, Ankara, No: 66, 20-34.
- NACS (North American Commission on Stratigraphy), 1983. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Volume: 67, No: 5, 841-875.
- Önalp, A., 1980. Doğu Karadeniz Heyelanları: Tanımlanması-Analizi, Araştırma Raporu, TUBİTAK, M-441, Ankara.
- Önalp, A., Tarhan, F., Sevinç, N., 1987. Doğu Karadeniz Heyelanları Analizi, Dengeli Yamaç Tasarımı, TUBİTAK, MAG: 585, Ankara.
- Özdoğan, Ş., 2010. Torul Barajı (Torul – Gümüşhane) Göl Alanı Sağ ve Sol Sahillerinin Duraylılığının Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 152s.
- Pehlivan, M., 2008. Kürtün Baraj Gölünün Sağ Sahilindeki Özkürtün (Gümüşhane) Beldesinin Heyelan Analizi, , Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 112s.

- Peker, S., 1998. Kürtün Barajı Dolu Savak Güzergahındaki Granodiyoritin Jeomekanik zellikleri Ve Bu Güzergahtaki Kazı Şevlerinin Duraylılığı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 153s.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) güneydoğu yöresinin petrol olanakları bakımından incelenmesi, Doçentlik Tezi, KTÜ. Yayın No:87, Trabzon.
- Rocscience, 2003. Slide v5.0, 2D Limit Equilibrium Slope Stability Analysis, Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada.
- Rocscience, 2006. Phase² v6.0, 2D finite element program for calculating stresses and estimating support around the underground excavations, Geomechanics Software and Research, Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada.
- Şirin, A., 1995. Kürtün-Torul (GmŐhane) Arası Karayolu Kaya Şevlerinin Duraylılık Açıısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 213s.
- TS 1900-1, 2006. İnaaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar DeneYleri - Bölüm 1: Fiziksel zelliklerin Tayini, 99s.
- Walters, R.C.S., 1962. Dam Geology, Butterworths Scientific Publications, 335p.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa KARADAĞ, 1986 yılında Elazığ'da doğdu. İlköğrenimini 1997 yılında Elazığ Evren Paşa İlkokulu'nda, orta ve lise öğrenimini 2004 yılında Elazığ Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yabancı Diller Okulu, Lisans Öncesi İngilizce Hazırlık Programı'nı başarıyla tamamladı ve Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladı. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu ve aynı yıl Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başladı. Mustafa KARADAĞ, iyi derecede İngilizce bilmektedir.