

0410

KARADENİZ TEKNİK UNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ŞEBİNKARAHİSAR (GİRESUN) VE ÇEVRESİNİN KİTLE
HAREKETLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mah. Şener CERYAN

OCAK - 1990

TRABZON

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

KARADENİZ TEKNİK UNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ŞEBİNKARAHİSAR (GİREBUN) VE ÇEVRESİNİN KİTLE

HAREKETLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeoloji Müh.Şener CERYAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

"Jeoloji Yüksek Mühendisi"

Unvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12/1/1990

Tezin Sözlü Savınma Tarihi : 29/2/1990

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Fikret TARHAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Remzi DİLEK

Jüri Üyesi : Yrd.Doc.Dr.Fikri BULUT

Enstitü Müdürü : Doç. Dr.Temel SAVASKAN

OCAK - 1990

TRABZON



kardeşim Zehra'ya ve anneme

İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖZET	III
SUMMARY	V
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. COĞRAFI DURUM VE MORFOLOJİ	4
2.1. Çalışma Alanının Konumu	5
2.2. Morfoloji	5
2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	6
2.4. Ulaşım ve Yerleşim	10
BÖLÜM 3. GENEL JEOLOJİ.....	11
3.1. Önceki Çalışmalar.....	11
3.2. Stratigrafi ve Petrografi.....	12
3.2.1. Bazalt ve Bazaltik Piroklastikler ...	14
3.2.2. Alacalı Jipsli Seri (konsolide kil, kiltası, kumtası, konglomera, marn ve kireçtası).....	20
3.2.3. Kireçtası.....	23
3.2.4. Konglomera	25
3.2.5. Yamaç Molozu ve Alüvyon	27
3.3. Yapısal Jeoloji	28
3.3.1. Tabakalar	28
3.3.2. Çatlaklar	28
3.3.3. Faylar	29
3.4. Bölgenin Depremselligi	31
3.5. Ekonomik jeoloji	31
BÖLÜM 4. SEBİNKARAHİSAR VE ÇEVRESİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ.....	34
4.1. Giriş	34
4.2. Kitle Hareketlerinin Sınıflandırılması .	34
4.3. Kitle Hareketlerini İnceleme Yöntem ve İlkeleri	38
4.3.1. Kitle Hareketlerini Araştırmadaki Amaç ve Yöntemler	38
4.3.2. Çalışma Alanındaki Kayaçların Jeome- kanik Özelliklerinin Belirlenmesi ...	40

4.3.2.1. Alacalı Jipsli Serilerin Jeomekanik Özellikleri	42
4.3.2.1.1. Jeolojik Özellikleri	42
4.3.2.1.2. Elek Analizi	42
4.3.2.1.3. Kıvam Limitleri	42
4.3.2.1.4. Fiziksel Özellikler	45
4.3.2.1.5. Kayma Direnci Parametreleri	46
4.3.2.2. Bazalt ve Piroklastiklerinin Jeomekanik Özellikleri	49
4.3.2.2.1. Jeolojik Özellikleri	49
4.3.2.2.2. Süreksizlik Özellikleri	49
4.3.2.2.3. Fiziko-Mekanik Özellikleri	51
4.3.3. Yeraltı Suyunun Kimyasal Özellikleri.	55
4.4. Heyelanlar	60
4.4.1. Avutmuş Heyelanı	60
4.4.2. Akbudak-Ziraat Teknisyenliği Heyelanı.	67
4.4.3. Gümüşhane Mahallesi Heyelan Bölgesi .	74
4.4.3.1. Heyelan No: 1	74
4.4.3.2. Heyelan No: 2	77
4.4.3.3. Heyelan No: 3	80
4.4.3.4. Heyelan No: 4	82
4.4.4. Yıldız Heyelanı	84
4.5. Bazik Volkaniklerin Oluşturduğu Yamaçlarda Duraylılık	86
BÖLÜM 5. YAMAÇ ŞEVLERİN DURAYLILIĞI	93
5.1. Giriş	93
5.2. Duraylık Analiz Yöntemleri	94
5.2.1. İsveg Dilim Yöntemi	95
5.2.2. Sadeleştirilmiş Bishop Yöntemi	97
5.2.3. Janbu Yöntemi	97
5.3. Bilgisayar Uygulaması	99
5.4. Yamaç ve Şevlerde Duraylık Analizi	99
5.5. Sonsuz Yamaç Analizi	105
5.6. Yaklaşık Duraylılık Hesabı İçin Genel Amaçlı Egriler	108
5.7. Şebinkarahisar İlçe Merkezi Yerleşim Alanının Kitle Hareketleri Açısında Mikrobölgelendirilmesi	114
5.7.1. Aktif Heyelan Bölgeleri	115
5.7.1.1. I. Derece Heyelan Bölgesi	115
5.7.1.1. II. Derece Heyelan Bölgesi	116

5.7.1.1. III. Derece Heyelan Bölgesi	116
5.7.2. Duraylı Bölge	117
5.7.3. Kaya Düşmelerinin Görüldüğü Alanlar .	117
5.8. Kitle Hareketlerinin Nedenleri.....	118
5.9. Kitle Hareketlerinin Önlenmesi	121
BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER	124
BÖLÜM 7. KAYNAKLAR	129

EKLER

EK-1. Sebinkarahisar ve Çevresinin Jeoloji Haritası	
EK-2. Sebinkarahisar ve Çevresinin Jeoloji Haritası	
EK-3. Örnek Alım Haritası	
Ek-4. Avutmuş Heyelanı Krokisi	
Ek-5. Avutmuş Heyelanı Kesiti	
Ek-6. Akbudak-Ziraat Teknisyenliği Heyelanı Krokisi	
Ek-7. Akbudak-Ziraat Teknisyenliği Heyelanı kesiti	
Ek-8. Gümüşhane-Kavak Mahalleleri Heyelan Krokisi	
Ek-9. Sebinkarahisar İlçe Merkezi Yerleşim Alanının Jeoloji Haritası	
Ek-10 Sebinkarahisar İlçe Merkezi Yerleşim Alanının Microbölgeleme Haritası	
Ek-11. Bilgisayar Program	

ÖNSÖZ

Çalışmanın amacı Şebinkarahisar ve çevresinin kitle hareketleri açısından incelenmesidir.

Çalışma literatür, arazi, ve laboratuvar araştırmalarını içerir. Laboratuvar çalışmaları K.T.O. Müh.-Mim. Fakültesi Mühendislik Jeolojisi ve Geoteknik laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışmanın her aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen hocam Prof. Fikret TARHAN'a içtenlikle teşekkür ederim. Şekil ve haritaların çizilmesinde yardımlarını gördüğüm Yüksek lisans öğrencileri Jeol. Müh. Zafer Aslan'a, Jeol. Müh. Abdurrahman Dokuz'a, Jeol. Müh. Kadir Eşer'e, Jeol. Müh. Yılmaz E. Habiboglu'na ve Arş. Gör. Fatma Gürsel'e teşekkür ederim. D.T.A. analizlerini yapan Arş. Gör. Ali Van'a, petrografik incelemelerini yapan Arş. Gör. Hasan Kolaylı'ya teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında olanaklarından faydalandığım T.C.K. Sivas Bölge Müdürlüğüne ve Şebinkarahisar Belediyesine özellikle teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan teknisyen Yakup Yavuz'a teşekkür ederim.

ÖZET

İnceleme alanı Doğu Pontidlerin Güney Zonu 'nda yer alır. Çalışma alanı Şebinkarahisar ve yakın çevresinde yaklaşık 25 km²'lik alanı kapsar. İnceleme alanına ulaşım Giresun-Şebinkarahisar ve Şebinkarahisar Şehir Karayolları ile sağlanmaktadır.

İnceleme alanında en yaşlı birim bazik volkanitlerdir. Bazalt, bazaltik breş ve tüflerden oluşan birim Eosen yaşlıdır. Bazik volkanitlerin üzerinde literatürde Alacalı jipsli seriler olarak bilinen ve kil, kiltaş, kumtaş, konglomera, kireçtaş ve marnın ardalanmasından oluşan birim gelmektedir. Lagüner Alacalı jipsli seri üzerinde yer yer Miyosen yaşlı kireçtaşları uyumlu olarak, bazen de Pliyosen konglomeraları uyumsuz olarak gelmektedir.

Bazik volkaniklerde hakim çatlakların doğrultuları K45B, K58 D olup eğimleri ise sırasıyla 79GB, 80GD' dir. Çatlaklar yaklaşık D-B doğrultusundaki basınç kuvvetiyle oluşmuşlardır.

Şebinkarahisar ve yakın çevresindeki kitle hareketleri geniş yayılıma sahip Alacalı Jipsli serilerde ve Eosen yaşlı bazik volkaniklerde meydana gelmektedir.

Heyelanlar Alacalı jipsli serilerin sert çatlaklı kilitlerinde ve ayrılmış seviyelerinde meydana gelmektedir. Heyelanların kayma yüzeyinin şekli ve derinliği ayrışma ve Alacalı jipsli serilerin tabakalı yapısı tarafından belirlenmektedir. Heyelanlarda kayma yüzeyi şekli çoğunlukla dalgalanmalı düzlem şeklinde olup derinliği ise 8 ile 20 m arasında değişmektedir. Heyelanlar genel sınıflamada "yanal yayılma" grubunda, "Skempton ve Hudchinson sınıflamasına göre "çoklu düzlemsel kayma" ve "dilim şeklinde kayma" grubuna dahildirler.

Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu, hareket etmiş (veya hareket etmesi olası) yamaçların denge analizleri Badeleştirilmiş Bishop, Janbu, İsveç Dilim ve Sonsuz yamaç yöntemleri ile yapılmıştır. Duraylık analizleri sonucunda hareket etmiş yamaçlarda, hareket eden malzemenin içinde dilim şeklinde kaymalar (kayma kamalarının hareketi) gelişeceği belirlenmiştir. Dilim şeklindeki kaymalar için yaklaşık denge analizlerini yapan çizelgeler hazırlanmıştır. Sonsuz yamaç yaklaşımıyla duraylık analizlerinin yapılabilmesi için abaklar geliştirilmiştir.

Alacalı Jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda denge kaybı uzun sürede oluşmakta (giderek kırılma mekanizması), bu yağışların ve karların erimesiyle artan su basınçları tetikleme yaparak yamaç hızlı hareket etmektedir.

Heyelanları meydana getiren en önemli faktörler Alacalı jipsli serilerin jeolojik özellikleridir. Sert, çatlaklı aşırı konsolide killerin kohezyonunun en büyük değerden kalıcı değere düşmesi, özlülük direnci yüksek olan bu killerin suda kolayca dağılması heyelanların en önemli nedenleridir. Alacalı jipsli serilerin kumtaşları ve konglomeralarının suda kolayca ayrışmaları, killerin likit limitlerinin düşük olması, kanalizasyon şebekesi olmadığından dışarıya boşaltılan atık sular, sulamanın toprakta açılan hendekler şeklinde yapılması ve yamaç eğimlerinin düşük olması nedeniyle yağışlar ve karların erimesiyle oluşan suların zemine kolayca sızabilmeleri ve yörenin iklimsel özellikleri heyelanların meydana gelmesinde önemli rol oynamaktadırlar. .

İnceleme alanındaki heyelanların önlenmesi ve heyelan alanlarının kullanılabilir duruma getirilmesi için aktif ve potansiyel heyelan sahaları yer üstü ve yer altı sularından arındırılmalı, tarım yapılmayan sahalar ağaçlandırılmalı, heyelan alanları düzeltilmeli, çatlaklar tıkanmalı, su ve kanalizasyon şebekesi yapılmalıdır.

Bazı volkaniklerin oluşturduğu yamaçlarda kamasal kayma, düzlemsel kayma ve kaya düşmesi şeklinde gelişen hareketlerin meydana getirebileceği zararların önlenmesinde en ekonomik ve en güvenli yol yerleşimin bu yamaçlardan güvenli uzaklıkta yapılmasıdır.

SUMMARY

The investigation area is situated on the Southern zone of Eastern Pontids. The study area comprises an area of approximately 25 m² in Şebinkarahisar and its surrounding. The transportation to the study area is via of Giresun-Şebinkarahisar and Şebinkarahisar-Suşehri highways.

The oldest unit in the study area is basic volcanics. The unit consisting of basalt, basaltic breccia and tuff is Eocene aged. A unit made of clay, claystone, sandstone, conglomerate, limestone and marl alternation overlay the basic volcanics. Limestone in Pliocene age are overlay in place on the Alacalı jipsli seri. Konglomerate in Miocene age are overlay in place on the Alacalı jipsli seri.

The directions of dominant fractures in basic volcanics are N45 W, N58 E, their dip are 79 SW, 80 SE respectively. The fractures have been formed due to the compressive strength in the approximate E-W direction.

The mass movements in Şebinkarahisar and surroundings occur in Alacalı jipsli seri having a wide range of expansion and in the basic volcanics which are Eocene aged.

The landslides occur in hard fractures of clay and weathered levels in Alacalı jipsli seri. The shape and the depth of the slide surface is determined by the bedding structure of Alacalı jipsli seri. The shape of the slide surface is usually like wavy plane, the depth which varies from 8 to 20 m. Landslide, in general classification is in according to Skempton and Hutchinson.

The stability analyses of the moved slopes consisting of Alacalı jipsli seri have been carried out by the simplified methods of Bishop, Janbu, Silece and Endless slope. As a result of stability analyses, it has been identified that slice-shaped slope in the moving materials are likely to occur in the moved-slopes. Fractures to do the approximate stability analyses have been prepared for the slice-shaped slopes with the endless slope-approach methods have been developed to do the stability analyses.

In the slope consisting of Alacalı jipsli seri, the loss of stability gradually takes place and the slope moves rapidly by the triggering of water pressures which increase by the melting of snows and plenty of rains.

The major factors causing the landslides constitute the geological characteristics of the Alacalı jipsli seri. The fact that the cohesion of hard fractured, over consolidated clays falls from the highest-value to the remaining value is one the major reasons why the clays decompose easily in the

water. The following factors play an important role in the formation of landslides; the easy decomposition of sandstone and conglomerate in Alacalı jipsli seri, the throwing of waste of water out due to lack of sewage system, watering the field through the trenches dug in the soil, the easy leaking of water from the melting snow and rains due to the low slope, and the climatical features of the local area.

To prevent the landslides and to be able to use the areas where landslides occur, the following precautions need to be taken; potential and active areas of landslides should be freed from the underground and surface water sources, the areas which are not cultivated should be afforested, the landslide area should be regulated, the fractures should be repaired, water and drainage systems should be built.

The most economical and practical way of preventing the damage which is likely to occur from rock falling on the slope composed of basic volcanics will be to open new residence sites far from these slopes.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kitle hareketleri hiç taşıyıcı etkisi olmaksızın (rüzgar, buzul, su) yeryüzünün aşağıya doğru hareket etmesi şekil ve yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır.

Kitle hareketleri büyüklüğü, hızı, tipi ve meydana geldiği yere bağlı olarak ekonomik ve sosyal öneme sahiptir. Şebinkarahisar ve çevresinde aktif ve potansiyel kitle hareketleri yerleşim alanlarını tehdit etmekte, alt yapıları (su ve kanalizasyon şebekesini), yolları, binaları ve tarım sahalarını kısmen veya tamamen kullanılamaz hale getirmektedir.

Şebinkarahisar ilçesi ve yakın çevresindeki kitle hareketlerini incelememizdeki amaç; aktif ve olası kitle hareketlerini belirlemek , heyelan alanlarının tekrar kullanılabilir hale gelmesini sağlamak için gerekli verileri elde etmek ve çözümleri bulmaktır. Bunun için literatür araştırması , arazi çalışması ölçü, gözlem ve laboratuvar deneyleri yapılarak kitle hareketlerinin türü ve derinliği , yerüstü ve yeraltı su durumu , hareket eden kitlenin boyutları , şekli , hareket miktarı ve hareketin nedenleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Kitle hareketleri sınıflandırılırken kitleye ve harekete ait özellikler parametre olarak kullanılmaktadır. Bu özellikler ;

- hareketin türü, miktarı ve hızı,
- hareket eden malzemenin türü, dizilişi ve yaşı,
- hareket eden kitlenin şekli,
- hareket edenle alttaki temel arasındaki bağıntı,

-hareketin nedenleri

-kohezyon ve içsel sürtünme karakteristikleridir.

Şebinkarahisar ve çevresinde kitle hareketleri Miyosen yaşlı Alacalı jipsli serilerde ve Eosen yaşlı bazik volkaniklerde meydana gelmektedir. Alacalı jipsli serilerde etki ve miktar bakımından daha çok dilim şeklindeki kaymalar ve çoklu ilerleyen kaymalar gelişmektedir.

Kitle hareketlerinin ana nedeni yer çekimi olmakla birlikte hareketi kolaylaştıran doğal ve yapay nedenler vardır. Kitlelerin dengesine etkili olan faktörlerin bir kısmı kitleye ait özelliklerden bir kısmı ise kitleye müdahaleden kaynaklanmaktadır. Kitlelerin dengesine etki eden faktörler ;

-jeolojik özellikler,

-iklim koşullar,

-bitki örtüsü ,

-kayaçların ayrışma derecesi,

-titreşimler,

-yamaç eğiminin değişmesi ve

-yamaçların aşırı yüklenmesi ile ilgilidir.

Şebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçların dengesine etkili olan en önemli faktörler , Alacalı serinin jeolojik özellikleridir. Bu nedenle inceleme alanının 1/1000 lik haritası çıkarılmış, kitle hareketlerinin geliştiği litolojik birimlerin jeomekanik özellikleri belirlenmiştir.

Yamaçlarda, hareketi önleyici kuvvetlerin hareket ettirici kuvvetler aleyhine artması güvenliği artıracaktır. Duraylılığa bu şekilde yaklaşım , yamaçlardaki dengenin " güvenlik sayısı " olarak tanımlanan bir kriterle ifade edilebileceğini göstermektedir.

Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu, hareket etmiş (veya hareket etmesi olası) yamaçlarda yaklaşık denge analizinin çabuk ve ekonomik olarak yapılabilmesi için çizelgeler ve abaklar hazırlanmıştır.

jeolojik çevre koşulları sağlıklı kentleşmeyi temel unsurdur. II. derece deprem bölgesinde yeralan ve birkaç kez tamamen yandıktan sonra tekrar inşa edilen Sebinkarahisar'da bu temel unsur dikkate alınmamıştır.

BÖLÜM 2. COĞRAFI DURUM VE MORFOLOJİ

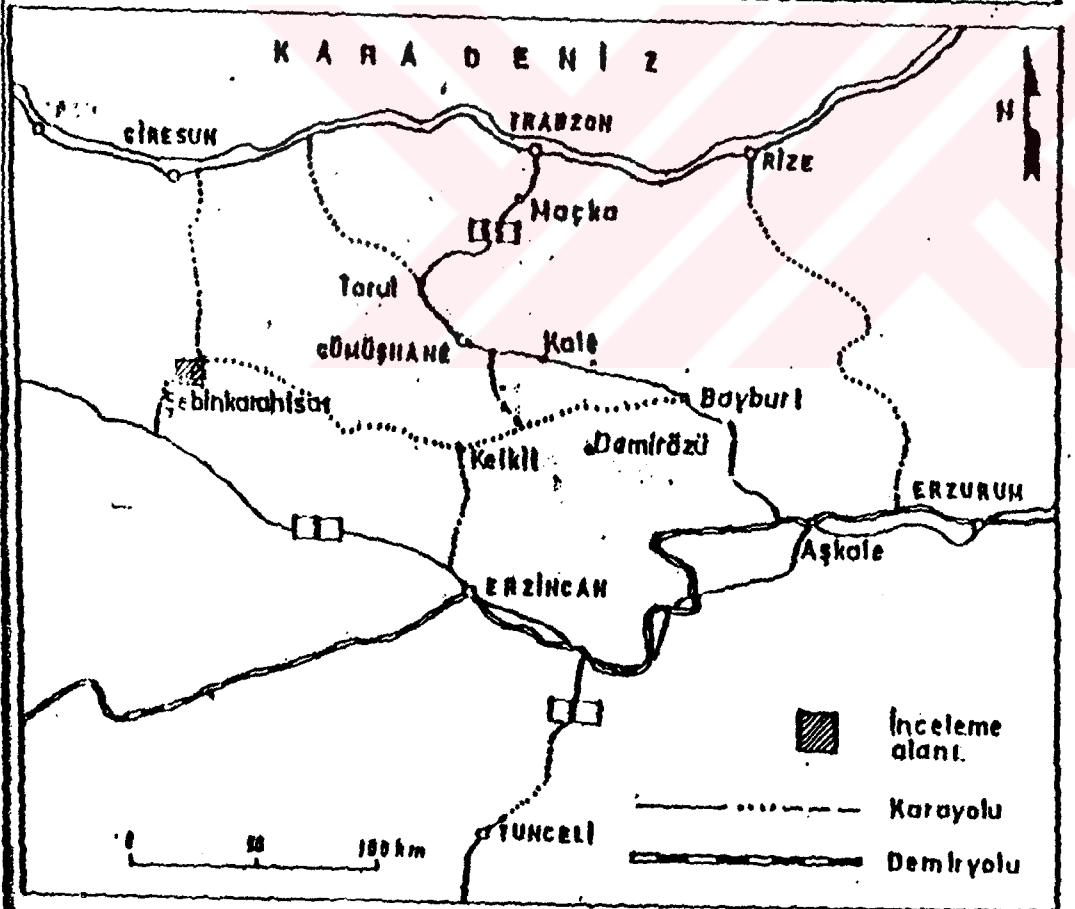
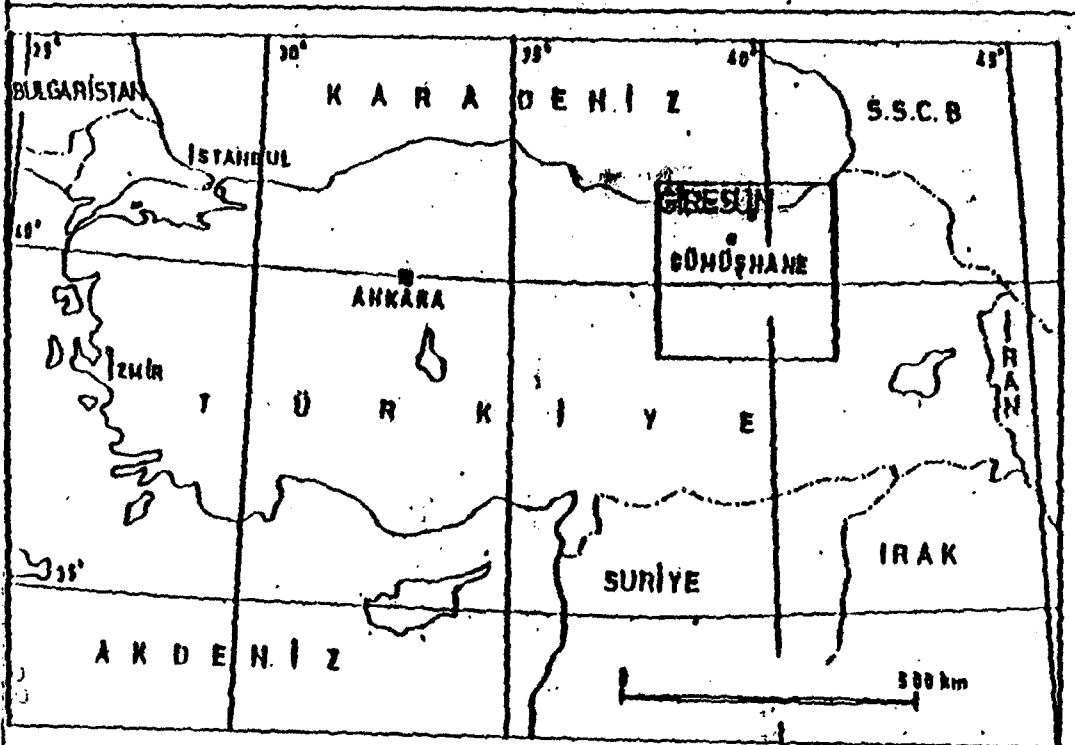
2.1. Çalışma Alanının Konumu

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesinde Giresun iline bağlı Şebinkarahisar ilçe merkezi ve yakın çevresini kapsamaktadır. Giresun H40 -b3 paftasında yaklaşık 25 km² lik yer kapsayan çalışma sahası, kuzeyde Tamzara mahallesinden, güneyde ise Bayram köyünden geçen ve D-B doğrultularında, batıda Ortabahçe mahallesi ve Bayram köyünde geçen K-G doğrultusunda çizilmiş hatlarla, doğuda ise Avutmuş çayı ile sınırlanmıştır (Şekil 2.1).

2.2. Morfoloji

İnceleme alanının önemli yükseltileri: Uluburun (1647 m.), Sivri tepe (1190 m.) ve Şebinkarahisar kalesinin üzerinde bulunduğu Hacıkayası (1568 m.) volkanik kayalardan oluşmaktadır. Çalışma sahasında en yüksek nokta ile en düşük nokta arasında kot farkı 882 m. dir. Tortul kayaların yayılım gösterdiği alanlarda eğim 4 ile 18 derece arasında değişmektedir. İnceleme alanındaki en önemli akarsular, 420 lt/sn debili Avutmuş çayı ile sulama suyunun karşılandığı Tamzara deresidir. Debileri düşük çoğu kez yazları kuruyan Yedigül, Saltanat, Hamam, Kıy ve Kemikli dereleri çalışma sahasındaki diğer akarsulardır.

İnceleme alanında yer alan Kırkgöz mahallesindeki Çatal gölün alanı 1200 m², İkiogul mahallesindeki Oynar gölün alanı yaklaşık 250 m² dir. Çalışma sahasında, ilçe merkezinin su ihtiyacının büyük bölümünün karşılandığı kaynaklar yer almaktadır. Gutgut mahallesinde Vişneli göze,



Şekil 2.1. Yer bulduru haritası.

Akbudak köyünde Kuyukesen çeşmesi, Kavaklar mahallesinde Ahmet dede çeşmesi, Kavukçuoğlu çeşmesinin Temmuz (1989) da ölçülen debileri 5 ile 15 lt/sn arasında değişmektedir.



Şekil 2.2 İnceleme alanının görünüşü (bakış yönü: Batı).

2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Şebinkarahisar Doğu Karadeniz Bölgesinde olduğu halde Orta Anadolu'nun iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlıdır. Gece-gündüz ve yaz-kış sıcaklık farkı büyüktür (Çizelge 2.1).

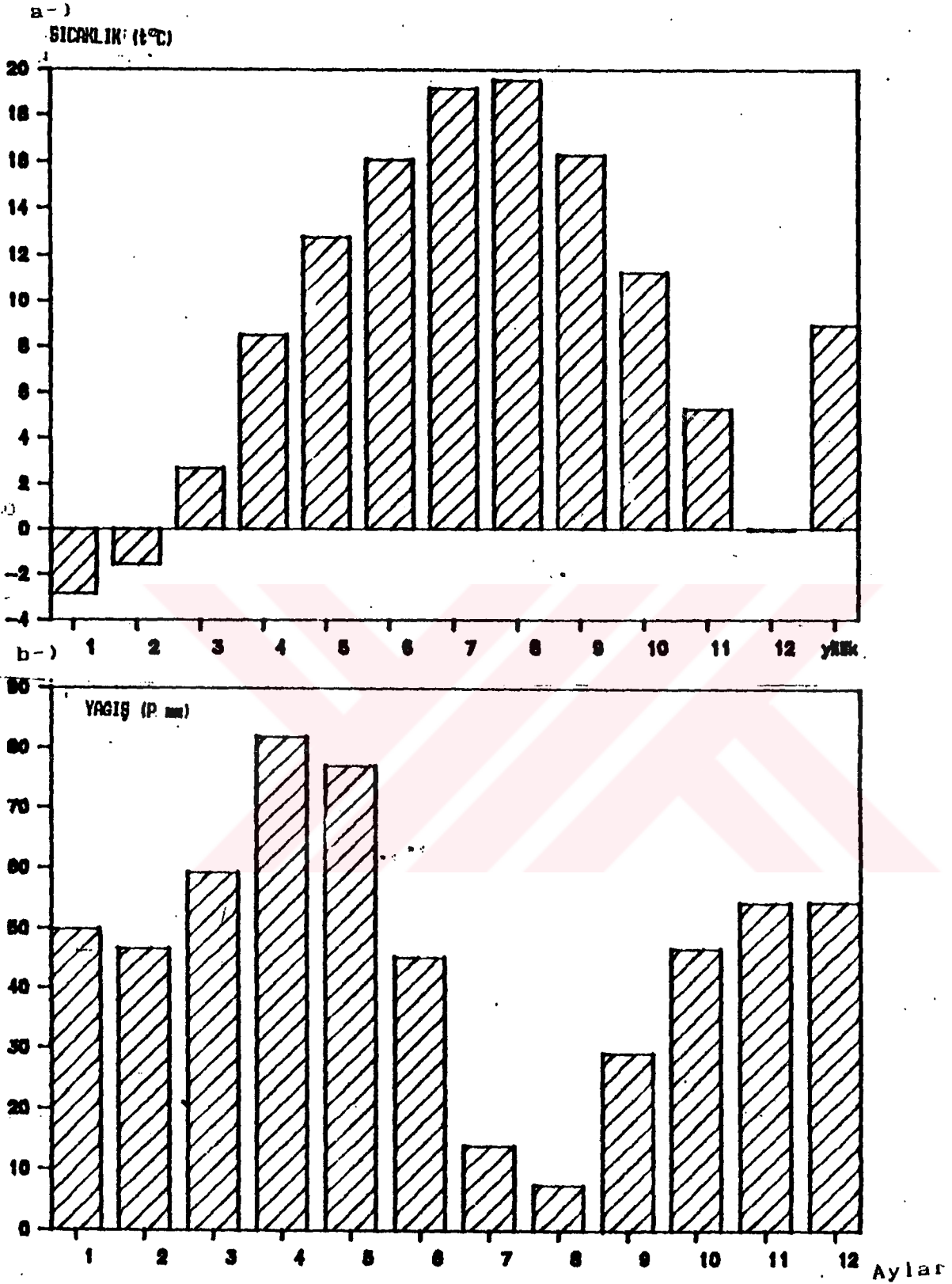
Ençok yağış Nisan ayında 81.8 mm., en az yağış Ağustos ayında 7.4 mm. dir. Yıllık ortalama yağış 565.5 mm. dir (Şekil 2.3). Thornwaite bilançosuna göre en çok akışın olduğu aylar Mart ve Nisan , buharlaşma -terlemenin en çok olduğu aylar Mayıs ve Haziran aylarıdır. Yıllık buharlaşma-terleme 390 mm. dir. (Çizelge 2.2 ve Şekil 2.4)

Çizelge 2.1 Şebinkarahisar Meteoroloji Gözlem İstasyonuna göre meteorolojik elemanlar

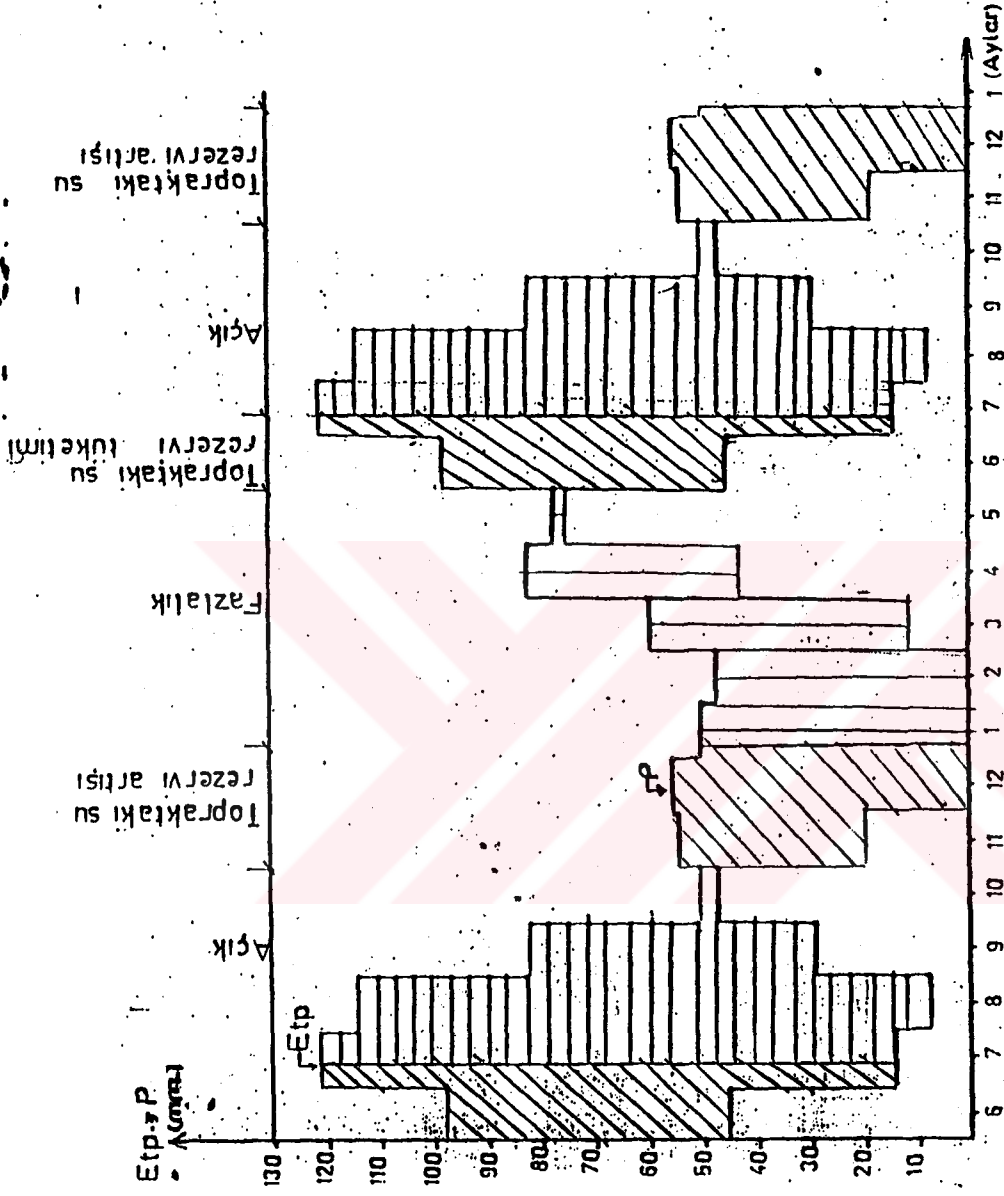
METEOROLOJİK ELEMANLAR	Rasat Süresi (YIL)	A Y L A R												YILLIK
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (t C)	25	-2.89	-1.6	2.7	8.5	12.8	16.11	19.5	19.5	16.3	11.3	5.3	0	8.92
En yüksek sıcaklık (t C)	25	2.9	3.5	5.0	12.3	14.5	18.5	23.4	22.4	18.3	16.5	10.3	4.4	11.2
En düşük sıcaklık (t C)	25	-8.4	-6.8	-0.3	4.5	6.8	12.7	14.9	17.8	14.5	7.32	2.1	-3.4	7.6
Ortalama yağış (P mm.)	54	50.0	46.7	59.2	81.8	77.0	45.2	14.0	7.4	29.2	46.6	54.3	54.5	565.6
En çok yağış (P mm.)	54	116.0	127.8	123.5	170.1	187.0	147.7	86.9	79.3	140.3	156.5	147.2	112.0	829.0
En az yağış (P mm.)	54	11.3	8.4	7.0	15.0	19.7	3.4	0	0	0	1.0	8.0	11.4	394.5
Nisbi nem (%)	8	70	69	66	60	58	55	54	53	54	60	39	71	61
Rüzgar hızı (m/sn)g	8	1.0	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.2	1.0	1.0	0.5	1.0	1.2

Çizelge 2.2. Thornwaite bilançosuyla gerçek buharlaşma-terleme (Etr)nin hesabı (FRS: faydalı su rezervi Etp: buharlaşma-terleme

	A Y L A R											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama sıcaklık t C	-2.85	-1.55	2.69	8.5	12.8	16.11	19.16	19.52	16.32	11.26	5.28	0.0
Aylık termik indis	0	0	0.39	2.23	4.15	5.87	7.44	7.864	6.09	3.42	1.09	0
Düzeltilmiş Etp mm.	0	0	10.67	38.38	60.4	78.0	94.57	96.53	79.13	52.4	22.65	0
Düzeltilme faktörü B	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
Düzeltilmiş Etp (mm)	0.0	0.0	11.0	42.6	74.9	97.5	120.1	113.9	82.3	50.3	18.8	0.0
Yağış P (mm)	49.9	46.7	59.2	81.8	76.9	45.2	14.0	7.4	29.2	46.6	54.3	54.5
FRS değişimi	-	-	-	-	-	-52.3	-47.7	-	-	-	35.5	54.5
FRS	100	100	100	100	100	47.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5	90
Etr (mm)	0.0	0.0	11.0	42.6	74.9	97.5	61.7	7.4	29.2	46.6	18.8	0.0
Açık (mm)	-	-	-	-	-	-	58.4	106.5	53.1	3.7	-	-
Fazlalık (mm)	40.0	46.7	47.8	39.2	2.0	-	-	-	-	-	-	-
Akış (mm)	20	33	40	39	20	10	5	3	1	1	n	-



Şekil 2.3. Şebinkarahisar Meteoroloji İstasyonuna göre a) sıcaklığın, b) yağışın aylara göre dağılımı.



Sekil 2.4 Şebinkarahisar ve çevresinde Etp-P ilişkisi
(Etp : bunarlaşma-terleme potansiyeli P : yağış)

Çalışma alanının büyük bölümü bitki örtüsünden yoksundur. Avutmuş çayına ve Tamzara deresine yakın mahalleleri: Avutmuş , Gutgut , İkiogul , Birogul ve Kırkgöz mahalleleri yer yer kavak , söğüt ve meyve ağaçları ile kaplıdır.

2.4. Ulaşım ve yerleşim

İnceleme alanına ulaşım, bir kısmı asfalt olan 110 km. uzunluğundaki Giresun-Şebinkarahisar ,40 km. uzunluğundaki stabilize Şebinkarahisar-Alucra ve Şebinkarahisar-Suşehri karayolları ile sağlanmaktadır. Heyelan nedeniyle Şebinkarahisar-Alucra yolunun Avutmuş mahallesi ile Şebinkarahisar ilçe merkezi arasındaki kısmının güzargahının değiştirilmesi planlanmıştır.

İnceleme alanında yerleşim toplu haldedir.Çalışma alanının doğusunda Laz , Birogul, İkiogul, Kavaklar, Kırkgöz, Avutmuş ve Gutgut mahalleleri, batısında Yukarıbahçe, Ortabahçe mahalleleri, ilçe merkezinde Bülbül, Taş, Müftü ve Gümüşhane mahalleleri, ilçe merkezinin güneyinde ise Akbudak köyü yer almaktadır.

Şebinkarahisarda halkın ana geçim kaynağı ziraatçılık ve özellikle tütün tarımıdır.Küçük sanayi ve ticari faaliyet daha çok ilçe merkezinde yer almaktadır.Hayvancılık diğer geçim kaynağıdır.

BÖLÜM 3. GENEL JEOLOJİ

3.1. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını oluşturan Şebinkarahisar ilçesi ve çevresinde yapılan jeolojik araştırmalar, bölgenin jeolojik yapısının ortaya konması ve özellikle metalik maden ve uranyum araştırma ve işletilmesine yöneliktir.

Erguvanlı, (1950): Zara-Şebinkarahisar-Mesudiye arasındaki bölgenin jeolojisini incelemiş, Şebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılıma sahip Alacalı serilere Oligosen yaşını vermiştir.

Nebert, (1961): Kelkit ve Kızılırmak yöresinde yaptığı çalışmalarda bölgede kesin bir Oligosen ispatını mümkün görmemektedir. Şebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılım gösteren ve özellikle Şebinkarahisar doğusunda yüzeylenen alacalı klastik kompleksin Pliyosen olduğunu söylemesine rağmen Alacalı seriyi Oligo-Miyosen olarak harıtalamıştır.

Örgün, (1972): Giresun Şebinkarahisar yöresindeki bulunan uranyumun ekonomik olmadığını belirtmiştir.

Özsayar, (1974): Giresun H41-d1 paftası jeoloji raporunda önceki çalışmalarda Oligo-Miyosen yaşı verilen alacalı jipsli klastik serilerin içerdiği kömürlerin palinolojik etüdlerinin Miyosen yaşını verdiğini belirtmektedir.

YILMAZ, (1982): İnceleme alanımızı içine alan Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur dağları arasında yaptığı jeolojik incelemesinde Eosen yaşlı birimlerin üzerine karasal Oligo-

Miyosen tortularının geldiğini, Şebinkarahisar çevresindeki asidik ve bazik kayaların kömür içeren lagüner tortuları kestğini ve üst Miyosen-Pliyo-Kuvarterner yaşlı kumlu konglomeraların bu birimlerin üzerinde bulunduğunu belirtmektedir.

GÜNER, (1988); Giresun-Şebinkarahisar ve Suşehri yöresi jeoloji raporunda, Şebinkarahisar ve çevresinde Eosen yaşlı bazik volkanitler üzerinde ince bir taban konglomerası ile başlayan, kum, kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan Alacalı jipsli serilerin izlendiği ve Miyosen yaşlı bu serilerin üzerinde yer yer aynı yaşlı kireçtaşların uyumlu olarak, bazende Pliyosen konglomeralarının uyumsuz olarak geldiğini belirtmektedir.

3.2. STRATİGRAFI VE PETROGRAFI

Doğu Pontid Kuşağının güney zonunda yer alan inceleme alanında yayılım gösteren kaya birimleri yaşlıdan gence doğru :

- 1- Bazalt ve bazaltik piroklastikler (Eosen)
- 2- Alacalı jipsli seri (konsolide kil, kiltası, kumtaşı, konglomera, kireçtaşı, marn ardalanması. [Miyosen])
- 3- Kireçtaşı (Miyosen)
- 4- Konglomera (Pliyosen)
- 5- Moloz ve alüvyon (Kuvarterner)

şeklinde sıralanırlar (Şekil 3.1).

S E N O Z O K T E R S I Y E R	Zaman	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	Devir		
	Asdevir		
	Kalınlık (m)		
KUVATERN		8	Alüvyon
		10	Yamaç molozu
PLİYOSEN		21	Gevşek çimentolu kumtaşı ve konglomera
		7	Kireçtaşı
MIYOSEN		> 350	Jips, anhidrit ve kömür içeren alacalı jipsli seri. (Kil, kiltası, kumtaşı, konglomera kireçtaşı, marn ardalanması).
		> 400	Bazalt, bazaltik breş ve tuf

Şekil 3.1. Şebinkarahisar ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.

3.2.1. Bazalt ve bazaltik piroklastikler

Şebinkarahisar ilçe merkezinin güneyi (Hacıkayasında) ile kuzeyinde ve Tamzara deresinin doğusunda yayılım gösterir (Ek 1).

Birim morfolojik ve litolojik özellikleri ile arazide kolaylıkla ayırtlanabilir (Şekil 3.2). İnceleme alanımızdaki önemli yükseltileri ve yüksek eğimli yamaçları bu bazaltik volkanik birim oluşturmuştur. Gri-siyah, bazen gri-yeşil ve kırmızı renkte görülen birim bazalt, bazaltik breş ve bazaltik tüflerden oluşmaktadır.

Bazaltik lav ve piroklastikleri yanal geçişli ve bazen karmaşık halde bulunurlar. Tamzara deresinin KD' sundaki yüzeylenmelerde birim içerisinde lavlarla ardalanmalı, kalınlığı 10-35 cm. arasında değişen tuf tabakaları gözlenmiştir (Şekil 3.3.).

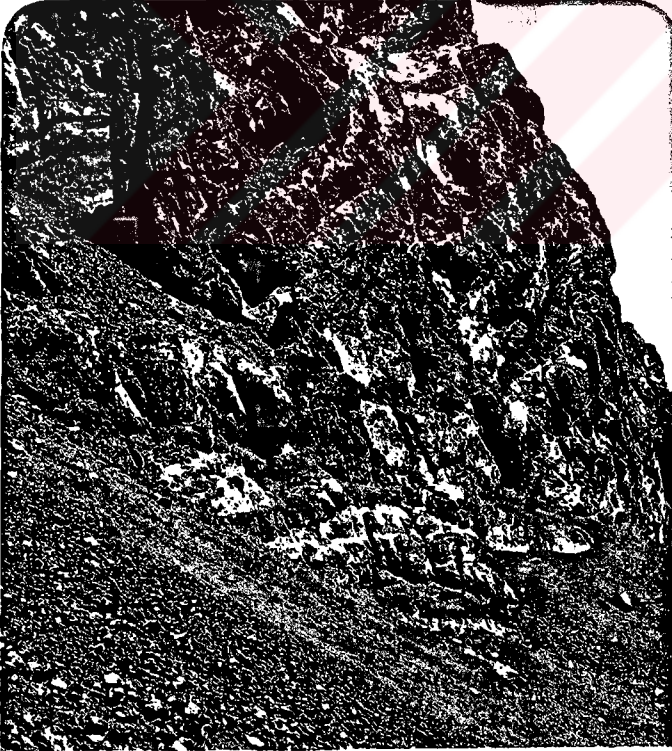
İnceleme alanı dışında Şebinkarahisar ilçesine bağlı Gözköy, Eskime ve Oynak yaylalarında birim içerisinde ve özellikle volkanik kayaların tabanında kumtaşı, kilitaşı ve tuf seviyeleri izlenmiştir. Kalınlığı yaklaşık 75 m. olan bu seviyeler kömür içermektedir (Güner, 1988).

Genelde ayrışmamış olan birim, tektonik ve soğuma nedeniyle kırıklı, çatlaklı yapı kazanmıştır. Bazaltlar ilçe merkezinin kuzeyindeki yüzeylenmelerde iyi gelişmiş sütun yapısı gösterirler.

Bazik volkanitlerden oluşan birimin üzerine Miyosen kireçtaşlarını üstleyen yine Miyosen yaşlı kilitaşı , kumtaşı,



Şekil 3.2. Sebinkarahisar ilçe merkezinin güneyinde bazalt ve bazaltik piroklastiklerinin yüzeylenmesi



Şekil 3.3. Bazalt ve bazaltik breşlerle ardalanmalı gelen tüfler (yer : Gutgut mahallesinin KD'su)

konglomera, marn ve kireçtaşı ardalannasından oluşan birim (Alacalı jipsli seri) gelmektedir. Birimin alt sınırı inceleme alanı içerisinde görülmemektedir. inceleme alanı dışında bazaltik lav ve piroklastikleri ile kömür içeren tortul volkanik kayalar, Nummulitli taban konglomerası üzerinde izlenmiştir (Güner,1988).Birim görünür kalınlığı 400 m. dir.

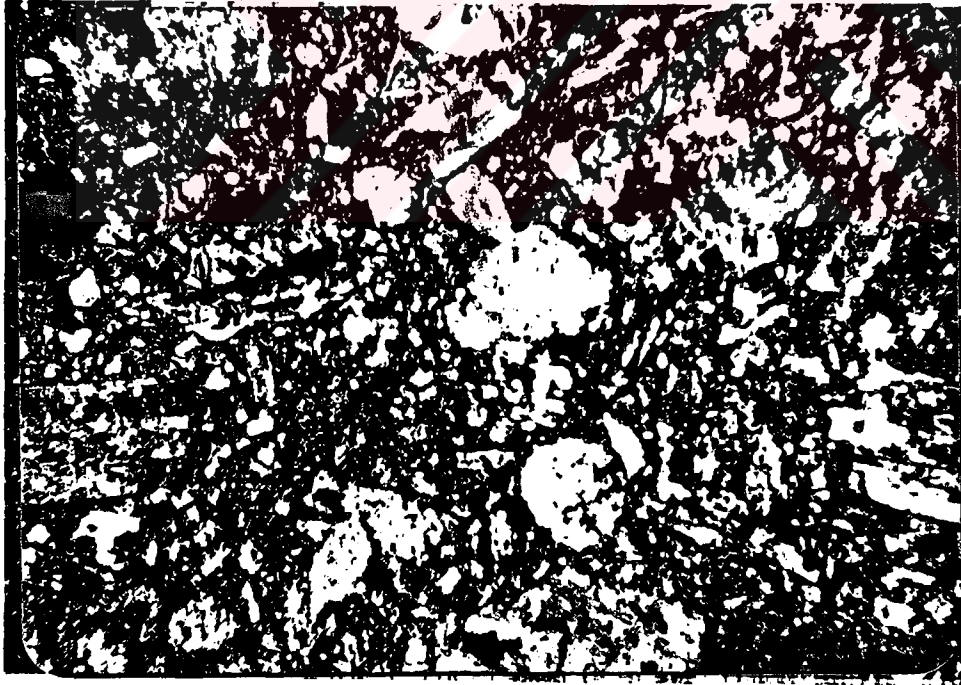
Birim içerisindeki bazaltlar tipik olarak Taş Mahallesinde yüzeylenmektedir. Lavlar çoğunlukla gri-siyah bazen gri , açık kırmızı, gri-yeşil renkte görülürler.

Petrografik incelemeler sonucunda lavların ojitli bazalt olduğu belirlenmiştir. Ojit kristalleri çıplak gözle ayırt edilebilmektedir. ince kesit örneklerinde bazaltların mikrolitik porfirik, bazen de hiyalomikrolitik porfirik dokuda oldukları, hamurun ise mikrolitlerden ve opak minerallerden oluştuğu görülmüştür.

Plajfoklas bazen.zonlanma gösteren fenokristaller ve mikrolitler halinde görülür. Zeolitleşme ve kalsitleşme gösteren plajfoklaslar labrador (An=65) bileşimindedir ve açık renkli minerallerin tamamını oluştururlar. Ojitler yarı özşekilli fenokristaller ve mikrolitler şeklinde gözlenir Ojitler kayacın % 20'sini oluştururlar. Kayaç içerisinde az miktarda bulunan olivin kristalleri kenarları boyunca ayrışmıştır. Zeolit alterasyon ürünü, bazende boşluk dolgusu olarak az miktarda bulunur. Opak mineraller saçınım halinde, çoğunlukla kare şeklinde, bazen şekilsiz olarak kayaç içerisinde % 5 oranında bulunur (şekil 3.4 ve 3.5).



Sekil 3.4. Bazalt ince kesiti (1:plajiyoklas, 2:ojit, 3:olivin, CN. yer:Taş mahallesi)

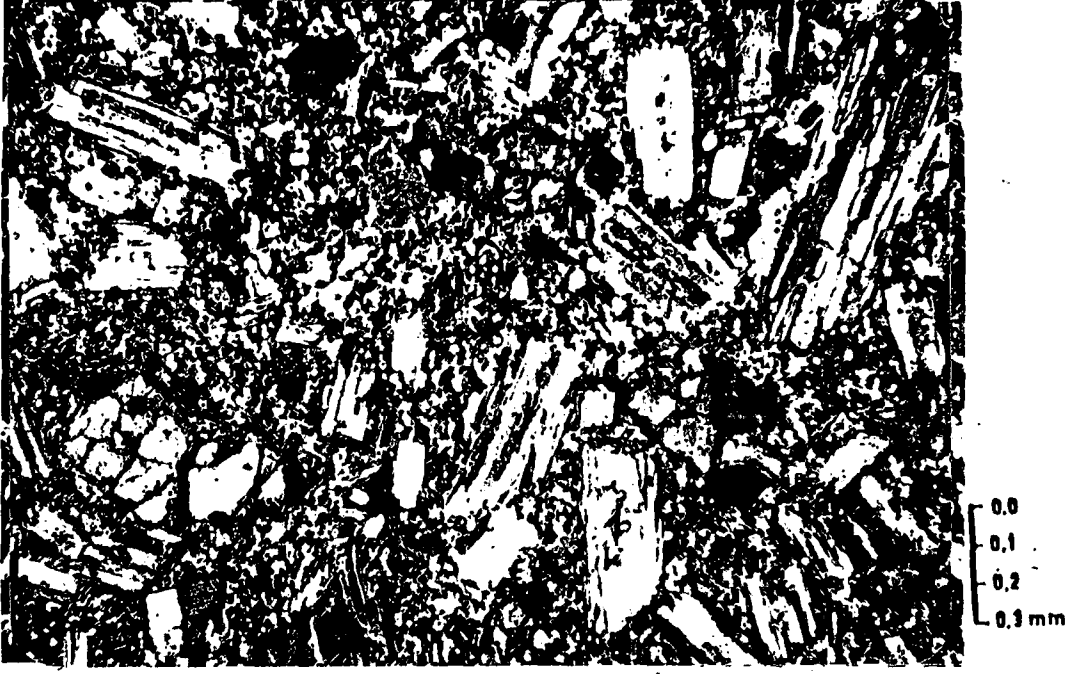


Sekil 3.5 Bazalt ince kesiti (1:plajiyoklas, 2:ojit, CN. yer: ilçe merkezinin kuzeyi)

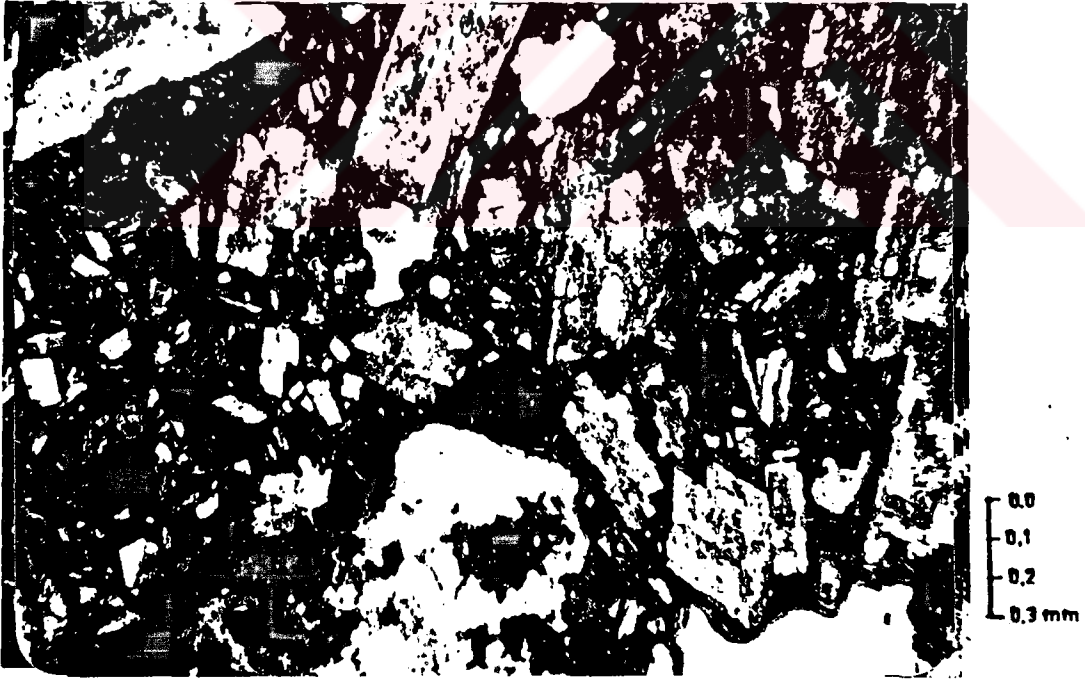
Volkanik breşlerin çakılları genellikle köşeli bazen yuvarlak şekillidir. Breş çakıllarının boyutları 3 ile 19 cm. arasında değişmekte, ortalama boyutları ise 12 cm. kadardır. Volkanik breş çakıllarının petrografik özellikleri bazalt lavları ile aynıdır ve bazen breş çakılları mikrogrönü doku gösterirler (Şekil 3.6).

Birim içerisindeki tüfler gri-siyah, gri-yeşil renkte görülürler. Petrografik incelemeler sonucunda bunların bazaltik litik-kristal tuf olduğu belirlenmiştir. İnce kesit örneklerinde tüflerin hyalomikrolitik porfirik doku gösteren bazaltik kayaç parçaları; plajyoklaz ve ojit kristalleri, zeolit ve opak mineraller gözlenmiştir. Kırılmış, parçalanmış plajyoklaz kristalleri albitleşme ve zeolitleşme gösterirler. Ojit kristalleri kırılmış, parçalanmış olup kloritleşme ve limonitleşme gösterirler. Opak mineraller çoğunlukla boşluk dolgusu ve ayrışma ürünü olarak şekilsiz, bazen kare şeklinde gözlenmişlerdir. Zeolit, klorit boşluk dolgusu, çatlak dolgusu ve ayrışma ürünü olarak gözlenmişlerdir (Şekil 3.7).

İnceleme alanı içerisinde birime yaş verebilmek için gerekli veriler elde edilememiştir. İnceleme alanı dışında bazalt lav ve piroklastiklerinden oluşan birim ve bu birimin tabanındaki kömürlü tortul volkanik kayalar, nummulit içeren taban konglomerası üzerine gelmektedir. Bazaltik volkanik kayalardan oluşan bu birim üzerinde Miyosen yaşlı alacalı seriler bulun maktadır. Bu nedenlerle birim için önceki çalışmalarda kabul edilen Eosen yaşı, çalışma alanımızdaki bazik volkanikler içinde uygun olacağı düşünülmüştür.



Şekil 3.6. Breş çakılı ince kesiti (1 : plajiyoklas, 2: ojit, 3: olivin, ÇN. yer: Taş mahallesi)



Şekil 3.7. Tuf ince kesiti (ÇN. yer: Gutgut mahallesi)

3.2.2. Alacalı jipsli seri (Konsalide kil, kıltaşı, kumtaşı, konglomera, marn ve kireçtaşı)

İnceleme alanının doğusunda ve güneyinde İkioglu, Biroglu, Kirkgöz, Kavak, Laz mahallelerinde, ilçe merkezinde Ortabahce, Gutgut ve Avutmuş mahallelerinde yayılım gösterirler (Ek 1). Tipik olarak Taş Mahallesi, Laz mahallesi ve inceleme alanının GB'sında Bayramköy yolunda yüzeylenir. (Şekil 3.8 ve 3.9).

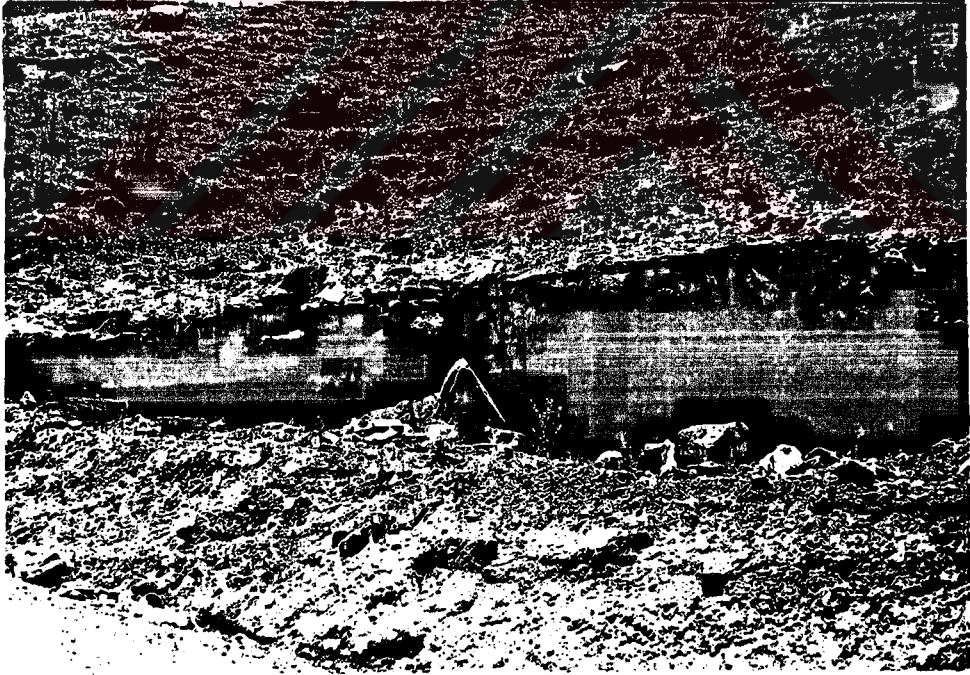
İnceleme alanında en geniş yayılıma sahip olan bu birim nadir olarak yüzeylenmektedir. Alacalı renkte olması ve jips içermesi nedeniyle literatürde Alacalı jipsli seri olarak adlandırılırlar. Kırmızımsı bordo, mor, kirli sarı ve yeşilimsi gri renklerin egemen olduğu alacalı bir görünüme sahip olduğundan arazide kolayca ayırtlanmaktadır. İyi tabakalanma gösteren birim jips, anhidrit ve kömür içermektedir. Jipsler kalınlığı 2 ile 10 cm. arasında değişen tabakalar, anhidritler ise büyüklükleri 3 ile 6 cm. arasında değişen taneler şeklindedirler.

Alacalı jipsli seri inceleme alanında Eosen yaşlı bazik volkanitler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birimin üzerinde ise, yer yer Miyosen kireçtaşları uyumlu olarak, bazende Pliyosen yaşlı konglomeralar uyumsuz olarak bulunmaktadır. Birimin kalınlığı yaklaşık 350 m. kadardır.

Alacalı jipsli seri konsolide kil, kıltaşı, gevşek ve iyi çimentolanmış, kumtaşı konglomera, marn ve kireçtaşlarının belli bir kural göstermeksizin aralanmalarından oluşur. İnceleme alanında çoğunlukla birimin en üst seviyesini sert, çatlaklı killer oluşturmaktadır. Killerin kalınlığı 1.5 ile



Sekil 3.8. Alacalı jipsli seriler (yer: Laz mahallesi)



Sekil 3.9. Alacalı jipsli serilerde konglomera kumtaşı, kireçtaşı ardalanması (Yer: Bayram köyü yolu)

15 m. arasında değişmektedir. Sert killer içerisinde mercerler ve kalınlığı bir kaç cm. den bir kaç dm. ye değişen tabakalar şeklinde gevşek çimentolu kumtaşları, gözlenmiştir.

Gevşek ve iyi çimentolanmış kumtaşları ve konglomeralar yeşilimsi gri ve kirli sarı renklerde görülürler. Kumtaşı örneklerinin ince kesitlerinin petrografik incelemeler sonucunda, kalsit çimentolu oldukları, kuvars, feldspat, piroksen ve opak mineraller içerdikleri belirlenmiştir. Konglomeraların çakılları çoğunlukla kuvarsitler ve volkanik kayalar parçalarından oluşmaktadır. Genellikle elipsoid ve yuvarlak şekilde olan çakılların boyutları 2 ile 30 mm. arasında değişmektedir. Konglomera ve kumtaşları düşey olarak birbirlerine geçişli olarak bulunurlar. Kumtaşı tabakalarının kalınlığı 20 ile 70 cm. arasında, konglomera tabakalarının kalınlığı ise 50 ile 120 cm. arasında değişmektedir.

Alaçalı jipsli seriler içindeki kireçtaşları, Laz mahallesinde ve inceleme alanının güneyinde Bayram köyü yolunda yüzeylenirler. Kireçtaşlarından alınan örneklerin mikroskopta incelenmesi sonucunda aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Bileşenler

Önkoid: Oval ve yuvarlak şekilli, ortalama 0.5 cm. boyutunda ve % 35-40 oranında bulunur.

Biyojen: Mavi-yeşil algler oldukça bol miktarda. Pelecypoda kavkı parçaları az miktarda bulunur.

Çimento: Sparit

Kayaç adı: Onkosparit (Folk, 1954),
Mudstone (Dunham, 1959)

Ortam: Orta enerjili, sıg gölsel

Yer: Laz mahallesi

Alacalı jipsli seri inceleme alanına yakın sahalarda da geniş yayılıma sahiptir. Stehepinsky, (1948) ve Erguvanlı (1950) Alacalı jipsli seriyi karasal Oligosen olarak haritalamışlardır. Nebert (1961) ise söz konusu birimin büyük bölümünü Miyosen ve Pliyosen' e dahil etmesine rağmen birimi Olgo?-Miyosen olarak haritalamıştır. Alacalı jipsli serilerden alınan kömür örneklerinin palinolojik analizleri Miyosen yaşını vermektedir (Üzsayar, 1974). Birimdeki kireçtaşlarından aldığımız örnekler dikenli, Elephidium türlerini anımsatan formlar görülmüştür. Önceki çalışmalar ve arazi gözlemlerimize göre, Alacalı jipsli serilerin Miyosen yaşlı olduğu kabul edilmiştir.

3.2.3. Kireçtaşı

Gümüşhane mahallesinin KD' sunda ve Avutmuş yolu kenarındaki Kavukcuoğlu pınarının 350 m. KD' sunda dar alanlarda yayılım gösterir (Ek 1).

Kireçtaşları gri, sarımsı gri renkte görülürler. Alt seviyeleri kırıklı ve parçalanmış yapıdadır. Kireçtaşları iyi tabakalanma göstermezler.

Kalınlığı 1.5 m. olan kireçtaşları Alacalı jipsli serilerin üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitleri mikroskop incelenmesi sonucunda aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Bileşenler

Biyojen: Mollusk kavkı parçaları, bol miktarda Ostracoda, ender olarak Rotalidae' den oluşan biyojenler kayaçta %30-35 oranında bulunur.

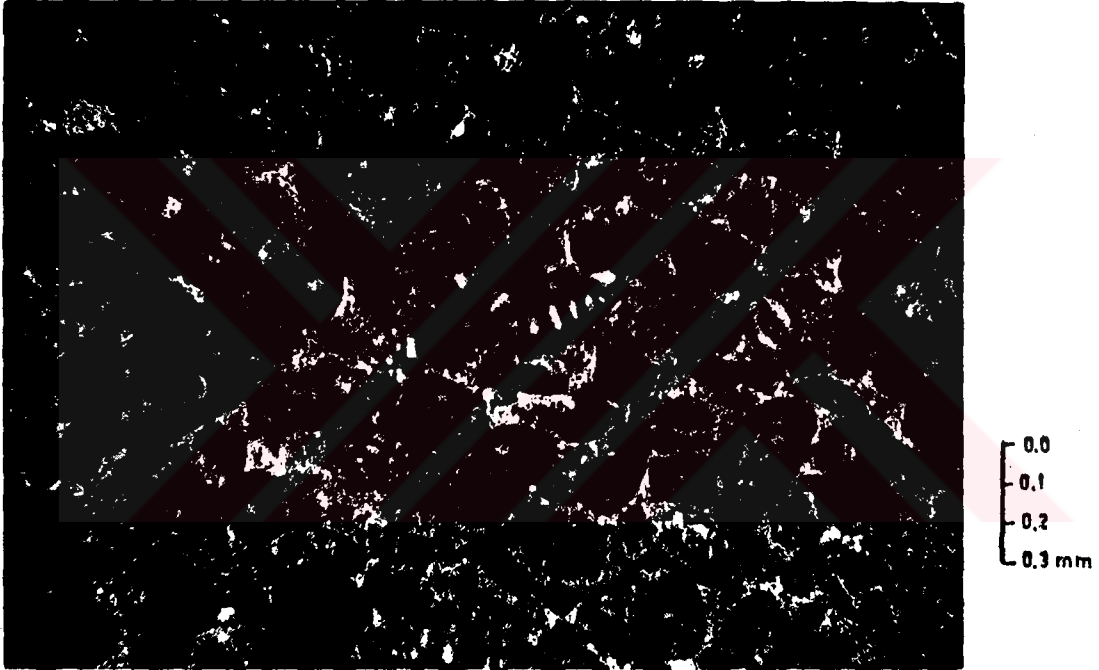
Intraklast: Yarı köşeli biyomikritik parçalar %3-5 oranında bulunur.

Çimento: mikrit

Kayaç adı: Biyomikrit (Folk, 1954), Wackestone (Dunham 1959)

Ortam: Düşük enerjili gel git altı

Yer: Gümüşhane mahallesinin KD' su (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. Biyomikrit (yer: Gümüşhane mahallesi KD'su)

İnceleme alanına komşu arazilerde Alaçalı jipsli seri üzerine uyumlu olarak gelen kireçtaşlarından alınan ince kesit örneklerin paleontolojik incelemeleri sonucunda; *Miyogypsina* sp., *Miyogypsina of globulina* sp., *Lepidocyelina* sp. ve *Miliolidae*, Ostracoda, Gastropoda ile echinid dikenli belirlenmiştir (Güner, 1988). Birime içerdığı fosiller dikkate alınarak Miyosen yaşı verilmiştir.

4.2.4. Konglomera

İnceleme alanının doğusunda Ortabahçe ile Müftü mahalleleri arasında dar bir şerit halinde ve inceleme alanının güneyinde Boztepe civarında yüzeyleir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Konglomeraların görünüşü (yer:Ortabahçe doğusu, Kemikli dere yamacında)

– Arazide açık kahve rengi, sarımsı gri renkte görülen konglomeralar, Alacalı jipsli serilerin az eğimli tabakaları üzerinde yataya yakın konumları ile uyumsuz olarak bulunurlar. Birimin kalınlığı 21 m. dir.

Konglomera iyi yuvarlanmış çakılların zayıf çimentolanması ile oluşmuştur. Gevşek ve zayıf çimentolu kumtaşı ara-katkılıdır. Birim içerisinde gevşek ve sıkı çimentolanmış konglomera ve kumtaşları birbiriyle yanıl ve düşey geçişlidir.

Konglomerayı oluşturan elemanlar yöre kayalarından türemiştir. Çakıllar çoğunlukla kireçtaşı, marn, kuvarsit, andezit ve bazalt bileşimindedir. Çakılların boyutları genellikle 3 ile 5 cm. arasında değişmekte, bazen 18 cm. ye kadar çıkabilmektedir.

Birimden alınan kireçtaşı çakıllarından yapılan ince kesitlerin mikroskopta incelenmesi sonucunda aşağıdaki özellikler belirlenmiştir.

Bileşenler

Biyojen: Pseudotextulariella sp., Pseudocyclanuna sp., Mayicina sp., Miliolisidae, Textularidae, Dasycladaceae, Ostracoda, Trachlauninaides sp. olarak kayada %25 oranında bulunmaktadır.

Intraklast: %30-35 oranında bulunur

Çimento: Sparit

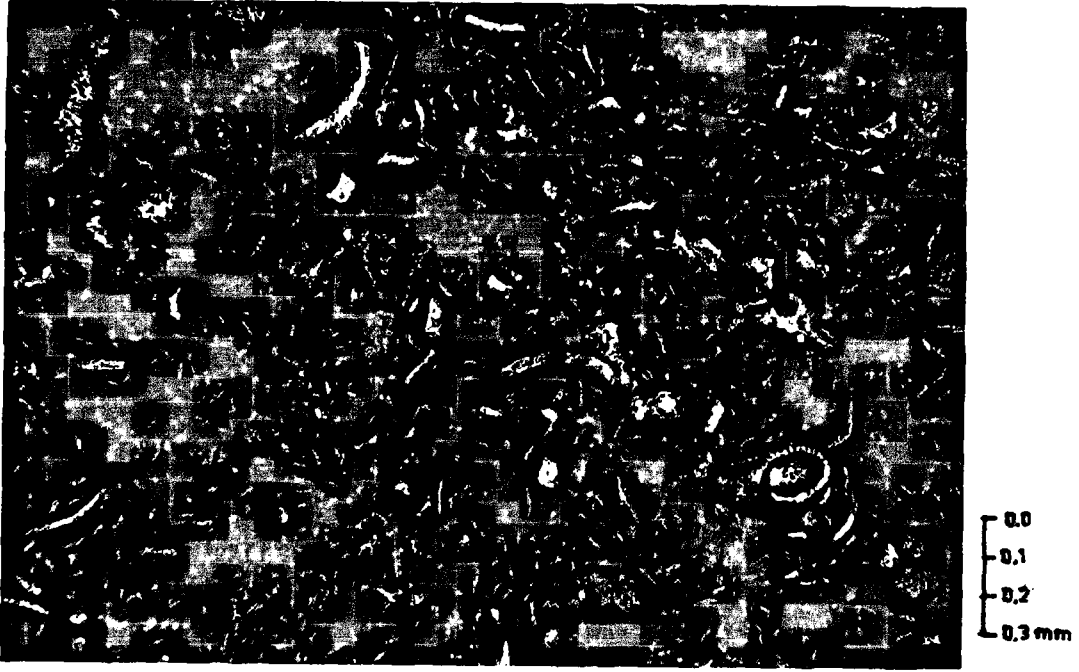
Kayaç adı: Biyointraspelit (Folk, 1954)

Packstone (Dunham, 1959)

Ortam: Sığ denizel

Çakılın yaşı: Alt Kretase (Şekil 3.12)

Konglomeraların yaşı hakkında kesin veriler elde edilememekle birlikte, yakın yörelerde benzer özellikteki konglomeralar için verilen Pliyosen yaşı çalışma alanımızdaki konglomeralar için de uygundur.



Sekil.3.12. Konglomera çakıllarında gözlenen fosiller

3.2.5. Yamaç Molozu ve Alüvyon

Yamaç molozu volkanik kayaların oluşturduğu yükseltilerin eteklerinde, Hacıkayası çevresinde, Tamzara deresinin doğusunda, inceleme alanının KB 'sında ve Kavak Mahallesi'nde dar bir şerit halinde yayılım gösterir. Bazalt lav ve piroklastiklerin parçalanması, ayrışması sonucu oluşan yamaç molozu kum, çakıl ve boyutları 3.5-4 m'ye erişen bloklardan oluşmuştur. Yamaç molozunun görünür kalınlığı 2 ile 12 m. arasında değişmektedir.

Alüvyon inceleme alanının doğusunda Avutmuş çayı yatağında görülür. Değişik boy ve bileşimdeki kum ile çakıllardan oluşan alüvyonun kalınlığı 6 ile 10 m. arasında değişmektedir.

3.3. YAPISAL JEOLOJİ

İnceleme alanı Türkiye'nin tektonik birliklerinden Doğu Pontidlerin güney zonunda yer alır. İnceleme alanındaki yapısal unsurlar tabakalar, çatlaklar ve faylardır.

3.3.1. Tabakalar

Çalışma sahasında yayılım gösteren Eosen yaşlı volkanikler içerisindeki tüfler, Miyosen yaşlı alacalı seriler ve kireçtaşı ile Pliyosen yaşlı konglomeralar tabakalanma göstermektedir.

Volkanikler içinde kalınlığı 10 ile 30 cm. arasında değişen tüf tabakalarının doğrultu ve eğimi oldukça değişkendir. Alacalı jipsli serilerde tabaka kalınlıkları 10 ile 150 cm arasında, doğrultuları K20 D-K45 D arasında değişmektedir. Eğim açıları ise 8 ile 22 derece arasındadır ve çoğunlukla GD 'ya doğru eğimlidir. Alacalı jipsli serilerle uyumlu olan kireçtaşlarının tabaka kalınlıklarını 30 ile 100 cm arasında değişmektedir. Pliyosen yaşlı konglomeralar Ortahçe Mahallesi doğrultusundaki yüzeylenmesi de K21 D doğrultusu ve 8 ile 12 GD eğimde bulunuyorken Boztepede ki yüzeylenmesinde doğrultuları K15B ve eğimi 8 ile 10 KD'dur.

3.3.2. Çatlaklar

Bazalt lav ve piroklastikleri soğuma ve tektonizma, Alacalı jipsli serilerdeki sert killer tektonizma ve özellikle erozyon (aşırı konsolidasyon) nedeniyle çatlaklı yapı kazanmışlardır.

Eosen yaşı bazalt lav ve piroklastiklerinden alınan 132 çatlak ölçüsü yardımıyla eşit alanlı projeksiyon ağı kullanılarak bilgisayara kontur diyagramı çizdirilmiştir (Şekil 3.13).

Kontur diyagramı incelendiğinde hakim çatlakların K45B ve sırasıyla 80 derece GB ile 79 derece GD' ya eğimli oldukları görülmektedir. Eosen yaşı , bazalt, bazaltik breş ve tüflerdeki çatlakların yaklaşık D-B dultusundaki basınç kuvveti ile oluştukları belirlenmiştir.

3.3.3. Faylar

İnceleme alanında KB-GD ile KD-GB doğrultularında faylar gelişmiştir. Bu faylar arazinin kapalı olmasından dolayı haritaya olasılı olarak işlenmiştir (Ek1).

F₁ fayı inceleme alanının doğusunda Avutmuş çayı boyunca uzanmakta olup düşey atımlı olduğu düşünülmektedir.

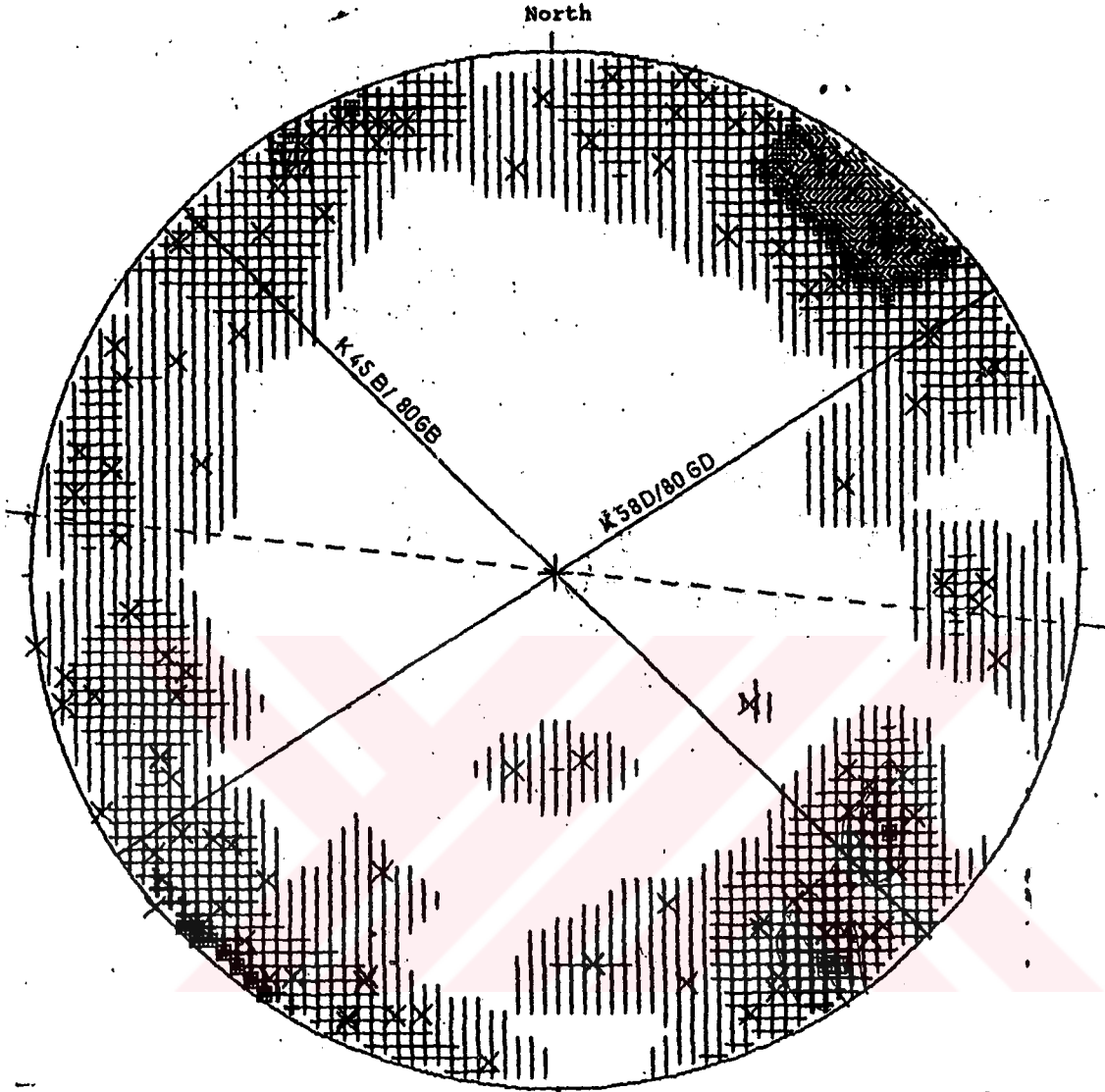
F₂ fayı Tamzara deresi boyunca uzanmaktadır.

F₃ fayı inceleme alanının KD 'ında çoğu yerde Eosen yaşı volkanikler içerisinde bazen bu volkanitler ile Alacalı seriler içerisinde izlenir. F₁ fayı egim atımlı olup doğrultusu K27D, egim açısı 55 derecedir.

F₄,F₅,F₇ fayları inceleme alanının KB 'ında yer alırlar Düşey atımlı bu fayların doğrultuları K10D 'dur.

F₆ fayı inceleme alanının KB 'ında volkanikler içerisinde gözlenmiştir. Düşey atımlı F₆ fayının doğrultusu K70B 'dır.

F₈ ve F₉ fayları Pliyosen konglomeralarını sınırlarlar



LEGEND (for first 9 intervals)

□	1- 1	▨	6- 6
▤	2- 2	▩	7- 7
▥	3- 3	▪	8- 8
▦	4- 4	▫	9- 9
▧	5- 5		

132 Points

Contour Method: Schmidt (1925)
 Counting Area: 0.010
 Contour Interval: 1½ Points per 1½ Area
 Maximum Contour: 9

Sekil 3.13. Bazalt lav ve piroklastiklerinden alınan 132 çatlak ölçüsüne göre çizilmiş kontur diyagramı

3.4 Bölgenin Depremselligi

Şebinkarahisar Küzey Anadolu fay zonunun yaklaşık 100 km. kuzeyinde bulunmaktadır. Literatürde Suşehrinden Alucra' ya uzanan tali fayın Şebinkarahisardan geçtiği belirtilmektedir.

Şebinkarahisar II. derece deprem bölgesindedir. 28 Aralık 1939 da meydana gelen deprem Şebinkarahisarda 1451 kişinin ölümüne neden olmuştur.

3.5. Ekonomik Jeoloji

İnceleme alanında geniş yayılıma sahip Miyosen yaşlı, Alacalı jipsli seriler, jips, anhidrit ve kömür içermektedir. Genellikle 2-10 cm kalınlığına sahip, devamı fazla olmayan, tabakalar ve mercekler şeklinde gözlenen jips oluşukları rezervlerinin az olması nedeniyle ekonomik değildir.

Kömürler inceleme alanının güneyinde. Kemikli deresi yamacında 1-2 cm kalınlığında ince damarcıklar şeklinde görülmüştür ve ekonomik değere sahip değildir.

Şebinkarahisar Belediyesi, Alacalı jipsli serilerin kilitlerini, tuğla-seramik sanayide kullanabilirliği açısından araştırmıştır. Laz mahallesinden alınan 5 kil örnek üzerinde Belediyece yaptırılan test sonuçları aşağıda verilmiştir:

Toprağın rengi.....	Açık kahverengi
3 mm'den iri taneler.....	% 0.4-3
0.2 mm'den iri taneler....	% 2-6
İri tanelerin cinsi.....	Volkanik kayaç, organik madde
CaCO ₃	% 25-34

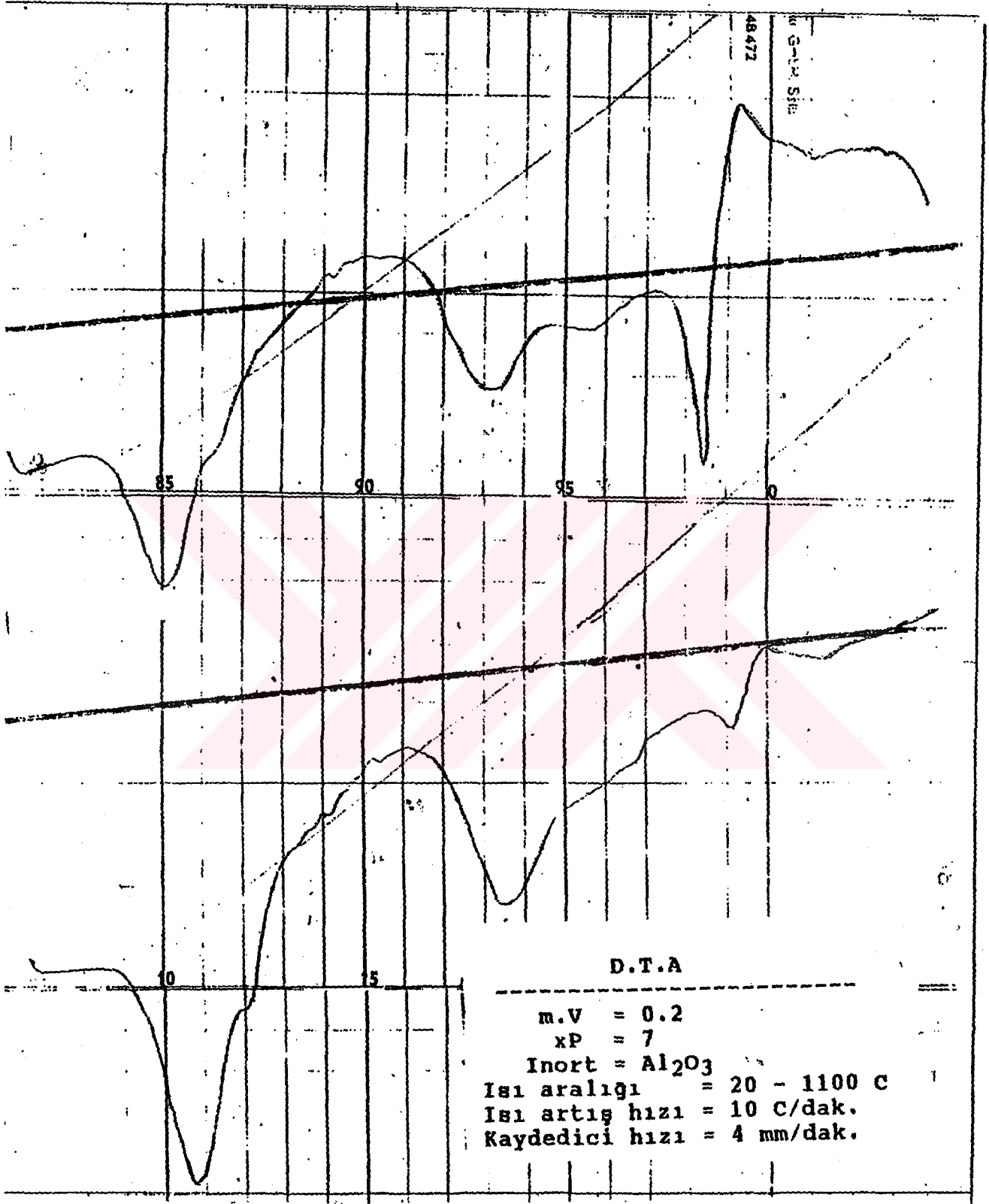
Plastiklik suyu..... % 29
Topragın plastikligi..... Çok
Kalıplanma yeteneği..... Normal
Kuruma küçülmesi..... % 9.01-11.5
Kuruma durumu..... İki örnek normal.
diğerlerinde çatlamlar var.

Pişme durumu:

Pişme derecesi	Renk	Sertlik	Toplam küçülme	Su emme (%)
800	kremmide	3	9.5-11.7	11-15
900	kremmide	3.3	10.8-11.7	12-15
1000	kremmide	3.3	11.5	11.4-14
1100	kremmide	-	-	-

Testler sonucunda killeler daha az plastik ve karbonatsız toprakla karıştırılarak tuğla-seramik imalinde kullanılabilir oldukları belirtilmiştir.

Alacalı jipsli serilerin bordo renkli, çatlaklı kilerinden alınan 5 örnek üzerinde D.T.A analizleri yapılarak bu kilerin illit oldukları belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Sekil 3.14. Alıcalı jipsli serilerin bordo renkli killlerinin D.T.A. analizi sonuçları.

BÖLÜM 4. ŞEBİNKARAHİSAR VE ÇEVRESİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

4.1. GİRİŞ

Kitle hareketleri, taşıyıcı etkisi (rüzgar, buzul, su) olmaksızın yeryüzünün yamaç dışına ve aşağıya doğru hareket etmesi, şekil ve yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Erguvanlı, 1982).

Kitle hareketleri büyüklüğü, tipi, hızı ve meydana geldiği yere bağlı olarak ekonomik ve sosyal öneme sahiptir. Şebinkarahisar ve çevresinde aktif ve potansiyel kitle hareketleri yerleşim alanlarını tehdit etmekte, alt yapıları (kanalizasyon ve su şebekesini), binaları, yolları tamamen veya kısmen kullanılamaz hale getirmektedir.

İnceleme alanında kitle hareketleri, bazik volkaniklerin ve özellikle Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda meydana gelmektedir.

4.2. Kitle Hareketlerinin Sınıflandırılması

Doğada önem ve oluşum bakımından çok yönlü, çok boyutlu ve karmaşık yapıda görülen kitle hareketleri Heim (1882), Sharpe (1938), Terzaghi (1923-1959), Zaruba-Mencel (1969), Pacer-Ryhar (1972) ve Varnes (1978) gibi araştırmacılar tarafından sınıflandırılmışlardır. Araştırmacılar kitle hareketlerini sınıflandırırken kitleye ve harekete ait özellikleri parametre olarak kullanmışlardır. Bu özellikler ;

- Hareketin türü, miktarı ve hızı,
 - Hareket eden malzemenin türü, dizilişi, yaşı,
 - Hareket eden kitlenin şekli,
 - Hareket edenle alttaki temel arasındaki ilişki,
 - Hareketin nedenleri,
 - Kohezyon ve içsel sürtünme karakteristikleri
- dir.

Çalışmamızda Çizelge 4.1 de verilen genel sınıflandırma esas alınmıştır.

Hareket Türü		Kayma yüzeyi	KİTLE TÜRÜ		
			Kayaçlar	Zeminler	
				İri taneli	İnce taneli
DÜŞME		Yok	Kaya düşmesi	Moloz düşmesi	Toprak düşmesi
AKMA	Yavaş	Yok	Kaya kripi	Moloz kripi	Toprak kripi
	Hızlı		Çok parçalı kayac akması	Moloz akması	Toprak akması
KAYMA	Düzensel	Var	kaya, kaya kaması kayması	Yanal genişleyerek (yayıma) kayma	
	Dünel (Dairesel)		sık çatlaklı kayada heyelan	Değişik türde zemin heyelanları	
DEVİRİME		Yok	kaya devrilmesi	Zayıf cimentolu zeminlerde devrilme	
KARMAŞIK		Yok ya da var	Hareket türü ve malzeme karışık		
ÇÜRME VE OTURMA		Yok	kaya çökmesi	Zemin oturma ve çökmeleri	

Çizelge 4.1. Kitle hareketlerinin genel sınıflandırılması (Tarhan, F. 1989)

Skempton ve Hudchinson (1969) kil yamaçlarda gelişen hareketleri sınıflandırırken morfolojik özellikleri (hareketin derinliği, hareket eden yamacın genişliği ve uzunluğunu) parametre olarak kullanmışlardır (Şekil 4.1).

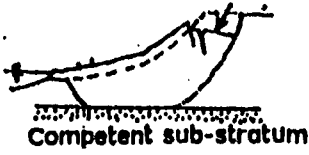


ROTATIONAL SLIDES (SLIP, SLUMP) (Dönel kayma)



dairesel yüzeysel dairesel olmayan

COMPOUND SLIDE (BİRLEŞİK KAYMA)



TRANSLATIONAL (DUZLEMSSEL KAYMA)

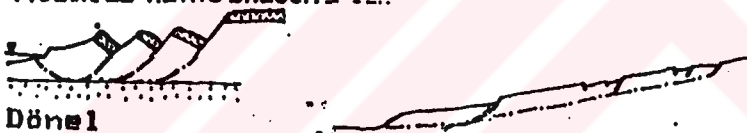


Blok kayması Dilim şeklinde kayma

FLOW (AKMA)

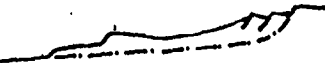


MULTIPLE RETROGRESSIVE SLIDES (ÇOKLU GERİLEYEN KAYMA)



Dönel İstelenme (DUZLEMSSEL)

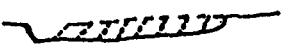
SLUMP-EARTHFLOW



YAMAÇ MOLOZLARINDA AKMA



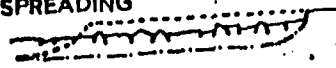
BOTTLE-NECK SLIDES



SUCCESSIVE SLIPS



LATERAL SPREADING



Sekil 4.1. Kil yamaçlarda gelişen kitle hareketleri , basit ve bileşik kayma yüzeyli heyelanlar

İnceleme alanında kitle hareketleri etki ve miktar bakımından daha çok , Miyosen yaşlı Alacalı jipsli serilerde meydana gelmiştir. Geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerin sert, çatlaklı killeri ile ayrıışmış kil ve kumtaşlarında gelişen kitle hareketlerinin çoğunda bir veya birden fazla kayma yüzeyi görülürken, hareket bazen akma şeklinde gelişmiştir.

İnceleme alanında Alacalı jipsli serilerde gelişen kitle hareketlerin şekli ve derinliği, ayrışma ve özellikle sözkonusu serilerin tabakalı yapısı tarafından belirlenmiştir. Heyelanların kayma yüzeyi, çoğunlukla düzlem , bazen düzleme yakın eğriler (genel kayma yüzeyi) şeklindedir.

İnceleme alanındaki kitle hareketleri etkiledikleri alan bakımından büyük olanlar, genel sınıflamada "yanal yayılma " , Skempton-Hutchinson (1969) sınıflamasına göre "çoklu düzlemsel kayma (Multiple translational slide) " sınıflarında yer almaktadır. Dilimler halinde düzlemsel kaymalar (Translational slab slide) ve yüzeysel dönel kaymalar (Rotational shallow slide) daha küçük alanlarda gelişmişlerdir.

Eosen yaşlı bazalt ve piroklastiklerinin oluşturduğu yamaçlarda kaya kayması, devrilme ve daha çok kaya düşmesi meydana gelmektedir.

Kitle hareketleri hızlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Ünalp, 1982).

H I Z	S I N I F I
> 0.3 m/dak.	Çok hızlı
0.3 m/dak.- 1.5 m/gün	Hızlı
1.5 m/gün - 1.5 m/ay	Orta hızlı
1.5 m/ay - 6 cm/yıl	Yavaş hızlı

Sınıflandırmada üst sınırı kaya düşmesi ve hareket miktarı büyük akma ile kaymalar, alt sınırı ise ana kayada sünme oluşturmaktadır.

Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda denge kaybı giderek kırılma mekanizması ile uzun sürede meydana gelmekte, bol yağışların ve karların erimesiyle artan su basınçları tetikleme yaparak yamaç hızlı veya orta hızlarda aşağıya doğru hareket etmektedir. Kaya yamaçlarda hareketler hızlı ve çok hızlı oluşmaktadır.

4.3 Kitle Hareketlerini İnceleme Yöntem ve İlkeleri

4.3.1. Kitle Hareketlerini Araştırmadaki Amaç ve Yöntemler.

Heyelanların daha geniş anlamda kitle hareketlerini araştırma ilke ve yöntemlerini incelemeye izlenecek yol ve aşamalar Şekil 4.2 de özetlenmiştir.

Şebinkarahisar ve yakın çevresindeki kitle hareketlerini incelemedeki amaç aktif ve olası kitle hareketlerini

belirlemek, heyelan alanlarının tekrar kullanılabilir hale gelmesini sağlamak için gerekli verileri elde etmek ve çözümleri bulmaktır.

Literatür araştırması, arazi çalışması, ölçü, gözlem ve laboratuvar deneyleri yapılarak kitle hareketlerinin türü ve derinliği, yerüstü ve yeraltı su durumu, hareket eden kitlenin boyutları, şekli, hareket miktarı ve nedenleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

1988 yılının Ağustos, 1989 yılının Haziran ve Temmuz aylarında arazide yaptığımız çalışmalarda inceleme alanının 1/10000 ölçekli jeoloji harita ve kesitleri, 1/2000 ölçekli Sebinkarahisar ilçe merkezi arazi kullanım ve jeoloji haritası ile 6 heyelanın krokisi çıkarılmıştır. Plançete ile 1/1000 ölçeğinde çıkarılan krokilerde arazide gözlenen tüm veriler (çatlaklar, çökmeler, heyelan aynaları, kaynaklar, su birikintileri ve heyelanın sınırları v.b) gösterilmiştir.

Heyelan kroki ve kesitlerinden heyelanın tipi, şekli, boyutları ve yapıldıkları tarihteki durumları hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir.

4.3.2. Çalışma Alanındaki Kayaçların Jeomekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Sebinkarahisar ve yakın çevresinde kitle hareketleri geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerde (heyelan ve akma gibi zemin hareketleri şeklinde) ve bazalt ve piroklastiklerinde (kaya kaymaları, devrilme ve daha çok kaya düşmeleri şeklinde) gelişmiştir.

Heyelanların meydana geldiği Alacalı jipsli serilerde ayrıışmış killer ve kumtaşları ile sert çatlaklı kilerin mühendislik özelliklerini belirlemek için heyelanların esas ayna ve yan şevlerinde, 2-4.5 m derinlikte açılan çukurlardan, örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmıştır. örselenmemiş örneklerin alınmasında 38 mm çaplı örnek tüpleri kullanılmıştır. Ayrıca 15 cm çap ve yükseklikte 5 adet örnek alınmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Örselenmemiş zemin örneklerinin alınışı.

Örnek tüplerinin açık olan kısımları, örneklerin alındığı anda parafinlenmiştir. Alınan örnekler üzerinde, laboratuvar- da "TS.1972 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri" esasla- rı çerçevesinde yapılan deneylerle B (birim hacim ağırlık), w (doğal su içeriği), G (özgül ağırlık), LL (likit limit), PL (plastik limit) ve dane boyları saptanmıştır. Serbest basınç ve konsolidasyonlu dirençli kesme kutusu deney- leriyle killerin direnç parametreleri (kohezyon c, içsel sürtünme açısı θ) saptanmıştır.

Bazaltların fiziksel, mekanik ve elastik özelliklerini belirlemek için araziden getirilen bloklardan 26 adet karot örneği alınmıştır. Karotların çapı 31 ve 38 mm. boy/çap oranı 2 ile 2.5 olarak seçilmiştir.

4.3.2.1 Alacalı jipsli serilerin jeomekanik özellikleri

4.3.2.1.1. Jeolojik özellikleri

Konsolide kil, kiltaş, kumtaş, konglomera, marn ve kireçtaş aralanmasından oluşan, jips, anhidrit, kömür içeren Alacalı jipsli serilerin jeolojik özellikleri Bölüm 3.2.2 'de ayrıntılı anlatılmıştır.

4.3.2.1.2. Elek Analizi

Zeminin mühendislik özellikleri tanelerin büyüklüğünden ve ince malzeme oranından önemli ölçüde etkilenmektedir. Killerin içerdiği çakıl, kum, silt oranı arttıkça içsel sürtünme açısında artmaktadır. Zeminlerin sınıflandırılmasında en çok kullanılan parametrelerden biri tane büyüklüğüdür. Alacalı jipsli serilerin killi seviyelerinden değişik 5 ayrı yerden alınan 5 kg'lık örnekler üzerinde elek analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.2). Elek analizleri sonucunda heyelanların meydana geldiği malzemenin %2.2 si ince çakıl, %2.3 iri kum, %10.3 orta kum, %36.2 ince kum ve %50 silt+kil'den oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).

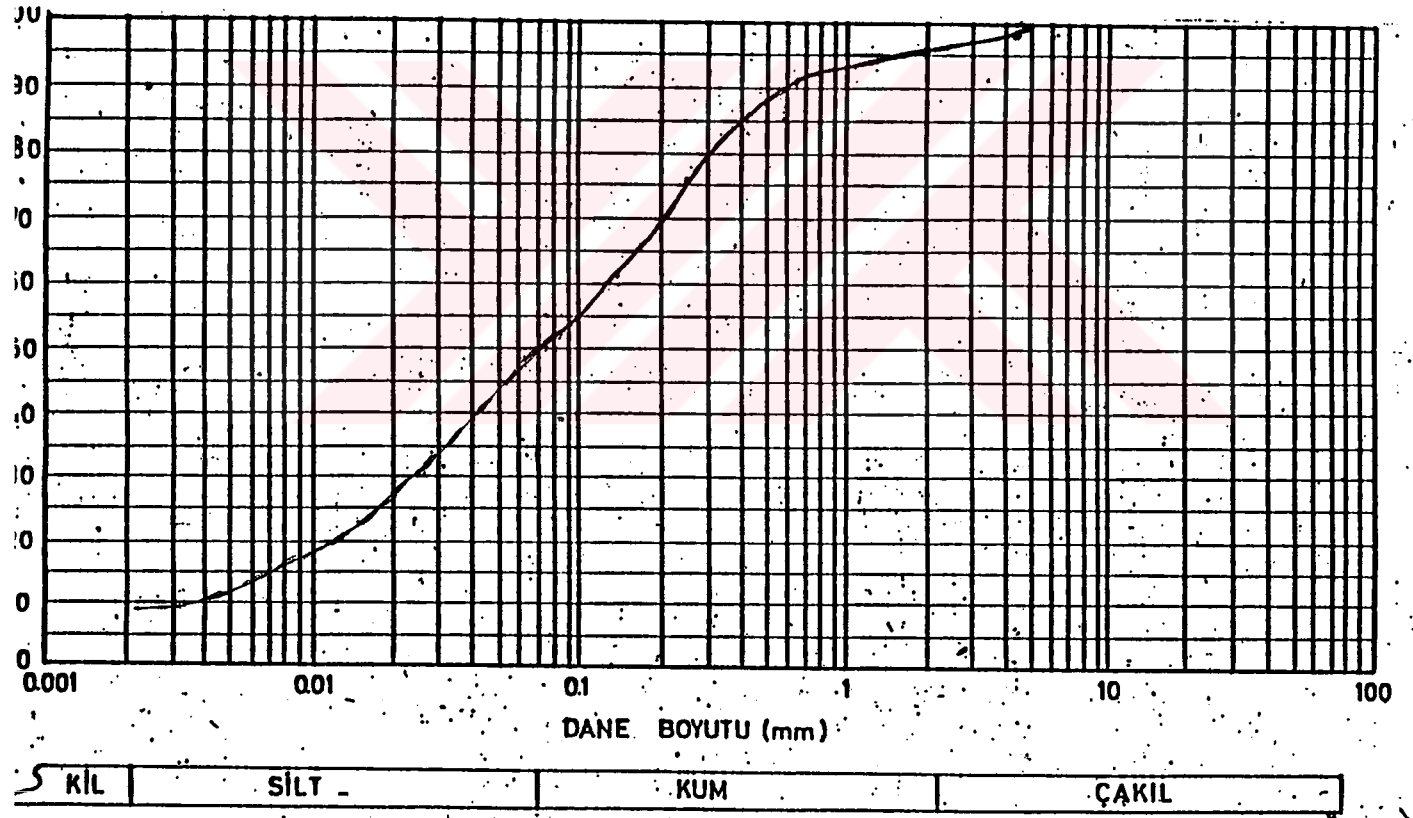
4.3.2.1.3. Kıvam Limitleri

Atterberg (1911) tarafından tanımlanan kıvam limitleri ince taneli bir zeminin su içeriğine bağlı olarak dört durumdan herhangi birisinde var olabileceği kavramına dayanır.

Kıvam limitleri ince daneli zeminlerin sınıflandırılmasında en çok kullanılan parametredir. Kıvam limitlerinin bilinmesi ile zeminin diğer özellikleri hakkında bilgi edinebiliriz. (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2 Heyelanların meydana geldiği malzemenin elek analiz deneyleri sonuçları

Elek No	Elekte kalan(gr)	Kalan %	Toplam kalan %	Toplam geçen %
4	6.12	1.22	1.20	98.80
10	11.15	2.23	3.45	96.55
25	26.50	5.30	8.75	91.25
40	24.85	4.97	13.72	86.25
60	53.40	10.68	24.40	75.60
100	76.45	15.29	36.69	60.31
200	51.15	10.23	49.92	50.08



Şekil 4.4 Elek analizi deney sonuçları

Çizelge 4.3. Zemin özelliklerinin kıvam limitleriyle ilişkisi

Özellikler	Aynı likit limitte olup plastsite indisi yükselen zeminlerde	Plastisite indisi aynı likit limiti yükselen zeminler
Sıkışabilme Yeteneği	Yaklaşık aynı	Artar
Geçirgenlik	Azalır	Artar
Hacim değişim hızı	Azalır	Artar
Kuru direnç	Artar	Azalır
Plastik limite yakın sertlik	Artar	Azalır

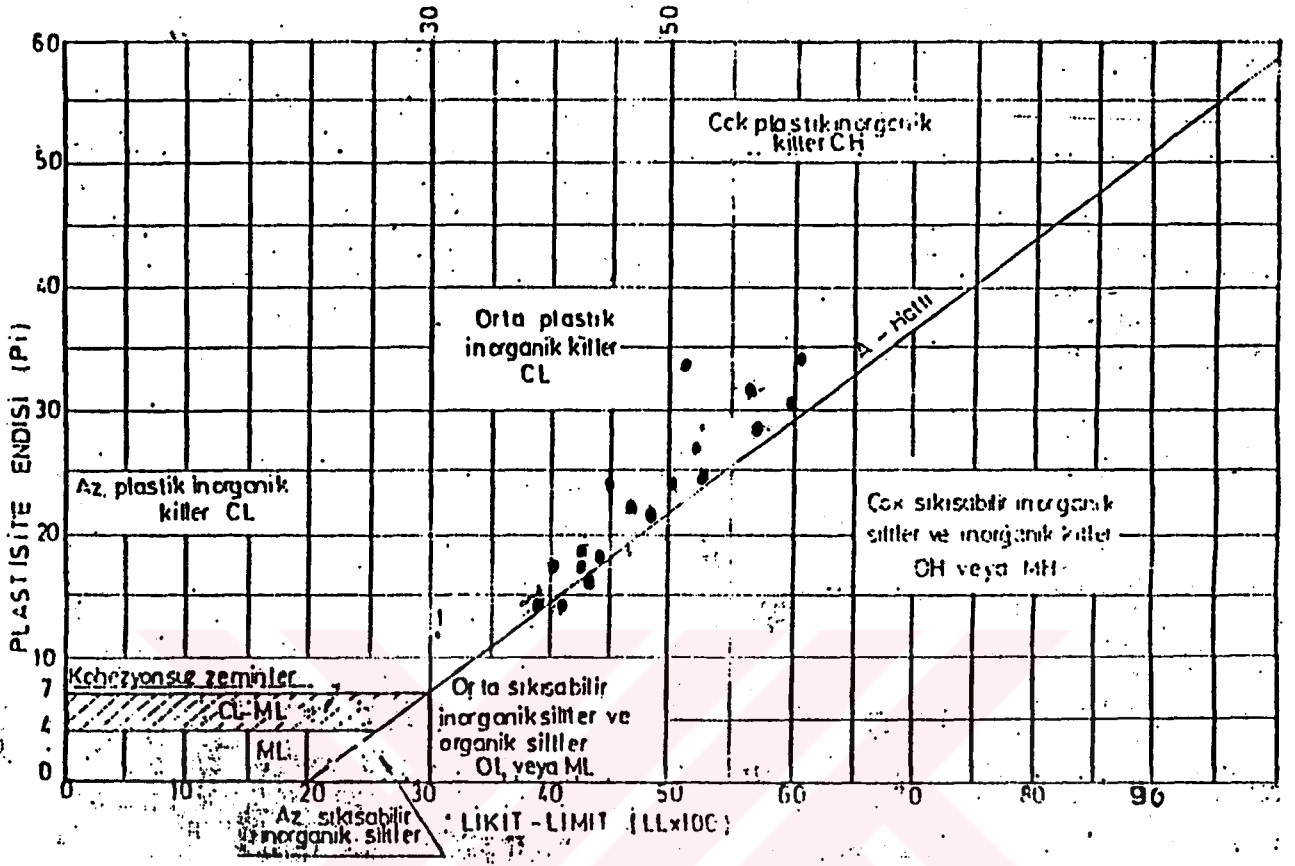
Alacalı jipsli serinin killi seviyelerinden alınan 21 örselenmiş örnek üzerinde yapılan likit limit ve plastik limit deney sonuçları Çizelge 4.4 de özetlenmiştir.

LL ve PI değerleri Casagrende plastisite kartında işaretlenmiş ve sert killerin CH ve CL sınıfında oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.5). LL ile PI arasında aşağıdaki doğrusal bağıntı vardır.

$$PI = 0.88 \times (LL - 21.48) \quad \text{Korelasyon katsayısı } r=0.92$$

Çizelge 4.4 Killerin kıvam limitleri

Özellik	örnek sayısı	Değişim aralığı		Ortalama	Standart Sapma
		En az	En çok		
LL (%)	21	61.5	39.0	48.0	6.8
PL (%)	21	29.5	21.4	24.7	2.0
PI (%)	21	37	15.5	23.3	6.2



Sekil 4.5 Killerin Casagrande kartında gösterilmesi

4.3.2.1.4. Fiziksel Özellikler.

Kayaçların mekanik özellikleri fiziksel özellikleriyle yakından ilgilidir. Ayrıca duraylılık analizlerinde zeminlerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışma alanında heyelanların meydana geldiği Alacalı jipsli serinin killi seviyelerinden alınan 28 örnek üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonuçları Çizelge 4.5 de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Killerin fiziksel özellikleri

Özellik	örnek sayısı	Değişim aralığı		Ortalama değer	Standart Sapma
		En az	En çok		
w (%)	32	13.90	30.90	23.80	6.10
Bn gr/cm ³	25	1.76	2.19	1.976	0.11
Bk gr/cm ³	25	1.40	1.87	1.60	0.15
G	6	2.723	2.767	2.748	0.019
n %	25	32.25	49.46	41.50	3.15

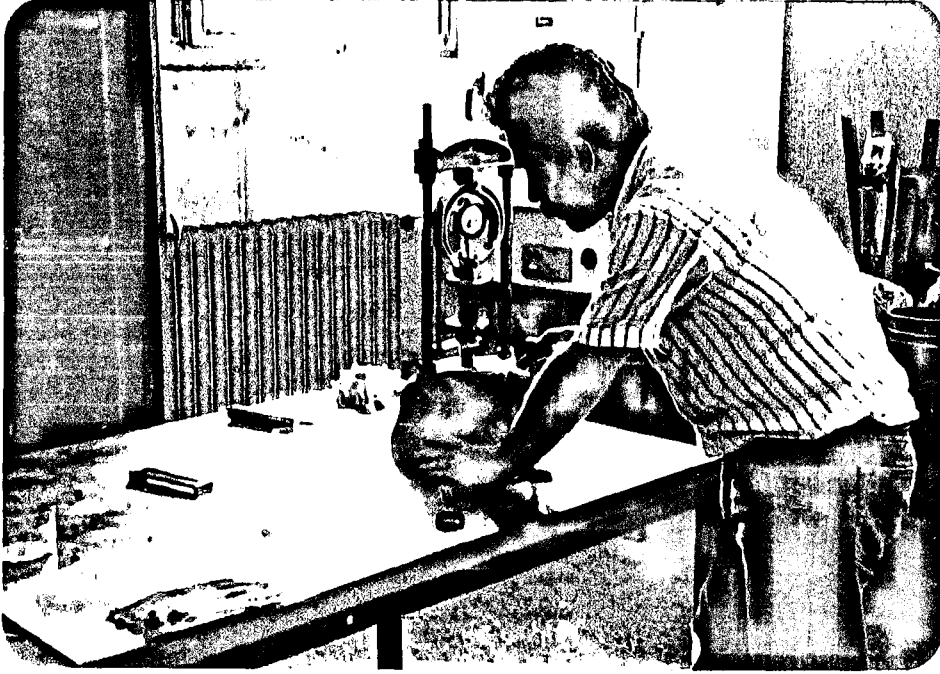
(Bn :doğal birim hacim ağırlık Bk:kuru birim hacim ağırlık n: prozite)

Fiziksel özelliklerin saptandığı killer, kuru olduklarında dirençleri oldukça yüksek olmasına rağmen, su ile temas ettiklerinde yumuşamakta ve dağılmaktadır. Killerin özlülük dirençleride (plastik limit yakınındaki kıvamı) yüksektir.

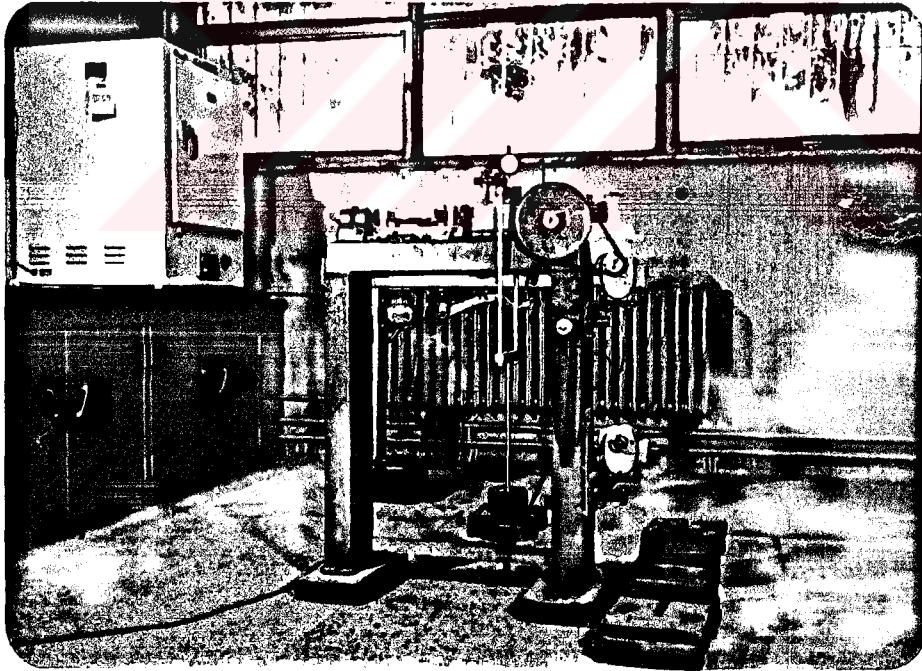
4.3.2.1.5. Kayma Direnci Parametreleri

Çatlaklı, fissürlü killer üzerinde yapılan tek eksenli basınç ve kesme kutusu deneylerinde örnek büyüklüğünün önemi bilinmektedir (Mirata, 1985 ve 1987). Büyük boyutlu örnekler daha çok süreksizlik kapsayacağından zemin kitlesini daha iyi temsil edecektir. Ancak işin hızı, ileri teknik gerektirmesi çatlak ve fissür aralığı alınabilecek örnek boyutlarını sınırlamaktadır. Çalıştığımız labaratuvarın araç ve gereç olanaklarının kısıtlılığı nedeniyle sert killerin direnç parametreleri yeteri kadar büyük örnekler yerine standart örnekler üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.6 ve 4.7).

Alacalı jipsli serinin sert, çatlaklı killlerinden alınan 32 adet tüp örnek üzerinde yapılan serbest basınç deneyleri Çizelge 4.6. de özetlenmiştir.



Sekil 4.6. Zemin örneklerinde serbest basınç deneyi



Sekil 4.7. Zemin örneklerinde kesme kutusu deneyi

Killerin konsolidasyonsuz ve drenaajsız koşullardaki kohezyonu $C_u = \sigma/2$ f6rm6l6nden bulunmuştur. (σ : basınc direnci)

Çizelge 4.6. Killerin serbest basınc direnci ve kohezyon değerleri

Özellik	örnek sayısı	Değişim aralığı		Ortalama değer	Standart Sapma
		En az	En çok		
Basınc direnci (σ) kg/cm ²	28	0.652	1.788	1.21	0.28
Kohezyon C_u kg/cm ²	28	0.325	0.900	0.60	0.1

Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda denge kaybı uzun sürede olmaktadır (sünme ve giderek kırılma mekanizması). Yamaçların uzun sürede denge kaybının analizlerinin yapılabilmesi için direnc parametreleri konsolidasyonlu drenaajlı kesme kutusu deneyleriyle (effektif gerilme cinsinden) bulunmuştur. Aşırı yağışlardan sonra meydana gelen heyelanların analizlerini yapabilmemiz için direnc parametrelerinin konsolidasyonlu drenaajsız deneylerle (effektif gerilme cinsinden) bulmamız gerekiyordu. Ancak laboratuvarında konsolidasyonlu drenaajsız deneyleri gerçekleştirme araç, gereç olanadı bulunamamıştır.

Kesme kutusu deneyi deformasyon kontrollü makinada yapılmıştır. Zemin örnekleri halkaya yerleştirildikten sonra serbestce su almalarına izin verilmiş, sonra öngörölen normal gerilme altında konsolidasyona izin verilmiştir. Kesme hızı drenaaja izin verecek şekilde sečilmiřtir. Kullanılan normal gerilmeler 5, 10, 15 ton/m² dir. Konsolidasyonlu drenaajlı kesme kutusu deney sonuçları Çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kesme kutusu deney sonuçları

Özellik	örnek sayısı	Değişim aralığı		Ortalama değer
		En. az	En çok	
c' ton/m ²	5	1.150	2.700	2.40
φ' derece	5	15	22	18.0

Sert, çatlaklı killerden alınan örselenmemiş zemin örnekleri üzerinde düşen seviyeli permeabilite deneyi yapılmış, killerin geçirgenliği 2.74×10^{-5} cm/sn olarak bulunmuştur.

4.3.2.2 Bazalt ve piroklastiklerinin jeomekanik özellikleri

4.3.2.2.1. Jeolojik özellikleri

Bazalt , bazaltik breş ve tüflerinden oluşan ve morfolojik ve litolojik özellikleri ile arazide kolayca ayırtlanabilen bazik volkaniklerin jeolojik özellikleri Bölüm 3.2.1 de ayrıntılı anlatılmıştır.

4.3.2.2.2. Süreksizlik özellikleri

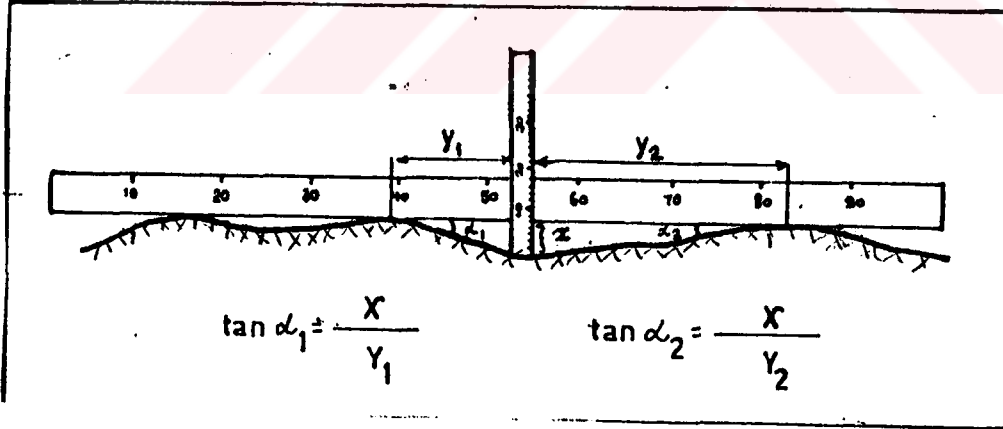
Bazalt lav ve piroklastiklerinde tektonizmaya bağlı olarak K40°-50° B ve K52°-65° D doğrultularında , iyi gelişmiş çatlak takımları gözlenmiştir.

Bazik volkaniklerdeki süreksizliklere ait gözlemler Çizelge 4.8.'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Bazalt ve pirokastiklerinin süreksizlik özellikleri

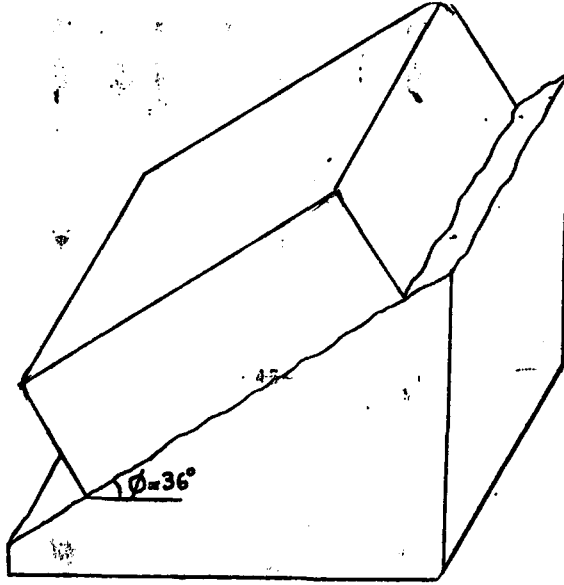
Süreksizlik özellikleri	Ölçüm sayısı	Değişim aralığı		Ortalama	Standart Sapma
		En az	En çok		
Ara uzaklığı(cm)	85	12	45	32	6.5
Açıklığı (cm)	85	0.2	3.0	0.4	0.1
Pürüzlülük açısı	40	3.3	7.2	4.4	0.8
İç.sürtünme açısı	5	32	38	36	-
R.Q.D (%)	23	80	95	90	-

Çatlak yüzeylerinde küçük girinti ve çıkıntılarla (ikinci derece pürüzlülük) beraber, boyları 60 ile 200 cm arasında değişen dalgalanmalar (birinci derece pürüzlülük) gözlenmiştir. Çatlak yüzeylerindeki bu dalgalanmanın ölçülmesi Şekil 4.8 de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Pürüzlülük açısının ölçülmesi

Üstüste konan bloklardan üsteki bloğun kendi ağırlığıyla kaydığı durumda süreksizlik düzleminin eğimi içsel sürtünme açısı olarak alınmıştır (Şekil 4.9).



Sekil 4.9. Süreksizliklerin içsel sürtünme açısının bulunması.

Süreksizlikler çoğunlukla silis ve kalsit dolgulu, açıklıkları nispeten büyük olanlar ise dolgusuzdur.

Bazaltik volkanitlerde RQD (kaya kalitesi) Priest ve Hudson (1976)'ın önerdiği ;

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

bağıntısıyla bulunmuştur. (λ : 1m deki ortalama çatlak sayısı)

Bazalt ve piroklastikleri çatlak ara uzaklığına göre "Orta çatlaklı kaya ", R.Q.D 'ye göre "çok iyi kaliteli kaya" sınıfında yer almaktadır.

4.3.2.2.3. Fiziko-mekanik Özellikler

Fiziksel özelliklerin belirlenmesinde "Doğal Yapı taşları Muayene Deney Esasları TS.699, Mart, 1976", serbest basınç direncinin belirlenmesinde "Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanım Esasları, 1975" esas alınmıştır.

Bazaltların fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 4.9. da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bazaltların fiziko-mekanik özellikleri

Özellik	örnek sayısı	Değişim aralığı		Ortalama	Standart Sapma
		En az	En çok		
Bd (gr/cm ³)	26	2.72	2.86	2.76	0.02
Bk (gr/cm ³)	26	2.70	2.83	2.73	0.02
Özgül ağırlık	3	-	-	2.88	-
Prozite n (%)	26	1.74	6.25	5.27	0.81
Ağırlıkça su emme%	26	0.32	1.60	0.50	0.09
Hacimce emme (%)	26	0.91	4.60	1.39	0.31
σ (kg/cm ²)	8	1975	2178	2080	-
σ_{ζ} (kg/cm ²)	6	179	238	206	-
C (ton/m ²)	12	-	-	290	-
θ (derece)	-	-	-	43	-

(Bd :doygun birim hacim ağırlık σ_{ζ} : çekme direnci)

Test edilen örneklerin basınç direnci üzerinde (çevre ve kaya parametreleri ile birlikte),

- 1- makine- örnek etkileşimi,
- 2-yükleme plakaları ile örnek uç yüzeyleri arasındaki sürtünme,
- 3-örnek geometrisi (örnek şekli, boy/çap oranı, örnek büyüklüğü) ve
- 4-yükleme oranı etkili olmaktadır (Lama ve diğ.,1974)

Serbest basınç deneylerinde Karotlar oynar başlıklı preste kırılmıştır. Deneylerde yükleme hızı 175 kg/cm²/dak olarak uygulanmıştır.

Araştırmacılar örneklerin boy/çap oranının basınç direnci üzerindeki etkisini araştırarak değişik düzeltme faktörleri önermişlerdir.

A.S.T.M doğal yapıtaşları için boy/çap oranının 2 > ve > 0.333 olduğu durumlarda aşağıdaki düzeltme faktörünü önermektedir.

$$\sigma_{c1} = \frac{\sigma}{0.778 + 0.222 \times (L/D)}$$

L/D : test edilen örneğin boy/çap oranı
 σ : deney sonucunda bulunan basınç direnci
 σ_{c1} : L/D=1 için düzeltilmiş basınç direnci
Prodotyakonov (1969) L/D = 2 için yukardakine benzer düzeltme faktörü önermiştir.

$$\sigma_{c2} = \frac{8 \times \sigma}{7 + 2 \times (D/L)}$$

σ : deney sonucunda bulunan basınç direnci
 σ_{c2} : L/D=2 için düzeltilmiş basınç direnci

Serbest basınç deneyleri çapı 38 mm. boy/çap oranı 2.5 olan karotlar üzerinde yapılmıştır. Araştırmamızda serbest basınç deneylerinde boy/çap oranının 2.5 alınmadığı örnekler için aşağıda verilen düzeltme faktörünün uygun görülmüştür.

$$\sigma_{c2.5} = \frac{\sigma}{0.8623 + 0.3442 \times (D/L)}$$

D/L : test edilen örneğin çap/boy oranı
 σ : deney sonucunda bulunan basınç direnci
 $\sigma_{c2.5}$: L/D=2.5 için düzeltilmiş basınç direnci

Serbest basınç deneylerinde karotlar çekme kırılması ve ters koni şeklinde kırılma gösterirler. Çekme kırılmasında kırılma düzlemleri uygulanan basınç doğrultusuna paralel olarak gelişmiştir. Elastik deformasyon enerjisinin ani boşalması sonucu karotların kırılma anında patlama olmaktadır. Kırılma şekillerinden bazaltların gevrek malzeme özelliğinde olduğu görülmektedir.

Deere ve Miller (1966)'in serbest basınç direncini esas alan sınıflamasına göre bazaltlar "çok yüksek dirençli " kaya sınıfında yer almaktadır.

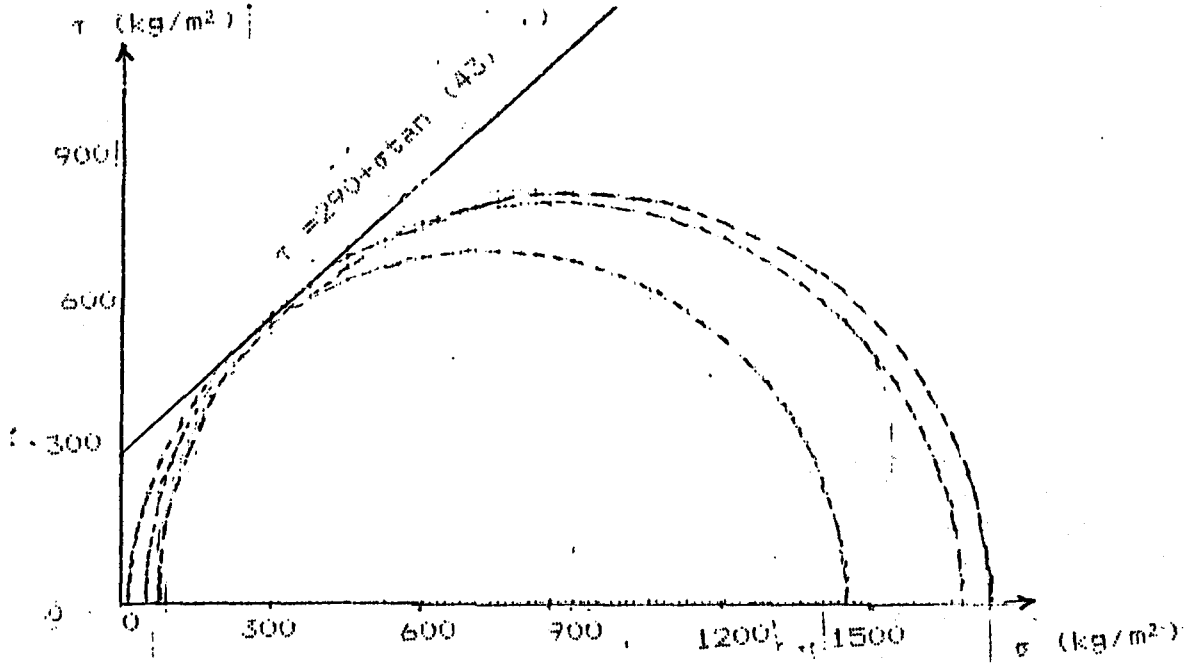
Bazaltların çekmeye karşı dirençleri indirekt yöntemlerden Brazilian deneyi ile belirlenmiştir.

Çekme direnci $\sigma_c = 2 \times P / (3.145 \times D \times L)$ formülü ile hesaplanmıştır.

σ_c = çekme direnci (kg/cm²)
D: örnek çapı (cm)
L: örnek boyu (cm)
Kırılmayı sağlayan yük (kg)

Brazilian deneyinde örnekler yükleme doğrultusundan geçen düzlem boyunca kırılmıştır. Deneylerde kırılmayı sağlayan çekme gerilmesine ek olarak aynı düzlemde de $6P/3.14 \times DL$ değerlerinde basınç gerilmesi oluşmaktadır. Bu nedenle Brazilian deneyi ile bulunan çekme direnci doğrudan ölçülen çekme direncinden yüksek olacaktır. Bazaltların basınç direnci çekme direncinin yaklaşık 10 katıdır.

Bazaltların kayma direnci parametrelerini belirlemek için 31 mm çaplı karotlar üzerinde üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır (Şekil 4.10.).



Sekil 4.10 Üç eksenli basınç deneyi sonuçları

Üç eksenli basınç deneyleri sonucunda bazaltların kohezyonu $c=290 \text{ kg/cm}^2$, içsel sürtünme açısı $\theta=43$ derece olarak bulunmuştur.

4.3.3 Yeraltı suyunun kimyasal özellikleri

Şebinkarahisar ve çevresinde görülen kitle hareketlerinin önemli nedenlerinden biride yeraltı sularıdır. Yeraltı suları kaldırma, sızıntı kuvvetleri ve boşluk suyu basıncı oluşturması, kayaları ayrıştırması, zemindeki ince malzemeyi sürüklemesi gibi etkileriyle yamaçların duraylılığını etkilemektedir.

Yeraltı sularının Alacalı jipsli serilerin içerdigi jipsi eritmeleri inceleme alanındaki heyelanların oluşmasında önemli etkenlerden biri olarak düşünülmektedir. Yeraltı sularının jipsin eritebilmeleri kimyasal karakteritiklerine bağlıdır. Bu nedenle Temmuz 1989 'da 4 ayrı kaynaktan alınan su örneklerinin kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Yeraltı sularının kimyasal analiz sonuçları

	Kavukçuoğlu		Ahmetdede ç		Çığıtpınarı		Kuyukesen	
	meq/lt	%	meq/lt	%	meq/lt	%	meq/lt	%
Ca ⁺	1.36	24.7	2.04	28.7	2.95	31.0	4.48	31.4
Mg ⁺	0.88	16.0	0.76	10.7	1.08	11.4	1.25	8.75
Na ⁺	0.47	8.84	0.74	10.4	0.74	7.8	1.35	9.45
Σ Katyon	2.71	49.3	3.54	49.8	4.73	49.8	7.20	49.7
HCO ₃ ⁻	1.60	29.1	2.30	32.3	2.70	28.4	3.10	21.7
SO ₄ ⁻	1.00	18.2	0.80	11.3	1.93	20.3	1.60	11.2
Cl ⁻	0.10	1.81	0.30	4.2	0.20	2.1	1.28	8.90
NO ₃	0.09	1.63	0.17	2.4	0.04	0.42	1.20	8.40
Σ Anyon	2.79	50.7	3.57	50.2	4.77	50.2	7.18	50.3
İletkenlik mhos	275		395		462		858	
pH	7.68		7.59		7.20		7.55	
ΣAnyon+kasyon	5.5		7.11		9.5		14.28	
% Na	17.34		20.90		15.64		19.01	
Sertlik (Fr)	2.5		5.6		8.0		10.14	
Q (lt/dak)	0.1		8.6		8.0		0.25	

Kimyasal analiz sonuçlarına göre çizilen Piper diyagramı incelendiğinde (Şekil 4.11) yeraltı sularında ;

- toprak alkaliler alkalilerden fazla,
- kuvvetli asitler zayıf asitlerden fazla,
- karbonat sertliği (sekonder alkalilik) % 50' den fazla

olduğu görülmektedir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre yeraltı suları kalsiyumbikarbonatlı sulardır.

Analiz sonuçları Wilcox diyagramı ile değerlendirilerek sulama suları açısından yeraltısularının "çok iyi" kalitede oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Şebinkarahisar ilçe merkezinin mevcut suyu $Q=17$ lt/sn ,ihtiyaç duyulan miktar ise $Q=32$ lt/sn dir. Belediye acil su ihtiyacını karşılamak için ilçeye Kirazlı ve Dişıkaya kaynaklarından saniyede 15 lt. su iletilmesi çalışmalarını sürdürmektedir. İlçenin geleceğe yönelik olarak sağlanması gerekli su miktarı;

2013 yılı için $Q_{2013} = 65-32 = 33$ lt/sn

2018 yılı için $Q_{2018} = 105-32 = 73$ lt/sn

2023 yılı için $Q_{2023} = 120-32 = 88$ lt/sn

dir (Melek 1988).

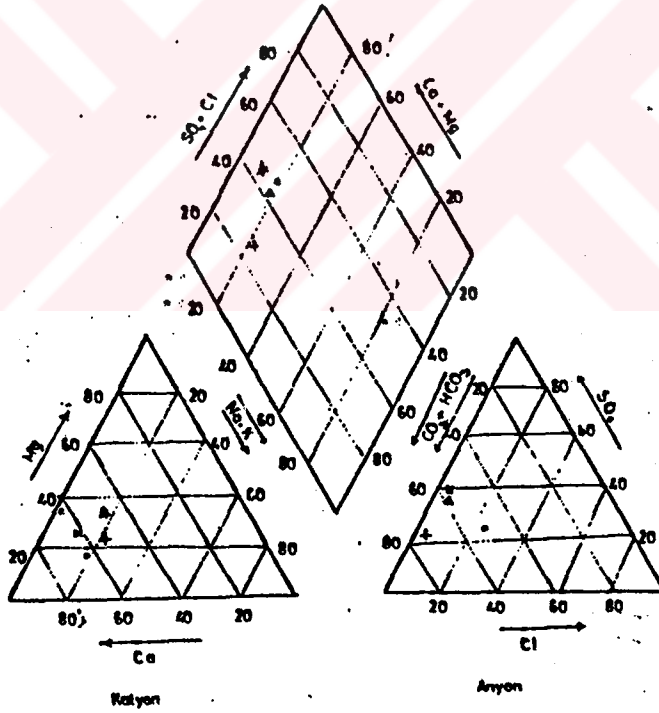
Geleceğe yönelik su ihtiyacının karşılamak amacıyla ilçe merkezinin 28 km. kuzeybatısında, Tutak dağı civarında yer alan kaynaklar üzerinde çalışılmaktadır (Melek,1988)

Kaynaklardan ve su şebekesinden alınan suların Şebinkarahisar Halk Sağlığı Labaratuvarında bakteriyolojik analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Kaynak ve su şebekesinden alınan su örneklerinin bakteriyolojik analiz sonuçları (tarih :10/6/1989)

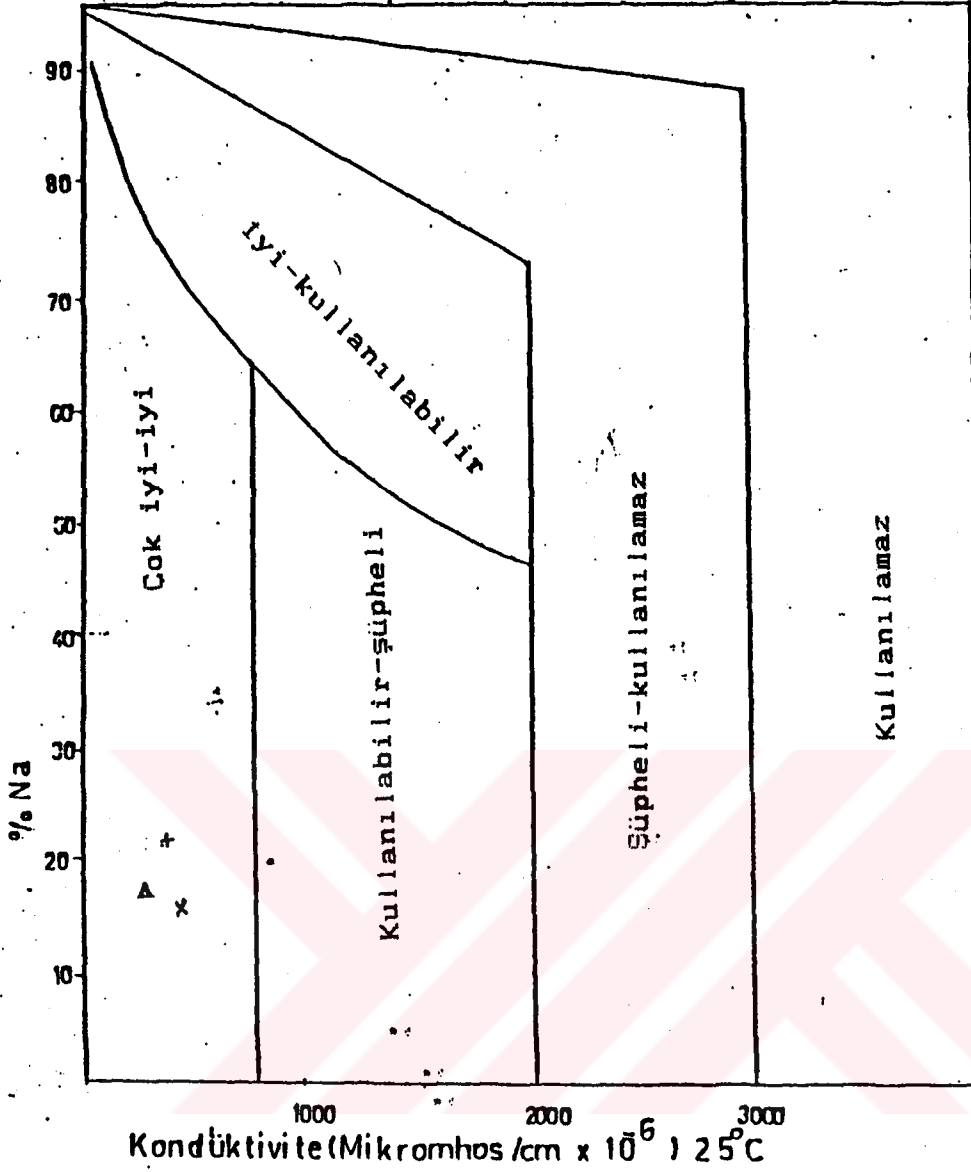
Örneğin alındığı yer	100cc.de koliform bakteri sayısı	Uygun U. Değil
Kütüküt mah. Vişneli göze suyu	0	Uygun
Kütüküt mah. A. Aktunaoglu evi	0	Uygun
Avutmuş mah. Annuh su deposu	23	U. Değil
Bayramşah Camii yanı suyu	23	U. Değil
Avutmuş mah. Yarlı kiraathane	0	Uygun
Avutmuş mah. Camii Kahvesi	23	U. Değil
Kavukçuoglu gözesi	0	Uygun
Kavaklar mah. Ahmetdede deposu	23	U. Değil
Akbudak köyü Kuyukesen suyu	0	Uygun

Analiz sonuçlarına göre kaynak sularında koliform bakteri olmadığı, ancak su depolarının sağlığa aykırı bir durumda oldukları belirlenmiştir. Şebinkarahisar Halk Sağlığı tarafından değişik tarihlerde yapılan analizlerde ilçe merkezinde, özellikle Müftü mahallesindeki su şebekesinden alınan su örneklerinde bakteri sayısının, sağlık açısından izin verilen miktarların oldukça üzerinde olduğunu görülmüştür. Bu durum ilçe merkezinde özellikle Müftü mahallesinde atık suların su şebekesine karıştığını göstermektedir. Su ve kanalizasyon şebekesinin acilen ve sağlıklı bir şekilde yapılması heyelanların önlenmesi yanında sağlık açısından da önem taşımaktadır.



- Δ Örnek no 1 (Kavukçuoğlu çeşmesi)
- + Örnek no 2 (Ahmetdede çeşmesi)
- x Örnek no 3 (Çığırtınarı)
- Örnek no 4 (Kuyukesen çeşmesi)

Şekil 4.11 Yeraltı suları kimyasal analiz sonuçlarının Piper diyagramında değerlendirilmesi



Sekil 4.12 Yeraltı sularının kimyasal analiz sonuçlarının Wilcox diyagramında değerlendirilmesi

4.4. Heyelanlar

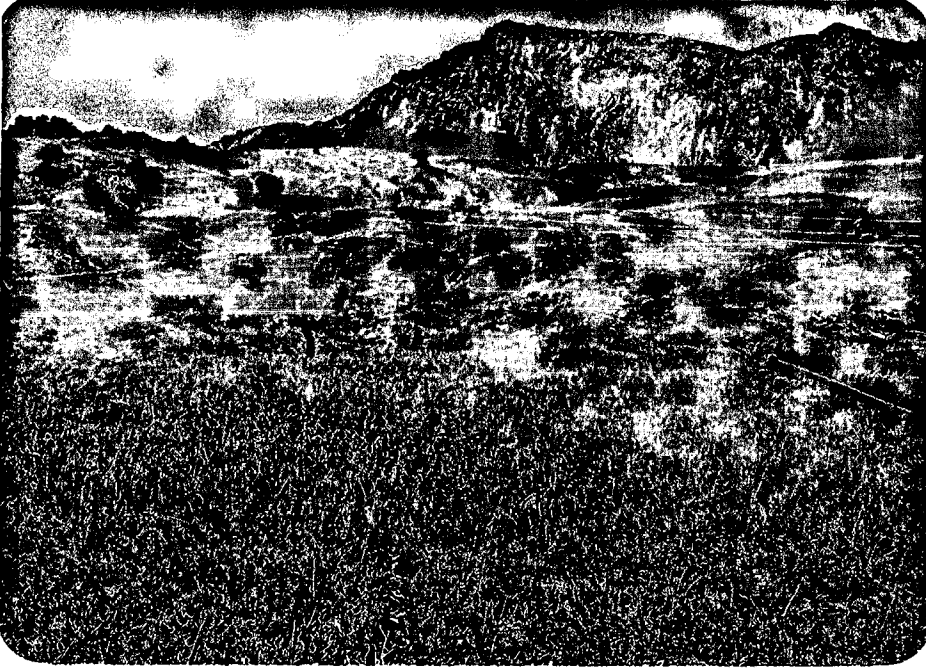
4.4.1. Avutmuş Heyelanı

Avutmuş Mahallesiinden geçen Şebinkarahisar-Alucra yolunun 3. km. sinde yer alır. Yolun 500 m. KB dan başlayıp iki-ogul- Avutmuş mahalleleri yoluna kadar uzanır (Ek 1).

13/14 Nisan 1988 tarihinde saat 12.30- 1.30 arasında meydana gelmiş, değişik hız ve şekillerde 7 gün sürmüştür (Şekil 4.13). Heyelan alanında bugünkü esas aynanın 110 m. KB da yaklaşık 2.5 m. yüksekliğinde bir şev yer almaktadır. Bu şevde yer alan yaklaşık 3-4 lt/dk debili kaynağın iki yıl önce kaybolması ve heyelandan önce yamacın dalgalı bir görünüşe sahip olması hareketin daha önceden başladığını göstermektedir.

Plançete ile heyelan alanının 1/1000 ölçeğindeki kroki ve kesitleri çıkarılmış, krokiye arazide gözlenen tüm özellikler aktarılmıştır (EK 4 ve Ek 5).

Nisan 1988 de meydana gelen heyelanla Şebinkarahisar-Alucra 3. km sinde, 250 m. lik kısmı 15 m. kadar ötelenmiş, yol bir süre trafige kapanmıştır. Heyelanla 2 ev tamamen 13 ev de kısmen oturulamaz hale gelmiş, Alucra yoluna bağlanan tali yol hasar görmüştür. Heyelan alanında çatlaklar, yüksel, çökmeler ve su birikintilerinin oluşması sonucu tarım alanları kullanılamaz duruma gelmişlerdir (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Avutmuş heyelanı esas aynası



Şekil 4.14. Heyelan sonucu yıkılan ev

Heyelan yanal olarak genişleyen dörtgen şeklindedir. Heyelanın taç kısmında 65 m., etekte 300 m. olan genişliği ortalama 217 m. dir. Uzunluğu 1550 m. olan heyelanın taç kısmı ile topuk arasında 154 m. kot farkı vardır. Heyelanın oluştuğu ve ortalama eğimi 8 derece olan yamacın eğimi esas aynadan Alucra yoluna kadar olan kesiminde 10 derece, Alucra yolu ile tali yol arasındaki kesimde 5 derece, tali yoldan topuğa kadar olan kesimde ise 7 derecedir. Heyelanın sol yamacının eğimi sağ yamacının eğiminden 4 derece büyüktür.

Nisan 1988 'de oluşan heyelenin esas aynasının yüksekliği 8 m., eğimi 60-70 derecedir. Tali aynaların yükseklikleri en fazla 3 m 'dir. Esas ayna ve tali aynaların arkasında çoğunlukla geniş yay, bazen düz bir hat şeklinde, gerilme çatlakları görülmüştür. Gerilme çatlakları genelde heyelan aynalarına çoğunlukla paralel olup açıklıkları 4-12 cm arasında değişmektedir. Gerilme çatlaklarının derinliği 2,5 m. olarak ölçülmüştür.

Esas aynanın her iki tarafında yer alan çatlaklar eski heyelan şevine kadar uzanmaktadır. Esas ayna ile eski heyelan aynası arasında yer alan sahanın kayma olasılığından sözedebiliriz. Hareket yönüne göre heyelanın sağında kalan yan şevlerin (sağ yan şevlerin) yüksekliği 0.5-2 m, yer yer akma ve kaymalarının gözleendiği sol yan şevlerinin yüksekliği 1-5 m arasında değişmektedir. Hareket eden kitle içerisinde gerilme dağılımlarına, malzemenin özelliğine ve su içerisine bağlı olarak birbirini kesen enine ve boyuna çatlaklar gelişmiştir. Çatlakların yoğun olduğu etek kısmında ve topukta, heyelan malzemesi doğal yamaç yüzeyinde hareket etmiş ve ağaçlar hareket yönünde devrilmiştir.

Hareket eden kitle genelde büyük deformasyonlara uğramamış olup uzunlukları 50-150 m arasında değişen dilimler (kayma kamaları) halindedir. Su birikintilerinin yakınlarında ve etek kısmında çamur akması şeklinde hareketler gelişmiştir. Bu yerlerde heyelan malzemesinde büyük deformasyonlar gözlenmiştir. Dilimlerin hareketi esas olarak ötelenme şeklindedir.

Gerilme çatlaklarının konumu ve özellikleri, heyelan alanının jeolojisi, hareketin olduğu yamacın morfolojik özellikleri, heyelanın esas ayna, yan şev ve açılan kuyularda yapılan gözlemlerle birlikte değerlendirildiğinde, kayma yüzeyinin dalgalanmalı bir düzlem olduğu ve derinliğinin 13-15 m arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek 5). Kayma yüzeyi derinliğinin heyelan uzunluğuna oranı 0.01 'dir. Kayan kitlenin hacmi heyelan yüzey alanının kayma yüzeyi derinliği ile çarpımından yaklaşık $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak bulunmuştur.

Hareket eden kitlenin hızı ve ötelenme miktarı zaman ve yere göre değişiklik göstermiştir. Hareket ilk bir saat içinde büyük hızlarda, daha sonraları düşük hızlarda 7 gün sürmüştür. Şebinkarahisar-Alucra yolunda ötelenme 15 m, Alucra yoluna bağlanan tali yolun kenarındaki evde 35 m 'dir. Heyelanın etek kısmında ise heyelan malzemesi yamaç yüzeyinde 40 m. kadar ilerlemiştir. Ötelenme miktarı ve hareketin olduğu süre dikkate alındığında hareketin ortalama hızının 4,5 m/gün olduğu söylenebilir.

Avutmuş yolu heyelanı genel sınıflamada düzlemsel kayma (yanal yayılma), hıza göre sınıflamada hızlı heyelanlar sınıfında yer almaktadır.

Heyelan kil, kum, kumtaşı, konglamera ve kireçtaşı arda-
lanmasından oluşan, jips ve anhidrit içeren Alacalı jipsli
serilerde meydana gelmiştir. Heyelan sahasında tabakalar
yamaç ile aynı yöne eğimlidir. Tabakaların doğrultusu K20 D,
eğimi 9 SD 'dir.

Hareket eden malzemenin özelliklerini belirlemek için
esas ayna, yan şev ve esas aynaya 10 m metre yakınlıkta, 4 m
derinlikte açılan çukurlardan, değişik seviyelerden zemin
örnekleri alınmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Heyelan malzemesinin fiziko- mekanik
özellikleri

ÖZELLİK DERİNLİK m.	LL %	PL %	PI %	wn %	Bn gr/cm ³	Bk gr/cm ³	G	σ kg/cm ²
1.50	-	-	-	20	-	-	-	-
4.60	52.5	25.5	27.0	27.8	1.96	1.27	2.73	1.12
7.25	57.0	25.0	32.0	29.3	1.95	1.45	2.73	0.85
8.55	-	-	-	19.4	2.62	2.05	-	3.86
14.60	61.5	24.5	37	24.3	2.00	1.68	2.73	1.40

- Heyelan malzemesinin en üst seviyesi kil, kum ve de-
ğişik boydaki çakıllardan oluşur. 1.5 m. kalınlığındaki molo-
zun altında Alacalı jipsli serinin ayrıışmış killeri bulunur.
Killler bordo ve yeşilimsi gri renkte olup aralarında bir kaç
cm. kalınlığında jips tabakâ ve mercikleri ile 3-5 cm. boyu-
tunda anhidrit taneleri içerir. Killler elle kolayca yo-
ğurlabilir kıvamdadırlar. Yüksek plastisiteli bu killerin
altında elle kolayca parçalanabilen kumtaşı ve konglomera
tabakaları bulunmaktadır. Heyelanının esas aynasına yakın

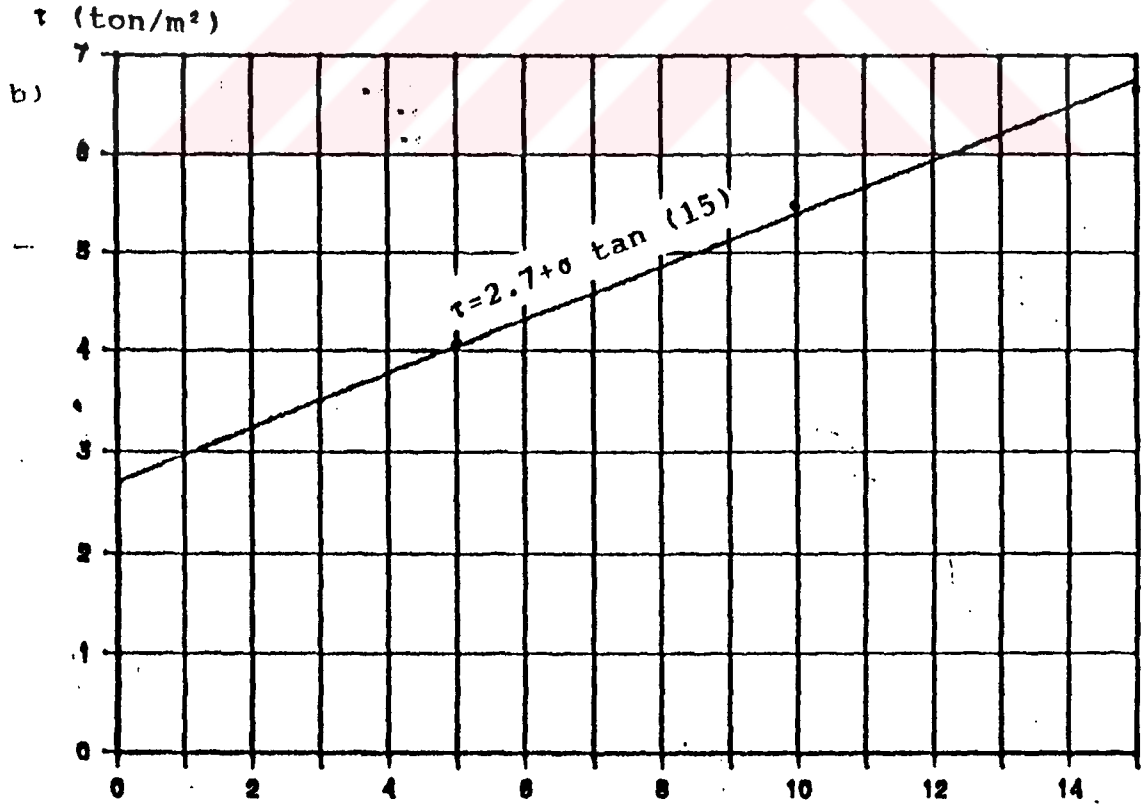
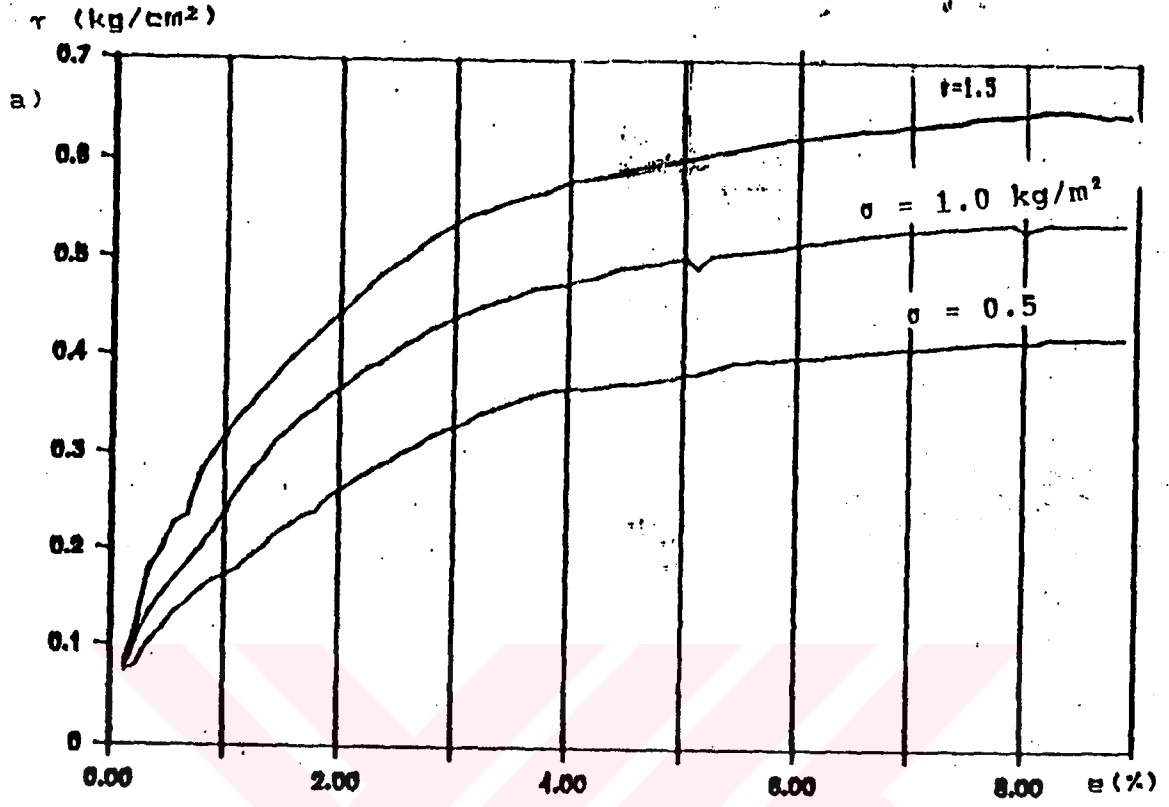
açılan çukurlarda kayma yüzeyinin sert , cilalı yüzeye sahip çaklalar ve fisürler içeren killerden geçtiği gözlenmiştir. Heyelan malzemesi bazen Alacalı jipsli serilerin kumtaşı ve konglomeraları üzerinde hareket ettiği düşünülmektedir.

Heyelan malzemesinin direnç parametreleri serbest basınç deneyi ve konsolidasyonlu drenaajlı kesme kutusu deneyi ile belirlenmiştir. Bu değerlerden yararlanarak çizilen grafikten heyelan malzemesini oluşturan killerde $c'=2.7$ ton/m², $\phi'=15$ derece olarak bulunmuştur (Şekil 4.15).

Ayrışmış kumtaşları ve su sızıntılarının gözlendiği sert, çatlaklı killer geçirimli tabakaları oluşturmaktadır.

Heyelan alanınınında değişik yerlerde kaynaklar gözlenmiştir. Kaynakların Haziran 1989' da ölçülen debileri 1-4 lt/dak. arasında değişmektedir. Kaynak ve yüzey suları, heyelanın hareketine bağlı olarak oluşan çukur kısımlarda birikmiş ve heyelan içi göller meydana gelmiştir. Göllerin yüzey alanı 15 ile 450 m² arasında değişmektedir. Göl suları gölün büyüklüğüne, atmosfer sıcaklığına, yağışa bağlı olarak buharlaşmakta ve kurumaktadır.

Heyelan alanında, heyelanı orta kısmında ve heyelanı enine kesen ve 13 lt/dak 'lık su ileten sulama kanalı geçmektedir (Şekil 4.16). Kanal kaplamasız olup ilettiği su heyelan alanına sızmaktadır.



Şekil 4.15 Konsolidasyonlu direnajlı kesme kutusu deney sonuçları. a) Kesme gerilmesi (τ)-Birim deformasyon (ε%), b) Kesme gerilmesi (τ)- Normal gerilme (σ) ilişkisi



Sekil 4.16. Avutmuş Heyelan alanını enine kateden su kanalı

4.4.2. Akbudak-Ziraat Teknisyenligi Heyelanı

Şebinkarahisar ilçe merkezinin 3 km G.B' da yer alan Akbudak köyü ile Çay düzü (Ziraat teknisyenligi) arasındaki alanda yer alır (Şekil 4.17)

Heyelan bölgesinde hareketler özellikle karların eridiği, bol yağışların olduğu Nisan-Mayıs aylarında meydana gelmektedir. İlk heyelanların tarihi hakkında bilgi alınamamıştır. 1978-80 yıllarında meydana gelen heyelanlar Çay düzündeyer alan binaları tehdit ettiği yöre sakinlerince belirtilmiştir. Nisan 1988 de bol yağışlardan sonra yeni heyelanlar meydana gelmiştir. Takeometre ile Nisan 1988 de meydana gelen bu heyelanın 1/1000 ölçekli kroki ve kesitleri çıkarılmıştır (Ek 6 ve Ek 7).



Şekil 4.17. Akbudak-Ziraat Teknisyenliği Heyelan alanı

Heyelan bölgesindeki hareketler daha çok tarım alanlarına zarar vermiştir. Heyelanlar sonucu bölgede çatlaklar, kabarmalar, çökmeler, şevler ve su birikintileri oluşması nedeniyle tarım yapılması zorlaşmıştır. Nisan 1988 de meydana gelen heyelan sonucunda Ziraat teknisyenliğine ait bir bina yıkılmış, su kanalları kullanılamaz hale gelmiş, tarım sahaları büyük zarar görmüştür (Şekil 4.18 ve 4.19). Akbudak köyü ve Ziraat teknisyenliği son hareketler sonucunda heyelan tehdidi altına girmiştir.



Şekil 4.18. Heyelan sonucu kullanılamaz hale gelen su kanalı



Şekil 4.19 Heyelan sonucu yıkılan Ziraat Teknisyenliğine ait bina

Taç kısımları arasında 130 m yi bulan iki heyelan birleşerek "V" şekilli heyelanı oluşturmuştur. Uzunluğu 2050 m olan heyelenin taç kısmında 315 m, etekte 400 m olan genişliği ortalama 345 m dir. Heyelan ortalama eğimi 10 derece yamaçta meydana gelmiş ve 7.07×10^5 m²'lik alanda etkili olmuştur. Heyelanın taç kısmı ile topuk kısmı arasında 255 m kot farkı vardır. Yamacın eğimi esas aynaların gerisinde ve etekte 0-3 derece arasındadır. Heyelanın sol taraftaki esas aynasının eğimi 50-60 derece arasında, yüksekliği 4-6 m arasında değişmektedir. Heyelanın geriye doğru ilerlemesi sonucunda sağ taraftaki esas aynanın eğimi ve yüksekliği oldukça azalmıştır.

Hareket eden kitle dilimler şeklindedir ve genelde büyük deformasyona uğramamışlardır. Heyelanın etek kısmında ve su birikintilerinin civarında heyelan malzemesinde büyük deformasyonlar gözlenmiştir.

Heyelan alanında yükseklikleri 1-2.5 m, eğimleri 60-75 derece arasında değişen tali aynaların arkasında, açıklıkları 2-15 cm arasında olan ve tali aynalara paralel konumda gerilme çatlakları izlenmiştir (Ek 6).

Çoğunlukla açıklıkları derine doğru değişmeyen gerilme çatlaklarının derinliği 2,25 m dir. Heyelanın yan şevlerinin yüksekliği çoğunlukla 1-3.5 m arasında olduğu halde sol taraftaki esas aynaya yakın kısımlarda 5-6 m ye erişmektedir. Kayan kitle içersinde gerilme değişimlerine ve malzemenin katılığına bağlı olarak birbirini kesen ,hareket yönüne paralel (Boyuna) ve hareket doğrultusuna dik (Enine) çatlaklar gözlenmiştir. Açıklıkları 20 cm ye varabilen çatlakların bazen ağaçları ikiye biçtiği gözlenmiştir.

Heyelan malzemesinin kendi içersinde, kayma ve çatlakların yoğun olduğu etek kısmı ile su birikintileri civarında akma şeklinde hareketler gelişmiştir. Heyelan malzemesi genelde ötelenme şeklinde hareket etmiştir. Ötelenme miktarı dilimlerin uzunluğundan küçüktür. Nisan 1988 de bol yağışlardan sonra meydana gelen heyelan yaklaşık 10 gün sürmüştür. Heyelan malzemesi eğimin 0-2 derece olduğu Ziraat teknisyenliği düzünde, yaklaşık 10 m ilerlemiştir. Bu hareket sonucu ağaçlar hareket yönünde devrilmiş, Ziraat teknisyenliğine ait bir bina yıkılmıştır. Hareketin süresi ve miktarı dikkate alındığında heyelanın ortalama hızı 1 m/gün olduğu söylenebilir.

Heyelan malzemesi 15-17 m. derinliğinde dalgalanma gösteren düzlem şeklindeki kayma yüzeyi üzerinde hareket etmiştir (Ek 7). Düzlemsel kayma şeklinde hızlı olarak hareket eden heyelan malzemesinin hacmi yaklaşık $1 \times 10^7 \text{ m}^3$ dür.

Heyelan Alacalı jipli serilerin kumtaşı ara katkılı, jips ve anhidrit içeren killerde meydana gelmiştir. Heyelan alanında tabakanın doğrultusu $K32^{\circ}D$ eğimi $8^{\circ}GD$ ya doğrudur.

Heyelan malzemesinin en üstünü % 12'si çakıl, % 43' ü kum ve % 45 'i silt+kilden oluşan moloz oluşturmaktadır. Bu seviyeden alınan örneklerin likit limitleri $LL=46$, plastik limitleri $PL=28$ ve plastik indisi $PI=18$ olarak belirlenmiştir. Heyelanın sol taraftaki esas aynasına yakın şevde 6 m kalınlığında killer yüzeylenmiştir. Jips, anhidrit ve 10-30 cm kalınlığında gevşek çimentolu kumtaşı tabakaları içeren bu ayrılmış killerin altında ayrılmış, elle kolayca parçalanabilen kumtaşı ve konglomeralar yer almaktadır.

Kayma düzleminin sert, çatlaklı killerden ve bazen Alacalı jipsli serilerin ayrışmamış tabakalardan geçtiği düşünül-
mektedir.

Heyelan malzemesini oluşturan killerden alınan örnek-
ler üzerinde yapılan deney sonuçları Çizelge 4.13 de özet-
lenmiştir.

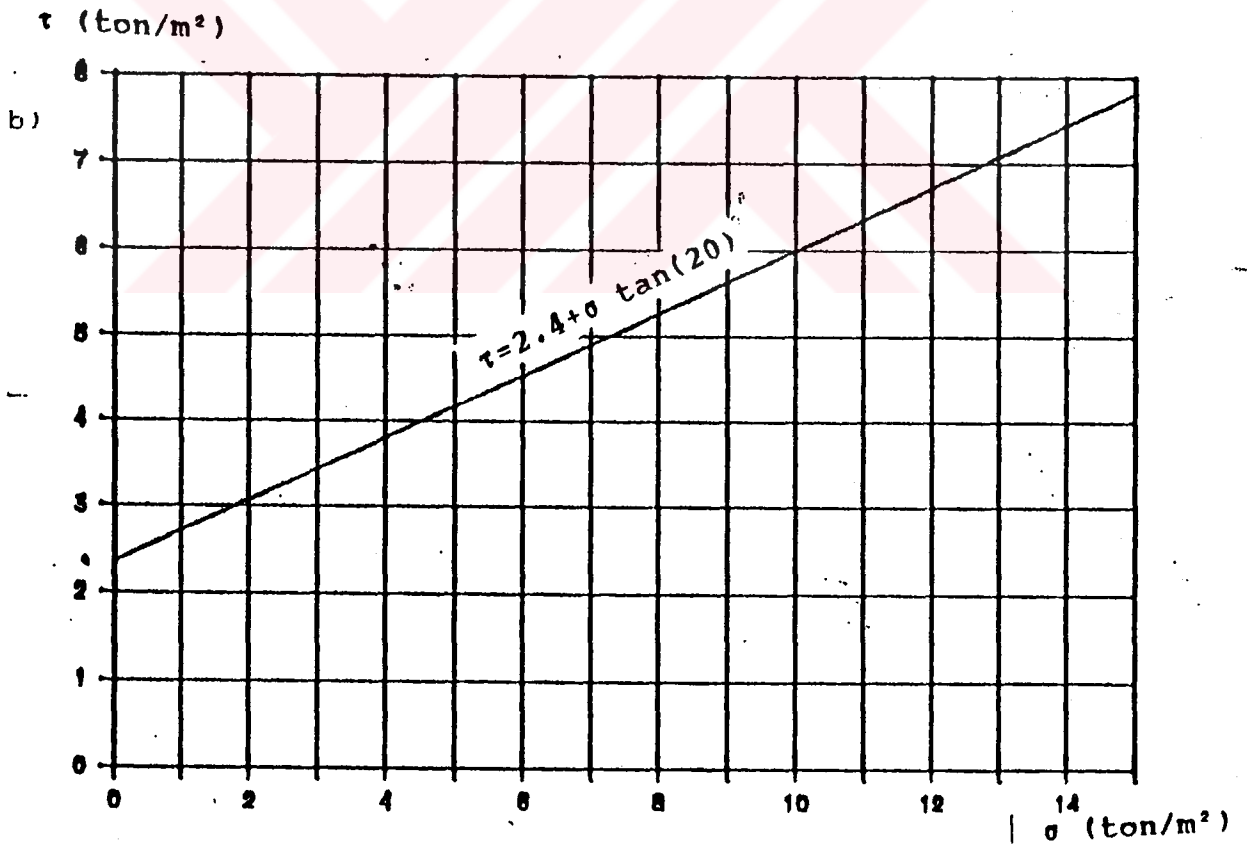
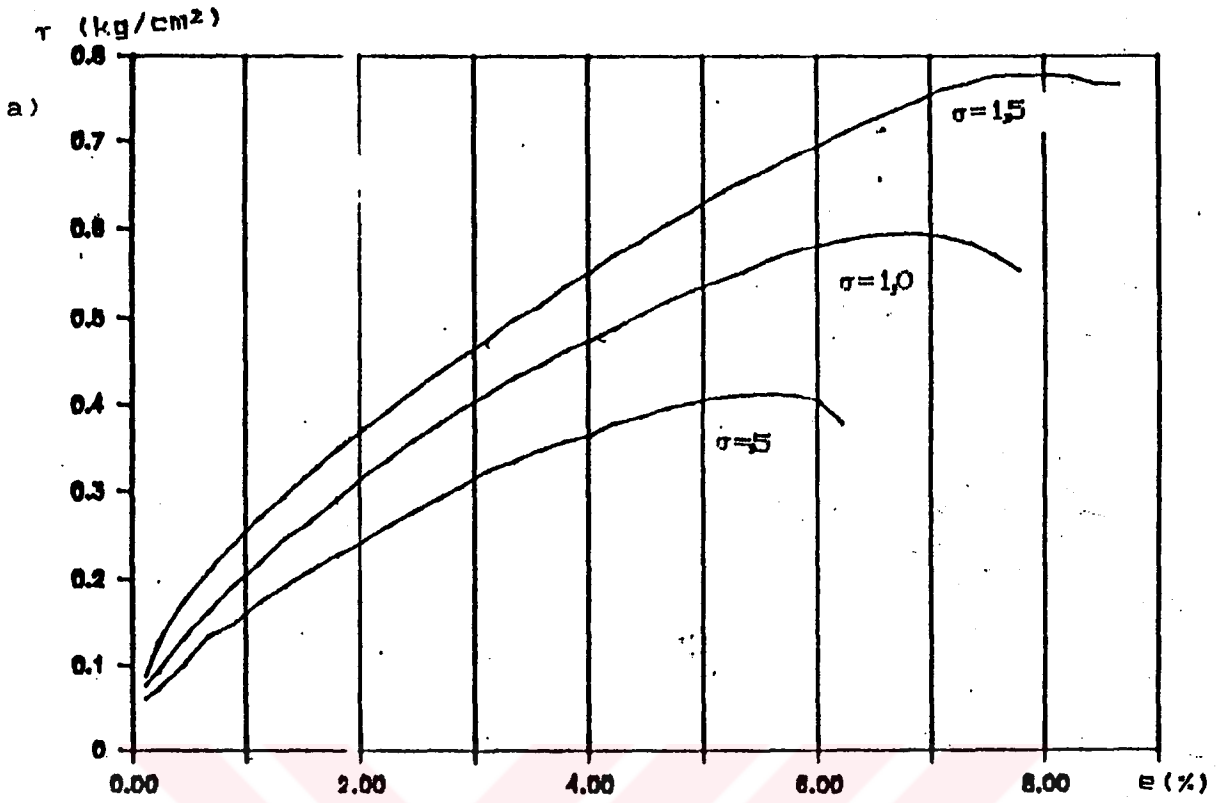
Çizelge 4.13 Heyelan malzemesinin fiziko-mekanik özellikleri

Örnek Sayısı	Birim Hacim ³ Ağır.gr/cm		öz- gül Ağır lık	Basiç Direnci ² kg/cm	Kıvam limitleri %			w %
	Doğal	Kuru			LL	P L	PI	
6	2.06	1.72	2.76	1.22	47	23	24	20.8

Bozulmamış örnekler üzerinde yapılan konsolidasyonlu drenaajlı kesme kutusu deney sonuçlarından heyelan malzeme-
sinin kohezyonu $c'=2.4 \text{ ton/m}^2$, içsel sürtünme açısı $\theta'=20$
derece olarak bulunmuştur (Şekil 4.20).

Heyelanın esas aynalarının yakınında yer alan kaynak-
ların debileri 3.5 ile 5.0 lt/dak. arasında değişmektedir.
Akbudak köyünün 800 m. GD' da, heyelana 100 m uzaklıkta yer
alan Kuyukesen çeşmesinin debisi 15 lt/dak. dır. Akbudak
köyü su gereksinimini bu üç kaynaktan sağlamaktadır.

Heyelan sırasında oluşan çukurlarda biriken sular
hareketi kolaylaştırmıştır. Akbudak köyünün kanalizasyonu
olmadığından atık suların heyelan alanına dökülmesi heyelanı
oluşturan önemli faktörlerden biridir.



Şekil 4.20. Konsolidasyonlu dirençli kesme kutusu deney sonuçları. a) Kesme gerilmesi (τ)-Birim deformasyon (ε%), b) Kesme gerilmesi (τ)- Normal gerilme (σ) ilişkisi

4.4.3. Gümüşhane Mahallesi Heyelan Bölgesi

Gümüşhane mahallesinden başlayıp Kavaklar mahallesine doğru uzanan heyelan bölgesi ilçe merkezinin doğusunda yer almaktadır.

Agustos 1988 'de heyelan bölgesinin 1/1000 ölçekli krokisi çıkartılmıştır. Kirokinin çıkartılmasında plançete kullanılmıştır (Ek 8).

Heyelan bölgesinde, 1988 ve 1989 'da yağışların bol olduğu Nisan ayında, yeni hareketler meydana gelmiştir. Kayma ve yer yer akma şeklinde gelişen bu hareketler sonunda, heyelan bölgesi Kırkgöz mahallesine doğru gelişmiştir.

4.4.3.1. Heyelan no:1

Şebinkarahisar kalesinin bulunduğu Hacıkayası tepesinin Kuzey eteğinde yer alır. Taş mahallesindeki su deposundan, önce eski mezbahaneye doğru KD yönünde, daha sonra GD yönünde uzanan heyelan alanı dar bir şerit şeklindedir. Heyelan alanında hareketlerin ne zaman başladığı bilinmemektedir.

Yavaş akma şeklinde başlayan hareketler 1989 yılının Nisan ayında, kayma ve yer yer akma şeklinde gelişmiştir (Şekil 4.21).

Heyelan alanınının sol yamacında yer alan evlerin duvarları çatlamış ve düşeyden sarmıştır.



Sekil 4.21. Heyelan no:1'in görünüşü

Heyelan alanının ortalama genişliği 50 m. uzunluğu 500 m. olup ortalama eğimi ise 13 dercedir. Heyelan sağ tarafında bazalt lav ve proklastiklerin oluşturduğu, yüksekliği 75-200 m arasında düşey yamaç yer almaktadır. Heyelanın sol yanında ki şevlerin yüksekliği ise 0.5-2.5 m arasında değişmektedir. Heyelanın sol yamacında, eski mezbahaneye giden yolda gerilme çatlakları gözlenmiştir. Gerilme çatlaklarının açıklığı 5-15 cm arasında değişmektedir.

Heyelan alanının GD yönünde uzanan kesiminde, yükseklikleri 1-4 m arasında değişen heyelan aynaları gözlenmiştir.

Heyelan alanındaki ağaçlar, tarla duvarları oldukça yavaş bir hızla yamaç aşağı hareket etmektedir. Heyelan alanında gözlenen gerilme çatlakları, çukurlaşma ve

kabarmalar yeni hareketlerin belirtisidir. Nisan 1989 da meydana gelen heyelan geriye doğru ilerleme eğilimindedir. Bu nedenle heyelan alanına yakın ve özellikle sol yamaçtaki evler heyelan tehdidi altındadır.

Heyelan alanında tabaka doğrultusu K41 D. eğimi 20 derece olan Alacalı jipsli seriler ve yamaç molozu yayılım göstermektedir. Heyelan malzemesini oluşturan, jips içeren, bordo renkli killerin fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 4.14 de özetlenmiştir.

Çizelge 4.14 Heyelan malzemesinin fiziko-mekanik özellikleri

Örnek Sayısı	Birim Hacim Ağırlığı gr/cm ³		Özgül Ağırlık	Basınç Direnci kg/cm ²	Kıvam limitleri %			w %
	Doğal	Kuru			LL	PL	PI	
7	1.96	1.53	2.77	1.02	42	24.5	17.5	23.5

Heyelanın oluşmasında ;

- yamaç molozunu oluşturan ve boyutları 3 m'ye kadar olan blokların yamaç üzerinde ek yük oluşturması,
- atık suların heyelan alanına boşaltılması ,
- yağışlar ve karların erimesiyle oluşan sular,
- ayırışma nedeniyle heyelan malzemesini oluşturan , sert çatlaklı killerin diajenetik kohezyonunun azalması en önemli faktörlerdir.

4.4.3.2. Heyelan no:2

Gümüşhane mahallesinin doğusunda 35000 m² lik alanda yer alır. Heyelan sahasında hareketlerin ne zaman başladığı bilinmemektedir. Heyelan yavaş akma şeklinde başladığı, kayma ve yer yer akma şeklinde geliştiği düşünülmektedir. Arazi kullanım haritasında aktif heyelan bölgesi olarak gösterilen heyelan alanında ağaçların hareket yönünde eğildikleri, binaların duvarlarının çatladığı ve düşeyden saptığı ve kolonların eğildiği gözlenmiştir (Şekil 4.22).

Heyelan üçgen şeklindedir. Heyelanın taç kısmında eğim 16-18 derece arasında, etekte 1-3 derece arasında olup ortalama eğim 9 derecedir. Heyelanın esas aynası, Gümüşhane mahallesindeki eski mezbahane nin yaklaşık 15 m kuzeyindedir. Esas aynanın uzunluğu 130 m olup yüksekliği 1 ile 2.5 m arasında değişmektedir. Heyelanın esas aynasının olduğu alana dökülen dolgu malzemesi ek yük oluşturmuş, çökme ve kayma bu nedenle hızlanmıştır. Heyelan alanında ve esas aynanın arkasında açıklıkları 5 ile 20 cm. arasında değişen gerilme çatlakları bulunmaktadır (Ek 8).

Heyelan malzemesi Alacalı jipsli serilerin ayrışmamış tabakaları üzerinde kayma ve yer yer akma şeklinde hareket etmiştir. Hızla hareket eden heyelan malzemesi genelde büyük deformasyona uğramamıştır. Kayma yüzeyinin şekli egrisel, derinliği ise 10 ile 12 m. arasındadır.

Heyelan, Alacalı jipsli serilerin gevşek çimentolu, kumtaşları arakatkılı, jipsli, sert çatlaklı killerin ayrışmış kısımlarında meydana gelmiştir. Devlet hastanesinin

hemen güneyinde Yeni Camii inşaatı temel kazısında yaklaşık 6 m. kalınlığında sert, çatlaklı killer yüzeylemiştir. Sert killerin çatlak yüzeyleri cilalı görünüme sahiptir. Bordo rengin hakim olduğu alacalı görünüme sahip killerin fiziko mekanik özellikleri Çizelge 4.15 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Heyelan malzemesinin fiziko-mekanik özellikleri

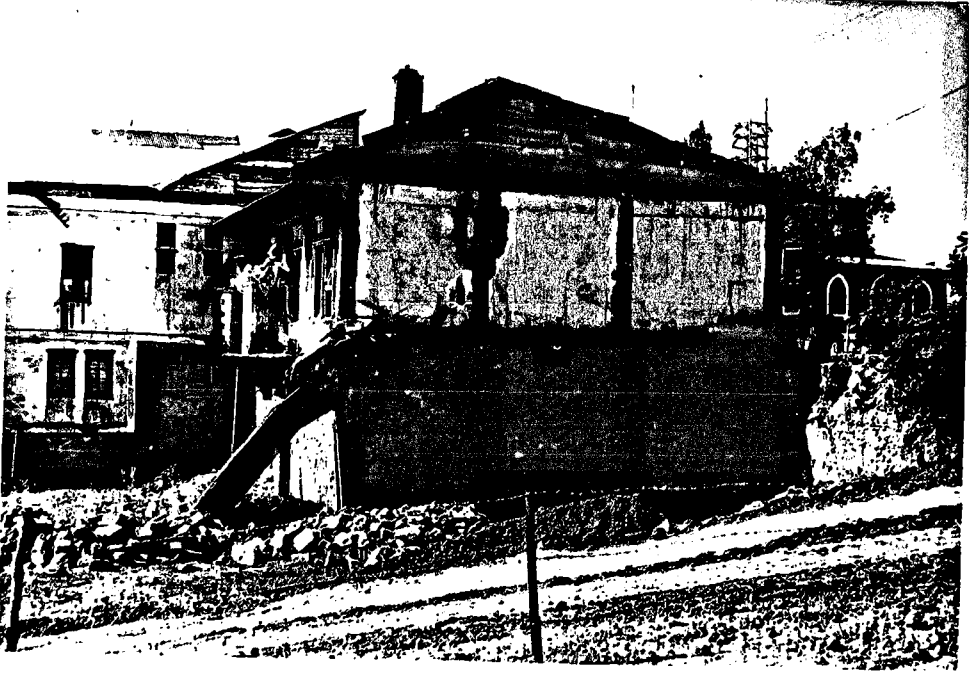
örnek Sayısı	Birim Hacim Ağır.gr/cm ³		öz- gül Ağır lık	Basınç Direnci kg/cm ²	Kıvam limitleri %			w %
	Doğal	Kuru			LL	PL	PI	
6	1.94	1.63	2.76	1.57	39	23.5	15.5	19.1

Sert ,çatlaklı killerden alınan bozulmamış örnekler üzerinde yapılan konsolidasyonlu drenajlı kesme kutusu deneyi sonuçları Şekil 4.23 de gösterilmiştir.

Heyelan malzemesinin konsolidasyonlu ve drenajlı koşullardaki kohezyonu $c' = 2,15$ ton/m² içsel sürtünme açısı $\phi = 16$ derece olarak bulunmuştur. Kalıcı kohezyon $c_r' = 1.05$ ton/m², içsel sürtünme açısı $\phi_r' = 15$ derecedir (Şekil 4.23).

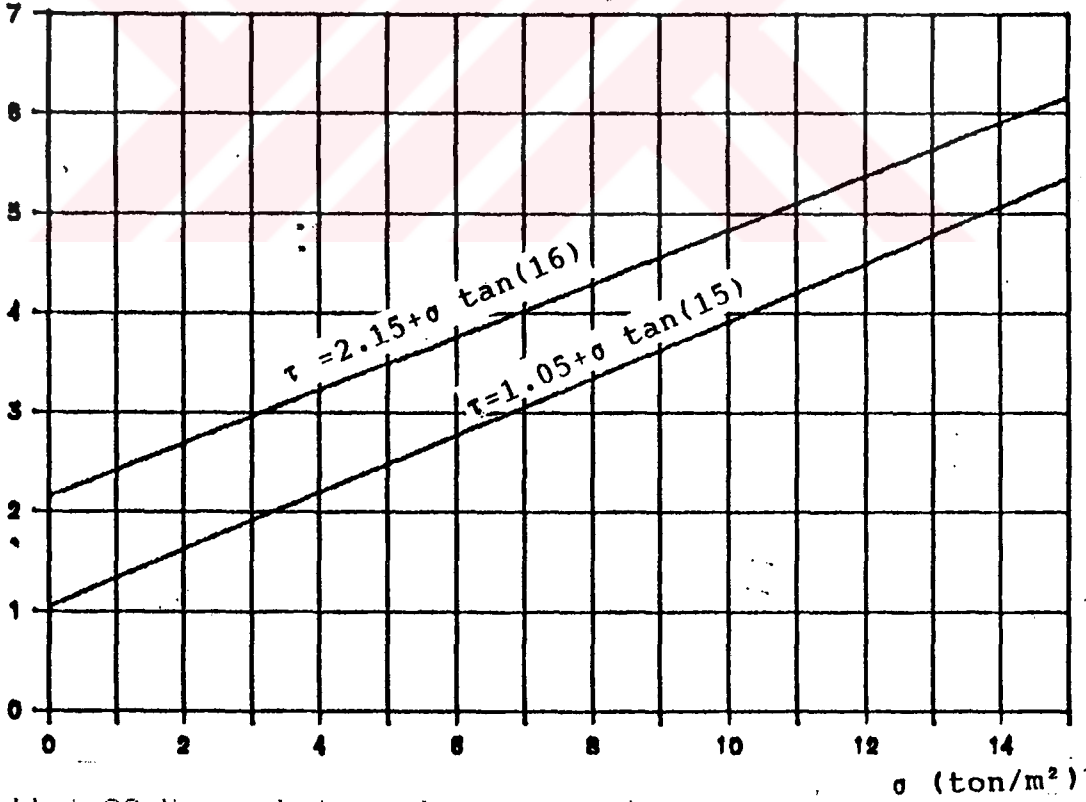
Heyelanı meydana getiren en önemli faktörler; bol yağış, karların erimesiyle oluşan sular ve atık sulardır. Kuru direnci çok yüksek olan sert killer suda kolayca dağılmaktadır.

İlçe merkezinin büyük bir bölümünün atık suları heyelan alanına dökülmektedir. Atık sular ile yağışların oluşturduğu Hamam deresi, heyelan alanını boyuna katetmektedir. Atık sularla bütün tarımı yapılmaktadır.



Şekil 4.22. Heyelan alanındaki binalarda görülen hasar

τ (ton/m²)



Şekil 4.23 Kesme kutusu deney sonuçları

4.4.3.3. Heyelan no:3

Gümüşhane mahallesindeki eski mezbahanın 40 m. doğusunda 11250 m², 11k alanda yer alır. Heyelan 1988 yılı Nisan ayında kayma şeklinde meydana gelmiştir. 1989 yılı Nisan ayında heyelan malzemesi akma şeklinde hareket etmiştir. Heyelan geriye doğru ilerleme eğiliminde olduğundan taç kısmındaki evler için tehlike oluşturmaktadır (Şekil 4.24).



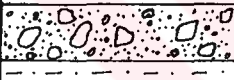
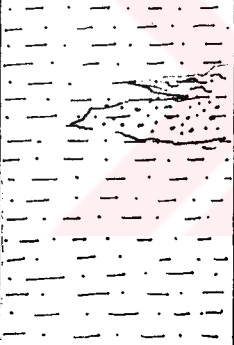
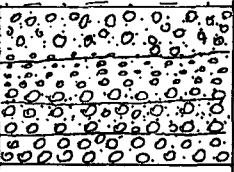
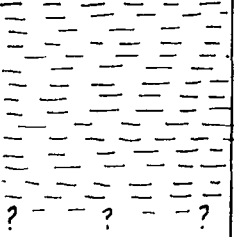
Şekil 4.24 Heyelan alanının görünüşü

Eski mezbahanenin 150 m. doğusunda, eski kilise kalıntılarının bulunduğu alanda I nolu heyelan ile III nolu heyelan birleşmiştir. Heyelanın taç kısmının kotu 1340 m., topuk kısmının kotu 1285 m. olup uzunluğu 260 m. dir. Heyelan, ortalama eğimi 14 derece olan yamaçta meydana gelmiştir. Esas ayna geniş yay şeklinde olup, yüksekliği 0.5 ile 2 m., eğimi ise 60 ile 80 derece arasında değişmektedir. Tali aynaların yüksekliği 0.5 ile 1 m. arasında değişmektedir.

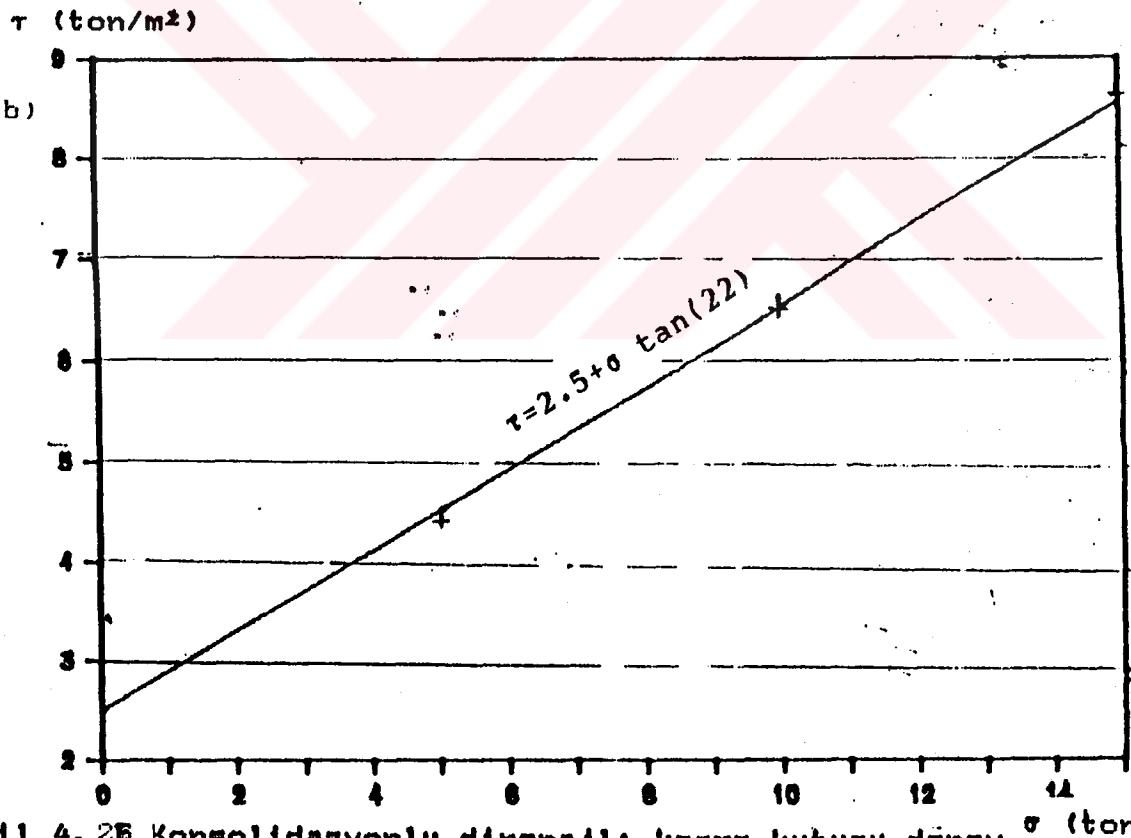
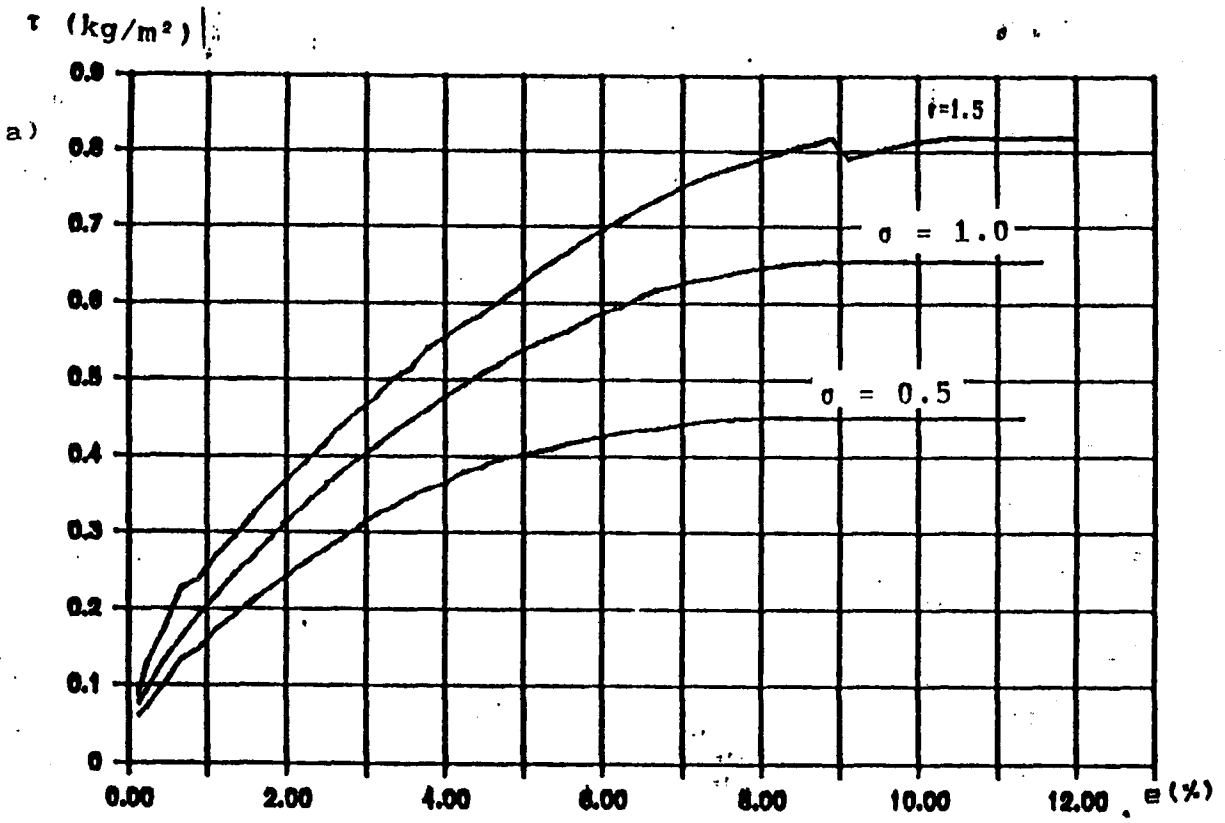
Heyelan alanında açıklıkları 3 ile 8 cm. arasında değişen çatlaklar gözlenmiştir.

Heyelanın kayma yüzeyinin şekli eğrisel (daireye yakın) olup, derinliği ise 8 m. dir. Hareket eden malzemenin hacmi yaklaşık $3.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ tür.

Heyelan malzemesi Alacalı jipsli serilerin ayrılmış sert killeri ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Heyelan alanında Alacalı jipsli serilerin tabaka doğrultusu K35 D. eğimi açısı 15 GD dur. Esas aynadan ve örnek almak için esas aynaya yakın yerlerde açılan çukurlardan çıkarılan düşey kesit aşağıda verilmiştir (Şekil 4.25).

DERİN (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
0.5		Çakıl, kum, silt
4.0		Jips içeren, alacalı renkte, kumlu, siltli killer
5.5		Elle kolayca parçalanabilen ayrılmış kumtaşı ve konglomera
7.5		Az ayrılmış, sert, çatlaklı killer
?	? - ? - ?	

Şekil 4.25. Heyelan malzemesinin düşey kesiti



Şekil 4. 26 Konsolidasyonu dirençli kesme kutusu deney sonuçları a) Kesme direnci(τ)-Birim deformasyon, b) Kesme direnci(τ)-Normal gerilme(σ) ilişkileri

genişlemiştir. Heyelendan etkilenen Kavaklar mahallesi yolunun 250 m.'lik kısmı sürekli çökmekte ve ötelenmektedir. Heyelan yanal olarak genişleyen dörtgen şeklindedir. Heyelan alanının uzunluğu 1200 m., ortalama eğimi 6 derece, genişliği taç kısmında 105 m., etekte ise 230 m. dir.

Heyelanın sol yamacını dar bir şerit halinde uzanan ve bazalt bloklarından oluşan yamaç molozu meydana getirmektedir. Dalgalı bir görünüşe sahip yamaç molozunun yüzeylenmesinde sürekli çökme sonucu yükseklikleri 2 ile 4 m. arasında değişen şevler oluşmuştur.

Heyelan alanında, çukurluklar, açıklıklar, kabarmalar, 20 cm. ye varan çatlaklar ve yer yer su birikintileri yer almaktadır. Çatlakların bazı durumlarda ağaçları ikiye böldüğü görülmüştür. Heyelanın yüksekliği 0.5 ile 1 m. arasında değişen sağ yan şevlerinde hareket yönüne paralel kayma izleri gözlenmiştir.

Heyelan alanında alacalı jipsli seriler ve yamaç molozu yayılım göstermektedir. yamaç molozu ve alacalı jipsli serilerin dokanağında debileri 1.5-3 lt/dak. olan kaynaklar yer almaktadır.

Heyelan malzemesini Alacalı jipsli serilerin ayrıışmış kısımları oluşturur.

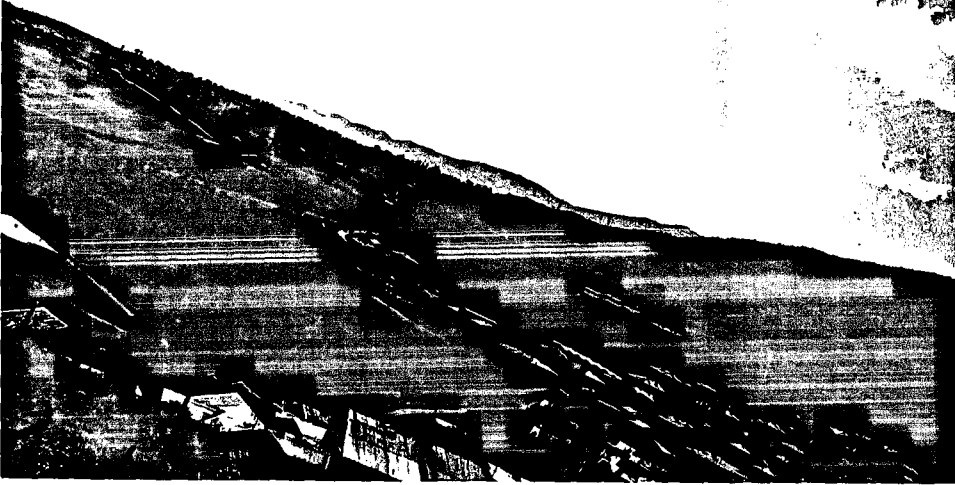
4.4.4. Yıldız Heyelanı

Yıldızlı mahallesinde, kemikli deresi batısında, belediye bakım evinin bulunduğu alanda meydana gelmiştir. Heyelan sonucu belediyeye ait bir bina yıkılmıştır (Şekil 4.27)

Yan sınırları belirgin olmayan heyelan orta hızda gelişmiştir. Heyelanın oluştuğu yamacın ortalama eğimi 10 derecedir. Heyelanın taç kısmı ile topuk arasında 38 m. kot farkı vardır. Heyelanda yükseklikleri 0.5 ile 1 m. arasında değişen esas ve tali aynalar gelişmiştir. Heyelan alanında açıklıkları 8-15 cm. arasında değişen gerilme çatlakları izlenmiştir.

Heyelan malzemesi genelde bloklar halinde olup, yer yer özellikle etek kısmında akma şeklinde hareket etmiştir.

Heyelenin kayma yüzeyi eğrisel şekilli ve 12 m. derinliktedir. Kayma yüzeyi derinliğinin heyelan uzunluğuna oranı 0.03 tür.



Şekil 4.27 Yıldız heyelan alanının görünüşü

Heyelan Alacalı jipsli serilerde ,killi seviyelerin bol yağışların etkisiyle, ayrışmamış tabakalar üzerinde hareket etmesi şeklinde, gelişmiştir. Heyelan malzemesini oluşturan siltli killerin fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 4.17 de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Heyelan malzemesinin fiziko-mekanik özellikleri

örnek Sayısı	Birim Hacim Ağır.gr/cm ³		öz- gül Ağır lık	Serbest Basınç Direnci kg/cm ²	Kıvam limitleri %			Su w %
	Doğal	Kuru			LL	PL	IP	
7	2.01	1.63	2.76	1.24	42	22.5	19.5	22

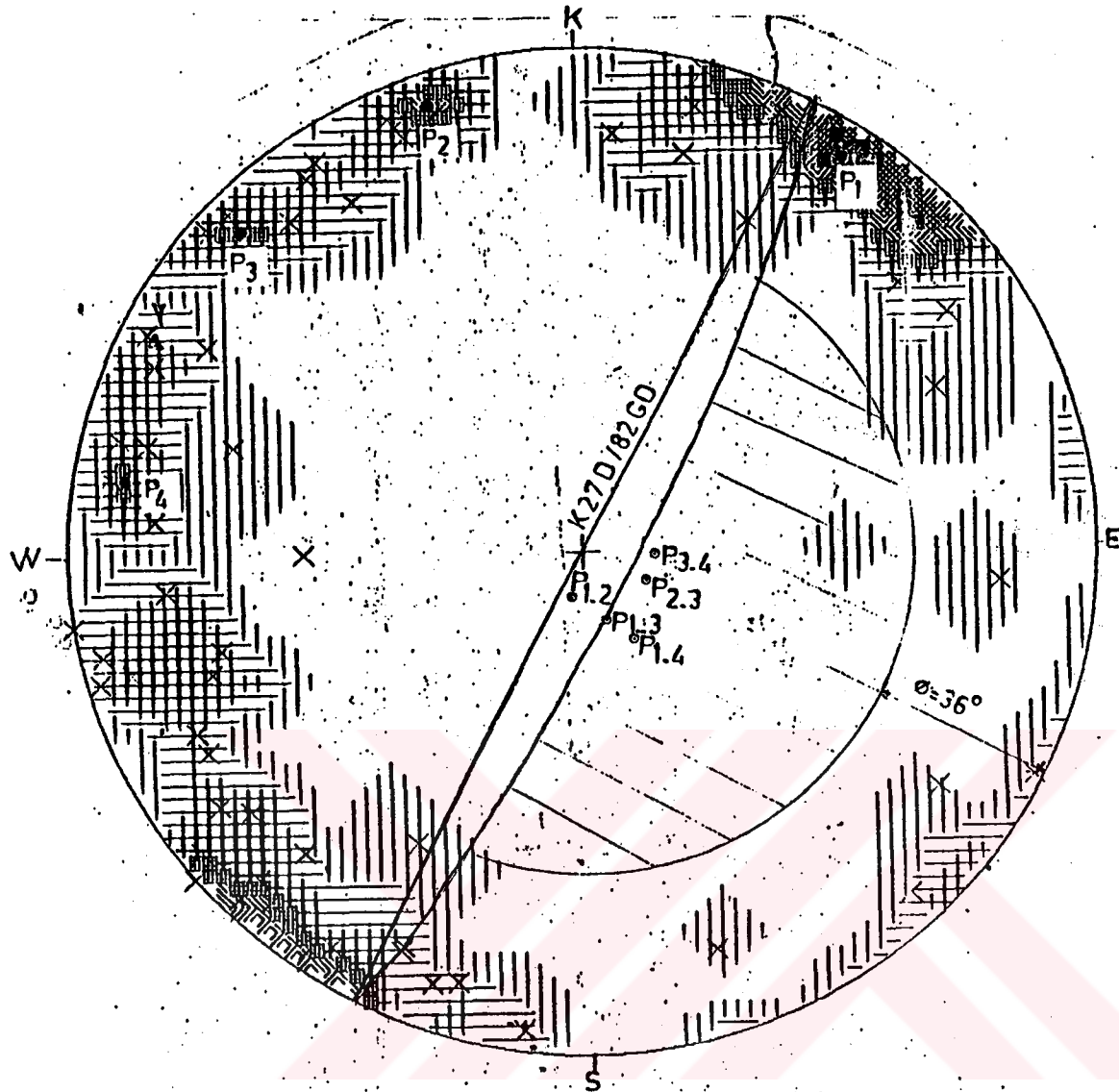
Heyelan alanında debileri 1,5 lt/dak. dan küçük olan iki kaynak gelişmiştir. Belediye bakım evinden güneye, Ortabahçe mahalle yoluna uzanan yaklaşık 150 m. genişlikteki alanda yer yer çukurlaşma ve kabarmalar, çatlaklar gözlenmiştir. Bu nedenle heyelanın ileriye doğru genişleyebileceği düşünülmektedir

4.5. Bazik volkaniklerin oluşturduğu yamaçlarda duraylılık

İnceleme alanında yayılım gösteren bazik volkaniklerin oluşturduğu kaya yamaçlarda kitle hareketleri süreksizliklere bağlı olarak gelişmektedir. Kaya yamaçlarda gelişen kitle hareketlerinin şekli ve büyüklüğü süreksizliklerin özelliklerine, yamacın yüksekliği ile eğimine, süreksizliklerle yamacın ilişkisine (aynı veya ters yönde eğimli olmaları, eğimlerinin yamaç eğiminden büyük veya küçük olmalarına) bağlıdır. Bazalt, lav ve proklastiklerinin oluşturduğu kaya yamaçlar inceleme alanının kuzeybatısında, Tamzara deresinin doğusunda ve Hacı kayası çevresinde yer almaktadır.

İnceleme alanın kuzeybatısında Yıldız mahallesinden Taş boyununa kadar olan alanda yer alan kaya yamacın yüksekliği 15 m ile 250 m arasında değişmektedir. Doğrultusu ise genelde K27D olmakla birlikte değişkenlik göstermektedir. Yamaç GD 'ya doğru eğimli olup eğimi 55 ile 90 derece arasında değişmektedir. Yamaçta yayılım gösteren bazik volkaniklerinden alınan 76 çatlak ölçüsüne göre kontur diyagramı çizilmiştir (Şekil 4.28). Kontur diyagramı incelendiğinde hakim çatlakların K56B/83GD(P₁), K71D/81GD(P₂), K42D/80GD(P₃) ve K10D/78GD doğrultu ve eğime sahip oldukları görülmektedir. Yamaç eğim ortalama 82 derece olarak alındığında süreksizliklerin meydana getirdiği kamalanmalarının (P₂₋₄, P₂₋₃, P₁₋₃ ve P₁₋₄) kayma olasılıklarından sözedilebilir. Yamacın eğimi 76 dereceden düşük olduğu kesimlerinde kamusal kayma olasılığından söz edilemez. P₄ ve P₃ kutuplarının temsil ettiği süreksizliklere bağlı olarak düzlemsel kayma olasılığı vardır.

Tamzara deresini doğusunda, Gutgut mahallesinin KD da yer alan yamaçlarda bazik volkanitler ve yamaç molozu yayılım göstermektedir. Yamaç molozunun içerdiği bloklar çoğunlukla çapları 1 ile 3.5 m. arasında değişen elipsoid şeklindedir. Volkanik breş bileşimindeki bu bloklar yamaçta oldukça dengesiz durumdadırlar. Üst üste yığılı olarak bulunan blokların aşırı yağışlar, deprem veya yapay titreşimlerle kolayca yamaç aşağı hareket edebilecekleri düşünülmektedir (Şekil 4.29). Yamaç eteğinde binalar yer aldığından, yamaçta gelişebilecek yamaç molozu akması veya kaya düşmesi şeklindeki hareketler can ve mal kaybına neden olabilmektedir.



76 Points

LEGEND (for first 9 intervals)

□	1- 1	▣	6- 6
▤	2- 2	▥	7- 7
▦	3- 3	▧	8- 8
▨	4- 4	▩	9- 9
▪	5- 5		

Contour Method: Schmidt (1925)
 Counting Area: 0.010
 Contour Interval: 1% Points per 1% Area
 Maximum Contour: 11

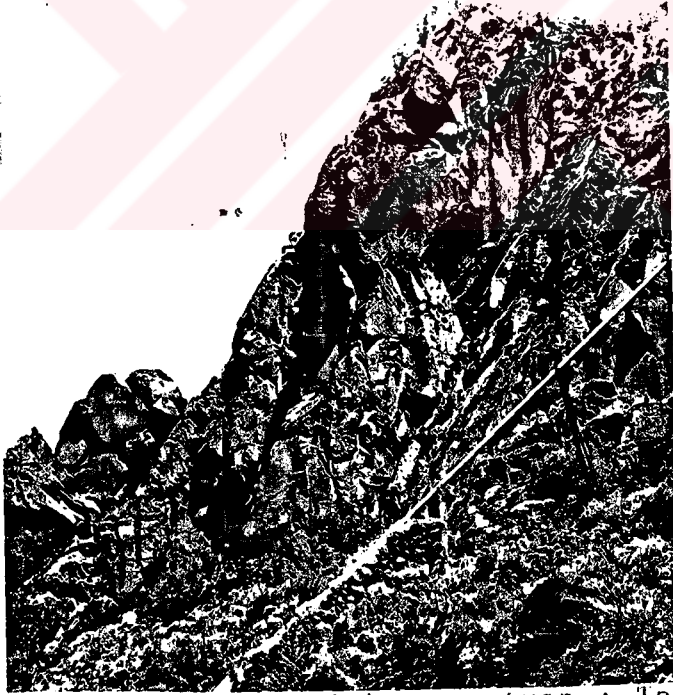
NOTE: Contour Patterns Repeat Every 9 Intervals

Şekil 4.28. Kontur diyagramından yararlanılarak duraylılığın incelenmesi

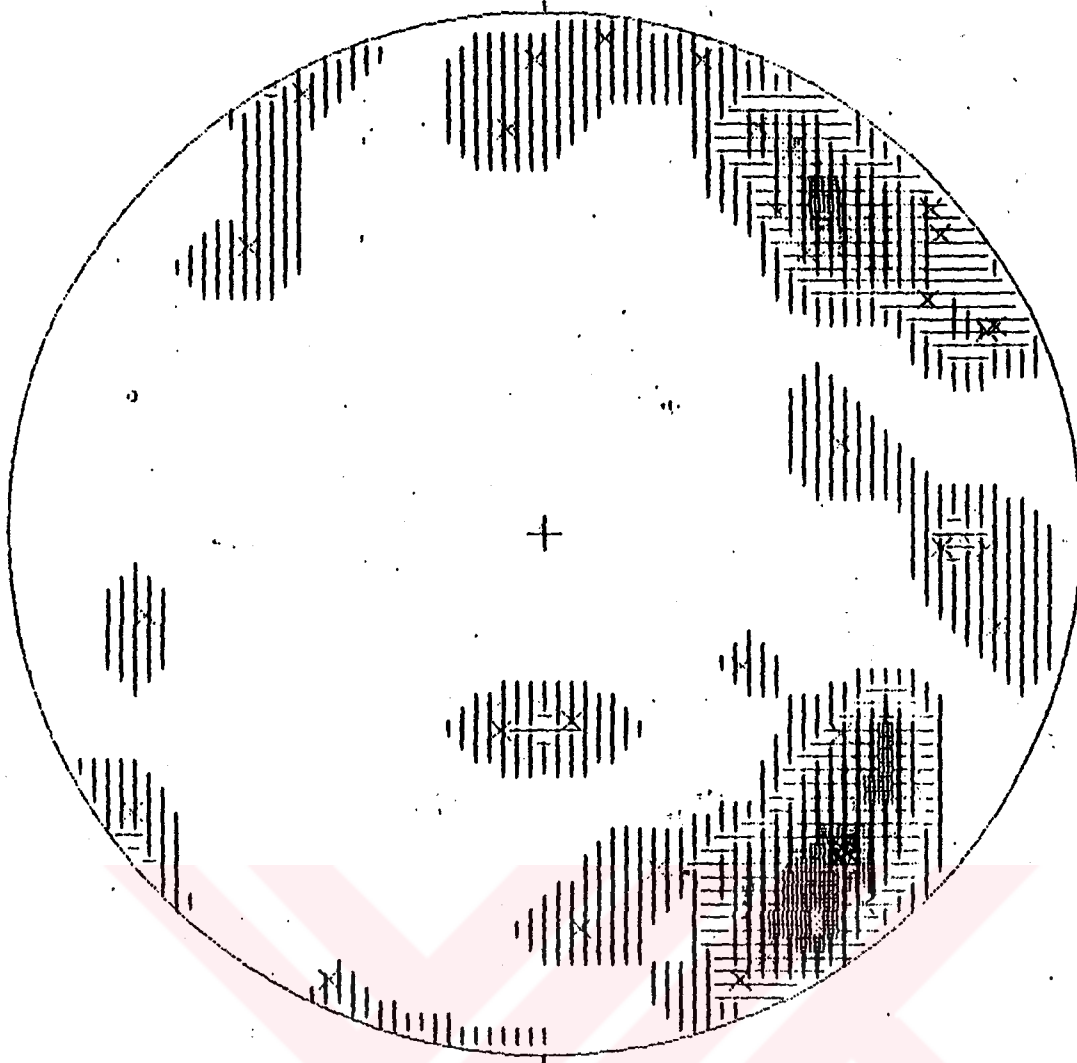
Şebinkarahisar kalesinin üzerinde bulunduğu Hacı kayasının çevresinde yükseklikleri 20 ile 300 m arasında değişen kaya yamaçları yer almaktadır. Bu kaya yamaçlarda denge bozulmaları kamasal kayma, düzlemsel kayma ve özellikle kaya düşmesi şeklinde meydana gelmektedir (Şekil 4.30). Hacı kayasının batısında bulunan Taş mahallesi ile GD da bulunan Akbudak köyü kaya düşmesi tehlikesi altındadır. Hacıkayası'nın batı yamacından (Taş mahallesinden) bazik volkaniklerden alınan 52 çatlak ölçüsüne göre kontur diyagramı çizilmiştir (Şekil 4.31). Bu diyagramdan hakim çatlakların K50 B/81 GB (P1 kutbu) ve K46 D/84 KB (P2 kutbu) deogrultü ve eğimine sahip olduğu görülmektedir. Hacıkayasının batısını oluşturan bu yamaçta düzlemsel ve kamasal kayma olasılığı yoktur. Ancak kaya düşmeleri meydana gelmektedir. (Şekil 4.32)



Şekil 4.29 Kaya düşmesi ve yamaç molozu akması tehlikesi (yer : Gutgut mahallesi (Semerciler))



Şekil 4.30 Düzlemsel kayma (yer : Taş mahallesi su deposu yanı)



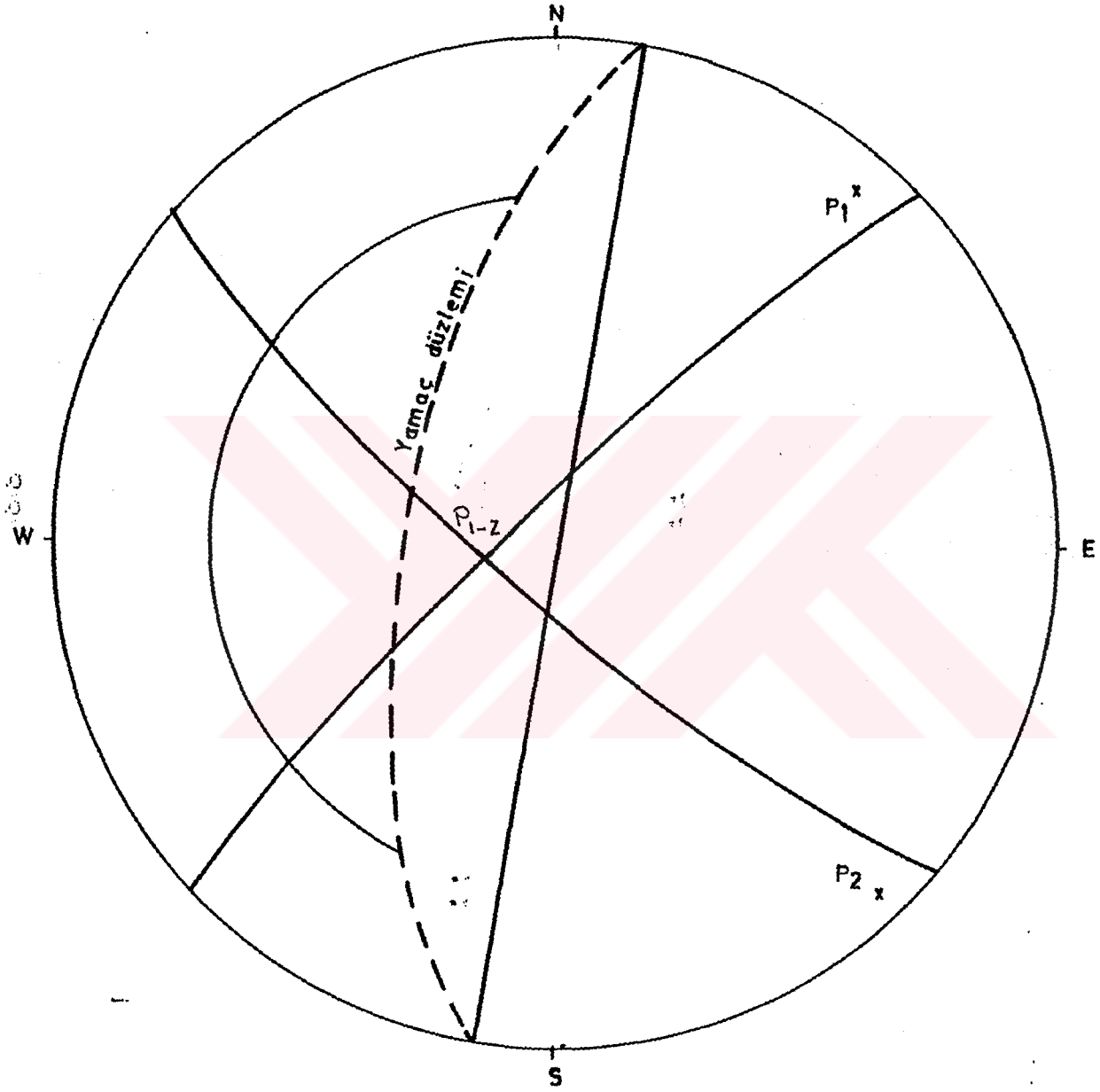
LEGEND (for first 9 intervals)

□	1- 2	▨	11- 12
▤	3- 4	▩	13- 14
▥	5- 6	▪	15- 16
▧	7- 8	▫	17- 18
▨	9- 10		

52 Points

Contour Method: Schmidt (1925)
 Counting Area: 0.010
 Contour Interval: 2% Points per 1% Area
 Maximum Contour: 12

Sekil 4.31 Hacıkayasının batı yamacındaki bazı volkaniklerden alınan 52 çatlak ölçüsüne göre çizilmiş kontur diyagramı



Şekil 4.32 Kontur diyagramından yararlanılarak duraylık analizi (yer : Hacıkayasının batısını oluşturan yamaç yamaç düzleminin durumu K10 D/ 65 KB)

BÖLÜM 5. YAMAÇ VE ŞEVLERİN DURAYLILIĞI

5.1. Giriş

Duraylılık yamaç ve şevlerin uzun zaman bozulmadan durumlarını korumaları olarak tanımlanır. Yamaç ve şev terimleri doğada görülen (veya insanlar tarafından oluşturulan) eğik yüzeyleri ifade etmektedir.

Yamaç ve şevlerde duraylık çalışmaları .

1-duraylığın bozulma olasılığının olup olmadığının belirlenmesi ve

2-belirlenen bir güvenlik sayısı için duraylığı sağlayacak önlemlerin alınması

amaçları için gerçekleştirilir.

Yamaçlarda hareketi önleyici kuvvetlerin hareket ettirici kuvvetler aleyhine artması güvenliği artıracaktır. Duraylığa bu şekilde yaklaşım yamaç ve şevlerdeki dengeyi "güvenlik sayısı (Gs)" olarak adlandırılan bir kriterle ifade edilebileceğini göstermektedir.

Zemin şevleri Gs' na göre duraylık açısından :

Gs	Şev
< 1	Duraysız
1.0 - 1.2	Kuşkulu (kısa süreli şevler için)
1.3 - 1.4	Yarma ve dolmalar için güvenilir (uzun süreli şevler için)
> 1.5	Baraj şevleri için emniyetli

Gs 'sının bilinmeyen kayma yüzeyi için seçilecek biçime duyarlı olduğu bilinmektedir. Zeminin türüne bağlı olarak belirli bir kayma şeklinin seçilmesi durumunda duraylık daha

gerçekçi yapılacaktır. Ancak denge hesaplamalarında kullanılan yöntemin seçiminde gösterilen özenin , zeminin kayma direnci parametrelerinin belirlenmesindeki olası hata miktarları gözönünde tutularak ,aşırı olmaması önerilmektedir. İnceleme alanındaki yamaçlar için denge analizleri yapılırken, yukarıda anlatılan yaklaşım dikkate alınmıştır.

5.2. Duraylık analiz yöntemleri

Yamaçlarda denge analizleri için iki farklı yaklaşım geliştirilmiştir.

1- **Limit gerilme yaklaşımı** : Yamaçta dış yükler ve kendi ağırlığı altındaki ortamın mekanik özelliklerine bağlı olarak, gerilmelerin nerelerde yoğunlaşacağını,deformasyon miktarlarını ve kaymanın olup olmayacağını inceler. Yamaçların büyük çoğunluğunda kaymanın varolan süreksizlikler boyunca olduğu veya kayma yüzeyinin sonradan belirmesi nedeniyle genel deformasyon analizinin gereksiz olduğu şeklinde limit gerilme yaklaşımına eleştiriler getirilmektedir.

2-**Limit denge yaklaşımı** : Kayma yüzeyinin yeri ve şekli önceden kabul edilir, sonra yamacın dengesi eldeki verilerle hesaplanır.

Limit denge yaklaşımı ile geliştirilmiş yöntemlerin ortak yönleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Önalp,1975).

1- Denge kaybı ,hareketi önleyici kuvvetlerin hareket ettirici kuvvetlere oranı olarak tanımlanan, güvenlik sayısı ile bulunur.

2- Zeminin kayma direnci deformasyondan (veya kayma miktarından) bağımsız ortalama bir değer ve zorunlu olarak gerçekten küçük kabul edilir.

3- Kayma gerilmesi (τ) ve normal gerilme (σ) üç denge denklemi ve Mohr-Coulomb denklemi kullanılarak hesaplanır.

4- Üç denge denklemi her durumda bilinmeyen sayısından fazla olduğundan eşitliği sağlamak için bazı varsayımlar yapılır.

Limit denge yaklaşımı iki ana koşulda uygulanmıştır. Geliştirilen ilk yöntemlerde denge denklemleri kayan kitlenin tümü için uygulanmıştır. Sonradan zeminin homojen olmadığı, kayma yüzeyinin üniform bir geometrik şekle sahip olmadığı ve su basınçlarının yerel değişiklik gösterdiği koşullar için kayan kitle dilimlere ayrılmış, denge denklemlerinin her dilim için yazılmıştır.

Dilim yöntemlerinde kayan (veya kayması olası) kitlenin dilimlere ayrılışı, tipik bir dilime etkiliyen kuvvetler ve denge denklemleri Şekil 5.1 de verilmiştir.

5.2.1. İsveç Dilim Yöntemi (i.D.Y)

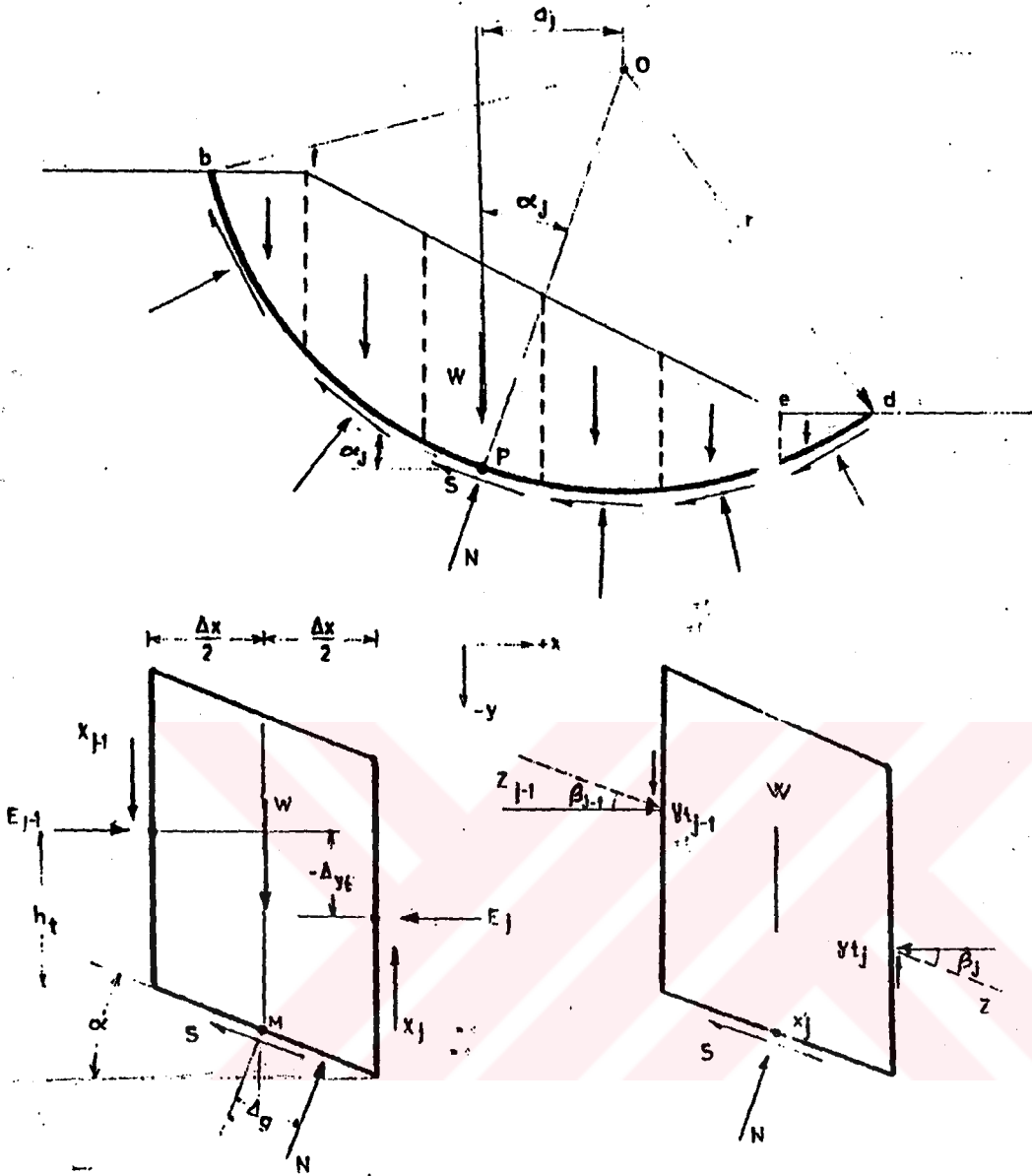
Literatürde Fellinius ve bazen sade yöntem (Ordinary method of slices) anılan bu yöntemde yanıl kuvvetler sıfır kabul edilir.

$$\sum \tan \theta \{ (E_j - E_{j-1}) \cos \alpha - (X_j - X_{j-1}) \sin \alpha \} = 0$$

Bu varsayım güvenlik sayısının (G_s) gerçekten küçük çıkmasını sağlamaktadır. Bu nedenle i.D.Y diğer yöntemlerin kontrolünde kullanılmaktadır. Güvenlik sayısı ;

$$G_s = \frac{\sum c \times l + \sum (W \times \cos \alpha - u \times l) \times \tan \theta}{\sum W \times \sin \alpha}$$

förmülüyle bulunur.



$$\begin{aligned}
 [\Sigma F_y = 0] & \quad -W + (X_j - X_{j-1}) + S \sin \alpha + N \cos \alpha = 0 \\
 [\Sigma T_x = 0] & \quad (E_j - E_{j-1}) + S \cos \alpha + N \sin \alpha = 0 \\
 [\Sigma M_i = 0] & \quad X_{j-1} \Delta x + (X_j - X_{j-1}) \frac{\Delta x}{2} + E_{j-1} \Delta y_t + (E_j - E_{j-1}) (h \Delta y_t - \frac{\Delta y}{2}) + (N \Delta g) \\
 & \quad \Sigma (X_j - X_{j-1}) = 0 \\
 & \quad \Sigma (E_j - E_{j-1}) = 0 \\
 & \quad \Sigma (M_j) = 0
 \end{aligned}$$

Şekil 5.1. Kayan kitlenin dilimler ayrılışı, tipik bir dilime etkiliyen kuvvetler ve denge denklemleri.

G_{s1}: İsveç dilim yöntemi (f.D.Y) ile bulunan güvenlik sayısı
c : kohezyon (ton/m²)
Ø : içsel sürtünme açısı
W : dilim ağırlığı (ton)
α : dilim taban açısı
u : boşluk suyu basıncı

Dilim taban açısının büyük değişiklikler gösterdiği derin kayma yüzeylerinde hata artmaktadır. Hata miktarı boşluk suyu artığında artacağından yöntemin kuru yamaçlar için uygulanması önerilmektedir.

5.2.2. Sadeleştirilmiş Bishop yöntemi (S.B.Y.)

Dilime etkiliyen yanıl kuvvetlerin yatay olduğu varsayımını yapar. Güvenlik sayısı;

$$G_{sb} = \frac{\sum (c \times b + \sum (W \times \cos \alpha - u \times b) \times \tan \theta) / m_{\alpha}}{\sum W \times \sin \alpha}$$

förmülüyle bulunur.

G_{sb}: Sadeleştirilmiş Bishop yöntemi (S.B.Y) ile bulunan G_s

$$m_{\alpha} = \left(1 + \frac{\tan \alpha \times \tan \theta}{G_{sb}} \right) \times \cos \alpha$$

m_α katsayısı G_s içerdığından çözüme iterasyonla gidilir.

S.B.Y ile bulunan G_s her durumda f.D.Y ile bulunandan yüksek ve gerçeğe daha yakındır. S.B.Y in eksikliği G_s>1 ve kayma yüzeyinin derin olduğu durumda hataların artmasıdır.

5.2.3. Janbu yöntemi (J.Y)

Yanal kuvvetlerin bileşkesinin yeri için varsayım yapar. Janbu genelleştirilmiş dilim yöntemi kayma yüzeyinin şeklini

kısıtlamadığı gibi tüm denge koşullarını sağlamaktadır. Bu arada Bishop y. gibi yanal kuvvetlerin yatay olduğu varsayımı ile basit bir çözüme ulaşılmaktadır. Ancak bu durumda sonuçların bir katsayı (f_0) ile düzeltilmesi gerekmektedir. Janbu yönteminde güvenlik sayısı :

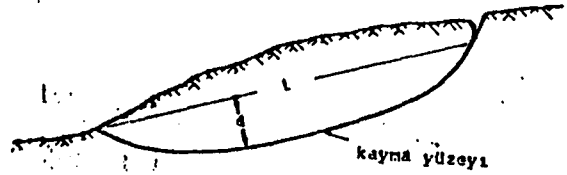
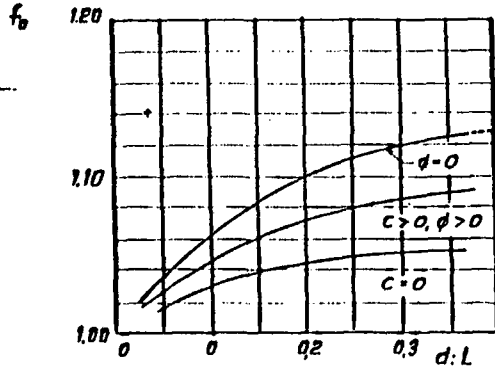
$$G_{sj} = f_0 \times \left[\frac{\Sigma (c \times b + \Sigma (W - u \times b) \times \tan \theta) / n_\alpha}{\Sigma W \times \tan \alpha} \right]$$

förmülüyle bulunur. :

G_{sj} : Janbu yöntemi (J.Y) ile bulunan güvenlik sayısı

$$n_\alpha = \left(1 + \frac{\tan \alpha \times \tan \theta}{G_{sj}} \right) \times \cos^2 \alpha$$

Düzeltilme faktörü (f_0) Şekil 5.2 de verilen grafikten bulunur. n_α katsayısı G_s içerdiginden çözüme iterasyonla gidilir.



Şekil 5.2 Janbu'nun düzeltme faktörü diyagramı

5.3. Bilgisayar uygulaması

Dengenin genel şekilli kayma yüzeyleri için incelenmesinde işlemlerin uzun olması nedeniyle bilgisayar uygulamaları ekonomi, zaman ve güvenilirlik açısından büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle I.D.Y , S.B.Y , J.Y lerini ile duraylık analizi yapan ANALIZI adında bir program geliştirilmiştir (Ek 11). Sonsuz yamac analizi için LOTUS 123 de bir makro (program) yazılmıştır. Ayrıca bu çalışmamızda bilgisayarın sunduğu olanaklardan geniş ölçüde yararlanılmıştır.

5.4. Yamaç ve şevlerde duraylık analizi

İnceleme alanındaki şev ve yamaçların duraylık analizi

- heyelanların karakteristikleri,
- yamacın morfolojik özellikleri ve
- heyelanların oluştuğu malzemenin mühendislik özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Sebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerde görülen kitle hareketleri çoğunlukla dilim şeklindeki kaymalar ve çoklu ilerleyen kaymalar şeklinde gelişmiştir. Kayma yüzeyinin şekli ve derinliği Alacalı jipsli serilerin tabakalı yapısı tarafından kontrol edilmektedir. Kayma yüzeyinin şekli çoğunlukla düzleme yakın (genel kayma yüzeyi) şeklinde olup derinliği 8 ile 20 m arasında değişmektedir. Heyelanlarda esas kayma yüzeyi derinliğinin heyelan uzunluğuna oranı (h/l) çoğunlukla 0.1 den küçüktür. Bu oranın yükselmesi durumunda bile kayma yüzeyi şekli daireye yaklaşmamaktadır.

Kayan kitleler çoğunlukla dilimler (kayma kamaları) şeklindedir. Dilimlerde h/l oranı 0.13 ile 0.05 arasında değişmekte olup çoğunlukla 0.1 civarındadır.

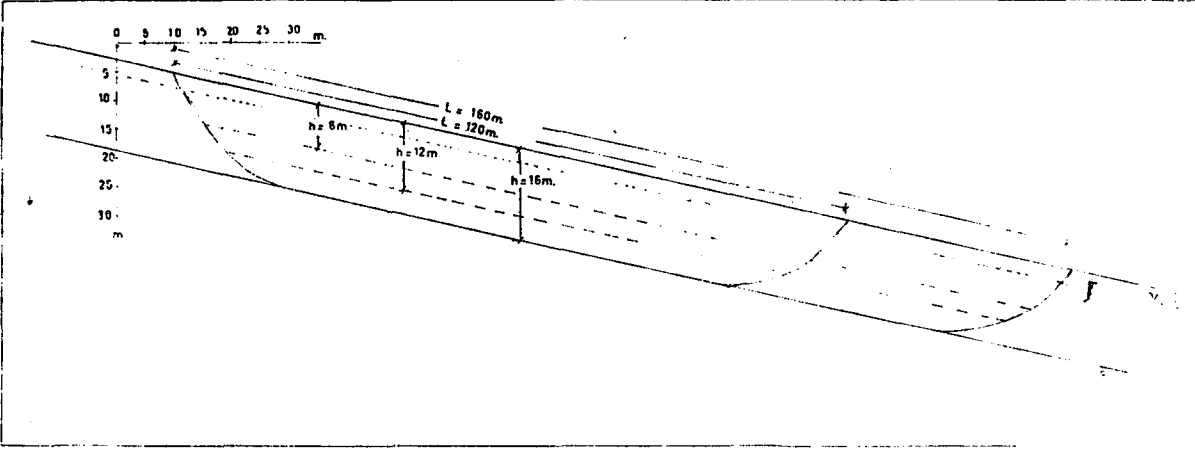
Yukarıda anlatılan (ve araç , gereç olanagımız dahilinde elde edilen) veriler dikkate alınarak , Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda denge analizleri için bir model oluşturulmuştur (Şekil 5.3)

Şekil 5.3 incelendiğinde duraylık analizlerinin

- 1- Olası dilim şeklindeki kaymalar ile heyelandaki kayma kamalarının (dilimlerin) her biri ve
- 2-sonsuz yamaç için yapılması uygun olacağı görülmektedir.

Olası dilim şeklindeki kaymalar ve hareket etmiş dilimlerin (heyelanlardaki kayma kamalarının) denge analizleri , özellikle kayma yüzeyi şekli ile h/l oranı dikkate alınarak , S.B.Y ve J.Y lerıyla yapılmıştır. I.D.Y diğer iki yöntemin kontrolü amacıyla uygulanmıştır.

Denge analizlerinde arazi ve labaratuvarında gerçekleştirilen ölçü,gözlem ve deney sonuçları dikkate alınarak ; heyelan uzunluğu $l = 160$ m. , kayma yüzeyi derinliği (h) 16, 12 ve 8 m. , kayma yüzeyi derinliğinin heyelan uzunluguna oranı (h/l) ise 0.1 ,0.13 ve 0.05 olarak seçilmiştir. Heyelanların oluştuğu malzemenin birim hacim ağırlığı (Bh) 2.0 ton/m³, kohezyon değerleri (c') 1.0 , 1.5 , 2.0 ton/m², içsel sürtünme derecesi (θ') 15 , 18 ve 21 derece olarak alınmıştır. incelenen modelde yamaç eğimleri (β) 8,10,12 ve 14 olarak seçilmiştir.



Sekil 5.3 Dilim şeklindeki kaymalar ve sonsuz yamaçta denge analizi için geliştirilen model.

Olası dilim şeklindeki kaymalar ve hareket etmiş dilimler (kayma kamaları) için duraylık analiz sonuçları Çizelge 5.1 de verilmiştir.

Çizelge 5.1 de verilen G_s değerleri irdelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Hareket etmiş ve etmesi olası kitlenin kuru veya doygun olması durumunda $G_{s1} < G_{sb} < G_{sj}$ dir. Kayma yüzeyi şekli dikkate alındığında gerçeğe en yakın sonucu J.Y vermektedir.

2- Dilim şeklindeki kaymalar ve heyelan dilimlerinin yeniden hareketi malzemenin doygun olduğunda oluşacaktır. İnceleme alanındaki kitle hareketleri çoğunlukla aşırı yağışlardan sonra oluşmaktadır. Yamaç kuru olduğunda kitle hareketleri gelişmemektedir.

Çizelge 5.1. Duarylılık analizleri sonuçları

C (ton/m ²)	Ø	H	β	Gsi		Gsb		Gsj		Gsy	
				doygun	kuru	doygun	kuru	doygun	kuru	doygun	kuru
1.0	15	16	8	1.268	2.242	1.398	2.367	1.493	2.468	1.180	2.130
1.0	18	16	8	1.479	2.660	1.636	2.812	1.745	2.927	1.380	2.540
1.0	21	16	8	1.697	3.092	1.882	3.271	2.005	3.403	1.590	2.960
1.5	15	16	8	1.407	2.381	1.537	2.506	1.646	2.622	1.290	2.250
1.5	18	16	8	1.617	2.799	1.775	2.951	1.898	3.081	1.500	2.650
1.5	21	16	8	1.835	3.231	2.021	3.410	2.159	3.557	1.710	3.070
2.0	15	16	8	1.546	2.520	1.675	2.645	1.799	2.775	1.407	2.360
2.0	18	16	8	1.756	2.938	1.914	3.090	2.051	3.235	1.609	2.765
2.0	21	16	8	1.974	3.370	2.160	3.549	2.312	3.710	1.819	3.185
1.0	15	16	10	0.886	1.571	0.992	1.669	1.071	1.761	0.943	1.702
1.0	18	16	10	1.030	1.862	1.160	1.981	1.252	2.088	1.104	2.025
1.0	21	16	10	1.182	2.163	1.334	2.304	1.439	2.424	1.271	2.360
1.5	15	16	10	0.986	1.671	1.091	1.769	1.182	1.873	1.034	1.796
1.5	18	16	10	1.310	1.962	1.260	2.081	1.363	2.000	1.195	2.117
1.5	21	16	10	1.282	-	1.434	-	1.550	-	1.363	2.451
2.0	15	16	10	1.086	1.771	1.910	1.869	1.293	1.985	1.125	1.885
2.0	18	16	10	1.232	-	1.359	-	1.474	-	1.287	2.208
2.0	21	16	10	1.382	-	1.534	-	1.661	-	1.454	2.542
1.0	15	16	12	0.865	1.572	0.967	1.673	1.030	1.777	0.784	1.414
1.0	18	16	12	1.000	1.863	1.132	1.986	1.207	2.106	0.918	1.682
1.0	21	16	12	1.155	2.165	1.302	2.300	1.386	-	1.057	1.960
1.5	15	16	12	0.964	1.672	1.065	1.774	1.141	1.890	0.861	1.491
1.5	18	16	12	1.060	1.964	1.229	2.087	1.314	2.220	0.995	1.759
1.5	21	16	12	1.253	2.265	1.399	2.410	1.494	2.560	1.133	2.036
2.0	15	16	12	1.062	1.773	1.163	1.875	1.248	2.000	0.938	1.568
2.0	18	16	12	1.204	2.065	1.327	2.187	1.422	2.330	1.072	1.836
2.0	21	16	12	1.351	2.366	1.497	2.511	1.602	2.674	1.210	2.113
1.0	15	16	14	0.771	1.367	0.868	1.452	0.950	1.551	0.670	1.208
1.0	18	16	14	0.898	1.620	1.016	1.723	1.110	1.839	0.785	1.436
1.0	21	16	14	1.029	1.882	1.169	2.000	1.227	2.136	0.903	1.673
1.5	15	16	14	0.859	1.454	0.955	1.540	1.048	1.650	0.737	1.274
1.5	18	16	14	0.985	1.708	1.030	1.811	1.208	1.938	0.851	1.503
1.5	21	16	14	1.116	1.970	1.255	2.020	1.375	2.235	0.969	1.739
2.0	15	16	14	0.946	1.542	1.042	1.628	1.145	1.749	0.804	1.341
2.0	18	16	14	1.073	1.795	1.089	1.899	1.306	2.037	0.918	1.569
2.0	21	16	14	1.204	2.057	1.302	2.180	1.472	2.250	1.036	1.806
1.0	15	12	8	1.565	2.705	1.726	2.865	1.909	3.085	1.256	2.209
1.0	18	12	8	1.807	3.190	2.002	3.378	2.213	3.638	1.458	2.614
1.0	21	12	8	2.059	3.691	2.289	3.914	2.527	4.210	1.668	3.034
1.5	15	12	8	1.777	2.917	1.938	3.073	2.149	3.326	1.407	2.360
1.5	18	12	8	2.020	3.402	2.215	3.590	2.453	3.879	1.609	2.765
1.5	21	12	8	2.270	3.904	2.501	4.127	2.767	4.451	1.819	3.185
1.0	15	12	10	1.213	2.095	1.345	2.220	1.475	2.372	1.000	1.763
1.0	18	12	10	1.401	2.469	1.560	2.622	1.710	2.797	1.165	2.086
1.0	21	12	10	1.595	2.857	1.783	3.037	1.953	3.237	1.332	2.421
1.5	15	12	10	1.380	2.261	1.510	2.387	1.661	2.559	1.125	1.885
1.5	18	12	10	1.567	2.635	1.756	2.788	1.896	2.984	1.287	2.208

C on/m ²	Ø	H	β	Gsi		Gsb		Gsj		Gsy	
				doygun	kuru	doygun	kuru	doygun	kuru	doygun	kuru
1.0	15	12	12	0.991	1.708	1.104	1.814	1.204	1.926	0.835	1.465
1.0	18	12	12	1.143	2.012	1.281	2.142	1.396	2.271	0.969	1.734
1.0	21	12	12	1.301	2.328	1.464	2.481	1.594	2.627	1.108	2.011
1.5	15	12	12	1.128	1.845	1.240	1.952	1.356	2.080	0.938	1.568
1.5	18	12	12	1.280	2.149	1.417	2.279	1.548	2.424	1.072	1.836
1.5	21	12	12	1.438	2.465	1.600	2.618	1.746	2.781	1.210	2.113
1.0	15	12	14	0.837	1.440	0.938	1.534	1.019	1.621	0.715	1.252
1.0	18	12	14	0.966	1.696	1.089	1.811	1.181	1.910	0.829	1.481
1.0	21	12	14	1.098	1.961	1.244	2.097	1.349	2.209	0.947	1.717
1.5	15	12	14	0.955	1.558	1.054	1.651	1.148	1.752	0.804	1.341
1.5	18	12	14	1.083	1.814	1.204	1.928	1.310	2.041	0.918	1.569
1.5	21	12	14	1.216	2.079	1.360	2.214	1.478	2.340	1.360	1.806
1.0	15	8	8	1.479	2.450	1.550	2.512	1.735	2.749	1.410	2.360
1.0	18	8	8	1.686	2.863	1.772	2.938	1.982	3.211	1.610	2.770
1.0	21	8	8	1.899	3.290	2.000	3.378	2.238	3.688	1.820	3.180
1.5	15	8	8	1.734	2.704	1.803	2.767	2.022	3.038	1.630	2.590
1.5	18	8	8	1.940	3.117	2.025	3.192	2.269	3.500	1.840	2.990
1.5	21	8	8	2.154	3.544	3.255	3.633	2.524	3.977	2.050	3.410
2.0	15	8	8	1.988	2.959	2.057	3.021	2.309	3.326	1.860	2.814
2.0	18	8	8	2.194	3.371	2.279	3.447	2.555	3.788	2.063	3.219
2.0	21	8	8	2.408	3.800	2.508	3.888	2.811	4.266	2.273	3.638
1.0	15	8	10	1.180	1.951	1.241	2.000	1.373	2.165	1.125	1.885
1.0	18	8	10	1.344	2.279	1.419	2.342	1.569	2.528	1.287	2.208
1.0	21	8	10	1.514	2.619	1.603	2.692	1.771	2.903	1.454	2.542
1.5	15	8	10	1.384	2.156	1.444	2.208	1.399	2.394	1.308	2.068
1.5	18	8	10	1.548	2.484	1.622	2.546	1.795	2.757	1.470	2.392
1.5	21	8	10	1.718	2.823	1.806	2.897	1.997	3.132	1.637	2.725
2.0	15	8	10	1.589	2.360	1.648	2.412	1.826	2.622	1.491	2.251
2.0	18	8	10	1.753	2.688	1.825	2.751	2.021	2.985	1.652	2.574
2.0	21	8	10	1.922	3.027	2.009	3.102	2.223	3.361	1.819	2.908
1.0	15	8	12	0.982	1.620	1.037	1.665	1.137	1.785	0.938	1.560
1.0	18	8	12	1.117	1.892	1.186	1.946	1.300	2.083	1.072	1.836
1.0	21	8	12	1.258	2.173	1.339	2.237	1.468	2.392	1.210	2.113
1.5	15	8	12	1.153	1.792	1.207	1.837	1.325	1.975	1.091	1.722
1.5	18	8	12	1.289	2.063	1.355	2.118	1.486	2.273	1.225	1.990
1.5	21	8	12	1.430	2.344	1.508	2.409	1.654	2.582	1.364	2.267
2.0	15	8	12	1.325	1.963	1.377	2.008	1.513	1.165	1.245	1.875
2.0	18	8	12	1.461	2.235	1.525	2.290	1.675	2.464	1.379	2.143
2.0	21	8	12	1.601	2.516	1.678	2.580	1.842	2.773	1.518	2.421
1.0	15	8	14	0.841	1.384	0.892	1.424	0.973	1.517	0.804	1.341
1.0	18	8	14	0.956	1.615	1.020	1.664	1.112	1.770	0.918	1.569
1.0	21	8	14	1.076	1.855	1.152	1.912	1.256	2.031	1.036	1.806
1.5	15	8	14	0.989	1.533	1.038	1.573	1.133	1.680	0.937	1.475
1.5	18	8	14	1.105	1.764	1.166	1.813	1.271	1.933	1.050	1.703
1.5	21	8	14	1.224	2.003	1.298	2.061	1.415	2.195	1.169	1.939
2.0	15	8	14	1.138	1.681	1.185	1.721	1.294	1.844	1.070	1.607
2.0	18	8	14	1.253	1.913	1.312	1.960	1.432	2.097	1.184	1.836
2.0	21	8	14	1.373	2.152	1.440	2.209	1.575	2.358	1.302	2.072

3- Yamaçlarda hareket sert, çatlaklı killerin kohezyonunun en büyük değerden kalıcı değere düşmesi ile oluşmaktadır. Bu nedenle hareket etmiş ve kayma derinliği bilinen kitlenin (dilimlerin) denge analizlerinde kalıcı kohezyon (c_r) ve içsel sürtünme (ϕ_r) değerleri alınmalıdır. $c_r = 1.0$ ton/m² ve $\phi_r = 15$ değerleri alındığında, hareket etmiş ve doygun durumdaki kitleler için,

kayma yüzeyi derinliği $h=16$ m ise yamaç eğimi $\beta > 9$,

kayma yüzeyi derinliği $h=12$ m ise yamaç eğimi $\beta > 13$,

kayma yüzeyi derinliği $h=8$ m ise yamaç eğimi $\beta > 14$

olduğunda $G_{sj} < 1.15$ olmaktadır. (yamaç duraysız)

Bu sonuçlara göre kayma yüzeyi derinlikleri ve meydana geldikleri yamacın ortalama eğimleri dikkate alındığında, (karların eridiği, aşırı yağışların görüldüğü aylarda), Avutmuş, Akbudak-Ziraat teknisyenliği heyelanları ve I.no'lu Heyelanda hareket etmiş malzeme içersinde dilim şeklinde kaymalar (veya kayma kaşalarının hareketi) beklenmelidir.

4- Hareket etmesi muhtemel yamaçlar için yaklaşık denge analizlerinde Çizelge 5.1 den yararlanılabilir. Bu durumda olası kayma yüzeyi killerin tabanından (veya ayrışma sınırından) geçeceğinden jeolojik verilerden (veya sondaj, kazı ve jeofizik yöntemler ile elde edilen verilerden), killerin kalınlığı belirlenmeli ve yamacın ortalama eğimi bulunmalıdır. Kayma direnci parametreleri ortalama değer olarak $c = 2.0$ ton/m², $\phi = 15$ veya $\phi = 18$ derece alınmalıdır. (Kayma yüzeyi derinliği, yamaç eğimi ve kayma parametrelerinin ara değeri için Çizelgede 5.1 de verilen değerler enterpole edilmelidir.)

5.4. Sonsuz yamaç analizi

Şekil 5.4 de görüldüğü gibi kayma yüzeyi derinliği helyan uzunluğuna göre çok büyük (h/l oranı çok küçük) ise çözüm sonsuz yamaç analizi ile yapılır.

Kohezyonlu zeminlerde sızıntı kuvvetleri zeminin durumu ve geçirimsizlik katsayısına bağlı olarak yamaç eğimine paralel veya başka bir açıda etkiliyebilir. Boşluk suyu basıncı katsayısı (r_u) akımın yamaç yüzeyine (veya kayma yüzeyine) paralel olması durumunda ;

$r_u = (X/T) \times (B_h/B_w) \times \cos^2\beta$ ifadesiyle hesaplanır.

B_h : Zeminin birim hacim ağırlığı

B_w : Suyun birim hacim ağırlığı

β : yamaç eğimi

Yeraltısuları akımın yamaç yüzeyinden farklı eğime sahip olması halinde kaynak özelliği kazanacaktır. Bu durumda r_u ;

$r_u = (B_w/B_h) \times (1/(\tan\beta \times \tan\theta))$ ifadesiyle bulunur

θ : yeraltısuyu yüzeyinin eğimi

Yamaçta denge analizi efektif gerilmelere göre yapılacaksa güvenlik sayısı

$$G_{sy} = A \times \frac{\tan \theta'}{\tan \beta} \times B \frac{c'}{B_h \times H} \quad \text{ifadesinden bulunur.}$$

H : kayma yüzeyi derinliği

A ve B katsayıları Şekil 5.4 den bulunur.

Genel durum için güvenlik sayısı ;

$$G_{sy} = \frac{c' + (B_h \times H - B_w \times H_w) \times \cos^2\beta \times \tan \theta}{B_h \times H \times \sin\beta \times \cos\beta}$$

ifadesinden bulunur.

H : kayma yüzeyi derinliği

Hw : yeraltısuyunun kayma yüzeyinden itibaren yüksekliği

Genel durum için verilen bağıntı kullanılarak inceleme heyelanlar ve olası kaymalar için sonsuz yamaç analizleri Çizelge 5.2 de özetlenmiştir.

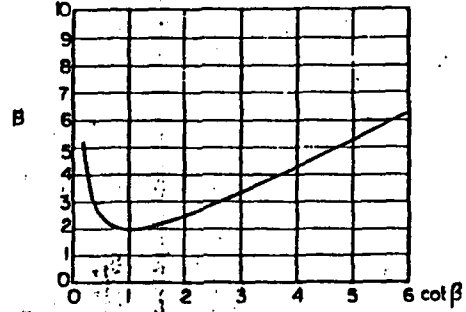
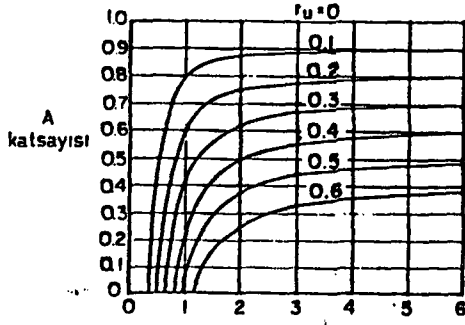
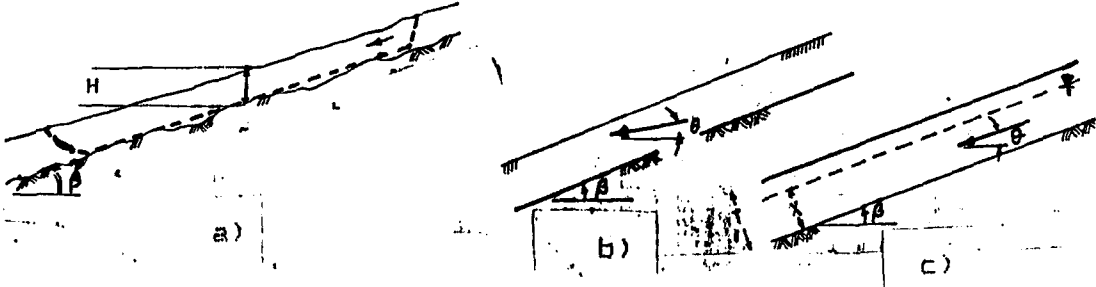
Çizelge 5.2 Sonsuz yamaç analizi

No	c ton/m ²	φ	Bh ton/m ³	Hw m.	H m.	β	Gs1	Gs2
1	1.0	15	2.0	16	16	8	1.18	2.13
2	1.0	20	2.06	16	16	11	1.13	2.03
3	1.5	15	2.01	12	12	10	1.13	1.88
4	2.0	18	2.00	12	12	12	1.17	1.94

(1 : Avutmuş heyelanı 2: Akbudak-Ziraat teknisyenliği heyelanı 3: Yıldız mahallesinden Ortabahçe mahallesi yoluna kadar uzanan ve üzerinde Belediye binası ile Yıldız heyelanı bulunan yamaç 4: Şebinkarahisar karayolundan Ortabahçe mahalesine uzanan yamaç (Şekil 5.5) ,Gs1 : Doygun durum için (Hw =H) güvenlik sayısı , Gs2 : Hw=0 için güvenlik sayısı β :yamaç eğimi)

Çizelge 5.2 ye göre incelen yamaçlarda bol yağışlar olduğu ve karların eridiği aylarda (malzeme kolayca doygun hale geleceğinden) heyelanlar beklenmelidir.

İnceleme alanındaki hareket etmiş veya hareket etmesi muhtemel yamaçlarda denge analizlerin sonsuz yamaç yaklaşımıyla çabuk ve daha ekonomik yapılabilmesi için abaklar geliştirilmiştir (Şekil 5.6). Abaklar kullanılarak yaklaşık güvenlik sayısı bulunabilir.



Sekil 5.4. Sonsuz yamaç yaklaşımı a) sonsuz yamaç, b) sızıntının yamaç dışına olması, c) sızıntının yamaca paralel olması d) A katsayısının hesaplanması için abak e) B katsayısının hesaplanması için abak



Sekil 5.5 Sebinkarahisar-Buşehir karayolundan Ortabahçe mahallesine uzanan yamaçta hareketin başlangıcı

Şekil 5.6 da verilen eğriler kullanılırken aşağıda verilen yol izlenmelidir.

1-Olası kayma yüzeyi killerin tabanından (veya ayrışma sınırından) geçeceğinden jeolojik verilerden (veya sondaj ,kazi ve jeofizik yöntemler ile elde edilen verilerden), killerin kalınlığı belirlenmeli ve yamacın ortalama eğimi bulunmalıdır. Kayma direnci parametreleri. hareket etmiş yamaçlar için $c_r = 1.0 \text{ ton/m}^2$, $\phi_r = 15$, hareket etmesi muhtemel yamaçlar için ortalama deger ($c = 2.0 \text{ ton/m}^2$, $\phi = 15$ veya $\phi = 18$ derece) alınmalı veya deneylerle belirlenmelidir.

2- c ve ϕ degerleri için Şekil 5.6'dan uygun abak seçilerek güvenlik sayısı bulunur.

3-Kayma yüzeyi derinliği, yamaç eğimi ve kayma parametrelerinin ara degeri için verilen degerler enterpole edilmelidir.

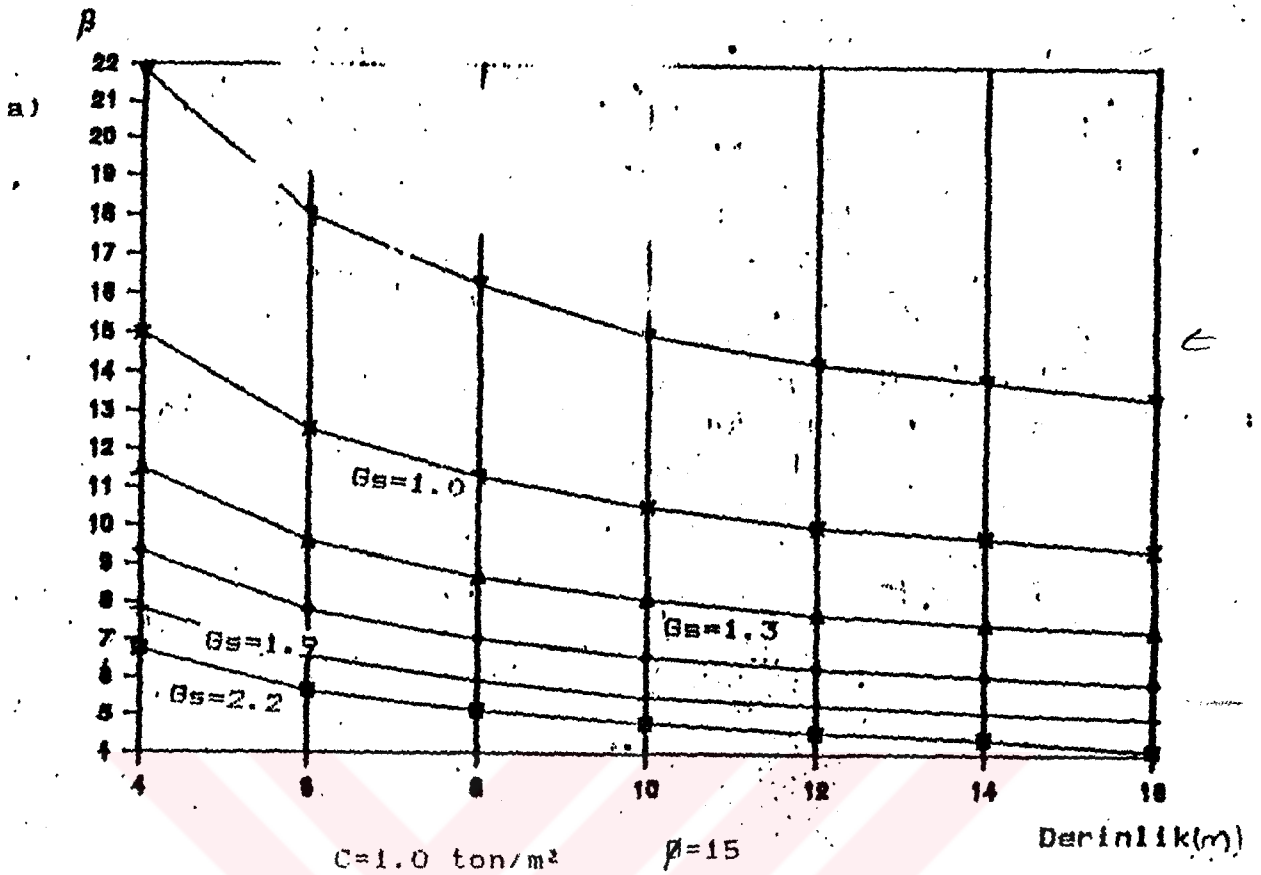
5.6. Yaklaşık duraylık hesabı için genel amaçlı eğriler

Hoek (1970) yaklaşık analizin kabul edilebileceği durumlar için abaklar geliştirilmiştir. Bu abakların kullanılması yamacın kritik olması veya kayma direnci parametrelerinin tam olarak bilinemediği durumlar için önerilmektedir. Yöntemin ilginç yönü Taylor, Bishop, Janbu ve Spencer yaklaşımlarının birlikte kullanılmasıdır.

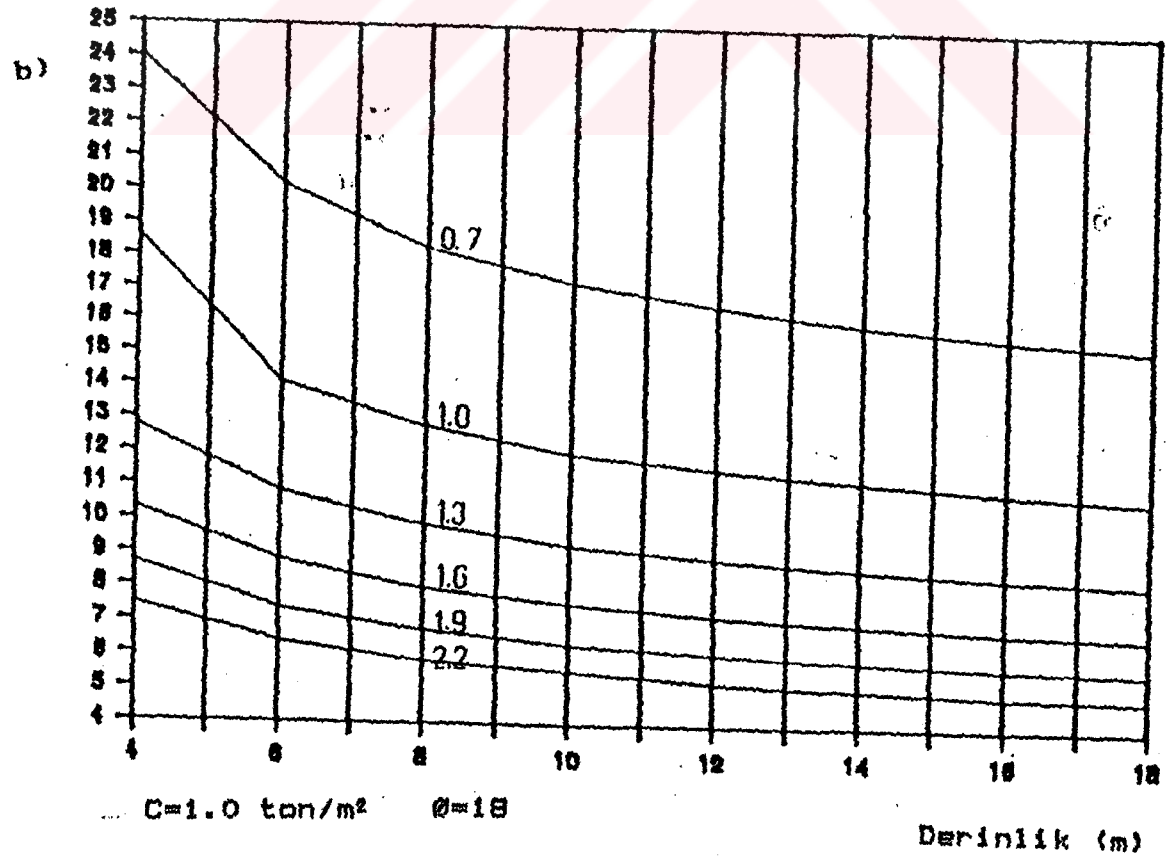
Yöntemin uygulanması aşağıda verilmiştir.

1-Arazi gözlemleri ve ölçekli jeoloji kesitlerinin yardımıyla dairesel kaymanın durumu belirlenerek, Şekil 5.7 den uygun olan şev geometrisi seçilir.

2-Şev açısı seçilir ve uygun kesitlerin altında verilen bağıntılardan X ve Y fonksiyonları hesaplanır.

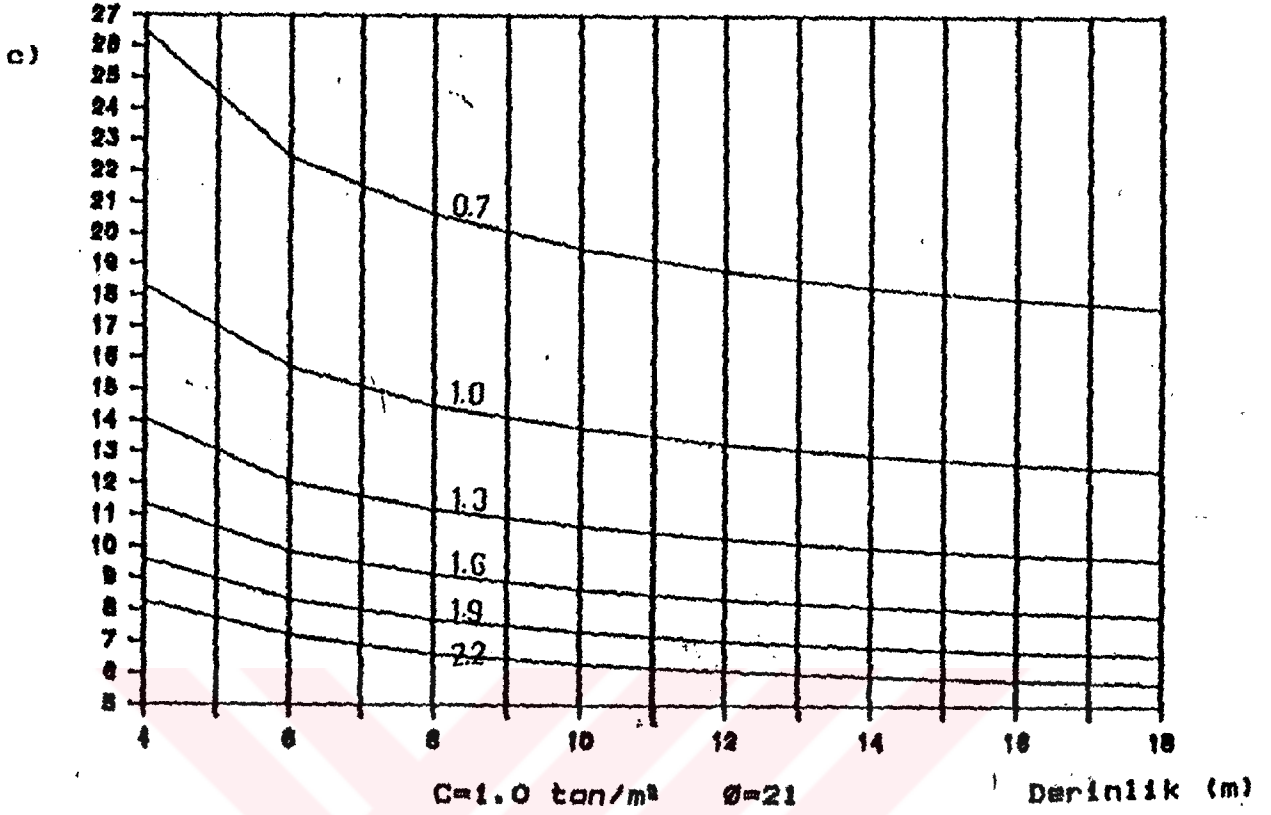


Yamac Eğimi (β)

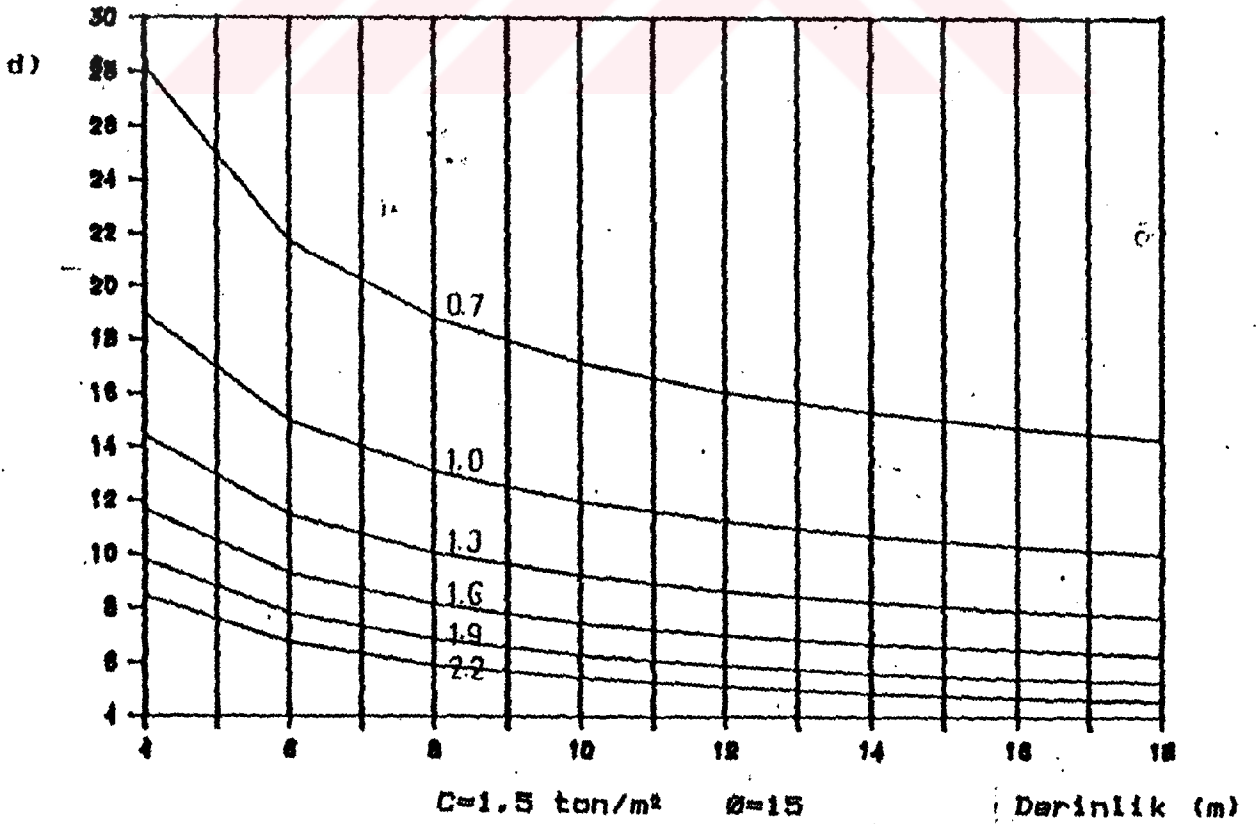


Sekil 5.6. Sonsuz yamac analizi geliştirilen abaklar

Yamac Eğimi (β)

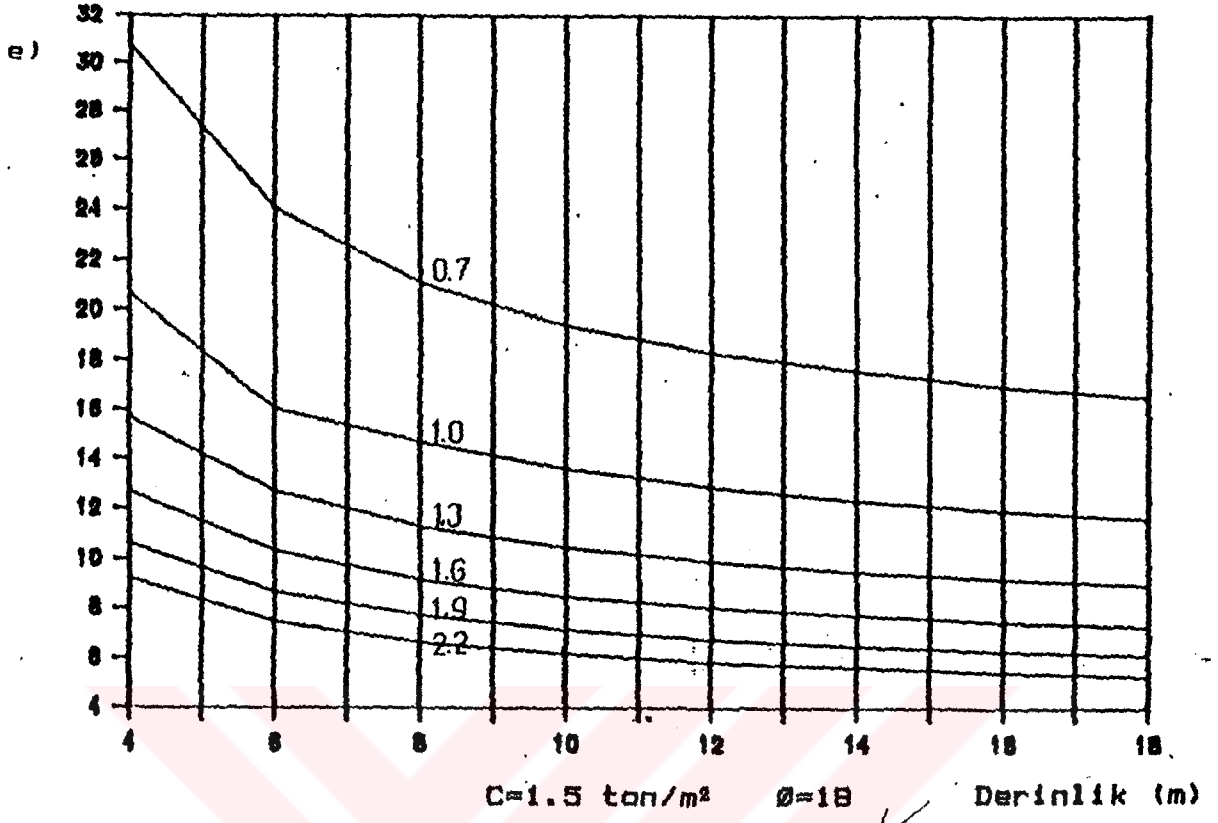


Yamac Eğimi (β)

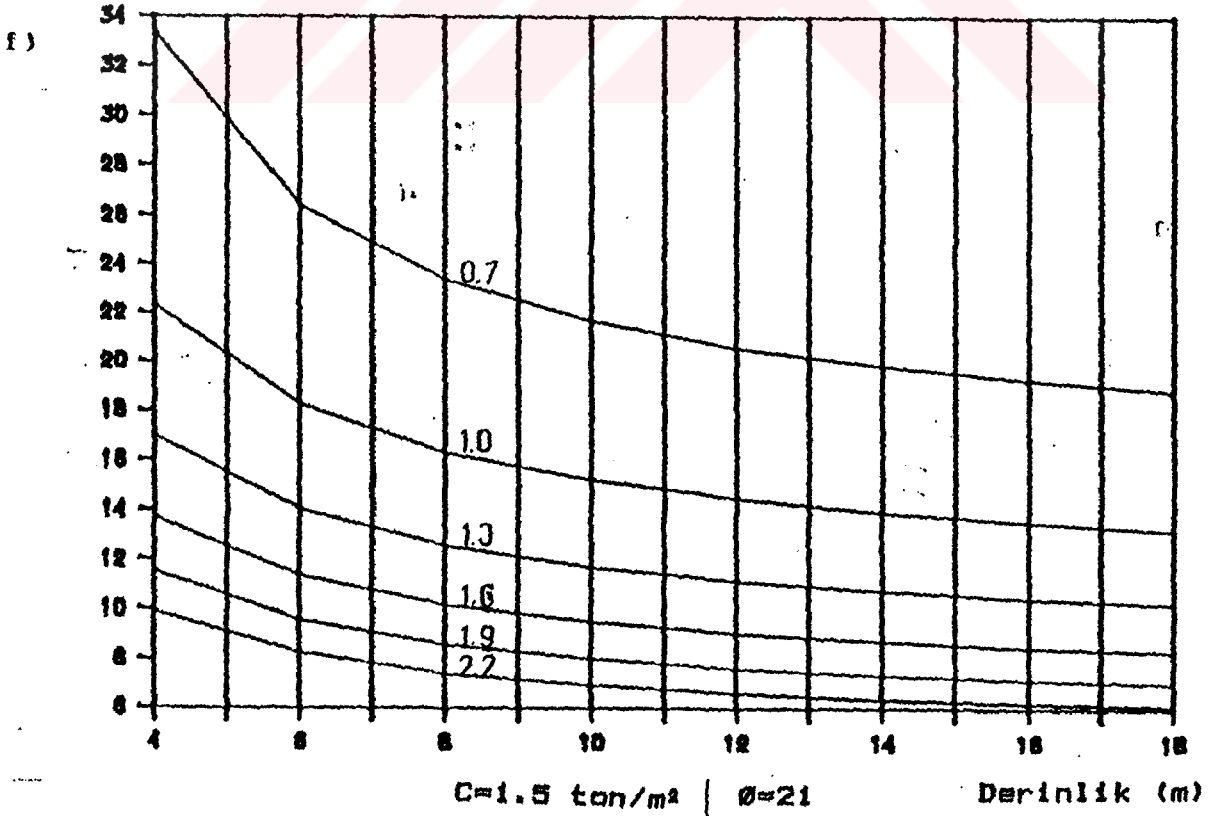


(Şekil 5.6' nin devamı)

Yamaç Eğimi (B)

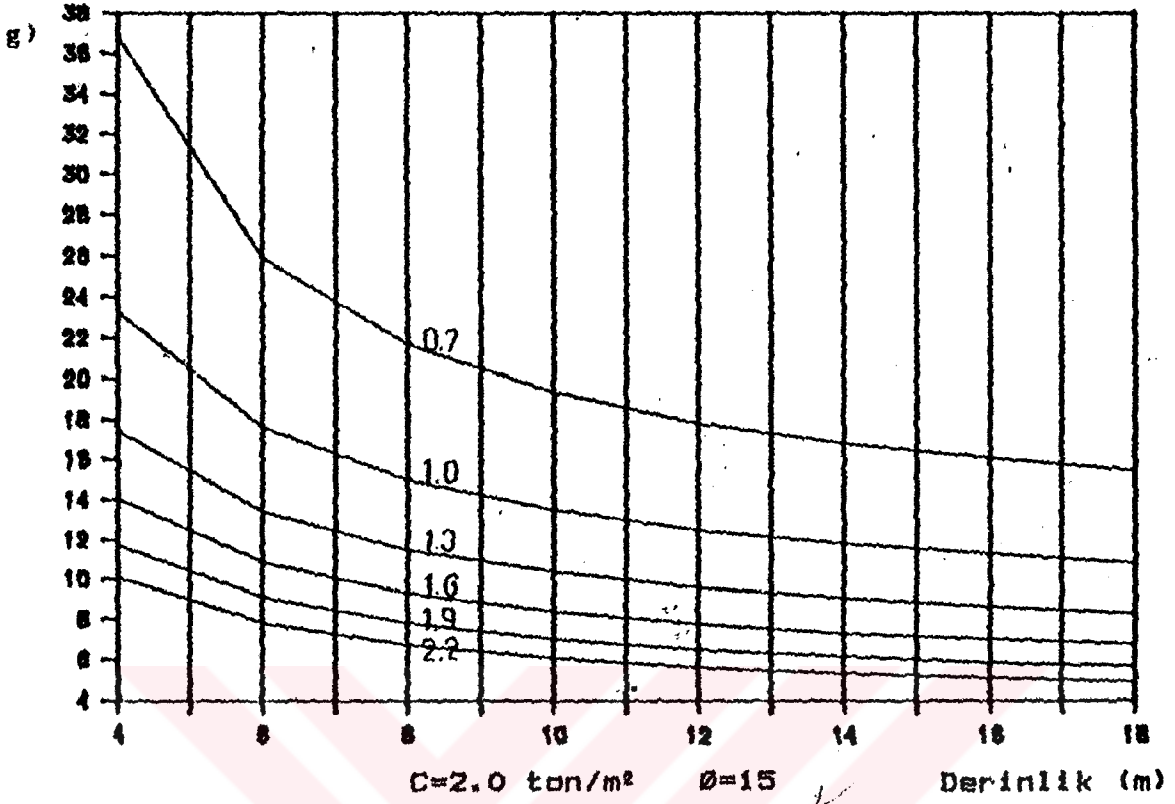


Yamaç Eğimi (B)

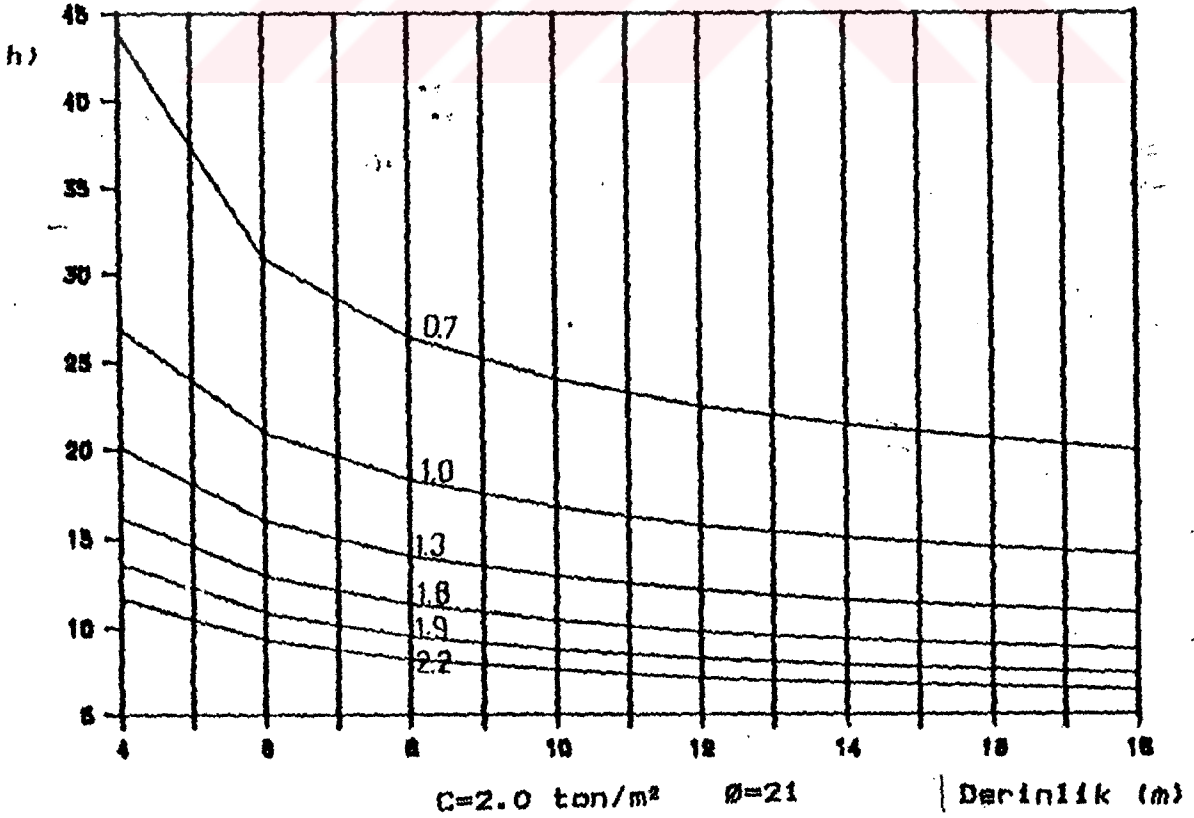


(Şekil 5.6' nin devamı)

Yamac Eğimi (B)



Yamac Eğimi (B)



(Şekil 5.6'nin devamı)

3- X ve Y değerleri kullanılarak güvenlik sayısı (Gs) Şekil 5.8 den bulunur.

İnceleme alanındaki Alacalı jipsli serilerin killi seviyelerinde (veya ayrışmış kesimlerinde) yapılacak kazılarla oluŐacak Şevlerin duraylığı yukarıda anlatılan yöntemle yaklaşık hesaplanabilir.

İlçe merkezinde ,devlet hastanesinin kuzeyinde camii inşaatı için temel kazısıyla oluşan 6 m. yüksekliğindeki Őevin denge analizi yukarıda anlatılan abakların kullanılmasıyla yapılmıştır.

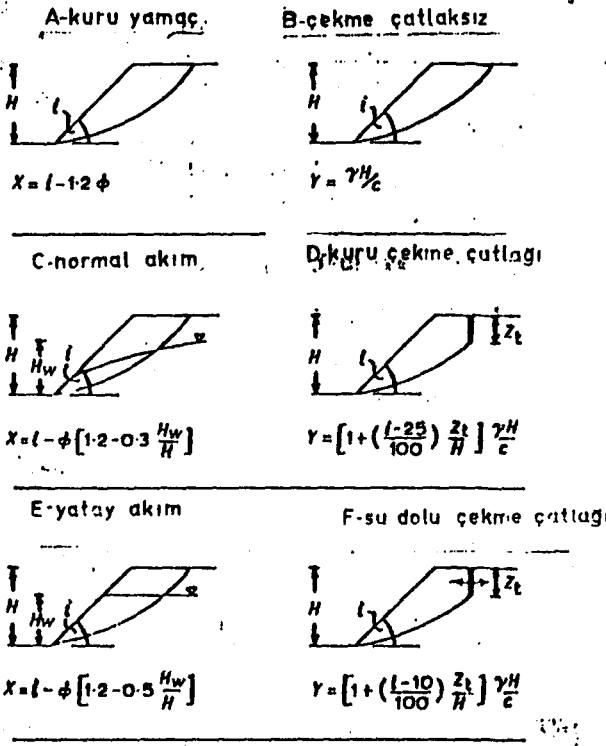
Kazının yapıldığı sert,çatlaklı killerde $c=2150 \text{ kg/m}^2$, $\phi=15^\circ$, $Bh=2000 \text{ kg/m}^3$ dir. Őevin eğimi $i=84^\circ$ derecede alınmıştır . Şev kuru ve çekme çatlağı içermemektedir.

Analiz yaptığımız Şev için uygun fonksiyonlar Şekil 5.7 den $X=1 - 1.2 \times \phi$ ve $Y= Bh \times h / c$ olarak Őeilerek $X=66$ $Y=5.417$ bulunmuştur. Şekil 5.8 de verilen abaktan bu Şev için güvenlik sayısı $G_s=1.2$ olarak bulunmuştur. İsveç dilim yöntemi ile bulunan güvenlik sayısı $G_{si}=1.45$ dir

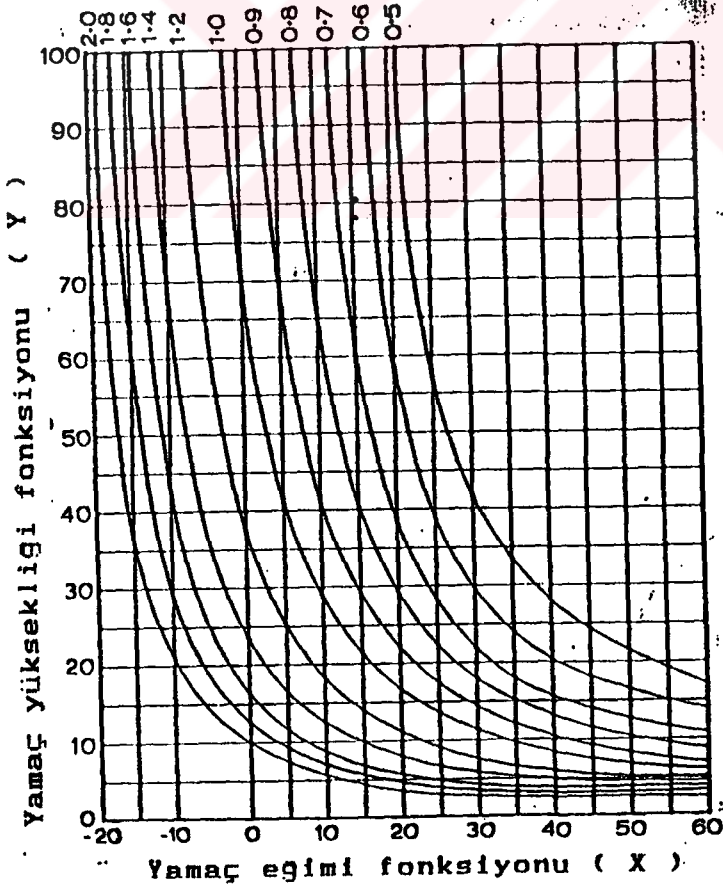
5.7. Şebinkarahisar ilçe mekezi yerleşim alanının kitle hareketleri açısından microblgelendirilmesi

Sağlıklı kentleŐmenin temel ögesini oluşturan jeolojik evre ile uyum, yapılaŐmada, yerleşimin planlanmasında ogu kez ihmal edilmektedir. Ancak sorunlar ortaya çıkınca jeolojik evre koşulları gündeme gelmektedir. Bunun tipik bir örneğini Şebinkarahisar ilçesinde görmekteyiz.

EĞİM FONKSİYONU X YAMAÇ YÜKSEKLİĞİ FONKSİYONU Y



Şekil 5.7. Dairesel kayma için şev dizaynında kullanılan kesitler



Şekil 5.8. Şev yüksekliği ve şev açısı fonksiyonları yardımıyla yaklaşık güvenlik sayısının bulunması

Şebinkarahisar ilçe merkezi yerleşim alanının büyük bir kısmında aktif veya potansiyel heyelanlar görülmektedir. Heyelanlar yamaç eğimine, yamaç geometrisine, yağışlara ve özellikle jeolojik özelliklere bağlı olarak gelişmektedir. Bu nedenle Şebinkarahisar ilçe merkezinin 1/2000 ölçekli jeolojik haritası çıkartılmıştır. Jeolojik haritada topografik eşyüksekti eğrileride gösterilmiştir (Ek 9).

Zemindeki deformasyonlar (akma, heyelan aynaları, gerilme çatlakları, çukurlaşma ve kabarmalar, topografyanın dalgalı görünüşü, ötelenmeler v.b.) mevcut yapılardaki hasarlar, zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak Şebinkarahisar ilçe merkezi yerleşim alanı kitle hareketleri açısından 5 ayrı bölgeye ayrılmıştır (Ek 10).

5.7.1. Aktif Heyelan Bölgeleri

5.7.1.1. 1.Derece Heyelan Bölgesi

Kayma ve akma gibi zemin hareketlerinden büyük ölçüde etkilenmiş sahaları içerir. Bu sahalarda özellikle yağışların bol olduğu ve karların eridiği aylarda aktif hareketler gözlenmekte olup zemin yüksek kayma potansiyeline sahiptir.

Heyelan aynası, gerilme çatlakları ve yer yer akmaların gözlemlendiği bölgenin topografik eğimi, incelenen alanın ortalama eğiminden 3-4 derece büyüktür. Heyelan ve akma şeklindeki zemin hareketleri sonucunda bu sahalarda yer alan binalar tamamen veya kısmen kullanılamaz hale gelmiştir.

1. derece heyelan bölgesinde yapılaşma tamamen sakıncalı olup büyük hasar görmüş binalar boşaltılmalıdır. İmar planlarında bu sahalar yeşil alan olarak düşünülmesi ve ağaçlandırılmalıdır.

5.7.1.2. II.Derece Heyelan Bölgesi

Kayma ve akma gibi zemin hareketleri belirtilerinin bariz şekilde gözlenebildiği sahaları kapsar. Dalgalı bir topografyaya sahip bu sahalarda çukurlaşmalar, kabarmalar, gerilme çatlakları görülmüştür. Binaların duvarlarında 10 dereceye varan düşeyden sapmalar ve çoğunlukla 1cm'den büyük çatlaklar mevcuttur. Bahçe duvarlarında ötelenmeler, beton duvarlarda yer yer yıkılmalar gözlenmiştir.

Yağışların bol olduğu, karların eridiği aylarda kayma ve akma şeklinde zemin hareketlerinin gelişme olasılığı fazladır. 1. derece heyelan bölgesine yakın kısımlar, gelişebilecek ardışık heyelanlar nedeniyle 1.derece heyelan bölgesi sınırına dahil olma potansiyeline sahiptir.

II.derece heyelan bölgesinde yapılaşma sakıncalıdır. Mevcut yapılaşma dondurulmalı ve yapılar sürekli gözleme, kontrole tabi tutulmalıdır.

5.7.1.3. III. Derece Heyelan Bölgesi

Yaygın olmamakla birlikte yavaş akma, mevsimsel zemin deplasmanları (şişme, büzülme) ve kayma belirtileri görülen sahaları kapsar. Zemin yüzeyinin dalgalı bir görünüme sahip olduğu, yer yer çukurlaşma ve kabarmaların gözlemlendiği bu sahalarda yer alan temeli sığ olan binaların duvarlarında

çatlakalar, düşeyden sapmalar gözlenmiştir. Yerel kaymaların gözleendiği III.derece heyelan bölgesinde yapılaşmaya ancak zorunlu hallerde ve alt yapının (su şebekesi ve kanalizasyonun) sağlıklı yapılması ve yüzey sularının drenajının sağlanması koşuluyla izin verilmelidir. Bu koşullar sağlanmadığı takdirde III.derece heyelan bölgesi II.derece heyelan bölgesine ve giderek I.derece heyelan bölgesine dahil olma olasılığı yükselir.

Yağışların bol olduğu, karların eridiği aylarda bu bölgede heyelanların gelişme olasılığı vardır.

5.7.2. Duraylı bölge

Topografyanın düz olduğu ve incelenen alanın ortalama eğiminden daha az eğime sahip sahaları kapsar. Bu sahalarda önemli zemin hareketleri görülmez. Su ve kanalizasyon şebekesinin sağlıklı yapılması, temel şekil ve derinliğinin uygun seçilmesi ve yüzeysularının drenajının sağlanması koşuluyla bu bölgede yapılaşmaya izin verilebilir. Koşullar sağlanmadığı takdirde yerel kayma ve akmlar beklenmelidir.

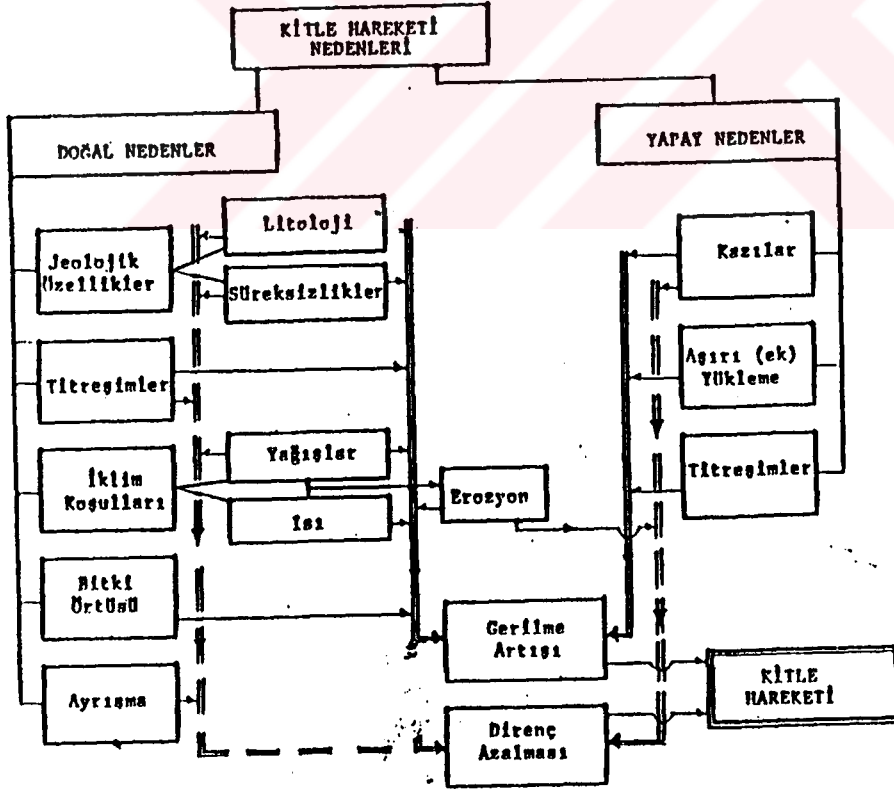
5.7.3. Kaya düşmelerinin görüldüğü alanlar

İlçe merkezinin kuzeyinde ve güneyinde bazik volkaniklerin oluşturduğu kaya yamaçlarda kayma ve özellikle kaya düşmeleri görülmektedir. Bu yamaçların eteklerinde yer alan binalar kaya düşmesi tehdidi altındadır. Kaya yamaçların eteklerinde yerleşim ancak emniyetli uzaklıktan sonra güvenli olacaktır.

5.8. Kitle Hareketlerinin Nedenleri

Kitle hareketlerinin ana nedeni yer çekimi olmakla birlikte hareketi kolaylaştıran doğal veya yapay nedenler vardır. Kitlelerin dengesinde etkili olan bu faktörlerin bir kısmı kitleye ait özelliklerden, bir kısmı ise kitleye müdahalesinden kaynaklanmaktadır. Her iki durumda kitlede gerilme artışları yada direnç azalmaları oluşmaktadır. Kitlelerin dengesine etkili olan faktörler Şekil 5.8 de özetlenmiştir (Tarhan, 1989).

Şebinkarahisar ve çevresindeki kitle hareketlerini meydana getiren en önemli faktörler; kitle hareketinin meydana geldiği birimlerin jeolojik (litolojik ve süreksizlik) özellikleri, yörenin iklim özellikleri, atık sular ve sulama



Şekil 5.8. Kitle hareketlerine neden olan faktörler

İnceleme alanındaki kitle hareketlerinin nedenleri aşağıda özetlenmiştir.

- Alacalı jipsli serilerin sert, çatlaklı, fissürlü killerin kayma direncinin uzun sürede en büyük değerden kalıcı değere düşmesi (giderek kırılma mekanizması) heyelanların oluşmasının en önemli nedenidir.

- Kuru direnci ve özlülük direnci yüksek olan sert, çatlaklı killer su ile temas ettiğinde kolayca dağılmakta ve parçalanmaktadır.

- Ayırışma nedeniyle kayaçların kayma dirençleri azalmaktadır. Alacalı jipsli serilerin sert çatlaklı killeri ve iyi çimentolanmamış kumtaşlarının geçirimli olması ve yöresinin iklimsel özellikleri ayırışmayı kolaylaştırmıştır. Alacalı jipsli serilerin iyi çimentolanmamış kumtaşları ve konglomeraları suyla kolayca ayrıldığı ve dağıldığı gözlenmiştir.

- Killerin doğal halde su içeriği plastik limit civarındadır ve özellikle heyelan bölgelerinde hareket kayma şeklinde devam etmektedir. Killerin likit limiti küçük (50 civarında) olduğundan su içerikleri, atık suların boşaltıldığı, sulama sularının olduğu yerlerde ve bol yağışlardan sonra bu limite kolayca çıkabilmektedir. Bunun sonucu olarak kayma ve akma şeklinde hareketler gelişmektedir..

- Alacalı jipsli serilerin içerdiği jipslerin yeraltı suları tarafından eritilmesi, anhidritin su alarak şişmesi ve killerin hidratasyonu direnç azalması ve gerilme artışına neden olmaktadır.

- Heyelanlar çoğunlukla aşırı yağışlardan sonra meydana gelmektedir. Yıllık yağış miktarları ve yağışın bol olduğu Nisan ayındaki yağış miktarları yıllara göre incelendiğinde (Şekil 5.9.) 4 veya 6-8 yıllık periyotlar göze çarpmaktadır. Yağışların bol olduğu yıllarda heyelanların daha çok görüldüğü yöre sakinlerince belirtilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarında bol yağış ve karların erimesiyle oluşan sular yamaç eğimlerinin düşük (< 14 derece) olması nedeniyle zemine kolayca sızabilmektedir. Heyelan alanlarında gözlenen çukurlar ve çatlaklar suların zemine sızışını kolaylaştırmaktadır. Zemine sızan sular su basınçlarını (sızıntı kuvvetlerini ve boşluk suyu basınçlarını) ani olarak artırarak tetikleme görevi yapmaktadır. Bu tetikleme olayı sonucunda yamaçlarda ani olarak hızlı veya orta hızlarda hareket gelişmektedir.

- İlçe merkezinde kanalizasyon şebekesi olmadığından atık sular dışarıya dökülmektedir. Atık suların döküldüğü alanların aktif heyelan bölgesi olduğu gözlenmiştir.

- Tamzara deresiden , Çatal gölden ve inceleme alanındaki diğer derelerden sağlanan sulama suları tarlalara sulama kanalları ile iletilmektedir. Su kanallarının yer yer kaplamasız hendekler şeklinde olması suların zemine sızmasını kolaylaştırmaktadır. Tarım alanlarının sulanması toprakta açılan hendeklerle yapıldığından tarım alanının bütünü sulanamadığı gibi hendeklerin olduğu kısımlarda su zemine sızarak heyelan oluşumuna kolaylaştırmaktadır.

- Yamaç eğimlerinin küçük olması (< 14 derece) bitki örtüsünün olmayışı suların zemine sızmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca yağışlar, atık sular ve sulama suları yamaçta ek yük oluşturmaktadır.

- Bazalt ve piroklastiklerinin oluşturduğu yamaçlarda denge kaybı yamacın eğim ve yükseklikleri ile süreksizliklerin özelliklerine bağlı olarak meydana gelmektedir. Volkaniklerin oluşturduğu yamaçların yüksekliklerin büyük (15-250 m arasında), eğimlerinin yüksek (60-90 derece arasında) olması denge kaybını kolaylaştırmaktadır. Süreksizlik eğimlerinin yüksek (> 50 derece) ve, özellikle açıklıkları büyük olan çatlakların dolgusuz olması denge kaybında önemli etkenlerdir. Süreksizliklerde biriken sular çatlak suyu basıncını artırmakta, dolgu malzemesinin erimesine, yıklanmasına ve yağlayıcı etkisiyle süreksizliklerin içsel sürtünme açısını azalmasına yol açmaktadır. Yörede gece-gündüz ısı farklılığının büyük olması nedeniyle çatlaklardaki suyun donması ve erimesi kaya şevlerdeki bozulmalarının önemli nedenidir.

5.9. Kitle hareketlerinin önlenmesi

Kitle hareketlerini önleme, hareketi meydana getiren sebepleri ortadan kaldırmak, kaydırıcı kuvvetleri azaltmak ve harekete karşı koyan kuvvetleri artırmakla mümkündür.

İnceleme alanında geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçlarda gelişebilecek hareketleri önlemek, heyelan alanlarının tekrar kullanılabilirliğini sağlamak için aşağıda özetlenen önlemler alınmalıdır.

-Alacalı jipsli serilerde gelişen heyelanların en önemli nedenleri karların erimesiyle oluşan sular, yağışlar, atık sular, sulama suları ve yeraltı sularıdır. Bu nedenle aktif veya potansiyel heyelan alanları bu sulardan arındırılmalıdır. Bu amaç için uygulanacak drenaj şekli heyelanların büyüklüğüne, önemine, hareket edecek (veya etmiş) malzemenin özelliklerine ve yamacın topografyasına göre seçilmelidir.

-Hareket etmiş veya potansiyel heyelan alanlarında çatlaklar, çukurlaşmalar, kabarmalar, su birikintileri gözlenmiştir. Topografyadaki bu bozukluklar heyelan alanlarında tarım yapılmasını güçleştirmektedir. Bu alanlarda meydana gelebilecek hareketlerin önlenmesi için drenajın yanı sıra, sahaların düzeltilmesi , çatlakların tıkanması ve su birikintilerinin yok edilmesi gerekmektedir.

-Heyelanlar tarım alanlarının sınırlarını değiştirdiklerinden toprağın ve üzerindeki ürünün mülkiyeti hakkında hukuksal sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle heyelan alanları düzeltikten sonra yeniden kadastro edilmelidir.

-Tarım sahalarında sulama toprakta açılan hendeklerle yapılmaktadır. Bu durumda tarım alanının bütünü sulanamadığı gibi su kolayca zemine sızarak heyelanın oluşumunu kolaylaştırılmaktadır. Bu nedenle sulama daha az ekonomik fakat daha sağlıklı ve güvenli olan yağmurlama yöntemi ile yapılmalıdır.

-İnceleme alanında ,özellikle ilçe merkezinde, su ve kanalizasyon şebekesi yoktur. Atık suların atıldığı alanlarda akma ve kayma şeklinde hareketler geişmiştir. Su ve kanalizasyon şebekesinin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

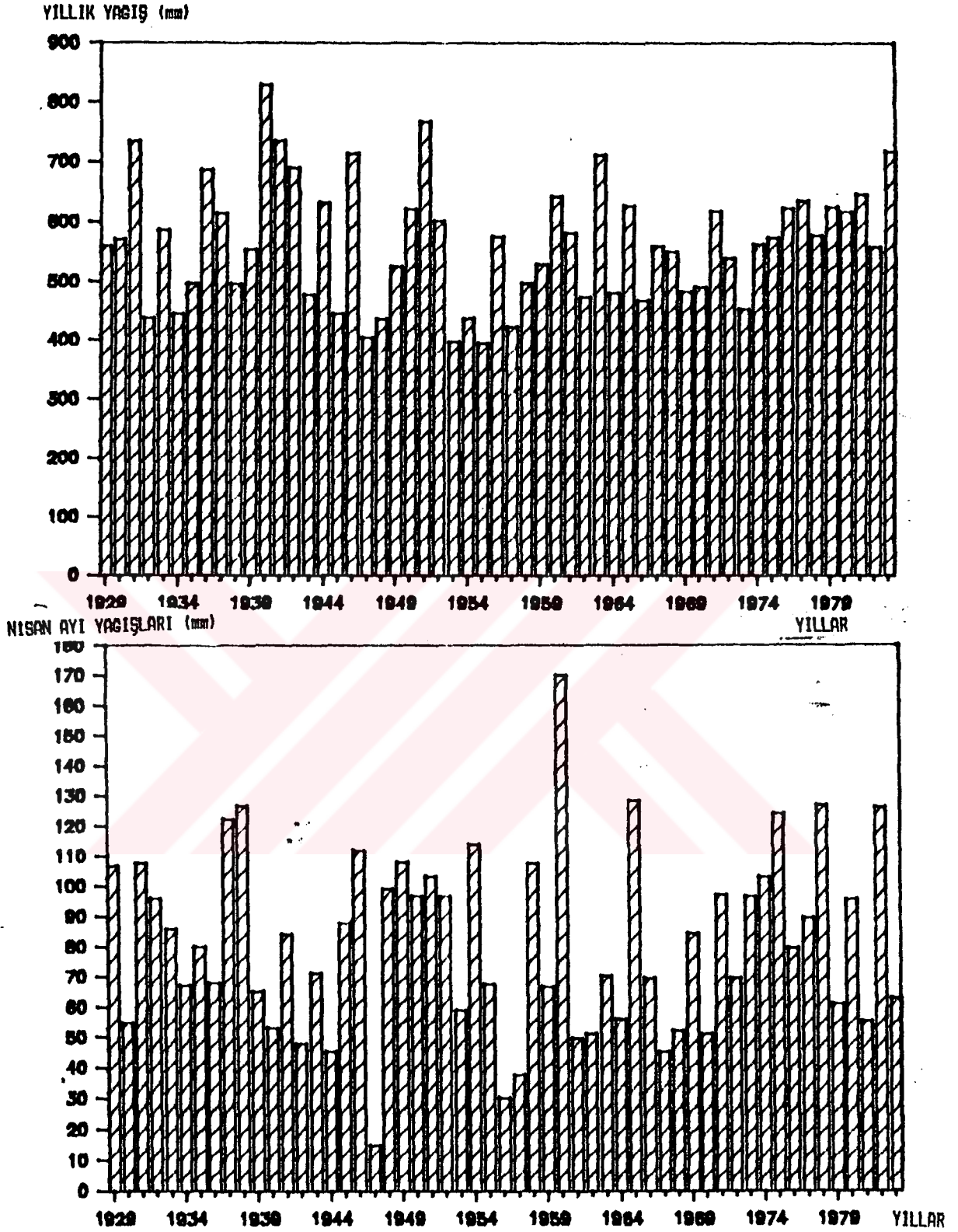
-Tarım sahaları olarak kullanılmayan alanlar ve ilçe merkezinin microbölgeleendirme haritasında I.derece heyelan bölgesi olarak gösterilen alanlar ağaçlandırılmalıdır Ağaçlandırma için seçilecek ağaçların ; çabuk büyümesi, köklerinin derine inmesi, yörenin iklimsel özelliklerine uyum göstermesi ve ekonomik olmasına dikkat edilmelidir.

-Yörenin II.derece deprem bölgesi olduğu dikkate alınarak heyelan sonucu büyük hasar görmüş, aktif heyelan alanındaki evler boşaltılmalıdır.

-Zorunlu yerleşim alanı olarak seçilen alanlarda duraylık ,oluşabilecek hareket derinliği dikkate alınarak kazıklarla duraylık sağlanabilir.

- Bazik volkaniklerin oluşturduğu yamaçlarda gelişen kitle hareketlerinin önlenmesi için kaya blokları kullanılabilir. Bunun içinde hareket etmesi olası blokların tespit edilmesi gerekir. Kaya düşmelerine karşı yamaçlar çelik hasırla örtülmelidir. Yerleşimin kaya yamaçlardan güvenli uzaklıkta yapılması, bu yamaçlarda gelişebilecek hareketlerin meydana getireceği hasarların önlenmesi için geçerli en ekonomik yoldur.





Şekil 5.9 : Şebinkarahisar meteoroloji istasyonuna göre yağış miktarı a)1929-1983 yıllar arası yıllık yağışlar. b)1929-1983 yıllara göre nisan ayı yağış miktarı.

BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatür araştırması, arazi çalışmaları ve laboratuvar deneyleri, ölçü ve gözlemleri kapsayan bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1-İnceleme alanınının 1/10000 ölçekli jeoloji haritası çıkarılmıştır. İnceleme alanında en yaşlı birim bazik volkaniklerdir. Bazalt ,bazaltik breş ve tüflerden oluşan birim Eosen yaşlıdır. Bazik volkanikler üzerinde lagüner Alacalı jipsli seri gelmektedir. Jips, anhidrit ve kömür içeren birim kil, kiltası, kumtaşı, konglomera. kireçtaşı ve marnın ardalanmasından oluşur. Alacalı jipsli serilerin üzerinde yer, yer Miyosen kireçtaşları uyumlu olarak, bazende Pliyosen yaşlı konglomeralar uyumsuz olarak bulunurlar. En genç birimler alüvyon ve yamaç molozudur.

2- Eosen yaşlı bazik volkaniklerdeki çatlaklar yaklaşık D-B doğrultusundaki basınç kuvvetleri ile oluşmuşlardır.

3-İnceleme alanındaki kitle hareketlerinin görüldüğü Alacalı jipsli serilerin killilerinin ve bazik volkaniklerin jeomekanik özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

-Alacalı serinin sert,çatlaklı killilerinin kohezyonu $c'=2.0$ ton/m², içsel sürtünme açısı $\phi'=18$, kalıcı kohezyon değeri $c_f=1.05$ ton/m², kalıcı içsel sürtünme değeri $\phi_f=15$ derecedir.Sert çatlaklı killer birleştirilmiş zemin sınıfamasında CH ve CL gruplarında yer almaktadır. Killerin doğal su içerikleri plastik limitleri civarındadır.

-Bazik volkanikler RQD ye göre "çok iyi kaliteli kaya". çatlak ara uzaklığına göre ise " orta çatlaklı kaya " sınıfında yer almaktadır. Bazalt serbest basınç direncine göre "çok yüksek dirençli kaya " sınıfında yer alır. Bazik volkaniklerin içerdigi süreksizliklerin içsel sürtünme açıları 36 derecedir

4- Yeraltı sularında toprak alkaliler alkalilerden fazla, kuvvetli asitler zayıf asitlerden fazla ve karbonat sertliği % 50 de fazladır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre yeraltı suları kalsiyumbikarbonatlı sulardır. Yeraltı suları sulama ve kullanma açısından "çok iyi kaliteli" sulardır.

5- İlçe mekezinin acil su ihtiyacının karşılanabilmesi için inceleme alanındaki kaynaklardan daha verimli yararlanılması düşünülmelidir.

6-Halk sağlığı açısından, atık sularla tarım yapılmamalı, su depoları sağlığa uygun duruma getirilmelidir.

7-Geniş yayılıma sahip Alacalı jipsli serilerde akma ve özellikle kayma (heyelanlar) şeklinde kitle hareketleri meydana gelmektedir. Etki ve miktar bakımından, daha çok öneme sahip kitle hareketleri heyelanlardır. Heyelanlar daha çok ilerleyen düzlemsel kaymalar ve dilim şeklindeki kaymalar şeklindedir.

8-inceleme alanındaki kitle hareketlerinin en önemli nedenleri Alacalı jipsli serilerin sert,çatlaklı killerde diajenetik kohezyonunun zamana bağlı olarak azalmasıdır (giderek kırılma mekanizması). Heyelanların oluşmasında diğer nedenler ;

-Sert, çatlaklı killerin kuru dirençlerinin yüksek olmasına rağmen suda kolayca ayrışmaları ve dağılmaları,

-likit limitlerinin düşük olması . doğal su içeriklerinin plastik limit civarında olması,

-kanalizasyon şebekesi olmadığından dışarıya boşaltılan atık sular ve sulamanın toprakta açılan hendeklerle yapılması,

-Alacalı jipsli serinin gevşek çimentolu kumtaşları ve konglomeraların suyla kolayca parçalanmaları,

-yamaç eğimlerinin düşük olması nedeniyle karların erimesiyle oluşan suların ve yağışların zemine kolayca sızabilmeleri ve

-Yeraltı sularının jipsi eritmeleri, anhidritin hidrasyonu, killerin su alarak şişmeleridir.

7-Bazik volkaniklerin oluşturduğu yamaçlarda süreksizliklere bağlı olarak kamasal ve düzlemsel kaymalar ile daha çok kaya düşmeleri meydana gelmektedir. Bu hareketlerin oluşmasında önemli nedenler; yamaç eğimi ile yüksekliklerinin ve süreksizlik eğimlerinin büyük olması, yörede geçgündüz ısı farklılığının büyük olması nedeniyle süreksizliklerdeki suyun donma ve erimesidir.

8-Alacalı jipsli serinin killi seviyelerinde (ve ayrılmış kesimlerinde) gelişebilecek , kayma derinliği/uzunluğu oranı küçük olan dilim şeklindeki kaymalar (ve heyelanlardaki kayma kamaları) için yaklaşık güvenlik sayısı veren tablolar hazırlanmıştır.

9- Alacalı jipsli serilerin oluşturduğu yamaçların sonsuz yamaç yaklaşımıyla denge analizi için abaklar hazırlanmıştır.

10- Arazi gözlemleri ve duraylık analizleriyle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır

- Hareket etmiş yamaçlarda , heyelan malzemesi içersinde dilim şeklinde kaymalar (kayma kamalarının hareketi) ve yer yer akma şeklinde hareketler meydana gelebilir. Özellikle I ve IV.nolu heyelanlarında, Avutmuş ve Akbudak-Ziraat teknisyenliği heyelanlarında dilim şeklinde kaymalar (veya kayma kamalarının hareketi) ve akma şeklinde hareketler beklenilmelidir. II ve III nolu heyelanlarda ise akma şeklinde hareketler gelişebilir.

- Yıldız heyelanının ve Belediye binasının üzerinde bulunduğu yamaçta, Kemikli deresi ile Ortabahçe mahallesi arasında kalan yamaçta ve Avutmuş mahallesinin 300 m . KD da Alucra yolu üzerinde dilim şeklinde kaymalar ve ilerleyen düzlemsel kaymalar (heyelanlar) meydana gelebilir.

-Bazik volkaniklerin oluşturduğu yamaçlarda süreksizliklere bağlı olarak kaya kaymaları ve kaya düşmeleri meydana gelmektedir. Hacı kayası çevresinde yer alan yerleşim alanları kaya kayması ve düşmelerinin tehtidi altındadır. Özellikle Gutgut mahallesi Semerciler semtinde yamaç molozunu yayılım gösterdiği yamaç eteginde yer alan binalar yamaç molozu akması ve kaya düşmesi tehtidi altındadır.

11- Sebinkarahisar ilçe merkezi yerleşim alanının microbölgeleendirme haritası çıkarılmıştır.

12- İnceleme alanındaki kitle hareketlerinin önlenmesi, heyelan alanların tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi için yapılması gerekli çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

-Yerüstü ve yeraltı sularının aktif veya potansiyel heyelan alanlarından uzaklaştırılmalıdır. Drenajın şekli heyelanın önemine, büyüklüğüne ve heyelanın oluştuğu malzemenin özelliklerine göre seçilmelidir.

-Heyelan alanlarının düzeltilmesi, çatlakların tıkanması, heyelanla oluşmuş su birikintilerinin yok edilmesi gerekmektedir. Heyelan sonucu kullanılamaz hale gelen tarım sahaları düzeltildikten sonra yeniden kadastro edilmelidir.

-Su ve kanalizasyon şebekesi yapılmalıdır.

-Yerleşim alanı veya tarım sahası olarak kullanılmayan alanlar ağaçlandırılmalıdır. Ağaçlandırma için seçilecek ağaçlar yörenin iklim koşullarına uyum gösterebilmeli, hızlı büyüyebilmeli, kökleri derine inebilmeli, çok su emebilmeli ve ekonomik yarar sağlayabilmeli veya en azından bu özelliklerin birkaçına birden sahip olmalıdır.

13- Bazik volkaniklerin oluşturduğu kaya yamaçlarda gelişen kitle hareketlerinin meydana getirebilecek zararları önlemenin en ekonomik ve güvenli yolu, yerleşimin bu yamaçlardan güvenli bir uzaklıkta olmasını sağlamaktır.

BÖLÜM 7. KAYNAKLAR

- Ataman, T., Kaya Mekanigine Giriş, s.143-168, ODTÜ yayını, Ankara, 1982.
- Attewell, P.B., Farmer, I.W., Principles of Engineering Geology, pp.720-756. Chapman and Hall, London, 1976
- Barton, M.E., The sedimentological control of bedding plane shear surfaces. In Landslides Glissements de Terrain p.73, v.1. Rotterdam 1988
- Bell, J.M. General Slope Stability Analysis Proc. ASCE J.Soil Mechanics and Foundations Div. 94.1968
- Bishop, A.W. The Use Of The Slip Circle in The Stability Analaysis Of Earth Slopes. Geotechnique 5. 7-17, 1955.
- Boyce, J.R., ve Dig., Residual strenght of soil at low normal stresses. In Landslides Glissements de Terrain s.85, v.1. Rotterdam 1988
- Bromheat, E.N. (1984). The Stability of Slopes 373 sf. Surrey University Press.
- Caner, Z., Statistical Interpretation of Discontinuity Countur Diyagrams, Vol.6. pp 111-120, Fergaman Press, U.S.A. 1977.
- Christoulas, S., ve Dig., Instability phenomania in weathered flysch in Greece. In Landslides Glissements de Terrain s.103, v.1. Rotterdam 1988
- El-Sohby, M.A., Instability of natural slope in interbedded limestone and shale. In Landslides Glissements de Terrain s.121, v.1. Rotterdam 1988
- Erguvanlı, K., Trabzon-Gümüşhane Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Rapor, M.T.A., Rapor no.2273. Ankara, 1950.
- Erguvanlı, K., Mühendislik Jeolojisi, s.108-138, İ.T.Ü. Uygulamalı Jeolojisi Kursüsü, İstanbul, 1973.
- Erguvanlı, K., Tarhan, Doğu karadeniz kıyı Şeridindeki Kitle Hareketlerinin Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi K.T.Ü Yerbilimleri Dergisi 100. yıl özel sayısı, TRABZON, 1982
- Erguvanlı, K., Heyelanları Araştırma İlkeleri ve Yaklaşım Yöntemleri. D.S.İ. Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi ve dayanma yapıları semineri. 27-1, Samsun, 1987.

- Güz, H. Geoteknikte gelişmeler. D.S.I. Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi ve Dayanma Yapıları Semineri. 33-1, Samsun, 1987.
- Fokardy, P., Vannocci, P., Stability analysis of rotational slides in lacustrine deposits in the upper Valdarno Italy. In Lanslides Glissements de Terrain s.141, v.1. Rotterdam 1988
- Grabowski, J., Computer controlled open-air-extensometers-Employment at the rock-slide-area of Maratea. Italy. In Lanslides Glissements de Terrain s.411, v.1. Rotterdam 1988
- Güner, S. Giresun-Şebinkarahisar ve Sivasi-Suşehri yöresi Jeoloji raporu. M.T.A. ANKARA, 1988
- Pachakis, M.D., ve diğ., Long-term stability of cutting slopes in a marly formation on the basis of field evidence. Greece. In Lanslides Glissements de Terrain s.279, v.1. Rotterdam 1988
- Picarelli, L., ve Viggianni, C., A landslide in a structurally complex formation. Italy. In Lanslides Glissements de Terrain s.289, v.1. Rotterdam 1988
- Hoek, E., Bray, J.W., Rock Slope Engineering. The Institution of mining and Metallurgy., London, 1977.
- Hutchinson, J.N. General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. In Lanslides Glissements de Terrain s.3, v.1. Rotterdam 1988
- Jaeger, C., Rock Mechanics and Engineering, pp.191-208, Chapman and Hall, London, 1976.
- Janbu, N. (1954). Stability Analysis of Slope With Dimensionless Parameters. Harvard soil mechanics series no. 46, 81 sf.
- Janbu, H. (1973) Slope Stability computations. In Embankment Dam Engineering. Casagrande Memorial Volum. Edit. Hirschfielt and Poulos. John Wiley, New York. 47-86 sf.
- Kumbasar, V., Ülker, R. Yamaç ve Şevlerin Stabilitésinin incelenmesinde Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları D.S.I. Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi ve Dayanma Yapıları semineri. 35-1, Samsun, 1987.
- Lambe, T.W., Whitman, Soil Mechanic SI Veriyon J.Wiley Newyork, 1969

- Little, A.L. and Price, V.E. (1958) The use of an electronic computer for slope stability computation. Geotechnique 8, 113-120 sf.
- Lowe, J. and Karafiath, L. (1960) Stability of earth dams upon drawdown. In proc. 1st Pan-Am Conf. Soil mech. Foundation engng. (mexico), 2, 537-560 sf.
- Melek, S., Şebinkarahisar Hidrojeolojik Etüd Raporu, İller Bankası, 1988
- Morgenstern, N.G. (1963) Stability charts for earth slopes during rapid drawdown. Geotechnique, 13, 121-131 sf.
- Nebert, K. Der Geologische bau der Einzugsgebiete , Kelkit Çayı und Kızılırmak, M.T.A. ,No:57, ANKARA, 1961
- Ogun, Y. Sebinkarahisar-Çorak Yayla-Eskime Yayla- Çukurovası Bölgesinde Sedimanlar İçindeki Uranyum Olanakları ve Jeolojisi , M.T.A. ANKARA. 1980
- Önalp, A., Yamaç Dengesinde Etkenlerin İncelenmesi. Doç. Tezi, mart, 1974
- Önalp , A. Yamaçta duraylılık analizi D.S.İ semineri 17.15-17.29, SAMSUN , 1985
- Önalp . A. Heyelanlar ve Önlenmesi D.S.İ Semineri 17.01-17.14 , SAMSUN. 1985
- Önalp , A. İnşaat mühendislerine Geoteknik Bilgisi. K.T. Ü Yayın no: 187, Cilt II, ANKARA, 1982
- Önalp, A., Slope stability problems on the southeastern coast of Black Sea.Turkey. In Lanslides Glissements de Terrain s.275, v.1. Rotterdam 1988
- Özdemir, A., Özkan, H., İlçe oluşunun 50. yılında Sebinkarahisar, Ankara, 1983
- Pachakis, M.D., ve diğ., Long-term stability of cutting slopes in a marly formation on the basis of field evidence.Greece. In Lanslides Glissements de Terrain s.279, v.1. Rotterdam 1988
- Picarelli, L., ve Viggianni. C., A landslide in a structurally complex formation.Italy. In Lanslides Glissements de Terrain s.289, v.1. Rotterdam 1988
- Seyhan, İ., Kaolin, bentonit, kil ve tuğla-kremit yatakları jeolojisi, MTA Eğitim Serisi No:13. Ankara. 1972
- Skempton, A.W. (1948). The $\phi=0$ analysis and its theoretical basis .Proc. 2nd Int. Conf. on soil Mechanics and Fundaction Engineering, Rotterdam, 1, 72-78 sf.

Spencer, E.E. (1967). A method of the analysis of the stability of embankments assuming parallel interslice forces. Geotechnique 17, 11-26 sf.

Tarhan, F., Artvin Granitinin Mühendislik Jeolojisi ve Baraj Yeri Olmaya Etkisi, Doçentlik Tezi, 1982.

Tarhan, F. Mühendislik Jeolojisi Prensipleri K.T.Ü. Yayın No : 145, TRABZON , 1989.

Varda, M., Jeoteknikteki Güvenlik Sayıları Üzerine Düşünceler. Mühendislik Jeolojisi Bülteni Erguvanlı Özel Sayısı sayı 10, s.15, İstanbul, 1988

Veder, C., Hilbert, F., Landslides and Their Stabilization, Springer-Verlag New York, 1981.

Whitman, R.V. ve Bailey, W.A. (1967) Use of computers for slope stability analysis. Proc. ASCE, J. Soil Mechanics Div., 93, 475-498 sf.

Yıldırım, S., Fisürlü killerin kayma mukavemeti ölçümlerinde numune büyüklüğünü önemi. Mühendislik Jeolojisi Bülteni Erguvanlı Özel Sayısı sayı 10, s.25, İstanbul, 1988

Yılmaz, A. Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal evrimi T.J.K, Bülteni, Sayı: 2, ANKARA , 1985

Zaruba, Q., Mencl, V., Engineering Geology, pp.284-305, Oxford, 1976.

ÖZGEÇMİŞ

Şener Ceryan. 1962 yılında Karabük'te doğdu. İlk öğrenimini Karabük'te, orta öğrenimini Fındıklı (Rize) de tamamladı. 1980 yılında K.T.U. Jeoloji Mühendisliği bölümünde Lisans öğrenimine başladı ve 1986 yılında Jeoloji Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 1987 yılında Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.



T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi