


171233



**ŞEBİNKARAHİSAR (GİRESUN) YÖRESİNDEKİ  
KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞININ KİNEMATİK  
ANALİZİ VE YAPISAL YAKLAŞIM**

**İnan KESKİN  
Yüksek Lisans Tezi**

**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Ocak 2006**

T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SİVAS

ŞEBİNKARAHİSAR (GİRESUN) YÖRESİNDEKİ  
KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞININ KİNEMATİK  
ANALİZİ VE YAPISAL YAKLAŞIM

Yüksek Lisans Tezi  
İnan KESKİN

Danışman: Doç.Dr. Işık YILMAZ

Ocak - 2006  
SİVAS

**C.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalında  
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Işık YILMAZ.....*Uslu*.....

Üye: Yrd. Doç. Dr. Teyfik Fikret SEZEN.....*Sezen*.....

Üye: Yrd. Doç. Dr. Orhan CERİT.....*Cerit*.....

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

....02/02/...2006

Prof. Dr. Halil GÜRSOY

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

*Halil Gürsoy*



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan “Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

**ÖZET****Yüksek Lisans Tezi****ŞEBİNKARAHİSAR (GİRESUN) YÖRESİNDEKİ  
KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞININ KİNEMATİK  
ANALİZİ VE YAPISAL YAKLAŞIM****İnan KESKİN****Cumhuriyet Üniversitesi****Fen Bilimleri Enstitüsü****Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. Işık YILMAZ**

Giresun ili Şebinkarahisar ilçesinin kaya şevlerinin duraylılıklarının araştırılması için yapılmış olup, yaklaşık 140 km<sup>2</sup> bir alanı kapsayan bu çalışmada, inceleme alanı içerisinde kaya şevlerini oluşturan oldukça kırıklı ve çatlaklı olan kayaların bazı mühendislik ve süreksizlik özellikleri belirlenerek bu yamaçların kinematik analizlerle duraylılıkları incelenmiştir.

Çalışma sahasında şev duraysızlıkları genelde Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonunda meydana gelmektedir. Bu formasyonda meydana gelen hareketlerin çoğunluğunda birden fazla kayma yüzeyi görülmekle birlikte hareketler genelde akmalar şeklinde olmaktadır. Buralarda denge kaybı uzun sürede meydana gelmekte, bölgenin bulunduğu coğrafi konumu nedeni ile maruz kaldığı bol yağış, karların erimesi ile artan su basınçları ve şev eğimleri yamaçlarda duraylılığa etki yaparak yamaçların hızlı yada orta hızlarda aşağı doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Bölgede yer alan Avutmuş Çayı'nın kış aylarında artan debisi ve enerjisi alt kotlarda yamaçları sökmekte, olumsuz yönde değişen bu stabilite sorunu çoğu yerlerde heyelanların oluşmasına etki yapmaktadır.

Kaya Şevlerinin bulunduğu b6lgelerdeki kaya k6t6lelerinde; s6reksizlikler orta-yakın aralıklı, dolgulu, orta-dar açıklığa sahip, 3. sınıfta (p6rt6zli – dalgalı) ve orta- y6ksek devamlı olup, kaya k6t6leleri RMR sınıflamasına g6re; en iyi koşullarda “Orta- iyi” sınıfta en k6t6 koşullarda ise “ok zayıf kaya” olarak sınıflanmıŐtır. İnceleme alanındaki kayaların oluşturduğu yamaçlarda duraysızlık problemleri kaya kaması, devrilme ve oğunluklarda kaya d6Őmesi Şeklinde g6r6lmektedir. Yapılan kinematik analizlerin sonucu olarak; Bayhasan b6lgesi için, kinematik kontroll6 yenilmelerin kamasal kayma Şeklinde yenilme, Kaletepe, 6ks6r6kkaya-Taşboynu ve Parmakkaya-Yumrukaya’ da devrilme t6r6 yenilme, Sivri tepe ve Kılıçkaya’ da herhangi bir kinematik kontroll6 yenilme beklenmemekle birlikte, Sivritepe’ nin y6kseltilerinin fazla olduğu kısımlardan kaya d6Őmelerinin olabileceği arazi g6zlemleri ile belirlenmiştir

**Anahtar Kelimeler:** Kinematik analiz, Heyelan, s6reksizlik, Şebinkarahisar, Kaya Őevi.

**SUMMARY****M. Sc. Thesis****İnan KESKİN****Cumhuriyet University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Geological Engineering****Supervisor: Assoc. Prof.. Dr. Işık YILMAZ**

This study aims to investigate the stability of the rock slopes in Şebinkarahisar (Giresun), and study area covers an approximate area of 140 km<sup>2</sup>. In this study, rock masses having cracks and joints were determined, and the stability of the rock slopes were analysed due to the discontinuity characteristics, in a kinematical point of view.

Slope failures in the study area generally occur in Oligo-Miocene aged Şebinkarahisar formation. These mass movements having the more than one sliding surfaces are observed as creeps. Because of the geographical situation of the study area, as a cause of pore water pressure; rain and snows melted, and slopes causes to landslides in the study area. Especially, Avutmuş river play an important role, with its high flow in winter, on the erosion of the toe of the slope. And this phenomenon of the erosion contributes to the un-stability conditions.

Joints in the rock masses forming the slopes have the discontinuity characteristics of medium-wide opening, filled, medium-wide spacing, 3<sup>rd</sup> class of roughness and medium-high discontinuity. According to the RMR Classification, rock masses classified as; “medium-good rock” in best conditions and “very weak rock” in trouble conditions. Slope failures in the rock slopes were observed as planar, wedge type of failures and toppling, rock falls. Kinematic analyses showed that the potential slope failures are as wedge in Bayhasan region, as toppling in Kaletepe, Öksürökkaya-Taşboynu, Parmakkaya-Yumrukaya could be proposed, and

any failure of type excluding the rock falls is not proposed in Sivritepe and Kılıçkaya region.

**Key-words:** Kinematical analyses, landslide, discontinuity, Şebinkarahisar, rock slope, RMR.





## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmalarım sırasında değerli görüş ve eleştirileri ile çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan ve yönlendiren çok değerli hocam Doç. Dr. Işık YILMAZ'a, çok teşekkür ederim.

Ayrıca çeşitli konularda yardım ve destek aldığım; Prof. Dr. Fikret KAÇAROĞLU'na, Prof. Dr. Hüseyin YALÇIN'a, Araş. Gör. Tülay EKEMEN'e, Jeo. Yük. Müh. Mustafa YILDIRIM'a, Jeo. Yük. Müh. Murat ÜNAL'a ve çalışmalarım sırasında destek sağlayan C.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na tez çalışmalarım sırasında bana maddi ve manevi destek olan aileme teşekkürü borç bilirim.



<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Özet</b> .....	<b>I</b>
<b>Summary</b> .....	<b>III</b>
<b>Teşekkür</b> .....	<b>V</b>
<b>İçindekiler</b> .....	<b>VI</b>
<b>Şekiller Dizini</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Çizelgeler Dizini</b> .....	<b>X</b>
<b>Fotograflar Dizini</b> .....	<b>XI</b>
<b>Ekler Dizini</b> .....	<b>XII</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Konumu.....	7
1.3. İklim ve bitki örtüsü.....	8
1.4. Morfoloji ve ulaşım.....	10
1.5. Önceki Çalışmalar.....	11
<b>2. JEOLojİ</b> .....	<b>15</b>
2.1. Bölgesel Jeoloji.....	15
2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	19
2.2.1. Andezit-Bazalt.....	20
2.2.2. Şebinkarahisar Formasyonu.....	21
2.2.3. İsola volkaniti.....	22
2.2.4. Dikmen volkaniti.....	23
2.2.5. Alüvyon.....	24
2.3. Yapısal Jeoloji.....	24
<b>3. MİNEROLOJİ PETROGRAFI</b> .....	<b>26</b>
3.1. XRD Çözümlemeleri.....	28
3.1.2. Tüm Kayaç (TK) Çözümlemeleri.....	28
3.1.3. Kil Bileşeni (XRD-KB) Çözümlemeleri.....	29
<b>4. HİDROJEOLojİ</b> .....	<b>33</b>
4.1. Yağış ve Buharlaşma.....	33
4.2. Akım.....	37

<b>5. ÇALIŞMA ALANINDAKİ KAYA KÜTLELERİNİN ÖZELLİKLERİ.....</b>	<b>38</b>
5.1. Süreksizlik Özellikleri.....	38
a. Süreksizlik türleri.....	39
b. Yönelim ve Eklem Sayısı.....	39
c. Süreksizliklerin devamlılığı.....	40
d. Süreksizliklerin aralığı.....	41
e. Pürüzlülük ve Dalgalık.....	42
f. Süreksizliklerin açıklık.....	44
g. Dolgu Malzemesi.....	46
h. Eklem sıklığı.....	46
ı. Süreksizlik Yüzeyi Dayanımı ve Bozunma.....	48
5.2. RQD Belirlenmesi.....	48
5.3. Kayaçların Fiziksel ve mekanik özelliklerinin Belirlenmesi.....	50
5.4. Kayaç Kütlelerinin Sınıflaması (RMR).....	52
<b>7.KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞININ KİNEMATİK ANALİZİ.....</b>	<b>55</b>
<b>7. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR.....</b>	<b>73</b>
<b>8. YARARLANILAN KAYNAKLAR.....</b>	<b>77</b>

**ŞEKİLLER DİZİNİ****Sayfa No**

<b>Şekil 1.1.</b> Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	8
<b>Şekil 2.1.</b> Çalışma alanın Türkiye'nin tektonik birlikleri sınıflamasına göre yeri...	15
<b>Şekil 2.2.</b> Çalışma alanın genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.....	19
<b>Şekil 2.3.</b> Çalışma alanının KAF Zonuna göre konumu .....	25
<b>Şekil 3.1</b> Heyelan malzemelerine ait XRD tüm kayaç çözümlenmeleri.....	30
<b>Şekil 3.2.</b> Heyelan malzemelerine ait XRD - (TK) ve XRD (KB) çözümlenmelerinden elde edilen tipik difraktogramlar.....	32
<b>Şekil 4.1.</b> Ortalama Yağış, Ortalama sıcaklık ve buharlaşma grafikleri.....	34
<b>Şekil 4.2.</b> Şebinkarahisar meteoroloji istasyonu yağış ve potansiyel buharlaşma – terleme ilişkileri.....	35
<b>Şekil 4.3.</b> Avutmuş çayına ait drenaj alanı.....	37
<b>Şekil 5.1.</b> a.Süreksizlik yüzeyinde pürüzlülük ve dalgalılığın ölçümü b.pürüzlülük sınıfları.....	43
<b>Şekil 5.2.</b> Pürüzlülük açısı ölçümü.....	42
<b>Şekil 5.3.</b> Açık ve dolgulu süreksizlikler için önerilen tanımlamaları gösteren blok diyagramlar (I.S.R.M 1978'den).....	45
<b>Şekil 6.1.</b> Şebinkarahisar bölgesindeki volkanik birimlerdeki çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri .....	59
<b>Şekil 6.2.</b> Bayhasan bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	60
<b>Şekil 6.3.</b> Kale tepe bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	61
<b>Şekil 6.4.</b> Öksürük kaya bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	62
<b>Şekil 6.5.</b> Parmak kaya bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	63
<b>Şekil 6.6.</b> Sivri tepe civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	64
<b>Şekil 6.7.</b> Kılıç kaya civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri.....	65

<b>Şekil 6.8.</b> Bayhasan-Kızık civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 1).....	66
<b>Şekil 6.9.</b> Kale tepe civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 2).....	68
<b>Şekil 6.10.</b> Öksürükkaya civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 3).....	69
<b>Şekil 6.11.</b> Parmakkaya ve civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 4).....	70
<b>Şekil 6.12.</b> Sivri tepe civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analiz (Ek-1, Lokasyon 5).....	71
<b>Şekil 6.13.</b> Kılıçkaya'daki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek1, lokasyon 6).....	72

<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Çizelge 3.1</b> Volkanitlere ait kesitlerin optik mikrokobik inceleme sonuçları.....	26
<b>Çizelge 3.2.</b> XRD – (TK) Çözümlemeleri Mineral yüzdesi.....	29
<b>Çizelge 3.3.</b> XRD – (TK) Çözümlemeleri Mineral yüzdesi.....	31
<b>Çizelge 4.1.</b> Şebinkarahisar meteoroloji istasyonu aylık ortalama sıcaklık ve yağış ölçüleri.....	35
<b>Çizelge 4.2.</b> Şebinkarahisar meteoroloji verilerine göre Thomthwaite (1948) metodu uygulanarak hazırlanan nem bilançosu.....	36
<b>Çizelge 5.1.</b> Devamlılık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).....	40
<b>Çizelge 5.2.</b> Süreksizlik aralık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).....	41
<b>Çizelge 5.3.</b> Pürüzlülük ve dalgalılık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).....	42
<b>Çizelge 5.4.</b> Açıklık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).....	45
<b>Çizelge 5.5.</b> Ortalama eklem sıklığı (I.S.R.M.,1981).....	47
<b>Çizelge 5.6.</b> Schmidt çekici değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı....	48
<b>Çizelge 5.7.</b> RQD sınıflaması I.S.R.M., 1980.....	49
<b>Çizelge 5.8.</b> İnceleme alanında yer alan kayaçların fiziksel özellikleri.....	50
<b>Çizelge 5.9.</b> Kayaçların tek eksenli basınç dayanımları.....	51
<b>Çizelge 5.10.</b> Serbest basınç sınıflaması Deer ve Miller., (1966).....	51
<b>Çizelge 5.11.</b> Jeomekanik kaya kütle sınıflaması (RMR) (Bieniawski, 1989'dan).....	52
<b>Çizelge 5.12.</b> Kaya kütle sınıflama puanlaması.....	53
<b>Çizelge 6.1.</b> Volkanik kayaçlarda ölçülen eklemlerin lokasyonları, yönelimleri ve sınıflandırılması.....	20

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa No

<b>Foto 1.1.</b> Heyelan nedeni ile hasar görmüş bir yapı. Şebinkarahisar KB çıkışı.....	2
<b>Foto 1.2.</b> Heyelan nedeni ile hasar görmüş bir yapı. Avutmuş mah.....	2
<b>Foto 1.3.</b> Kılıç kaya eteği çataloğlu mahallesi civarında meydana gelen heyelan....	4
<b>Foto 1.4.</b> Eşek gölü mevkinde gelişen akmlar.....	4
<b>Foto 1.5.</b> Çingenesırtı civarında meydana gelen akma ve düzlemsel kayma.....	5
<b>Foto 1.6.</b> Kılıç kayada gelişen düşmeler.....	6
<b>Foto 1.7.</b> Parmak kayada gerçekleşen yenilmeler.....	6
<b>Foto 1.8.</b> Öksürük kaya eteklerindeki yenilmeler.....	7
<b>Foto 1.9.</b> İnceleme alanın genel görünümü.....	9
<b>Foto 1.10.</b> inceleme alanına ait hava fotoğrafı.....	10
<b>Foto 2.1.</b> Kale tepe-Öksürük kaya civarındaki Andezit – Bazaltlardan görünüm bakış yönü KB-GD.....	20
<b>Foto 2.2.</b> Şebinkarahisar formasyonu (Çingene sırtı mahallesi civarı).....	21
<b>Foto 2.3.</b> İsola volkaniti (Yıltarıç civarı).....	23
<b>Foto 2.4.</b> Dikmen volkaniti dikmen tepe bakış yönü K-G.....	24
<b>Foto 3.1.</b> Andezitlerin ince kesit fotoğrafları solüst Ş11 çift nikol sağ üst Ş11 tek nikol sol alt Ş36 çift nikol sağ alt Ş36 tek nikol.....	27
<b>Foto 3.2.</b> Bazaltların ince kesit fotoğrafları solüst kesit Ş2 çift nikol sağ üst kesit Ş2 tek nikol sol alt kesit Ş5 çift nikol sağ alt kesit Ş5 tek nikol.....	28
<b>Foto 5.1.</b> Kılıç kaya KB' sında gözlenen süreksizlik aralığı.....	47
<b>Foto 5.2.</b> Kaya kütlelerinde eklemlerin durumu.....	49
<b>Foto 6.1</b> Kaletepedeki şevlere kuzeyden güneye genel bir bakış.....	67
<b>Foto 6.2</b> Parmakkaya şevleri genel görünüş bakış yönü KD-GB.....	70

**EKLER**

**EK-1:** Şebinkarahisar ve çevresinin jeolojik haritası

**EK-2:** Çalışma alanına ait jeolojik enine kesitler





## 1.GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Giresun ili Şebinkarahisar ilçesinin kaya şevlerinin duraylılıklarının araştırılması için yapılmış olup, yaklaşık 140 km<sup>2</sup> bir alanı kapsayan bu çalışmada, inceleme alanındaki kaya şevlerini oluşturan oldukça kırıklı ve çatlaklı olan kayaların bazı mühendislik ve süreksizlik özellikleri belirlenerek bu yamaçların kinematik analizlerle duraylılıkları incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak çalışma alanı ve çevresinde, hava fotoğrafları üzerinde görülebilen tüm çizgisel yapılar, eski heyelanlar, drenaj ağı gibi unsurlar belirlenmiştir. Daha sonra arazide tüm birimler içerisinde ve farklı lokasyonlarda eklem ölçümleri yapılarak kinematik kontrollü şev duraylılıkları araştırılmıştır.

Çalışma alanındaki heyelan malzemelerinden örnekler alınmış olup bu örneklerde XRD tüm kayaç ve kil fraksiyonu incelemeleri yapılmış, kayaç örneklerden ise gerekli çaplarda karotlar alınarak serbest basınç deneyi yapılmış olup kayaçların c (kohezyon) ve  $\phi$  (içsel sürtünme açısı) leri belirlenmiştir. Birimler üzerinde, kaya kütlesi sınıflaması (RMR) ile birlikte belirlenebilen süreksizlik parametreleri incelenerek kinematik analiz yardımı ile şevlerin duraylılık araştırmaları yapılmıştır.

Çalışma kapsamında Şebinkarahisar ve çevresindeki şev problemleri araştırılmış, ilçe alanı içerisinde yamaç duraysızlıkları açısından tehlikeli bölgeler belirlenmiştir. Çalışma alanı tektonik olarak aktif bir fay olan Kuzey Anadolu Fay Zonu yakınında bulunması sebebi ile bölgedeki kayaçlar genellikle kırıklı, ezilmiş ve süreksizlikler içermektedir. Bölgede yüksek eğimli topografyaya da bağlı olarak eski ve yeni bir çok heyelanlar bulunmaktadır. Bu heyelanların hareket yönü ise genelde yerleşim alanlarını tehdit eder konumdadır. Çeşitli dönemlerde

meydana gelen heyelanlar çalışma alanındaki mühendislik yapılarında ve tarım alanlarında hasarlara sebep olmuştur (Foto1.1, 1.2).



**Foto 1.1.** Heyelan nedeni ile hasar görmüş bir yapı. Şebinkarahisar KB çıkışı



**Foto 1.2.** Heyelan nedeni ile hasar görmüş bir yapı. Avutmuş mah.

İnceleme alanında kütle hareketleri; volkanik birimlerde ve Şebinkarahisar formasyonu olarak adlandırılan Oligo-Miyosen yaşlı kıltaşı, kumtaşı, çakıl taşı ardalanmasından oluşan tüf, aglomera, jips yeryer kömür oluşuklarını kapsayan yamaçlarda birbirinden farklı özelliklerde meydana gelmekte olup bu tez kapsamında kaya şevlerinin duraylılıkları incelenmiştir.

Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar Formasyonunda meydana gelen hareketlerin çoğunluğunda birden fazla kayma yüzeyi görülmekle birlikte hareketler genelde akmalar şeklindedir. Bu formasyonunda meydana gelen heyelanların bir çoğunda hareketlerin şekli genelde belirlenebilmekte olup kayma yüzeyleri çoğunlukla düzlemsel, bazen düzleme yakın eğriler, bazen de çok küçük alanlarda olmakla birlikte dairesel olabilmektedir (Foto. 1.3, 1.4, 1.5). Bu yamaçlarda denge kaybı uzun sürede meydana gelmekte olup, bölgenin bulunduğu coğrafi konumu nedeni ile maruz kaldığı bol yağış, karların erimesi ile artan su basınçları ve yamaç eğimleri duraylılığa etki yaparak yamaçların hızlı yada orta hızlarda aşağı doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Bölgede yer alan avutmuş çayının kış aylarında artan debisi ve enerjisi alt kotlarda yamaçları sökmekte olumsuz yönde değişen bu stabilite sorunu çoğu yerlerde heyelanların oluşmasına etki yapmaktadır.



**Foto 1.3.** Kılıçkaya eteği Çataloğlu mahallesi civarında meydana gelen heyelan.



**Foto 1.4.** Eşekgöllu mevkinde gelişen akmlar.

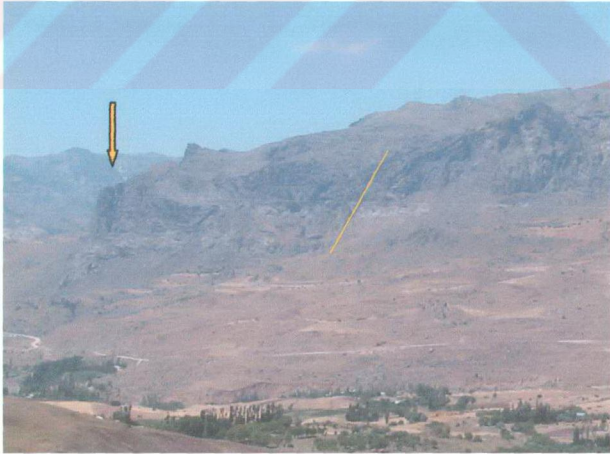


**Foto 1.5.** Çingenesirtı civarında meydana gelen akma ve kayma.

İnceleme alanındaki volkanitlerin oluşturduğu yamaçlarda duraysızlık problemleri ise süreksizlik kontrollü olup bu yamaçlardaki hareketler kama veya düzlemsel ötelenmeler, devrilmeler ve çoğunluklarda kaya düşmesi şeklinde görülmektedir (Foto 1.6, 1.7, 1.8) Kaya yamaçlardaki bu hareketler oldukça hızlı şekilde meydana gelmekte olup bu tür duraysızlık problemlerinin yaşandığı alanlara örnek olarak Avutmuş mahallesindeki Sivritepe, Parmakkaya - Yumrukaya civarı, Öksürük kaya etekleri, Kaletepe, Kılıçkaya, Kayadibi köyü, Bayhasan mahallesi ve Kızık mahallesi verilebilir. Yamaçların duraylılığı bölümünde bu konu detaylıca incelenmiştir.



**Foto 1.6.** Kılıçkayada gelişen düşmeler.



**Foto1.7.** Parmak kayada gerçekleşen yenilmeler.

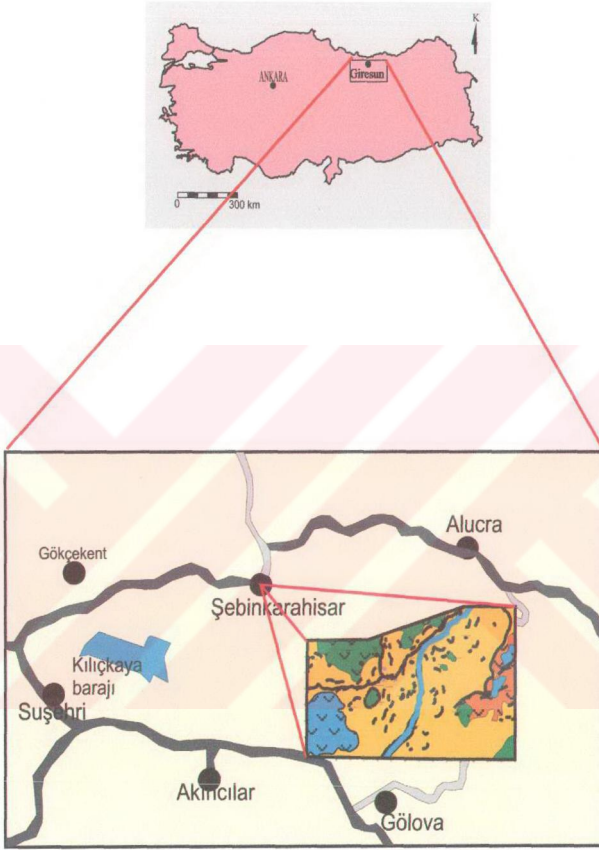


**Foto 1.8.** Öksürük kaya eteklerindeki yenilmeler.

## 1.2. Çalışma Alanının Yeri ve Konumu

Şebinkarahisar ilçesi Giresun'a 118 km uzaklıkta olup, Kuzey Anadolu'nun Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kelkit Yöresi ile Giresun Dağları arasında bulunmaktadır. Doğusunda 1618 km<sup>2</sup> yüzölçümü ve 1400 rakımı ile Alucra ilçesi, Güneybatısında 1665 km<sup>2</sup> yüzölçümü ve 950 metre rakımı ile Suşehri ilçesi, Güneyinde akıncılar ilçesi, Batısında Gökçe kent yer almaktadır (Şekil 1.1.) İlçenin rakımı 1352 m yüzölçümü 1378 km<sup>2</sup> olup, Türkiye'nin yapısal sınıflaması çerçevesinde Doğu Pontidlerin (Ketin, 1966) güneyinde H40 b3-H41 b4 paftaları içerisinde yer almaktadır.

İnceleme alanı, Şebinkarahisar ilçe merkezi ve yakın çevresini kapsamakta olup, yaklaşık 140 km<sup>2</sup> lik alan oluşturmaktadır. Foto 1.9'de inceleme alanının tamamını içerisine alan bir hava fotoğrafı verilmiştir.

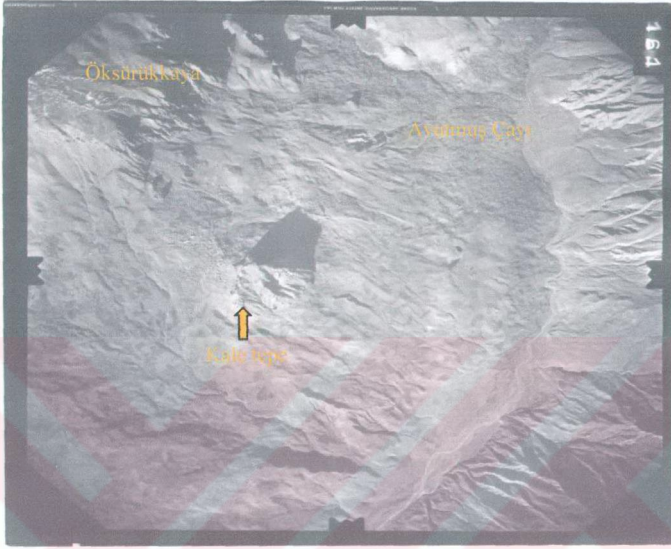


Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

### 1.3. İklim ve Bitki örtüsü

Şebinkarahisar Doğu Karadeniz Bölgesinde olmasına rağmen İç Anadolu'nun iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlıdır. Bölgede gece-gündüz ve yaz- kış sıcaklık farkları çok büyüktür.





**Foto 1.9.** İnceleme alanına ait hava fotoğrafı

Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan son 20 yıllık metoroji verine göre En çok yağış Nisan ayında 86.8 mm en az yağış Ağustos aylarında 7.4 mm dir. Yıllık toplam yağış 590.02 mm, yıllık ortalama sıcaklık 9 °C, en düşük sıcak -2,1 °C ile Ocak ayında, en yüksek sıcaklığın ise 20,0 °C Ağustos aylarında olduğu belirlenmiştir

Çalışma alanının büyük bölümü bitki örtüsünden yoksun olmasına rağmen Avutmuş çayına ve Gütgüt deresine yakın mahalleler söğüt ve meyve ağaçları ile kaplı alanları oluşturmaktadır (Foto.1.10).



**Foto1.10.** İnceleme alanın genel görünümü KD'dan GB'ya bakış

#### 1.4. Morfoloji ve Ulaşım

İnceleme alanının en önemli yükseltileri Sivritepe (1190m) ve Şebinkarahisar kalesinin üzerinde bulunduğu Kaletepe (1568 m), Öksürükkaya tepe (1647m), Hackayasitepe (1568m) volkanik kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanındaki en önemli akarsular Avutmuş Çayı ile birçok bölgede sulama suyu ihtiyacının karşılandığı Gütgüt deresidir. Debileri düşük olup çoğu kez yazları kuruyan Kemikli dere, Kavak dere, Kızılan dere, Kepçeli dere, Elekçi dereleri çalışma alanındaki diğer akarsulardır. İnceleme alanında, Kırkgöz mahallesinde civarında alanı yaklaşık 1150 m<sup>2</sup> olan Çatal göl ve İki oğul mahallesinde alanı yaklaşık 250 m<sup>2</sup> olan Oynar göl adında iki göl mevcuttur.

İnceleme alanında en yüksek nokta ile en düşük nokta arasındaki kot farkı (Öksürükkaya – Avutmuş Çayı ) 740 m dir. Şebinkarahisar Formasyonunun yayılım gösterdiği alanlarda eğim 6° - 22° arasında değişmektedir.

İnceleme alanına ulaşım 110 km uzunluğundaki Giresun- Şebinkarahisar 40 km uzunluğundaki Şebinkarahisar - Aluçra ve Şebinkarahisar - Suşehri karayolları ile sağlanmaktadır. Heyelanlar nedeni ile Şebinkarahisar -Aluçra yolunun Avutmuş mahallesi ile Şebinkarahisar ilçe merkezi arasındaki kısmının güzergahı farklı zamanlarda çeşitli kereler değiştirilmiştir.

### 1.5. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanı ve yakın çevresinin daha önceden mühendislik jeolojisine yönelik olarak yapılmış detaylı bilimsel çalışmalar olmamasına karşın, genel jeoloji, petroğrafi ve maden konusunda çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları kronolojik sıra ile aşağıda özetlenmiştir.

Erguvanlı (1950); Zara- Şebinkarahisar- Mesudiye arasındaki bölgenin jeolojisini incelemiş Şebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılıma sahip jipslere Oligosen yaşını vermiştir.

Nebert (1961); Kelkit ve Kızılırmak yöresinde yaptığı çalışmalarda bölgede kesin bir Oligosen ispatını mümkün görmemiştir. Şebinkarahisar ve çevresinde geniş yayılım gösteren özellikle Şebinkarahisar' ın doğusunda yüzeyleyen alacalı klastik kompleksin Pliyosen olduğunu söylemesine rağmen alacalı seriyi Oligo-Miyosen olarak haritalamıştır.

Orgun (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 etütlerinin Miyosen yaşını verdiğini belirtmiştir.

Tokel (1977), tarafından Doğu Karadeniz bölgesinde, Gümüşhane-Alucra- Şebinkarahisar-Gölköy yörelerinde yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanitlerde çalışmalar yapmış olup, bu volkanitlerin; andezit, dasit ve proklastiklerden oluştuğu ve çeşitli jeokimyasal verilerle göre kalkalkalen karakterli, silisyumca doygun, sodik ( $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ ) ve genellikle  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bakımından zengin olduğunu ileri sürmüştür. Tokel (1977)'ye göre Kuzey Anadolu kıtasının güney kenarında bir yitim zonu oluşmuş ve Lütésiyen' de Tetis okyanusu kabuğu, Kuzey Anadolu kıtası altına dalarak kalkalen magmatizmanın meydana gelmesine neden olmuştur.

Terlemez ve Yılmaz (1980); Şebinkarahisar'ın batısında Ünye- Ordu-Koyulhisar- Reşadiye arasında kalan bölgenin stratigrafisi konusunda çalışmalar yapmışlardır. Bu yörelerdeki magmatik aktivite Mezozoik yaşlı andezitik, dasitik kayalar ile bunların proklastitleri, siyenitik kayalar (üst Kratase – Paleosen ) ve riyodasitlerden; senozoik yaşlı magmatik kayalar ise tüfler, granit porfirler ve genç bazaltlardan oluşmaktadır.

Tokel (1983); Pontid'lerdeki Liyas yaşlı volkanitlerin yayılımını incelemiş ve kökensel yaklaşımlarda bulunmuştur. Batı Karadeniz'den Doğu Karadeniz'e doğru uzanan bölgede (Mudurnu-Abant-Gerde-Ladik-Niksar-Şebinkarahisar-Gümüşhane-Bayburt-İspir-Tortum ve Yusufeli civarında) yüzeyleyen Liyas volkanitlerinin ada yayı tipinde oluşabileceğini ileri sürmüştür.

Güner ve diğ.(1988), tarafından hazırlanan MTA raporunda, Doğu pontid zonuunun güneyinde Şebinkarahisar (Gresun) ve Şuşehri (Sivas) arasındaki bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasının yapılması amaçlanmıştır. Çalışmalarında, yörede Paleozoik, Mezozoik, ve Senozoik yaşlı birimler tanımlanmışlardır. Paleozoik yaşlı metamorfik kayalar temeli oluşturmakta ve Permo-Karbonifer yaşlı "Gümüşhane graniti" tarafından kesilmektedir (Çoğulu,1975). Paleozoik yaşlı birimler üzerine mezozoik yaşlı birimler uyumsuz olarak gelmektedir. Bu birimler Jura- Liyas yaşlı volkanikler, bunlar üzerine uyumsuz olarak gelen Üst jura Alt Kretase yaşlı masif kireçtaşları, bu

kireçtaşları üzerine gelen Alt Kretase yaşlı ofiyotik kayaçlar ile Üst Kretase yaşlı Filiş fasiyesindeki sedimanter kayalar ve aynı yaşta çeşitli volkanik kayalardan oluşmaktadır. Yine üst Kretase yaşlı birimler siyenit, granit ve diyoritten oluşan intrüzif kayaçlar tarafından kesilmektedir. Senozoyik' yaşlı birimler ve volkaniklerle devam etmektedir. Bunlar üzerine, miyosen yaşlı ve alacalı jipsli klastik seri gelmektedir. Bölgenin en genç birimi ise Pliyosen yaşlı konglomeralardır.

Yılmaz ve diğerleri (1985); Yukarı Kelkit çayı yöresi ve güneyinin temel jeoloji özellikleri ve sonuçları başlıklı MTA raporunda, Kuzey Anadolu Ofiyolitli kuşağı ve bu kuşakla yakın ilişkili kayaçların özelliklerini ve kayatürü ilişkilerini irdelemişler ve bu çalışma kapsamında kuzey anadolu ofiyolitli kuşağının doğu kesiminde yer alan Şebinkarahisar, Alucra ve Refahiye dolayındaki alanların jeolojik çalışmalarını yapmışlardır.

Ayan (1991); Şebinkarahisar'ın kuzeybatısındaki Pb-Zn-Cu cevherleşmesinin mineralojik – jeokimyasal incelemesini yapmış ve çevre kayaçları oluşturan mağmatik kayaçlar üzerinde de durmuştur. Bu yöredeki mağmatik kayaçlar, yaşlıdan gence doğru, Üst Kretase yaşlı volkanitler, Üst kretase –Pliyosen yaşlı granitoidler, Paleosen yaşlı andezit ve bazaltlar, Eosen yaşlı konglomeralar ve bunlar üzerine gelen bazalt, andezit lav piroklastikleri ile Miyosen-Pliyosen yaşlı andezit, bazalt lav ve piroklastiklerinden oluşmaktadır. Granitoidlerin granit, kuvars monzonit, siyenit ve siyenit bileşiminde olduğu ve alümino-kafemik magma tipinden oluşan levha içi granitoidlerden meydana geldiğini ileri sürmektedir.

Karacan ve dig. 1991 çalışmalarında Suşehri – Şebinkarahisar arasında geniş yayılım gösteren büyük ve aktif heyelan zonlarında yer alan litolojilerin mühendislik özellikleri ile yörenin neotektoniği arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Ayan ve Dora (1993), Şebinkarahisar'ın kuzeybatısında yer alan granotoyid sokulumları ve yöredeki Pb-Zn cevherleşmelerinin granotoyidlerle olan ilişkilerini incelemiştir. Granit, kuvars- monzonit, kuvars siyenit türünde kayaçlarda oluşan granotoyidler alümino-kafemik(ALCAF), silisce aşırı doymun alkalin (ALKOS) ve levha içi granotoyid (WPG) özelliğine sahiptirler. Üst Kretase yaşına sahip olduğu ileri sürülen bu granotoyidlerin oluşumu esnasında, granotoyidlerden türeyen metal iyonlarınca zengin eriyiklerin, KB-GD ve D-B yönlü kırık sistemlerine yerleşerek Pb-Zn cevherleşmelerini oluşturduğu belirtilmiştir. Bu tip granotoyidlerin de manyetit serisi granitoidler olduğu yapılan çalışmada ortaya konulmuştur.

Karacan ve diğ. Çalışmalarında Kıçkaya Barajı (Sivas) göl alanı ve çevresinde yer alan aktif heyelan zonlarındaki jeolojik birimlerin bazı mühendislik özellikleri ile potansiyel heyelan alanlarını çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Şaşmaz ve Sarıoğlu (1994), Şebinkarahisar yöresinde yapmış oldukları çalışmalarında İner Yaylası civarındaki Pb- Zn yataklarının oluşumuna ışık tutacak şekilde bölgenin jeolojisi üzerinde durmuşlar ve bu mineralizasyonları meydana getiren çözeltilerin kaynağının, yörede yüzeyleyen Paleosen yaşlı granotoyidler olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Yılmaz. (1995); Dereli- Şebinkarahisar (Giresun güneyi) arası granitoid pütonlarının karşılaştırmalı incelemesi başlıklı doktora tezi çalışmasında bölgedeki kayaçların jeolojik konumlarını, mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve petrojenik özelliklerinin karşılaştırmalı incelemesini yapmıştır.

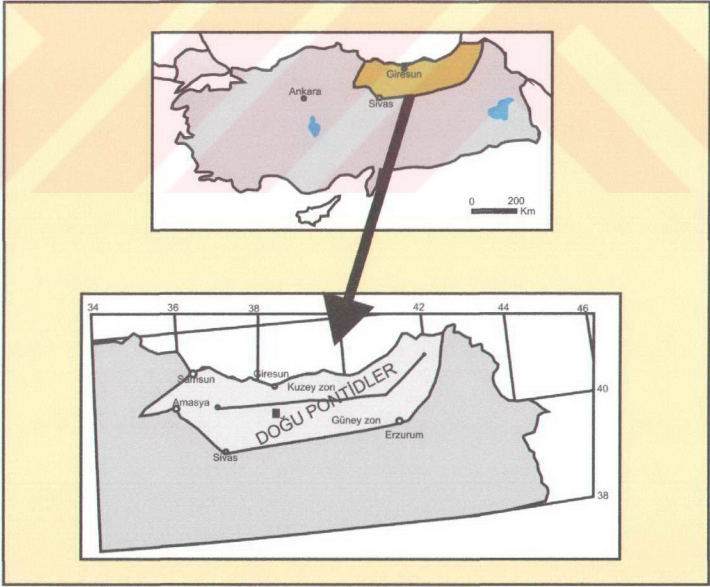
Ayrıca çalışma alanında ilçe sakinlerinin heyelanlar sonucu evlerinde oluşan hasarları incelemek amacı ile bayındırlık bakanlığına dilekçeler yazıp bu dilekçelere cevaben de kurum mühendisleri tarafından yapılan lokal amaçlı tespit çalışmaları da mevcuttur.

## 2. JEOLojİ

### 2.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı Doğu Karadeniz Bölgesinin güneyinde ve Kuzey Anadolu Fayının kuzeyinde yer alır. Bölge Ketin (1966) tarafından tanımlanan ve jeoloji literatüründe Pontidler olarak bilinen “Pontidler Tektonik Birliğine” dahil edilmiştir. Pontidler batıda Karpatlar- Balkanlar ve Istranca, doğuda ise Kafkasya ve oradan da Himalayalara kadar uzanan Alpin orojenik kuşağının bir parçası sayılmaktadır.

Pontidler, Sinop, Ladik çizgisi ile batı ve doğu olmak üzere ikiye ayrılır. Çalışma alanında, içinde bulunduğu Doğu pontidler, doğudan küçük Kafkasya, kuzeyden Karadeniz, güneyde ise ofiyolitik bir zon ile çevrilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışma alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri sınıflamasına göre yeri

Ketin (1966) tarafından tanımlanan Pontidler tektonik birliğinin doğu kesiminin güney zonunda yer alan çalışma alanının bölgesel jeolojik konumu, önceki çalışmalar ışığında şöyle özetlenebilir.

Samsun – Çorum çizgisinin doğusunda kalan pontidler için kullanılan “Doğu pontidler” bölgesi, güneyden Çorum – Amasya – Sivas - Erzincan çizgisi ile sınırlanmaktadır (Gedikoğlu ve diğ. 1979). Doğu Pontidler, coğrafik ve jeolojik özellikleri birlikte değerlendirilerek kuzey ve güney zon olmak üzere iki alt zona ayrılabilir. Bunlardan Kuzey zon, Niksar- İspir- Ardanuç çizgisinin kuzeyinde kalmaktadır. Volkanik kayaların yaygın olduğu bu zonda sarp bir topografya egemendir. Niksar- İspir- Ardanuç çizgisinin güneyinde yer alan Güney zon’da ise plütonik sedimanter kayalar yaygın olarak yüzeylenmekte ve kuzey zona göre, bağıl olarak daha yumuşak bir topografya bulunmaktadır. (Gedikoğlu ve diğ.1979)

Mesozoyik başlarında Avrasya kıtasının en güney kenarını oluşturan Pontidler (Boztuğ ve Diğerleri.,1984;Yılmaz ve Boztuğ, 1986; Şengün ve diğ. 1990) Doğu kesimindeki temel kayaları paleozoik yaşlı kıtasal kabuk malzemesinden oluşmaktadır.(Gedikoğlu ve diğerleri.,) bu temele ait önemli yüzlekler Gümüşhane, Torul – Şiran, Yavuzkema, dereli, Çaykara ve Bayburt-Demirözü yörelerinde bulunmaktadır (Gedikoğlu ve diğerleri.,1979; Akdeniz, 1988; Tanyolu ve Çakır,1991;Gürsoy ve diğ.,1993). ,

Doğu pontidlerin Mesozoyik başlarındaki bölgesel jeolojik konumu oldukça tartışmalı olup, bölgenin, Liyastan beri “Aktif Kıta Kenarı” konumuna sahip olduğu ileri sürüldüğü gibi (Gedikoğlu ve diğ. 1979; Tokel ,1983) Liyas döneminde “rifleşme” nin de varlığı belirtilmektedir. (Şengör ve diğ., 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981; Ercan ve Gedik, 1983; Gürsoy ve diğ., 1993) Doğu pontidlerin Liyastan itibaren aktif kıta kenarı jeolojisine ait olduğunu ileri süren Gedikoğlu ve diğ. (1979) ve Tokel (1983)’in çalışmalarına göre; güney konumlu Paleotetis okyanusu, Avrasya levhasının altına ve kuzeye dalarak Liyas



döneminden itibaren yay magmatizmasını oluşturmuştur. Diğer taraftan, Doğu Pontidlerin Liyas' ta riftleşme konumuna sahip olduğunu ileri süren araştırmacılar göre ise; kuzey konumlu paleotetis, permo-triyas ve liyas döneminde Gondwana kıtasının altına ve güneye doğru dalarak yok olmakta, bu sırada, Gondwana kıtasının kuzey kesimlerinde riftleşme meydana gelerek Neotetisin kuzey kolunun oluşumu sağlanmış olmaktadır. (Şengör ve Yılmaz, 1981). Yani bu araştırmacılar göre şu anda, Doğu Pontitlerde bulunan Liyas yaşlı volkanitler, Gondwana kıtasının kuzey kesimlerinde, neotetisin açılmasını sağlayan riftleşme ile ilişkilidir.

Dogger yaşlı kayaçlar doğu Pontitlerde oldukça sınırlı alanlarda görülmekte olup, sadece doğu Pontidlerin güney zonlarında yer alan Kelkit, Bayburt ve Alucra yörelerinde mostra vermekte (Gedikoğlu ve diğerleri., 1993) ve her iki lokasyonda da Liyas yaşlı kırıntılı kayaçlar üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Yer yer kömürlü tabakalar da içeren bu kayaçlar, daha çok, kalın tabakalı kumtaşları ve kumlu kireçtaşları litolojisindedir. (Gedikoğlu ve diğ. 1979).

Üst Jura – Alt Kratase yaşlı kayaçlar, başlıca; şelf karbonatı fasiyesinde kökelen Pelin (1977) tarafından Berdiga Formasyonu olarak isimlendirilen kireçtaşı ile Malm- Alt kretase yaşlı deniz tabanı volkanizması karakteri gösteren bazalt, andezit ve piroklastik kayaçlardan oluşan ve Alt Bazik Seri olarak isimlendirilen (Gedikoğlu ve diğerleri., 1979) birimlerinden meydana gelmektedir. "Alt Bazik Seri" olarak isimlendirilen volkano-sedimanter karakterli bu kayaçlar, Gedikoğlu' ve diğerleri (1979) tarafından kuzeye doğru dalan okyanus kabuğun oluşturduğu yay magmatizmasının, Ercan ve Gedik (1983) tarafından güneye doğru dalan Paleotetis okyanus kabuğuna ait eski yitim zonunun ve Şengör ve diğ., (1980) tarafından ise paleotetis okyanusunun, Kimmer kıtası altına doğru dalarak yok olması sonucunda, Kimmer kıtasının Avrasya ile çarpışması sırasında meydana gelen çarpışma ile ilgili magmatizmanın ürünü olarak değerlendirilmektedir.

Doğu Pontidlerdeki Üst Kratese volkanizması tamamen yay magmatizması karakterinde olup, alttan üste doğru "Dasitik Seri" ve "Üst Bazik Seri" olarak isimlendirilmektedir. Bunlardan dasitik seri; dasit, riyodasit ve latit bileşimli volkanik kayaların yanı sıra tüf- aglomera niteliğindeki piroklastik kayalardan oluşmakta ve Doğu Pontidlerdeki masif ve damar tipi sülfürlü cevherleşmeler ile birlik oluşturmaktadır (Ercan ve Gedik, 1983). Üst bazik seri ise tipik olarak sipilitik bazalt, trakit- andezit ve andezit bileşimli volkanitler ile piroklastiklerden oluşmaktadır.

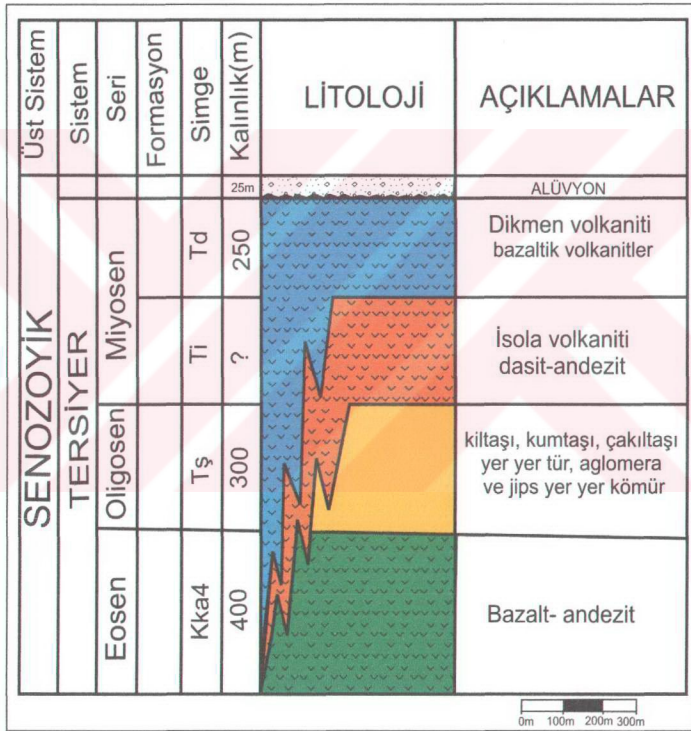
Gedikoğlu ve diğerleri (1979), Doğu Pontidlerin jeolojisinde önemli yeri olan günümüz Karadenizini Malm - Alt Kretase sonrası Üst Kretase öncesi bir dönemde, kuzeye dalımlı yitim zonunun kuzeyinde, yani Avrasya levhası içerisinde meydana gelen riftleşmeye bağlı olarak açılan bir kenar denizi olarak değerlendirmiştir.

Doğu Pontidlerde, Üst Kretase – Eosen ve hatta Oligosen aralığında gelişen tüm volkanik ve plütonik kayaların ise, yine yitim kökenli oldukları birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmektedir (Tokel 1977; Gedikoğlu ve diğ. 1979; Tokel, 1981; Ercan ve Gedik, 1983; Genç ve Güven; 1994). Diğer taraftan, Ordu'nun güneyindeki Eosen yaşlı Bayırköy volkanitinin, Üst Paleosen'den sonra Pontid (ada yayı) – Anatolid (kıta) levhaları arasındaki çarpışma sonrasında meydana geldiği ileri sürülmektedir (Terzioğlu, 1984). Benzer şekilde; Ayan ve Dora (1993), Şebinkarahisar'ın kuzeybatısında yüzeyleyen granitoid sokulumunun "levha içi granitoid" özelliğinde olduğunu belirtmişlerdir.

Pontidlerde Orta Miyosen'den itibaren etkin olmaya başlayan ve Pliyo-Kuvaterner'de de devam eden, yer yer alkalın, yer yer de kalkalkalin özellik gösteren volkanik kayaların ise çarpışma ile ilgili olduğu ileri sürülmüştür (Ercan ve Gedik, 1983).

## 2.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

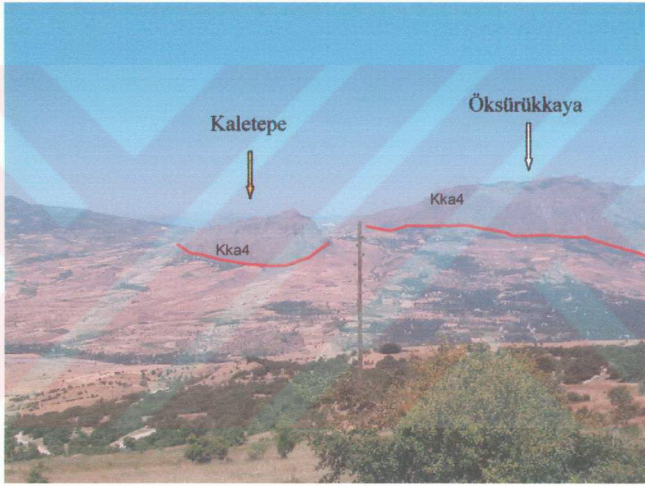
İnceleme alanında; yaşlıdan gence doğru Eosen yaşlı bazalt andezit, Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonu, Miyosen yaşlı İsola volkaniti, Dikmen volkaniti ve Kuvaterner Alüvyon olmak üzere beş ayrı birim yüzlek vermektedir Şekil (2.2).



Şekil 2.2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Yılmaz ve diğ. 1985)

### 2.2.1. Andezit - Bazalt

Birim inceleme alanında Şebinkarahisar ilçe merkezinin KB'sında Öksürük kaya-Taşboynu, KD'sunda Parmakkaya - Yumrukaya ile güneyinde Kale tepe de yayılım gösterir (Ek-1). İnceleme alanında önemli yükseltileri ve yüksek eğimli, yamaç duraylılığı yönünden riskli yamaçları oluşturan birim gri siyah renkli andezit ve bazaltlardan oluşmaktadır (Foto 2.1).



**Foto 2.1.** Kale tepe-Öksürük kaya civarındaki Andezit – Bazaltlardan görünüm bakış yönü KB-GD.

Bölgede temel kaya durumunda olan birim tektonizma ve donma çözülme etkisi ile oldukça kırıklı ve çatlaklı bir yapı kazanmıştır. Birim; MTA.'nın yapmış oldukları çalışmada Eosen yaşı ile yaşlandırılmış olup, Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından Altunluk Formasyonu içerisinde değerlendirilmiş ve Eosen olarak yaşlandırmıştır. Bu birim üzerine açılmal uyumsuzlukla inceleme alanında

oldukça büyük bir yayılıma sahip olan Şebinkarahisar formasyonu gelmektedir. Birimin kalınlığı Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından 400 m olarak belirlenmiştir.

### 2.2.2. Şebinkarahisar Formasyonu (Tş)

Oligo-Miyosen yaşlı karasal oluşuk; ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından adlandırılmış olup kıltaşı, kumtaşı, çakıltaşı ardalaşmasından oluşan yer yer tuf, aglomera ve jips, yer yer kömür oluşuklarını kapsayan kaya türü topluluğu genel olarak kırmızımsı, meşeli, alacalı ve yer yer yeşilimsi, gri renkte, orta ve kalın tabakalı, kimi yerlerde oldukça kalın tabakalı (10-15m) yada tabakasız olarak gözlenmektedir (Foto 2.2). Şebinkarahisar'ın güneydoğusunda ve Haneği köyünün hemen batısında kırmızı killerle başlayan birim, üstte doğru önce kumtaşı, kıltaşı ardalanmasına, daha sonra ise kumtaşı çakıltaşı ardalanmasına geçmektedir. Piroklastik ve Jipsli oluşuklar ise hemen her düzeyde görülebilir. Tanelerin boyutu genel olarak alt düzeylerden, üst düzeylere doğru büyümektedir. Bu formasyonun kaya türü özellikleri ve konumu göze alındığında karasal bir ortamda oluştuğu (olasılıkla göl yada akarsu) söylenebilir.



**Foto 2.2.** Şebinkarahisar formasyonu (Çingene sırtı mahallesi civarı)

İnceleme alanının doğusunda ve güneyinde İkiöğül, Biroğul, Kırkgöz, Kavak, Yukarı-orta mahalle, Gütgüt, Avutmuş, mahallelerinde , Elekçi düzü ve Arzuman düzündü yayılım gösterir. Tipik olarak Akbudak mahallesi, La: mahallesi, ve inceleme alanının GB' sında yer alan Bayram köy civarında yüzeylenir (Ek-1)

Birim alacalı renkte olması ve jips içermesi nedeniyle literatürde "alacalı jipsli seri" olarak adlandırılmaktadır. Renginden dolayı birim arazide kolaylıkla tanınmaktadır. Yer yer iyi tabakanma gösteren birim jips, anhidrit ve kömür içermekte Jipsler kalınlığı 2 ile 8 cm arasında değişen anhidritler ise 2- 5 cm büyüklüğünde değişen taneler şeklinde bulunmaktadır.

Şebinkarahisar formasyonu kil, kıltaşı, gevşek ve iyi çimentolanmış kumtaşı, konglomeranın ardalanmalarından oluşmak olup İnceleme alanında çoğunlukla birimin en üst seviyelerini sert çatlaklı killer oluşturmaktadır. Killerin kalınlığı 1.5 m ile 15 m arasında değişmektedir. Sert killer içerisinde mercerler ve kalınlığı birkaç cm den birkaç dm'ye kadar değişen gevşek kumtaşları gözlenmiştir.

### 2.2.3. İsola volkanitleri (Ti)

İnceleme alanında düzensiz küçük yüzlemeler halinde görülen Miyosen yada daha genç yaşta olan ve yerel farklılık gösteren dasitik-andezitik volkanitler ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından isola volkanitleri olarak adlandırılmıştır. Birim en tipik yüzeylemesi, Şebinkarahisar-Alucra karayolunun yaklaşık 20. km'sinde İsola köyünün hemen batısında yer alan ve domsal bir yapıda olan, soğuma eklemelerinin çok iyi geliştiği yüzleklerdir (Foto.2.3). Yılmaz ve diğ. (1985) çalışmalarında Şebinkarahisar'ın güneydoğusunda Kayadibi köyü- Turpçu köyleri arasındaki dasitik sokulumlar ve akıntılarda bu birime dahil edilmiş olup, birimin yaşını dokanak ilişkilerini gözeterek miyosen yada daha genç yaşta ve genel çizgileri ile asit karekterde olduklarını söylemişlerdir.



**Foto 2.3.** İsola volkaniti (Yıldıracı civarı).

#### **2.2.4. Dikmen volkanitleri (Td)**

İnceleme alanında yüzeyleyen Miyosen yada daha genç bazaltik volkanitler bir bütün halinde ilk kez Yılmaz ve diğ. (1985) tarafından “Dikmen volkanitleri” olarak adlandırılmış olup birim genel olarak koyu gri, siyahımsı renkte ve lavlarda akıntı yapıları, kimi yerlerde Miyosen ve daha eski yaşta olan kayaları kesen dayklar halindedir. Gerek bazaltik lavlarda, gerekse dayk olan bazaltlarda porfirik doku belirgindir. Bazalt serizitleşmiş ve opaklaşmış hamur ve içinde labrador- bitovnit, ojit ve yer yer ayrılmış hornblend kapsamaktadır.

Bu birim; Şebinkarahisar’ın hemen batısında Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonu üzerinde yer almaktadır. Dikmen tepede volkanik bir koni biçiminde olasılıkla genç bazaltların çıkış yerlerinden biridir (Foto 2.4) Yılmaz ve diğ. (1985) çalışmalarında birimin kalınlığının 250 m’yi geçmediğini ve Oligosen?- Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonu ile olan dokanak ilişkilerini gözeterek birimin Miyosen yada daha genç yaşta olabileceğini belirtmişlerdir.



**Foto 2.4.** Dikmen volkaniti dikmen tepe bakış yönü K-G

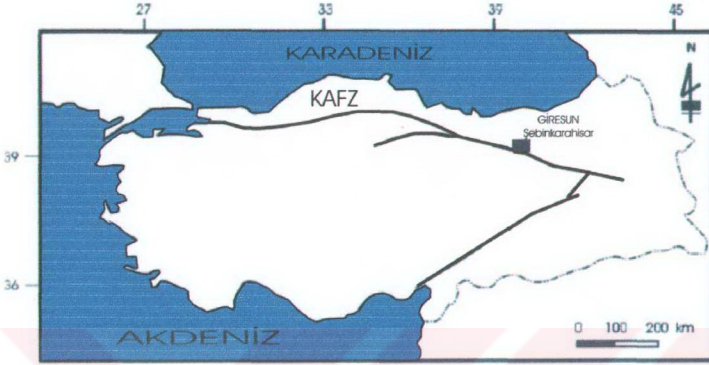
### 2.2.5. Alüvyon (Kuvaterner)

Alüvyon inceleme alanının doğusunda Avutmuş çayı yatağında görülmektedir. Değişik boy ve bileşimdeki kum ile çakıllardan oluşan alüvyonun kalınlığı 10-25 m arasında değişmektedir. Bu güncel oluşuklar belediye tarafından agrega ocağı olarak da değerlendirilmektedir.

### 2.3.Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı Türkiye'nin tektonik birliklerinden Doğu Pontitlerin Güney zonunda yer almaktadır (Şekil 2.3). Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzeyinde yer alan inceleme alanının faya uzaklığı yaklaşık 70 km dir. Bölgenin tektonik olarak aktif bir fay zonu olan Kuzey Anadolu Fay Zon'u çok yakın olması nedeniyle kayalar genellikle kırıklı, ezilmiş ve süreksizlikler içermektedir. İnceleme alanındaki yapısal unsurlar tabakalar, çatlaklar ve faylardır.





**Şekil 2.3.** Çalışma alanın Kuzey Anadolu Fay Zonuna göre konumu

Çalışma alanı içerisinde yayılım gösteren volkanikler içerisinde mevcut bir tabakalanma görülmemekle birlikte çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen Şebinkarahisar formasyonunda yer yer tabakalanmalar gözlenmektedir. Tabaka kalınlıkları 10-15 cm ile 1.5-2 m arasında değişen tabakalanmalar mevcuttur. Bu tabakalanmaların konumları ise K20-40 D /6-22GD şeklinde değişmektedir.

Çalışma alanındaki Volkanik birimlerde oldukça fazla sayıda değişik tür ve kökende çatlaklar mevcut olup yapılan süreksizlik çalışmalarında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Literatüre alacalı jipsli serileri olarak geçen Şebinkarahisar formasyonu içerisinde yer yer tektonik olmayan kuruma çatlakları ve gerilme çatlakları mevcuttur.

### 3. MİNEROLOJİ PETROGRAFI

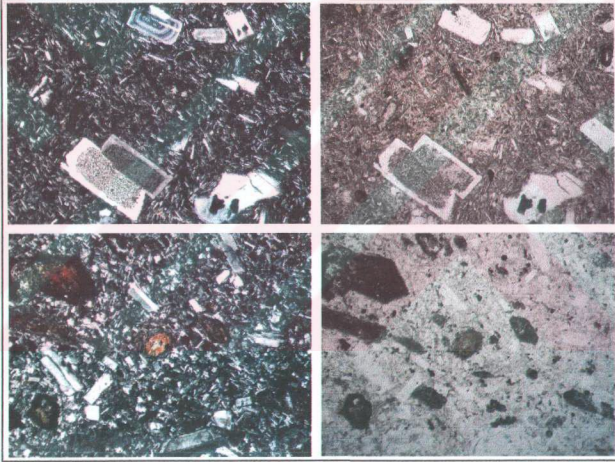
Bu bölümde çalışma alanında yüzeyleyen volkanik birimlerin minerolojik ve petrografik özellikleri incelenip kaya tanımlamaları yapılarak, litolojinin ayrışma ve bozunmaya etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İncelemelerin yapılacağı kayaçlar Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında ince kesitler haline getirilmiş, üstten aydınlatmalı oküler mikroskopta Streckeisen (1976) diyagramları kullanılarak değerlendirilmiştir. İncelemeler sırasında volkanik kayaçları oluşturan bileşenler ve bunların dokusal özellikleri tanımlanarak kayaçların adlandırılmalarının yanı sıra alterasyon ve bozunma ürünleri saptanmıştır.

Volkanik birimlerin farklı yerlerinden alınan örnekler üzerinde yapılan ince kesitlerde optik mikroskobik çalışmalar sonucu bu birimlerin yaygın olarak andezit- bazalt kayalardan oluştuğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1** Volkanitlere ait kesitlerin optik mikroskobik inceleme sonuçları

Kesit	Doku	Bileşim	Bozunma	Kayaç
Ş11	Holokristalin-hipidiyomorf porfirik	Plajiyoklaz, Hornblend,ojit	Opasitleşme,killeşme, serizitleşme	Andezit
Ş36	Holokristalin-hipidiyomorf porfirik	Plajiyoklaz,,Hornblend, Biyötit,öjit, Apatit, Zirkon	Kloritleşme, opasitleşme	Andezit
Ş2	Holokristalin-hipidiyomorf porfirik	Plajiyoklaz, diyopsit, egrinojit,ikicil kalsit	Opasitleşme, siferolidik doku, killeşme	Bazalt
Ş3 Ş5	Holokristalinhipidiyomorf porfirik	Plajiyoklaz, diyopsit,egrinojit	Opsitleşme, kloritleşme	Bazalt

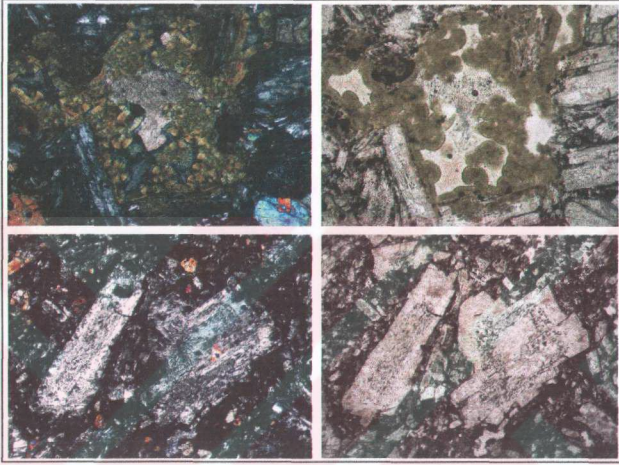
Birimleri oluşturan andazitlerde açık renkli bileşen olarak sadece yarı öz şekilli yer yer killeşme gösteren plajioklaz, mafik bileşen olarak ise hornblend, türü anfibol minerallerinin olduğu, yaygın opasitleşmiş plajioklazların oligoklaz-andazin türünde oldukları, kloritleşmiş biyotit minerallerinde kayaçta seyrek olarak buldukları saptanmıştır (Foto 3.1 sol alt ve sağ alt). Aşırı derecede altere olmuş kayaçta mikrokobik düzeyde alterasyonların opasitleşme, killeşme ve serizitleşmenin yaygın olarak bulunduğu görülmüş olup doku tanımlaması olarakta holokristalin-hipidiyamorf porfirik doku tanımlaması yapılmıştır (Foto 3.1).



**Foto.3.1.** Andezitlerin ince kesit fotoğrafları solüst Ş11 çift nikol sağ üst Ş11 tek nikol sol alt Ş36 çift nikol sağ alt Ş36 tek nikol.

Bazaltlarda ise ileri derecede alterasyon kesitlerinde kendini göstermiştir. Kayaçta açık renkli bileşen olarak yoğun şekilde killeşmiş plajioklaz mineralleri, mafik mineraller olarak ise diyopsit ve eğrinöjit türü proksenler bulunmaktadır. Kayaçta yaygın olarak opasitleşme ve kalsit mineralleri ile birlikte gelişmiş siferolidik doku, kloritleşmeler, killeşmeler çok yaygın olarak gözlenmektedir

(Foto 3.2. sağ üst ve sol üst) Kayıcın dokusu holokristalin-hipidiyamorf porfirik doku olarak tanım lanmaktadır (Foto 3.2).



**Foto 3.2.** Bazaltların ince kesit fotoğrafları solüst kesit Ş2 çift nikol sağ üst kesit Ş2 tek nikol sol alt kesit Ş5 çift nikol sağ alt kesit Ş5 tek nikol

### 3.1. XRD Çözümlenmeleri

Tüm kayaç (XRD-TK) ve Kil Fraksiyonu (XRD-KB) çözümlenmeleri Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü MİPJAL (Mineroloji Petroğrafive Jeokimya Laboratuvarı) laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1.2. Tüm Kayaç (TK) Çözümlenmeleri

XRD-(TK) difraktomları, Rigaku DMAX III C difraktometresinde toz (öğütülmüş) örneklerden,  $\text{CuK}\alpha$  ışınlaması ve Ni filtre kullanılarak gonyometre hızı  $2^\circ$  /dak, kayıt aralığı  $2\theta=5^\circ-35^\circ$  olmak üzere çekilmiştir. Tüm kayaç difraktomlarının belirlenmesinde ASTM (1972) kartotekslerinden yararlanılmıştır. Minerallerin yarı nicel yüzdelikleri, pik şiddetlerinden yararlanılarak minerallerin

Gündoğdu (1982) tarafından belirlenen kütleli absorpsiyon katsayısına bağlı olarak hesaplanan yanıt oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır.

XRD-(TK) çözümlerinden elde edilen difraktogramlar toplu olarak değerlendirilip sonuçlar Çizelge 3.2 de sunulmuştur.

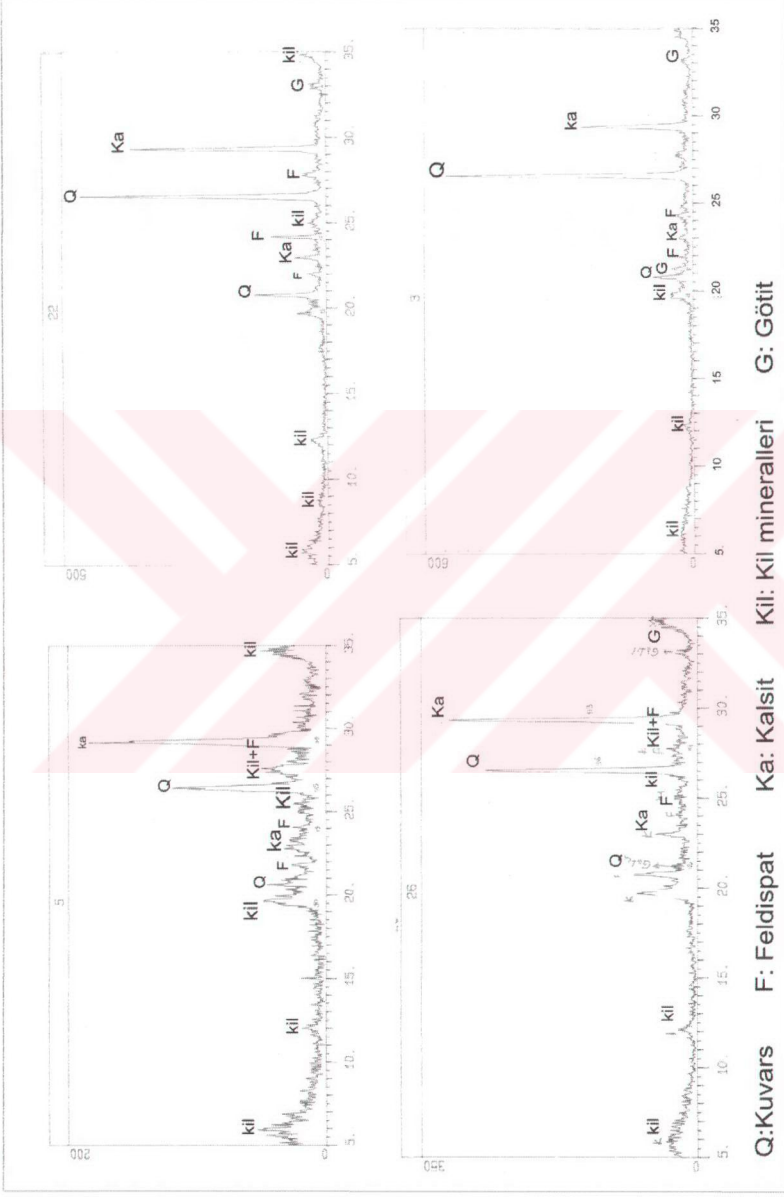
**Çizelge 3.2.** XRD – (TK) çözümlerini mineral yüzdeleri.

	En az	En çok	Ortalama
Kalsit (%)	2	35	15.8
Kuvars (%)	10	28	16.5
Feldispat (%)	1	16	7.5
Kil (%)	40	67	51.4
Götiti	5	10	6

Zemin örneklerinin çözümlenmesi sonucu kalsit, kuvars, feldispat, kil, götiti mineralleri saptanmış aritmetik ortalamaları dikkate alındığında ağırlıklı olarak kil minerali gözlenmiştir. Zeminlere ait tipik XRD (TK) difraktogramları Şekil 3.1 de sunulmuştur.

### 3.1.3. Kil Bileşeni (XRD-KB) Çözümlerini

Kil bileşeni ayırma işlemi C.Ü. Jeoloji Bölümü Kil Ayırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Kil ayırma işlemi esas itibari ile kimyasal çözüme (karbonat, silis, ve organik madde gibi kil dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), dekantasyon – yıkama, sedimantasyon- sifonlama –santrifüjleme ve şişeleme aşamalarından oluşmaktadır. Santrifüjleme işlemi; Heraus separetech marka, Varifuge 3.2 model 5600 devir /dk hıza ve 200 cc kapasiteli metal kodelere sahip santrifüjde yapılmıştır.



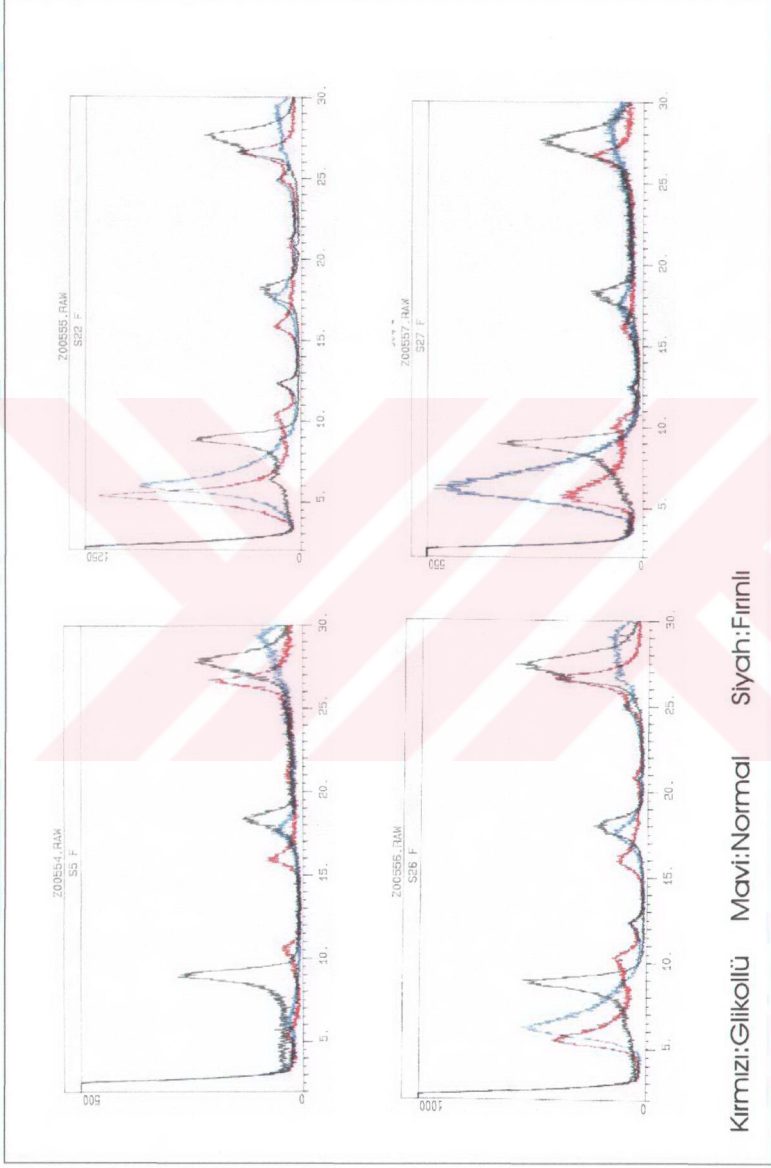
Şekil 3.1. Heyelan malzemelerine ait XRD tüm kayaç çözümlenmeleri.

XRD-KB çözümlenmeleri için her kil çamurundan üzerine sıvama yapılmış iki adet pürüzlü lam prepat hazırlanmış ve bunlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra, aynı kağıda normal (havada kurutulmuş), fırınlı (500 °C de kül fırında tutma ), etilen glikollü (60 °C 16 saat desikatörde etilen glikol buharında bırakma) kayıtlar yapılmıştır. Çekimlerde gonyometre hızı 1<sup>0</sup> dk ve kayıt aralığı  $2\theta=2^0-30^0$  (hata miktarı  $\pm 0,04$ ) olarak ayarlanmıştır. XRD KB Çekimleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3.3' de sunulmuştur.

**Çizelge 3.3.** XRD – (TK) Mineral çözümlenmeleri yüzdesi

	En az	En çok	Ortalama
Simektit (%)	0	100	80
İllit-Simektit(%)	15	23	15
Klorit (%)	2	10	5

XRD-KB çözümlenmelerinde elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 3.3) malzemelerde egemen kil minerali Simektit ikinci ve üçüncü derecede yaygın olanlar ise illit-Simektit ve Klorit olarak belirlenmiştir. Heyelan malzemelerine ait difraktogramlar dizisi Şekil 3.2 de sunulmuştur.



Şekil 3.2. Heyelan malzemelerine ait XRD - (TK) ve XRD (KB) çözümlmelerinden elde edilen tipik difraktogramlar



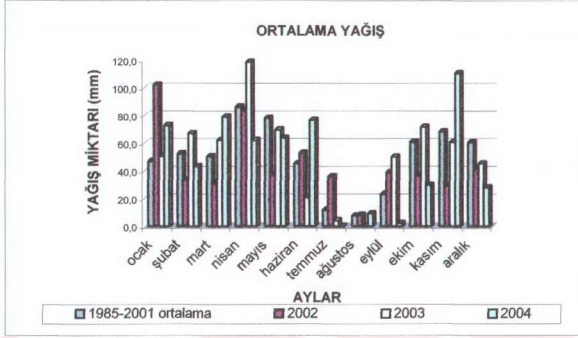
## 4. HİDROJEOLOJİ

### 4.1. Yağış ve Buharlaştırma

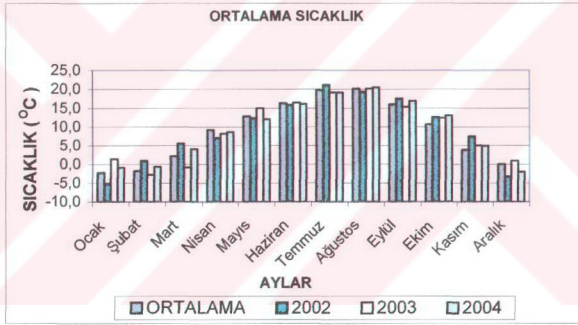
Çalışma alanı Şebinkarahisar ilçesi Giresun'a 118 km uzaklıkta olup, Doğu Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Bölge Kara denizde yer almasına rağmen İç Anadolu'nun iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlıdır. Bölgede gece-gündüz ve yaz- kış sıcaklık farkları çok büyüktür.

Çalışma alanı içerisinde, Meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Devlet Meteoroloji İşleri genel müdürlüğünden alınan 1985-2004 Şebinkarahisar istasyonu yağış verilerine göre, bölgede yağışların her mevsime dağılmakla birlikte en fazla yağışın Nisan- Mayıs aylarında ve en fazla aylık ortalama yağışın 160,8 mm ile Mayıs ayında en düşük 0 mm ile Temmuz ,Ağustos ,Eylül aylarında, ve yıllık ortalama yağışın 590 mm olduğu (Şekil 4.1a). ve yine aynı istasyonun sıcaklık verilerine göre ise, bölgede yıllık ortalama sıcaklığın 5,4 °C olduğu, en düşük sıcaklığın -7,2 °C ile ocak ve şubat aylarında, en yüksek sıcaklığın ise 22,2 °C ve 22,9 °C ile Temmuz ağustos aylarında olduğu belirlenmiştir. 1985-2004 yılları ortalamasına göre ise en düşük sıcaklık -2,1 °C ile ocak, en yüksek sıcaklık ise 20 °C ile ağustos aylarında görülmektedir. (Şekil 4.1b).

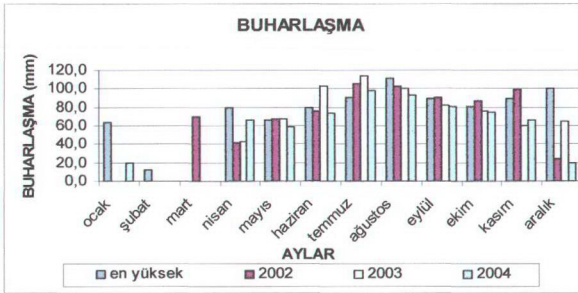
Çalışma alanı içerisinde bulunan Şebinkarahisar istasyonunda devlet meteoroloji işlerinin buharlaştırma ölçümü yapmamasında dolayı çalışma alanına en yakın istasyon olan Giresun istasyonu verileri alınmış ve bir yaklaşım yapılmıştır. Giresun istasyonun son 20 yıllık verilerine göre en yüksek buharlaşmanın 113,8 ve 111,9 mm ile Haziran Temmuz aylarında olduğu, en düşük buharlaşmanın 0 mm ile Aralık, Ocak, Şubat, Mart aylarında olduğu ve yıllık ortalama buharlaşmanın ise 554,7 mm olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1c).



(a)



(b)



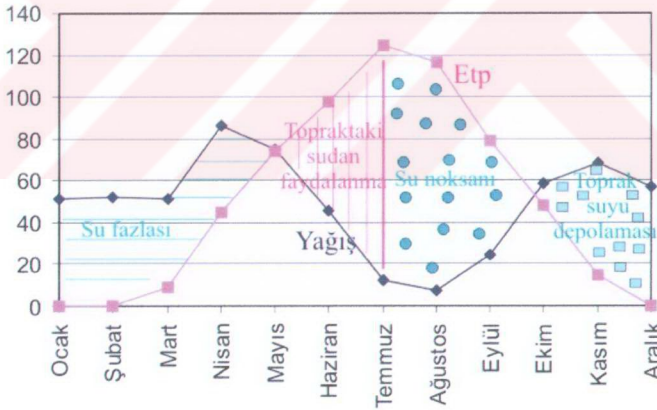
(c)

Şekil 4.1. Ortalama Yağış, Ortalama sıcaklık ve buharlaşma grafikleri

**Çizelge 4.1.** Şebinkarahisar meteoroloji istasyonu aylık ortalama sıcaklık ve yağış ölçüleri (1985-2004)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
Yağış	51,1	51,8	51,5	86,6	75,1	45,9	12,3	7,4	24,3	58,6	68,2	57,2	49,2
Sıcaklık	-2,1	-1,6	2,3	9,0	12,9	16,3	19,8	20,0	16	11	4,2	-0,1	9

Thornwaite (1948) metodu uygulanarak bölge için deneştirmeli nem bilançosu hazırlanmıştır. Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2 de görüldüğü gibi Ekim ayından itibaren toprak suyu depolaması başlamakta Aralık ayının başından itibaren su fazlası (toprakta 100 mm rezerv suyu depolamasına ulaşmakta) oluşmakta, toprakta depolanan su (rezerv su) Temmuz ayından itibaren buharlaşma-terleme yoluyla harcanmakta ve eksik su ortaya çıkmaktadır. Yıllık eksik su açığı ise 228,02 mm'dir.



**Şekil 4.2.** Şebinkarahisar meteoroloji istasyonu yağış ve potansiyel buharlaşma – terleme ilişkileri

**Çizelge 4.2.** Şebinkarahisar meteoroloji verilerine göre Thomthwaite (1948) metodu uygulanarak hazırlanan nem bilançosu

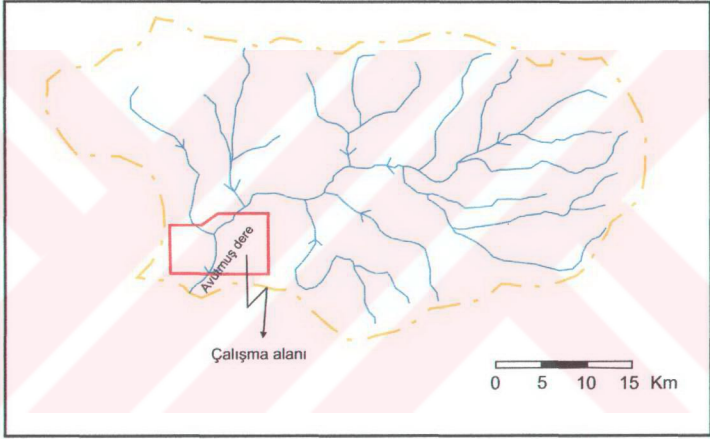
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Top.
Yağış (P)	51,14	51,80	51,55	86,64	75,10	45,95	12,27	7,36	24,31	58,61	68,16	57,16	590,02
Pot. buh-ter (Etp)	0,00	0,00	9,08	45,12	74,35	97,29	124,79	116,66	79,16	48,40	14,40	0,00	609,25
P-ETP	51,14	51,80	42,47	41,52	0,75	-51,35	-112,52	-109,30	-54,86	10,21	53,76	57,16	-19,24
Ger.buh.ter (Etg)	0,00	0,00	9,08	45,12	74,35	97,29	60,93	7,36	24,31	48,40	14,40	0,00	381,23
Rezerv su	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	48,66	0,00	0,00	0,00	10,21	63,97	100,00	(-)
Rezerv su değişimi	0,00	0,00	0,00	0,00	-51,35	-48,66	0,00	0,00	10,21	53,76	36,03	0,00	0,00
Eksik Su	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,87	109,30	54,86	0,00	0,00	0,00	228,02
Fazla Su	51,14	51,80	42,47	41,52	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	208,68
Akım (Ro)	30,82	41,31	41,89	41,71	21,23	10,61	5,31	2,65	1,33	0,66	0,33	10,50	208,35
P-Ro	20,32	10,49	9,66	44,93	53,87	35,33	6,96	4,71	22,98	57,94	67,83	46,66	381,67

Not: Değerler mm olarak alınmıştır.

Rezerv su maksimum 100 mm kabul edilmiştir.

#### 4.2.Akım

Çalışma alanı içerisinde yer alan alanın sularını avutmuş çayı derene etmektedir (Şekil 4.3). Çalışma alanı içerisinde Avutmuş çayını besleyen birkaç mevsimlik dere bulunmakla birlikte en büyüğü Gütgüt deresidir. Avutmuş çayının Türkiye'nin 1/500 000 topografik haritası kullanılarak çalışma alanını oluşturan H40 b3 paftasının, en güneyi çıkış noktası alınıp direnaj alanı çizildiğinde direnaj alanının 11950 km<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Avutmuş çayına ait drenaj alanı

## 5. ÇALIŞMA ALANINDAKİ KAYA KÜTLELERİNİN ÖZELLİKLERİ

### 5.1. Süreksizlik Özellikleri

Kayaların içerdiği katman düzlemi, eklem, fay, çatlak, yapraklanma, çizgisellik ince katmanlanma gibi kaya kütlesi içindeki yapısal unsurlar mühendislik jeolojisinde “süreksizlik” olarak tanımlanmaktadır. Süreksizliklerin doğrultu ve eğimleri, ara uzaklıkları, açıklıkları, yüzeylerin pürüzlülük ve dalgalılık dereceleri, yönelim ve devamlılığı, dolgulu yada dolgusuz oluşu, dolguların türünün kaya kütlelerinin dengesi üzerinde etkileri büyüktür. Süreksizliklerin su ile dolması kayalarda çatlak suyu basınçlarının oluşmasına, dolgu maddesinin özelliklerinin ve çatlak yüzeylerindeki sürtünme direncinin değişmesine neden olmaktadır. Eğimlerin yamaç yönünde olması durumunda kayaların dengesi olumsuz yönde etkilenmekte ve kaya türüne bağlı olarak değişik tipte kitle hareketleri gerçekleşmektedir. Süreksizlikler kaya kütlelerinde gerilmenin artmasına ve dayanımın azalmasına neden olmaktadır (Tarhan, 1989).

Çalışma alanındaki süreksizlikler kayaların temel parametrelerini etkileyen yapısal özellikler olup kaya sınıflamalarında kullanılmaktadır. Süreksizlikler ile ilgili çalışmalar Çalışma alanı içerisindeki tüm birimleri kapsayacak şekilde yapılmıştır. Kaya kütlesi sınıflamasında kullanılacak jeoteknik özelliklerin belirlenmesinde kayaç kütlelerindeki süreksizliklerin; aralıkları, eklem sıklıkları, açıklıkları, dolgu malzemeleri, pürüzlülük ve dalgalılıkları ve ayrışma özellikleri belirlenmiştir.

İlk aşamada, çalışma alanında yüzeylen volkaniklerideki kırık ve çatlakların, takım veya sistemler oluşturup oluşturmadığını ortaya koyabilmek için mostralara üzerinde bir birine dik tarama hatları boyunca gözlenen kırık ve çatlak düzlemlerinin tümünün eğim miktarları ve eğim yönleri pusula yardımı ile ölçülmüştür. Daha sonra birimlerden alınan tüm kırık ve çatlak ölçümleri, eşalanlı stereonet yardımıyla ile irdelenmiştir.

Çalışma alanındaki birimlerde ölçülen kırık, çatlak, takım ve/veya sistemlerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilmek için bilgisayar ortamında kontur diyagramları ayrıntılı olarak çizilmiştir.

Sonraki aşamada kayaların mekanik davranışlarını büyük ölçüde etkilemesi nedeniyle birimlerde kırık ve çatlakların yönelim, çatlak aralığı devamlılık, açıklık, dolgu malzemesi, pürüzlülük ve dalgalılık gibi jeoteknik özellikleri genel olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Volkanik kayalardan alınan 682 adet çatlak ölçümü yardımıyla steronet programı kullanılarak kontur ve gül diyagramları hazırlanmış olup, kontur diyagramları incelendiğinde hakim süreksizliklerin konumunun K22D80GD, K15B82GB ve K65B84KD durumlu oldukları tespit edilmiştir. Volkanik kayalarda oluşan bu çatlakların çalışma alanının yakın civarında var olan Eosen yaşlı birimlerde oluşmuş kıvrım eksenine ve tabaklanmalar göz önünde bulundurularak yaklaşık KKB-GGB (K30B-G30D) yönündeki basınç kuvvetleri ile oluştuğu belirlenmiştir.

#### **a. Süreksizlik Türleri**

Çalışma alanında yer alan süreksizlikler Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonu içerisinde gelişmiş olan tabakalanmalar ve gerilme çatakları, volkanik birimlerde çeşitli türlerde gelişmiş olan eklem ve isola volkaniti içerisinde gelişmiş olan KD-GB yönelimli sağ yanal iki adet fay şeklindedir (Ek-1)

#### **b. Yönelim ve Eklem Sayısı**

Jeoteknik etütlerde bir süreksizliğin yönelimi eğim ve eğim yönü değeri ile tanımlanır. Takım sayısı ise kaya kütlesi içerisinde birbirine yaklaşık paralel olarak gelişen kırık ve çatlak topluluklarının sayısı olarak tanımlanır. Yönelim ve takım sayısı kaya kütle sınıflamalarında kullanılan temel parametrelerden olup kaya kütle blok boyutlarını da belirlemektedir.

Bir kaya kütlesi içerisindeki süreksizliklerin yönelim ve takım sayıları arazide kütle üzerinde belirli sayıda yönelim ölçümünün kontur diyagramları ile analizi sonucunda belirlenebilmektedir. Bu amaçla çalışma alanındaki volkaniklerde süreksizliklerin yönelim ve takım sayıları sahada pusula yardımı ile ölçülmüş ve kontur diyagramları ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda eğemen eklem takımı belirlenmiş olup yönelimleri K22D 80GD, K65B 84KD, K15B 82GB olarak belirlenmiştir.

### c. Süreksizliklerin Devamlılığı

Bir mostrada süreksizlik izinin gözlenen uzunluğu devamlılık olarak tanımlanır. Devamlılık bir düzlem içerisinde bir süreksizliğin boyutunun veya alansal yayılımının kaba bir ölçüsüdür. Bir süreksizliğin sağlam bir kayada son bulması veya diğer süreksizlikler tarafından kesilmesi, devamlılığı azaltan faktörlerdir. Süreksizliklerin devamlılığı kayaların makaslama dayanımını, parçalanabilme özelliğini, göçebilirlik ve geçirgenlik özelliklerini etkiler.

Çalışma alanındaki devamlılık, kırık ve çatlak düzlemlerinin eğim yönündeki uzunluklarının şerit metre ile ölçülmesi ile yaklaşık olarak belirlenmiştir. Çalışma alanındaki birimlerde ölçülen eklemelerin devamlılıklarının tanımlanmasında I.S.R.M. (1981) devamlılık sınıflaması kullanılmış olup; inceleme sahasındaki volkanikler Orta-Yüksek devamlı olarak değerlendirilmiştirlerdir (Çizelge 5.1).

**Çizelge 5.1.** Devamlılık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).

Tanımlama	Devamlılık
Çok düşük devamlılık	<1
Orta devamlılık	1-3
Orta devamlılık	3-10
Yüksek devamlılık	10-20
Çok Yüksek devamlılık	>20



#### d. Süreksizliklerin Aralığı

Aralık, bir takımında birbirine komşu süreksizlikler arasındaki düşey uzaklık olarak tanımlanır (I.S.R.M., 1981). Aralık, kaya kütesinin blok boyutlarını, çatlak yoğunluğunu belirleyen bir parametredir. Söz konusu parametre mostralarda hat etüdü yapılarak doğrudan ölçülebileceği gibi sondaj karotlarından da tayin edilebilir. Kayaların geçebilme, parçalanabilme ve kaya kütlelerinin geçirgenliği üzerinde oldukça etkili bir parametre olabilmektedir. Aralıkların belirlenmesinde görünür ve gerçek uzaklıklar olmak üzere iki parametre ölçülür.

- a- Görünür uzaklık; süreksizlik etüt hattı ve sondaj eksenini boyunca ölçülen uzaklıktır.
- b- Gerçek uzaklık; Ölçülen süreksizlik takımı arasındaki dik uzaklıktır.

Bu çalışmada birimlere ait her bir kırık ve çatlak takımında yer alan aralıklar şerit metre ve cetvel kullanılarak ölçülmüştür. Saha çalışmaları sırasında ölçülen aralıklar I.S.R.M (1981) süreksizlik aralık sınıflaması dikkate alınarak her bir kaya kütesinde bulunan ortalama aralık değeri göz önünde bulunarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 5.2).

**Çizelge 5.2.** Süreksizlik aralık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).

Tanımlama	Aralık (mm)
Aşırı yakın aralık	<20
Çok yakın aralık	20-60
Yakın aralık	60-200
Orta aralık	200-600
Geniş aralık	600-2000
Çok geniş aralık	2000-6000
Aşırı geniş aralık	>6000

Çalışma alanında yapılan ölçümler sonucuna göre bölgede oluşan süreksizlikler Orta – Yakın aralıklı olarak tanımlanmıştır.

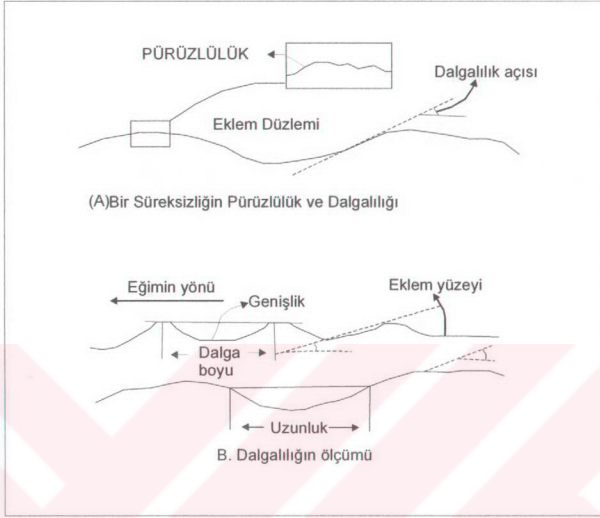
#### e. Pürüzlülük ve Dalgalık

Pürüzlülük ve dalgalık, bir süreksizlik yüzeyinin sırasıyla, büyük ve küçük ölçekte düzlemsellikten sapmasının ölçüsüdür. Her iki özellikte kayacın makaslama dayanımı üzerinde etkin rol oynar. Özellikle büyük ölçekli bir dalgalık, yerel olarak eğimin değişmesine neden olabilir. Süreksizlik özelliklerinin tanımlanması sırasında yüzeyin genliği ve dalga boyu da ölçülmelidir.

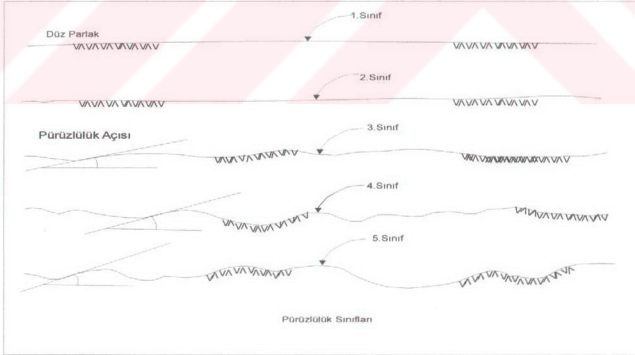
İnceleme alanındaki süreksizliklerde genellikle pürüzlü yüzey özellikleri saptanmış olup, süreksizliklerdeki pürüzlülük ve dalgalık özellikleri I.S.R.M (1981)'e göre Pürüzlülük ve dalgalık (Çizelge 5.3.) deki verilen terimler ve (Şekil.5.1) kullanılarak tanımlanmış olup inceleme alanındaki süreksizliklerin bu sınıflamaya göre 3. sınıfta (pürüzlü – dalgalı ) yer aldığına karar verilmiştir.

**Çizelge 5.3.** Pürüzlülük ve dalgalık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).

Pürüzlülük		Dalgalık	
Tanım	Sınıf	Tanım	Sınıf
Kaygan parlak	1	Düzlemsel	1
Düz	2	Az dalgalı	2
Pürüzlü	3	Dalgalı	3
Çıkıntılı	4	Kavisli	4
Basamaklı	5	Kıvrımlı	5



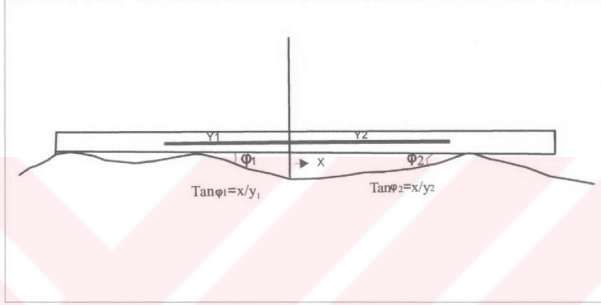
(a)



(b)

**Şekil 5.1.** a. Süreksizlik yüzeyinde pürüzlülük ve dalgalılığın ölçümü b. Pürüzlülük sınıfları (Ulusay 2001)

İnceleme alanında süreksizlik yüzeylerindeki pürüzlülüklerin açıları da ölçülmüş ve ölçme metodu aşağıdaki şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır. İnceleme alanındaki süreksizliklerin pürüzlülük açıları çeşitli ölçümler sonucunda ortalama  $4^\circ$  olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Pürüzlülük açısı ölçümü

#### f. Süreksizliklerin Açıklığı

Açıklık bir süreksizliğin bitişik kaya duvarları arasındaki dik uzaklık olarak tanımlanmaktadır. Açıklık bazen dolgu malzemesinin genişliği ölçülerek değerlendirilebilir.

Süreksizlik açıklığı şev stabilite sorunları açısından oldukça önemlidir. Eklemlerin açıklığı süreksizliklerin makaslama dayanımını ve hidrolik iletkenliğini etkiler. Geniş aralıklar pürüzlülük ve dalgalılığı yüksek olan süreksizliklerin makaslama hareketine uğramaları sonucunda oluşurlar. Dik süreksizlikler, erozyon nedeniyle çekilme mekanizması ile açılmış olup, açıklıkları fazladır.

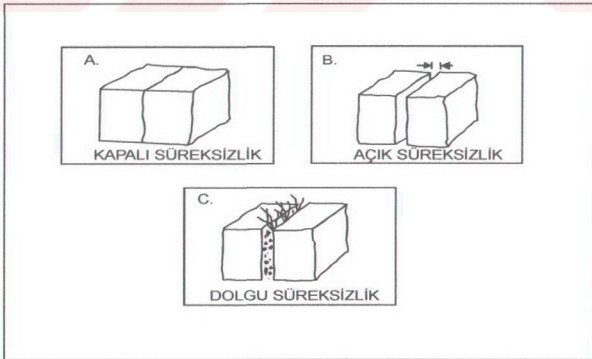
İnceleme alanında süreksizlik açıklığı ölçümü kayaç mostralarının yüzeyi döküntülerden temizlenerek belirlenen etüt hattını kesen tüm süreksizliklerin açıklıkları cetvel yardımı ile ölçülerek yapılmıştır. İnceleme alanındaki

süreksizliklerin sınıflandırılması her bir kayaç kütesinde I.S.R.M. (1981)'in eklem açıklığı sınıflaması kullanılarak tanımlanmış olup bölgedeki bölgedeki kayaçlar “orta-dar” açıklıklara sahip kayaçlar olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 5.4)

**Çizelge 5.4.** Açıklık sınıflaması (I.S.R.M., 1981).

Tanımlama	Açıklık (mm)
Geniş	> 200
Orta geniş	60-200
Orta dar	20-60
Dar	6-20
Çok dar	2-6
Aşırı dar	<2
Sıkışık	-

Çalışma alanı içerisindeki süreksizlikler farlı farklı özellikler göstermektedir. İnceleme alanında kimi bölgelerde açık süreksizlikler gözlenirken kimi yerlerde ise kapalı süreksizlikler gözlenebilmektedir (Şekil. 5.3) Bunların yanı sıra bazı kesimlerde ise dolgu süreksizlik özellikleri gözlenebilmektedir.



**Şekil 5.3.** Açık ve dolgu süreksizlikler için önerilen tanımlamaları gösteren blok diyagramları (I.S.R.M 1978'den)

### **g. Dolgu Malzemesi**

Bir süreksizliğin komşu iki yüzeyi arasında yer alan ve genel olarak ana kayaçtan daha zayıf özellikteki malzeme dolgu olarak tanımlanır. Tipik dolgu malzemeleri kum, silt, kil, breş, milonit olup bunların yanı sıra kuvars, kalsit ve benzeri minerallerden oluşan dolgularda vardır. Dolgu malzemeleri ya süreksizliğin oluşumu esnasında ya da suların kayaç süreksizliklerinde hareketi esnasında taşıdıkları malzemelerin çökmesi ile meydana gelir ve kalınlıkları farklı olabilir.

Dolgu malzemesi süreksizlikler boyunca kayma gerilmesini, dolayısıyla duraylılığı etkiler. Goodman (1970) yaptığı çalışmalarda dolgu malzemesinin kalınlığının artıka kayma gerilmesi dolayısıyla da kayma mukavemetinin düşük değerler verdiğini ortaya koymuştur. Kaymalar genelde kalın dolgulu süreksizlik yüzeylerinde meydana gelmektedir. Yamaç yada şevlerin duraylılığında süreksizlik dolgu malzemesinin kalınlığının etkisi ile birlikte dolgu maddesinin geçirgenlik özelliğinin önemi de unutulmamalıdır.

Çalışma alanı içerisinde yer alan dolgulu süreksizliklerdeki dolgu malzemesi olarak genelde silis ve kalsit gözlenmekte kalınlıkları ise 10 cm geçmemektedir.

### **h. Eklem Sıklığı**

Eklem sıklığı belirli bir uzaklık boyunca sayılan toplam süreksizlik sayısının o uzunluğa bölünmesi ile bulunur. Bu parametre sondaj çalışmalarında bir ilerlemedeki (manevradaki) toplam süreksizlik sayısının ilerleme (manevra) boyuna oranıdır . inceleme alanında oldukça gelişmiş eklemeler mevcuttur (Foto 5.1)



**Foto 5.1.** Kılıçkaya KB' sında gözlenen eklemler

İnceleme alanında her birimdeki kırık ve çatlak takımında belirlenmiş hatlar boyunca kırık ve çatlak sayısı belirlenmiştir. Bu değerler I.S.R.M.,1981 eklem sıklığı sınıflamasına göre yotulanmış ve inceleme alanı içerisindeki süreksizlikler kırıklı olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 5.5).

**Çizelge 5.5.** Ortalama eklem sıklığı (I.S.R.M.,1981).

Ortalama eklem sıklığı	Tanımlama
> 1	Masif
1-3	Az çatlaklı-kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok çatlaklı kırıklı
<50	Parçalanmış

### 1. Süreksizlik Yüzeyi Dayanımı ve Bozunma

İsviçreli mühendis E. Schmidt tarafından 1948 yılında beton yüzey sertliğini ölçmek amacıyla geliştirilen çekiçi, sonraki yıllarda yer bilimlerinin değişik disiplinlerindeki mühendislik projelerinde kullanılmıştır. Arazide kayaç, laboratuarda blok veya silindirik örnekler üzerinde kolaylıkla kullanılabilmesi nedeniyle bir çok araştırmacı tarafından tercih edilebilmektedir. Schmidt çekici sertlik ölçümü tam esnek olmayan iki cisimin çarpışması ve çarpışma anında oluşan deformasyonun tekrar eski durumuna gelmesi ile oluşan tepki prensibine dayanır. Schmidt çekiçi ile yapılan deneylerde I.S.R.M (1981) tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır. Schmidt çekiçi geri tepme sayısına bağlı olarak süreksizlik yüzeyleri Çizelge 5.6' da görüldüğü gibi tanımlanmış olup süreksizlik yüzeyleri az sert olarak değerlendirilmiştir.

**Çizelge 5.6.** Schmidt çekiçi değerlerine göre kaya sertliğinin niteliksel tanımı  
(I.S.R.M., 1981)

Schmidt çekiçi değeri	Tanımlama
0-10	Yumuşak
10-20	Az yumuşak
20-40	Az sert
40-50	Sert
50-60	Çok sert
>60	Aşırı sert

### 5.2. RQD Belirlenmesi

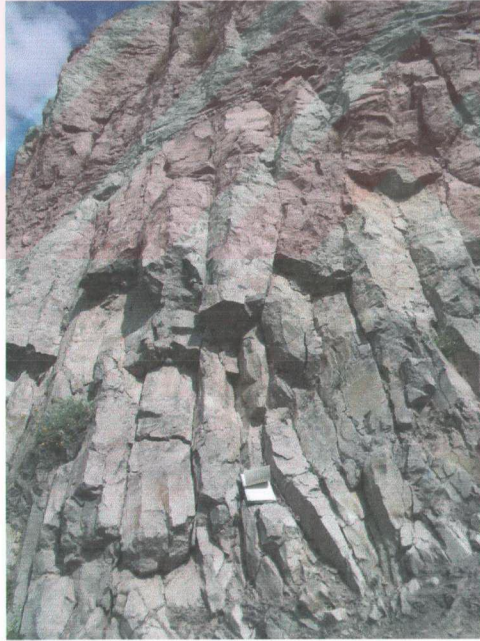
İnceleme alanın da yapılan bir başka çalışmada bölgede yüzlek veren volkanik kayaçların RQD' sinin belirlenmesi olmuştur. Bu amaçla arazide volkanik kayaçlarda gözlenen yarmalarda dikey olarak belirlenen zonlar boyunca şerit metreler kullanılarak önce toplam uzunluk saplanmış, ardından ölçüm hattı boyunca 10 cm ve 10 cmden büyük olan çatlaksız birimler belirlenmiştir. Son olarak belirlenen 10 cm ve 10 cm den büyük olan çatlaksız kesimlerin toplam uzunluğu toplam ölçüm uzunluğuna bölünüp yüzde olarak birimin kaya kalitesi



(RQD) belirlenmiştir (Foto 5.2). Sonuç olarak yapılan 14 ölçümün ortalaması % 85 olarak bulunmuş olup ve I.S.R.M. (1980) RQD sınıflandırılmasına göre kayaların “iyi” kütle kalitesinde yer aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 5.7).

**Çizelge 5.7. RQD sınıflaması I.S.R.M., 1980.**

RQD	Kaya Kütle Kalitesi
0-25	Çok zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok iyi



**Foto 5.2. Kaya kütlelerinde eklemlerin durumu.**

### 5.3. Kayaçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Kayaçların fiziksel özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak laboratuvarda kayaçların yoğunluk, porozite, boşluk oranı, ağırlıkça-hacimce su emme, özgül ağırlık ve birim hacim ağırlıkları belirlenmiş olup Çizelge 5.8' de sunulmuştur.

**Çizelge 5.8.** İnceleme alanında yer alan kayaçların fiziksel özellikleri.

Özellik	Örnek sayısı	Değişim Aralığı		Ortalama
		Enaz	Ençok	
Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	20	2,492	2,862	2,567
Birim hacim ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	20	2,444	2,807	2,518
Porozite (%)	20	1	5,93	4,15
Ağırlıkça su emme(%)	20	0,5	2,52	1,37
Hacimce su emme(%)	20	1,47	5,93	3,65
Özgül ağırlık	15	2,6	2,7	2,68

Çalışma alanındaki kayaçların mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacı ile kayaçlar üzerinde serbest basınç deneyi yapılmıştır. Serbest basınç dayanımı deneyini yapabilmek için bloklardan NX (54mm çaplı) karotlar alınmış alınan karot numuneleri 2:1 boy-çap oranı göz önünde bulundurularak kesilmiş, alt ve üst yüzeyleri en fazla 0,02 mm hata ile numune eksenine diklik hassasiyeti 50 mm 0,05 mm sapmayı geçmemesine özen göstererek düzeltilmiştir. Daha sonra serbest basınç dayanım deneyleri I.S.R.M. (1981) esas alınmış numuneler, üzerine düşey olarak yük uygulayabilecek ve yükleri ölçebilecek hidrolik prese yerleştirilmiş, 0,5 mpa/dak hızla yükleme yapılmıştır. Elde edilen bu yükün numunenin ilk alanına bölünmesi ile serbest basınç dayanımı elde edilmiştir. Deney sonuçları Çizelge 5.9'da sunulmuştur.

**Çizelge 5.9.** Kayaçların tek eksenli basınç dayanımları.

	En az	En çok	Ortalama
U.C.S kg/cm <sup>2</sup> )	798,8	1670,1	1050
c	9,5	41,5	18,9
Φ	14	64	50 <sup>0</sup>

Serbest basınç dayanımı deneyi sonuçları Deer ve Miller 1966 nın serbest basınç direncini esas alan sınıflamasına göre değerlendirilmiş ve yapılan değerlendirme sonucunda volkanik kayaçların yüksek dirençli kaya sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 5.10).

**Çizelge 5.10.** Serbest basınç sınıflaması Deer ve Miller., (1966).

Sınıf	Dayanım	Tek eksenli sıkışma dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )
A	Çok yüksek	>2200
B	Yüksek	1100-2200
C	Orta	550-1100
D	Düşük	275-550
E	Çok Düşük	<275

#### 5.4. Kaya Kütlelerinin Sınıflaması (RMR)

Kaya kütlesi özellikleri, çalışma alanındaki kaya şevlerinin potansiyel duraylılık durumlarının saptanabilmesi amacı ile kullanılan parametrelerin tümünü kapsar. Bu çalışma kapsamında çalışma alanındaki kaya kütlelerinin sınıflaması Bieniawski (1989) tarafından önerilen RMR kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 5.11).

RMR sınıflamasında aşağıda verilen 6 parametreye dayanılarak puanlama yapılmaktadır.

**Çizelge 5.11.** Jeomekanik kaya kütle sınıflaması (RMR) (Bieniawski, 1989'dan)**A. SINIFLAMA PARAMETRELERİ VE DERECELERİ**

1	Sağlam kayanın dayanım	Nokta yük day. Tek eksenli sıkışma dayanımı	>10Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2Mpa	Küçük dereceler için		
			>250 Mpa	10-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	T.E.B.D		
			15	12	7	4	5,25 Mpa	1.5 Mpa	1 Mpa
2	Derecelendirme		15	12	7	4	2	1	0
2	ROD %		90-100	75-90	50-75	25-50	<2		
	Derecelendirme		20	17	13	8	3		
3	Süresizlik aralığı		>2m	0.6-2 m.	200-	60-200	<60 mm		
	Derecelendirme		20	15	10	8	5		
4	Süresizlik durumu		çok kaba yüzey, ayrıma yok, sert	Az kaba yüzeyler ayrıma <1 mm sen	Az kaba yüzeyler ayrıma <1 mm.	Sürtünme izli yüz. veya fay dokusu	Yumuşak fay dokusu >5mm kalınlıkla veya açık eklemeler >5mm devamlı sür.		
	Derecelendirme		30	25	20	10	0		
5	YS	Tünelin 10'lük kısmından gelen su	yok	10 lt/dak.	<25 lt/dak.	25-125 lt/dak.	>125 lt/dak.		
		Oran	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Genel koşullar	Tamamen kuru	Nemli	Islak	Damlama	Su akışı		
		Derecelendirme	15	10	7	4	0		

**B.EKLEM YÖNELİMİNE GÖRE DÜZELTME**

Eklemelerin doğrultu ve eğim yönleri		Çok uygun	Uygun	Orta	Uygun	Hiç uygun değil
Derecelendirme	Tünel	0	-2	-5	-10	-12
	Temeller	0	-2	-7	-15	-25
	Şevler	0	-5	-25	-50	-60

**C. KAYA SINIFI**

Sınıflama No	I	II	III	IV	V
Tanımlama	Çok iyi kaya	İyi kaya	Orta kaya	Zayıf kaya	Çok zayıf kaya
Derecelendirme	100-81	80-61	60-41	40-21	<20

**D.KAYA KÜTLESİ SINIFININ ANLAMI**

Sınıflama No	I	II	III	IV	V
Ortalama tahkimatsız durma	20m açıklık için 20yıl	10m açıklık için 1 yıl	5m açıklık için 1 hafta	2,5m açıklık için 10 saat	1 m açıklık için 30dk.
Kaya kütesinin kohezyonu	>400kPa	300-400kPa	200-300kPa	100-200kPa	<100kPa
Kaya kütesinin içsel sürtünme açısı	>45	35-45	25-35	15-25	<15

- Kayanın tek eksenli dayanımı
- Kayanın RQD değeri
- Yeraltısuyu durumu
- Eklem ara uzaklığı
- Eklem durumu
- Yönelim

Kayaç örnekleri üzerinde uygulanan tek eksenli basınç dayanımı deneylerinde birimlerin dayanımı 79 Mpa-167 Mpa arasında bulunmuştur. Bu değerler RMR sınıflamasında tek eksenli basınç dayanımı en iyi koşullarda 12 en kötü koşullarda 7 puana karşılık gelmektedir. RQD değeri her iki koşulda da 17 puan almaktadır.

Eklem ara uzaklığı 60-600 mm arasında değişmekte olup en iyi koşullarda 10 en kötü koşullarda 8 puan getirmektedir. Eklemlerin durumları en iyi ve en kötü koşullarda sürtünme izli yüzeyler, veya fay kili <5mm veya ayrılma 1-5 mm süreklilik olup 10 puandır. Yeraltısuyu gözlemlerinde ise en iyi koşullarda 15 en kötü koşullarda 10 elde edilir. İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda bölgede yer alan kayaçların kaya kütlesi özellikleri Çizelge 14' deki gibidir.

**Çizelge 5.12.** Kaya kütle sınıflama puanlaması

Parametre	Tanımlama		Dereceleme	
	En iyi koşul	En kötü koşul	En iyi koşul	En kötü koşul
Serbest basınç dayanımı(mpa)	79	167	12	8
RQD	85	85	17	17
Süreksizlik aralığı	60-200mm	200-600	10	8
Süreksizlik durumu	Bnz*	Bnz*	10	10
Yer Altı Suyu durumu	Tamamen kuru	Nemli	15	10
<b>Toplam</b>			<b>64</b>	<b>53</b>

\*sürtünme izli yüzeyler veya fay dolgusu <5mm veya 1-5mm acık eklemler süreklilik eklemler

RMR sınıflama sistemi sonuçlarına göre çalışma alanındaki volkanikler en iyi koşullarda iyi kaya sınıfında en kötü koşullarda orta kaya değerlendirilmiştir. Süreksizlik yönelimleri dikkate alınarak değerlendirme yapıldığında; en iyi koşullarda şev eğim yönü ile süreksizlik eğim yönü zıt, en kötü koşullarda ise aynıdır. Bu değerlendirme kaya kütlelerini en iyi koşul için “orta-iyi kaya” en kötü koşullar için ise “çok zayıf kaya yapmaktadır.



## 6. KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIĞININ KİNEMATİK ANALİZİ

Duraylılık yamaç ve şevlerin uzun zaman bozulmadan durumlarını muhafaza etmeleri olarak tanımlanmaktadır. Yamaç ve şev terimleri doğada görülen eğik yüzeyleri ifade etmektedir. Şev duraysızlığının incelenmesinde ve şev tasarımlarında ilk aşama şevde gelişmesi olası yenilme modellerinin belirlenmesidir. Eklemlili kaya kütleli ortamlarında süreksizlikler boyunca meydana gelebilecek duraysızlık riski sağlam kayaçta meydana gelecek bir yenilme riskinden daha fazladır. Dolayısıyla bu tür ortamlarda duraysızlıkların denetleyen faktörlerin başında süreksizliklerin yönelimi ve bunların şev ile olan ilişkileri gelmektedir.

İnceleme alanında yer alan volkanik birimlerin oluşturduğu kaya şevlerinde gelişen kitle hareketleri süreksizliklere bağlı olarak meydana gelmektedir. Yamaçlarda gelişen bu duraysızlıkların büyüklüğü, şekli, hızı süreksizliklerin özelliklerine, yamacın eğimine yüksekliğine süreksizliklerle yamacın eğiminin aynı veya ters yönde oluşuna, süreksizliklerin eğiminin yamacın eğiminden büyük yada küçük oluşuna bağlı olarak gelişmektedir.

Kaya şevleri inceleme alanının kuzey batısında öksürük kaya eteklerinde Bayhasan - Kızık mahalleleri civarında, inceleme alanının kuzey-kuzeydoğusunda Öksürük kaya - Taşboynu, Sivri tepe, Parmak kaya - Yumrukaya civarında, inceleme alanının güneydoğusunda Kılıçkaya - Kaya öntü civarında ve Kaletepe eteklerinde yer almaktadır (Ek-1). Yapılan kinematik analizlerde bu bölgeler için hakim şevler ve bu şevlerdeki egemen eklem düzlemleri birlikte değerlendirilmiş ve bölgelerin duraylılıkları araştırılmıştır.

Süreksizliklerin yönelimleri süreksizlik düzlemlerinin eğim yönü ve eğim miktarı ile tanımlanmaktadır. Araziden derlenen çok sayıda yönelim verisi stereografik iz düşüm yöntemi ile değerlendirilerek çalışma alanındaki süreksizlikler için karakteristik yönelimler belirlenmiştir.

Özellikle süreksizlik denetimi altındaki duraysızlıkların beklendiği durumlarda yapılacak yamaç duraylılığı araştırmalarında en önemli aşamalarda birisi kinematik analizlerdir. Süreksizlikler ve yamacın konumları arasındaki ilişkiler bu analizlerin girdi parametreleridir. Jeolojik verilerin istatistiksel yorumunda ve kinematik analizlerde eş-açı ve eş alan stereonetleri kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında bir çok çalışmada da kullanıldığı gibi eş alan stereonetleri kullanılmıştır.

Şevlerin duraylılığı, kinematik, analitik ve nümerik analiz yöntemlerinden yararlanılarak incelenir. Kinematik analiz yöntemi duraylılığın süreksizlik sistemleri tarafından denetlendiği kaya şevlerinde duraylı ve duraysız olabilecek şevlerin ayrı edilmesi amacıyla, ayrıntılı analizlere başlamadan önce yararlanılan oldukça pratik yöntemdir. Bu yöntemde; düzlemsel, kama ve devrilme türü duraysızlıklar incelenir ve şev ile duraysızlığa neden olabilecek süreksizliklerin yönelimi ve süreksizlik yüzeyinin içsel sürtünme açısı ( $\Phi$ ) analizlerde girdi parametre olarak kullanılır.

Çalışma alanındaki kaya yüzleklerden alınan süreksizlik düzlemlerinin kutupları eş- alan stereonetleri üzerine işaretlenmiş ve bunların yoğunlaştığı noktalara ait süreksizlik düzlemleri (eğim yönü ve doğrultusu) steronetler çizilmiştir. Her bir birim için elde edilen netlerde birkaç önemli süreksizlik düzlemini gösteren kutup yoğunlukları elde edilmiştir. Ölçümlerin yapıldığı yerlerdeki yerlerde ki egemen yamaç yönü eğimi de steronetler üzerine büyük bir daire olarak yerleştirilmiştir. Bu çalışmada, süreksizlik yüzeylerinden örnek alınmasında karşılaşılan güçlükler nedeniyle Barton (1973) yenilme kriteri kullanılarak, kinematik analizlerin diğer bir girdi parametresi olan süreksizlik yüzeylerinin içsel sürtünme açısı  $15-20^0$  olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanından çoğunluğu Eosen yaşlı volkanik kayalardan olmak üzere 682 çatlak ölçümü yapılmış olup bu ölçümler steronet programında

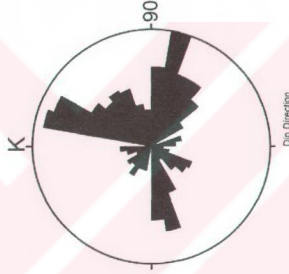
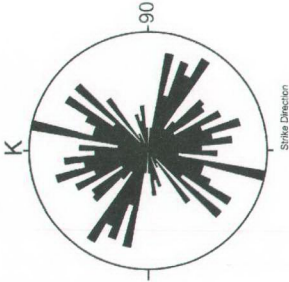
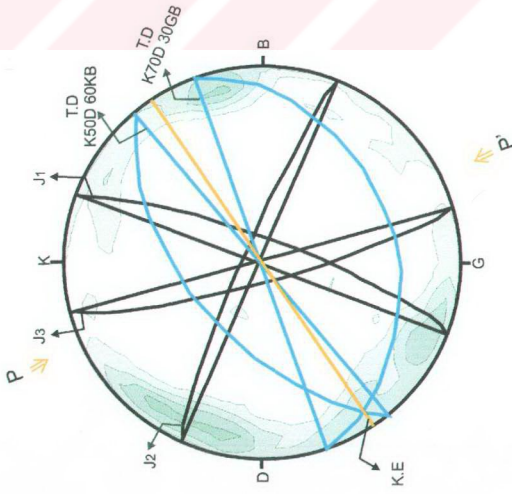


değerlendirilerek kontur ve gül diyagramı hazırlanmıştır. Kontur ve gül diyagramları incelendiğinde çalışma alanı genelindeki hakim çatlakların K22D 80GD, K15B 82GB ve K65B84KD durumlu oldukları tespit edilmiştir (Şekil 6.1). Volkanik kayalarda oluşan bu çatlakların sınıflandırılabilmesi ve oluşmalarına olanak sağlayan sıkışma rejiminin ortaya konulabilmesi için bölgedeki tabakalanma veya diğer yapısal unsurlarında birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışma sahasındaki tabakalanmalar Oligo- Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonunda gelişmiş olduğundan eklemlerin değerlendirilmesi çalışma alanının yakın civarında Eosen yaşlı volkaniklerinde gözlenen tuf tabakaları ve K50D durumlu kıvrım eksenini gözönünde bulundurularak yapıldı. Yapılan yorumlar onucunda bölgenin yaklaşık KKB-GGD (K30B-G30D) yönündeki basınç kuvvetleri ile oluştuğu belirlenmiştir.

Çalışma alanında 6 farklı lokasyondan alınan eklem düzlemleri ayrı ayrı yorumlanarak her biri için kontur ve gül diyagramları hazırlanmış olup her lokasyon için hakim eklem konumları belirlenmiş ve bu eklemler kinematik analizlerde kullanılmıştır. Bu lokasyonlardaki eklemlerin sıkıştırma yönüne göre (Price, 1966) ve kıvrım eksenini ile olan ilişkilerine (Billings, 1972) göre sınıflandırılmaları yapılmıştır. Sınıflamalarda kontur ve gül diyagramları sonucu elde edilen hakim yönelimler sıkıştırma yönüne göre sınıflandırılırken sıkıştırma yönü ve kıvrım eksenini ile dar açı yapanlar makaslama sıkıştırma yönüne paralel gelişenler ise tansiyon olarak, kıvrım eksenini ile olan ilişkisine göre sınıflandıma yapılırken, kıvrım eksenine paralel olarak gelişenler “boyuna” kıvrım eksenine dik olarak gelişenler enine kıvrım eksenine dik veya paralel olmayıp her hangi bir açı yapanlar ise oblik çatlaklar olarak sınıflandırılmış olup Çizelge 6.1’de toplu olarak sunulmuştur. Her bir lokasyon için yapılan kontur ve gül diyagramları ile eklemlerin sıkıştırma ve kıvrım eksenine göre durumları (Şekil 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7) de verilmiştir.

**Çizelge.6.1.** Volkanik kayalarda ölçülen eklemlerin lokasyonları, yönelimleri ve sınıflandırılması.

Lokasyon Adı	Eklemler No	Yönelim	Sıkıştırma yönüne göre türleri	Kıvrım eksenine göre türleri
Bayhasan	I	K22D 82GD	Makaslama	Oblik
	II	K80D 80GD	Makaslama	Oblik
	III	K6B 64GB	Tansiyon	Enine
Kale tepe	I	K14B 80GB	Tansiyon	Enine
	II	K48D 84KB	Makaslama	Oblik
	III	K76D 86KB	Makaslama	Oblik
Öksürük kaya	I	K44D 80GD	Makaslama	Oblik
	II	K28B 78KD	Tansiyon	Enine
	III	K68B 74KD	Makaslama	Oblik
Parmak kaya	I	K16B 80GB	Tansiyon	Enine
	II	K62B 81KD	Makaslama	Oblik
	III	K17D 78GD	Makaslama	Oblik
Sivri tepe	I	K40B 80KD	Tansiyon	Enine
	II	K34D 82GD	Makaslama	Oblik
Kılıçkaya	I	K70B 69GB	Makaslama	Oblik
	II	K15B 80GD	Makaslama	Oblik

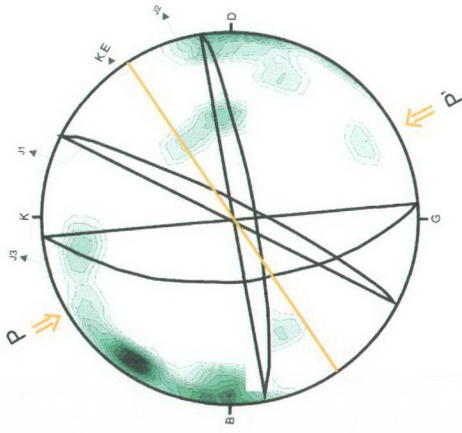


C

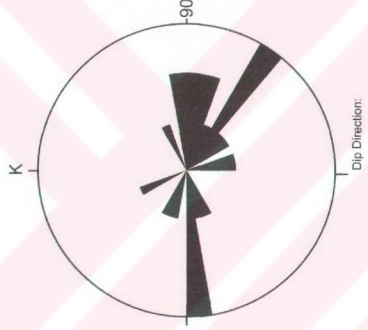
B

A

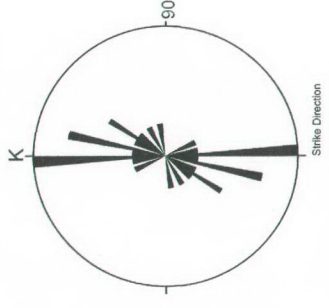
**Şekil 6.1.** Çalışma alanındaki çatlakların kontur ve gül diyagram çözümleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları, P-P' sikişma yönü, J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub> egemen eklemler düzlemleri, K.E. kıvrım eksenli, T.D tabaka durumu )



A

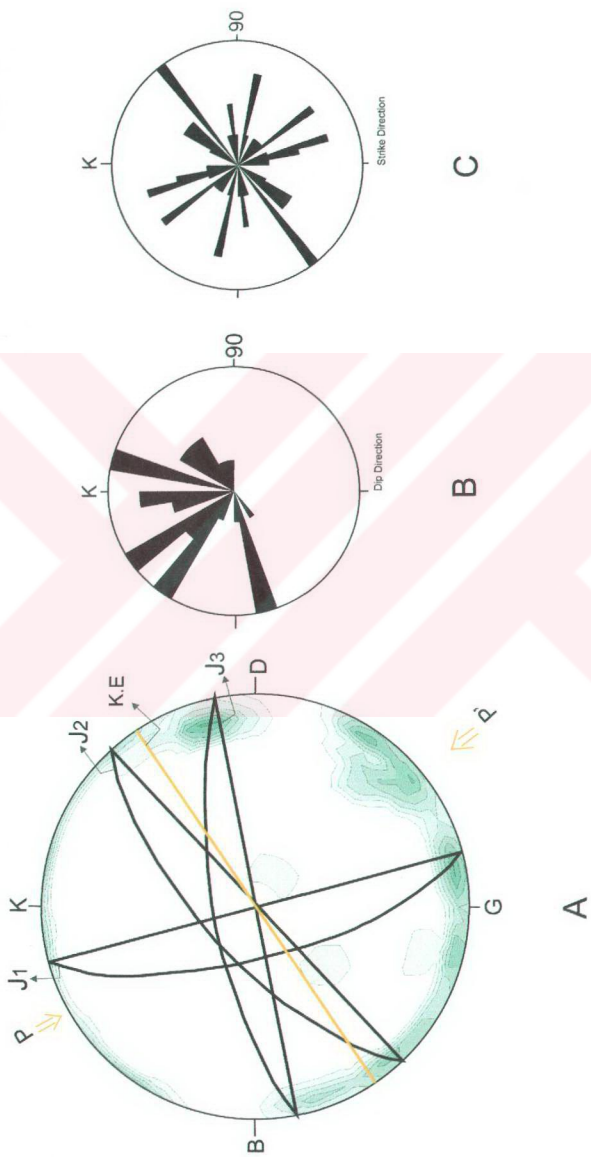


B

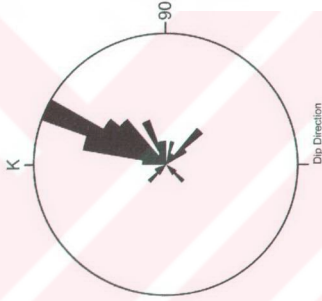
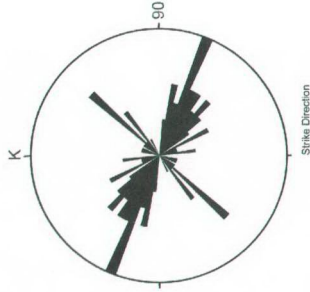
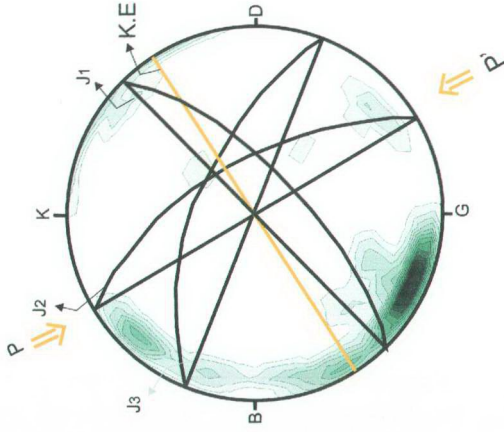


C

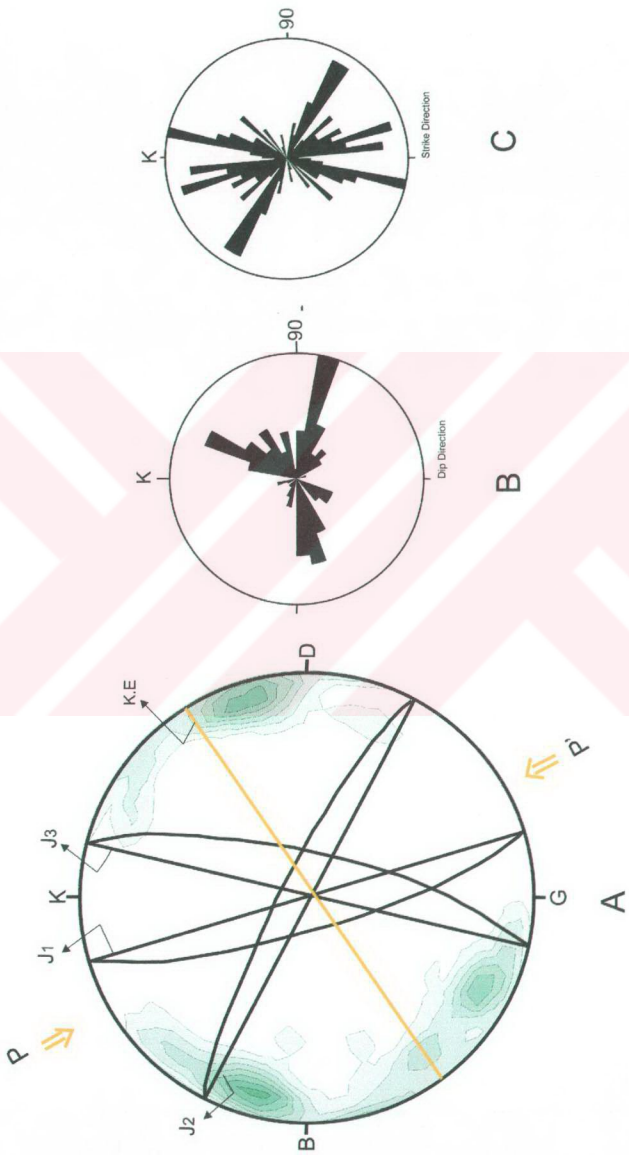
**Şekil 6.2.** Bayhasan bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, J<sub>1</sub>,J<sub>2</sub>,J<sub>3</sub> egemen eklemler K.E. kırırım eksenini)



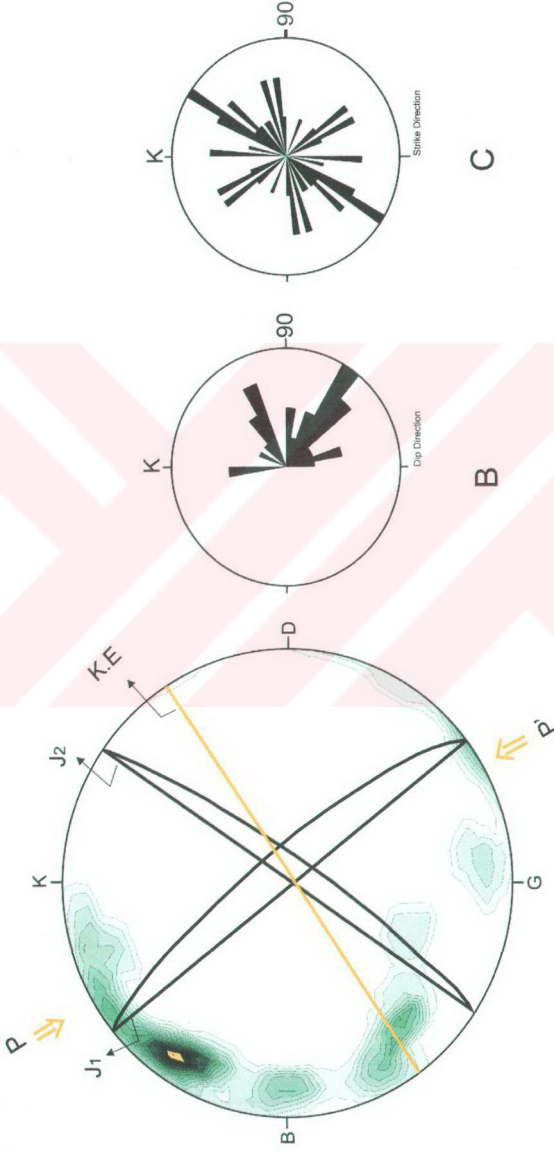
**Şekil 6.3.** Kale tepe bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları , P-P' sıkışma yönü, J<sub>1</sub>,J<sub>2</sub>,J<sub>3</sub> egemen eklemler düzlemleri K.E. kırırım eksenli)



**Şekil 6.4.** Öksürük kaya bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub> egemen eklemler K.E. kıvrım eksenini)

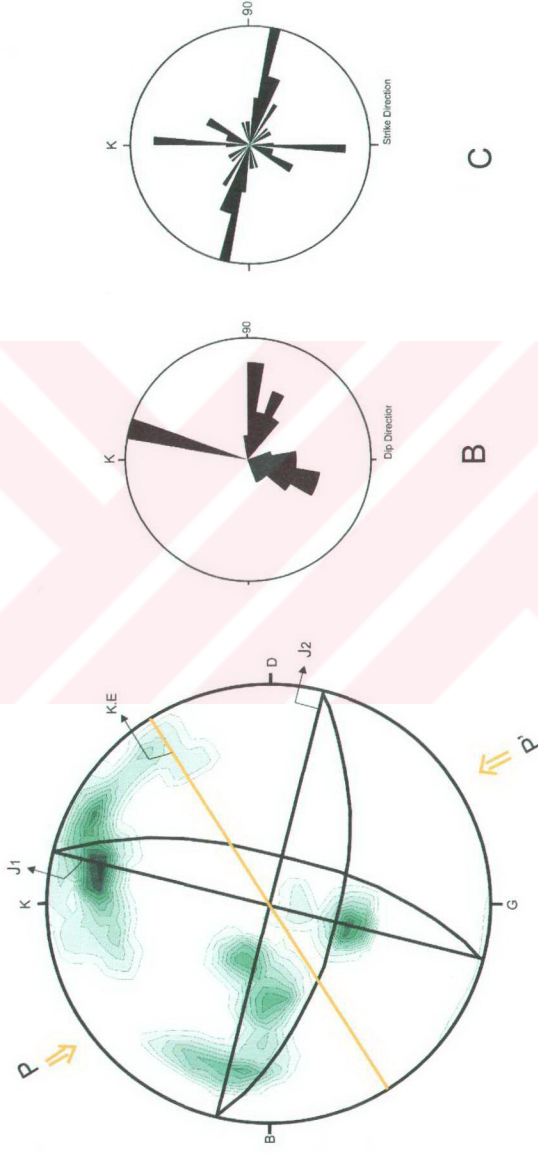


**Şekil 6.5.** Parmak kaya bölgesi civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları,  $P$ - $P'$  sıkışma yönü,  $J_1, J_2, J_3$  egemen eklemler düzlemleri K.E. kırım eksenini



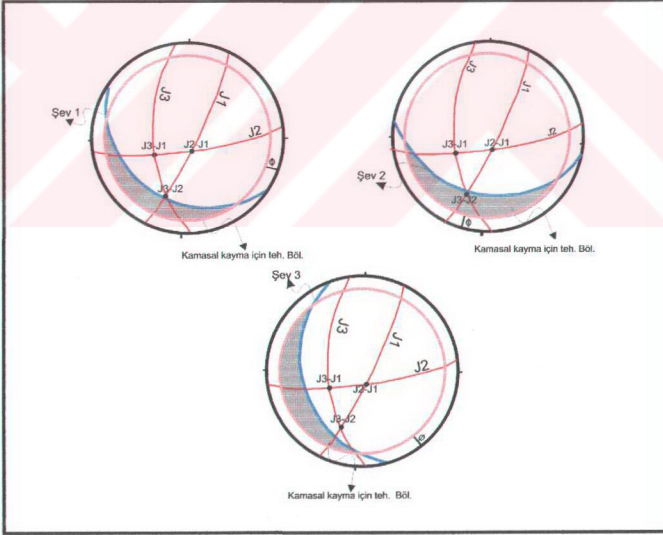
**Şekil 6.6.** Sivri tepe civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğrultuyu gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü,  $J_1, J_2$ , egemen eklemler düzlemleri K.E. kıvrım eksenini





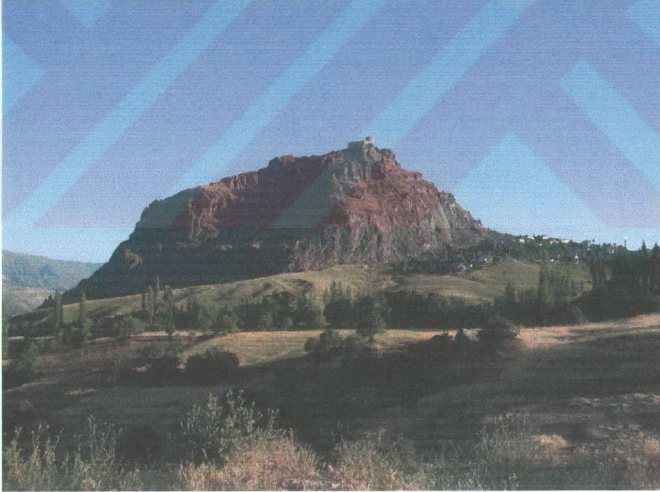
**Şekil 6.7** Kılıç kaya civarından ölçülen eklemlerin kontur ve gül diyagramı çözümlenmeleri (A: Kontur diyagramı, B: eğim yönünü, C: doğultuyu gösteren gül diyagramları, P-P' sıkışma yönü, J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>: egemen eklemler düzlemleri, K.E. kıvrım eksenini)

İnceleme alanının KB sında öksürük kayanın batı eteklerinde yer alan Bayhasan-Kızık mahallesi civarındaki kaya yamaçlarının yüksekliği 20 m ile 150 m arasında değişmektedir. Bu civardaki kaya şevlerinin hakim yönelimleri Ş1: K59B30GB, Ş2: K88B40GB, Ş3: K20B35GB şeklinde gelişmiş olup, yamaçlarda yayılım gösteren kayalarda hakim eklem yönelimleri ise 110 eklem ölçümünün kontur ve gül diyagramlarının yorumlanması sonucu J1: K22D82GD, J2: K80D80GD, J3: K6B64GB yönelimli oldukları belirlenmiştir. Bölgedeki kayalarda yer alan süreksizliklerin içsel sürtünme açısı  $\Phi 15^0$  olarak alınıp her bir yamaç eğimi için kinematik kontroller yapılmış olup, kinematik kontrollü yenilmelerin Ş1 ve Ş2'de J1-J3 eklemleri denetiminde kamasal kayma şeklinde olacağı, Ş3 de kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 6.8).

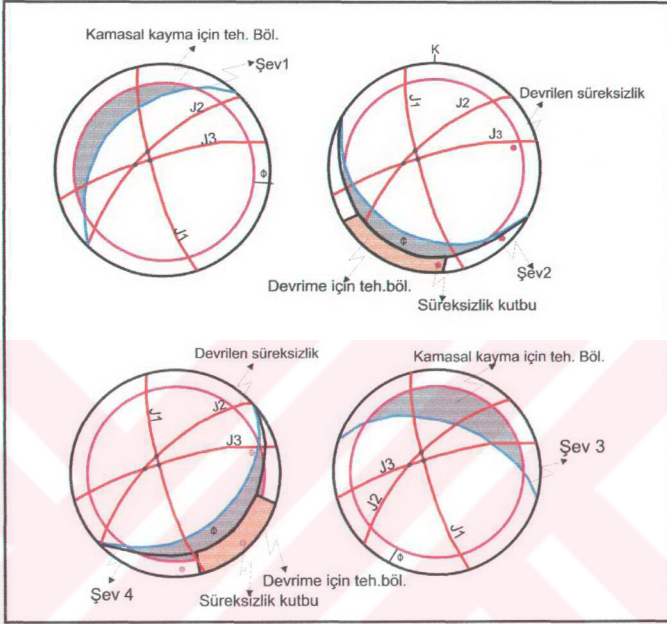


Şekil 6.8. Bayhasan-Kızık civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 1)

Şebinkarahisar kalesinin üzerinde bulunduğu kale tepe çevresinde yükseklikleri 30 ila 300 m civarında değişen volkanik kaya yamaçları yer almaktadır. Bölgede ki şevler kalenin kuzey batı eteği için Ş1: K48D35KB, güney batı eteği için Ş2: K60B30GB, kuzeydoğu eteği için Ş3: K70B50KD güney doğu eteği için Ş4: K50D40GD durumlu olup. Bu şevlerde ki egemen eklem düzlemleri 132 eklem ölçümünün eşalanlı steronetlerde değerlendirilmesi sonucu hakim eklemlerin J1: K14B70GB, J2: K48D84 KB, J3: K76D86KB durumlu oldukları belirlenmiştir. Bölgedeki her bir şev için kinematik analizler içsel sürtünme acısı  $\Phi$  15<sup>0</sup> alınıp yapılmış ve sonucunda Ş1- Ş3 için kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin bulunmadığı, Ş2 için J3 denetimli devrilmenin olası olduğu, Ş4 için J2 denetimi devrilmenin olası olduğu görülmüştür (Şekil.6.9).



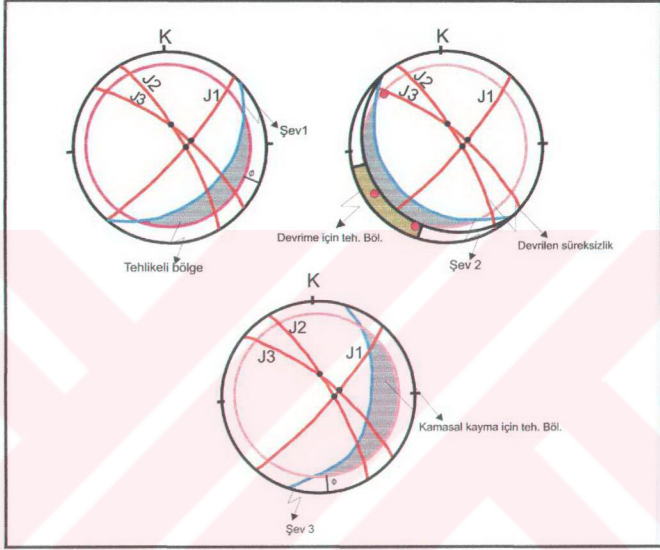
**Foto 6.1** Kaletepedeki şevlere kuzeyden güneye genel bir bakış



**Şekil 6.9.** Kale tepe civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 2)

İnceleme alanının K-KD sında yer alan Öksürükaya' dan Taşboynuna kadar olan alanda yer alan volkanik kayalar 20 m ile 250 m arasında değişen yüksekliğe sahip yamaçlar oluşturmakta olup, buralarda yönelimler; Ş1: K48D40GD, Ş2: K40B35GB, Ş3: K22D44GD durumlu olan şevler bulunmaktadır. Bölgedeki egemen eklem yönelimleri ise 110 eklemine eş anlamlı stereonetlerde yapılan incelemeler sonucunda J1: K44D80GD, J2: K28B78KD, J3: K68B74KD durumlu olarak bulunmuştur. Bu bölgede her bir şev için yapılan kinematik analizlerde içsel sürtünme açısı  $\Phi$   $15^{\circ}$  alınmış olup kinematik kontroller sonucunda Ş1-Ş3 için kinematik kontrollü herhangi bir yamaç

duraysızlığının söz konusu olmadığı, Ş2 için J2 ve J3 dentimli devrilme türü duraysızlık olasılığı belirlenmiştir (Şekil 6.10).



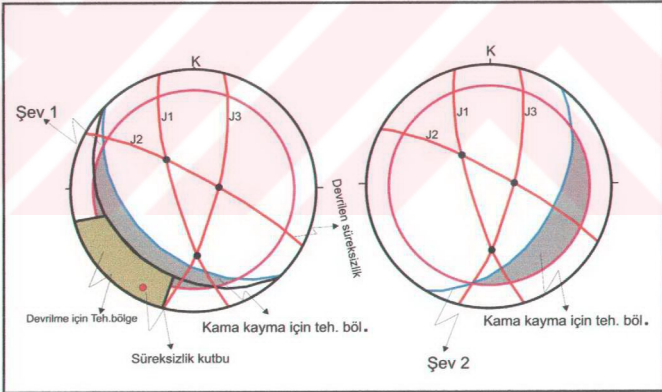
**Şekil 6.10.** Öksürükaya civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 3)

İnceleme alanının KB sında yer alan Parmakkaya – Yumru kaya civarında yapılan çalışmalar sonucunda bölgede yer alan volkanik kayalarda egemen şev yönelimleri yaklaşık Ş1: K45B45GB, ve Ş2: K33D44GD durumudur. Bu şevlerden alınan 110 eklem ölçümü eş alanlı stereonetlerde yorumlanmış ve bu bölge için hakim eklem yönelimleri J1: K16B80GB, J2: K62B81KD, ve J3: K17B78GD olarak belirlenmiştir. Her bir şev için kinematik analizler içsel sürtünme acısı  $\Phi 15^{\circ}$ ye göre yapılmış olup bu çalışmaların sonucunda Ş2 için kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin olmadığı, Ş1 için J2

denetimli devrilmenin olacağı belirlenmiştir bu bölge için herhangi bir kamalanma ve düzlemsel kayma tehlikesi bulunmamaktadır (Şekil 6.11).



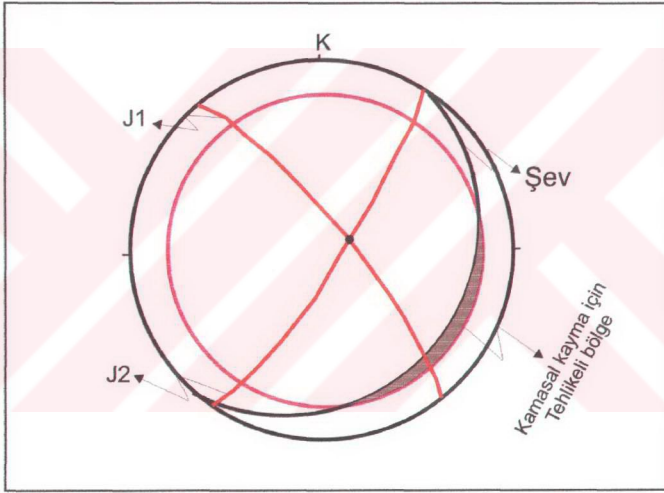
**Foto 6.2** Parmakkaya şevleri genel görünüşü (bakış yönü KD-GB,)



**Şekil 6.11.** Parmakkaya ve civarındaki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek-1, Lokasyon 4)

İnceleme alanın KD' sında Avutmuş mahallesinin KB' sında yer alan sivritepe'de oldukça yüksek yamaçlar bulunmaktadır. Bu bölge için egemen şev K35D20 GD, hakim eklem yönleri bu şevlerden alınan 110 eklem ölçümünün eş

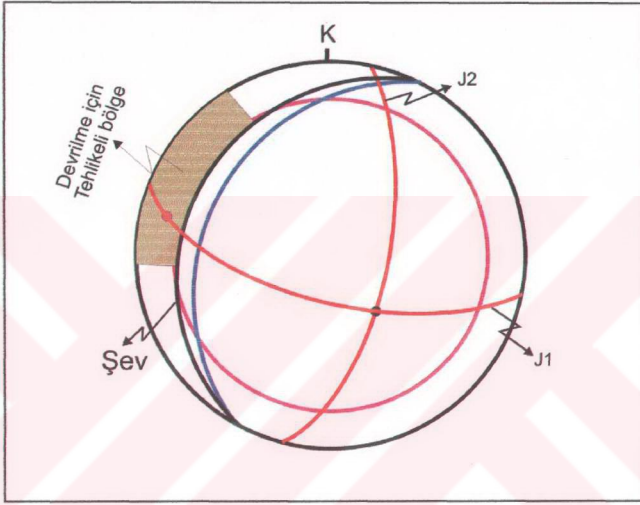
alanlı stereonetlerde yorumlanması sonucu lokasyondaki egemen eklemler J1: K40B80KD, J2: K34D82GD olarak belirlenmiştir. İçsel sürtünme açısı  $\Phi 15^{\circ}$  alınıp kinematik analizler yapılmış ve incelemeler sonucunda bu bölge için herhangi bir kinematik kontrollü yenilmenin olmayacağı belirlenmiştir. Bölge için Sivritepe'nin yükseltilerinin fazla olduğu kısımlardan kaya düşmelerinin olabileceği arazi gözlemleri ile belirlenmiştir. Şekil 6.12. de bölge için yapılmış kinematik analiz gösterilmiştir.



**Şekil 6.12.** Sivri tepe çevirindeki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analiz (Ek-1, Lokasyon 5)

İnceleme alanında yer alan Kılıçkaya ve çevresi için egemen şev K30D35KB durumlu, egemen eklemler ise yapılan 110 eklem ölçümünün eş alanlı stereonetlerde yorumlanması sonucu bu lokasyon için egemen eklemler J1: K70B69GB ve J2: K15D80GD durumlu olarak belirlenmiş olup içsel sürtünme açısı  $\Phi 15^{\circ}$  olarak alınıp kinematik analizler yapılmış yapılan

kinematik analiz sonuçunda bu lokasyon için  $J2'$  de devrilme türü kinematik duraysızlığın söz konusu olduğu belirlenmiştir (şekil 6.13). bu lokasyonda arazi gözlemlerine dayanarak düşmelerinde olabileceği söylenebilir.



**şekil 6.13.** Kılıçkaya'daki kaya şevlerinin duraylılığının kinematik analizi (Ek1, lokasyon 6)



## SONUÇLAR VE TARTIŞMALR

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Çalışma alanından alınan 682 çatlak ölçümü steronet programında değerlendirilerek kontur ve gül diyagramı hazırlanmış olup kontur diyagramları incelendiğinde hakim çatlakların K22D 80GD, K15B 82GB ve K65B 84KD durumlu oldukları tespit edilmiştir. Çalışma alanın yaklaşık KKB-GGD (K30B-G30D) yönündeki basınç kuvvetleri ile oluştukları belirlenmiştir.

2. Volkanik birimlerin farklı yerlerinden alınan örnekler üzerinde yapılan ince kesitlerde optik mikroskobik çalışmalar sonucu bu birimlerin yaygın olarak andezit- bazalt kayalardan oluştuğu sonucuna varılmıştır.

3. XRD-(TK) çözümlenmelerinden elde edilen difraktomlara göre çevrede bulunan kayaçların bileşenleri; % 51.4 kil, % 16.5 kuvars, % 15.8 kalsit, %7.5 feldispat % 6 götit minerallerinden oluşmaktadır.

4. XRD-KB çözümlenmelerinde elde edilen sonuçlara göre heyelan alanlarındaki egemen kil mineralli Simektit ikinci ve üçüncü derecede yaygın olanlar ise İllit-Simektit ve Klorit olarak belirlenmiştir.

5. Thornthwaite (1948) metodu uygulanarak bölge için denestirmeli nem bilançosu hazırlanmıştır. Bu bilançoya göre; Eylül ayından itibaren toprak suyu depolaması başlamakta Aralık ayının başından itibaren toprakta 100 mm rezerv suyu depolamasına ulaşmakta, toprakta depolanan su Temmuz ayından itibaren buharlaşma ve terleme yoluyla harcanmaktadır. Temmuz ayından itibaren eksik su ortaya çıkmaktadır. Yıllık eksik su 228,02 mm' dir.

6. Çalışma sahasında şev duraysızlıkları genelde Oligo-Miyosen yaşlı Şebinkarahisar formasyonunda meydana gelmektedir. Bu formasyonda meydana

gelen hareketlerin çoğunluğunda birden fazla kayma yüzeyi görülmekle birlikte hareketler genelde akmalar şeklinde olmaktadır. Heyelanların bir çoğunda hareketlerin şekli genelde belirlenebilmekle birlikte, kayma yüzeyleri çoğunlukla düzensel, bazen düzleme yakın eğriler, bazen de çok küçük alanlarda olmakla birlikte dairesel olabilmektedir. Buralarda denge kaybı uzun sürede meydana gelmekte olup, bölgenin bulunduğu coğrafi konumu nedeni ile maruz kaldığı bol yağış, karların erimesi ile artan su basınçları ve yamaçların eğimleri duraylılığa etki yaparak yamaçların hızlı yada orta hızlarda aşağı doğru hareket etmesini sağlamaktadır.

7. Bölgede yer alan Avutmuş Çayı'nın kış aylarında artan debisi ve enerjisi alt kotlarda yamaçları sökmekte, olumsuz yönde değişen bu stabilite sorunu çoğu yerlerde heyelanların oluşmasına etki yapmaktadır. Bahsedilen sebeplerden dolayı bir an önce Avutmuş Çayı'nın ıslah edilip yamaçlardaki malzeme sökebilirliğinin düşürülmesi önerilmektedir.

8. İnceleme alanındaki volkanitlerin oluşturduğu yamaçlarda duraysızlık problemleri kaya kayması, (kama – düzlemsel ) devrilme ve çoğunlukla kaya düşmesi şeklinde görülmekle birlikte, kaya yamaçlardaki bu hareketler oldukça hızlı şekilde meydana gelmektedir.

9. Çalışma alanında yer alan volkanik birimlerdeki süreksizliklerin; orta-yakın aralıklı, dolgulu, orta-dar açıklığa sahip, 3. sınıfta (pürüzlü – dalgalı) ve orta-yüksek devamlı olduğu belirlenmiştir.

10. Çalışma alanında yer alan volkanik kayaların; Deer ve Miller (1966)' ın serbest basınç dayanımını esas alan sınıflamasına göre "yüksek dayanımlı kaya" sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

11. Kaya kütlesi özellikleri, dikkate alınarak, Jeomekanik Kaya Kütlesi Sınıflama sistemi Bieniavski (1989) yapılmış ve kayaçların RMR sınıflama sistemi sonuçlarına göre çalışma alanındaki volkanikler en iyi koşullarda “orta-iyi” sınıfında en kötü koşullarda ise “çok zayıf kaya” sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

Çalışma alanın çeşitli yerler için yapılan kinematik analizlerin sonucu olarak;

i. Bayhasan bölgesi için, kinematik kontrollü yenilmelerin Ş1 ve Ş2’ de J1-J3 eklemleri denetiminde kamasal kayma şeklinde olacağı, Ş3’de kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin olmadığı belirlenmiştir

ii. Kaletepe’ de, Ş1- Ş3 için kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin bulunmadığı, Ş2 için J3 denetimli devrilmenin olası olduğu, Ş4 için J2 denetimi devrilmenin olası olduğu görülmüştür

iii. Öksürük kaya - Taşboynu için Ş1-Ş3 için kinematik kontrollü herhangi bir yamaç duraysızlığının olmadığı, Ş2 için J2 ve J3 denetimli devrilmenin olacağı belirlenmiştir

iv. Parmakkaya – Yumru kaya bölgesinde, Ş1 için kinematik kontrollü herhangi bir duraysızlık probleminin olmadığı, Ş2 için J1 denetimli devrilmenin olacağı belirlenmiştir. Bu bölge için herhangi bir kamasal kayma ve düzlemsel kayma tehlikesi bulunmamaktadır

v. Sivri tepe civarında, herhangi bir kinematik kontrollü yenilmenin olmayacağı belirlenmiştir. Bölge için Sivritepe’ nin yükseltilerinin fazla olduğu kısımlardan kaya düşmelerinin olabileceği arazi gözlemleri ile belirlenmiştir

vi. İnceleme alanında yer alan Kılıçkaya ve çevresi için ise; herhangi bir kinematik kontrollü kayma beklenmemekte olup kaya düşmelerinin olabileceği düşünülmektedir.



## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akdeniz, N., 1988, Demirözü Permokarboniferi ve bölgesel yapı içindeki yeri  
TJK Bült., 31/1, 51-61.
- ASTM, 1981, Book of A.S.T.M standartları (ASTM, D-422), U.S.,824p.
- Ayan, Z ve Dora, O. Ö., 1993, Şebinkarahisar'ın (Giresun) kuzeybatısındaki Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeokimyasal incelemesi ve kökensele yorumu. DEF Fen Bilimleri Enstitüsü., Doktora Tezi, 175 s. (yayınlanmamış), İzmir.
- Ayan, Z., 1991, Şebinkarahisarın (Giresun) kuzeybatısındaki Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin mineralojik ve jeokimyasal incelemesi ve kökensele yorumu. DEÜ Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 175s. (yayınlanmamış), İzmir.
- Barton. N., 1973, Review of a newshear strength criterion for rock joints  
Engineering Geology, 7, 287-332
- Bieniawski, Z. T., 1989, Engineering Rock Mass Classification: Mc Graw Hill,  
New York, NK, 237 p.
- Billings, M. P., 1972, Structural geology: (third edition), Prentice-Hall, Engle-  
wood, Cliffs, New Jersey.
- Boztağ, D., Debron, F., Le Fort, P. Ve Yılmaz, O., 1984, Geochemical  
characteristics of some plutons from the Katamaonu granitoid belt  
(Northern Anotolia, Turkey) Schweiz. Mineral petrogr. Mitt., 64,389-403
- Casagrande, A., 1948, Classification and identification of soils. Trans. ASCE,  
Vol. 113, pp. 901-930.
- Çoğulu, E., 1975, Gümüşhane ve Rize bölgesinde petrolojik ve jeokronometrik  
araştırmalar. İTÜ Kütüphanesi, No 1034, 112s, İstanbul.
- Deere, D. U., and Miller, R.p., 1966, Engineering Classification and index  
properties for intact rock. Technical Report No. AFNL-TR-65-116, Air  
Force Weapons Laboratory, New Mexico.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983, Pontid'lerdeki volkanizma. Jeoloji Mühendisliği,  
18, 3-22

- Erguvanlı, K., 1950,** Trabzon-Gümüşhane Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Rapor, M.T.A Rapor No: 2273. Ankara
- Gocdman, R. E., 1989,** Introduction to Rock Mechanics. 2nd Ed., John Waley & sons. New York.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T., 1979,** The Main lines of geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic areas Geochome-I, 555-580.
- Güner, S., Güç, A.R., Köse, Z., O., Kurtoğlu, T., Tosun, C.Y., Kırıcı, M., İskenderoğlu, A. Ve Özdemir, N., 1988,** Giresun-Şebinkarahisar ve Sivas-Şuşehri yöresi jeoloji raporu. MTA Raporu, Rapor No JD-412, 74 s, (yayınlanmamış), Ankara.
- Gündoğdu, N.,1982,** Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik minerolojik ve jeokimyasal incelemesi doktora tezi H.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, Ankara,
- Gürsoy, H., Öztürk, A., ve İnan, S., 1993,** Kelkit (Gümüşhane) ve yakın dolayının tektono-stratigrafik gelişimi. A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, 2-5 Eylül 1991, Ankara, Bildiriler, 53- 64.
- ISRM (International Society of Rock Mechanics), 1978,** Rock characterization testing and monitoring. Suggested Methods for the quantitative description of discontinuities in roc masses. İnt. I.Rock. Mech. Sci. Geomech. Abstr., 15.309-368.
- ISRM, 1981,** Rock Characterization Testing and Monitoring (Editor: E.T. Brown, ISRM Suggested Metotds): Pergamon Press, Oxford, England, 211 p.
- Karacan, E., Aral F., ve Cerit, O., 1991,** Suşehri (Sivas) - Şebinkarahisar (Giresun) yöresi heyelanlarının incelemesi. "Türkiye I. Heyelan Sempozyumu 27-29 Kasım 1991. Bildiriler. 314-326, K.T.Ü Trabzon.
- Karacan, E., Aral F., ve Cerit, O., 1993,** Kılıçkaya (Sivas) göl alanındaki heyelanların mühendislik jeolojisi incelemesi "Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni sayı: 14, s.123-135
- Ketin, İ., 1966,** Anadolu'nun tektonik birlikleri: Maden Tektik Arama Enstitüsü Dergisi ., 66. 20-34.

- M.T.A. 1987**, 1/25000 Ölçekli jeoloji haritası H40 b3-H41 b4 paftaları, M.T.A. Jeoloji Etütleri Dairesi Ankara.
- Nebert. K. 1961**, Der Geologische bau der Einzugsgebiete Kelkit Çayı und Kızılırmak M.T.A. No:57, Ankara.
- Pelin. S., 1977**, Alucra (Giresun) güneydogu yöresinin petrol olanakları bakımından jeolojik incelemesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi., yayın No:87, Trabzon, 1035.
- Price, N. J., 1966**, Fault and joint development in brittle and semi-brittle rock: Pergamon Press, London, 176 p.
- Streckeisen, A., 1976**, To each plutonic rock its proper name. Eart.Sci Rev., 12. 1-33.
- Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1981**, Tethyan Evolution of Turkey : A plate tectonic approach. Tectonophysics 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., ve Ketin İ., 1980**, Remants of a Pre-Late Jurassic Ocean in northern Turkey: Fragments of Permian-Tethys? Bul. Geol. Soc. of America, 91, 599-609,
- Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Arımağan, F. ve Acar, Ş., 1990**, Kastamonu yöresinin jeolojisi ve paleo-Tetis'in evrimine ilişkin sınırlamalar. TJK Bült., 23/2 179-191.
- Şaşmaz, A. ve Sarıoğlu, A., 1994**, İnler yaylası (Şebinkarahisar-Giresun) Pb-Zn yatakları. TJK. Bült., 37/1, 13-28
- Tanoğlu, E., ve Çakır, Y., 1991**, Pulur masifi orta kesiminin jeolojisi Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi Adana, Bildiriler, 173-182.
- Tarhan, F., 1989**, Mühendislik Jeolojisi Prensipleri K.T.Ü. yayın No: 145 Trabzon.
- Terlemez, İ ve Yılmaz., 1980**, Ünye-Ordu-Koyulhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. TJK Bült., 23/2 179-191
- Terzioğlu, H., 1984**, Ordu güneyindeki Eosen yaşlı Bakırköy volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi: Cumhuriyet üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri 1. 1. 43-60

- Tokel, S., 1977,** Doğu Karadeniz bölgesinde Eosen yaşlı kalkakalin andezitler ve tektonizma: Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni 20/1, 49-54.
- Tokel, S., 1981,** Plaka Tectoniğinde mağmatik yerleşimler ve jeokimya, Türkiye'den örnekler. Yeryuvarı ve İnsan, 6/3, 53-65.
- Tokel, S., 1983,** Liyas volkanitlerinin Kuzey Anadolu'daki dağılım jeokimyası ve kuzey tetis ada-yayı sistemi evriminin açıklanmasındaki önemi: 37. Türkiye jeoloji Bilimsel ve teknik Kurultayı, Bildiri özetleri, 21-25 Şubat 1983 MTA Kültür Sitesi- Ankara, S. 42-44.
- Thornthwaite, C. W., 1948,** An Approach Toward a Rational Classification of Climate, *Geographical Review*, 38, 55-94,
- Ulusay, R., 2001.** Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler TBMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:38.
- Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Binal. A., 2001,** Kaya Mekaniği Labaratuvar Deneyleri TBMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:58.
- Yılmaz, A., Oral, A., Bilgiç, T., 1985** Yukarı Kelkit çayı yöresi ve güneyinin temel jeoloji özellikleri ve sonuçları M.T.A raporu.
- Yılmaz, O. ve Boztuğ, D., 1986,** Kastamaonu granitoid belt of northern Turkey: First arct plutonism product related to the subduction of paleo-Tethys. *Geology*, 14, 179-183
- Yılmaz, S., 1995,** Dereli- Şebinkarahisar (Gresun güneyi) arası granitoyid pütönlörünün karşılaştırmalı incelemesi Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doktora tezi, 310 s. Sivas.
- Varnes, D.J., 1978,** Slope Movements Types and Prosesess. In Special Report 176: Landsilides: Analysis and Control (R.L. Schuster and R.J. Krizek, eds), TRB, National Research Council, Washington, DC., 12-33.