

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNİN
MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

9821

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeo.Müh.Ali İSKENDEROĞLU

MAYIS-1990

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNİN
MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeo.Müh.Ali İSKENDEROĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Jeoloji Yüksek Mühendisi"
Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.06.1990
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 13.07.1990

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Fikret TARHAN
Jüri Üyesi : Prof.Dr.Remzi DİLEK
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Fikri BULUT
Enstitü Müdürü : Doç.Dr.Temel SAVAŞKAN

Fikret Tarhan
Remzi Dilek
Fikri Bulut
Temel Savaşkan

Mayıs 1990
TRABZON

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Çayeli-Pazar (Rize) arasında yaklaşık 36 km².lik bir sahanın 1/25000 ölçekli Jeoloji haritası yapılmıştır. Kaya ve zeminlerin mühendislik jeolojisi özellikleri gerek arazide, gerekse kaya ve zemin mekaniği laboratuvarlarında bulunmuş, ana yol güzergahındaki kaya ve zemin şevlerden beş tanesinin duraylılık (stabilite) analizleri yapılarak güvenlik katsayıları hesaplanmıştır. Tehlikeli bulunanlar için alınabilecek önlemler üzerinde de durulmuştur. Bütün bu çalışmalar; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalar sırasında her türlü yardım ve önerilerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof.Dr.Fikret TARHAN'a, Prof.Dr.Remzi DİLEK'e ve Yrd.Doç.Dr.Fikri BULUT'a, ince kesitlerin incelenmesinde yardımları gördüğüm Prof.Dr.Mustafa ASLANER'e, Jeo.Yük.Müh.Arif SAĞLAM'a (MTA), Jeo.Yük.Müh.Osman TÜRK'e (MTA), harita ve kesitlerin boyamalarına yardımcı olan Jeo.Müh.Zeki KÖSE'ye, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Jeo.Müh.Ali SEMERCI'ye, teknisyen Yakup YAVUZ'a, Kemal BAYRAM'a, arazi çalışmalarında şantiyelerinde kaldığım İnş.Yük.Müh.Atacan AKSOY'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarını yürütürken idari konularda yardımlarını gördüğüm MTA Genel Müdür Yardımcısı Sayın Temel Yılmaz NEBİOĞLU'na da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VII
SUMMARY	IX
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. COĞRAFİ DURUM ve MORFOLOJİ	2
2.1. Giriş	2
2.2. Çalışma Sahasının Konumu	2
2.3. Ulaşım ve Yerleşim	2
2.4. Morfoloji	3
2.5. İklim ve Bitki Örtüsü	4
2.6. Akarsular	6
BÖLÜM 3. GENEL JEOLOJİ	7
3.1. Giriş	7
3.2. Önceki Çalışmalar	7
3.3. Stratigrafi ve Petrografi	9
3.3.1. Melyat Formasyonu (Tm)	11
3.3.2. Pazar Formasyonu (Tp)	17
3.3.3. Hamidiye Formasyonu (Tkh)	20
3.3.4. Deniz Taraçaları	22
3.3.4.1. Taraça-1 (T ₁)	22
3.3.4.2. Taraça-2 (T ₂)	23
3.3.5. Alüvyonlar (Q _{m1})	24
3.4. Yapısal Jeoloji	24
3.4.1. Tabakalar	25
3.4.2. Çatlaklar	25
3.4.3. Faylar	33

BÖLÜM 4. ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNİN	
MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ.....	34
4.1. Giriş	34
4.2. Jeoloji	34
4.3. Mühendislik özellikler	34
4.3.1. Yapısal özellikler	34
4.3.1.1. Tabaka Kalınlığı	35
4.3.1.2. Çatlaklar	35
4.3.1.2.1. Çatlak Ara Uzaklığı	36
4.3.1.2.2. Çatlakların Açıklık, Dolgu ve Türleri.	37
4.3.1.2.3. Çatlak Yüzü Pürüzlülükleri ve Dalgalan- maları	37
4.3.1.2.4. Kaya Kalitesi özelliği (RQD)	39
4.3.2. Fiziksel ve Mekanik özellikler	40
4.3.2.1. Kayac örneklerinin Hazırlanması	40
4.3.2.2. Kayaçların Fiziksel özellikleri	43
4.3.2.3. Kayaçların Mekanik özellikleri	45
4.3.2.3.1. Tek Eksenli Basınc Direnci	45
4.3.2.3.2. İndirekt Çekme Direnci	48
4.3.2.3.3. Üç Eksenli Basınc Direnci	50
4.3.2.4. Zemin örneklerinin Hazırlanması	51
4.3.2.5. Zeminlerin Fiziksel özellikleri	53
4.3.2.6. Zeminlerin Mekanik özellikleri	56
4.3.3. Zeminlerki Kil Minerallerinin Tayini	62
4.3.4. Ayrışma	65

BÖLÜM 5. ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNDEKİ	
KİTLE HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ	67
5.1. Giriş	67
5.2. İncelenen Şevlerde Krokilerinin Çıkarılması.	67
5.3. İncelenen Şevler ve Hareketin Türleri	70
5.4. İncelenen Şevlere Ait özellikler	71
5.5. İncelenen Şevlerde Uygulanan Analiz Yöntem- lerinin Esasları	72
5.5.1. Kaya Şevlerinde Duraylılık Analiz Yöntemleri	73
5.5.1.1. Analitik ve Grafik Yöntemler	73
5.5.1.1.1. İki Boyutlu Analiz (Düzlemsel Kayma) .	73
5.5.1.1.2. Kama Tipi Kayma Analizi	78

5.5.1.1.3. Sadece Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi Kaya Bloğu, Stabilité Diyagramları ...	79
5.5.1.2. Stereografik İzdüşüm Yöntemi	85
5.5.1.2.1. Kohezyon(c), içsel Sürtünme Açısı(ϕ) ve Su Basıncını İçeren Kama Tipi Kayma Analizi	89
5.5.2. Zemin Şevlerinde Uygulanan Analiz Yöntemi.	92
5.5.2.1. Janbu'nun Dairesel Olmayan Kayma Analizi	92
5.6. İncelenen Şevlerin Analizleri	98
5.6.1. Kaya Şevlerin Analizleri	98
5.6.1.1. Kaya Şevi-1'in Analizi	99
5.6.1.2. Kaya Şevi-2'nin Analizi	117
5.6.2. Zemin Şevlerin Analizleri	123
5.6.2.1. Zemin Şevi-3'ün Analizi	123
5.6.2.2. Zemin Şevi-4'ün Analizi	125
5.6.2.3. Zemin Şevi-6'nın Analizi	127
BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER	129
6.1. Sonuçlar	129
6.2. öneriler	134
KAYNAKLAR	136
EKLER	138
ÖZGEÇMİŞ	155

ÖZET

Bu çalışmada, Çayeli-Pazar (Rize) arasında yaklaşık 36 km².lik bir sahanın jeolojisi yapılmış ve ana yol güzergahındaki şevlerin mühendislik jeolojisi incelenmiştir. Sahaya ulaşım, Trabzon-Hopa Devlet Karayolu ile daima sağlanabilmektedir.

Çalışma sahasında litostratigrafi birimleri, yaşlıdan gence doğru; Melyat Formasyonu, Pazar Formasyonu, Hamidiye Formasyonu, Deniz Taraçaları ve Alüvyonlardır.

Melyat Formasyonu, çalışma sahasının %50'den fazlasını kapsar ve genelde volkanik piroklastlardan oluşur. Bunlar; bazaltik lav, tuf, breş ve aglomeralardır. Çok yoğun bir ayrışma gösterirler. Formasyona, KORKMAZ ve GEDİK (1988) tarafından saptanan fosillere göre Eosen yaşı verilmiştir. Yer yer tabakalanma gösterir ve genelde "kalın tabakalı" olup, tabakaların doğrultuları yaklaşık KD-GB, eğimleri 13°-20° arasında GD'yadır.

Pazar Formasyonu, altta bloklu çakıltaşlarıyla başlar üste doğru kumtaşı, marn, silttaşı ve killi silttaşı, en üstte kırmızı renkli çakıllı kil seviyesi gelir. Yaşı yine önceki çalışmacılar tarafından Miyosen olarak bulunmuştur. Formasyon "kalın-orta-ince tabakalı" olup, tabaka doğrultuları yaklaşık KD-GB, eğimleri 10°-27° arasında KB -GD'yadır.

Hamidiye Formasyonu, gevşek çimentolu bloklu-kumlu çakıllar ile kum ve kil mercceklerinden oluşur. Yaşı Pliyo-Kuvaterner olarak önceki çalışmacılar ile aynı şekilde düşünülmüştür.

Deniz taraçaları iki seviyede tespit edilmiştir. Taraça-1; gevşek çimentolu bloklu çakıl, kum, siltli kum ve çok az da killerden oluşur. Taraça-2 ise tabanda yaklaşık 5m.kalınlığında gevşek çimentolu, bloklu kumlu çakıl seviyesi ile bunun üzerine çakıllı kumlu kalın bir silt ve kil seviyesi gelir.

Alüvyonlar deniz ve nehir çakıllarından meydana gelir.

Formasyonları oluşturan birimlerde ölçülen çatlakların analizleri sonucu maksimum deformasyon kuvveti Melyat Formasyonunda K66°B, Pazar Formasyonunda K79°D olarak bulunmuştur.

Çalışma sahasındaki kayac ve zeminlerin mühendislik özelliklerini bulmak için arazi ve laboratuvarında çalışmalar yapılmıştır.

Arazide formasyonların yapısal özellikleri araştırılmıştır. Kaya şevlerinde bir çatlığa ait yüzeyler birbirleri üzerinden kaydırılarak deneyler yapılmış, ortalama kayma açısı 35° bulunmuş ve "içsel sürtünme açısı (Ø)" etkisi olarak alınmıştır (pürüzlülük dahildir).

Laboratuvar deneyleri ile kayac ve zeminlerin basınç dayanımları, içsel sürtünme açıları (Ø) ve kohezyon (c) değerleri bulunmuştur.

Tek eksenli basınç dirençlerine göre kayalar "çok düşük ve orta dirençli" kaya sınıfında bulunmuştur. Kayalardan litik-kristal tüfler laboratuvarında yapılan tek eksenli çekme ve üç eksenli basınç deneyi sonuçları ile içsel sürtünme açıları (θ) kuru halde 52° , doymun halde 44° ve kohezyon değerleri (c), kuru halde 67° kg/cm² ve doymun halde 45 kg/cm² olarak bulunmuştur.

Zeminlerde konsolidasyonlu-drenajlı kesme kutusu deneyleri yapılmış ve ortalama efektif kohezyon (c') 0,27 kg/cm², ortalama efektif sürtünme açısı (θ') 26° değerleri bulunmuştur.

Çalışma sahasında ana yol üzerinde kaya ve zemin sevi olmak üzere toplam beş şevin duraylılığı incelenmiştir.

Kaya şevlerinde düzlemsel kayma için "iki Boyutlu Analiz Yöntemi", kama tipi kayma için "Kama Tipi Kayma Analizi", "Sadece Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi Kaya Bloğu Stabilite Diyagramları" ve "Kohezyon(c), içsel Sürtünme Açısı(θ) ve Su Basıncını İçeren Kama Tipi Kayma Analizi" yöntemleri uygulanarak çözümler yapılmış ve güvenlik katsayıları bulunmuştur.

Zemin şevlerinde arazi gözlemlerine dayanılarak kabul edilen birçok kayma yüzeyi boyunca "Janbu'nun Dairesel Olmayan Kayma Yöntemi" zeminin kuru, sızıntı, yeraltı su seviyesi (YASS) ve doymun durumları gözönüne alınarak uygulanmış ve güvenlik katsayıları bulunmuştur.

Kaya Şevi-1'de, öncelikle düşmenin meydana gelebileceği anlaşılmış olup, düzlemsel ve kama tipi kayma analizleri yapılmış ve güvenlik katsayıları 1 ile 1.6 arasında bulunmuştur. Şevde alınacak en önemli ve ekonomik tedbir şeve giren yüzey ve yeraltı sularının drene edilmesidir. Bunun yanısıra hemen düşebilecek bloklar kontrollü olarak düşürülmelidir. Kontrollü olarak düşürülmesi mümkün olmayan, ileride tehlike oluşturabilecek bloklar da kaya çivileri ile sağlamlaştırılmalıdır. Blok ve küçük parçaların düşüşünü sürekli kontrolde tutabilmek için çelik hasırlardan da yararlanılabilir.

Kaya Şevi-2'de, yalnızca düşme-devrilme olabileceğinden Kaya Şevi-1'deki önlemler burada da geçerlidir.

Zemin Şevi-3'de, zemin kuru halde iken şev genelde "duraylı" olduğu, doymun durumda ise her an bir kaymanın meydana gelebileceği anlaşılmıştır. Şevin altındaki yolun emniyetli alana çekilmesi gerekli görülmüş, çok dar kıyı şeridinde bunun ancak dolgu ile mümkün olacağı kanısına varılmıştır.

Zemin Şevi-4'de, zemin kuru halde iken şev genelde "uzun süreli duraylı" olduğu, YASS (yeraltı su seviyesi) dikkate alındığında 3'ncü kayma yüzeyi hariç şev genelde "kısa süreli duraylı" olduğu ve doymun durumu gözönüne alındığında 2, 3 ve 4'üncü kayma yüzeyleri boyunca kaymanın olabileceği ortaya konmuştur. Diğer yüzeylerin ise "kısa süreli duraylı" olduğu anlaşılmıştır. Şevde, duraylılığın sağlanması için yüzey ve yeraltı suları öncelikle drene edilmelidir. Bunun yanısıra, yamaç düzenlemesinden traşlama veya kademelendirme yapılarak çözüme gidilebilir.

Zemin Şevi-6'da, zemin kuru halde iken şev genelde "kısa süreli duraylı" olduğu ve doymun durumu göz önüne alındığında kabul edilen her kayma yüzeyi boyunca kaymanın olabileceği anlaşılmıştır. Bu şevde duraylılığın sağlanabilmesi için, şeve girebilecek tüm sular drene edildikten sonra yolun hemen şev tarafından sağlam temele inilerek yoldan itibaren 9 m.'lik bir istinat duvarı yapılması ile çözüme gidilebilir. Daha sonra zemin yüzeyi sertleştirilerek suyun zemin ile teması da önlenmelidir.

SUMMARY

In this study, an area approximately 36km² between Cayeli and Pazar (RIZE) was geologically searched and slopes around the coast-road were also analysed in terms of geological engineering. The area is reached via the Trabzon-Hopa State Highway.

The lithostratigraphic units in the study area from the oldest to the youngest are Melyat Formation, Pazar Formation, Hamidiye Formation, Sea-Terraces and Alluviums.

The Melyat Formation comprises more than 50 % of the study area and consists of volcanic pyroclastics. The volcanic pyroclastics including lavas, tuffs, breccias and agglomerates have a wide range of alteration. On the basis of their fossil contents Korkmaz and Gedik (1988) classified them as Eocene in age. The Formation is partially layered. Layers are generally thick and strike approximately NE-SW and dip SE between 13° and 20°.

The Pazar Formation starts with pebblestone including blocks at the lower levels followed by sandstone, marl, clayey siltstone toward the upper levels, and reaches the clayey level in red pebbles at the uppermost level. Age of the formation was attributed as Miocene by Korkmaz and Gedik in 1988 based on their fossil contents. The formation, being "thick-middle-thin" layered, strikes approximately in NE-SW direction and dips to NW-SW at 10° and 27°.

The Hamidiye Formation is composed of blocky-sandy pebbles and clay-lenses with unconsolidated cement. It's age is considered to be Plio-Quaternary as put forward by previous researchers (Korkmaz and Gedik, 1988).

Sea-terraces were differentiated into two different levers. Terrace-1 comprises blocky-pebbles with unconsolidated clays, sands, silty-sands and very little clays. Terrace-2 is made of a block-sandy pebble level with approximately 5 m. thick unconsolidated cement at the base, and above is a pebbled-sand combined with a thick silt and clay level. Alluviums are made up of beach and river pebbles.

Analysis of fracture measurements taken from the Melyat Formation revealed the maximum deformation power to be N66°W and those measured at the Pazar Formation to be N79°E.

Laboratory and field studies were carried out to discover the engineering characteristics of the rocks and the soil.

Structural characteristics of the formations were investigated in the field. Experiments were done by sliding the surfaces belonging to a fracture in the rock-slopes over each other and an average angle of 35° was obtained and "the angle of internal friction" was taken as "(Ø) (the roughness hurdle has been taken into account).

The values of pressured-resistance of the soil and the rocks, the angle of internal friction (θ) and cohesion (c) were ascertained through lab experiments.

Rocks were classified as "very low" and "middle resistance" rocks according to the Unconfined Compressive Strength. The angle of internal friction (θ) of litic-crystal tuffs of rocks was found to be 52° when dry, and 44° when saturated. The cohesion values were 67° kg/cm² when dry and 45 kg/cm² when saturated through the Unconfined Compressive, Indirect Tensile and, Triaxial Compressive strength experiment.

In the field, the consolidated drained shear box experiments were conducted and the following were found out; average friction angle (θ') 26° and average effective cohesion (c') $0,27$ kg/cm².

On the studying area totally five rock and soil slopes at the coastal road have been analysed.

At rock slopes "Two Dimensional Analysis Method" for plane slipping analysis, "Wedge-Type Slipping Analysis", "Rock-Block Stabilite Diagrams Including Only Friction-Angle" and "Cohesion(c), The Angle of Internal Friction (θ) and Wedge-Type Slipping Analysis including Water Pressure" were applied to get solutions; thereon safety coefficients were estimated.

"Janbu's Non-Circular Failure Method" was applied by considering underground-water level, its dry and saturated states along many slipping soil found out as a result of area observations on soil slopes, then safety coefficients were obtained accordingly.

It has been found out that an immediate fall down is likely to occur at rock-slope 1. Safety coefficients of 1 to 1.6 were obtained by carrying out plane and Wedge-Type Slipping Analysis.

The most important and economic precaution to be taken with the slope is to drain underground and surface waters. Moreover, blocks likely to fall down soon must be lowered under control, on the other hand, those blocks which cannot be lowered and may cause harm in the future must be connected to rocks with rock nails. Steel wicker can also be utilized to control the fall of block and small pieces.

The precautions to be taken for Rock-Slope 1 can also be taken for Rock-Slope 2 where falling or upsetting is likely to happen.

It has been found out that, on the soil slope 3, the slope, is generally "stable" when the soil is dry and a sudden slip when it is saturated is likely to occur at any time. The road by the slope must be reconstructed in safe areas. This reconstruction is possible only through filling the sea along side the narrow sea coast.

It has been determined that on the soil slope 4, the slope is generally "long-term stable" when the soil is dry and the slope is generally "short-term stable" except the 3rd surface slipping when considered U.W.L. (Underground Water Level) and along 2nd, 3rd and 4th slipping surfaces slope may occur when its saturated state is taken into account. All other surfaces are "short-term stable". Surface and Underground Waters are to be drained immediately to provide

the stability with the slope. On the other hand, the regulation of the slope and making steps on it may help solve the problem.

It has been found out that, on the soil slope 6, the slope is generally "short-term stable" when the soil is dry and it is likely to slip along each accepted slipping surface when considered its saturated state. After draining the water leaking into the slope, a 9m. high reliance wall can be built by the road after reaching the stiff soil. Then the contact of water with the soil must be prevented by hardening the soil surface.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu çalışmada, Çayeli-Pazar (Rize) arasında kalan 18 km. uzunluğunda ve 2 km. genişliğinde yaklaşık 36 km².lik bir saha "Mühendislik Jeolojisi" açısından incelenmiştir. İncelemede problemlere mümkün olduğunca somut çözümler getirilmeye çalışılmıştır. Çalışma sahası içerisinde kalan ana yol şevlerinde olabilecek kitle hareketlerinin duraylılıkları, deneysel çalışmalarla bulunan veriler kullanılarak hesaplanmış, ve alınabilecek önlemler üzerinde de durulmuştur.

Bu çalışma, altı ana bölümden oluşmaktadır:

İkinci bölümde; çalışma sahasının yer aldığı yörenin "Coğrafi Durum ve Morfoloji"sine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde; çalışma sahasının "Genel Jeoloji"si incelenmiş ve yüzeylenen kayaların stratigrafik, litolojik ve yapısal özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

Dördüncü bölümde; çalışma sahasında "Çayeli-Pazar (Rize) Arası Ana Yol Şevlerinin Mühendislik özellikleri" ele alınmıştır. Şevleri oluşturan kayaç ve zeminlerin jeolojik, yapısal, fiziksel, ve mekanik özellikleri arazi ve laboratuvar deneyleriyle araştırılmıştır. Ayrıca volkanik piroklastik da görülen ayrışma durumuna da kısaca değinilmiştir.

Beşinci bölümde; çalışmanın esas amacını teşkil eden "Çayeli-Pazar (Rize) Arası Ana Yol Şevlerindeki Kitle Hareketlerinin İncelenmesi" yapılmıştır. Bu nedenle önce şevlerin krokileri çıkarılmış, sonra hareketin türü saptanmış ve özellikleri de gözönüne alınarak uygulanacak duraylılık analizlerine karar verilmiştir. Uygulanan duraylılık analizlerinin teorilerine de kısaca değinildikten sonra incelenen şevlerin duraylılık analizleri yapılmıştır.

Altıncı bölümde; tüm bu çalışmalarla ilgili konulardan elde edilen "Sonuçlar ve öneriler" sunulmuştur.

BÖLÜM 2

COĞRAFI DURUM VE MORFOLOJİ

2.1. Giriş

Bu bölümde, çalışma sahasının konumu, ulaşımı ve yerleşimi, morfolojisi, iklimi, bitki örtüsü, akarsuları konularına kısaca değinilmiştir. Ayrıca çalışma sahasına ait meteorolojik veriler değerlendirilerek yöreye ait sıcaklık ve yağış grafikleri çıkarılmıştır.

2.2. Çalışma Sahasının Konumu

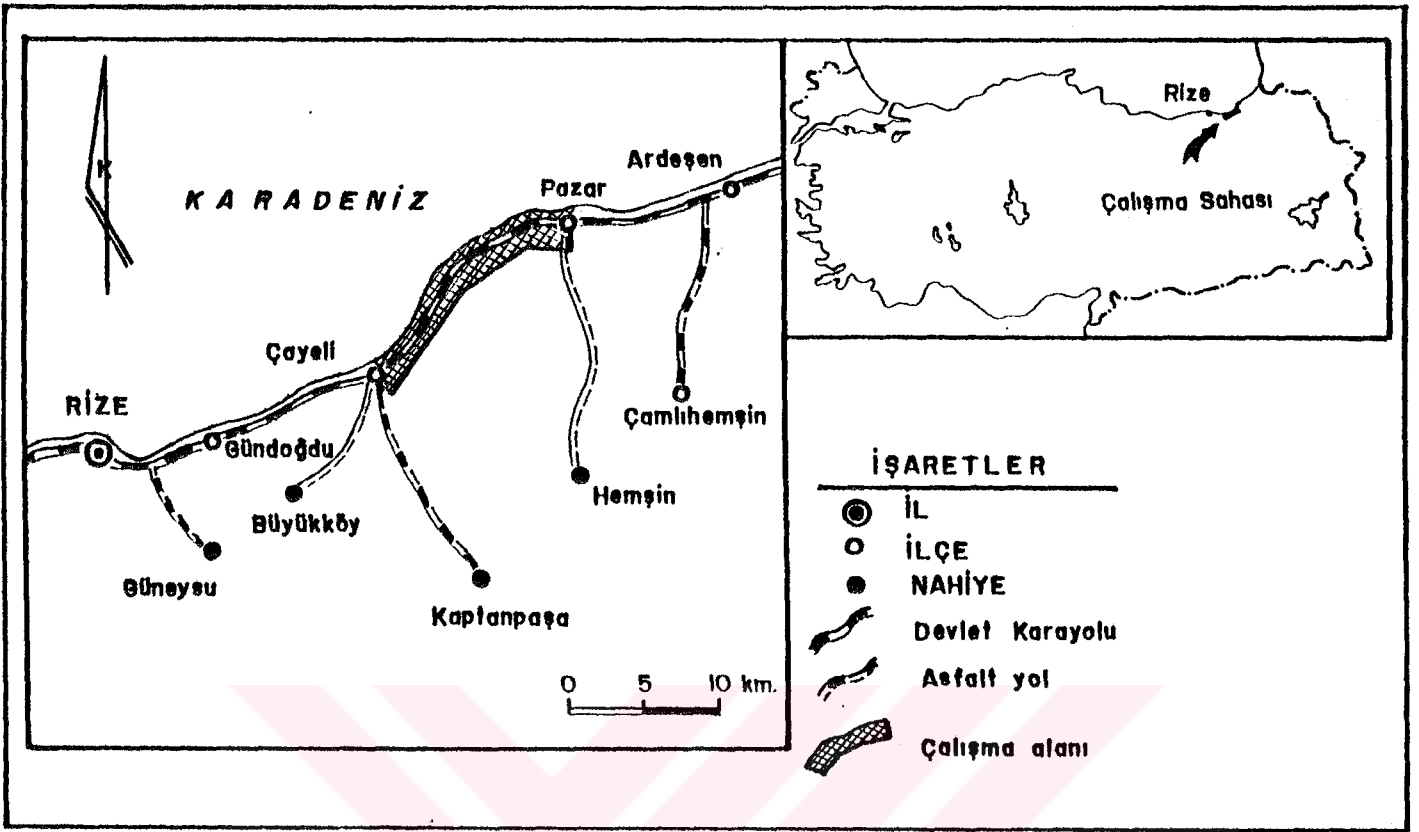
Çalışma sahası, Türkiye'nin kuzeydoğusunda ARTVIN-F45-d3, c4, c1 ve c2 paftaları içerisinde yer alır. Kuzeyi Karadeniz, güneyi sahilden yaklaşık 2km. içerden geçen bir hatla, doğusu Pazar ve batısı Çayeli ilçeleriyle sınırlandırılmıştır. Saha yaklaşık 36 km².lik bir alanı kapsar (Şekil 2.1).

2.3. Ulaşım ve Yerleşim

Çalışma sahasına ana ulaşım, Trabzon-Hopa devlet karayolu ile sağlanır. Bu karayolu, sahil boyunca denize paralel devam etmekte ve bu yol ile sahaya her an ulaşabilmektedir.

Çalışma sahasından geçen anayolda ulaşımın daha rahat ve daha kolay yapılabilmesi için iki tünel açılmış bulunmaktadır. Bunlar, Çayeli ve Pazar tünelleridir. Çalışma sahası içerisinde kalan iç kısımlardaki yerleşim merkezlerine ulaşım genellikle stabilize yollarla yapılmaktadır. Yalnız Çayeli ve Pazar'dan iç kısımlara giden yollar ile Hisarlı mahallesinden geçip Radar'a giden yol da asfalttır.

Bu yollar ulaşımına her zaman açıktır. Stabilize yollar yağışlı mevsimlerde ulaşımı genellikle zorlaştırmaktadırlar.



Sekil 2.1 : Çalışma sahasının konum haritası

Ayrıca çalışma sahasında mevcut patika yollar (bir çoğu beton yapılmış basamaklar şeklindedir) ve teleferiklerden ulaşımda belirli ölçüler dahilinde yararlanılmaktadır.

Çalışma sahasında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tipik yerleşim özelliği görülür. Ana yerleşim merkezleri Çayeli ve Pazar ilçeleri olup, Rize iline bağlıdırlar. Bu ilçelere bağlı birçok köy bulunur. Bu köylerin yerleşim düzeni toplu olmayıp, mahalleler düzeyindedir.

Sahada yer alan mahalleler ise şunlardır: Ayazlı, Sabuncular, Şairler, Yenipazar, Şerifoğlu, Büyüktaşhan, Küçüktaşhan, Taşhane, Küçüktaş, Kesmetas, Katilya, Meydan, Kemer, Avcılar, örnek, Merdivenli, Balıkçı, Hisarlı, Sivrikale, Miyliva, Yeşerti, İkiztepe, Kukulak ve Soğuksu.

2.4. Morfoloji

Çalışma sahası, Doğu Karadeniz Bölgesi'ne özgü bir morfoloji gösterir. Arazi oldukça dik ve engebelidir.

Topografya, çok dar kıyı şeridinden sonra hemen dikleşir ve doğu-batı doğrultusunda uzanan dağlar, doğal bir engel oluştururlar. Yükseklik genelde kıyıdan 1 km. içerde en fazla 415 m.dir. Saha içerisindeki tepeler isimsiz olup, yükseltileri 155 m. ile 415 m. arasında değişir.

2.5. İklim ve Bitki örtüsü

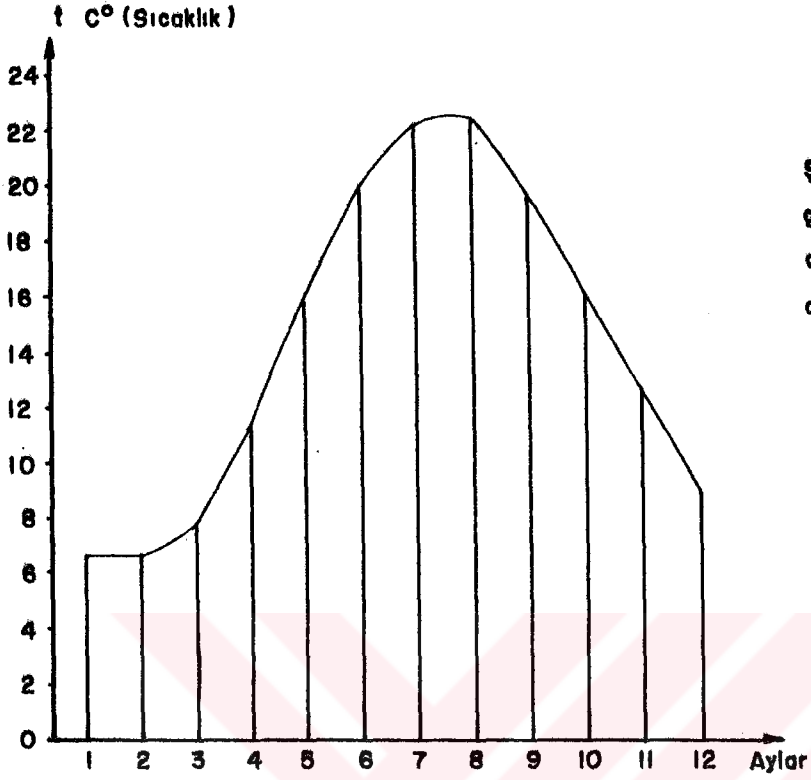
Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan çalışma sahası, yurdumuzun en çok yağış alan yöresidir. Çalışma sahasında Doğu Karadeniz Bölgesi'ne özgü ılıman iklim türü görülür. Yükseltilerin kıyıdan sonra hemen başlaması ve doğu-batı doğrultusunda uzanması hemen hemen her mevsimin yağışlı geçmesine, denizin varlığı da sıcaklık farklarının azalmasına ve nem oranının yükselmesine neden olmaktadır.

Rize meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen ortalama iklim verileri Çizelge 2.1 de verilmiştir. Bu çizelgeden yararlanılarak yörede sıcaklığın ve yağışın aylara göre dağılımı grafikleri çizilmiştir. (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3).

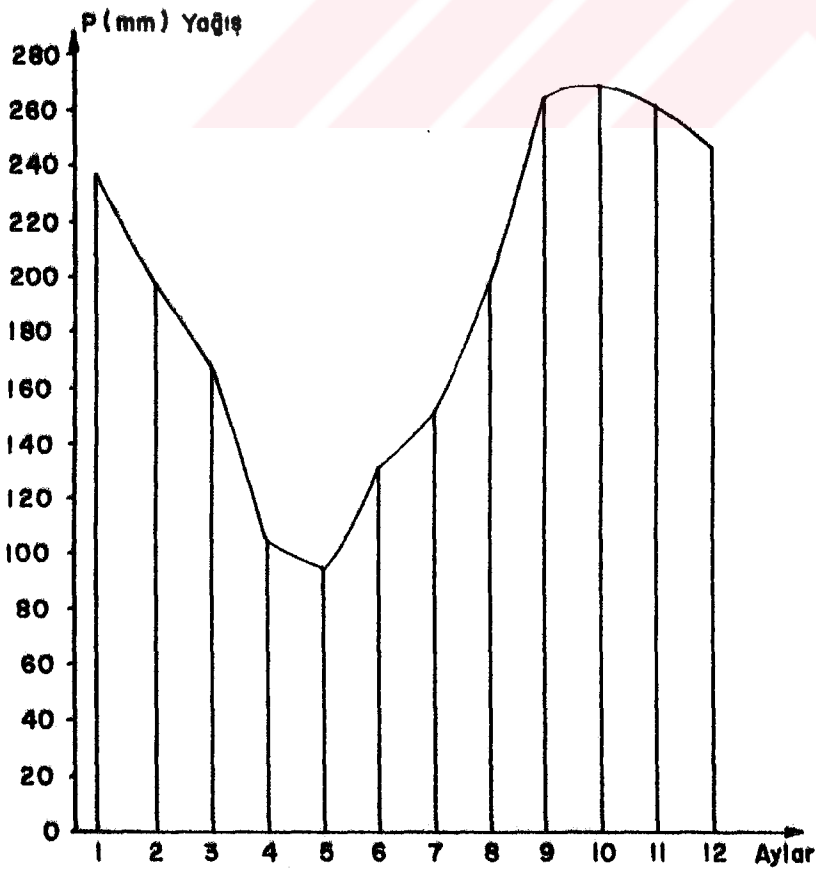
Sekillerin incelenmesiyle bölgede en çok sıcaklık 7 ve 8, yağmur ise 9 ve 10 aylarda olduğu anlaşılır.

Çizelge 2.1 : Rize Meteoroloji Gözlem İstasyonuna Göre Ortalama İklim Verileri

Rasat İstasyonun Adı	RİZE												
	4 M.												
Rasat İstasyonu Yüksekliği	Enlem(φ) : 41 02 N Boylam(λ) : 40 31 E												
Rasat İstasyonu Konumu	1938-1988 (50 Yıllık)												
Rasat Süresi	AYLAR												
METEOROLOJİK VERİLER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Toplam
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.70	6.70	7.90	11.30	15.30	19.80	22.20	22.50	19.50	16.00	12.40	8.80	169.6
En yüksek sıcaklık (°C)	23.40	26.60	31.30	32.50	38.20	34.50	32.50	35.60	33.20	33.80	30.40	26.20	378.2
En düşük sıcaklık (°C)	-5.60	-6.20	-7	-1.60	4.60	7.80	12.90	13.50	4.60	2.50	-4.80	-5.40	15.3
Ortalama nisbi nem (%)	73	74	75	77	80	78	80	81	81	79	77	72	927
Ortalama yağış mikt.(mm)	236.80	198.10	168.60	105	94.30	131.90	151.40	197.10	264.20	269.10	260.80	245.90	2323.2
Yağışlı gün sayısı	15	15	15	15	14	14	14	14	15	15	13	14	73
Ortalama açık günler sayısı	3.60	3.10	3.70	3.40	3.50	5.20	4	4.30	4.90	6.30	5.10	4.2	51.30
Ortalama bulutlu günl.sayı	13.10	11.20	12.40	12.60	16	16	13.80	13.30	13.60	14	13.50	13.90	163.4
Ortalama kapalı günl.sayı	14.30	13.70	14.90	14	11.50	8.80	13.20	13.40	11.50	10.70	11.40	12.90	150.3
Ortalama rüzgar hızı (M/Sn)	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.20	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	13.9
En kuvvetli rüzgar hızı ve yönü(M/Sn)	BKB 23.10	BKB 23.40	BKB 23.30	GB 23.20	B 18.50	BKB 21.10	BKB 16.10	KB 16.70	BKB 25.10	BKB 19.70	BKB 22.40	BGB 26.40	BKB 259
Donlu günler sayısı	3.30	3.50	2.00	0.10	-	-	-	-	-	-	0.20	1.20	10.3



Şekil 2.2 : Rize Meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi



Şekil 2.3 : Rize Meteoroloji gözlem istasyonunda ölçülen ortalama yağış değerlerinin aylara göre değişimi (1938-1988)

Bitki örtüsü :

Çalışma sahası sınırları içinde oldukça zengin bitki türü gelişmiştir. 0-350 m.yükseltileri arasında "Sert Yapraklı Bitkiler" yetişmektedir. Ancak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde olduğu gibi çalışma sahasında da bu zon, insanlar tarafından kaldırılmış, genellikle çay, yer yer mandalina, portakal dikilmiştir. Sahada bitki örtüsü kaldırılmış, çıplak araziler de mevcuttur. Sert yapraklı bitkiler dik yamaçlarda ve kayalık yerlerde kalmıştır. 350 m.den yukarıdaki seviyelerde "Yapraklı Orman Zonları" yer almakta olup, sahada bu zon, yerleşim yerlerinde kaldırılmış, yerine genellikle çay dikilmiştir. Buna rağmen yer yer Kestane, Meşe, Kızıllağaç, Hurma, İhlamur, Kumar gibi ağaç türlerine de rastlanılmıştır.

2.6. Akarsular

Çalışma sahasında irili-ufaklı genellikle GD-KB ve yer yer de G-K doğrultulu birçok akarsu yer alır. En büyük akarsular çalışma sahasının doğu ve batı sınırında yer alır. Bunlar Sabuncular, Şahinler, Aşıklar, Melyat ve Hemsin dereleridir. Saha içerisinde küçük dereler: Zancal, Küçükkan, Kesmetaş, Kanlı, Değirmen, Çerkez, Radar, Gala, Kalecik, Sivrikale ve Hunar olup, aralarındaki mesafe 0.2 ile 1.5 km. arasındadır. Bu dereler düzensiz rejime sahiptir. Yaz aylarında suları oldukça azalmasına karşın kış mevsiminde suları kabarıktır.

Bu büyük ve küçük dereler arasında adsız birçok akarsu mevcuttur.

BÖLÜM 3

GENEL JEOLOJİ

3.1. Giriş

Bu bölümde; önce, çalışma sahasında günümüze kadar yapılmış olan belli başlı jeolojik çalışmalardan kısaca bahsedilmiştir. Sonra çalışma sahasındaki birimler stratigrafik ve petrografik olarak incelenerek özellikleri ortaya konmuştur. Ayrıca birimlerin yapısal özellikleri araştırılarak yöredeki kayalarda deformasyonu oluşturan basınç kuvvetleri saptanmıştır.

3.2. Önceki Çalışmalar

Çalışma sahasını içerisine alan ilk jeolojik çalışmaların çoğunluğu metalik maden aramalarına yönelik olup, zaman zaman da petrol sızıntıları nedeniyle bu bölgede petrol arama amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Değişik amaçlar taşıyan bu çalışmaların başlıcaları; Taşman (1948), Kıraner (1956), Kawada ve Engin (1972), Can (1974), Özsayar (1977), Önalp ve Tarhan (1987), Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Taşman, C.E. (1948) Çayeli ve güneyinde yaptığı araştırmalarda, aglomeraların Pliyosen, çakıltaşları, kumtaşları ve marnların Üst Miyosen, kumtaşları, kumlu marnlar, gri marnlar ve şeyllerin ise Miyosen yaşlı olduklarını, petrol sızıntısının ise deniz altındaki bir yapıdan geldiğini belirtmektedir.

Kıraner, F. (1956) Çayeli yöresindeki çalışmasında, bölgede 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapmış ve Çayeli güneyinde bir dom yapısı saptamıştır. Kretase üzerine Miyosen yaşlı birimlerin diskordansla geldiğini ve bu birimlerin de

üzerine Pliyosen yaşlı kumtaşı ve çakıldaşlarının yer aldığı-
nı vurgulamıştır.

KAWADA ve ENGIN (1972) Çayeli bölgesindeki çalışmaları-
rında, bölgedeki volkanitleri alt dasitik seri ve üst bazik
seri olarak iki bölüm halinde incelemişlerdir. Tersiyer yaş-
lı birimler olarak lav-tüf-aglomera ile tortul birimler
ayrılmıştır. Üst Kretase volkanitlerinin granitik kayaç-
lar tarafından kesildiğini belirtmişlerdir.

CAN, M. (1974) Artvin F₄₅-C₄ paftasında yaptığı çalışma-
da, bölgedeki birimleri alt bazik, alt dasitik, üst bazik ve
üst dasitik olmak üzere dört seriye ayırmıştır. Kretase yaş-
lı volkanitlerden başka Tersiyer yaşlı granit, kuvars por-
fir, diyorit ile genç volkanit serileri de saptamıştır.

ÖZSAYAR, T. (1977) Pazar yöresinin jeolojisini ve stra-
tigrafisini, topladığı fosillerle saptamamış, çalıştığı sa-
hanın paleocografyasını belirlemiştir.

ÖNALP, A. ve TARHAN, F. (1987) Yörede Üst Kretase yaşlı
volkano-tortul seriden bahsettikleri ve bu serinin diğer yö-
relerde olduğu gibi lav-tüf, aglomeralar ile bunlar arasında
yeralan kırmızı ve bej renkli kireçtaşları, marn, kumtaşı
ara katkılarından ibaret olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar
Gündoğdu nahiyesinin doğusunda karayolu şevlerinde, Çayeli
ve Pazar ilçesinin güneyinde yüzlek verir.

Yörede volkano-tortul seriyi, Rize-Pazar dolaylarında
Eosen yaşlı andezit, dasit ve bunların tüflerinden, porfir-
lerden oluşmuş diğer bir volkano-tortul seri üstler. Bu seri
içinde de konglomera, kumtaşı, kil, marn ve kireçtaşlarından
oluşmuş fliş fasiyesinde, ara katkıları izlenmiştir.

Yörede daha genç oluşukları Çayeli-Pazar ve Ardeşen
sahil kesiminde görülen Pliyosen yaşlı sığ deniz, göl ya da
lagüner ortamda depolanmış konglomera, kumtaşı, kil ardalan-
ması şeklindeki tortular oluşturmaktadır. Zayıf derecede
cimentolanmış olan bu tortular yer yer yanal geçiş gösterir-
ler.

Yörenin en genç tortularını deniz ve akarsu taraçaları
ile alüvyon ve yamaç molozları oluşturur. Deniz taraçaları
özellikle Pazar yöresinde, Pliyosen tortuları ile birlikte
görölmektedir. Tek bir seviyede gözlenen deniz taraçaları

Fındıklı'dan sonra görülmezler (Erguvanlı-Tarhan, 1982). Alüvyonlar, dere yatakları ve bunların deltalarında izlenir. Sahilde ise plaj kumlarının yer aldıklarını saptamışlardır.

KORKMAZ, S. ve GEDİK, A. (1988) Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında kalan yaklaşık 850 km².lik bir alanın 1/25000 ölçekli jeoloji haritası ile 1/10000 ölçekli kompilasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Birimler ilk defa litostratigrafi esasına göre formasyon ölçeğinde ayırtlanmış paleontolojik verilerden de yararlanılarak 7 formasyon adlandırılmıştır.

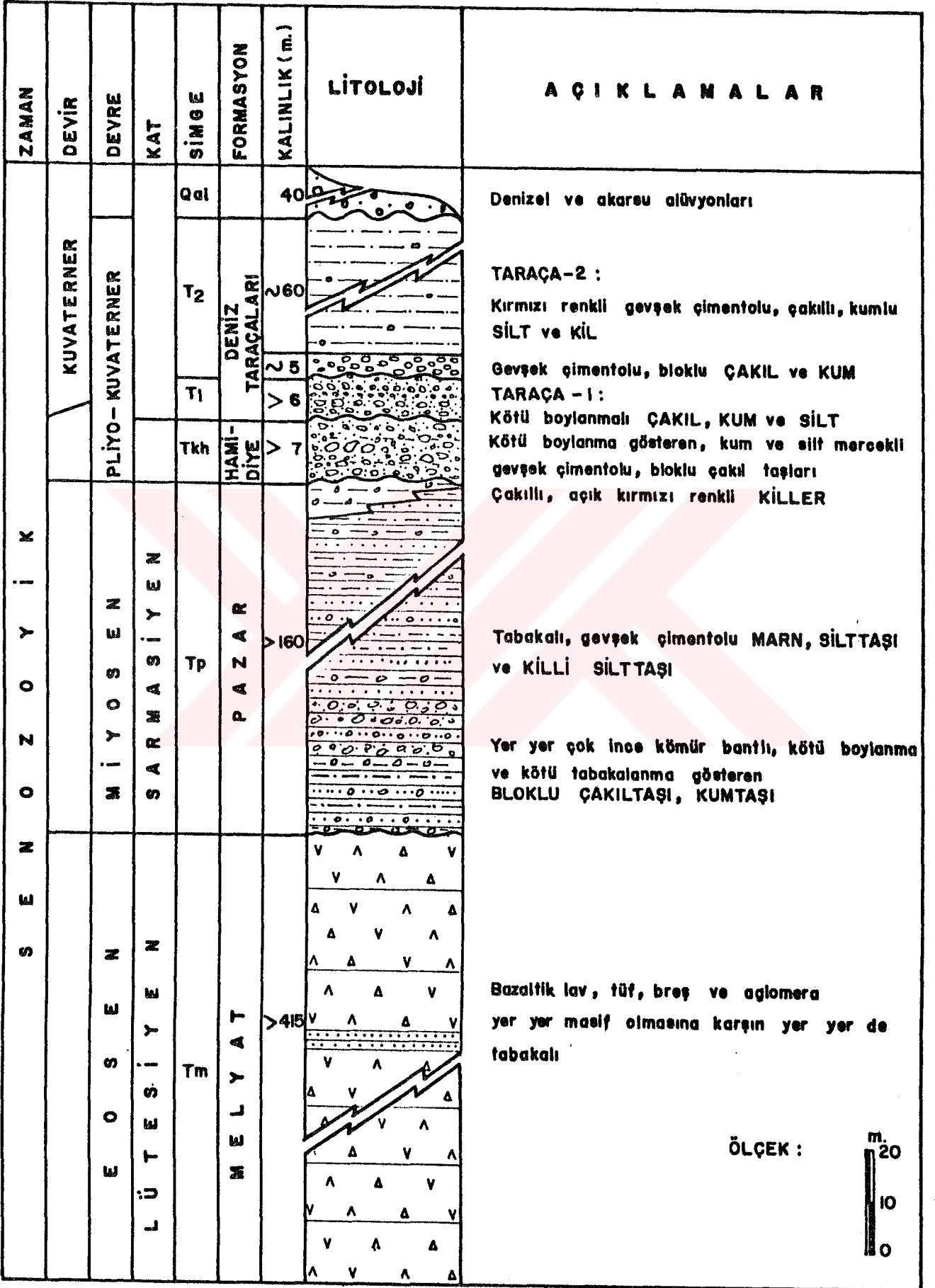
Yazarlar çalışma sahasında; kumtaşı, marn ve kırmızı kireçtaşı arakatkıları içeren andazit, bazalt, dasit lav ve piroklastlarından oluşan üst Kretase yaşlı Hemşindere Formasyonunu en yaşlı formasyon olarak tesbit etmişlerdir. Bölgesel olarak geniş bir yayılım gösteren bu formasyon yer yer bazik ve asitik intruzifler tarafından kesilmiş olduğunu saptamışlardır.

Hemşindere Formasyonu üzerine uyumlu olarak marn, kiltası ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan üst Kretase-Paleosen yaşlı Rize Formasyonu geldiğini, bu formasyonun üzerinde hafif bir uyumsuzlukla Alt-Orta Eosen yaşlı kumtaşı, marn ardalanmasından oluşan, Kaplıca Formasyonunun oturduğunu, bu formasyonun da üzerine uyumlu olarak andezitik-bazaltik lav, tuf ve aglomeralardan oluşan Melyat Formasyonun geldiğini, bu formasyonun da üzerine fosilli kumtaşı ve marn ile çakiltası, kil ve kumlardan oluşan Miyosen yaşlı Pazar Formasyonunun yereldiğini, bu formasyonun alttaki bütün birimleri açısız uyumsuzlukla üstlediğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, Pliyo-Kuvaterner(?) yaşlı Hamidiye Formasyonunun ise kum ve çakıl taşlarından meydana geldiğini, en genç çökeller olarak da Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonları saptamışlardır.

3.3. Stratigrafi ve Petrografi

Çalışma sahasındaki Litostratigrafi birimleri yaşlıdan gence doğru sıralanırlar (Şekil 3.1).

Çalışma sahasında ayırt edilen birimlerin formasyon ölçeğinde adlandırılmasında KORKMAZ ve GEDİK (1988) tarafından yayınlanan makale esas alınmıştır.



ÖLÇEK :



Şekil 3.1 : Çalışma sahasının genelleştirilmiş dikme kesiti

3.3.1. Melyat Formasyonu (Tm)

Tanımı ve Dağılımı: Formasyon, çalışma sahasında en altta izlenir.

İnceleme sahasında hakim olan bu formasyon, sahil şeridi boyunca ve Yenipazar mahallesinin güneyinde Büyüktaşhan Küçüktaşhan, Taşhane, Küçüktaş, Kesmetaş, Katilya, Meydan, Kemer, Avcılar, örnek, Merdivenli, Balıkçı, Hisarlı, Sivrikale, Yeşerti, Miyliva, İkiztepe, Kukulak mahallelerinde yüzeylemektedir (Ek 3.1). Formasyon, çok tipik olarak önceki çalışmacılar olan KORKMAZ ve GEDİK (1988) tarafından Melyat dere boyunca gözlemlendiği için "Melyat Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Bu adlandırma aynen kabul edilmiştir.

Litolojisi : Formasyon, genelde masif ve yer yer de tabakalanma gösteren bazaltik lav, tüf, breş ve aglomeralardan oluşur (Foto 3.1).

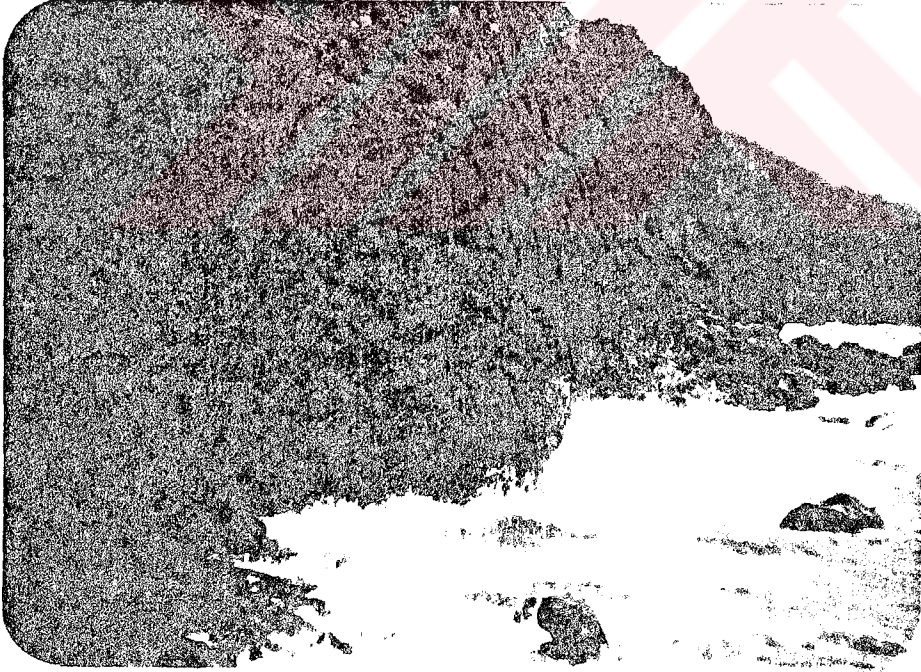


Foto 3.1: Melyat Formasyonundan bir görünüş (Hisarlı Mahallesine ayrılan yolun altında deniz kenarı)

Formasyon içerisinde boyutları birkaç mm.den 1 m.ye kadar değişen volkanik kökenli piroklastlar (kül, lapilli, blok) yer almaktadır (Foto 3.2).

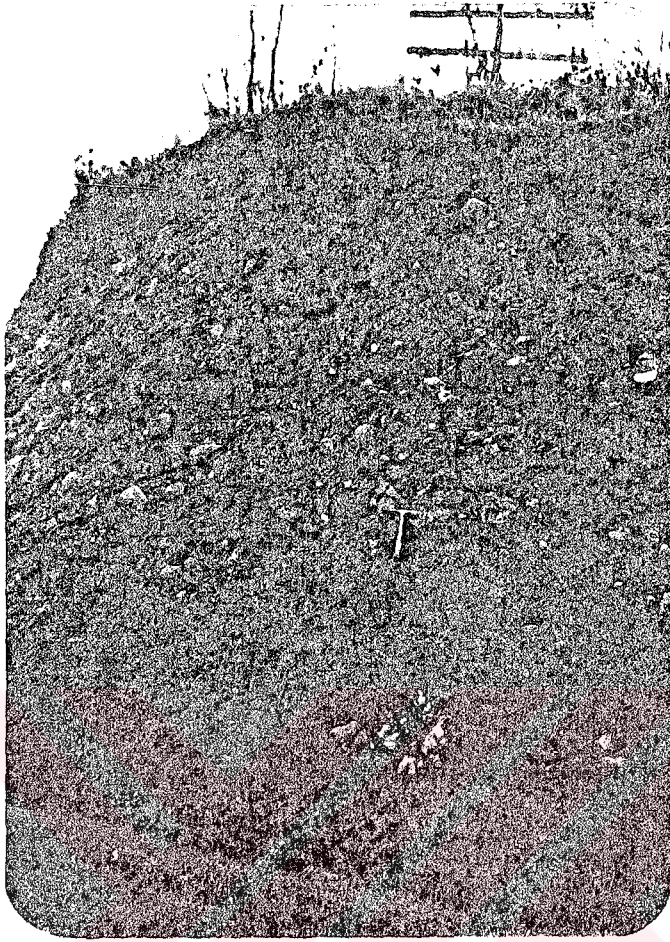


Foto 3.2: Melyat Formasyonunun volkanik piroklastlardan (breş ve aglomera) bir görünüş (Kukulak Mahallesi'ne ayrılan stabilize yolun şevinde)

Formasyon tüf ve lav kısımlarında çıplak gözle öz şekilli iri piroksen kristalleri ve boşluklarda yer yer zeolit kristalleri izlenir. Renk, ayrışma göstermeyen kısımlarda koyu gri-yeşil olup, ayrışmış kısımlarda ise yer yer kırmızımsı, yer yer de açık kahverengimsidir.

Çalışma sahasında Melyat Formasyonunun değişik yerlerinden alınan 7 kayaç örneğinden petrografik analiz için ince kesit yapılmıştır (A_1 , A_2 , A_4 , A_{10} , A_{11} , A_{12} , A_{14} no'lu, Ek 3.2). İnce kesitlerin mikroskopik incelenmesi sonucu, bazıları (A_2 , A_4 ve A_{11}) boşluklu -mikrolitik - porfirik ve boşluklu porfirik entersertal-entergranüler doku gösterdikleri görülmüştür (Foto 3.3)

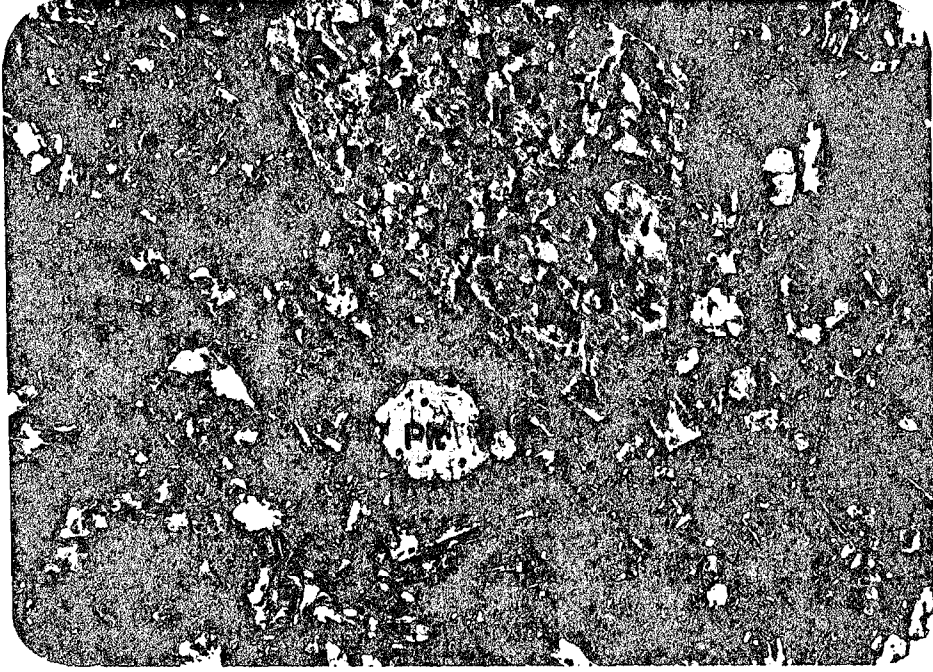


Foto 3.3 : Melyat Formasyonu bazaltlarının ince kesiti (örnek A₂) Pir : Piroksen

Digerleri (A₁, A₁₀, A₁₂, A₁₄) tuf özelliği göstermektedirler. A₂, A₆ ve A₁₁ no'lu örneklerinde feno ve mikro kristal olarak olivin, piroksen (ojit), plajiyoklaz ve opak mineraller izlenir. Olivinlerin serpantinleşmesi yanında piroksenlerin kloritleştiği anlaşılmıştır. Plajiyoklazların ise zeolitleştiği, kalsitleştiği, albitleştiği ve yer yer de silisleştiği görülür (Foto 3.4).

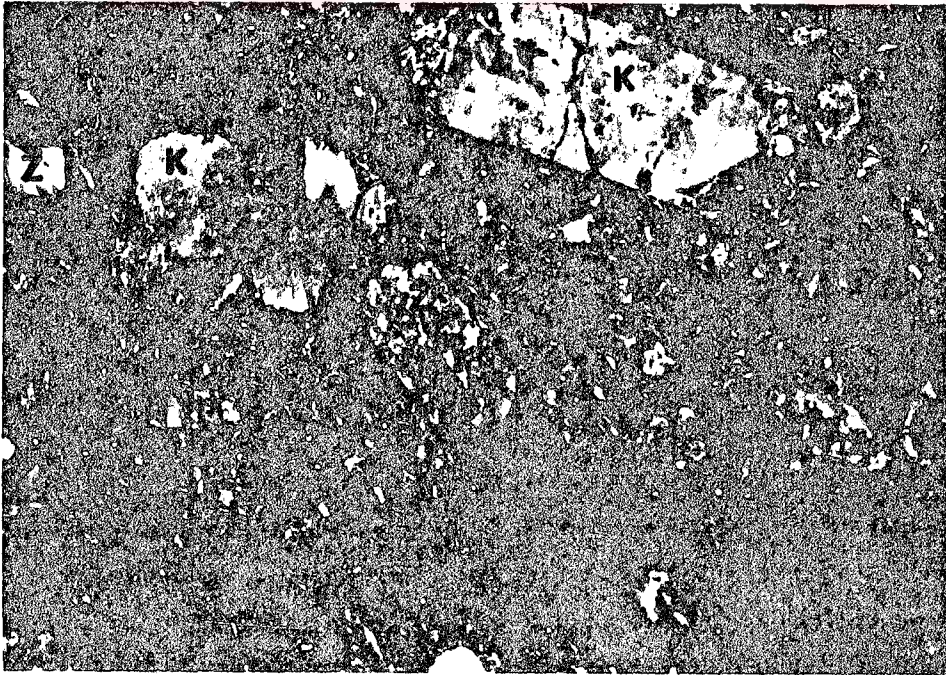


Foto 3.4 : Melyat Formasyonu bazaltlarının ince kesiti (örnek A₆) K : Kalsit, Z : Zeolit

Kayaçların boşluklarını zeolit, kalsit, klorit doldurur
(Foto 3.5).

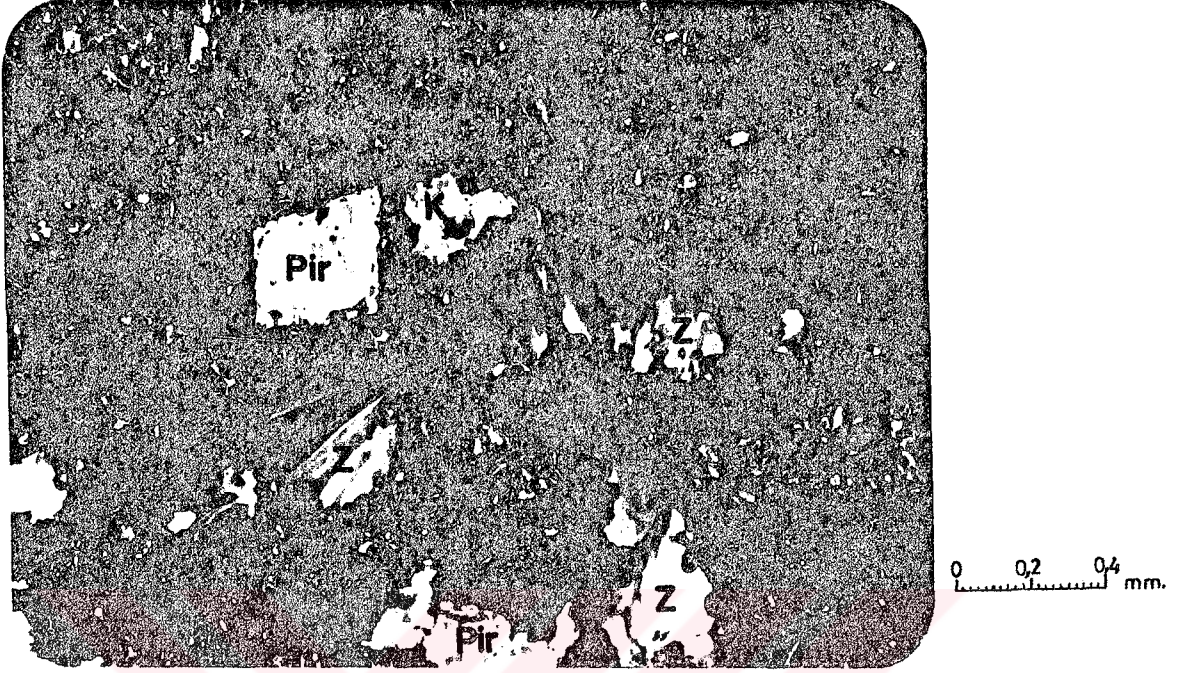


Foto 3.5 : Melyat Formasyonu bazaltlarının ince kesiti
(örnek A₆) Pir: Piroksen Z: Zeolit, K:Kalsit

Bu mineraller tek tek izlenebildiği gibi beraber de iz-
lenirler. (Foto 3.6).

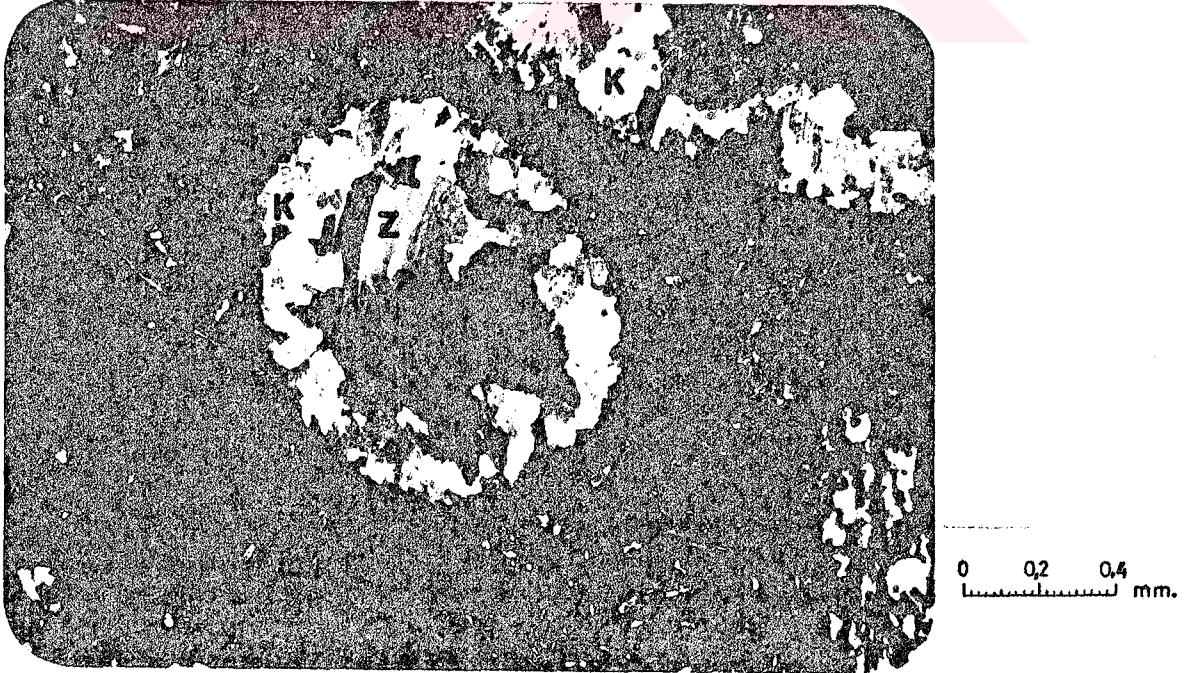


Foto 3.6 : Melyat Formasyonu Bazaltlarının ince kesiti
(örnek A₁₁) K: Kalsit, Z: Zeolit

Boşluklar gelişigüzel ve daireseldir.

Kloritin, bazen plajiyoklaz fenokristallerinin çatlak ve dilinim düzlemleri boyunca yerleştiği de izlenmiştir.

Hamurun ise mikrolit, bol klorit, piroksen kriptokristalleri yanında opak minerallerden meydana geldiği anlaşılmıştır. Tüm bu bulgular ışığındaki kayaların bazalt olabileceği kanısına varılmıştır.

A₁, A₁₀, A₁₂ ve A₁₄ no'lu örnekler üzerinde yapılan mikroskopik incelemelerde kayacın, bol miktarda kayac parçaları ile kristal parçalarından meydana geldiği anlaşılmıştır (Foto 3.7).

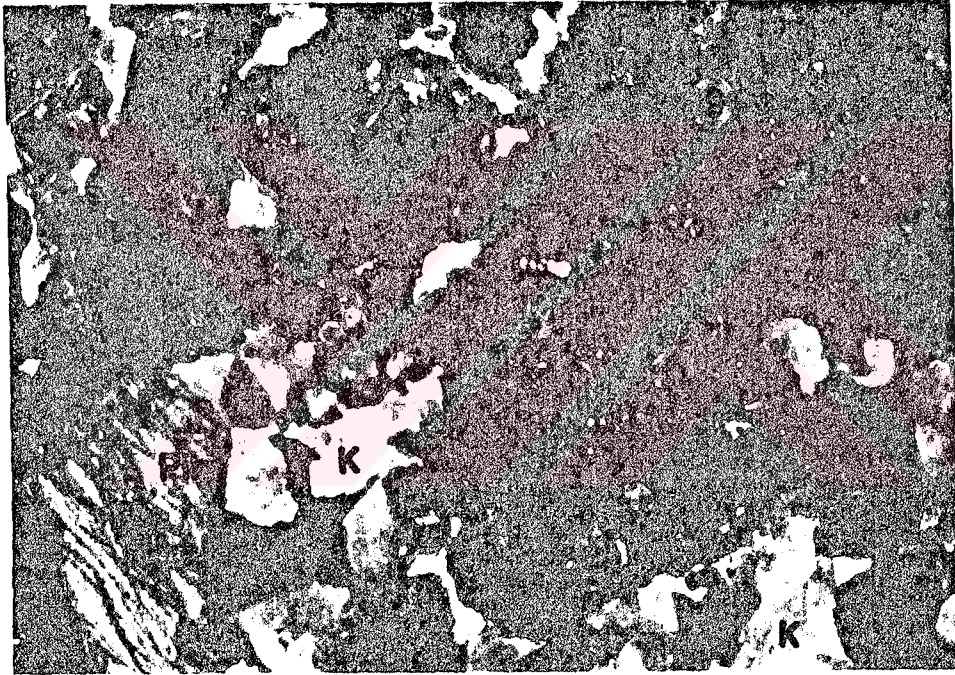


Foto 3.7 : Melyat Formasyonu Litik-kristal tüflerin ince kesiti (örnek A₁₀) K: Kalsit Pir:Piroksen

Kayac parçalarının çoğunluğu hyalo-porfirik dokulu olup, hamuru yer yer sadece kloritten, bazan klorite ilaveten opak mineraller, bazen de mikrolitlerden ibaret olup, bunların karışımından meydana gelen hamurda görülmüştür. Bu hamur içerisinde feno ve mikro piroksen plajiyoklaz ve opak mineraller izlenir. Buradaki piroksen feno ve mikro kristallerinin sferolitler şeklinde ileri derecede kloritleştiği ve yarı opaklaştığı, plajiyoklazların ise zeolitleştiği az da silisleştiği anlaşılmıştır.

Kayaç parçalarının boşluklarında zeolit ve klorit dolgusu görülmüştür.

Ayrıca kayacda feno ve mikro olivin, piroksen ve plajiyoklaz kristal ve kristal parçaları izlenir. Olivin feno ve mikro kristallerinin yer yer kloritleşmiş olduğu gözlenmiştir. Piroksen kristallerinin ise hem kloritleştiği hem de opaklaştığı, az da silisleştiği anlaşılmıştır. Plajiyoklaz kristallerinin ise zeolitleştiği, albitleştiği ve az da silisleştiği izlenmiştir. Bütün bu mineralleri birbirine bağlayan çimento genelde kalsit olup, yer yer klorit veya opak minerallerdir (Foto 3.7). Çimentoda zeolitleşme izlenmiştir. Bu bulgular ışığındaki kayaçlara "litik-kristal tüf" adı verilmiştir.

Korkmaz ve Gedik (1988)'in Melyat Formasyonundan saptadıkları incekesit sonuçları ile bulduğumuz sonuçlar uygunluk gösterir. Ancak farklı olarak olivin kristalleri saptanmıştır.

Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından çalışma sahasında Melyat Formasyonundan alınan örneklerde kimyasal analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 : Melyat Formasyonundan alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları (Korkmaz ve Gedik (1988)'den)

KAYAÇ NO			
Doksit ve/veya Elementler	Kayaç NO:SK-8 Yer:Pazar-Tünel	Kayaç No:SK-9 Yer:Pazar-Kemer M.	Kayaç No: SK-10 Yer:Çayeli-Tünel
Kimyasal Analiz Sonuçları			
CaO	%7.04	%6.43	%7.60
MgO	%4.05	%9.30	%2.95
Na ₂ O	%3.50	%3.07	%3.49
K ₂ O	%1.74	%0.65	%2.25
A.Za	%5.65	%8.92	%2.86
FeO	%2.66	%3.97	%3.19
SiO ₂	%50.4	%43.4	%52.0
Al ₂ O ₃	%17.3	%13.7	%19
TopFe ₂ O ₃	%8.0	%10.4	%6.9
TiO ₂	%0.7	%0.9	%0.7
MnO	%0.2	%0.2	%0.1
P ₂ O ₅	%0.3	%0.2	%0.3
CO ₂	%0.45	%0.58	%0.41
H ₂ O	%0.40	%0.74	%0.42

Cizelge 3.1 de bulunan değerler "Silis bazlı kimyasal sınıflama" için aşağıdaki oranlardan yararlanılmıştır.

1. Asit taşlar : > %66 SiO₂
2. Nötr (intermediate) taşlar : %66.-52 SiO₂
3. Bazik taşlar : %52-45 SiO₂
4. Ultrabazik taşlar : < %45 SiO₂

Buna göre ortalama %48.6 SiO₂ bulunmuş ve sahaya bazik kayaçların hakim olduğu anlaşılmıştır.

Alt, Üst, Yanal Sınırlar ve Kalınlık : Melyat Formasyonunun alt sınırı çalışma sahası içerisinde izlenememiştir. Ancak sahanın batısında yer alan Kaplıca formasyonunun üzerine geçişli ve uyumlu geldiği, güneydeki dokanağının ise tektonik olduğu Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından ortaya konmuştur.

Melyat Formasyonunun üzerine ačısal uyumsuzlukla Sarma-siyen (Miyosen) yaşlı Pazar Formasyonu oturur. Formasyonun kalınlığı en fazla 415 m. olarak saptanmıştır (Ek 3.1, Kesit B-B').

Fosil topluluğu ve yaşı : Formasyonun yaşını doğrudan verebilecek bir faunaya rastlanamamıştır. Ancak Korkmaz ve Gedik (1988) tarafından Alt-Orta Eosen yaşlı Kaplıca Formasyonu ile geçişli ve uyumlu olduğu için aynı yaşta kabul edilmiş ve aynı şekilde benimsenmiştir.

Çökeltme Ortamı : Formasyonun kül boyutundan 1m.'ye kadar varan malzeme ve yer yer lav içermesi volkanizmanın havaya püskürdüğü, yüksek ısılı ve yüksek basınçlı ortamdaki hızlı enerji değişimlerinin bir sonucu olduğunu göstermektedir. Yer yer masif, yer yer de tabakalanma gösteren bu volkanik piroklastik kayaçların muhtemelen yoğun volkanik faaliyetlerin egemen olduğu denizel bir ortamda gelişmiştir.

3.3.2. Pazar Formasyonu (Tp)

Tanımlı ve Dağılımlı : Pazar Formasyonu, çalışma sahasında, Melyat Formasyonunun üzerine uyumsuzlukla gelir.

Çayeli'nin hemen güneyinde ve güneydoğusunda yer alan Ayazlı ve Sabuncular mahallesinde ve Yenipazar mahallesinin kuzeybatısında, Pazar ilçesinin de hemen güneyinde, Soğuksu mahallesini içine alacak şekilde yüzeylenir. Ayrıca yer yer çok az kalınlıklarda ve yayılımda dağınık olarak 110 m.'den

fazla yükseltilerde yer alır. Formasyon en güzel Pazar do-
laylarında yüzeleendiğinden Korkmaz ve Gedik (1988) yaptık-
ları çalışmada "Pazar Formasyonu" olarak adlandırmışlar ve
bu adlandırma aynen alınmıştır.

Litolojisi : Formasyon tabanda yer yer kötü boylanma ve
kötü tabakalanma gösteren bloklu çakıltası, kumtaşı, üste
dogru ince tabakalı, gevşek çimentolu marn, siltaşı ve kil-
li siltaşı ile en üstte yer yer yanıl geçiş özelliği göste-
ren kırmızı renkli çakıllı kil seviyesi ile son bulur (Foto
3.8).

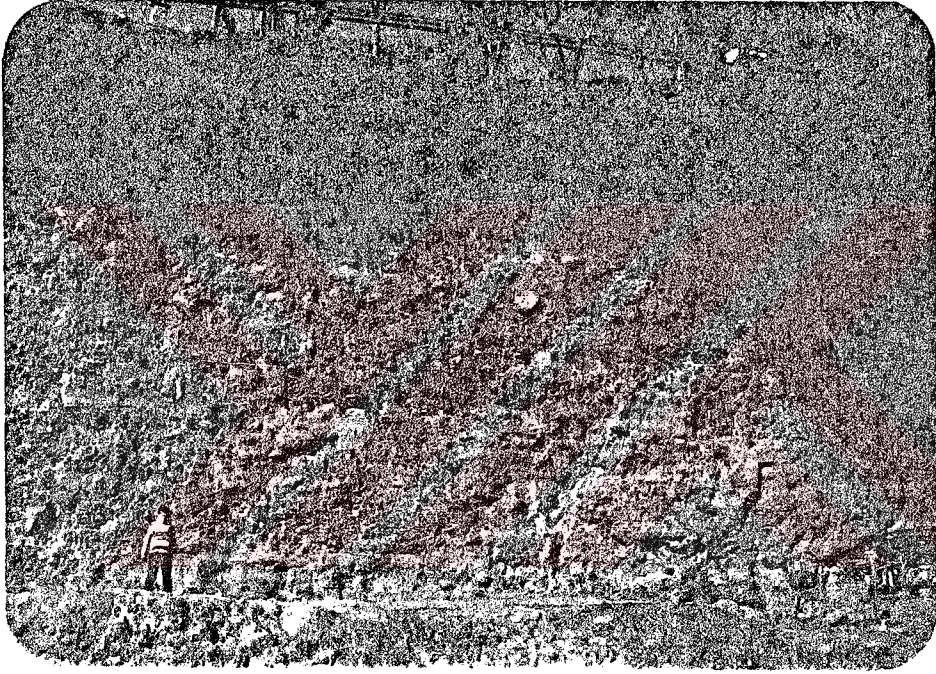


Foto 3.8 : Pazar Formasyonu tabanındaki bloklu çakıl-
taşı seviyesinin görünüşü (Çayeli'nde)

Birimin alt ve orta seviyelerinde çok ince bantlı ve
mercek şeklinde kömür seviyeleri izlenmiştir. Çakıl boyutla-
rı 3 mm. ile 25 cm. arasında değişmektedir. Yer yer 1 m.'ye
varan büyük boyutlu bloklar görülür.

Çakılların kökeni ise genelde volkanik olup, Melyat
Formasyonundan türemişlerdir. Bazan derin kökenli kayalar-
dan granit çakıllarına da rastlanmaktadır. Bunlar güneydeki
plütonik kayalardan türemişlerdir.

Kırmızı renk gösteren çakıllı killerde yine volkanik
kökenli malzemenin taşınmasıyla oluşmuşlardır.

Formasyonun çalışma sahasının dışında kalan (özellikle Yukarı Bulup dere ile Aydın mahallesinin batısı, ana yol kenarı) kumlu ve marnlı düzeyleri bol olarak makro ve mikro fauna içermektedir.

Alt, Üst, Yanal Sınırlar ve Kalınlık : Pazar Formasyonu açısal uyumsuzlukla Melyat Formasyonunun üzerine oturur. Birimi yersel olarak Hamidiye Formasyonu uyumsuzlukla üstler.

Pazar Formasyonu düşey ve yanal yönde litolojik değişimler gösterir. özellikle açık gri renkli marn ve kumlu siltaşları yanal yönde, üstte doğru kırmızımsı renkli çakıllı killere geçmektedir. Birçok yerde üstteki kırmızımsı renkli çakıllı killer doğrudan Melyat Formasyonu üzerine gelmektedir.

Formasyonun kalınlığı, yaklaşık en fazla 160 m. olarak ölçülmüştür (Ek 3.1, Kesit A-A').

Fosil Topluluğu ve Yaş : Çalışma sahasında gerek makro ve gerekse mikro çalışmalar sonucu formasyonun doğrudan yaşını verebilecek bir faunaya rastlanmamıştır. Formasyonun çeşitli yerlerinden alınan örneklerin bazılarında fosil izlerine ve organik kalıntılara rastlanılmasına rağmen bunlardan herhangi bir yaş tayini yapılamamıştır.

Pazar'ın daha güneyinde Formasyon içindeki makro ve mikro Faunanın ayrıntılı olarak incelenmesi ÖZSAYAR, T. (1977, 1980, 1983, 1984), tarafından yapılmış olup, birime Sarmasiyen yaşı verilmiştir. Formasyonun içindeki marnlı düzeylerden derlenen örneklerin paleontolojik incelenmesinde aşağıdaki fosil toplulukları tayin edilmiştir.

Ervilia cf. *triganula* Sokolov,

Mohrensternia cf. *inflata* (Hörnes),

Cardium sp.,

Gibbula,

Gastropoda,

Lamellibranch,

(Tayin : A. Inal, 1985),

Delphinus sp. (cetacea, balinagillerden),

(Tayin : G.G. Saraç, 1985),

Bu tayinlere dayanılarak Pazar Formasyonuna "Sarmasiyen" yaşı verilmiştir.

Korkmaz ve Gedik (1988), tarafından gerçekleştirilen araştırmada da Formasyon daha geniş kapsamlı çalışılmıştır. Formasyonun kömürlü düzeylerinden alınan kömür örneklerinin palinolojik tayinleri yapılarak formasyonun yaşı yine "Sarmasiyen" olarak saptanmıştır.

Palinolojik tayinlerde tanımlanan spor ve polenlerin önemlileri şunlardır:

- Inaporturopollenites dubius (R.Pot.) pf., Th.
 - Pityosporites microalatus (R.Pot.) pf., Th.
 - Triatriopollenites bituitus (R.Pot.) pf. Th.
 - Triatriopollenites myricoides Kremp.
 - Triatriopollenites coryphaeus (R.Pot.) pf.
 - Subtriporopollenites simplex (R.Pot.) pf. Th.
 - Tricolpopollenites retiformis (pf.,Th.)
 - Tricolpopollenites microhonrici (R.Pot.) pf.
 - Tricolpopollenites liblarensis Thomp.
 - Tricolpopollenites villensis Thomp.
 - Tricolpopollenites cingulum (R.Pot.) pf., Th.
 - Tricolpopollenites megaexactus (R.Pot.)
 - Tricolpopollenites pseudocingulum (R.Pot.) pf., Th.
 - Tricolpopollenites margaritatus (R.Pot.) pf.
- (Tayin : N. Gülgör, 1986)

Çökeltme Ortamı : Pazar Formasyonu, litolojik ve paleontolojik özelliklerden dolayı gittikçe sığlaşan denizel bir kıyı ortamında çökelmiştir. özellikle formasyonun üst düzeylerinde gözlenen yanal ve düşey yöndeki litolojik değişimler birimin üste doğru flüvyal özellikteki çökellere geçtiğini ve Sarmasiyen (Miyosen) sonunda tamamen karasal bir ortama dönüştüğünü göstermektedir.

3.3.3. Hamidiye Formasyonu (Tkh)

Tanımlı ve Dağılılımlı : Hamidiye formasyonu, çalışma sahasında, Pazar formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelir. Çalışma sahası içerisinde Pazar, Hemşin derenin doğusunda ve Çayeli, Sabuncular deresinin doğusunda olmak üzere iki yerde yüzeyleir. Birim en güzel Hamidiye köyü civarında görüldüğü için KORKMAZ ve GEDİK (1988) tarafından "Hamidiye Formasyonu" olarak adlandırılmıştır ve bu adlandırma tarafımızdan da benimsenmiştir.

Litoloji : Formasyon, kötü boylanma gösteren kum ve kil mercekleri içeren, gevşek cimentolu, bloklu çakıl taşlarından oluşur (Foto 3.9). Çakıl boyutları bir cm.'den 45 cm.'ye kadar değişmektedir.

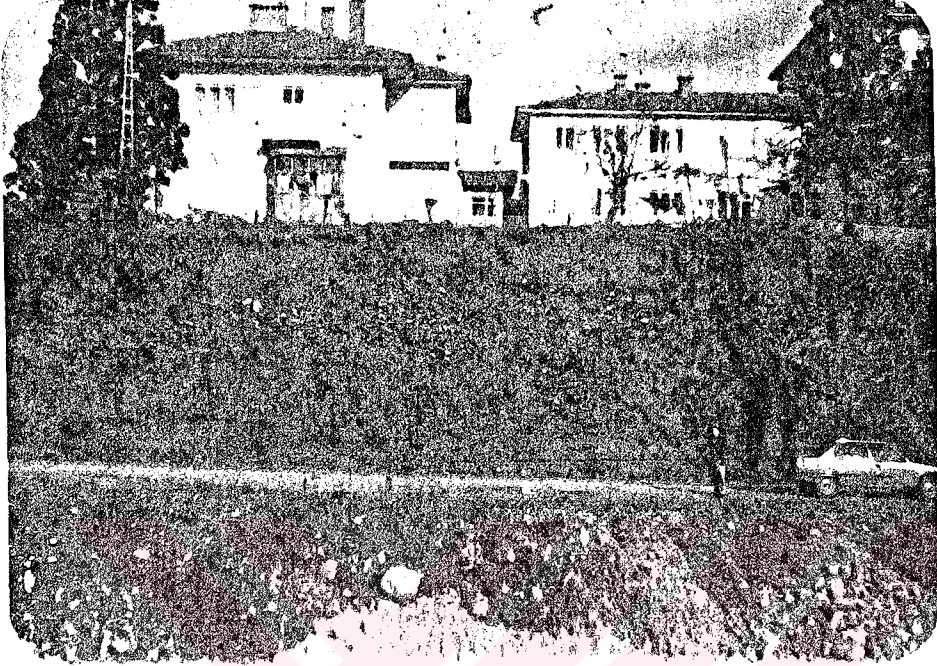


Foto 3.9 : Hamidiye Formasyonunun görünüşü (Pazar'dan Hemsin'e ayrılan yol çevinde)

Alt, Üst, Yanal Sınırlar ve Kalınlık : Hamidiye formasyonunun alt sınırı Sarmasiyen yaşlı Pazar formasyonu ile uyumsuzdur. Formasyonu taraçalar uyumsuzlukla üstler. Formasyonun görünüm kalınlığı en fazla 7 m. ölçülmüş olup, daha da fazla olduğu sanılmaktadır.

Fosil Topluluğu ve Yaş : Formasyonun yaşını doğrudan verebilecek bir faunaya rastlanmamıştır. Sadece bazı organik kalıntılara rastlanılmıştır (Çayeli-Sabuncular derenin kuzeydoğusundaki mostrada).

Birim Sarmasiyen yaşlı Pazar Formasyonunu uyumsuzlukla üstlendiği için Pliyo-Kuvaterner (?) yaşında olduğu kabul edilmiştir. Buradaki kabulde, Korkmaz ve Gedik (1988), yaptıkları yayın esas alınmıştır.

Çökeltme Ortamı : Formasyonda herhangi bir faunaya rastlanmaması yanısıra litolojik özelliklerinden dolayı birinin karasal bir ortamda (daha ziyade delta ortamında) geliştiği düşünülmüştür.

3.3.4. Deniz Taraçaları

Çalışma sahası içerisinde, daha önceki çalışmalara ila-
veten iki seviyede taraça gözlenmiş bunlar haritalanmıştır
(Ek 3.1).

3.3.4.1. Taraça-1

Tanım ve Dağılımı : Çalışma sahasında Pazar ilçesinin
güneyinde, Kukulak, Yeşerti ve Sivrikale mahallelerinin ku-
zeyinde 80 m. ile 110 m. yükseltileri arasında yer alır.

Litoloji : Taraça-1 kötü istiflenme gösteren gevşek çı-
mentolu, bloklu, çakıl, kum, siltli kum ve çok az killerden
oluşur (Foto 3.10).

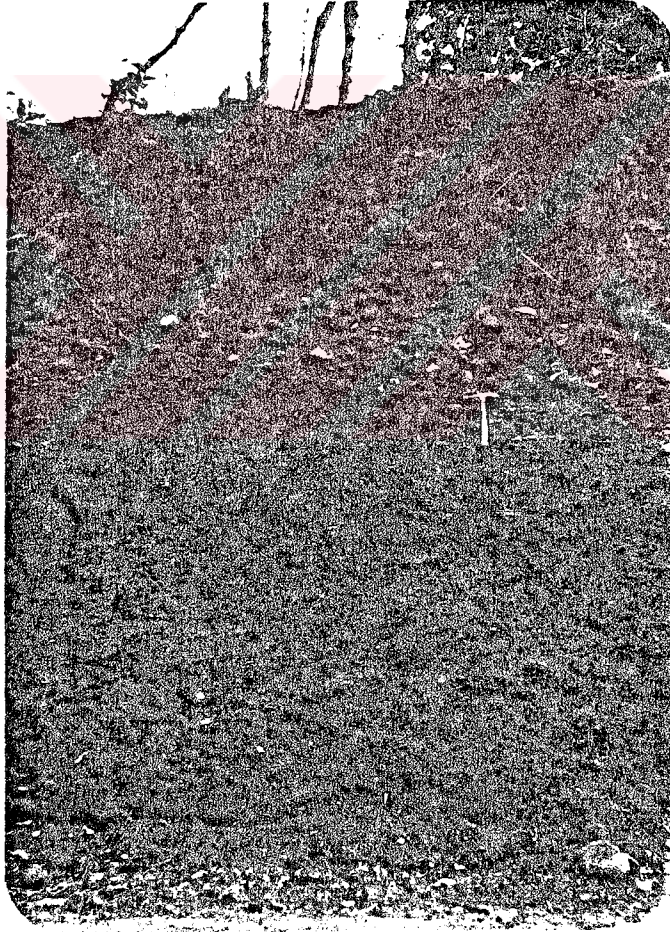


Foto 3.10: Taraça -1'den bir görünüş (Pazar'ın güneyinde)

Çakıl boyutları 1cm.'den 25 cm.'ye kadar değişmektedir.
Çakılların cinsi ise; bazalt, dasit ve granittir. Çakıllar
genelde yatay konumludur.

Alt, Üst, Yanal Sınırlar ve Kalınlık : Taraca-1 çalışma sahasında melyat ve Fazar Formasyonları üzerine uyumsuzlukla gelir. Bu birimin görünür kalınlığı 6 m. olarak ölçülmüştür.

Fosil Topluluğu ve Yaş : Taraca - 1'in yaşını doğrudan verebilecek bir faunaya rastlanmamıştır. Ancak litolojik özellikler ve konum gözönüne alınarak Kuvaterner yaşında olabileceği kanısına varılmıştır (konu üzerinde ÖZSAYAR,T. görüş birliği sağlanmıştır).

Çökeltme Ortamı : Herhangi bir faunaya rastlanılmaması ve malzemenin kaba kırıntılardan meydana gelişi çok sığ kıyı ortamında çökeldiğini ortaya koymuştur.

3.3.4.2. Taraca - 2

Çalışma sahasında sahil boyunca deniz seviyesinden 9 m. yükseklikte, devlet karayoluna paralel olarak izlenir.

Litoloji : Taraca - 2 tabanda kalınlığı yaklaşık 2 m. ile 5 m. olan, gevşek çimentolu ve kötü boyanmalı, bloklu, kumlu, çakıl seviyesi ile başlar. Üste doğru çakıllı, kumlu silt ve kil seviyesi gelir (Foto 3.11).



Foto 3.11: Taraca-2'den bir görünüş (Hisarlı Mah. Kuzeyi)

Tabandaki çakılların boyutları 1 cm. ile 25 cm. arasında olup, oval ve elips şekillidirler. Birim genelde yatay konumlu olup, yer yer 10°-15° arasında KB'ya eğimlidir. Çakılardan alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde bunların bazalt ve granit oldukları anlaşılmıştır.

Alt, Üst, Yanal Sınırlar ve Kalınlık : Taraça - 2'nin alt sınırı Taraça-1, Melyat ve Pazar Formasyonları üzerine uyumsuzlukla gelir. Birimin görünür maksimum kalınlığı 65 m. olarak ölçülmüştür.

Fosil Topluluğu ve Yaş : Taraça-2'nin yaşını doğrudan verebilecek bir faunaya rastlanmamıştır. Ancak litolojik özellikler ve konum gözönüne alındığında Kuvaterner yaşında olabileceği kanısına varılmıştır.

Cökeltme Ortamı : Taraç-2'de herhangi bir faunaya rastlanılmamıştır. Altta gevşek çimentolu çakıl seviyesi ile bunun üzerine çakıllı kumlu silt-kil seviyesinin gelişi cökeltmenin önce çok sığ bir kıyı ortamında başladığı, sonra göl ortamına geçtiği kanısını doğurmaktadır.

3.3.5. Alüvyonlar

Çalışma sahası içerisinde daha çok büyük dere yatakları ile deniz kıyılarında görülür. Değişik boyutlardan meydana gelen bu alüvyonlar, daha çok çakıl niteliğinde olup, yer yer blok ve iri çakıllar da içerirler.

Sahilden 350 m. güneyde Hemşin deresi üzerinde DİLEK (1979), tarafından yapılan rezistivite ölçümü sonucu, alüvyonun yaklaşık olarak 40 m. kadar bir kalınlığa sahip olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca ölçü noktasının yakınından alınan örneğin elek analizinden malzemenin yarısının blok, diğer yarısının da çakıl ve kum, silt ve killerden meydana geldiğini göstermiştir.

Alüvyonların kaynak kayacı, çalışılan birimler ile güneydeki volkano tortul seri ve bu seriyi kesen intrüziflerdir.

3.4. Yapısal Jeoloji

Kuzeydoğu Pontid Tektonik Birliğinde yer alan çalışma sahasının, bol bitki örtüsü ile kaplı olması yapısal özellikleri gizlemektedir. Yapısal özellikler, yol şevlerinde,

bitki örtüsünün bulunmadığı dik yamaç ve dere yatakları ile deniz kenarlarındaki falezlerde izlenebilmektedir.

Çalışma sahasında büyük ölçekli tektonik hareketler izlenmemiştir. Sahaya kırık ve çatlak tektoniği hakim olup, küçük ölçekli normal fayların varlığı ortaya konmuştur. (Ek 3.3).

3.4.1. Tabakalar

Çalışma sahasında Melyat ve Pazar Formasyonlarında tabakalanma izlenmiştir (Ek 3.1 ve Ek 3.3).

Melyat Formasyonundaki tabakalar KD-GB doğrultulu olup, eğimleri GB'yadır. Doğrultu değerleri ise $K5^{\circ}$ - 35° D arasında, eğimleri ise 10° - 20° arasında GD'yadır. Pazar Formasyonunda tabakalanmalar KD-GB doğrultulu olup, eğimleri GD-KB'yadır. Doğrultu değerleri $K10^{\circ}$ - 85° D arasında, eğimleri ise 10° - 27° GD-KB arasında değişir.

3.4.2. Çatlaklar

Çalışma sahası içerisindeki kayalar göz önüne alındığında değişik orijinli çatlaklar gözlenmiştir. Bunlar jeo-tektonik hareketlere bağlı olanlar ki, bu tür çatlaklar her tür kayada izlenir. Bunlardan başka bazı yerlerde yük kalkması sonucu oluşan topografya yüzeyine paralel çatlaklar görülür. Diğer bir tür suni çatlaklar ise özellikle yol yapımında ve çeşitli amaçlara yönelik yapılan dinamit patlamaları sonucu oluşur.

Çalışma sahasında görülen kayalardaki çatlaklar formasyonu temsil edecek şekilde alınmış ve incelenmiştir (Ek 3.3).

Melyat Formasyonundan alınan çatlak ara uzaklığı (Deere 1963'e göre) ve çatlak açıklığı ölçülerine göre kayac "orta" çatlaklı ve "orta açık" çatlaklı olduğu saptanmıştır. Çatlak ara uzaklıkları 11 cm. ile 300 cm. arasında, çatlak açıklıkları 0.1 mm. ile 8 cm. arasında değiştiği belirlenmiştir. Çatlakların yüzeyde atmosferik etkilerle genişlemiş, derinlere inildikçe açıklıkların daralmakta olduğu arazi gözlemleri sonucu ortaya konmuştur. Çatlakların dolgu türü genellikle kil, kalsit, zeolit yer yer silis ve yer yer de boş oldukları gözlenmiştir. Çatlak yüzeylerinin çoğu pürüzlü ba-

zılarının ise düzgün ve ondülasyonlu (dalgalanmalı) dur.

Melyat formasyonundan alınan 253 çatlak ölçüsünden eşit alanlı projeksiyon ağı yardımıyla kontur diyagramı çizilmiş ve hakim çatlakların doğrultuları $K52^{\circ}B$ (P_1 ve P_1' kutuplarının), $K81^{\circ}D$ (P_2 kutpunun), $K51^{\circ}D$ (P_3 kutpunun) ve $K80^{\circ}D$ (P_4 , - kutpunun) yönünde sırasıyla $87^{\circ}KD-GB$, $80^{\circ}KB-GD$, $69^{\circ}GD$ ve $69^{\circ}GB$ ya eğimli oldukları saptanmıştır (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).

Bölgeye etki eden deformasyon kuvvetinin Melyat Formasyonu için $K66^{\circ}B$ yönünde olduğu görülür (Şekil 3.3).

Ayrıca aynı çatlak ölçülerinden hazırlanan gül diyagramlarında eğim yönünün en çok KD ile GD 'ya olduğu ve eğimlerinin ise en fazla $60^{\circ}-80^{\circ}$ arasında değiştiği anlaşılmıştır (Şekil 3.4).

Pazar Formasyonundan alınan çatlak ara uzaklığı (Deere, 1963'e göre) ve çatlak açıklığı ölçülerine göre kayac "çok seyrek" çatlaklı ve "ince - çok ince" açık çatlaklı olduğu saptanmıştır.

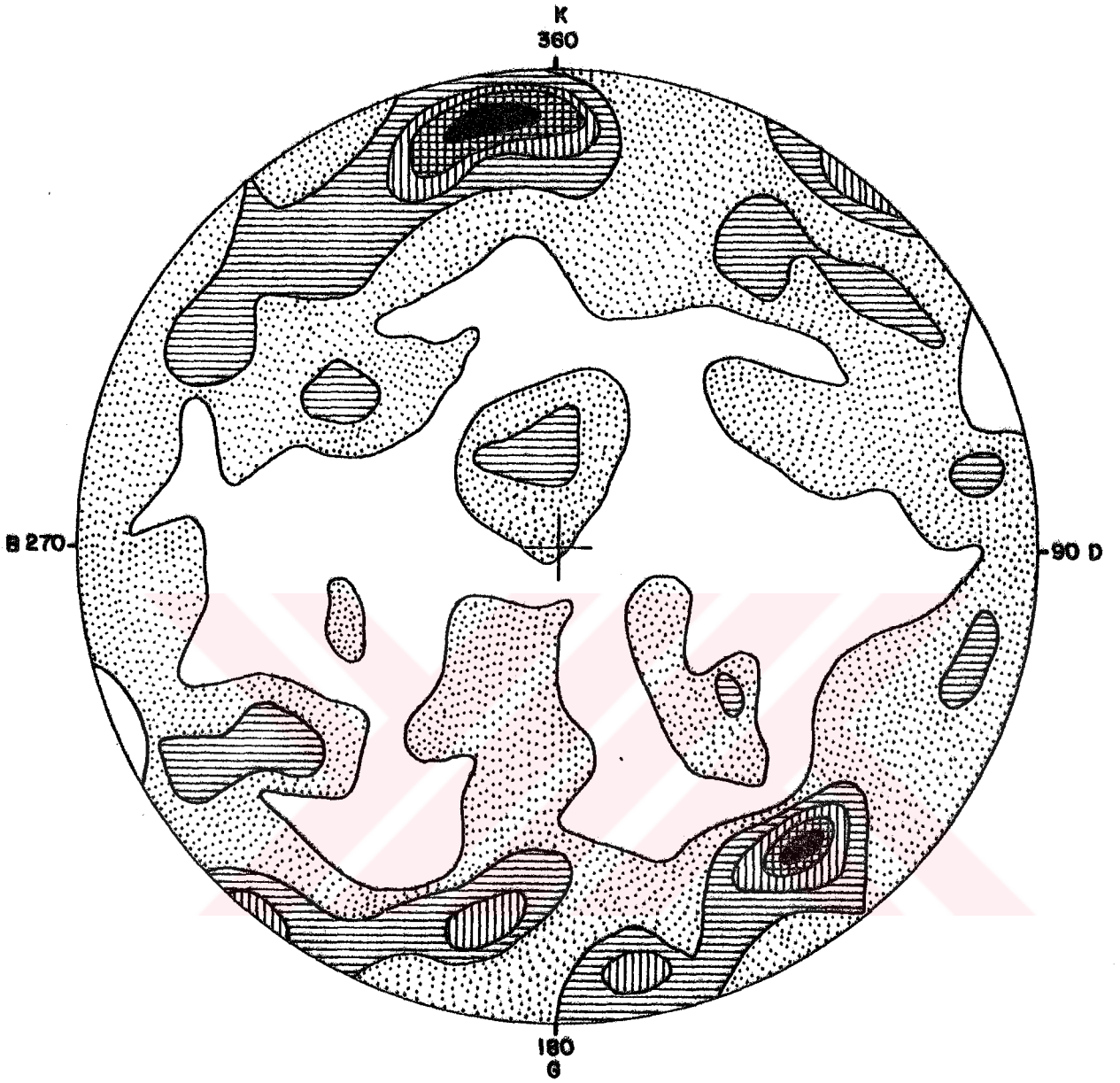
Çatlak ara uzaklıkları 20 cm. ile 300 cm. arasında değiştiği belirlenmiştir. Çatlak açıklıklarının yüzeyden derinlere inildikçe daraldığı arazi gözlemleri sonucu ortaya konmuştur. Çatlaklar genellikle boş olup, yer yer kil ve kalsit dolgulu oldukları gözlenmiştir. Çatlak yüzeylerinin çoğu pürüzlü, bazılarının ise düz ve ondülasyonlu (dalgalanmalı) dır.

Pazar Formasyonundan alınan 50 çatlak ölçüsünden eşit alanlı projeksiyon ağı yardımıyla kontur diyagramı çizilmiş ve hakim çatlak doğrultuları $K56^{\circ}D$, $K80^{\circ}B$ ve $K80^{\circ}D$, eğimlerinin ise sırasıyla $86^{\circ}KB-GD$, $87^{\circ}KD-GB$ ve $80^{\circ}KB-GD$ 'ya olduğu saptanmıştır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).

Bölgeye etki eden deformasyon kuvvetinin Pazar Formasyonu için $K79^{\circ}D$ olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3.6).

Ayrıca aynı çatlak ölçüsünden hazırlanan gül diyagramlarında eğim yönünün en çok KB ' ya olduğu ve eğimlerinin ise en fazla $80^{\circ}-90^{\circ}$ arasında değiştiği anlaşılmıştır (Şekil 3.7).

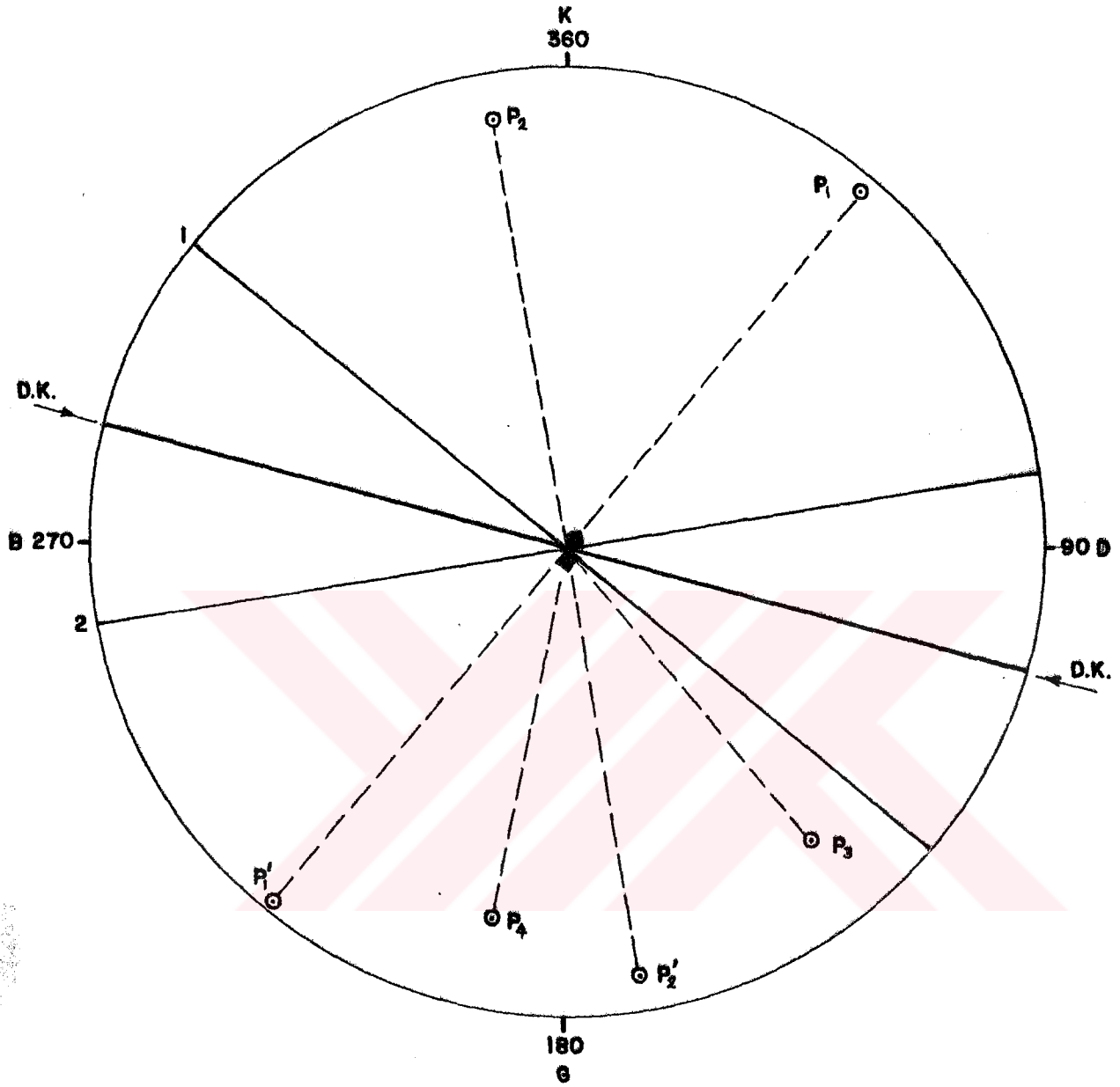
Gerek Melyat ve gerekse Pazar Formasyonlarından elde edilen maksimum basınç kuvvetleri arasında 28° lik bir açı bulunmuştur. Bunun nedenleri kısaca şöyle izah edilebilir;



ALT YARI KÜRE

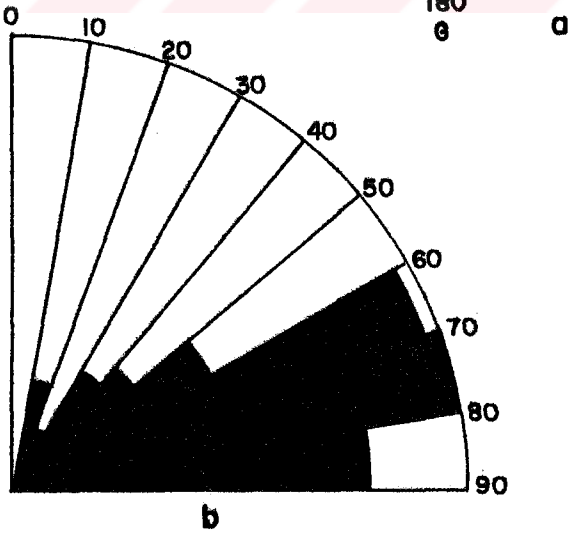
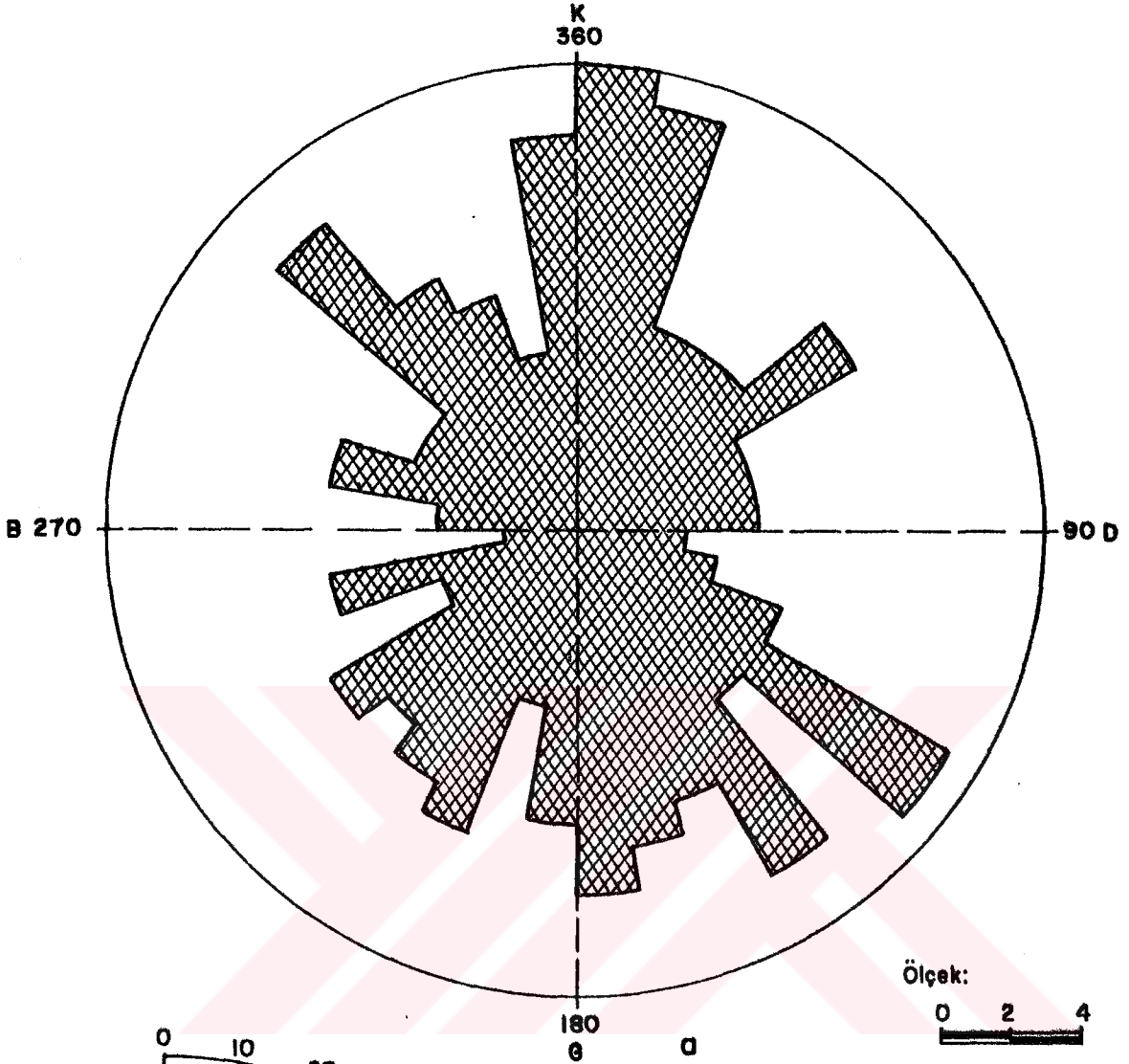
%	> 25	25-20	20-15	15-10	10-5	< 5
İŞARETLER	■	▣	▤	▥	▦	▧

Şekil 3.2 : Melyat formasyonundan alınan 253 çatlak ölçüsünden yararlanarak hazırlanan kontur diyagramı



- ⊙ : Çatlak takımlarına ait kutup noktaları
- 1,2 : Çatlak ana doğrultu yönleri
- D.K. : Deformasyonu oluşturan basınç kuvveti

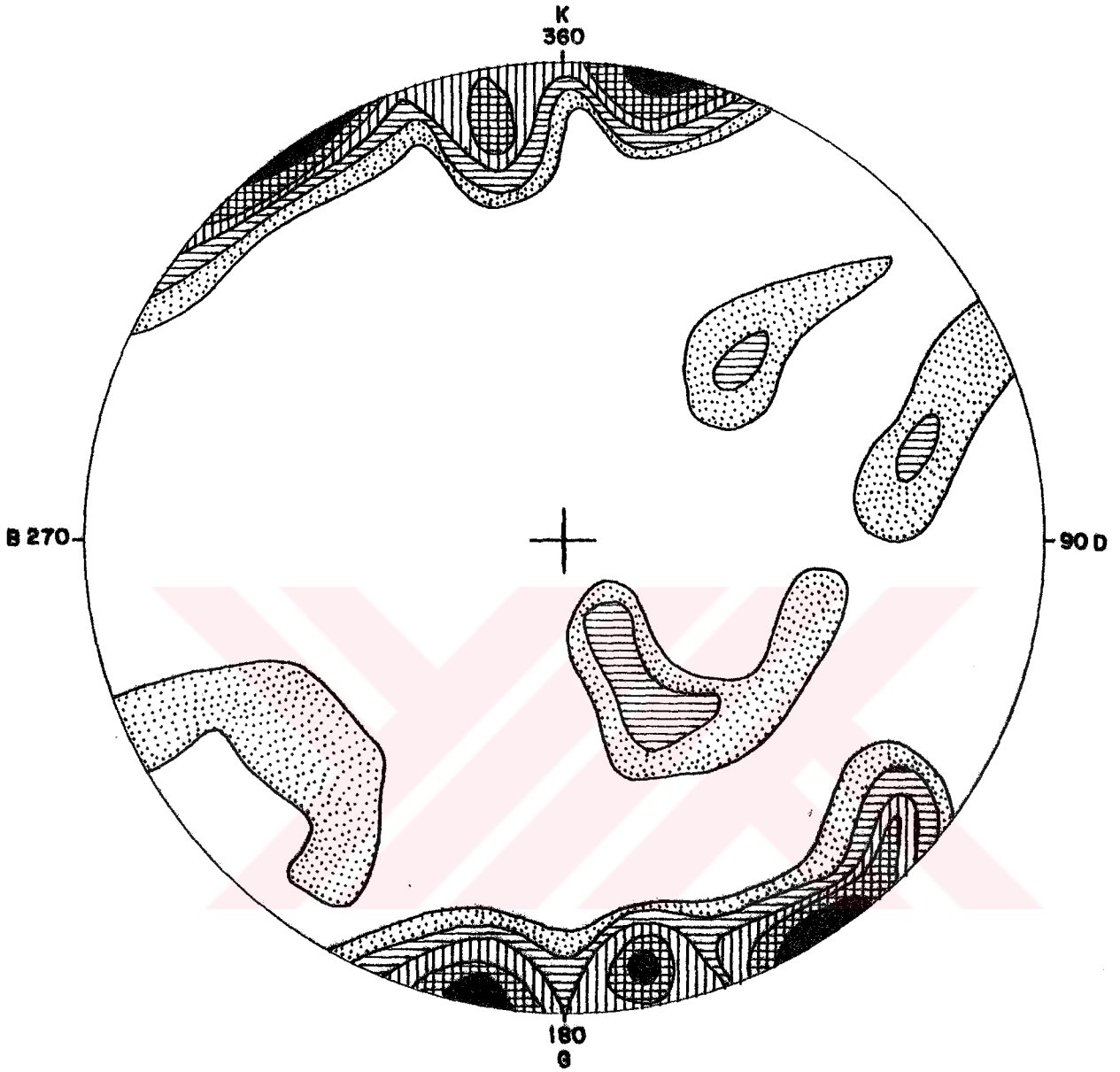
Şekil 3.3 : Melyat formasyonuna ait 253 çatlakın kutup noktalarını birleştiren doğrultularla deformasyonu oluşturan basınç kuvveti arasındaki ilişki.



Şekil 3.4 : Melyat formasyonundan alınan 253 çatlığın eğim yönü ve eğim açısı değerlerinden elde edilen gül diyagramı

a - Eğim yönü açısı gül diyagramı

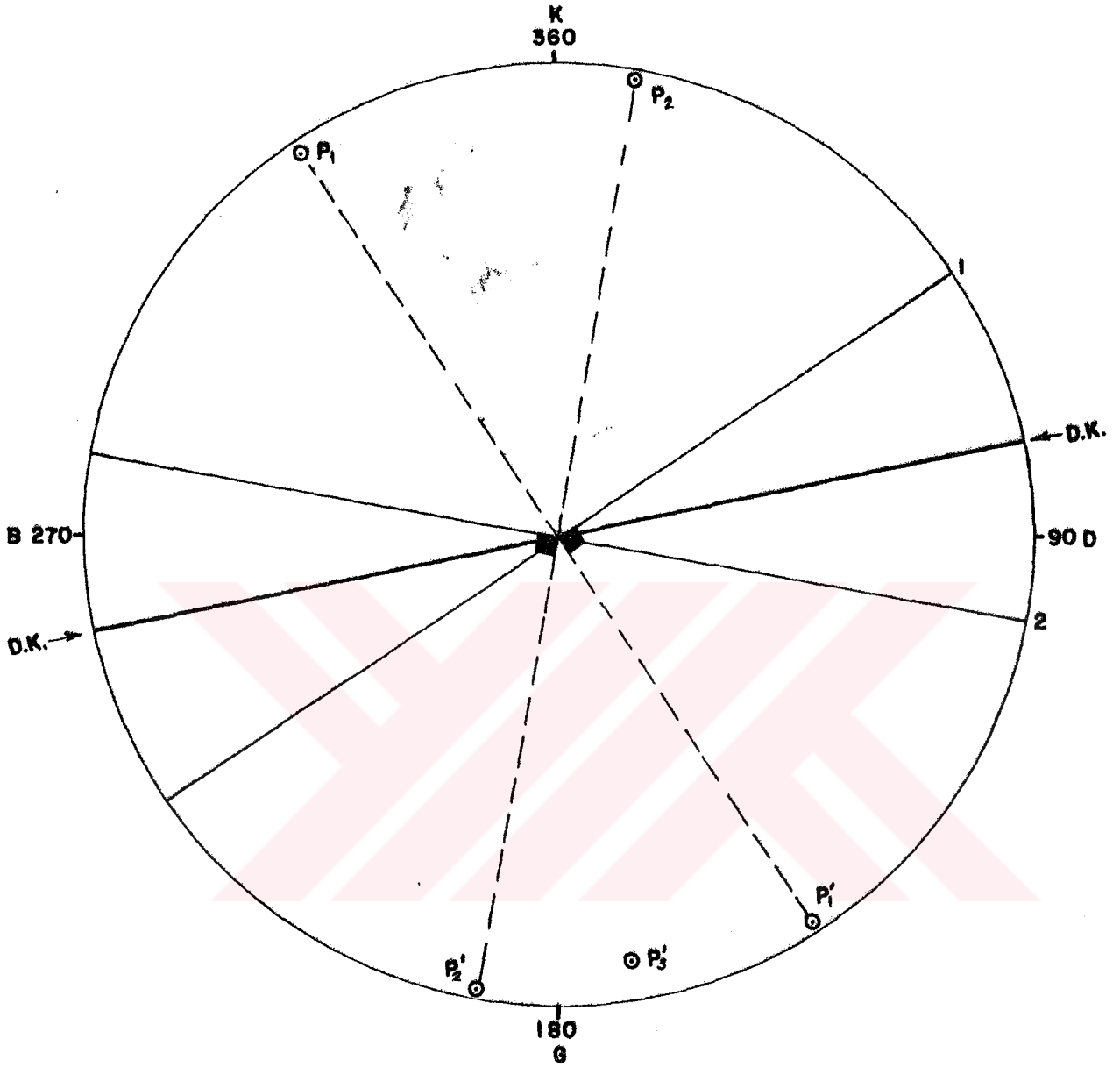
b - Eğim açısı gül diyagramı



ALT YARI KÜRE

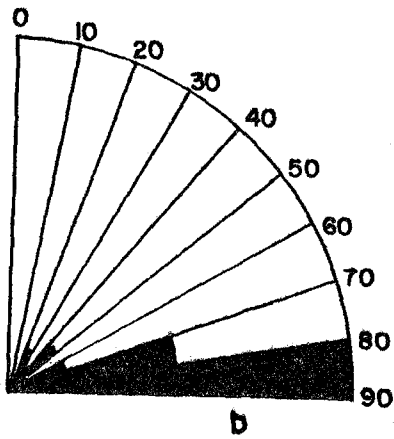
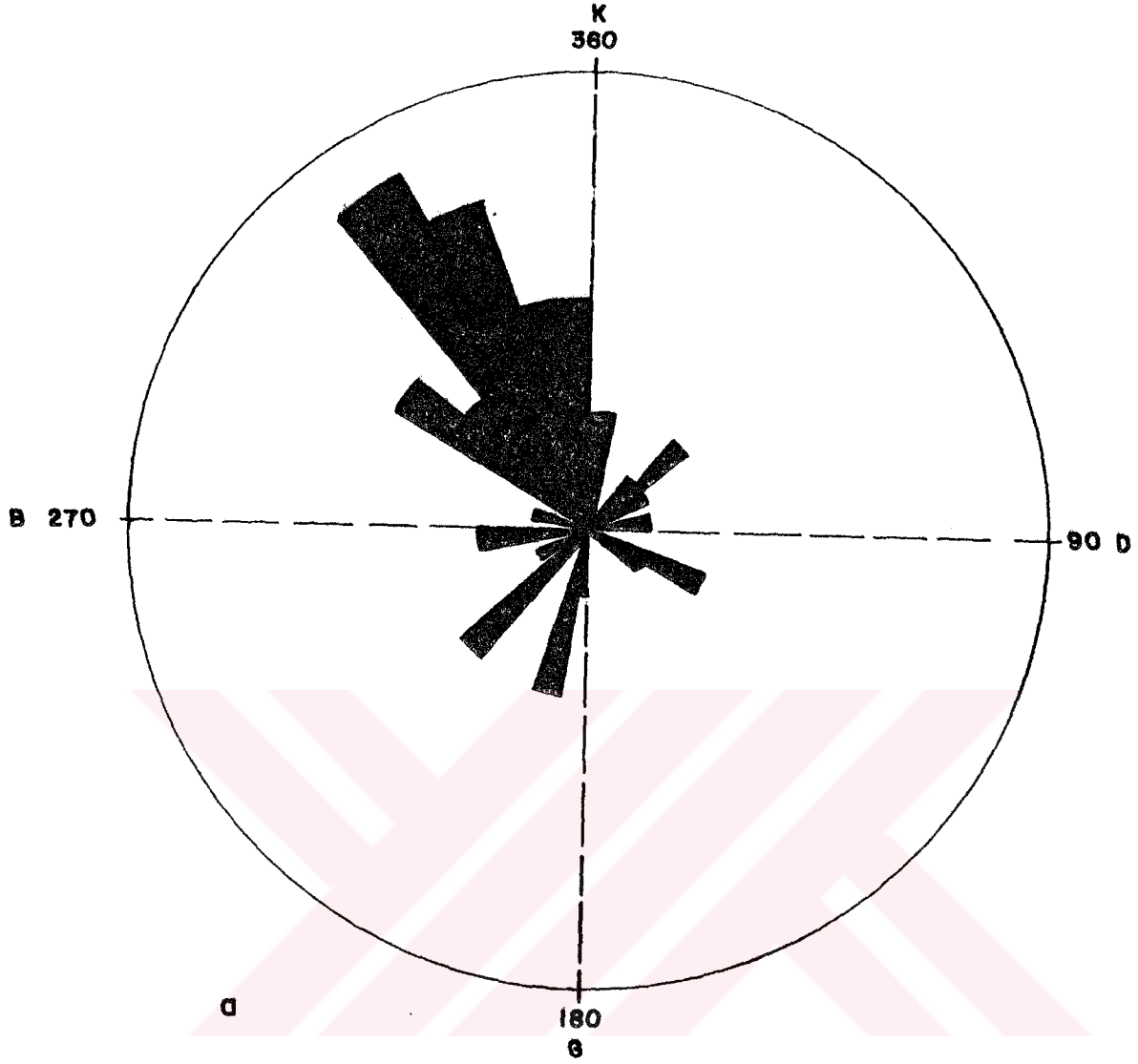
%	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	< 2
İŞARETLER						

Şekil 3.5 : Pazar formasyonundan alınan 50 çatlak bölgesinden yararlanarak hazırlanan kontur diyogramı



- ⊙ : Çatlak takımlarına ait kutup noktaları
 1, 2 : Çatlak ana doğrultu yönleri
 D.K. : Deformasyon oluşturan basınç kuvveti

Şekil 3.6 : Pazar formasyonuna ait 50 çatlakın kutup noktalarını birleştiren doğrultularla deformasyonu oluşturan basınç kuvveti arasındaki ilişki.



Ölçek :



Ölçek :



Şekli 3.7 : Pazar formasyonundan alınan 50 çatlığın eğim yönü ve eğim açısı değerlerinden elde edilen gül diyagramları

a : Eğim yönü açısı gül diyagramı

b : Eğim açısı gül diyagramı

- Her iki formasyondan alınan ölçü sayısı eşit değil,
- Kontur diyagramlarında bütün makaslama kırıklarının yatay basınç gerilmesiyle oluştuğunun kabul edilmesi,
- Pazar formasyonu etkileyen deformasyon kuvveti aynı zamanda Melyat Formasyonunu da etkilemiştir.

3.4.3. Faylar

Çalışma sahasında üç küçük fay saptanmıştır. Fayların graviteye bağlı olarak geliştikleri sanılmaktadır (Ek 3.3).

F₁ Fayı :

Doğrultusu K60°B olup, eğimi 76°GB'dir. Çayeli'nden 6. km.'re Pazar'a doğru ana yol şevinde izlenmekte ve Meydan mahallesi kadar devam edebileceği düşünülmektedir (Ek 3.3).

Fay düzlemi boyunca yer yer kertikler yanında ayrışma da izlenir.

F₂ Fayı :

Doğrultusu K59°B olup, eğimi 77°GB'dir. F₁ fayının 250 m. kuzeydoğusunda yer alır. Sahil yolu şevinde dik vadi oluşturan bu fayın iç kısımlara fazla devam etmediği sanılmaktadır. (Ek 3.3).

Fay düzlemlerinde çertikler açıkça izlenmekte, ayrışma ise yüzeyler boyunca geliştiği görülmüştür.

F₃ Fayı :

Doğrultusu K41°D olup, eğimi 75°GD'yadır. Çayeli tüneline 150 m. Pazar'a doğru sahil yolu şevinde gözlenir ve yaklaşık 1km. iç kısma devam ettiği sanılmaktadır (Ek 3.3).

BÖLÜM 4

ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

4.1. Giriş

Bu bölümde Çayeli-Pazar (RİZE) arasında yer alan sahil yolu şevleri mühendislik jeolojisi açısından incelenmiştir. Bunun için kayaç ve zeminler üzerinde gerek arazide gerekse laboratuvarda birçok deney yapılmıştır. Kayaçlar üzerinde kayma mekaniği, zeminler üzerinde ise zemin mekaniği deneyleri yapılarak fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

4.2. Jeoloji

Çalışma sahasında, mühendislik jeolojisi incelenen yol şevlerindeki birimler; Melyat, Pazar Formasyonları ve Taraça-2' dir.

4.3. Mühendislik özellikleri

Çalışma sahasında ana yol şevlerindeki kayaçların yapısal, fiziksel, mekanik ve ayrışma özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca zeminlerin fiziksel ve mekanik özellikleri yanında kil minerallerinin tayini de yapılmıştır.

4.3.1. Yapısal özellikler

Çalışma sahasında yol şevlerindeki kayaçların (volkanik piroklastiklerin ve bloklu çakıltaşlarının) yapısal özelliklerinden tabaka kalınlıkları, çatlak ara uzaklığı, çatlak açıklığı, çatlak dolgu ve türleri, çatlak yüzey pürüzlülükleri ve dalgalanmaları araştırılmış olup, bu özellikler yapısal olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

4.3.1.1. Tabaka Kalınlığı

Tabaka kalınlığı, tabakalanma düzlemleri arasındaki dik mesafeden hareket edilerek bulunmuştur.

Çalışma sahasında genelde masif ve yer yer tabakalanma gösteren Melyat Formasyonu ile genelde tabakalanma gösteren ve Pazar Formasyonunda ölçülen tabaka kalınlıkları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Melyat ve Pazar Formasyonlarının yol şevlerinde ölçülen tabaka kalınlığı değerlerinin dağılımı

Tabaka Kalınlığı (cm.)	Kayaç Tanımı Deere(1963)	Melyat Formasyonu (Bazaltik lav,tüf, breş,aglomera)		Pazar Formasyonu (Bloklu çakıtaşı kumtaşı, marn)	
		ölçü Sayısı	%	ölçü Sayısı	%
>300	Çok kalın tabakalı	18	37,5	6	13,33
300-100	Kalın tabakalı	9	18,75	9	20
100-30	Orta tabakalı	6	12,5	11	24,44
30-5	İnce tabakalı	10	20,83	9	20
< 5	Çok ince tabakalı	5	10,42	10	22,22
Toplam		48	100	45	99,99

Çizelge 4.1. incelendiğinde Melyat Formasyonunu oluşturan volkanik piroklastik kayalar genelde "çok kalın ve ince" tabakalı kaya sınıfında yer aldıkları görülmektedir. Pazar Formasyonunda ise genelde "orta ve çok ince" tabakalı kaya sınıfında yer almaktadır.

4.3.1.2. Çatlaklar

Yol şevlerindeki egemen süreksizlikleri çatlaklar oluşturur. Çatlaklar mühendislik jeolojisinde son derece önemlidirler. Kayaların fiziksel, mekanik ve elastik özelliklerini etkilerler ve ayrışmaya neden olurlar.

4.3.1.2.1. Çatlak Ara Uzaklığı

Kayaçların içerdiği çatlak takımları ayrı ayrı ele alınmış, mühendislik açısından, bu tür kayaçların davranışları tabakalı kayaçların davranışına benzetilmiş ve çatlak ara uzaklıkları tabaka kalınlığı gibi düşünülmüştür. Bu düşünceden hareketle pekçok araştırmacı tarafından çatlak ara uzaklığı, sınıflandırma parametresi olarak kullanılmış ve kayaçları sınıflandırmıştır. Yapılan sınıflandırmalar tabaka kalınlığına göre yapılanlara benzemektedir.

Bir çatlak takımında, iki çatlak arasındaki dik uzaklık olarak tariflenen çatlak ara uzaklığı, çatlakların iyi izlenemediği şev ve mostralarda ölçülmüştür.

Çalışma sahasında çatlaklı yapı gösteren Melyat Formasyonu ile Pazar Formasyonuna ait ölçülen çatlak ara uzaklıkları belli aralıklarda gruplandırılarak sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde Melyat Formasyonunu oluşturan volkanik piroklastik kayaçlar genelde "orta ve seyrek" çatlaklı, Pazar Formasyonunu oluşturan bloklu çakıltaşları seviyesinde izlenen çatlak ara uzaklıkları ise genelde "çok seyrek ve seyrek" çatlaklı kaya sınıfında yer alırlar.

Çizelge 4.2 : Melyat ve Pazar Formasyonlarının yol şevlerinde ölçülen çatlak ara uzaklığı değerlerinin dağılımı

Çatlak Ara Uzaklığı cm.	Kaya Sınıfı Deere (1963)	Melyat Formasyonu Bazaltik, lav, tüf, bres, aglomera		Pazar Formasyonu Bloklu çakıltaşları	
		Toplam Sayı	Dağılım %	Toplam Sayı	Dağılım %
>300	Çok seyrek çatlaklı	21	20,19	18	31,03
300-100	Seyrek çatlaklı	25	24,04	14	24,14
100-30	Orta çatlaklı	42	40,38	13	22,41
30-5	Sık çatlaklı	16	15,39	8	13,79
< 5	Çok sık çatlaklı	-	-	5	8,62
Toplam		104	100	58	99,99

4.3.1.2.2. Çatlakların Açıklık, Dolgu ve Türleri

Kayaçların içerdiği çatlaklarda, aynı çatlakın iki duvarı arasındaki dik uzaklığa "çatlak açıklığı" denir. Çatlak açıklıkları dolgunsuz, dolgulu yada yarı dolgulu oldukları izlenmiştir. Dolgu maddesi kil, silt, kalsit, zeolit ve kuvarstır. Çatlakların dolgu türleriyle birlikte dolgu kalınlıkları özellikle mühendislik jeolojisi problemlerinde, maliyet, emniyet ve inşaa süresi üzerinde önemli rol oynamaktadır.

Çatlak ara uzaklıkları ölçülürken çatlak açıklıkları, dolguları ve türleri de ölçülmüş ve incelenmiştir. Gerek Melyat gerekse Pazar Formasyonuna ait çatlaklarda ölçülen çatlak açıklıkları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde Melyat Formasyonu çoğunlukla "ince ve orta" Pazar Formasyonu ise "ince ve çok ince" çatlak açıklığı gösteren kaya sınıfında yer aldıkları anlaşılır.

Çizelge 4.3: Melyat ve Pazar Formasyonlarının yol şevlerinde çatlak açıklığı değerlerinin dağılımı

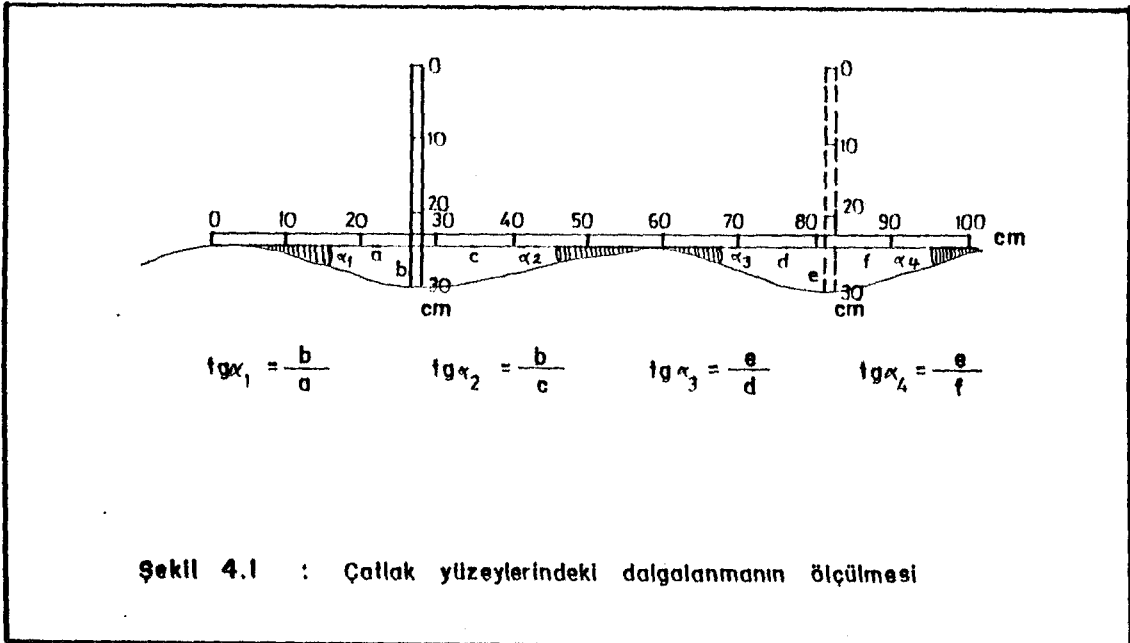
Çatlak Açıklığı (mm.)	Kaya Sınıfı	Melyat Formasyonu Bazaltik, lav, tuf, bres, aglomera		Pazar Formasyonu Bloklu çakıllıtaşı	
		ölçülen Sayı	%	ölçülen Sayı	%
0	Çatlaksız kaya	-	-	-	-
0-0,1	Çok ince çatlaklı ka.	13	20	15	28,30
0,1-1	İnce çatlaklı kaya	22	35,48	16	30,19
1-5	Orta çatlaklı kaya	15	24,19	14	26,42
< 5	Açık çatlaklı kaya	12	19,35	8	15,09
Toplam		62	99,99	53	100

4.3.1.2.3. Çatlak Yüzü Pürüzlülükleri ve Dalgalanmaları

Çatlak yüzeylerinin iki özelliği olan dalgalanma ve pürüzlülük PITEAU (1970) tarafından tanımlanmıştır. Bu özellikler kayaçların deformasyonu esnasında oluşmuş ve süreksizlik yüzeylerindeki sürtünme direncini etkilerler.

Çalışma sahasındaki Melyat ve Pazar Formasyonlarının içerdiği çatlak yüzeyleri değişik özellikler göstermektedir. Bazı çatlak yüzeyleri düz, bazıları kayma izli ve genellikle de pürüzlüdür. Çatlak yüzeylerinde bu özelliklerin yanında dalgalanma (ondülasyon) da izlenmektedir. Bu özelliklerin en güzel görüldüğü yerler yol şevleridir. Çatlak yüzeyleri doğal özelliklerini yağmur ve diğer etkenlerle kaybetmişlerdir. Çatlak yüzeyi pürüzlülüğü yol şevlerindeki çatlak yüzeylerinde araştırılmıştır. Pürüzlülük PITEAU (1970)'nin makroskopik gözlemlere dayanarak vermiş olduğu sınıflamaya göre yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre çatlak yüzeylerinin genellikle "hafif ve orta" pürüzlü oldukları anlaşılmıştır.

Çatlak yüzeylerindeki dalgalanmaların ölçülmesi için birbirine dik şekilde hareket eden iki cetvelden yararlanılmıştır. Bunun için 1 m.lik cetvel ile buna dik olarak tutulan 30 cm. uzunluğunda ikinci bir cetvel kullanılmıştır. 1m.lik cetvel çatlak yüzeyinde, dalgalanmaların eksenine dik gelecek şekilde tutulmuş ve düşey 30 cm.lik cetvelden yararlanarak Şekil 4.1'de görüldüğü gibi her eksen arasında kalan yatay mesafenin boğum noktasından itibaren her iki tarafında kalan mesafelere ölçülür. Boğum noktasının derinliğinin (b) yatay mesafelere olan (a) oranlarındaki dalgalanmaların açıları trigonometrik bağıntıları yardımıyla bulunmuştur.



Melyat Formasyonunda açılan şevlerden (Kaya Şevi-1 ve Kaya Şevi-2'de) ve Pazar Formasyonuna ait bloklu çakıl taşlarının çatlak yüzeylerinin (ondülasyonlu) yapıları da Şekil 4.1'e göre ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 :Melyat ve Pazar Formasyonlarına ait kayaçlarda ölçülen pürüzlülük değerleri

Kayaç Türü	ölçü Sayısı	Pürüzlülük Açısı		
		Max.	Min.	Orta
Bazaltik lav,tüf, breş ve aglomeralar	37	18.2°	1,5°	7°
Bloklu çakıllar	21	13°	1°	3,2°

4.3.1.2.4. Kaya Kalitesi özelliği (R.Q.D.)

Melyat ve Pazar Formasyonlarına ait kayaçların kaya kalitesi özelliği Priesnt ve Hudson (1976) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$RQD = 100 \cdot e^{-0.1 \cdot n} \cdot (0,1 \cdot n + 1)$$

Burada; n : 1 m.deki ortalama çatlak sayısı.

Formasyonlarda 1 m.deki ortalama çatlak sayısı ve bulunan RQD (%) değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Melyat ve Pazar Formasyonlarında 1 m.lik zonlardaki çatlak sayıları ve bulunan RQD (%) değerleri ortalamaları.

Formasyon	Kayaç Türü	1 m.deki ortalama çatlak sayısı	RQD %
Melyat	Bazaltik lav,tüf, breş ve aglomera	5.2	90
Pazar	Bloklu Çakıltaşı	3.3	96

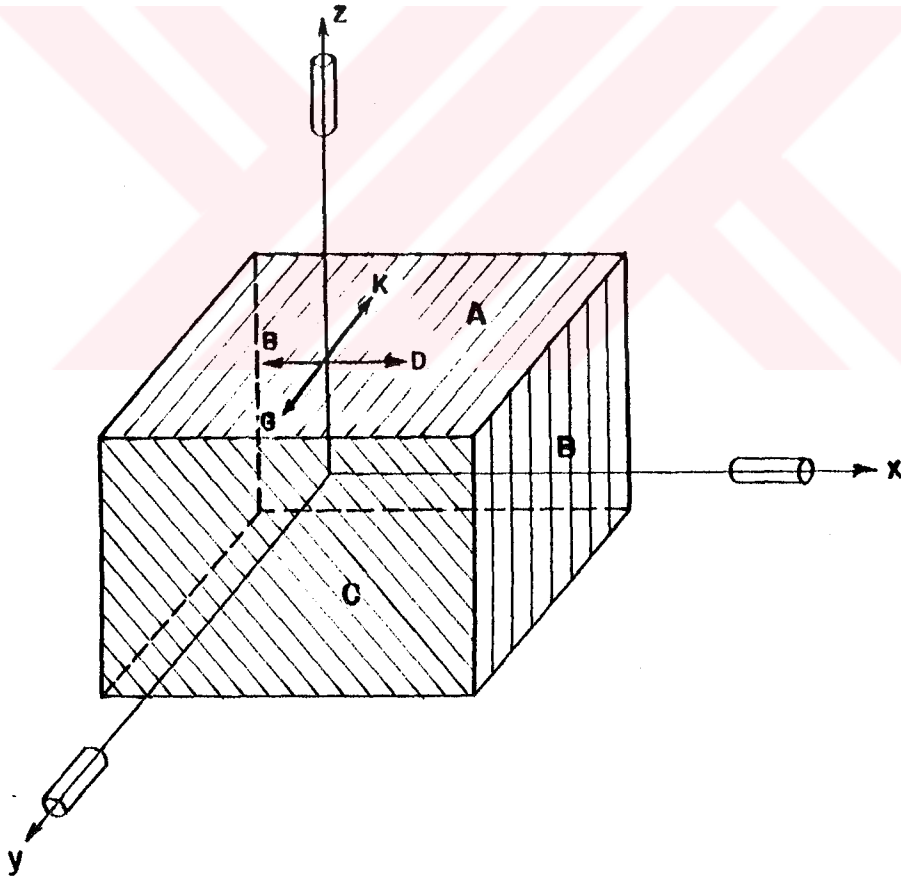
Çizelge 4.5 incelendiğinde bulunan RQD(%) değerleri, Deere(1963) tarafından verilen RQD sınıflaması ile karşılaştırıldığında Melyat ve Pazar Formasyonlarına ait kayaçların "çok iyi" kaliteli kaya sınıfında yer aldıkları görülür.

4.3.2. Fiziksel Mekanik ve Elastik özellikler

Çalışma sahası içerisinde yol şevlerindeki kayac ve zeminlerin fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri laboratuvarında yapılan deneylerle araştırılmıştır. Deneylerde, Türk Standardları 1978, 699, UDK 962-2 "Doğal Yapı Taşları Muayene ve Deney Esasları" uygulanmıştır.

4.3.2.1. Kayac örneklerinin Hazırlanması

Kaya Sevi-1 ve Kaya Sevi-2'deki kayacın fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmak için arazide konumları kuzey yönünün işaretlenmesi ile belirtilen yaklaşık 45x50x30 cm. boyutlu bloklar laboratuvara taşınmıştır. Şekil 4.2'de görüldüğü gibi alınan örnekler birbirine dik yöndedir.



Şekil 4.2 : Kaya bloklarında yönlü örnek alınması

A yüzü K-G, D-B yönlerinin belirttiği düzlemde B yüzü, K-G yönüne dik D-B yönüne paraleldir. C yüzü ise K-G yönüne paralel D-B yönüne diktir. Bloklardan laboratuvar tipi karot alma makinası yardımıyla toplam 127 karot alınmıştır (Foto 4.1).

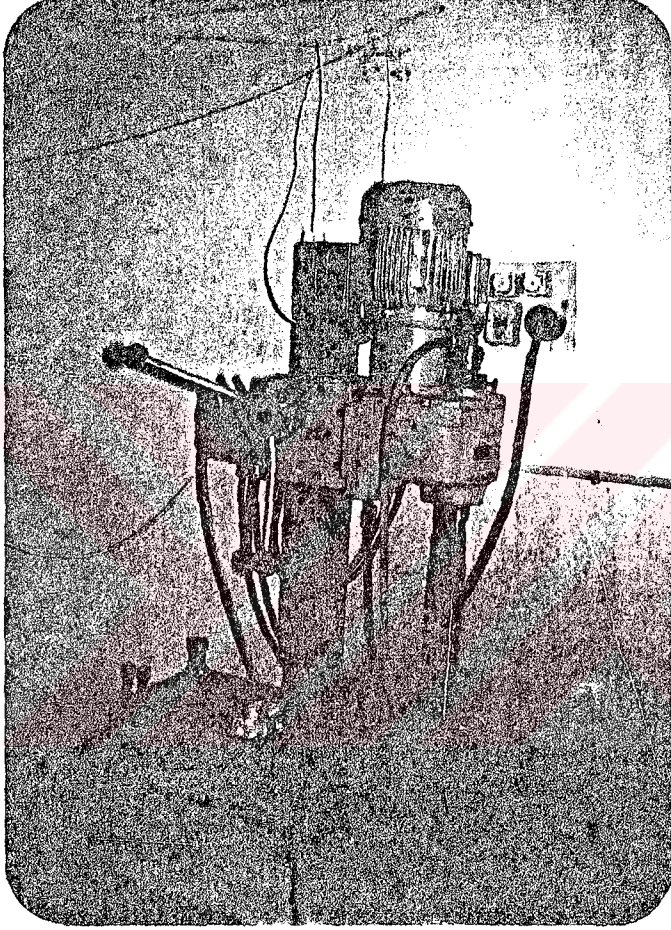


Foto 4.1 : Laboratuvar Tipi Karot Alma Makinası

Karotların çapları 38 mm. ile 31 mm. olup, boyutları çaplarının iki katı olacak şekilde taş kesme makinasında kesilmiştir (Foto 4.2). Karot uçları (cutrock) makinası ile kesilmiş ve birbirlerine paralelligi sağlanmıştır (Foto 4.3 ve Foto 4.4).

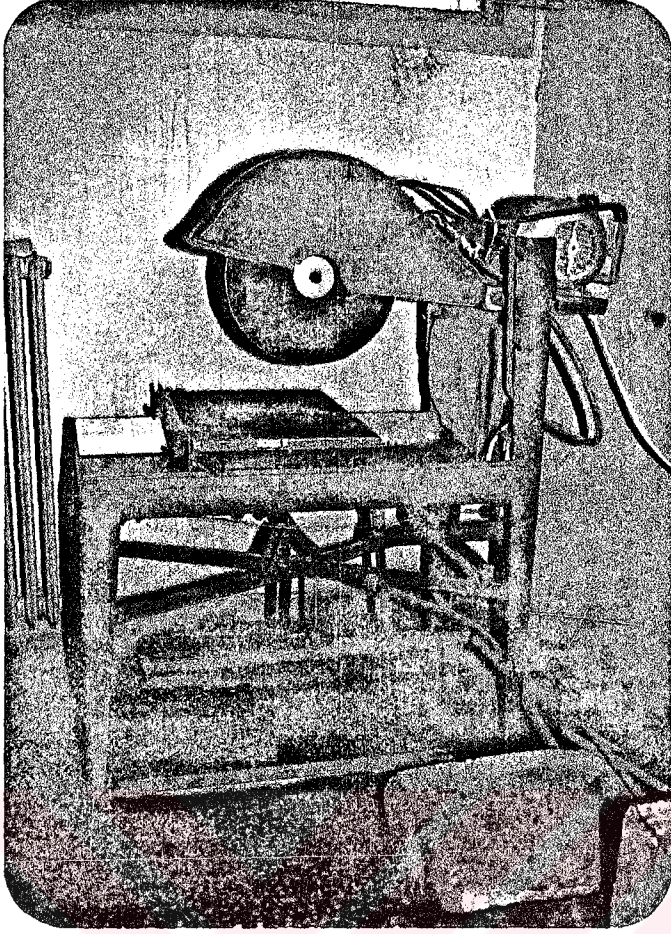


Foto 4.2 : Karot Ucu Kesme Makinası

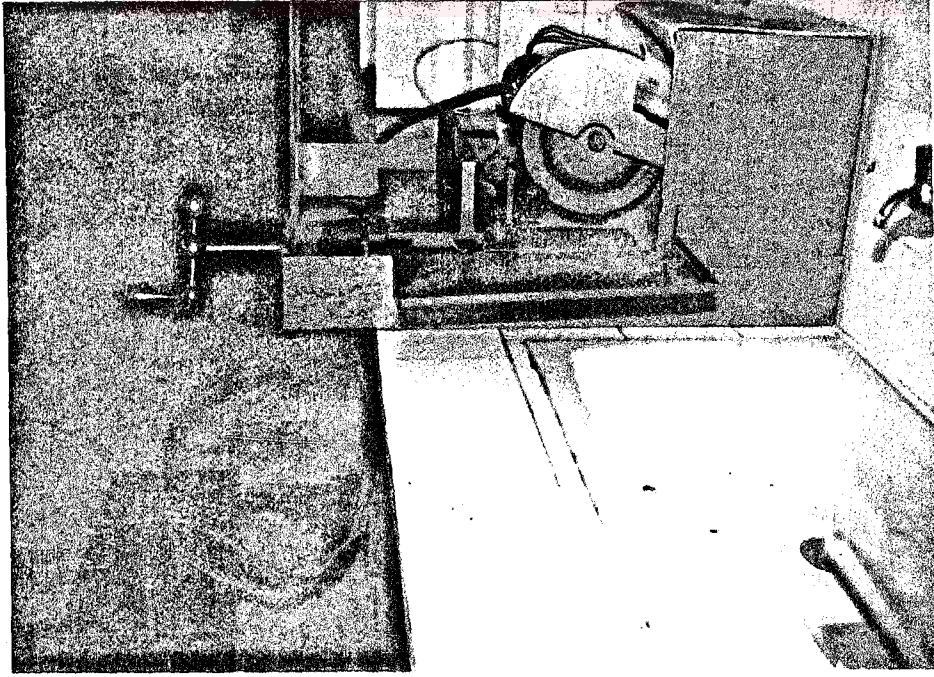


Foto 4.3 : Karot Ucu Kesme ve Düzeltme Makinası

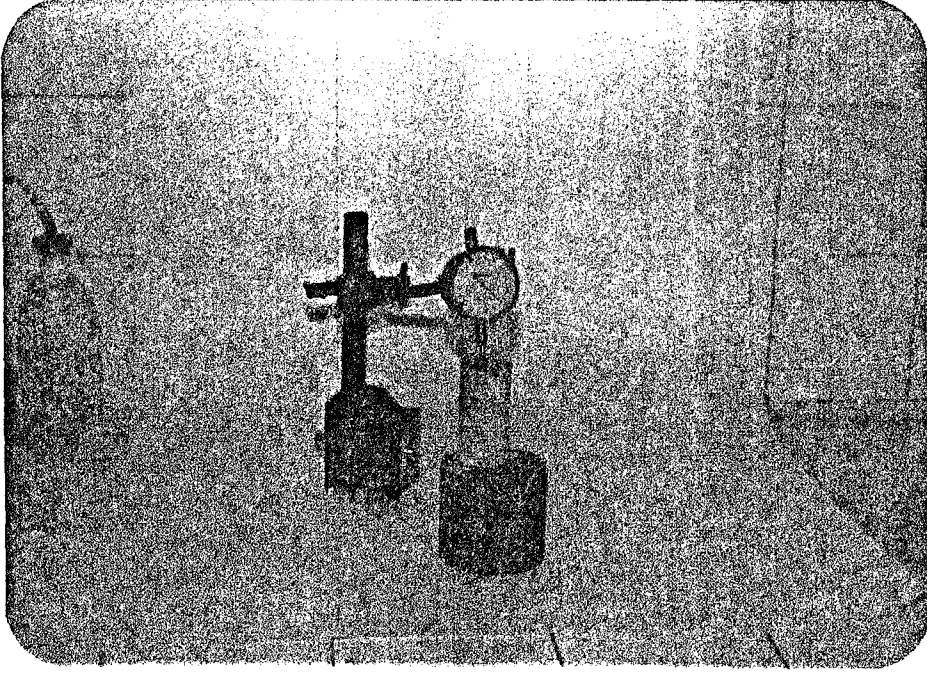


Foto 4.4 : Karot Yüzey Pürüzlülüğü ve Paralelliginin Komperatör ile Kontrolü

4.3.2.1. Kayaçların Fiziksel Özellikleri

Hazırlanan karot örnekleri arı suda (48 saat) ve etüvde de değışmez ağırlığa kadar (24 saat) bekletilerek doygun ve kuru ağırlıkları bulunmuştur.

özgül ağırlık ise piknometre deneyleri yapılarak bulunmuştur.

Deney örneklerine ilişkin kullanılan simgeler şunlardır;

örnek çapı (d), mm

örnek boyu (l), mm

Kuru ağırlık (Wk), gr

Doygun ağırlık (Wd), gr

özgül ağırlık (G)

Bu verilerden hareket edilerek kayaçların;

Kuru birim hacim ağırlığı $B_k = W_k/V$ (gr/cm³),

Doygun birim hacim ağırlığı $B_d = W_d/V$ (gr/cm³),

Porozite $P = (1 - B_k/G) \times 100$,

Boşluk oranı $e = (P/1 - P) \times 100$,

Ağırlıkça su emme $g_s = W_d - W_g/W_k \times 100$,

Hacimce su emme $h_v = B_k \times G \times 100$.

değerleri bulunmuş (Ek 4.1) ve ortalama değerler çizelge 4.6'da verilmiştir.

Cizelge 4.6 : Tüf ve Litik- Kristal Tüflerin Fiziksel özelliklerinin Ortalama Değerleri

Kayaç Türü	örnek Sayısı	Bk gr/cm ³	Bd gr/cm ³	G	p %	hv %	gs %	e %
TÜF	24	2.00	2.17	2.65	24.68	17.5	8.75	32.77
LITİK KRİSTAL TÜF	23	2.20	2.32	2.65	16.88	11.15	5.07	20.31

Cizelge 4.6 incelendiğinde kayaların poroziteye bağlı olarak hacimce su emme oranlarının yüksek olduğu görülür.

SERTLİK

Laboratuvarda sertlik, "Schmidt çekici" ile ölçülmüştür. Alet, kayalar üzerine bir yay yardımı ile fırlatılan silindirik çubuğun geritepmesi esasına göre ölçü yapmaktadır. Deney sonuçları alet üzerindeki göstergeden okunur. Araziden alınan kaya bloklarının, laboratuvarda, her yüzünde (A,B,C) blok kenarlarında ve ortasında olmak üzere Schmidt çekici geritepme sayısı ölçülmüştür. Aynı noktada 12 geritepme sayısı okunmuş ve ortalanması bulunmuştur. Alınan kaya bloklarında aynı yüzeye ait ortalamalar çizelge 4.7'de verilmiştir.

Cizelge 4.7 : Tüf ve Litik-Kristal Tüflerden Alınan Bloklarda Schmidt Çekici Geritepme Sayısı Ortalama Değerleri

Kaya Türü	Yüzey A,B,C	Ö Z E L L İ K		
		Geritepme Sayısı (R)	Genel Ortalama	En fazla Anizotropi
TÜF	A	24	27	1.2
	B	27		
	C	29		
LITİK-KRİSTAL TÜF	A	30	30	1.1
	B	29		
	C	32		

Çizelge 4.7'deki değerler incelendiğinde De Beer (1967)' in Schmidt çekici geritepme sayısını gözönünde bulundurarak yaptığı sınıflama ile karşılaştırıldığında litik-kristal tüfler "sert kaya" tüfler ise "yumuşak kaya" sınıfında yer aldığı anlaşılır.

4.3.2.3. Kayaçların Mekanik Özellikleri

Kayaçların mekanik özelliklerinden basınç dirençleri, indirekt çekme dirençleri, üç eksenli basınç dirençleri ve bunlardan yararlanılarak kayacın içsel sürtünme açısı (ϕ) ve kohezyonu (c) bulunmuştur. Bunun için kaya bloklarının her yüzünden olmak üzere toplam 84 örnek deneye tabi tutulmuştur.

4.3.2.3.1. Tek Eksenli Basınç Direnci

Tek eksenli basınç direnci deneyinde, bloklardan A,B,C yüzeylerine dik olarak alınmış 38 mm. çaplı, 76 mm. uzunluğunda silindirik deney örnekleri kullanılmıştır. Her yüzey için 5 kuru 5 de dolgun olmak üzere toplam 60 örnek üzerinde deney yapılmıştır. Karotlar oynar başlıklı hidrolik basınç aletinde kırılincaya kadar kuvvet uygulanmıştır (Foto 4.5). Uygulanan yükün hızı koronometreden ölçülmüş ve deneylerde yükleme hızı birliği sağlanmıştır. Yükleme hızı çoğunlukla 90 kg/cm²/dk.olmuştur. Deneylerde kırılmalar genellikle ters koni biçiminde gerçekleştiği Foto 4.6 ve Foto 4.7'de görülmektedir. Bazı örneklerin dolgunsuz mükrofissürler boyunca kırıldıkları anlaşılmıştır (Foto 4.6 ve Foto 4.7).

Deneylerde karot örneklerinin kırılma anındaki basınç kuvvetleri göstergeden okunmuş ve tek eksenli basınç direnci aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur.

$$\sigma_b = F/A$$

Formülde,

σ_b : Gerçek basınç direnci, kg/ cm²

F : Kırılma anındaki yük, kg

A : Basıncın uygulandığı yüzey alanı cm²

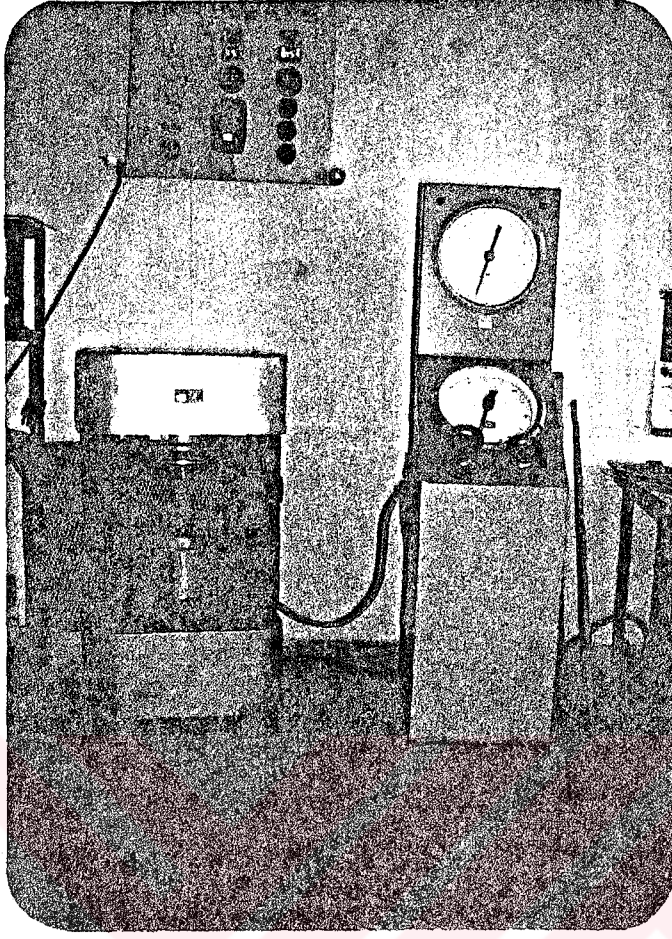


Foto 4.5 : Tek Eksenli Basıncı Deney Düzenegi

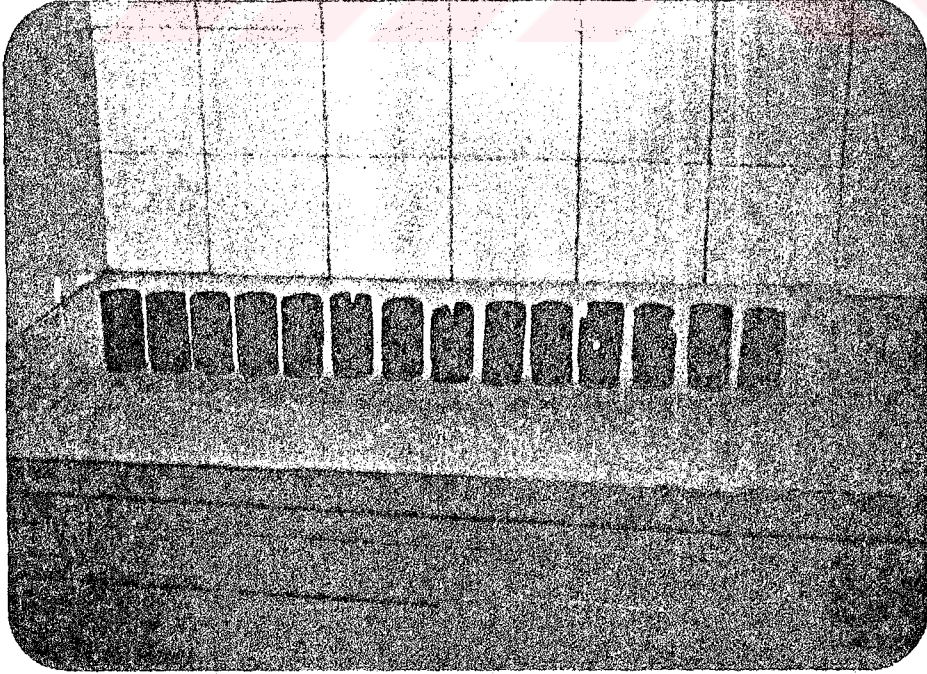


Foto 4.6 : Tek Eksenli Basıncı Deney Sonunda Tüflerde Oluşan Kırılma Şekilleri

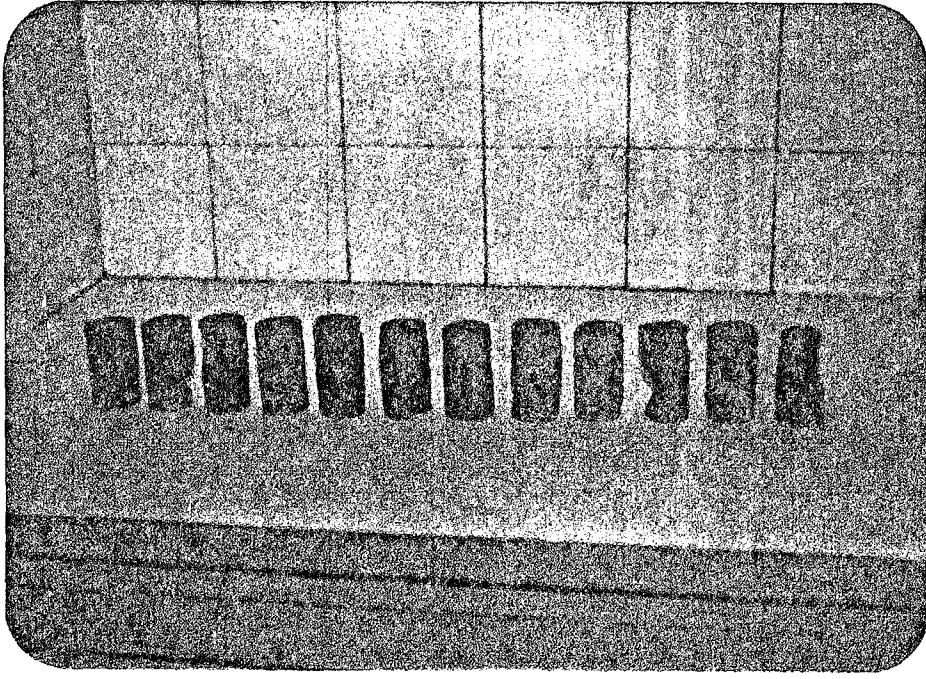


Foto 4.7 : Tek Eksenli Basınc Deneyi Sonucunda Litik-Kristal Tüflerden Oluşan Kırılma Şekilleri

örneklerde boy, çapın iki katı olacak şekilde seçilmiş, fakat deney örneklerinin bazılarında bu şartın gerçekleştirilemediği görülmüştür.

Deneyisel çalışmalarda, çap-boy arasındaki oranın basınç direncini etkilediği bilinmektedir. Oran farkından ileri gelecek hatanın düzeltilmesi için Szlavin (1974) aşağıdaki formülü uygulamıştır.

$$\sigma_b = \sigma_b' / [(0,0304.D/L) + 0,8481]$$

Formülde,

σ_b : Gerçek basınç direnci, kg/cm²

σ_b' : Deney sonucu bulunan basınç direnci, kg/cm²

L : örnek boyu, cm

D : örnek çapı, cm

Deneylerde L= 2D oranını sağlamayan örneklerin, basınç dirençleri yukarıdaki formül yardımıyla düzeltilmiştir.

Deney sonuçları ve düzeltilen tek eksenli basınç direnc değerleri Ek 4.2 ve Ek 4.3'de, ortalama değerler ise çizelge 4.8'de görülmektedir.

Kuru ve doygun örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucunda tüfler doygun durumda basınç direnci değerlerinde %7' lik, litik-kristal tüflerde ise %23'lük bir azalma görülmüştür.

Deere ve Miller (1966)'ın tek eksenli basınç direncine göre verdiği sınıflamada tüflerin, "çok düşük dirençli" litik kristal tüflerin kuru halde "orta dirençli" doygun halde ise "düşük dirençli" kaya sınıfında yer aldıkları anlaşılır.

Cizelge 4.8 : Tüf ve Litik-Kristal Tüflerin Tek Eksenli Basınç Direnci Ortalama Değerleri

KAYAC TÜRÜ	Y Ü Z	σ_{bk} kg/cm ²			S.D.	En fazla Anizot- ropi	σ_{bd} kg/cm ²			S.D.	En fazla Anizot- ropi	Genel Ortalam σ_b kg/cm ²	
		max.	min.	ort			max.	min.	ort			Kuru	Doygun
TÜF	A	138	119	126	5.97	1.127	132	110	118	6.05	1.127	126	117
	B	139	128	133			132	115	124				
	C	123	115	118			115	106	110				
LİTİK KRİSTAL TÜF	A	571	442	492	19.69	1.097	388	370	377	5.6	1.034	501	384
	B	529	422	482			432	362	390				
	C	565	510	529			406	362	386				

4.3.3.3.2. İndirekt Çekme Direnci

İndirekt çekme direnci, indirekt yöntemlerden olan Brashian deneyi ile bulunmuştur. Kaya bloklarında her yüzey için (A,B,C,) 3 kuru, 3 de doygun olmak üzere toplam 18 örnek üzerinde deney yapılmıştır. Karotlar 38 mm. çapında olup uzunluğu çapının iki katı olacak şekilde alınmıştır.

Deneylerde örnekler Foto 4.8'de görüldüğü gibi yükleme doğrultusundan geçen düzlem boyunca kırılmıştır.

Çekme direnci değerleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = 2F/\pi.D.L.$$

Formülde,

F : Kırılma anındaki yük, kg

D : örneğin çapı, cm

L : örneğin boyu, cm

σ_c : Çekme direnci, kg/cm²'dir.

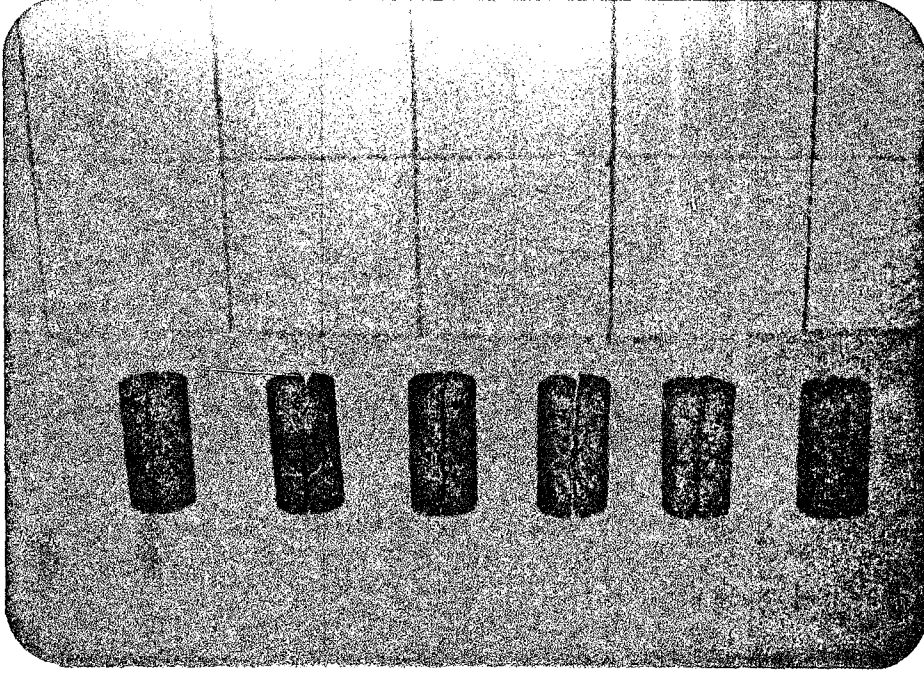


Foto 4.8 : Litik- Kristal Tüflerde Brazilian Deney Sonucu Oluşan Kırılma Şekilleri

Deney sonuçlarına göre bulunan indirekt çekme direnci ortalama değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Ayrıca deney sonuçları Ek 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Litik-Kristal Tüflerin Indirekt Çekme Direnci Ortalama Değerleri

KAYAC TÜRÜ	Y Ü Z	σ_{ck} kg/cm ²			S.D.	En fazla Anizot-	σ_{cd} kg/cm ²			S.D.	En fazla Anizot- ropi	Genel Ortalam σ_c kg/cm ²	
		max.	min.	ort			max.	min.	ort			Kuru	Doğgun
LITİK KRİSTAL TÜF	A	52	40	47	3.86	1.11	39	36	38	2.16	1.11	47	37
	B	52	50	50			35	34	35				
	C	48	44	45			40	39	39				

Çizelge 4.9 incelendiğinde, doğgun örneklerin kuru örneklerle göre indirekt çekme direnci değerlerinde bir azalma olduğu görülmüştür.

İndirekt çekme direnci yalnız litik kristal tüflerde uygulanmıştır.

4.3.2.3.3. Üç Eksenli Basınç Direnci Deneyi

Deneyler için 31 mm.çaplı ve 62 mm.uzunluğunda karotlar kullanılmıştır. Tek eksenli basınç direnci deneyi sonuçlarına göre litik-kristal tüfler izotrop kabul edilebildiği için bu deneyde yönlü örnek kullanılmamıştır. Yanal gerilmeler 50,75 ve 100 kg/cm² olarak alınmış, her yanal gerilme değeri için 3 kuru,3 de doygun örnek kullanılmıştır. Deney için kullanılan deney araçları Foto 4.9'da, deneyler sonucu elde edilen kırılma şekilleri Foto 4.10'da verilmiştir. Ayrıca deney sonuçlarının ortalamaları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 : Litik-Kristal Tüflerin Üç Eksenli Basınç Direnci Değerleri

KAYAC TÜRÜ	GERİLME TÜRÜ	KURU			DOYGUN		
		50	75	100	50	75	100
LITİK - KRISTAL TUF	YANAL GERİLME kg/cm ²	50	75	100	50	75	100
	DÜŞEY GERİLME kg/cm ²	815	1060	1113	530	669	742

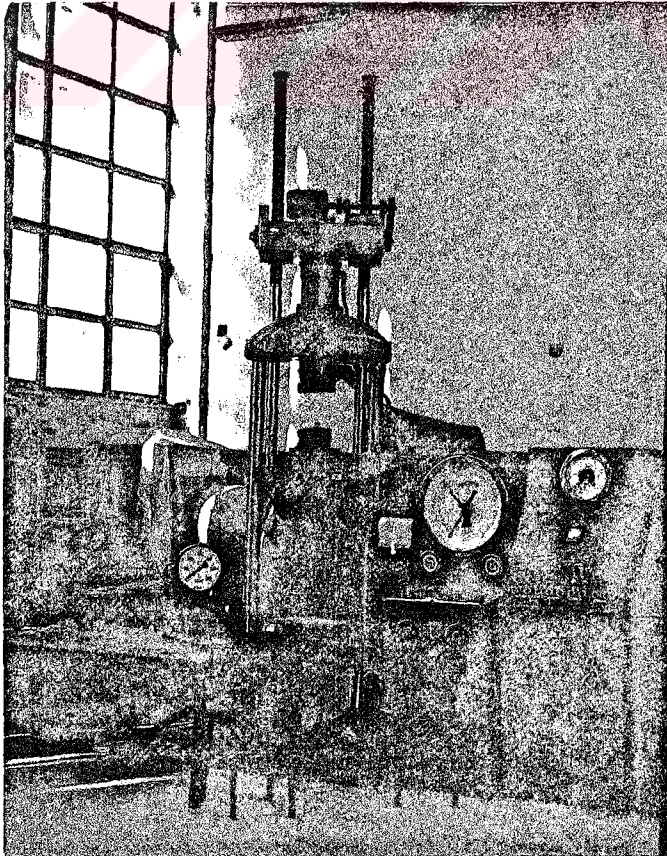


Foto 4.9 : Üç Eksenli Basınç Deney Araçları

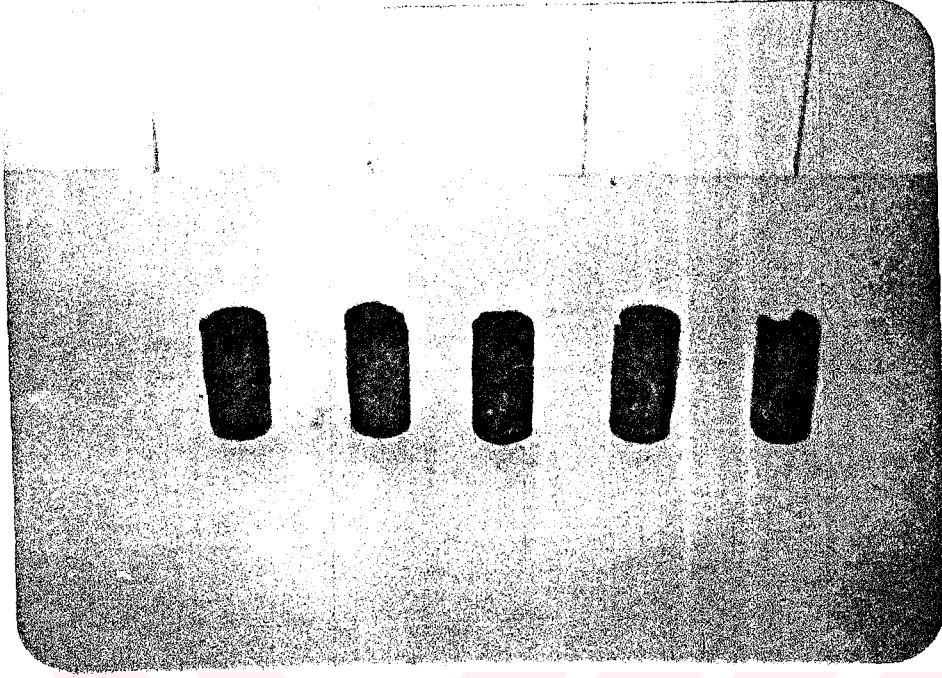


Foto 4.10 : Litik Kristal Tüplerde Üç Eksenli Basıncı Deney Sonucu Elde Edilen Kırılma Şekilleri

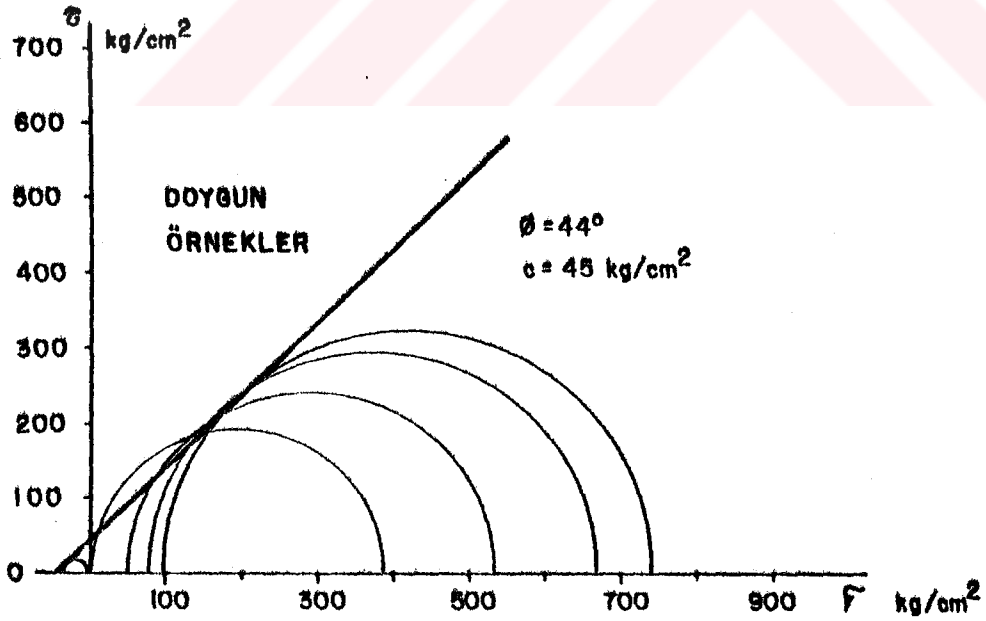
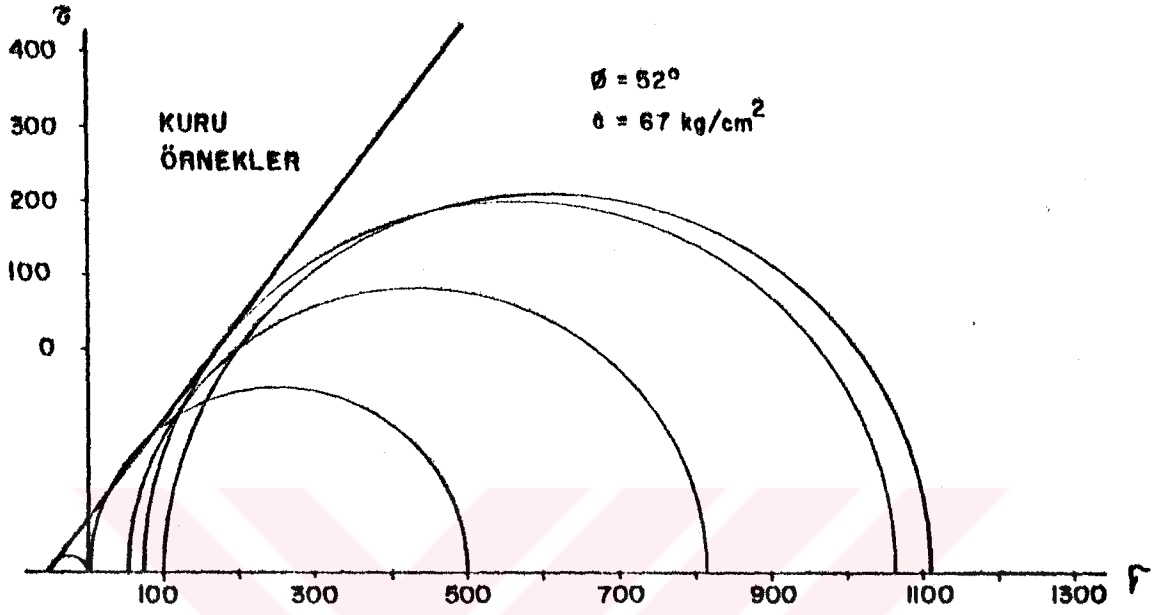
Bulunan üç eksenli basıncı direnci ortalama sonuçları ile çekme ve basıncı direnci ortalama sonuçlarından yararlanılarak Mohr kırılma zarfı çizilmiş, kayacın kuru ve doymun halde içsel sürtünme açısı (θ) ile kohezyon (c) değerleri bulunmuştur (Şekil 4.3).

Kuru örneklerde bulunan içsel sürtünme açısı (θ) 52° kohezyon (C) 67 kg/cm^2 , doymun örneklerde ise içsel sürtünme açısı (θ) 44° , kohezyon (C) 45 kg/cm^2 olarak bulunmuştur.

Bu değerler yalnızca çatlaksız kayalar için geçerlidir. Çatlak yüzeylerinde bu değerler daha da düşük olacaktır.

4.3.2.4. Zemin örneklerinin Hazırlanması

Zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmak için zemin şevlerde organik madde içerikli kısmın altından; 14cm. çaplı, 16 cm. uzunluğundaki tüplerde toplam 11, 3.8cm. çaplı ve 15 cm. uzunluğundaki ufak tüplerle toplam 15 adet örselenmemiş örnek alınmış ve yerinde parafinlenerek zemin mekaniği laboratuvarına getirilmiştir (Ek 3.2). Büyük tüplerden kesme kutusu için üçer tane $6 \times 6 \times 2$ boyutlu tek eksenli basıncı direnci için küçük tüplerden 3.8cm. çaplı, 7.6cm. boylu doğal örnekler hazırlanmıştır.



Şekil 4.3 : Litik-kristal tütfe Mohr daireleri ve kırılma zarfları

4.3.2.5. Zeminlerin Fiziksel özellikleri

Çalışma sahası içerisinde taşınarak oluşmuş zeminlerle rezidüel zeminlerin fiziksel özellikleri araştırılmıştır.

Doğal Birim Hacim Ağırlık : γ_n (gr/cm³)

Zemin numunesinin doğal ağırlığının toplam hacmine oranından hesaplanmıştır.

Su Muhtevası : w(%)

Zemindeki su ağırlığının kuru ağırlığına bölünmesiyle bulunmuştur.

Özgül Ağırlık : G

Kısaca bir cismin, birim hacim ağırlığının, suyun birim hacim ağırlığına oranıdır. Zeminler için özgül ağırlık sadece katı kısımlar için geçerli bir değerdir.

Birimi yoktur. Zeminlerin özgül ağırlıkları laboratuvarlarda "Piknometre" ile bulunmuştur.

Doygun Birim Hacim Ağırlık : γ_d (gr/cm³)

Katı kısmın ağırlığının boşluk suyu ağırlığı ile toplamının toplam hacmine oranı ile bulunur. Yalnız laboratuvarlarda bunu bulmak mümkün olmadığından formüller yardımıyla bulunmaya çalışılmıştır.

$$d: (G+e/1+e) \cdot \gamma_w$$

Boşluk Oranı : e%

Boşlukların toplam hacminin, katı kısmın hacmine oranıdır. Formülle bulunmaya çalışılmıştır. Birimsizdir.

$$e : [G \cdot \gamma_w / \gamma_k] - 1 \times 100$$

Porozite : n%

Boşlukların toplam hacminin, numunenin toplam hacmine oranından hareket edilerek bulunur. Formüllerle bulunmaya çalışılmıştır.

$$n : (e/1+e) \times 100$$

Doygunluk Derecesi : S%

Doğal halde boşlukları bulunan bir numunenin içindeki su hacminin, boşlukların hacmine oranına "doygunluk derecesi" olarak adlandırılır.

$$S = V_w/V_v: (Su\ Hacmi/Boşluk\ Hacmi) \times 100$$

Laboratuvarda tüm boşluk hacimlerini hesaplamak mümkün olmadığı için formüller yardımıyla "S" değeri bulunmuştur.

$$S = [W \cdot n \cdot G_s] / [G_s(1+W) - n]$$

Kıvam Limitleri:

Kıvam limitleri, Likit limit (LL), Plastik limit (PL) ve Rötne limit (RL) dir. Bunlara "Atterberg limitleri" denir. Bunlardan likit limit (LL) ve Plastik limit (PL) ve Plastisite indisi saptanmıştır.

Likit Limit (LL %) : Kilin kendi ağırlığı altında deney aletinde açılan bir oyğun 25 vuruşla kapanması için gerekli minimum su muhtevasıdır.

Plastik Limit (PL %) : Kilin kırılmadan 3 mm. çapında bir silindir haline getirilebildiği minimum su muhtevasıdır.

Plastisite indisi (PI %) ise;

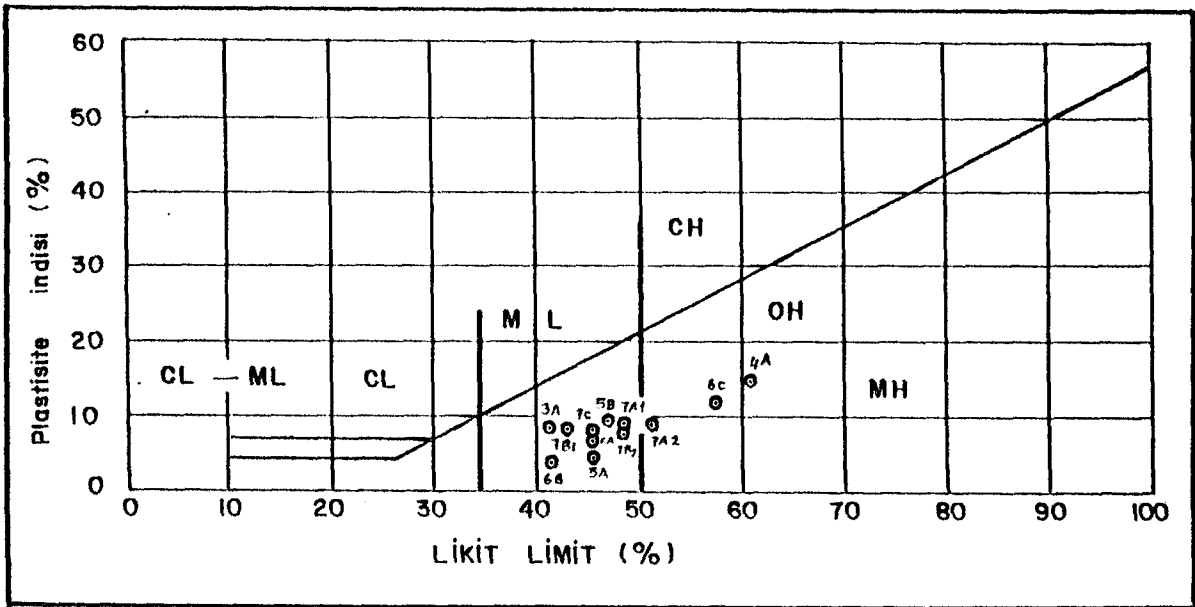
$$PI = LL - PL \text{ olarak tanımlanır.}$$

Zeminlerin, yukarıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanan, fiziksel özellikleri topluca Çizelge 4.11'de sunulmuştur.

Zeminlerin likit limit (LL) ve Plastisite indisi (PI) değerleri yardımıyla Plastisite kartındaki yerleri Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

Cizelge 4.11 : Ana Yol Üzerindeki Zemin Şevlerinden Alınan Zemin Örneklerinin Bazı Fizksel özellikleri

Fiziksel özellikler	ÖRNEK NO											
	3A	4A	5A	5B	6A	6B	6C	7A ₁	7A ₂	7B ₁	7B ₂	7C
Yn(gr/cm ³)	1.89	1.63	1.65	1.67	1.74	1.72	1.62	1.68	1.67	1.74	1.74	1.77
Yk(gr/cm ³)	1.44	1.43	1.37	1.35	1.34	1.45	1.43	1.34	1.35	1.39	1.46	1.37
Yd(gr/cm ³)	1.92	1.67	1.70	1.71	1.80	1.81	1.72	1.78	1.80	1.89	1.91	1.87
G _s	2.76	2.84	2.71	2.67	2.62	2.86	2.85	2.66	2.67	2.75	2.65	2.73
W(%)	33	17	24	27	34	25	20	33	33	36	19	36
e(%)	92	99	98	98	96	97	99	99	98	98	81	99
n(%)	48	50	49	49	49	49	50	50	49	49	45	50
s(%)	97	47	63	70	87	66	51	80	78	86	62	89
LL(%)	41.02	60.5	45.5	47.2	45.1	41.7	57.1	48	51	43.2	47.9	44.5
PL(%)	32.72	45.6	40.7	37.6	38.2	37.9	45.2	39	42	34.9	39.8	37
PI(%)	8.3	14.9	4.8	9.6	6.9	3.8	11.9	9	9	8.3	8.1	7.5



Şekil 4.4 : Plastisite kartında zeminlerin yerlerinin gösterilmesi

Şekil 4.4 incelendiğinde zemin örneklerinin genellikle "düşük plastisiteli silt" (ML) oldukları anlaşılır. Bulunan bu değerler (ML, CH, OH) "Birleşik Zemin Sınıflandırılması"nda yerine konduğu zaman "ince taneli zeminler" sınıfında yer aldıkları görülür.

4.3.2.6. Zeminlerin Mekanik özellikleri

Çalışma sahasında, yol şevlerinde yer alan zeminlerin mekanik davranışlarını araştırmak için tek eksenli ve kesme kutusu deneyleri yapılabilmemiş, üç eksenli deneyler imkansızlıklar nedeniyle yapılamamıştır.

38 mm. çaplı ve 76mm. uzunluğunda toplam 12 doğal örnek üzerinde tek eksenli basınç deneyi yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuş ve bu sonuçlara göre kıvam ayrımı yapılmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12: Sahil Yolu Şevlerinden Alınan Doğal Zemin örneklerinin Serbest Basınç Dirençlerine Göre Kıvam Ayrımı (ÖNALP, 1982)

ÖRNEK NO	σ kg/cm ²	Kıvam	A Ç I K L A M A
3A	0.62	Yumuşak	Ayrışmış zemin (Rezidüel)
4A	1.58	Sert	Taşınarak oluşmuş
5A	0.46	Yumuşak	Ayrışmış zemin (Rezidüel)
5B	0.72	Orta	Taşınarak oluşmuş
6A	1.90	Sert	Taşınarak oluşmuş
6B	1.28	Sert	Taşınarak oluşmuş
6C	1.59	Sert	Taşınarak oluşmuş
7A ₁	1.06	Sert	Taşınarak oluşmuş
7A ₂	0.97	Orta	Taşınarak oluşmuş
7B ₁	0.44	Yumuşak	Ayrışmış zemin
7B ₂	1.63	Sert	Taşınarak oluşmuş
7C	0.71	Orta	Taşınarak oluşmuş

Çizelge 4.12 incelendiğinde, zeminlerden alınan örneklerin büyük bir çoğunluğu "sert kıvam" diğerlerinin "orta-yumuşak" kıvamda olduğu anlaşılır.

Burada taşınarak oluşmuş zeminlerin genelde "sert kıvam", yer yerde "orta kıvam" da, ayrışmış zeminlerin genelde "yumuşak kıvam" da oldukları ortaya çıkmıştır.

Zeminin kayma direnci parametrelerini ölçmek için 6x6x2 cm. boyutları hazırlanan toplam 12 örnek üzerine kesme kutusu deneyleri yapılmıştır (Foto 4.11).

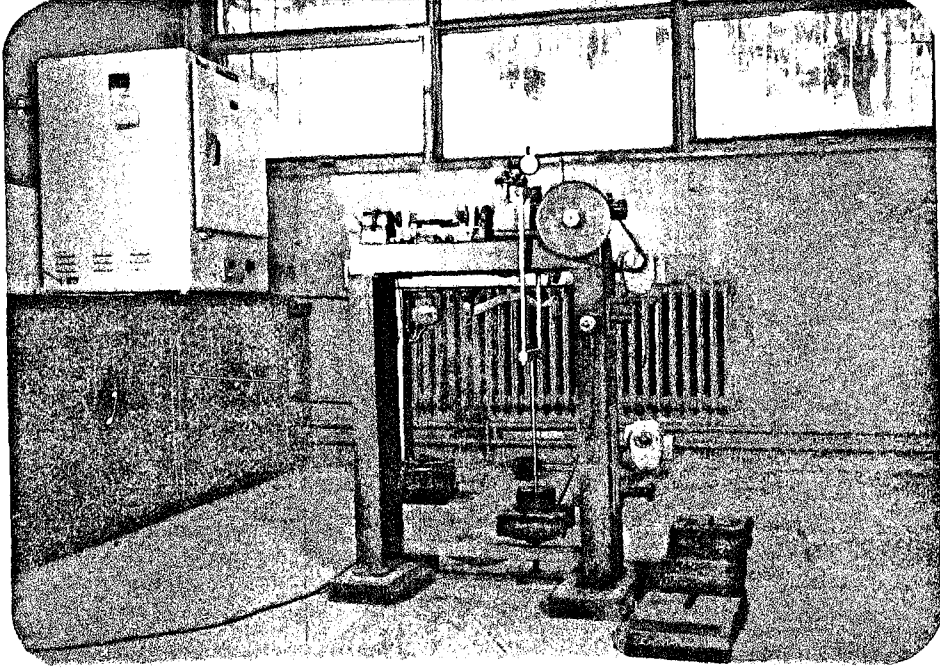


Foto 4.11 : Kesme Kutusu Deney Aleti

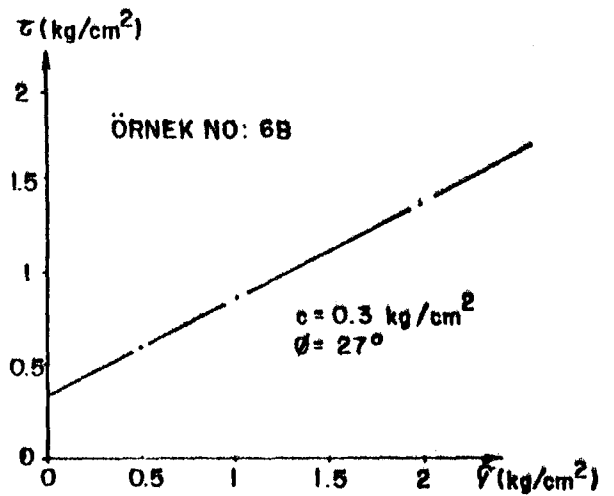
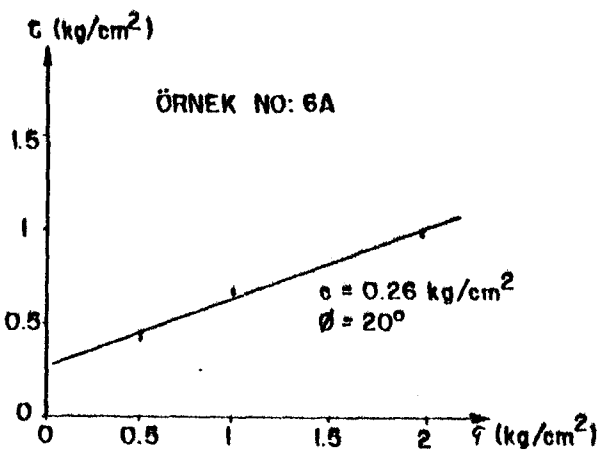
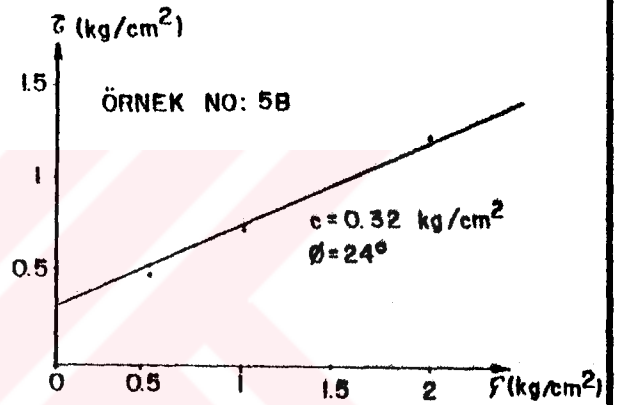
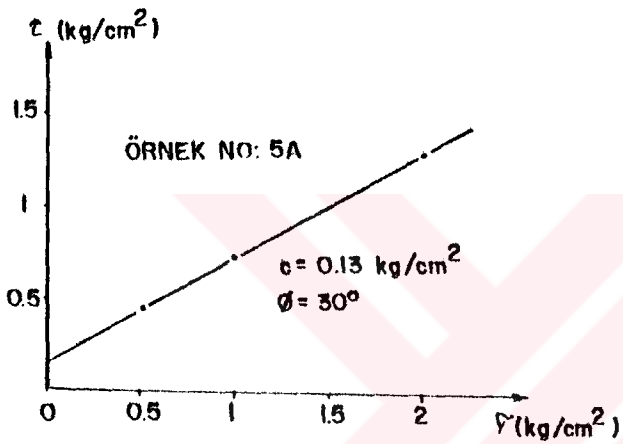
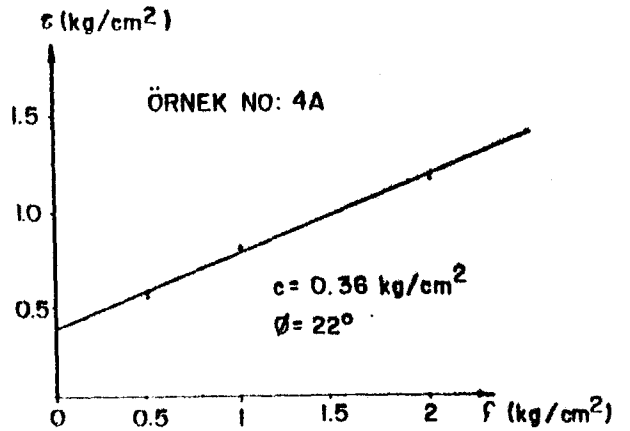
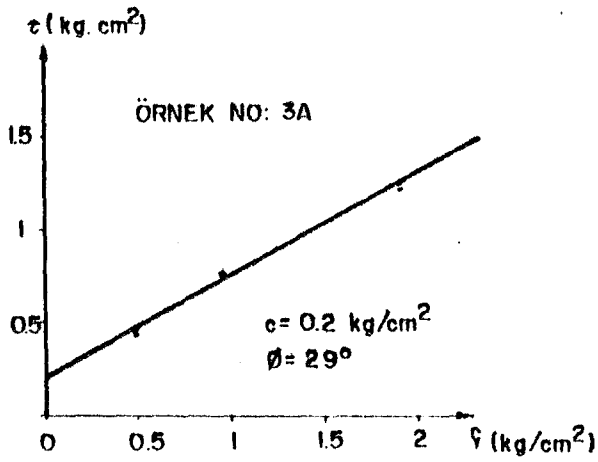
Bu deneyde değişik normal gerilmelere konsilide edilen örnekler sabit hızda makaslanarak kesilmiştir.

Normal gerilmelere bağlı elde edilen makaslama gerilmelerinden zeminlerin efektif kohezyon (c') ve efektif içsel sürtünme açıları (ϕ') bulunmuştur.

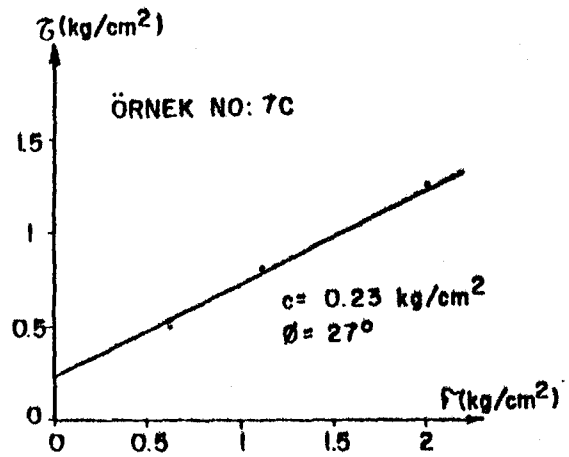
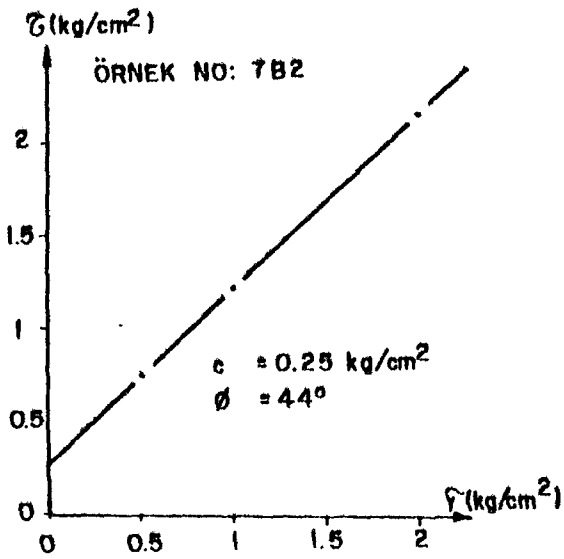
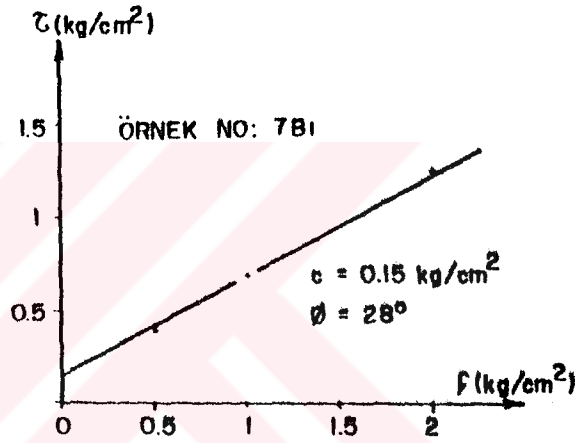
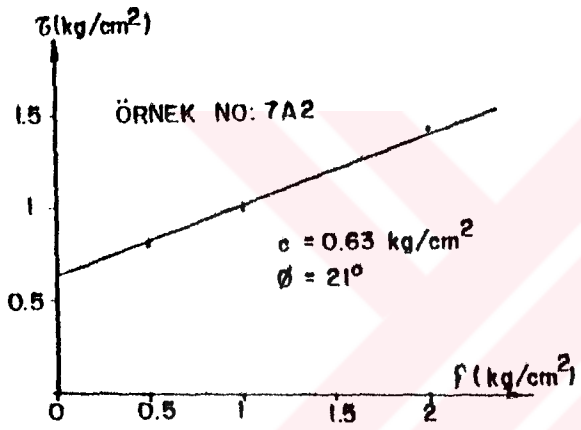
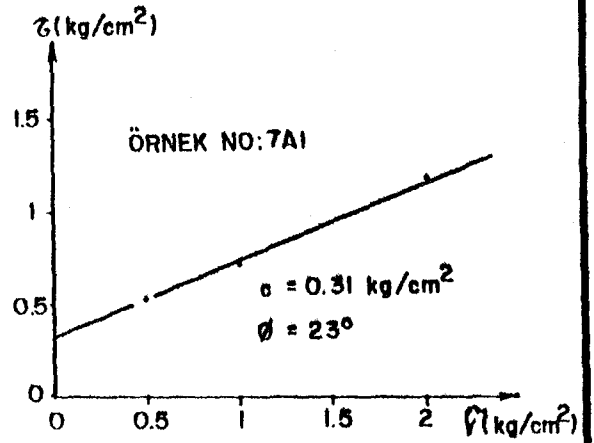
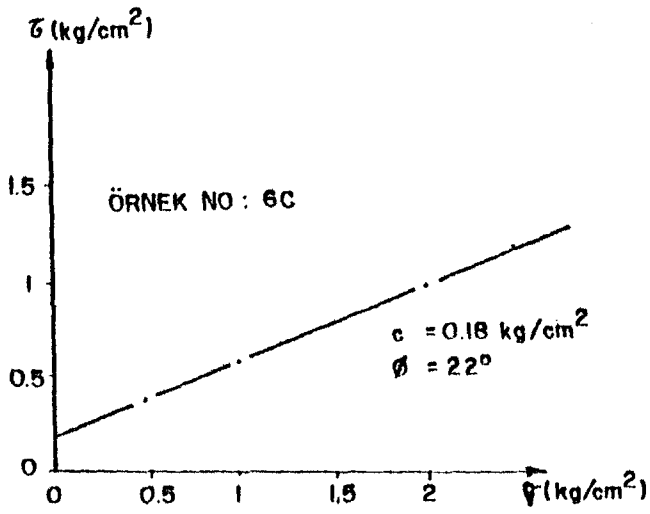
Sözkonusu grafikler Şekil 4.5 a,b'de gösterilmiştir. Bu grafiklerden elde edilen efektif kohezyon(c') ve efektif içsel sürtünme açısı(ϕ) değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 : Sahil Yolu Zemin Şevlerinden Alınan Zemin örneklerinin efektif kohezyon (c') ve efektif içsel sürtünme açısı(ϕ') değerleri

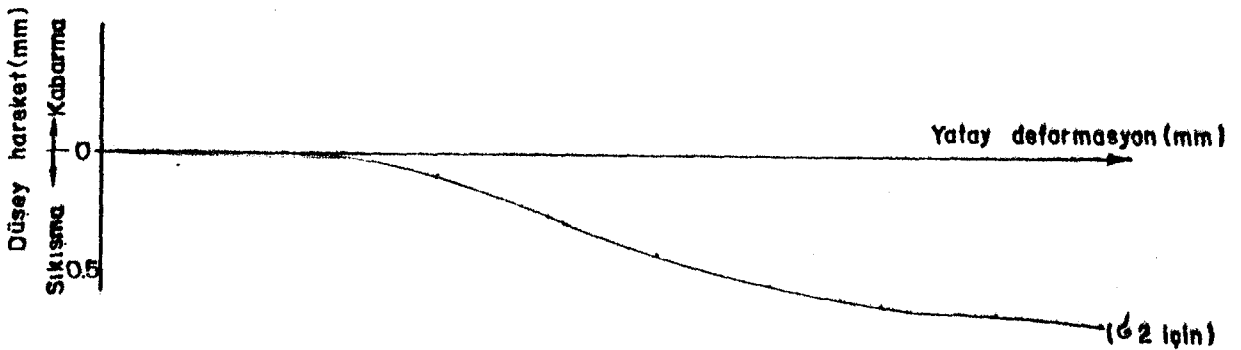
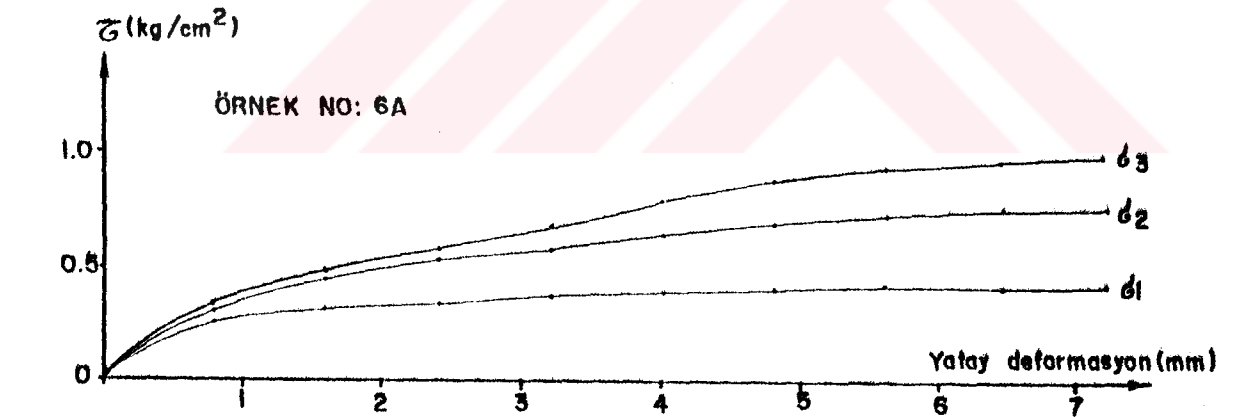
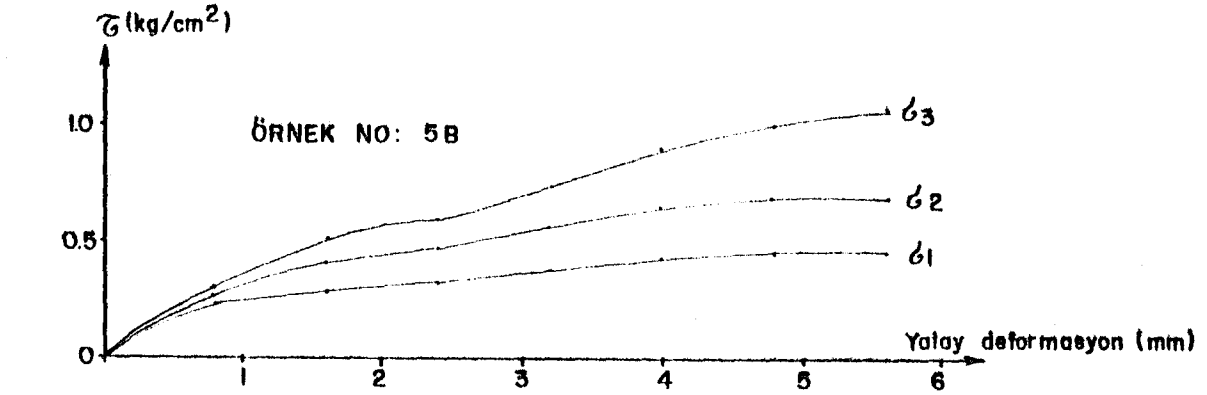
ÖRNEK NO	EFEKTİF KOHEZYON (c') kg/cm ²	EFEKTİF İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI (ϕ')	A Ç I K L A M A
3A	0.20	29	Ayrışmış zemin (Rezidüel)
4A	0.36	22	Taşınmış zemin
5A	0.13	30	Ayrışmış zemin (Rezidüel)
5B	0.32	24	Taşınmış zemin
6A	0.26	20	Taşınmış zemin
6B	0.30	27	Taşınmış zemin
6C	0.18	22	Taşınmış zemin
7A ₁	0.31	23	Taşınmış zemin
7A ₂	0.63	21	Taşınmış zemin
7B ₁	0.25	28	Ayrışmış zemin (Rezidüel)
7B ₂	1.25	44	Taşınmış zemin
7C	0.23	27	Taşınmış zemin



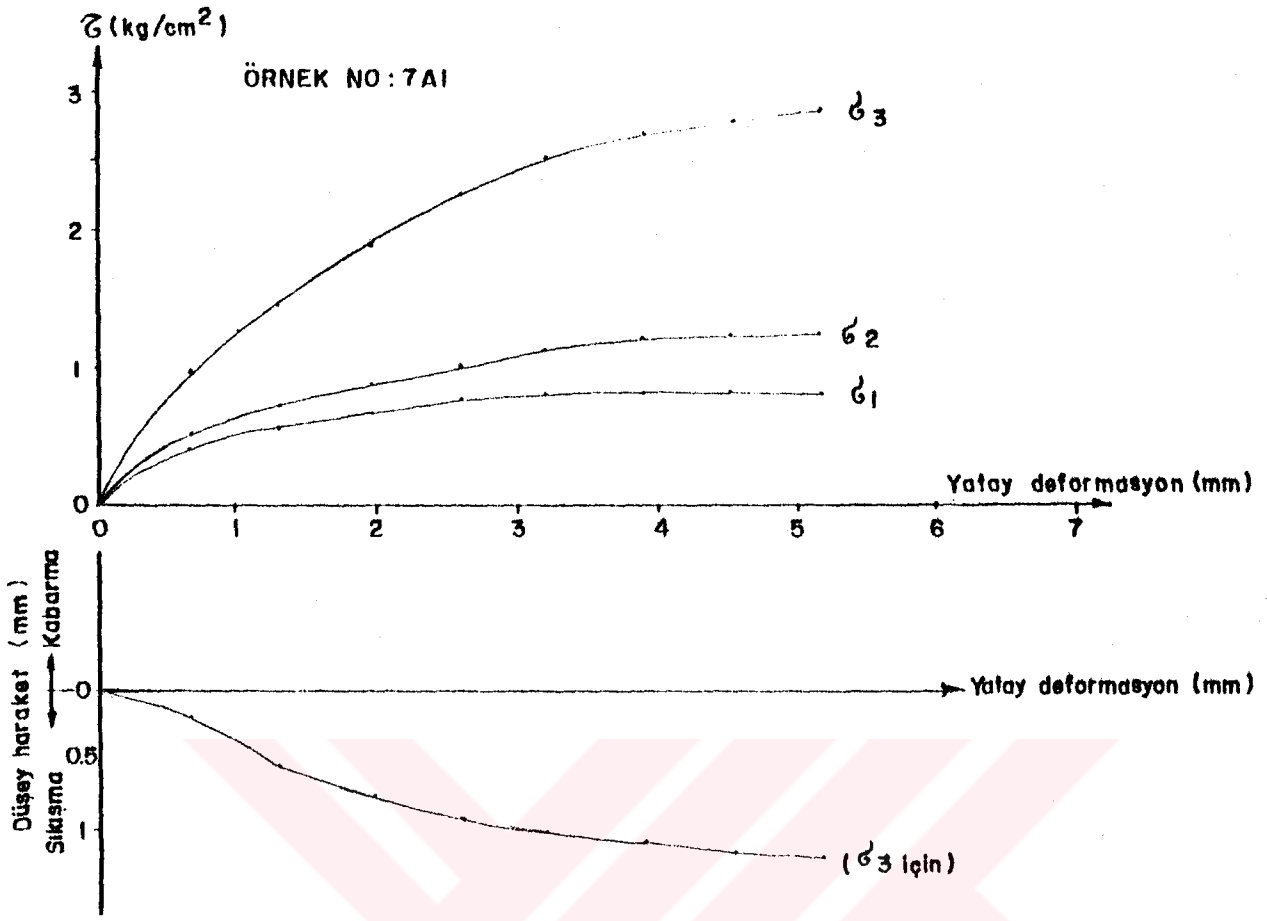
Şekil - 4.5a : Zeminlerin Normal ve Kayma gerilmesi grafikleri



Şekil 4.5b : Zeminlerin Normal ve Kayma gerilmesi grafikleri



Şekil 4.6 a : Kayma gerilmesi — Yatay deformasyon ve Düşey hareket — Yatay deformasyon grafikleri



Şekil 4.6 b : Kayma gerilmesi - Yatay deformasyon ve Düşey hareket - Yatay deformasyon grafikleri

Bu grafiklerden kayma gerilmelerinin, örneğin kırılmasından sonra azalmayıp, kalıcı kesme gerilmeleri şeklinde devam ettiği görülmektedir. Bu özellik killerin "normal konsolide killeri" olduğunu, geçmişte herhangi bir jeolojik yüke maruz kalmadıklarını göstermektedir.

Zeminler üzerinde yapılan kesme kutusu deney sonuçlarına göre ÖRNEK 5A, 6A ve 7A, rin yatay deformasyon makaslama gerilmesi, yatay deformasyon sıkışma grafikleri çizilmiştir (Şekil 4. 6a,b).

4.3.3. Zeminlerdeki Kil Minerallerinin Tayini

Kristal yapıları gözle yada olağan laboratuvar mikroskopları ile görülemeyen kil minerallerinin tanımlanması diferansiyel termik analiz yöntemleri ile yapılmıştır (Foto 4. 12).

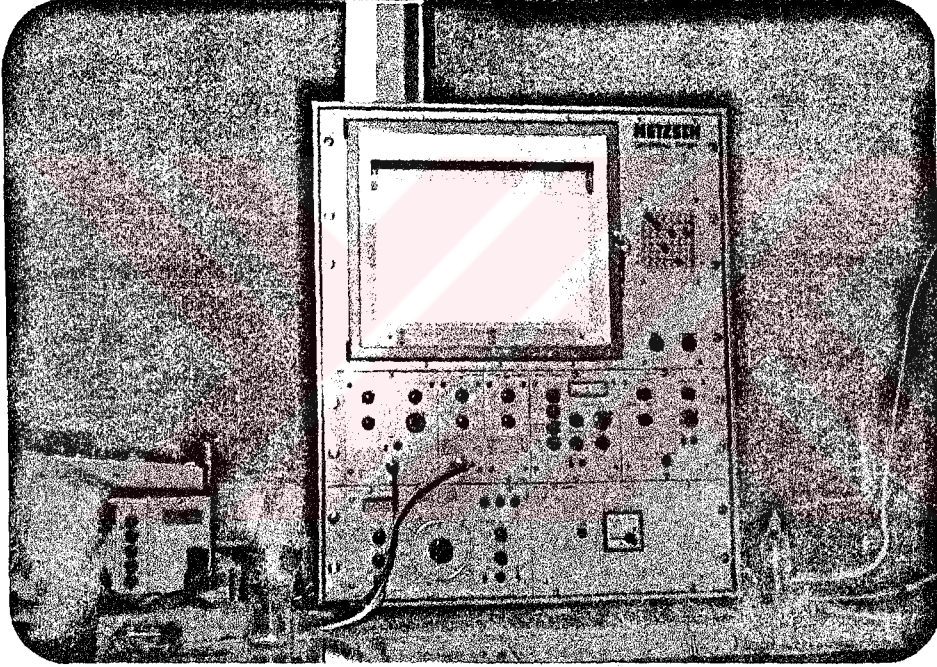
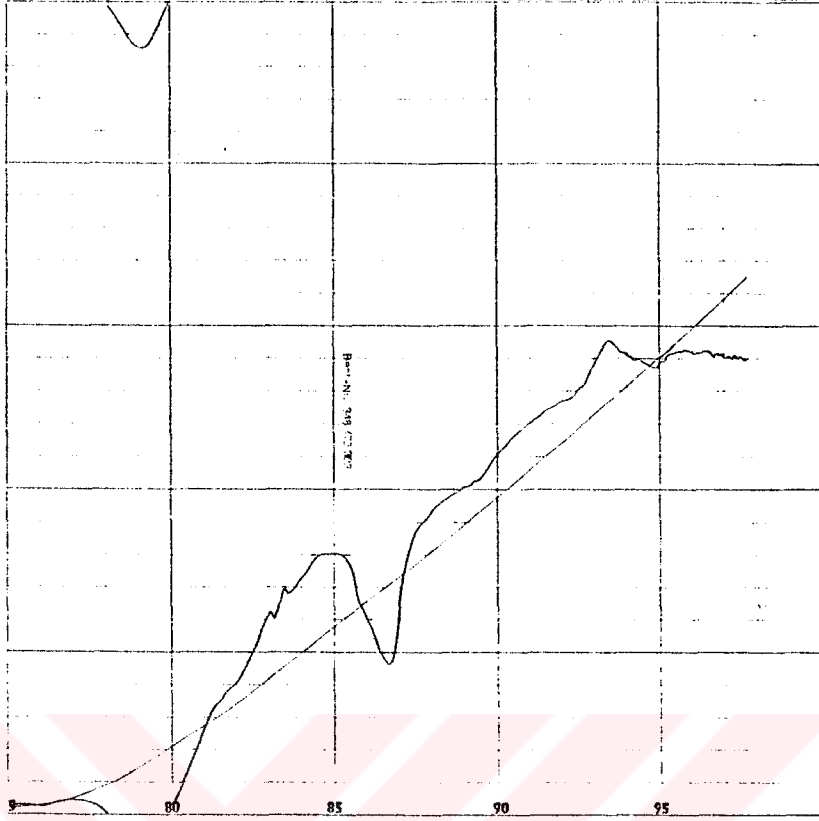


Foto 4.12 : Killerin Analizi İçin Kullanılan Diferansiyel Termik Analiz (DTA) Aleti

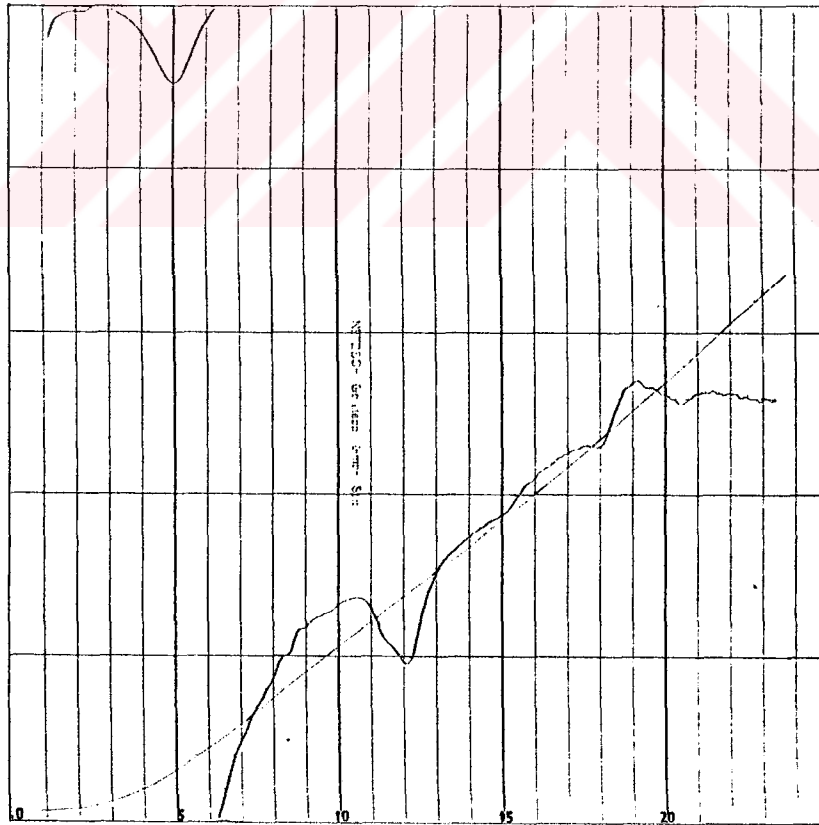
Diferansiyel Termik Analiz (DTA) zeminin oda sıcaklığından 1100°C 'nin üzerine yaklaşık $10^{\circ}\text{C}/\text{dk}$. hızla ısıtılması sırasında örneğin gösterdiği tepkime özelliklerinden faydalanarak mineralleri tanımlayan bir deneydir.

Bu esasa göre, taşınarak oluşmuş zeminlerden alınan dört örnek üzerinde bu deneyler yapılmış Şekil 4.7a ve 4.7b' deki grafikler edilmiştir.

Şekil 4.7a ve Şekil 7b grafiklerinin incelenmesiyle zemin örneklerinin tümünün "illit" olduğu anlaşılmıştır.

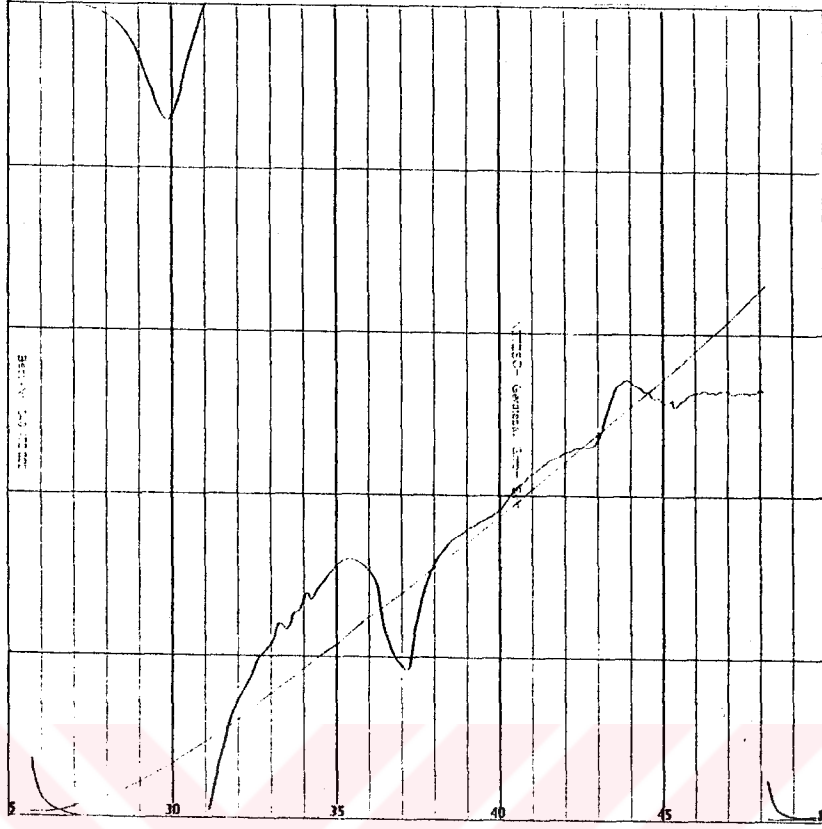


ÖRNEK NO:
4A



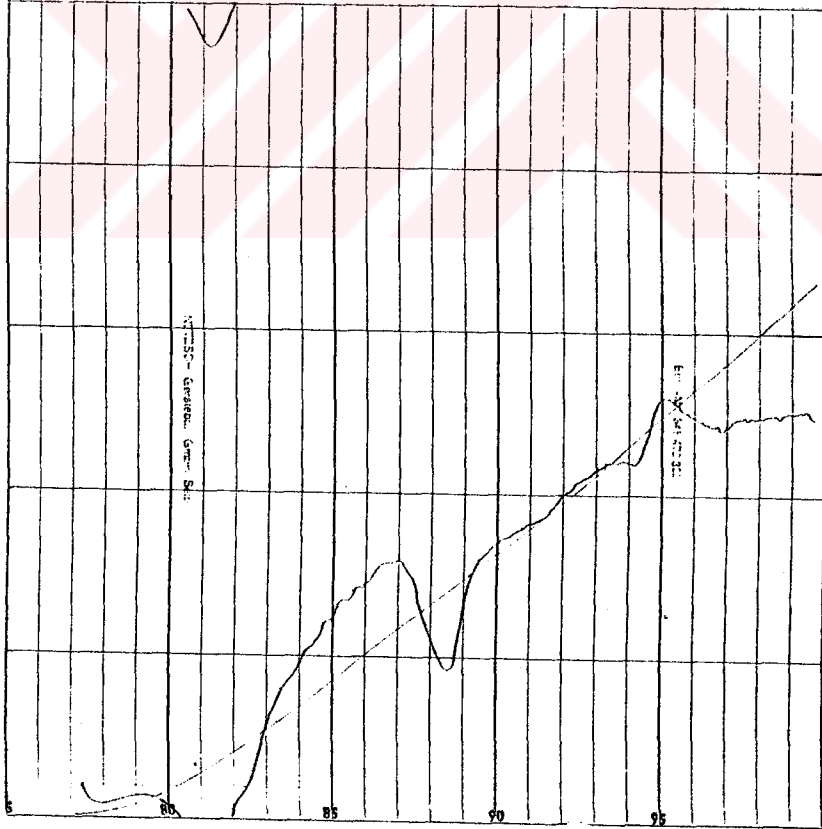
ÖRNEK NO:
5A

Şekil 4.7a :Zemin Örneklerinin DTA Grafikleri



ÖRNEK NO:

6B



ÖRNEK NO:

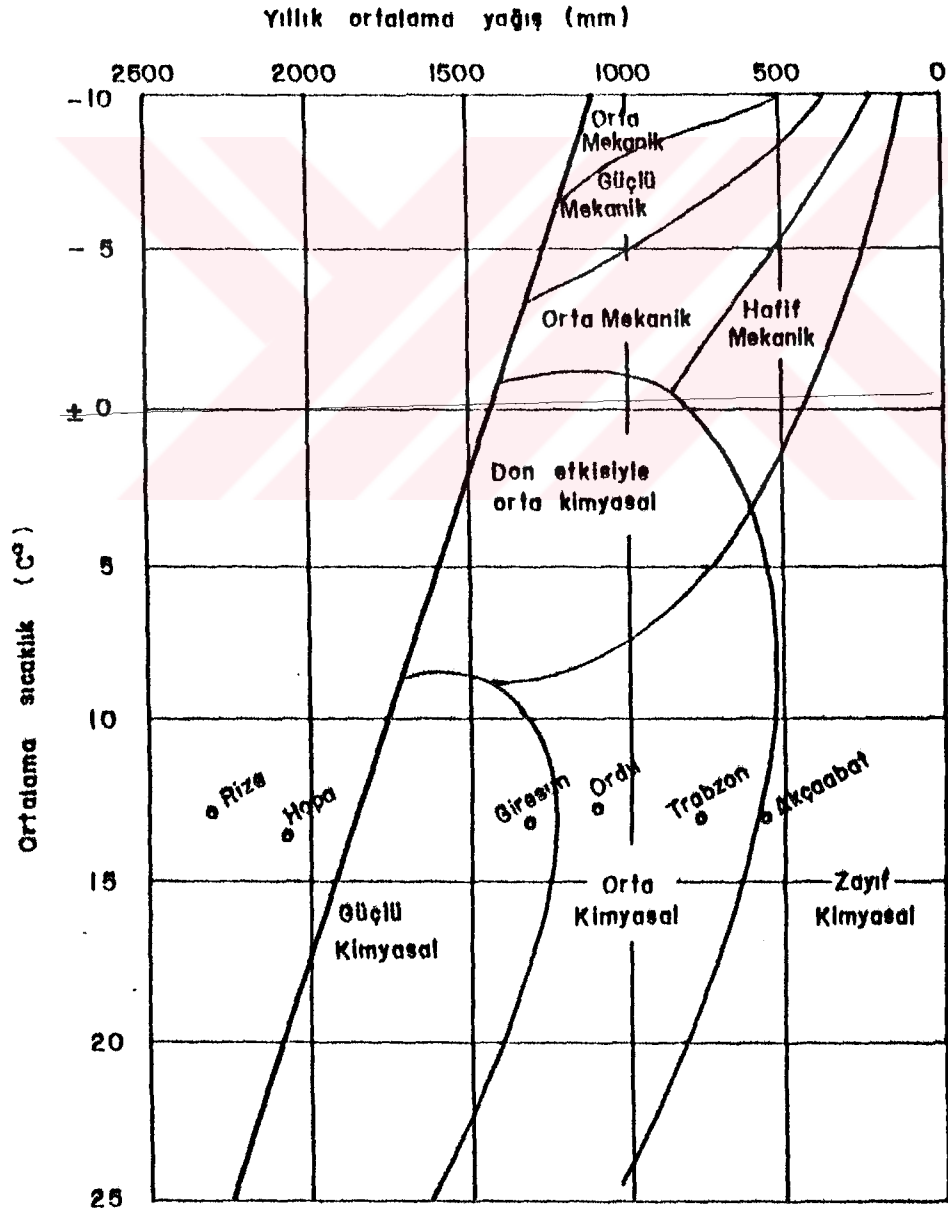
7C2

Şekil 4.7b :Zemin Örneklerinin DTA Grəfikleri

4.3.4. Ayrışma

Çalışma sahasında; ana kaya, deniz altı püskürükleri şeklinde gelişen piroklastik kayalar olup, bunlar; bazaltik lav, tuf, breş ve aglomeralardır. Bu kayac türlerinin yer yer yüksek porozite göstermeleri, yörenin, oldukça bol yağış alması, nem oranının yüksek olması, topografya ve zaman gibi nedenler hızlı bir ayrışmanın varlığını göstermektedir.

Çevre şartlarının ayrışma hızına etkisi göz önüne alınarak hazırlanmış diyagrama göre yöre "güçlü kimyasal ayrışma"dan da fazla ayrışma gösterebileceği kanısına varılmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 : Çevre şartlarının ayrışma hızına etkisi (Önalp, 1983)

Arazi gözlemlerine göre volkanik piroklastlar ayrışma derecelerine göre sınıflandırılmışlardır. Little'nin (1969)'da yapmış olduğu sınıflandırmadan, I'ci dereceden VI'ci dereceye kadar ayrışma derecesi gözlenmiştir. Ayrışma dereceleri bir arada izlenebildiği gibi ayrı ayrı da izlenebilmektedirler (Foto 4.13 ve Foto 4.14).



Foto 4.13 : Volkanik piroklastların "tamamen ayrışması" (V. derece), Radar yolu üzerinde



Foto 4.14 : Volkanik piroklastların "yüksek derecede ayrışması" (IV.derece). Eksfoliasyon ayrışması izlenmektedir, Radar yolu üzerinde

BÖLÜM 5

ÇAYELİ-PAZAR (RİZE) ARASI ANA YOL ŞEVLERİNDEKİ KİTLE HAREKETLERİNİN İNCELENMESİ

5.1. GİRİŞ

Bu bölümde, Çayeli-Pazar (RİZE) arası ana yolu üzerinde, kaya ve zemin şevlerinden 5 tanesi incelenmiştir. Şevlerin krokileri çıkarılarak alınan örneklerle özellikleri bulunmuştur. Şevlerde duraylılık analizi için uygulanan analiz yöntemlerinin esaslarına değinildikten sonra yöntemler uygulanmış ve güvenlik katsayıları bulunmuştur. Ana yol üzerindeki tüm kaya ve zemin şevleri işaretlenmiştir. (EK 5.6)

5.2. İncelenen Şevlerin Krokilerinin Çıkarılması

İncelenen şevlerin krokilerinin çıkarılmasında takeometre, sehpa, mira ve pusula kullanılmıştır. Şevler sahilde ana yol üzerinde olduklarından deniz referans yüzeyi alınmıştır.

Şevin krokisini verebilecek noktalar seçilerek, alet şevin karşısında herhangi bir A noktasına kurulmuş ve mira yardımıyla şevin konumunu verecek noktalar okunmuştur. Gerekli durumlarda alet B noktasına taşınmış ve bu noktadan da ölçüler alınmıştır. Okumalarda, mira, yatay ve düşey açı, alet yüksekliği okunmuş olup, şeve ait noktaların yüksekliği hesaplanmıştır (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

i : Miranın orta retiküle olan yüksekliği

a : Alet yüksekliği

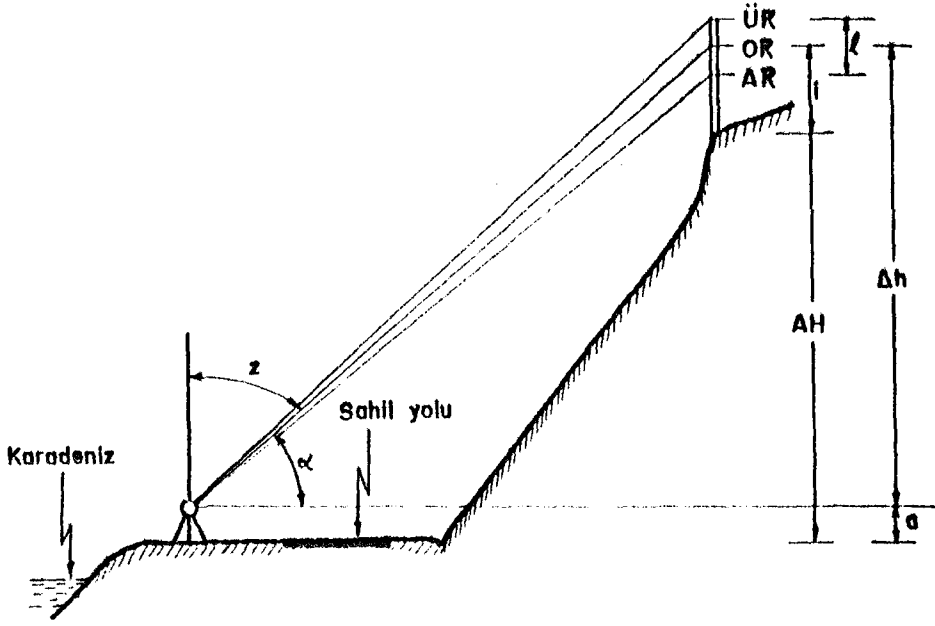
Z : Düşey açı (grad)

α : Yatay açı (grad)

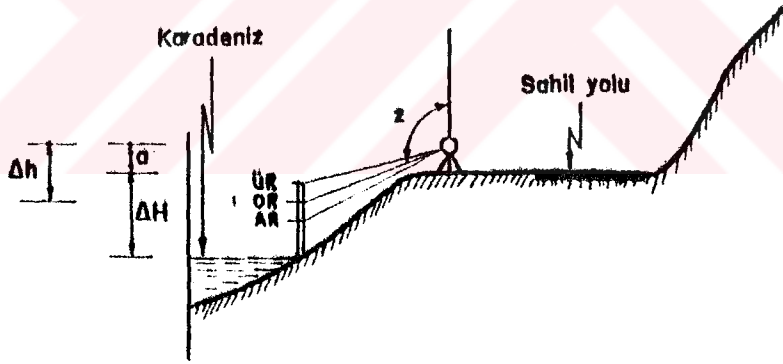
Δh : Dürbünle orta retikül arasındaki düşey mesafe

ΔH : Aletin orta retikül olan düşey mesafesi

K : Çarpım sabiti (100 olacak şekilde seçilir)

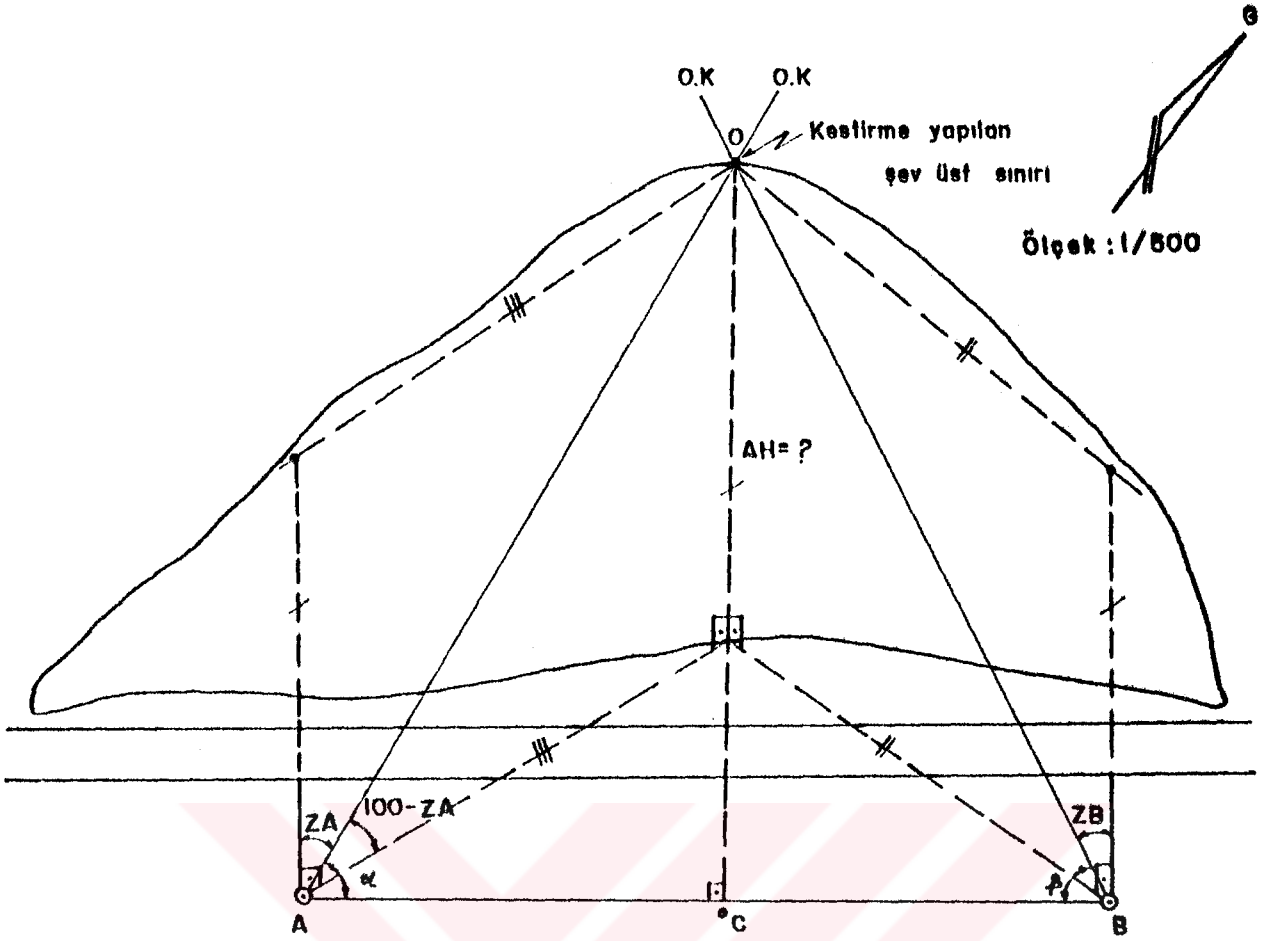


Şekil 5.1 : Şevlerdeki krokilerin çıkarılması için yapılan yükseklik okuması



Şekil 5.2 : Şevlerin deniz seviyesine göre yükseklik tayini

- ÜR : Üst retikül
- OR : Orta retikül
- AR : Alt retikül
- i : Miranın orta retiküle olan yüksekliği
- a : Alet yüksekliği



Şekil B.3 : Şevlerde kestirme yapılan noktaların yükseklik tayini

- |AB|** : Kroki üzerinden ölçümlü yapılır.
- ZA, ZB** : Aletten okunan dikey açılar.
- α, β** : Kestirme doğrularının taşınan noktalar (A ve B) arasındaki doğruyla yaptıkları açılar (açıölçerle bulunurlar).
- OA** : Kesit üzerinden ölçülebildiği gibi trigonometrik hesaplar da bulunabilir.

$$\cos \alpha = \frac{AC}{AO} \Rightarrow AO = \frac{AC}{\cos \alpha}$$

L : Mirada okunan alt ve üst retikül okumalarının farkı

S : Yatay mesafe

H : Düşey mesafe (yükseklik)

$$S = K.L.\sin^2z$$

$$H = S.\cotgz - i + a$$

Şevlerde ölçülmesi istenen fakat çıkılamayan yükseklikler kestirme yolu ile trigonometrik hesapları yapılarak bulunmuştur.

Şevin tepe noktalarını görebilecek yere alet kurulmuş (A noktası) ve O noktaların yatay ve düşey açıları okunmuş, sonra alet B noktasına taşınarak aynı noktalara tekrar bakılarak yine yatay ve düşey açıları ayrı ayrı okunmuştur. Bulunan bu değerler ölçekli olarak (1/500) kağıt üzerine aktarılarak Şekil 5.3'de görüldüğü gibi hesaplar yapılarak yükseklikler bulunmuş ve şevlerin krokileri böylece çıkarılmıştır.

AC : Kesit üzerinden bulunur

ΔH : İstlenen yükseklik, tamamen trigonometrik hesaplamalarla bulunur.

$$\sin (100 - Z_0) = \Delta H / OH \Rightarrow \Delta H = OH . \sin (100 - Z_0)$$

H : $\Delta H + a + A$ letin deniz seviyesinden yüksekliği

5.3. İncelenen Şevler ve Hareketin Türü

Çalışma sahasında ana yol boyunca yol şevlerinin tümü ölçülmüş ve işaretlenmiştir (Ek 5.6).

İncelenen şevler kaya ve zemin şevleri olmak üzere toplam 5 tanedir. Bunların iki tanesi kayada, iki tanesi taraça-2'de bir tanesinde ayrışmış (rezidüel) zeminde yer almaktadır.

Kaya şevlerinde; düzlemsel, düşme-devrilme ve kama tipi kaymaların, zemin şevlerinde dairesel olmayan kaymaların olabileceği ortaya konmuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 : İncelenen Şevler ve Olabilecek Kitle Hareketleri

İncelenen Şev No	Şevin Türü	Hareketin Türü	Kayma Yüzeyi
1	Kaya Şev	Düzlemsel Kama tipi Düşme-Devrilme	Var Var -
2	Kaya Şev	Düşme-Devrilme	-
3	Zemin Şev	Dairesel olmayan kayma	Muhtemel (olası)
4	Zemin Şev	Dairesel olmayan kayma	Muhtemel (olası)
6	Zemin Şev	Dairesel olmayan kayma	Muhtemel (olası)

5.4. İncelenen Şevlere Ait özellikler

Çalışma sahasında incelenen şevlerin özellikleri, laboratuvar, arazi ve büro çalışmaları sonucu bulunmuş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : İncelenen Şevlere Ait özellikler

ŞEV NO	ŞEVİN TÜRÜ	ÖZELLİKLERİ										
		γ_k gr/cm ³	γ_d gr/cm ³	c_B kg/cm ²	θ°_B	c_k kg/cm ²	θ°_k	θ°_a	g_B %	h_v %	p %	e %
1	KAYA	2.00	2.17	5.6	37	1.7	32	35	8.75	17.5	24.68	32.77
2	KAYA	2.20	2.32	K:67 D:45	K:52 D:44	1.7	32	35	5.07	11.15	16.88	20.31
		γ_k gr/cm ³	γ_d gr/cm ³	c' kg/cm ²	θ°	p %	e %	w %	LL %	PL %		
3	ZEMİN	1.44	1.92	0.17	25	47.8	91.67	33	41.02	32.72		
4	ZEMİN	1.43	1.67	0.36	22	63.73	175.71	57.6	60.5	45.6		
6	ZEMİN	1.45	1.81	0.30	27	56.29	128.78	42.1	41.7	37.9		

- K : Kuru halde
D : Doygun halde
 c_m : Sağlam kayacın kohezyonu
 c_k : Çok yumuşak kayanın kohezyonu
 θ_m : Sağlam kayacın içsel sürtünme açısı
 θ_k : Kırıklı yüzeyin içsel sürtünme açısı
 θ_a : Arazide ölçülen içsel sürtünme açısı
 θ^o : Efektif içsel sürtünme açısı
 c' : Efektif kohezyon

5.5. İncelenen Şevlerde uygulanan Analiz Yöntemlerinin Esasları

Çalışma sahasında ana yol üzerinde incelenen şevler "kaya ve zemin şevleri" olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Şevlerde olabilecek hareketin türüne ve özelliklerine göre uygulanan yöntemler saptanmıştır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3 : İncelenen Şevlerde Hareketin Türüne Göre Uygulanan Analiz Yöntemleri

ŞEY NO	HAREKETİN TÜRÜ	UYGULANAN ANALİZ YÖNTEMLERİ	
		ANALİTİK-GRAFİK YÖNTEMLER	STEREOGRAFİK İZDÜŞÜM
1	Düzlemsel Kama Tipi	-İki Boyutlu Analiz -Kama Tipi Kayma Analizi -Sadece İçsel Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi Kaya Bloğu Stabilite Diyagramları	- c, θ ve Su Basıncını İçeren Kama Tipi Kayma Analizi
	Düşme-Devrilme	-	-Lambert Eş-Alan Projeksiyonu
	Düşme-Devrilme	-Lambert Eş-Alan Projeksiyonu	
3,4 ve 6	Karmaşık	Janbu'nun dairesel olmayan kayma analizi	

5.5.1. Kaya Şevlerinde Uygulanan Duraylılık Analiz Yöntemlerinin Esasları

İncelenen kaya şevlerinde düzlemsel, kama tipi kayma ve düşme-devrilme beklendiğinden uygulanan analitik-grafik ve stereografik yöntemlerinin esasları açıklanmıştır.

5.5.1.1. Analitik ve Grafik Yöntemler

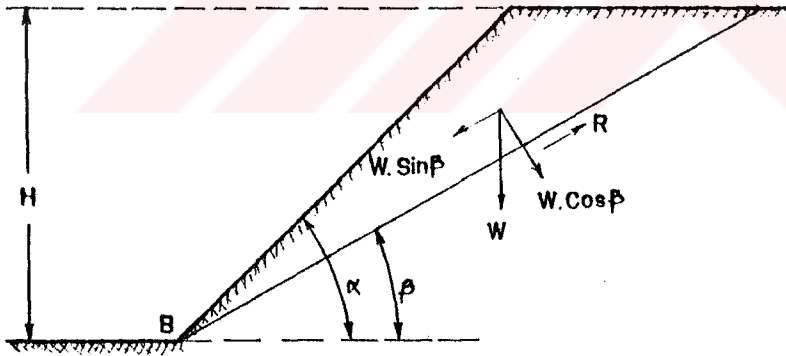
Hem analitik hem de grafik yolla analizi incelenen kaya şevleri her ikisini beraberinde bulunduran çözümleri de içerir.

Kaya şevlerinde uygulanan "analitik ve grafik" yöntemler şunlardır.

- * İki boyutlu analiz yöntemi (düzlemsel kaymada)
- * Kama tipi kayma analizi (kama tipi kaymada)
- * Sadece sürtünme açısı içeren kama tipi kaya bloğu stabilite diyagramları (kama tipi kayma da).

5.5.1.1.1. İki Boyutlu Analiz

Düzlemsel kaymalarda uygulanan bu yöntemin esasını kavrayabilmek için olay iki boyutlu olarak düşünülür.



Şekil 5.4 : Kırılma düzlemlerinde boyuna kayma mekanizması
(Inceefe, 1974 -Hoek, 1970 ve 1977' den)

B : Kırılma düzleminin açısı

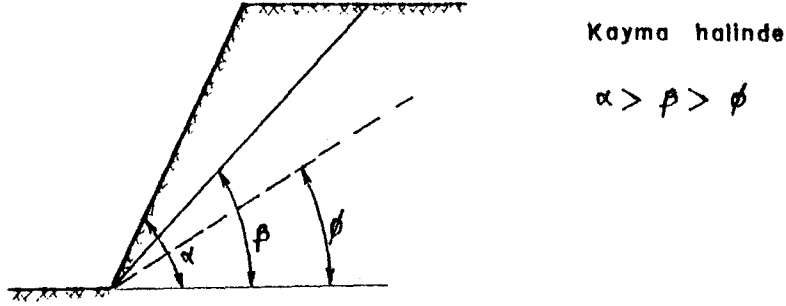
α : Şev açısı

H : Şevin yüksekliği

R : Kayma yüzeyinin makaslama dayanımı veya kaymaya karşı olan kuvveti

W : Bloğun ağırlığı

A : Bloğun taban alanı



Şekil 5.5 : Düzlemsel kaymada şev açısı, kırılma düzleminin açısı ve içsel sürtünme açıları arasındaki ilişkiler (Hoek ve Bray, 1977)

Şekil 5.5'de kaymanın olduğu düzlem, şev yüzeyine paralel olmalı ($\pm 20^\circ$), kayma düzleminin eğimi şev eğiminden küçük ve kayma düzleminin eğimi bu yüzeydeki içsel sürtünme açısından büyük olmalıdır.

Denge durumu sınırlarında bulunmayan şevlerin dengelerini karşılaştırmak için kullanılan en yaygın indekslerden birisi şev güvenlik katsayısıdır.

F (Güvenlik katsayısı) ise,

F = Kaymaya karşı kayan kuvvet/Kaymayı oluşturan kuvvet

$$F = (C.A + W.\cos\beta.t_{\phi}) / (W.\sin\beta)$$

Seklin geometrisinden:

$$F = [(2c.\sin\alpha) / YH.\sin(\alpha-\beta).\sin\beta] + [t_{\phi}\theta / t_{\phi}\beta]$$

elde edilir. Bu eşitlikten de α (şev açısı) çekilecek olursa

$$\cot\alpha = \cot\beta + \frac{2c}{YH} \left[\frac{1}{F} \right] \frac{\sin\beta}{\sin(\alpha-\beta)}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikte, Y kaya veya zeminin yoğunluğu olup, F güvenlik katsayısı genellikle 2 olarak alınır. (Hoek, 1974).

Bu eşitlikte; H, dizayn mühendisince belirlenir. β açısının doğrudan ölçülmesine olanak yoktur. Çünkü jeolojik zaman süreci içinde sıcaklık, basınç etkileri, akma gibi olaylar nedeniyle bu kırık düzlemi belirgin değildir. Ancak burada yaklaşım yapıldığı gözönüne alınır, gerek bu ve gerekse bundan sonra verilecek olan yöntemlerde β açısı:

$$\beta = 45^\circ + \theta/2 \quad (\text{Inceef, 1974}) \quad \text{eşitliği ile hesaplanır.}$$

Y, θ , c değerleri ya deneysel olarak saptanır, ya da Çizelge 5.4, 5, 6, 7, 8'den üzerinde çalışılan kaya cinsine göre bakılarak kullanılır (Not: Burada şevin yeraltı suyu tablasının üzerinde olduğu kabul edilmiştir).

Çizelge 5.4 : Çatlak dolgu malzemelerinin yaklaşık içsel sürtünme açıları (Hoek, 1970)

ÇATLAK DOLGU MALZEMESİ	İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI DERECE
Fay killi	10-20
Kalsitli kırık zonu	20-27
Killi şistlerde fay	14-22
Sert kaya breşi	22-30
Sıkışmış sert kaya agregası	40
Sert kaya	38

Çizelge 5.5 : Bazı kayaların içsel sürtünme (ϕ) ve kohezyon (C) değerleri (Hoek, 1970; Hoek ve Bray, 1974)

Kayaç Tipi	Sağlam Kayaçta ϕ	Çatlaklı Kayaçta ϕ	Kalıcı ϕ	Kohezyon Masif Kayaçta
Andezit	45	31-45	28-30	-
Bazalt	48-50	47	-	-
Tebeşir	-	31-41	-	-
Diyorit	53-55	-	-	-
Granit	50-64	-	31-33	100-300
Grovak	45-50	-	-	-
Kireçtaşı	30-60	-	33-37	50-150
Monzonit	48-65	-	28-32	-
Porfirit	-	40	30-34	100-300
Kuvarsit	64	44	32-34	-
Kumtaşı	45-50	27-88	25-34	50-150
Şist	26-70	-	-	-
Killi şist	45-64	37	27-32	25-100
Silttaşı	50	43	-	-
Arduvaz	45-60	-	24-34	-

Çizelge 5.6 : Toprak ve kayalar için kohezyon değerleri (Hoek, 1970)

<i>Zemin veya kayaç cinsi</i>	<i>c (lb/ft²)</i>	<i>c (kg/m²)</i>
Çok yumuşak toprak	35	170
Yumuşak toprak	70	340
Sert (pekişmiş) toprak	180	880
Sert toprak	450	2 200
Çok sert toprak	1 600	7 800
Çok yumuşak kayaç	3 500	17 000
Yumuşak kayaç	11 500	56 000
Sert kayaç	35 000	170 000
Çok sert kayaç	115 000	560 000
Çok çok sert kayaç	230 000	1 000 000

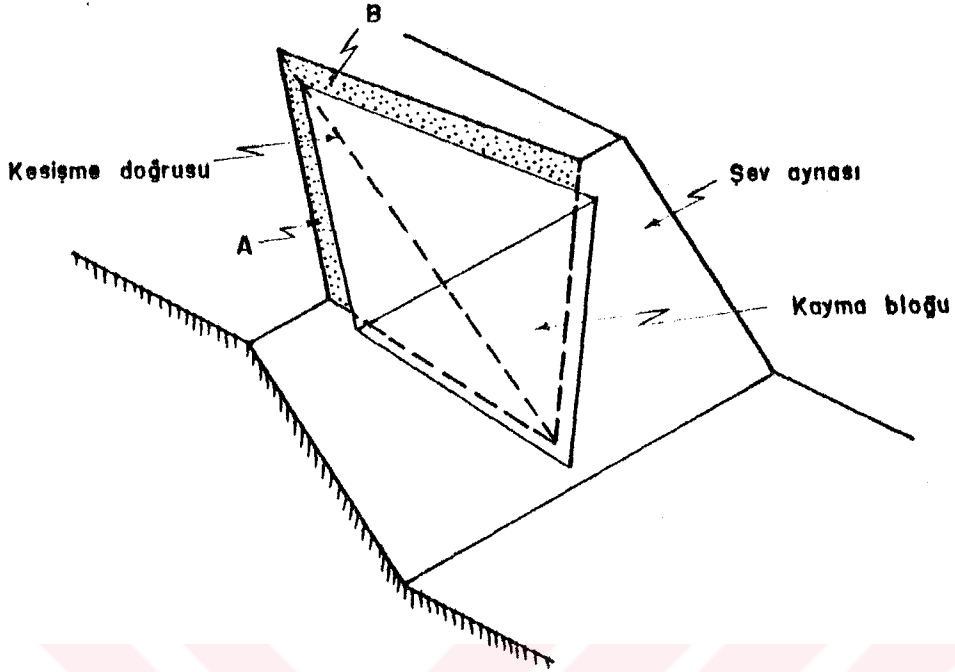
Çizelge 5.7 : Bazı yumuşak kayaların yoğunlukları ve sürtünme açıları (Tanrıverdi, 1970)

<i>Kayaç cinsi</i>	<i>Kaynak</i>	<i>Yoğunluk (kg/m³)</i>	<i>Sürtünme açısı (derece)</i>
Kil	Ferrandon		15-27
Kumlu marn	L'Herminier		34
Killi kum	Ferrandon		27-33
Orta ve ince kum	Bishop		33-43
Orta kum	Labasse	1 700	35-45
Yumuşak kömürlü şist	Labasse	1 800-2 000	30
Orta sertlikte kömürlü şist	Labasse	2 000-2 200	37
Sert kömürlü şist	Labasse	2 200-2 600	45
Sert kireçtaşı	Labasse	2 500-2 900	45-50
Kireçtaşı	Duriez		41
Kumtaşı	Labasse	2 200-3 000	50-70

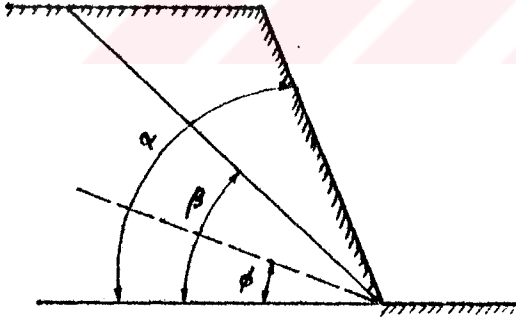
Cizelge 5.8 : Kayaç ve zeminlerin bazı jeoteknik parametreleri (Paşamehmetoğlu, 1977)

KAYIÇ VE ZEMİN ÖZELLİKLERİ									
Tip	Formasyon cinsi	Yoğunluk (γ)		İçsel sürtünme açısı (ϕ)			Kohezyon (c)		
		kg/m ³	lb/ft ³	Malzeme	Derece	Formasyon cinsi	kg/m ²	lb/ft ²	
K O H E Z Y O N S U Z	Kum	Kuru, iri taneli kum	1 440	90	Kompakt, üniform	40-50			
		Kuru, ince taneli kum	1 600	100	Taneli, üniform				
		Sulu kum	1 810	115	Üniform, iri-orta incelikte veya milli kum	35-40			
		Çok sulu kum	1 920	120	Gevşek, üniform taneli kum İnce susuz kum	35-40 30-35			
	Çakıl	Karışık	1 760	110	Karışık	35-40			
		Nehir çakılı	2 240	140	Ufak, yuvarlak taneli çakıl	40			
		Gevşek yuvarlak taneli çakıl	1 810	115	Kumlu kompakt	40-45			
		Kumlu çakıl	1 920	120	Kumlu gevşek	35-40			
	Aruk kayalar (karlımsız)	Granit	1 600	100	Kırılmış kaya	35-40			
			1 200	125					
		Bazalt ve dolerit	1 760	110					
			2 240	140	Kırılmış tebeşir	35-45			
Kireçtaşı ve kumtaşı		1 280	80	Kırılmış şeyl	35-45				
Tebeşir		1 920	120						
		1 000	62						
Şeyl		1 280	80						
	1 600	100							
	2 000	125							
K O H E Z Y O N L U	KİL	Kuru kil	1 760	110	Kuru, iri taneli kil	30	Çok sert, iri taneli kil	17 600	3 600
		Drene edilmiş kil	1 840	115	Drene edilmiş, iri taneli kil	40	Sert şeyilli kil	14 600	3 000
		Sulu kil	1 920	120	Sert kil	10-20	Sert kil	9 800	2 000
		Kumlu sulu kil	1 600	100	Yumuşak kil	5-7			
		Marn	1 760	110	Dolgu kil	10-20	Sağlam kil	4 900	1 000
		Çakıllı kil	2 000	125	Makaslama bölgesi malzemesi	20-27	Yumuşak kil	2 400	500
				Fay, şeyl malzemesi	14-22				
	Örtü tabakası	Yüzey toprağı	1 360	85					
		Kuru toprak	1 440	90	Örtü toprağı	30-35	Örtü toprağı	490	100
		Nemli toprak	1 600	100				4 900	1 000
		Sulu toprak	1 680	105					
	Kaya kitlesi	Granit	2 611	164	Granit	30-50	Sert kaya (granit porfir vb.)	9 800	2 000
Kuvarsit		2 611	164	Kuvarsit	35-45		30 000	6 400	
Kumtaşı		1 950	122	Kumtaşı	30-45	Kumtaşı veya kireçtaşı	4 900	1 000	
Kireçtaşı		3 169	180	Kireçtaşı	30-50		14 600	3 000	
Porfir		2 580	160	Porfir	30-40	Şeyl veya yumuşak kaya	2 400	500	
Şeyl		2 400	150	Şeyl	27-15		9 800	2 000	
Tebeşir		1 760	110	Tebeşir	30-40				

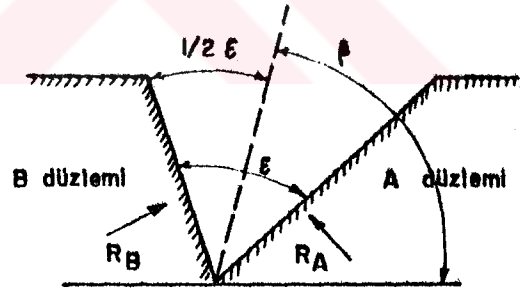
5.5.1.1.2. Kama Tipi Kayma Analizi



Şekil 5.6 : Kama tipi kaymanın üç boyutlu görünümü



Şekil 5.7 : Kesişme doğrusuna paralel alınan kesit



Şekil 5.8 : Kesişme doğrusuna dik alınan kesit

- β (Küçük olanı) : Arakesit doğrultusunun yatay düzlemle yaptığı açı
 ϵ : Kayma yüzeyleri arasındaki açı
 ϕ : İçsel sürtünme açısı
 β : Kayma düzleminin açısı
 α : Şev açısı

β ve ξ değerleri stereografik çizimden de elde edilebilir.

Kaymanın yalnız sürtünme ile engellendiği bir durumda güvenlik katsayısı sürtünme açısı her iki düzlemde de \emptyset ise aşağıda verilen eşitlikten yararlanılır.

$$F = [(R_A + R_B) \cdot \text{tg } \emptyset] / W \cdot \text{Sin } \beta$$

R_A ve R_B değerleri ait oldukları kayma yüzeylerindeki sürtünme kuvvetleri (Şekil 5.8).

R_A ve R_B değerlerini bulmak için kesişme doğrusu boyunca kuvvetler yatay ve düşey olarak ikiye ayrılır.

$$R_A \cdot \text{Sin}(\beta - \frac{1}{2}\xi) = R_B \cdot \text{Sin}(\beta + \frac{1}{2}\xi)$$

$$R_A \cdot \text{Cos}(\beta - \frac{1}{2}\xi) - R_B \cdot \text{Cos}(\beta + \frac{1}{2}\xi) = W \cdot \text{Cos } \beta$$

$$R_A + R_B = W \cdot \text{Cos } \beta \cdot \text{Sin } \beta / \text{Sin } \xi$$

Buradan:

$$F = (\text{Sin } \beta / \text{Sin } \xi \cdot \emptyset) / (\text{tg } \emptyset / \text{tg } \beta)$$

$$F = K \cdot F_{\bullet}$$

F = Yalnız sürtünmeyle kayması engellenen kama bloğunun emniyet katsayısı

F_{\bullet} = Kayma düzlemi eğiminin (β) ve şev eğiminin (α) olduğu düzlemsel kaymanın emniyet katsayısı

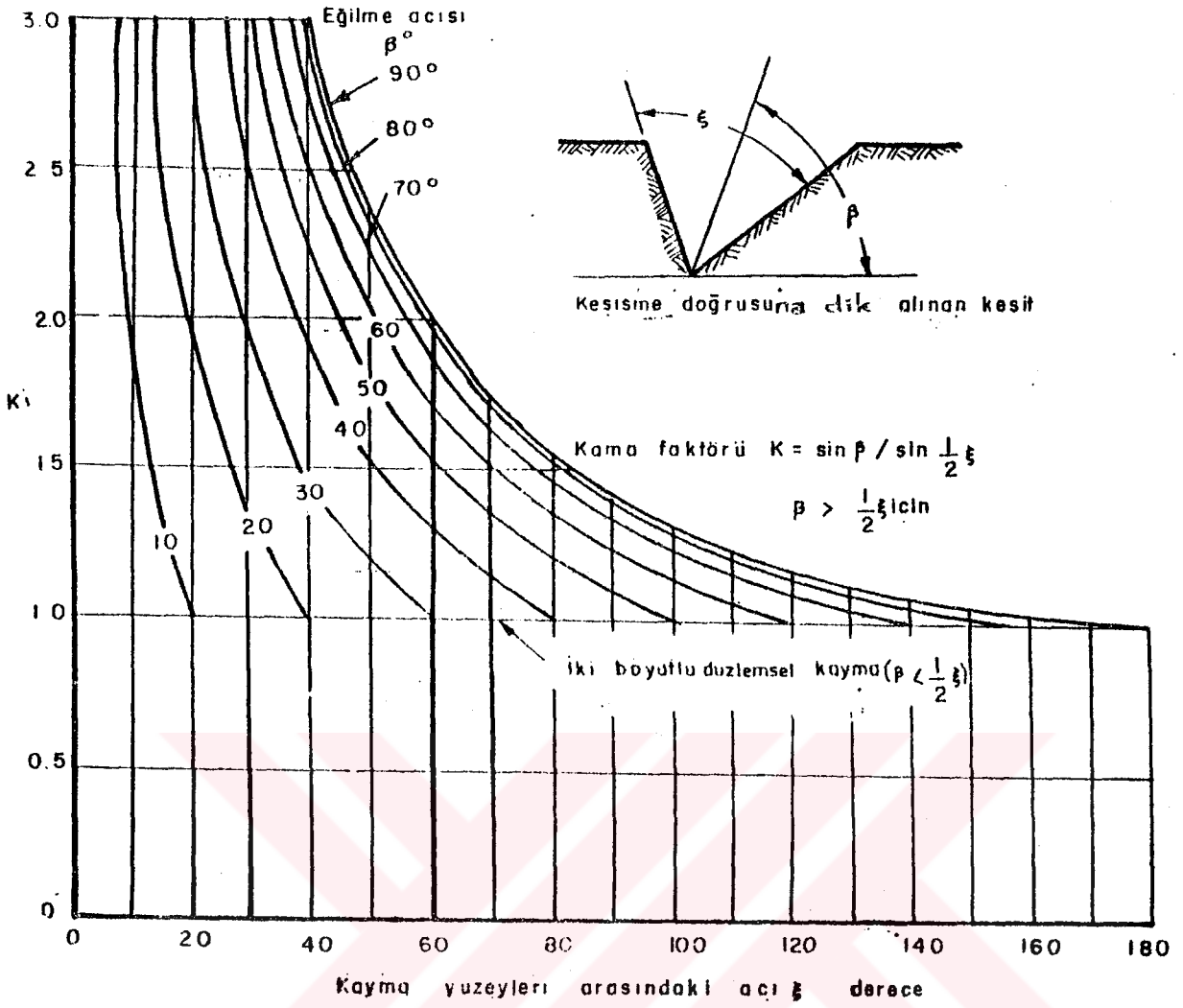
K = Kamalanma faktörü

Kama faktörü K , Şekil 5.9'de verilen eşitlikle hesaplanabilir. Aynı şekilde bir dizi β ve ξ açıları K faktörü değerleri çizilmiştir.

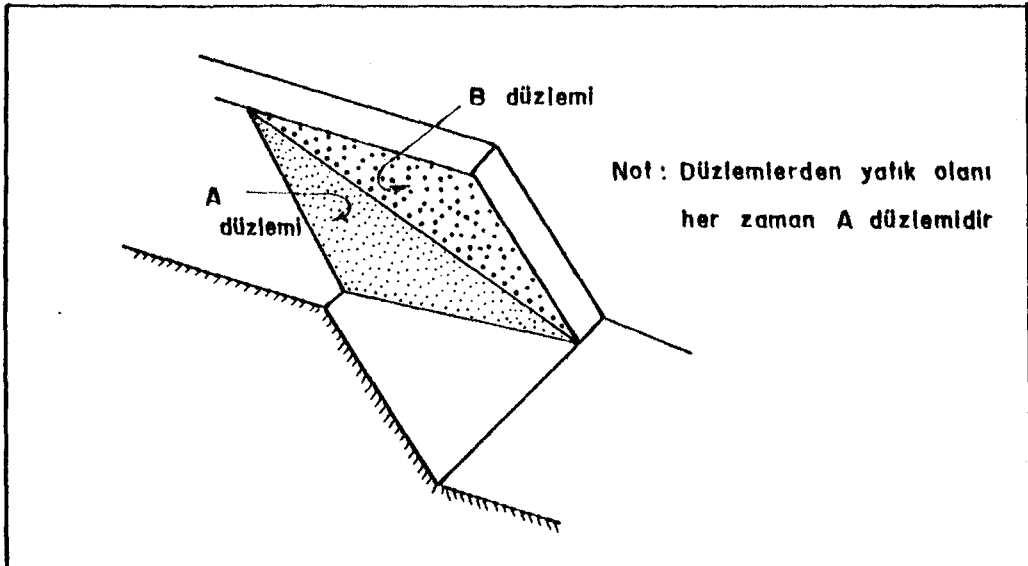
5.5.1.1.3. Sadece Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi Kaya Bloğu Stabilite Diyagramları

Bu yöntem, yapılan bazı yaklaşımların yanı sıra, grafiklerin de kullanılması ve sahada ölçülen süreksizliklere ait eğim ve eğim yönü ölçülerinin stereo-netlerle değerlendirilmesinden meydana gelir.

Saha ölçüleri stereo-netlerde yerlerine konarak (kutup noktaları), kutup kümeleşmelerinin yüzde değerlerine göre aynı % değerini veren noktalardan konturlar geçirilir. Bu kontur gruplarını ifade eden ana süreksizliklerin büyük dairelere stereo-netlere çizilir. Süreksizlik düzlemlerini ifade eden bu çizgilerin kesişmesi halinde kama tipi bir kayma beklenir (Hoek ve Bray, 1977), (Şekil 5.10).



Şekil 5.9 : " K " Kama faktörü kama geometrisinin bir fonksiyonu olarak gösterilmesi



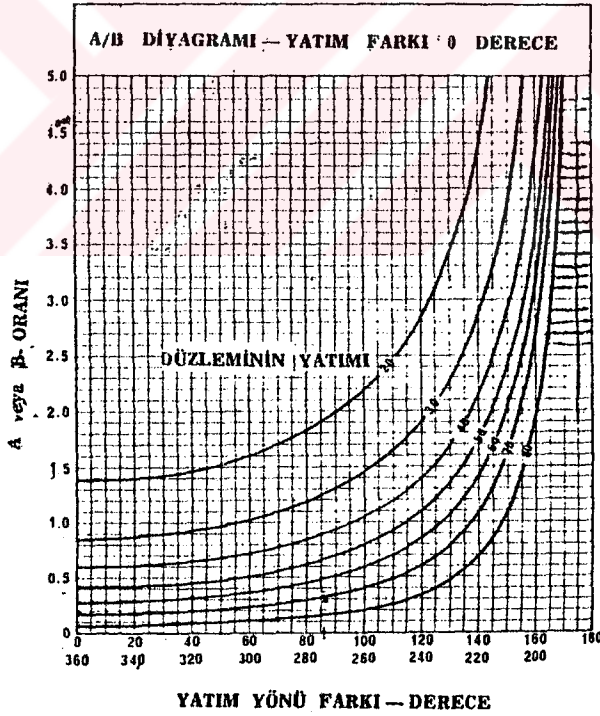
Şekil 5.10 : Kama tipli kaymalarda kesişen düzlemlerin belirtilmesi

Eger kesişen düzlemlerin kohezyonları sıfır'a eşitlenir ve şevin tamamen direne edildiği varsayımı yapılırsa, F güvenlik katsayısı aşağıdaki şekli alır (Hoek ve Bray, 1977).

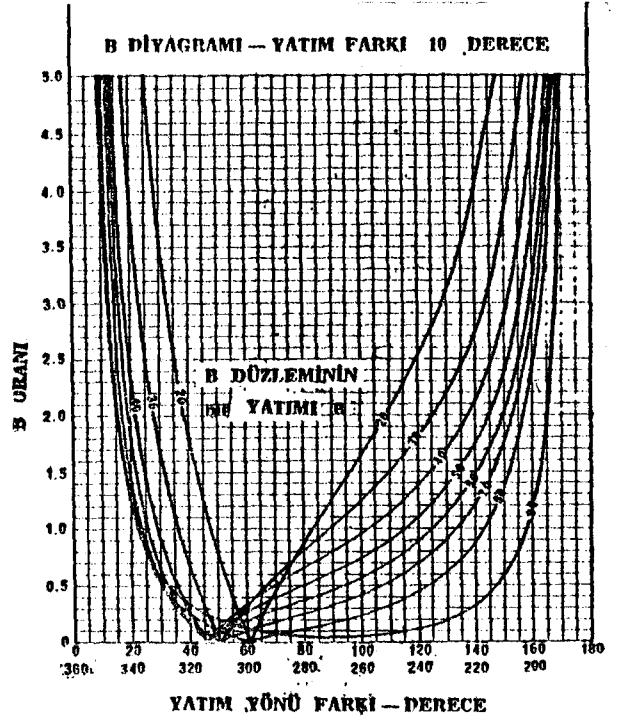
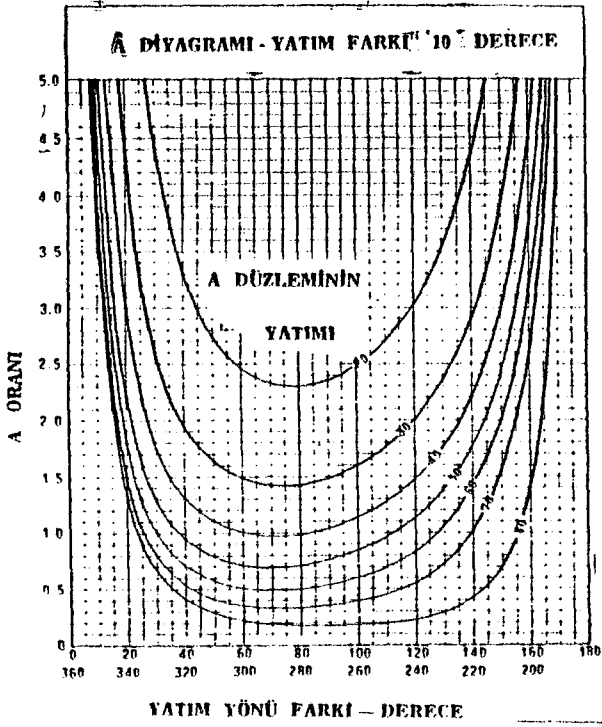
$$F = A \cdot \text{tg} \theta_A + B \cdot \text{tg} \theta_B$$

Bu eşitlikte, A ve B değerleri iki düzlemin eğim ve eğim yönlerine bağlı katsayılardır. Bir dizi kama geometrisi için bu iki katsayının değişik değerleri hesaplanmış ve alınan sonuçlar bir diyagram serisinde gösterilmiştir (Şekil 5.11a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,).

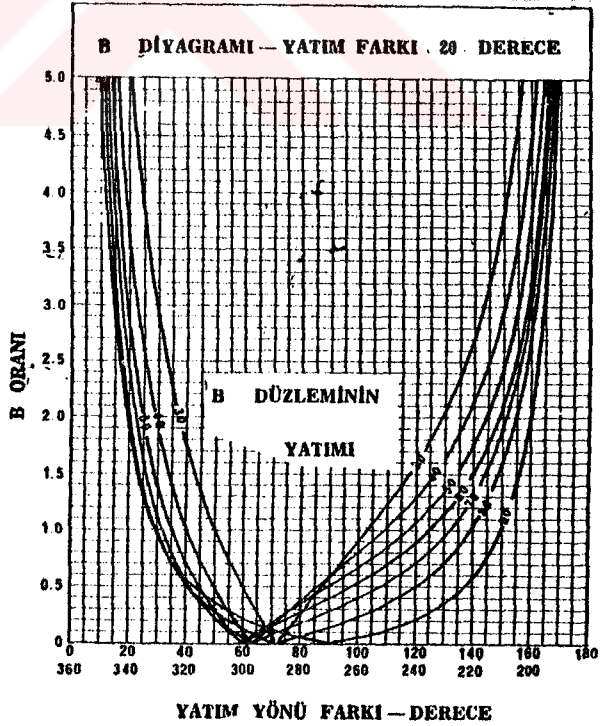
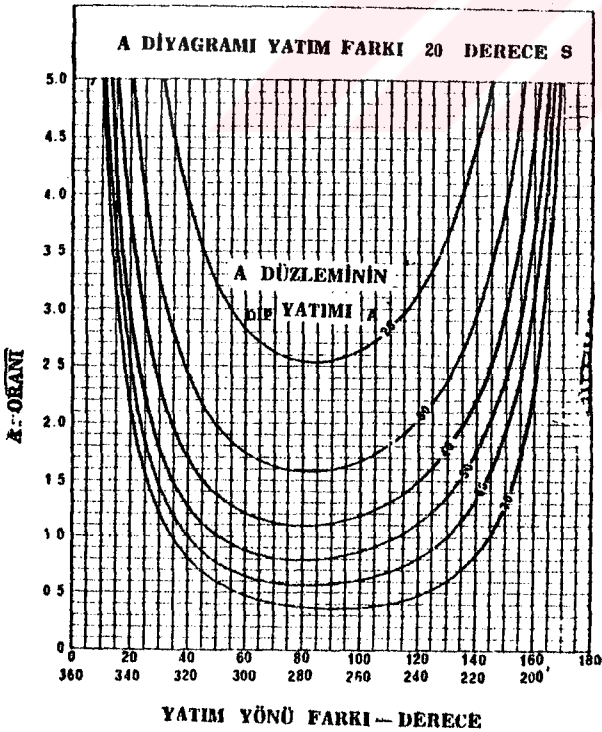
θ_A , θ_B ise kesişen düzlemleri oluşturan formasyonların içsel sürtünme açılarıdır. Çoğu kez kesişen düzlemler aynı formasyon içinde yer aldıklarından θ_A ve θ_B değerleri birbirine eşit olarak kabul edilirler.



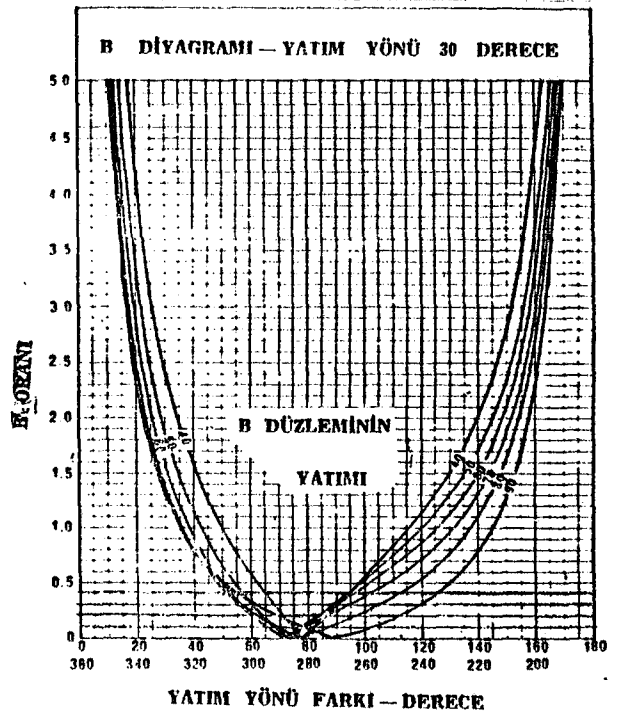
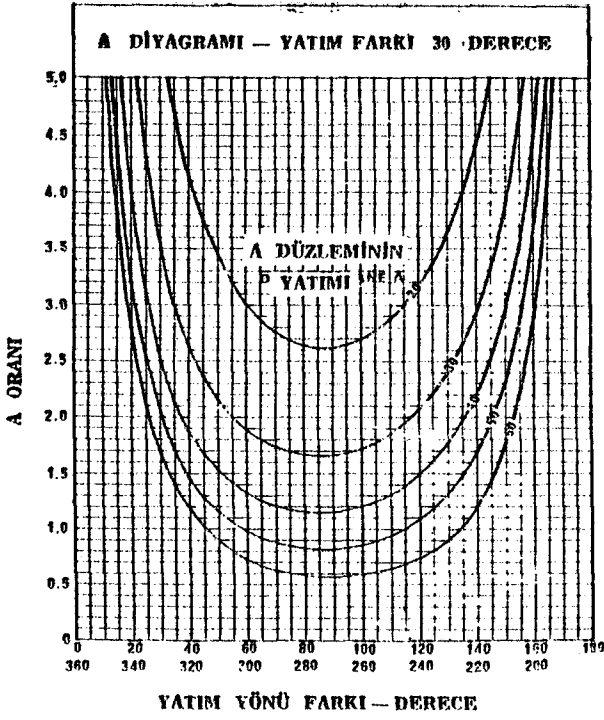
Şekil 5.11a : 0° ce eğim farkını A ve B diyagramı
(Hoek ve Bray, 1977)



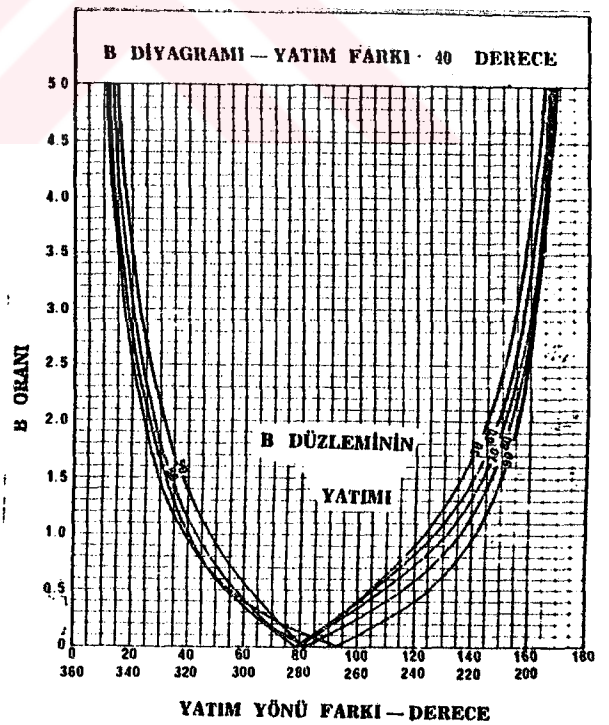
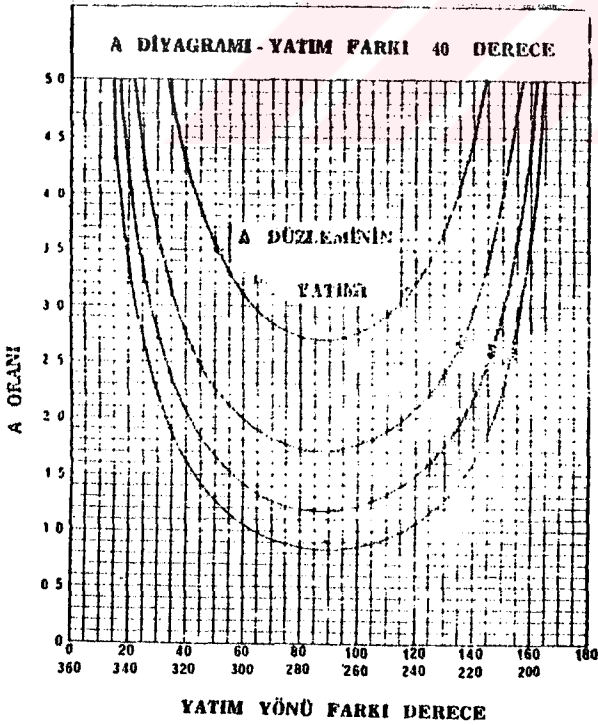
Şekil 5.11 b,c : 10° ce eğim farkının A ve B diyagramları
(Hoek ve Bray, 1977)



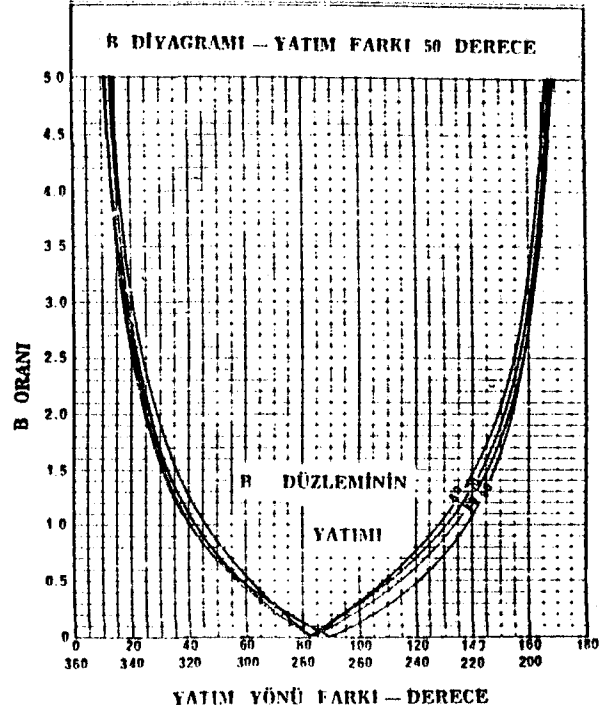
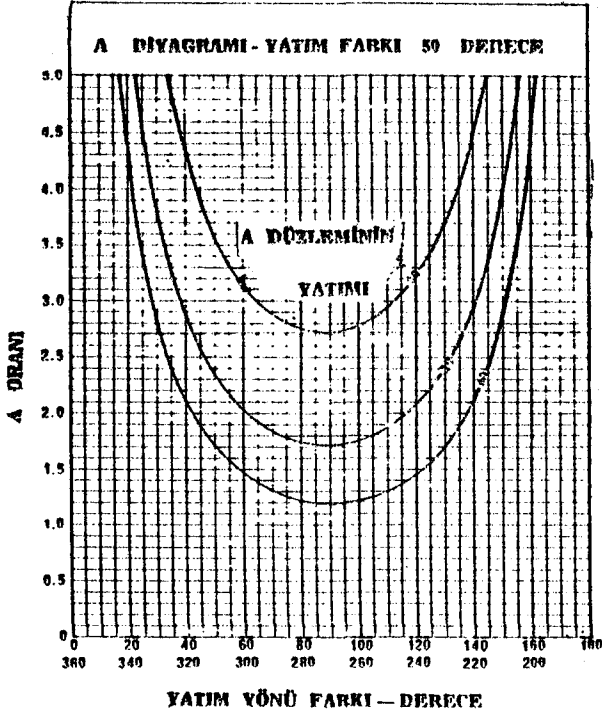
Şekil 5.11 d,e : 20° ce eğim farkının A ve B diyagramları
(Hoek ve Bray, 1977)



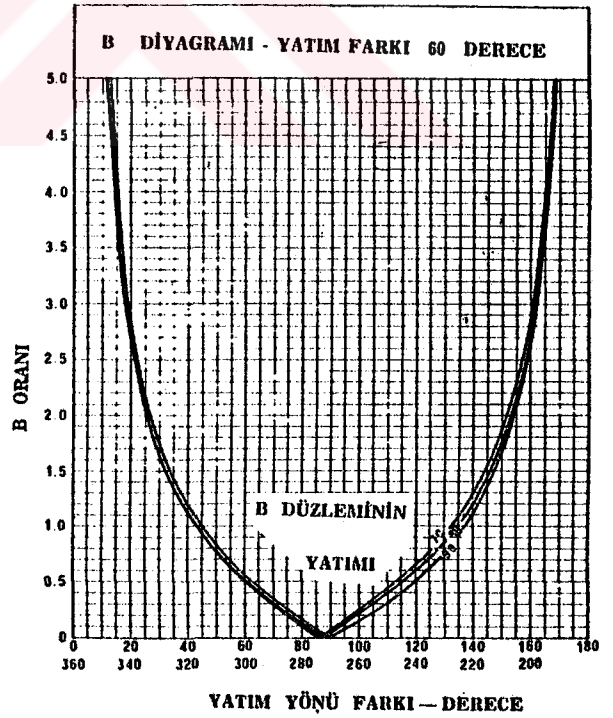
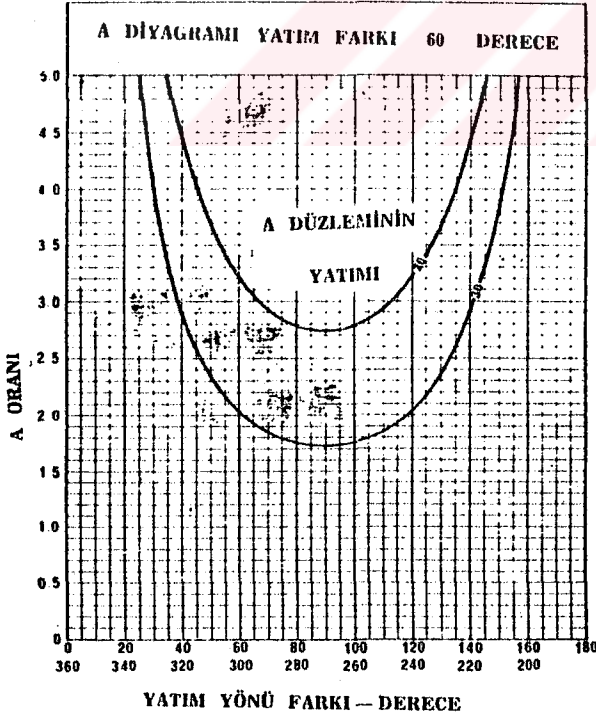
Şekil 5.11 f,g : 30° ce eğim farkının A ve B diyagramları (Hoek ve Bray, 1977)



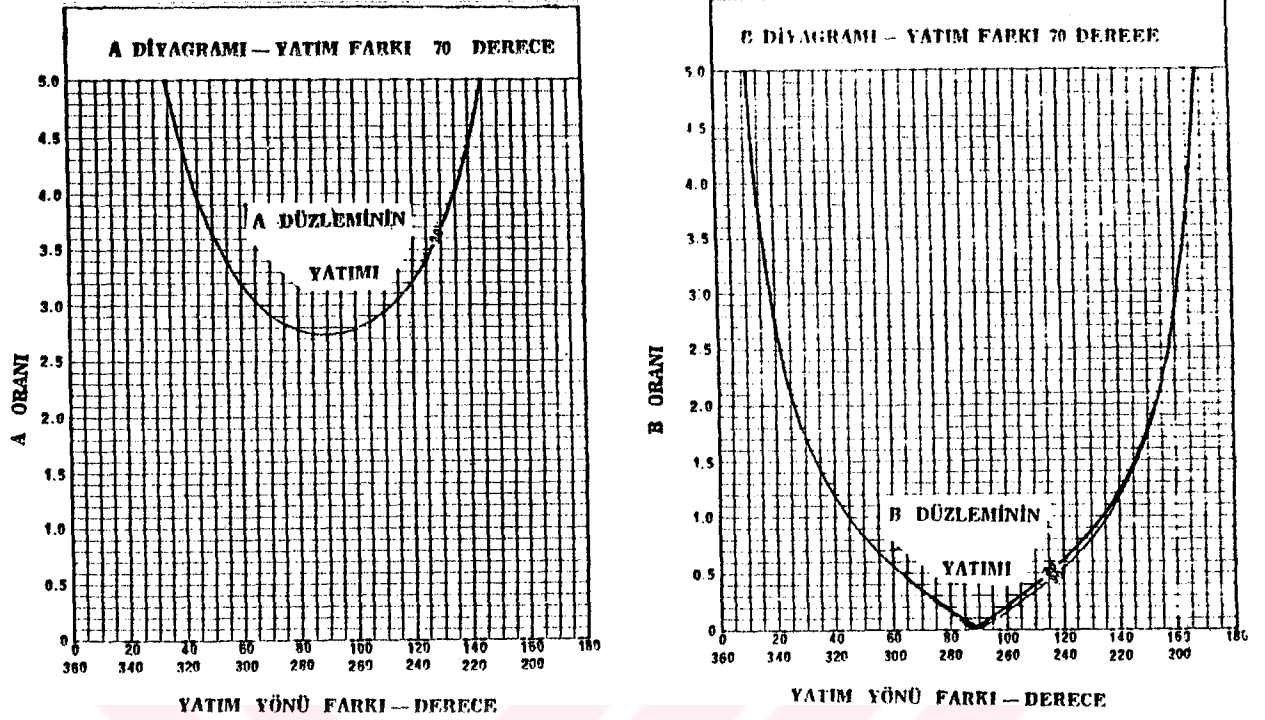
Şekil 5.11 h,1 : 40° ce eğim farkının A ve B diyagramları (Hoek ve Bray, 1977)



Sekil 5.11 j,k : 50° ce egim farkının A ve B diyagramları
(Hoek ve Bray, 1977)



Sekil 5.11 l,m : 60° ce egim farkının A ve B diyagramları
(Hoek ve Bray, 1977)



Sekil 5.11n,o :70° ce egim farkının A ve B diyagramları
(Hoek ve Bray, 1977)

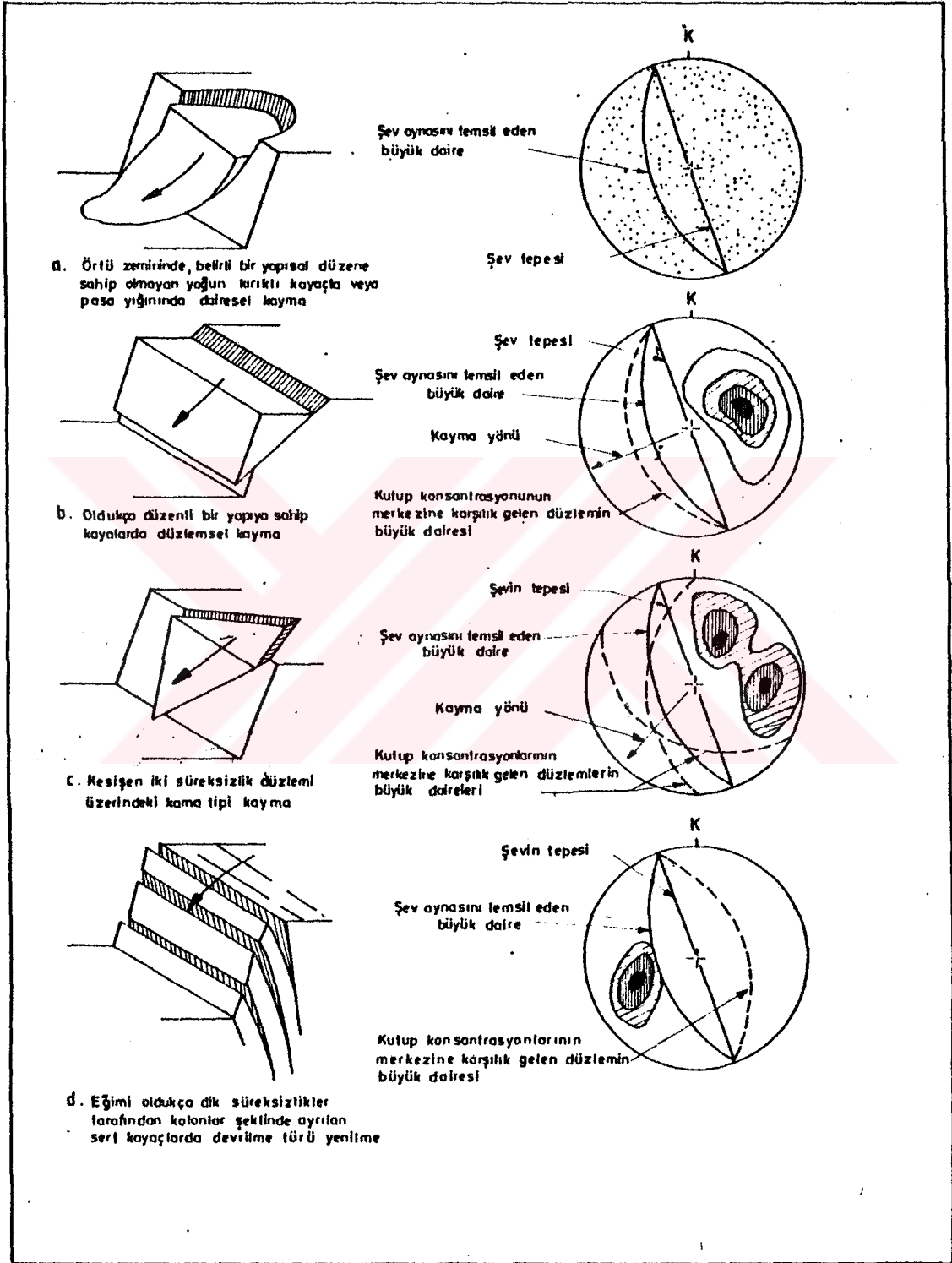
5.5.1.2. Stereografik İzdüşüm (Projeksiyon) Yöntemi

Kaya şevlerinin duraylılık (stabilite) analizlerinde jeolojik verilerin kolayca gösterilebildiği en uygun yöntem Stereografik projeksiyonların kullanılmasıdır.

Bu yolla şev duraylılığında etkili olan, kayaların içerdiği süreksizlik düzlemleri küresel projeksiyonda gösterilebilir.

Birbirinden farklı doğrultu ve eğimdeki düzlemlerin birbiriyle ve şev düzlemi ile olan ilişkileri ortaya koyulabilir. Kayaların içerdiği süreksizlikler; fay, tabaka, çatlak gibi belirgin süreksizlikler olabileceği gibi çatlak takımları da olabilir. Çatlak takımları olması halinde, "Eş-Alan Projeksiyon" üzerinde her çatlak takımı bir kutup kümeleşmesi olarak gösterilebilir. Çatlak sayısı 10'dan fazla olursa büyük dairelerin çizimi çok karışık olur. Bu nedenle büyük daireler yerine bu ölçülerin kutupları ile çalışma daha uygun olmaktadır.

Kayaçlarda açılan şevlerde süreksizlik düzlemleri göz önüne alındığında olabilecek kitle hareket türleri Şekil 5.12'de gösterilmiştir.



Sekil 5.12 : Kaya şevlerinde gelişen başlıca kitle hareketleri, çeşitleri ve bunların stereonetlerdeki görünümü

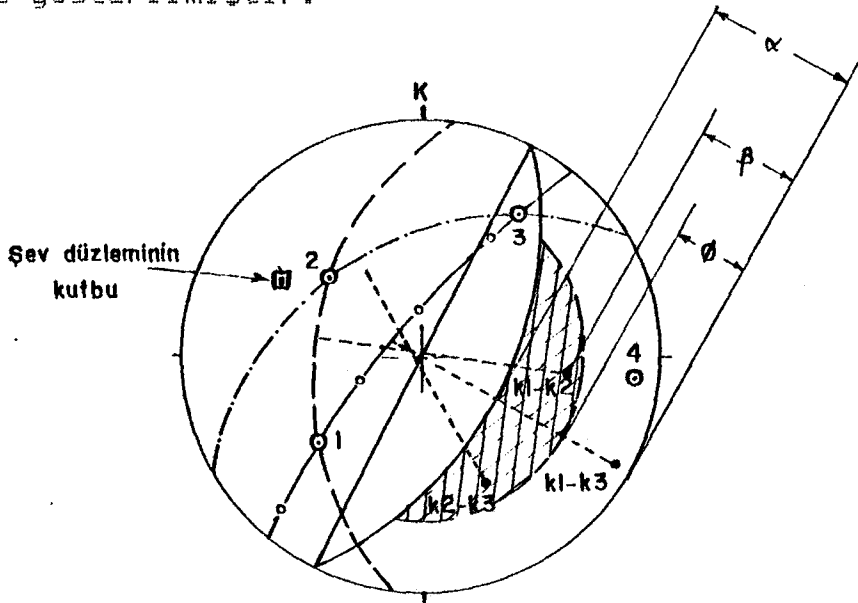
Şekil 5.12 incelendiğinde;

- a-Zemin ve çok sık çatlaklı kayalarda dairesel kaymayı,
- b-Fay, tabaka yada bir istikamette gelişmiş çatlak içeren kayalarda düzlemsel kaymayı,
- c-Kesişen süreksizlik içeren kayalarda kama tipi kaymayı,
- d-Düşey ve düşeye yakın kesişen süreksizlikler içeren kayalarda kaya devrilmesi ve düşmesinin oluşabileceği,

Düzlemsel kayma olabilmesi için, süreksizlik ve şev düzlemi kutuplarının birbirlerine çok yakın olmaları, düzlemlerin doğrultularının $\pm 20^\circ$ sınırlar içinde olması, kama tipi kaymada süreksizlik düzlemleri arakesitlerinin, stereonet üzerindeki tehlikeli bölgeye düşmesi, devrilme türü kitle hareketinde ise, kutup noktalarının stereonetin merkezine göre simetrik ve simetriğe yakın durumda olmalıdır.

Kaya şevleri duraylılığında etkili olan, süreksizlik yüzeylerinin içsel sürtünme açısında (\emptyset) stereonet üzerinde gösterilebilir. İçsel sürtünme açısı Eş-Alan Projeksiyonunu'nda dış kenar sıfır, dairenin merkezi 90° yi gösterecek şekilde, daireler halinde belirtilir. Stereonet üzerinde, şev düzlemi büyük dairesi ile içsel sürtünme açısı dairesinin belirlendiği alan, süreksizliklerin oluşturduğu kaya kamaları için duraylılık açısından tehlikeli bölgeyi oluşturur.

Stereografik izdüşüm yöntemi ile şev duraylılığı analizinde, süreksizlik yüzeyleri, şev yüzeyi ve süreksizlik düzlemlerindeki içsel sürtünme açısı arasındaki ilişki Şekil 5.13'de gösterilmiştir.



Şekil 5.13 : Dört yapısal süreksizlik içeren kayada duraylılık yorumu

- (1,2,3,4) : Süreksizliklerin kutup noktaları
 k_1-k_2 : Kutup noktalarının ikişer ikişer ele alınmasıyla elde edilen arakesitlerin kutup noktaları
 α : Şev düzleminin eğimi
 β : İki düzlemin arakesitinin dalım açısı
 θ : İçsel sürtünme açısı

Şekil 5.13 incelendiğinde, içsel sürtünme açıları θ derece olan dört süreksizlik içeren bir kayada açılan şevin ilk duraylılık analizi yapılmıştır. Burada 1 ve 2 no'lu süreksizlik düzlemlerinin arakesiti tehlikeli bölgeye düştüğünden, bu iki süreksizliğin olduğu kaya kamalarında, arakesit boyunca kayma olasılığı vardır. Aynı şekilde 2-3 no'lu süreksizliklerin oluşturduğu kaya kamalarında kayma olasılığı olup, kaymada daha çok kutbu, şev düzlemi kutbuna yakın olan 2 no'lu süreksizlik, düzlemsel kayma açısından etkili olacaktır. 1-3 no'lu süreksizliklerin oluşturduğu kaya kamalarında ve 4 no'lu süreksizliğin diğer üç süreksizlikle oluşturduğu kaya kamalarında da kayma olasılığı yoktur. Ancak 4 no'lu süreksizliğe bağlı olarak kaya devrilmesi, kaya düşmesi veya gerilme çatlakları oluşabilir. Bu şekilde stereografik projeksiyonlardan yararlanarak kayalarda açılacak şevlerde, duraylılık açısından, etkili olabilecek süreksizlikler saptandıktan sonra, bu süreksizliklerde daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak etkili veriler toplanır. Bu verilerin ışığında yine stereografik izdüşüm yöntemi yada diğer analiz yöntemleri uygulanarak şev duraylılığı sorunu çözülür.

Stereografik izdüşümü yöntemiyle kaya şevlerinde hangi türde bir hareket meydana gelebileceğine karar verdikten sonra uygulanacak analizlere geçilir.

Kaya şevlerinde görülen düzlemsel kaymalar ile kama tipi kaymalarda "Yalnızca sürtünme açısı içeren kama tipi kayma bloğu stabilite diyagramları" yöntemi konu 5.5.1.1'de sunulmuş olup, burada "kohezyon ve su basıncını içeren kama tipi kayma analizi"ne değinilecektir.

5.5.1.2.1. Kohezyon(c), İçsel Sürtünme Açısı(θ) ve Su Basıncını İçeren Kama Tipi Kayma Analizi

Bu yöntemde uygulanacak olan analizin geometrisi Şekil 5.14'da verilmiştir. Bu analizde şekilde görüldüğü gibi, üst şev yüzeyi şev aynasına göre eğimli olarak alınmıştır. Şevin toplam yüksekliği Şekil 5.14b'de gösterildiği gibi, kaymanın oluştuğu varsayılan yüzeylerin kesişme doğrusunun alt ve üst noktalarının arasında kalan düşey uzaklıktır.

Bu analizde varsayılan su basıncı dağılımı; Kama bloğunun geçirgen olmadığı ve suyun bloğun üstündeki 3 ve 4 no'lu kesişme doğruları boyunca girdiği ve şev aynasını 1 ve 2 no'lu kesişme doğruları boyunca terkettiği varsayımına dayandırılmıştır. Bu varsayımdan elde edilen su basınç dağılımı Şekil 5.14b'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi maximum basınç 5 no'lu kesişme doğrultusu boyunca oluşmakta, 1,2,3,4 no'lu doğrultular boyunca ise basınç sıfır olmaktadır.

Bu su basınç dağılımı çok fazla yağışların olduğu koşulları gösterir. Bu analizle değişik düzlemlerin kesişme doğrularının numaralanması özel bir önem kazanmaktadır. Bunun nedeni numaralar bir kez karıştığında çok değişik alanların ortaya çıkacağıdır. Şekil 5.14'da kullanılan numaralar aşağıda verilmiştir.

- 1- Düzlem A'nın şev aynası ile kesişme doğrusu
- 2- Düzlem B'nin şev aynası ile kesişme doğrusu
- 3- Düzlem A'nın üst şev aynası ile kesişme doğrusu
- 4- Düzlem B'nin üst şev aynası ile kesişme doğrusu
- 5- Düzlem A ve B'nin kesişme doğrusu

Kama bloğunun her zaman 5 no'lu kesişme doğrusu boyunca kaydığı varsayılmıştır. Bu Şevin güvenlik katsayısı ayrıntılı analiz neticesi bulunmuştur (Şekil 5.15).

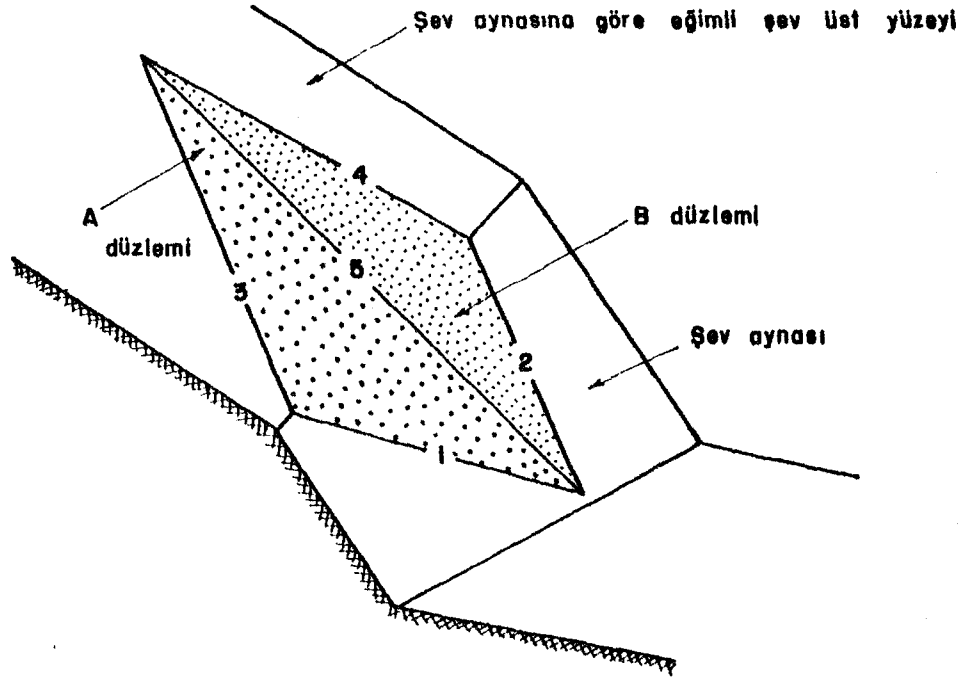
$$F = [(C_A \cos \alpha) / \gamma H] + [(C_B \cos \beta) / \gamma H] + [A - (\delta_{wx} X / 2 \gamma)] \tan \theta_A + [B - (\delta_{wy} Y / 2 \gamma)] \tan \theta_B$$

Burada,

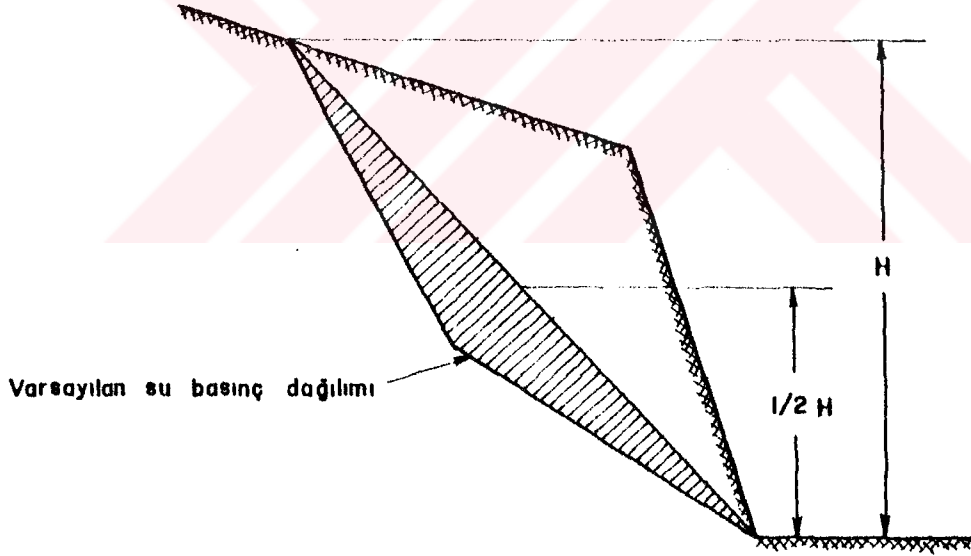
C_A ve C_B düzlem A ve B'nin kohezyon dayanımları,
 θ_A ve θ_B düzlem A ve B'nin içsel sürtünme açıları,

γ , Kayanın yoğunluğu,

W , Suyun yoğunluğu,

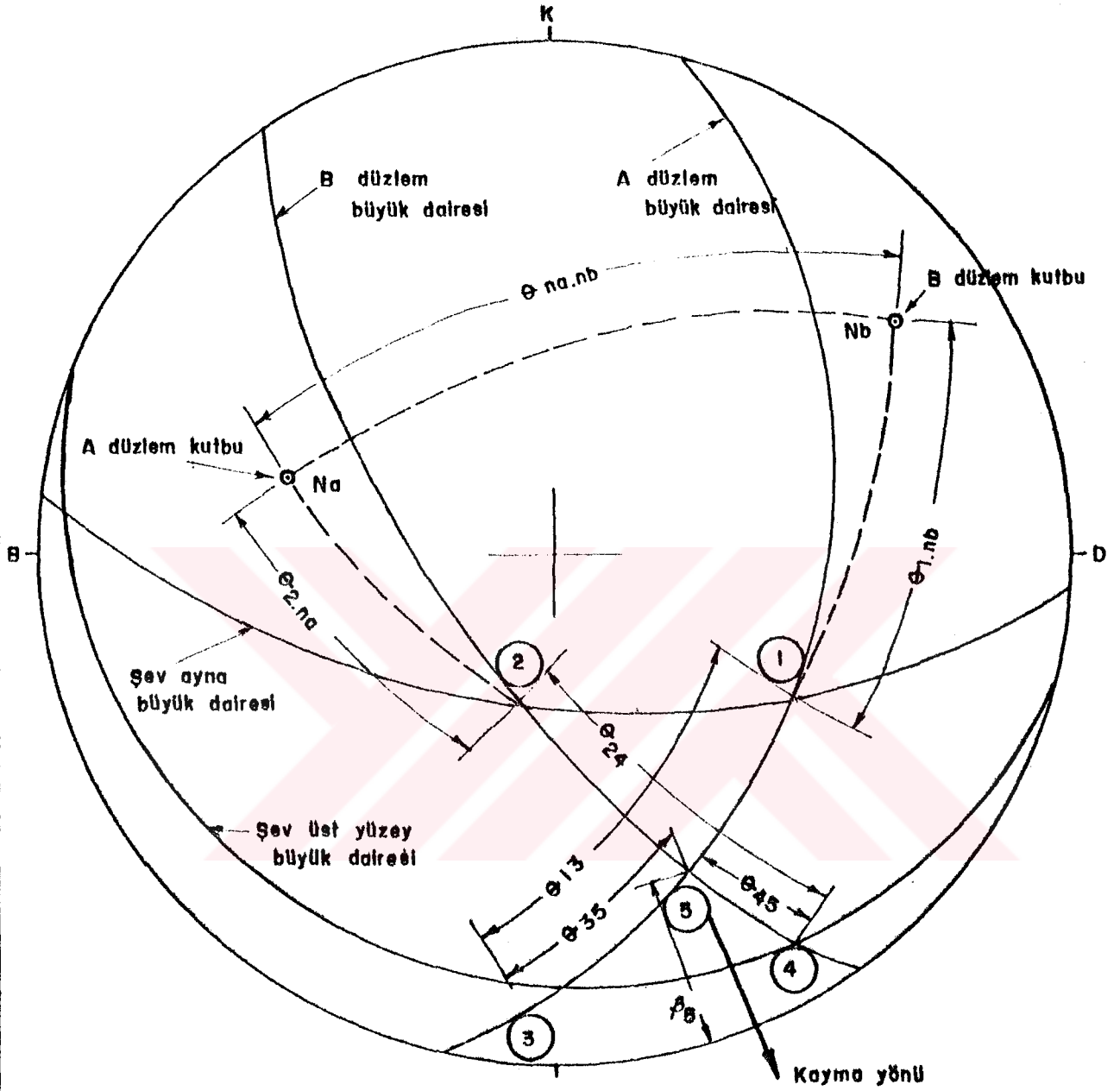


a - Kesişme doğrularını ve düzlemlerini gösterir üç boyutlu kama geometrisi.



b - 5 no'lu kesişme doğrusuna dikey doğrultuda alınan kesit (Toplam kama blok yüksekliği ve su basınç dağılımı gösterilmektedir)

Şekil 5.14 : Kohzyonun ve kayma yüzeylerindeki su basıncının etkilerini içeren stabilize analizleri için kullanılan kama geometrisi.



Şekil 5.15 : Kama tipi kayma analizleri için gerekli verilerin stereografiknet üzerinde görünüşleri

H, kama bloğunun toplam yüksekliği (Şekil 5.14).

X,Y,A ve B, Kama geometrisine bağlı birimsiz katsayılar-
dır.

$$X = \sin\theta_{24} / (\sin\theta_{45} \cdot \cos^2\theta_{na})$$

$$Y = \sin\theta_{13} / (\sin\theta_{35} \cdot \cos\theta_{1.nb})$$

$$A = [\cos\beta_A - (\cos\beta_B \cdot \cos\theta_{na.nb})] / (\sin\beta_5 \cdot \sin^2\theta_{na.nb})$$

$$B = [\cos\beta_B - (\cos\beta_A \cdot \cos\theta_{na.nb})] / (\sin\beta_5 \cdot \sin^2\theta_{na.nb})$$

Burada: β_A ve β_B , A ve B düzlemlerinin eğimleri, β_5 ise 5 no'lu kesişme doğrusunun yatımını göstermektedir. Bu eşitliklerin çözümü için gerekli açılar kama ve şev geometrisini belirleyen stereografik çizim yardımıyla hesaplanır (Şekil 5.15).

5.5.2. Zemin Şevlerinde Uygulanan Analiz Yöntemi

Zemin şevleri genelde çakıllı, kumlu, kil ve siltlerden meydana gelmekte dolayısı ile homojen bir özellik göstermedikleri ortaya çıkmaktadır.

İncelenen zemin şevlerinde kabul edilen kayma yüzleri boyunca "Janbu'nun dairesel olmayan kayma analiz yöntemi" uygulanmıştır.

5.5.2.1. Janbu'nun Dairesel Olmayan Kayma Analizi

Analiz Esasları ve İzlenecek Yol

Herhangi bir şevdeki zeminin, çok zayıf kaya kütlelerinin veya pasa malzemesinin özellikleri şev boyunca çok sık olarak değişkenlik gösteriyorsa, ayrıca zemin-kayaç dokanağı gibi yapısal bir özellikten dolayı veya kütle içinde, örneğin çok yumuşak bir kil bantı gibi, düşük makaslama dayanımlı düzlemsel seviyelerin varlığı halinde dairesel kayma analiz yöntemlerinin uygulanabilirliği ortadan kalkmaktadır. Bu tür koşullarda kaymalar; dairesel olmayan veya şev tepesine yakın kesimlerde dairesel olarak başlayan, derinlerde düzlemsel olarak devam eden yüzeyler (birleşik kayma yüzeyleri) boyunca gelişmektedir. Duraysızlıkların bu tür kayma yüzeyleri boyunca geliştiği veya gelişebileceği şevlerin stabilitesinin incelenmesi amacı ile bir analiz yöntemi önerilmiştir.

Janbu yöntemi : Bu yöntemde kayan kütle, dilimlere bölünür ve bazı grafiklerden de yararlanılıp, aşamalı olarak şevnin güvenlik katsayısı hesaplanır. Analiz esasını oluşturan şev geometrisi ve ilgili eşitlikler Şekil 5.16'da, çözüm sırasında izlenen aşamalar ise aşağıda verilmiştir.

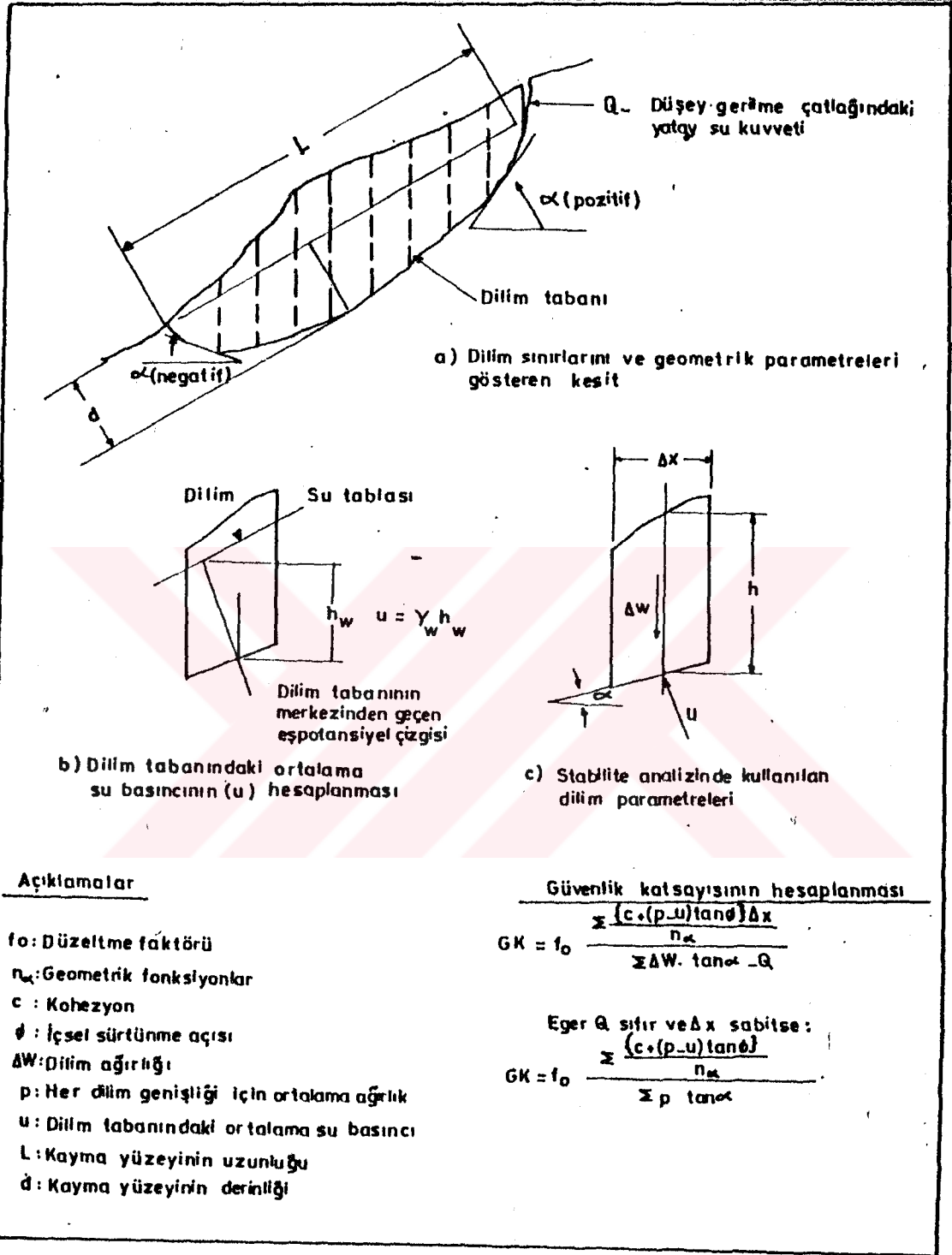
1. Dilim Parametreleri : Kayan kütle dilimlere bölünür. Dilimler; malzeme özelliklerindeki değişmeler, şev geometrisi ve su basıncı dağılımı dikkate alınarak seçilmelidir. Eger, eşit dilimler kullanılırsa hesaplamalar basitleştirilir, fakat saha gözlemleri ve ortam koşulları eşit olmayan dilimlerin uygun olacağına işaret ediyorsa, kütlelerin eşit dilimlere ayrılmasına gerek yoktur. Her dilim tabanının merkezinde α açısı ölçülür. Dilimler için ayrı ayrı α , ΔX , c ve $tg\theta$ değerleri hesaplama çizelgesine kayıt edilir.

2. Ağırlık Parametreleri : Dilim ağırlığı ΔW ve her tabanın birim alanı için dilimin ortalama ağırlığı P hesaplanır. Eger dilim geometrisi nispeten düzenli ise, $P = \gamma \cdot h$ olarak alınabilir. (h ; dilimin ortalama yüksekliği) ve dilimin ağırlığı $\Delta W = \gamma \cdot h \cdot \Delta X$ eşitliği ile verilir. Dilim yüksekliği düzensiz ise dilimin ağırlığı; planimetre ile dilim alanının ölçülüp, malzemenin yoğunluğu ile çarpılmasından hesaplanır. Bu durumda, $P = \Delta W / \Delta X$ olur. P , h ve ΔW çizelgeye kaydedilir.

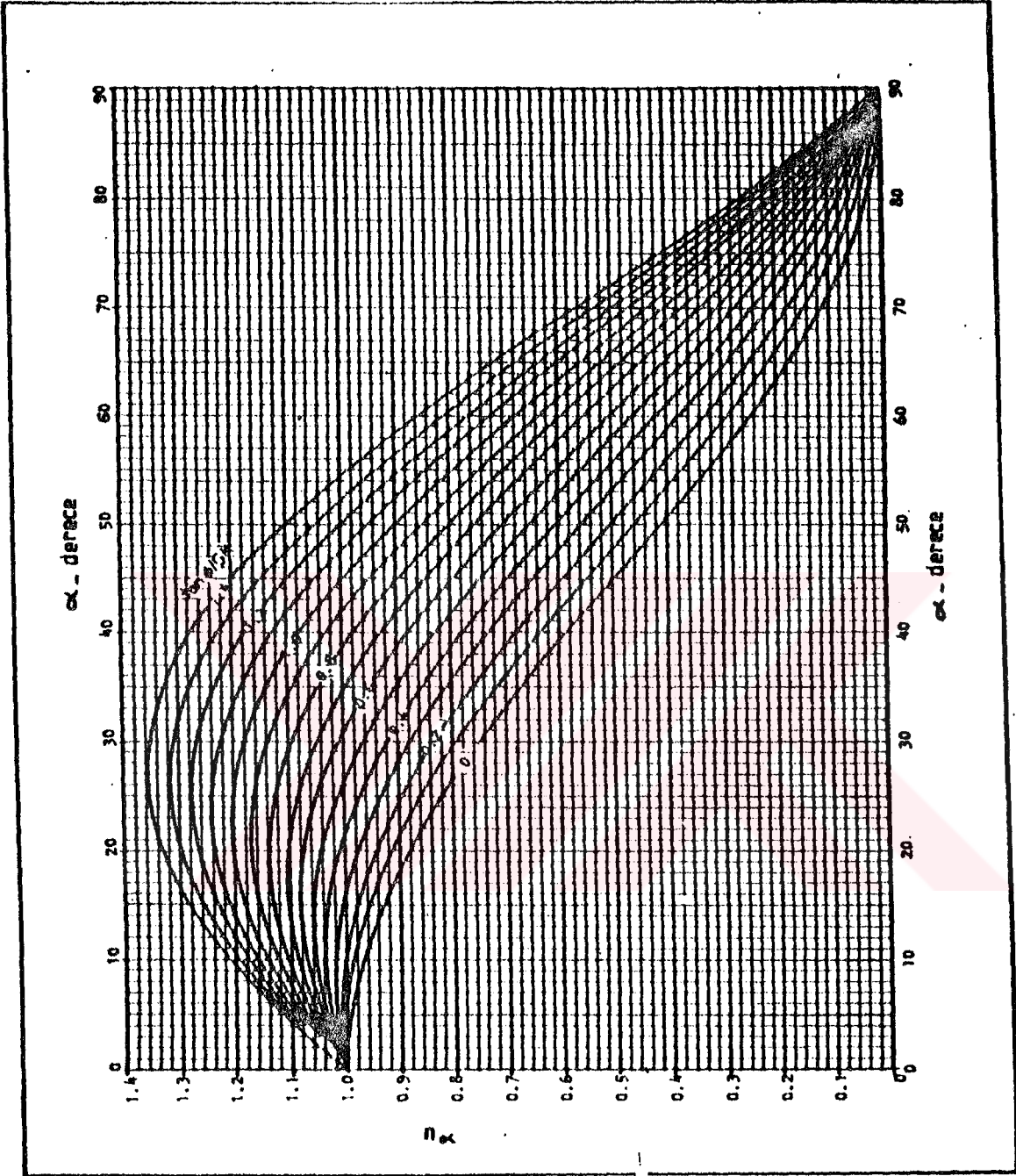
3. Kayma Yüzeyindeki Su Basıncı : Her dilimin tabanında etkiyen ortalama su basıncı Şekil 5.16b'de gösterilen şekilde hesaplanır ve hesaplama çizelgesine kaydedilir. Eger kayan kısmın gerisinde düşey yönlü bir gerilim çatlakı varsa, bu çatlakta yer alan suyun oluşturacağı Q yaray su basıncıda hesaplanmalıdır.

4. Ayrıntılı Hesaplamalar : Her dilim için (ΔW , $\tan\alpha$) ve $X = [C + (p - u) \tan \theta \Delta X]$ değerleri hesaplanır.

5. n_x 'nin Tayini : Başlangıçta bir güvenlik katsayısı değeri kabul edilir. (Genellikle 1 olarak alınır.) Şekil 5.17 a ve b'den her dilim için n_x değeri bulunur. Buradan X/n_x hesaplanarak sonuç çizelgesindeki yerine konur.

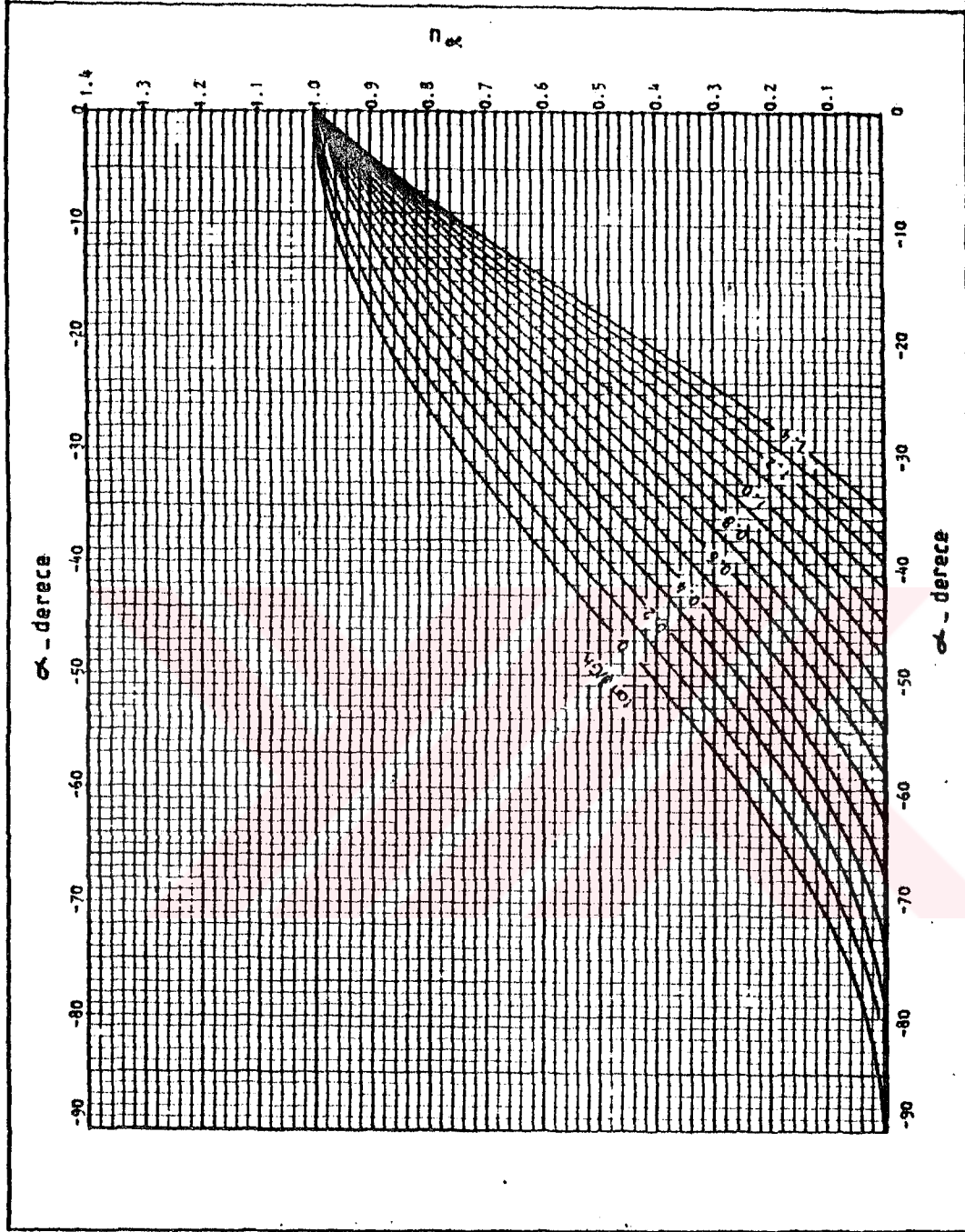


Sekil 5.16: Dairesel olmayan kaymaların analizi için geometrik parametreler ve formüller (Janbu'dan)



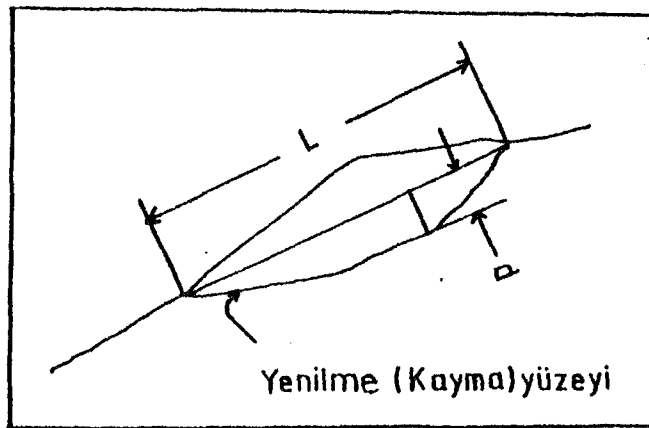
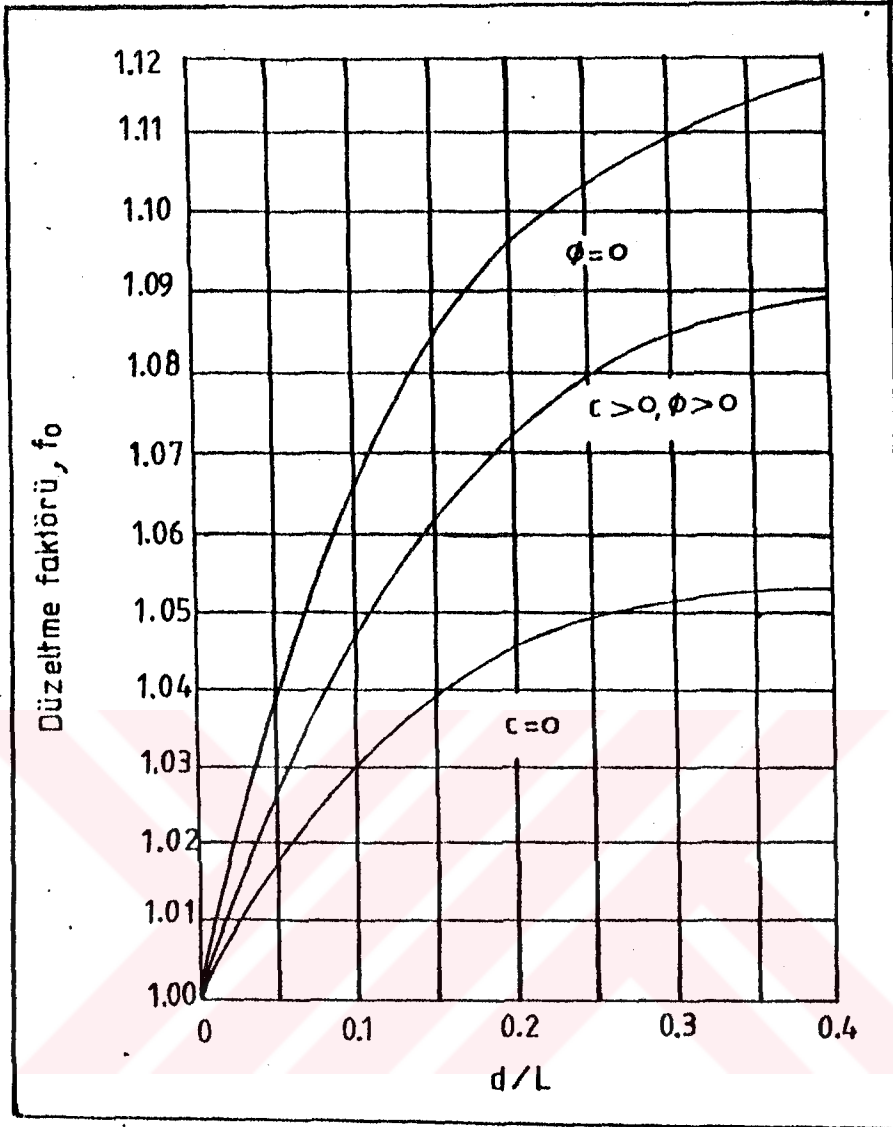
Şekil 5.17a : Pozitif α açıları için n_x grafiği (Janbu'dan)

Not : (α açısı, dilim tabanının eğim yönü ile aynı ise pozitif alınır.)



Şekil 5.17b : Negatif α açıları için n_α grafiği (Janbu'dan)

Not : (α açısı dilim tabanının eğim yönü, şevin eğim yönünün tersi yönde olması halinde negatif alınır).



Şekil 5.18 : Janbu yönteminde f_o düzeltme faktörü tayin abağı (Janbu'dan)

6. Güvenlik Katsayısı : Şekil 5.18'den f_0 değeri saptanarak yeni güvenlik katsayısı hesaplanır.

$$GK (F) = \Sigma x/nx / \Sigma p.tan\alpha$$

7. Eğer altıncı aşamada hesaplanan güvenlik katsayısı beşinci aşamada kabul edilen güvenlik katsayısı değerinden farklıysa yeni bir G.K. kabul edilir. (Altıncı aşamada hesaplanan değere yakın bir değer), beş ve altıncı aşamalardaki işlemler; yeni kabul edilen bu değere eşit veya çok yakın bir güvenlik katsayısı hesaplanana değin tekrarlanır.

5.6. İncelenen Şevlerin Analizleri

Çalışma sahasında incelenen şevler sahil yolu (anayol) üzerinde yer almaktadırlar (Ek 5.6). Söz konusu şevler kaya ve zemin türünde olup, çözüm için birden fazla yöntem uygulanmaya çalışılmıştır. Uygulanan bu yöntemler sonucu bulunan güvenlik katsayıları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

<u>Güvenlik Katsayısı (F)</u>	<u>Yorum</u>
<1	Güvensiz
=1	Limit denge
1,1-1,3	Kısa süreli güvenli
1,4-1,5	Güvenli
>1,5	Uzun süreli güvenli

5.6.1. Kaya Şev Analizleri

Çalışma sahasında iki tane kaya şevi incelenmiş olup, özellikleri aşağıdaki çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9 : İncelenen Kaya Şevlere Ait özellikler

ŞEV KAYA NO TÜRÜ	ÖZELLİKLER						
	C kg/cm ²		θ_n	θ_k	θ_n	Pürüzlülük (arazide ölçülen)	γ d gr/cm ³
	Sağlam kayaç	Çok yumuşak kaya	Sağlam kaya	Kırıklı yüzey	Arazide ölçülen		
1 TUF	-	1.7	-	25°	35°	7°	2.17
LİTİK- 2 KRİSTAL TUF	45	1.7	44°	25°	35°	7°	2.32

5.6.1.1. Kaya Şevi-1'in Analizi

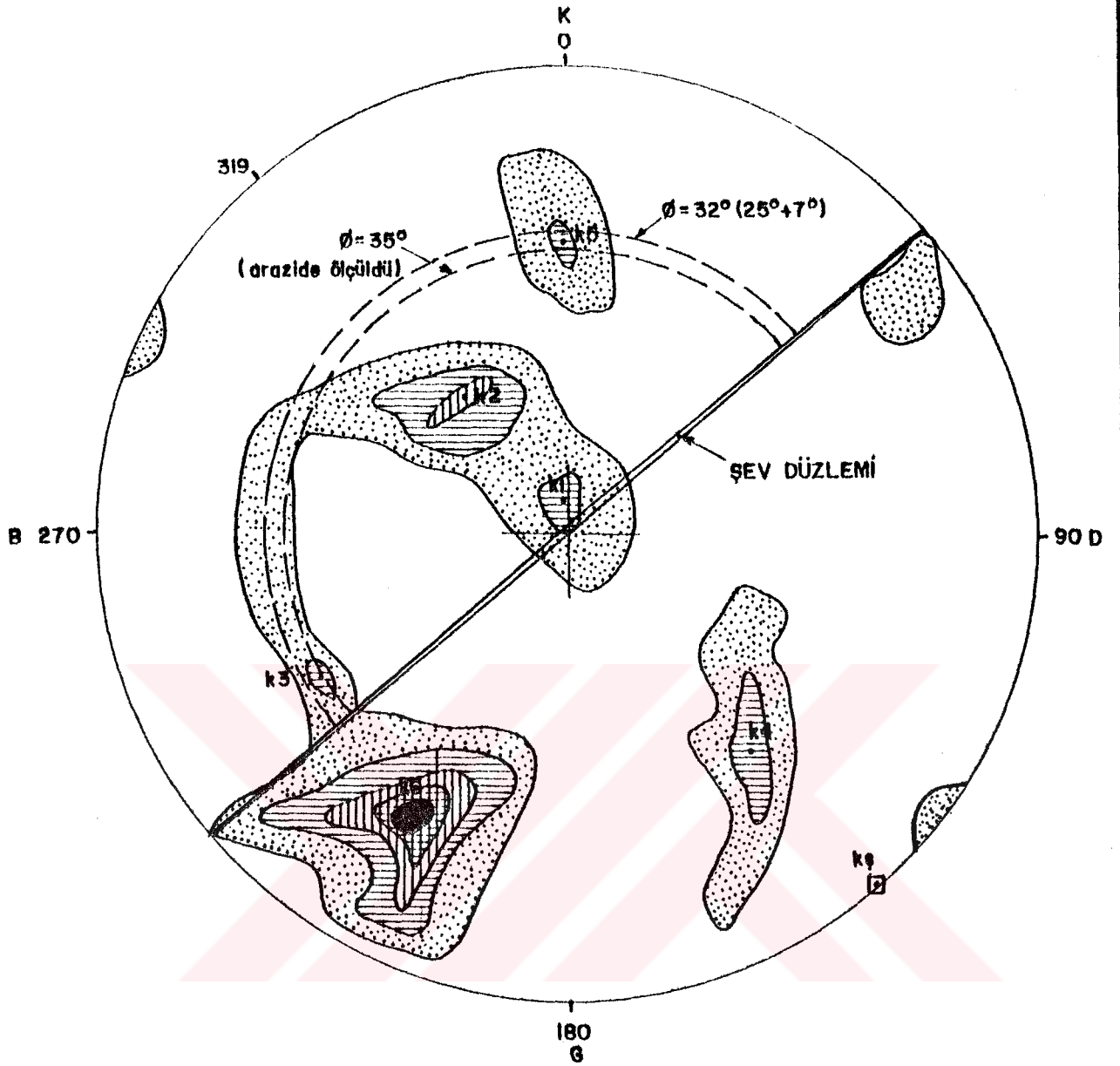
Kaya Şevi-1, Çayeli tüneline 150 m. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında yer almaktadır (Ek 5.6, Foto 5.1). Şevin yatırılmış krokisi çıkarılmış, ölçülebilen çatlak eğim ve doğrultuları işaretlenmiştir. Ayrıca şevden A-A' boyunca bir de kesit çıkarılmıştır (Ek 5.1).



Foto 5.1 : Kaya Şevi-1'den bir görünüm

Kaya Şevi-1 de toplam 33 çatlak ölçüsü alınmış ve Es-A-İlanlı Projeksiyon ağı kullanılarak hakim çatlak takımları ve bunların kutup noktaları bulunmuştur. Bulunan bu kutup noktalarının şev düzlemleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır (Şekil 5.19).

İncelenen bu kaya şevinden A-A' doğrultusu boyunca kesit çıkarılmıştır. düzlemsel bir kaymanın olabileceği eş-alan projeksiyon ağına da izlenmiştir (Şekil 5.20). Şekil incelendiğinde şev düzleminin kutpu ile k_4 kutpu merkeze göre aynı yönde yer aldıkları görülmektedir. ($320^\circ/50^\circ$ k_4 $319^\circ/80^\circ$ k_5). k_4 kutpuna karşılık gelen düzlem tehlikeli bölgede yer almaktadır (Şekil 5.21).

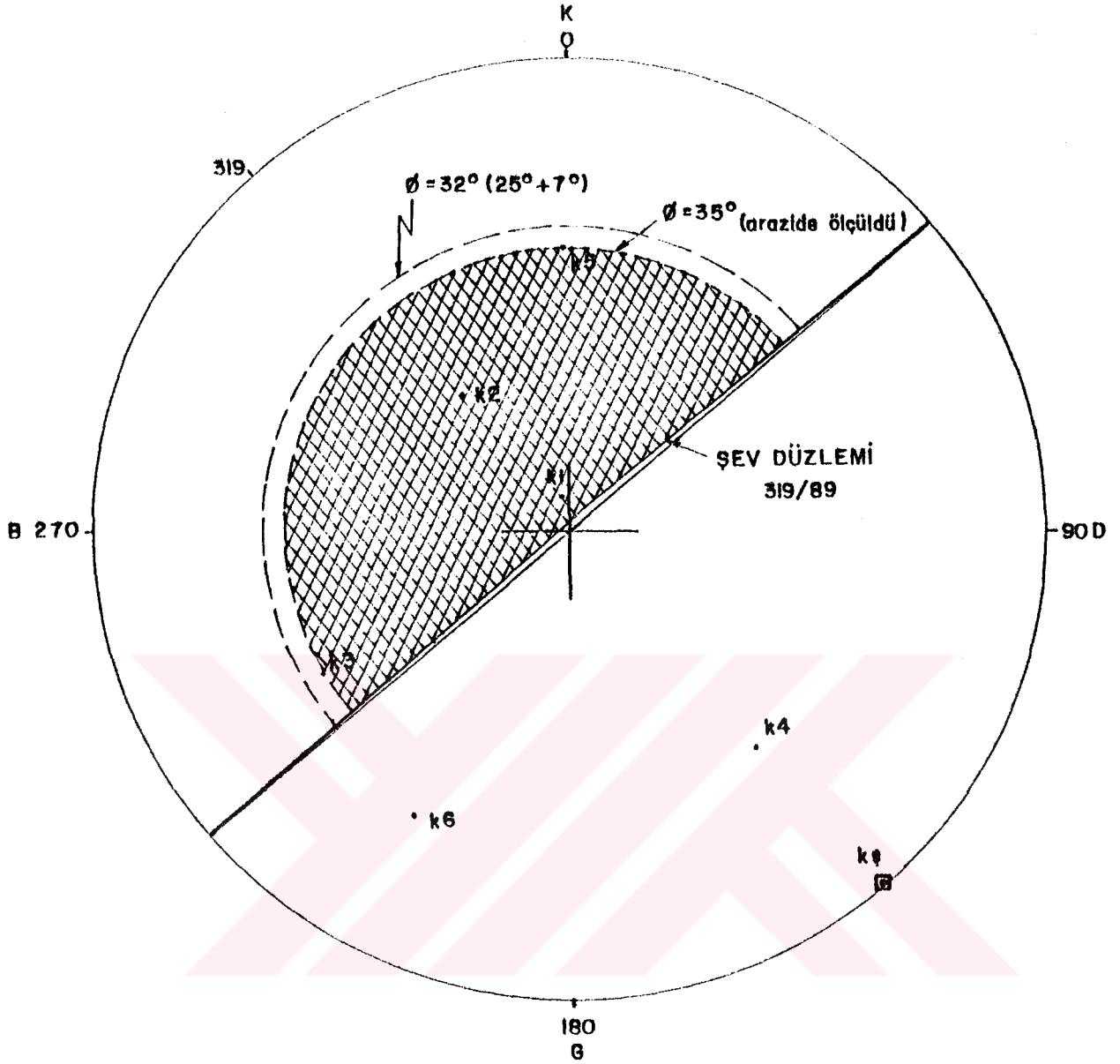


ALT YARI KÜRE

%	> 15	15-12	12-9	9-6	6-3	< 3
İŞARETLER						

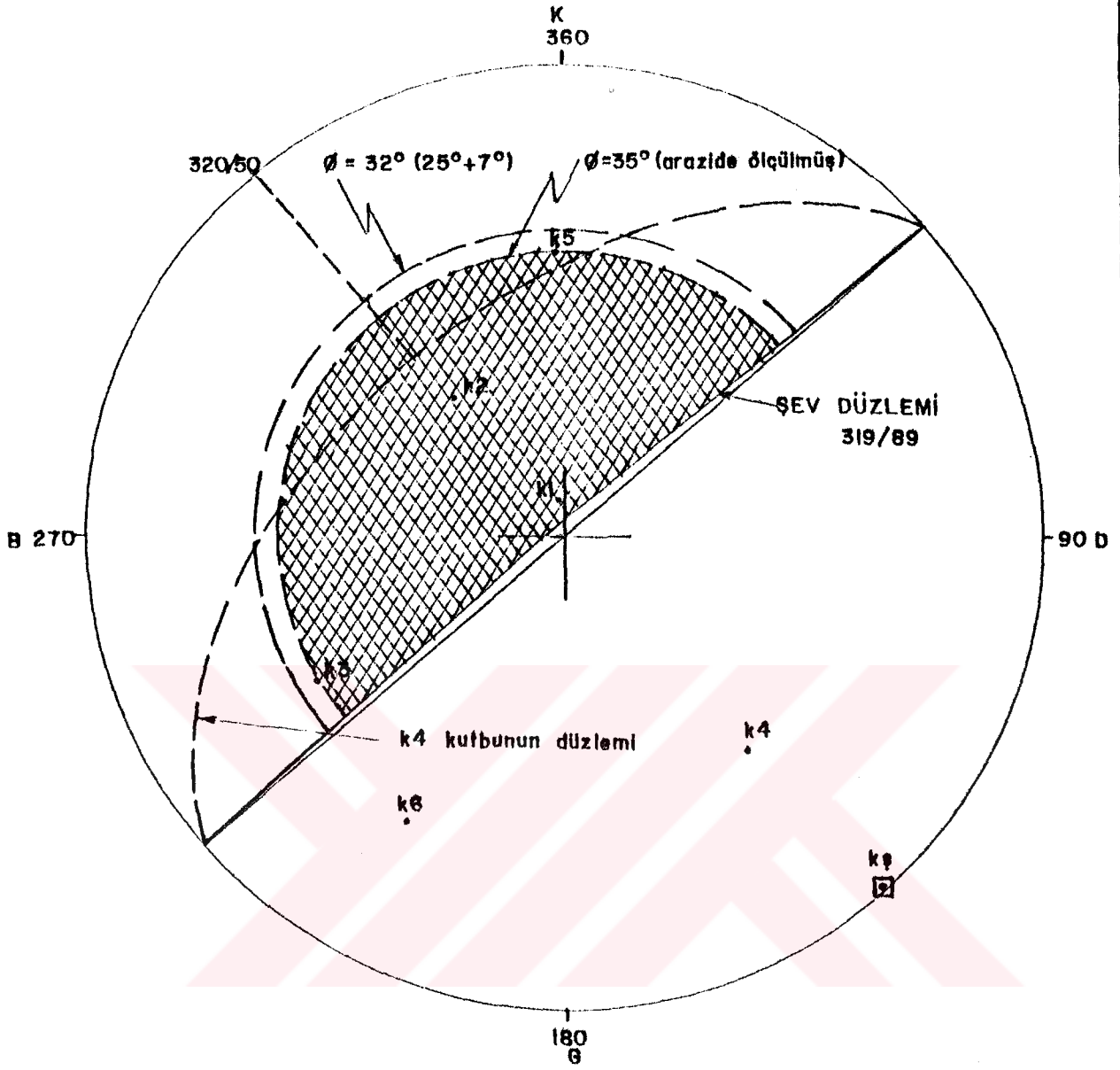
- k3 : Kutup noktaları
 k4 □ : Şev düzleminin kutup noktası
 / : İçsel sürtünme açısı sınırları
 $\phi = 35^\circ$ (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$ (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)




Şekil 5.19 : Kaya Şevi-1'e ait 33 çatlak ölçüsünden elde edilen kontur diyagramı



- k2 . : Kutup noktaları
 k3 □ : Şev düzleminin kutup noktası
 ✓ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 🌐 : Tehlikeli bölge
 $\theta = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\theta = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünme açısı + pürüzlülük açısı)

Şekil 5.20 : Kaya Şev-i'ne ait 33 çatlak ölçüsünden elde edilen kutup noktaları



- k_1 : Kutup noktaları
 k_4 □ : Şev düzleminin kutup noktası
 : Düzlemsel kayma olabilecek kutbun büyük daresi
 : İçsel sürtünme açısı sınırları
 : Tehlikeli bölge

$\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı eüreceizliğe ait düzlemin kayma açısı)

$\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünme açısı + pürüzsüzlük açısı)

Şekil 8.21 : Kaya Şevi I' de olabilecek düzlemsel kaymanın elde edilmesi

Ayrıca kutup noktaları ikişer ikişer ele alınarak arakesitlerinin kutup noktaları bulunmuş ve şev duraylılığı açısından tehlikeli bölgeye düşüp-düşmedikleri araştırılmıştır (Şekil 5.22).

Şekil 5.22 incelendiğinde tehlikeli bölgede k_3-k_4 ve k_4-k_6 kutuplarının yer aldığı görülmektedir. Bu kutup noktaları; k_3-k_4 ve k_6 kutuplarının arakesit düzlemlerinin kutup noktalarıdır (Şekil 5.23). Analizleri yapılacak olan kutup noktalarına karşılık gelen düzlemler çizilmiş ve yönleri bulunmuştur (Şekil 5.24).

Düzlemsel Kayma Analizi :

Kaya Şevi-1'de düzlemsel kaymaya neden olabilecek veriler aşağıda verilmiştir.

H=	51 m.
Şev düzlemi	: $319^\circ/89^\circ$
Kayma düzlemi	: $320^\circ/50^\circ$
θ°_k	: 35° (Arazide ölçülen)
θ°_k	: 32° (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünme açısı " 25° " + pürüzlülük açısı " 7° ")
C	: $1,7$ kg/cm ² (Çok yumuşak kayaya karşılık gelen değer Paşamehmetoğlu, 1977)
γ	: $2,17$ gr/cm ³ (Deneylerle bulunmuş)

Bu verilere göre "iki Boyutlu Analiz Yöntemi" uygulanmıştır.

$\theta_k = 35^\circ$ için

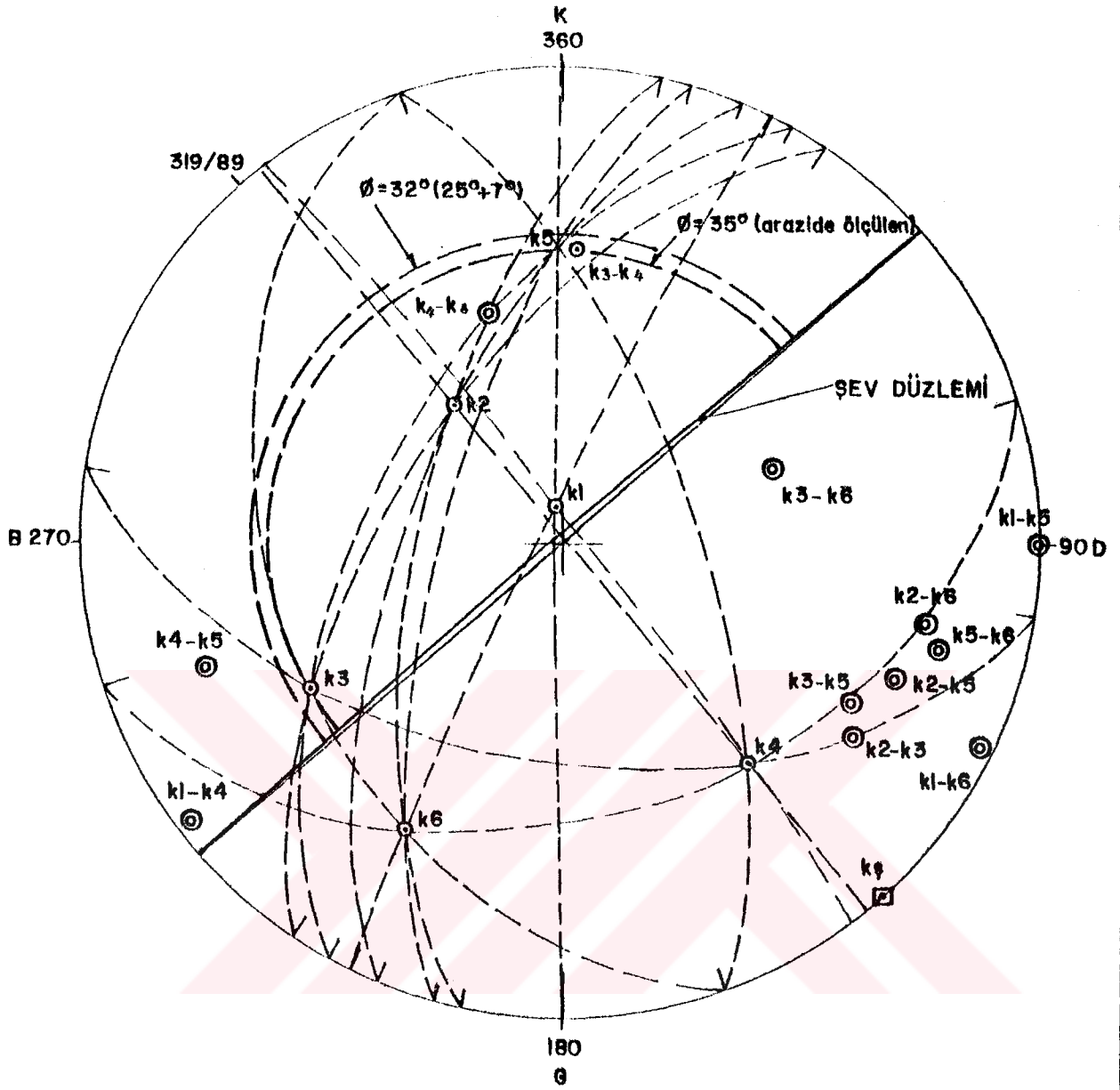
$$F = [(2c \cdot \sin \alpha) / (H \cdot \sin(\alpha - \beta) \times \sin \beta)] + [\tan \theta / \tan \beta]$$

$$F = [(2 \times 1700 \times \sin 89^\circ) / (2,17 \times 5100 \times \sin(89 - 50)^\circ \times \sin 50^\circ)] + [\tan 35^\circ / \tan 50^\circ]$$

$$F = 1.22$$

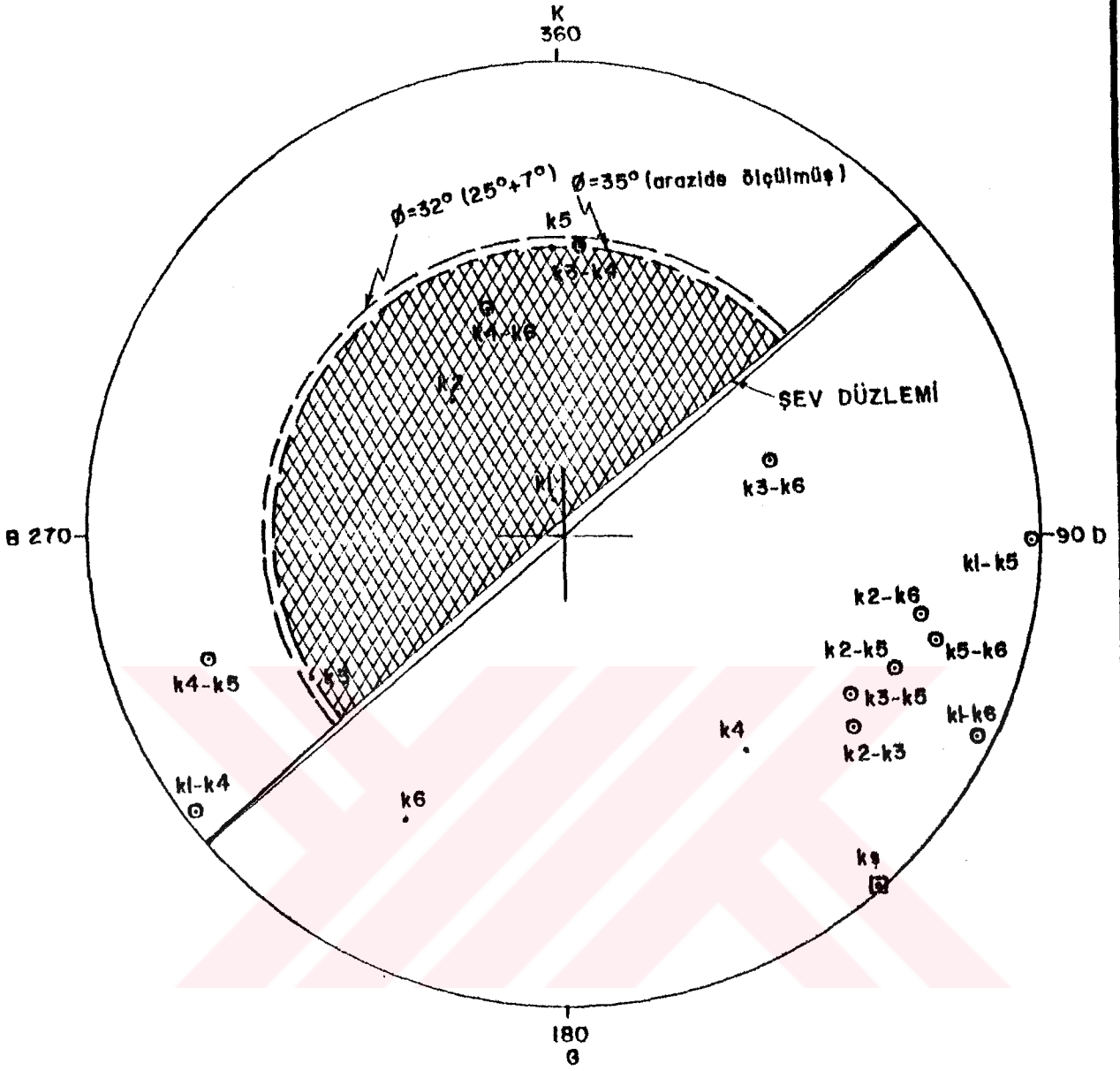
$\theta_k = 32^\circ$ için

$$F = [(2 \times 1700 \times \sin 89^\circ) / (2,17 \times 5100 \times \sin(89 - 50)^\circ \times \sin 50^\circ)] + [\tan 32^\circ / \tan 50^\circ]$$



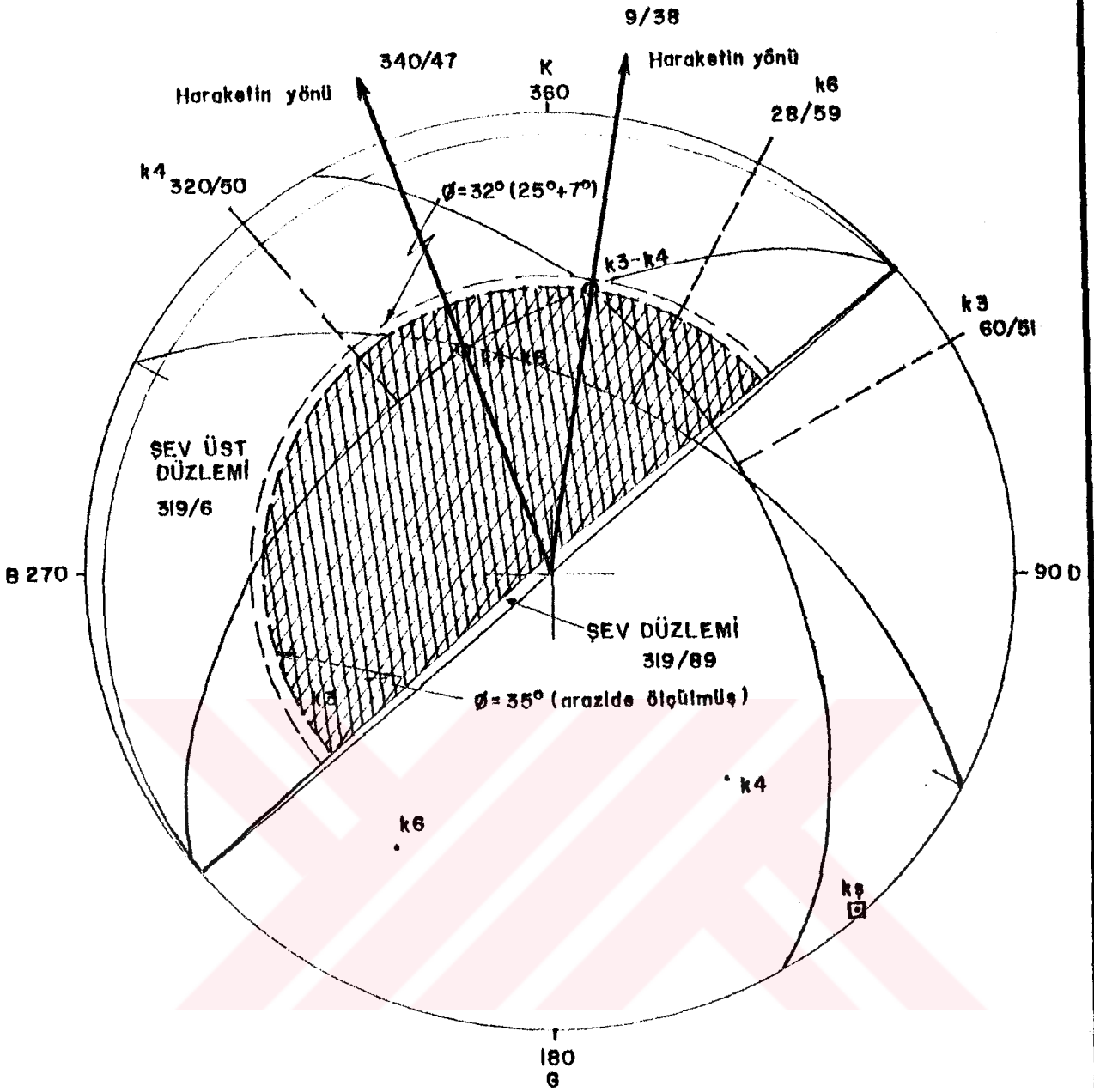
- k1 : Kutup noktası
 ⊙ : Şev düzleminin kutup noktası
 ⊙ : Kutup noktalarından elde edilen arakesit düzlemlerinin kutup noktaları
 ⚡ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 Ø = 35° : (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 Ø = 32° : (Kırıklı yüzeyin, içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.22 : Kaya Şevi-l'e ait kutup noktalarından yararlanılarak yapılan duraylılık analizi



- k_i : Kutup noktaları
 k_6 \square : Şev düzleminin kutup noktası
 \odot : Kutup noktalarının arakesit düzlemlerinin kutup noktaları
 \curvearrowright : İçsel sürtünme açısı sınırları
 çizgi : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünme açısı + pürüzlülük açısı)

Şekil 5.23 : Kaya Şevi-1'de kutup noktalarının ikiler ikiler ele alınmasıyla elde edilen arakesit düzlemlerin kutup noktaları



k_i . : Kutup noktaları

k_3 □ : Şev düzleminin kutup noktası

⊙ : Kesişen düzlemlerin arakesitleri ve yönü

∠ : İçsel sürtünme açısı sınırları

▨ : Tehlikeli bölge

$\phi=35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)

$\phi=32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 8.24 : Kaya Şevi-1'e ait tehlikeli bölgeye düşen noktaların analizleri

$$F = 1.16$$

Kama Tipi Kayma Analizleri :

Tehlikeli bölgeye düşen arakesit düzlemlerinin kutup noktaları ayrı ayrı ele alınmıştır (Şekil 5.24). Söz konusu tehlike oluşturabilecek noktalar k_3-k_4 ve k_4-k_6 kutup noktalarıdır.

k_3-k_4 noktasının analizi (Şekil 5.25);

1- Kama Tipi Kayma Analizi

A düzlemi : $320^\circ/50^\circ$

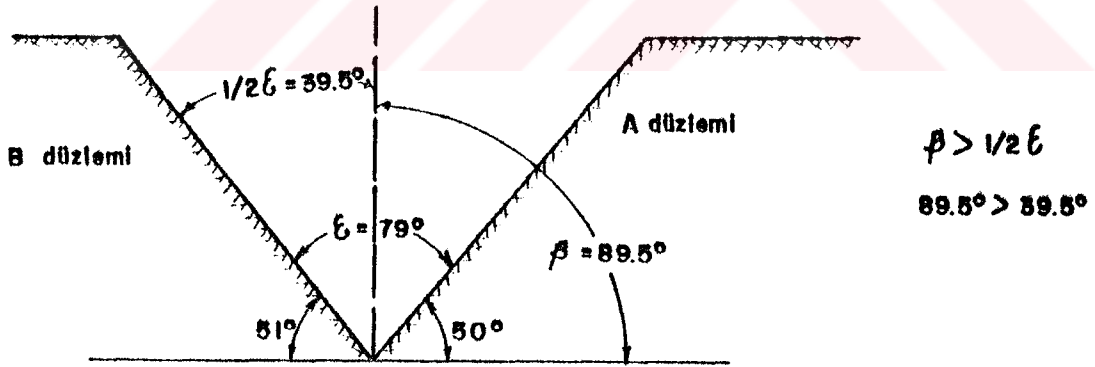
B düzlemi : $60^\circ/51^\circ$

Sev düzlemi : $319^\circ/89^\circ$

Kesişme doğrusu : $9^\circ/38^\circ$

θ_m : 35°

θ_k : 32°

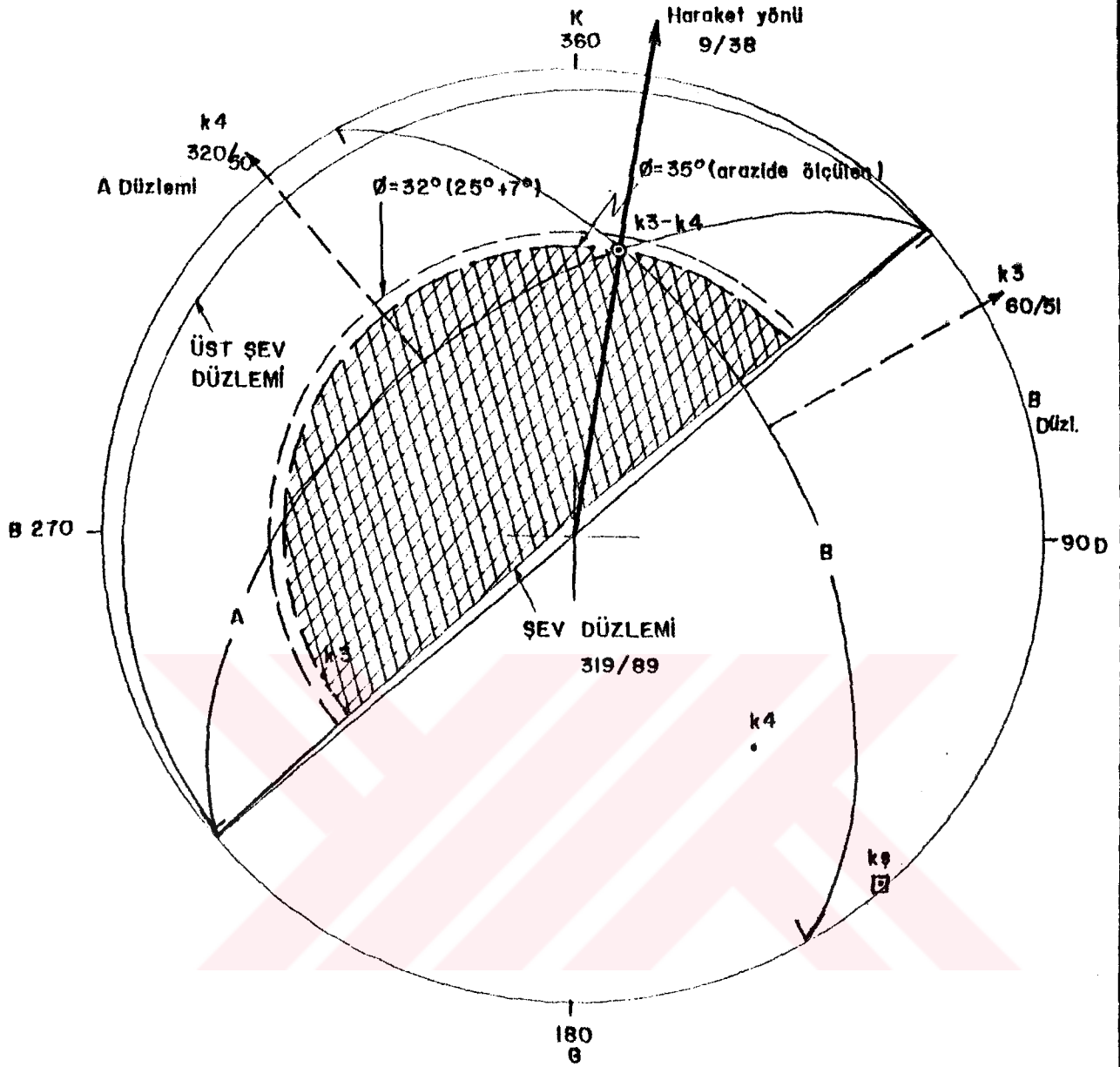


$$F = [(\sin \beta / \sin \frac{\epsilon}{2})] \times [(\tan \theta / \tan \beta)]$$

$\theta_m = 35^\circ$ için

$$F = [(\sin 89,5^\circ / \sin 39,5^\circ)] \times [(\tan 35^\circ / \tan 38^\circ)]$$

$$F = 1.41$$



- k3 : Kutup noktası
 k4 : Şev düzleminin kutup noktası
 ● : Kesişen (A-B) düzlemlerin arakesitleri ve yönü
 ▽ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 ▒ : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 8.25 : Kaya Şevi- I' de tehlikeli bölgeye düşen
 k3-k4 noktasının analizi

$\theta_k = 32^\circ$ için

$$F = [(\sin 89,5^\circ / \sin 39,5^\circ)] \times [(\tan 32^\circ / \tan 38^\circ)]$$

$$|F = 1.26|$$

2. Yukarıdaki sonuçlar, Şekil 5.9'daki abak kullanılarak aynı şekilde elde edilmişlerdir.

3. Sadece sürtünme açısı içeren kama tipi kaya bloğu stabilite diyagramlarının kullanılmasıyla yapılan analiz.

	<u>Eğim</u>	<u>Eğim yönü</u>	<u>İçsel sürtünme açısı</u>
Düzlem A	50°	320°	35°
Düzlem B	51°	60°	35°
Fark	1°	260°	

$$F = A \times \text{tg} \theta_A + B \times \text{tg} \theta_B$$

A = B = 0,8 (Şekil 5.11a'dan)

$\theta_A = \theta_B = 35^\circ$ için

$$F = 0,83 \times \text{tg} 35^\circ + 0,83 \times \text{tg} 35^\circ$$

$$|F = 1.16|$$

$\theta_A = \theta_B = 32^\circ$ için

$$F = 0,83 \times \text{tg} 32^\circ + 0,83 \times \text{tg} 32^\circ$$

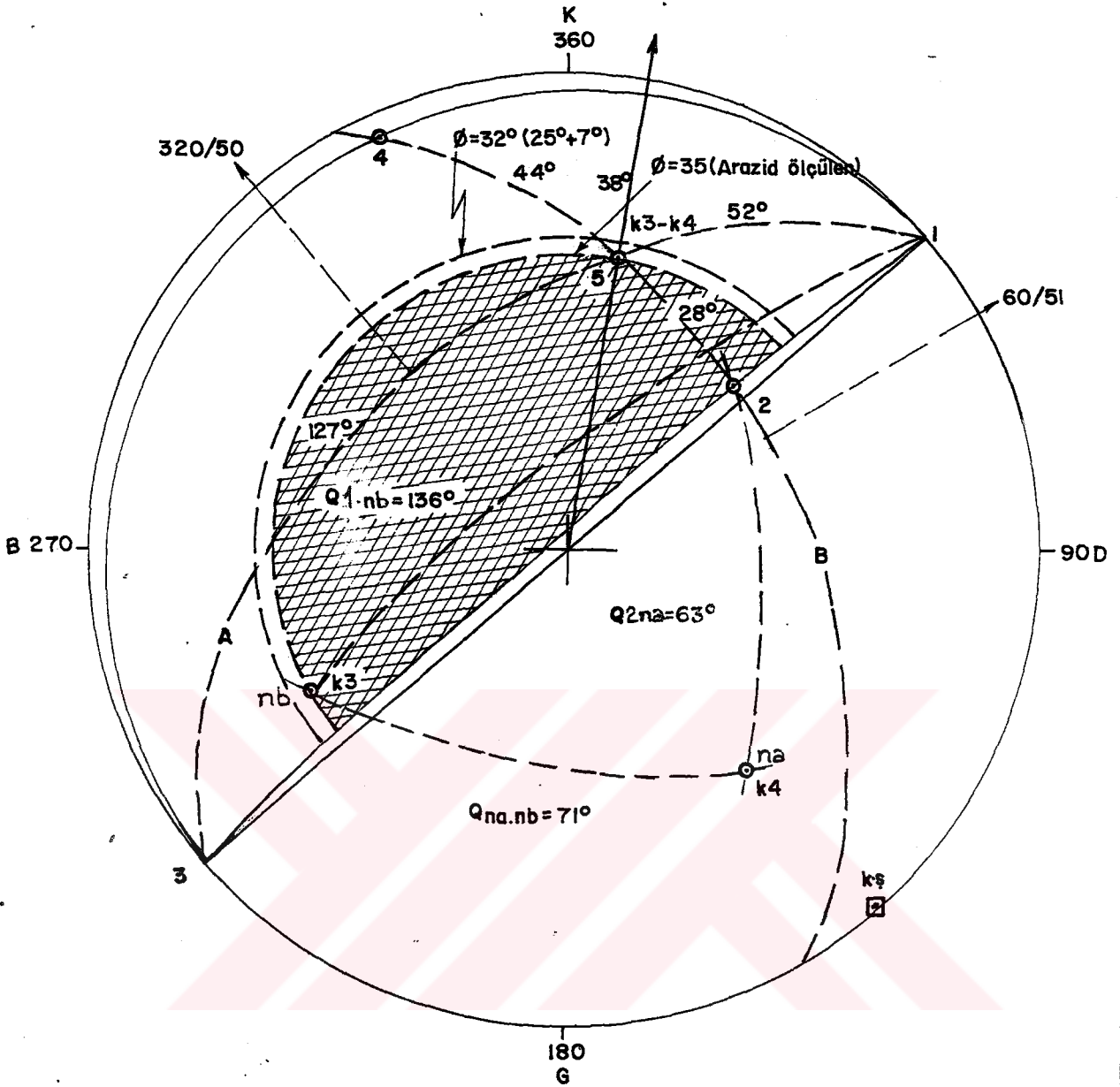
$$|F = 1.04|$$

4. Stereografik izdüşüm yöntemiyle kohezyon ve su basıncını içeren kama tipi kaymanın analizi

Şekil 5.26'de elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

$$\beta_A = 50^\circ$$

$$\beta_B = 51^\circ$$



- kl : Kutup noktaları
- ks □ : Şev düzleminin kutup noktası
- ⊙ : A ve B düzlemlerinin arakesiti
- ∩ : İçsel sürtünme açısı sınırları
- ▨ : Tehlikeli bölge

$\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.26 : Kaya Şevi-1'de k3-k4 noktasına ait kama tipi kayma analizi için verilerin bulunması

$$\beta_B = 38^\circ$$

$$\theta_{na.nb} = 71^\circ$$

$$\theta_{24} = 72^\circ$$

$$\theta_{45} = 44^\circ$$

$$\theta^{1..n^b} = 136^\circ$$

$$\theta_{13} = 177^\circ$$

$$\theta_{35} = 127^\circ$$

$$\theta^{2..n^a} = 63^\circ$$

$$\theta_A = \theta_B = 35^\circ \text{ (Arazide ölçülen)}$$

$$\theta_A = \theta_B = 32^\circ \text{ (Kırıklı yüzeye karşılık gelen)}$$

$$\gamma = 2,17 \text{ gr/cm}^3$$

$$C_A = C_B = 1,7 \text{ kg/cm}^2 = 1700 \text{ gr/cm}^2 \text{ (Çok yumuşak kayanın)}$$

H = 72,5 m. [Bu yükseklik, Eş-Alan Projeksiyonundan elde edilen kutup noktalarının ikişer ikişer ele alınmasıyla oluşan kama tipi kaya bloğunun maksimum yüksekliğidir. Kama tipi kaymayı meydana getirecek düzlemlerin arakesit doğrultusunun eğimi şevden çıkarılan kesitte yerine konarak Hmax elde edilmiştir TARHAN, 1990]

$$X = \sin \theta_{24} / \sin \theta_{45} \times \cos \theta_{2na} = \sin 72^\circ / \sin 44^\circ \times \cos 63^\circ$$

$$X = 3,02$$

$$Y = \sin \theta_{13} / \sin \theta_{35} \times \cos \theta_{1..nb} = \sin 178^\circ / \sin 127^\circ \times \cos 163^\circ$$

$$Y = -0,06$$

$$A = \cos \beta_A - \cos \beta_B \times \cos \theta_{na.nb} / \sin \beta_B \times \sin^2 \theta_{na.nb}$$

$$A = \cos 50^\circ - \cos 51^\circ \times \cos 71^\circ / \sin 38^\circ \times \sin^2 71^\circ$$

$$A = 0,8$$

$$B = \cos \beta_B - \cos \beta_A \times \cos \theta_{na.nb} / \sin \beta_B \times \sin^2 \theta_{na.nb}$$

$$B = \cos 51^\circ - \cos 50^\circ \times \cos 71^\circ / \sin 38^\circ \times \sin^2 71^\circ$$

$$B = 0,8$$

$$\theta_A = \theta_B = 35^\circ \text{ için } (\theta_a)$$

$$F = [(3 \times C^a \times X) / \gamma \times H] + [(3 \times C^b \times Y) / \gamma \times H] + [A - (\gamma \times X / 2 \times \gamma)] \times \text{tg} \theta^a + [B - (\gamma \times Y / 2 \times \gamma)] \times \text{tg} \theta^b$$

$$F = [(3 \times 1700 \times 3,02) / 2,17 \times 7250] + [(3 \times 1700 \times -0,06) / 2,17 \times 7250]$$

$$+ [0,8 - (1 \times 3,02 / 2 \times 2,17)] \times \text{tg} 35^\circ + [0,8 - (1 \times -0,06 / 2 \times 2,17)] \times \text{tg} 35^\circ$$

F=1.6

$\theta_A = \theta_B = 32^\circ$ için (θ_K)

$$F = [(3 \times 1700 \times 3,02) / 2,17 \times 72501 + [(3 \times 1700 \times -0,06) / 2,17 \times 7200] + [0,8 - (1 \times 3,02 / 2 \times 2,17)] \times \text{tg} 32^\circ + [0,8 - (1 \times -0,6 / 2 \times 2,17)] \times \text{tg} 32^\circ$$

$$F = 1.54$$

K₄-K₆ Noktasının Analizi (Şekil 5.27)

1- Kama tipi kayma analizi :

A düzlemi : $320^\circ / 50^\circ$

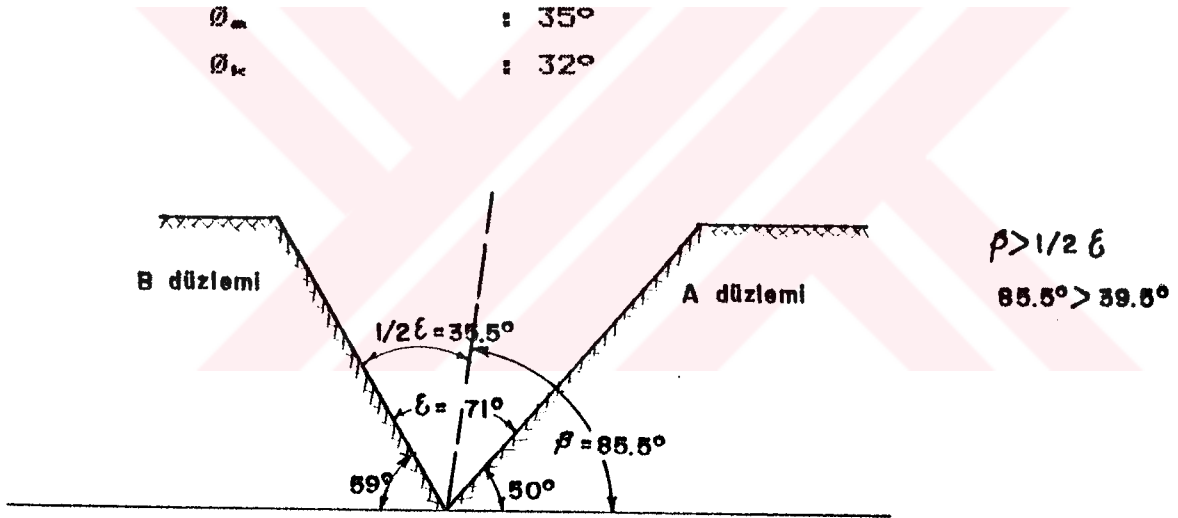
B düzlemi : $28^\circ / 59^\circ$

Şev düzlemi : $319^\circ / 89^\circ$

Kesişme doğrusu: $340^\circ / 47^\circ$

θ_m : 35°

θ_K : 32°



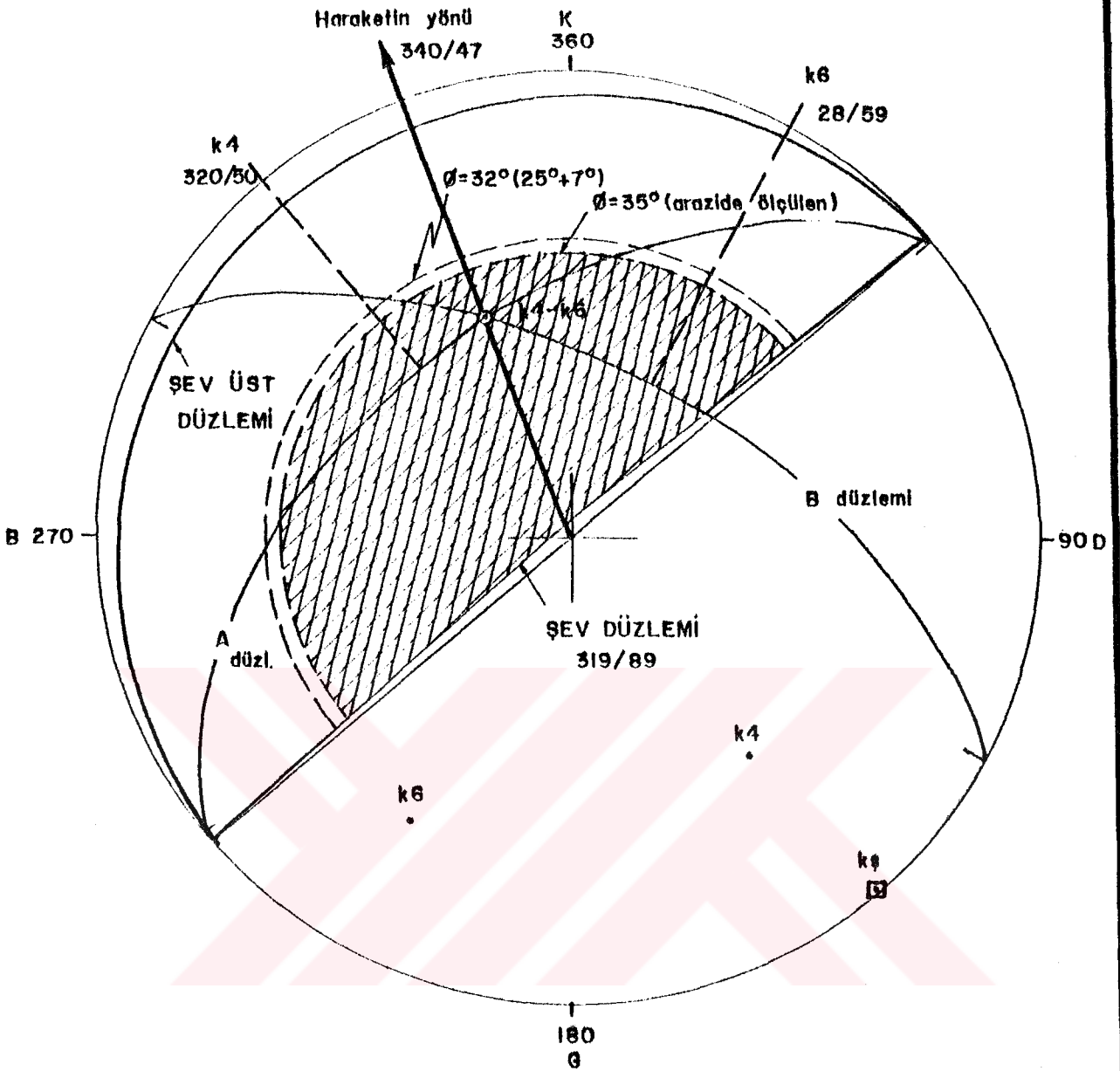
$$F = (\sin \beta / \sin \frac{\epsilon}{2}) \times (\tan \theta / \text{tg} \alpha)$$

$\theta_m = 35^\circ$ için,

$$F = (\sin 85,5^\circ / \sin 35,5^\circ) \times (\tan 35^\circ / \text{tg} 47^\circ)$$

$$F = 1,7 \times 0,7$$

$$F = 1.19$$



- k3. : Kutup noktaları
 kq □ : Şev düzleminin kutup noktası
 ⊙ : Kesişen (A-B) düzlemlerin arakesitli ve yönü
 / : İçsel sürtünme açısı sınırları
 [hatched] : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.27 : Kaya Şevi- l' de tehlikeli bölgeye düşen k4-k6 noktasının analizi

$\theta_k = 32^\circ$ için,

$$F = (\sin 85,5^\circ / \sin 35,5^\circ) \times (\tan 32^\circ / \tan 47^\circ)$$

$$|F = 1.00|$$

2- Bu sonuçlar, Şekil 5.9'daki abak kullanılarak aynı şekilde elde edilmiştir.

4- $k_A - k_B$ 'nin stereografik izdüşüm yöntemiyle kohezyon ve su basıncı içeren kama tipi kaymanın analizi (Şekil 5.28).

Şekil 5.28'den elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

$$\beta_A = 50^\circ$$

$$\beta_B = 59^\circ$$

$$\beta_C = 48^\circ$$

$$\theta_{na.nb} = 54^\circ$$

$$\theta_{24} = 92^\circ$$

$$\theta_{45} = 53^\circ$$

$$\theta_{2na} = 60^\circ$$

$$\theta_{13} = 177^\circ$$

$$\theta_{35} = 103^\circ$$

$$\theta_{1nb} = 152^\circ$$

$$\theta_A = \theta_B = 35 (\theta_m)$$

$$= 2,17 \text{ gr/cm}^3$$

$$C_A = C_B = 1,7 \text{ kg/cm}^2 = 1700 \text{ gr/cm}^2$$

H = 80,5 m. [Bu yükseklik de bir önceki kama tipi kayma ana izinde olduğu gibi elde edilmiştir].

$$X = \sin \theta_{24} / (\sin \theta_{45} \times \cos \theta_{2na}) = \sin 92^\circ / (\sin 53^\circ \times \cos 60^\circ)$$

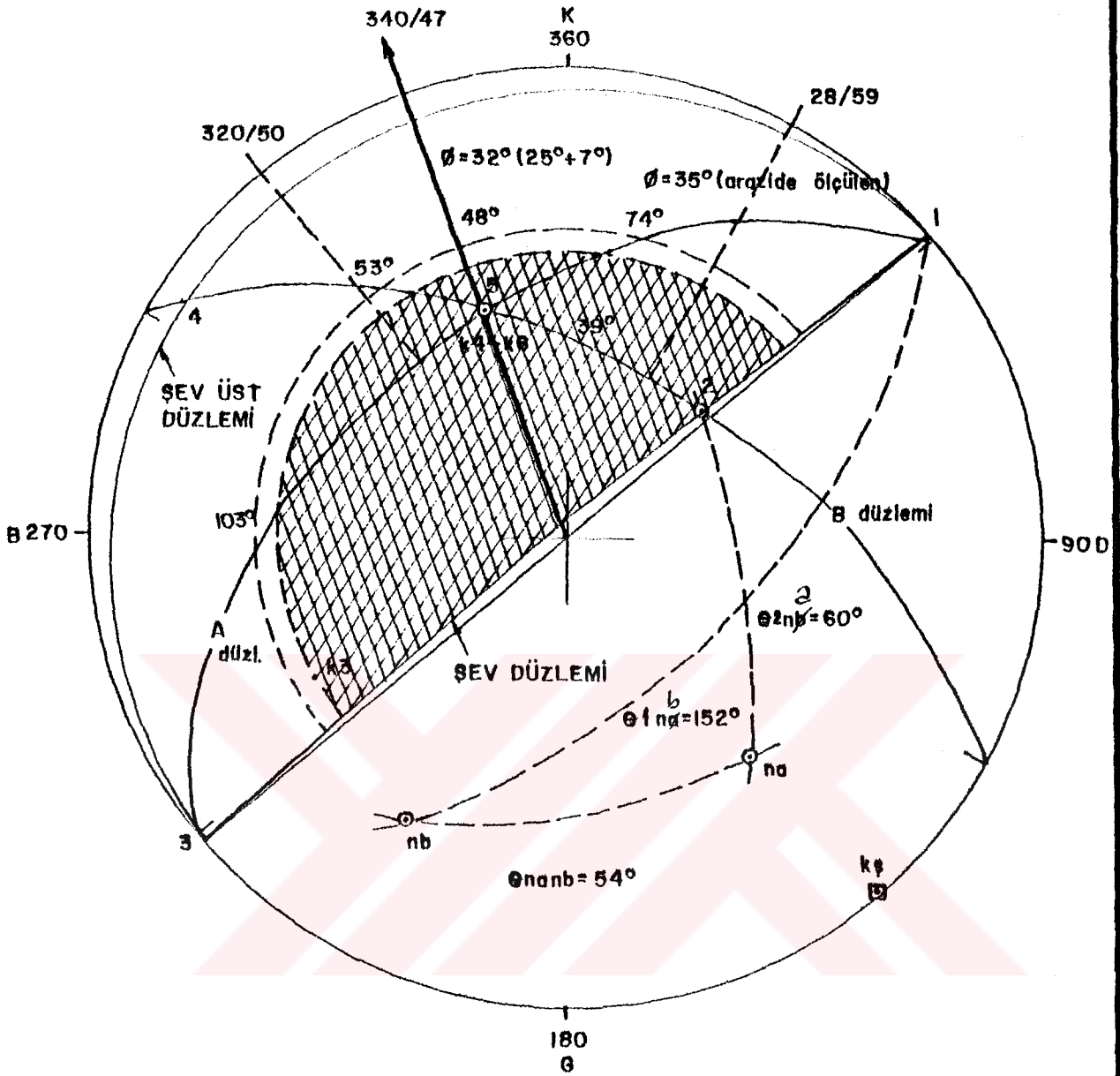
$$X = 2,5$$

$$Y = \sin \theta_{13} / (\sin \theta_{35} \times \cos \theta_{1nb}) = \sin 177^\circ / (\sin 103^\circ \times \cos 60^\circ)$$

$$Y = -0,06$$

$$A = (\cos \beta_A - \cos \beta_B) \times \cos \theta_{na.nb} / \sin \theta_m \times \sin^2 \theta_{na.nb} = (\cos 50^\circ - \cos 59^\circ) \times \cos 54^\circ / \sin 35^\circ \times \sin^2 54^\circ$$

$$A = 0,7$$



- k2 : Kufup noktaları
 k3 : Şev düzleminin kufup noktası
 ⊙ : Kesilen düzlemlerin arakesitleri ve yönü
 ∩ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 ▨ : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.28 : Kaya Şevi-1'de k4-k6 noktasına ait kama tipi kayma analizi için verilerin bulunması

$$B = (\cos\beta_B - \cos\beta_A) \times \cos\theta_{na.nb} / \sin\beta_A \times \sin^2\theta_{na.nb} = (\cos 39^\circ - \cos 50^\circ) \times \cos 54^\circ / \sin 48^\circ \times \sin^2 54^\circ$$

$$B = 0,3$$

$$F = [(3 \times C_{ax}) / H] + [(3 \times C_{by}) / H] + [A - (wx/2)] \times \tan\theta^a + [-(wy/2)] \times \tan\theta^b$$

$$\theta^a = \theta^b = 35^\circ$$

$$F = [(3 \times 1700 \times 2,5) / 2,17 \times 8050] + [(3 \times 1700 \times -0,06) / 2,17 \times 8050] + [0,7 - (1 \times 2,5 / 2 \times 2,17)] \times \tan 35^\circ + [0,3 - (1 \times -0,060) / 2 \times 2,17] \times \tan 35^\circ$$

$$F = 1,02$$

$$\theta^a = \theta^b = 32^\circ \text{ için,}$$

$$F = [(3 \times 1700 \times 2,5) / 2,17 \times 8050] + [(3 \times 1700 \times -0,06) / 2,17 \times 8050] + [0,7 - (1 \times 2,5 / 2 \times 2,17)] \times \tan 32^\circ + [0,3 - (1 \times -0,060) / 2 \times 2,17] \times \tan 32^\circ$$

$$F = 0,99$$

YORUM

Kaya Sevi-1, Çayeli tüneline 150 m. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında, tuf ve aglomeralarda açılmıştır. Şev'in duraylılığı eş alan projeksiyon yardımıyla yapılmıştır. Çatlak takımlarına ait kutup noktalarından k_4 , k_1 ve k_2 ile şev düzlemine ait kutup noktaları merkeze göre ters veya aynı doğrultuda yer aldıklarından tehlikeli görülmüşlerdir. k_4 kutup noktası ile şev'in kutup noktası merkeze göre aynı istikamette olduğundan düzlemsel bir kaymanın olabileceği ortaya çıkmıştır. "iki boyutlu analiz yöntemi"nin uygulanmasıyla $\theta^a = 35^\circ$ için, $F = 1,22$ ve $\theta^b = 32^\circ$ için $F = 1,16$ olarak bulunmuştur. Her iki güvenlik katsayısı sonucuna göre şev'in "kısa süreli güvenli" olduğu düzlemsel bir kaymanın beklenmediği ortaya çıkmıştır.

k_1 ve k_2 kutup noktaları şev düzleminin kutup noktası ile merkeze göre ters istikamette yer aldıklarından az ihti-

malde olsa devrilme-düşme meydana getirebilecekleri kanısını yansıtmaktadırlar.

Çatlak takımlarının kutup noktalarını ikişer ikişer birleştiren dairelerin kutup noktalarından iki tanesi (k_3-k_4 ve k_4-k_6) tehlikeli bölgeye düştüğü görülmüştür.

Kama tipi kaymayı oluşturabilecek bu noktalara (k_3-k_4 ve k_4-k_6) birden fazla analiz yöntemi uygulanmaya çalışılmıştır. Bulunan neticeler Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10 : k_3-k_4 ve k_4-k_6 Noktaları Boyunca Hesaplanan Güvenlik Katsayıları

Uygulanan Yöntemler	(k_3-k_4) boyunca		(k_4-k_6) boyunca	
	$\theta = 35^\circ$	$\theta = 32^\circ$	$\theta = 35^\circ$	$\theta = 32^\circ$
Yalnızca θ esas alan yöntemler ($c = 0$)	F= 1,41 F= 1,19	F= 1,26 F= 1,0	F= 1,12	F= 1,0
c, θ ve su basıncını esas alan yöntem	F= 1,6	F= 1,54	F= 1,02	F= 0,99

Çizelge 5.10 incelendiğinde güvenlik katsayılarının "1" rin altında olmadığı görülmüştür. Burada c, θ ve su basıncını dikkate alarak uygulanan yöntemde; yükseklik maksimum kayma bloğunun yüksekliği olarak hesaplanabildiğinden, gerçekte bu yükseklik daha düşük olacağından güvenlik katsayısı artacaktır. Dolayısı ile bulunan güvenlik katsayıları bize şevde kama tipi kaymanın beklenmediğini göstermektedir.

5.6.1.2. Kaya Şev-2'nin analizi

Şev-2, Çayeli tüneline 900 m. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında yer almaktadır (Ek 5.6 ve Foto 5.2). Söz konusu şevin yatırılmış krokisi çıkarılarak ölçülebilen çatlakların eğim ve doğrultuları işaretlenmiştir (Ek 5.2). Ayrıca şevden A-A' boyunca birde kesit çıkarılmıştır (Ek 5.2).

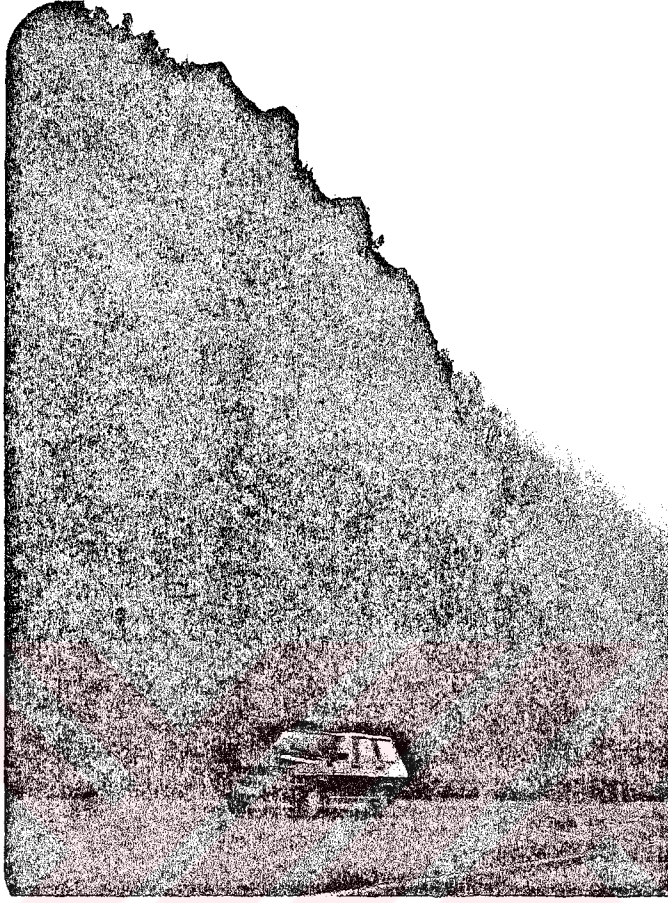
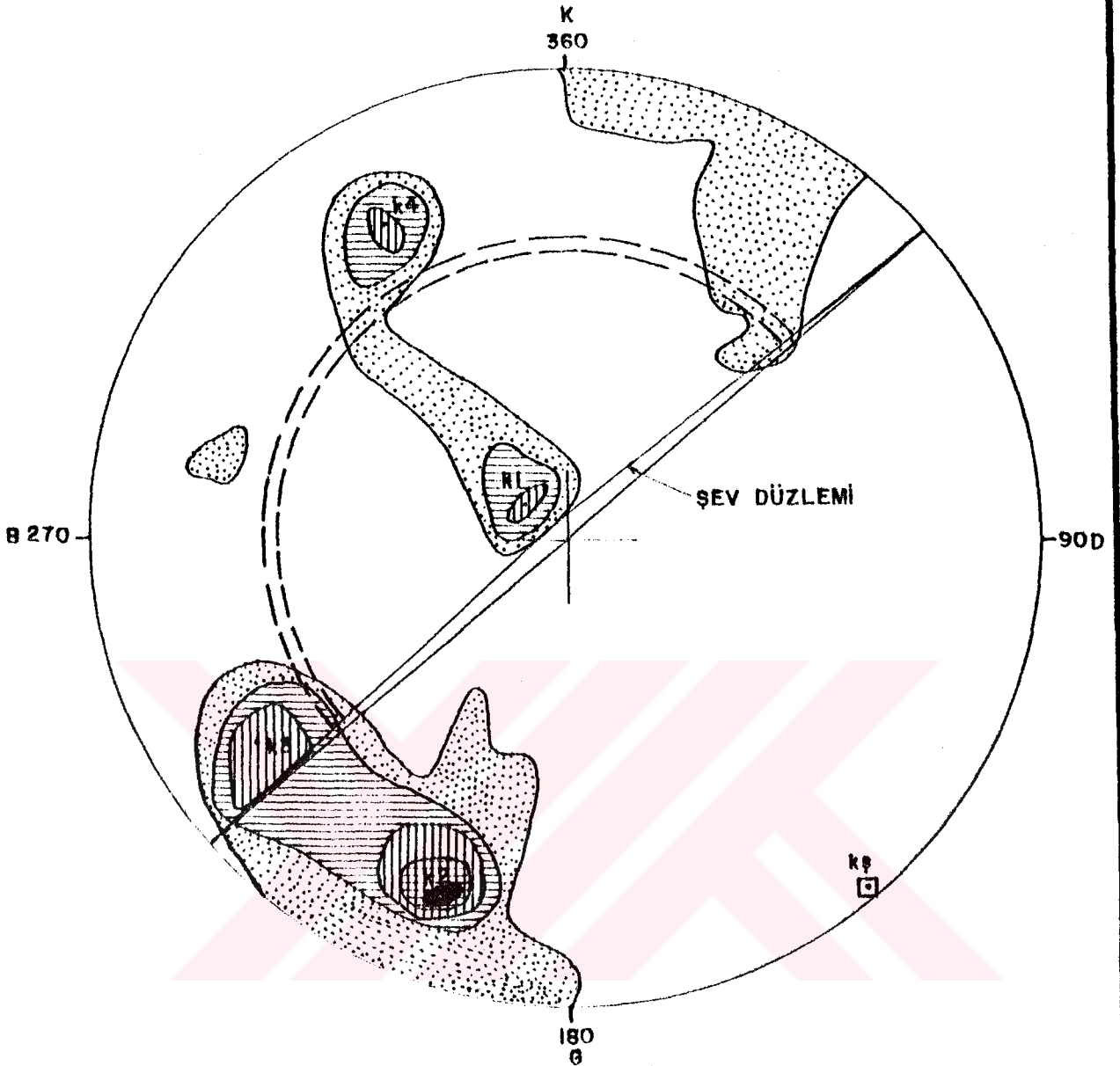


Foto 5.2 : Kaya Şevi-2'den Bir Görünüm

Kaya Şevi-2'de toplam 20 çatlak ölçüsü alınmış ve Eş-A-İlanlı Projeksiyon ağı kullanılarak hakim çatlak takımları ve bunların kutup noktaları bulunmuştur (Şekil 5.29). Bulunan bu kutup noktalarının şev düzlemiyle olan ilişkileri araştırılmıştır (Şekil 5.30). Kutup noktalarının ikiser ikiser ele alınmasıyla arakesit doğruları ve kutup noktaları bulunarak şev duraylılığı açısından tehlikeli bölgeye düşüp-düşmedikleri araştırılmıştır (Şekil 5.31).

Tehlikeli bölge sınırları içerisinde herhangi iki kutup arakesit düzleminin kutpu düşmediği anlaşılmıştır (Şekil 5.31 ve Şekil 5.32).

Şekil 5.32 incelendiğinde şevin kutup noktasıyla merkeze göre hemen hemen aynı doğrultuda fakat ters istikamette bulunan k₄ kutup noktasında devrilme-düşme meydana gelebileceği kanısına varılmıştır.

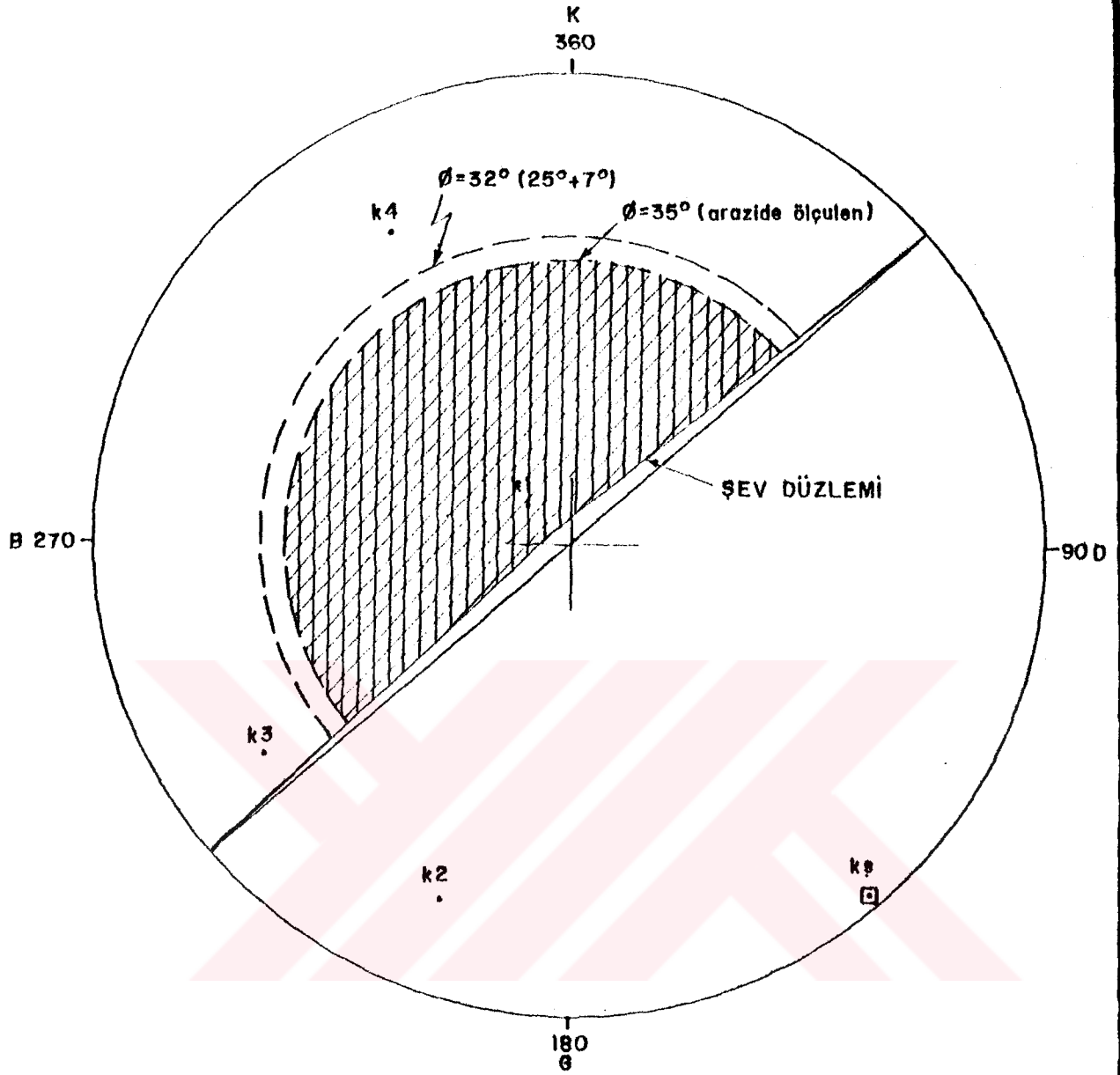


ALT YARI KÜRE

%	15	15-12	12-9	9-6	6-3	3
İŞARETLER						

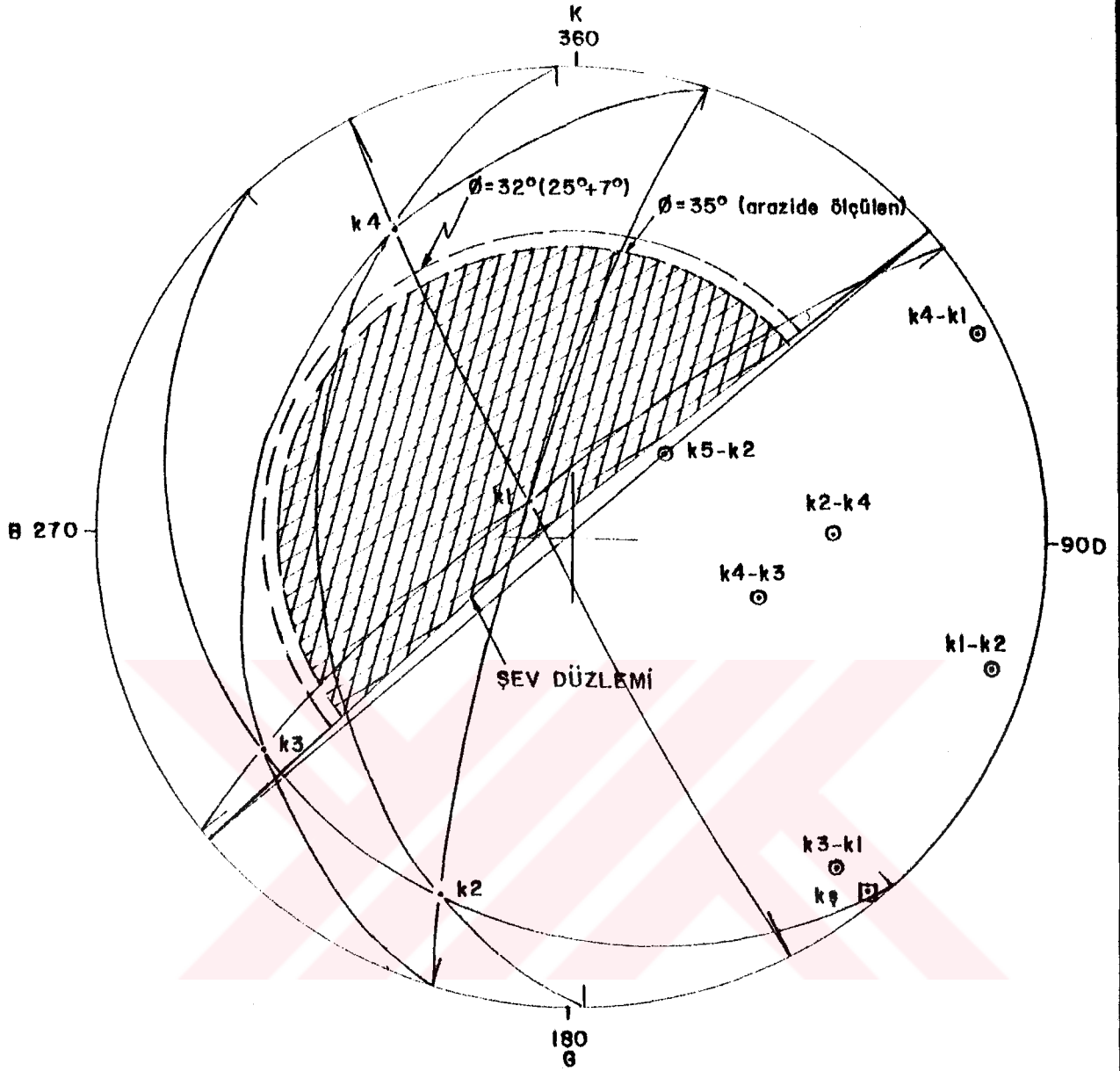
- k_1 : Kutup noktaları
 k_2 : Şev düzleminin kutup noktası
 : İçsel sürtünme açısı sınırları
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıktaki yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.29: Kaya Şevi-2' ye alt 20 çallak ölçüsünden elde edilen kontur diyagramı



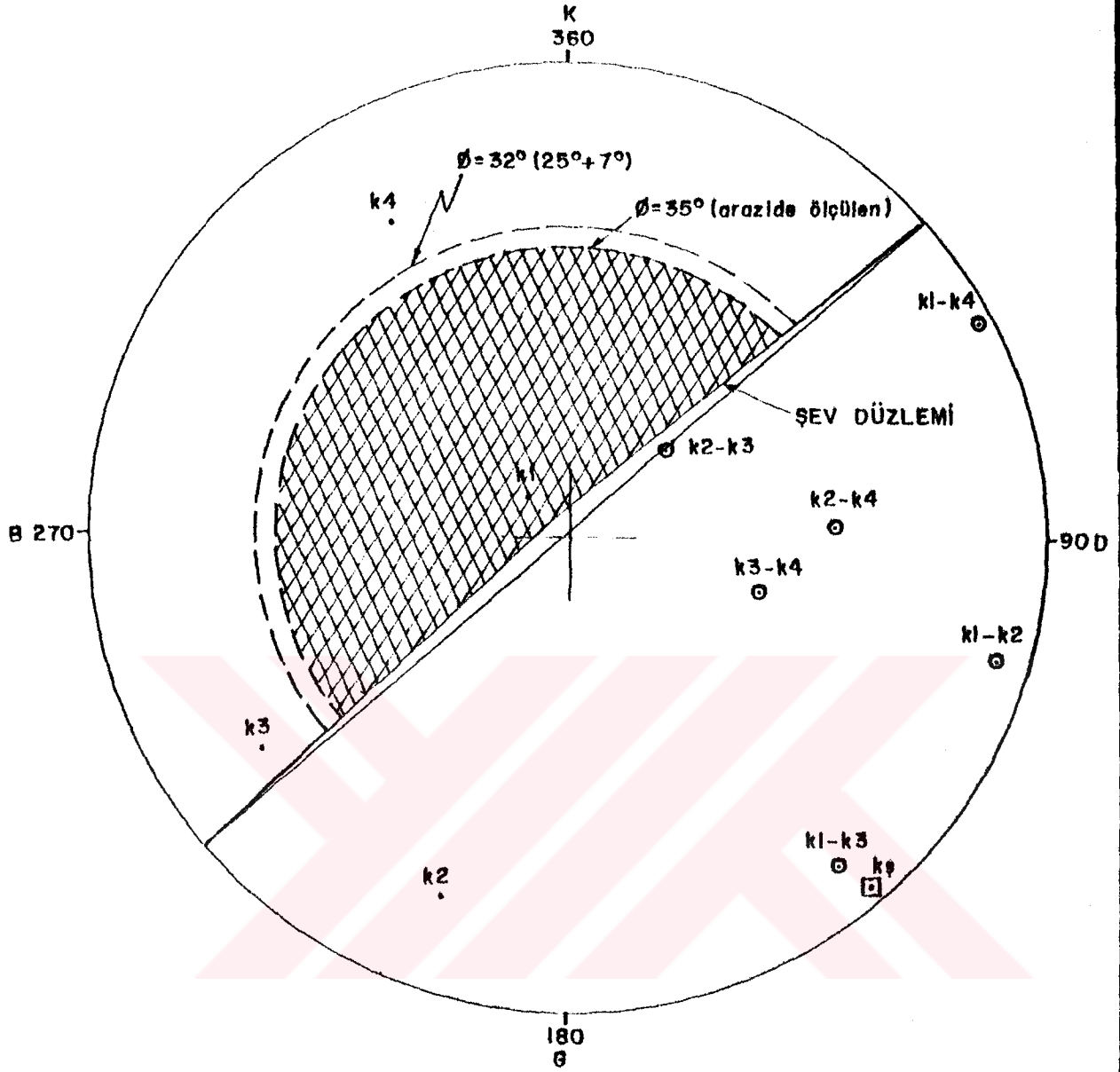
- k1 . : Kutup noktaları
 k9 □ : Şev düzleminin kutup noktası
 ⚡ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 ▨ : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.30 : Kaya Şevi- 2'ye ait 20 çatlak ölçüsünden elde edilen kutup noktaları



- k1 • : Kutup noktaları
 kq □ : Şev düzleminin kutup noktası
 ⊙ : Kesilen düzlemlerin arakesitleri
 ∩ : İçsel sürtünme açısı sınırları
 ▨ : Tehlikeli bölge
 $\phi = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\phi = 32^\circ$: (Kırıktı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.31 : Kaya Şevi -2' ye ait kutup noktalarından yararlanılarak yapılan duraylılık analizi



- k1 . : Kutup noktaları
 kp □ : Şev düzleminin kutup noktası
 ⊙ : Kesilen düzlemlerin arakesitleri
 / : İçsel sürtünme açısı sınırları
 [hatched] : Tehlikeli bölge
 $\theta = 35^\circ$: (Arazide ölçülen aynı süreksizliğe ait düzlemin kayma açısı)
 $\theta = 32^\circ$: (Kırıklı yüzeyin içsel sürtünmesi + pürüzlülük değeri)

Şekil 5.32 : Kaya Şevi- 2' de kutup noktalarının ikişer ikişer ele alınmasıyla elde edilen arakesit düzlemlerin kutup noktaları

YORUM

Kaya Şevi-2, Çayeli tüneline Pazar'a doğru 900 m. de sahil yolunun sağında, Litik-kristal tüf ve aglomeralarda açılmıştır. Şevdeki çatlak ölçülerinden yapılan duraylılık analizlerinde elde edilen çatlak takımlarının kutup noktaları ikişer ikişer birleştirilmek suretiyle büyük dairelerin kutup noktaları tehlikeli bölge içerisine düşmemiştir. Yalnız k₄ kutup noktası şev düzleminin kutup noktası ile merkeze göre ters istikamette olduklarından devrilme-düşme olabileceği kanısına varılmıştır.

5.6.2. Zemin Şevlerin Analizleri

Çalışma sahasında 3 tane zemin şevi incelenmiş olup, özellikleri Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Belirli bir kayma yüzeyi bulunmayan (izlenemeyen) bu zemin şevlerde uygulanan analizlerin esasına konu 5.5.2'de değinilmiştir.

Janbu'nun dairesel olmayan kayma analizi yöntemi uygulanırken muhtemel (olası) kayma yüzeyleri kabul edilmiş ve en tehlikeli olabilecek kayma yüzeyi bulunmaya çalışılmıştır. Kabul edilen kayma yüzeyleri, arazi gözlemlerine dayanılarak çizilmiştir.

5.6.2.1. Zemin Şev-3'ün Analizi

Şev-3, çalışma sahasında Çayeli tüneline 1,5 km. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında yer almaktadır (Ek 5.6).

Çizelge 5.11 : İncelenen Zemin Şevlere Ait özellikler

Şev No	Zemin Türü	Ö Z E L L İ K L E R		
		C' kg/cm ²	Ø' °	γ _d gr/cm ³
3	Ayrışmış (Rezidüel) kil	0,20	29	1,92
4	Taraca-2	0,36	22	1,67
6	Taraca-2	0,30	27	1,81

Bu şev, volkanik piroklastiklerden aglomera ve tüflerin yeyerinde ayrışmasından oluşmuştur.

Söz konusu şevin krokisi çıkarılmış ve A-A' boyunca da bir kesit alınmıştır (Ek 5.3).

1. Janbu'nun dairesel olmayan kayma yönteminin uygulanması

Yöntemin esasına konu 5.5.2'de değinilmiştir.

Kabul edilen kayma yüzeyleri boyunca zeminin kuru ve doygun halleri göz önüne alınarak duraylılık analizleri yapılmıştır. Yöntem Jco.Yük.Müh. Ş.CERYAN tarafından programlanmış ve çözümler için bilgisayardan yararlanılmıştır. Bilgisayarda bulunan sonuçlar Ek 5.7 ve Ek 5.8'de sunulmuştur.

YORUM

Zemin Şevi, Çayeli tüneline 1,5 km. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında aglomera ve tüflerin ayrışmış (rezidüel) kısmında açılmıştır. Şevin duraylılığı için kabul edilen kayma yüzeylerinde zeminin kuru ve doygun halleri göz önüne alınarak Çizelge 5.12'deki sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 5.12 : Zemin Şev-3'de kabul edilen kayma yüzeylerine göre bulunan güvenlik katsayıları

Zeminin Durumu	Uygulanan Yöntem			
	Janbu'nun dairesel olmayan kayma yöntemi sonucu bulunan F katsayıları			
	1	2	3	4
Kuru	1,32	1,53	1,03	1,0
Doygun	0,85	0,98	0,61	0,57

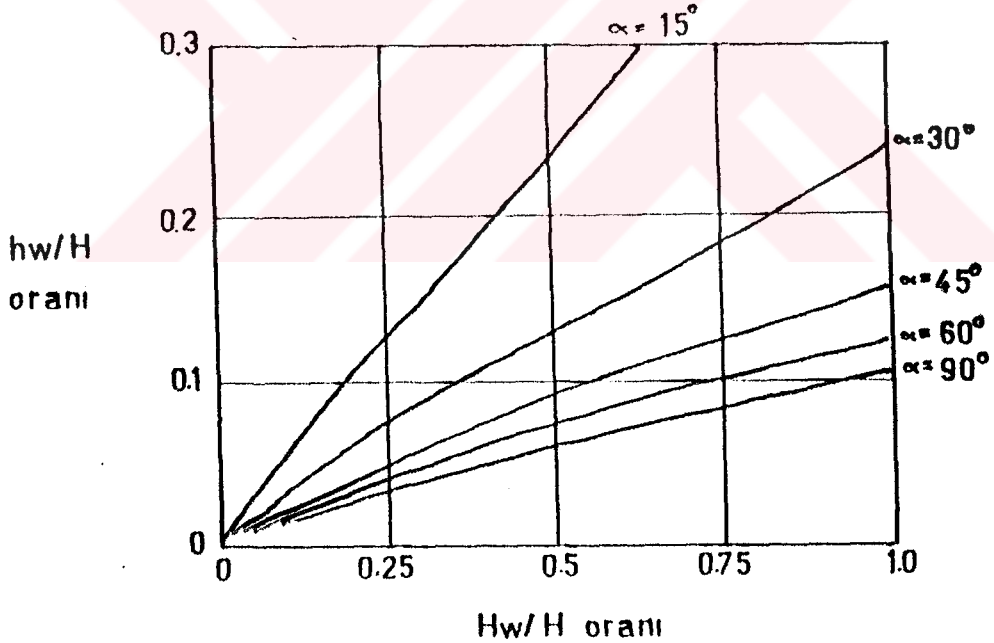
Çizelge 5.12 incelendiğinde şevin kuru durumda kabul edilen 1,3 ve 4 kayma yüzeylerinde kayma beklenmediği yalnız şev eğimi geriye doğru arttığından güvenlik katsayısını düşürdüğü anlaşılmıştır. Doygun durumda ise kabul edilen her kayma yüzeyinde kayma beklenmekle beraber özellikle 4'üncü yüzeyde en düşük değer elde edilmiştir (Ek 5.3).

5.6.2.2. Zemin Şevî-4'ün Analizi

Şev-4 çalışma sahasında Çayeli tarafından Balıkçılar mahallesiine 150 m. kala sahil yolunun sağında yer almaktadır (Ek 5.4). Bu şev, Denizel taraça-2'de (taşınarak oluşmuş) açılmıştır. Taraça-2, tabanda gevşek çakıllı seviye (3.5 m) üste doğru çakıllı kumlu kil ve siltten oluşmaktadır.

Söz konusu şev'in krokisi çıkarılarak üzerine jeolojisi işlenmiştir (Ek 5.4). Ayrıca kaymanın olabileceği A-A' boyunca bir de kesit çıkarılarak şevin yüksekliği, açısı, birimlerin birbiriyle olan ilişkileri, yeraltı su seviyesi ve kayma yüzeyi olabilecek eğrilerin çizilmesi sağlanmıştır (Ek 5.4).

Burada yeraltı su seviyesinin tesbitinde şevdeki sızıntının yüksekliği ile şev açısı esas alınarak Hoek, 1970 tarafından geliştirilen aşağıdaki Şekil 5.33'den yararlanılmıştır.



Şekil 5.33 : hw sızıntı yüksekliğiyle HW düzenli yeraltı suyu tablası arasındaki ilişki (Hoek, 1970)

- hw : Sızıntı yüksekliği
- H : Şev yüksekliği
- α : Şev açısı
- Hw : YASS'nin yüksekliği

Uygulanan Analiz :

1. Janbu'nun dairesel olmayan kayma yöntemi

Bir önceki Zemin Şev'i-3'ün analizinde olduğu gibi burada da aynı yol izlenmiştir. Kabul edilen kayma yüzeylerine göre, zeminin sızıntı, yeraltı su seviyesi ve doygun hali göz önüne alınarak elde edilen verilerle güvenlik katsayıları bulunmuş ve değerler Ek 5.9, Ek 5.10 ve Ek 5.11'de sunulmuştur.

YORUM

Çalışma sahasında, Çayeli'nden Balıkçılar mahallesine 150 m.kala sahil yolunun sağında Denizel taraça-2'de açılmıştır Şevin duraylılığı, "Janbu'nun dairesel olmayan kayma analizi" yöntemi ile yapılmıştır. Uygulanan Janbu'nun bu yöntemine göre kabul edilen kayma yüzeyleri, zeminin sızıntı durumu, yeraltı su seviyesi ve doygun hali gözönüne alınarak Çizelge 5.13'deki sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 5.13 : Zemin şev-4'de kabul edilen kayma yüzeylerine göre bulunan güvenlik katsayıları

ZEMİNİN DURUMU	UYGULANAN YÖNTEM					
	Janbu'nun Dairesel olmayan Kayma Yöntemi					
K.Y.No	1	2	3	4	5	6
Kuru	1,81	1,51	1,41	1,49	1,70	1,75
YASS	1,20	1,04	0,97	0,99	1,23	1,29
DOYGUN	1,18	0,95	0,88	0,90	1,04	1,08

Çizelge 5.13 incelendiğinde zemin kuru durumda iken şevin duraylı olduğu, YASS durumunda iken şevin genelde "limit denge" de olduğu ve kaymanın ancak 3 ncü yüzey boyunca olabileceği anlaşılmaktadır. Doygun durumda ise 2,3 ve 4 ncü yüzeylerde kayma beklenmekle birlikte 3 ncü yüzeyde her bir kaymanın olabileceği ihtimali (olasılığı) daha fazla olarak görülmektedir (Ek 5.4).

5.6.2.3. Zemin Şevî-6'nın Analizi

Zemin şev'i-6 çalışma sahasında Çayeli'nden 2,200 km. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında yer almaktadır (Ek 5.6). Bu şevde, bir önceki zemin şevî-4'deki gibi denizel taraça-2' de açılmıştır (Foto 5.3).



Foto 5.3 : Zemin Şevî-6'den bir görünüm

Birim gevşek çimentolu, çakıllı, kumlu kil ve siltlerden oluşmaktadır.

Sözkonusu şevin krokisi çıkarılmış ve üzerine jeolojisi işlenmiştir (Ek 5.5). Ayrıca kaymanın olabileceği heyelanlı kısımdan B-B' boyunca kesit çıkarılmıştır (Ek 5.5).

Kesitten yararlanılarak, şevin yüksekliği, açısı ve kayma yüzeyi olabilecek eğrilerin çizilmesi gerçekleştirilmiştir (Ek 5.5).

Uygulanan Analiz :

1. Janbu'nun dairesel olmayan kayma yöntemi daha önceki zemin şevlerin analizlerinde olduğu gibi burada da aynen uygulanmıştır.

Şevde B-B' boyunca çıkarılan kesit üzerinde kabul edilen kayma yüzeylerinin zeminin kuru ve doygun hali gözönüne alınarak elde edilen verilerle güvenlik katsayıları bulunmuş ve Ek 5.12 ve Ek 5.13'de sunulmuştur.

YORUM

Çalışma sahasında Balıkçılar mahallesinden 1,5 km. Pazar'a doğru sahil yolunun sağında Denizel taraça-2'de açılmıştır. Şevin duraylılığı, Janbu'nun dairesel olmayan kayma yöntemiyle yapılmıştır. Uygulanan janbu'nun bu yöntemine kabul edilen kayma yüzeyleri zeminin kuru ve doymuş halleri gözönüne alınarak Çizelge 5.14'deki sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 5.14 :Zemin Şevi-6'da kabul edilen kayma yüzeylerine göre bulunan güvenlik katsayıları

		UYGULANAN YÖNTEM			
ZEMİNİN DURUMU	"Janbu'nun Dairesel Olmayan Kayma Yöntemi" Sonucu Kabul Edilen Kayma Yüzeylerine Ait F Katsayıları				
	1	2	3	4	
Kuru	1,12	1,18	1,38	1,19	
Doymuş	0,97	0,88	0,94	0,76	

Çizelge 5.14 incelendiğinde zemin kuru durumda kayma beklenmemektedir.

Zemin doymuş durumunda ise kaymanın tüm yüzeyler boyunca olabileceği görülmekle beraber 4'cü kayma yüzeyinde birinci derecede kaymanın olabileceği anlaşılmaktadır (Ek 5.5).

BÖLÜM 6

SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, Çayeli-Pazar (RIZE) arasında ana yol şevleri "Mühendislik Jeolojisi" açısından incelenmiştir. Bunun için sahil yolunu içine alan 36 km²'lik bir sahanın jeolojisi incelenmiş, kayac ve zeminlerin mühendislik özellikleri bulunmuş, şevlerin krokileri çıkarılmış ve şevlerde duraylılık analizleri uygulanarak, olabilecek kitle hareketleri üzerinde durulmuştur.

A. Genel Jeoloji Sonuçları;

Çayeli-Pazar (RIZE) arasındaki sahanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmıştır.

Sahada en altta Eosen yaşlı Melyat Formasyonu izlenmiştir. Melyat Formasyonu; bazaltik lav, tüf, breş ve aglomeralardan oluşmuştur. Formasyonun lav ve tüflü seviyelerinden alınan örneklerin petrografik incelemeleri sonucunda bunların daha önceki çalışmalardan farklı olarak olivin mineralleri içerdiği saptanmıştır. Melyat formasyonunun üzerine uyumsuz olarak, Miyosen yaşlı Pazar Formasyonu gelir. Bu formasyon tabanda iri bloklu çakıltası ile başlar, üste doğru kumtaşı, silttaşı ve killi silttaşı ile devam eder. En üstte de kırmızı renkli çakıllı killer gelir.

Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak Pliyo-Kuvaterner yaşlı Hamidiye formasyonu gelir. Çalışma sahasında çok küçük bir alanda mostra veren bu birim gevşek çimentolu bloklu, kumlu çakıllar ile kum ve kum mercceklerinden oluşur. Bu formasyonun üzerine, önceki çalışmalardan farklı olarak, iki ayrı seviyede tesbit edilen Kuvaterner yaşlı Denizel taraça-

lar gelir. Taraça-1, gevşek çimentolu bloklu çakıl, kum, siltli kum ve çok az da killerden oluşur. Taraça-2 ise, tabanda yaklaşık 5 m. kalınlığında, gevşek çimentolu, bloklu kumlu çakıllar ve bu seviyenin üzerine çakıllı kumlu kalın bir (65 m.) silt ve kil seviyesi gelir. Bütün bu birimlerin üzerine deniz ve nehir alüvyonları gelir.

Formasyonların yapısal özelliklerinden, tabaka kalınlıkları, çatlak eğim ve doğrultuları ve faylar araştırılmıştır.

Melyat Formasyonundan alınan çatlak ölçülerinden yararlanarak maksimum deformasyon kuvveti $K66^{\circ}B$, Pazar Formasyonunda $K79^{\circ}D$ olarak bulunmuştur.

Melyat Formasyonunda graviteye bağlı olarak 3 tane normal fay tespit edilmiştir.

B. Mühendislik Jeolojisi Sonuçları

Çayeli-Pazar (RİZE) arasında ana yol şevleri, Melyat ve Pazar Formasyonu ile Taraça-2'de açılmıştır. Ana yol üzerindeki kaya şevleri Melyat ve Pazar Formasyonlarından açılmıştır. Melyat Formasyonu bazaltik lav, tuf, breş ve aglomeratlardan oluşur. Pazar Formasyonu ise bloklu çakıltaşlarından oluşur.

Melyat Formasyonu ile Pazar Formasyonunun mühendislik özellikleri araştırılmış ve aşağıdaki genel sonuçlar bulunmuştur.

MELYAT FOR.		PAZAR FOR.
Tabaka kalınlığı	: Genelde "Çok kalın" Yer yer "İnce"	Genelde "Orta"
Çatlak ara uzaklığı	: Genelde "Orta"	Genelde "Seyrek"
Çatlak açıklığı	: Genelde "İnce"	Genelde "İnce"
Dolgu türü	: Kil, silt, kalsit zeolit, silis yer yer dolgusuz	Genelde dolgusuz yer yer kil, silt
Çatlak yüzü pürüzlü- pükleri	Genelde : "hafif-orta"	Genelde "hafif- orta"
Ondülasyon	: 7°	$3,2^{\circ}$
1 m.ki ort. çatlak sayısı RQD % değeri	5,2 : 90,36 "çok iyi kaliteli"	3,3 95,62 "çok iyi kaliteli"

Melyat Formasyonunun tüflü seviyelerinden kaya örnekleri alınmış ve bu örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri bulunmaya çalışılmıştır.

Fiziksel özelliklerinin ortalama değerleri ortalama olarak bulunmuş ve aşağıda verilmiştir.

KAYAÇLAR	
Tüf ve Litik-kristal tüf	
Kuru birim hacim ağırlık Bk (gr/cm ³)	2.10
Doymun birim hacim ağırlık Bd (gr/cm ³)	2.25
Özgül ağırlık G	2.65
Hacimca su emme hv %	14
Ağırlıkça su emme gs %	7
Boşluk oranı e %	27

Kayaçların sertlikleri Schmidt çekici geri tepme sayısına göre "yumuşak-sert" kaya sınıfında yer aldıkları anlaşılmıştır. Anizotropi değerlerine göre litik-kristal tüflerinin "izotrop" kabul edilebilecekleri kanısına varılmıştır.

Mekanik özelliklerden, tek eksenli basınç direnci değerlere göre "çok düşük-orta dirençli" kaya sınıfında yer aldıkları anizotropi değerlerine göre sadece litik-kristal tüflerin "izotrop" kabul edilebilecekleri anlaşılmıştır.

İndirekt çekme ve üç eksenli basınç deneyleri litik-kristal tüfler üzerinde yapılmış ve bulunan sonuçlar ile daha önce yapılmış tek eksenli basınç direnci sonuçlarından da yararlanılarak sağlam kayanın kuru halde kohezyonu (c), 67 kg/cm². içsel sürtünme açısı (θ), 52° ve doymun halde ise kohezyon (c), 45 kg/cm²., içsel sürtünme açısı (θ), 44 olarak bulunmuştur.

Volkanik piroklastiklerin ayrışmasıyla oluşmuş zeminler ile Taraça-2'deki zeminlerin fiziksel ve mekanik özellikleri deneylerle ortaya konmaya çalışılmıştır.

Fiziksel özelliklerden ortalama değerler

γ_n (gr/cm ³)	: 1.71
γ_k (gr/cm ³)	: 1.39
γ_d (gr/cm ³)	: 1.79
G	: 2.73
W (%)	: 28.08
e (%)	: 96.16
n (%)	: 48.91
s (%)	: 73
LL (%)	: 47.73
FL (%)	: 39.22
PI (%)	: 8.51

olarak bulunmuştur.

Mekanik özelliklerinden, tek eksenli basınç direnci deney sonuçlarına göre zeminin kıvamı genellikle "sert" yer yer "orta-yumuşak" olduğu anlaşılmıştır.

Kesme kutusu deneylerinde, zeminler konsolidasyonlu-drenajlı hale getirilerek deneyler yapılmış ve ortalama efektif kohezyonu (c') 0.29 kg./cm.² ve efektif içsel sürtünme açısı (ϕ) 26° değerleri bulunmuştur.

Zeminleri oluşturan killerden 4 örneğin DTA analizleri yapılmış ve hepsinin "illit" olduğu anlaşılmıştır.

Çalışma sahasının bulunduğu yöre, hazırlanmış diyagramlara göre "güçlü kimyasal ayrışma" sınıfından da daha fazla ayrışma gösterdiği anlaşılmıştır. Ayrıca Melyat formasyonunda I. dereceden VI. dereceye kadar "ayrışma derecesi" yer yer görülür.

Çalışma sahasında sahil yolu üzerindeki mevcut tüm şevlerin krokipleri çıkarılmış ve beş tanesi üzerinde duraylılık (stabilite) analizleri yapılarak güvenlik katsayıları bulunmuştur.

İncelenen şevlerden 2 tanesi kaya şevi bir tanesi ayrılmış (rezidüel) zemin şevi ve iki tanesi de taşınarak oluşmuş (Taraça 2'de) zemin şevdir.

Kaya şevlerinde "Analitik ve Grafik Yöntemler" ile "Stereografik izdüşüm Yöntemi" uygulanarak çözümler getirilmeye çalışılmıştır.

Kaya Şevi-1'de düzlemsel, kama tipi kayma (k_4-k_6) ve devrilme-düşme analizleri yapılmıştır. Düzlemsel ve kama tipi kaymalarda güvenlik katsayıları genelde 1 ile 1.6 arasında bulunmuştur. Şevde, bulunan güvenlik katsayılarına göre herhangi bir düzlemsel ve kama tipi kayma beklenmemekle birlikte devrilme ve düşmenin kaçınılmaz olduğu anlaşılmıştır.

Kaya Şevi-2'de yalnızca düşmenin meydana gelebileceği ortaya konmuştur.

Zemin şevlerde "Janbu'nun dairesel olmayan kayma yöntemi" uygulanmıştır.

Zemin Şevi-3'de kabul edilebilen dört kayma yüzeyi boyunca zeminin kuru ve doymuş durumları gözönüne alınarak analizler yapılmıştır. Zemin kuru halde iken kayma yüzeylerinde güvenlik katsayıları 1'den büyük bulunmuştur. Zemin suya doymuş kabul edildiğinde 4'ncü kayma yüzeyi boyunca kayma olasılığı artmakla birlikte diğer kayma yüzeylerinde de kayma olasılığı görülmüştür.

Zemin Şevi-4'de, kabul edilebilen altı kayma yüzeyi boyunca zeminin sızıntılı, YASS ve kuru durumları gözönüne alınarak analizler yapılmıştır. Zemin kuru halde iken kabul edilen kayma yüzeylerinde güvenlik katsayıları 1.3 ile 1.7 arasında bulunmuştur. Zeminin YASS'si dikkate alındığında üçüncü kabul edilen kayma yüzeyinde güvenlik katsayısı 1'in altında bulunmuş ve bu yüzey boyunca kaymanın meydana gelebileceği anlaşılmıştır. Zemin suya doymuş kabul edildiğinde 2,3 ve 4'üncü kayma yüzeylerinde hesaplanan güvenlik katsayıları 1'in altında bulunmuş olup, 4'üncü kayma yüzeyi boyunca kayma olasılığı en yüksek bulunmuştur.

Zemin Şevi-6'da, kabul edilen dört kayma yüzeyinde zemin kuru halde iken güvenlik katsayıları 1.3 ile 1.5 arasında bulunmuştur. Zemin doymuş halde iken kabul edilen bütün kayma yüzeyleri boyunca kaymanın olabileceği anlaşılmıştır.

Kaya ve zemin heyelanlarına göre sahil yolundaki şevler işaretlenmiştir.

Kaya Şevi-1'de, kaya düşmesi ve devrilmesi, Zemin Şevi-6'da zemin kayması olabileceği ortaya konmuş, çalışmaların hemen sonunda her iki şevde de bu hareketler görülmüştür.

6.2. öneriler

1. Çalışma sahasında volkanik piroklastlarda (tuf, breş ve aglomera) çok hızlı bir ayrışmanın varlığı izlenmiş olup, bunun nedenleri üzerinde detaylı bir çalışma yapılarak ayrışmış kısımlar daha büyük ölçekli haritalarla ortaya konabilir.

2. Zemin özellikleri daha sağlıklı olarak ortaya konması için daha sık örnek alınabilir.

3. Kaya Şevi 1 ve Kaya Şevi 2'de duraysızlığın oluşturacağı problemler aşağıdaki önlemlerle azaltılabilir.

- a)- Şevlerde, özellikle yüzey ve yeraltı suları drene edilerek, su basıncı azaltılmalı,
- b)- Şevlerde kısa sürede düşebilecek bloklar, kontrollü olarak düşürülmeli,
- c)- Şevlerde kontrollü olarak düşürülmesi mümkün olmayan ve ileride tehlike oluşturabilecek bloklar kaya çivileri ile sağlamlaştırılmalı,
- d)- Şevlerde hem blok hem de küçük parçaların düşüşünü sürekli kontrolde tutabilmek için çelik hasırlardan yararlanılmalı,
- e)- Şevlerden bu önlemlerden en az biri alınamıyorsa şevin hemen altında inşa edilmiş yollar emniyetli alana çekilmeli ve bu önlemlerde denize dolgu yaptırmayı gerektirebilir.

5. Zemin Şev-3,4 ve 6'da duraysızlığın oluşturacağı problemler aşağıdaki önlemlerle azaltılabilir :

- a)- Şevlerde, öncelikle yüzey ve yeraltı sularının zeminine girişi drenajla önlenmeli,
- b)- Zemin Şevi 3'de zeminin suya doygun durumu gözönüne alındığında geriye doğru sürekli bir kayma beklenmediğinden yolun emniyetli alana çekilmesini gerektirmektedir. Bu önlemlerde çok dar kıyı şeridinde yapılacak dolgu ile mümkündür.
- c)- Zemin Şevi-4'de alınabilecek ekonomik yöntem özellikle 2,3 ve 4'üncü kayma yüzeylerinde yüzey ve yeraltı sularının mutlaka drene edilerek ortamdaki uzaklaştırılmasıdır. Bunun için şevin üzerinde suları toplayıcı beton kanal yapılabilir ya da suyun

zemine sızmasını engelleyici tedbirlere baş vurulur (ağaçlandırma, zemini sertleştirme gibi). Bu önlemlerin yanında şevde yamaç düzenlenmesi yapılabilir (Kademelendirme, yatırma, traşlama, topuğa yük, ağaçlandırma v.b. gibi) Bu şev için yamaç düzenlenmesi çarelerinden en uygunu traşlama gözükmektedir. Zira traşlama yapıldığında suların toplanma ve birikinti yapması önlenip, belli bir rejimde akmasını sağlayacaktır. Ayrıca kademelendirme de yapılırsa çözüm getirilebilir.

- d)- Zemin Şevi-6'da önce kayma kontrol altına alınarak etkisi azaltılmalıdır. Bunun için yolun hemen şev tarafından 5m. derinliğinde bir temel açıp sağlam temele inilerek yüzeyden 9m. yüksekliğinde bir istinat duvarı yapılmalıdır. Duvar sağlam temele çok kuvvetli bağlanmalı (ankraj) ve zeminin suyu sızdırması için gerek duvara drenaj delikleri (barbalcam) gerekse de duvarın arkasına drenajı sağlayacak malzeme konulmalıdır. Sonra zemini doygun hale getirecek yüzey ve yeraltı sularının mutlaka drene edilmesi, ayrıca zemin yüzeyi sertleştirilerek suyun zemine sızması önlenebilir.

5. Deniz tahribatı sonucu bozulan ve bozulabilecek yollar, ya dolgu yapılarak ya da yol güzergahı değiştirilmesi ile gerekli önlem alınabilir.

Bu tür yöntemler daha çok lokal yerlerde uygulanmaktadır Maliyetlerin yüksek olması nedeniyle lokal de olsa yukarıda bahsedilen önlemlerin en az birinin alınması sağlanabilir.

K A Y N A K L A R

- ALPMAN, B. ve TANYAŞ, C. (1972). Şevlerin Stabilite Analizi, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı: 896, İSTANBUL.
- ASLANER, M. (1983). Kor ve Kor Kıvrıntılı Kayaçlar, K.Ü.Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Genel Yayın No: 23, TRABZON.
- ATALAY, İ.F. ve BEKAROĞLU, N. (1973). Heyelanlar ve Mühendislik Uygulamaları. Karayolları Genel Müdürlüğü Yol Yapım Etüd Eğitim Şefliği Yayını, ANKARA.
- ATAOĞLU, E. (1989). Trabzon Saraf Tepe Bazanitinin Fiziko-Mekanik özellikleri. Bitirme ödevi, K.T.Ü., TRABZON.
- BULUT, F. (1989). Çambaşı (Trabzon-Çaykara) Barajı ve Uzungöl Hidroelektrik Santral Yerlerinin Mühendislik Jeolojisi açısından İncelenmesi, Doktora Tezi K.T.Ü., TRABZON
- ÇOĞULU, E. (1976). Petrografi ve Petroloji. İ.T.Ü., Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayın No: 111, İSTANBUL.
- DİLEK, R. (1979). Trabzon-Hopa Kıyı Şeridinin Yeraltı Suyu Olanakları, K.T.Ü., Merkez Kütüphanesi, TRABZON.
- ERGUVANLI, K. (1982). Mühendislik Jeolojisi. İ.T.Ü., Kütüphanesi, Sayı: 1096, İSTANBUL.
- KETİN, İ. (1977). Genel Jeoloji, Cilt I, İ.T.Ü., Kütüphanesi Sayı : 1096, İSTANBUL
- KETİN, İ. ve CANİTEZ, N. (1979). Yapısal Jeoloji. İ.T.Ü., Kütüphanesi Sayı : 1143, İSTANBUL.
- KORKMAZ, S. ve GEDİK, A. (1988). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Petrol Oluşumları. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını Sayı : 32-33.
- KORKMAZ, T. (1988). Maçka-Gürgenagaç (TRABZON) Yeni Yol Şevlerinin Duraylılık Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., TRABZON.
- KUMBASAR, V. ve KİP, F. (1985). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği. (çeviri), Çağlayan Kitabevi, İSTANBUL.
- KUMBASAR, V. ve KİP, F. (1985). Zemin Mekaniği Problemleri. Çağlayan Kitabevi, İSTANBUL.

- ÖNALP, A. (1983). İnşaat Mühendislerine Jeoteknik Bilgisi. Cilt: I ve II. K.T.Ü., Yayın No: 187, TRABZON.
- ÖNALP, A., TARHAN, F. ve SEVİNÇ, N. (1987). Doğu Karadeniz Heyelanları: Analiz-Dengeli Yamaç Tasarımı. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Mühendislik Araştırma Grubu, Proje No: MAG-588, SAKARYA.
- ÖZBENLİ, E. ve TUDEŞ, T. (1986). ölçme Bilgisi. K.T.Ü., Yayın No: 87, TRABZON.
- ÖZSAYAR, T. (1984). Pazar (RİZE) Yöresi Sarmasiyen Oluşuklarındaki Protelphidium Türleri. Karadeniz Üniversitesi Yayını. Cilt 3, Sayı : 1-2.
- FAŞAMEHMETOĞLU, G.A., ÖNCÜL, K.M., ÇAKMAK, F., ŞATIRLAR, B.T. (1977). Kaya Şev Stabilitesi (çeviri), Maden Mühendisleri Odası Yayını, ANKARA.
- TARHAN, F. (1982). Artvin Granitinin Mühendislik Jeolojisi ve Baraj Yeri Olma Açısından İrdelenmesi. Doçenlik Tezi, K.T.Ü. Yer Bilimleri Fakültesi, TRABZON.
- TARHAN, F. (1989). Mühendislik Jeolojisi Prensipleri, K.T.Ü., Yayın No: 145, TRABZON.
- TATAR, Y. (1975). Jeolojik Haritalar. Çağlayan Basımevi, İSTANBUL.
- TSE. (1972). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri. (Tasarı).
- TSE. (1975). Kayaçların Tek Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini, UDK 622.02, ANKARA.
- TSE. (1975). Kayaçların Üç Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini, UDK 622.02, ANKARA.
- TSE. (1978). Doğal Yapı Taşlarının Muayene ve Deney Metodları, UDK 691.2, ANKARA.
- ULUSAY, R. (1982). Şev Stabilite Analizlerinde Kullanılan Pratik Yöntemler ve Jeoteknik Çalışmalar. M.T.A. Yayınları Eğitim Serisi, No: 25, ANKARA.
- ULUSAY, R. (1989). Pratik Jeoteknik Bilgiler. Teknomad Yayınları, ANKARA.

EKLER

- Ek-3.1 : Çayeli-Pazar (RİZE) Arasındaki Sahanın Jeoloji Haritası ve Kesitleri.
- Ek-3.2 : Çayeli-Pazar (RİZE) Arasındaki Sahanın örnek Alım Haritası.
- Ek-3.3 : Çayeli-Pazar (RİZE) Arasındaki Sahanın Tektonik Haritası.
- Ek-4.1 : Tüf ve Litik-kristal Tüflerin Fiziksel özelliklerinin Tayini için Yapılan Deney Sonuçları.
- Ek-4.2 : Tüf ve Litik-kristal Tüflerin Kuru Halde Tek Eksenli Basınç Deneyi Sonucu Elde Edilen Değerler.
- Ek-4.3 : Tüf ve Litik-kristal Tüflerde Doygun örneklerde Tek Eksenli Basınç Deneyi Sonucu Elde Edilen Değerler ile Litik-kristal Tüflerde Üç Eksenli Basıncın Deney Sonuçları.
- Ek-4.4 : Litik-kristal Tüflerde İndirekt Çekme Deneyi Sonucu Elde Edilen Değerler.
- Ek-5.1 : 1 no'lu Kaya Şevinin (Yatırılmış) Krokisi ve Kesiti.
- Ek-5.2 : 2 no'lu Kaya Şevinin (Yatırılmış) Krokisi ve Kesiti.
- Ek-5.3 : 3 no'lu Zemin Şevi Krokisi ve Duraylılık Analizleri için Alınan Kesit.
- Ek-5.4 : 4 no'lu Zemin Şevi Krokisi ve Duraylılık Analizleri için Alınan Kesit
- Ek-5.5 : 6 no'lu Zemin Şevi Krokisi ve Duraylılık Analizleri için Alınan Kesit.
- Ek-5.6 : Çayeli-Pazar (RİZE) Arasında Sahil Yolu Üzerindeki Mevcut Şevler.
- Ek-5.7_{a,b} : Zemin Şevi-3'de Zemin Kuru Halde İken Kabul Edilen 1, 2, 3 ve 4'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.8_{a,b} : Zemin Şevi-3'de Zeminin Suyu Doygun Durumu Gözönüne Alınarak Kabul Edilen 1,2,3 ve 4'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.9_{a,b} : Zemin Şevi-4'de Kuru Halde İken Kabul Edilen 1,2, 3,4,5 ve 6'cı Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.10_{a,b} : Zemin Şevi-4'de YASS(Yeraltı Su Seviyesi) Dikkate Alınarak Kabul Edilen 1,2,3, 4, 5 ve 6'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.11_{a,b} : Zemin Şevi-4'de Zeminin Suyu Doygun Durumu Dikkate Alınarak Kabul Edilen 1,2,3, 4, 5 ve 6'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.12_a : Zemin Şevi-6'da Zemin Kuru Halde İken Kabul Edilen 1,2,3 ve 4'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan Analizler ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.
- Ek-5.12_b : Zemin Şevi-6'da Zeminin Suyu Doygun Durumu Gözönüne Alınarak Kabul Edilen 1,2,3 ve 4'ncü Kayma Yüzeyleri Boyunca Yapılan ve Bulunan Güvenlik Katsayıları.

Tablo A.2: Tuf ve Litik - kristal tuflerin kuru halde tek eksenli basınç deneyi sonucu elde edilen değerler.

KAYAÇ TÜRÜ	ÖRNEK NO	d mm	L mm	A ₂ cm ²	Fk kg	σ _{bk} kg/cm ²	σ _{bk} kg/cm ²	
TUF	A	1A1	38	76.0	11.34	1350	119	119
		1A2	38	75.6	11.34	1570	138	138
		1A3	38	75.6	11.34	1350	119	119
		1A4	38	75.6	11.34	1400	123	123
		1A5	38	75.3	11.34	1500	132	132
	B	1B2	38	77.2	11.34	1580	139	139
		1B3	38	75.1	11.34	1550	137	137
		1B4	38	74.4	11.34	1500	132	132
		1B9	38	76.0	11.34	1540	128	128
		1B10	38	76.0	11.34	1450	128	128
	C	1C1	38	78.3	11.34	1350	119	120
		1C2	38	75.4	11.34	1350	119	119
		1C4	38	76.3	11.34	1300	115	115
		1C5	38	76.9	11.34	1400	123	123
1C6		38	74.8	11.34	1300	115	115	
LİTİK - KRİSTAL TUF		A	2A1	38	77.1	11.34	5200	459
	2A2		38	77.2	11.34	5600	495	496
	2A3		38	76.9	11.34	5000	442	443
	2A4		38	76.3	11.34	6475	571	571
	2A5		38	76.2	11.34	5600	494	494
	B	2B1	38	76.6	11.34	5450	481	481
		2B2	38	76.8	11.34	5400	476	476
		2B3	38	77.7	11.34	5000	441	442
		2B4	38	75.6	11.34	6000	529	529
		2B5	38	77.1	11.34	5500	485	486
	C	2C1	38	77.3	11.34	6100	538	539
		2C2	38	77.0	11.34	6200	547	548
		2C3	38	75.0	11.34	5800	510	509
		2C7	38	76.0	11.34	6000	529	529
		2C8	38	76.0	11.34	5900	520	520

Tablo A.3a: Tüf ve Litik-kristal tüflerde doygun örnekler üzerinde yapılan tek eksenli basınç deneyi sonucu elde edilen değerler.

KAYAÇ TÜRÜ	ÖRNEK NO	d mm	L mm	A cm ²	Fd kg	G _{bd} kg/cm ²	G _{bd} kg/cm ²	
TÜF	A	1A11	38	75.7	11.34	1250	110	110
		1A12	38	76.0	11.34	1500	132	132
		1A13	38	77.1	11.34	1250	110	110
		1A14	38	76.8	11.34	1300	115	115
		1A15	38	76.0	11.34	1400	123	123
	B	1B11	38	77.1	11.34	1500	132	132
		1B12	38	75.4	11.34	1500	132	132
		1B13	38	75.6	11.34	1400	123	123
		1B14	38	77.1	11.34	1300	115	115
		1B15	38	76.0	11.34	1400	120	123
	C	1C11	38	77.9	11.34	1300	115	115
		1C12	38	76.9	11.34	1200	106	106
		1C13	38	77.7	11.34	1250	110	110
		1C14	38	77.8	11.34	1250	110	110
		1C15	38	76.0	11.34	1250	110	110
LİTİK-KRİSTAL TÜF	A	2A11	38	75.7	11.34	4250	375	375
		2A12	38	76.3	11.34	4200	370	370
		2A13	38	77.0	11.34	4400	388	389
		2A14	38	75.3	11.34	4250	375	375
		2A15	38	76.0	11.34	4250	375	375
	B	2B11	38	77.7	11.34	4100	362	363
		2B12	38	75.0	11.34	4200	370	371
		2B13	38	77.5	11.34	4900	432	431
		2B14	38	76.7	11.34	4500	397	397
		2B15	38	76.0	11.34	4400	388	388
	C	2C11	38	76.9	11.34	4400	388	388
		2C12	38	75.1	11.34	4500	397	398
		2C13	38	77.5	11.34	4600	406	405
		2C14	38	75.4	11.34	4100	362	362
		2C15	38	76.0	11.34	4300	379	379

Tablo A.3b: Litik-kristal tüflerde üç eksenli basınç deneyi sonuçları.

KAYAÇ TÜRÜ	ÖRNEK NO	d mm	L mm	G _s kg/cm ²	Fk kg	τ kg/cm ²
LİTİK-KRİSTAL TÜF	2A16	31	60.8	75	8000	1060
	2B16	31	62.5	100	8400	1113
	2C16	31	63.3	50	6150	815
	2A18	31	62.4	50	4000	530
	2B18	31	61.4	100	5050	742
	2C18	31	63.2	75	5600	669

Tablo A.4: Litik-kristal tüflerde indirekt çekme deneyi sonucu kuru ve doygun halde elde edilen değerler.

KAYAÇ TÜRÜ	ÖRNEK NO	d mm	L mm	Fk kg	Gck kg/cm ²
LİTİK-KRİSTAL TUF	2A22	38	76.3	2200	48
	2A23	38	76.3	2000	44
	2A24	38	77.2	2000	44
	2B22	38	75.4	1800	40
	2B23	38	76.2	2250	50
	2B24	38	76.4	2350	52
	2C22	38	77.8	2400	52
	2C23	38	74.3	2200	50
	2C24	38	77.1	2200	48

KAYAÇ TÜRÜ	ÖRNEK NO	d mm	L mm	Fd kg	Gcd kg/cm ²
LİTİK-KRİSTAL TUF	2A19	38	76.9	1800	39
	2A20	38	76.01	1750	39
	2A21	38	76.5	1650	36
	2B19	38	76.1	1600	35
	2B20	38	77.4	1550	34
	2B21	38	75.9	1600	35
	2C19	38	76.1	1750	39
	2C20	38	76.7	1800	39
	2C21	38	76.1	1850	40

Tablo B.1: Zemin Şevi - 3'de zemin kuru halde iken kabul edilen 1, 2 ve 3'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	2.00	29	1.44	0.0	0.8	1 +57	+0.0	1.4	1.1	4.6	0.4
2	2.00	29	1.44	0.0	2.8	3 +56	+0.0	9.9	8.2	8.9	3.1
3	2.00	29	1.44	0.0	5.3	3 +49	+0.0	18.9	14.3	7.6	6.9
4	2.00	29	1.44	0.0	4.3	3 +47	+0.0	18.4	13.4	8.8	6.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.315

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	2.00	29	1.44	0.0	0.8	3 +61	+0.0	2.7	2.4	10.3	0.7
2	2.00	29	1.44	0.0	1.8	3 +60	+0.0	6.3	5.4	9.9	1.8
3	2.00	29	1.44	0.0	2.5	3 +54	+0.0	9.0	7.3	8.5	2.9
4	2.00	29	1.44	0.0	3.3	3 +53	+0.0	11.7	9.3	8.3	3.9
5	2.00	29	1.44	0.0	3.0	3 +49	+0.0	10.8	8.1	7.5	4.0
6	2.00	29	1.44	0.0	2.5	3 +42	+0.0	9.0	6.0	6.7	3.7
7	2.00	29	1.44	0.0	5.0	3 +41	+0.0	18.0	11.8	6.6	7.5
8	2.00	29	1.44	0.0	6.5	3 +40	+0.0	23.4	15.0	6.5	9.9
9	2.00	29	1.44	0.0	6.0	3 +37	+0.0	25.9	15.6	7.5	11.5

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.529

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	2.00	29	1.44	0.0	0.8	2 +55	+0.0	1.9	1.5	6.1	0.6
2	2.00	29	1.44	0.0	2.3	3 +54	+0.0	8.1	6.6	8.5	2.6
3	2.00	29	1.44	0.0	4.5	3 +53	+0.0	16.2	12.9	8.3	5.4
4	2.00	29	1.44	0.0	6.5	3 +52	+0.0	23.4	18.4	8.1	8.0
5	2.00	29	1.44	0.0	8.0	3 +51	+0.0	28.8	22.4	7.9	10.0
6	2.00	29	1.44	0.0	9.0	3 +51	+0.0	32.4	25.0	7.9	11.4
7	2.00	29	1.44	0.0	10.3	3 +50	+0.0	36.9	28.3	7.8	13.1
8	2.00	29	1.44	0.0	10.3	3 +48	+0.0	36.9	27.4	7.5	13.7
9	2.00	29	1.44	0.0	10.0	3 +46	+0.0	36.0	25.9	7.2	13.9
10	2.00	29	1.44	0.0	9.5	3 +45	+0.0	34.2	24.2	7.1	13.4
11	2.00	29	1.44	0.0	9.0	3 +44	+0.0	32.4	22.3	6.9	13.0
12	2.00	29	1.44	0.0	8.5	3 +42	+0.0	30.6	20.5	6.7	12.6
13	2.00	29	1.44	0.0	7.8	3 +40	+0.0	27.9	17.7	6.5	11.9
14	2.00	29	1.44	0.0	6.5	3 +31	+0.0	23.4	11.9	5.8	11.2
15	2.00	29	1.44	0.0	5.3	3 +29	+0.0	18.9	9.2	5.7	9.2
16	2.00	29	1.44	0.0	6.8	3 +29	+0.0	24.3	11.8	5.7	11.8
17	2.00	29	1.44	0.0	7.5	3 +28	+0.0	27.0	12.7	5.7	13.2
18	2.00	29	1.44	0.0	5.0	3 +28	+0.0	21.6	10.1	6.8	10.6

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.031

Tablo B.2: Zemin Şevi - 3'de zemin kuru halde iken kabul edilen 4'ncü kayma yüzeyi boyunca yapılan analiz ve bulunan güvenlik katsayısı.

no :	c' : ϕ' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : α :	u :	W :	Wsin β :	c*1 :	N'*tn θ
1	2.00 29	1.44	0.0	0.5	2 +53	+0.0	1.1	0.9	5.0	0.4
2	2.00 29	1.44	0.0	1.8	3 +50	+0.0	6.3	4.8	7.8	2.2
3	2.00 29	1.44	0.0	3.0	3 +51	+0.0	10.8	8.3	7.9	3.8
4	2.00 29	1.44	0.0	5.3	3 +49	+0.0	18.9	14.3	7.6	6.9
5	2.00 29	1.44	0.0	7.3	3 +49	+0.0	26.1	19.5	7.5	9.6
6	2.00 29	1.44	0.0	8.5	3 +48	+0.0	30.6	22.7	7.5	11.3
7	2.00 29	1.44	0.0	10.5	3 +48	+0.0	37.8	28.1	7.5	14.0
8	2.00 29	1.44	0.0	11.8	3 +47	+0.0	42.3	30.9	7.3	16.0
9	2.00 29	1.44	0.0	13.3	3 +47	+0.0	47.7	34.9	7.3	18.0
10	2.00 29	1.44	0.0	14.5	3 +46	+0.0	52.2	37.5	7.2	20.1
11	2.00 29	1.44	0.0	15.5	3 +45	+0.0	55.8	39.5	7.1	21.9
12	2.00 29	1.44	0.0	15.8	3 +42	+0.0	56.7	37.9	6.7	23.4
13	2.00 29	1.44	0.0	15.5	3 +40	+0.0	55.8	35.9	6.5	23.7
14	2.00 29	1.44	0.0	15.0	3 +40	+0.0	54.0	34.3	6.5	23.1
15	2.00 29	1.44	0.0	14.0	3 +39	+0.0	50.4	31.7	6.4	21.7
16	2.00 29	1.44	0.0	12.5	3 +34	+0.0	45.0	25.2	6.0	20.7
17	2.00 29	1.44	0.0	11.5	3 +33	+0.0	41.4	22.5	6.0	19.2
18	2.00 29	1.44	0.0	9.5	3 +31	+0.0	34.2	17.6	5.8	16.2
19	2.00 29	1.44	0.0	8.0	3 +31	+0.0	28.8	14.8	5.8	13.7
20	2.00 29	1.44	0.0	6.3	3 +31	+0.0	22.5	11.4	5.8	10.7
21	2.00 29	1.44	0.0	5.0	3 +29	+0.0	18.0	8.7	5.7	8.7
22	2.00 29	1.44	0.0	6.3	3 +29	+0.0	22.5	10.9	5.7	10.9
23	2.00 29	1.44	0.0	7.5	3 +28	+0.0	27.0	12.7	5.7	13.2
24	2.00 29	1.44	0.0	3.8	3 +28	+0.0	16.2	7.6	6.8	7.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik...Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.000

Tablo B.3: Zemin Şevi - 3'de zeminin suya doygun durumu gözönüne alınarak kabul edilen 1, 2 ve 3'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	c'	φ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c#1	N'*tn0
1	2.00	29	1.92	0.8	0.8	1 +57	+0.5	1.8	1.5	4.6	0.3
2	2.00	29	1.92	2.8	2.8	3 +56	+3.8	13.2	10.9	8.9	2.0
3	2.00	29	1.92	5.3	5.3	3 +49	+8.6	25.2	19.0	7.6	4.4
4	2.00	29	1.92	4.3	4.3	3 +47	+8.7	24.5	17.9	8.8	4.4

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.851

:no	c'	φ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c#1	N'*tn0
1	2.00	29	1.92	0.8	0.8	3 +61	+0.9	3.6	3.1	10.3	0.5
2	2.00	29	1.92	1.8	1.8	3 +60	+2.2	8.4	7.2	9.9	1.1
3	2.00	29	1.92	2.5	2.5	3 +54	+3.7	12.0	9.7	8.5	1.9
4	2.00	29	1.92	3.3	3.3	3 +53	+4.9	15.6	12.5	8.3	2.5
5	2.00	29	1.92	3.0	3.0	3 +49	+5.0	14.4	10.8	7.5	2.5
6	2.00	29	1.92	2.5	2.5	3 +42	+4.6	12.0	8.0	6.7	2.4
7	2.00	29	1.92	5.0	5.0	3 +41	+9.4	24.0	15.7	6.6	4.8
8	2.00	29	1.92	6.5	6.5	3 +40	+12.4	31.2	20.1	6.5	6.3
9	2.00	29	1.92	6.0	6.0	3 +37	+14.4	34.6	20.8	7.5	7.3

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.984

:no	c'	φ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c#1	N'*tn0
1	2.00	29	1.92	0.8	0.8	2 +55	+0.8	2.5	2.1	6.1	0.4
2	2.00	29	1.92	2.3	2.3	3 +54	+3.3	10.8	8.7	8.5	1.7
3	2.00	29	1.92	4.5	4.5	3 +53	+6.8	21.6	17.3	8.3	3.5
4	2.00	29	1.92	6.5	6.5	3 +52	+10.0	31.2	24.6	8.1	5.1
5	2.00	29	1.92	8.0	8.0	3 +51	+12.6	38.4	29.8	7.9	6.4
6	2.00	29	1.92	9.0	9.0	3 +51	+14.3	43.2	33.3	7.9	7.3
7	2.00	29	1.92	10.3	10.3	3 +50	+16.5	49.2	37.7	7.8	8.4
8	2.00	29	1.92	10.3	10.3	3 +48	+17.1	49.2	36.6	7.5	8.7
9	2.00	29	1.92	10.0	10.0	3 +46	+17.4	48.0	34.5	7.2	8.9
10	2.00	29	1.92	9.5	9.5	3 +45	+16.8	45.6	32.2	7.1	8.6
11	2.00	29	1.92	9.0	9.0	3 +44	+16.3	43.2	29.7	6.9	8.3
12	2.00	29	1.92	8.5	8.5	3 +42	+15.8	40.8	27.3	6.7	8.1
13	2.00	29	1.92	7.8	7.8	3 +40	+15.0	37.2	23.7	6.5	7.6
14	2.00	29	1.92	6.5	6.5	3 +31	+14.0	31.2	15.8	5.8	7.1
15	2.00	29	1.92	5.3	5.3	3 +29	+11.5	25.2	12.2	5.7	5.9
16	2.00	29	1.92	6.8	6.8	3 +29	+14.8	32.4	15.7	5.7	7.5
17	2.00	29	1.92	7.5	7.5	3 +28	+16.6	36.0	16.9	5.7	8.4
18	2.00	29	1.92	5.0	5.0	3 +28	+13.2	28.8	13.5	6.8	6.8

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.613

Tablo B.4: Zemin Şevi - 3'de zeminin suya doygun durumu gözönüne alınarak kabul edilen 4'ncü kayma yüzeyi boyunca yapılan analiz ve bulunan güvenlik katsayısı.

ino	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N*tn0
1	2.00	29	1.92	0.5	0.5	2 +53	+0.6	1.9	1.5	6.6	0.3
2	2.00	29	1.92	1.8	1.8	3 +50	+2.8	8.4	6.4	7.8	1.4
3	2.00	29	1.92	3.0	3.0	3 +51	+4.8	14.4	11.1	7.9	2.4
4	2.00	29	1.92	5.3	5.3	3 +49	+8.6	25.2	19.0	7.6	4.4
5	2.00	29	1.92	7.3	7.3	3 +49	+12.0	34.8	26.1	7.5	6.1
6	2.00	29	1.92	8.5	8.5	3 +48	+14.2	40.8	30.3	7.5	7.3
7	2.00	29	1.92	10.5	10.5	3 +48	+17.6	50.4	37.5	7.5	9.0
8	2.00	29	1.92	11.8	11.8	3 +47	+20.0	56.4	41.2	7.3	10.2
9	2.00	29	1.92	13.3	13.3	3 +47	+22.6	63.6	46.5	7.3	11.5
10	2.00	29	1.92	14.5	14.5	3 +46	+25.2	69.6	50.1	7.2	12.8
11	2.00	29	1.92	15.5	15.5	3 +45	+27.4	74.4	52.6	7.1	14.0
12	2.00	29	1.92	15.8	15.8	3 +42	+29.3	75.6	50.6	6.7	14.9
13	2.00	29	1.92	15.5	15.5	3 +40	+29.7	74.4	47.8	6.5	15.1
14	2.00	29	1.92	15.0	15.0	3 +40	+28.9	72.0	45.8	6.5	14.8
15	2.00	29	1.92	14.0	14.0	3 +39	+27.2	67.2	42.3	6.4	13.9
16	2.00	29	1.92	12.5	12.5	3 +34	+25.9	60.0	33.6	6.0	13.2
17	2.00	29	1.92	11.5	11.5	3 +33	+24.1	55.2	30.1	6.0	12.3
18	2.00	29	1.92	9.5	9.5	3 +31	+20.4	45.6	23.5	5.8	10.4
19	2.00	29	1.92	8.0	8.0	3 +31	+17.1	38.4	19.8	5.8	8.7
20	2.00	29	1.92	6.3	6.3	3 +31	+13.5	30.0	15.2	5.8	6.9
21	2.00	29	1.92	5.0	5.0	3 +29	+10.9	24.0	11.6	5.7	5.6
22	2.00	29	1.92	6.3	6.3	3 +29	+13.7	30.0	14.5	5.7	7.0
23	2.00	29	1.92	7.5	7.5	3 +28	+16.6	36.0	16.9	5.7	8.4
24	2.00	29	1.92	3.8	3.8	3 +28	+9.9	21.6	10.1	6.8	5.1

Y O N T E M... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.570

Tablo B.5: Zemin Şevi - 4'de zemin kuru halde iken kabul edilen 1, 2 ve 3'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no :	c' : 0' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : ano :	ai :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tn0
1	3.58 22	1.43	0.0	1.3	3 +57	3.400 0	5.4	4.5	19.6	1.2
2	3.58 22	1.43	0.0	3.0	3 +52	3.400 0	10.7	8.4	14.5	2.7
3	3.58 22	1.43	0.0	4.5	3 +49	3.400 0	16.1	12.0	13.6	4.3
4	3.58 22	1.43	0.0	5.5	3 +47	3.400 0	19.7	14.4	13.2	5.4
5	3.58 22	1.43	0.0	6.0	3 +43	3.400 0	21.4	14.5	12.2	6.4
6	3.58 22	1.43	0.0	5.5	3 +39	3.400 0	19.7	12.4	11.6	6.2
7	3.58 22	1.43	0.3	3.5	3 +36	3.401 5	12.5	7.4	11.1	3.9
8	3.58 22	1.43	1.8	2.5	2 +35	3.402 2	5.4	3.0	6.6	0.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.813

:no :	c' : 0' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : ano :	ai :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tn0
1	3.58 22	1.43	0.0	1.8	3 +50	3.400 0	8.3	4.8	14.0	1.6
2	3.58 22	1.43	0.0	4.5	3 +47	3.400 0	16.1	11.8	13.2	4.4
3	3.58 22	1.43	0.0	7.5	3 +45	3.400 0	26.8	19.0	12.7	7.7
4	3.58 22	1.43	0.0	7.5	3 +43	3.400 0	26.8	18.3	12.3	7.9
5	3.58 22	1.43	0.0	6.0	3 +39	3.400 0	21.4	13.5	11.6	6.7
6	3.58 22	1.43	0.0	7.0	3 +36	3.400 0	25.0	14.7	11.1	8.2
7	3.58 22	1.43	0.0	7.3	3 +34	3.400 0	25.9	14.5	10.9	8.7
8	3.58 22	1.43	0.0	7.3	3 +33	3.400 0	25.9	13.9	10.7	8.8
9	3.58 22	1.43	0.0	6.0	3 +29	3.400 0	21.4	10.4	10.3	7.6
10	3.58 22	1.43	0.8	3.5	3 +27	3.401 7	12.5	5.7	10.1	3.8
11	3.58 22	1.43	2.0	1.8	2 +23	3.402 2	4.4	1.7	6.8	0.3

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.514

:no :	c' : 0' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : ano :	ai :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tn0
1	3.58 22	1.43	0.0	2.0	4 +46	3.400 0	11.4	8.2	20.7	3.2
2	3.58 22	1.43	0.0	5.5	5 +42	3.400 0	39.3	26.3	24.2	11.8
3	3.58 22	1.43	0.0	9.5	5 +39	3.400 0	67.9	42.3	23.0	21.5
4	3.58 22	1.43	0.0	8.5	5 +36	3.400 0	60.8	35.7	22.2	19.9
5	3.58 22	1.43	0.0	8.5	5 +32	3.400 0	60.8	32.2	21.2	20.8
6	3.58 22	1.43	0.0	8.3	5 +29	3.400 0	59.0	28.6	20.6	20.8
7	3.58 22	1.43	1.5	3.5	4 +27	3.400 0	18.8	8.4	15.1	4.8

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.413

Tablo B.6: Zemin Şevi-4'de zemin kuru halde iken kabul edilen 4, 5 ve 6'nci kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	c' : Ø'	Bh	Hw	Hd	b : α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.57 22	1.43	0.0	1.5	4 +43	+0.0	8.6	5.9	19.7	2.5
2	3.57 22	1.43	0.0	5.0	5 +39	+0.0	35.8	22.5	23.2	11.2
3	3.57 22	1.43	0.0	8.5	5 +36	+0.0	60.8	35.7	22.2	19.9
4	3.57 22	1.43	0.0	11.8	5 +34	+0.0	84.0	46.4	21.6	28.3
5	3.57 22	1.43	0.0	10.0	5 +30	+0.0	71.5	35.8	20.8	25.0
6	3.57 22	1.43	0.0	9.5	5 +27	+0.0	67.9	30.8	20.2	24.5
7	3.57 22	1.43	0.0	9.0	5 +24	+0.0	64.3	25.7	19.6	23.8
8	3.57 22	1.43	1.5	3.8	4 +22	+5.9	22.8	8.4	16.4	6.2

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.485

:no	c' : Ø'	Bh	Hw	Hd	b : α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.58 22	1.43	0.0	0.7	4 +42	+0.0	4.0	2.7	19.4	1.2
2	3.58 22	1.43	0.0	2.0	5 +37	+0.0	14.3	8.6	22.5	4.6
3	3.58 22	1.43	0.0	3.7	5 +34	+0.0	26.5	14.8	21.7	8.9
4	3.58 22	1.43	0.0	5.3	5 +31	+0.0	37.9	19.5	21.0	13.1
5	3.58 22	1.43	0.0	7.0	5 +29	+0.0	50.0	24.3	20.6	17.7
6	3.58 22	1.43	0.0	9.2	5 +28	+0.0	65.8	30.9	20.4	23.5
7	3.58 22	1.43	0.0	11.2	5 +27	+0.0	80.1	36.4	20.2	28.8
8	3.58 22	1.43	0.0	13.4	5 +26	+0.0	95.8	42.0	20.0	34.8
9	3.58 22	1.43	0.0	15.5	5 +25	+0.0	110.8	46.8	19.9	40.6
10	3.58 22	1.43	0.0	12.7	5 +24	+0.0	90.8	36.9	19.7	33.5
11	3.58 22	1.43	0.0	11.2	5 +22	+0.0	80.1	30.0	19.4	30.0
12	3.58 22	1.43	1.0	10.0	5 +19	+4.7	71.5	23.3	19.0	25.4
13	3.58 22	1.43	2.2	4.1	5 +12	+9.7	26.4	5.5	16.6	6.5

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.695

:no	c' : Ø'	Bh	Hw	Hd	b : α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.58 22	1.43	0.0	0.5	2 +53	+0.0	1.4	1.1	12.0	0.3
2	3.58 22	1.43	0.0	1.8	5 +47	+0.0	12.9	9.4	26.4	3.5
3	3.58 22	1.43	0.0	3.7	5 +40	+0.0	26.5	17.0	23.5	8.2
4	3.58 22	1.43	0.0	4.7	5 +36	+0.0	33.6	19.8	22.2	11.0
5	3.58 22	1.43	0.0	6.0	5 +33	+0.0	42.9	23.4	21.5	14.5
6	3.58 22	1.43	0.0	7.0	5 +31	+0.0	50.0	25.8	21.0	17.3
7	3.58 22	1.43	0.0	8.5	5 +28	+0.0	60.8	28.5	20.4	21.7
8	3.58 22	1.43	0.0	10.0	5 +27	+0.0	71.5	32.5	20.2	25.7
9	3.58 22	1.43	0.0	11.7	5 +26	+0.0	83.7	36.7	20.0	30.4
10	3.58 22	1.43	0.0	14.0	5 +24	+0.0	100.1	40.7	19.7	36.9
11	3.58 22	1.43	0.0	15.5	5 +22	+0.0	110.8	41.5	19.4	41.5
12	3.58 22	1.43	0.0	16.8	5 +21	+0.0	120.1	43.0	19.3	45.3
13	3.58 22	1.43	0.0	14.0	5 +20	+0.0	100.1	34.2	19.2	38.0
14	3.58 22	1.43	0.4	12.0	5 +18	+1.9	85.8	26.5	18.9	32.2
15	3.58 22	1.43	1.8	11.0	5 +14	+8.5	78.6	19.0	18.6	27.4
16	3.58 22	1.43	2.5	4.3	5 +9	+11.1	27.7	4.3	16.4	6.6

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.752

Tablo B.7: Zemin Şevi - 4'de YASS (yeraltı su seviyesi) dikkate alınarak kabul edilen 1, 2 ve 3'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b	α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.53	22	1.43	0.3	1.3	3	+57	+0.4	5.4	4.5	19.3	1.0
2	3.53	22	1.67	2.5	3.0	3	+52	+3.9	12.5	9.8	14.3	1.6
3	3.53	22	1.67	4.5	4.5	3	+49	+7.5	18.8	14.1	13.4	2.0
4	3.53	22	1.67	5.5	5.5	3	+47	+9.4	23.0	16.8	13.0	2.5
5	3.53	22	1.67	6.0	6.0	3	+43	+11.1	25.0	16.9	12.0	3.0
6	3.53	22	1.67	5.5	5.5	3	+39	+10.7	23.0	14.5	11.4	2.9
7	0.30	23	1.67	3.5	3.5	3	+36	+7.1	14.6	8.6	0.9	2.0
8	0.30	23	1.67	2.5	2.5	2	+35	+3.1	6.3	3.5	0.5	0.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.202

no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b	α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.53	22	1.43	0.0	1.8	3	+50	+0.0	6.3	4.8	13.8	1.6
2	3.53	22	1.43	0.0	4.5	3	+47	+0.0	16.1	11.8	13.0	4.4
3	3.53	22	1.67	2.5	7.5	3	+45	+4.4	31.3	22.1	12.6	7.2
4	3.53	22	1.67	4.3	7.5	3	+43	+7.8	31.3	21.4	12.1	6.1
5	3.53	22	1.67	5.8	6.0	3	+39	+11.2	25.0	15.8	11.4	3.4
6	3.53	22	1.67	7.0	7.0	3	+36	+14.2	29.2	17.2	11.0	3.8
7	3.53	22	1.67	7.3	7.3	3	+34	+15.0	30.3	16.9	10.7	4.1
8	3.53	22	1.67	7.3	7.3	3	+33	+15.3	30.3	16.3	10.5	4.1
9	3.53	22	1.67	6.0	6.0	3	+29	+13.1	25.0	12.1	10.1	3.6
10	0.30	23	1.67	3.5	3.5	3	+27	+7.8	14.6	6.6	0.8	2.2
11	0.30	23	1.67	1.8	1.8	2	+23	+2.8	5.1	2.0	0.6	0.8

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.042

no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b	α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.54	22	1.43	0.0	2.0	4	+46	+0.0	11.4	8.2	20.5	3.2
2	3.54	22	1.67	1.4	5.5	5	+42	+5.0	45.9	30.7	24.0	11.8
3	3.54	22	1.67	4.8	9.5	5	+39	+18.6	79.3	49.4	22.7	17.6
4	3.54	22	1.67	7.3	8.5	5	+36	+29.3	71.0	41.7	22.0	11.4
5	3.54	22	1.67	8.5	8.5	5	+32	+36.0	71.0	37.6	21.0	9.8
6	3.54	22	1.67	8.3	8.3	5	+29	+36.1	68.9	33.4	20.4	9.8
7	0.30	23	1.60	3.5	3.5	4	+27	+11.7	21.0	9.4	1.3	3.0

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.971

Tablo B.8: Zemin Şevi - 4'de YASS (yeraltı su seviyesi) dikkate alınarak kabul edilen 4, 5 ve 6'nci kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no :	c' : θ' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : α :	u :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tnθ
1	3.54 22	1.43	0.0	1.5	4 +43	+0.0	8.6	5.9	19.5	2.5
2	3.54 22	1.67	1.5	5.0	5 +39	+5.8	41.8	26.3	22.9	10.8
3	3.54 22	1.67	5.0	8.5	5 +36	+20.2	71.0	41.7	22.0	15.0
4	3.54 22	1.67	7.5	11.8	5 +34	+31.3	98.1	54.2	21.3	20.4
5	3.54 22	1.67	9.3	10.0	5 +30	+40.1	83.5	41.8	20.6	13.0
6	3.54 22	1.67	9.5	9.5	5 +27	+42.3	79.3	36.0	20.0	11.5
7	3.54 22	1.67	9.0	9.0	5 +24	+41.3	75.2	30.0	19.4	11.2
8	0.30 23	1.67	3.8	3.8	4 +22	+14.8	26.6	9.8	1.4	4.2

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.989

:no :	c' : θ' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : α :	u :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tnθ
1	3.53 22	1.43	0.0	0.7	4 +42	+0.0	4.0	2.7	19.1	1.2
2	3.53 22	1.43	0.0	2.0	5 +37	+0.0	14.3	8.6	22.2	4.6
3	3.53 22	1.43	0.0	3.7	5 +34	+0.0	26.5	14.8	21.4	8.9
4	3.53 22	1.70	0.8	5.3	5 +31	+3.4	45.1	23.2	20.7	14.2
5	3.53 22	1.67	2.7	7.0	5 +29	+11.8	58.4	28.3	20.3	15.9
6	3.53 22	1.67	5.0	9.2	5 +28	+22.1	76.8	36.1	20.1	18.5
7	3.53 22	1.67	7.0	11.2	5 +27	+31.2	93.5	42.5	19.9	21.1
8	3.53 22	1.67	9.0	13.4	5 +26	+40.4	111.9	49.0	19.7	24.3
9	3.53 22	1.67	10.5	15.5	5 +25	+47.6	129.4	54.7	19.6	28.2
10	3.53 22	1.67	11.5	12.7	5 +24	+52.5	106.0	43.1	19.4	17.9
11	3.53 22	1.67	11.2	11.2	5 +22	+51.9	93.5	35.0	19.1	14.1
12	3.53 22	1.67	10.0	10.0	5 +19	+47.3	83.5	27.2	18.8	12.8
13	3.53 22	1.67	4.1	4.1	5 +12	+18.0	30.8	6.4	16.3	4.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.230

:no :	c' : θ' :	Bh :	Hw :	Hd :	b : α :	u :	W :	Wsinβ :	c*1 :	N'*tnθ
1	3.52 22	1.43	0.0	0.5	2 +53	+0.0	1.4	1.1	11.8	0.3
2	3.52 22	1.43	0.0	1.8	5 +47	+0.0	12.9	9.4	26.0	3.5
3	3.52 22	1.43	0.0	3.7	5 +40	+0.0	26.5	17.0	23.1	8.2
4	3.52 22	1.43	0.0	4.7	5 +36	+0.0	33.6	19.8	21.9	11.0
5	3.52 22	1.67	0.0	6.0	5 +33	+0.0	50.1	27.3	21.1	17.0
6	3.52 22	1.67	1.5	7.0	5 +31	+6.4	58.4	30.1	20.6	17.6
7	3.52 22	1.67	4.0	8.5	5 +28	+17.7	71.0	33.3	20.0	18.2
8	3.52 22	1.67	5.5	10.0	5 +27	+24.5	83.5	37.9	19.9	20.2
9	3.52 22	1.67	7.5	11.7	5 +26	+33.7	97.7	42.8	19.7	21.9
10	3.52 22	1.67	9.5	14.0	5 +24	+43.4	116.9	47.5	19.4	25.6
11	3.52 22	1.67	11.0	15.5	5 +22	+51.0	129.4	48.5	19.1	27.9
12	3.52 22	1.67	11.6	16.8	5 +21	+54.1	140.3	50.3	19.0	31.0
13	3.52 22	1.67	12.6	14.0	5 +20	+59.2	116.9	40.0	18.8	20.5
14	3.52 22	1.67	12.1	12.0	5 +18	+57.5	100.2	31.0	18.6	15.3
15	3.52 22	1.67	10.6	11.0	5 +14	+51.4	91.8	22.2	18.2	15.2
16	3.52 22	1.67	4.5	4.3	5 +9	+20.0	32.3	5.1	16.1	4.8

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.289

Tablo B.9: Zemin Şevi - 4'de zeminin suya doygun durumu dikkate alınarak kabul edilen 1, 2 ve 3'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

ino	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.50	22	1.67	1.3	1.3	3	+57	+2.1	6.3	5.2	19.1	0.6
2	3.50	22	1.67	3.0	3.0	3	+52	+4.7	12.5	9.8	14.1	1.3
3	3.50	22	1.67	4.5	4.5	3	+49	+7.5	18.8	14.1	13.2	2.0
4	3.50	22	1.67	5.5	5.5	3	+47	+9.4	23.0	16.8	12.9	2.5
5	3.50	22	1.67	6.0	6.0	3	+43	+11.1	25.0	16.9	11.9	3.0
6	3.50	22	1.67	5.5	5.5	3	+39	+10.7	23.0	14.5	11.3	2.9
7	0.30	23	1.67	3.5	3.5	3	+36	+7.1	14.6	8.6	0.9	2.0
8	0.30	23	1.67	2.5	2.5	2	+35	+3.1	6.3	3.5	0.5	0.9

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.167

ino	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.53	22	1.67	1.8	1.8	3	+50	+2.8	7.3	5.6	13.8	0.8
2	3.53	22	1.67	4.5	4.5	3	+47	+7.7	18.8	13.7	13.0	2.1
3	3.53	22	1.67	7.5	7.5	3	+45	+13.3	31.3	22.1	12.6	3.6
4	3.53	22	1.67	7.5	7.5	3	+43	+13.7	31.3	21.4	12.1	3.7
5	3.53	22	1.67	6.0	6.0	3	+39	+11.7	25.0	15.8	11.4	3.2
6	3.53	22	1.67	7.0	7.0	3	+36	+14.2	29.2	17.2	11.0	3.8
7	3.53	22	1.67	7.3	7.3	3	+34	+15.0	30.3	16.9	10.7	4.1
8	3.53	22	1.67	7.3	7.3	3	+33	+15.3	30.3	16.3	10.5	4.1
9	3.53	22	1.67	6.0	6.0	3	+29	+13.1	25.0	12.1	10.1	3.6
10	0.30	23	1.67	3.5	3.5	3	+27	+7.8	14.6	6.6	0.8	2.2
11	0.30	23	1.67	1.8	1.8	2	+23	+2.8	5.1	2.0	0.6	0.8

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.953

ino	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.54	22	1.67	2.0	2.0	4	+46	+5.6	13.4	9.6	20.5	1.5
2	3.54	22	1.67	5.5	5.5	5	+42	+20.4	45.9	30.7	24.0	5.5
3	3.54	22	1.67	9.5	9.5	5	+39	+37.2	79.3	49.4	22.7	10.1
4	3.54	22	1.67	8.5	8.5	5	+36	+34.4	71.0	41.7	22.0	9.3
5	3.54	22	1.67	8.5	8.5	5	+32	+36.0	71.0	37.6	21.0	9.8
6	3.54	22	1.67	8.3	8.3	5	+29	+36.1	68.9	33.4	20.4	9.8
7	0.30	23	1.67	3.5	3.5	4	+27	+11.7	21.9	9.8	1.3	3.3

Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 0.878

Tablo B.10: Zemin Şevi -4'de zeminin suya doygun durumu dikkate alınarak kabul edilen 4, 5 ve 6'nci kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.54	22	1.67	1.5	1.5	4	+43	+4.4	10.0	6.8	19.5	1.2
2	3.54	22	1.67	5.0	5.0	5	+39	+19.4	41.8	26.3	22.9	5.3
3	3.54	22	1.67	8.5	8.5	5	+36	+34.4	71.0	41.7	22.0	9.3
4	3.54	22	1.67	11.8	11.8	5	+34	+49.0	98.1	54.2	21.3	13.3
5	3.54	22	1.67	10.0	10.0	5	+30	+43.3	83.5	41.8	20.6	11.7
6	3.54	22	1.67	9.5	9.5	5	+27	+42.3	79.3	36.0	20.0	11.5
7	3.54	22	1.67	9.0	9.0	5	+24	+41.3	75.2	30.0	19.4	11.2
8	0.30	23	1.67	3.8	3.8	4	+22	+14.8	26.6	9.8	1.4	4.2

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.896

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.50	22	1.67	0.7	0.7	4	+42	+2.1	4.7	3.1	18.9	0.6
2	3.50	22	1.67	2.0	2.0	5	+37	+8.0	16.7	10.1	22.0	2.2
3	3.50	22	1.67	3.7	3.7	5	+34	+15.3	30.9	17.3	21.2	4.2
4	3.50	22	1.67	5.3	5.3	5	+31	+22.7	44.3	22.8	20.5	6.1
5	3.50	22	1.67	7.0	7.0	5	+29	+30.6	58.4	28.3	20.1	8.3
6	3.50	22	1.67	9.2	9.2	5	+28	+40.6	76.8	36.1	19.9	11.0
7	3.50	22	1.67	11.2	11.2	5	+27	+49.9	93.5	42.5	19.7	13.5
8	3.50	22	1.67	13.4	13.4	5	+26	+60.2	111.9	49.0	19.5	16.3
9	3.50	22	1.67	15.5	15.5	5	+25	+70.2	129.4	54.7	19.4	19.0
10	3.50	22	1.67	12.7	12.7	5	+24	+58.0	106.0	43.1	19.2	15.7
11	3.50	22	1.67	11.2	11.2	5	+22	+51.9	93.5	35.0	18.9	14.1
12	3.50	22	1.67	10.0	10.0	5	+19	+47.3	83.5	27.2	18.6	12.8
13	3.50	22	1.67	4.1	4.1	5	+12	+18.0	30.8	6.4	16.1	4.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.049

:no	c'	θ'	Bh	Hw	Hd	b:	α	u	W	Wsinθ	c*1	N'*tnθ
1	3.53	22	1.67	0.5	0.5	2	+53	+0.6	1.7	1.3	11.8	0.2
2	3.53	22	1.67	1.8	1.8	5	+47	+6.1	15.0	11.0	26.0	1.7
3	3.53	22	1.67	3.7	3.7	5	+40	+14.2	30.9	19.9	23.2	3.8
4	3.53	22	1.67	4.7	4.7	5	+36	+19.0	39.2	23.1	21.9	5.1
5	3.53	22	1.67	6.0	6.0	5	+33	+25.2	50.1	27.3	21.2	6.8
6	3.53	22	1.67	7.0	7.0	5	+31	+30.0	58.4	30.1	20.7	8.1
7	3.53	22	1.67	8.5	8.5	5	+28	+37.5	71.0	33.3	20.1	10.2
8	3.53	22	1.67	10.0	10.0	5	+27	+44.6	83.5	37.9	19.9	12.1
9	3.53	22	1.67	11.7	11.7	5	+26	+52.6	97.7	42.8	19.7	14.2
10	3.53	22	1.67	14.0	14.0	5	+24	+63.9	116.9	47.5	19.4	17.3
11	3.53	22	1.67	15.5	15.5	5	+22	+71.9	129.4	48.5	19.1	19.5
12	3.53	22	1.67	16.8	16.8	5	+21	+78.4	140.3	50.3	19.0	21.2
13	3.53	22	1.67	14.0	14.0	5	+20	+65.8	116.9	40.0	18.9	17.8
14	3.53	22	1.67	12.0	12.0	5	+18	+57.1	100.2	31.0	18.7	15.4
15	3.53	22	1.67	11.0	11.0	5	+14	+53.4	91.8	22.2	18.3	14.4
16	3.53	22	1.67	4.3	4.3	5	+9	+19.1	32.3	5.1	16.2	5.2

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 1.075

Tablo B.11: Zemin Şevi - 6'da zemin kuru halde iken kabul edilen 1, 2, 3 ve 4'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	: c' : θ' :	Bh	: Hw :	Hd	: b: α :	u	: W :	Wsin β	: c*1 :	N'*tn θ
1	3.00 27	1.45	0.0	2.5	2 +70	+0.0	6.3	6.0	15.3	1.1
2	3.00 27	1.45	0.0	6.4	3 +65	+0.0	23.2	20.9	17.4	5.1
3	3.00 27	1.45	0.0	8.5	3 +63	+0.0	30.8	27.3	16.2	7.2
4	3.00 27	1.45	0.0	1.5	2 +49	+0.0	3.3	2.5	6.9	1.1

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.284

:no	: c' : θ' :	Bh	: Hw :	Hd	: b: α :	u	: W :	Wsin β	: c*1 :	N'*tn θ
1	3.00 27	1.45	0.0	0.8	1 +62	+0.0	1.4	1.2	7.9	0.3
2	3.00 27	1.45	0.0	3.0	3 +55	+0.0	10.9	8.9	13.1	3.2
3	3.00 27	1.45	0.0	5.0	3 +52	+0.0	18.1	14.2	12.0	5.7
4	3.00 27	1.45	0.0	7.5	3 +48	+0.0	27.2	20.2	11.2	9.3
5	3.00 27	1.45	0.0	9.0	3 +44	+0.0	32.6	22.7	10.4	12.0
6	3.00 27	1.45	0.0	9.5	3 +42	+0.0	34.4	23.0	10.1	13.0
7	3.00 27	1.45	0.0	2.0	2 +38	+0.0	4.4	2.7	5.7	1.7

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.307

:no	: c' : θ' :	Bh	: Hw :	Hd	: b: α :	u	: W :	Wsin β	: c*1 :	N'*tn θ
1	3.00 27	1.45	0.0	1.3	3 +53	+0.0	5.0	4.0	13.7	1.5
2	3.00 27	1.45	0.0	3.0	3 +49	+0.0	10.9	8.2	11.4	3.6
3	3.00 27	1.45	0.0	4.3	3 +45	+0.0	15.4	10.9	10.6	5.6
4	3.00 27	1.45	0.0	5.0	3 +44	+0.0	18.1	12.6	10.4	6.6
5	3.00 27	1.45	0.0	6.3	3 +40	+0.0	22.7	14.6	9.8	8.8
6	3.00 27	1.45	0.0	7.0	3 +39	+0.0	25.4	16.0	9.7	10.0
7	3.00 27	1.45	0.0	7.5	3 +36	+0.0	27.2	16.0	9.3	11.2
8	3.00 27	1.45	0.0	8.0	3 +35	+0.0	29.0	16.6	9.2	12.1
9	3.00 27	1.45	0.0	8.5	3 +33	+0.0	30.8	16.8	8.9	13.2
10	3.00 27	1.45	0.0	9.0	3 +32	+0.0	32.6	17.3	8.8	14.1
11	3.00 27	1.45	0.0	9.8	3 +31	+0.0	35.3	17.9	8.7	15.5
12	3.00 27	1.45	0.0	10.3	3 +29	+0.0	37.2	18.0	8.6	16.6
13	3.00 27	1.45	0.0	10.3	3 +27	+0.0	44.6	19.9	10.1	20.3
14	3.00 27	1.45	0.0	2.5	2 +23	+0.0	5.4	2.1	4.9	2.6

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.496

:no	: c' : θ' :	Bh	: Hw :	Hd	: b: α :	u	: W :	Wsin β	: c*1 :	N'*tn θ
1	3.00 27	1.45	0.0	1.0	2 +53	+0.0	2.6	2.1	9.0	0.8
2	3.00 27	1.45	0.0	2.8	5 +52	+0.0	20.3	16.0	24.4	6.4
3	3.00 27	1.45	0.0	5.5	5 +50	+0.0	39.9	30.5	23.3	13.1
4	3.00 27	1.45	0.0	7.0	5 +48	+0.0	50.8	37.7	22.4	17.3
5	3.00 27	1.45	0.0	8.3	5 +47	+0.0	60.2	44.0	22.0	20.9
6	3.00 27	1.45	0.0	9.5	5 +44	+0.0	68.9	47.8	20.9	25.2
7	3.00 27	1.45	0.0	10.5	5 +40	+0.0	76.1	48.9	19.6	29.7
8	3.00 27	1.45	0.0	10.5	5 +35	+0.0	76.1	43.7	18.3	31.8
9	3.00 27	1.45	0.0	13.5	5 +33	+0.0	97.9	53.3	17.9	41.8
10	3.00 27	1.45	0.0	10.3	5 +30	+0.0	74.7	37.3	17.3	33.0
11	3.00 27	1.45	0.0	10.5	5 +28	+0.0	76.1	35.7	17.0	34.2
12	3.00 27	1.45	0.0	11.0	5 +25	+0.0	79.8	33.7	16.6	36.8
13	3.00 27	1.45	0.0	8.8	4 +23	+0.0	51.0	19.9	13.0	23.9

Y O N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU.... (1954)..... 1.281

Tablo B.12: Zemin Şevi - 6'da zeminin suya doygun durumu gözönüne alınarak kabul edilen 1, 2, 3 ve 4'ncü kayma yüzeyleri boyunca yapılan analizler ve bulunan güvenlik katsayıları.

:no	c	θ	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.00	27	1.81	2.5	2.5	2 +70	+1.5	7.9	7.4	15.3	0.6
2	3.00	27	1.81	6.4	6.4	3 +65	+6.9	29.0	26.1	17.4	2.8
3	3.00	27	1.81	8.5	8.5	3 +63	+9.8	38.5	34.1	16.2	4.0
4	3.00	27	1.81	1.5	1.5	2 +49	+1.5	4.1	3.1	6.9	0.6

..Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.934

:no	c	θ	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.00	27	1.81	0.8	0.8	1 +62	+0.4	1.7	1.5	7.9	0.2
2	3.00	27	1.81	3.0	3.0	3 +55	+4.3	13.6	11.1	13.1	1.8
3	3.00	27	1.81	5.0	5.0	3 +52	+7.8	22.6	17.7	12.0	3.2
4	3.00	27	1.81	7.5	7.5	3 +48	+12.5	33.9	25.2	11.2	5.2
5	3.00	27	1.81	9.0	9.0	3 +44	+16.2	40.7	28.3	10.4	6.7
6	3.00	27	1.81	9.5	9.5	3 +42	+17.6	43.0	28.8	10.1	7.3
7	3.00	27	1.81	2.0	2.0	2 +38	+2.4	5.4	3.3	5.7	1.0

..Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.861

:no	c	θ	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.00	27	1.81	1.3	1.3	3 +53	+2.1	6.2	5.0	13.7	0.9
2	3.00	27	1.81	3.0	3.0	3 +49	+4.9	13.6	10.2	11.4	2.0
3	3.00	27	1.81	4.3	4.3	3 +45	+7.5	19.2	13.6	10.6	3.1
4	3.00	27	1.81	5.0	5.0	3 +44	+9.0	22.6	15.7	10.4	3.7
5	3.00	27	1.81	6.3	6.3	3 +40	+12.0	28.3	18.2	9.8	4.9
6	3.00	27	1.81	7.0	7.0	3 +39	+13.6	31.7	19.9	9.7	5.6
7	3.00	27	1.81	7.5	7.5	3 +36	+15.2	33.9	19.9	9.3	6.3
8	3.00	27	1.81	8.0	8.0	3 +35	+16.4	36.2	20.8	9.2	6.8
9	3.00	27	1.81	8.5	8.5	3 +33	+17.8	38.5	20.9	8.9	7.4
10	3.00	27	1.81	9.0	9.0	3 +32	+19.1	40.7	21.6	8.8	7.9
11	3.00	27	1.81	9.8	9.8	3 +31	+21.0	44.1	22.4	8.7	8.7
12	3.00	27	1.81	10.3	10.3	3 +29	+22.4	46.4	22.5	8.6	9.2
13	3.00	27	1.81	10.3	10.3	3 +27	+22.9	46.4	20.7	8.4	9.5
14	3.00	27	1.81	2.5	2.5	2 +23	+3.5	6.8	2.7	4.9	1.4

..Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.927

:no	c	θ	Bh	Hw	Hd	b: α	u	W	Wsinβ	c*1	N'*tnθ
1	3.00	27	1.81	1.0	1.0	2 +53	+1.1	3.3	2.6	9.0	0.4
2	3.00	27	1.81	2.8	2.8	5 +52	+8.6	25.3	20.0	24.4	3.6
3	3.00	27	1.81	5.5	5.5	5 +50	+17.7	49.8	38.1	23.3	7.3
4	3.00	27	1.81	7.0	7.0	5 +48	+23.4	63.3	47.1	22.4	9.7
5	3.00	27	1.81	8.3	8.3	5 +47	+28.3	75.1	54.9	22.0	11.7
6	3.00	27	1.81	9.5	9.5	5 +44	+34.2	86.0	59.7	20.9	14.1
7	3.00	27	1.81	10.5	10.5	5 +40	+40.2	95.0	61.1	19.6	16.6
8	3.00	27	1.81	10.5	10.5	5 +35	+43.0	95.0	54.5	18.3	17.7
9	3.00	27	1.81	13.5	13.5	5 +33	+56.6	122.2	66.5	17.9	23.4
10	3.00	27	1.81	10.3	10.3	5 +30	+44.6	93.2	46.6	17.3	18.4
11	3.00	27	1.81	10.5	10.5	5 +28	+46.4	95.0	44.6	17.0	19.1
12	3.00	27	1.81	11.0	11.0	5 +25	+49.8	99.5	42.1	16.6	20.6
13	3.00	27	1.81	8.8	8.8	4 +23	+32.4	63.7	24.9	13.0	13.4

..Y D N T E M.... ..Güvenlik..Sayisi..

JANBU....(1954)..... 0.772

ÖZGEÇMİŞ

ALİ İSKENDEROĞLU, 1960 yılında Maçka'da doğdu. İlk öğrenimini Taşalan köyü ilkokulunda , orta öğrenimini Trabzon'da yaparak 1978 yılında Affan Kitapçıoğlu Lisesi Fen Bölümünden mezun oldu. 1979 yılında K.T.Ü. Yer Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı. Bu bölümü 1984 yılında bitirerek aynı yıl Trabzon'da Maden Tetkik ve Arama 12. Bölge Müdürlüğünde görev aldı. Askerliğini 1985-86 yılları arasında Yd.Sb. olarak yerine getirdi. 1987 yılında K.T.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mühendislik Jeolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. MTA'daki görevine de devam etmektedir.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi