

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ ANABİLİM DALI
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAÇKA-GÜRGENAĞAÇ (TRABZON) YENİ YOL
ŞEVLERİNİN DURAYLILIK AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeoloji Müh.Turgut KORKMAZ

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

Mayıs - 1988

TRABZON

4227

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ ANABİLİM DALI
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAÇKA-GÜRGENAĞAÇ (TRABZON) YENİ YOL
ŞEVLERİNİN DURAYLILIK AÇISINDAN İNCELENMESİ

Jeoloji Müh.Turgut KORKMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Jeoloji Yüksek Mühendisi"

Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Mayıs 1988

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14 Haziran 1988

Tez Danışmanı : Doç.Dr.Fikret TARHAN

Jüri Üyesi : Prof.Dr.Remzi DİLEK

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Erkan TANYOLU

Enstitü Müdürü: Prof.Dr.Doğan TURHAN

Fikret Tarhan
Remzi Dilek
Erkan Tanyolu
Doğan Turhan

Mayıs - 1988

TRABZON

Ö N S Ö Z

Bu çalışmada Trabzon-Gümüşhane arasında yapılmakta olan yeni devlet karayolu güzergahının Maçka-Gürgenağaç mahallesi arasında kalan kısımdaki yaklaşık 56 km²'lik alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası çıkarılmıştır. Bu kısımda kalan yeni yol şevlerindeki kitle hareket türleri belirlenmiş, duraylılık analizleri yapılarak güvenlik katsayıları, kayaçların jeolojik, fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalarımı arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olarak üç aşamada gerçekleştirdim.

Çalışmalarım sırasında yardım ve önerilerini esirgemeyen Sayın Prof.Dr.Remzi DİLEK'e, tezimi hazırlarken gerekli uyarılarıyla yöneten ve yönlendiren hocam, Sayın Doç.Dr.Fikret TARHAN'a, yardımlarını esirgemeyen araştırma görevlisi, Sayın Fikri BULUT'a, Sayın Suat BOYNUKALIN'a, Sayın Kemal TASLI'ya, Sayın Cüneyt ŞEN'e, Jeoloji Mühendisi, Sayın Namık SOMEL'e, Sayın Şener CERYAN'a, stajyer öğrencisi, Sayın Öner ÖZDEMİR'e, Laboratuvar deneylerinin yapılmasında Sayın Yakup YAVUZ'a, tezin daktilo edilmesinde, düzenlenmesinde Sayın Gül KORKMAZ'a içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VIII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. COĞRAFİ DURUM VE MORFOLOJİ	1
1.1. Çalışma Alanının Konumu	1
1.2. Ulaşım	2
1.3. Morfoloji	2
1.4. İklim ve Bitki örtüsü	2
1.5. Yerleşim	3
BÖLÜM 2. GENEL JEOLJİ	9
2.1. Önceki Çalışmalar	9
2.2. Stratigrafi ve Petrografi	10
2.2.1. Berdiga Formasyonu	10
2.2.2. Küçük Konak Formasyonu	14
2.2.3. Kozağaç Formasyonu	18
2.2.4. Dikkaya Dasiti	21
2.2.5. Hamsiköy Formasyonu	23
2.2.6. Çatak Andeziti	25
2.2.7. Yamaç Molozu	26
2.2.8. Alüvyon	26
2.3. Yapısal Jeoloji	26
2.3.1. Tabakalar	26
2.3.2. Çatlaklar	26
2.3.3. Faylar	27
2.4. Ekonomik Jeoloji	27
BÖLÜM 3. MAÇKA-GÜRGENAĞAÇ ARASI YOL ŞEVLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	32
3.1. Giriş	32
3.2. Yol Güzergahındaki Kayaçların Jeolojisi	32
3.2.1. Kaya kalitesi özelliği (Rock Quality Designation) RQD	33
3.2.2. Süreksizlikler	34
3.2.2.1. Çatlak Ara Uzaklığı	34
3.2.2.2. Çatlak Açıkları ve Dolgular	34
3.2.2.3. Çatlak Pürüzlülüğü	34
3.2.3. Ayrışma	36
3.3. Kayaçların Fizikomekanik özellikler	36
3.3.1. Fiziksel özellikler	36
3.3.2. Mekanik özellikler	42
a. Tek Eksenli Basınç Direnç Deneyi	44
b. Üç Eksenli Basınç Direnç deneyi	45
3.3.3. Elastik özellikler	49
a. Hız Tayini	49
b. Dinamik Elastisite Modülü Tayini	50
3.4. Şevler	51
3.4.1. Şevlere Ait Duraylılık Analizleri	58
3.4.1.1. Şev 1'e ait Ayrıntılı duraylılık analizleri	58

3.4.1.2. Şev 2'ye ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri	74
3.4.1.3. Şev 3'e ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	68
3.4.1.4. Şev 4'e ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	76
3.4.1.5. Şev 5'e ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	86
3.4.1.6. Şev 6'ya ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	94
3.4.1.7. Şev 7'ye ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	101
3.4.1.8. Şev 8'e ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	107
3.4.1.9. Şev 9'a ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	114
3.4.1.10. Şev 10'a ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	120
3.4.1.11. Şev 11'e ait Ayrıntılı Duraylılık Analizleri.....	124
BÖLÜM 4. MAÇKA GÜRGENAĞAÇ ARASINDAKİ YENİ YOL ZEMİN ŞEVLERİNİN İNCELENMESİ.....	128
BÖLÜM 5. SONUÇLAR.....	132
ÖNERİLER.....	136
KAYNAKÇA.....	137
EKLER	138
ÖZGEÇMİŞ.....	139

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil-1. Çalışma alanının konum haritası.....	1
Şekil-2. İnceleme alanında sıcaklığın ve yağışın aylara göre dağılımı.....	4
Şekil-3. Maçka bölgesinde, ETP-P ilişkisi.....	5
Şekil-4. Tüffit-marn-kırmızı kireçtaşlarından alınan 268 tabaka ölçüsüne ait tabaka kontur diyagramı.....	28
Şekil-5. Tüffit-marn ve kırmızı kireçtaşlarından alınan 268 tabaka ölçüsüne ait tabaka kontur diyagramının yorumu.....	29
Şekil-6. Tüm birimlerden alınan 566 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.....	30
Şekil-7. Tüm birimlere ait çatlak kontur diyagramının yorumu.....	31
Şekil-8. Kayaçlarda çatlak yüzeylerindeki dalgalanmanın ölçülmesi.....	35
Şekil-9. Blok örneklerin yönlendirilmiş yüzeylerinden karot alınışı.....	37
Şekil-10. Marnlarda üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre yapılan mohr diyagramı.....	47
Şekil-11. Tüffitlerde üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre yapılan mohr diyagramı.....	48
Şekil-12. Şev duraylılığında etkili olan parametrelerin küresel projeksiyonda gösterilişi.....	55
Şekil-13. Şevlerde olabilecek kayma türleri ve bunları oluşturan yapısal koşulların stereonet üzerindeki görünimleri.....	56
Şekil-14. Kama tipi kaymanın geometrisi.....	57
Şekil-15. Şev 1'e ait çatlak kontur diyagramı.....	60
Şekil-16. Şev 1'e ait duraylılık analizi.....	61
Şekil-17. Şev 1'e ait Analitik yöntemle yapılan duraylılık analizleri.....	62
Şekil-18. Şev 1'e ait Analitik yöntemle yapılan duraylılık analizleri.....	63
Şekil-19. Şev 2'ye ait çatlak kontur diyagramı.....	65
Şekil-20. Şev 2'ye ait duraylılık analizi.....	66
Şekil-21. Şev 2'ye ait kama tipi kayma analizleri.....	67
Şekil-22. Şev 3a'ya ait çatlak kontur diyagramı.....	70
Şekil-23. Şev 3a'ya ait duraylılık analizi.....	71
Şekil-24. Şev 3a'ya ait, kama tipi kayma analizi.....	72
Şekil-25. Şev 3b'ye ait çatlak kontur diyagramı.....	73
Şekil-26. Şev 3b'ye ait duraylılık analizi.....	74
Şekil-27. Şev 3b'ye ait, kama tipi kayma analizi.....	75
Şekil-28. Şev 4'e ait çatlak kontur diyagramı.....	80
Şekil-29. Şev 4'e ait duraylılık analizi.....	81
Şekil-30. Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.....	82

Şekil- 31. Şev 44e ait kama tipi kayma analizi.....	83
Şekil- 32. Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.....	84
Şekil- 33. Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.....	85
Şekil- 34. Şev 5'e ait çatlak kontur diyagramı.....	89
Şekil- 35. Şev 5'e ait, duraylılık analizleri.....	90
Şekil- 36. Şev 5'e ait kama tipi kayma analizi.....	91
Şekil- 37. Şev 5'e ait kama tipi kayma analizi.....	92
Şekil- 38. Şev 5'e ait, kama tipi kayma analizi.....	93
Şekil- 39. Şev 6'ya ait çatlak kontur diyagramı.....	96
Şekil- 40. Şev 6'ya ait duraylılık analizi.....	97
Şekil- 41. Şev 6'ya ait kama tipi kayma analizi.....	98
Şekil- 42. Şev 6'ya ait kama tipi kayma analizi.....	99
Şekil- 43. Şev 6'ya ait kama tipi kayma analizi.....	100
Şekil- 44. Şev 7'ye ait çatlak kontur diyagramı.....	103
Şekil- 45. Şev 7'ye ait duraylılık analizi.....	104
Şekil- 46. Şev 7'ye ait kama tipi kayma analizi.....	105
Şekil- 47. Şev 7'ye ait kama tipi kayma analizi.....	106
Şekil- 48. Şev 8'e ait, çatlak kontur diyagramı.....	109
Şekil- 49. Şev 8'e ait duraylılık analizi.....	110
Şekil- 50. Şev 8'e ait kama tipi kayma analizi.....	111
Şekil- 51. Şev 8'e ait kama tipi kayma analizi.....	112
Şekil- 52. Şev 8'e ait kama tipi kayma analizi.....	113
Şekil- 53. Şev 9'a ait çatlak kontur diyagramı.....	116
Şekil- 54. Şev 9'a ait duraylılık analizi.....	117
Şekil- 55. Şev 9'a ait kama tipi kayma analizi.....	118
Şekil- 56. Şev 9'a ait, kama tipi kayma analizi.....	119
Şekil- 57. Şev 10'a ait çatlak kontur diyagramı.....	121
Şekil- 58. Şev 10'a ait, duraylılık analizi.....	122
Şekil- 59. Şev 10'a ait, kama tipi kayma analizi.....	123
Şekil- 60. Şev 11'e ait çatlak kontur diyagramı.....	125
Şekil- 61. Şev 11'e ait duraylılık analizi.....	126
Şekil- 62. Şev 11'e ait kama tipi kayma analizi.....	127

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Maçka Meteoroloji Gözlemi İstasyonuna göre ortalama meteorolojik veriler.....	6
Çizelge 2. Thornwaite yöntemiyle yıllık Potansiyel Buharlaşma Terlemenin hesabı.....	7
Çizelge 3. Gerçek Buharlaşma-Terlemenin hesabı (Thornwaite bilançosuyla).....	8
Çizelge 4. Örnekler üzerinde yapılan deney sonuçları.....	38
Çizelge 5. Örnekler üzerinde yapılan deney sonuçları.....	39
Çizelge 6. Tüffit ve Marnların fiziksel özellikleri.....	40
Çizelge 7. Tüffit ve marnların fiziksel özelliklerinin ortalamaları.....	41
Çizelge 8. Tüffit ve marnlardan alınan bloklarda Schmidt çekici geri tepme sayısı ortalama değerleri.....	42
Çizelge 9. Tüffit ve marnların tek eksenli deney sonuçları.....	43
Çizelge 10. Tüffit ve marnların ortalama tek eksenli basınç dirençleri.....	44
Çizelge 11. Tüffitlerin üç eksenli deney sonuçları ve ortalamaları.....	46
Çizelge 12. Marnların üç eksenli deney sonuçları ve ortalamaları.....	46
Çizelge 13. Tüffit ve Marnların içsel sürtünme açıları ve kohezyon deneyleri.....	46
Çizelge 14. Örneklerin, kuru ve doymun durumdaki sonik hızlarını gösterir.....	49
Çizelge 15. Tüffit ve marnların dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.....	51
Çizelge 16. Çalışılan şevlerin özellikleri.....	134
Çizelge 17. Şevlerdeki duraylılık analizleri sonuçları.....	135

BÖLÜM 3 DEKİ KISALTMALAR

- W_k : Kuru ağırlık, gr
 W_d : Doygun ağırlık, gr
 d : Örnek çapı, mm
 L : Örnek boyu, mm
 V : Örnek toplam hacmi, cm^3
 b_k : Kuru birim hacim ağırlık, gr/cm^3
 b_d : Doygun birim hacim ağırlık, gr/cm^3
 P : Porozite %
 g_s : Ağırlıkca su emme %
 S_v : Hacimce su emme %
 V_d : Doygun örnekte ölçülen sonik hız (m/sn)
 V_k : Kuru örnekte ölçülen sonik hız (m/sn)
 E_{dd} : Doygun örnekte dinamik elastisite modülü (kg/cm^2)
 E_{dk} : Kuru örnekte dinamik elastisite modülü (kg/cm^2)
 d : Yoğunluk derecesi
 R : Schmidt çekici geri tepme sayısı
 t_k : Sonik hızın kuru örneği katetme zamanı, μ sn
 t_d : Sonik hızın doygun örneği katetme zamanı, μ sn

ÖZET

Bu çalışmada Trabzon-Gümüşhane arasında açılmakta olan yeni devlet karayolu güzergahında, Maçka-Gürgenağaç mahallesi arasında kalan yeni yol şevlerindeki olabilecek kitle hareket türleri belirlenmiş ve stereografik izdüşüm yöntemiyle duraylılık analizleri yapılarak, şevlerin güvenlik katsayıları bulunmuştur. Her şeve ait duraylılık analizleri sonuçları çizelgeler halinde verilmiştir. Yol güzergahındaki kayaçların Fiziksel, Mekanik, Elastik ve Jeolojik özelliklerinin saptanması için arazide ve laboratuvarında kayaç örnekleri üzerinde deneyler yapılmıştır. Yol güzergahındaki kayaçlar değişik açılardan, mühendislik amaçları için sınıflandırılmış ve bu sınıflamalara göre çalışma alanındaki kayaçlar, çok çatlaklı, orta kaliteli, yüksek dirençli ve orta modül oranlı olduğu anlaşılmıştır. Süreksizlik yüzeylerinin pürüzlü-dalgalanmalı olduğu görülmüştür. Fiziksel, Mekanik, Elastik özellikleri saptanarak çizelgeler halinde verilmiştir.

SUMMARY

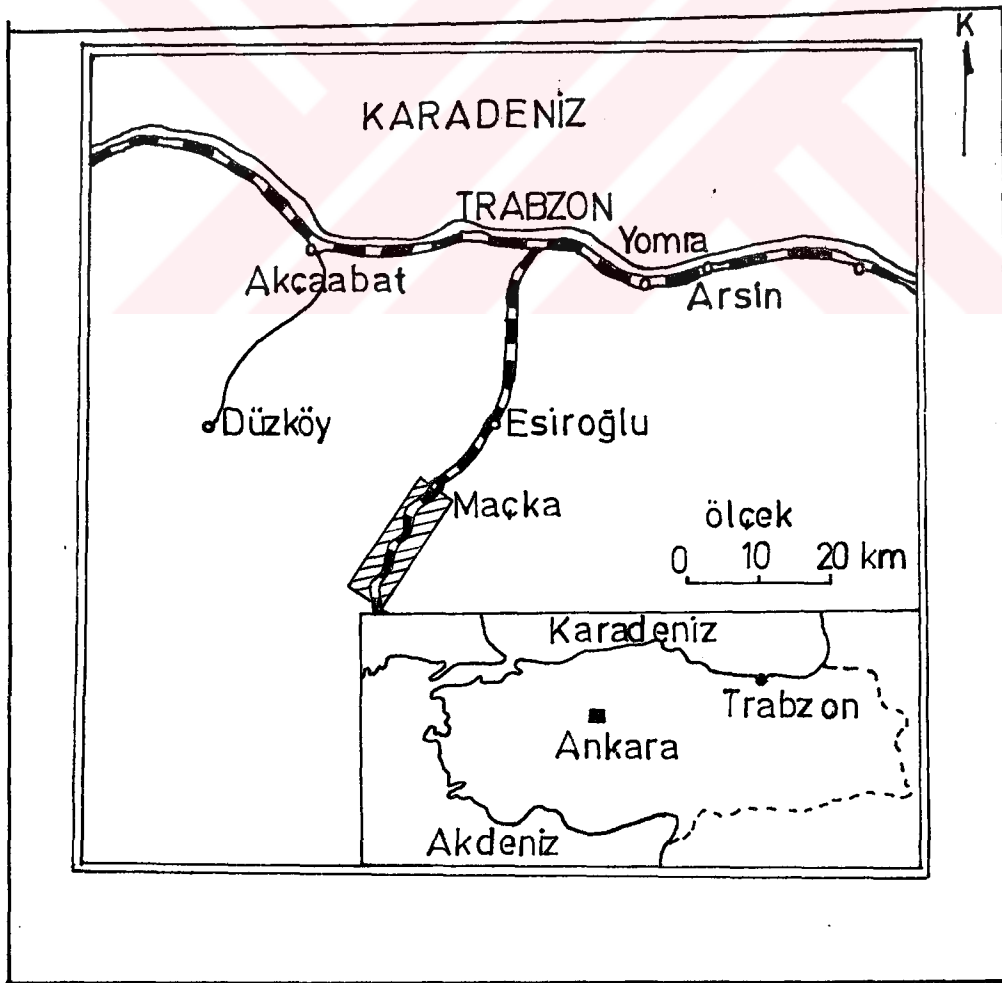
The purpose of this work, mass motion types that may possibly develop on the slopes of a division between Maçka and Gürgenağaç village of the newly constructed state roate between Trabzon and Gümüşhane and analyzing stabilities by stereographic projection techngue the safety cofficients of the slope have been determined, Resultls of stability analyses for each slope are give in tables. Under the light of the stability analyses, the required precoutions are proposed. The route of the road rocks, samples have experimentally been studied both in the field and laboratory for determining the physical, mechanical, elastic and certain geological features of rocks. According to results obtained from the experiments the rocks has been classified for various engineering purposes and it has been found by this classification, that the rocks, clase jointed and is of quality, high strength and avarage modulus retio. It has been seen that the discontinuity surfeces are rough. Physical mechanical and elastic caharacteristics of rocks on the of the road have been searched and shown in tables.

BÖLÜM 1

COĞRAFI DURUM VE MORFOLOJİ

1.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı, Anadolu'nun kuzeydoğu kısmında, Trabzon G43d1-G43a4 paftaları içersinde yer alır. Maçka ilçesi ve Gürgenağaç köyü dolaylarındaki inceleme alanı K-G yönünde yaklaşık 15 km, D-B yönünde ise 4 km uzunlukta olup yaklaşık 56 km² 'lik bir alanı kapsar.



Şekil-1: Çalışma alanının konum haritası

1.2. Ulaşım

Çalışma alanında belli başlı ulaşım Trabzon-Erzurum devlet karayolu ile sağlanır. Bu karayolu değirmendere vadisini izleyerek çalışma alanını yaklaşık iki eşit parçaya böler.

Çalışma alanındaki, Ocaklı köyü, Konak mah., Kozağaç mah., Çeşmeler köyü, Çatak mah., Ortaköy, Mollaismailli mah., Cami mah., Güzelce mah., Köprüyanı mah., Gürgenağaç mah., Yazılıtaş mahalleleri ve köyleriyle asfalt ve stabilize yollarla bağlantılar kurulmuştur. Köy ve mahallelerle olan ulaşım rahatlıkla sağlanmaktadır.

T.C.K. tarafından Trabzon-Gümüşhane arasında yapılmakta olan yeni devlet karayolu, çalışma alanı içinde Gürgenağaç köyüne kadar ulaşmaktadır. Maçka'dan başlayan yeni devlet karayolu, değirmenderenin sağ yamacında, eski yola paralel bir şekilde ilerliyerek çatak mahallesine ulaşmaktadır. Çatak mahallesinde eski yoldan yaklaşık 40-60 m'lik bir yükselti farkıyla değirmendere vadisini izlemektedir. Yeni yolun Çatak mahallesine kadar olan kısmının asfaltlanması bitmiştir. Çatak-Gürgenağaç mahallesi arasında kalan kısmın yapımı sürmektedir. Yeni yol Zigana Tüneline ulaşacaktır.

1.3.Morfoloji

Çalışma alanı Doğu Karadeniz bölgesine özgü bir morfoloji gösterir. Arazi oldukça dik ve engebelidir. Arazinin Kuzeyi daha engebelidir.

Değirmendere, çalışma alanının en büyük vadisidir. Değirmendere vadisine küçük yan dereler birleşir. Değirmendere vadisinin sağında ve solunda 1000 m'yi geçen tepeler yer alır. Bunların en önemlileri; Kaletepe (1098 m), Şahin Kayaları (1000 m), Ağaçbaşitepe (1786), Aynalıca Sırtı (1350 m), Yurt Sırtı (1700 m), Düzoba Sırtı (1400 m), Kaleoba Sırtı (1300 m) dir.

Bölgede en önemli akarsu K-G yönünde uzanan Değirmendere dir. Çalışma alanında Değirmendere'nin iki ayrı kolu, Maçka deresi ve Hamsiköy deresi diye adlandırılmıştır.

1.4.İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanında Doğu Karadeniz'in ılıman iklimi görülür. Yazlar ılık, Kışlar ise soğuk olup her mevsim yağışlıdır. Bölgeye en çok yağış ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde düşer.

Maçka Meteorolojik Gözlem istasyonunda ölçülen meteorolojik veriler, (Çizelge-1)'de verilmiştir.

Bu çizelgeye göre bölgeye en çok yağış düşen aylar Mayıs, Haziran en az yağış düşen ay ise Ağustos tur.

Maçka'da yıllık ortalama yağış 731.7 mm, yıllık ortalama sıcaklık 12.6 °C dir.

İnceleme alanında, sıcaklığın ve yağışın aylara göre dağılımı (Şekil-2)'de, Etp-P ilişkisi (Şekil-3)'de verilmiştir.

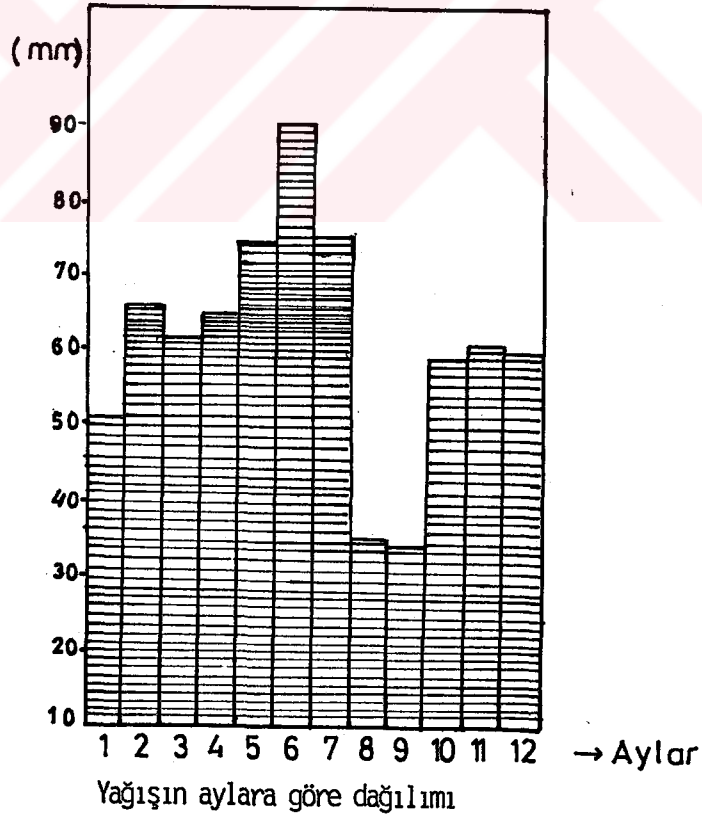
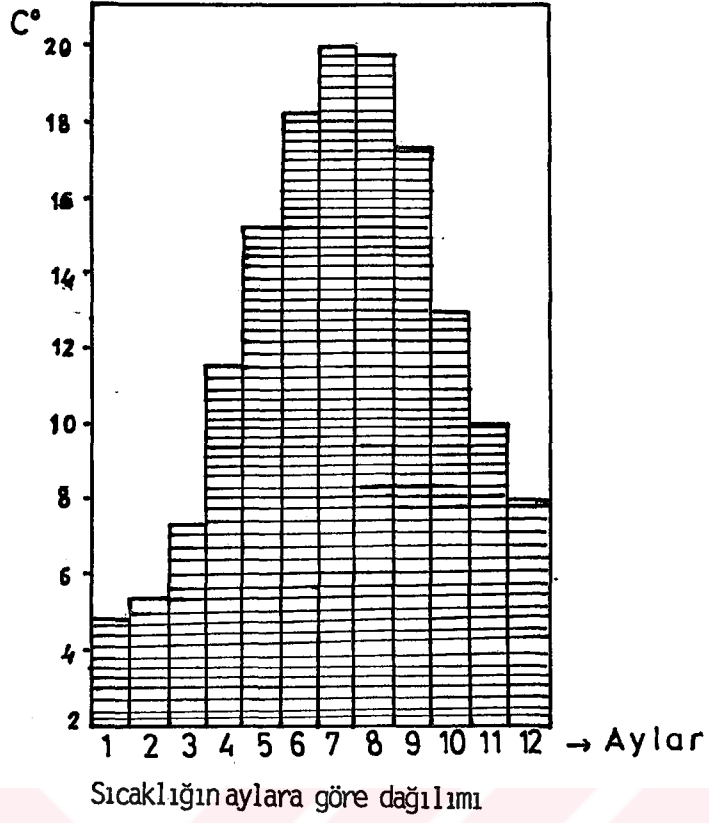
Çalışma alanı bitki örtüsü açısından oldukça zengin olup çoğunlukla çam, meşe, kavak ve ceviz ağaçları görülmektedir. Fındık ağaçlarına da sıkça rastlanmaktadır.

1.5. Yerleşim

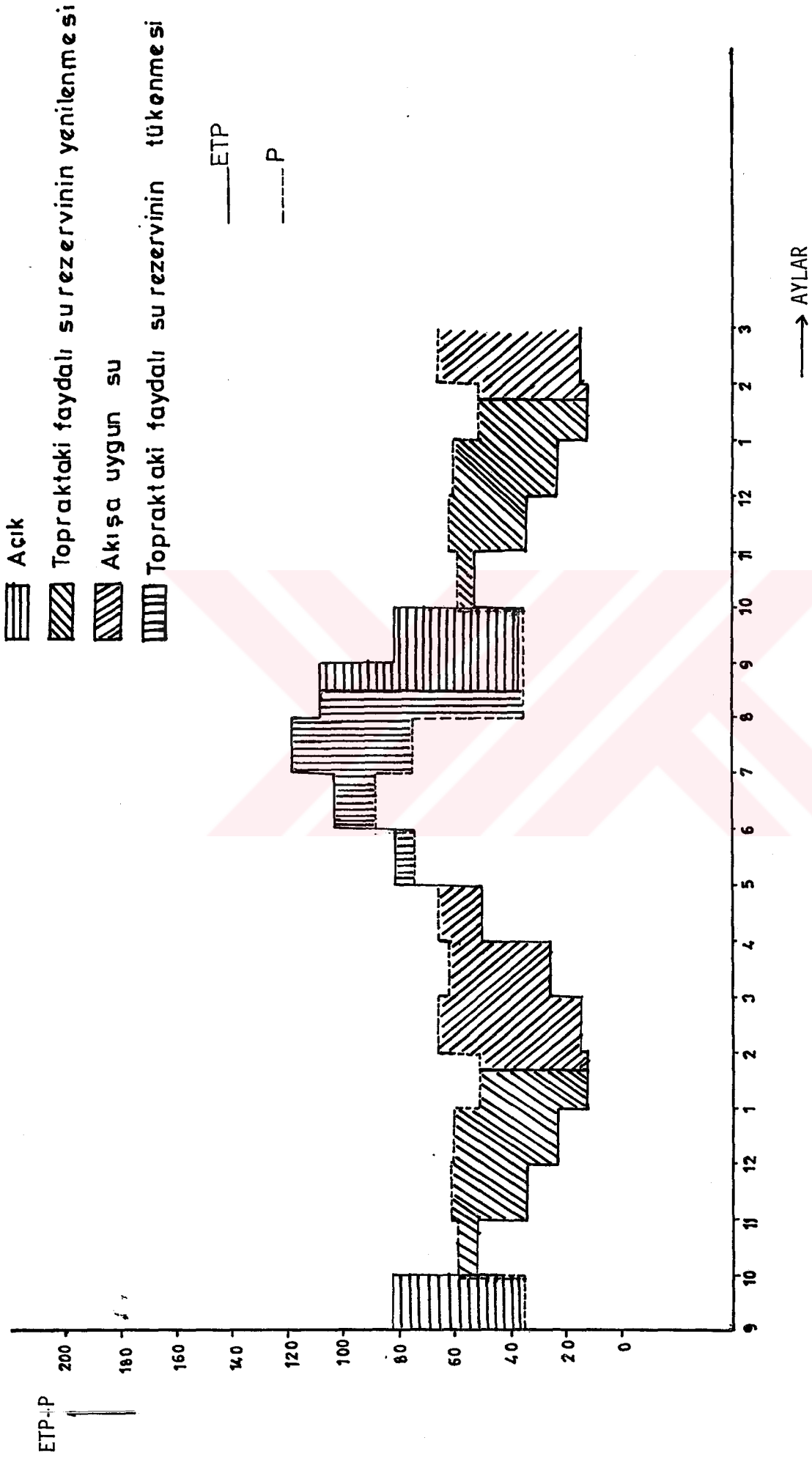
Çalışma alanı içinde en önemli yerleşim merkezi Trabzon iline bağlı Maçka ilçesidir. Diğer yerleşim merkezleri, mahalle ve mezra'lar şunlardır. Çatak köyü, Çeşmeler köyü, Ocaklı köyü, Kozağaç köyü, Gürgenağaç köyü, Konak mah., Cami Yanı mah., Ortaköy mah., Ocaklı mezarası, Su kenarı mah., Köy mah., Sevimli mah., Dereiçi mah., Yazılıtaş mah., Güzelce mah., Araköy mezarası.

Karadeniz bölgesine özgü dağınık yerleşim tipi burada da görülür.





Şekil-2: İnceleme alanında sıcaklığın ve yağışın aylara göre dağılımı



Şekil-3: Maça bölgesinde, ETP-P ilişkisi

Çizelge- 1 : Maçka Meteoroloji Gözlem istasyonuna göre ortalama meteorolojik veriler.
(Rasat süresi 1975-1980)

(40. Enlem)

METEOROLOJİK ELEMENTLER	Rasat Süresi Yıl	A Y I L A R												YILLIK
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık C°	5	4.8	5.3	7.3	11.5	15.2	18.2	19.9	19.7	17.4	13.0	10.6	7.9	12.6
En yüksek sıcaklık C°	5	20.5	22.5	27	35	35	38.5	39.5	38.5	36.5	38	30.5	27	32.4
En düşük sıcaklık C°	5	-11	-9	-6	-3.5	2.5	4	9.5	10.3	6	4	0.1	-1	5.9
Ortalama nisbi nem %	5	70	68	72	69	72	72	77	78	77	81	72	73	73.4
Ortalama yağış mm	5	51	65.7	62.1	65.6	73.9	89.1	74.6	35.2	34.7	58.9	61.3	59.6	731.7
Enlem derecesine bağ. düzeltme faktörü G	-	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	-

Çizelge- 2 : Thomwaite yöntemiyle yıllık Potansiyel Buharlaşma Terleminin hesabı.

	A Y L A R												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aylık Ortalama Sıcaklık (t) C°	4.8	5.3	7.3	11.5	15.2	18.2	19.9	19.7	17.4	13	10.6	7.9	-
Aylık Termik İndis(i)	0.94	1.09	1.77	3.53	5.38	7.07	8.10	7.97	6.61	4.25	3.12	200	51.83
Düzeltilmemiş ETP (mm)	14.5	16.5	25	45.4	65.4	82.7	93	91.8	78	53.3	40,8	27.8	-
40 Enlem Düzeltme Faktörü(G)	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81	
Düzeltilmiş ETP. mm	12.2	13.7	25.8	50.4	81	103.4	118.1	108.3	81.1	51.1	33.9	22.5	701.42

Çizelge-3 : Gerçek Buharlaşma - Terlenenin hesabı (Thornwaite bilançosuyla)

	A Y L A R												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Etp (mm)	12.15	13.68	25.78	50.38	81.06	103.42	118.09	108.27	81.11	51.13	33.85	22.08	701
Yağış P (mm)	51	65.7	62.1	65.6	73.9	89.1	74.6	35.2	34.7	58.9	61.3	59.6	731.7
Topraktaki su rezervi değişimi	-	-	-	-	-7.16	-14.32	-43.49	-35.03	-	7.77	27.45	37.52	-
Topraktaki faydalı su rezervi	100	100	100	100	92.84	78.52	35.03	0	0	7.77	35.22	72.74	-
E t r	12.15	13.68	25.78	50.38	81.06	103.42	118.09	70.23	34.7	51.13	33.85	22.08	616.55
Açık (mm)	-	-	-	-	-	-	-	38.04	46.41	-	-	-	84.45
Fazlalık (mm)	11.59	52.02	36.32	15.22	-	-	-	-	-	-	-	-	115.15
Akış (mm)	6	29	33	24	12	6	3	1	0.65	0.5	-	-	115.15
Yağış buharlaşma farkı	39	52	36	16	-7	-14	-43	-73	-46	8	27	37	-

BÖLÜM 2

GENEL JEOLOJİ

2.1. Önceki Çalışmalar

ERGUVANLI (1950): Trabzon-Gümüşhane arasındaki bölgenin Jeolojik etüdü isimli çalışmada, yöreye ait kayaçların denizaltı volkanizması ürünü olan Lav, Tüf, Aglomera gibi volkanik kayaçlar ile tortul kayaçlardan oluştuğu belirtilmiştir. Kırmızı renkli kireçtaşlarında bulunan Globotruncana fosillerinden bölge kayaçları yaşının üst-Kretase olduğunu öne sürmüştür.

GATTINGER (1956): Trabzon, Rize, Gümüşhane, Erzurum, Artvin ve Kars illerini kapsayan bölgede jeolojik incelemeler yapmıştır. Çalışma alanına ilişkin olarak üst Kretase flişi ve buna ait volkanizma, andezit lavları ve genç bazaltlardan söz etmektedir.

ÖZSAYAR (1971): Trabzon ve çevresinde yaptığı çalışmalarda bu bölgede üst Kretase yaşlı kayaçların yüzeylendiğini belirtmiştir. Buradaki üst Kretase tortullarının fliş fasiyeste ve kalın bir volkano tortul serinin içersinde bulunduğunu vurgulamıştır. Fliş serisinin tabanında bölge için klavuz seri görevi yapan kırmızı biyomikritik kireçtaşlarının bulunduğunu belirtmiştir. Bu kireçtaşlarından Globotruncana türlerini tayin ederek Koniasiyen-Kampaniyen yaşını vermiştir.

TÜRK-JAPON EKİBİ (1974): Bu çalışmada bölgenin üst Kretase yaşlı Lav, Tüf, Aglomera kayaçlarından oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca, denizaltı volkanitleri üzerine Tersiyer yaşlı tortulların geldiği belirtilmiştir.

ERGUVANLI, TARHAN (1981): Doğu Karadeniz kıyı şeridindeki kitle hareketlerinin Mühendislik Jeolojisi açısından değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu incelemelerde, Doğu Karadeniz kıyı şeridinin lav-tüf-aglomera, dasit, andezit, bazalt ve pillov lavları içeren karmaşık bir seriden oluştuğunu belirtirler. Değişik türdeki bu kayaçların birbirlerine yer yer düşey ve yatay olarak geçtiklerini söyleyerek, içlerinde yer yer som kireçtaşları, beyaz ve bordo renkli marnlı kireçtaşı ve kil tabakaları ve adeselerinin görüldüğünü ileri sürerler. Marnlı kireçtaşlarının içinde Globotruncana'ların yer yer karakteristik Echinid ve Rudistlerin bulunması bölgede karmaşık volkanik serinin üst Kretase yaşında olduğunu belirler.

Bu serinin üzerinde üst Miyosen yaşlı göl çökellerinden oluşmuş çimentolu konglomera ve kumtaşları, kil, marn, marnlı ve kavkılı kalkerlerin yer aldığını belirtirler.

Bölgede inceledikleri 39 kitle hareketlerinde ortalama şev eğimlerinin ortalama yamaç eğimlerinden 30 derece kadar fazla olduğunu ve bu fazlalık özellikle ayrıışmış kayaçlarda diğer faktörlerin etkisiyle kitle hareketlerine neden olduğunu belirtirler.

TASLI (1984): Hamsiköy (Trabzon) yöresinde yaptığı çalışmasında, Doğu Pontid Kuzey zonu'nda yer alan inceleme alanında şu yorumu yapmıştır. İstiflenme Liyas yaşlı volkanik kayaçlarla başlar. Bu birimi uyumlu olarak üstleyen Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga formasyonu gittikçe derinleşen bir şelf üzerinde, tamamen karbonatlı fasiyeste gelişmiştir. Alt Kretase sonuna kadar Doğu Pontid Güney zonu'ndaki birimlerle benzer özellikler taşıyan istiflenme Alt Kretase sonrasında volkanik etkinliğin başlamasıyla farklı karakterlerde gelişim gösterdiğini söylemiştir.

2.2. Stratigrafi ve Petrografi

Çalışma alanında formasyon ölçeğinde 6 litostratigrafi birimi ayırt edilmiştir. Formasyonların isimleri, önceki çalışmalar gözönüne alınarak verilmiştir. Çalışma alanında ayırt edilen formasyonlar aşağıda gösterilmiştir. Bunlar:

- 1- Berdiga Formasyonu (Üst Jura),
- 2- Küçükkonak Formasyonu (Alt Kretase),
- 3- Kozagaç Formasyonu (Alt Kretase),
- 4- Hamsiköy Formasyonu (Üst Kretase),
- 5- Dikkaya Dasiti (Üst Kretase),
- 6- Çatak Andeziti (Tersiyer),
- 7- Yamaç Molozu (Kuvaterner),
- 8- Alüvyon (Kuvaterner)

lardır.

2.2.1. Berdiga Formasyonu

Çalışma alanında Gürgenağaç ve çevresinde yüzeylenen karbonat kayaçlarına, Pelin (1977) tarafından Alucra (Giresun) güneydoğusundaki Berdiga dağlarında, Berdiga formasyonu, olarak isimlendirildiği karbonat kayaçlarına benzediğinden dolayı aynı isim verilmiştir. Aynı isim Taslı (1984) tarafından Hamsiköy (Trabzon) çevresindeki karbonat kayaçlar için de kullanılmıştır.

Berdiga formasyonu, karbonat kayaçları fasiyesinde gelişmiştir. Açık gri ve açık siyah renkte, kalın katmanlıdır. Karbonat kayaçları sık çatlaklı olup, çatlaklar kalsit ve kil dolguludur. Yer yer erime boşlukları görülür. Formasyonun alt seviyeleri gri, koyu gri renkli masif ve kalın katmanlı dolomitlerden oluşur. (Foto.4).

Bu seviyenin üstünde gri renkli bol echinid plak ve dikenlerinden oluşan ve yer yer volkanik kayaç parçaları içeren biyosparitik kireçtaşlarının yer aldığı görülür.

Berdiga formasyonunda değişik yerlerden alanın örneklerden yapılan incekesitlerin mikroskopla incelenmesi sonucunda aşağıdaki bilgiler toplanmış ve kireçtaşları sınıflandırılmıştır.

Kayaç adı : Biyosparit (Folk sınıflaması)
Graistone (Dunham)

Bol echinid plakalı kireçtaşı. Biyoklastlar mikritleşmiş, çimento berrak kalsit, yer yer echinoderm plaklarıyla optik ağ devamlılığında büyümüş olan "Epitaksik" kalsit vardır. Gözenekler yer yer silisle doluludur. Ortam tamamen sığ denizel ve yüksek enerjili kıyı ortamıdır. Karakteristik fosil bulunamamıştır, ancak fasiyes olarak jura tabanındaki bol echinid ve algli seviyelere eşdeğer olduğu düşünülmektedir. (Foto:1)

Kayaç adı: Kumlu-çakıllı-biyosparit

Volkanik kayaç kum ve çakılları, bazalt ve andezit birleşimindedir. Bol echinid plakası ve az mollusk kavrısı içeriyor. Fasiyes sığ kıyı fasiyesidir. Kayaçta yoğun rekristallenme var. (Foto.2)

Doğu Pontid güney zonu'nda Jura Alt Kretase döneminde tamamen karbonatlı fasiyeste gelişmiş olan ve kalınlığı yüzlerce metreye ulaşan istiflenmeler yaygın olarak yüzeylenirler. Pelin (1973).

Önceki çalışmalarda Pelin (1977), Taslı (1984) aynı formasyonun yaşını Jura (Dogger-Malm) olarak vermişlerdir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 900 m dir.

ZAMAN	DEVİR	ASDEVİR	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOYİK	KUVATLILAR YER		ÇATAK ANDEZİTİ			Alüvyon, yamaç molozu Andezit.
		ÜST KRETASE	HAMSİKÖY FORMASYONU	~300		Tüfit-marn ardalanması, Marnlar, yer yer kırmızı renkli kireçtaşlarına geçiş gösteriyor. Fosil: Globotruncana
DIKKAYA DASİTİ				Dasit		
KOZAĞAÇ FORMASYONU	~650			Aglomera-Tüfit-Marn ardalanması. Aglomera değişik boyutlarda, andezit bazalt çakılları içeriyor.		
	KÜÇÜKKONAK FORMASYONU		~600		Dasitik, andezitik Tüfit-lav ve piroklastikleri ve kireçtaşı blokları içeriyor. fosil: Foraminifer	
JUR A		DOGGER-MALM	BERDİGA FORMASYONU	~900		Ğri renkli, kalın katmanlı biyosparitlik kireçtaşı. Echinid plak ve dikenleri, alg içerir. Ğri renkli orta ve kalın katmanlı biyomikritik kireçtaşları. Koyu ğri renkli katmanlı ve masif dolomit

EK-4 : Maçka Gürgenagaç (Trabzon) arasının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti. Ölçek 1/10.000

T.KORKMAZ 1988

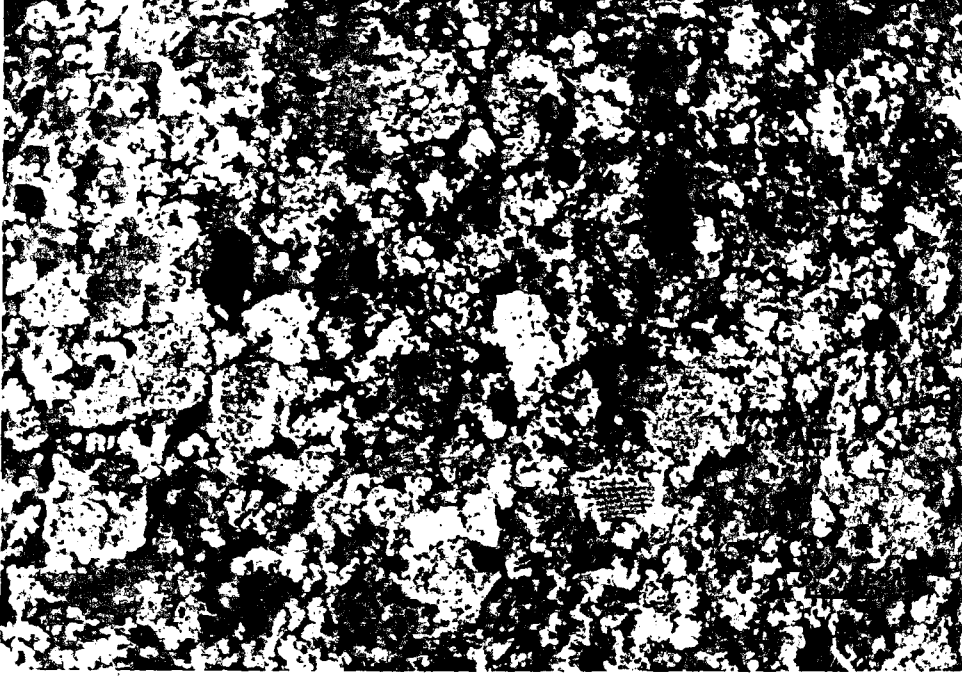


Foto.1: Biyosparit. Alındığı yer Gürgenağaç köyünün doğusu.
Berdiga formasyonu

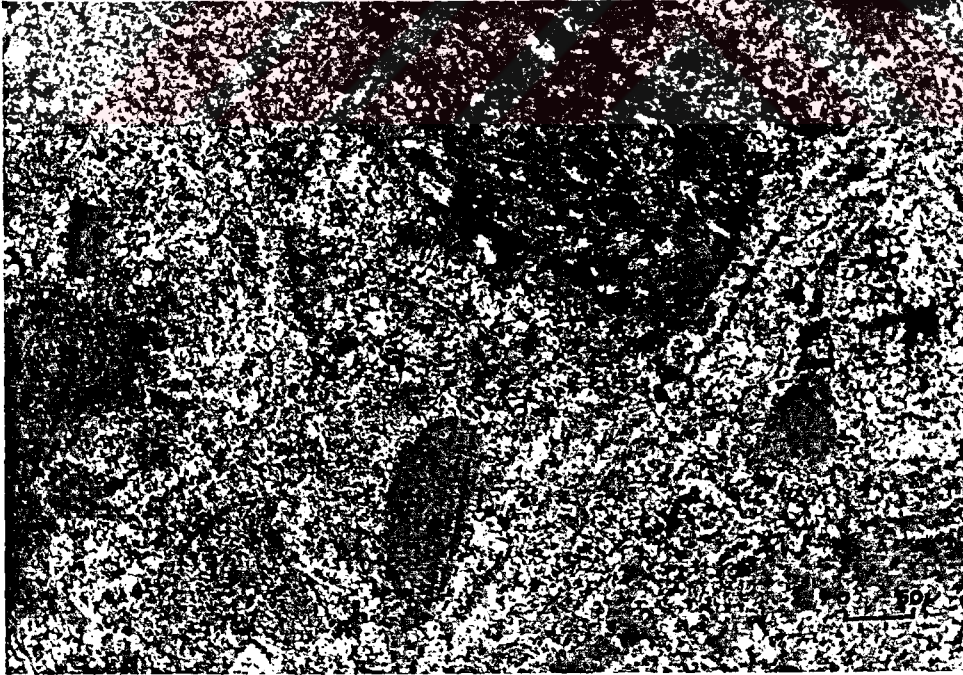


Foto.2: Kumlu çakıllı Biyosparit. Alındığı yer Gürgenağaç köyü doğusu. Berdiga formasyonu.

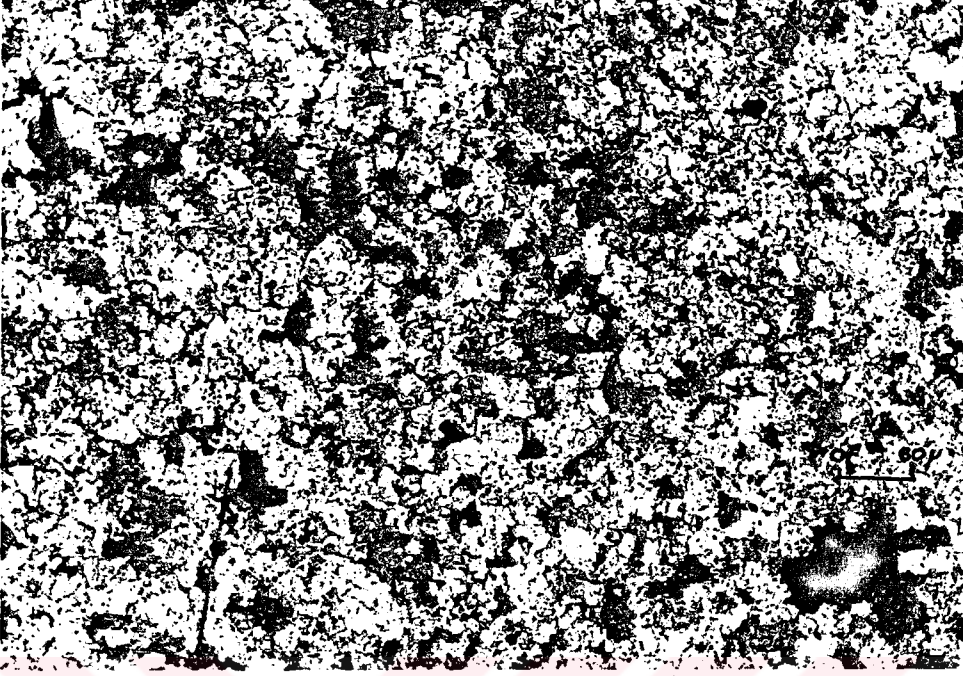


Foto.3: İnce taneli, sparitik çimentolu kristalize kireçtaşı .
Alındığı yer Gürgenağaç köyü civarı. Berdiga formasyonu.



Foto.4: Gürgenağaç köyü çevresinde, Berdiga formasyonuna ait
masif kireçtaşlarının görünümü.

2.2.2. Küçük Konak Formasyonu

Çalışma alanında Küçük Konak, Gürgenağaç ve Çeşmeler köyü çevresinde görülen bu formasyonun adı, en güzel görüldüğü yer olan Küçük Konak mahallesi gözönüne alınarak verilmiştir.

Küçük Konak Formasyonu, Tüffit ve andezit, bazalt piroklastik kayaç türlerinden oluşmuştur. Bu kayaçların içerisinde bloklar halinde malm yaşlı kireçtaşları görülmektedir.

Küçük Konak formasyonu ile bunun üzerine gelen Kozağaç formasyonu arasındaki sınır, volkanik ara katkının kesilmesi ile ve aglomera ve marn içermemesi ile belirlenir. Tüffitler içersindeki kireçtaşları ile tüffitlerin dokanağı arazinin örtülü olması nedeni ile izlenememiştir.

Tüffitler iyi katmanlama gösterirler, açık yeşil renkte görünüm sunarlar. Katman kalınlıkları 20 cm'den 75 cm'ye kadar değişmektedir. İnce kesit çalışmalarında tüffitlerin dasitik olduğu gözlenmiştir. Küçük Konak Formasyonu içinde bulunan kireçtaşı blokları bu formasyonun Berdiga Formasyonundan daha genç olduğunu göstermektedir. Formasyonun kalınlığı yaklaşık 600 m dir.

Küçük Konak formasyonundan alınan kayaç örneklerinden yapılan ince-kesitlerin incelenmesi:

Kayaç adı: Biyosparit (Folk, 1962), Pachestone (Dunham, 1959)

Bol bentik foraminiferli kireçtaşı. Biyojen olarak; Pseudotextulariella sp., Textularidae., Tracholina sp., echinid plakları, Brachiopod kavkı parçaları, Cyanophycean alg, Mesoendothyra?. İntraklast; yarı köşeli, kötü boylanmış mikritik, biyosparitik parçalar halinde %15-20. Çimento, sparit (yer yer mikrit). Ortam; sığ ve orta enerjili denizel. Yaş: Alt Kretase. Kayaçta az da olsa dolomitleşme görülüyor. (Foto:5,6)

Kayaç adı : Riyodasitik Tüffit

Kuvars parçalanmış taneler halinde görülmektedir ve yer yer yarı öz şekillidir. Plajioklas parçaları kuvarsa göre daha az parçalanmış halde görülüyor. Potasyum Feldispat yok, hamur aşırı derecede kloritlenmiş ve opaklaşmıştır. Ferromagnezyen mineraller parçalanarak, ayrışarak opak mineral haline dönüşmüştür. Bazı opak mineraller dört köşeli iri taneler hali dedir. İçinde yer yer volkanik kayaç parçaları vardır. Albit taneleri öz şekilli ve yarı öz şekilli halde görülüyor. Albit taneleri plajioklas tanelerine göre daha az miktarda bulunuyorlar. (Foto-7)

Kayaç adı: Dasitik tüffit

Bol miktarda parçalanmış kuvars ve feldispat parçalarından oluşmuştur. Plajioklaslar üzerinde epidot odacıkları gelişmiştir. Plajioklas bileşimi andezin olarak saptanmıştır. %35 Anortit plajioklaslar yarı öz şekilli albit bileşimindedir. (Foto:8,9). Dasitik tüffit katmanları (Foto 10)'da görülmektedir.

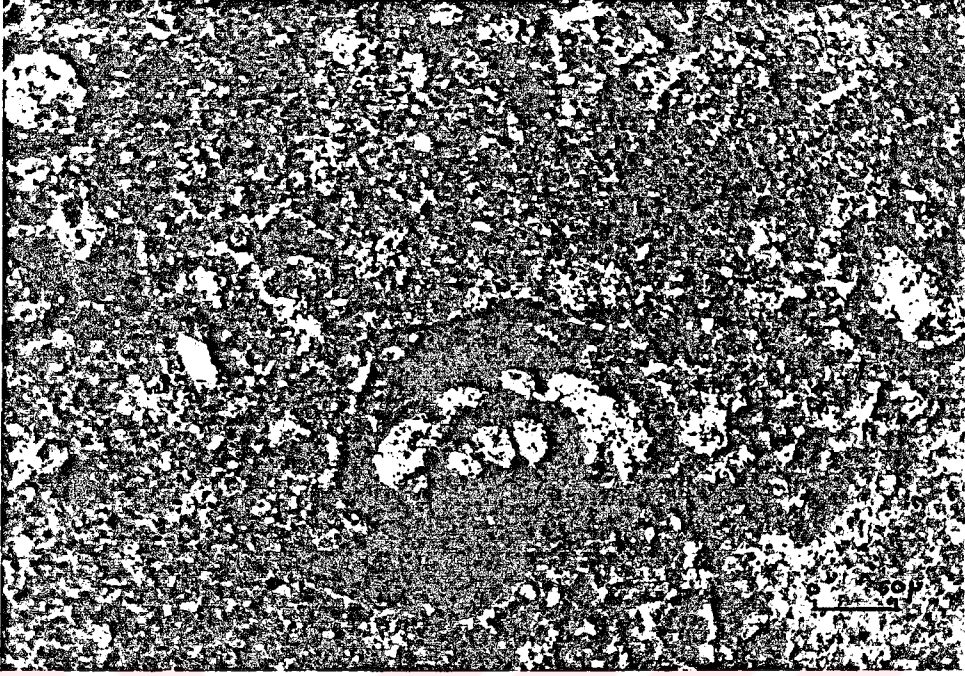


Foto.5: Biosparit içerisinde foraminiferlerin görünümü. Alındığı yer Küçük Konak köyü kuzeyi. Küçük Konak formasyonu.

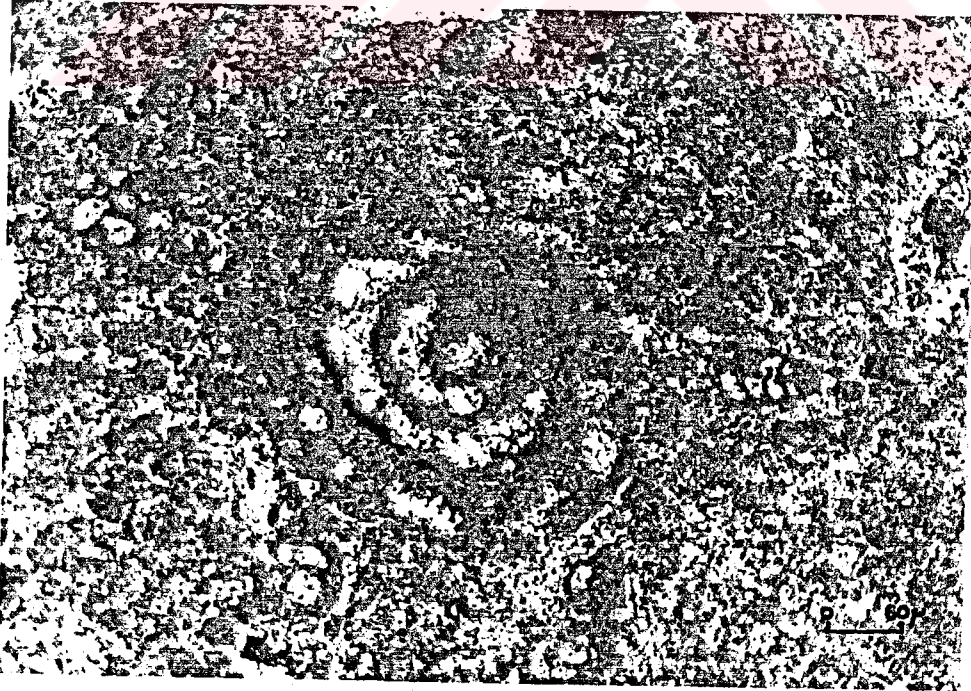


Foto.6: Biosparit içerisinde textularidae'nin görünümü. Alındığı yer Küçük Konak köyü kuzeyi. Küçük Konak formasyonu.

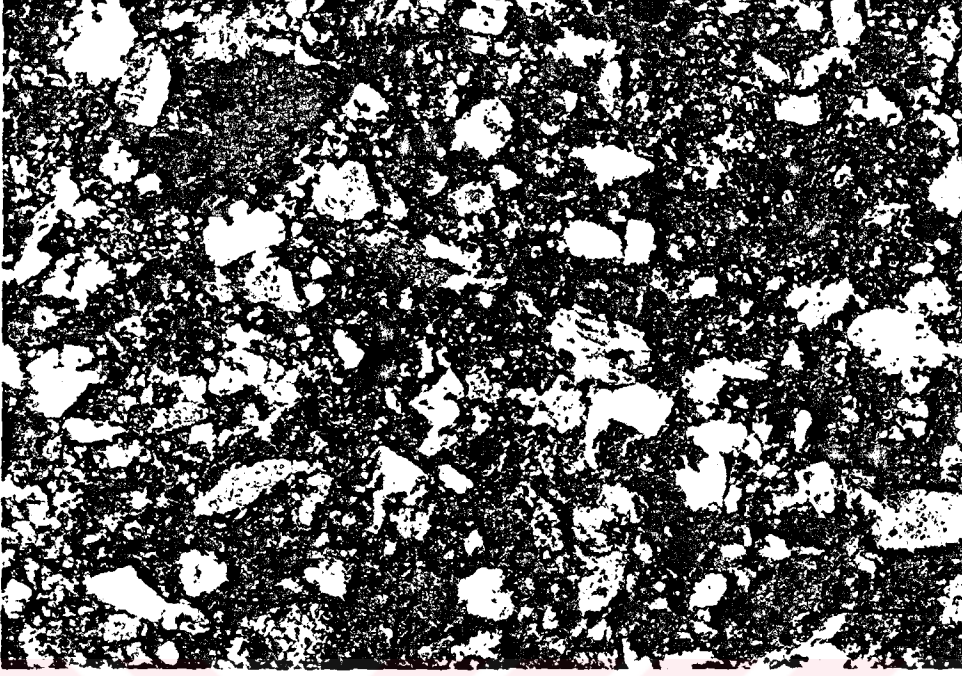


Foto.7: Riyodasitik Tüffit içindeki kuvarsların görünüşü. Alındığı yer Çeşmeler köyü güneyi. Küçük Konak formasyonu.



Foto.8: Dasitik tüffit'in içindeki plajoklasların ve kuvarsların görünüşü. Alındığı yer su kenarı mahallesi. Küçük Konak formasyonu.

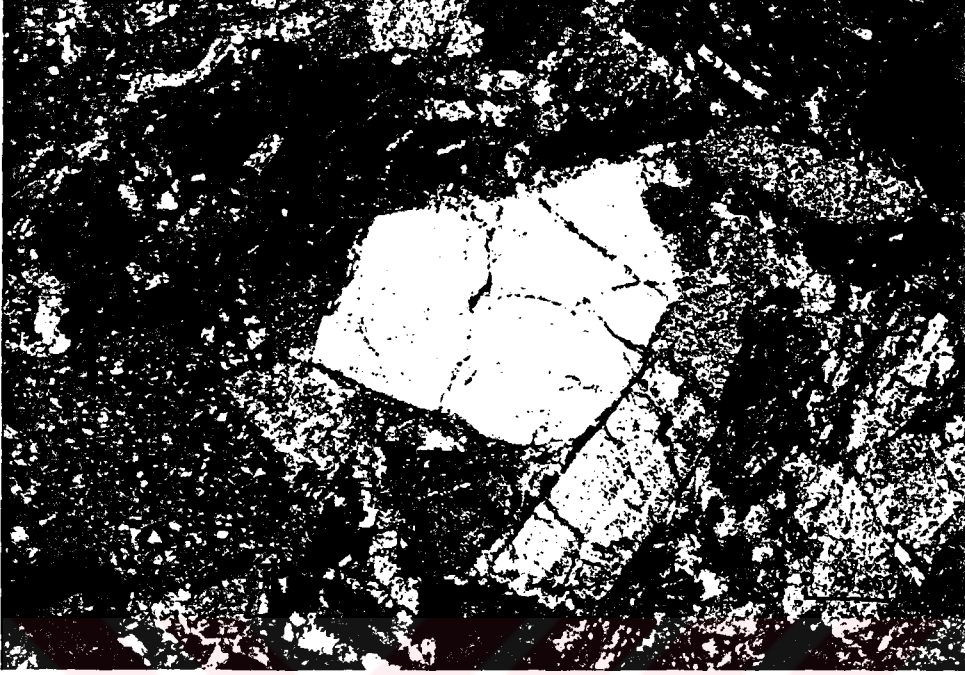


Foto.9: Dasitik tuffitin görünüşü. Alındığı yer Su kenarı mahallesi.
Küçük konak Formasyonu.



Foto.10: Dereiçi mahallesinde Küçük Konak Formasyonu, dasitik
tuffit katmanlarının görünüşü.

2.2.3. Kozağaç Formasyonu

En iyi Kozağaç mahallesinde yüzeyleme verdiğiinden, Kozağaç formasyonu adı verilmiştir.

Formasyon, çalışma alanında Maçka'dan başlayarak Kara mahalleye doğru uzanmaktadır. Formasyon, Aglomera-Tüffit-Marn birimlerini içerir. Kozağaç formasyonu Alt Kretase yaşlı Küçük Konak formasyonuna ait, Tüffit (kireç-taşı bloklu) birimi üzerine uyumlu olarak gelir, daha genç yaştaki andezitler ile kesilir. Kozağaç formasyonu üzerine uyumlu olarak Hamsiköy formasyonu gelir.

Kozağaç formasyonu aglomeralar ile başlar, tüffit ve marn ile ardışıklı olarak istiflenir. Aglomeraların içerdiği çakıllar andezit, bazalt gibi volkanik kayalardan oluşur. Aglomera elemanları iri blok ve çakıl boyutunda olup, yuvarlak ve köşeli şekillidir. Çakıl boyları 5-10 cm arasında değişir. Aglomera içinde iri bloklar izlenmiştir, boyları 50-150 cm arasında değişir.

Kozağaç formasyonu, bazaltik ve andezitik volkanitler ve bunların piroklastiklerini de içerirler.

Aglomeralar çatlaklı bir yapıya sahiptir. Çatlaklar kil dolguludur. Çatlak açıklıkları 0.2-0.8 mm arasında, çatlak ara uzaklıkları ise 0.5-2 m arasında değişmektedir. Aglomeralar genellikle koyu gri renktedirler. Aglomeralar üzerine tüffitler gelir. Aglomeralarla tüffitler göreceli geçişlidirler. Tüffitler üzerine 0.5-1,5 m kalınlığı olan sarımsı gri renkli mam seviyesi gelir.

Tüffitler, arazide açık yeşil, gri ve sarımsı renklerde görünürler. Tüffitler çok iyi tabakalanma gösterirler. Çalışma alanında iyi katmanlanma gösteren tüffitlerin incekesitlerinden dasitik karakterde olduğu anlaşılmıştır. Kozağaç formasyonunun kalınlığı yaklaşık 650 m dir. Aglomeralar içinde tüffit katmanlarının görünümü, (Foto:13). Çok iyi katmanlanma gösteren andezitik tüffitlerin görünümü, (Foto:14).

Kozağaç formasyonuna ait kayalardan yapılan incekesitlerin mikroskop çalışmaları aşağıda gösterilmiştir.

Kayaç adı: Dasitik tüffit

Bol miktarda, kuvars, feldispat ve asitik kayaç parçası bulundurulur. Kuvarslar yer yer öz şekillidir ve çoğunlukla ezilmiş, parçalanmış durumda görülürler, yer yer dalgalı sönme gösterirler. Feldspatlar kuvarsa göre daha az bulunur. Plajioklaslar çok daha az miktarda görülürler. Plajioklaslar çoğunlukla ayrılmıştır. Plajioklaslar %25 Anortit bileşiminde (An₂₅) oligoklas olarak tayin edilmiştir. (Foto:11)

Kayaç Adı : Adezitik tüffit

Bol miktarda plajioklas görülüp, plajioklaslar ayrılmıştır. Ayrıca bol miktarda ayrılmış ferromagnezyen mineraller izlenmektedir. (Foto:12)

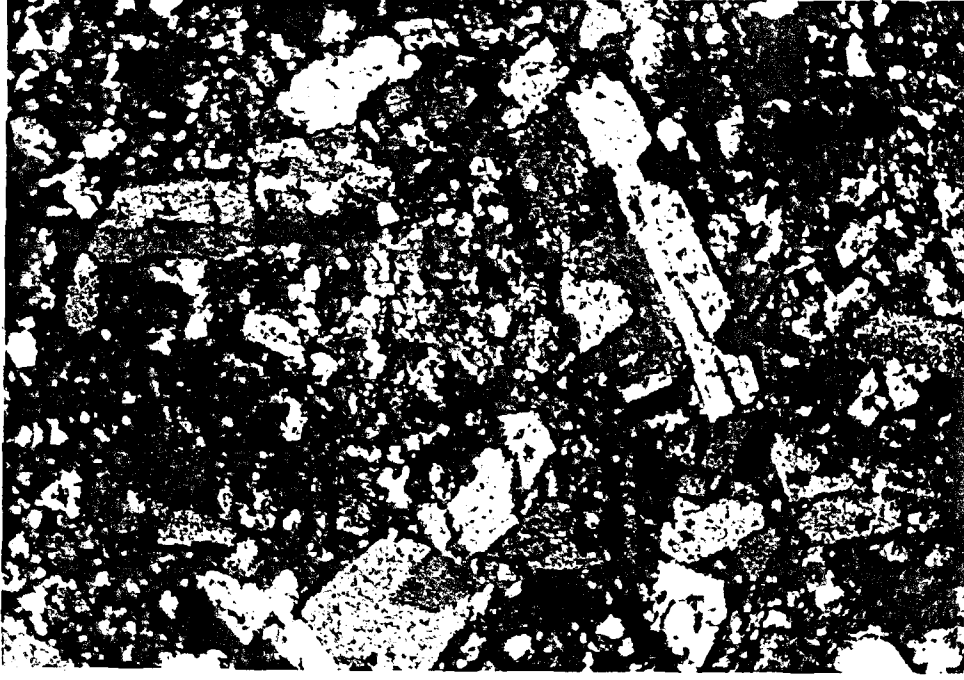


Foto 11: Dasitik tüffit içersindeki plojioklasların görünümü.
Alındığı yer, Ortamahalle Kozagaç formasyonu.

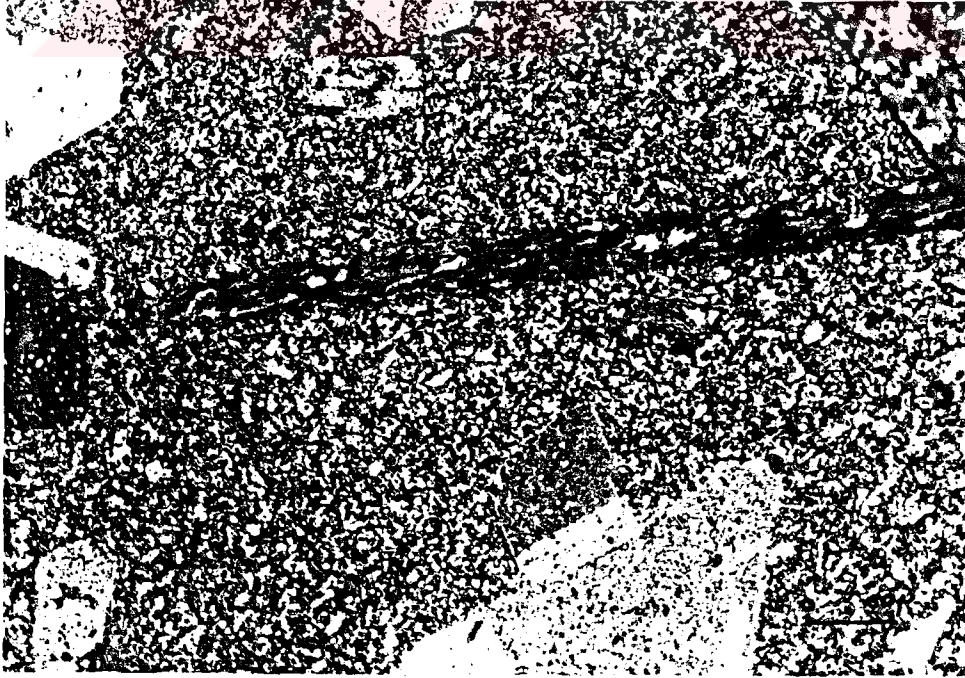


Foto 12: Andezitik tüffit içersindeki ayrışmış plajioklaslar.
Alındığı yer Çeşmeler köyü. Kozagaç formasyonu.



Foto 13: Aglomeralar içindeki tüffit katmanlarının görünüşü. Kozağaç mahallesi. Kozağaç formasyonu.

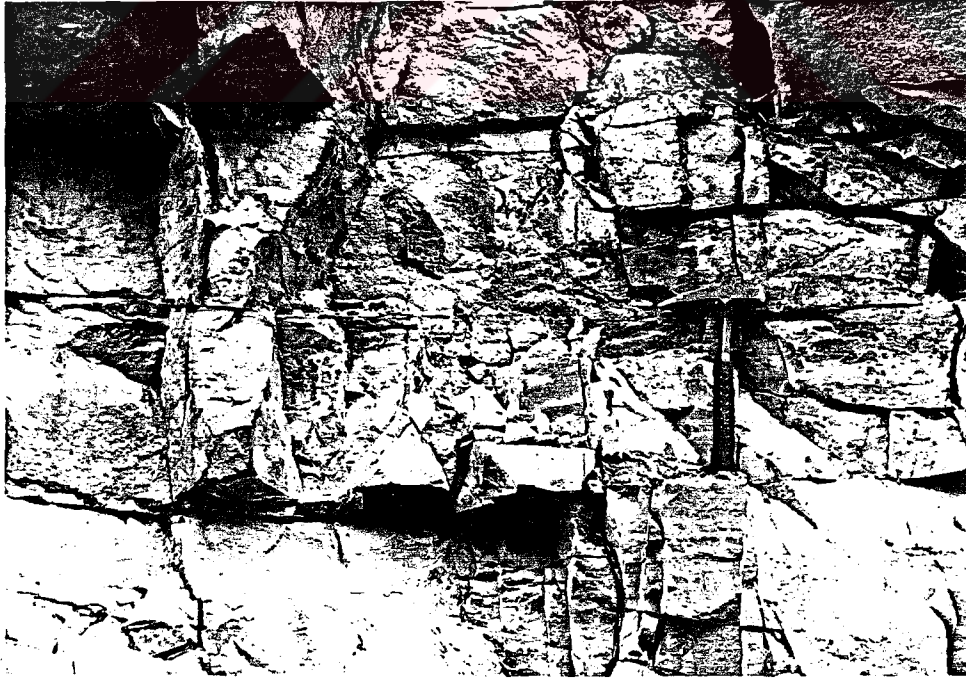


Foto 14: Andezitik tüffit katmanlarının görünüşü. Çatak Mahallesi'nin güneyi. Kozağaç formasyonu.

2.2.4. Dikkaya Dasiti

Çalışma alanımızda, Kınalı köprü mahallesi ve köprüyanı mahallelerinde görülür. Birim litolojik olarak dasitlerden oluşmaktadır. Yüzeyle parçalar halinde irili ufaklı bloklar halinde görülür. Mikroskopik olarak incelendiklerinde yemiş kuvars taneleri içerdikleri gözlenmiştir. Dasitler otomorf pirit kristalleri içerir. Üst Kretase yaşlı birimleri kesmesi nedeniyle formasyonun yaşı üst Kretase veya daha genç olarak kabul edilebilir.

Dikkaya Dasitinden alınan kayaç örneklerinin incekesit çalışmalarından aşağıdaki özellikler saptanmıştır.

Kayaç adı: Porforik Dasit

Mikroclitik Porfirik dokulu. Az miktarda kuvars porfirlerine karşın bol miktarda feldspat (sanidin) porfiloblastları içerir. Kuvarslar çoğunlukla öz şekillidir. Feldspat (sanidin) öz şekilli ve yarı öz şekillidir. Plajioklaslar çoğunlukla yarı öz şekilli porfiloblastları oluşturur. (Foto:15).

Kayaç adı : Dasit Porfir

Mikrogranü porfirik dokulu. Bol miktarda iri kuvars ve plajioklas kristalleri vardır. Mikrogranü taneleri içinde hamurda yüzerler. Kuvarslar hamur tarafından yenmiştir. Kuvars fenokristalleri iri taneler halinde bulunur. Plajioklaslar yer yer killeşmiş oligoklas (An_{35}) bileşimindedir. Ferromağnezyen mineraller kloritleşmiş olduğundan tanınmayacak derecede ayrılmıştır. (Foto:16)

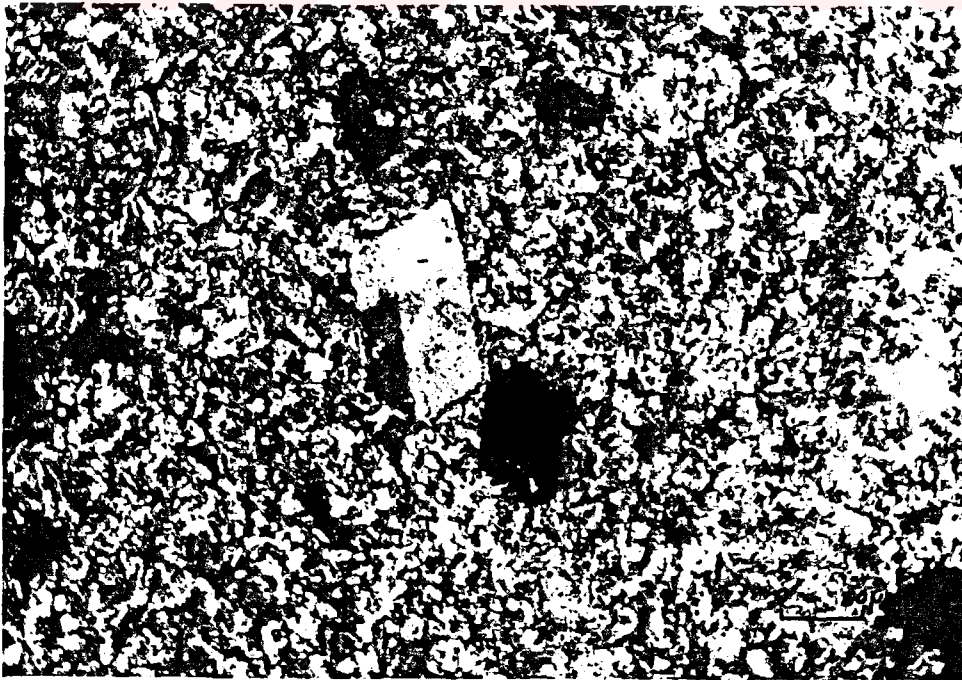


Foto 15: Porforik Dasit içindeki plajioklasların görünümü.
Alındığı yer Köprü yanı mah. Dikkaya Dasitine ait.



Foto 16: Dasit Porfir içersindeki yenmiş kuvarslar .
Alındığı yer Köprüyanı mah. Dikkaya
Dasitine ait.

2.2.5. Hamsiköy Formasyonu

Çalışma alanında Ocaklı mahallesi ve çevresinde tüffit-marn ve kırmızı renkli killi kireçtaşlarının oluşturduğu kayaç topluluğu görülmektedir. Aynı bölgede, Hamsiköy yöresinde araştırma yapan Taslı (1984) benzer kayaç topluluğuna Hamsiköy formasyonu ismini vermiştir. Bu nedenle çalışma alanındaki kayaçlar aynı formasyon adı altında toplanmıştır.

Formasyon Maçka'dan Çatak'ın kuzey batısına doğru uzanır.

Arazide, killi kireçtaşları kırmızı, marnlar sarı-açık yeşil, tüffit yeşil renkte görünürler.

Hamsiköy formasyonu, Kozağaç formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Formasyon kırmızı renkli kireçtaşları ile başlar, marn ara tabakalı tüffitler ile üste doğru sıralanır. Kırmızı renkli kireçtaşları, renklerinin demiroksit (Fe_2O_3)'den dolayı kırmızımsı olması ile Doğu Pontidler'de kolayca tanınırlar.

Üst Kretase (Kampaniyen-Meastrichtiyen) yaşında olan kırmızı renkli kireçtaşları Doğu Pontid'lerin klavuz seviyesi olması nedeni ile önemlidir. Kırmızı renkli kireçtaşı çok kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Çatlaklar kalsitle dolmuştur. Makro fosil içermemektedir. Hamsiköy formasyonunun kalınlığı yaklaşık 300 m dir.

Hamsiköy formasyonu'na ait ince kesit çalışmaları sonucunda aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir.

Biyojen : Globotruncana Sp. %20-25 ve diğer Planktonik foraminiferler. Matriks: Mikrit (killi). Organizmalar belli seviyelerde yoğunlaştığı için laminalanma gösteriyor. Ender olarak triaxou (üçlü) sünger spikülleride gözleniyor. Bunlar tamamen kalsitleşmiş. Ortam; Derin deniz. Yaş üst Kretase. (Foto:17)

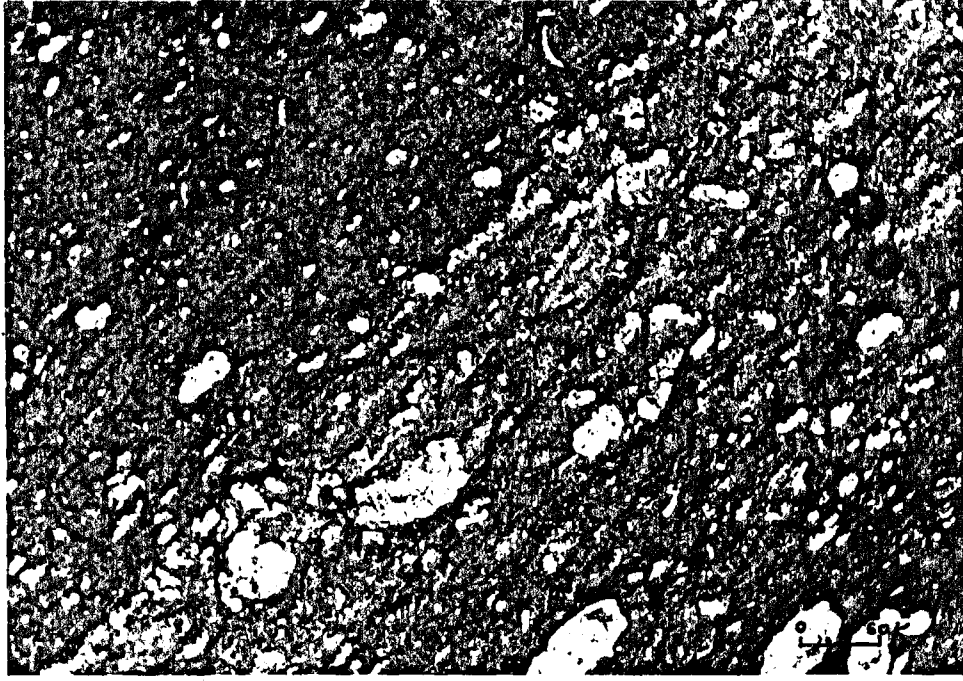


Foto.17: Hamsiköy formasyonunda, kırmızı renkli kireçtaşları içindeki Globotruncana'ların görünüşü.



Foto.18: Çatak mahallesi kuzeyi. Hamsiköy formasyonunda, tuffit-marl ardalanması.

2.2.6. Çatak Andeziti

Çalışma alanında, Çatak güneyi ve Mollaismailli mahallelerinde yüzeylenmektedir. Arazide gri renkli olarak görülürler. Çatak andezitine çalışma alanımızda Alt Kretase yaşlı birimleri kestiğinden Tersiyer yaşı verilmiştir.

Arazide andezitler, bol çatlaklı olarak görünürler. Çatlak ara uzaklıkları 15-90 cm arasında çatlak açıklıkları 0.5-2 cm arasında değişmektedir. Çalışma alanımızdaki andezitler sert ve sağlamdır. Çatlakları genelde dolgusuz yer yerde kil dolguludur.

Çatak Andezitinden alınan kayaç örneklerinden yapılan ince kesitlerin incelenmesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Kayaç adı: Spilitik Andezit

Mikrolitik porfirik dokulu olup iri plajioklas taneleri içerirler. Plajioklas ve epidotlardan oluşmuştur. Plajioklaslar bol miktarda iri kristaller halinde görülüyor. Kayaçta hakim minerali oluştururlar. Plajioklaslar Spilitleşmiştir. Plajioklaslar üzerinde epidotlar gelişmiştir. Ferrromağnezyen mineraller çoğun ayrışarak klorite dönüşmüştür. Epidotlar bol miktarda albitleşmiştir. Epidot taneleri kesitte küçük dağılımlar göstermektedir. (Foto:19)



Foto.19: Spilitik Andezit içinde, plajioklas ve epidotların görünüşü.

2.2.7. Yamaç Molozu

Yamaç molozu, çalışma alanında pek çok yerde gözlenmesine karşın haritaya geçirilebilecek büyüklükte yüzeylemeler gözlenmemiştir. Özellikle yol kenarlarında görülmüştür. Yamaç molozunun kum ve değişik boyutlarda 1-3 cm'den 10-15 cm'ye değişmektedir. Çakıllar tüffit, marn, dasit ve andezit çakıllarıdır.

2.2.8. Alüvyon

Çalışma alanımızın en önemli akarsuyu Değirmendere ve buna bağlı kollarıdır. Bu akarsu ve kolları dar vadilerden aktıklarından alüvyon yüzeylemeleri azdır. Çalışma alanımızda eğimin azaldığı yer olan Çatak-Maçka arasında yer yer alüvyon yüzeylemeleri görülmüştür. Enerjisi yüksek olan su, kırıntı ve parçaları dere yatağında biriktirmeden götürmektedir.

Çalışma alanımızdaki alüvyonlar iri kum ve çakıllardan oluşmuştur. Çakıllar andezitik tüffit, dasit, marn bileşimindedir. Boyutları 1-3 cm'den 10-15 cm'ye değişen çakıllar ve bloklar halinde de görülmektedir.

2.3. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanı, Doğu Pontid'lerin kuzey zonu'nda bulunmaktadır. Çalışma alanında görülen yapısal özellikler şunlardır.

2.3.1. Tabakalar

Çalışma alanında, Dasitik tüffit, marn ve kırmızı kireçtaşları tabakalı yapı göstermektedirler. Berdiga formasyonu adı altında verilen kireçtaşları genellikle masif bir yapı sunar, ancak yer yer çok kalın tabakalanma da izlenir.

Çalışma alanımızdaki, Küçük Konak, Kozağaç ve Hamsiköy Formasyonuna ait tabakalardan alınan 268 tabaka ölçüsüne ait tabaka kontur diyagramı hazırlanmıştır, (Şekil-4). Bu kontur diyagramına göre çalışma alanındaki kayalar kıvrımlı bir yapıya sahiptirler. Arazi gözlemlerine göre kıvrım bir antiklinaldir. Kıvrım ekseninin yönlem ve dalımı 022/18 dir (Şekil-5). Tabaka eğim dereceleri 0-60 arasında değişmektedir.

2.3.2. Çatlaklar

Çalışma alanındaki etkin bir tektonizma nedeniyle, kayalar bol çatlaklı bir yapıya sahiptir. Çalışma alanındaki, dasit, andezit, tüffit, marn, masif kireçtaşı, kırmızı kireçtaşı ve aglomeralar içindeki marn ve tüffitlerden alınan toplam 566 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı hazırlanmıştır (Şekil-6).

Bu diyagrama göre çalışma alanındaki kayalarda deformasyonu oluşturan basınç kuvvetinin etkime yönü K35D dur (Şekil-7).

Çatlakların şev duraylılığına olan etkileri "şevler" bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

2.3.3. Faylar

Doğu Pontidler'de etkin tektonik hareketlerin varlığı bilinmektedir. Çalışma alanımızda arazinin örtülü olması nedeniyle faylar tam olarak tesbit edilememiştir. Tesbit edilen faylar da küçük ölçektedir. Kozağaç mahallesinde ve Yukarı köy mahallesinin batısında aynı birim içersinde küçük ölçekte faylar gözlenmiştir. Çalışma alanımızda olası olarak gözlenebilen en büyük fay Berdiga formasyonu ile Küçük Konak formasyonu arasındaki dokanağı belirleyen faylardır. Bu faylar düşeydir. Yükselen blok kireçtaşı, düşen blok tüffitlerdir. Tüffitler içersindeki kireçtaşları da faylı dokanaklıdır.

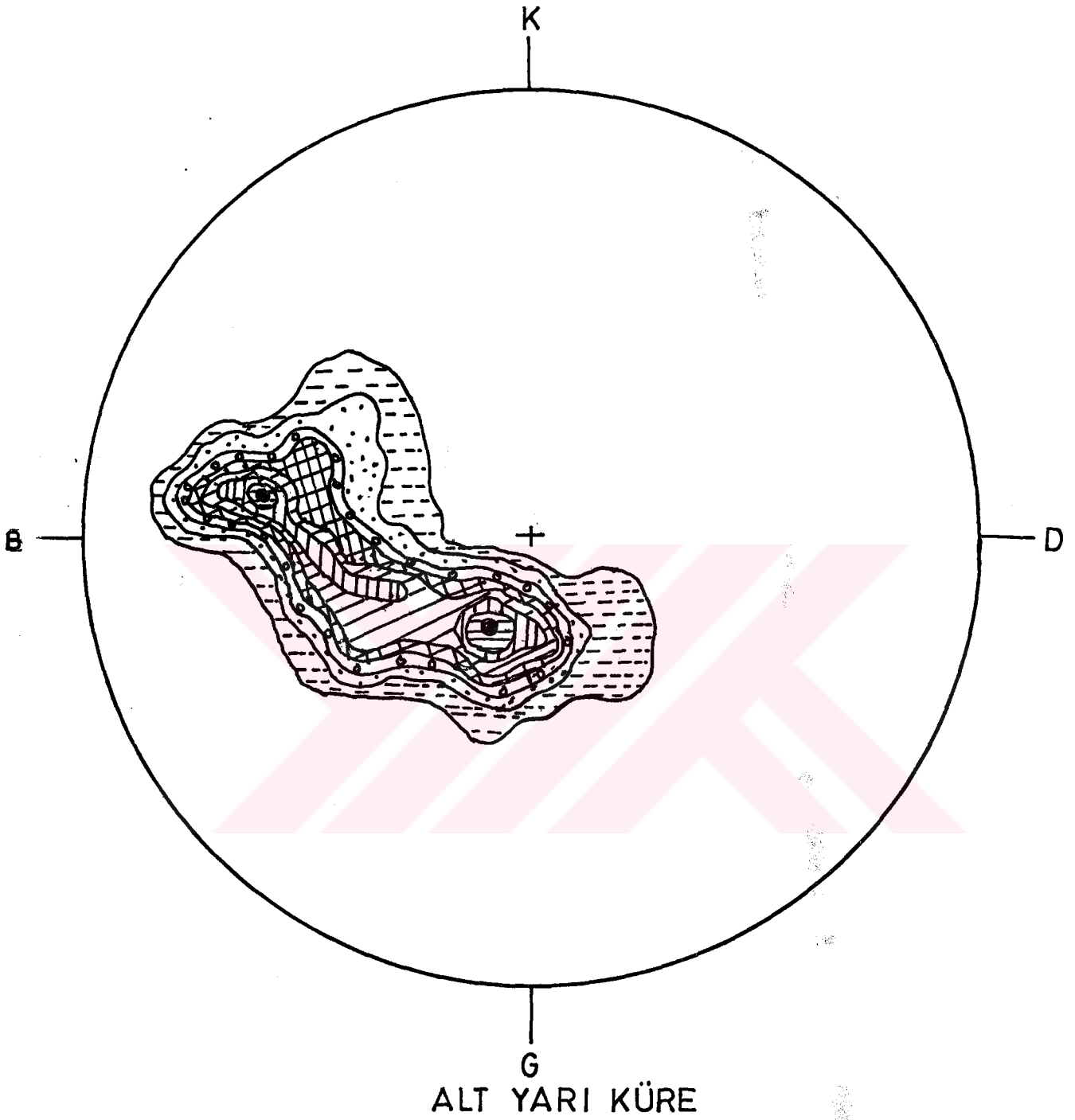
2.4. Ekonomik Jeoloji

Çalışma alanında en önemli maden yatağı "Bulunmuş" adlı manganez madenidir. Bu maden çatak mahallesinin 1 km kuzeybatısında, 850 m kotunda üst Kretase yaşlı kırmızı renkli biyomikritik kireçtaşları arasında tabakalanmaya uygun olarak yataklanmıştır. Tabakaların eğimi 20° - 35° kuzeydoğuya doğrudur.

Ocaklı manganez zuhuru 1954 ve 1955 yıllarında işletilmiştir. Yaklaşık 2 m eninde 2 m yükseklikte açılmış galeride yapılan gözlemlere dayanarak buradan 600 ton kadar cevherin çıkarıldığı tahmin edilebilir. Çıkarılan cevherlerin bir bölümü galeri önünde pasa içinde dağınık halde bulunmaktadır. Gedikoğlu (1985).

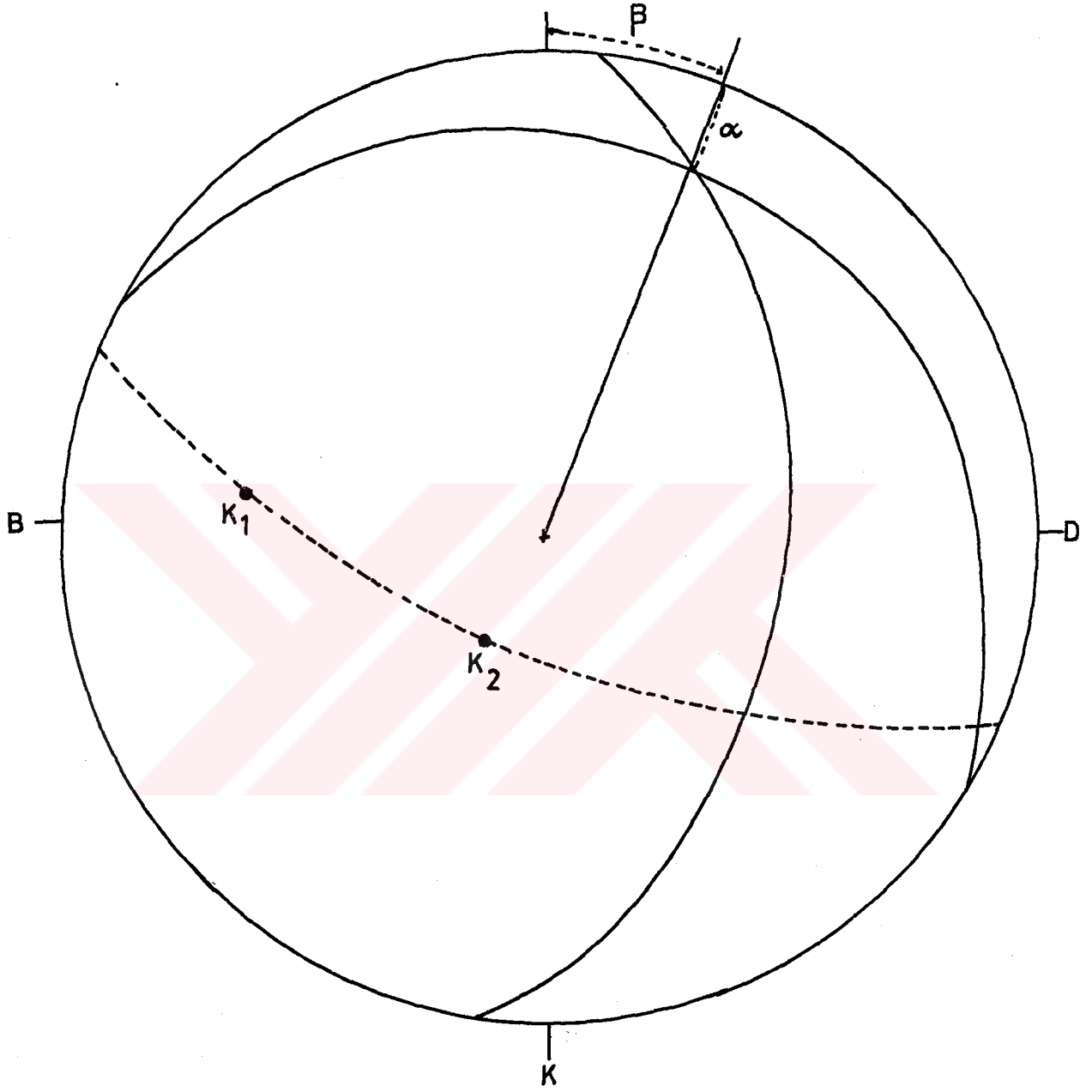
Maden'de dört tane galeri vardır. Galerilerden ikisi 235 m uzunlukta ve tüffitler, diğer ikisi daha küçük boyutlarda olup kırmızı renkli kireçtaşları içindedir. Volkanizmaya bağlı hidrotermal kökenli yatak, mercek şeklinde yataklanmıştır.

Çalışma alanındaki volkanik kayalardan, dasit ve andezitten liman inşasında kullanılmak üzere yararlanılmaktadır. Kireçtaşlarından ise yol yapımı amacıyla yararlanılmaktadır.



%	>40	40-35	35-30	30-25	25-20	20-15	15-10	10-5	5-1
İŞARETLER									

Şekil-4: Tüffit-marm -kırmızı kireçtaşlarından alınan 268 tabaka ölçüsüne ait tabaka kontur diyagramı.

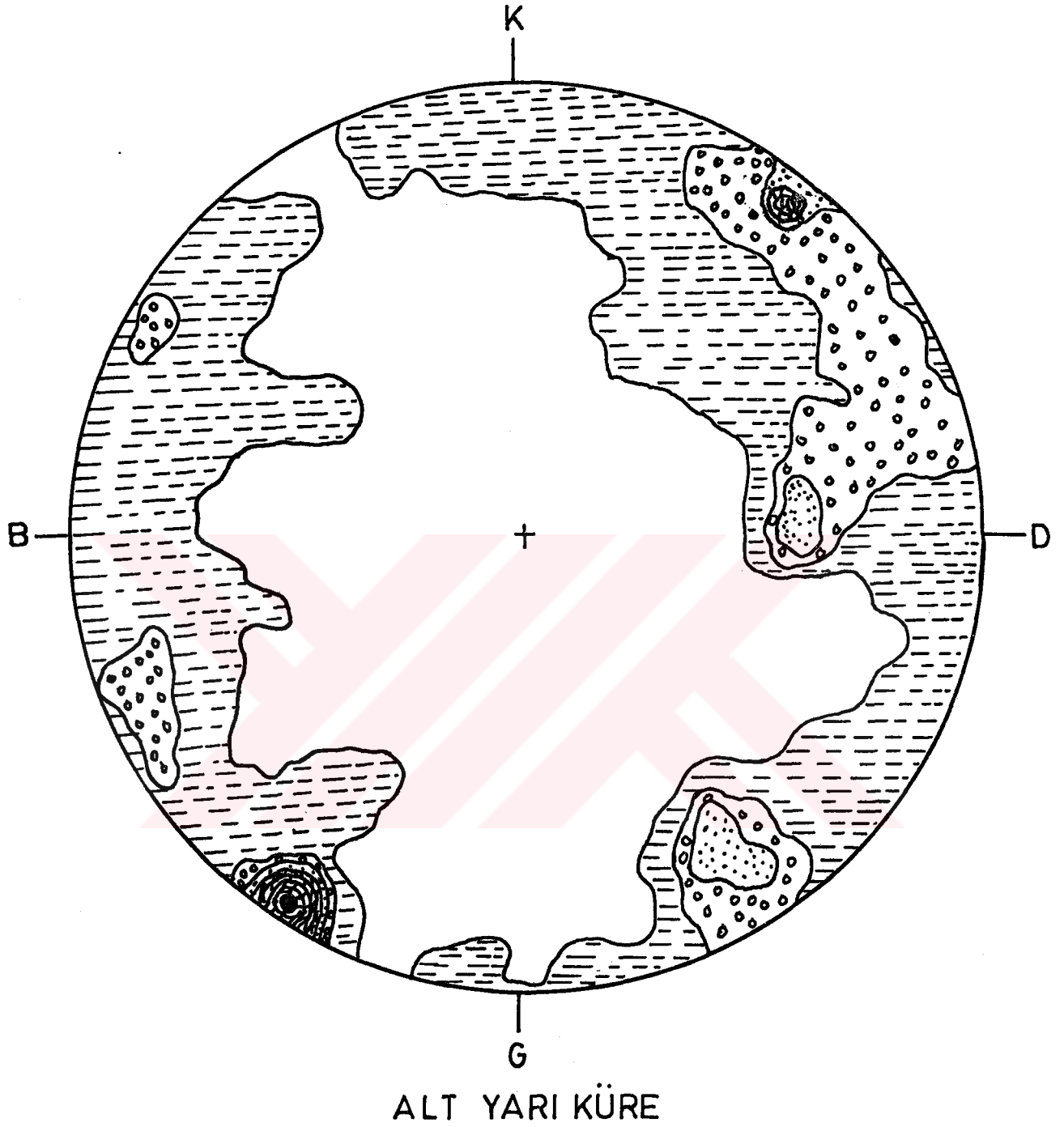


Kıvrım ekseninin yönlem ve dalımı = 022/18

β = Kıvrım ekseninin yönlemi

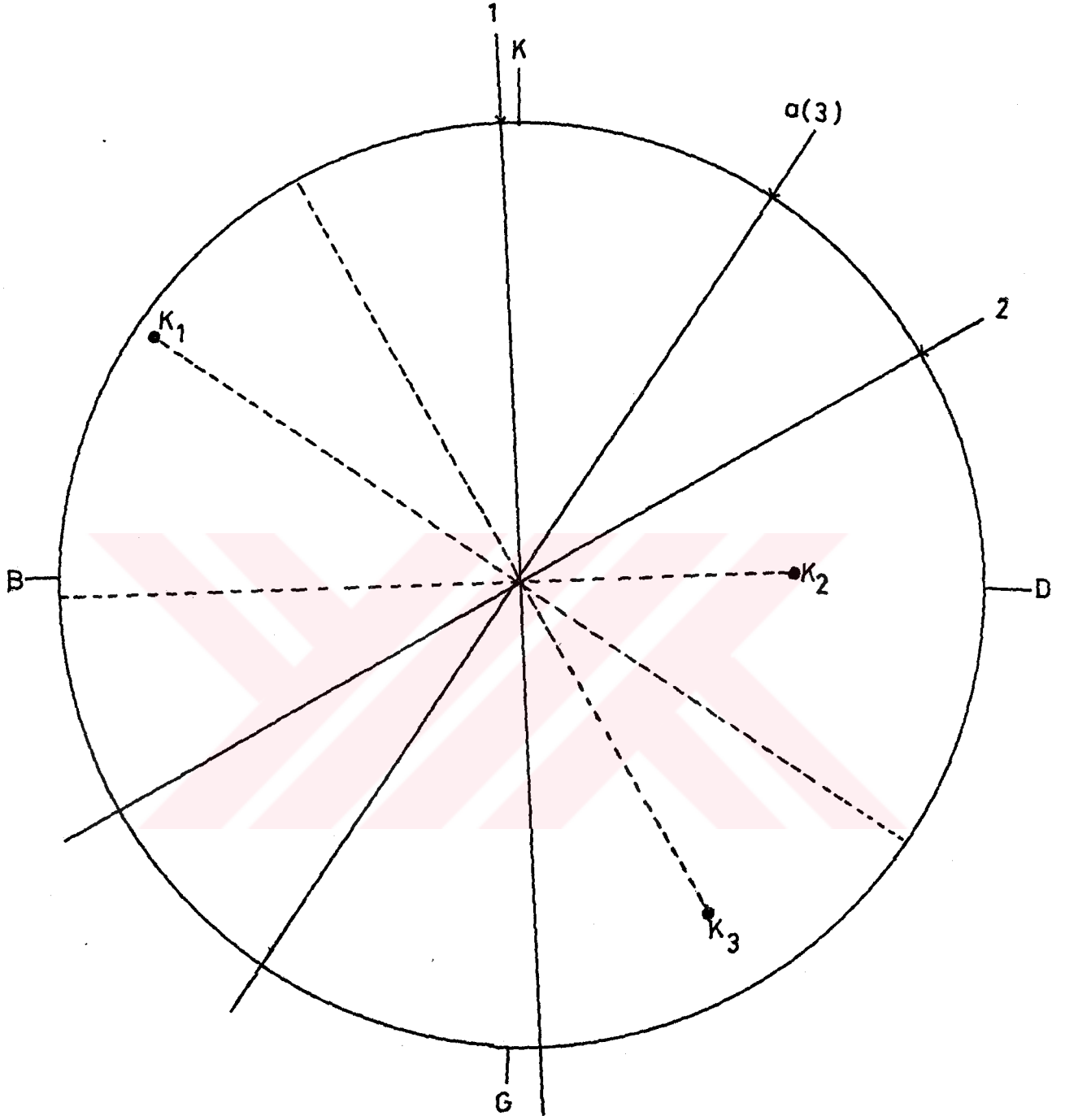
α = Kıvrım ekseninin dalımı

Şekil-5: Tuffit-marm ve kırmızı kireçtaşlarından alınan 268 tabaka ölçüsüne ait tabaka kontur diyagramının yorumu.



%	>37	37-32	32-27	27-22	22-17	17-12	12-7	7-2	2-0
İŞARETLER									

Şekil-6: Tüm birimlerden alınan 566 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



a = Deformasyonu doğuran basınç kuvvetinin yönü : K 35 D
1,2,3 = Çatlak ana yönleri

Şekil-7: Tüm birimlere ait çatlak kontur diyagramının yorumu.

BÖLÜM 3

MAÇKA-GÜRGENAĞAÇ ARASINDAKİ YOL ŞEVLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

3.1.Giriş

Kaya şevlerinin duraylılığına etki eden faktörler, kayaçların içerdiği süreksizlikler (faylar, kırıklar, çatlak, fissür, tabaka, v.s.), süreksizlik yüzeylerinin kohezyonu (c), içsel sürtünme açısı (θ), pürüzlülüğü, çatlakların dolgu türü, kayaçların litolojik özellikleri, yeraltı ve yerüstü su durumu, şevlerin yükseklik ve eğimleridir. Bu faktörler laboratuvar ve arazi çalışmaları ile saptanır.

Doğada, kayaçların litolojik ve yapısal özelliklerine bağlı olarak değişen tipte kitle hareketleri oluşmaktadır. Bu kitle hareketlerini şöyle sıralayabiliriz; Çok çatlaklı ezilmiş kaya ve zeminlerde oluşan dairesel kayma, kesişen iki süreksizliğin oluşturduğu kaya kamalarının bu düzlemlerin arakesitine bağlı olarak kaymaları sonucu meydana gelen kamasal kayma, süreksizliklerin dik ve dike yakın olması halinde kaya düşmesi ve devrilmeleri ve hareket yüzeyi bir düzlem olan düzlemsel kaymadır.

3.2. Yol Güzergahındaki Kayaçların Jeolojisi

Yeni yol Maçka'dan başlayarak çatak mahallesine kadar eski yola paralel olarak uzanmaktadır ve buradan 40 m'lik kot farkıyla aşağıdan değirmendere vadisini izleyerek Zigana Tüneline ulaşmaktadır. Çalışma alanımızda bulunan yol, 3 formasyondan geçmektedir. Maçka'dan Kozağaç mahallesine kadar, birimleri Aglomera-Tüffit-Marn olan Kozağaç formasyonundan, Kozağaç Mahallesinden çatak mahallesi güneyine kadar, birimleri Tüffit ve marnlardan oluşan Hamsiköy formasyonundan, Çeşmeler mahallesi güneyinden başlayarak Gürgenağaç mahallesine kadar birimi tüffit olan Küçük Konak Formasyonundan geçmektedir. Tüffitler tabakalı bir yapıdadır. Tabaka kalınlıkları 20-90 cm arasında değişmektedir. Çatlak ar uzaklıkları 10-150 cm, çatlak açıklıkları 0.5-4 cm arasında değişmektedir.

Tüffitler dasitik karakterdedir. Yol güzergahındaki tüffitlerde, yüzeysel suların etkisi ile yer yer ayrılmış alanlar gözlenmiştir. Marnlar tabakalı ve yüzeysel suların etkisiyle oldukça fazla ayrılmışlardır. Parçalanmış ve ufalanmışlardır. Aglomeralar içinde tüffit ve marn tabakalanmaları gözlenmiştir. Boyutları 10-50 cm arasında değişen, andezitik-dasitik çakıl ve bloklar içermektedir. Yol güzergahındaki kayalar tektonizmanın etkisiyle çatlaklı yapıya sahiptir.

Yol güzergahındaki kayalar fizikomekanik özellikleri gözönüne alınarak değişik açılardan sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamalar aşağıda gösterilmiştir:

3.2.1. Kaya kalitesi özelliği (Rock Quality Designation) RQD

Süreksizlikler, kayaların fiziksel, mekanik ve elastik özelliklerini etkilerler. Karot yüzdesinin değiştirilmiş bir şekli olan kaya kalitesi özelliği (RQD) aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$RQD = 100 \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{L}$$

Burada; $X_i = 10$ cm'ye eşit ve 10 cm'den büyük karotların toplam uzunluğu (m)

$L =$ Karot alınan sondajın boyu (m)

RQD, karotlu sondajlarla saptanabileceği gibi kaya yüzeylenmelerinden de saptanabilir.

Bir m³ kayaç bloğunun içerdiği çatlak sayısından yararlanarak Polmström (1944), aşağıdaki formülle ifade edilen RQD'nin yaklaşık değerini vermiştir.

$$RQD = 115 - 3.3J_v$$

Burada; J_v : 1m³ kaya bloğundaki çatlak sayısı ($J_v=4,5$ ise $RQD=100$ alınır).

Priest ve Hudson (1976), bir metre küpteki çatlak sayısı yerine, birim uzunluktaki (1m) bir doğru boyunca saptanan süreksizlik sayısının göz önüne alarak aşağıdaki bağıntıyı vermişlerdir.

$$RQD = 100 e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1)$$

Burada λ : Bir metredeki ortalama çatlak sayısıdır.

Arazide yaptığımız ölçümlerde bir metredeki ortalama çatlak sayısı ise 5 ile 20 arasında değişmekte olup, Teorik RQD değeri %50-70 arasında değişmektedir. Çalışma alanımızda, Karayolları 10.Bölge Müdürlüğü tarafından 1983 yılında, Maçka-Gürgenagaç (Trabzon) arasında açılan köprü temel sondajı verilerine göre RQD ve karot yüzdeleri şöyledir;

Ortalama RQD=%45

Karot yüzdesi (cr):%65

Deere (1963) tarafından verilen sınıflamaya göre, çalışma alanımızdaki kayaçların "orta kaliteli kaya" sınıfında yer aldığı saptanmıştır.

3.2.2. Süreksizlikler

3.2.2.1. Çatlak Ara Uzaklığı

Bir çatlak takımında, iki çatlak arasındaki dik uzaklık olarak tanımlanan çatlak ara uzaklıkları şev yüzeylerinde ölçülmüştür. Şevlerden alınan değerlere göre, yol güzergahındaki kayaçların çatlak ara uzaklıkları 30-100 cm arasında değişmektedir. Deere (1963) tarafından saha gözlemlerine dayanarak verilen sınıflamaya göre, yol güzergahındaki kayaçlar "Orta sık çatlaklı" kaya sınıfına girmektedir.

3.2.2.2. Çatlak Açıklıkları ve Dolguları

Kayaçların mühendislik özelliklerini etkileyen parametrelerden biri de çatlak açıklıkları ve bunların dolgulu yada dolgusuz oluşudur.

Aynı çatlağın iki duvarı arasındaki dik uzaklık olarak tanımlanan çatlak açıklığı, şevlerde yapılan ölçüler sonucu 1-5 mm arasında değişmektedir. Deere (1968)'e göre yol güzergahındaki kayaçların orta derecede açık çatlaklı olduğu görülmüştür.

Çatlak açıklıklarının dolgulu, yarı dolgulu yada boş olması, dolgunun kalınlığı, cinsi, kayaçların süreksizlik yüzeyi boyunca kayma direncini etkiler.

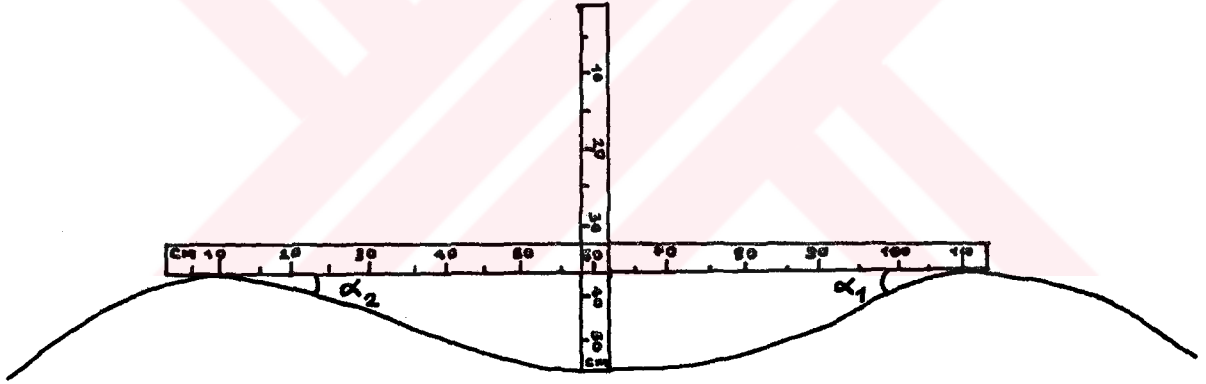
Arazi gözlemlerimize göre, çatlak açıklıkları yüzeysel suların getirmiş olduğu malzeme ile doldurulmuştur. Şev yüzeylerinde bunları görmek mümkündür. Çatlak dolgu türü genelde, kil, kum ve çakıdır. Bazı çatlaklar dolgusuzdur. Dolgulu çatlakların dolgu türü ise çoğunlukla kil, kum, kalsit ve kuvarstır.

3.2.2.3. Çatlak Pürüzlülüğü

Çatlak yüzeyleri, değişik durumlarda düz, kayma izli, girinti-çıkıntılı, dalgalı görülür. Bu duruma süreksizlik yüzeylerinin pürüzlülüğü denir. Pürüzlülük kayaçların kesme dirençlerini, içsel sürtünme açılarını dolayısıyla kayaçların duraylılığını artırır. Çatlak yüzeylerinin pürüzlü olması sonucu kayaçlar çatlak yüzeyleri boyunca belirli noktada temas halindedir, ve bu durumu Duncan (1965) "Çatlak kontakt faktörü = θ " olarak tanımlar.

$$\theta = \frac{\text{Çatlak yüzeylerinin toplam alanı}}{\text{Karşılıklı yüzeylerinin birbiri ile temasta olan kısımların alanı}}$$

Çatlak yüzeylerinin özellikleri, şev yüzeylerinde çok iyi izlenmektedir. Çatlak yüzeyleri doğal özelliklerini yağmur ve diğer etkenler nedeniyle kaybetmişlerdir. Pürüzlü yüzeylerde pürüzlülük Piteau (1970)'nin makroskobik gözlemlere dayanarak vermiş olduğu sınıflamaya göre, yol güzergahındaki kayaların içerdiği çatlakların "orta pürüzlü" oldukları saptanmıştır. Piteau (1970) verdiği sınıflamasında, ufak pürüzlülükle birlikte süreksizlik yüzeylerinde daha büyük pürüzlerin de olduğunu söyler ve bunu dalga (ondülasyon) sözcüğü ile tanımlar. Çatlak yüzeyindeki dalgalanmanın ölçülmesi için bir birine dik şekilde hareket eden iki cetvelden yararlanılmıştır. Çatlak yüzeyine yapıştırılacak cetvelin boyu, çatlak yüzeylerinde görülen en uzun dalgalanma gözönüne alınarak seçilmiştir. Dalgalanmaların eksenine dik gelecek şekilde yapıştırılmış düşey cetvelden yararlanılarak dalgalanmanın geometrik şekli elde edilmiş ve dalgalanma açıları trigonometrik bağıntılarla bulunmuştur.. (Şekil-8).



$\text{tg } \alpha_2$ 'den α_2

$\text{tg } \alpha_1$ 'den α_1 bulunur.

Şekil-8 : Kayaçlarda çatlak yüzeylerindeki dalgalanmanın ölçülmesi.

3.2.3. Ayrışma

Ayrışma kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen faktörlerden en önemlisidir. Ayrışma fiziksel, kimyasal ve biyolojik nedenlerle olabilir. Ayrışma sonucunda kayaçların elastik ve direnç değerlerinde azalma görülür.

Yol güzergahındaki kayaçların ayrışma dereceleri, Dearman (1976)'a göre "orta derecede ayrılmış" kayaç sınıfında yer almaktadır.

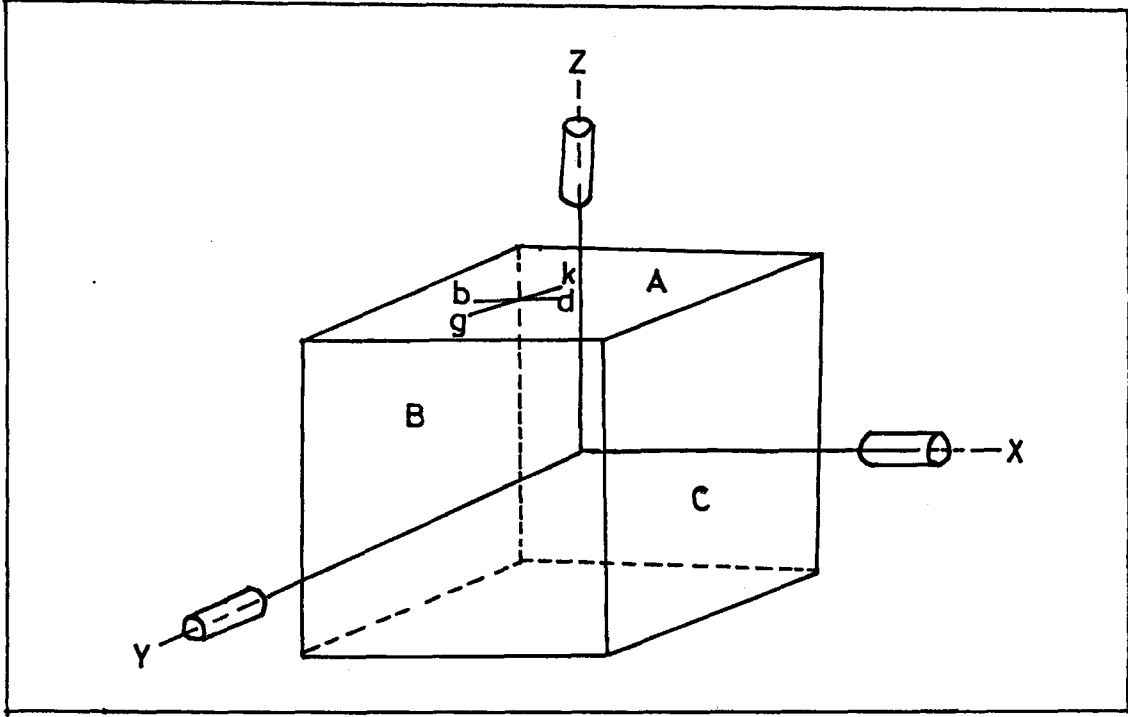
3.3. Kayaçların Fizikomekanik Özellikleri

Yol güzergahında açılan şevlerdeki, kayaçların (tüffit ve marnların), fiziksel, mekanik ve elastik özellikleri laboratuvar deneyleriyle saptanmıştır.

3.3.1. Fiziksel özellikler

Yol güzergahında açılan şevlerdeki, kayaçların (tüffit ve marnların), fiziksel, mekanik ve elastik özelliklerin laboratuvarda saptanması için arazide değişik tüffit ve marn yüzeylenmelerinden yönlü blok örnekler alınarak laboratuvara taşınmıştır.

Arazide konumları Kuzey yönünün işaretlenmesi ile belirlenen blok örneklerinin boyutları 45x65x35 cm dir. Bloklardan karot alma makinası yardımı ile 50'ye yakın karot örnekler alınmıştır. Karot örnekleri Şekil-9'da görüldüğü gibi birbirine dik yönlendirilmiş yüzeylerden alınmıştır. A yüzü K-G ve D-B doğrultularının belirtildiği yatay düzleme paralel, C yüzü K-G doğrultusuna dik D-B doğrultusuna paralel durumdadır. Çapları 31, 38, 42 mm olarak alınan karotların boyları çaplarının iki katı olacak şekilde kesilmiştir. Karot uçları aşındırıcı makina ile ve aşındırıcı toz yardımıyla düzeltilmiş, birbirine paralelliği sağlanmıştır. Bloklardan karot alınması sırasında %10 zayıf verilmiştir. Marn bloklarının A,B,C yüzeylerinden karot alınmaya çalışılmıştır. Ancak marn bloklarının sadece bir yüzeyinden karot alınabilmiştir. Bunun nedeni ise marn blokları içinde tanelerin paralel yüzeyleri oluşturacak şekilde dizilmeleri sonucunda bu yüzeylere paralel gelen karot örnekleri alınamamıştır, parçalanmıştır.



Şekil-9 : Blok örneklerin yönlendirilmiş yüzeylerinden karot alınışı.

Su emme deneylerinde arı su kullanılmıştır. Deneylerde Türk Standartları 1978, 699, UDK 961-2 "Doğal Yapı Taşları Muayene ve Deney Esasları" uygulanmıştır.

Deney örneklerine ilişkin veriler şunlardır:

- Örnek çapı (d), mm
- Örnek boyu (L), mm
- Kuru ağırlık (W_k), gr
- Doygun ağırlık (W_d), gr
- Sonik hızın kuru örneği katetme zamanı (t_k), μ sn
- Sonik hızın doymuş örneği katetme zamanı (t_d), μ sn
- Özgül ağırlık (Piknometre ile) (G),

Yukarıdaki özelliklerin değerleri Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir.

Çizelge 4 : Örnekler üzerinde yapılan deney sonuçları

Kayaç cinsi	Örnek No	d (mm)	L (mm)	G	W(k) (gr)	W(d) (gr)	b_k (gr/cm ³)	b_d (gr/cm ³)	P (%)	Sv (%)	gs (%)	d
Tüffit	2/1	42.00	82.70	2.73	298.44	302.23	2.60	2.64	4.59	3.31	1.27	0.95
	2/2	42.00	83.00	2.73	298.32	302.19	2.59	2.63	4.97	3.37	1.30	0.95
	2/3	42.00	82.80	2.73	299.04	302.64	2.61	2.64	4.51	3.14	1.20	0.96
	2/4	42.00	83.80	2.73	303.19	306.82	2.61	2.64	4.34	3.13	1.20	0.96
	2/5	42.00	84.00	2.73	299.68	303.41	2.58	2.61	5.67	3.21	1.24	0.95
	2/6	42.00	81.70	2.73	294.74	298.38	2.60	2.64	4.62	3.22	1.23	0.95
	2/7	31.00	61.80	2.73	122.25	124.03	2.62	2.66	3.99	3.82	1.46	0.96
	2/8	31.00	62.50	2.73	124.59	126.14	2.64	2.67	3.25	3.29	1.24	0.97
	2/9	31.00	62.60	2.73	124.64	126.18	2.64	2.67	3.37	3.26	1.24	0.97
	2/11	31.00	62.40	2.73	123.44	125.18	2.62	2.66	3.99	3.69	1.41	0.96
	2/12	31.00	61.90	2.73	122.93	124.54	2.63	2.67	3.62	3.45	1.31	0.96
	2/13	31.00	62.30	2.73	123.36	125.05	2.62	2.66	3.90	3.59	1.37	0.96
	2/14	31.00	62.20	2.73	123.77	125.30	2.64	2.67	3.43	3.26	1.24	0.97
	2/15	31.00	61.20	2.73	120.90	122.68	2.62	2.66	4.12	3.85	1.47	0.96
	2/16	31.00	62.20	2.73	123.39	125.04	2.63	2.66	3.72	3.51	1.34	0.96
	2/17	31.00	62.60	2.73	124.68	126.22	2.64	2.67	3.34	3.26	1.24	0.97
	2/18	31.00	62.10	2.73	122.95	124.69	2.62	2.66	3.91	3.71	1.42	0.96
	Marm	1/1	38.00	75.00	2.68	225.70	226.71	2.65	2.67	0.99	0.79	0.45
1/2		38.00	74.80	2.68	224.58	225.82	2.65	2.66	1.22	1.16	0.55	0.99
1/3		38.00	73.20	2.68	219.49	220.68	2.64	2.66	1.34	1.23	0.54	0.99
1/4		38.00	73.60	2.68	221.01	222.01	2.65	2.66	1.20	1.10	0.45	0.99
1/5		38.00	73.40	2.68	220.58	221.75	2.65	2.66	1.12	1.05	0.53	0.99
1/7		31.00	60.80	2.68	121.44	122.01	2.65	2.66	1.25	1.24	0.47	0.99
1/8		31.00	62.20	2.68	124.47	125.01	2.65	2.66	1.07	1.05	0.43	0.99
1/9		31.00	61.90	2.68	123.75	124.34	2.65	2.66	1.16	1.06	0.48	0.99
1/10		31.00	60.00	2.68	120.39	120.84	2.66	2.67	0.80	0.79	0.37	0.99
1/11		31.00	62.60	2.68	125.33	125.86	2.65	2.66	1.02	0.99	0.42	0.99
1/12		31.00	62.30	2.68	125.00	125.39	2.66	2.67	0.81	0.73	0.31	0.99
1/13		31.00	63.10	2.68	125.94	126.56	2.64	2.66	1.33	1.30	0.49	0.98
1/14		31.00	62.30	2.68	124.84	125.41	2.66	2.67	0.93	0.90	0.46	0.99
1/15		31.00	61.20	2.68	122.39	122.95	2.65	2.66	1.13	1.02	0.46	0.99

Çizelge - 5 : Örnekler üzerinde yapılan deney sonuçları

Kayaç cinsi	Örnek No	d (mm)	L (mm)	t _k (sn)	t _d (sn)	e	V _k (m/sn)	V _d (m/sn)	E _{dk} (kg/cm ²)	E _{dd} (kg/cm ²)
Tüffit	2/1	42	82.7	26	22	4.81	3181	3759	266997	377649
	2/2	42	83	26	22	5.23	3192	3773	267858	378969
	2/3	42	82.8	24	21	4.72	3450	3943	314361	415537
	2/4	42	83.8	25	22	4.54	3352	3809	297283	388484
	2/5	42	84	25	22	6.01	3360	3818	294543	385084
	2/6	42	81.7	25	22	4.84	3268	3714	281755	368330
	2/7	31	61.8	20	16	4.16	3090	3863	253538	401922
	2/8	31	62.5	19	16	3.36	3289	3906	289549	413389
	2/9	31	62.6	19	17	3.49	3295	3682	290129	366888
	2/11	31	62.4	20	17	4.16	3120	3671	258492	362817
	2/12	31	61.9	19	17	3.75	3258	3641	282949	358070
	2/13	31	62.3	19	16	4.06	3279	3894	285773	408506
	2/14	31	62.2	19	17	3.55	3274	3659	286263	362001
	2/15	31	61.2	20	16	4.30	3060	3825	248304	393687
	2/16	31	62.2	19	16	3.87	3274	3888	285384	393687
	2/17	31	62.2	19	16	3.45	3295	3913	290222	414313
	2/18	31	62.1	19	16	4.07	3268	3881	283909	406022
	Marn	1/1	38	75	17	16	1.00	4412	4688	523260
1/2		38	74.8	17	16	1.23	4400	4675	519275	589449
1/3		38	73.2	16	16	1.36	4575	4575	560671	563711
1/4		38	73.6	16	16	1.22	4600	4600	567639	570207
1/5		38	73.4	17	17	1.14	4318	4318	500480	503135
1/7		31	60.8	14	13	1.27	4343	4677	505680	589222
1/8		31	62.2	14	13	1.08	4443	4785	530231	617611
1/9		31	61.9	14	14	1.18	4421	4421	524622	527123
1/10		31	60.0	14	13	0.81	4286	4615	494711	575893
1/11		31	62.6	14	13	1.03	4471	4815	537328	625809
1/12		31	62.3	14	14	0.81	4450	4450	533345	535009
1/13		31	63.1	14	13	1.34	4507	4854	544256	634316
1/14		31	62.3	14	14	0.94	4450	4450	632662	535095
1/15		31	61.2	14	14	1.14	4371	4371	512988	515336

Çizelge - 6 : Tüffit ve Marnların fiziksel özellikleri

Taşın Cinsi	Örnek No	d (mm)	L (mm)	W _k (gr)	W _d (gr)	T _k (µsn)	T _d (µsn)	G
Tüffit	2/1	42	82.7	298.44	302.23	26	22	2.73
	2/2	42	83.0	298.32	302.19	26	22	2.73
	2/3	42	82.8	299.04	302.64	24	21	2.73
	2/4	42	83.8	303.19	306.82	25	22	2.73
	2/5	42	84.0	299.68	303.41	25	22	2.73
	2/6	42	81.7	294.74	298.38	25	22	2.73
	2/7	31	61.8	122.25	124.03	20	16	2.73
	2/8	31	62.5	124.59	126.14	19	16	2.73
	2/9	31	62.6	124.64	126.18	19	17	2.73
	2/11	31	62.4	123.44	125.18	20	17	2.73
	2/12	31	61.9	122.93	124.54	19	17	2.73
	2/13	31	62.3	123.36	125.05	19	16	2.73
	2/14	31	62.2	123.77	125.30	19	17	2.73
	2/15	31	61.2	120.90	122.68	20	16	2.73
	2/16	31	62.2	123.39	125.04	19	16	2.73
	2/17	31	62.6	124.68	126.22	19	16	2.73
	2/18	31	62.1	122.95	124.69	19	16	2.73
	Marn	1/1	38	75.0	225.70	226.71	17	16
1/2		38	74.8	224.58	225.82	17	16	2.68
1/3		38	73.2	219.49	220.68	16	16	2.68
1/4		38	73.6	221.01	222.01	16	16	2.68
1/5		38	73.4	220.58	221.75	17	17	2.68
1/6		31	60.8	121.44	122.01	14	13	2.68
1/7		31	62.2	124.47	125.01	14	13	2.68
1/8		31	61.9	123.75	124.34	14	14	2.68
1/9		31	60.0	120.39	120.84	14	13	2.68
1/10		31	62.6	125.33	125.86	14	13	2.68
1/11		31	62.3	125.00	125.39	14	14	2.68
1/12		31	63.1	125.94	125.56	14	13	2.68
1/13		31	62.3	124.84	125.41	14	14	2.68
1/14		31	61.2	122.39	122.95	14	14	2.68

Deneylet sonucunda Őu fiziksel 6zellikleri bulunmuştur :

- Kuru birim hacim ağırlık = $b_k = \frac{W_d}{V}$, gr/cm³

- Doygun birim hacim ağırlık = $b_d = \frac{W_d}{V}$, gr/cm³

- Porozite = $P = (1 - \frac{b_k}{g}) \times 100$

- Boşluk (e) = $\frac{P}{1-P}$

- Yoğunluk derecesi (d) = $\frac{B_k}{g}$

- Ağırlıkca su emme = $g_s = \frac{W_d - W_k}{W_k} \times 100$

- Hacimce su emme = $s_v = b_k \times g_s \times 100$.

- Doygun 6rnekte sonik hız (v_d), (m/sn)

- Kuru 6rnekte sonik hız (v_k), (m/sn)

- Doygun 6rnekte dinamik elastisite mod6l6, (kg/cm²) (E_{dd})

- Kuru 6rnekte dinamik elastisite mod6l6, (kg/cm²) (E_{dk})

Yukardaki 6zellikler izelge-6 da verilmiştir.

6rnekler 6zerinde yapılan deney sonuçlarının ortalamaları izelge-7 de verilmiştir. Çizelgede g6r6ld6đ6 gibi t6ffit ve marnların poroziteye bağlı olarak az su emdiği g6r6lm6Őt6r.

Çizelge-7:T6ffit ve Marnların Fiziksel 6zellikleri

Kaya T6r6	6rnek Sayısı	b _k gr/cm ³	b _d gr/cm ³	G	P %	S _v %	g _s %	d
T6ffit	17	2.62	2.65	2.73	4.08	3.42	1.30	0.96
Marn	14	2.65	2.66	2.68	1.09	1.03	0.46	0.99

- SERTLİK

Sertlik, Schmidt çekici ile ölçülmüştür. Schmidt çekici, kayalar üzerinde bir yay yardımı ile fırlatılan silindirik çubuğun geri tepmesine göre ölçü yapan bir alettir. Deney sonuçları alet üzerindeki göstergeden okunur.

Laboratuvarda kaya bloklarının her yüzünde (A,B,C,) blok kenarlarında ve ortasında olmak üzere 12 geri tepme değeri okunmuş ve ortalaması bulunmuştur. Çizelge-8 de ortalamalar verilmiştir.

Çizelge-8'de görüldüğü gibi tüffit ve marnların yüzeylerindeki geri tepme sayıları (R) birbirine yaklaşık olarak eşittir.

de Beer (1967) Schmidt çekici geri tepme sayısına göre yaptığı sınıflamada, tüffit ve marnlar "sert kaya" sınıfında yer almaktadır.

Çizelge-8 : Tüffit ve Marnlardan alınan bloklarda schmidt çekici geri tepme sayısı ortalama değerleri.

Kaya Türü	Ö Z E L L İ K		Anizot-ropi	
	Geri Tepme Sayısı	Genel Ort.		
Tüffit	A	37	35.66	1.09
	B	36		
	C	34		
Marn	A	35	33.00	1.17
	B	34		
	C	30		

3.3.2. Mekanik Özellikler

Kayalar gerilme altında, yapısal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişik davranışlar gösterirler. Gerilmelerin kaya direncini aşması halinde kırılma olayı meydana gelir. Kayaların kırılmasında önemli etkenler, kayanın mineralojik yapısı, tanelerin dizilimleri, gerilmenin uygulandığı ortam ve zaman sürecidir.

Laboratuvarda, tüffit ve marnlar'dan alınan 31 karot üzerinde yapılan deneylerde tüffit ve marnların basınç direnci, içsel sürtünme açısı ve kohezyonu saptanmıştır.

Çizelge-9 : Tüffit ve Marnların Tek Eksenli Deney Sonuçları

Taşın Cinsi	Karot Çapı (mm)	Örnek No	Kırılma Anındaki Yük F (kg)	Tek Eksenli Basıncı direnci kg/cm
Tüffit	42	2A-1	13000	939
	42	2A-2	15050	1087
	42	2A-3	16500	1191
	42	2A-4	15250	1101
	42	2A-5	13900	1004
	42	2A-6	12300	888
	31	2A-15	6350	841
	31	2A-8	8950	1185
	31	2A-18	7000	927
	31	2A-11	7550	1000
	31	2A-16	7500	993
	Marn	38	1B-1	19150
38		1B-2	17700	1561
38		1B-3	27000	2381
38		1B-4	28250	2491
38		1B-5	6800	600
31		1B-8	19800	2623
31		1B-7	16650	2205
31		1B-10	18000	2384

a- Tek Eksenli Basınç Direnci Deneyi

Blok örneklerinin (A) yüzeyine dik doğrultuda alınan 19 karot üzerinde tek eksenli basınç deneyi uygulanmıştır. Deneylerde, Türk Standartları 2028/ Nisan 1975 UDK 622.02 "Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımlarının Tayini" esaslarına uyulmuştur. Tek eksenli basınç deneyi değişik çaplı (42, 38, 31 mm) örnekler üzerinde yapılmıştır.

Karotlar oynar başlıklı hidrolik preste kırılmıştır. Yükleme hızı kronometre yardımıyla ölçülmüştür ve çoğunlukla 125 kg/cm² /dakika olmuştur. Deneyde karot örneklerinin kırılma anındaki basınç kuvveti göstergeden okunmuştur. Örneğin tek eksenli basınç direnci aşağıdaki formül yardımı ile bulunmuştur.

$$\sigma_b = \frac{F}{A}$$

formülde:

σ_b = Tek eksenli basınç direnci (Kg/cm²)

F = Kırılma anındaki yük (Kg)

A = Örneğin alanı (cm²)

Tüffit ve marnlar üzerinde yapılan tek eksenli basınç deneyi sonuçları, Çizelge-9'da, tek eksenli basınç direnci ortalamaları ise Çizelge-10'da verilmiştir.

Çizelge-10 : Tüffit ve marn'ların ortalama tek eksenli basınç dirençleri

Özellik		Basınç Direnci kg/cm ²	
Taşın Cinsi	Yüzeyi	Deney Sayısı	Ortalama kg/cm ²
Tüffit	A	11	1015
Marn	B	8	1992

Tek eksenli basınç deneyinde örnekler değişik şekillerde kırılmıştır. Çoğunlukla ters koni şeklinde kırılma göstermişlerdir. Elastik deformasyon enerjisinin ani boşalması sonucu, deney örneklerinde kırılma anında patlama olmaktadır.

Deneyler esnasında, tek eksenli basınç direncini etkileyen faktörün, çatlaklar ve çatlak dolgularının türü olduğu görülmüştür. Bazı örneklerde çatlaklar boyunca kırılma gözlenmiştir.

Deere ve Miller (1966) kayaları tek eksenli basınç direncine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

Kaya Tarifi	Tek Eksenli Basınç Direnci (kg/cm ²)
Çok yüksek dirençli	> 2000
Yüksek dirençli	1000-2000
Orta dirençli	500-1000
Düşük dirençli	250- 500
Çok düşük dirençli	< 250

Tüffit ve marnlar tek eksenli basınç direncine göre "Yüksek dirençli kaya" sınıfına girer. (Deere ve Miller'in sınıflaması)

b- Üç eksenli basınç deneyi

Kayaların kayma direncini etkileyen parametreler, kayaların içerdiği süreksizlik yüzeylerinin kohezyonu (c) ve içsel sürtünme (ϕ) açısıdır.

Tüffit ve marnların, kohezyon ve içsel sürtünme açısı, üç eksenli basınç deneyi ile saptanmıştır. Deneyler laboratuvarında, kaya bloklarının A yüzüne dik olarak alınan 31 mm çaplı karotlar üzerinde yapılmıştır.

Üç eksenli basınç deneyinde yanal gerilme (σ_3) 0,50, 100 kg/cm² olarak alınmıştır. Üç eksenli deney sonuçları ve ortalamaları Çizelge-11 ve 12'de verilmiştir.

Çizelge-11 ve 12'ye göre çizilen Mohr kırılma zarfları Şekil-10 ve 11'de verilmiştir.

Kırılma zarfı ile elde edilen kohezyon ve içsel sürtünme açıları Çizelge-13'de verilmiştir. Tüffit ve marnların bulunan içsel sürtünme açıları ve kohezyonları sağlam kayalar içindir. Çatlak yüzeylerinin içsel sürtünme ve kohezyon değerleri daha düşük değerlerde olacaktır.

Çizelge-11 : Tüffitlerin üç eksenli deney sonuçları ve ortalamaları

Örnek Yüzü	A			Örnek No
	50	100		
Yanal Gerilme kg/cm ² →				
Düşey Gerilme kg/cm ²	1199	-	2A13	
	1172	-	2A-14	
	1370	-	2A-9	
	-	1556	2A-12	
	-	1483	2A-7	
-	1722	2A-17		
Ortalama	1247	1587		

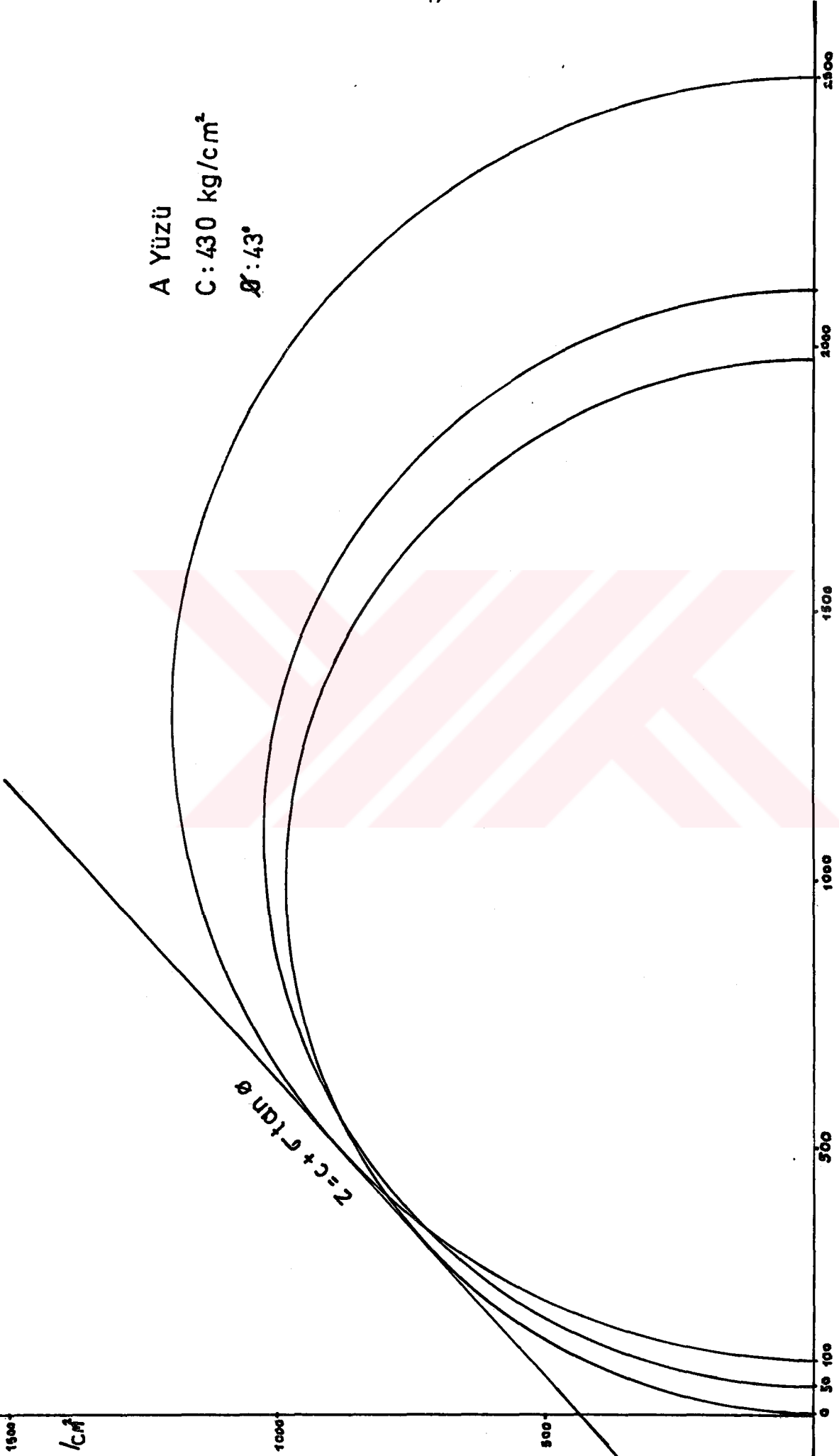
Çizelge-12 : Mamların üç eksenli deney sonuçları ve ortalamaları

Örnek Yüzü	A			Örnek No
	50	100		
Yanal Gerilme kg/cm ²				
Düşey Gerilme kg/cm ²	2150		1B13	
	2100		1B-9	
	2020		1B15	
	-	2344	1B11	
	-	3099	1B14	
-	2066	1B12		
Ort.Düşey Gerilme kg/cm ²	2090	2503		

Çizelge-13 : Tüffit ve mamların içsel sürtünme açıları ve kohezyon değerleri

Kayaç Cinsi	içsel Sürtünme açısı ϕ (derece)	Kohezyon (kg/cm ²) C
Tüffit	43°	220
Marn	43°	430

A Yüzü
C : 430 kg/cm²
Ø : 43°



σ kg/cm²

Şekil-10: Marnlarda üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre yapılan mohr diyagramı.

τ kg/cm²

1000

500

100

0 50 100

500

1000

1500

2000

σ kg/cm²

A Yüzü

C: 220 kg/cm²

θ : 43°

$$\tau = c + \sigma \tan \theta$$

Şekil-11: Tüffitlerde üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre yapılan mohr diyagramı

3.3.3 Elastik Özellikler

Kayaların gerilme altında uğrayacakları deformasyonun türü ve miktarının saptanması için elastik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Tüffit ve marnların elastik özellikleri ultrases iletkenliğinden yararlanılarak saptanabilir.

a- Hız Tayini

Kayaların ultrases iletkenliği, kayaların elastik ve bazı fiziksel özelliklerinin saptanmasında kullanılmaktadır.

Karot örnekleri üzerinde kuru ve doygun durumda DIGI EG-C2 ultrasonik aletinde deney yapılmıştır. Örnek uçları ile aletin verici ve alıcı kafalarında temasın tam olarak sağlanması için örnek uçları, gres yağı ile yağlanmıştır. Sonik aletin dijital göstergesinde ultrasonik dalgaların örnek içinden geçiş zamanı (t) s olarak ölçülmüştür. (Çizelge-6)

Hızın hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$V = \frac{L}{t} \quad (1)$$

V: Sonik hız (m/sn)

L: Örnek boyu (mm)

1 no.lu formülden yararlanılarak hesaplanan sonik hız değerleri Çizelge-9'da verilmiştir.

Çizelge-14 incelendiğinde karotların doygun halde ölçülen sonik hız değerlerinin kuru halde ölçülen değerlerinden büyük olduğu görülür.

Çizelge-14 : Örneklerin, kuru ve doygun durumdaki sonik hızları, V (m/sn)

Kayaç Türü	Örnek Sayısı	Genel Ortalama (V) m/sn.	
Tüffit	17	3253	KURU DURUMDA
		3802	DOYGUN DURUMDA
Marn	14	4432	KURU DURUMDA
		4593	DOYGUN DURUMDA

G. ILIEV, (1966) vitosha Plutonu, monzonitleri üzerinde yapmış olduğu araştırma sonucunda ses hızlarından yararlanarak monzonitleri ayrışma açısından sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre;

Tüffit'ler "orta derecede ayrışmış kaya", Marnlar "hafif derecede ayrışmış kaya" sınıfına girer. Bu sınıflamaya göre Tüffitlerin ayrışma katsayısı (0.2-0.4) arasında, Marnların ayrışma katsayısı ise (0-0.2) arasında değiştiği görülür. Petrografik incelemelerde tüffit incekesitlerindeki, Feldspatların ve ferromağnezyen minerallerinin ayrışmış olduğu görülmüştür.

b- Dinamik Elastisite Modülü Tayini

Kayaların elastik özelliklerinin saptanmasında elastik dalga hızlarından ve rezonans frekanslarından yararlanılmaktadır.

Rezonans frekansının saptanmasında deney örneklerinin boyu, çapının 3 ile 5 katı arasında olması gerekmektedir. Çalışmamızda $L=2D$ boyutlu örnek kullanıldığından rezonans frekansı ölçülmemiştir. Sadece elastik boyuna dalga hızının örneği katetme zamanı ölçülmüştür. Deneylerde DIGI EG-C2 ultrasonik aletinden yararlanılmıştır.

Rezonans frekansı için alet prespektüsünde şu formül verilmiştir.

$$\text{Rezonans Frekansı} = \frac{1}{2xt}$$

Burada;

t: Elastik dalganın örneği katetme zamanıdır. (μ sn)

Tüffit ve marnların dinamik elastisite modülü, Youash (1970)'in önerdiği,

$$E = D \times W \times f^2$$

formülünden yararlanarak bulunmuştur.

formülde;

E : Dinamik elastisite modülü, lb/in²

W : Örneğin ağırlığı, lb

f : Boyuna titreşim frekansı, devir/sn

D : $0.01318 \frac{L}{d^2}$, sn²/in² (silindir örnekler için)

D : $0.0105 \frac{L}{bxt}$, sn²/in² (prizma örnekler için)

L : Örnek boyu, inç

d : Örnek çapı, inç

t,b : Prizma şekilli örneğin enine kesitinin boyutlarını belirtmektedir.

Tüffit ve marnlardan alınan $L= 2D$ boyutlu örnekler üzerinde elastik dalganın, örnekleri katetme zamanları ölçülmüş (Çizelge-5) ve yukarıdaki formül yardımıyla elastisite modülleri bulunmuştur. Elde edilen ortalama değerler Çizelge-15 de gösterilmiştir.

Çizelge-15 : Tüffit ve marnların dinamik elastisite modülü ortalama değerleri.

Kaya Türü	Örnek Sayısı	Dinamik Elastisite Modülü (ED) kg/cm^2	
Tüffit	17	281018	KURU DURUMDA
		472106	DOYGUN DURUMDA
Marn	14	527654	KURU DURUMDA
		569662	DOYGUN DURUMDA

Deere (1968)'e göre tüffitlerin ve marnların modül oranı ve "orta modül oranı" dır.

3.4. Şevler

Çalışmamızda, Trabzon-Gümüşhane arasında açılmakta olan yeni devlet karayolu güzergahında, Maçka-Gürgenagaç mahallesi arasında açılan yol şevlerinin duraylılık açısından incemesi yapılmıştır.

Duraylılık açısından 11 tane şev incelenmiştir. Arazide şevlerin yüksekliği, uzunluğu ve şev açıları ölçülerek şev krokileri çıkarılmıştır.

Duraylılık analizi yöntemleri;

- a- Ampirik yöntemler;
- b- Gerilme analiz yöntemler;
 - Fotoelastisite yöntemleri
 - Sonlu elemanlar yöntemi
- c- Fiziksel model yöntemleri
 - Hareketsiz ölçekli model yöntemi
 - Hareketli model yöntemi
- d- Limit denge yöntemi
- e- Stereografik izdüşüm yöntemi

Şevlerin duraylılık analizlerinde Stereografik izdüşüm yöntemi kullanılmıştır. Arazi ölçümlerinin değerlendirilmesinde en uygun yöntem olarak görülmüştür.

Şevlerdeki kitle hareketlerinin saptanmasında küresel projeksiyonların kullanılması sağlıklı sonuçlar vermektedir. Şev duraylılığı analizinde çoğunlukla "Lambert Projeksiyonu" veya "Schmidt diyagramı" olarak bilinen eş alan projeksiyonu kullanılmaktadır. Duraylılık incelemelerimizde "Schmidt diyagramı" kullanılmıştır.

Küresel Projeksiyonların yardımıyla yapılan şev duraylılığı incelemelerinde şev düzleminin doğrultu ve eğiminin, şevin açıldığı kayaçlardaki süreksizlik yüzeylerinin içsel sürtünme açıları (θ) ve süreksizliklerin doğrultu ve eğiminin bilinmesi gerekir. Bu bilgiler arazi ve laboratuvarlarda yapılan ölçü ve deneylerle toplanır. Toplanan bu bilgilerin projeksiyon ayında yerleştirilmeleri (Şekil-12)'de görülmektedir. Bu yöntemde şev düzlemi ile içsel sürtünme açısı dairesinin sınırladığı alan duraylılık açısından "tehlikeli bölgeyi" oluşturur. Keşisen iki düzlemin arakesit doğrultusu kutubunun bu alan içine düşmesi, düzlemlerin oluşturduğu kaya kamalarında kayma olabileceğini gösterir. Kayma olabilmesi için arakesit doğrultusu eğiminin şev eğiminden daha küçük olması gerekir. Yani;

$$\psi_{fi} > \alpha, \alpha > \theta \text{ olmalıdır.}$$

α : Arakesit eğimi, ψ_{fi} : Şev açısı, θ : içsel sürtünme açısı

Şev kayma biçimleri ve bunları oluşturan yapısal unsurların steorenetteki görünüşleri (Şekil-13)'de verilmiştir.

Şevlerde yapılan ayrıntılı çalışmalar ve her şevde yapılan duraylılık çalışmaları şunlardır. incelenen şevlerde;

- a- Şev yüksekliği ve şev açıları çeşitli noktalarda saptanmıştır.
- b- Süreksizliklerin konumları ölçülmüştür.
- c- Şev duraylılık analizleri yapılmıştır.

Şev duraylılık analizlerinde kullandığımız yöntemleri kısaca açıklarsak.

1- Her şevden alınan süreksizlik ölçüleri değerlendirilerek her şeve ait çatlak kontur diyagramları yapılmıştır.

2- Her şeve ait çatlak kontur diyagramlarında, kutup kümeleşmelerinden geçen büyük daireler çizilmiş ve bu büyük dairelerin arakesit noktaları bulunmuştur. arakesit noktalarının duraylılık açısından tehlikeli olan bölgeye düşüp düşmediğine bakılarak duraylılık analizleri yapılmıştır.

Şev duraylılık analizlerini ayrıntılı olarak açıklarsak,

a- Analitik yöntem (1):

Çalışma alanımızdaki şevlerde, yaptığımız analizler sonucunda, hareketin türü belirlenmiş ve bu hareketin ayrıntılı duraylılık analizleri yapılmıştır. Steoreografik izdüşüm yöntemiyle yapılan analizler sonucunda, incelenen şevlerde kama tipi kayma olasılığı ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde kama tipi kaymanın analizi şöyle yapılmıştır. Her şeve ait çatlak kontur diyagramı yapılmıştır. Çatlak kontur diyagramında çatlak kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları bulunmuştur. Bu arakesit noktalarının, şev düzlemi ile içsel sürtünme dairesi arasındaki alana yani "tehlikeli bölgeye" düşenlerinin ayrı ayrı duraylılık analizleri yapılarak duraylılık katsayıları bulunmuştur. Stereonet üzerinde, $\epsilon/2$, β , \emptyset açıları bulunmuştur. (Şekil-12)

$\epsilon/2$ = Kayan iki blok arasındaki açının yarısıdır.

β = İki blok arasındaki kesişme doğrusu ile yatay düzlem arasındaki açıdır.

\emptyset = Kayacın içsel sürtünme açısıdır. (Şekil-14)

α = Arakesit eğimidir.

Yukarıda bulunan değerler, Formül-1'de yerine konularak F_w , güvenlik katsayısı bulunmuştur. Güvenlik katsayısının 1'den büyük veya küçük olmasına bakılarak, duraylı olup olmadığı bulunmuştur. Bu yöntemde şevdeki kayaçların kohezyonu değerlendirmelere katılmamıştır. Kayacın içsel sürtünme açısı gözönüne alınarak şev duraylılık katsayısı bulunmuştur. Şekil (14)'te kama tipi kaymanın geometrisi verilmiştir.

$$F_w = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\epsilon}{2}} \frac{\operatorname{tg} \emptyset}{\operatorname{tg} \alpha} \dots\dots\dots(1)$$

Yukarıdaki formül (1)'de

$F_w = k \times F_s$ dir

F_w = Güvenlik katsayısı

F_s = Kayma düzlemi eğiminin (α), şev eğiminin (ψ) olduğu kaymanın emniyet katsayısıdır.

k = kama faktörü

b- Analitik Yöntem (2):

Bu duraylılık analizinde, tehlikeli bölgeye düşen çatlak kutuplanmalarının arakesit noktaları değerlendirilmiştir. Bu analizde kohezyon ve içsel sürtünme açıları değerlendirmeye katılarak şevlerin duraylılık analizleri yapılmıştır. Bu analizde, süreksizlikler ve şev düzlemleri steorenet üzerine yerleştirildikten sonra, çeşitli noktalar arasındaki açılardan yararlanılarak, bu değerlerin Formül-7'de yerlerine konulmasından sonra elde edilen değer bize şevin güvenlik katsayısını verir.

Noktaların anlamları şöyledir;

- na : A düzleminin kutup noktası
- nb : B düzlemi ile A düzleminin kesiştiği nokta
- 1 : Şev düzlemi ile A düzleminin kesiştiği nokta
- 2 : Şev düzlemi ile B düzleminin kesiştiği nokta
- 3 : Şev üst yüzeyi düzlemi ile A düzleminin kesiştiği nokta
- 4 : Şev üst yüzeyi düzlemi ile B düzleminin kesiştiği nokta
- 5 : A ve B düzlemlerinin kesim noktası yani arakesitleri.

Bu noktalar işaretlendikten sonra;

- θ_{na-nb} : na ile nb noktalar arasındaki açı.
 - θ_2-na : 2 ile na noktaları arasındaki açı.
 - θ_1-nb : 1 ile nb noktaları arasındaki açı.
 - θ_3-5 : 3 ile 5 noktaları arasındaki açı.
 - θ_1-3 : 1 ile 3 noktaları arasındaki açı.
 - θ_2-4 : 2 ile 4 noktaları arasındaki açı.
 - θ_4-5 : 4 ile 5 noktaları arasındaki açı.
- açı değerleri stereonet üzerinden okunur.

ψ_a = A düzleminin eğimi

ψ_b = B düzleminin eğimi

ψ_5 = A ve B düzlemlerinin kesişme noktasının açı değeri yani arakesit değeri.

Bu değerlerde elde edildikten sonra. Aşağıdaki Formül (2)'den A katsayısı hesaplanır.

$$A = \frac{\cos \psi_a - \cos \psi_b \cdot \cos \theta_{na-nb}}{\sin \psi_5 \cdot \sin^2 \theta_{na-nb}} \dots \dots \dots (2)$$

Formül (3)'den B katsayısı hesaplanır.

$$B = \frac{\cos \psi_b - \cos \psi_a \cdot \cos \theta_{na-nb}}{\sin \psi_5 \cdot \sin^2 \theta_{na-nb}} \dots \dots \dots (3)$$

Formül (4)'den X katsayısı hesaplanır.

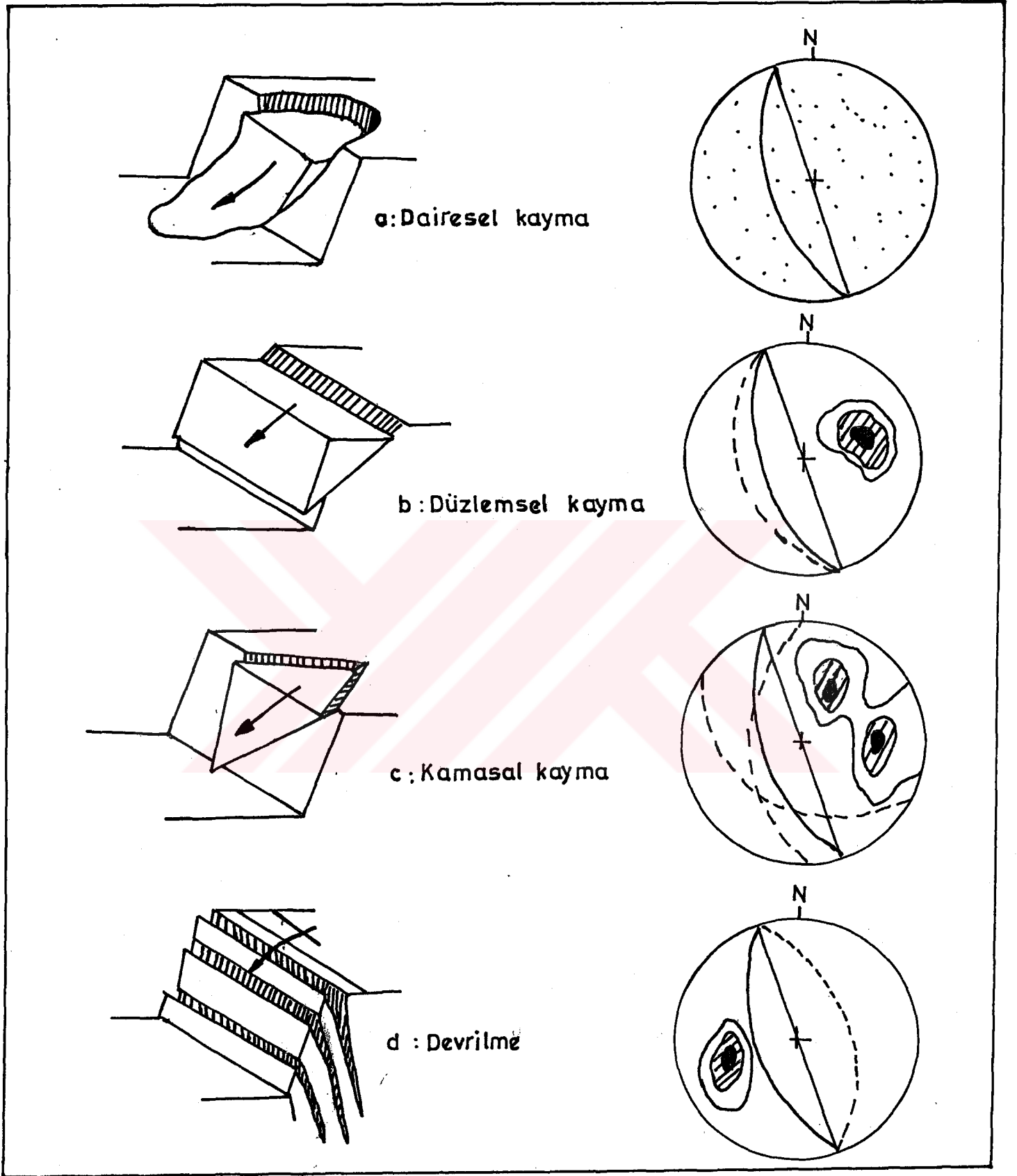
$$X = \frac{\sin \theta_2-4}{\sin \theta_4-5 \cdot \cos \theta_2-na} \dots \dots \dots (4)$$

Formül (5)'den Y katsayısı hesaplanır.

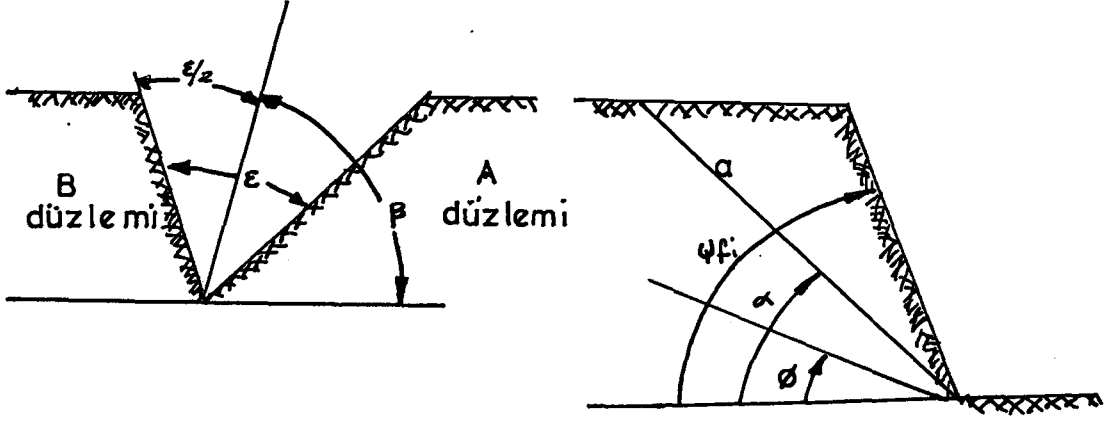
$$Y = \frac{\sin \theta_1-3}{\sin \theta_3-5 \cdot \cos \theta_1-nb} \dots \dots \dots (5)$$

A,B,X,Y katsayıları hesaplandıktan sonra Formül (7)'de yerine konularak şevin güvenlik katsayısı hesaplanır. Şevin güvenli olup olmadığı yorumu yapılır.

$$F_w = \frac{3 C_A}{\delta \cdot H} \cdot X + \frac{3 C_B}{\delta \cdot H} \cdot Y + (A - \frac{\delta_w}{2 \delta} \cdot X) \cdot \tan \phi_A + (B - \frac{\delta_w}{2 \delta} \cdot Y) \cdot \tan \phi_B \dots (6).$$

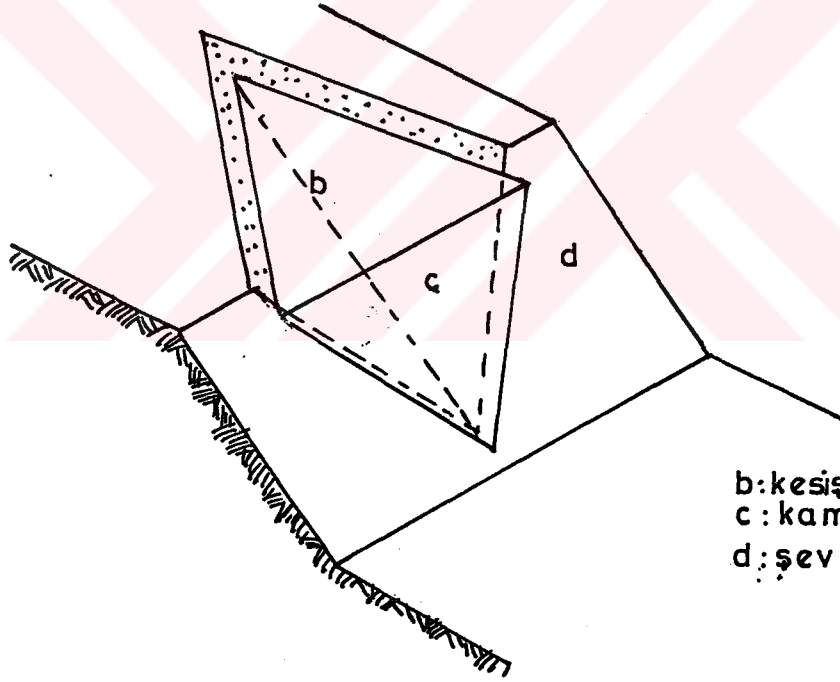


Şekil-13: Şevlerde olabilecek kayma türleri ve bunları oluşturan yapısal koşulların stereonet üzerindeki görünüşleri.



a: Kesişme doğrusu boyunca kesit

b: Kesişme doğrusuna dikey doğrultuda kesit



b: kesişme doğrusu
c: kama bloğu
d: şev aynası

c: Kama tipi kaymanın üç boyutlu görünümü.

Şekil-14: Kama tipi kaymanın geometrisi

3.4.1. Şevlere ait Duraylılık Analizleri

3.4.1.1. Şev 1'e ait Ayrıntılı duraylılık analizleri

Trabzon'dan olan uzaklığı 22.750-22938 (km) dir. Maçka Gürgenağaç arasında açılan yeni yol güzergahında, sağ yamaçta yer alır. Şevin uzunluğu 188 m. dir. Şev yüksekliği max.26 m, min. 5 m dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 110/55 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 10-40 cm, çatlak açıkları 0-4 cm, Tabaka kalınlıkları 8-40 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, Aglomera ve kırmızı renkli kireçtaşıdır. Aglomera içerisinde boyutları 10-21 cm arasında değişen andezitik çakıllar bulunmaktadır. Şevdeki kayaçlarda yüzeysel suların etkisi ile ayrışma görülmektedir. Yer-altı sularının etkisi görülmemiştir.

1- Şev 1'den alınan 63 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı (Şekil-15)'de verilmiştir.

2- Şev 1'e ait çatlak kontur diyagramında, kutup kümeleşmelerinden geçen büyük daireler çizilmiş ve bu büyük dairelerin arakesit noktaları bulunmuştur. Arakesit noktalarının tehlikeli bölgeye düşüp, düşmediğine bakılarak duraylılık yorumu yapılmıştır. Çatlak kontur diyagramındaki arakesit noktalarının yorumu şöyledir. Buna göre çatlakların en tehlikeli birleşimleri K_{1-6} numaralı kutup kümeleşmelerinin arakesit noktasıdır. Diğer arakesit noktaları tehlikeli alan dışında bulunduğu için duraysızlığa neden olmazlar. (Şekil-16)

Steorenet üzerindeki, K_{1-6} noktasının ayrıntılı duraylılık analizlerini yaparak, duraylılık katsayısını bulalım.

K_{1-6} arakesit noktasının, sadece içsel sürtünme açısına göre değerlendirilmesi.

Analitik Yöntem (1)'e göre analizi; Kama tipi kayma analizi:

$$A= 152/48 \quad \text{Şev düzlemi} = 110/55 \quad \alpha = 48^\circ$$

$$B= 144/54 \quad \epsilon/2 : 75^\circ \quad \phi = 31^\circ$$

Bu değerler Formül (1)'de yerine konulursa;

$$F_w = 0.54 \text{ olarak bulunur. (Şekil-17)}$$

K_{1-6} arakesit noktasının, içsel sürtünme açısı ve kohezyonu değerlendirmeye katılarak yapılan analizi. Kama tipi kayma analizi.

Analitik Yöntem (2)'ye göre analizi:

$\theta_{na.nb} = 34^\circ$	$A = 152/48^\circ$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 114^\circ$	$B = 115/54^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 88^\circ$	$\text{Şev düzlemi} = 110/55^\circ$	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 61^\circ$	$\text{Şev üst yüzeyi} = 112/20^\circ$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 66^\circ$	$\psi_a = 48^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 22^\circ$	$\psi_b = 54^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 10^\circ$	$\psi_s = 48^\circ$	$H = 2600 \text{ cm}$

Bu değerlerden gidilerek; Formül 2.3.4.5'den

$A= 1.04$, $B= 0.17$, $X= 5.28$, $Y= 35$ bulunur.

Bu değerler Formül-6'da yerine konularak $F_w= 1.22$ olarak bulunur.

Formül-6'da, $C= 0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek, Formül-6 şu şekle dönüşür.

$F_w= A \times \text{tg} \varnothing_A + B \times \text{tg} \varnothing_B$, bu değerlerden gidilerek $F_w= 0.72$ olarak bulunur.

Şev 1'de arazi gözlemlerine göre tesbit edilen fayların duraylılık analizleri şöyle yapılmıştır. Analitik yöntem-1:

Şev 1'de fay düzlemlerinden $A= 80/46$, $B= 214/60$ düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-18)'deki steoret üzerinde $\epsilon/2= 78^\circ$, $B= 66^\circ$, $\alpha= 28^\circ$ değerleri bulunmuştur. Bu değerler formül-1'de yerine konularak $F_w= 1.06$ olarak bulunur.

Şekil-18

Aynı fay düzlemleri bu kez, \varnothing ve C değerleriyle beraber değerlendirilmiştir. Analitik yöntem-2:

Şekil-18'de ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 96^\circ$	$A= 80/46$	$\varnothing_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 70^\circ$	$B= 214/60$	$\varnothing_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 26^\circ$	Şev düzlemi: 110/55	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 18^\circ$	Şev üst yüzeyi: 120/20	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 84^\circ$	$\psi_a = 46^\circ$	$CA= 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 34^\circ$	$\psi_b = 60^\circ$	$CB= 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 10^\circ$	$\psi_s = 45^\circ$	$H= 2600 \text{ cm}$

Bu değerlerden gidilerek;

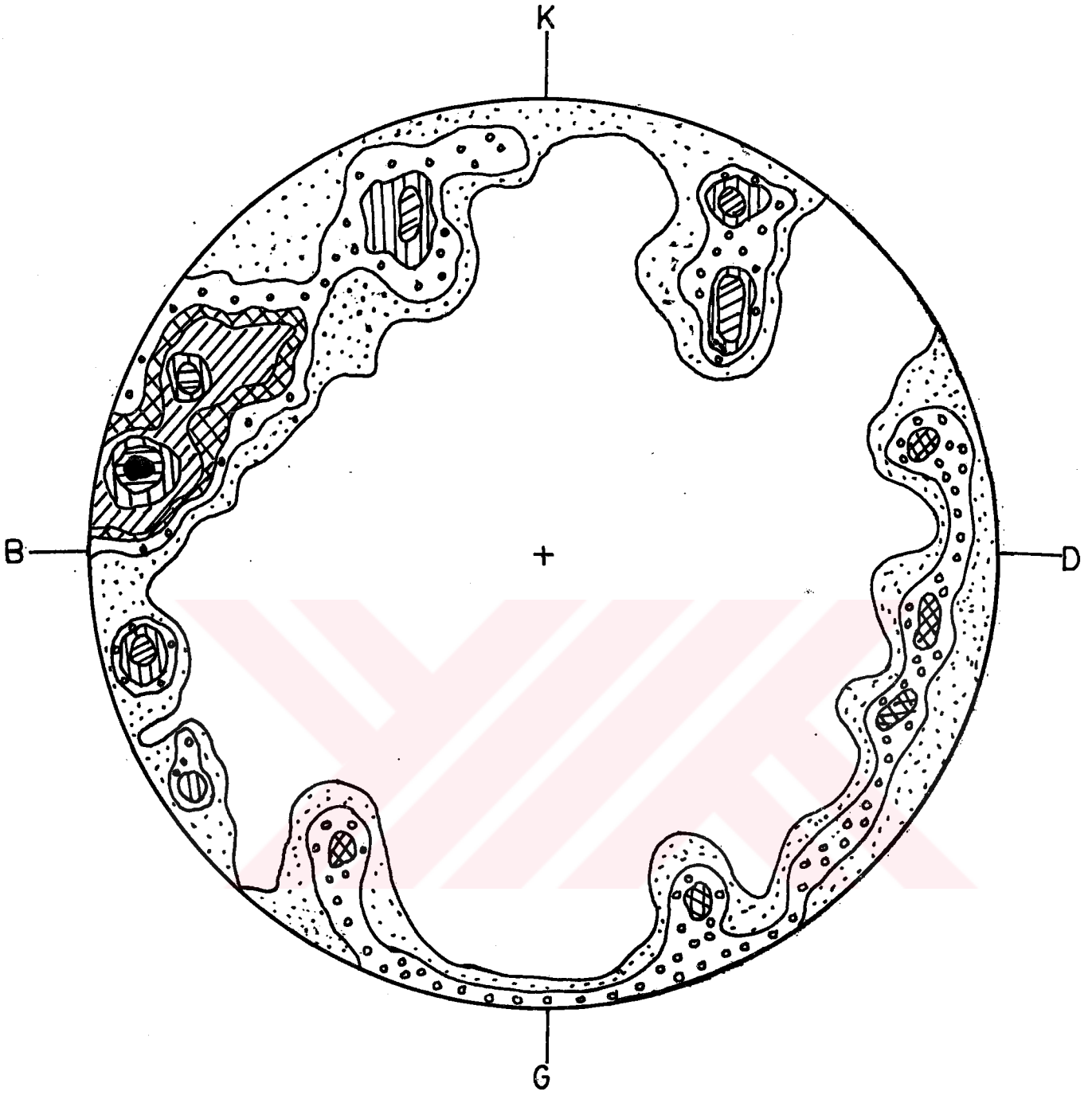
Formül 2.3.4.5'den

$A= 1.08$, $B= 0.83$, $X= 11.2$, $Y= 3.7$

Bu değerler formül 6'da yerine konularak $F_w= 1.51$ olarak bulunur.

Yorum: Şev 1'e ait yapılan duraylılık incelemelerinde, kayacın içsel sürtünme açısı (\varnothing) değerlendirmeye katılarak yapılan analizde şevin duraylılık katsayısı 0.54 olarak bulunmuştur.

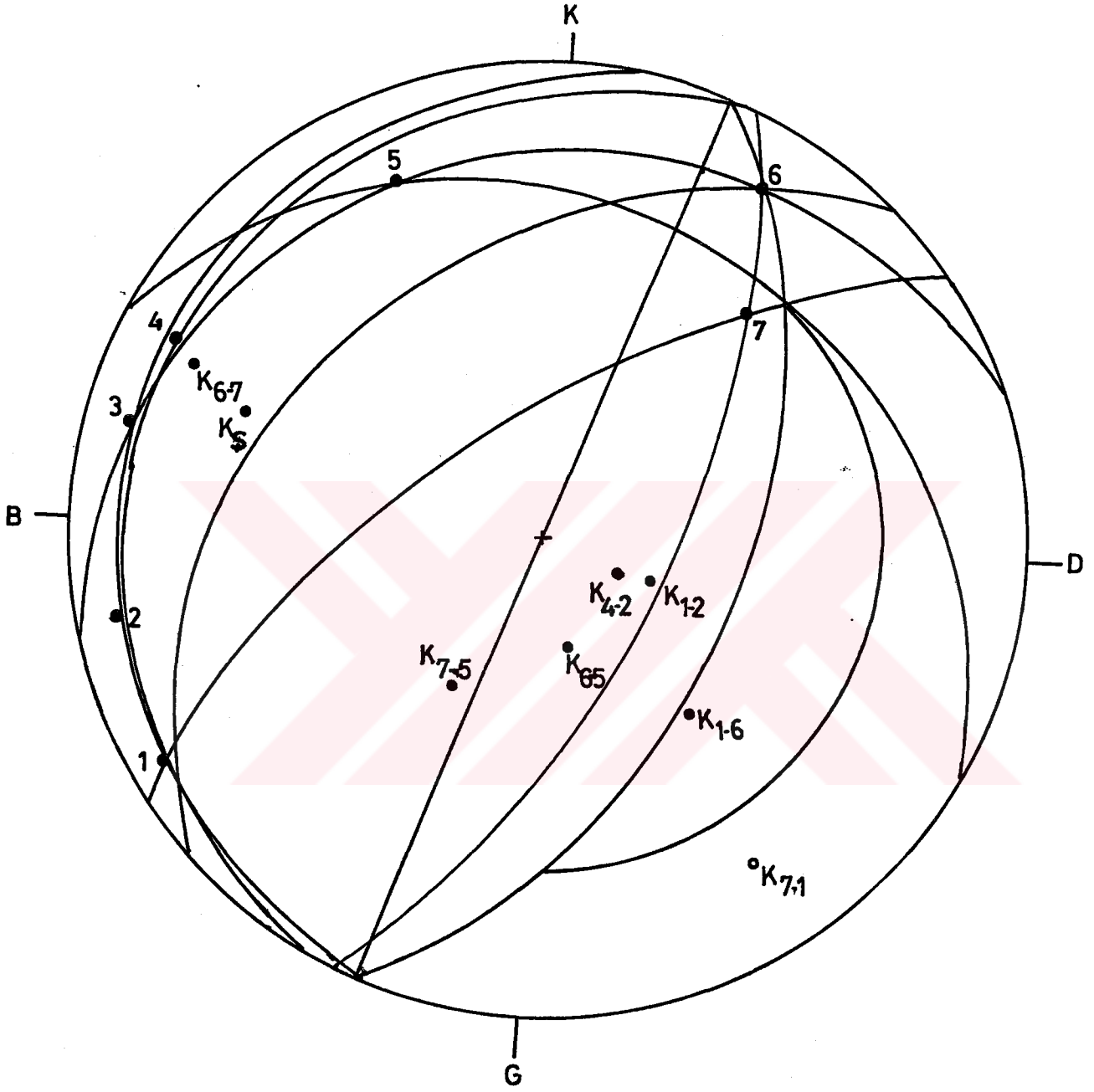
Kohezyonu (C)'da değerlendirmeye katarsak, şevin duraylılık katsayısı 1.22 olarak bulunur. $F_w= 1.22 > 1$ olduğundan şev 1 duraylıdır. Şev 1'de fay düzlemlerinden yararlanarak yapılan analizde, analitik yöntem (1)'e göre duraylılık katsayısı 1.06, analitik yöntem (2)'ye göre duraylılık katsayısı 1.51 olarak bulunmuştur. $1.06 > 1$ olduğundan şev 1 duraylıdır. Ek 5' te şev 1'e ait şev krokisi verilmiştir.



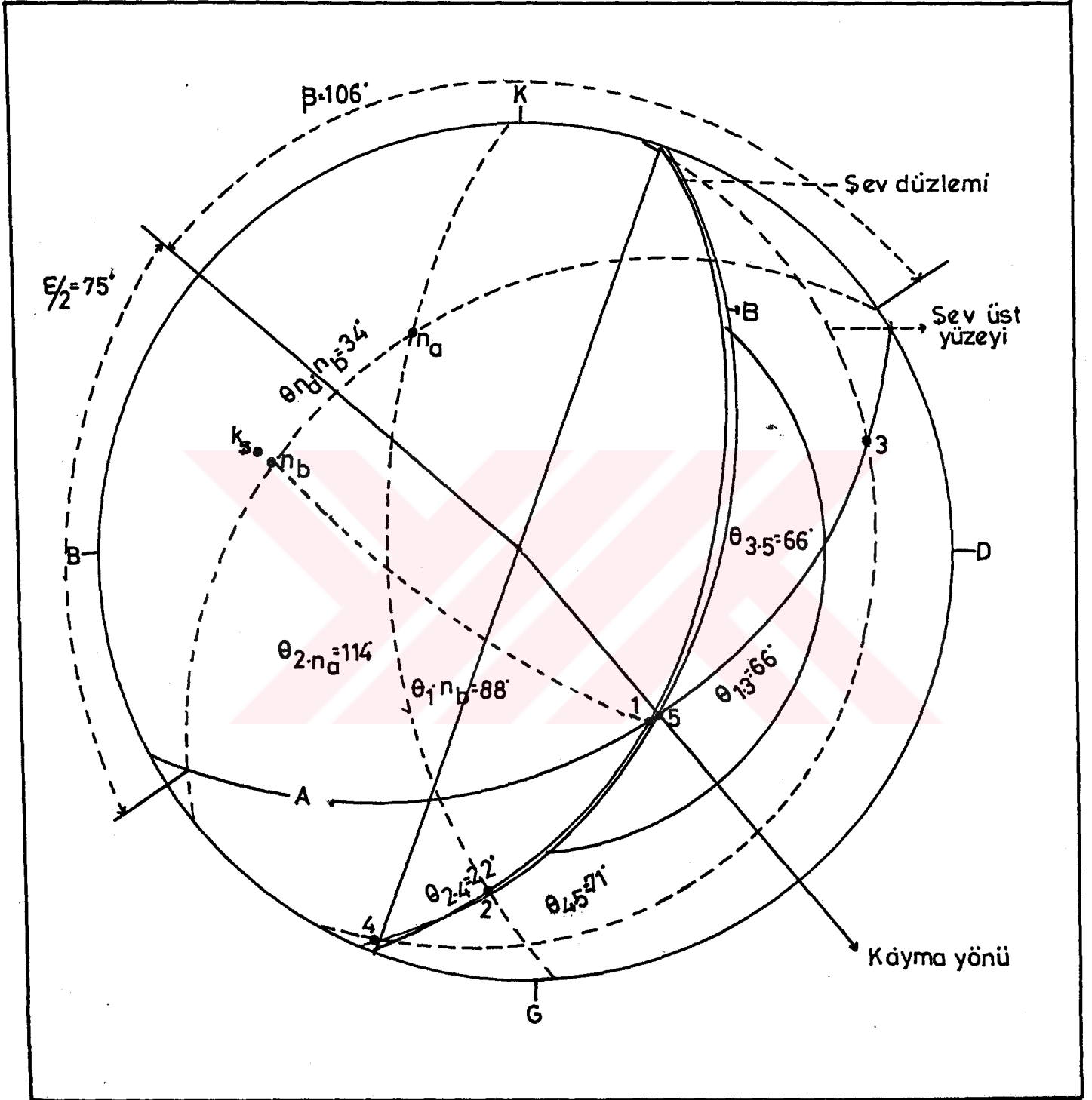
ALT YARI KÜRE

%	>7	7-6	6-5	4-3	3-2	2-1	0
İŞARETLER	Solid Black	Horizontal Lines	Vertical Lines	Diagonal Lines (TL-BR)	Diagonal Lines (TR-BL)	Grid of Dots	Scattered Dots

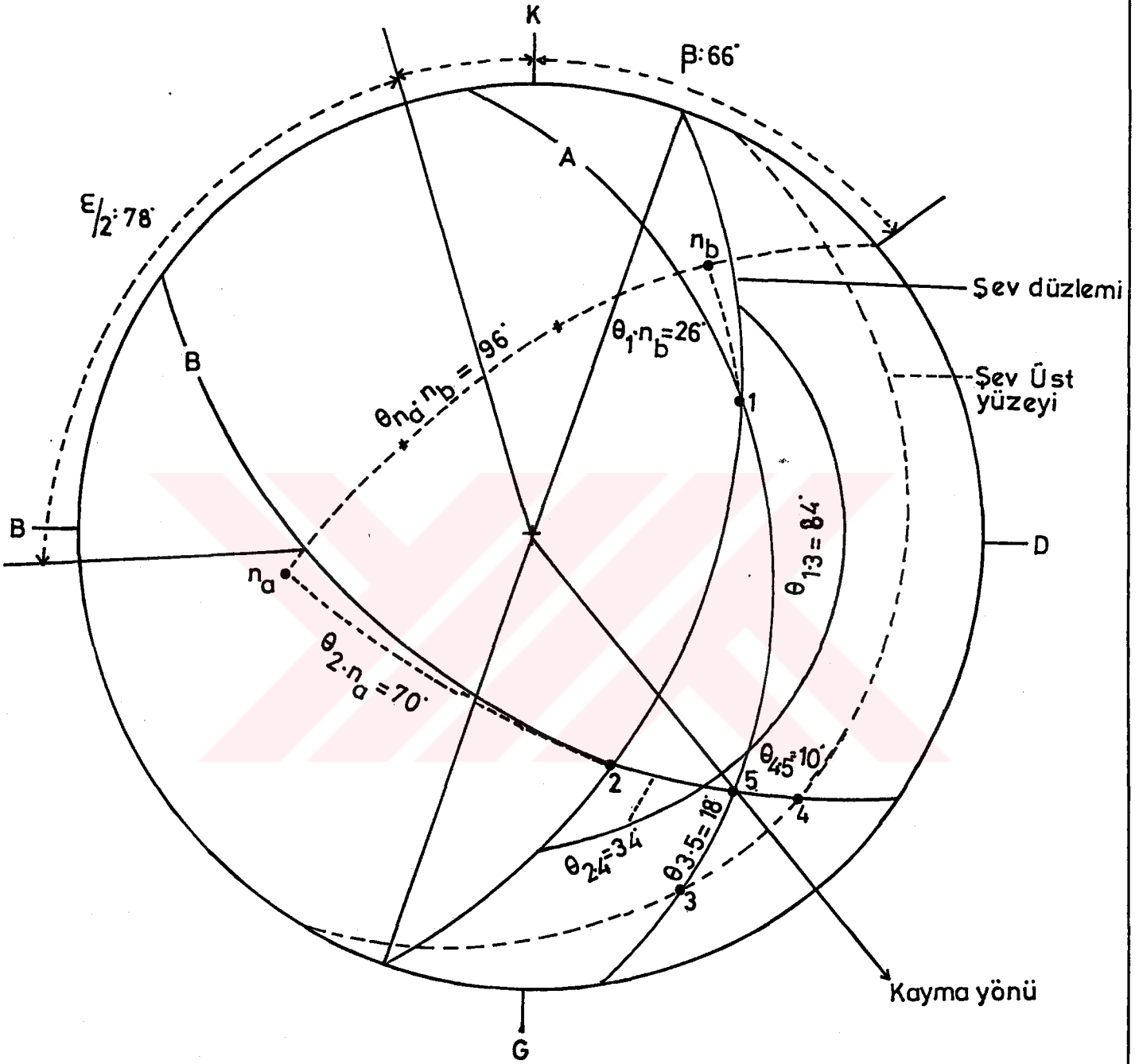
Şekil-15: Şev 1'e ait tüffit ve marnlardan alınan 63 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



Şekil-16: Şev '1'e ait duraylılık analizi .



Şekil-17: Şev 1'e ait, Analitik yöntemle yapılan duraylılık analizleri.



Şekil-18: Şev 1'e ait, Analitik yöntemle yapılan duraylılık analizleri.

3.4.1.2. Şev 2'ye ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzondan olan uzaklığı 23.113-23.313 km. dir. Maçka-Gürgenağaç arasında açılan yeni yol güzergahında sağ yamaçta yer alan 2. devdir. Şevin uzunluğu 200 m. dir. Şev yüksekliği max. 26 m, min. 10 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 165/70 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 7-50 cm, çatlak açıklıkları 0.5-5 cm, tabaka kalınlıkları 15-50 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, aglomera-tüffit ve kireçtaşıdır. Şevdeki kayaçlarda yüzeysel suların etkisiyle orta derecede ayrışma görülmektedir.

Şev 2'ye ait duraylılık incelemelerini açıklarsak;

1- Şev 2'ye ait kayaçlardan alınan 100 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı yapılmıştır. (Şekil-19)

2- Çatlak kontur diyagramında, çatlak kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktalarının, yorumu sonucunda, tehlikeli bölge içerisine arakesit noktası düşmediğinden bu şevde çatlakların konumları duraysızlığa neden olmazlar. Sadece K_{-3} noktası, şev düzlemi ile tehlikeli bölge sınırındadır. Bu noktada duraysızlığa neden olmaz. (Şekil-20)

3- Şev 2'de fay düzlemleri, analitik yöntem (1)'e göre değerlendirilmey ve duraylılık katsayısına gidilmiştir.

Fay düzlemlerinden A=200/46, B= 120/76 düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-21)'deki steoret üzerinden $\epsilon/2: 42^\circ$, $\beta = 138^\circ$, $\alpha = 46^\circ$ bulunmuştur. \emptyset , 31° olarak alınmıştır. Formül-1'de bu değerler yerine konularak, $F_w=0.58$ olarak bulunmuştur. Bu yöntemde, değerlendirmelere kohezyon değeri katılmamıştır.

4- Yukarıda analizi yapılan fay düzlemleri bu kez, kohezyonunda değerlendirmeye katılmasıyla incelenmiştir. Analitik yöntem (2)'ye göre kama tipi kayma analizi yapılmıştır. (Şekil-21)'de ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 76^\circ$	A= 200/46°	$\emptyset_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 66^\circ$	B= 120/76°	$\emptyset_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 62^\circ$	Şev düzlemi: 165/70	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 72^\circ$	Şev üst yezeyi= 175/15	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 104^\circ$	$\psi_a = 46^\circ$	CA= :0.37 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 58^\circ$	$\psi_b = 76^\circ$	CB= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{4-6} = 32^\circ$	$\psi_s = 46^\circ$	H = 2600 cm

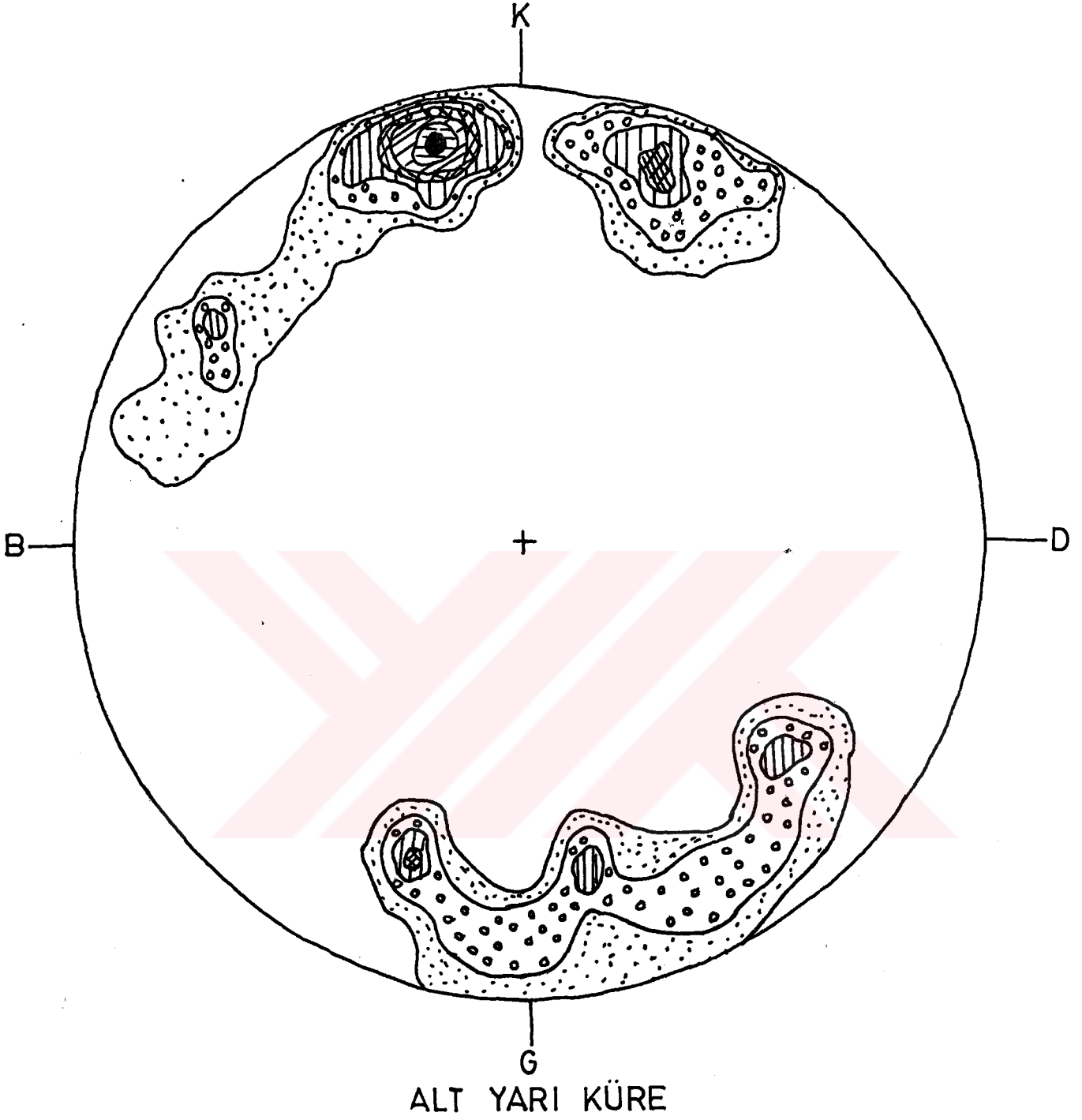
Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak, A= 0.95, B= 0.12, X= 3.9, Y= 2.18 bulunur.

Bu değerler formül-6'da yerine konularak, $F_w = 1.15$ bulunur.

Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu şekle dönüşür.

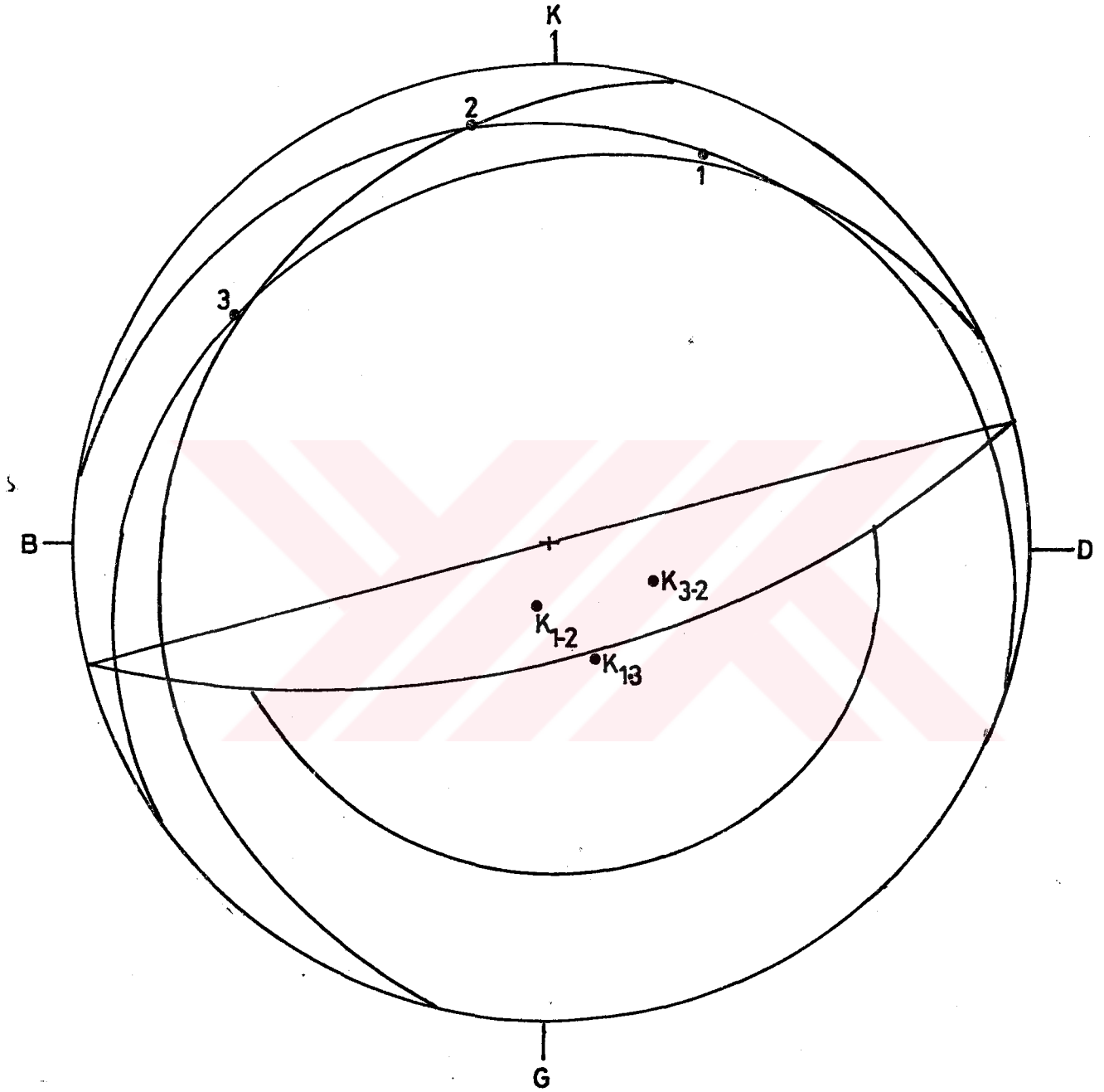
$F_w = A \times \tan \emptyset_A + B \times \tan \emptyset_B$ $F_w = 0.64$ olarak bulunur.

Yorum: Şev 2'ye ait yapılan duraylılık analizlerinde, analitik yöntem (1)'le şevin güvenlik katsayısı 0.58 olarak, analitik yöntem (2)'ye göre $F_w = 1.15$ olarak bulunmuştur. $F_w = 1.15 > 1$ olduğundan şev 2 duraylıdır. Ek-6'da şev 2'ye ait şev krokisi verilmiştir.

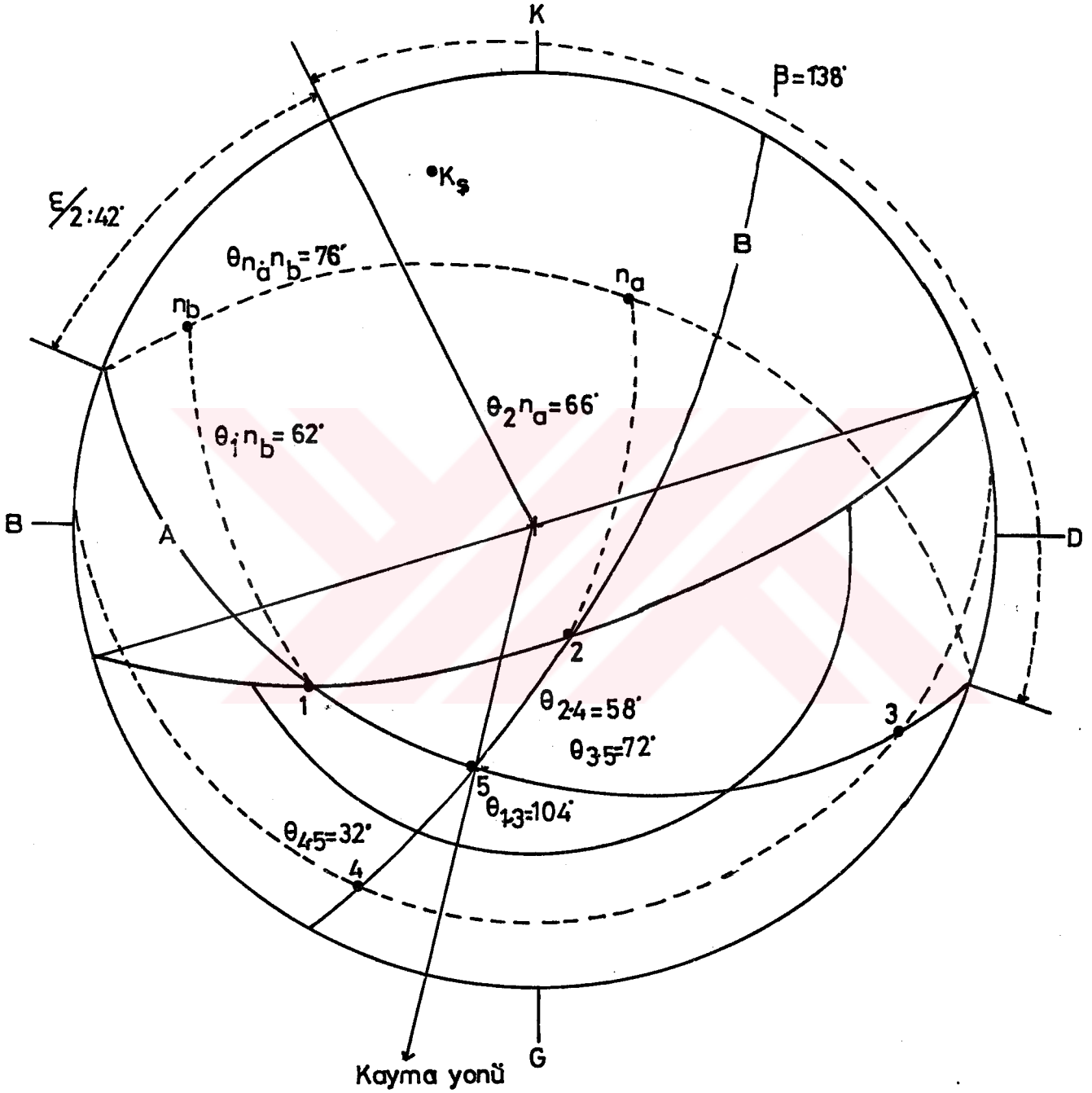


%	7-20	20-17	17-14	14-11	11-8	8-5	5-2	2-0
İŞARETLER								

Şekil-19: Şev 2'ye ait Tuffit ve marnlardan alınan 100 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



Şekil-20: Şev 2'ye ait duraylılık analizi



Şekil-21:: Şev 2'ye ait ,kama tipi kayma analizleri.

3.4.1.3. Şev 3'e ait ayrıntılı duraylılık analizleri;

Trabzon'dan olan uzaklığı 23.380-23.66 km. dir. Yeni yol güzergahında sağ yamaçta yer alan 3. şevdir. Şevin uzunluğu 29 m. dir. Şev yüksekliği max. 29 m, min. 5 m dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 155/60 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 27.102 cm, çatlak açıklıkları 0.5-37 cm, tabaka kalınlıkları 6-62 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi Aglomera-tüffit-marn ardalıdır. Şevde yeraltı sularının etkisi görülmemektedir. Bu şev iki kısma ayrılarak 3a ve 3b olarak incelenmiştir.

Şev 3a'nın incelenmesi

1- Şev 3a'dan alınan 139 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı yapılmıştır. (Şekil-22)

2- Çatlak kontur diyagramının yorumundan, çatlak kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları, tehlikeli alan dışında bulunduğu için duraysızlığa neden olmazlar. (Şekil-23)

3- Şev 3a'da arazi gözlemlerine dayanarak, iki fay düzlemi görülmüştür. Bu iki fay düzleminin duraylılık analizi, analitik yöntem (1)'e göre kama tipi kayma analizi yapılmıştır.

Şev 3a'daki fay düzlemlerinden A= 108/35, B= 218/55 fay düzlemleri alınmıştır. (Şekil-24)'den $\epsilon/2= 86^\circ$, $\beta= 62^\circ$, $\alpha=30^\circ$, $\theta= 31^\circ$ değerleri saptanarak Formül-1'de yerine konularak.

$$F_w = \frac{\sin 62^\circ}{\sin 86^\circ} \times \frac{\text{tg } 31^\circ}{\text{tg } 30^\circ} \quad F_w = 0.92 \text{ bulunur}$$

Yorum: Şev 3a'da çatlak kutuplanmaları duraysızlığa neden olmazlar. Şev 3a'da kama tipi kayma analizi yapılan iki fay düzleminin duraylılık katsayısı 0.92 olarak bulunmuştur. Bu değer "1"e yakın bir değer olduğundan şevin güvenlik katsayısı kritiktir. Ek-7'de şev 3a'ya ait şev krokisi verilmiştir.

Şev 3b'nin duraylılık açısından incelenmesi:

1- Şev 3b'den alınan 114 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı yapılmıştır. (Şekil-25)

2- Şev 3b'ye ait çatlak kontur diyagramının yorumundan, süreksizlik kutuplarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları tehlikeli alan dışında bulunduğu için duraysızlığa neden olmazlar. (Şekil-26)

3- Şev 3b'de arazi gözlemlerine göre saptanan iki fay düzleminin Analitik yöntem (1)'e göre, kama tipi kayma analiziyapılmıştır. (Şekil-27)

Şev 3b'de fay düzlemlerinden A= 230/77, B= 75/80 fay düzlemleri değerlendirilmiştir.

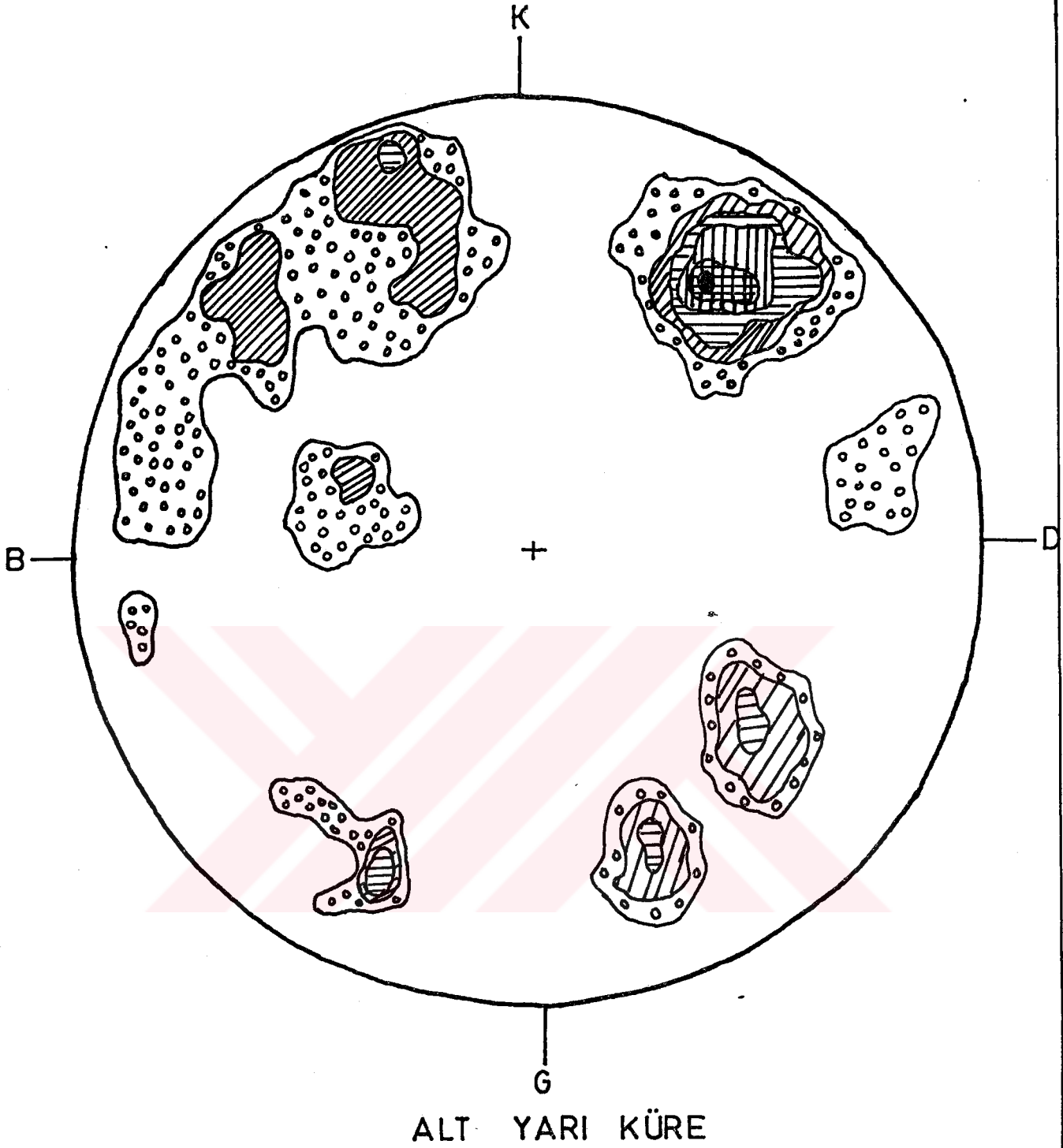
Şekil-27'den $\epsilon/2= 20^\circ$, $\beta= 90^\circ$, $\alpha= 48^\circ$, $\phi= 31^\circ$ değerleri formül-1'de yerine konularak.

$$F_w = \frac{\sin 90^\circ}{\sin 20^\circ} \times \frac{\tan 31^\circ}{\tan 48^\circ}$$

$$F_w = \frac{1}{0.34} \times \frac{0.6}{1.1}$$

$F_w = 1.58$ olarak bulunur.

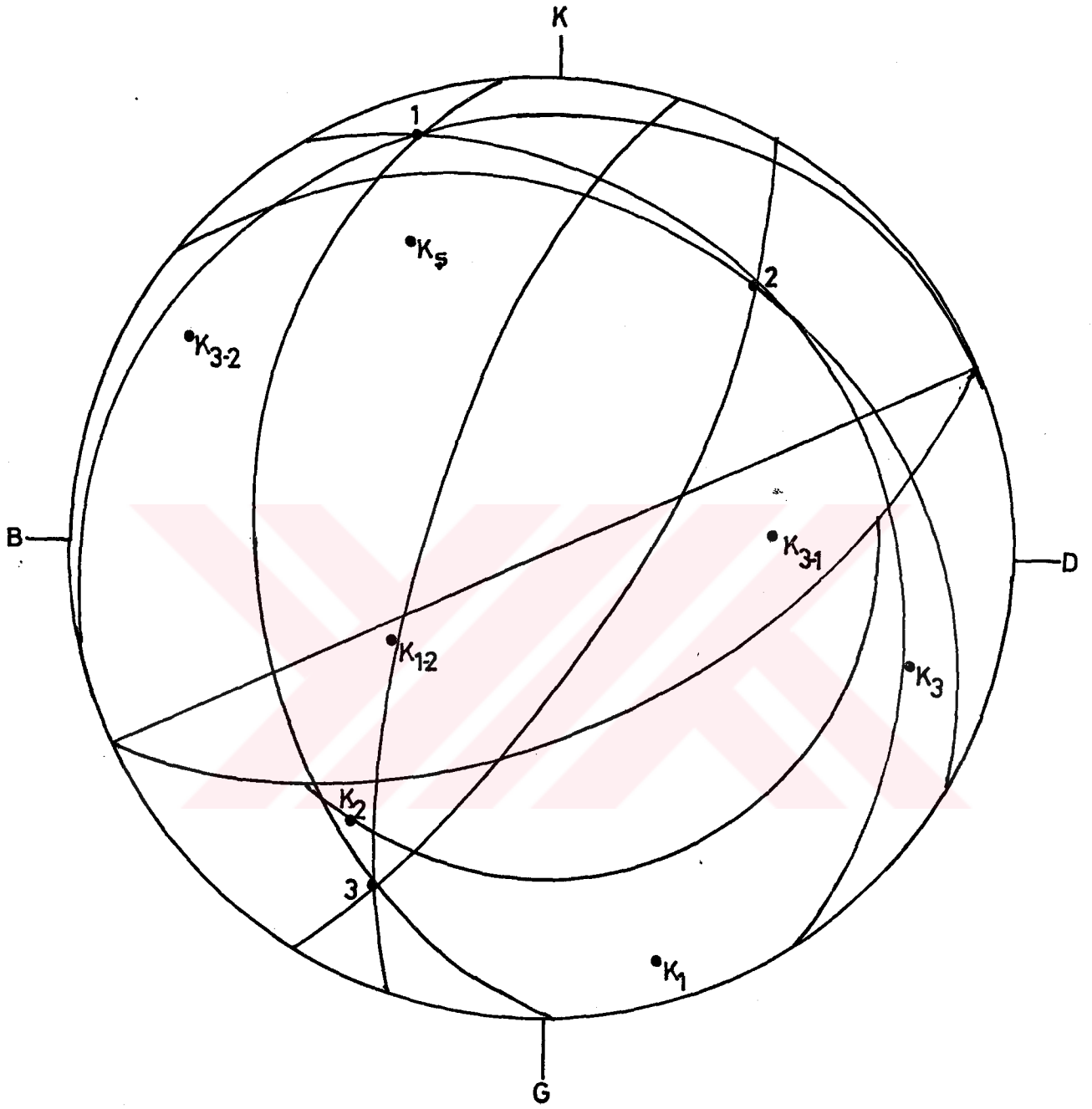
Yorum: Şev 3b'de çatlak kontur diyagramında süreksizlik kutuplanmalarının duraysızlığa neden olmayacağı görülmüştür. Kama tipi kayma analizi yapılan iki fay düzleminde gidilerek şevin güvenlik katsayısının 1.58 olduğu bulunmuştur. $F_w = 1.58 > 1$ olduğundan şev 3b duraylıdır. Ek-7'de şev 3b'ye ait şev krokisi verilmiştir.



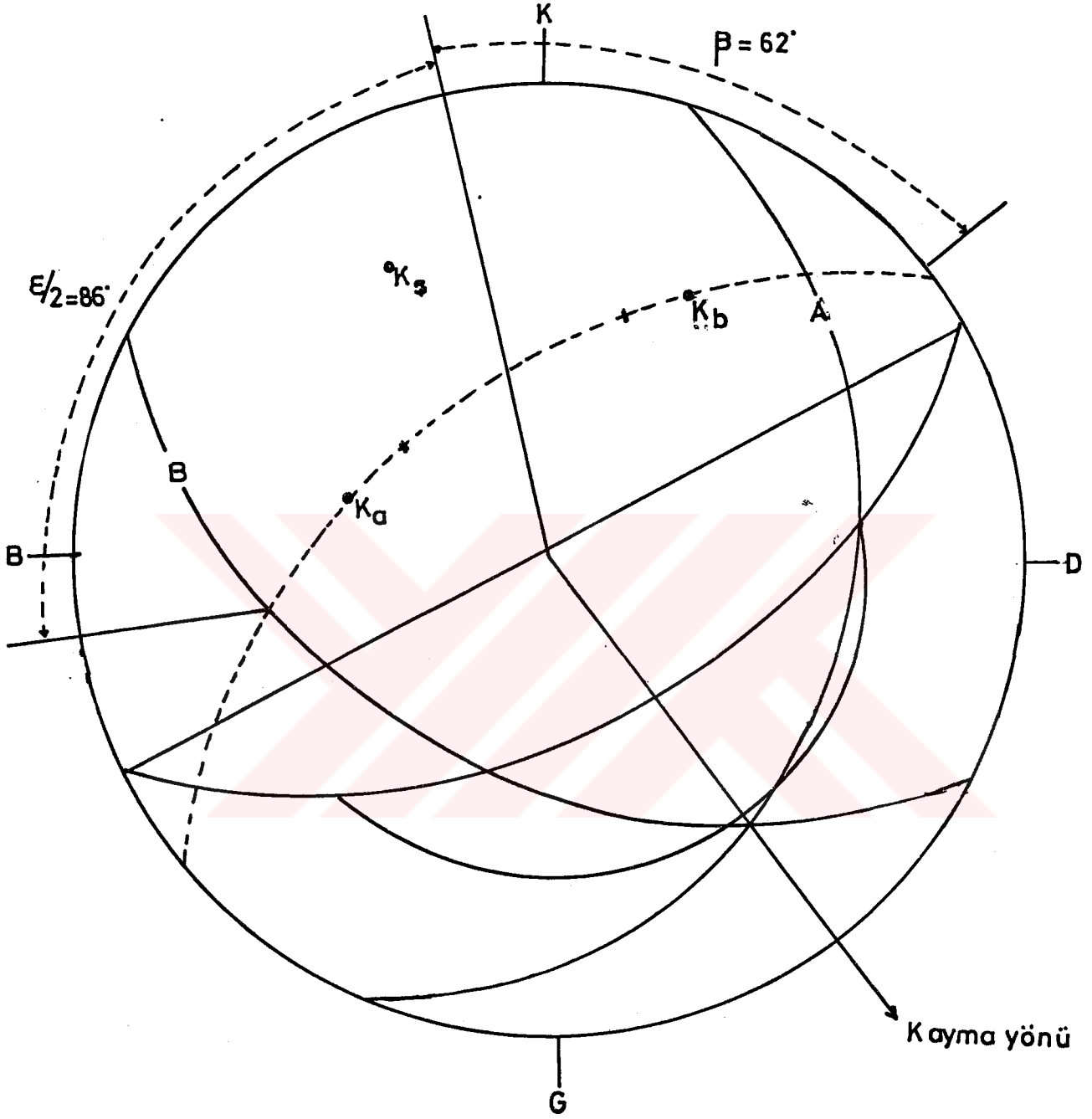
ALT YARI KÜRE

%	>26	26-21	21-16	16-11	11-6	6-1.
İŞARETLER						

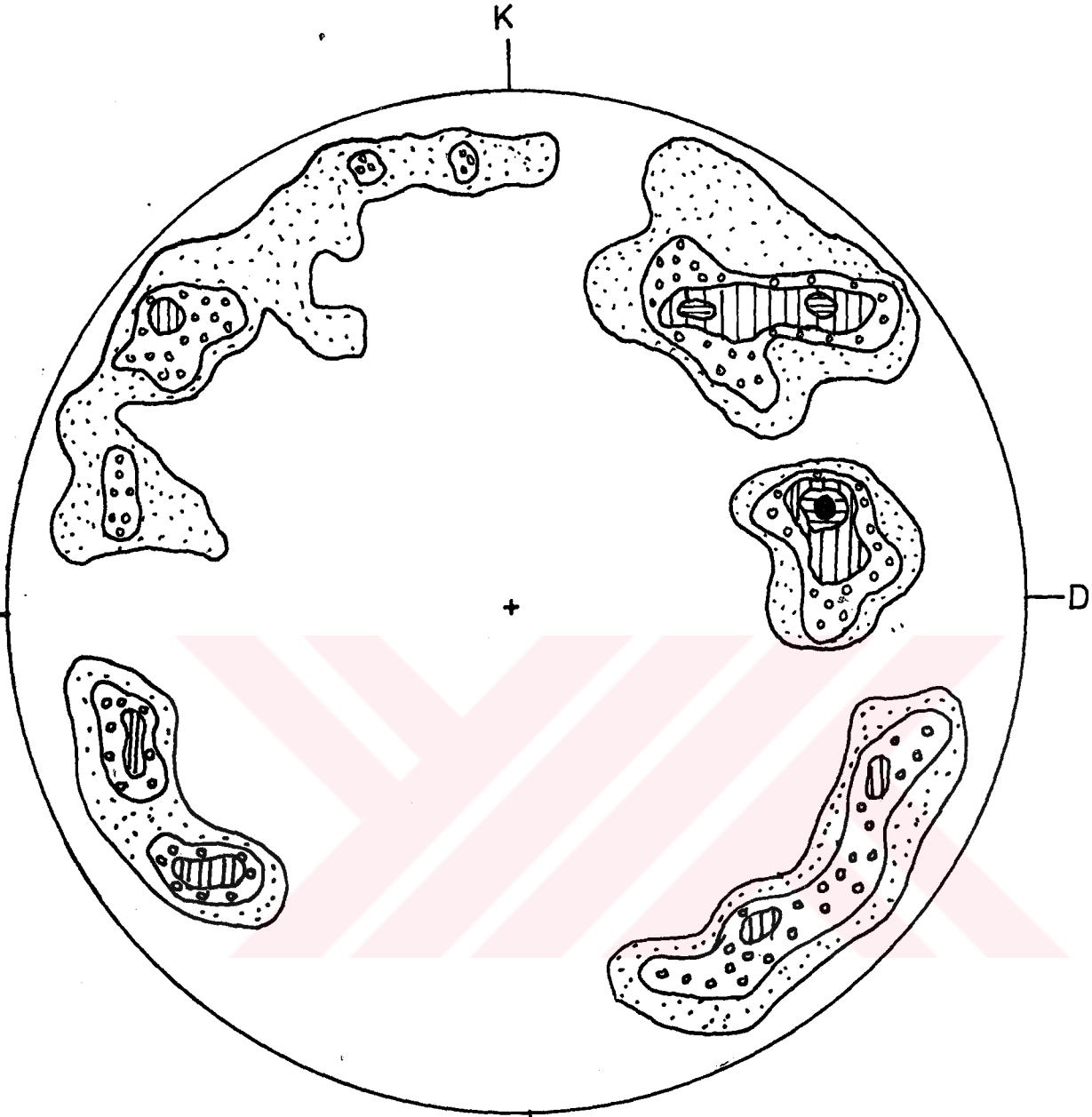
Şekil-22: Şev 3a'ya ait, 139 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



Şekil-23: Şev 3a'ya ait duraylılık analizi



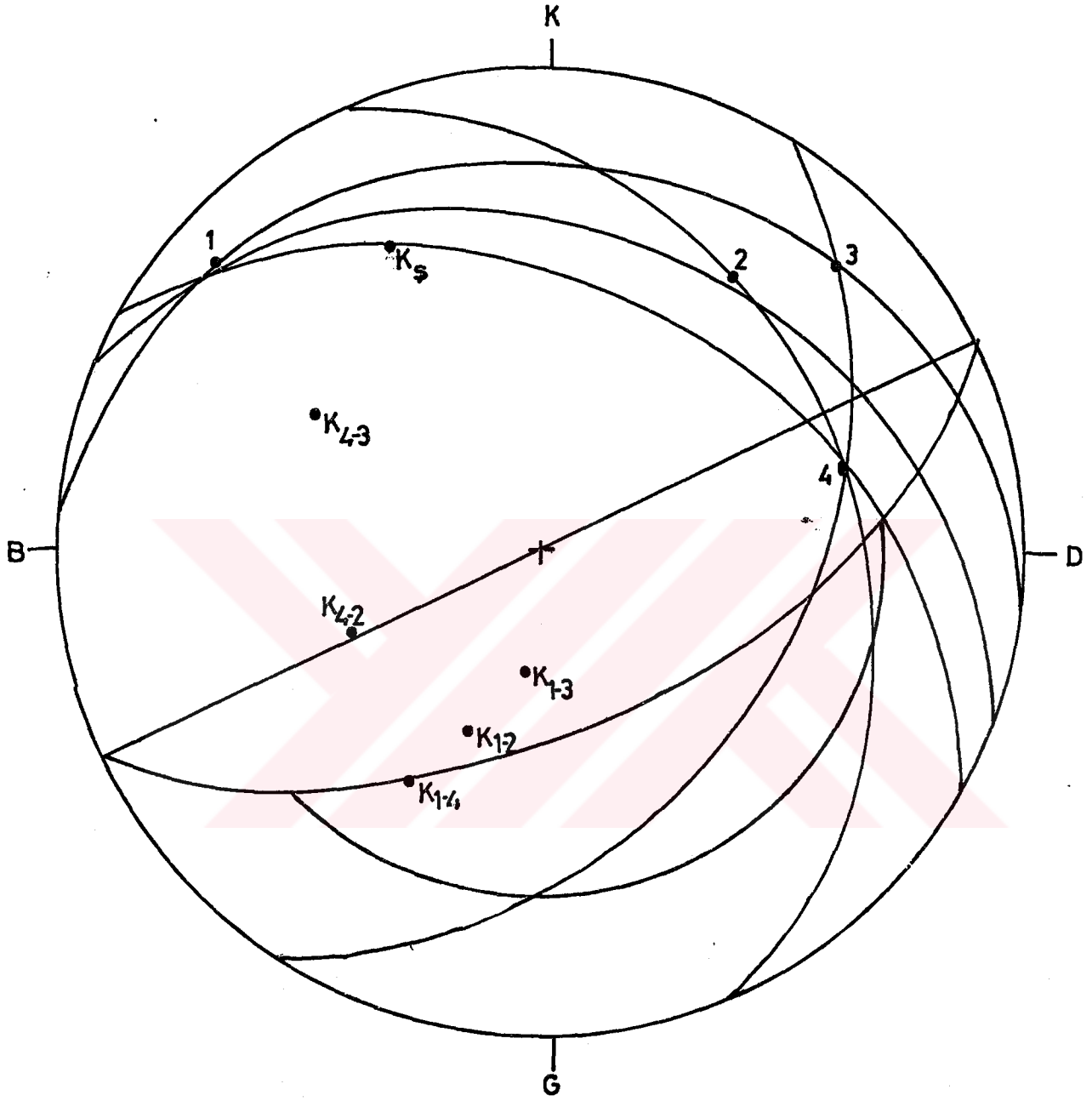
Şekil-24: Şev 3a'ya ait, kama tipi kayma analizi.



ALT YARI KÜRE

%	>10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-0
İSARETLER	■	▨	▩	▪	▫	□

Şekil:25 : Şev 3b'ye ait, 114 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



Şekil-26: Şev 3b'ye ait, duraylılık analizi.

3.4.1.4. Şev 4'e ait ayrıntılı duraylılık analizleri

Trabzon'dan olan uzaklığı 24.346-24516 km dir. Şevin uzunluğu 170 m. dir. Şev yüksekliği max. 30, min. 8 m dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 20-70 cm, çatlak açıklıkları 1-4 cm, tabaka kalınlıkları 10-15 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, tüffit-marn ardalanmasıdır.

1- Şev 4'den alınan 125 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı (Şekil-28)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramındaki kutup kümeleşmelerinden geçen büyük dairelerin, arakesit noktaları tehlikeli alan içine düştüğünden, bu şevde kama tipi kayma olasılığı ortaya çıkmıştır. Bu arakesit noktaları, K_{4-2} , K_{1-2} , K_{1-3} dir. Bu noktaları oluşturan düzlemlerin kama tipi kayma analizleri ayrı ayrı incelenecek ve buradan şev duraylılık katsayısına gidilecektir. (Şekil-29)

Duraylılık açısından tehlikeli alan içinde bulunan K_{1-3} arakesit noktasının kama tipi kayma analizi.

1- Analitik yöntem (1)'e göre analizi:

Süreksizlik düzlemleri A= 102/60, B= 188/70 düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-30)'dan $\epsilon/2= 60^\circ$, $\beta= 86^\circ$, $\phi= 31^\circ$, $\alpha= 60^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Formül-1'de yerine konularak.

$$F_w = \frac{\sin 86^\circ}{\sin 60^\circ} \times \frac{\text{tg } 31^\circ}{\text{tg } 60^\circ} \quad F_w = 0.40 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

2- Analitik yöntem (2)'ye göre analizi.

Süreksizlik düzlemleri A= 102/60, B= 188/70 bu kez kohezyon değeri değerlendirmelere katılarak kama tipi kayma analizi yapılmıştır.

(Şekil-30)'dan ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir;

$\theta_{na.nb} = 74^\circ$	Düzlem A= 102/60°	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 66^\circ$	Düzlem B= 188/70°	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 76^\circ$	Şev düzlemi= 155/74°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 56^\circ$	Şev üst yüzeyi= 160/20°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 70^\circ$	$\psi_a = 60^\circ$	$C_A = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 84^\circ$	$\psi_b = 70^\circ$	$C_B = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 60^\circ$	$\psi_s = 60^\circ$	H = 3000 cm

Bu değerlerden yararlanarak, Formül 2,3,4,5'den ,
A= 0.51, B= 0.25, X= 2.82, Y= 4.95 bulunur.

Bu değerler Formül-5'de yerine konulursa;

$F_w = 0.98$ olarak bulunur. Şev kritik durumdadır. Formül-5'de C= 0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi$$

$$F_w = 0.51 \times 0.60 + 0.25 \times 0.6$$

$$F_w = 0.3 + 0.15 \quad F_w = 0.45 \quad \text{olarak bulunur.}$$

Duraylılık açısından tehlikeli alan içinde bulunan K_{1-2} 'nin, kama tipi kayma analizi;

1- Analitik yöntem (1)'e göre kama tipi kayma analizi. Analizi yapılan çatlak düzlemleri $A = 256/46$, $B = 146/62$ dir. Şekil-31'den, $\epsilon/2 = 70^\circ$, $\beta = 76^\circ$, $\alpha = 36^\circ$, $\phi = 31^\circ$ değerleri bulunarak, Formül-1'de yerine konularak;

$$F_w = \frac{\sin 76^\circ}{\sin 70^\circ} \times \frac{\tan 60^\circ}{\tan 36^\circ}$$

$$F_w = 0.86 \text{ bulunur.}$$

2- Analitik yöntem (2): Aynı çatlak düzlemleri, bu kez kohezyon değerlendirmeye katılarak, kama tipi kayma analizi yapılmıştır. Şekil-31'de bulunan değerler şöyledir.

$\theta_{1-2} = 84^\circ$	Düzlem A = 256/46°	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2-3} = 8^\circ$	Düzlem B = 146/62°	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1-3} = 80^\circ$	Şev düzlemi = 155/74°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 30^\circ$	Şev üst yüzeyi = 160/20°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 44^\circ$	$\psi_a = 46^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 130^\circ$	$\psi_b = 82^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 36^\circ$	$\psi_s = 36^\circ$	$H = 3000$

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak;

$$A = 1.1, \quad B = 0.69, \quad X = 1.45, \quad Y = 0.78 \quad \text{olarak bulunmuştur.}$$

Bu değerler Formül-6'da yerine konulursa; güvenlik katsayısı $F_w = 1.08$ olarak bulunur.

Formül-6'da $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu hali alır.

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B$$

$$F_w = 1.1 \times 0.6 + 0.69 \times 0.6$$

$$F_w = 0.7 + 0.41 \quad F_w = 1.11 \text{ olarak bulunur.}$$

Duraylılık açısından tehlikeli alan içinde bulunan, K_{1-2} arakesit noktasının kama tipi kayma analizi.

1- Analitik yöntem (1)'e göre analizi; Analizi yapılan çatlak düzlemlerinin konumları $A = 98/74$, $B = 222/86$ dır. Şekil-31'de ölçülen değerler şöyledir.

$\epsilon/2 = 34^\circ$, $\beta = 84^\circ$, $\alpha = 66^\circ$, $\phi = 31^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Formül-1'de yerine konularak,

$$F_w = \frac{\sin 84^\circ}{\sin 34^\circ} \times \frac{\tan 31^\circ}{\tan 66^\circ} \quad F_w = 0.45 \quad \text{bulunur.}$$

2- Aynı çatlak düzlemleri bu kez, kohezyon değerlendirmeye katarak, şevin güvenlik katsayısını bulalım.

(Şekil-32)'de elde edilen değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 120^\circ$	Düzlem A = $98/74^\circ$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 88^\circ$	Düzlem B = $222/86^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 82^\circ$	Şev düzlemi = $155/74^\circ$	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta = 58^\circ$	Şev üst yüzeyi = $160/20$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 62^\circ$	$\psi_a = 74^\circ$	CA = 0.3 kg/cm^2
$\theta_{2-4} = 52^\circ$	$\psi_b = 86^\circ$	CB = 0.3 kg/cm^2
$\theta_{4-5} = 48^\circ$	$\psi_5 = 66^\circ$	H = 3000 cm

Bu değerlerden yararlanarak, formül 2,3,4,5'den

A = 0.46, B = 0.3, X = 39.5, Y = 7.2 olarak bulunur.

Bu değerler, Formül-6'da yerine koyarsak.

$F_w = 1.7$ olarak bulunur.

Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu şekle dönüşür.

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B$$

$$F_w = 0.46 \times 0.6 + 0.3 \times 0.6$$

$$F_w = 0.28 + 0.18$$

$F_w = 0.46$ olarak bulunur.

Şev 4'te arazi gözlemlerine göre şevdeki iki fay düzleminin kama tipi kayma analizini yaparsak;

1- Analitik yöntem (1) :

Şev 4'te fay düzlemlerinden, A= 130/62, B= 210/80 düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-33)'de ölçülen değerler, $\epsilon/2= 56^\circ$, $\beta = 66^\circ$, $\alpha = 60^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Formül-1'de yerine konularak,

$$F_w = \frac{\sin 66^\circ \times \tan 31^\circ}{\sin 56^\circ \tan 60^\circ} \quad F_w = 0.38 \quad \text{bulunur.}$$

2- Analitik yöntem (2) :

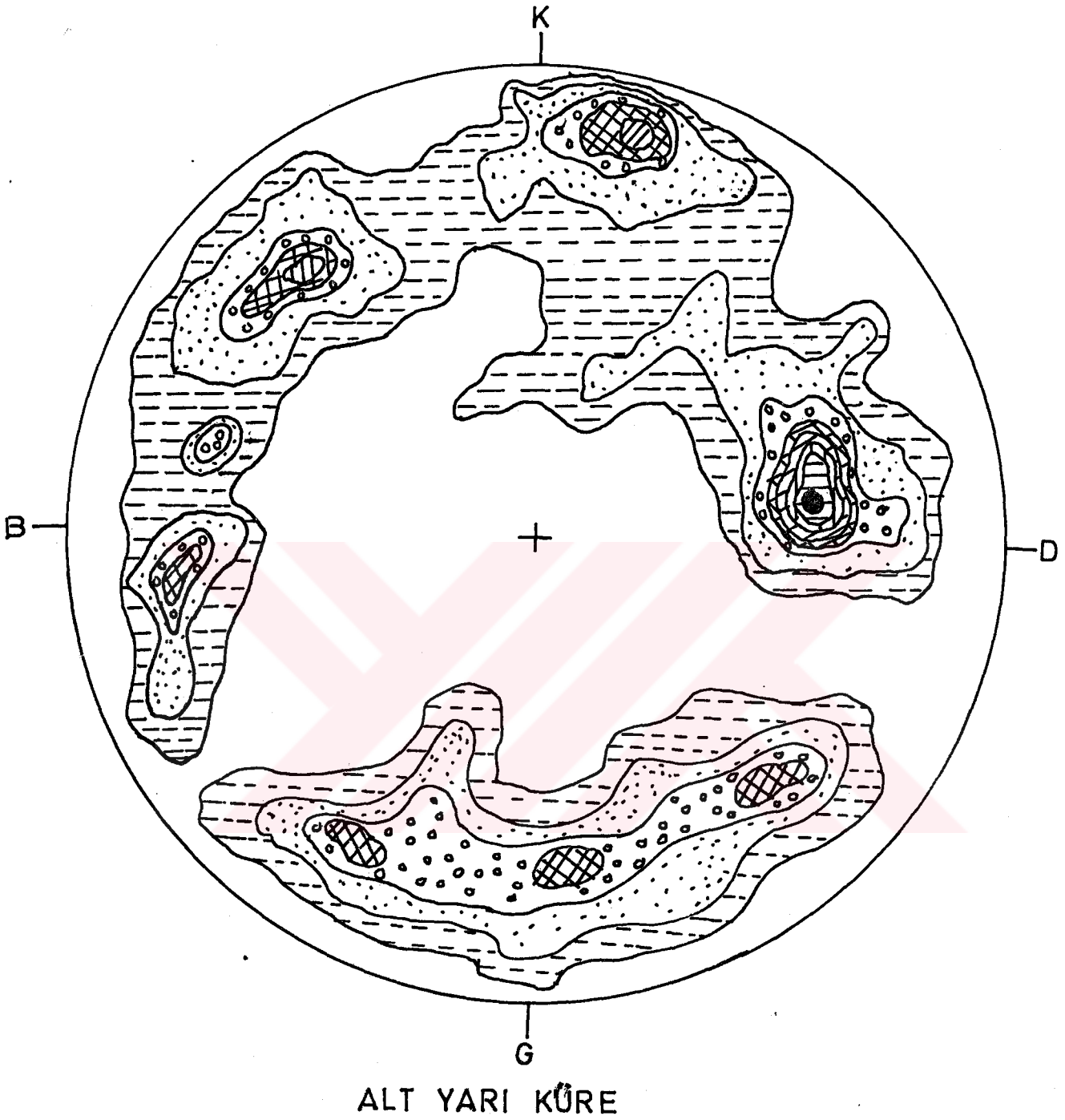
Bu analizde, kohezyonu da değerlendirmelere katarak, güvenlik katsayısını bulursak, (Şekil-33)'de ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir;

$\theta_{na.nb} = 82^\circ$	Düzlem A = 130/62°	$\theta_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 68^\circ$	Düzlem B = 210/80°	$\theta_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 57^\circ$	Şev düzlemi: 155/74°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 81^\circ$	Şev üst yüzeyi= 140/15°	$\delta_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 114^\circ$	$\psi_a = 62^\circ$	CA= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 62^\circ$	$\psi_b = 80^\circ$	CB= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{4-5} = 44^\circ$	$\psi_5 = 60^\circ$	H = 3000 cm

Bu değerlerden yararlanarak formül 2,3,4,5'den yararlanarak,
A= 0.52, B= 0.13, X= 3.52, Y= 1.73 olarak bulunur.

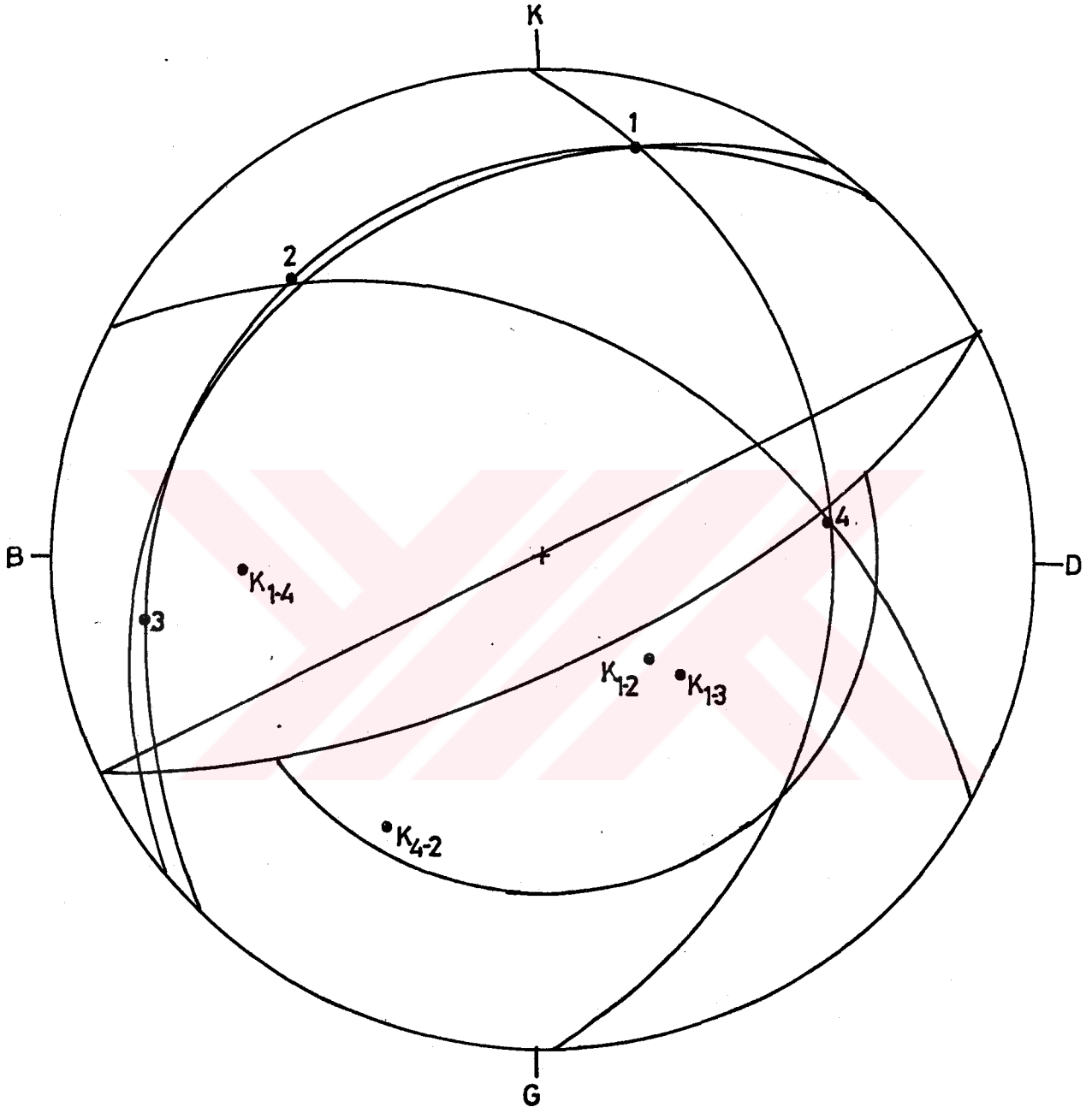
$F_w = 1.02$ bulunur

Yorum: Şev 4'e ait yapılan duraylılık analizleri tehlikeli alan içinde bulunan tüm arakesit noktaları için yapılmıştır, güvenlik katsayıları kohezyon içeren ve içermeyen yöntemlerle verilmiştir. Şevin güvenlik katsayıları >1 olduğundan Şev 4 duraylıdır. Ek-8'de şev 4'e ait şev krokisi verilmiştir.

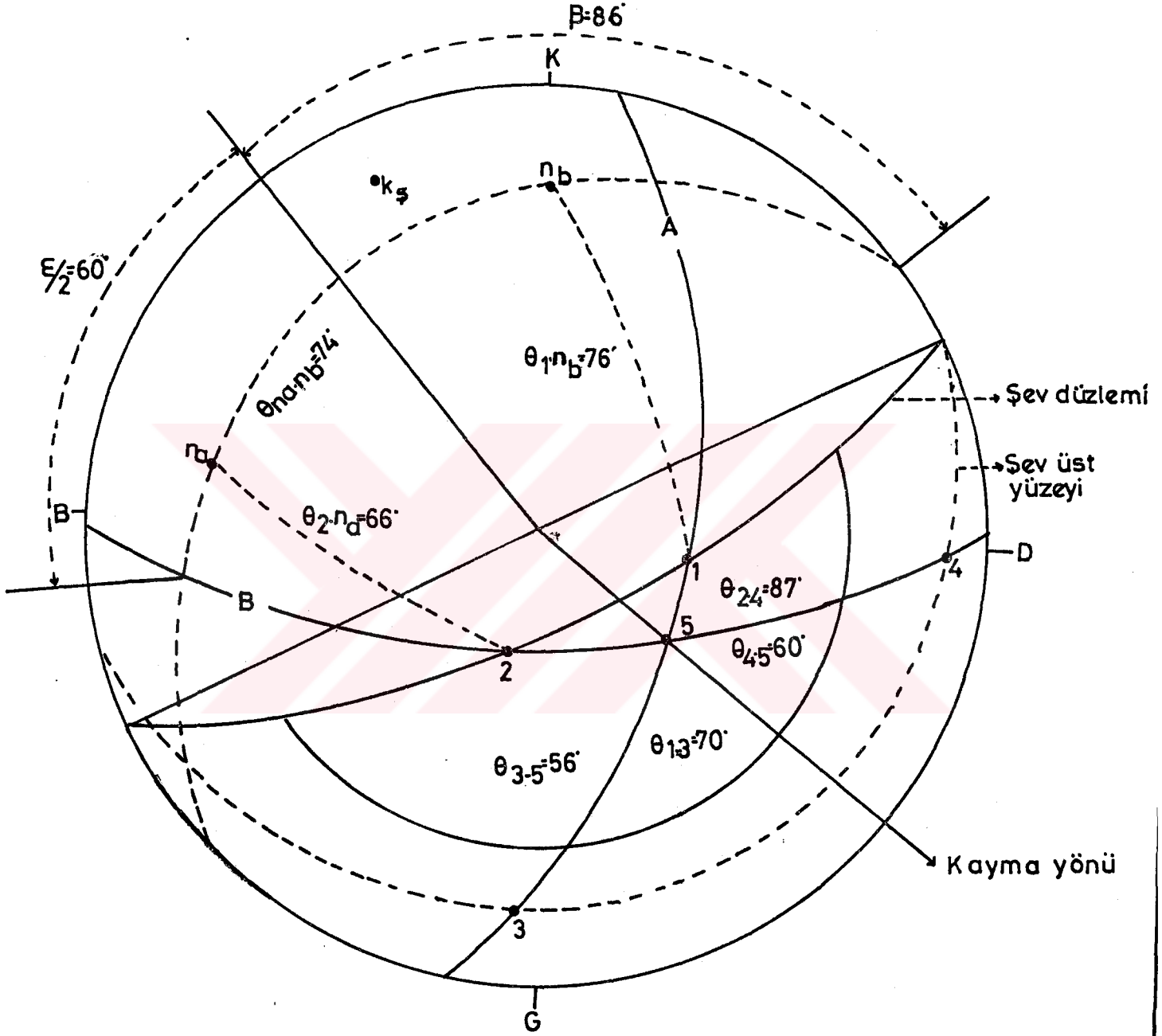


%	>14	14-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-1
İŞARETLER								

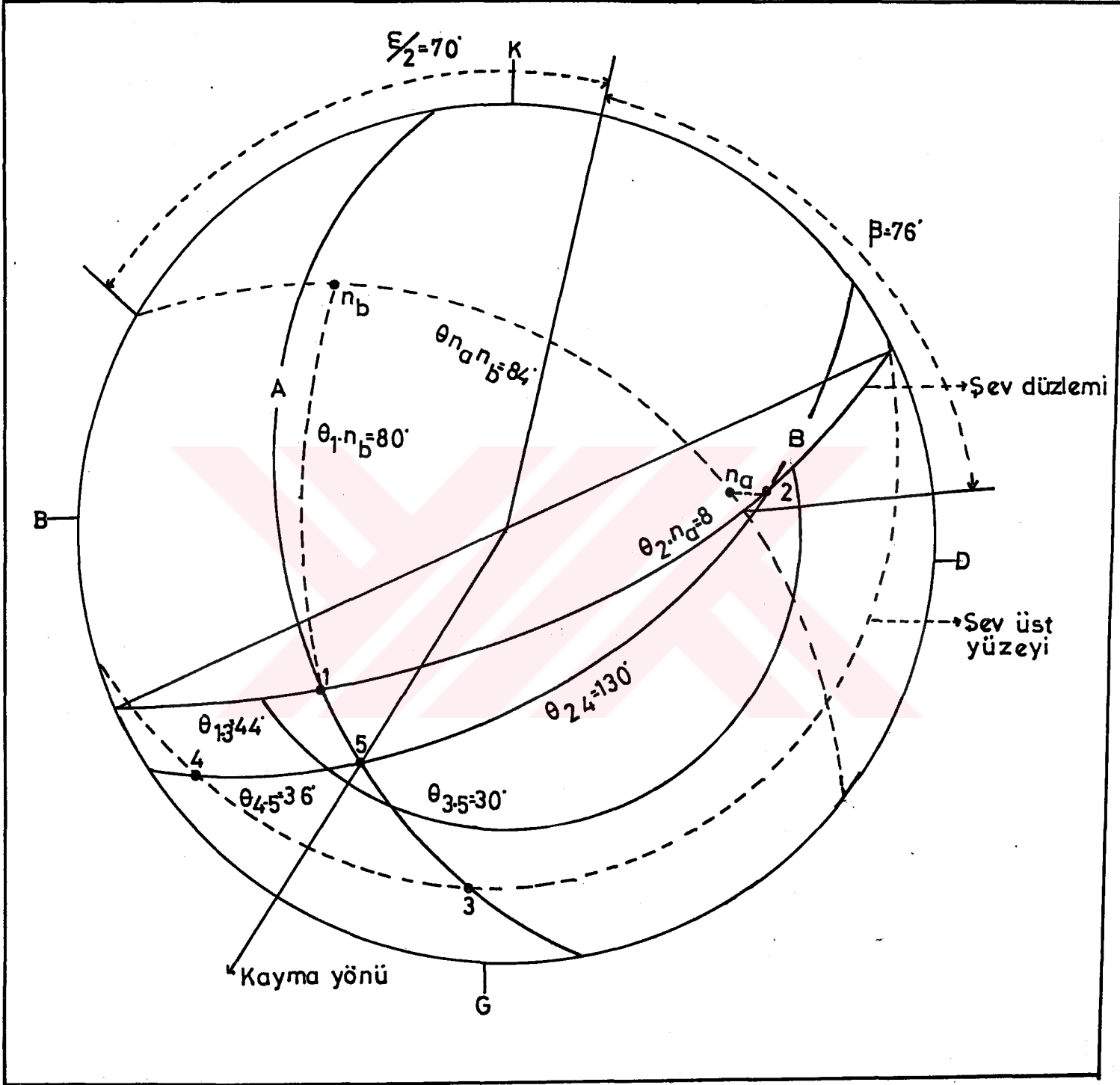
Şekil-28: Şev 4'e ait, 125 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



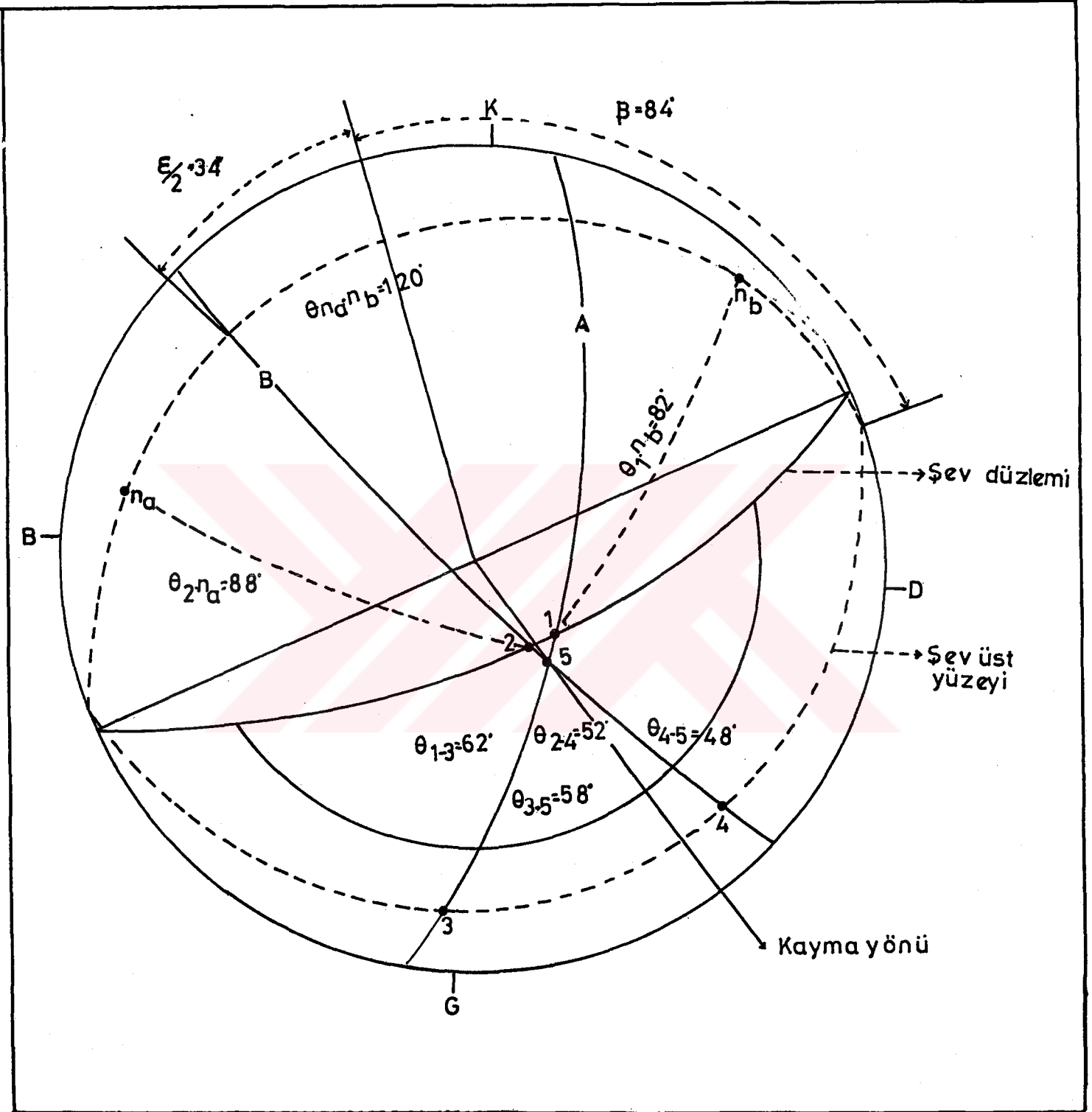
Şekil-29: Şev 4'e ait duraylılık analizi.



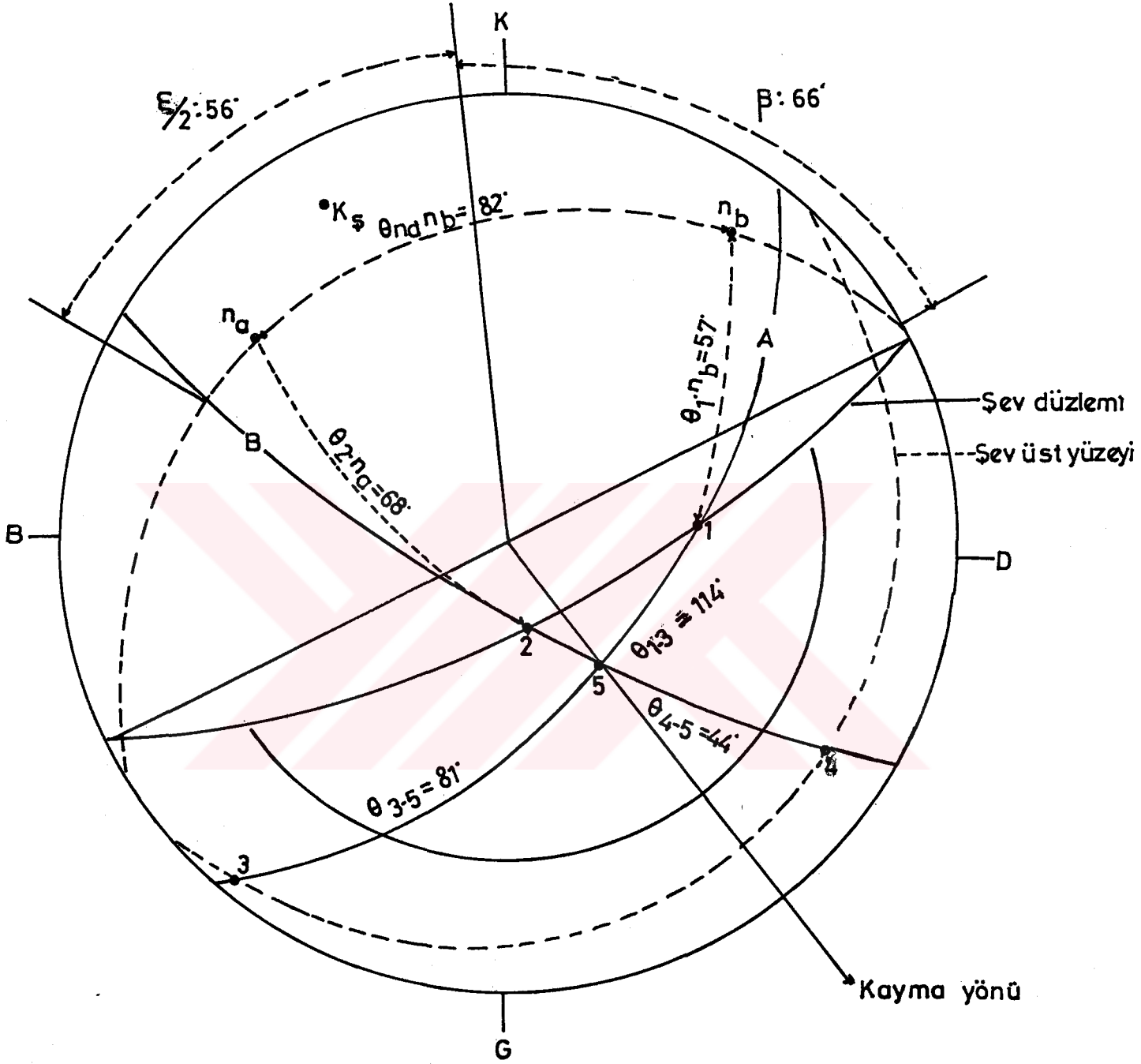
Şekil-30: Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-31: Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-32: Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-33: Şev 4'e ait kama tipi kayma analizi.

3.4.1.5. Şev 5'e ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 24.587-24.729 km dir. Şevin uzunluğu 142 m. dir. Şev yüksekliği max. 22.70 m, min 6.30 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 160/75 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 20-65 cm. çatlak açıklıkları 1-4 cm, tabaka kalınlıkları 10-30 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, tüffit-marn aralanmasıdır.

1- Şev 5'den alınan 148 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı (Şekil-34)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramında çatlak kontur diyagramında çatlak kutuplanmalarından geçen geçen büyük dairelerin arakesit noktaları, K_{1-2} ve K_{2-4} tehlikeli alan içinde olduğundan bu süreksizlik düzlemlerinin kesişmesi sonucunda kama tipi kayma olasılığı ortaya çıkabilir. (Şekil-34). Tehlikeli alan içinde bulunan K_{2-4} arakesit noktasının duraylılık analizleri.

1- Analitik Yöntem (1):

Çatlak kontur diyagramında, süreksizlik düzlemlerinden, $A= 144/38$, $B= 84/48$ düzlemleri değerlendirilmiştir. Şekil-35'den $\epsilon/2= 70^\circ$, $\beta = 110^\circ$, $\theta = 31^\circ$, $\alpha = 38^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu değerler Formül-1'de yerine konularak;

$$F_w = \frac{\sin 110^\circ}{\sin 70^\circ} \times \frac{\text{tg } 31^\circ}{\text{tg } 38^\circ} \quad F_w = 0.47 \text{ olarak bulunur.}$$

2- Analitik Yöntem (2):

Aynı süreksizlik düzlemlerini, kohezyon değerini de değerlendirmeye katarak güvenlik katsayısını bulalım. (Şekil-36)'da ölçülen geğerler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$\theta_{1-2} = 42^\circ$	$A = 144/38^\circ$	$\theta_A = 31^\circ$
$\theta_{2-3} = 84^\circ$	$B = 84/48^\circ$	$\theta_B = 31^\circ$
$\theta_{1-4} = 112^\circ$	Şev düzlemi = 160/75°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 88^\circ$	Şev üst yüzeyi = 170/15°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 134^\circ$	$\psi_a = 38^\circ$	$C_A = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 64^\circ$	$\psi_b = 48^\circ$	$C_B = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 36^\circ$	$\psi_s = 38^\circ$	$H = 2300 \text{ cm.}$

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine koyarsak;

$A = 0.48$, $B = 1.03$, $X = 14.8$, $Y = -1.9$ olarak bulunur.

Bu değerler, formül-6'da yerine konulursa $F_w = 1.42$ olarak bulunur.

Formül-6'da $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek, formül şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \varnothing + B \times \tan \varnothing$$

$$F_w = 0.48 \cdot 0.60 + 1.03 \cdot 0.6$$

$$F_w = 0.29 + 0.62$$

$F_w = 0.91$ olarak bulunur.

Tehlikeli alan içinde bulunan $K_1 - 2$ arakesit noktasının duraylılık analizleri.

1- Analitik Yöntem (1)'e göre kama tipi kayma analizi.

Analizi yapılan çatlak düzlemleri, $A = 300/10$, $B = 286/8$ dir.

Şekil-37'den elde edilen veriler şunlardır. $\epsilon/2 = 82^\circ$, $\beta = 98^\circ$, $\alpha = 68^\circ$, $\varnothing = 31^\circ$ dir.

Bu değerler formül-1'de yerine konulursa;

$$F_w = \frac{\sin 98^\circ}{\sin 82^\circ} \times \frac{\tan 31^\circ}{\tan 68^\circ}$$

$F_w = 0.24$ olarak bulunur.

2- Analitik yöntem (2)'ye göre kama tipi kayma analizi.

Bu kez aynı çatlak düzlemlerini, kohezyon değerini de değerlendirmeye katarak değerlendirirsek; (Şekil-37)'den elde edilen veriler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$$\epsilon_{na.nb} = 14^\circ$$

$$A = 286/8^\circ$$

$$\varnothing_A = 31^\circ$$

$$\epsilon_{2.na} = 92^\circ$$

$$B = 300/10^\circ$$

$$\varnothing_B = 31^\circ$$

$$\epsilon_{1.nb} = 88^\circ$$

$$\text{Şev düzlemi} = 160/75^\circ$$

$$\delta = 2.4 \text{ gr/cm}^3$$

$$\epsilon_{3-5} = 54^\circ$$

$$\text{Şev üst yüzeyi} = 170/15^\circ$$

$$\hat{\sigma}_w = 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$\epsilon_{1-3} = 58^\circ$$

$$\psi_a = 8^\circ$$

$$C_A = 0.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\epsilon_{2-4} = 66^\circ$$

$$\psi_b = 10^\circ$$

$$C_B = 0.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\epsilon_{4-5} = 70^\circ$$

$$\psi_s = 68^\circ$$

$$H = 2300 \text{ cm}$$

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine koyarsak.

$$A = 0.8, \quad B = 0.4, \quad X = -22.8, \quad Y = 28.3 \quad \text{olarak bulunur.}$$

Bu değerler formül 6'da yerine konulursa $F_w = 1.02$ olarak bulunur.

Formül-6'da $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek, formül şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \varnothing_A + B \times \tan \varnothing_B$$

$$F_w = 0.8 + 0.6 + 0.4 \cdot 0.6$$

$$F_w = 0.48 + 0.24$$

$$F_w = 0.72 \text{ olarak bulunur.}$$

Şev 5'de arazi gözlemlerine göre saplanan iki fay düzleminin kama tipi kayma analizi;

1- Şev 5'de fay düzlemlerinden A= 205/70, B= 100/81 fay düzlemleri değerlendirilmiştir. Şekil-38'den, $\epsilon/2= 44^\circ$, $B = 116^\circ$, $\Psi_{fi}= 75^\circ$, $\alpha = 66^\circ$, $\emptyset = 31^\circ$ değerleri bulundu ve formül-1'de yerine konularak,

$$F_w = \frac{\sin 116^\circ}{\sin 44^\circ} \times \frac{\tan 31^\circ}{\tan 66^\circ}$$

$F_w = 0.34$ olarak bulundu.

2- Analitik yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

Aynı fay düzlemlerini kohezyon değerini hesaba katarak değerlendirelim. Şekil-38'de ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 106^\circ$	A= 205/70°	$\emptyset_A = 31^\circ$
$\theta_{na} = 82^\circ$	B= 100/81°	$\emptyset_B = 31^\circ$
$\theta_{nb} = 84^\circ$	Şev düzlemi= 160/75°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 64^\circ$	Şev üst yüzeyi= 170/15°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 74^\circ$	$\Psi_a = 70^\circ$	CA= 0.30 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 66^\circ$	$\Psi_b = 81^\circ$	CB= 0.30 kg/cm ²
$\theta_{4-5} = 54^\circ$	$\Psi_s = 66^\circ$	H = 2300 cm

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak;

A= 0.46, B= 0.31, X= 8.1, Y= 10.79 olarak bulunur.

Bu değerler formül-6'da yerine konularak,

$F_w = 1.34$ olarak bulunur.

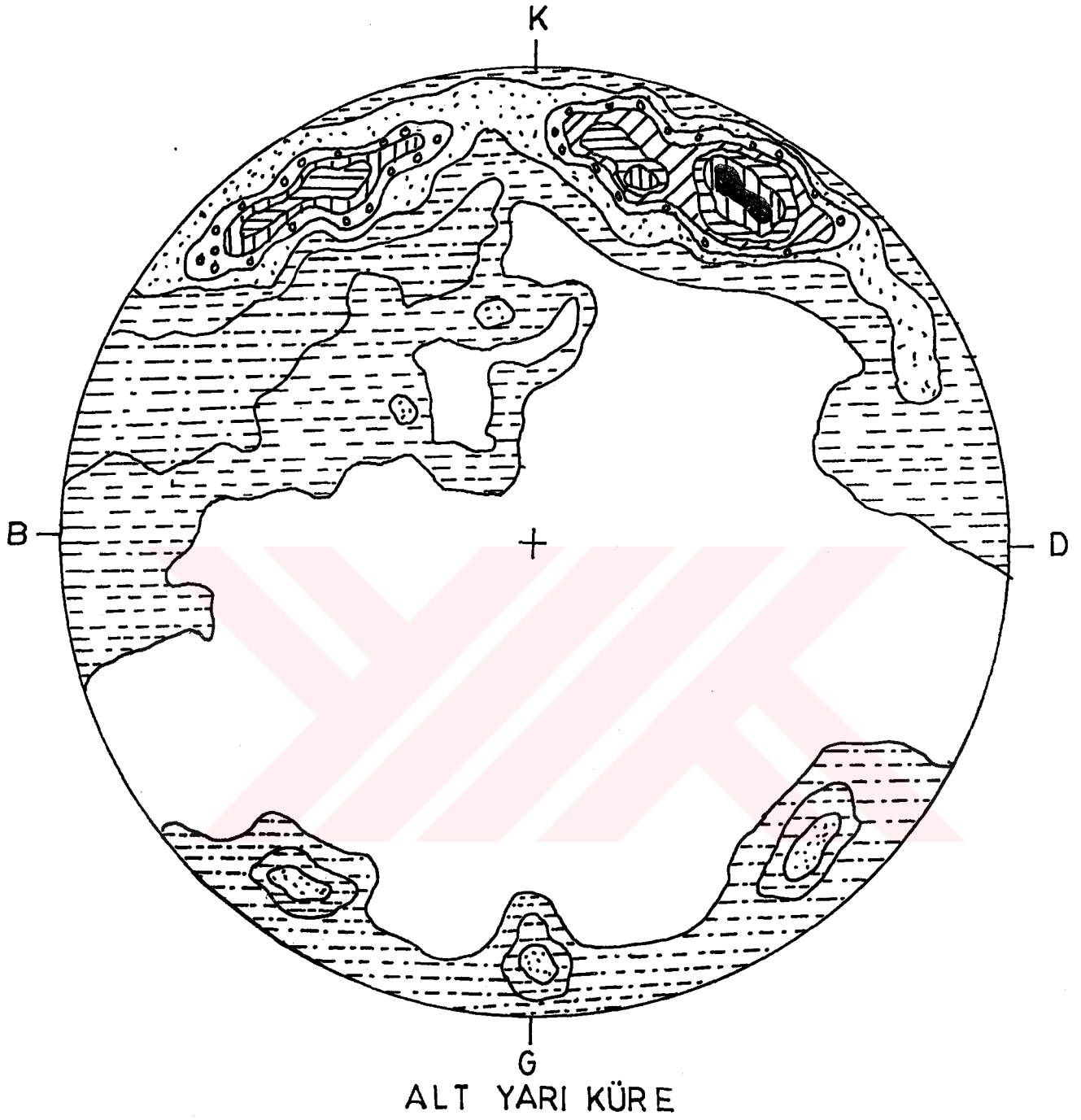
Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \emptyset_A + B \times \tan \emptyset_B$$

$$F_w = 0.46 \times 0.6 + 0.31 \times 0.6$$

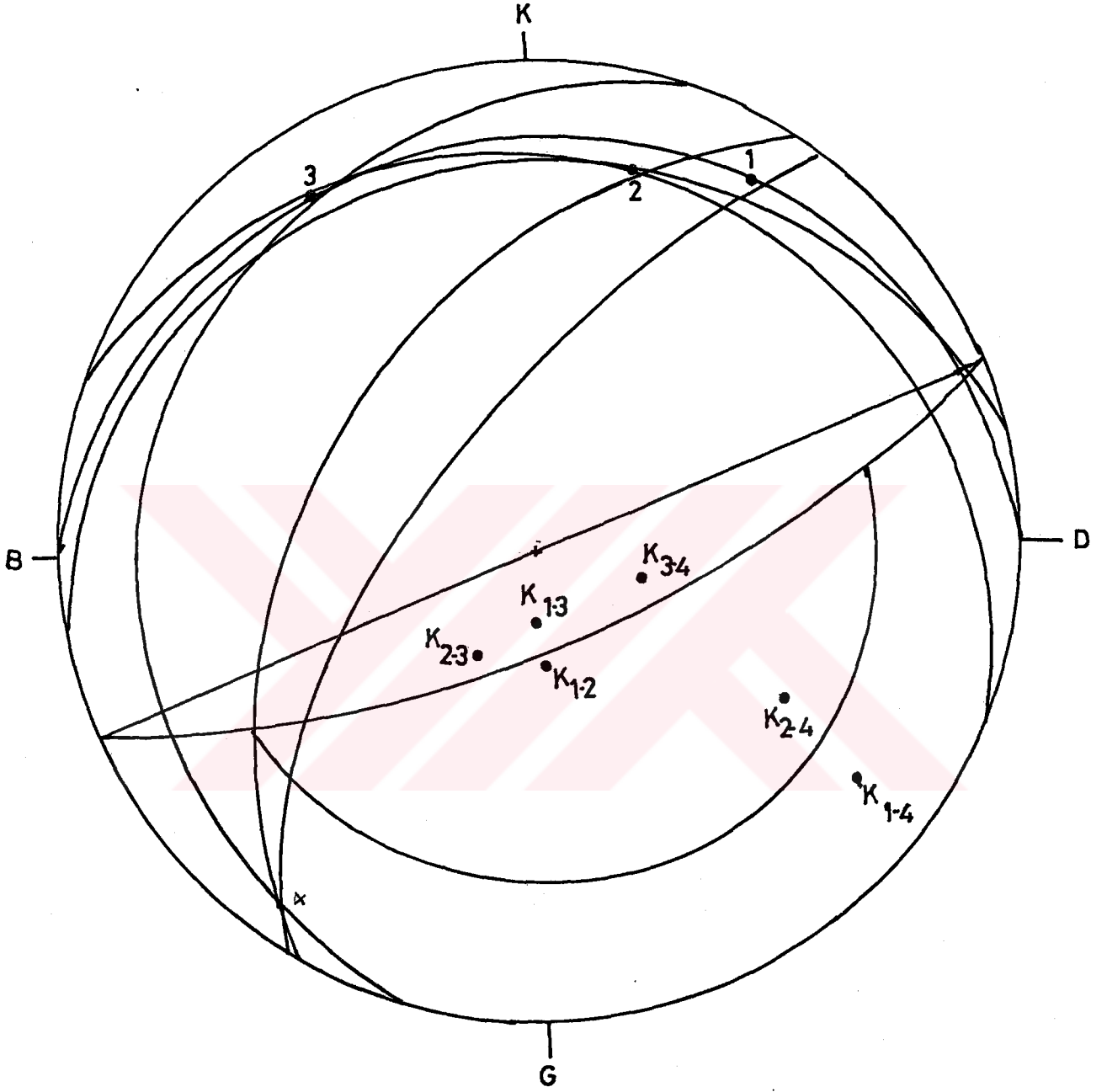
$$F_w = 0.46$$

Yorum: Şev 5'e ait duraylılık analizlerinde, kohezyon içeren analizler sonucu, şev güvenlik katsayılarının 1'e yakın kritik ve 1'den büyük değerlerde, duraylı olduğu görülmüştür. Ek-9'da şev 5'e ait şev krokisi verilmiştir.

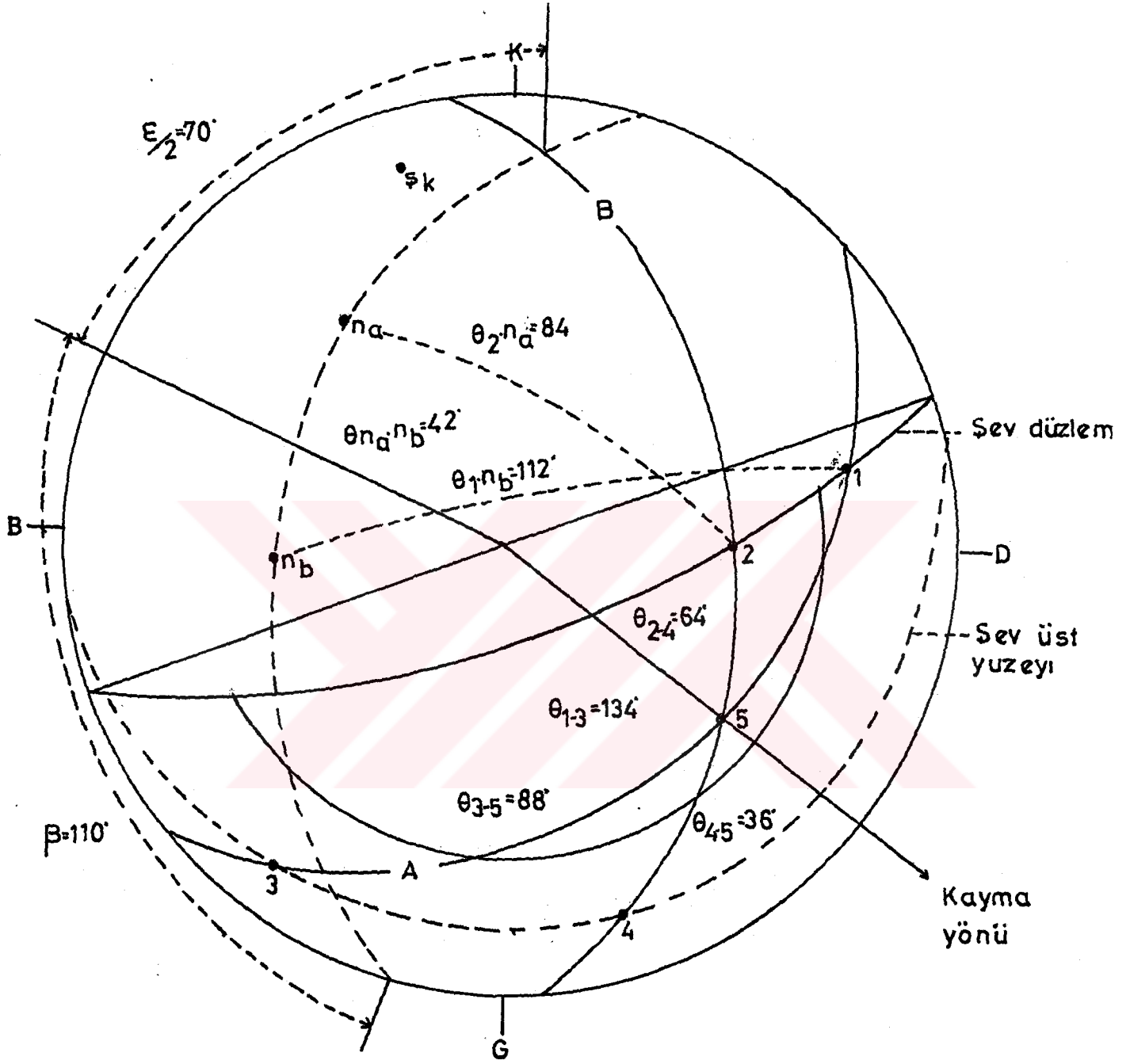


%	>14	14-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-0
İŞARETLER								

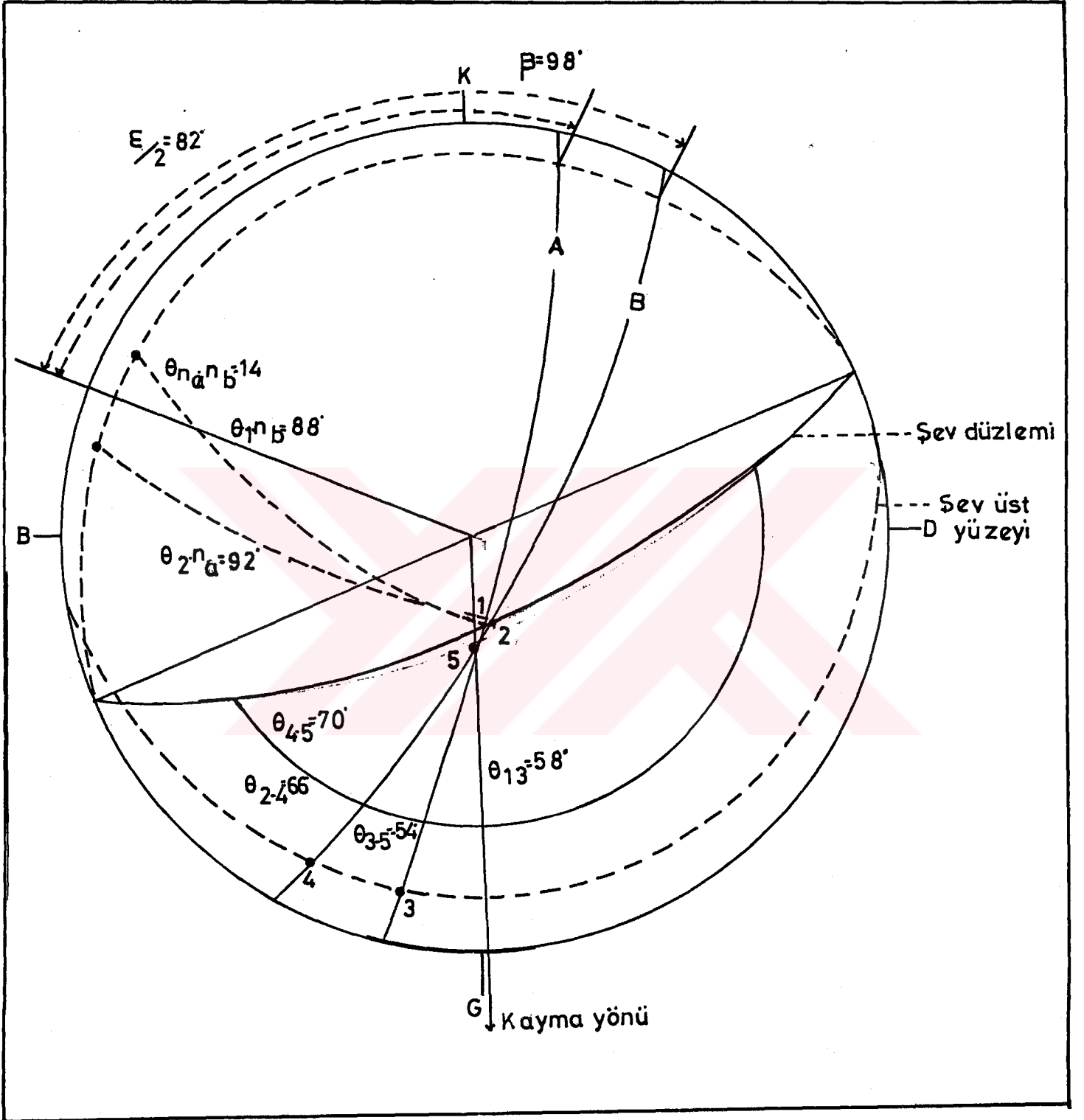
Şekil-34: Şev 5'e ait, 148 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



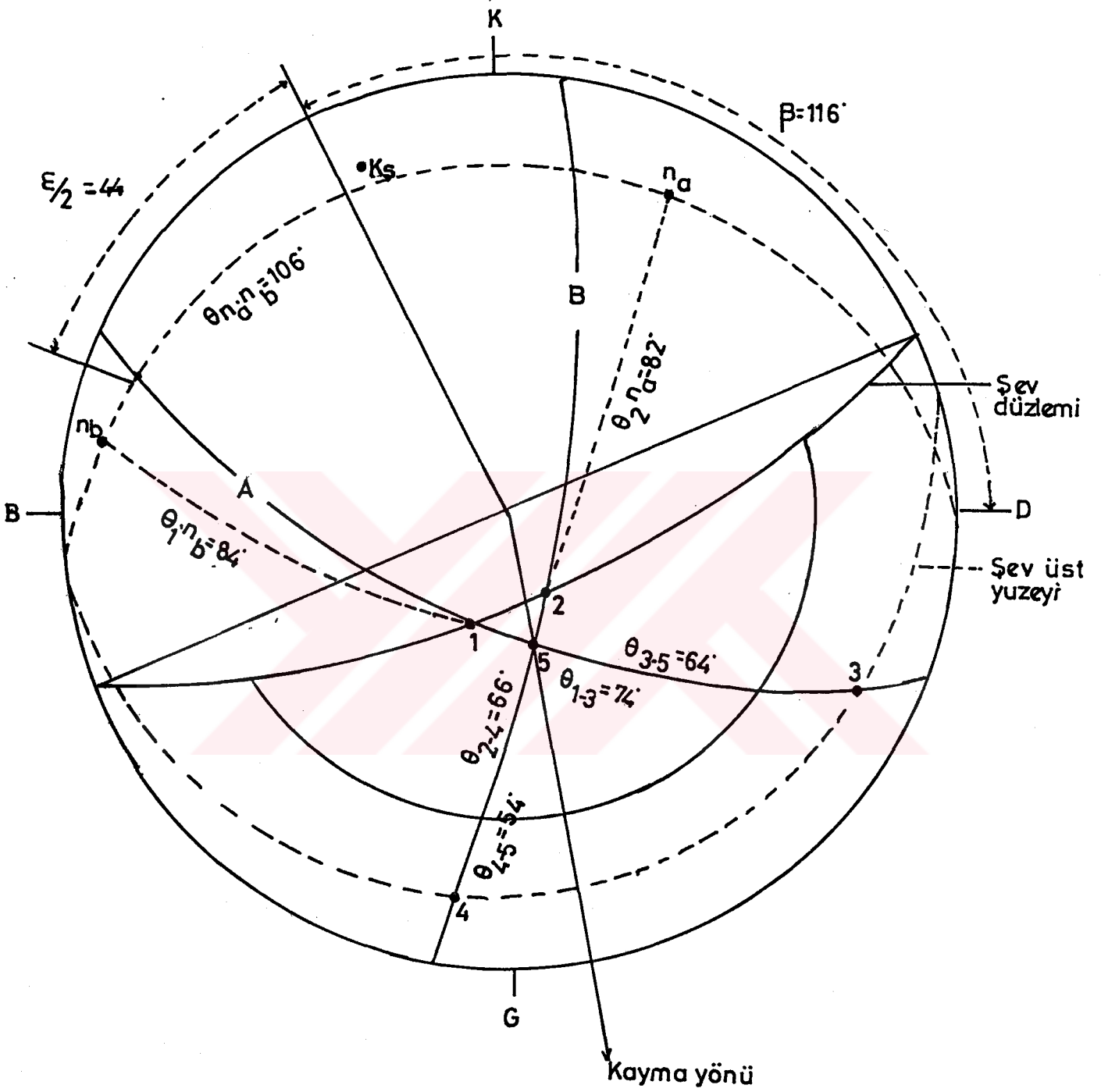
Şekil-35: Şev 5'e ait, duraylılık analizleri.



Şekil-36: Şev 5'e ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-37: Şev 5'e ait kama tipi kayma analizi.



Şekil:38: Şev 5'e ait, kama tipi kaymanın analizi.

3.4.1.6. Şev 6'ya ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 24.933-25.135 km dir. Şevin uzunluğu 202 m. dir. Şev yüksekliği max. 37 m, min. 8.40 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı eğim derecesi 135/72 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 23-35 cm, çatlak açıklıkları 0.5-3.5 cm, tabaka kalınlıkları 10-37 cm. arasında değişmektedir. Şevdeki kayaç cinsi tüffit-marn aralanmasıdır.

1- Şev 6'dan alınan 440 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı. (Şekil-39)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramının yorumu sonucunda, çatlak kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktalarının, tehlikeli bölge içine düşmesi sonucu, K_{6-2} , K_{7-4} , K_{7-3} arakesit noktalarının belirttiği çatlak düzlemlerinin kesişmesi sonucunda, kama tipi kayma olasılığı artaya çıkmıştır. Bu noktaların ayrıntılı analizleri ayrı ayrı yapılacaktır. (Şekil-40).

K_{6-2} noktasının ayrıntılı, kama tipi kayma analizi.

1- Analitik yöntem (1):

Çatlak düzlemleri, $A= 138/52$, $B= 90/56$ değerlendirilmiştir. Şekil-41'den $\epsilon/2= 74^\circ$, $\beta=92^\circ$, $\alpha= 50^\circ$ olarak bulunmuştur. Bu değerler formül-1'de yerine konularak $F_w= 0.52$ olarak bulunur.

2- Aynı çatlak düzlemleri bu kez, kohezyon değeri hesaba katılarak analiz yapılırsa. Analitik yöntem (2):

Şekil-41'den ölçülen değerler şöyledir;

$\theta_{na.nb} = 34^\circ$	$A= 138/52$	$\phi_A= 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 78^\circ$	$B= 90/56$	$\phi_B= 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 50^\circ$	Şev düzlemi 135/72°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 98^\circ$	Şev üst yüzeyi= 145/15°	$\gamma_w= 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 2^\circ$	$\psi_a = 52^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 80^\circ$	$\psi_b = 56^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 54^\circ$	$\psi_s = 50^\circ$	
	$H = 3000 \text{ cm.}$	

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak;

$A= 0.64$, $B= 0.18$, $X= 6.1$, $Y= 0.1$ olarak bulunur. Bu değerler formül 6'da yerine konulursa $F_w= 1.21$ olarak bulunur. Formül-6'da $C= 0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu hali alır.

$$F_w= A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B$$

$$F_w= 0.64 \times 0.6 + 0.18 \times 0.6$$

$$F_w= 0.49 \text{ olarak bulunur.}$$

K_{7-3} arakesit noktasının kama tipi kayma analizi.

1- Analitik yöntem (1): Analizi yapılan çatlak düzlemleri, $A= 64/40$, $B= 104/42$ dir. Şekil-42'de ölçülen değerler şöyledir. $\beta = 96^\circ$, $\epsilon/2 = 82^\circ$ dir. Formül-1'de yerine konulursa, $F= 0.67$ olarak bulunur.

2- Analitik yöntem (2):

Analizi yapılan çatlak düzlemlerinin bu kez kohezyonun değerlendirmeye katılmasıyla analizi yapıldı. Şekil-42'de ölçülen değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 24^\circ$	$A= 64/40$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 102^\circ$	$B= 104/42^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 86^\circ$	Şev düzlemi = $135/72^\circ$	$\gamma^* = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 54^\circ$	Şev üst yüzeyi = $145/15^\circ$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 70^\circ$	$\psi_a = 40^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 110^\circ$	$\psi_b = 42^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 88^\circ$	$\psi_s = 40^\circ$	
	$H = 3000 \text{ cm.}$	

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak;

$A= 0.9$, $B= 0.4$, $X= -4.7$, $Y= 18.8$ olarak bulunur.

Formül-6'dan $F_w = 0.97$ olarak bulunur. $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül 6 şu hali alır.

$F_w = A_x \tan \phi + B_x \tan \phi$ $F_w = 0.78$ olarak bulunur.

Şev 6'da fay düzlemlerinden $A= 225/65$, $B= 100/85$ düzlemlerinin kama tipi kayma analizi yapılmıştır.

1- Analitik yöntem (1): Kama tipi kayma analizi.

(Şekil-43)'den ölçülen $\epsilon/2 = 30^\circ$, $\beta = 120^\circ$, $\alpha = 56^\circ$, $\phi = 31^\circ$ değerleri formül-1'de yerine konularak, $F_w = 0.70$ olarak bulunur.

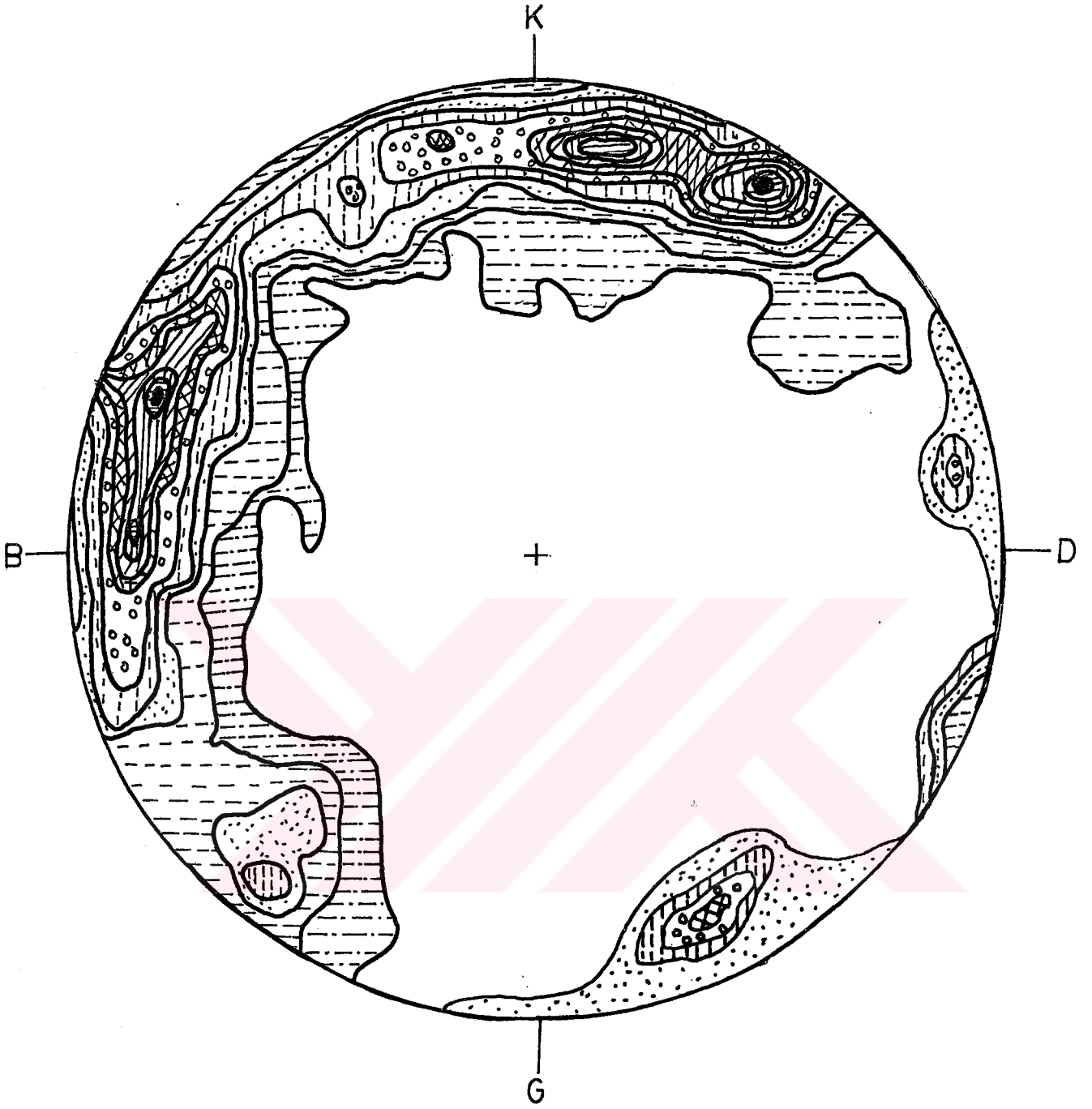
2- Analitik yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

(Şekil-43)'de ölçülen değerler ve kayaca ait değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 120^\circ$	$A= 225/65^\circ$	$H= 3000 \text{ cm}$
$\theta_{2.na} = 82^\circ$	$B= 100/85^\circ$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 86^\circ$	Şev düzlemi = $135/72^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{3-5} = 52^\circ$	Şev üst yüzeyi = $145/15^\circ$	$\gamma^* = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 56^\circ$	$\psi_a = 65^\circ$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{2-4} = 54^\circ$	$\psi_b = 85^\circ$	$CA = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 48^\circ$	$\psi_s = 56^\circ$	$CB = 0.30 \text{ kg/cm}^2$

Formül 2,3,4,5'den $A= 0.75$, $b= 0.48$, $X= 3.3$, $Y= 16.6$ formül 6'da yerine konularak $F_w = 1.04$ olarak bulunur. $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek $F_w = 0.73$ olarak bulunur.

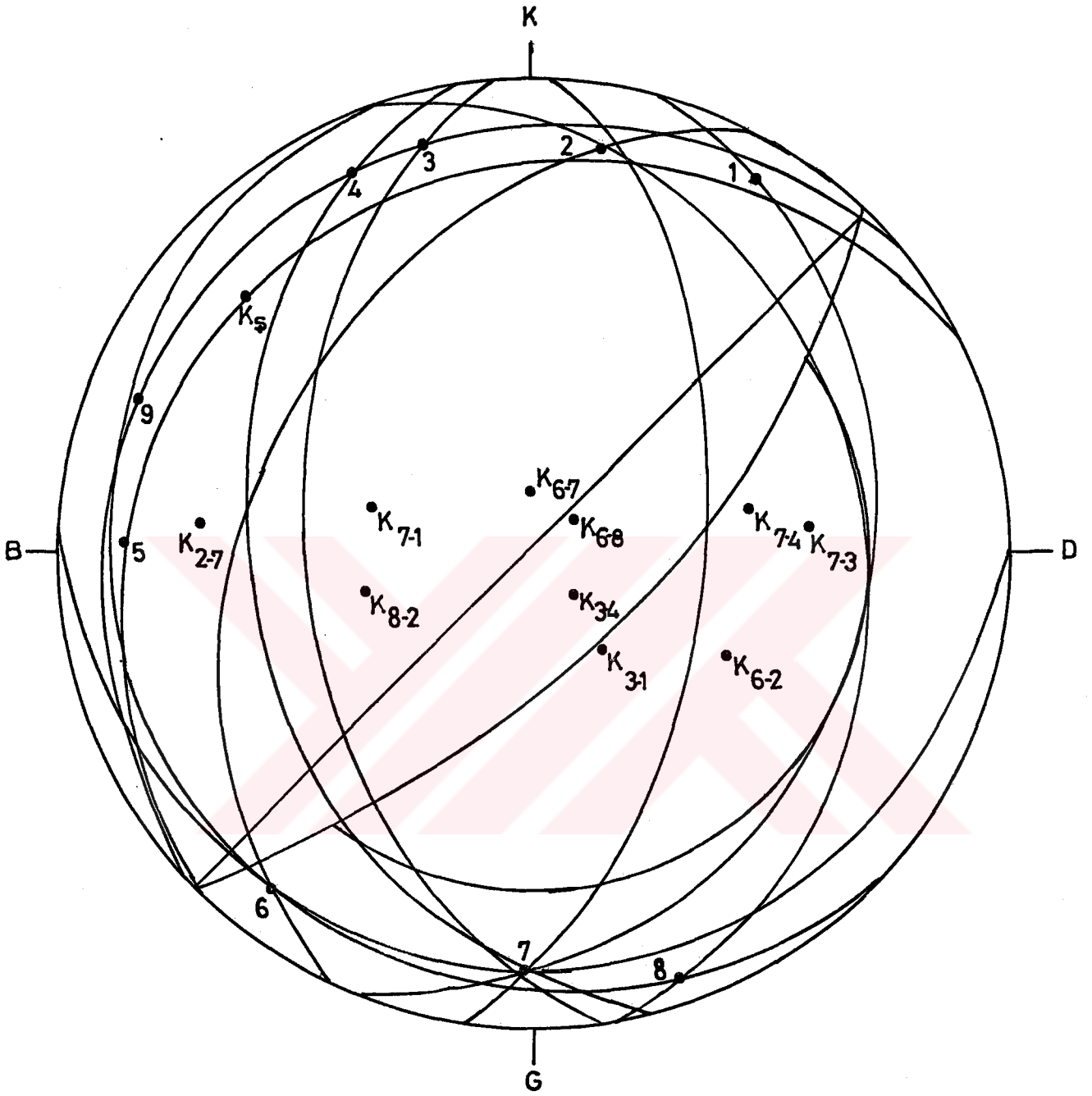
Yorum: Şev 6'ya ait duraylılık analizlerinde güvenlik katsayıları > 1 olduğundan şev 6 duraylıdır. Ek-10'da şev 6'ya ait şev krokisi verilmiştir.



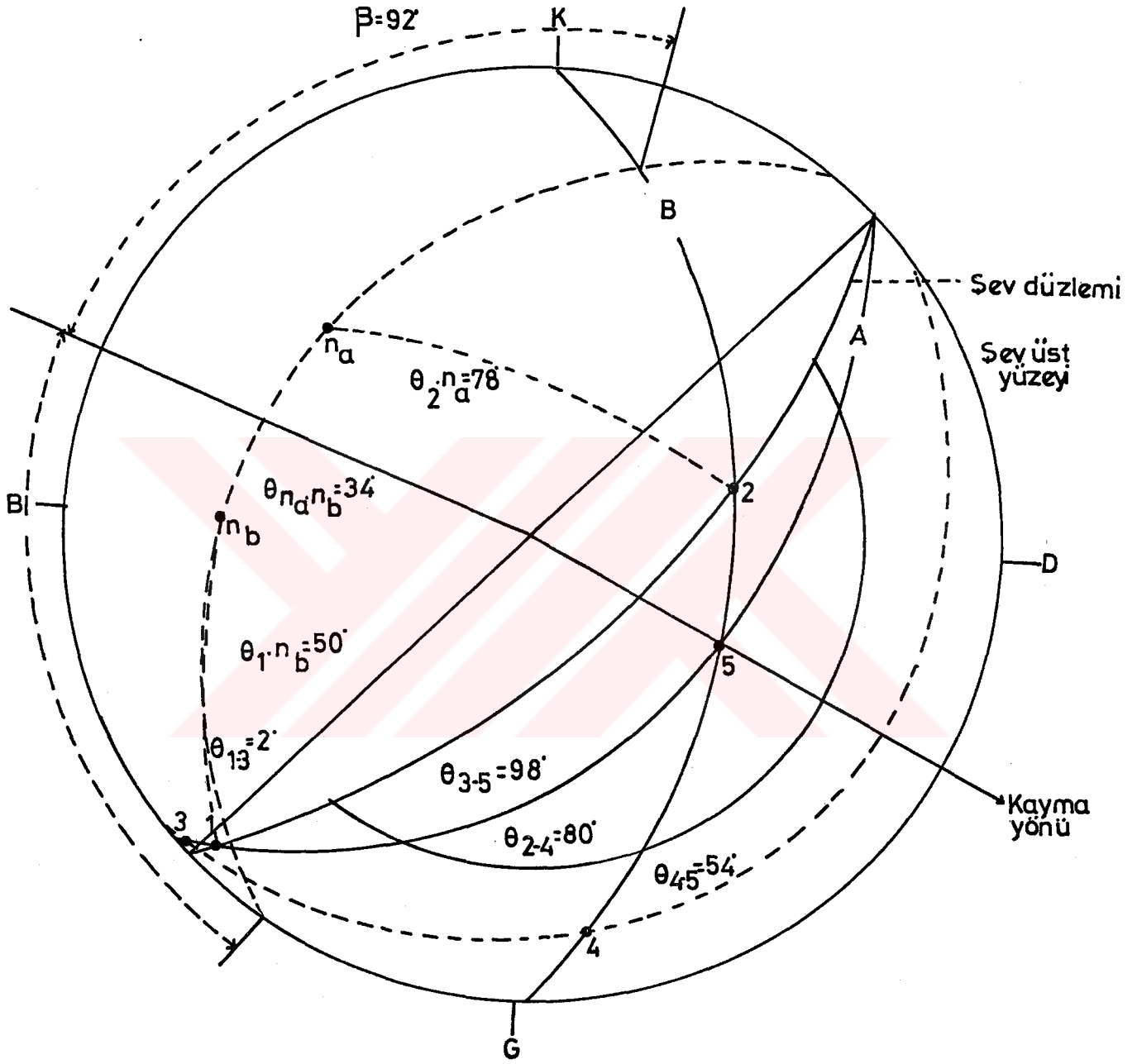
ALT YARI KÜRE

%	>30	30-27	27-24	24-21	21-18	18-15	15-12	12-9	9-6	6-3	3-1
İŞARETLER											

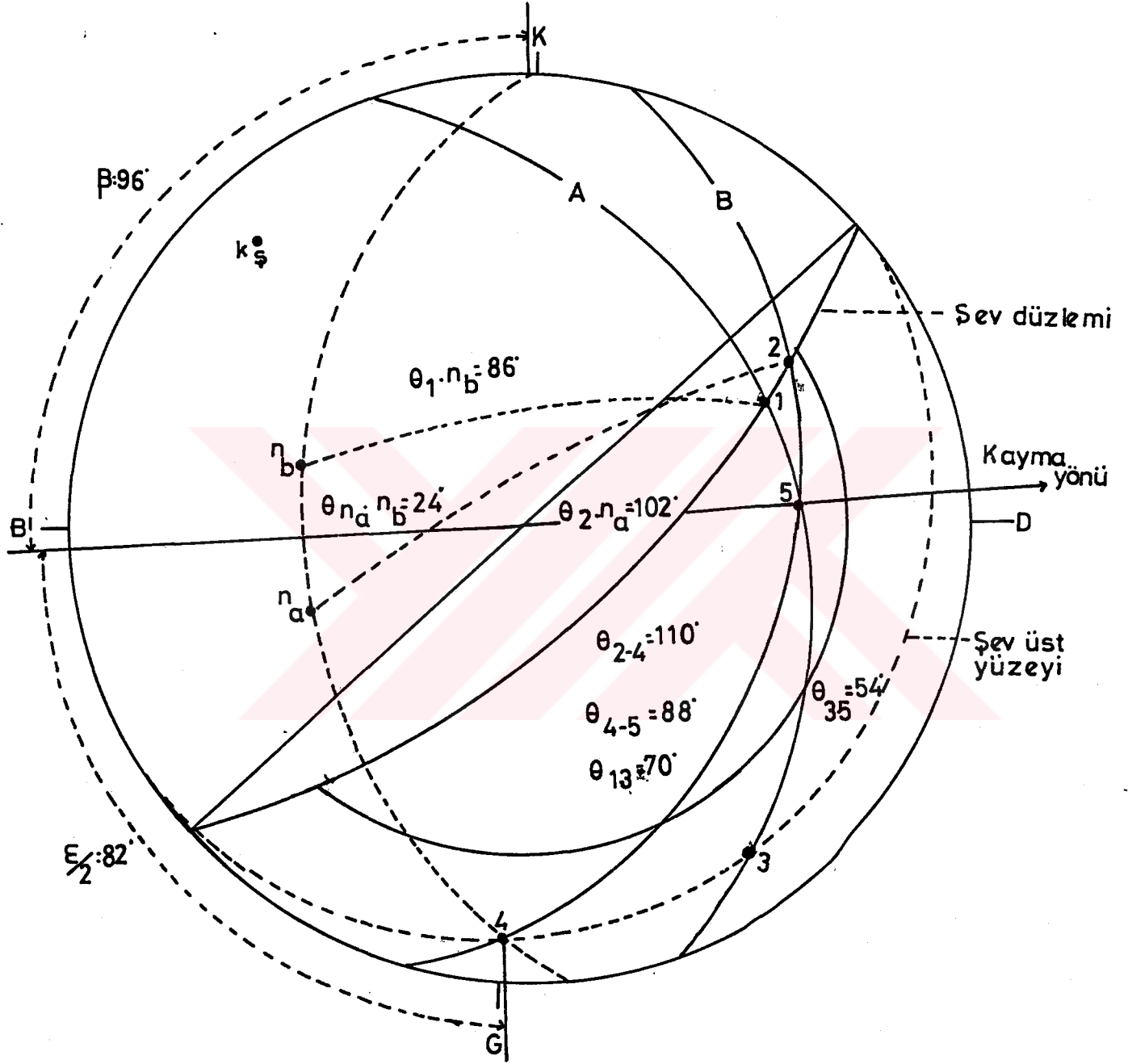
Şekil-39: Şev 6'ya ait, tüffit ve mamlardan alınan 440 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



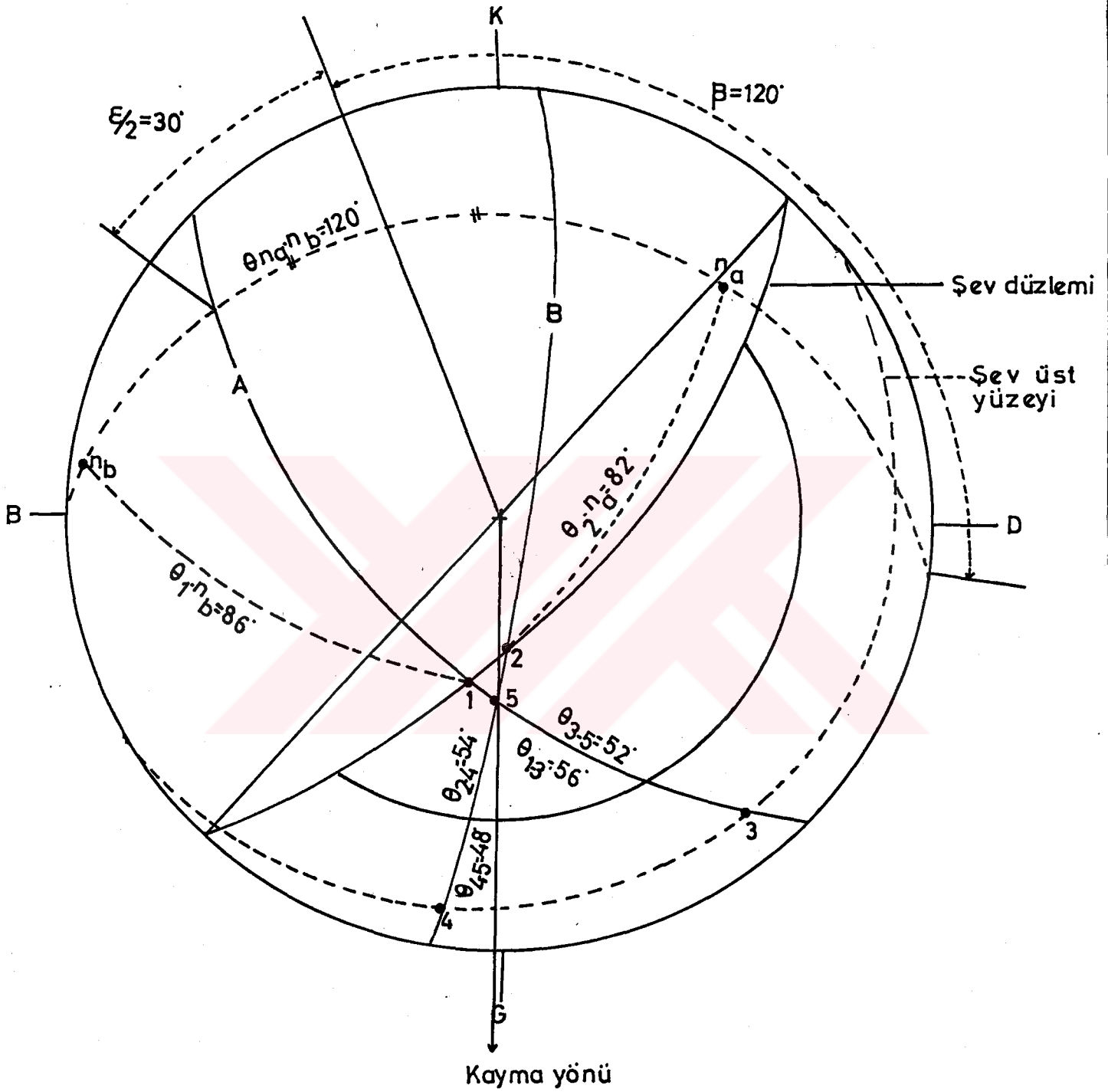
Şekil-40: Şev 6'ya ait duraylılık analizi.



Şekil-41: Şev 6'ya ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-42= Şev 6'ya ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-43: Şev 6'ya ait, kama tipi kayma analizi.

3.4.1.7. Şev 7'ye ait duraylılık analizleri;

Trabzon'dan olan uzaklığı 25.765-26.039 km. dir. Şevin uzunluğu 274 m. dir. Şev yüksekliği max. 24, min. 5 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 108/65 dir. Şevdeki çatlak ara uzaklıkları 30-80 cm, çatlak açıklıkları 1-4 cm, tabaka kalınlıkları 12-50 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi Aglomera-tüffittir.

1- Şevden alınan 279 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı, (Şekil-44)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramında çatlak kutuplanmalarından geçen, büyük dairelerin en tehlikeli arakesit noktası K_{1-5} dir. (Şekil-45).

K_{1-5} arakesit noktasına ait kama tipi kayma analizi.

1- Analitik yöntem (1):

Analizi yapılan düzlemler A= 75/44, B= 40/50 dir. Şekil-46'da ölçülen değerler $\epsilon/2= 92^\circ$, $\beta = 120^\circ$, $\alpha = 38^\circ$, $\phi=31$ olarak alınmıştır. Formül-1'de yerine konularak $F_w= 0.85$ olarak bulunur.

2- Analitik yöntem (2):

Aynı çatlak düzlemleri bu kez kohezyonun katılmasıyla değerlendirilmiştir. Şekil-45'den;

$\theta_{na.nb} = 28^\circ$	A= 75/44°	$\phi_A=31^\circ$
$\theta_{2.na} = 86^\circ$	B= 40/50°	$\phi_B= 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 106^\circ$	Şev düzlemi= 108/65°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 98^\circ$	Şev üst yüzeyi= 110/10°	$\gamma_w= 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{2-4} = 62^\circ$	$\psi_a = 44^\circ$	CA= 0.30 gr/cm^2
$\theta_{4-5} = 44^\circ$	$\psi_b = 50^\circ$	CB= 0.30 kg/cm^2
	$\psi_s = 38^\circ$	H = 2400

Bu değerler formül-2,3,4,5'de yerine konularak;

A= 1.44, B= 0.8, X= 18.3, Y= -3.7 olarak bulunur.

Formül-6'dan $F_w= 1.87$ olarak bulunur. Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül-6 şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B$$

$F_w= 1.35$ olarak bulunur.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Şev 7'de iki fay düzleminin kama tipi kayma analizi;

1- Analitik Yöntem (1):

Analizi yapılan fay düzlemleri A= 157/62, 35/79 değerlendirilmiştir. Şekil-47'de ölçülen değerler şöyledir. $\epsilon/2= 38^\circ$, $\beta= 108^\circ$, $\alpha= 54^\circ$, $\emptyset= 31^\circ$ formül-1'de yerine konularak $F_w= 0.67$ olarak bulunur.

2- Analitik yöntem (2):

Aynı fay düzlemleri, kohezyonun değerlendirmeye katılarak yapılan analizi. Şekil-47'den ölçülen değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 114^\circ$	A= 157/62°	$\emptyset_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 80^\circ$	B= 35/79°	$\emptyset_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 76^\circ$	Şev düzlemi= 108/65°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 52^\circ$	Şev üst yüzeyi= 110/20°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 64^\circ$	$\psi_a = 62^\circ$	CA= 0.30 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 48^\circ$	$\psi_b = 79^\circ$	CB= 0.30 kg/cm ²
$\theta_{4-5} = 38^\circ$	$\psi_s = 54^\circ$	H = 2400 cm

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak;

A= 0.83, B= 0.58, X= 69, Y= 4.7 bulunur.

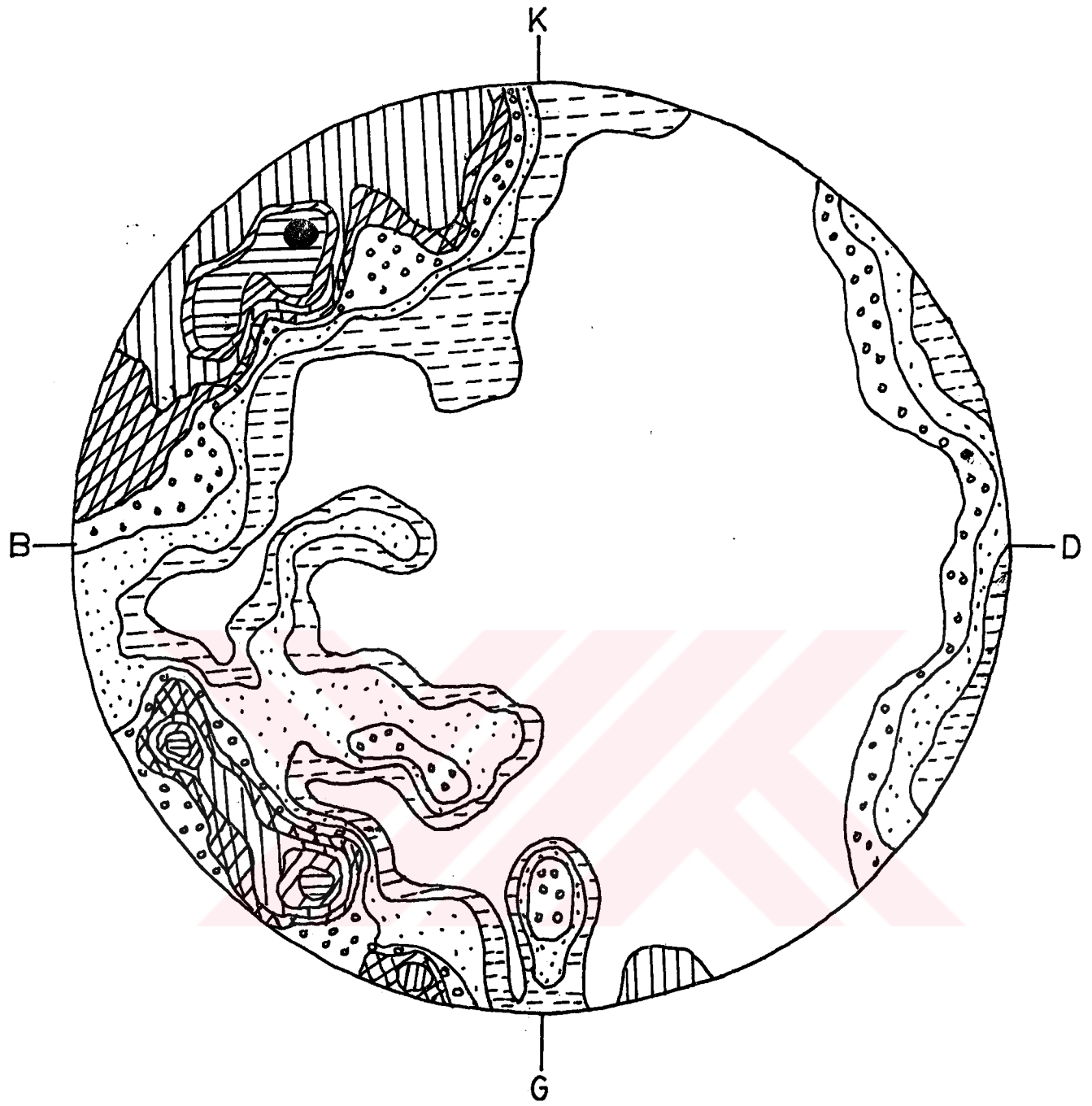
$F_w= 1.48$ olarak bulunur.

Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek, formül şu hale gelir.

$$F_w = A \times \tan \emptyset_A + B \times \tan \emptyset_B$$

$$F_w = 0.85$$

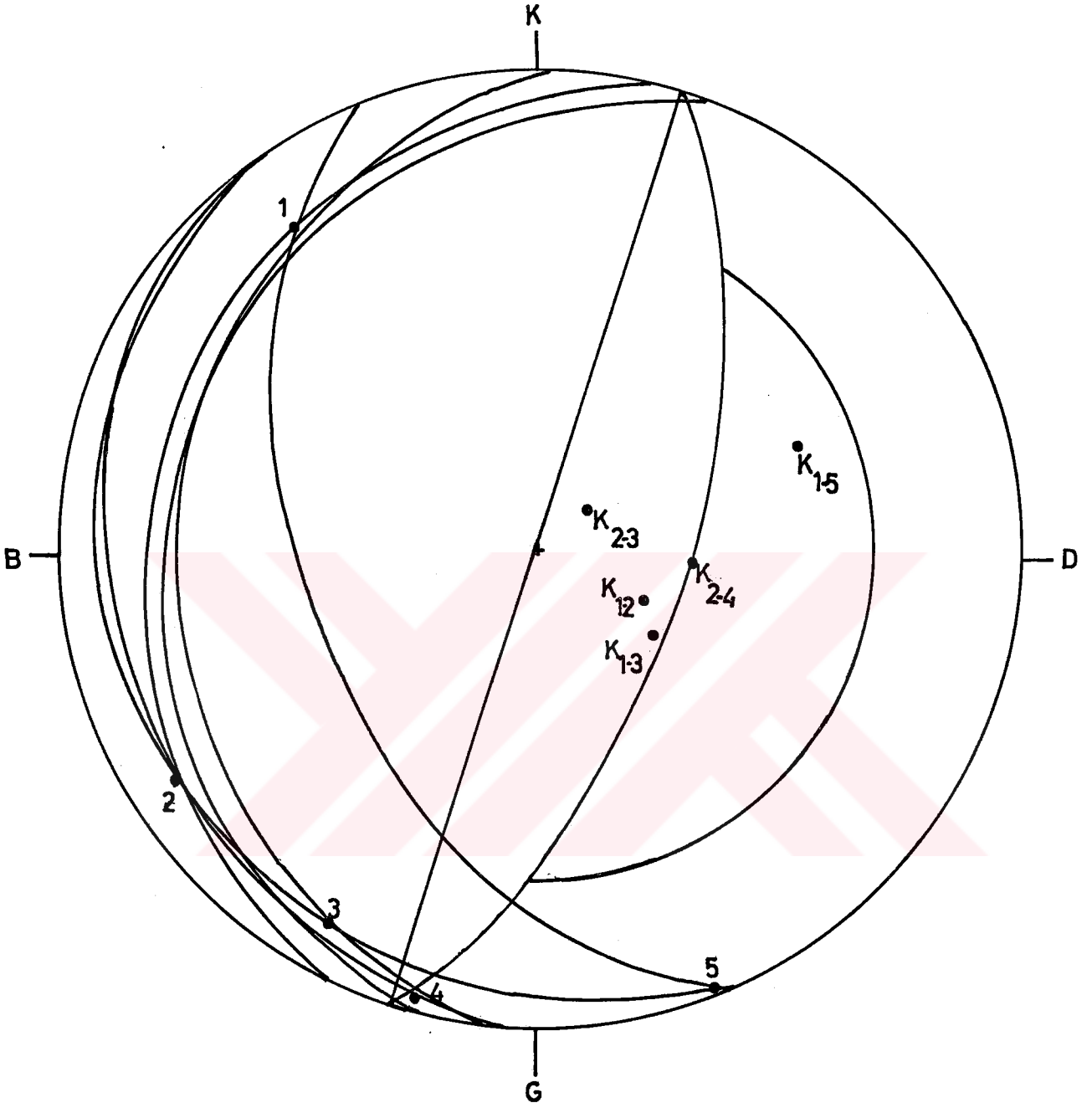
Yorum: Şev 7'ye ait duraylılık analizleri her nokta için yapılmıştır. Duraylılık analizleri sonucunda, güvenlik katsayılarının >1 olduğu görülmüştür. Şev 7 duraylıdır. Ek-11'de şev 7'ye ait şev krokisi verilmiştir.



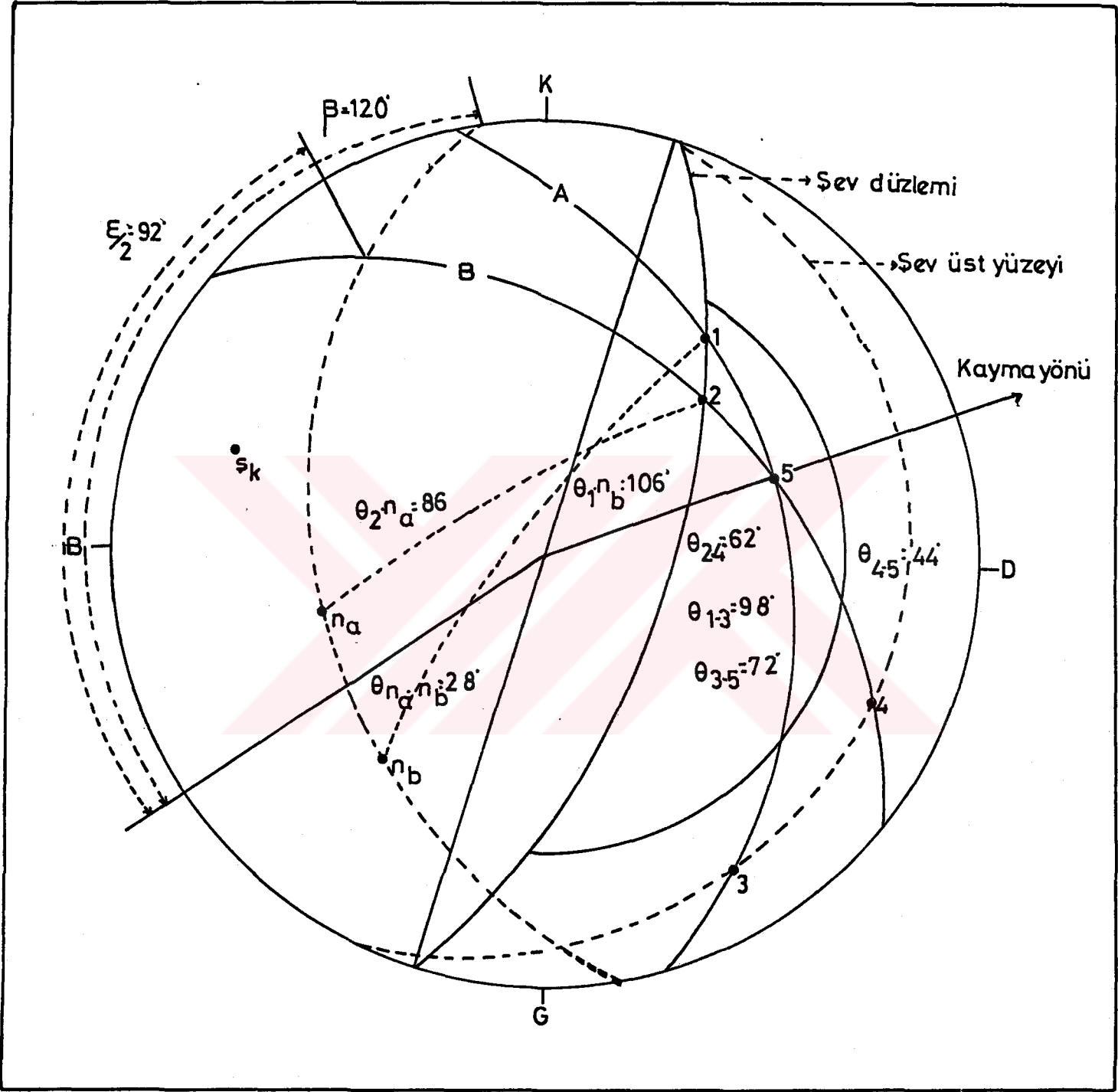
ALT YARI KÜRE

%	>16	16-14	14-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2
İŞARETLER	Black solid fill	Horizontal lines	Diagonal lines (top-left to bottom-right)	Vertical lines	Grid pattern	Small dots	Large dots	Horizontal dashed lines

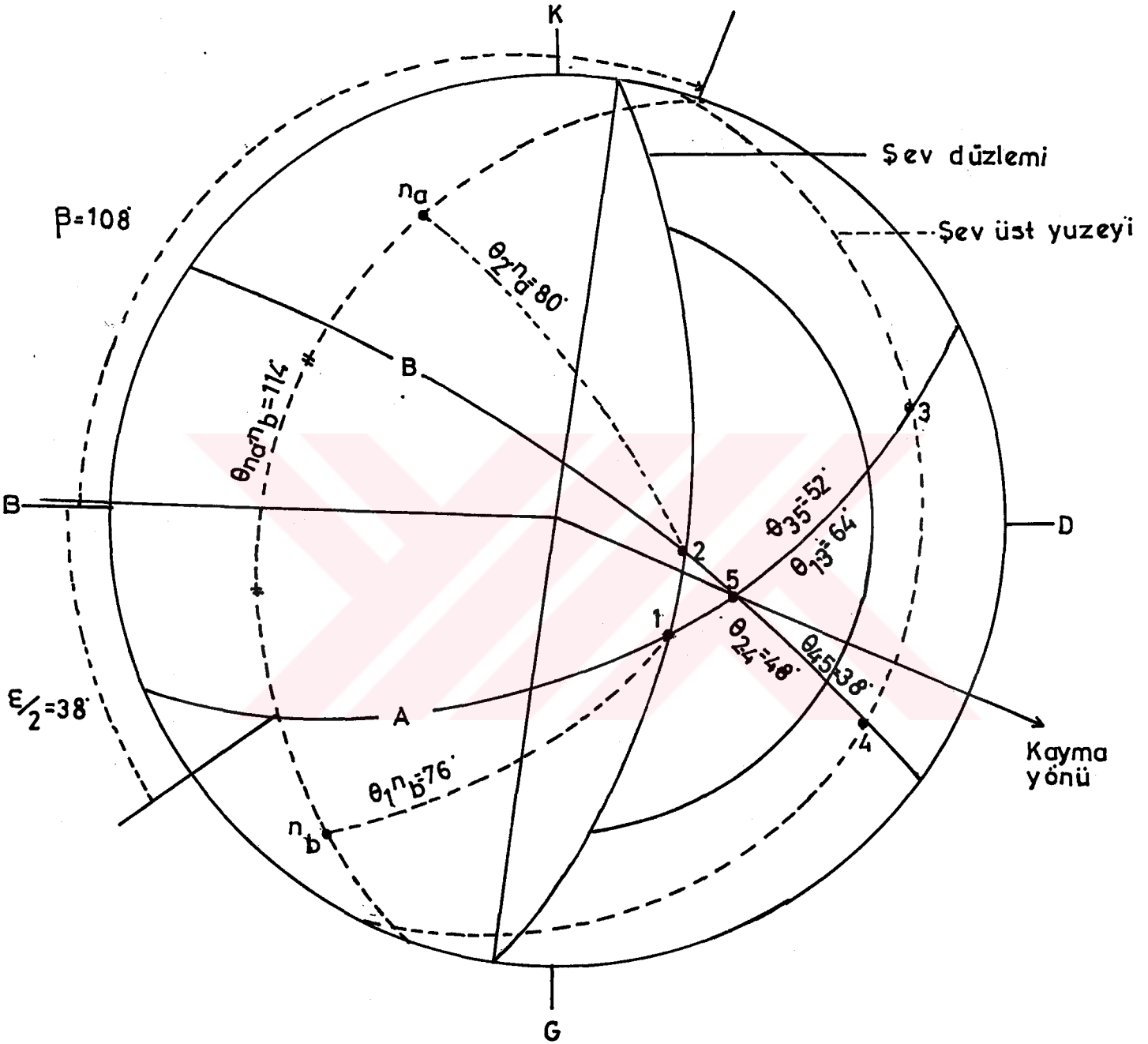
Şekil-44: Şev 7'ye ait, tüffit ve mamlardan alınan 279 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



Şekil-45: Şev 7'ye ait duraylılık analizi.



Şekil-46: Şev 7'ye ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-47: Şev 7'ye ait, kama tipi kayma analizi.

3.4.1.8. Şev 8'e ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 25.109-26.254 km dir. Şevin uzunluğu 145 m dir. Ortalama şev eğim yönü ve eğim derecesi 105/63 dir. Şev deki kayaçların, çatlak ara uzaklıkları 15-35 cm çatlak açıklıkları 0.5-2.5 cm. arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi tüffit-marn ardalıdır.

1- Şev 8'den alınan 138 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı (Şekil-48)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramında süreksizlik kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları tehlikeli bölgeye düşenleri K_{1-3} , K_{3-4} , K_{1-4} no.lu arakesit noktalarıdır. Bu noktaların ayrı ayrı kama tipi kayma analizleri yapılacaktır. (Şekil-49)

K_{1-4} arakesit noktasına ait duraylılık analizleri.

1- Analitik yöntem (1): Kama tipi kayma analizi.

Analizi yapılan süreksizlik düzlemleri. A= 65/66, B= 160/76 dır. (Şekil-50)'den $\epsilon/2= 48^\circ$, $\beta= 72^\circ$, $\phi= 31^\circ$, $\alpha= 60^\circ$ değerler bulunur. Bu değerler formül 1'de yerine konularak $F_w= 0.45$ bulunur.

2- Analitik yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

Aynı süreksizlik düzlemleri bu kez kohezyon değerleri hesaplamaya katılarak analiz edilmiştir. (Şekil-50)'de ölçülen değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb}= 92^\circ$	A= 65/66	$\phi_A= 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 70^\circ$	B= 160/76	$\phi_B= 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 68^\circ$	Şev düzlemi= 105/63	$\gamma = 2.4. \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 62^\circ$	Şev üst yüzeyi= 120/15	$\gamma_w= 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 66^\circ$	$\psi_a = 66^\circ$	CA= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 56^\circ$	$\psi_b = 76^\circ$	CB= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{4-5} = 52^\circ$	$\psi_3 = 60^\circ$	H= 1700 cm

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak A= 0.83, B= 0.51, X= 3.07, Y= 2.76 olarak bulunur. Formül 6'da yerine konulursa $F_w= 1.37$ olarak bulunur. Formül 6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek,

$$F_w= A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B \text{ olur.}$$

$$F_w= 0.80 \text{ olarak bulunur.}$$

K_{1-3} arakesit noktasına ait ayrıntılı duraylılık analizleri:

1- Analitik yöntem (1):

Analizi yapılan çatlak düzlemleri, A= 86/42, B= 204/88 Şekil-51'den $\epsilon/2=46^\circ$, $\beta= 48^\circ$, $\alpha= 38^\circ$ olarak bulunmuştur. Formül-1'de yerine konularak $F_w= 0.77$ olarak bulunur.

2- Analitik yöntem (2):

Aynı çatlak düzlemleri kohezyonun değerlendirilmesine katılmasıyla analizi yapılırsa;

(Şekil-51)'den elde edilen değerler şunlardır.

$\theta_{na.nb} = 104^\circ$	$A = 86/42^\circ$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 22^\circ$	$B = 204/88^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 68^\circ$	$\psi_a = 42^\circ$	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 132^\circ$	$\psi_b = 88^\circ$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{2-4} = 50^\circ$	$\psi_s = 38^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{3-5} = 58^\circ$	Şev düzlemi = $105/63^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 24^\circ$	Şev üst yüzeyi = $120/15^\circ$	$H = 1700 \text{ cm}$

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak,

$A = 1.3$, $B = 0.35$, $X = 5.4$, $Y = 0.95$ olarak bulunur. Formül 6'da yerine konulursa, güvenlik katsayısı $F_w = 1.83$ olarak bulunur. Formül-6'da $C=0$ ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek;

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B$$
$$F_w = 0.98 \text{ olarak bulunur.}$$

K_{3-4} arakesit noktasının kama tipi kayma analizi

1- Analitik Yöntem (1): Kama tipi kayma analizi.

Süreksizlik düzlemlerinden $A = 192/48$, $B = 22/72$ düzlemlerinin analizi yapılmıştır. (Şekil-52)'den $\epsilon/2=92^\circ$, $\beta = 146^\circ$, $\alpha = 40^\circ$ olarak bulunur.

Formül-1'de yerine konularak $F_w = 0.4$ olarak bulunur.

2- Analitik Yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

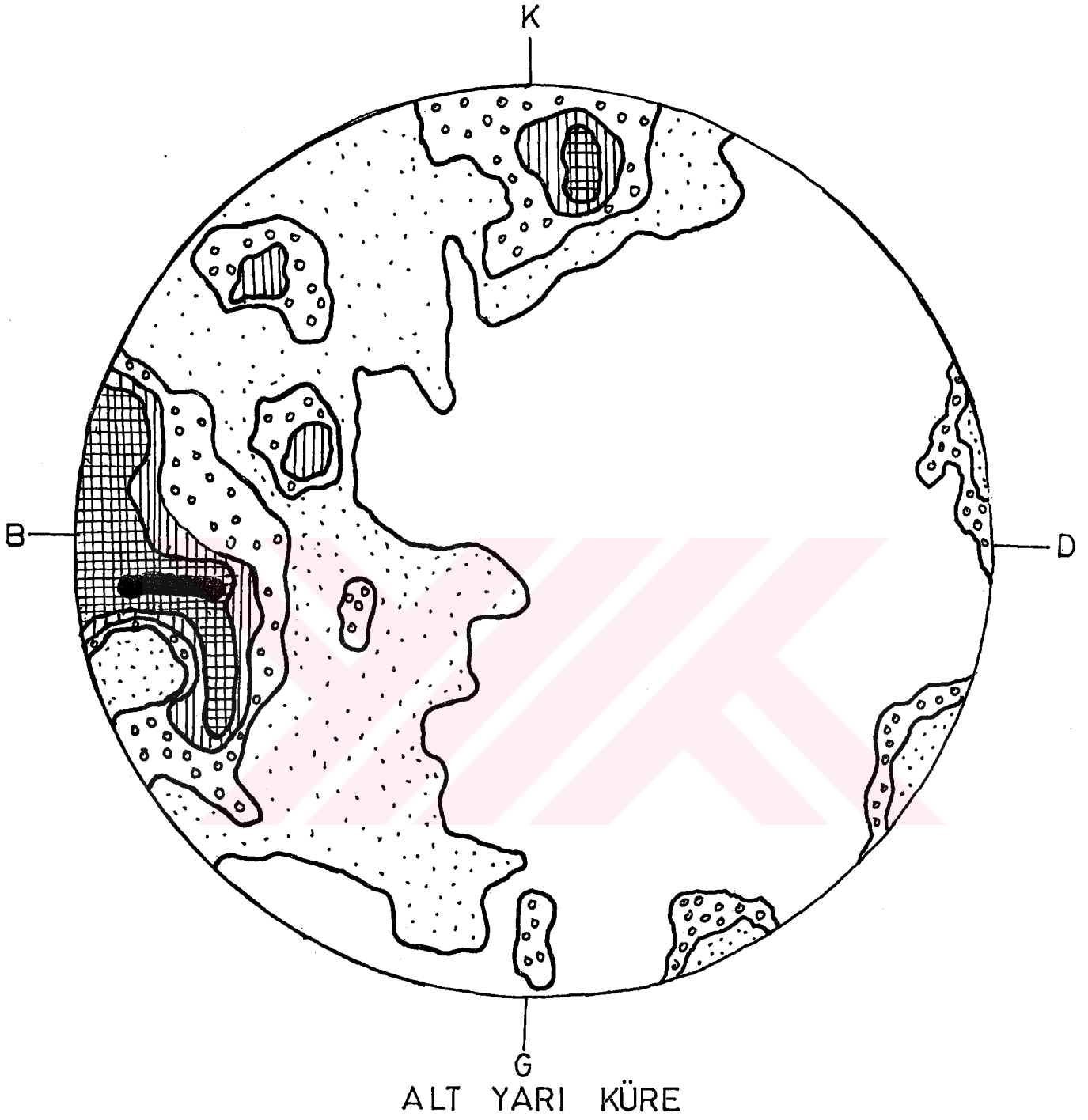
Analizi yapılan süreksizlik düzlemleri bu kez kohezyonun da değerlendirilmesine katılarak yapılan kama tipi kayma analizi.

(Şekil-52)'den elde edilen değerler şöyledir.

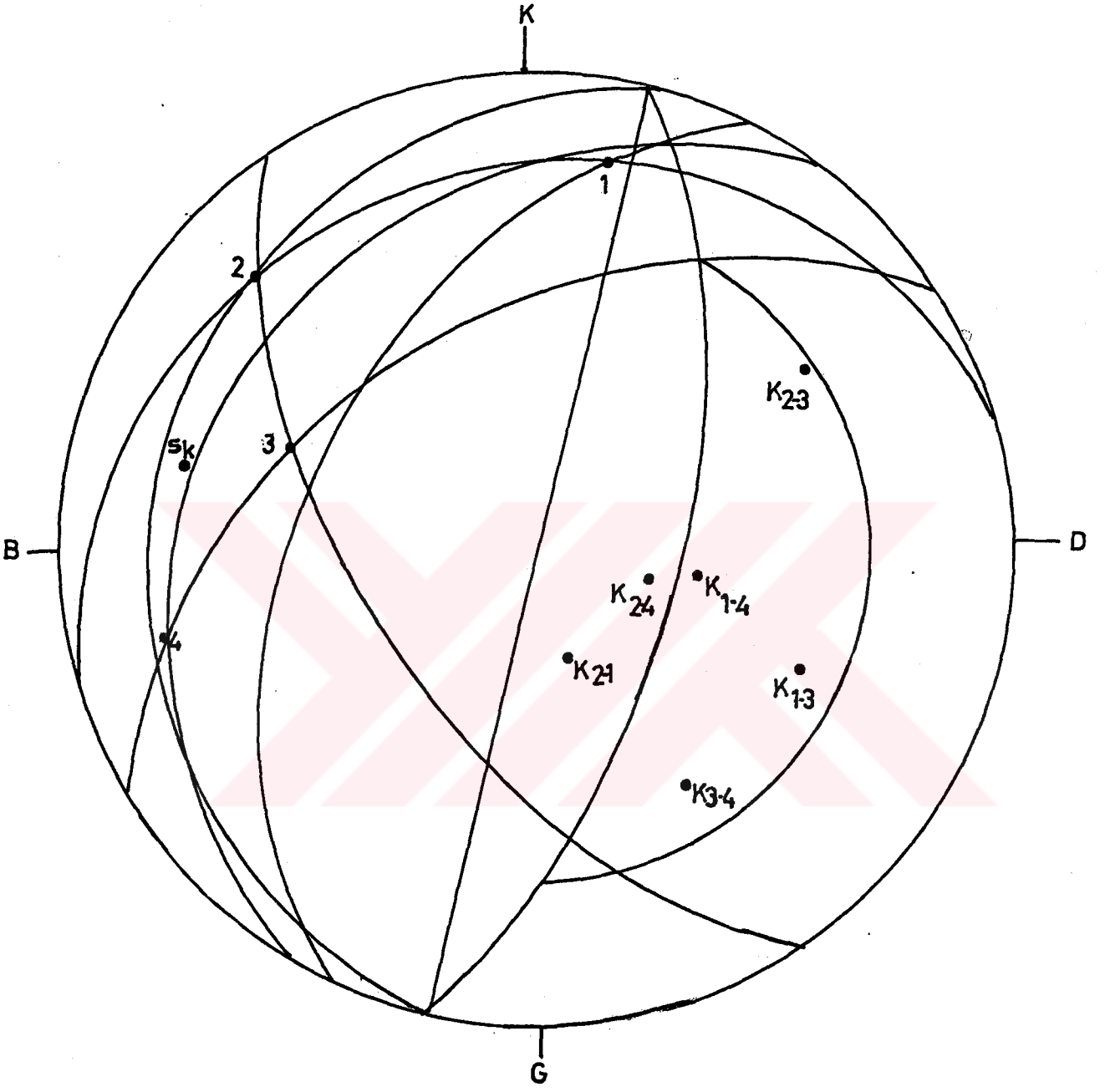
$\theta_{na.nb} = 38^\circ$	$A = 192/48^\circ$	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 84^\circ$	$B = 22/72^\circ$	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 102^\circ$	Şev düzlemi = $105/63^\circ$	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{2-4} = 44^\circ$	Şev üst yüzeyi = $120/15^\circ$	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 40^\circ$	$\psi_a = 48^\circ$	$CA = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{1-3} = 56^\circ$	$\psi_b = 72^\circ$	$CB = 0.3 \text{ kg/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 28$	$\psi_s = 40^\circ$	$H = 1700 \text{ cm}$

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konularak; $A = 1.76$, $B = 0.2$, $X = 14.3$, $Y = -6.4$ bulunur. Formül-6'da yerine konularak $F_w = 1.79$ olarak bulunur.

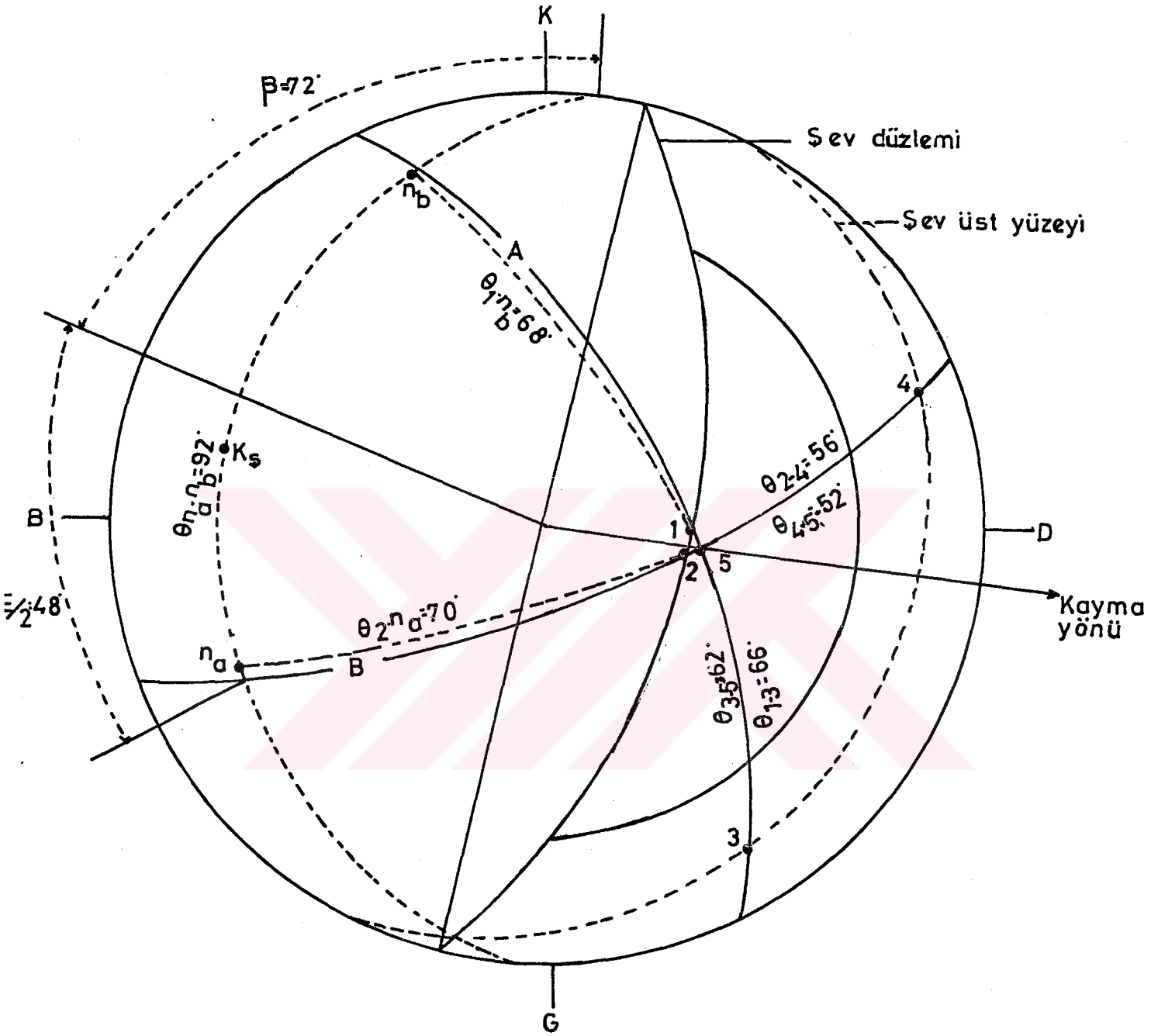
Yorum: Şev 8'e ait duraylılık analizleri sonucunda; güvenlik katsayıları > 1 olduğundan şev 8 duraylıdır. Ek-12'de şev 8'e ait şev krokisi verilmiştir.



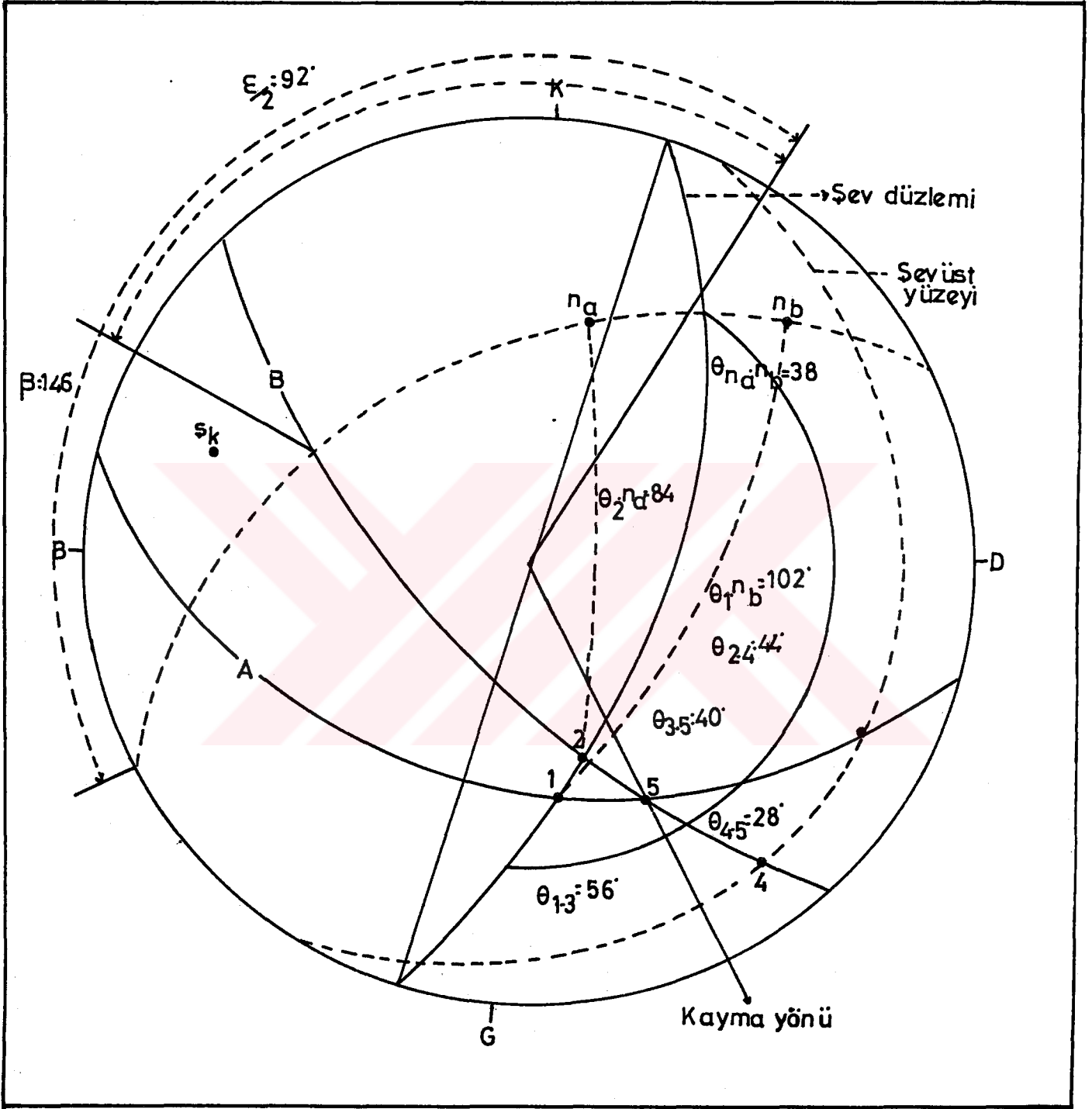
Şekil-48: Şev 8'e ait, tüffit ve marnlardan alınan 138 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı.



Şekil 149: Şev 8'e ait duraylılık analizi.



Şekil-50: Şev 8'e ait, kama tipi kayma analizi.



Şekil-52: Şev 8'e ait kama tipi kayma analizi.

3.4.1.9. Şev 9'a ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 26.404-26.738 km dir. Şevin uzunluğu 234 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 110/68 dir. Şevdeki çatlakların çatlak ara uzaklıkları 30-40 cm, çatlak açıklıkları 0.5-4 cm. arasında, tabaka kalınlıkları 15-50 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, aglomera-tüffit-marn dır.

1- Şevden alınan 350 çatlak ölçüsüne ait çatlak kontur diyagramı (Şekil-53)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramında, çatlak kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları tehlikeli bölgeye düşeni K_{1-4} arakesit noktasıdır. Bu noktanın duraylılık analizi ayrıntılı olarak yapılacaktır. (Şekil-54).

K_{1-4} noktasına ait kama tipi kayma analizi.

1- Analitik Yöntem (1):

Analizi yapılan çatlaklar A= 140/64, B= 50/66 dır. (Şekil-55)'den $\beta = 88^\circ$, $\epsilon/2 = 54^\circ$, $\alpha = 60^\circ$ bulunur. Formül-1'de yerine konularak $F_w = 0.53$ bulunur.

2- Analitik Yöntem (2):

Kohezyon değeride katılarak yapılan analiz. (Şekil-55)'den

$\theta_{a.nb} = 80^\circ$	A= 140/64°	$\theta_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 84^\circ$	B= 50/66°	$\theta_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 76^\circ$	Şev düzlemi= 110/68°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{4-5} = 50^\circ$	Şev üst yüzeyi= 120/15°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{2-4} = 56^\circ$	$\psi_a = 64^\circ$	CA= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{1-3} = 74^\circ$	$\psi_b = 66^\circ$	CB= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{3-5} = 58^\circ$	$\psi_5 = 60^\circ$	H= 3800 cm.

Formül 2,3,4,5'den A= 0.44, B= 0.39, X= 10.8, Y= 4.7 bulunur. Formül-6'dan $F_w = 1.25$ olarak bulunur. Formül-6'da C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül-6 şu hali alır.

$$F_w = A \times \tan \theta_A + B \times \tan \theta_B$$

$$F_w = 0.50 \text{ olarak bulunur.}$$

Şev 9'da fay düzlemlerinden A= 105/63, B= 185/70 düzlemlerinin kama tipi kayma analizi yapılmıştır.

1- Analitik yöntem (1): Şekil-56'dan $\epsilon/2= 58^\circ$, $\beta = 80^\circ$, $\alpha =64^\circ$ değerleri bulunarak formül-1'de yerine konmuş ve $F_w= 0.36$ bulunmuştur.

2- Analitik yöntem (2):

Şekil-56'dan ölçülen değerler şöyledir;

$\theta_{na.nb} = 74^\circ$	A= 105/63°	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 80^\circ$	B= 185/70°	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 32^\circ$	Şev düzlemi= 110/68°	$\gamma = 2.4 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{3-5} = 66^\circ$	Şev üst yüzeyi= 120/15°	$\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$
$\theta_{1-3} = 130^\circ$	$\psi_a = 63^\circ$	CA= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{2-4} = 60^\circ$	$\psi_b = 70^\circ$	CB= 0.3 kg/cm ²
$\theta_{4-5} = 54^\circ$	$\psi_5 = 64^\circ$	H= 3800 cm

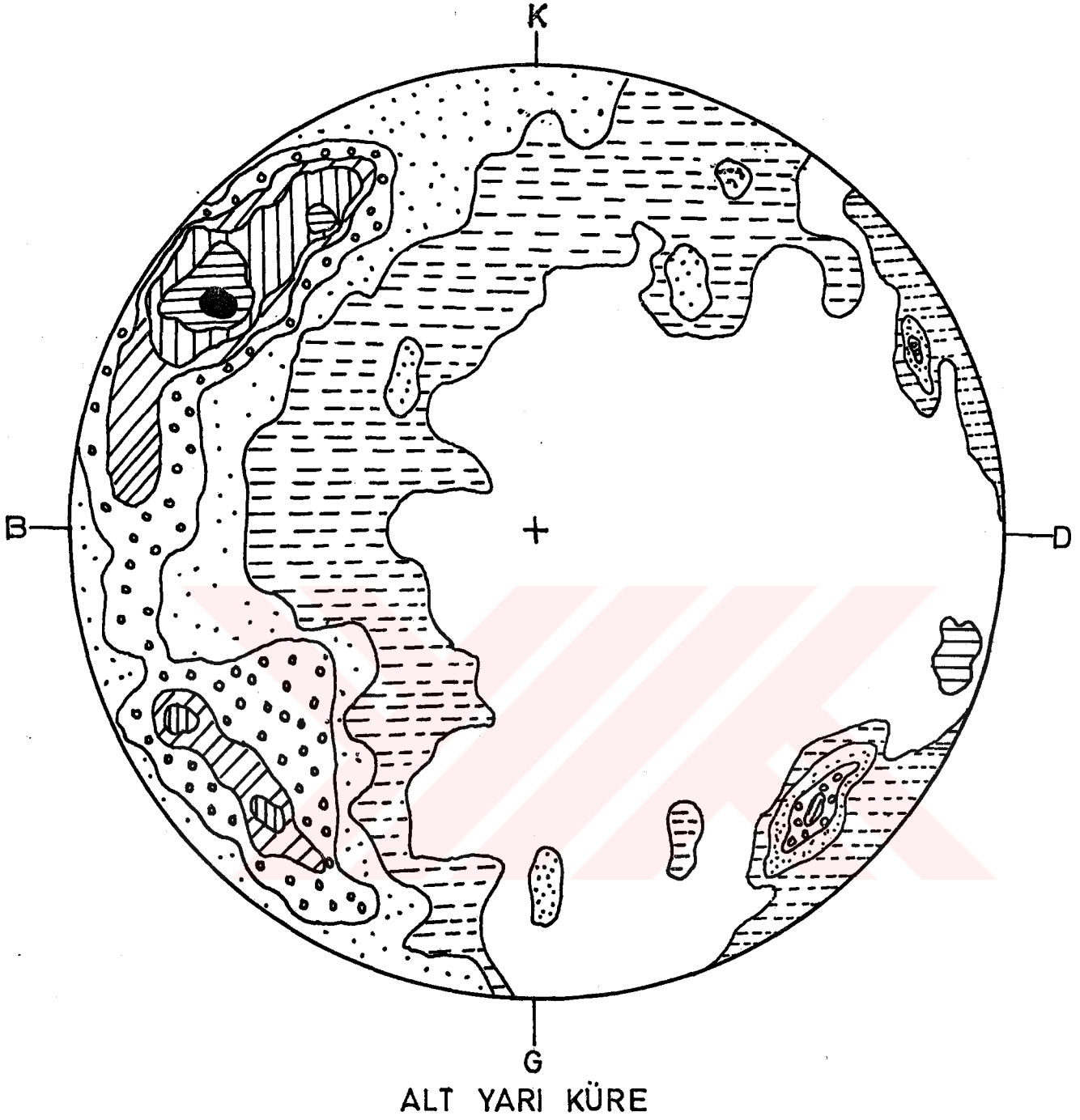
Bu değerlerden yararlanarak, formül 2,3,4,5'den

A= 0.43, B= 0.26, X= 6.2, Y= 1.01 bulunur. Formül 6'da yerine konursa; $F_w= 1.17$ bulunur. C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul ederssek,

$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B \text{ den}$$

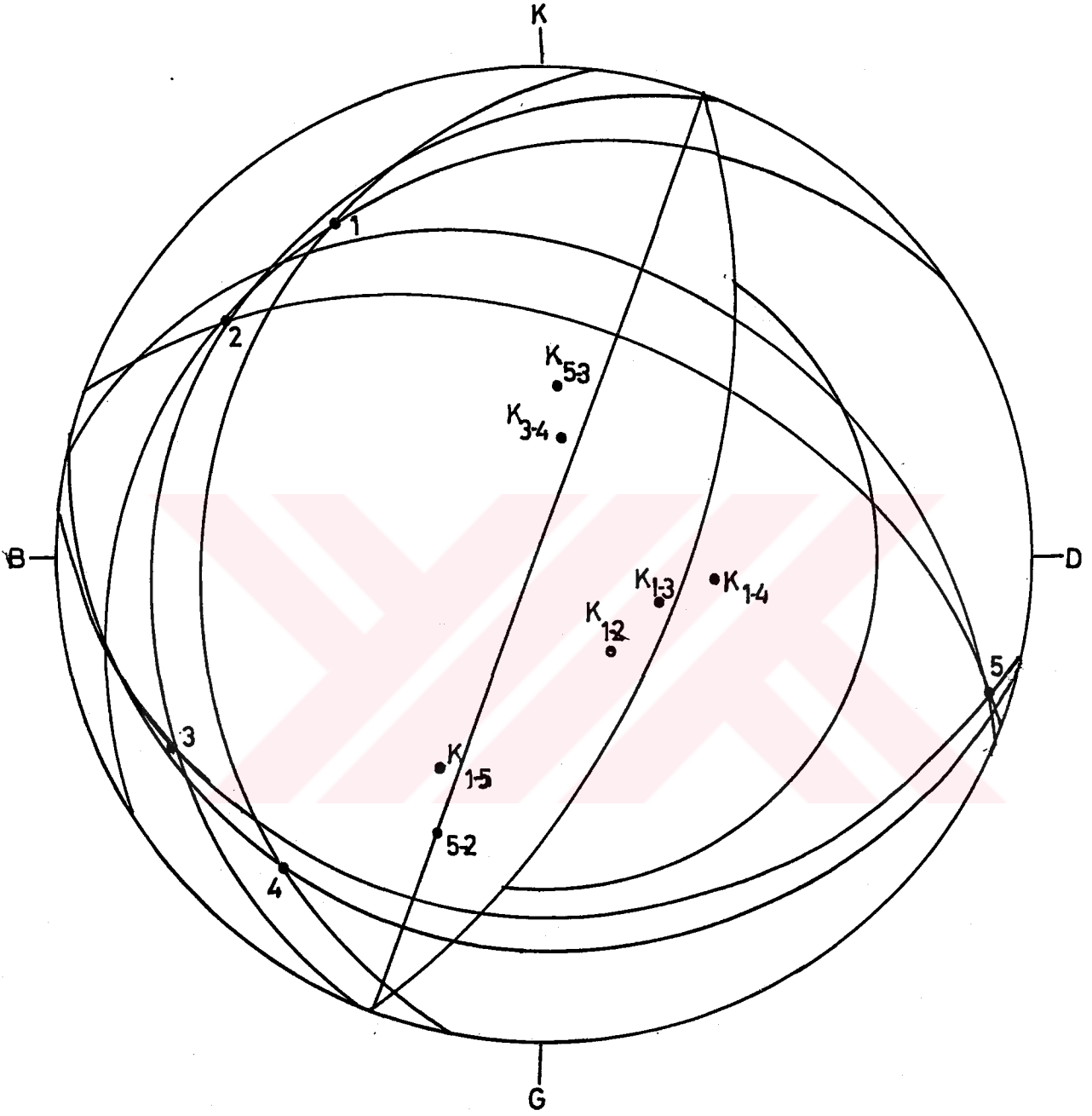
$$F_w = 0.41 \text{ olarak bulunur.}$$

Yorum: Şev 9'a ait duraylılık analizlerinde güvenlik katsayıları > 1 olduğundan şev 9 duraylıdır. E-13'de şev 9'a ait şev krokisi verilmiştir.

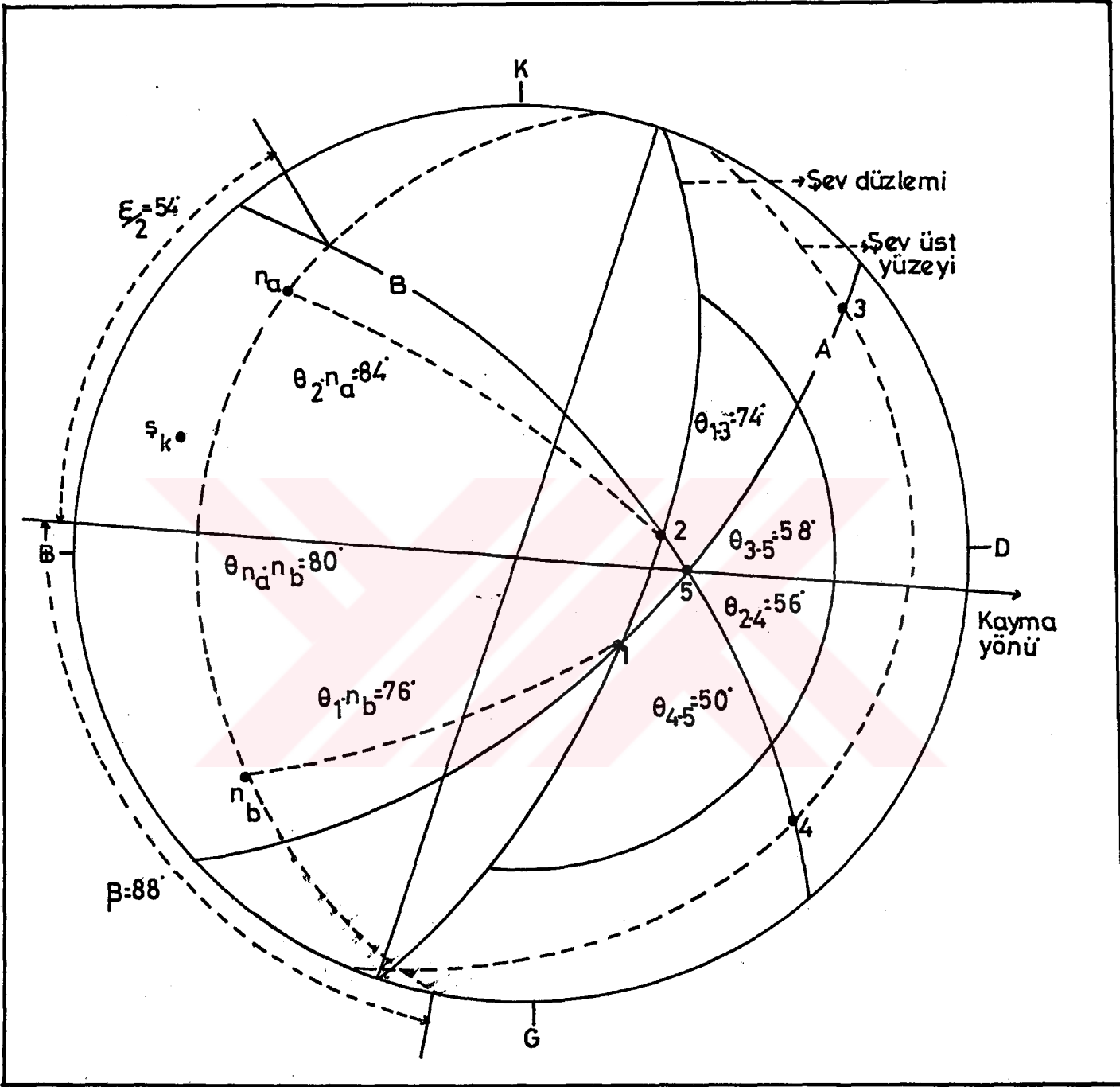


%	>24	24-20	20-16	16-12	12-8	8-4	4-1
İŞARETLER							

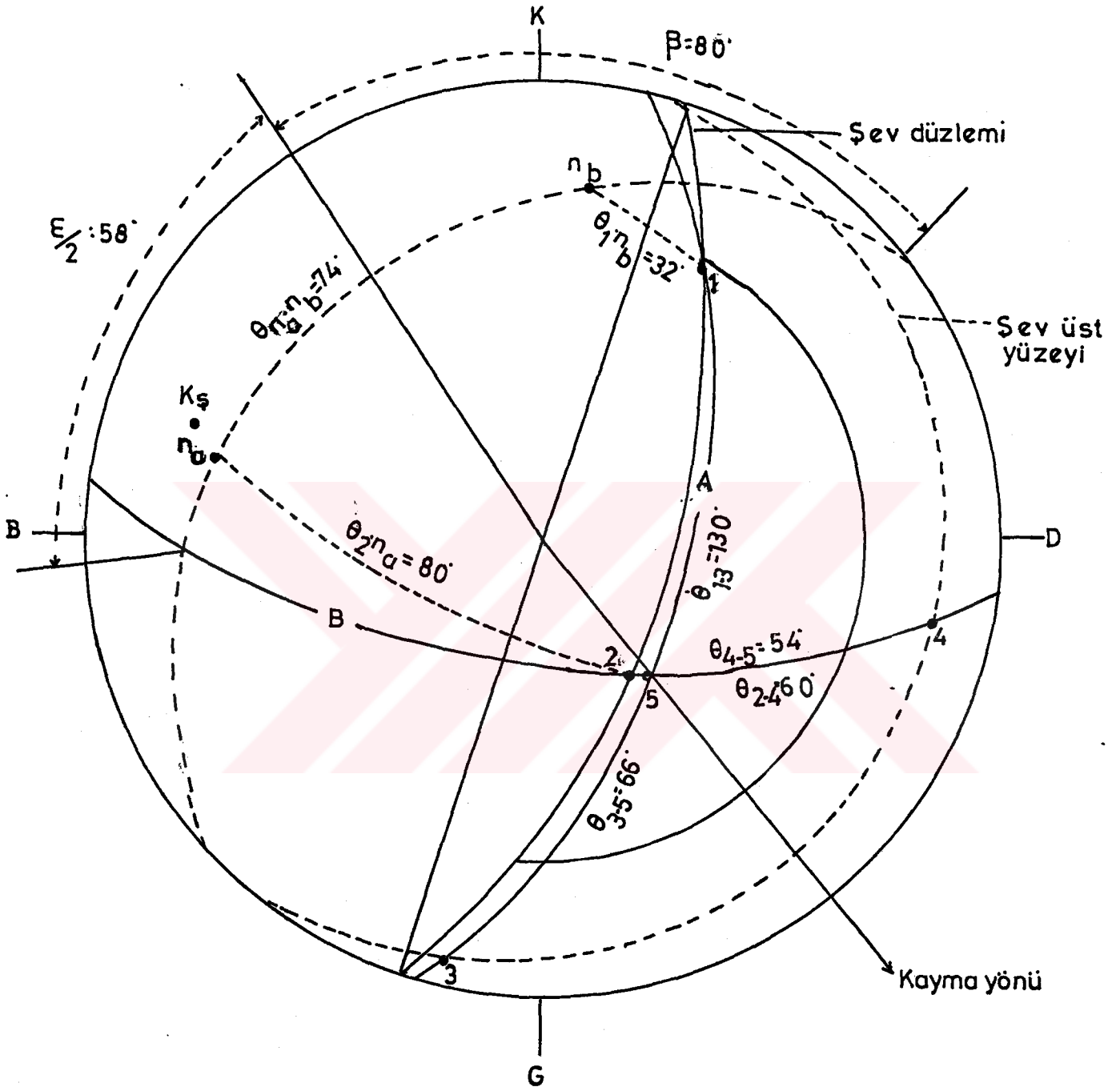
Şekil-53: Şev 9'a ait, 350 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



Şekil-54: Şev 9'a ait, duraylılık analizi.



Şekil-55: Şev 9'a ait kama tipi kayma analizi.



Şekil-56: Şev 9'a ait, kama tipi kayma analizi.

3.4.1.10. Şev 10'a ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 16.808-26.996 km. dir. Şevin uzunluğu 188 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 105/75 dir. Şevin yüksekliği max. 20, min. 6 m. dir. Şevdeki çatlakların, çatlak ara uzaklıkları 8-60 cm çatlak açıklıkları 1-4 cm, tabaka kalınlıkları 10-40 cm arasında değişmektedir. Şevin kayaç cinsi, tüffit-marn ardalanmasıdır.

1- 10. şevden alınan 178 çatlak ölçüsüne ait, çatlak kontur diyagramı (Şekil-57)'de verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramında, süreksizlik kutuplanmalarından geçen büyük dairelerin arakesit noktaları tehlikeli bölge içinde olanı K_{1-2} no.lu noktadır. Bu noktanın ayrıntılı kama tipi kayma analizi yapılacaktır. (Şekil-58)

K_{1-2} arakesit noktasına ait kama tipi kayma analizi;

1- Analitik yöntem (1): Kama tipi kayma analizi.

A= 45/66, B= 122/74, çatlak düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-59)'den $\epsilon/2 = 56^\circ$, $\beta = 68^\circ$, $\phi = 31^\circ$, $\alpha = 60^\circ$ değerleri bulunmuş ve formül-1'de yerine konularak

$$F_w = \frac{\sin 68^\circ}{\sin 58^\circ} \times \frac{\tan 31^\circ}{\tan 60^\circ} \quad F_w = 0.38 \text{ bulunur.}$$

2- Analitik yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

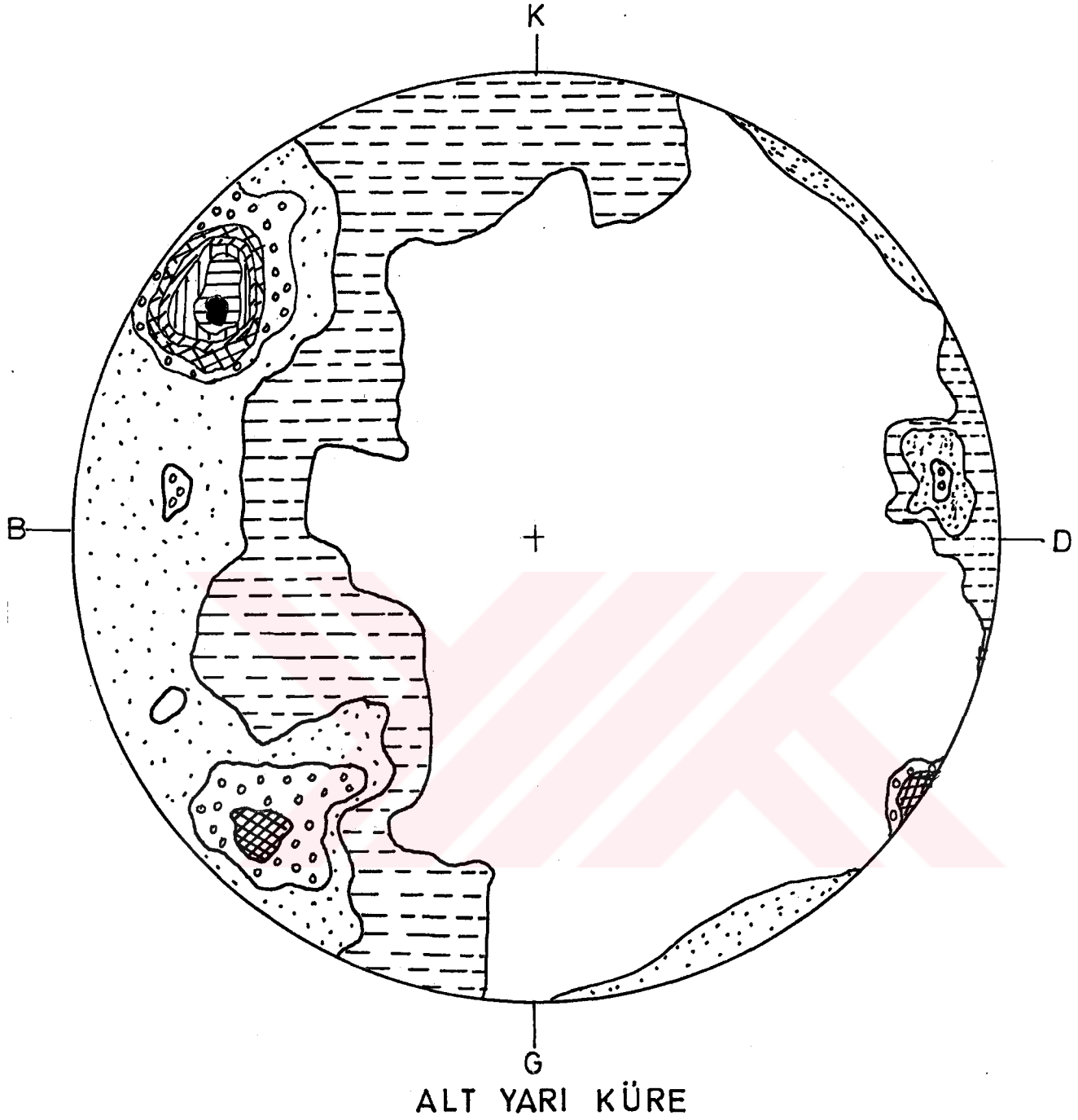
Aynı düzlemler bu kez, kohezyon değeride katılarak analiz edilirse, (Şekil-59)'dan ölçülen değerler şöyledir.

$\theta_{1.nb} = 68^\circ$	A= 45/66°	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 78^\circ$	B= 122/74°	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 76^\circ$	Şev düzlemi= 122/68°	CA= 0.3 kg/cm ³
$\theta_{3-5} = 66^\circ$	Şev üst yüzeyi= 110/15°	CB= 0.3 kg/cm ³
$\theta_{1-3} = 72^\circ$	$\psi_a = 66^\circ$	$\delta = 2.4 \text{ gr/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 54^\circ$	$\psi_b = 74^\circ$	$\delta_w = 1 \text{ gr/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 44^\circ$	$\psi_5 = 60^\circ$	H = 2000 cm

Bu değerler formül 2,3,4,5'de yerine konulara; A= 0.40, B= 0.20, X=5.7, Y= 4.3 değerleri bulunur. Formül-6'da yerine konursa $F_w = 1.03$ olarak bulunur. C=0 ve suyun etkisinin olmadığını kabul edersek formül şu hale dönüşür.

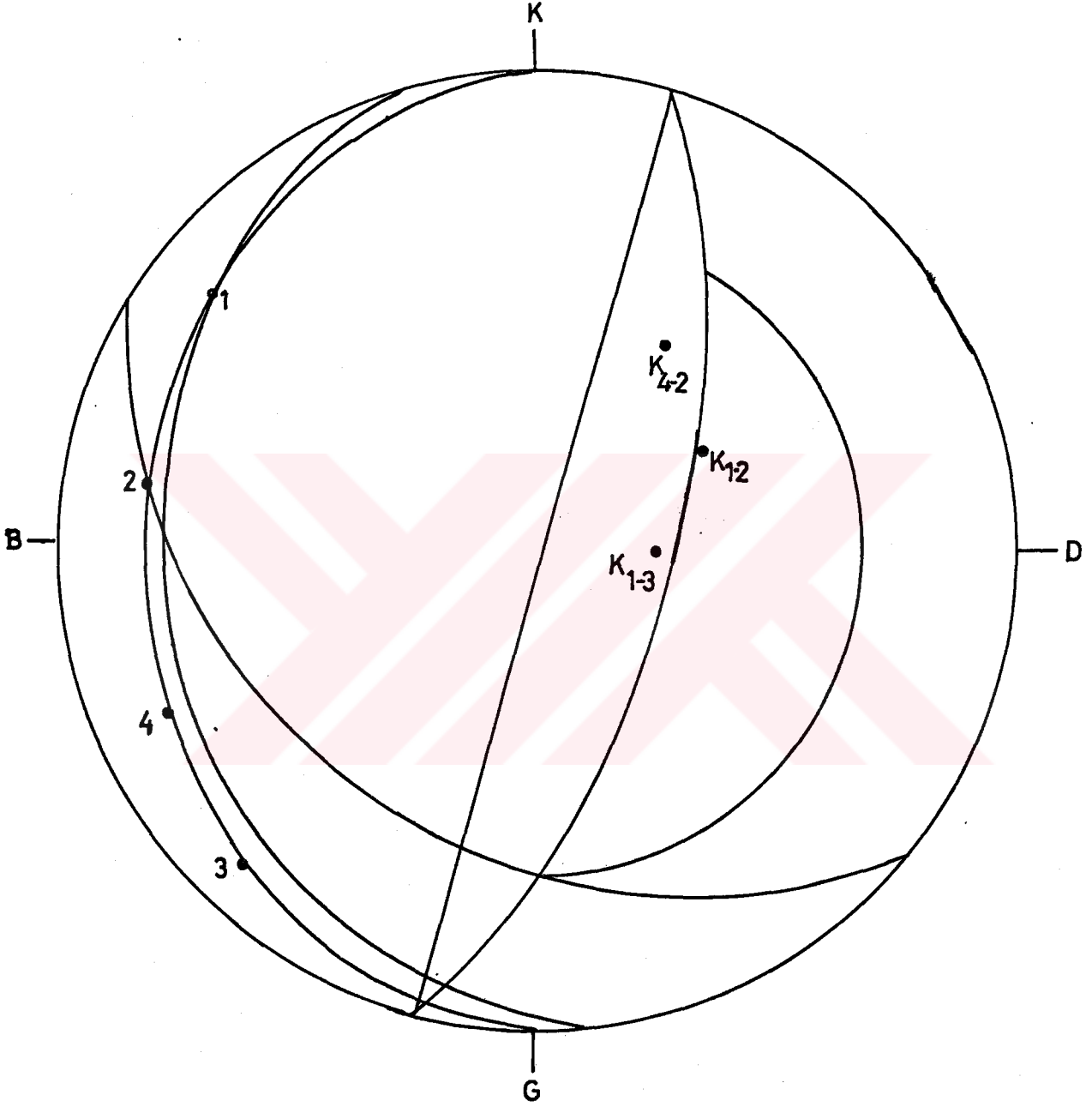
$$F_w = A \times \tan \phi_A + B \times \tan \phi_B \quad F_w = 0.36 \text{ olarak bulunur.}$$

Yorum: Şev 10'a ait duraylılık analizlerinden güvenlik katsayısı, analitik yöntem (1)'e göre; 0.38, analitik yöntem (2)'ye göre 1.03 olarak bulunmuştur. $F_w=1$ olduğundan şev duraylılık açısından kritiktir. Ek-14'de şev 10'a ait şev krokisi verilmiştir.

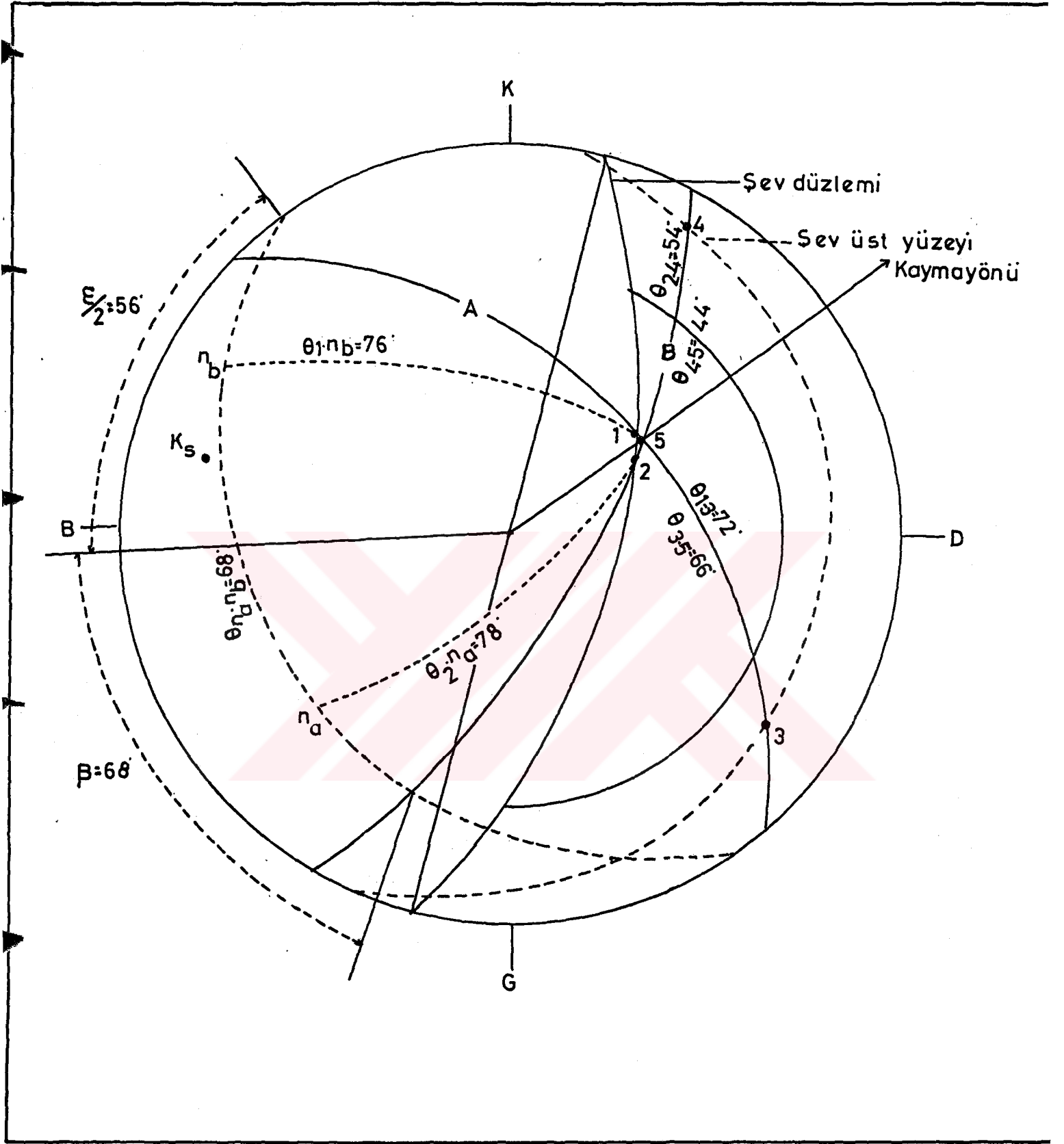


%	>28	28-24	24-20	20-16	16-12	12-8	8-4	4-1
İŞARETLER								

Şekil-57: Şev 10'a ait, 178 çatlak ölçüsüyle yapılan çatalak kontur diyağramı.



Şekil-58: Şev 10'a ait, duraylılık analizi.



Şekil-59: Şev 10'a ait kama tipi kayma analizi.

3.4.1.11. Şev 11'e ait ayrıntılı duraylılık analizleri.

Trabzon'dan olan uzaklığı 27.246-27.43 km dir.Şev in uzunluğu 190 m. dir. Şev in yüksekliği max. 22 m, min. 8 m. dir. Ortalama şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi 310/67 dir. Şevdeki çatlakların, çatlak ara uzaklıkları, 15.55 cm, çatlak açıklıkları 0.5-3.5 cm, tabaka kalınlıkları 7-38 cm arasında değişmektedir. Şev in kayaç cinsi tüffit-marn ardalanmasıdır.

1- Şev 11'den alınan 171 çatlak ölçüsüne ait, çatlak kontur diyagramı (Şekil-60)'da verilmiştir.

2- Çatlak kontur diyagramı yorumunda K_{1-5} no.lu arakesit noktası tehlikeli bölge içinde olduğundan duraylılık analizi yapılacaktır. (Şekil-61)

K_{1-5} arakesit noktasına ait kama tipi kayma analizi.

1- Analitik Yöntem (1): Kama tipi kayma analizi.

A= 242/50, B= 345/87 süreksizlik düzlemleri değerlendirilmiştir. (Şekil-62)'den $\alpha = 60^\circ$, $\epsilon/2 = 38^\circ$, $\beta = 50^\circ$ değerleri bulunur ve bu değerler formül-1'de yerine konulursa;

$$F_w = \frac{\sin 50^\circ \times \text{tg } 31^\circ}{\sin 38^\circ \text{ tg } 60^\circ} \quad F_w = 0.40 \text{ bulunur.}$$

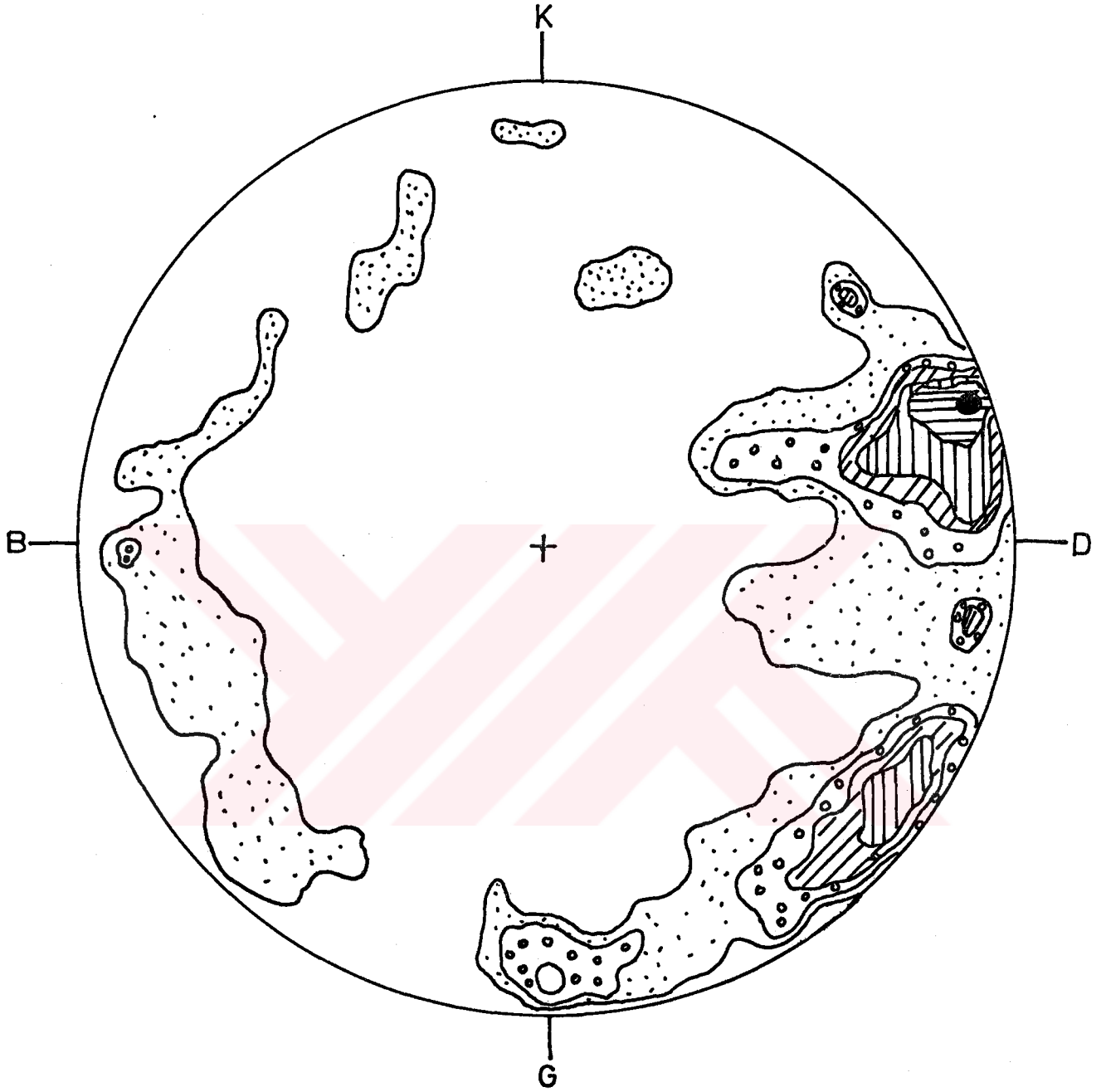
2- Analitik yöntem (2): Kama tipi kayma analizi.

Aynı düzlemler bu kez kohezyonunda değerlendirmeye katılmasıyla analiz edilirse. (Şekil-62)'den elde edilen değerler şöyledir.

$\theta_{na.nb} = 94^\circ$	A= 242/50°	$\phi_A = 31^\circ$
$\theta_{2.na} = 80^\circ$	B= 345/87°	$\phi_B = 31^\circ$
$\theta_{1.nb} = 82^\circ$	Şev düzlemi = 310/67°	CA= 0.3 kg/cm ³
$\theta_{3-5} = 66^\circ$	Şev üst yüzeyi = 320/15°	CB= 0.3 kg/cm ³
$\theta_{1-3} = 64^\circ$	$\psi_a = 50^\circ$	$\delta = 2.4 \text{ gr/cm}^2$
$\theta_{4-5} = 36^\circ$	$\psi_b = 87^\circ$	$\delta_w = 1 \text{ gr/cm}^2$
$\theta_{2-4} = 42^\circ$	$\psi_5 = 60^\circ$	H = 22000

Bu değerlerden yararlanarak, formül 2,3,4,5'den A=0.76, B= 0.11, X=6.7, Y= 6.8 bulunur. Formül-6'dan $F_w = 1.2$ bulunur.

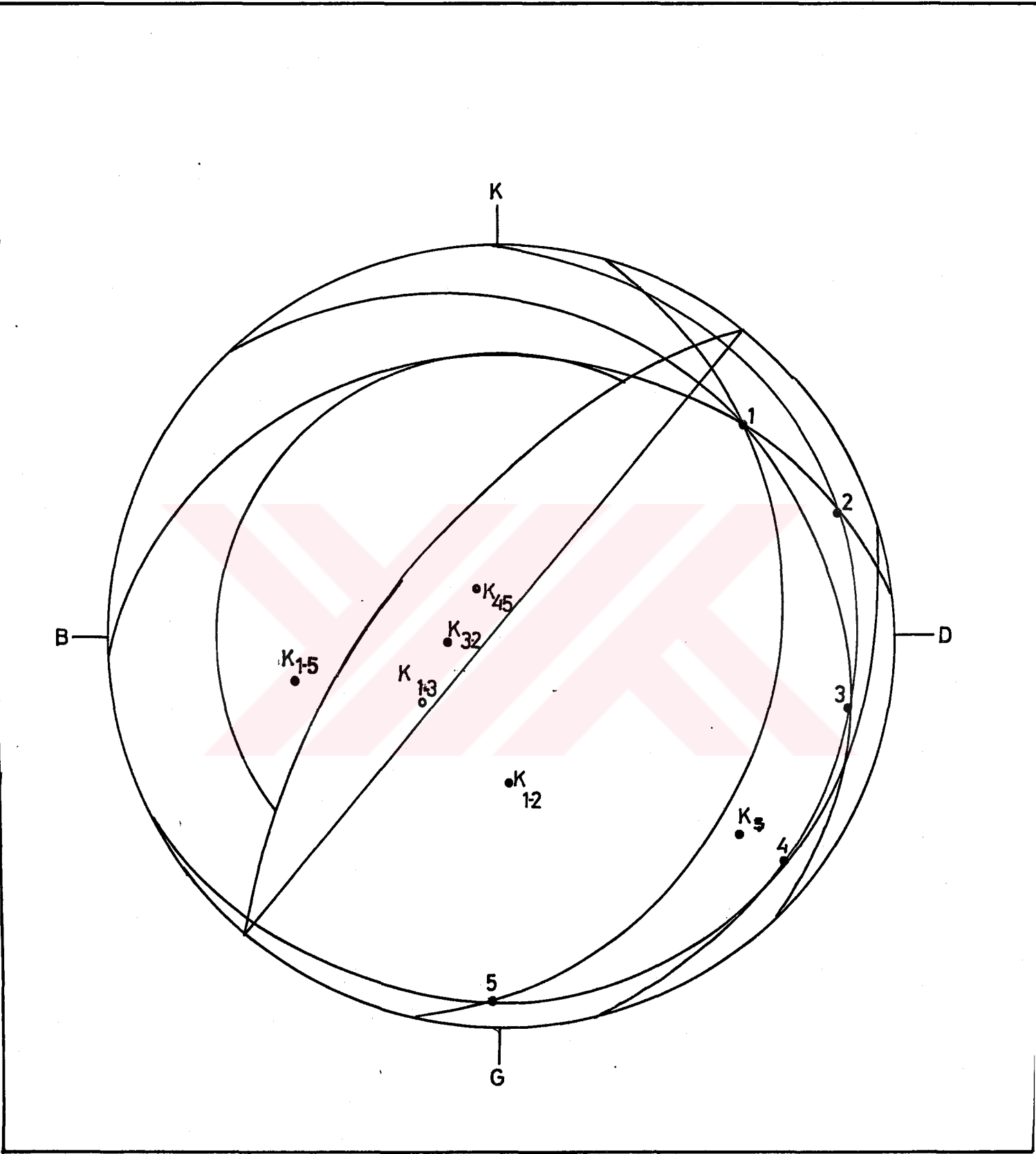
Yorum: Şev 11'e ait duraylılık analizlerinde, güvenlik katsayısı, analitik yöntem (1)'e göre; 0.40, analitik yöntem (2)'ye göre; 1.2 bulunmuştur. $F_w = 1.2 > 1$ olduğundan şev 11 duraylıdır. Ek-15'te şev 11'e ait şev krokisi verilmiştir.



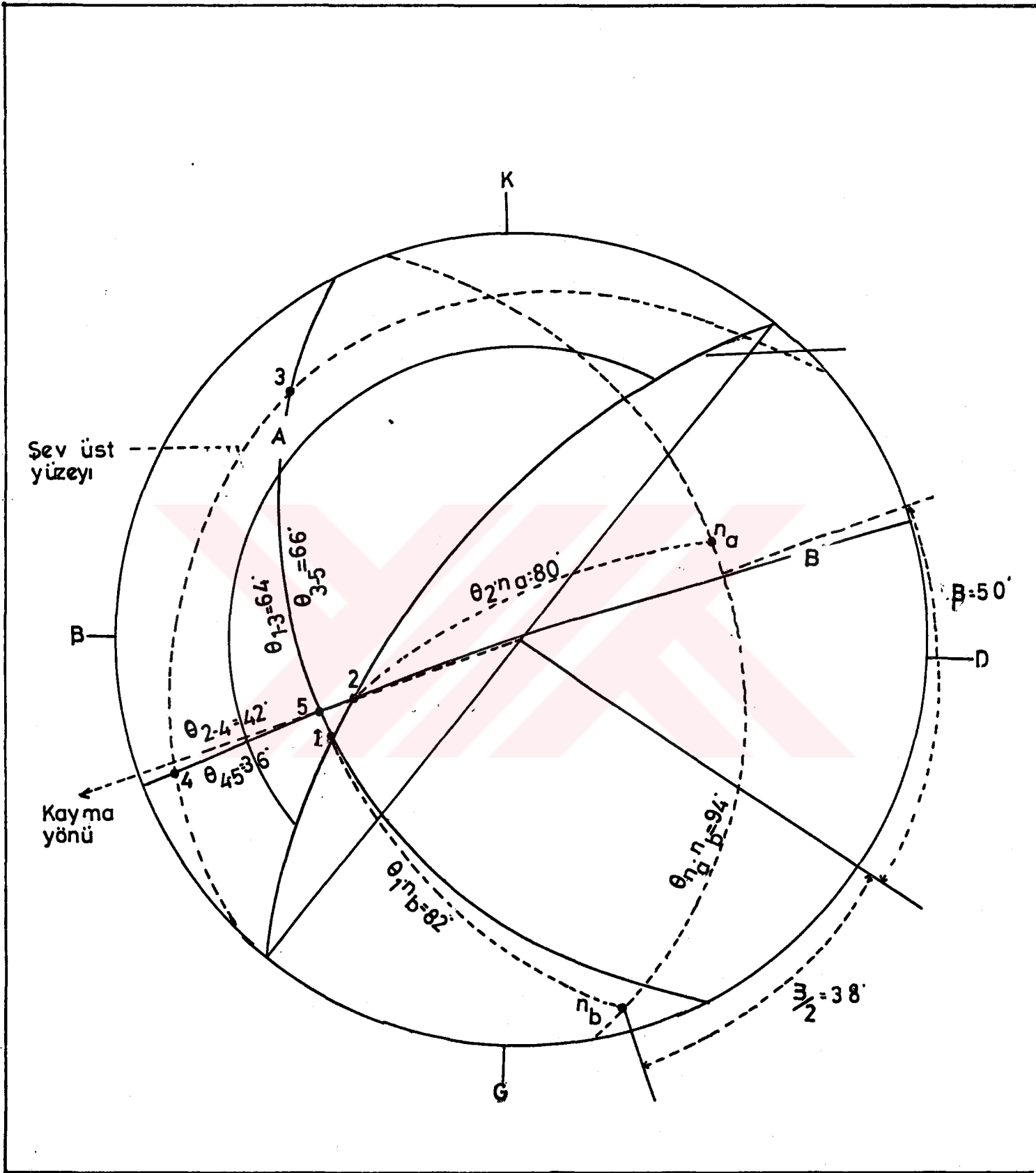
ALT YARI KÜRE

%	>12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	2-0
İŞARETLER	Black fill	Horizontal lines	Vertical lines	Diagonal lines (top-left to bottom-right)	Diagonal lines (top-right to bottom-left)	Small dots	Large dots

Şekil-60: Şev 11'e ait, 171 çatlak ölçüsüyle yapılan çatlak kontur diyagramı.



Şekil-61: Şev 11'e ait duraylılık analizi.



Şekil-62: Şev 11'e ait, kama tipi kayma analizi.

BÖLÜM 4

MAÇKA-GÜRGENAĞAÇ ARASINDAKİ YENİ YOL ZEMİN ŞEVLERİNİN İNCELENMESİ

4.1 Giriş

Çalışmamızın amacı yeni yol güzergahındaki kaya şevlerinin duraylılık açısından incelenmesidir. Bunun yanında yeni yol güzergahındaki zemin şevleri de gözlenmiş ve kayma olasılığı olan zemin şevleri saptanmıştır. Çalışma alanımızda Maçka-Gürgen ağaç arasında açılmakta olan yeni yol güzergahında 5 tane zemin şevinde hareket olabileceği gözlenmiş ve bu heyelanlı sahalar 1/25.000 ölçekli haritaya işaretlenmiştir. Ek-3.

4.2. Heyelanları oluşturan nedenler

4.2.1 İç nedenler

- İçsel sürtünme açısı
- Kohezyon
- Boşluk suyu basıncının artması
- Ayrışma derecesi

4.2.2. Dış nedenler

- Toprak kısımda yol yapımı için yapılan kazılar
- Yoğun yağışlar ve kaynak sularının etkisi
- Yerçekiminin etkisi
- Bitki örtüsünün alınması

4.3. Heyelanları oluşturan nedenlerin heyelan sahalarındaki etkileri.

Çalışma alanımızdaki heyelan sahaları, ülkemizin en fazla yağış alan bölgesinde yer almaktadır. Yağışlar; içsel sürtünme açısı ve kohezyonun değişmesine, dolgun çatlaklarda ve taneler arasında boşluk suyu basıncının oluşmasına neden olmakta, suyun kaldırma kuvveti de yamaç ve şevlerde duraysızlığa neden olmaktadır. Yağan yağışlar ve kaynak suları zemini suya doygun hale getirip, içsel sürtünmeyi azaltmakta ve boşluk suyu basıncını artırarak heyelanın başlamasına neden olmaktadır.

Bölgede yağışın çok fazla olması, ısının ve ısı farklarının değişimi ve heyelan bölgesini oluşturan kayaç türlerinin özellikleri, bölge kayaçlarının hızlı ayrışmasına neden olmaktadır. Gözlemlerimiz, kayaçların ayrışmasının sadece kayaç özelliklerine bağlı olmadığını, çatlakların da önemli rol oynadığını göstermektedir.

Yol yapımı için yapılan kazılar yamaçtaki kayaçların kaymasına neden olabilecektir. Yeni yol güzergahındaki yamaçlarda bitki örtüsü ortadan kalkmıştır. Bitki örtüsünün olmayışı diğer faktörlerin de etkisiyle duraylılığın ortadan kalkmasına neden olacaktır.

Şev ve yamaçların taç kısmında toprak basıncının etkisi yamaç ve şevin dengesinin bozulmasına yol açacağından, heyelan sahalarında kaymalar meydana gelebilecektir.

Doğu Karadeniz bölgesinde yağışlı bir iklimin hüküm sürmesi ve topografik eğimin bazı yerlerde fazla olması kitle hareketlerini meydana getirmektedir. Çalışma alanımızda bitki örtüsünün zayıf ve ayrışmanın ileri derecede oluşu, kitle hareketlerini daha da artırmaktadır. Bu hareketlerin türü, toprak kripti ve heyelan niteliğindedir.

Çalışma alanımızda heyelanlı sahaları kısaca açıklarsak. Ek-3'de gösterilen heyelanlı sahalar.

H1: Heyelanlı saha 1;

a- Yer tanımı: Maçka-Gürgenağaç arasında, yeni yol güzergahında. Maçka'ya 3 km uzaklıktadır. Çatak köyü civarında yeni yolun solundadır.

b- Heyelanlı Sahanın Litolojisi:

Yamaç eğimi 30-70 arasında olup, dik bir topoğrafyaya sahiptir. Heyelanlı sahanın litolojisi tüffit-marn dır. Heyelanlı sahanın yanında çatak andeziti diye adlandırılan andezit bulunmaktadır. Heyelanlı sahanın uzunluğu 150-200 m dir. 20-30 m kalınlığında, kayaçların ayrışması ürünü ve toprak ve molozdan oluşan bir malzeme vardır. Yeni yol yapımı sırasında topuktan yük alınması, heyelanlı sahada bitki örtüsünün olmayışı, heyelanlı saha içinde akan kaynak suyunun zemini doygun hale getirilmesi sonucu, heyelanlı sahanın üst kısımlarında oluşan gerilme çatlakları gözlenmiştir.

Şevin ağaçlandırılması ve şev içine akan suyun şev içine akmasını önlemek gerekir. Bu alanda yol kenarına yapılan istinad duvarları çatlama ve yıkılmaktadır.

H2: Heyelanlı saha 2:

a- Yer tanıtımı: Maçka-Gürgenağaç arasında, yeni yol güzergahında, Maçka'ya 7 km uzaklıktadır. Yeni yolun solundadır.

b- Heyelanlı Sahanın Litolojisi:

Kayaç cinsi tüffittir. Tabakalanmalı ve bol çatlaklıdır. Yamaç eğimi 5° - 50° arasındadır. Heyelanlı sahanın uzunluğu 60-80 m dir. Heyelanlı saha tüffitlerin ayrışmasından ve yamaç molozundan oluşmaktadır. Toprak örtü üzerinde kaymalar, kabarmalar ve arazide yer yer ötelemeler izlenmiştir.

H3: Heyelanlı Saha 3:

a- Yer tanımı: Maçka-Gürgenağaç arasında yeni yol güzergahında, yolun solundadır. Maçka'ya 8 km uzaklıktadır. Su kenarı köyü civarındadır.

b- Heyelanlı Sahanın Litolojisi:

Kayaç cinsi tüffittir. Tüffitler dasitik ve andezitiktir. Tabakalanmalı ve bol çatlaklıdır. Yamaç eğimi 5° - 60° arasındadır. Heyelanlı sahanın uzunluğu 80-100 m. dir. Heyelanlı saha toprak ve yamaç molozundan oluşmuştur. Şev içerisinden kaynak suyu akmaktadır. Yamaçta bitki örtüsü yoktur. Şevde gerilme çatlakları gözlenmiştir.

H4: Heyelanlı saha 4:

a- Yer tanıtımı: Maçka-Gürgenağaç arasında yeni yol güzergahında, yolun solundadır. Dereiçi mah. civarındadır.

b- Heyelanlı Sahanın Litolojisi:

Kayaç cinsi tüffittir. Tabakalanmalı ve bol çatlaklıdır. Yamaç eğimi 10° - 60° arasındadır. Heyelanlı sahanın uzunluğu 60 m. dir. Heyelanlı saha ayrışma ürünü kayaç parçalarından ve yamaç molozundan oluşmaktadır. Şevde gerilme çatlakları gözlenmiştir.

H5: Heyelanlı saha 5:

a- Yer tanıtımı: Maçka-Gürgenağaç arasında yeni yol güzergahında, yolun solundadır. Küçük Konak mahallesine 1 km uzaklıktadır.

b- Heyelanlı Sahahın Litolojisi:

Kayaç cinsi tüffittir. Tabakalanmalı ve çatlaklıdır. Yamaç eğimi 5° - 50° arasındadır. Heyelanlı sahanın uzunluğu 70-100 m. dir. Heyelanlı saha yamaç molozunundan ve ayrışma ürünü kayaçlarından oluşmaktadır.

Maçka-Gürgenağaç arasında tesbit edilen bu 5 heyelanlı saha içinde yapılabilecek çalışmalar şunlardır;

a- Heyelanlı saha içinde bulunan kaynak sularının zemine sızmasını önlemek gerekir.

b- Heyelan sahalarına giren kaynak suları, yeraltı drenaj hendekleri yapılarak, heyelan sahası dışına drene edilmelidir.

c- Heyelanlı sahalarda, yağmur sularının heyelan sahasına girmesini önlemek için heyelanlı sahanın taç kısımlarında kafa hendekleri yapılmalıdır.

d- Drenaj tesisleri yapıldıktan sonra, bunların drene edeceği suların, kanal ve borularda toplanıp sahadan uzaklaştırılması gerekir.

e- Yol şevlerindeki istinad duvarlarının arkası boşaltılmalı ve drenajı sağlamak amacıyla granüler malzemeyle doldurulmalıdır.



BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu çalışmada Trabzon-Gümüşhane arasında açılmakta olan yeni devlet karayolu güzergahında, yaklaşık 56 km² lik bir alanın jeolojisi çıkarılmıştır, Yeni yol şevlerinden 11 tanesi incelenmiş ve bu şevlerde olabilecek kitle hareketleri belirlenmiş ve stereografik izdüşüm yöntemiyle şevlerin güvenlik katsayıları bulunmuştur. Varılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Maçka-Gürgenağaç arasınının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak, sahada görülen kayaçlar formasyon ölçeğinde 6 birime ayrılmıştır.

2- Yol güzergahındaki kayaçların Jeolojik, Fiziksel, Mekanik, Elastik özellikleri, arazi gözlemleriyle ve laboratuvarında yapılan deneylerle saptanmıştır.

A- Kaya kalitesi (RQD)'ne göre kayaçların "orta kaliteli kaya" sınıfına girdiği,

B- Süreksizlik özelliklerine göre;

a- Çatlak ara uzaklığına göre kayaçların "orta sık çatlaklı" kaya sınıfından olduğu,

b- Çatlak açıklıklarına göre kayaçların "orta derecede açık çatlaklı" özellikte olduğu,

c- Çatlak pürüzlülüğüne göre kayaçların "orta pürüzlü" kaya sınıfında olduğu,

d- Kayaçların ayrışma durumuna "orta derecede ayrışmış" kayaç sınıfına girdiği,

sonucuna varılmıştır.

C- Fiziksel özelliklerine göre:

a- Schmidt çekici geritepme sayısına göre tüffit ve marnların "sert kaya" sınıfına girdiği,

b- Tek eksenli basınç direncine göre tüffit ve marnların "yüksek dirençli kaya" sınıfına girdiği,

c- Üç eksenli basınç deneyi sonuçlarına göre, tüffitlerin içsel sürtünme açısı (ϕ) = 43°, kohezyonları C= 220 kg/cm² marnların içsel sürtünme açısı (ϕ) = 43°, kohezyonları (C)= 430 kg/cm² olduğu,

d- Sonik hız tayinine göre, tüffitlerin "orta derecede" ayrışmış kaya, marların "hafif derecede" ayrışmış kaya sınıfına girdiği ve tüffitlerin ayrışma katsayısının (0.2-0.4), marların ayrışma katsayısının (0-0.2) arasında değiştii, görölmüştür.

D- Şev duraylılık analizleri sonuçlarına göre her şeve ait güvenlik katsayıları (Çizelge-17)'de verilmiştir. Çalışılan şevlerin özellikleri (Çizelge-16)'da verilmiştir.

3- Maçka-Gürgenağaç arasında yapılmakta yeni yol güzergahındaki zemin şevleri gözlenmiş ve 5 tane heyelanlı saha 1/25.000 ölçekli haritaya işaretlenmiştir.



Çizelge-16 : Çalışılan şevlerin özellikleri

ŞEV NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trabzon'a uzaklık (km)	22.750- 22.938	23.113- 23.313	23.380- 23.66	24.346 24.516	24.587- 24.729	24.933- 25.135	25.765- 26.039	26.109- 26.254	26.404 26.738	26808 26.996	27.246 27.436
Şev uzunluğu (m)	188	200	286	170	142	202	274	145	234	188	190
Şev yüksekliği (m)	max (m)	26	29	30	22.70	37	24	17	38	20	22
	min (m)	5	10	8	6.30	8.40	5	5	10	6	8
Ortalım şev eğim yönü açısı ve eğim derecesi	110/55	165/70	155/60	155/74	160/75	135/72	108/65	105/63	110/68	105/75	310/67
Tabaka ölçü sayısı	20	30	60	25	20	30	36	20	25	20	20
Çatlak ölçü sayısı	63	100	253	125	148	440	279	138	350	178	171
Ortalım çatlak eğim yönü açısı ve eğim derecesi	120/85	165/65	160/70	165/82	165/78	180/85	125/80	170/70	160/75	135/70	285/71
Çatlak ara uzaklığı (cm)	10-40	7-50	27-102	20-70	20-65	23-35	30-80	15-35	30-40	8-60	15-55
Çatlak açık- lığı (cm)	1-4	0.5-5	0.5-3.7	1-4	1-4	0.5-3.5	1-4	0.5-2.5	0.5-4	1-4	0.5-3.5
Tabaka ka- lınlığı (cm)	8-40	15-50	6-62	10-50	10-30	10-37	12-50	10-50	15-50	10-40	7-38
Ortalım tabaka eğim yönü açısı ve eğim derecesi	130/50	140/24	90/40	135/45	108/50	320/15	340/23	60/40	25/17	35/20	20/26

Çizelge-17: Şevlerdeki Duraylılık analizleri sonuçları

Şev No	Güvenlik Katsayısı (Fw)		Sonuç
	Ø'ye göre	Ø+C'ye göre	
Şev 1	1.06 0.54	1.51 1.22	Fw > 1 Şev 1 duraylı
Şev 2	0.58	1.15	Fw > 1 Şev 2 duraylı
Şev 3a	0.92	-	Şev 3a kritik durumda
Şev 3b	1.58	-	Fw > 1 Şev 3b duraylı
Şev 4	0.38 0.40 0.86 0.45	1.02 0.98 0.08 1.7	Fw > 1 Şev 4 duraylı
Şev 5	0.34 0.47 0.24	1.34 0.91 1.02	Fw > 1 Şev 5 duraylı
Şev 6	0.70 0.52 0.67	1.04 1.21 0.97	Fw > 1 Şev 6 kritik durumda.
Şev 7	0.85 0.67	1.87 1.48	Fw > 1 Şev 7 duraylı
Şev 8	0.77 0.45 0.40	0.79 1.37 1.83	Fw > 1 Şev 8 duraylı
Şev 9	0.36 0.53	1.17 1.25	Fw > 1 Şev 9 duraylı
Şev 10	0.38	1.03	Fw > 1 Şev 10 kritik durumda.
Şev 11	0.40	1.20	Fw > 1 Şev 11 duraylı

ÖNERİLER

Maçka-Gürgenağaç arasındaki, yeni yol şevlerinin 11 tanesi incelenmiş ve güvenlik katsayıları bulunmuştur. Yaptığımız şev duraylılık incelemelerinde şevlerin hepsinin güvenlik katsayılarınının 1'den büyük olduğu görülmüştür. Bu halde çalışılan şevler duraylıdır. Yeni yol şevleri, bir karayolu kenarında olmaları nedeniyle, ileride meydana gelebilecek can ve mal kaybını önlemek amacıyla, şevleri daha duraylı şevler haline getirebilmek için şu önerileri yapabiliriz.

- 1- Şev yükseklikleri, kademelendirme yöntemiyle düşürülebilir.
- 2- Şev açıları bu değerlerden, daha düşük değerlere indirilebilir.
- 3- Şevler, kaya saplamaları ile kuvvetlendirilebilirler.
- 4- Şevlerin içine akan sular drene edilmelidir.

K A Y N A K Ç A

- Dunham, R.S (1962), Classification of carbonata rocks according to de positional texture symp A., a., P.G. Mem Vol-1.
- Erguvanlı, K. (1950), Trabzon-Gümüşhane arasındaki bölgenin jeolojik etüdü hakkında rapor. M.T.A. Rap.No:2273, Ankara.
- Erguvanlık, K., Tarhan, F. (1982), Doğu Karadeniz Kıyı şeridindeki kitle hareketlerinin Mühendislik Jeolojisi açısından değerlendirilmesi. K.T.Ü. Yerbilimleri Dergisi 100.yıl Özel Sayısı, sh.128, Trabzon.
- Erguvanlı, K. (1982), Mühendislik Jeolojisi İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 1227, İstanbul.
- Fölk (1962), Spectal subdivision of Limestone types classi fication of crbonate rocks Mem A.A.P.G. No:1
- Gedikoğlu, A. (1985), Doğu Karadeniz Cevherleşmelerine Bir Örnek Ocaklı (Maçka-Trabzon) Manganez Zuhuru. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, Ekim/1985, Ankara.
- Gettinger, T.E. (1956), Trabzon, Rize, Gümüşhane Vilayetlerinin Bulunduğu Sahadaki Doğu Pontidlerde yapılan çalışmaları hakkında Rapor. M.T.A. Rapor No:2380, Ankara.
- Hoek, E., Bray, J.W. and Boyd, J.M. (1973), The stability of a Rock Slope Contaning a Wedge Resting on Two inter Secting Discontinuities. Q.Jl. Enging. Geol. Vol. 6, pp.1-155.
- Hoek, E. (1977), Rock Mechanics Laboratory Testing in the Context of of a Consult ing Engineering organization Int. Jl. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Vol.14, 93-101.
- Hoek, A. -Bray, W.J. (1977), Rock Slohe Engineering. The Institution of Mining and Metollwgy, London.
- Ketin, İ. -Canitez, N. (1972), Yapısal Jeoloji. İ.T.Ü. Yayını, No:869, İstanbul.
- M.T.A. (1964): Türk-Japon Jeologlarının Doğu Karadeniz bölgesinde yapmış olduğu ortak çalışma raporu, Trabzon.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A. (1981), Doğu Pontidlerde Kretase Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi. Cilt:1, sayı 2, Trabzon.
- Tarhan, F. (1981), Artvin granitinin Mühendislik Jeolojisi ve Baraj yeri olma açısından irdelenmesi. Doçentlik tezi.
- Taslı, K., (1984), Hamsiköy (Trabzon) yöresinin Jeolojisi K.T.Ü. Dergisi, Jeoloji, Cilt 3, S.1-2, S.69-76.
- T.C.K. (1983), 10 Bölge Müdürlüğü Trabzon-Gümüşhane devlet yolu Maçka-Zigana Tüneli arasında Değirmendere 11-12-13 Köprüleri Temel Sondaj Raporu.
- T.S.E. (1975), Kayaçların Tek Eksenli Basma Dayanımlarının Tayini. TSE., UDK.622.02, Ankara
- Yüzer, E. (1969), Kayalar Üzerinde Yapılan Kırılma Deneyleri hakkında T.J.K. C/S XII/2, 29-41 Ankara.
- Yüzer, E. ve Zambak, C. /1974), Jeolojide Deneysel Kaya Mekaniği. İ.T.Ü. Yayın No:998, İstanbul.

E K L E R

- EK 1: Maçka-Gürgenağaç arasınının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası.
- EK 2: Jeolojik Kesitler .
- EK 3: Örnek alım haritası.
- EK 4: Genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.
- EK 5: Şev 1'e ait kroki.
- EK 6: Şev 2'ye ait kroki.
- EK 7: Şev 3'e ait kroki.
- EK 8: Şev 4'e ait kroki.
- EK 9: Şev 5'e ait kroki.
- EK 10: Şev 6'ya ait kroki.
- EK 11: Şev 7'ye ait kroki.
- EK 12: Şev 8'e ait kroki.
- EK 13: Şev 9'a ait kroki .
- EK 14: Şev 10'a ait kroki.
- EK 15: Şev 11'e ait kroki.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Turgut KORKMAZ 1962 yılında Bayburt'ta doğdu. İlköğrenimini 1969-1974, orta öğrenimi 1974-1980 yılları arasında Trabzon'da tamamlayarak Trabzon Lisesi fen bölümünden iyi derece ile mezun oldu. 1985 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü bitirip, 1985 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

