

24091

DOĞANKUZU GÜNEY BLOK BOKSİT OCAĞININ
(SEYDİŞEHİR) ŞEV DURAYLILIĞI

Alparslan TURANBOY

Hacettepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Eylül - 1992

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne ,

İşbu çalışma, jürimiz tarafından MADEN MÜHENDİSLİĞİ
Anabilim Dalında YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ olarak kabul
edilmiştir.

Başkan : Seyfi Kuluçka S.K.

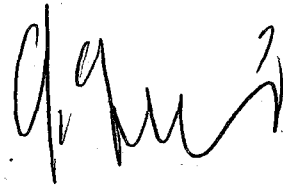
Üye : Cahit Sengür C. Sengür

Üye : Doç. Dr. Ahmet Senteke Akintürk

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

08 EKİM 1992



Prof. Dr. Gültekin GÜNAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Ö Z E T

Bu çalışmada, Konya ili, Seydişehir ilçesi sınırları içerisinde bulunan ve yörenin en önemli boksit yataklarını oluşturan Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağının şev duraylılığı, kinematik metodlarla, ocak yüksekliği -şev açısı ve emniyet katsayılarına göre incelenmiş, Kayaç kütle sınıflaması (ISRM, 1978) ve labratuvar deneyleri ile ortam kayaçın fiziksel özellikleri ile şev duraylılığı arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Tektonik yapısı oldukça gelişmiş olan sahada, gözlenen süreksizlikler fay, kırık çatlak sistemleri ve tabakalanma yüzeyleri olup, öncelikle kama kaymaları ile devrilme ve düzlemsel kayma bölgeleri bulunmaktadır.

Yapılan analizler sonucu, sahanın KB, B, GB, GD ve KB bölgeleri kayma olasılığı aşmakta olup, bu bölgelerde öncelikle şev açılarının düşürülmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

S U M M A R Y

In this work, it is examined the slope stability of "Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağı" with kinematik methods according to the height of open pit - slops angel and safety numbers which is about Seydişehir town of Konya and formed the most important bouxite deposite of this district. And it is examined between rock mass classifications (ISRM, 1978), labratuary experiments with physical properties of enclosing rock and slope stability.

There are much important discontinuity, joint foulds, cracks systems and planer surfaces it this area which developed quitely from tectonic structure but formerly there are wedge failure and toppling failure and plane failure district.

After the conclusion of analyses it is appeared that NW, W, SW, SE and NE districts of the area have the possibility of slip and formerly it is needed to increase the slope angels in this districts.

T E Ő E K K Ü R

Bu alışmanın gerekleşmesinde, katkılarından dolayı tez danışmanım Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ'a, Bölüm Başkanı Prof. Dr. Halim DEMİREL'e, S. Ü. Seydişehir Meslek Yüksekokulu Müdürü Yrd. Doç. Dr. M. Muzaffer KARADAĞ'a, Seydişehir Alüminyum İşletmesi Boksit Müdürü Metin KÖSEOĐU'na, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Aramalar Daire Başkanı Jeoloji Yük. Mühendisi ErtuĐrul TEPEBAŐI'na , Maden Müh.Fahrettin KILINÇ'a, Maden Müh. Ali Mümtaz GÜN'e, Uzman Hakan KULLEP'e, tez çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Metalürji Müh. İbrahim HALICI'ya ayrıca haritaların çiziminde yardımcı olan Harita Müh. Bilal AKKOL'a ve isimlerini saymadığım bütün arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Ö Z E T	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. BÖLGENİN JEOLojİSİ	2
2.1. Coğrafi Durumu	2
2.2. Genel Jeoloji	4
2.2.1. Stratigrafi	4
2.3. Uyumsuzluklar, Dolgu ve Karstik Yapı	5
2.4. Yapısal Jeoloji	6
2.4.1. Faylar	7
2.4.2. Çatlaklar	7
3. DOĞANKUZU GÜNEY BLOK BOKSİT YATAĞI	10
3.1. Ocak Konumu	10
3.2. Genel Ocak İşletmesi	10
3.3. Rezerv ve Üretim	10
3.4. Cevherin özellikleri	12
3.4.1. Fiziksel Özellikler	12
3.4.2. Kimyasal Özellikler	12
3.4.3. Mineralojik ve Petrografik Özellikler	13
3.5. Ortam Kayacın Özellikleri	14
3.5.1. Fiziksel Özellikler	14

	<u>Sayfa</u>
4. LABRATUVAR DENEYLERİ	15
4.1. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı	15
4.2. Makaslama Dayanımı	17
5.1. KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMASI	20
5.1. Cevherin Tanımı	20
5.2. Yankayacın Tanımı	20
5.3. Kayaç Kalite Tanımlaması	23
6. ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ	27
6.1. Mümkün Kayma Türleri	27
6.2. Ocağın Bölgeler İtibariyle Değerlendirilmesi	29
6.3. Kontur Diyagramlar	30
6.3.1. Birinci Alt Bölgenin Konturlanması	31
6.3.2. İkinci Alt Bölgenin Konturlanması	31
6.3.3. Üçüncü Alt Bölgenin Konturlanması	31
6.3.4. Dördüncü Alt Bölgenin Konturlanması	32
6.4. Süreksizlik Verilerine Göre Kinematik Analiz	32
6.5. Yalnızca İçsel Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi Kayma Bloğu Duraylılık Analizi	33
6.6. Şev Yüksekliği-Şev Açısı İlişkisi	37
6.7. Analizlerin Yorumlanması	39
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	42
8. DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Coğrafi durum	3
2.2. Sahada gözlenen karstik yapılar	4
2.3. Tabaka,çatlak doğrultularını gösteren göl diyagram	9
3.1. Cep tipi boksit yatakları	11
3.2. Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağının Kuzey kesimi,güneyden görünümü	11
4.1. Tek eksenli basıç dayanımı deney düzeneği	17
4.2. Makaslama dayanımı testi deney düzeneği	19
5.1. Tabakalanma kalınlıklarının şev aynasında görünümü	21
5.2. Tabakalanma yüzeylerinde pürüzlülük	21
5.3. Çatlakların görünümü	22
5.4. Kayaç kütle tanımlamalarına ait diyagramlar	26
6.1. B kesiminde gözlenen devrilme türü kayma yapıları	28
6.2. GB Kesiminde gözlenen kama türü kayma yapıları	28
6.3. Kutupların sayımında kullanılan kenar ve iç sayıcılar	30
6.4. Kutupların sayımı için kullanılan 1/100 eşit alana bölünmüş stereo-net	31
6.5. Kaya şevlerinde,şev açısı-şev yüksekliği ilişkisi	38
6.6. Kuru ve sulu şevlerde şev açısı-emniyet katsayısı ilişkisi	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Yaklaşık KB-GD ve K-G doğrultulu fayların eğim ve eğim yönleri	8
Çizelge 4.1. Tek eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları	16
Çizelge 4.2. Kayaçların dayanımları tayin ölçütleri	18
Çizelge 4.3. Krüç formasyonuna ait direk makaslama deney sonuçları	19
Çizelge 5.1. Kayaç kütle sınıflaması	24
Çizelge 5.2. Hesaplanan RQD değerleri	25
Çizelge 5.3. Kayaç kalite tanımlaması	25
Çizelge 6.1. Süreksizlik takımlarına ait eğim ve eğim yönleri	35
Çizelge 6.2. Kama tipi kayma oluşturabilecek süreksizlik çiftlerine ait emniyet katsayısı değerleri	36

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simge

K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı
KD	Küneydoğu
KB	Kuzeybatı
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
Al_2O_3	Alüminyum oksit
SiO_2	Silisyum oksit
L	Karot boyu (cm.)
D	Karot çapı (cm.)
σ_c	Tek eksenli sıkışma dayanımı (kgf/cm^2), (MPa)
P	Toplam yük (kgf)
A	Örneğin kesit alanı (cm^2)
T	Süre(dakika,saniye)
σ	Makaslama dayanımı (kgf/cm^2), (MPa)
F_c	Yenileme kuvveti(kgf)
RQD	Kayaç kalite değeri (%)
L_p	10 cm.den uzun karotların toplam uzunluğu (m.)
L_t	Toplam karot uzunluğu (m.)
ψ_f	Şev eğimi (derece)
ψ_i	Kayma oluşturan yüzeylerin kesişim doğrusunun yatayla yaptığı açı (derece)
ϕ	İçsel sürtünme açısı (derece)
F	Emniyet katsayısı
A,B	Kama geometrisine ait birimsiz katsayılar.
$I_{x,y}$	Süreksizlik düzlemlerinin kesişmesi ile oluşan doğrunun kutup noktası

KISALTMALAR

E.A.İ.	Etibank Alüminyum İşletmesi
H. Ü.	Hacettepe Üniversitesi
I.S.R.M.	Uluslararası Kaya Mekaniği Komisyonu
İ.T.Ü.	İstanbul Teknik Üniversitesi



1. G İ R İ Ő

Günümüz madenciliğinde, yeraltı işletmelerin yerini ,açık işletmelerin almasında yüksek kapasiteli madencilik makinalarının gelişmesi önemli rol oynamaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle, kısa sürede daha fazla ve yüksek verimle dekapajın yanısıra, şev stabilitesini ve ekonomikliği sağlayan tekniklerin kullanılması da önemlidir. Optimum değerde şev açılarınının saptanması ve sürekli kontrolü ocak emniyeti açısından gereklidir.

Şev duraylılık analizlerinde, ilgili formasyon veya formasyonlara ait (tabaka, fay, çatlak vb.) süreksizlikler ile malzemeye ait jeomekanik özellikleri bölgenin jeoteknik yapısı vb. diğer etkenlerin ortaya çıkarılması açısından ocak şev dizaynında temel verileri oluşturmaktadır.

Bu çalışmada Konya İli, Seydişehir ilçesi civarında bulunan Doğankuzu Güney Blok Ocağının kayma bölgelerinde emniyet katsayılarının, şev açısı - şev yüksekliği ilişkileri ortaya çıkarılarak şev duraylılığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. BÖLGENİN JEOLJİSİ

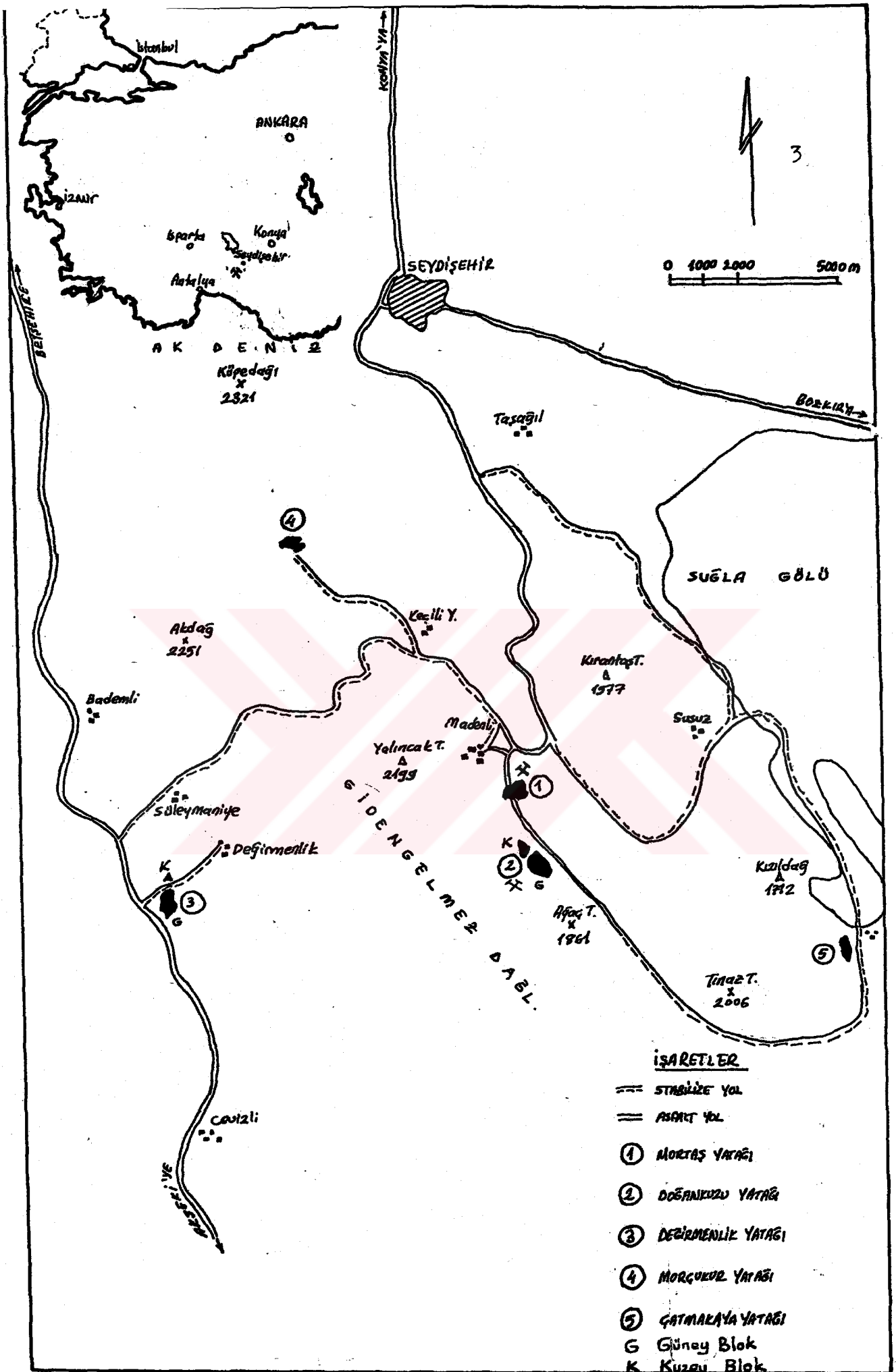
2.1. Coğrafi Durum

Çalışma alanı, Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağı, Konya ili, Seydişehir İlçesi, Madenli Köyü sınırları içerisinde Mortaş Boksit Ocağının 1 Km. Güneyinde bulunur. Ulaşım Mortaş'tan itibaren stabilize bir yolla sağlanır. Seydişehir'e 25 km. asfalt, 1 Km.si stabilize olmak üzere toplam 26 Km.lik bir yol ile bağlantılıdır (Şekil 2.1.).

Ana formasyon tamamen kireçtaşı olup, özellikle kireçtaşlarını, büyük atımlarla öteleyen faylarla, keskin ve sarp morfolojik şekiller, derin vadiler ortaya çıkmıştır. Oldukça engebeli olan arazide tabakalanma yüzeyleri bariz bir şekilde seçilmektedir. Bölgenin bir diğer karakteristiği de irili ufaklı karstik oluşumlardır (Şekil 2.2.). Öneili yükseltileri kuzeyden güneye doğru, Küpe Dağı (2321 m.), Kantarlık T. (2019 m.), İnsuyu T. (1928 m.), Akdağ (2251 m.), Yalıncak T. (2199 m.), Ağaçtepesi (1865 m.), Mortaş T. (1782 m.), Tınaz T. (2006 m.)'dir.

Bölge yeraltı suyu bakımından oldukça fakirdir. Parçalanmış kireçtaşlarının hakim olması sebebiyle hiçbir kaynağa rastlanmaz. Bahar aylarında ise, çok küçük derecikler oluşmakta bunlar yaz ve kış aylarında tamamen ortadan kalkmaktadır. Bölgede, Akdeniz İklimi ile İç Anadolu İklimi arasında geçiş bölgesini karakterize eden bir iklim hüküm sürer. Buna göre iklim, kışları çok soğuk ve yağışlı, yazları ise kuraktır. Yörede en yüksek sıcaklık 36.5 °C, en düşük sıcaklık ise, -18.4 °C olarak tespit edilmiştir (KARADAĞ, 1987).

Bitki örtüsü bakımından, bölge yer yer çam, sedir, meşe ormanları ile kaplıdır.



Şekil 2.1. Yergösterme Haritası

Bölge halkının çoğunluğu geçimini Seydişehir'de bulunan Etibank Alüminyum Tesislerinde çalışarak, bir kısmı ise, hayvancılık ve ormancılıktan sağlamaktadır.



Şekil 2.2. Sahada gözlenen Karstik oluşumlar

2.2. Genel Jeoloji

Çalışma alanı, Mesozoik ve Senozoik yaşlı formasyonların istiflenmesinden ibarettir.

Mesozoik birimleri, boksitlerin de içerisinde bulunduğu ve sahada en fazla yayılım gösteren Üst Kratese yaşlı kireçtaşlardan oluşmuştur.

Senozoik birimleri, alttan, üste doğru, Üst Kratese yaşlı kireçtaşları üzerinde açısız diskordans ile gelen Üst Paleosen - Alt Eosen yaşlı kireçtaşları vardır. Genel Jeolojik harita Ek:1'de verilmiştir.

2.2.1. Stratigrafi

Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında, cevher taban ve iki adet tavan kireçtaşı olarak adlandırılan formasyon-

lar arasında bulunmaktadır. Boksit tabanında yataklanan taban kireçtaşı KB - GD uzanımında gri, açık gri tonlarda izlenmektedir.

Cevherli zona yakın seviyelerde yaklaşık 1 m.kalınlıkta boksit yıkanması ile oluşan pembemsi bir zon bulunmaktadır. Taban kireçtaşı (Krü₁), masif ve çok ince taneli olarak gözlenmektedir. Bazı sondajlarda silah ve koyu gri, şekil kil dolgulu çatlaklar ve karstik boşluklara rastlanmıştır. Bölgede, boksit ve taban kireçtaşı üzerinde tabakalanmaya yakın ve küçük diskordanslar şeklinde çökelmiş, tavan kireçtaşı (Krü₂) daha koyu gri renkli bol rudistli (makro fosil) ve daha iri kristalli olarak gözlenmektedir. Arasındaki boksitli breş nedeni ile iki kısımda incelenebilir. Cevher yatağının üzerine gelen kısım, 50-60 m. kalınlıkta bloklar halinde ve karstik boşluklar içermektedir. Boksitli breş tüm sahadagözlenmekte olup, 5-10 m.kalınlıktadır. Sahanın KB'da bulunan farklı bir mostrada ikinci ve üçüncü boksitli breş seviyelerinin varlığı tespit edilmiş, ancak bu seviyeler, tüm sahada gözlenememektedir. Bu seviyeler, iri kristalli ve bol boşluklu pembemsi, açık boksit tonlarındadır. Boksitli breş seviyesinin üzerinde izlenen, üçüncü tavan kireçtaşı (Krü₃) seviyesinin kalınlığı, 70-80 m. arasındadır. Bu seviye, daha koyu gri ve siyahımsı koyu gri bantlar halinde gözlenen dolomitik kireçtaşlarıdır. Gözlenebilen tüm tabakalar KB - GD yönünde izlenmekte ve birbirleri ile uyumlu gözükmektedirler. Bu uyum Şekil 3.2'de rahatlıkla gözlenebilir.

2.3. Uyumsuzluklar, Dolgu ve Karstik Yapılanma

Bölgede gözlenen, çimentolaşmış kalsit dolgulu süreksizlikler ve tabakalar arasında yer alan kil, terra-rosa türü toprak dolgular karakteristiktir. Ocak çukurunda ve

sondajlarda yeraltı suyuna rastlanmamıştır. Bu, ortamın karstik yapısından dolayı drenaj sistemlerinin gelişmiş olmasına bağlanabilir.

Devrilme tipi kaymalar, genellikle bahar ve kış aylarında gözlenmesi, su basıncının mümkün kayma yüzeylerinin makaslama dayanımını azaltarak şevlerde stabilitenin, çatlaklarda ve boşluklardaki atmosferik suyun domup, hacim genişlemesine sebebiyet vererek, kayma veya devrilme ye neden olan kuvvetleri artırmaktadır. Keza donan suyun, drenaj sistemlerini tıkayarak stabilizeyi olumsuz etkileyeceği muhakkaktır.

Bunun yanısıra, sondajlarla tespit edilemeyen, ocak çalışma emniyetini olumsuz yönde etkileyebilecek büyük karstik boşluklarda ortaya çıkan boşluğun dekapaj malzemesi ile doldurulması olmaktadır. Nitekim 1991-1992 Bahar dönemi faaliyetlerinde ocağın GB kesiminde, 1570 - 1585 kademelerinde patlatma sonucu ortaya çıkan büyük bir karstik boşluk 4000 m³ dekapaj malzemesi ile doldurulmuştur. Bunun gibi, işletme esnasında ortaya çıkan ve önceden tespit edilemeyen büyük çapta boşlukların ramble malzemesi ile doldurulması, iş güvenliği açısından güvenilir bir metod olmaktadır.

Uyumsuzluk olarak ise 5-10 m. kalınlıkta, her yönde izlenebilen boksit ve boksitimsi malzeme ile çimentolaşmış breşik bir seviye gözlenir.

2.4. Yapısal Jeoloji

Alpin hareketlerine maruz kalan çalışma sahasındaki tüm formasyonlarda, aynı tektonik kuvvetlerin etkisi gözlenebilmektedir. Bu hareketlerin etkisinde kalan birimler, büyük kıvrımlar ve bindirme hareketleri ile birlikte normal ve doğrultu atımlı fayların ortaya çıkmasıyla bugünkü konumlarını kazanmışlardır. Bu bölgede, büyük yapıların yanısıra yapraklanma (klivaj), tansiyon ve makaslama çat-

lakları gibi pek çok yapı şekilleri de yine aynı hareketlere bağlı olarak gelişmiştir.

Bölgenin morfolojik gelişimi, KB - GD gidişli yapısal elemanlarla kontrol edilmiştir.

Tektonik açıdan oldukça gelişmiş olan çalışma sahasında, tektonizmanın, eğim ve doğrultuları büyük ölçüde etkilediği görülmektedir. Doğrultular K 10° - 60° B, eğim ise, 10° - 55° GB arasında değişmektedir. Cevher yatağının genel doğrultu ve eğimi ise K 30° B, 30° GB dir.

2.4.1.Faylar

Çalışma sahasında iki grup fay tespit edilmiş olup bunlar, yaklaşık KB - GD konumlu ve K - G konumlu eğim atımlı faylardır. K - G yönünde sıralanan faylar bazı bölgelerde ters düşüyle göstermektedir. Birbirlerini çoğu kez dik olarak kesen bu fayların eğim ve eğim yönleri ile konumları 1977 yılında A. PELEN tarafından Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağı Arama Raporu için tanzim edilen 1/2000 ölçekli tektonik haritanın revize edilmesi ile tespit edilmiştir. Revize edilen 1/2000 ölçekli tektonik harita (Ek 2) de, elde edilen eğim ve eğim yönleri Çizelge 2.1 de verilmiştir.

2.4.2. Çatlaklar

Faylar dışında çatlak sistemleri gözlenen diğer bir süreksizlik türüdür. Çatlak sistemleri, sahada izlenen KB - GD ve K-B konumlu faylarla yaklaşık aynı doğrultudadır. Buna göre, sahamızdaki fayların ve çatlakların KG ve DB yönlü kuvvetler etkisi altında kaldığı söylenebilir. Bu kuvvetlerin etkileri, KB - GD yönlerinde belirgin olarak gözlenmektedir.

Kireçtaşı formasyonlarında 102 adet tabaka ve 328 adet çatlak doğrultusuna ait gül diyagram (Şekil 2.3) de verilmiştir.

Yaklaşık KB - GD doğrultulu faylar

Fay No	Eğim	Eğim Yönü
1	80	199 \mp 2
2	80	223 \mp 10
3	85	138 \mp 4
4	85	120 \mp 4
5	80	132 \mp 2
6	80	230 \mp 4
7	80	154 \mp 10
8	80	222 \mp 20
9	80	225 \mp 30

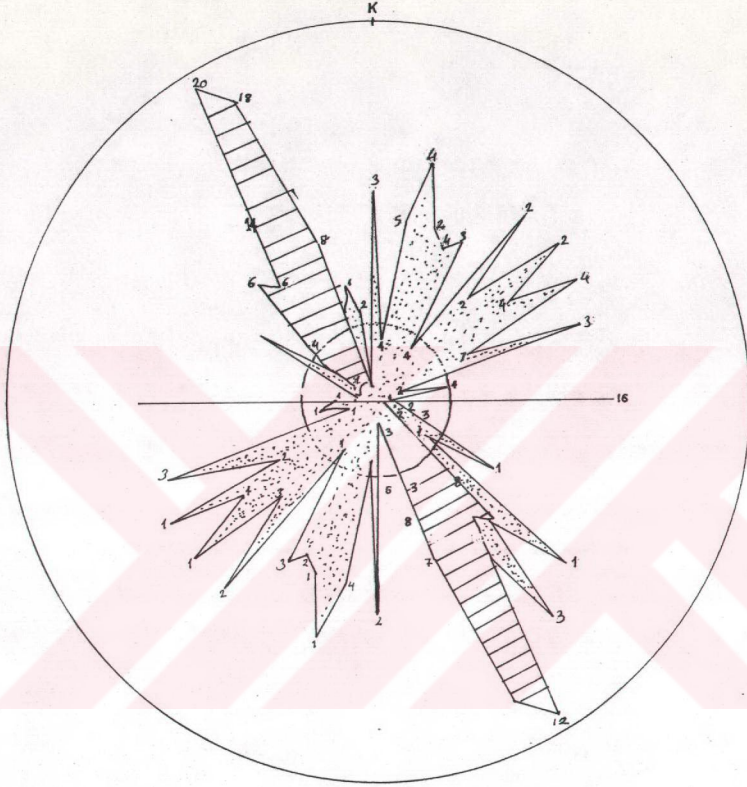
Fay No	Eğim	Eğim Yönü
10	80	155 \mp 4
11	80	134 \mp 4
12	85	140 \mp 10
13	85	130 \mp 10
14	80	126 \mp 2
15	80	242 \mp 10
16	80	248 \mp 10
17	80	160 \mp 10
18	80	128 \mp 30

Yaklaşık K-G doğrultulu faylar

Fay No.	Eğim	Eğim Yönü
1'	70	34 \mp 2
2'	60	25 \mp 60
3'	70	58 \mp 20
4'	60	84 \mp 30

Fay No	Eğim	Eğim Yönü
5'	75	75 \mp 45
6'	70	78 \mp 20
7'	80	100 \mp 2
8'	60	32 \mp 2

Çizelge : 2.1. Yaklaşık KB-GD ve K-G doğrultulu fayların eğim ve eğim yönleri (derece).



▨ Tabaka doğrultusu (102 adet)

▨ Çatlak doğrultusu (328 adet)

Şekil (2.3) Kireçtaşı formasyonlarında tabaka, çatlak doğrultularını gösterir gül diyagram (%).

3. DOĞANKUZU GÜNEY BLOK BOKSİT YATAĞI

3.1. Ocak Konumu

Başlangıçta bir bütün olarak oluşan Doğankuzu Boksit Yatağı eğim atımlı büyük bir fayla Güney ve Kuzey olmak üzere iki kısma ayrılmıştır (Şekil 2.1). KD - GB yönünde kuvvetlerin etkisinde kalan yatak "cep tipi" boksit yatağı sınıfına girmektedir (Şekil 3.1.), (Harder ve Greig, 1960). 1570 m. kodu ocak tabanından itibaren, kuzey kesiminde en yüksek koduna (1726 m.) ulaşmaktadır. Bu kesimde açık ocak tabanından itibaren 12 basamak oluşturulmuştur (Şekil 3.2.). Yükselti, güney kesimlere doğru düşmektedir. Uzun eksenı KB - GD yönünde 1100 m., kısa eksenı KD - GB yönünde 400 m. olan ocak, karstik bir çukurdan oluşmuştur (Ek. 3).

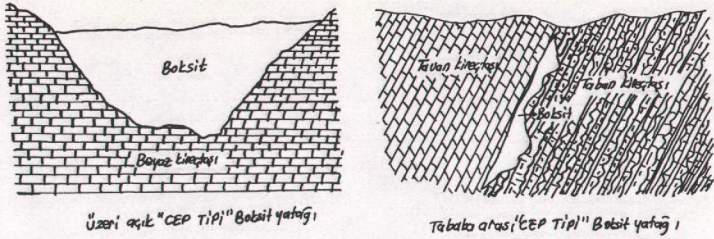
3.2. Doğankuzu Açık Ocak İşletmesi

Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağında seçilen işletme koşulları şu şekilde sıralanabilir. Genel şev açısı, 55° , basamak açısı, 75° , basamak yüksekliği 13 m., basamak genişliği, 6 m. Ocağın topografik özellikleri de içine alan 1/2000 ölçekli Ekim 1991 sonu imalat haritası Ek. 4'de sunulmuştur.

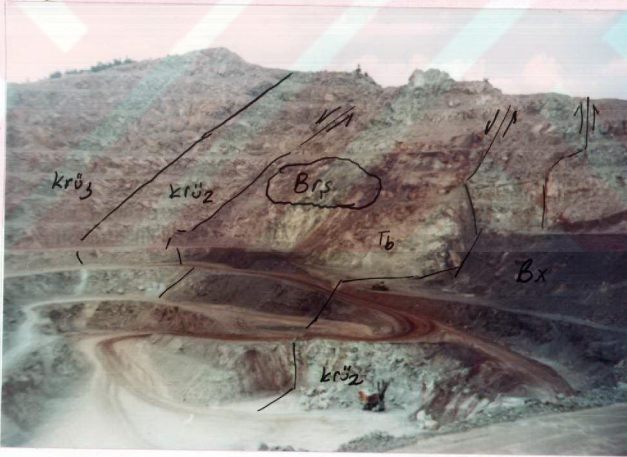
3.3. Rezerv ve Üretim Miktarları

Seydişehir yöresinin en büyük boksit yataklarını oluşturan Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağında bugüne kadar yapılan arama çalışmaları ile ortaya çıkarılan görünür + muhtemel rezerv 8.333.5000 ton dur. 1991 tüvenan üretim miktarı 160.743 ton sabit kalmak şartıyla $(8.333.500/160,743) = 50$ yıl ocak ömrü bulunmaktadır.

Yatağın genel cevher-dekapaj oranı, kalan 5.273.132 ton cevher ve 7.683.563 m³ dekapaj gözönüne alınarak 1/3 ton/m³ olarak verilebilir (E.A.İ. 1991 Faaliyet Raporu, 1991).



Şekil 3.1. Cep tipi boksit yatakları
(Harder ve Greig, 1960).



Şekil 3.2. Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağının
Kuzey kesimi, güneyden görünümü.

3.4. Cevherin Özellikleri

3.4.1. Fiziksel Özellikler

Doğankuzu boksitlerinden alınan el örnekleri değişik fiziksel özellikler gösterir. Tüvenan üretimi yapılan diğer ocak olan Mortaş boksitlerine nazaran daha gevrek ve kırıl-
gan yapıya sahiptir. Toprağımsı, killi görünüme sahip olan-
lar yanısıra masif, sert ve parlak olanlar ile yer yer bant-
lı ve benekli yapıda olanlara da rastlanmaktadır.

Renk: Doğankuzu boksitlerinin rengi kırmızımsı kahve ve ki-
remit kırmızısıdır. Taban ve tavandaki yaklaşık 1.0 m.'lik
zon boksitten, tavandaki kireçtaşlarına doğru kırmızımsı
pembe alev sarısı ve yeşilimsi bir renk dizisi göstermekte-
dir. Bu zon içerisinde sarı renkli pirit minerallerine de
rastlanmaktadır.

Yoğunluk: Sahadan alınan numunelerden Etibank Alüminyum
Tesisleri Genel Labratuvarlarında yapılan deneylerden cev-
her yoğunluğunun $2.95-3.05 \text{ gr/cm}^3$ arasında olduğu tespit
edilmiştir (PELEN, 1977).

Doku : Doğankuzu Güney Bloktan alınan boksit örneklerinin
ince kesitleri genellikle, oolit ve pizolitlerden, matrik-
sin ise opak minerallerden oluştuğu görülür (KARADAĞ, 1987).
Mekanik Özellikler: Doğankuzu Boksit yatağında cevher ol-
dukça kırıl-
gan ve gevrek bir yapıda olup, tektonizma esna-
sında bünyesinde pek çok primer ve sekonder çatlaklar oluş-
muştur. Bu çatlaklar genellikle birbirini kesen dik doğrul-
tudadırlar. Yüzeide bulunan kısım, oksitlenme, ısınma ve
soğuma etkileriyle toprağımsı bir görünüm kazanmıştır. Gev-
rek ve kırıl-
gan yapısından dolayı sondajlardan örnek alına-
mamıştır. Bu yüzden mekanik deneyler sadece yankayacı oluş-
turan kireçtaşı örneklerinden yapılmıştır.

3.4.2. Kimyasal Özellikler

Doğankuzu boksitlerinden alınan, boksit örnekleri üzerinde
MTA ve Etibank Alüminyum Tesisleri Genel Labratuvarlarında

Yapılan kantitatif kimyasal analizler sonucu Al_2O_3 tenörünün % 32.62 - 64.84 arasında, SiO_2 tenörünün % 2.05 - 18.15 arasında değiştiği, silis modülü ise ($\% Al_2O_3 / \% SiO_2$), yaklaşık 8.28 olarak tespit edilmiştir (PELEN 1977).

Silis modülü, yatağın ekonomikliği açısından önemli olup, 7.0 değerinin altındaki boksit yatakları ekonomik olarak değer taşımazlar.

3.4.3. Minerolojik ve Petrografik Özellikler

Doğankuzu boksitlerini böhmite minerali oluşturmaktadır. Etibank Alüminyum Tesisleri Genel Laboratuvarlarında yapılan kantitatif analizler sonucu, ana mineral böhmitten başka az miktarda diaspor ile alümojen, kaolonit, hematit, götite lepidokrosit ve limonit, marmatitleşmiş manyetitler, titan minerali olarak anatase ve rutil, az miktarda tridimit ile genellikle pirit ve markasit, nadiren kalsit, siderit, piroluzit ve psilomelan gibi mineraller gözlenmiştir. Böhmite minerali cevherin % 60 - 63'ünü, SiO_2 mineralleri ise, ikinci önemli mineral olarak cevherin % 15 - 18'ini oluşturmaktadır (KARADAĞ, 1987).

3.5. Ortam Kayacın Özellikleri

Doğankuzu Güney Blok Boksit Ocağında, ana yan kayaç kireçtaşı olup, iki kısımda incelenebilir. Bunlar boksit tabanında bulunan taban kireçtaşı (Krü₁) ve arasındaki boksitli breş sebebiyle yine iki kısımda incelenebilen ikinci ve üçüncü kireçtaşı (Krü₂, Krü₃) seviyeleridir.

3.5.1. Fiziksel Özellikler

Renk: Krü₁ olarak adlandırılan taban kireçtaşı arazide gri, koyu gri tonlarda izlenmekte, boksite yakın kısımlarda pembemsi bir renk almaktadır. Bu renklenme boksit yıkanmasından dolayı oluşmaktadır. Boksitli breş sebebiyle iki kısımda incelenebilen tavan kireçtaşlarından Krü₂ çevher yatağının üzerinde yer alır ve Krü₃'e göre daha açık renklidir. En üst seviyede yer alan Krü₃ koyu gri, siyahımsı ve koyu gri bantlar halinde izlenmektedir.

Yoğunluk : Doğankuzu Güney Bloktan alınan örneklerden yapılan deneylerde, her üç formasyonda da birbirine yakın değerlerde yoğunluk tesbit edilmiş olup, bu değerler 2.65-2.75 gr/cm³ arasında değişmektedir (PELEN, 1977).

Doku : Krü₁ olarak adlandırılan taban kireçtaşı masif ve çok ince taneli olarak gözlenmektedir. Tavan kireçtaşı formasyonları ise daha iri kristalli olarak izlenmektedir.

Mekanik Özellikler : Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında ana yan kayacı oluşturan kireçtaşı formasyonları, sahanın kuzey kesimlerinde sağlam kaya özelliklerine daha yakın olarak gözlenmektedir.

4. LABRATUVAR DENEYLERİ

Çalışma sahasında, ana formasyonu oluşturan kireçtaşı üzerinde, jeomekanik özelliklerin ortaya çıkarılmasına ve şev duraylılık analizlerinde kullanılmasına yönelik deneyler, H.Ü. Maden Mühendisliği Kaya Mekaniği Labratuvarında gerçekleştirilmiştir.

4.1. Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı

Tek eksenli sıkışma dayanımı testlerinden elde edilen sonuç , makaslama dayanımı sonucunun yorumunda kullanılabilirdiği gibi, kayacın sağlamlığı ve taşıyacağı yük hakkında da fikir verir.

Bu deney için üç kireçtaşı formasyonunda 14 karot örneği alınmış ve bunların boy-çap oranları (L/D) 2,5-3.0 arasındaki değerlerde uygun bir şekilde hazırlanmıştır. Bu deneylerden dört adedi tabakalanmaya dik diğerleri ise tabakalanmaya paralel yöndedir. Tek eksenli sıkışma dayanımının hesaplanmasında (4.1) bağıntısından yararlanılmıştır.

$$\sigma_c = P/A \quad (4.1)$$

$$\sigma_c = \text{Tek eksenli sıkışma dayanımı (kgf/cm}^2\text{)} \text{ (MPa)}$$

$$P = \text{Toplam Yük (kgf)}$$

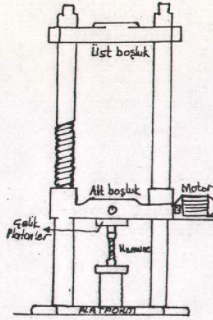
$$A = \text{Örneğin kesit alanı (cm}^2\text{)}$$

Deneyler, H.Ü.Maden Mühendisliği Kaya Mekaniği Labratuvarında 20 ton kapasiteli, oynar başlıklı pres ile gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar Çizelge 4.1 de, deney düzeneği şekil 4.1 de verilmiştir.

Gerçekleştirilen tek eksenli sıkışma dayanımı testlerinden her üç kireçtaşı formasyonunun sağlam ve orta sağlamlıkta kayaç olduğu anlaşılmıştır (Ulusay, 1989), (Çizelge 4.2).

Formasyon	Deneş No:	D(çap)cm	L(boy)cm	P(kgf)	T(zaman)	Tabaklanma	Tek Eks. Sık. Day. σ_c (kgf/cm ²)	Mpa
Krü3	1	5,472	15,198	26,60	12'45"	dik	1131	113,1
	2	5,481	14,232	22,20	12'06"	paralel	940	94,0
	3	5,481	15,950	21,40	10'05"	dik	907	90,7
	4	5,482	14,684	23,40	15'08"	dik	991	99,1
	5	5,472	15,090	21,20	12'00"	dik	901	90,1
Krü2	1	5,454	13,818	19,80	8'58"	dik	848	84,8
	2	5,454	14,250	17,18	8'15"	dik	735	73,5
	3	5,438	14,410	21,80	8'30"	paralel	939	93,9
	4	5,488	12,658	18,90	7'30"	dik	799	79,9
	5	5,450	12,650	23,90	10'10"	paralel	1025	102,5
Krü1	1	5,458	14,400	19,20	9'10"	dik	821	82,1
	2	5,460	12,900	20,10	11'05"	dik	858	85,8
	3	5,454	13,850	20,05	12'00"	dik	858	85,8
	4	5,454	13,800	19,50	10'30"	paralel	835	83,5

Çizelge : 4.1. Tek eksenli sıkışma dayanımı deney sonuçları
(1 Mpa = 10 kgf/cm² alınmıştır).



Şekil 4.1. Tek eksenli basınç dayanımı deney düzeneği

4.2. Makaslama Dayanımı

Makaslama dayanımı, kayacın makaslama gerilmeleri karşısındaki direnci olarak tanımlanmaktadır.

Bu deney için Kr_3 formasyonundan beş adet örnek hazırlanmıştır. Makaslama dayanımı deneyleri Şekil 4.2 de görülen makaslama kutusu (direk makaslama) ve 114 ton kapasiteli oynar başlıklı pres ile gerçekleştirilmiştir.

Direk makaslama dayanımının hesaplanmasında (4.2) bağıntısı kullanılmış, deney sonuçları Çizelge 4.3 de verilmiştir.

$$C = \frac{2 \times F_c}{\pi \times D^2} \quad (4.2)$$

C = Makaslama dayanımı (kgw/cm^2)

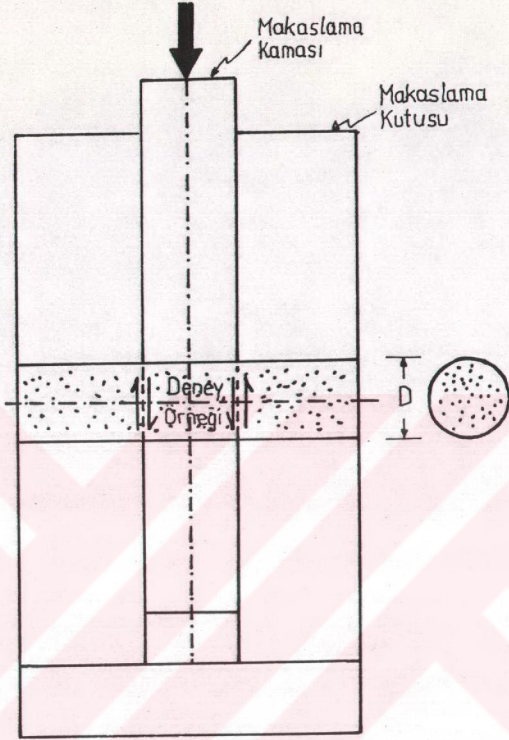
F_c = Yenilme kuvveti (kgf)

D = Örnek çapı (cm)

π = Pi

Tanım	Tek eksenli sıkışma dayanımı	
	kgf/cm ²	Mpa
Çok zayıf kayaç: Jeolog çekicinin sivri ucunun sert darbeleri altında parçalanır, çakı ile kazınır.	10-250	1-25
Zayıf Kayaç: Çakı ile kesilmesi ve kazınması zordur. Jeolog çekicinin sivri ucu, sıkı bir darbe sonucu derince saplanır.	250-500	25-50
Orta Sağlamlıkta Kayaç: Çakı ile kazınamaz, Jeolog çekicinin sivri ucu ile vurulan sert bir darbe ile kazma ucu izi bırakır.	500-1000	50-100
Sağlam Kayaç : Avuç içinde tutulan örnek, Jeolog çekici ile vurulan sert bir darbe ile kırılır.	1000-2000	100-200
Çok sağlam kayaç: Çatlaksız bir örneğin kırılması için Jeolog çekici ile çok sayıda darbe gerekir.	2000	200

Çizelge : 4.2. Kayaçların dayanımları tayin ölçütleri (Ulusoy, 1989).



Şekil 4.2: Direk makaslama dayanımı testi deney düzeneği

Deney No	Örnek Çapı cm (D)	Yenilme Yüğü kgf (fc)	Makaslama	Dayanımı (τ)
			kgf/cm ²	MpA
1	2,50	950	97,0	9,70
2	2,50	1350	137,5	13,75
3	2,50	750	76,5	7,65
4	2,50	1100	112,0	11,20
5	2,50	1300	132,4	13,24

Çizelge 4.3. Krüz formasyonuna ait direk makaslama deney sonuçları (1 Mpa = 10 kgf/cm² alınmıştır).

5. KAYAÇ KÜTLE SINIFLAMASI

5.1. Cevherin Tanımı

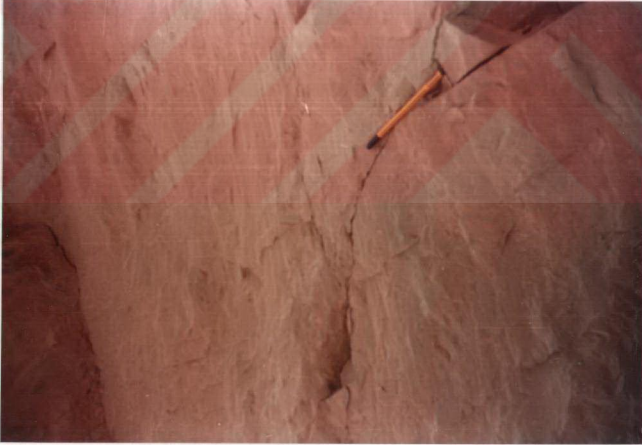
Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında, cevher (Boksit) açık pembemsi kırmızıdan, koyu kahverengi tonlara kadar değişiklik gösterir. Çapraz laminalı, olduğu kısımlarda süreksizlik aralıkları 0-3 mm. arasında değişmektedir. Kapalı (sıkı) durumdaki süreksizlikler eklem ve nadiren klivaj şeklindedir. Süreksizlik düzlemleri, genellikle birbirini dik olarak kesen birinci ve ikincil süreksizlikler olarak değerlendirilebilir. Tabaka yüzeyleri, muntazam basamaklı, sıkca pürüzlü ya da düzensiz dalgalı eklem ve klivaj yüzeyleri ise, düz ve bazen parlak kaygan olarak izlenmekte olup, ölçülebilen uzunlukları 0.01-1.1 m. arasında izlenmekte, devamlılıkları oldukça düşüktür. Kırılma ve gevrek yapıda olan cevher kütlesi zayıf kayaç sınıfına dahil edilebilir. Su geçirgenliği oldukça zayıf olup, şev aynasında ve mostralarda renk açık pembe ve toprağimsi bir doku kazanmıştır. Yüzeyden 10-20 cm. iç kesimlerde bozulmamış cevhere ulaşılabilir.

5.2. Yankayacın Tanımı

Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında yankayacı oluşturan kireçtaşı formasyonlarından tavan kireçtaşları (Krü₂, Krü₃) taban kireçtaşına oranla daha koyu gri ve grimsi siyah bantlar halindedir. Tüm kireçtaşı formasyonları birbirine uyumlu, düzenli tabakalar halindedir (Şekil 3.2). Tabakalanma kalınlıkları 0.1-5.0 m. arasında değişmektedir (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. Tabakalanma Kalınlıklarının şev aynasında görüntüsü.



Şekil 5.2. Tabakalanma yüzeylerinde pürüzlülük

Tabakalanma yüzeyleri genellikle, pürüzlü ya da düzensiz dalgala (Şekil 5.2.) devamlılıkları 20.m.nin üzerinde gözlenmektedir. Şev aynasında izlenen kütle ile ana

kayaç arasında fazlaca bir renk değişimi bulunmayıp, orta sertlikte kayaç sınıfına dahil edilmektedir.

Kireçtaşı formasyonlarında hakim süreksizlik türlerinden bir diğeri de çatlaklar olup, tabaka doğrultularına dike yakın ve paralel uzanan faylar ile aynı veya yakın doğrultudadır. Bazen çapraz olarak birbirlerini keserler. Çatlak aralılığı mesafeleri, 0-60 mm. arasında, çoğunlukla kapalı ve sıkı olarak izlenirler (Şekil 5.3.). Çatlak yüzeyleri genellikle düz ve az dalgalıdır. Çoğunlukla dolgu malzemesi içermezler ve devamlılıkları, 0.1-3 m. arasında değişmektedir.



Şekil 5.3. Çatlakların Görünümü

İki grupta incelenebilen faylarda ise, 0.2-1 m. arasında aralıklar tespit edilmiş olup, genellikle terra-rosa türü toprak, kalsit ve kalsit, kil dolgulu olarak gözlenmektedir. Bu süreksizlik yüzeyleri genellikle muntazam dalgalı, bazen pürüzlü ve dalgalı olarak izlenmektedir. Kayaç kütle tanımlamalarına ait diyagramlar (ISRM, 1978), (Şekil 5.4. te tablo değerleri ise, Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

5.3. Kayaç Kalite Tanımlaması (RQD)

Bu tanımlama kayaç kütesinin tanımlanmasında ve şev dizaynlamalarında kullanıldığından kaya kütle sınıflaması bölümünde verilmiştir. RQD adıyla tanımlanan yöntem, karotlu ilerlemelerde karot veriminin bir başka ifadesi olup elde edilen sonuç formasyonların kırık-çatlak yoğunluğu ile ilgili fikir vermektedir. RQD yönteminin şev stabilitesine uygulanması ise, RQD değerlerinin saptanmasıyla değer kayaç çok kırıklı bir durum gösteriyorsa, uflanabilen ve zayıflık düzlemleri bol bir kayaç olarak kabul edilir. Bu tür formasyonda öncelikle dairesel kayma düşünülebilir (Ulusay, 1982).

RQD karot loglarına göre değerlendirilmekte olup, 10 cm. (4 inç) veya daha uzun olan, sağlam karot parçalarının toplam sondaj uzunluğunun, toplam karot uzunluğuna oranı şeklinde tanımlanır.

$$\text{RQD \%} = \frac{L_p}{L_t} \times 100 \quad (5.1.)$$

$$L_p = 10 \text{ cm.den uzun karotların toplam uzunluğu(m.)}$$

$$L_t = \text{Toplam karot uzunluğu (m).}$$

Çalışma sahasında, 1962 yılından bu yana toplam 43.585 m. sondaj yapılmış olup, sondaj sandıklarının büyük kısmı korunamamış veya çoğunun bir kaç kez kullanılmış olmasından dolayı hangi sondaja ait olduğu tesbit edilememiştir. Bu nedenle istenilen miktarda RQD değeri elde edilememiştir. Hesaplanan RQD değerleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Yapılan hesaplamalara göre kireçtaşı (Kr_1 , Kr_2 ve Kr_3) ve kireçtaşı + boksit için RQD, orta, iyi kalitede gözükmektedir. RQD tanımlamasına ait tablo değerleri çizelge 5.3 de sunulmuştur (Ulusay, 1982).

Süreksizlik Aralıklarının Sınıflandırılması

<u>Tanım</u>	<u>Aralık(mm)</u>
Sonderece kapalı aralık	20
Çok kapalı aralık	20-60
Kapalı Aralık	60-200
Orta aralık	200-600
Geniş aralık	600-2000
Çok geniş aralık	2000-6000
Son derece açık aralık	6000

Süreksizlik Pürüzlülüğü

<u>Sınıf</u>	<u>Tanım</u>
I	Pürüzlü ya da düzensiz basamaklı
II	Düz(durgun)basamaklı
III	Muntazam basamaklı
IV	Pürüzlü yada düzensiz dalgali
V	Düz (durgun) dalgali
VI	Muntazam dalgali
VII	Pürüzlü düzlemsel
VIII	Düz (durgun)düzlemsel
IX	Muntazam düzlemsel

Süreksizlik Devamlılığı Sınıflaması

<u>Tanım</u>	<u>Takip Edilen Uzunluk (m)</u>
Çok düşük devamlılık	1
Düşük devamlılık	1-3
Orta Darlık	3-10
Yüksek devamlılık	10-20
Çok yüksek devamlılık	20

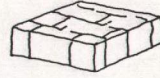
Çizelge: 5.1. Kaya Kütle Sınıflaması (ISRM. 1978).

Sonda No	Toplam Derin- lik(m)	Alınan Karot Uzunluğu (m)		10 cm'den Bü- yük Karot uzun- luğu(m)		R Q D (%)				
		Kireçta- şı	Bok- sit	Kireçta- şı	Boksit	Kireç- taşı	Ortala- ma	Bok- sit	Kireçta- şı+Boksit	Ortalama
D-100	55	24,70	0,95	18,00	-	72,8			70,0	
D-101	73	42,17	0,70	26,00	-	61,7			60,6	
D-104	73	40,10	1,90	29,30	-	73,3	74,7		69,7	72,35
D-106	80	41,70	0,85	32,50	-	77,9			76,3	
D-107	82	40,00	2,70	31,10	-	77,7			72,8	
D-108	134	62,55	-	53,00	-	84,7			84,7	

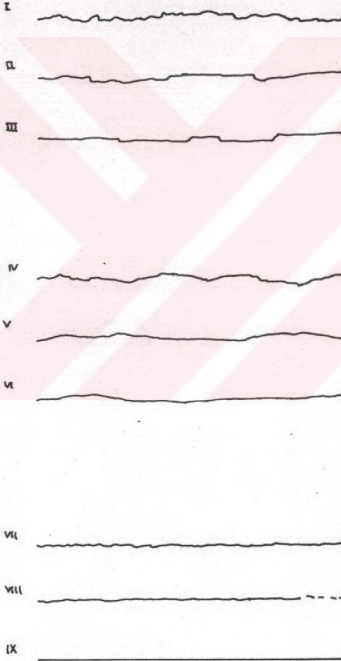
Çizelge 5.2. Hesaplanan RQD değerleri

RQD (Kayaç kalite değeri (%))	Kayaç Kalite tanımlaması
0 - 25	Çok kötü
25 - 50	Kötü
50 - 75	Orta
75 - 90	İyi
90 - 100	Çok iyi

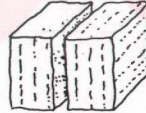
Çizelge 5.3. Kayaç kalite tanımlaması (Ulusay, 1982)



Süreksizliklerin Devamlılığı



Kapalı Aralık



Açık Aralık



Geniş Aralık

Pürüzlülük Sınıflaması

Süreksizlik Aralıkları

Şekil 5.4. Kayaç Kütle Sınıflamaları (ISRM, 1978).

6. ŞEV STABİLİTE ANALİZLERİ

Günümüzde hızla yaygınlaşan yüksek kazı projelendirmelerinde iki ayrı karşıt istekle karşılaşılır. Bunlar,

- Şevlerin dikleştirilmesi ve böylece azalacak dekapaj sonucu kazanılacak maddi tasarruf,
- Şevlerin dikleştirilmesi ile oluşabilecek kaymalar sonucu ocak emniyetinin azalması.

Öngörülen bir açık işletmenin, ilk fizibilite çalışmaları sırasında cevher (dekapajın hesaplanabilmesi, çalınan bir ocakta meydana gelebilecek kaymaların önceden tahmin edilip gerekli önlemlerin alınabilmesi için emniyetli şev açılarının saptanması gerekmektedir.

Bu çalışmada, (PELEN,1977) tarafından tanzim edilen tektonik harita gözönüne alınarak, özellikle sahanın karakteristiğini oluşturan kırık, çatlak ve tabaka düzlemlerinde ölçümler alınmıştır.

Sahadaki kayaçların gözlenebilen mekanik özellikleri ve mümkün kayma düzlemlerine göre seçilmiş dört alt bölge ayrı ayrı ele alınmak suretiyle, bu bölgelerdeki süreksizliklerin eğim ve eğim yönlerine ait kutup noktaları stereonetlere işlenmiş ve böylece sahanın kinematik analizi için veriler toplanmıştır.

Grafiksel analizler, Lambert projeksiyonu veya Schmidt diyagramı olarak tanımlanan eş-alan projeksiyonu ile yapılmıştır.

6.1. Mümkün Kayma Türleri

Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında kayma oluşturabilecek bölgeler, B, GB, G, GD, KD hattı boyunca yer alan bölgeler olup, gözlenen ve mümkün kayma türleri, kama, düzlemsel ve devrilme türü kaymalardır.

Çalışma sahasının batı kesiminde devrilme (Şekil 6, 1), güneybatı kesiminde kama (Şekil 6.2) tipi kayma yapıları gözlenmiştir.



Şekil 6.1. Batı kesiminde gözlenen devrilme türü kayma yapıları



Şekil 6.2. Güneybatı kesiminde gözlenen kama türü kayma yapıları

Çalışma sahasında bulunan kayaçların karstik bir yapıya sahip olması nedeniyle, bölgede şev duraylılığını etkileyecek bir yeraltı su problemi olmayacağı kabul edilmiştir.

6.2. Ocağın Bölgeler İtibariyle Değerlendirilmesi

Doğankuzu Güney Blok Boksit Yatağında, tespit edilen süreksizliklerin mekanik davranımları ve diğer özellikleri gözönüne alınarak, saha dört bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Gözlenebilen kayma şekilleri ve ocak durumu ile ilgili veriler aşağıda verilmiştir.

- GB bölgesinde kama türü kayma sonucu kayma düzlemi yüzeylerinin, şev aynasında gözlenebilmesi
- Ocak şev yüksekliğinin GB, G, GD kesimlerinde, KB,K,KD kesimlerine oranla 65-82 m.daha düşük olması
- GB, G, GD bölgelerinde süreksizliklerin daha sık olarak görülmesi
- KB, B, KD kesimlerinde ana formasyonu oluşturan kireçtaşının daha masif görünüm göstermesi
- Tektonik haritadan da görüleceği üzere büyük fayların GB-KD, bunların dik yönde gelişmiş, nispeten daha küçük olanların, D-B istikametinde gelişmiş olduğunun görülmesi.

Yukarıda sıralanan özelliklere göre ayrılan dört alt bölgeye ait süreksizliklerin stereo-net üzerindeki kutup noktalarının kümelenmesiyle kontur diyagramlar oluşturulmuş ve üzerlerinde kayma analizleri yapılmıştır. Çalışma sahasından ayrılan alt bölgeler Ek: 2 deki tektonik harita üzerinde kroki halinde verilmiştir.

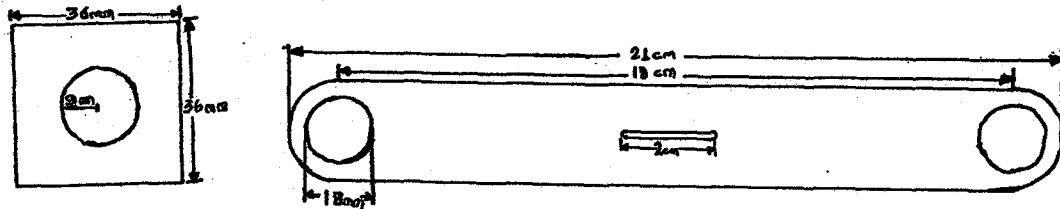
6.3. Kontur Diyagramlar

İnceleme sahasında elde edilen süreksizliklerin eğim ve eğim yönlerine ait kutuplar, stereo-net üzerine işaretlenmiş, bu noktaların konturlanmasında Şekil 6.3'de görülen "nokta sayıcıları" (kenar ve iç sayıcıları) kullanılmıştır.

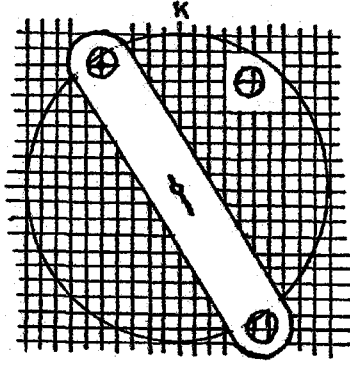
Stereo-net 1/100 alana bölünmüş, % 1'lik alana isabet eden kutup noktalarının sayısı karelaj kesimlerine yazılmıştır. Bu işlem için kullanılan ve 100 eşit alana bölünen stereo-net Şekil 6.4'de verilmiştir. Karelaj kesimlerine yazılan kutup sayıları, tüm saha için ayrılan dört alt bölümde tespit edilen süreksizlik sayısına bölünerek yüzde cinsinden değerlendirilmiştir. Buna örnek olarak, birinci bölge için, toplam 66 süreksizlik kutup sayısı için, karelajda 3 adet kutup sayılmışsa, kutup yoğunluğu $(3/66) \times 100 = \% 4.54$ olarak bulunur. Bulunan kutup yoğunluk değerlerinin büyük kısmı kesirli olduğu için aşağıda verilen yüzde aralıklarında verilmiştir.

% 2, % 2-4, %4-6, %6-8, %8-10, %10-12, %12

Aynı yüzde aralığında bulunan karelaj kesimleri, eşdeğer eğrilerle birleştirilerek, kutup kümelerinin daha iyi gözlenebilmesi için tarama işlemi uygulanmıştır.



Şekil 6.3. Kutupların sayımında kullanılan kenar ve iç sayıcılar



Şekil 6.4. Kutupların sayımı için kullanılan 1/100 eşit alana bölünmüş stereo-net.

6.3.1. Birinci Alt Bölgenin Konturlanması

Çalışma sahasının birinci alt bölgesinde tespit edilen 66 adet süreksizlik düzlemine ait kontur diyagram ve kutuplaşmaların oluşturduğu ana süreksizlik düzlemleri (Ek 5 a) da sunulmuştur. Buna göre hakim süreksizlik düzlemleri 52 KB/30 GB, 54 KD/90 GD, 50 KD/83 GB yönlerinde yoğunlaşmaktadır.

6.3.2. İkinci Alt Bölgenin Konturlanması

Çalışma sahasının ikinci alt bölgesinde tespit edilen 128 adet süreksizlik düzlemine ait kontur diyagram ve kutuplaşmaların oluşturduğu ana süreksizlik düzlemleri (Ek 5 b) de sunulmuştur. Buna göre hakim süreksizlik düzlemleri 54 KB/58 KD, 28 KD/96 KB, 50 KD/80 KB yönlerinde yoğunlaşmaktadır.

6.3.3. Üçüncü Alt Bölgenin Konturlanması

Çalışma sahasının üçüncü alt bölgesinde tespit edilen 112 adet süreksizlik düzlemine ait kontur diyagram ve kutuplaşmaların oluşturduğu ana süreksizlik düzlemleri (Ek 5 c) de sunulmuştur. Buna göre hakim süreksizlik düzlemleri 40 KB/65 KD, 40 KD/78 GD, 28 KD/75 KB yönlerinde yoğunlaşmaktadır.

6.3.4. Dördüncü Alt Bölgenin Konturlanması

Çalışma sahasının dördüncü alt bölgesinde tespit edilen 60 adet süreksizlik düzlemine ait kontur diyagram ve kutuplaşmaların oluşturduğu ana süreksizlik düzlemleri (Ek 5 d) de sunulmuştur. Buna göre hakim süreksizlik düzlemleri 45 KB/60KD, 64 KD/70 GD, 34 KD/86 KB yönlerinde yoğunlaşmaktadır.

Hakim süreksizlik düzlemlerinin eğim ve eğim yönleri çizelge 6.1 de verilmiştir.

6.4. Süreksizlik Düzlem Verilerine Göre Kinematik Analiz

Çalışma sahasında ayrılan dört alt bölgedeki süreksizlik düzlemlerine ait kutup noktalarından oluşturulan kontur diyagramların konumlarına göre değerlendirme yapılarak kayma analizleri yapılmıştır.

Analizler esnasında kullanılan kireçtaşının içsel sürtünme açısı (ϕ) daha önceki yıllarda İTÜ laboratuvarlarında tespit edilen 38° ve bu değer kireçtaşı formasyonları için en kötü koşullarda 30° 'ye düşebileceği gözönüne alınarak iki adet (ϕ) eğrisi çizilmiştir. Ayrıca bu değer süreksizlik zonlarında terra rosa türü toprak ve kalsit, kil dolgular sebebiyle daha da düşebileceği gözönüne alınmıştır (Hoek ve Bray, 1977).

Ortamın karstik bir yapıda olması ve kırık çatlak sistemlerinden dolayı süreksizlik zonlarında su basıncı bulunmadığı kabul edilmiştir.

Bu verilere göre ;

Birinci alt bölge,

- KB bölgesinde 4 nolu süreksizlik takımının düzlemsel kayma meydana getirme olasılığı bulunmaktadır. Ayrıca bu bölgede, aralarında yaklaşık 90° açı bulunan 2 ve 4 nolu süreksizlik takımlarının kesim noktası ($I_{2,4}$) ile 3 ve 4 nolu süreksizlik takımlarının kesim noktası ($I_{3,4}$), 30° lik içsel sürtünme dairesi sınırına düşmektedir (Ek 5a).

İkinci alt bölge

- GD bölgesinde 2 ve 3 nolu süreksizlik takımlarının eğimleri dike yakın (72° , 83°) olduğundan devrilme türü kaymalara neden olabilecektir. 1 ve 4a, 4b nolu süreksizlik takımlarının ise kama kaymaları meydana getirmesi bu bölgenin batı kesimlerde şev eğimlerinin düşmesi halinde görülecektir(Ek 5 b).

Üçüncü alt bölge

- GB bölgesinde aralarında yaklaşık 90° açı bulunan 1 ve 2 ve 80° açı bulunan 1 ve 3 nolu süreksizlik takımlarının kesim noktaları (I_{12} ve I_{13}) 55° lik şev aynasına yakın gözükmektedir. 2 ve 3 nolu süreksizlik takımlarına ait düzlemlerin kesim noktası (I_{23}) şev aynasına dik ve 30° lik içsel sürtünme açısını oluşturan daireye yakındır. Bu bölgede şev aynasına dik konumdaki 1 nolu süreksizlik takımının düzlemsel kayma olasılığı da bulunmaktadır(Ek 5 c).

Dördüncü alt bölge

- KB bölgesinde kama türü kayma olasılığı bulunmamakla beraber 3 nolu süreksizlik takımının batı kesimlere doğru devrilmelere neden olabileceği söylenebilir(Ek 5 d).

6.5. Yanlızca İçsel Sürtünme Açısı İçeren Kama Tipi

Kayma Bloğu Duraylılık Analizi

İnceleme sahasında tespit edilen süreksizliklerin eğim ve eğim yönlerinden çizilen kontur diyagramlardan elde edilen ana süreksizlik düzlemlerinin eğim ve eğim yönleri çizelge 6.2 de verilmiştir.

Kohezyonsuz ve tamamen drene olmuş, diğer bir deyişle kuru düzlemlerde emniyet katsayısının hesaplanması için 6.1 bağıntısı kullanılmıştır (Hoek ve Bray, 1977).

$$F = A \tan \phi + B \tan \phi \quad (6.1)$$

F = Emniyet katsayısı

A, B = Kama geometrisine ait birimsiz katsayılar

$\phi A, \phi B$ = Süreksizlik takımlarının oluşturduğu düzlemlere ait içsel sürtünme açıları

A ve B düzlemlerine ait içsel sürtünme açıları en kötü koşullarda kireçtaşı için 30° 'ye düşebileceğinden (Hoek ve Bray, 1977) hesaplamalar bu değer gözönüne alınarak yapılmıştır. Bu bağıntıların kullanılabilmesi için gerekli A ve B katsayıları bir seri diyagramdan elde edilmiştir (Hoek ve Bray, 1977). Kullanılan bu diyagramlar Ek 6 da verilmiştir.

Kama tipi kayma meydana gelebilecek alt bölgelerden birinci alt bölgede 3 ve 4 ile 2 ve 4 nolu süreksizlik takımlarının oluşturduğu düzlemlerin kesim noktaları ile ikinci alt bölgede 3 ve 1 ile 2 ve 1, 2 ve 3 nolu süreksizlik düzlemlerinin kesim noktaları komuları itibariyle kama kaymaları meydana getirebilecektir. Bu düzlem çiftlerine göre hesaplanan emniyet katsayısı değerleri çizelge 6.2 de verilmiştir.

Emniyet katsayısının hesaplanmasına örnek olarak, birinci alt bölgedeki 4 ve 2 nolu süreksizlik takımlarının eğim farkları ($70^\circ - 30^\circ$) = 40° ve eğim yönü farkları ($=218^\circ - 126^\circ$) = 92° olarak bulunur. Eğim farkı 40° olan A diyagramında, A katsayısı, 92° lik eğim yönü farkı ve 30° lik eğim eğrisine göre 1,7, eğim farkı 40° olan B diyagramında, B katsayısı, 92° lik eğim yönü farkı ve 70° lik eğim eğrisine göre 0,25 olarak bulunur. Buradan 30° lik içsel sürtünme açısı için emniyet katsayısı 6.1 bağıntısına göre;

$$F = 1,7 \tan 30 + 0,25 \tan 30 \\ = 1,13$$

olarak bulunur.

Birinci alt bölge

Süreksizlik Takımı	Eğim yönü/Eğim	Eğim yönü/Eğim
4	218/30	52 KB/30 GB
2	126/70	54 KD/70 GD
3	310/83	50 KD/83 GB

İkinci alt bölge

Süreksizlik Takımı	Eğim yönü/Eğim	Eğim yönü/Eğim
1	36/58	54 KB/28 KD
4 a	332/76	28 KD/76 KB
4 b	310/80	50 KD/80 KB

Üçüncü alt bölge

Süreksizlik Takımı	Eğim yönü/Eğim	Eğim yönü/Eğim
1	50/65	40 KB/65 KD
2	320/78	40 KB/78 KD
3	152/75	28 KD/75 KB

Dördüncü alt bölge

Süreksizlik Takımı	Eğim yönü/Eğim	Eğim yönü/Eğim
1	45/60	45 KB/60 KD
2	116/70	64 KD/70 GD
3	326/86	34 KD/86 KB

Çizelge 6.1. Süreksizlik düzlemlerine ait eğim ve eğim yönleri (Derece)

Birinci alt bölge

Süreksizlik Çifti	Emniyet katsayısı
3 - 4	1,12
2 - 4	1,13

Üçüncü alt bölge

Süreksizlik Çifti	Emniyet katsayısı
3 - 2	4,6
3 - 1	0,46
2 - 1	0,38

Çizelge 6.2. Kama tipi kayma meydana getirebilecek süreksizlik çiftlerinin emniyet katsayıları.

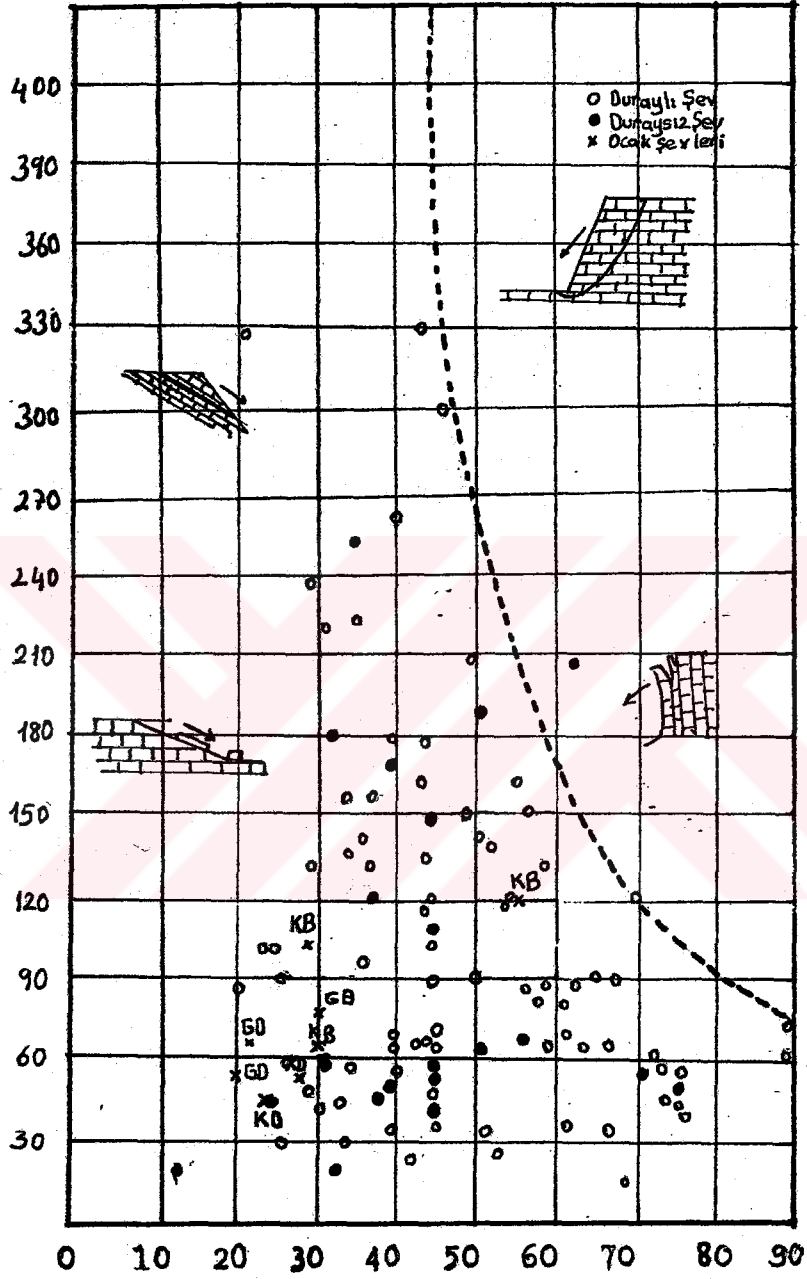
6.6. Şev Yüksekliği - Şev Açısı İlişkisi

Çalışma sahasında genel şev açısı ve basamak şev açıları değişiklik göstermektedir. Özellikle KB, K ve KD kesimler kesimleri diğer kesimlere göre daha yüksek ve dik şevlerden oluşmuştur. Bu durum ocağa ait (Ek. 4) de verilen 1/2000 ölçekli kesitlerde de gözlenmektedir.

Buna göre,

- 1-1' kesitinde genel şev açısı KB kesiminde 1609 - 1713 kademeleri arasında 29° ve şev yüksekliği 104 m., GD kesiminde genel şev açısı 22° ve ocak tabanından itibaren 64 m.yüksekliktedir.
- 2-2' kesitinde genel şev açısı, KB kesiminde 55° ve 1622 kademesinden itibaren (20 m yükseklikte, GD kesiminde genel şev açısı 20° ve ocak tabanından itibaren 52 m.yüksekliktedir.
- 1 A- 1A' kesitinde genel şev açısı KD kesiminde 1609 kademesinden itibaren 28° ve 52 m yükseklikte, KB kesiminde genel şev açısı 30° ve ocak tabanından itibaren 64 m yüksekliktedir.
- 2 A- 2A' kesitinde genel şev açısı KD kesiminde 24° , 1609 kademesinden itibaren 56 m yükseklikte, GB kesiminde 30° genel şev açısı ve 78 m. ocak yüksekliği hesaplanmıştır.

Elde edilen değerler kaya şevlerinde, şev açısı - şev yüksekliği ilişkisini gösterir diyagram (Hoek ve Bray, 1977) üzerinde gösterilmiştir (Şekil 6.4.).



Şekil 6.5. Kaya Şevlerinde, şev açısı - şev yüksekliği ilişkisi (Hoek ve Bray, 1977) (1 ft = 30 cm olarak alınmıştır).

6.7. Analizlerin Yorumlanması

Yapılan kinematik analiz, sadece içsel sürtünme açısı içeren kama bloğu duraylılık analizi ve kaya şevlerinde şev açısı-şev yüksekliği ilişkileri gözönüne alınarak, çalışma sahasında ayrılan alt bölgelerde şu yorumlar yapılabilir.

- Birinci alt bölgede, 2 ve 4 ile 3 ve 4 nolu süreksizlik düzlemleri 30° lik içsel sürtünme dairesi üzerinde keşismektedir. Bf süreksizlik çiftlerine ait emniyet katsayıları 1,12 ve 1,13 olarak hesaplanmış ancak yalnızca içsel sürtünme açısını içeren emniyet katsayısıdır. Yapılan birçok hesaplamalar, kama tipi bloğun duraylılığı için, emniyet katsayısının 2.0 nin üzerinde olması, en kötü şartlarda dahi yeterli olacaktır (Hoek ve Bray, 1977). Bu bölgede cevher tabakasının ve boksitli breşin bulunması içsel sürtünme açısını düşüreceği kaçınılmazdır. Bu yüzden özellikle 1609 kademesinden sonra dikleşen basamak şev açılarının (15° - 70°), 43° - 45° ye düşürülmesi gerekmektedir. Bu açıda emniyet katsayısı kuru şevlerde 1,70-2.0 a yükselmektedir (Şekil 6.6).

2A-2A' kesitine göre 1609 kademesinden sonra genel şev açısı 24° ve 56 m. ocak yüksekliği duraysız gözükmektedir (Şekil 6.5).

Bu bölgede 4 nolu süreksizlik takımının düzlemsel kayma olasılığına karşı şev eğiminin 30° den büyük tutulması gerekmektedir.

- İkinci alt bölgede 1 ve 4b ile 1 ve 4a nolu süreksizlik düzlemlerinin kesim noktaları 55° lik şev eğrisine oldukça uzak konumdadır. Bu bölgede 3 nolu süreksizliğin şev aynasına oldukça dik ve eğiminin yaklaşık 83° olması nedeni ile devrilme meydana getirebileceği söylene-

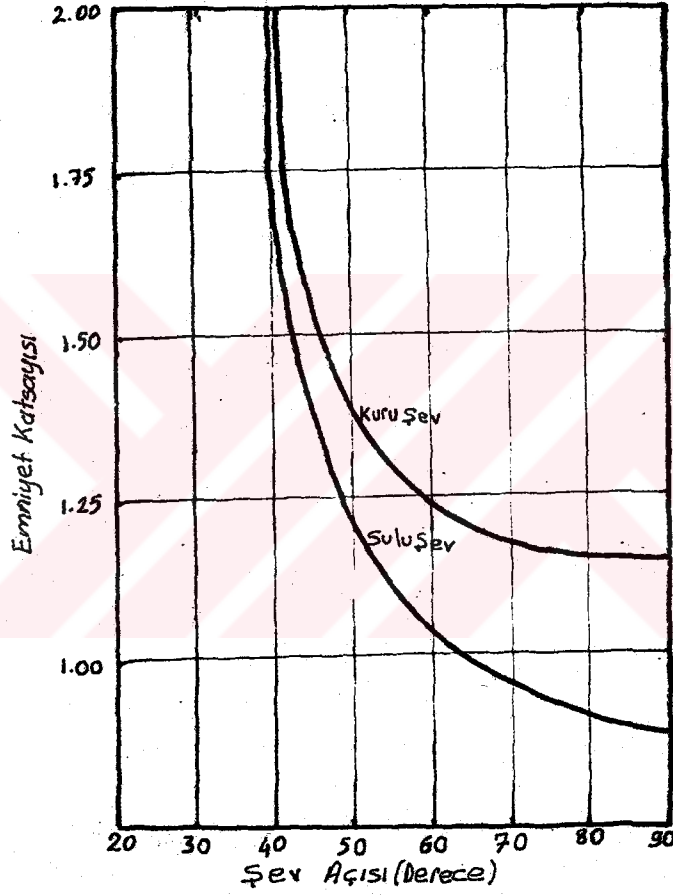
bilir. Şev açılarının 30° - 60° arasında değiştiği bu bölgede şev açılarının kaymalara karşı duraylı olduğu söylenebilir. Kesit 1-1' ve 2-2' ne göre genel şev açısı - ocak yüksekliği ilişkisini gösterir diyagramda GD bölgesi duraylı gözükmektedir.

- Üçüncü alt bölgede 2 ve 1 ile 3 ve 1 nolu süreksizlik düzlemlerinin kesim noktaları, şev açısının $8-10^{\circ}$ düşmesi halinde şev aynası eğrisi ile içsel sürtünme dairesi arasına düşmektedir. Bu bölgede kesit 2A-2A' ne göre şev açıları 50° - 63° arasında değişmekte olup şev aynası üzerinde kama yüzeylerinin gözlenmesi bu yüzdendir. Bu süreksizlik çiftlerine ait emniyet katsayıları 0,46 ve 0,38 dir. Bu değerlerde ekonomik ve emniyetli çalışma mümkün değildir. Bu yüzden bu bölgede emniyet katsayısının 1,70 - 2,0 arasında seçilip, basamak şev açılarının 43° - 45° arasında tutulmalıdır. 3 ve 2 nolu süreksizlik düzlemlerinin kama kaymalarımeydana getirebilmesi için ise içsel sürtünme açısının 16° ye düşmesi gerekmektedir. Bu süreksizlik düzlemlerine ait emniyet katsayısının 30° lik içsel sürtünme açısı için 4.60 olmasından da görülmektedir. Bu bölgede 1 nolu süreksizlik takımının düzlemsel kayma meydana getirme olasılığına karşı önlem alınması da gerekmektedir. Bu yüzden şev açılarının bu süreksizlik düzleminin eğimi olan 65° den küçük tutulmalıdır.

- Dördüncü alt bölge

Kaymalara karşı en emniyetli bölge olarak görülen bu bölgede 3 nolu süreksizlik takımının özellikle batıkesimlere doğru devrilme oluşturabileceği söylenebilir. Süreksizlik düzlemlerinin kesim noktalarının konumları, şev aynası eğrisine

göre oldukça duraylı gözükmektedir. Bu bölgede genel şev açısı-ocak yüksekliği diyagramına göre duraylı olduğu söylenebilir.



Şekil 6.6. Kuru ve Sulu şevlerde şev açısı - emniyet katsayısı ilişkisi (Hoek ve Bray, 1977).

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma sahasında arazi ölçümleri, jeoteknik verilere göre kinematik kama türü kayma analizleri ve diğer yaklaşımlara göre, alt bölgeler şeklinde değerlendirilen sahada,

- Birinci alt bölgede genel şev açısının 45° basamak şev açılarının 50° olarak seçilmesi gerekmektedir.
- İkinci alt bölgede, özellikle ana nakliye yolunun geçtiği 1609 kademesinden sonra dikleşen şevlerin 30° ye düşürülüp kayma riskinin azaltılması gerekmektedir.
- Üçüncü alt bölgede basamak şev açılarının $15-5^{\circ}$ arasına düşürülüp, 50° lik açılarda çalışılmaması gerekmektedir.
- Dördüncü alt bölgede şev açılarının duraylı olduğu söylenebilir. Ancak proje değeri olan 75° lik basamak şev açısı ve 55° lik genel şev açısı üzerinde çalışma yapılmalıdır.

Kayma olasılığı, ocağın sözü edilen bölgelerinde sürekli bulunacağından, kayma olması halinde yapılacak ek masraflar ve şev açılarının düşürülmesi ile ortaya çıkacak parasal külfetin karşılaştırılması incelenmesi de gerekmektedir. Kaymalara karşı alınabilecek bir başka önlem ise, öncelikle sürekli kullanılan basamaklarda şev aynasının sağlam kütleye çelik halatlarla gerdirilmesi veya saplamaların kullanılması, böylece kayma yaratan kuvvetlerin azaltılması olabilir.

Emniyet açısından, şev açılarının düşürülmesi, diğer emniyet tedbirlerine göre daha fazla masraflı gerektirip gerektirmeyeceğinde ayrı bir araştırma konusu olmaktadır. Ancak diğer yöntemlerin uygulanabilmesi için uzman ekiplerin hazırlanması ve bu tekniklerin kullanılabilmesi için gerekli teknolojik güçlüklerin bulunması da gözönüne alınmalıdır.

DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ

- E.A.İ., 1992, 1991 yılı faaliyet raporu: E.A.İ. Raporu, Seydişehir, 26 s.
- Harder, E.C. and Greig, E.W., 1960, Bouxite: Gillson.J.L. and others, eds., in Industrial minerals and rock-non metallics other than fuels, New York, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, 65-85 p.
- Hoek, E. and Bray, J.W., 1977, Kaya Şev Stabilitesi: (Çev. A.G. Paşamehmetoğlu, M.K. Öncül, F. Çakmak, T.B. Şatırlar), Maden Mühendisleri Odası Yayını, 330 s.
- I.S.R.M., 1978; International for Rock Mechanics on Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses Int. J. Rock Mech. Min. Sci. and eomech. Abstr. Vol. 15, 319-368 p.
- Karadağ, M.M., 1987, Seydişehir Bölgesi Boksitlerinin Jeolojik, Petrografik ve Jenetik İncelemesi, S.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi, Konya, 265 s.
- Pelen, A., 1977, Doğanlı (Güney Bloku) Boksit Yatağı Arama Raporu: E.A.İ. Raporu, Seydişehir, 21 s.
- Ulusay, R., 1982, Şev Stabilite Analizlerinde Kullanılan Pratik Yöntemler ve Jeoteknik Çalışmalar, M.T.A. yayını, Ankara , 141 s.

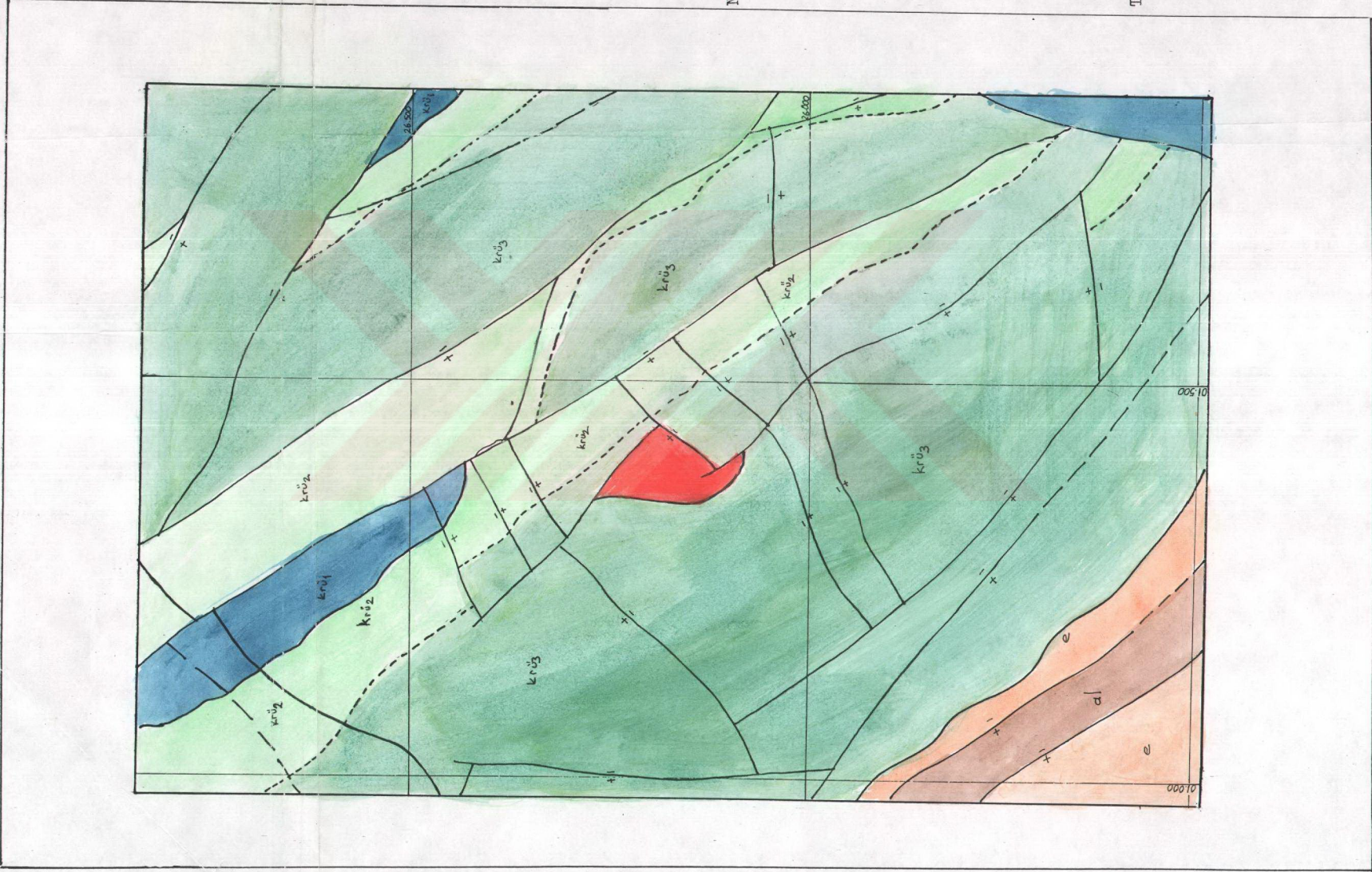
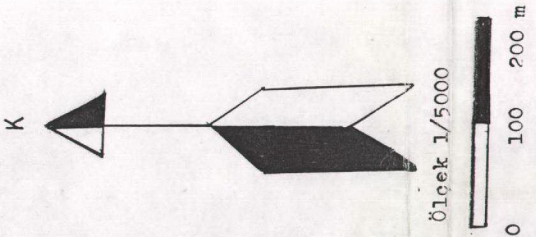
E K L E R

- Ek 1- Bölgenin jeolojik haritası (Ölçek 1/5000)
- Ek 2- Bölgenin tektonik haritası (Ölçek 1/2000)
- Ek 3- Ocağa ait 2 adet en 2 adet boy kesiti (Ölçek 1/2000)
- Ek 4- Bölgenin topografik özelliklerini de içine alan Ekim 1991 sonu imalat haritası (Ölçek 1/2000)
- Ek 5- Alt bölgelere ait stereografik-netler
- Ek 6- A ve B katsayılarının çıkarılmasında kullanılan diyagramlar.

E K - 1

Bölgenin jeolojik haritası (Ölçek 1/5000)

JEOLOJİK HARİTA Pelen,A.(1977) den Revize Edilmiştir.



Ek 1



Alluvion



Nümmrik kireçtaşı



Tavan Kireçtaşı



Tavan kireçtaşı



Boksit



Taban Kireçtaşı

Formasyon sınırı

Boksitli Ereş

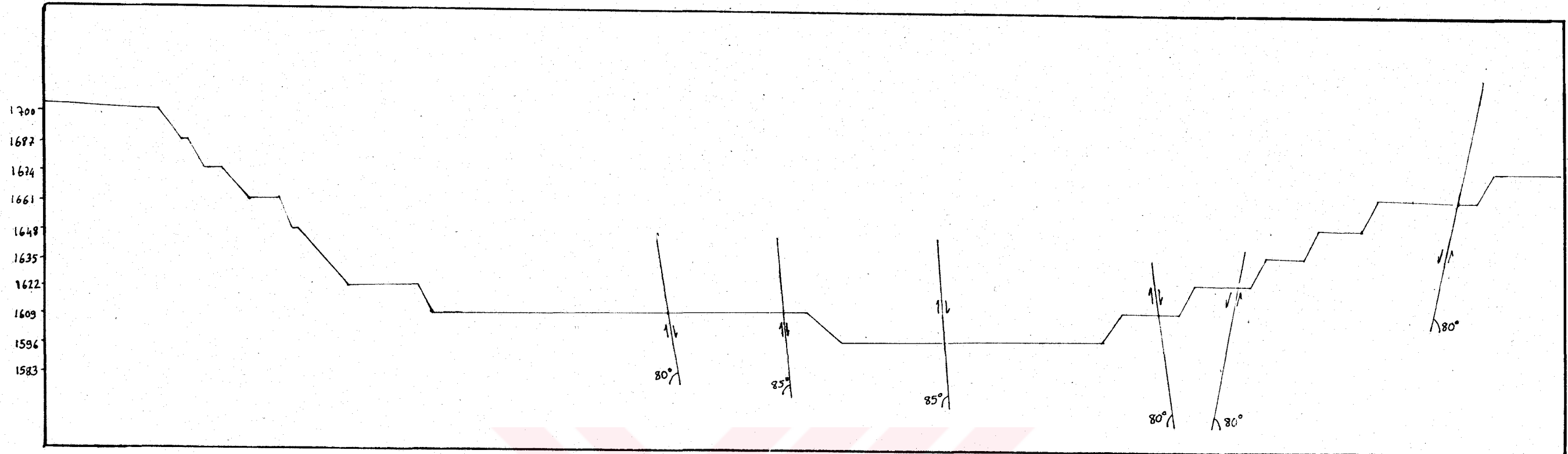
Fay

E K - 2

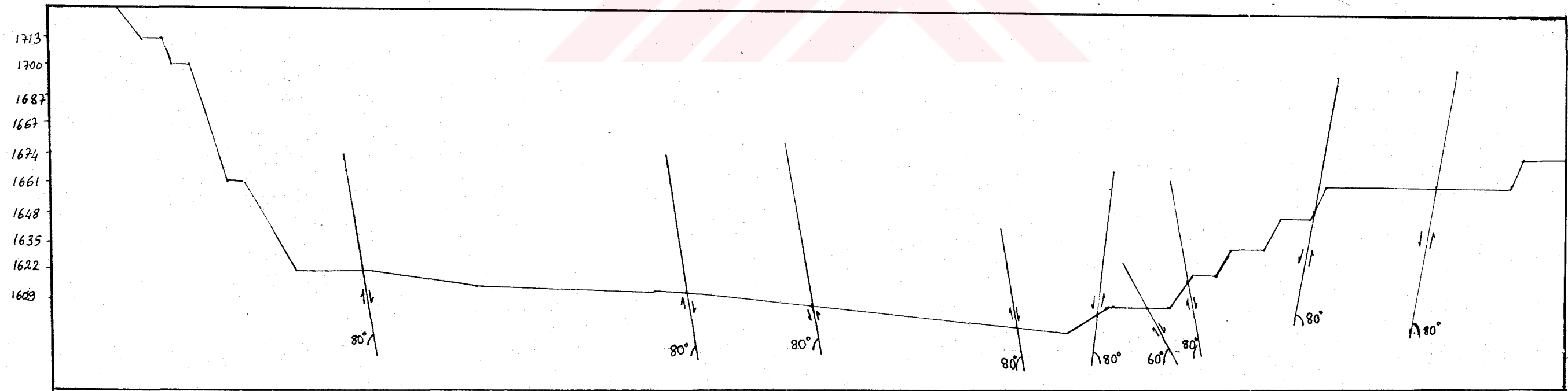
Bölgenin tektonik haritası (ölçek 1/2000)

E K - 3

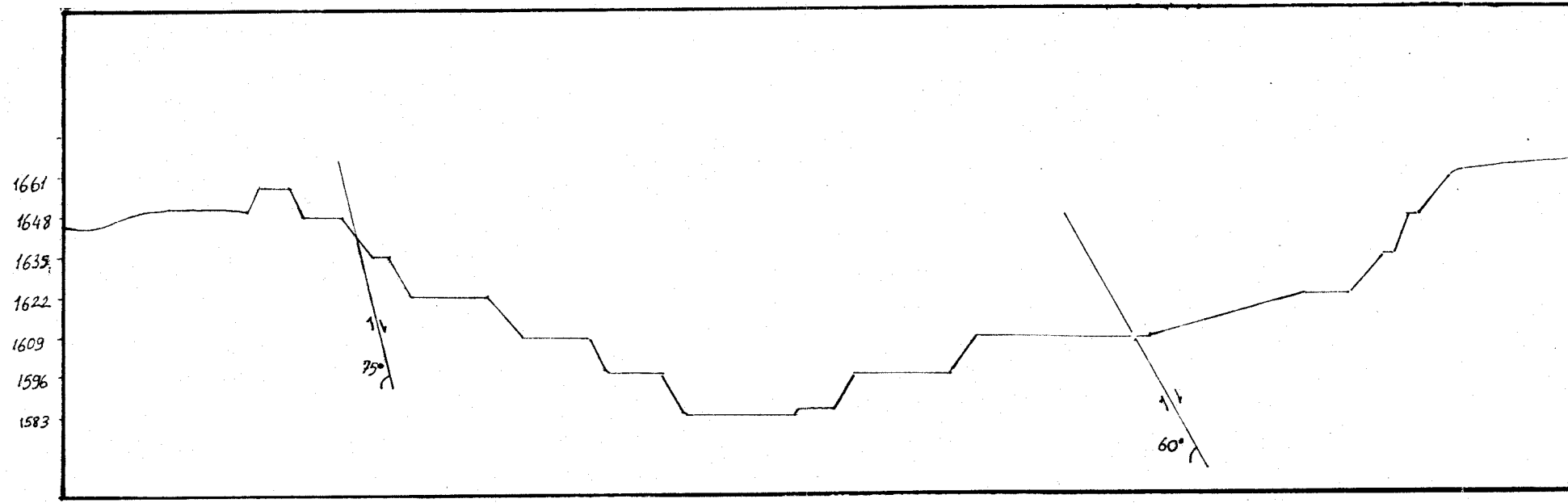
Ocağa ait 2 adet en 2 adet boy kesiti(ölçek 1/2000)



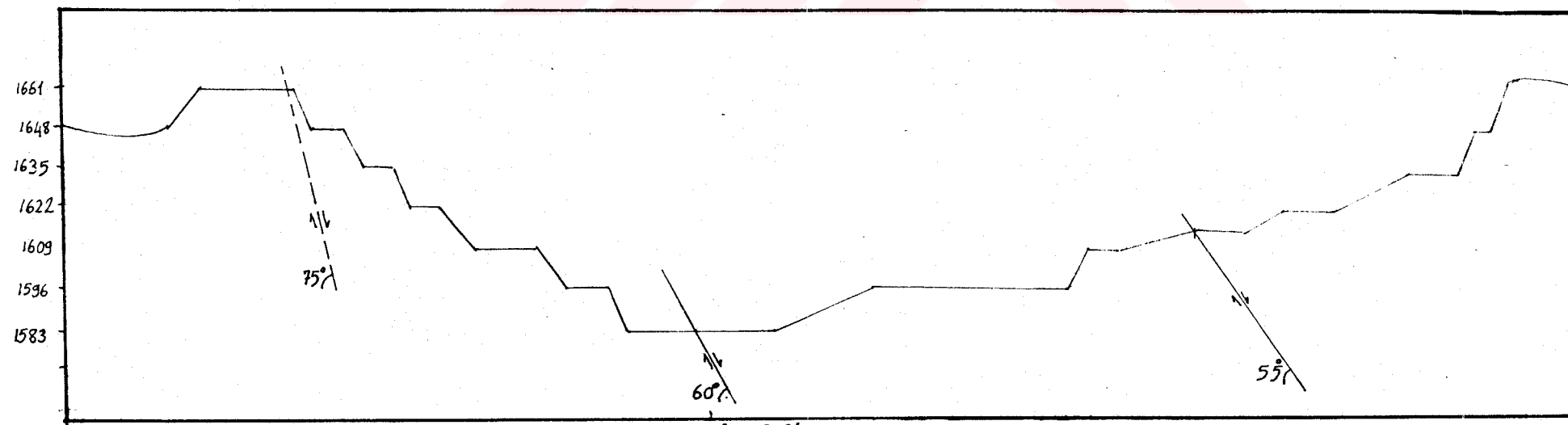
1-1'



2-2'



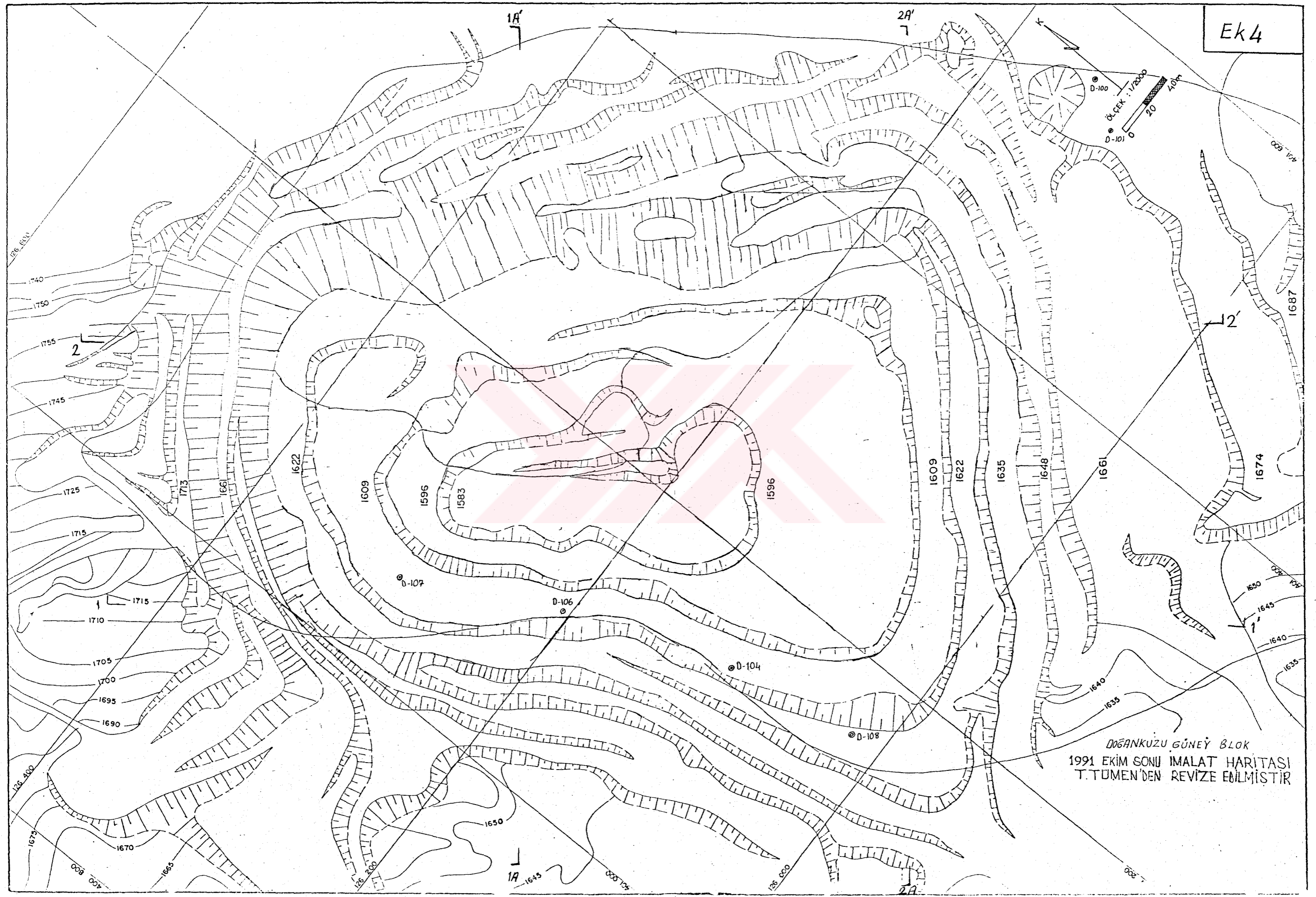
1A-1A'



2A-2A'

E K - 4

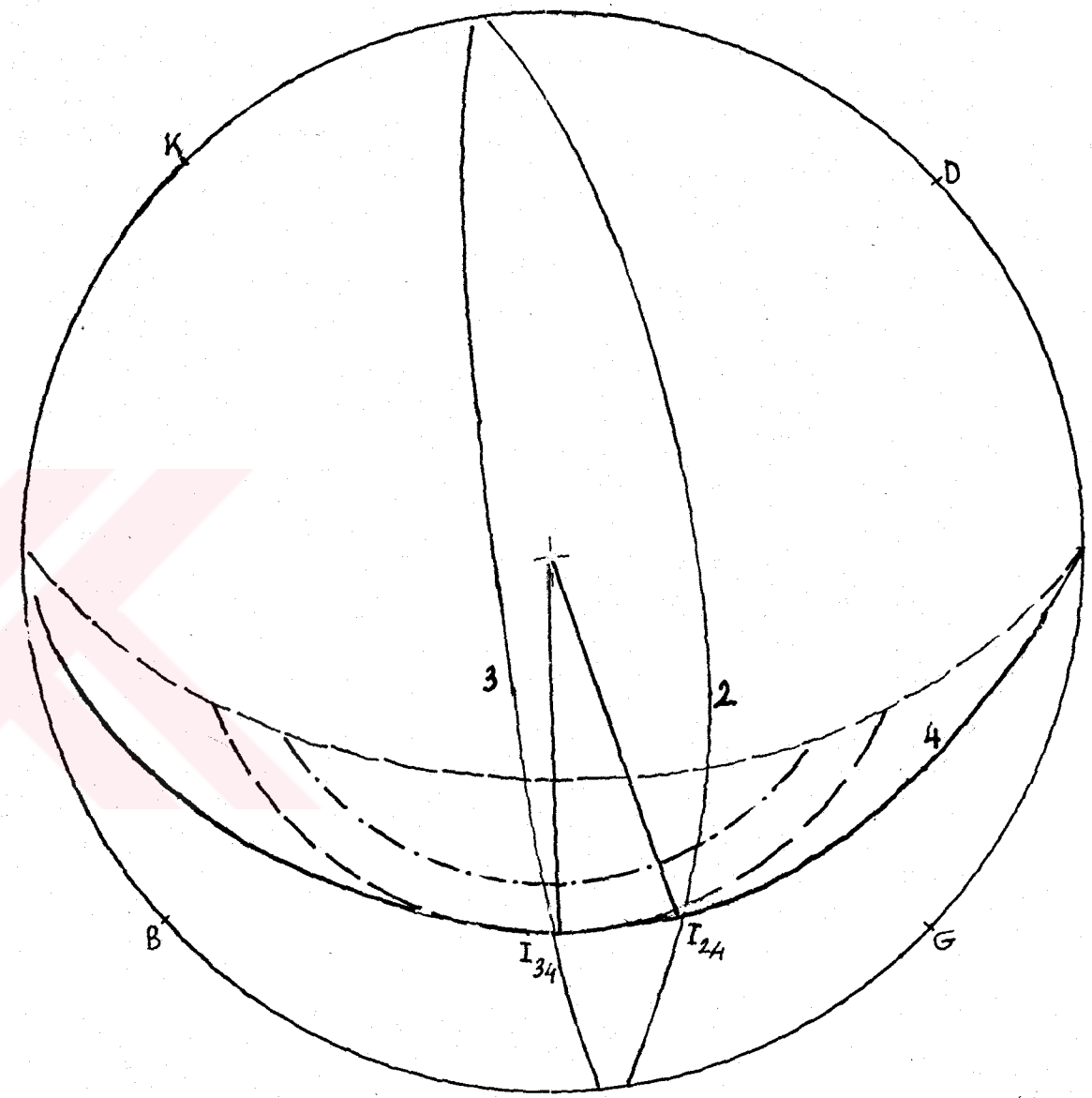
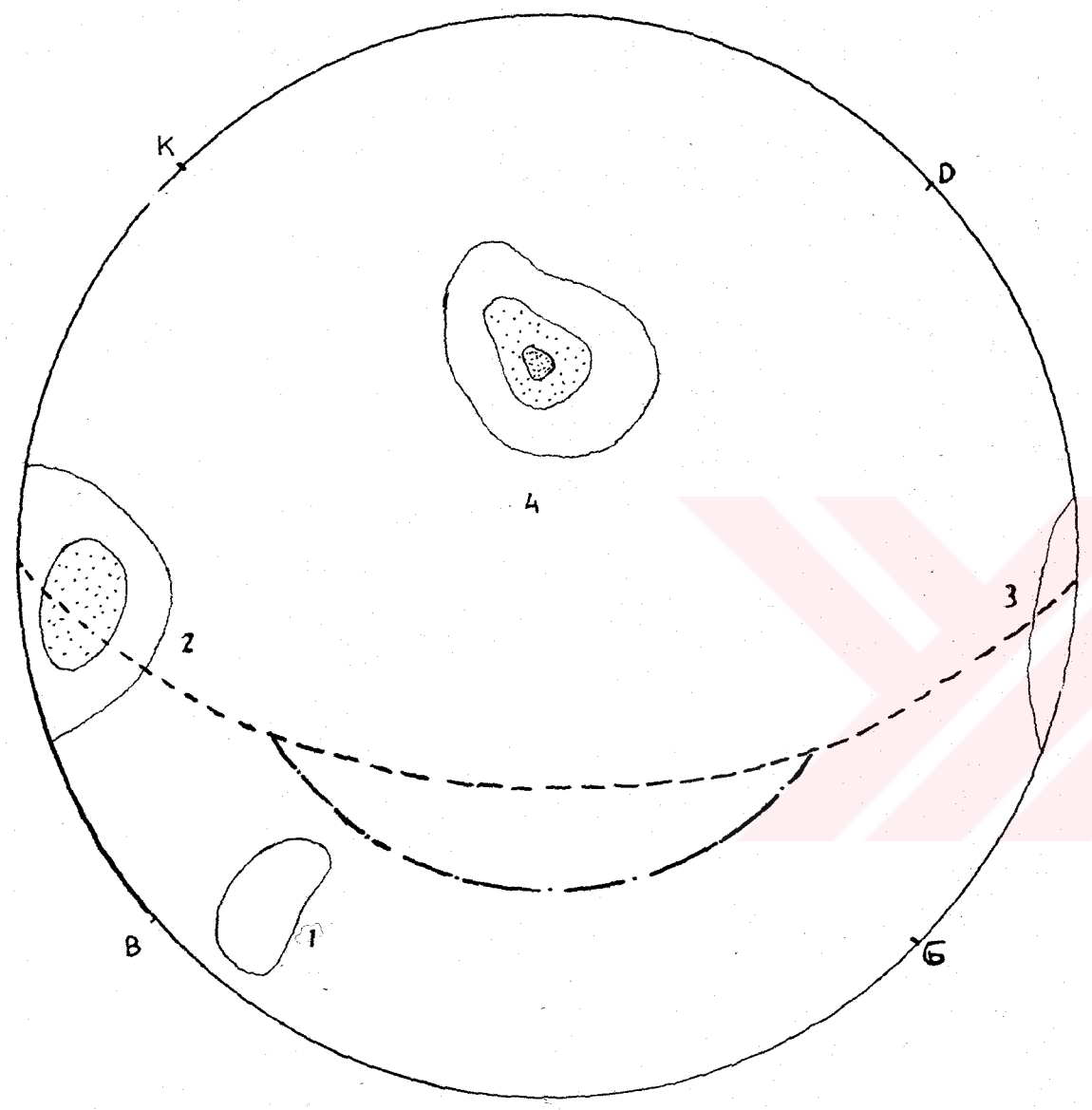
Bölgenin topografik özelliklerini de içine alan
Ekim 1991 sonu imalat haritası (Ölçek 1/2000)



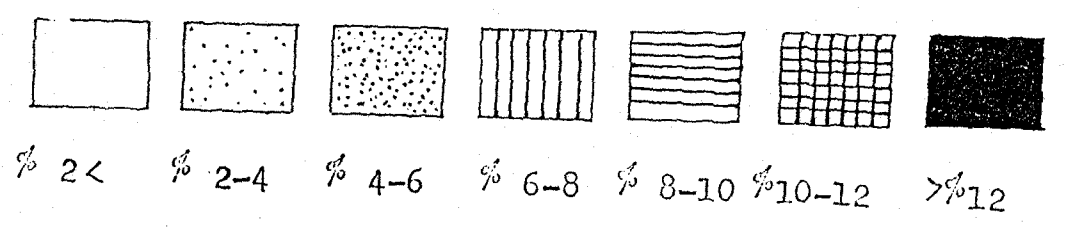
DOĞANKUZU GÜNEY BLOK
1991 EKİM SONU İMALAT HARİTASI
T.TÜMEN'DEN REVİZE EİLMİŞTİR

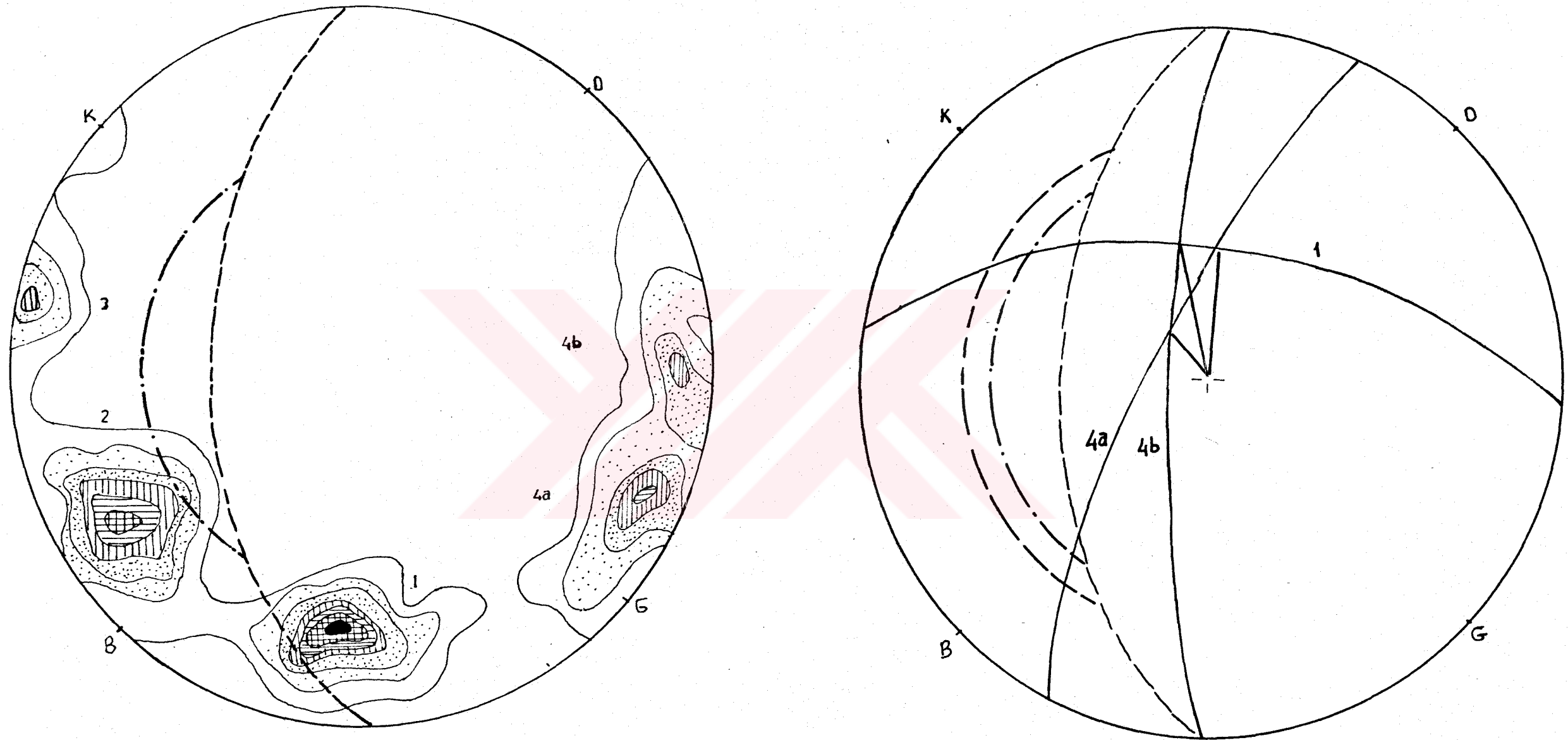
E K - 5

Alt bölgelere ait stereografik - netler

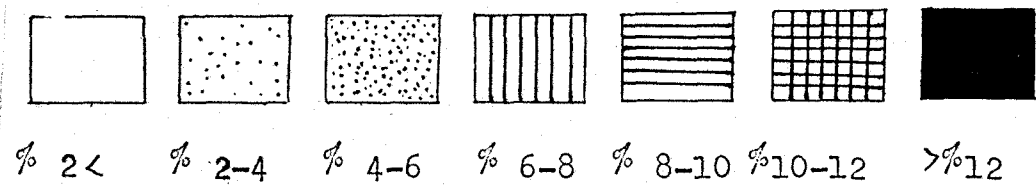


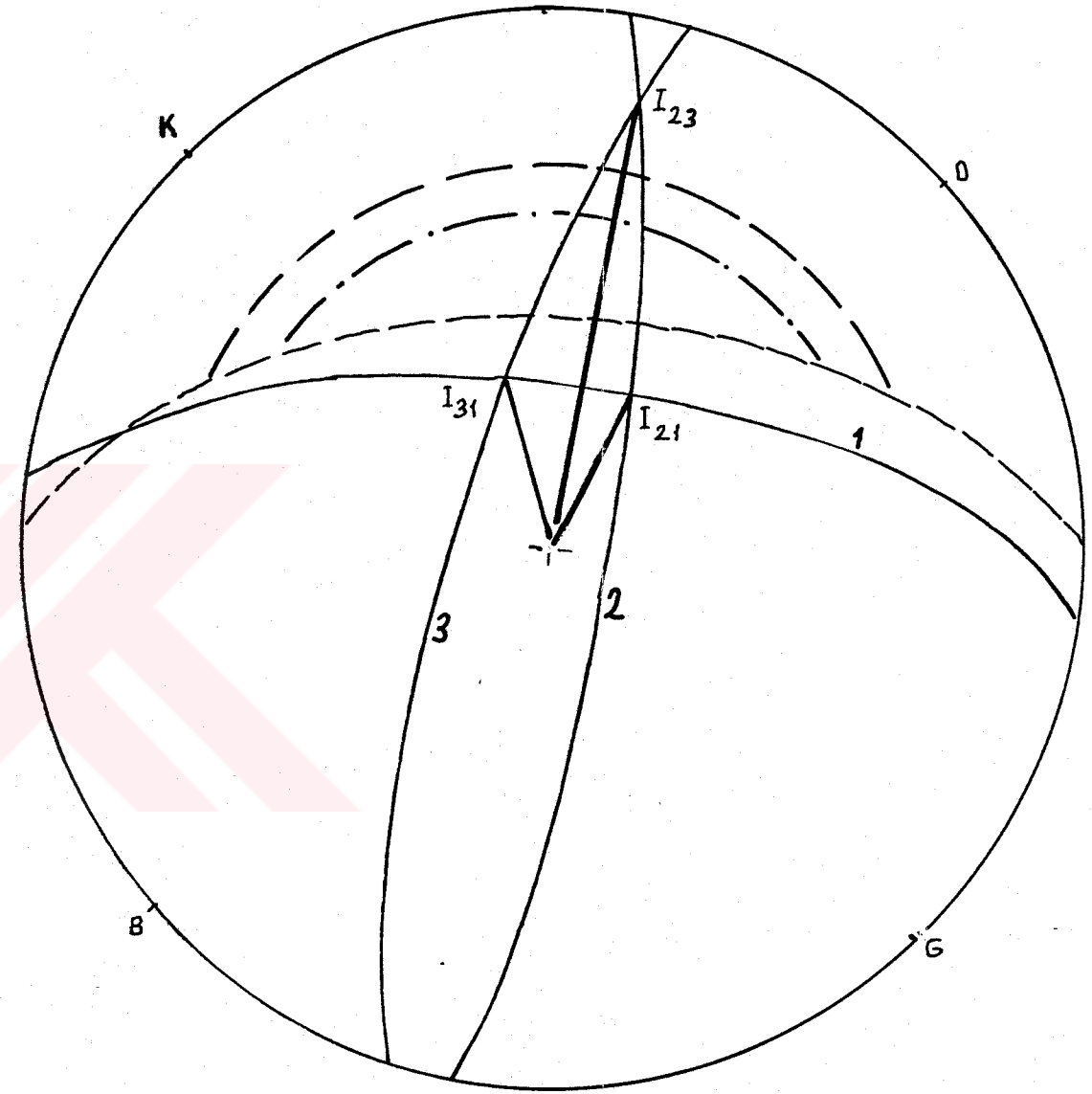
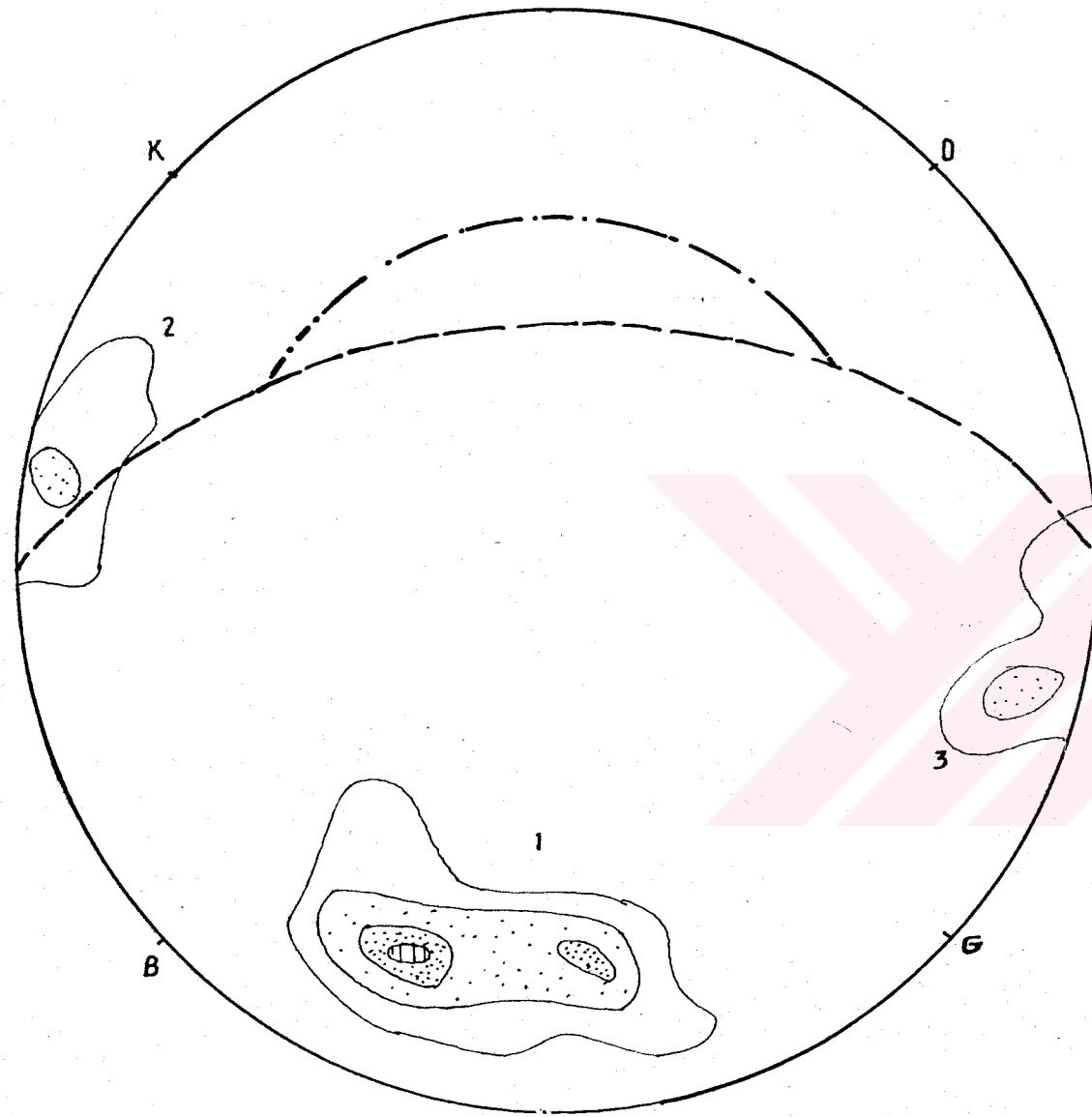
Ölçüm sayısı 66



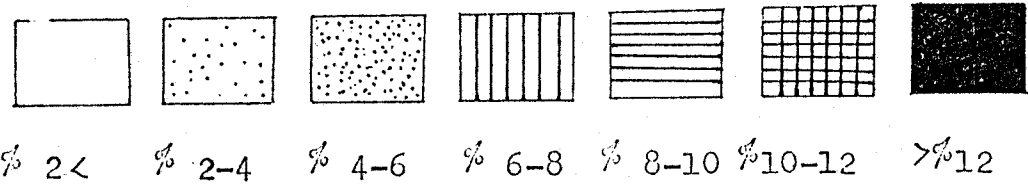


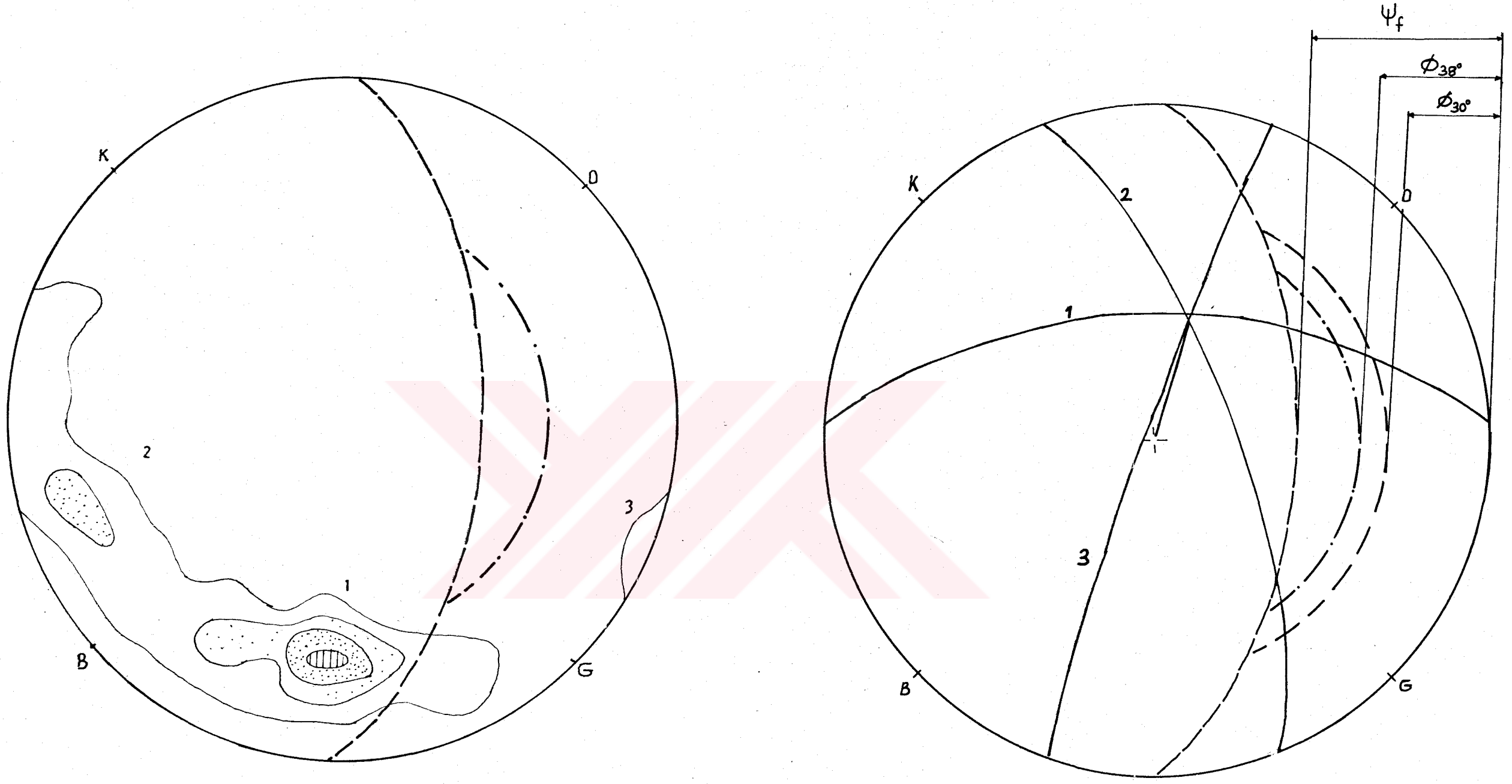
Ölçüm sayısı 128



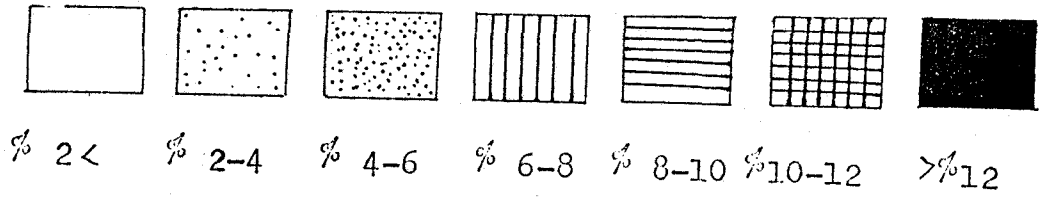


ölçüm sayısı 112





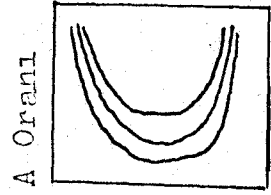
Ölçüm sayısı 60



E K - 6

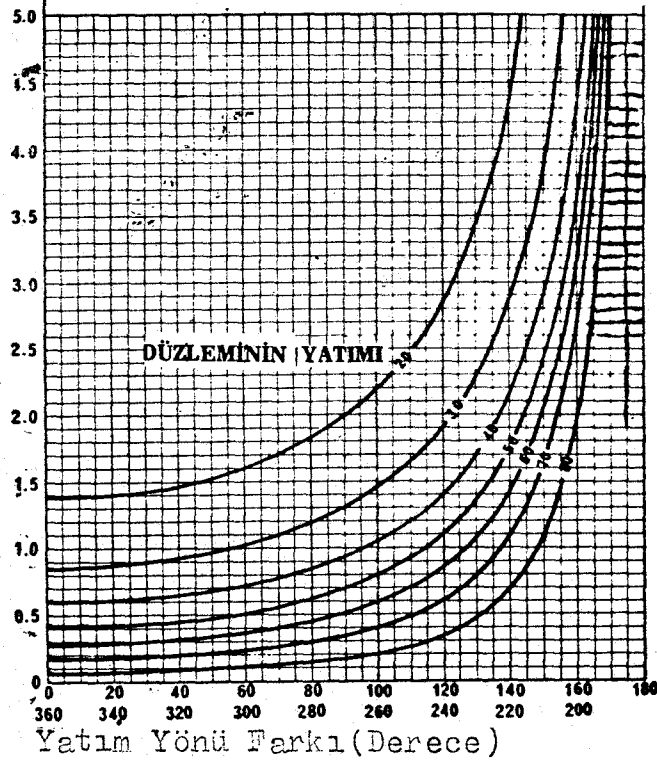
A ve B katsayılarının çıkarılmasında kullanılan
diyagramlar

A Diyagramı
Yatım Farkı

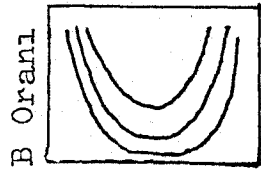


Yatım Yönü Farkı
(Derece)

A/B Diyagramı.Yatım Farkı 0°

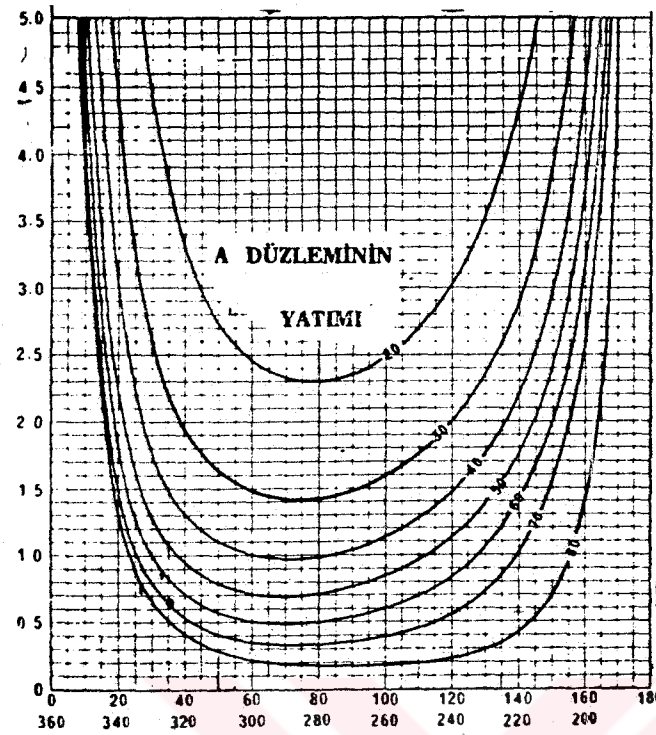


B Diyagramı
Yatım Farkı

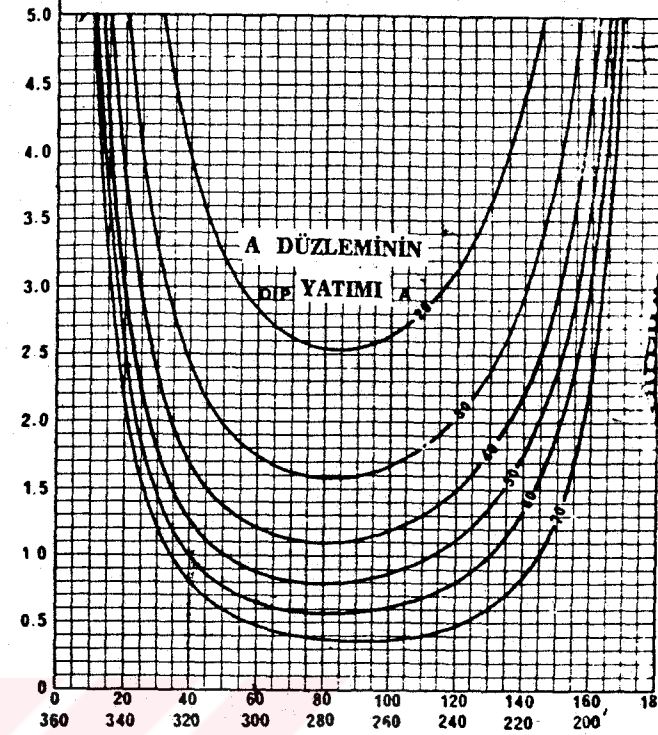


Yatım Yönü Farkı
(Derece)

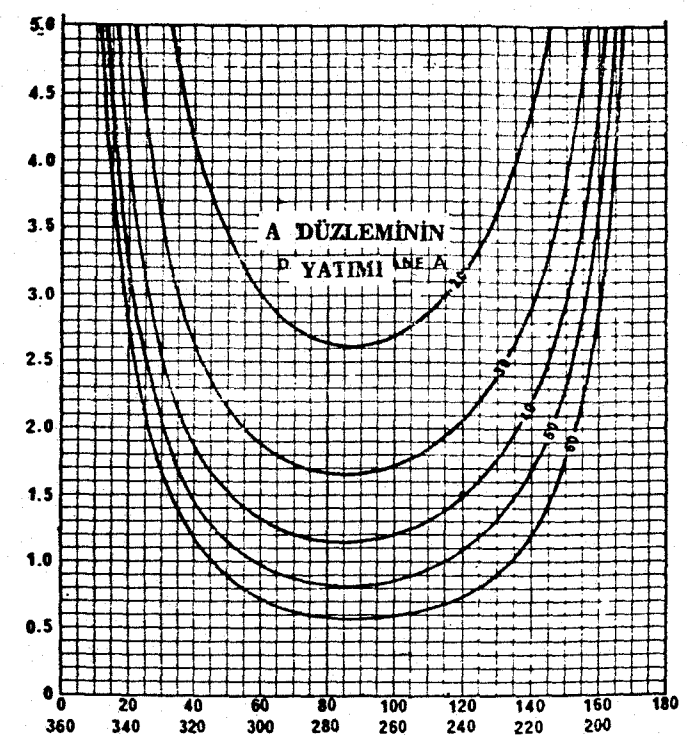
10°



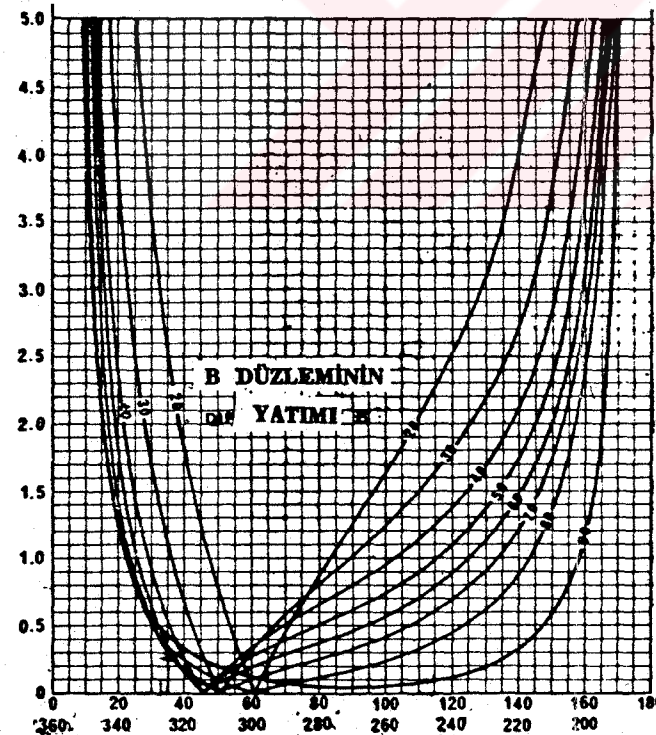
20°



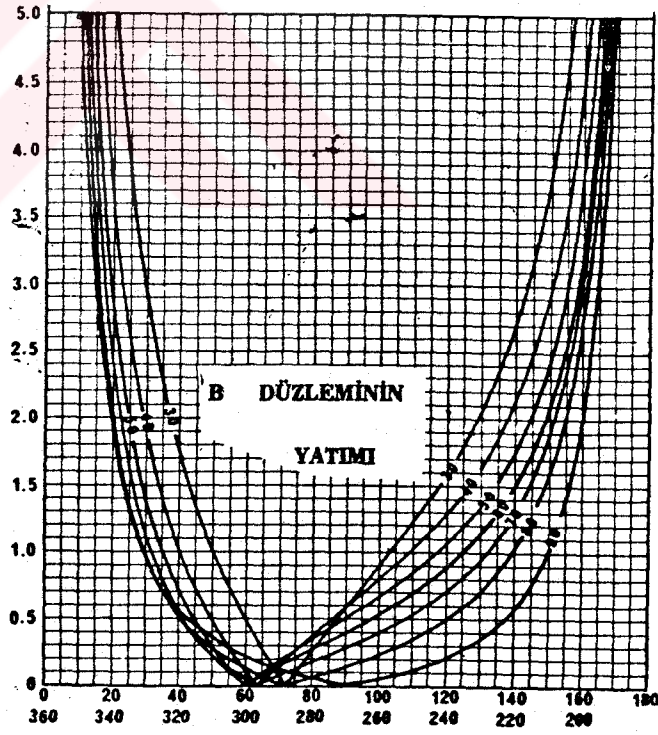
30°



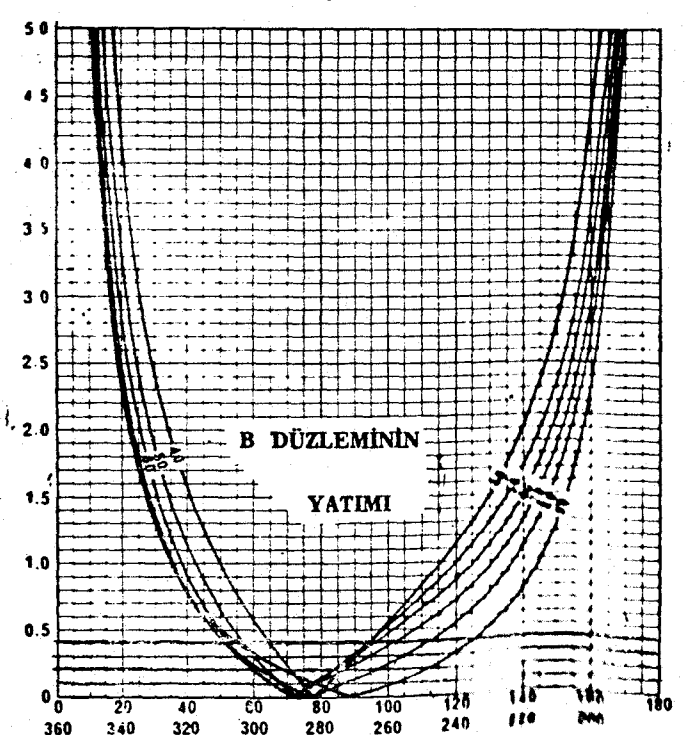
10°



20°



30°



Ek 6 : A ve B Katsayılarının Çıkarılmasında Kullanılan Diyagramlar (Hoek ve Bray, 1977).

