

BETA DİYAGRAMLARI HAZIRLAMAK İÇİN BİR «COMPUTER» METODU  
(PROGRAM FORTRAN IV-H LİSANINDADIR; IBM 360/67  
«COMPUTER»İ KULLANILMIŞTIR)

Esen ARPAT

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZET.— Beta diyagramları hazırlamakta kullanılacak bir metot IBMOS/360 (FORTRAN H) «computer»i için programlanmıştır. Çizim işlemi 570 CALCOMP sistemi kullanılarak yaptırılmıştır. Program, segmanların arakesitlerinin izlerinin küresel koordinatlarını bulmakta, bu noktalan stereografik projeksiyon prensiplerini kullanarak ekvatorial bir düzleme izdüşürmektedir. Bu izdüşürülen noktalan bir kutupsal eşit alan ağına (Billing ağı) yerleştirmek için gerekli ayarlamaları yapmaktadır. Program, daha sonra, izdüşürülen noktaların dağılışının şiddetini hesaplamak için şu işlemleri yerine getirmektedir : (a) Her noktanın değerini, aynı bölgedeki diğerlerine eklenebilir şekilde, Mellis metodu kullanarak yüzde birlik bir sahaya dağıtmakta; (b) Primitif dairenin dışına düşen değerleri karşıtlarına eklemekte; (c) Uygun bir kontur aralığı seçerek konturlar arasındaki değerleri bütünlemektedir. Son dağılım şekli hem «line printer»den bir «output» şeklinde, hem de «CALCOMP plotter»dan 20 cm lik bir Billing ağı üzerinde elde edilmektedir. Bu makalede tarif edilmiş olan «computer» programından, ufak değişikliklerle, yapısal jeolojide ve yapısal petrolojide fabrik analizlerinde kullanılan çeşitli diyagramları hazırlamak için de yararlanılabilir.

### GİRİŞ

Bu makalede açıklanan metot, yazar tarafından, 1968 ilkbaharında A.B.D. Stanford Üniversitesinde hazırlanmıştır.

Program beta diyagramlarını çizmek için hazırlanmıştır; fakat, ufak değişikliklerle bazı diğer faydalı diyagramların hazırlanmasında da kullanılabilir.

Kısmen değişik teknikler kullanılarak, değişik «computer» lisanlarında benzer programlar Robinson v.d. (1963) ve Noble v.d. (1964) tarafından hazırlanmıştır. Burada izah edilen program yukarıda bahsedilenlerden daha sağlam istatistiki temellere dayanmaktadır, daha fazla ayrıntıyı hesaba katmaktadır; dolayısıyla, daha sıhhatli sonuçlar vereceği hesaplanmaktadır. Okuyucular tarafından kolaylıkla yapılabileceği düşünülerek programlar arasında bir karşılaştırmaya burada gidilmemiştir.

Makalede beta diyagramlarının anlamı, hazırlanışlarındaki teknik ve «computer» programının kendisi oldukça kısa bir şekilde tartışılmaktadır. Programın bir «listing»i ve bir denemenin «output»ları makalenin sonunda yer almaktadır. Programın işletme talimatı program içinde «comment statement»lar ile verilmiştir.

«Computer» programları ile ilgili teknik kelimeler İngilizce olarak kullanılmıştır. Bu, Türkçemizde bu konuda yerleşmiş terimlerin henüz yetersiz olmasından ve bilhassa, programda bu kelimeleri orijinal lisanlarına uygun olarak kullanmak zorunluğu bulunmasından dolayı kaçınılmaz olmuştur.

## EŞİT ALAN AĞI

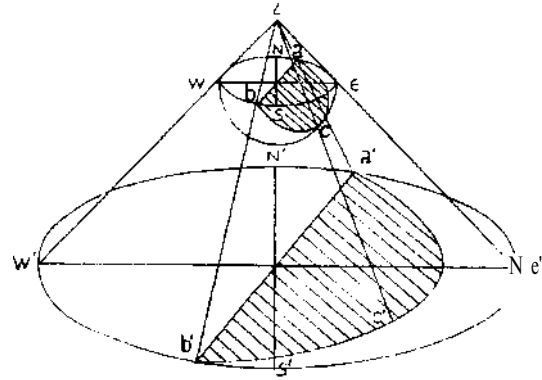
Eşit alan ağının kullanılmasını özetleyen aşağıdaki paragraf Turner ve Weiss'-(1963) ten Türkçeye çevrilerek alınmıştır.

«... Yapısal analizler bilhassa düzlemlerin, çizgilerin (fabrik unsurları) ve bunların kesişmelerinin yönlerine ait veriler ile ilgilidir. Kristallerin şekillerinin incelenmesinde düzlemlerin ve çizgilerin birbirlerine göre yerleri ve bunların geometrik ilişkileri stereografik izdüşüm aracılığı ile tayin edilmekte ve gösterilmektedir. Stereografik izdüşüm yapısal jeolojide birçok problemin grafik yoldan çözümü için de ekseri kullanılmaktadır. Yapısal analizlerde fabrik elemanlarının tercihli yönelmelerini istatistiksel olarak değerlendirmek zorunluluğu grafik işlemin kullanılmasını sınırlamaktadır. Müracaat küresi üzerindeki bütün eşit alanlar izdüşümün üzerinde de eşit kalmalıdır. Kürenin merkez kısımlarındakilerin kenar sahalardaki eşit boyuttakilere nazaran nispi olarak küçülmeye uğradığı stereografik izdüşümde bu şart sağlanmamaktadır. Bu elverişsizliği gidermek için yapısal analizlerde eşit alan izdüşümü kullanmak geleneksel olmuştur. Bu işlemde kullanılan eşit alan izdüşümü Lambert izdüşümü (icat edenden dolayı) veya Schmidt izdüşümü (bu izdüşüm tarzını yapısal jeolojide ilk kullanmış olan W. Schmidt'e izafeten) olarak adlandırılmaktadır.

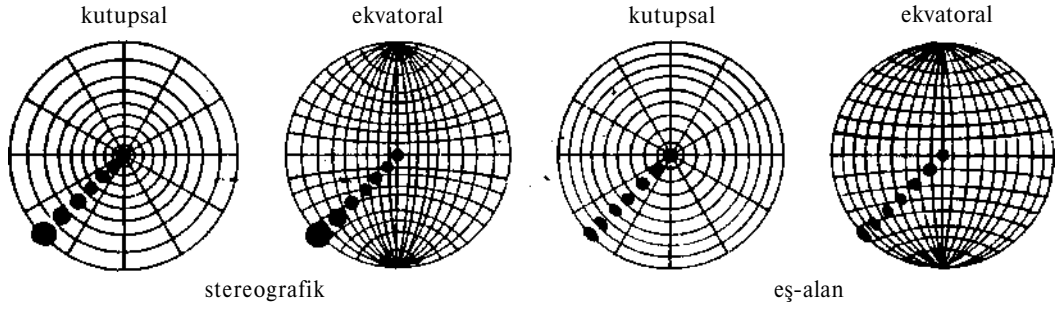
Her iki tip izdüşüm için bir müracaat küresi kullanılır. Bu kürelerde merkezden geçen düzlemler yüzeyi büyük daireler ve çizgiler ise noktalar şeklinde keserler. Bunlar eşit alan izdüşümünde stereografik izdüşümde olduğu gibi (ancak alt yarı küreden) ekvatorial düzleme izdüşürülürler; fakat, kullanılan grafik işlem stereografik izdüşümde bulunmayan alan eşitliğini korur. Bu özellikten dolayı, izdüşüm üzerindeki noktaların dağılıklarının yoğunluğu müracaat küresinin merkezinden geçen çizgilerin tercihli yönelmelerini sadık olarak aksettirir. Stereografik izdüşüm bir nokta kaynağından yapılmakta ve müracaat küresi üzerindeki daireler izdüşüm üzerinde daire yayları şeklinde görülmektedirler. Bu, eşit alan izdüşümünde mümkün değildir; daireler, izdüşüm düzlemi içinde veya ona dik oldukları haller hariç, elipsel yaylar şeklinde izdüşerler...»

Şekil, 1 stereografik izdüşüm prensiplerini göstermektedir.

Stereografik izdüşümde bir düzlemin küre üzerindeki yerleşimi doğrudan doğruya geometrik çizimle izdüşüme aktarılabilir. Eşit alan tipi izdüşümde yerleşme şekli hesaplama metotlarıyla elde edilmektedir; bu durumda izdüşüm merkezi ve izdüşüm çizgisinin basit grafik anlamı yoktur. Hem stereografik izdüşüm ağı (Wulff ağı), hem de eşit alan ağı (Schmidt ağı veya Lambert ağı) ekvatorial veya kutupsal izdüşümler şeklinde hazırlanabilir. Kullanana, kesişmelerin koordinatlarını kolay bulmak imkânı verdiği için, çoğunlukla ekvatorial izdüşüm kullanılmaktadır. Bu makalede tartışılmakta olan programda eşit alan ağının kutupsal türü (bu ağ «Billing eşit alan ağı» adı ile de bilinir) kullanılmıştır; çünkü, bu tür ağda, kesişen vektörlerin koordinatları matematiksel metotlarla daha kolay hesaplanabilir ve bu tür ağ «plotter» tarafından daha kolay çizilebilir. Stereografik ve eşit alan izdüşümlerinin kutupsal ve ekvatorial ağları Şekil 2 de gösterilmiştir. Bu ağlardaki ölçek ve şekil değişimleri de aynı şekil üzerinde belirtilmiştir.



Şekil 1.



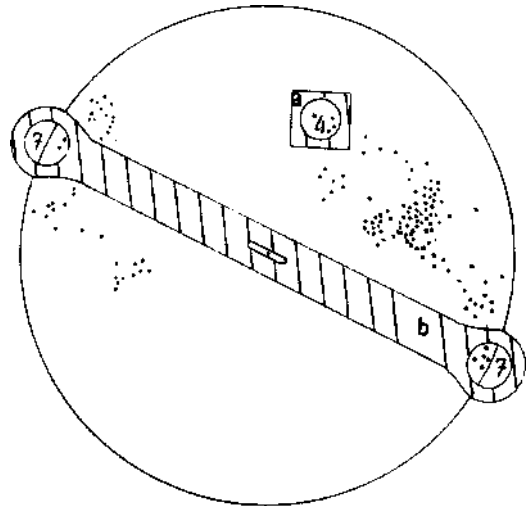
Şekil 2.

### EŞİT ALAN AĞININ İSTATİSTİKSEL KULLANILIŞI

Belli bir tip düzlemsel veya çizgisel fabrik elemanının tercihli yönelmesinin tabiatı ve derecesi grafik olarak, incelenmekte olan cinsten, temsil niteliğine sahip, ölçülmüş çok sayıda elemanın ayrı ayrı yönlerini gösteren noktaların (düzlemsel elemanlar için kutupların) eşit alan izdüşümü üzerindeki dağılışları ile ifade edilir. Bu şekilde işaretlenmiş noktalar tercihli yönelmenin bir örneğini veya belli bir elemanın yönelme diyagramını meydana getirir. İstatistiksel gelişigüzel (random) yönelme, bulunmuş noktaların seçik yersel yoğunlaşmalar yapmak eğiliminde olmamaları ile belirir. Tektonit subfabrikler için çizilmiş yönelme diyagramlarının pek çoğu yer yer nokta yoğunlaşmaları gösterir. Bu yoğunlaşmalar tercihli yönelmenin grafik delilidir.

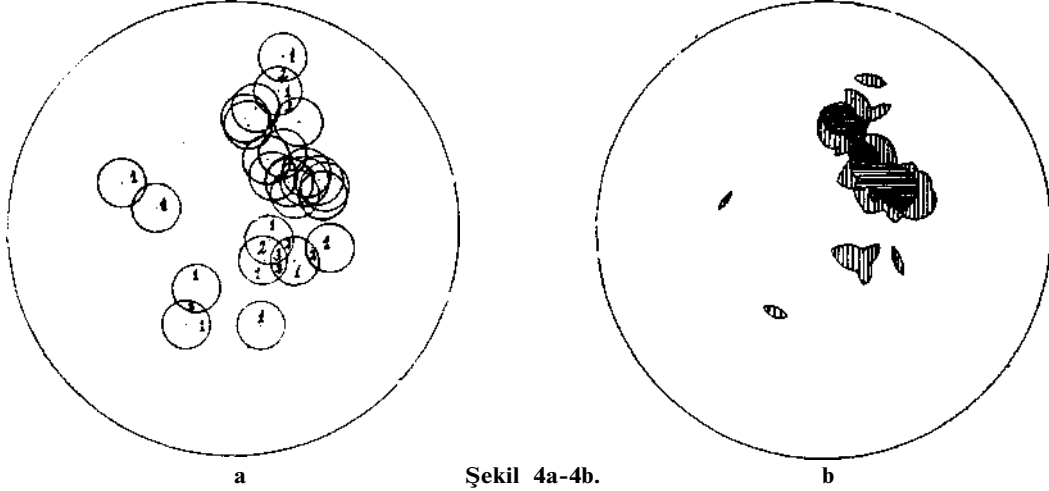
Yapısal analizlerde ağ üzerinde noktalarla belirtilmiş tercihli yönelme örneğini daha belirgin yapmak için nokta diyagramları üzerine yoğunluk konturları çizmek yoluna gidilmektedir. Her kontur bulunmuş noktaların dağılışlarının yoğunluğunun belli bir değeri aştığı sahayı (örneğin: izdüşüm alanının % 1 inde toplam noktaların % 5 i veya daha azının bulunduğu kısımları) sınırlar.

İzdüşümün % 1 lik dairesel alanları içinde bulunan noktaları saymak ve kontur çizmek için çok sayıda usul kullanılmaktadır : *Schmidt metodu* diğerlerinden çok daha fazla kullanılmaktadır. Bu metotta Şekil 3a da görülen konturlama sayıcısı kullanılır. Bu sayıcı eşit alan ağının toplam alanının % 1 ine eşit dairesel bir delik taşır. Sayıcı ağ üzerine yerleştirilir, daire içinde gözüken noktalar sayılır ve yoğunluk yüzdesi hesap edilir (Şek. 3a). Örneğin, ağ üzerinde 500 nokta varsa ve sayıcının belli bir durumunda bunlardan 10 tanesi delik içinde görülüyorsa, sayıcı dairenin merkezinde yoğunluk  $(10 \times 100 / 500)$  % 2 dir. Bu yoğunluk yüzdesi ağın üzerinde sistemli bir şekilde hesaplanır (genellikle bir şebeke ağı ile kontrol edilir) ve yoğunluk dağılışı konturlanır. Ağın kenarı boyunca yoğunluk özel bir sayıcı (Şek. 3b) ile hesaplanır. *Mellis me-*



Şekil 3 (a-b).

*todu* : daire metodu da denen bu metot dağılışı yoğunluğunu konturlamada kullanılan diğeri bir yoldur. % 1 lik daireler her noktanın etrafına o nokta merkez alınarak çizilir (Şek. 4a ve 4b).



Şekil 4a-4b.

İki dairenin parçaları tarafından kaplanan aşmalı saha % 2, üç dairenin aşmalı sahası % 3,... yoğunluğu gösterir. Bu metot istatistiksel bakımdan daha anlamlıdır ve konturlama metotlarının en az sübjektif olanıdır. Bu metot ile çeşitli kişilerin aynı nokta diyagramlarından tıpatıp aynı diyagramı elde etmeleri mümkündür. Fakat, uygulaması sınırlıdır; zira, aşmalı dairelerin miktarını saymak, noktalar çoğaldıkça imkânsız hale gelmektedir. Ancak, bu elverişsizlik «computer» kullanmakla giderilebilmektedir. Sunulan programda bu metot kullanılmıştır.

Sayım işlemi ölçülmüş noktaların eşit yoğunluk gösterdikleri dairesel alanların merkezlerini birleştirerek yoğunluk konturları çizmek için yapılır. Konturlama, istatistiksel anlamı pek sağlam olarak ölçülemediği, az çok keyfi bir işlemdir. Aşağıdaki kaideler Turner & Weiss (1963) tarafından tavsiye edilmiştir : (1) Herhangi bir diyagram üzerinde kontur sayısı altıdan fazla olmamalıdır. (2) En yüksek değerli kontur 5-8 cm çapında bir izdüşümde en yüksek kontur içindeki bölgenin net görülebilecek şekilde ayırtlanmasını sağlamalıdır. Örneğin, % 10 ile 12 yoğunluğunun toplandığı alan ufaksa, en yüksek konturu % 8 den çizmek tavsiye edilir. (3) Herhangi bir diyagramda kontur araları tercihan yeknesak olmalıdır.

### BETA DİYAGRAMLARI

Aşağıdaki paragraf Ramsay (1967) den çevrilerek aktarılmıştır.

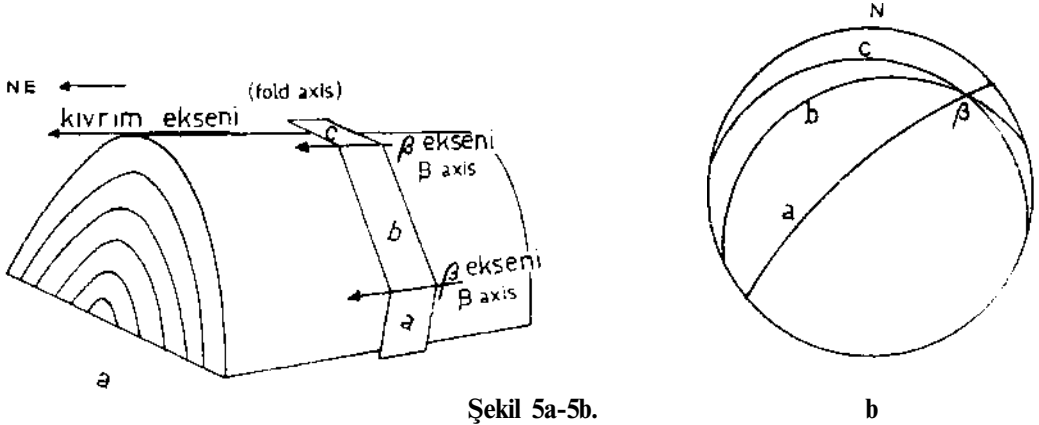
«... Bir silindirik kıvrımdaki yüzeyler doğrusal türeticiye paralel bir çizgi taşırlar ve dolayısıyla kıvrımlanmış yüzeye teğet olan düzlemlerden herhangi iki tanesi türeticiye paralel bir çizgi halinde kesilirler. Bu çizgi beta eksenini olarak bilinir "ve kıvrım eksenine paraleldir. Eşit alan izdüşümü bu beta eksenlerinin grafik tayini için uygun bir yol sağlar. Bu şekilde hesaplanmış bütün beta eksenlerinin birbirlerine paralel yönelmeleri gerekir. (Bu halde, izdüşümde, kıvrımdaki ayrı ayrı yüzeyleri gösteren büyük dairelerin hepsinin aynı noktadan geçmesi gerekir.) Pratikte kıvrımlar çok ender olarak tam silindirik şekildedirler ve kıvrım düzlemleri ölçmeleri daima bir miktar hataya maruzdur. Bu, bulunmuş beta eksenlerinin çakışmayacağı, fakat kıvrım eksenini veya ortalama beta ekseninin etrafında tek modlu olarak gruplanacakları anlamına gelir. Ölçülmüş n tane düzlemin kesişmeleri ile meydana gelen beta arakesitlerinin sayısı aritmetik dizi ile gösterilebilir :

$$S=0+1+2+3+\dots+(n-1) \quad n(n-1)$$

eğer  $n > 3$  ise, beta arakesitlerinin sayısı süratle artar ve pratikte tek bir diyagramda durumlarını tayin etmek imkânsız hale gelebilir (örneğin,  $n = 500$  ise,  $S = 124.750$  olur)...

«Computer»ların kullanılmasıyla, bu zorluk halledilmiştir.

Şekil 5a ve 5b beta diyagramlarının kullanılmasını göstermektedir.



Şekil 5a-5b.

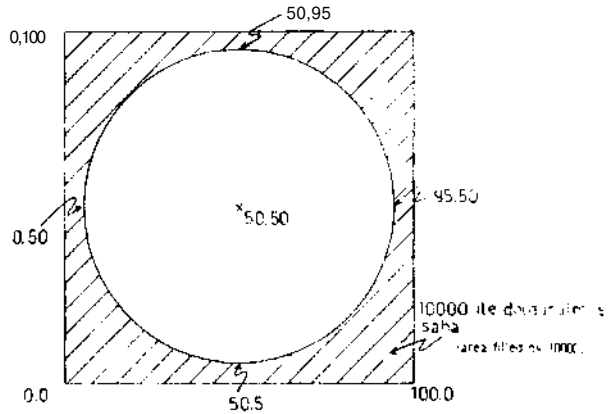
Silindirik parçalara ayrılarak karmaşık kıvrımlar da beta diyagramlarıyla incelenebilir. Bir dilinin yelpazesi beta diyagramları kullanılarak analiz edilebilir. İlişikte verilen programda bazı ufak değişiklikler yapmak suretiyle diğer yön inceleme analizleri de yapılabilir. (Programda her bölümün yaptığı iş program içinde «comment statement»larla ve ayrıca aşağıdaki bölümlerde izah edilmiştir. Bunlar incelenirse, programda gereken değişiklikler kolaylıkla yapılabilir.)

### PROGRAMDAKİ BAŞLICA ADIMLAR

Bir «real array» AR (100 X100) noktaları biriktirmek için ve bir «integer array» KAR (100 X 100) «real array»deki değerleri tekabül eden yüzdelere transfer etmek için kullanılmaktadır.

Birinci kısımda (PART I)<sup>1</sup> : izdüşüm dairesinin dışında kalan hücreler «array»de 10 000 ile doldurulmaktadır (Şek. 6).

İkinci kısımda (PART II) : ölçülmüş form yüzeylerini gösterir açılar «computer»a verilmektedir (programda, «input»ların açıklandığı kısma bakınız). Bu yüzeylerin kutupları hesaplanmakta ve hesaplanan bu kutupların yön kosinüsleri (direction cosines) X, Y, Z, «array»lerinde depolanmaktadır (pozitif X



Şekil 6.

<sup>1</sup> Kısımların başlangıç ve bitimleri programda «comment statement»larla belirtilmiştir.

yönü kuzey, pozitif Y yönü doğu ve pozitif Z yönü aşağı doğru seçilmiştir). Bu «array»lerden her biri 200 yer ile deklare edilmiştir. 200 ölçüden daha fazlasıyla çalışmak istendiğinde bu boyutların yeniden ayarlanması gerekir. Böyle bir ayarlama programda bu «array»lerden başka değişiklik gerekmemektedir. Fakat kesişme sayısı IS ın bu ölçü sayısına yukarıdaki bölümde verilen formül ile bağlı olduğunu hatırdan uzaklaştırmamak gerekir. (Aynı konumdaki yüzeylerin birbirleriyle kesişmeleri imkânsız olduğundan IS formülünden beklenilenden bir miktar daha az olabilir.) Bu durum programda göz önüne alınmıştır (programda üçüncü bölümü görünüz).

Üçüncü kısımda (PART III) : ikişer ikişer her yüzey çiftinin kesişmeleriyle meydana gelen vektörlerin yön kosinüsleri aşağıdaki bağıntılar kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$X'A + Y'B + Z'C = 0 \text{ (çapraz çarpımlar)}$$

$$X''A + Y''B + Z''C = 0 \text{ (çapraz çarpımlar)}$$

$$A^2 + B^2 + C^2 = 1 \text{ (yön kosinüsleri için teorem)}$$

(X', Y', Z' bir, X'', Y'', Z'' diğer bir vektörün yön kosinüsleri, A, B, C kesişme ile doğan vektörün yön kosinüsleridir.)

Daha sonra, bir küre üzerindeki bu koordinatlar bir ekvatorial düzleme izdüşürülmektedir. Bu safhada Billing eşit alan ağı kullanılmaktadır. Eşit alan izdüşümünde yarıçap vektör o ile kutupsal mesafe H arasındaki bağıntıyı veren temel denklem şöyledir :

$$\rho' = 2 R \sin \frac{\theta}{2} \text{ (Vistelius 1966)}$$

Programda A ve B bu formülden ve geometrik ilişkilerden (Şek. 7) yararlanılarak izdüşürülmüştür.

$$\rho = \overline{OR}^2 - C^2 = 1 - C^2 \text{ (OR yarıçaptır ve 1 e eşittir)}$$

$$\rho' = 2 \sin \frac{\theta}{2} \text{ (OR = 1)}$$

$$2 \sin \frac{\theta}{2} = 2 \sqrt{\frac{1 - \cos \theta}{2}} \text{ trigonometrik bağıntı}$$

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{2 \sqrt{\frac{1 - \cos \theta}{2}}}{\sqrt{1 - C^2}}$$

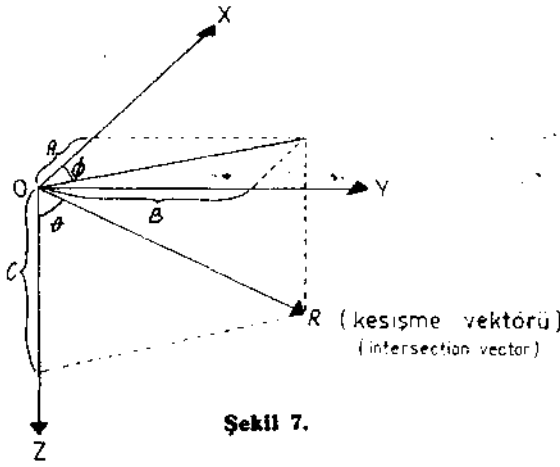
fakat  $\cos \theta = C$  dir ve formül şu şekli alır :

$$\frac{\rho'}{\rho} = \sqrt{\frac{2}{1 + C}}$$

Şekil 8 de gösterilmiş benzer üçgenlerden de yararlanılarak AA/A ve BB/B oranları hesaplanabilir.

$$AA = A \sqrt{\frac{2}{1 + C}} \quad BB = B \sqrt{\frac{2}{1 + C}}$$

Bundan sonraki aşama AR «array»ini AA ve BB koordinatlarını kullanarak doldurmaktır.



Şekil 7.



Şekil 8.

İzdüşüm ağının çapı Şekil 6 da görüldüğü gibi 90 hücredir. Doldurma işlemini Şekil 9 da gösterilmiştir.

$\epsilon$ ,  $\epsilon'$  AA, BB ve (AA)' (BB)' ile tarif edilmiş hücrelerdir. Daireler  $\epsilon$  ve  $\epsilon'$  koordinatlarına düşen noktaların % 1 lik tesir sahalarını tayin etmektedir. Görüldüğü üzere yeni değerler, hücrelerde daha önceden bulunan değerlere eklenmektedir. Bir tek hücreyi bir sürü (bazen binlerce) dairenin tesiri altına almasının mümkün olduğu görülebilir.

Dördüncü kısımda (PART IV) ağ dışındaki hücrelerdeki değerler ağ içinde o değerlere karşılık gelen kısımlarına eklenmektedir (Şekil 10). Ağ dışı hücreler, iç hücrelerden ayırtlanabilmek için 10 000 ile dolu bırakılmaktadır.

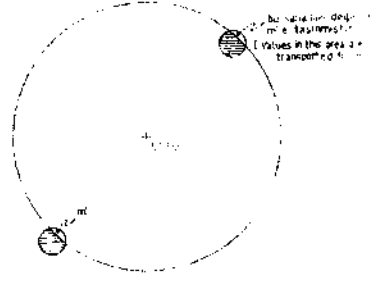
AR "array"inin bir hücresi  
(1 cell of AR array)

							.52+1									
		.03	.52	.89	1	.89		1+	.03	1						
	.03	.79	1	1	1	1	1+	.89	+	.79	1+.03					
	.52	1	1	1	1	1	1.	.52	1+	1						
	.89	1	1	1	1	1	1+.03	+	.52	+	1.	1+				
	1	1	1	1	$\epsilon$	1+	.03	+	.79	+	.03	+	.52	1+	.89	1+
	.89	1	1	1	1	1+	.52	1+	1	1+	1+.89	1	1	1		
	.52	1	1	1	1	1+.89	1+	1	1	1	+	.52				
	.03	.79	1	1	1	1+	1	1+	.79	1+	.03	+	$\epsilon'$	1		
	.03	.52	.89	1	1	.89+	1+	.03	+	.52	1	1				
							1	1	1	1						
							1	1	1							

Şekil 9.

Beşinci kısımda (PART V) AR «array»inin değerleri «integer» KAR «array»ine taşınmaktadır ve her hücredeki değer, temsil edici yüzdeyi bulmak için, ağ içindeki toplam nokta sayısının yüzde biri ile bölünmektedir.

Altıncı kısımda (PART VI) her hücredeki nihaî değerın basılması için gerekli işlemler yapılmaktadır. Bu arada koordinat eksenleri de bastırılmaktadır. Baskı harflerinin boyutlarının kareden uzak olmalarından dolayı, daireler basım işlemi sonunda elipse dönüşmektedir. Primitif dairenin dışı  $\neq$  işareti ile doldurulmaktadır, 1 den küçük değerler bastırılmamaktadır. 9 dan büyük değerler harflerle gösterilmektedir. Bu harflerin bir tablosu basılı elipsin altında verilmektedir. Bulunmuş en yüksek değer de bunların altında bastırılmaktadır. Meydana gelen büyük şekil çarpılmasına rağmen, böyle bir ağ bastırılmasında ana amaç programı kullanana her hücredeki değeri tek tek bulabileceği bir referans tablosu vermek ve «plotter»dan elde edilecek çizimi kontrol etme olanağı sağlamaktır.



Şekil 10.

Yedinci kısımda (PART VII) «CALCOMP» çizicisinin «Subroutine» leri 20 cm lik bir Billing ağı çizmek üzere çağrılmaktadır (10° aralı yaylar çizdirilmiştir).

Sekizinci kısımda (PART VIII) «CALCOMP» çizicisinin «Subroutine» leri hücrelerin değerlerini, aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde sınıflayarak, basmak için çağrılmaktadır. Bu basımda kullanılan işaretler şunlardır :

N, S, E, W kuzey, güney, doğu, batı için.

- ★ en yüksek değerın 4/5 inden büyük değerler için.
- en yüksek değerın 4/5 ine eşit veya daha küçük, fakat 3/5 inden büyük değerler için.
- △ en yüksek değerın 3/5 ine eşit veya daha küçük, fakat 2/5 inden büyük değerler için.
- ✕ en yüksek değerın 2/5 ine eşit veya daha küçük, fakat 1/5 inden büyük değerler için.
- en yüksek değerın 1/5 ine eşit veya daha küçük değerler için.

1 den küçük değerler çizime alınmamış ve yerleri boş bırakılmıştır.

### PROGRAMA «INPUT»LAR

Yapılan ölçme sayısı N ilk veri kartına (data card) delinmektedir. Bu işlemde 15 «format»ı kullanılmaktadır. N sayısı için üst sınır X, Y, Z, «array»lerinin boyutları ile verilmiştir ve bu programda bu sayı 200 olarak tespit edilmiştir. Daha yüksek bir sayı, sade bu «array»lerin boyutlarını değiştirerek kullanılabilir.

N değerini taşıyan ilk veri kartını N tane veri kartı izlemelidir. 215 «format»ı bu kartlarda kullanılmalıdır. Bu kartlarda ilk rakam eğimi gösteren vektörün kuzeyden saat yönünde yaptığı açığı (0 dan 360° ye), ikincisi ise, aynı vektörün yatay ile yaptığı açığı vermelidir. Bu açılar tam sayı dereceler şeklinde olmalıdır.



JCL kartı basım esnasında sahife atlamayı Önleyecek, dolayısıyla kesiksiz bir elips elde etmeyi sağlayacak, bir özel işaret taşımalıdır.

Kullanılan makinenin özelliklerine uygun bir tarzda, «plotter» kullanılacağı da bir kartta belirtilmelidir.

Bu konularda ayrıntılı bilgi için ilişikteki program «listing»i incelenebilir. Ancak, «format»ların «computer» merkezinden merkezine ve zamanla değişeceği hatırdan çıkarılmamalıdır.

Program 50 ölçülük bir deneme çalıştırılması sırasında azami 2 dakika «computer» zamanı harcamıştır.

### B İ B L İ Y O G R A F Y A

- NOBLE, D.C. & EBERLY, S.W. (1964) : A digital computer procedure for preparing beta diagrams. *Am. Journal of Sci.*, v. 262, pp. 1124-1129.
- RAMSAY, J.G. (1967) : Folding and fracturing of rocks. *McGraw-Hill Co.* 568 p.
- ROBINSON, P.; ROBINSON, R. & GARLAND, S. (1963) : Preparation of beta diagrams in structural geology by digital computer. *Am. Journal Sci.*, v. 261, pp. 913-928.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. (1963) : Structural analysis of metamorphic tectonites. *McGraw-Hill Co.*, 545 p.
- VISTELIUS, A.B. (1966) : Structural diagrams. *Pergamon Press*, 178 p.

«COMPUTER» PROGRAMI «LISTING»

LEVEL 13 (23 MAY 67)

OS/360 FORTRAN H

DATE 00.159/00.40.05

COMPILER OPTIONS - NAME= MAIN,OPT=00,LINECNT=57,SOURCE,EBCDIC,NOLIST,NODECK,LOAD,MAP,NODELT,NODU

```

C      PREPARATION OF BETA DIAGRAMS
C
C
C
C*****BEGINNING OF PART ONE
15N 0002      DIMENSION A(100,100)
15N 0003      DO 2000 K=1,100
15N 0004      DO 2000 L=1,100
15N 0005      2000      AR(K,L)=0.
15N 0006      DO 2100 K=1,5
15N 0007      DO 2100 L=1,100
15N 0008      AR(K,L)=10000.
15N 0009      AR(L,K)=10000.
15N 0010      AR(K+95,L)=10000.
15N 0011      2100      AR(L,K+95)=10000.
15N 0012      DO 2800 M=1,2
15N 0013      DO 2800 N=1,2
15N 0014      M1=95
15N 0015      M1=M1
15N 0016      K1=6
15N 0017      IF (M.EQ.1) GO TO 21
15N 0018      M1=101-M1
15N 0019      M1=M1
15N 0020      IF (N.EQ.1) GO TO 22
15N 0021      K1=101-K1
15N 0022      DO 2200 K=M1, N1
15N 0023      2200      AR(K,M1)=10000.
15N 0024      M1=M1
15N 0025      K1=5
15N 0026      IF (M.EQ.1) GO TO 23
15N 0027      M1=101-M1
15N 0028      M1=M1
15N 0029      IF (N.EQ.1) GO TO 24
15N 0030      K1=101-K1
15N 0031      DO 2300 K=M1,N1
15N 0032      2300      AR(K,K1)=10000.
15N 0033      DO 2400 K=2,10.2
15N 0034      M1=66*K
15N 0035      K1=74*K/2
15N 0036      IF (M.EQ.1) GO TO 25
15N 0037      K1=101-M1
15N 0038      M1=M1
15N 0039      IF (M.EQ.1) GO TO 26
15N 0040      K1=101-K1
15N 0041      DO 2400 M=M1,N1
15N 0042      2400      AR(M,K1)=10000.
15N 0043      DO 2500 K=1,10
15N 0044      M1=78*K
15N 0045      K1=13*K
15N 0046      IF (M.EQ.1) GO TO 27
15N 0047      K1=101-M1
15N 0048      M1=M1
15N 0049      IF (M.EQ.1) GO TO 28
15N 0050      K1=101-K1
15N 0051      DO 2500 M=M1,N1
15N 0052      2500      AR(M,K1)=10000.
15N 0053      DO 2600 K=2,10.2
15N 0054      M1=88*K/2
15N 0055      IF (M.EQ.1) GO TO 29
15N 0056      K1=101-M1
15N 0057      M1=M1
15N 0058      DO 2600 M=1,2
15N 0059      DO 2600 N=1,2
15N 0060      2600      AR(M,N)=10000.
15N 0061      M1=94
15N 0062      IF (M.EQ.1) GO TO 32
15N 0063      M1=101-M1
15N 0064      M1=M1
15N 0065      DO 2700 L=M1,N1
15N 0066      DO 2700 K=1,3
15N 0067      K1=33*K
15N 0068      IF (M.EQ.1) GO TO 2700
15N 0069      K1=101-K1
15N 0070      AR(L,K1)=10000.
15N 0071      M1=95
15N 0072      K1=26
15N 0073      IF (M.EQ.1) GO TO 33
15N 0074      M1=M1
15N 0075      IF (M.EQ.1) GO TO 34
15N 0076      K1=60
15N 0077      DO 2800 K=1,4
15N 0078      2800      AR(M1,K1)=10000.
C*****END OF PART ONE
C
C

```

```

C
C*****BEGINNING OF PART TWO /
15A 0098 INTEGR AZIMUT, DIP,G
15A 0097 DIMENSION X(200), Y(200), Z(200)
15A 0096 RAD=0.01745
15A 0095 READ(5,10) N
15A 0100 10 FORMAT(2I5)
15A 0101 JU 100 I=1,N
15A 0102 READ(5,10) AZIMUT,DIP
C*****THE DIRECTION OF THE PERPENDICULARTIME POLYD TO THE PLANT IS CALCULATED
C*****IN THE NEXT 5 LINES
15A 0103 IF(AZIMUT+LE,180) GO TO 1
15A 0104 KADAZI=(AZIMUT+180)*RAD
15A 0105 GO TO 2
15A 0106 1 KADAZI=(AZIMUT+180)*RAD
15A 0107 2 KADAZI=190-DIP)*RAD
C*****SPHERICAL COORDINATES OF THE POLE IS CALCULATED IN THE NEXT 4 LINES AND
C*****STORED IN X,Y,Z ARRAYS
15A 0108 COSDIP=COS(KADAZI)
15A 0109 X(1)=COSDIP*COS(KADAZI)
15A 0110 Y(1)=COSDIP*SIN(KADAZI)
15A 0111 Z(1)=SIN(KADAZI)
15A 0112

```

PAGE 003

```

C*****END OF PART TWO
C
C*****BEGINNING OF PART THREE
15A 0113 IS=0
15A 0114 M=N-1
15A 0115 DIMENSION E(7)
15A 0116 DATA E/0.03,0.52,0.49,1.0,0.49,0.52,0.037
15A 0117 DO 200 K=1,M
15A 0118 J=K+1
15A 0119 DO 200 I=J,N
C*****IN THE NEXT 4 LINES POLES WITH SAME COORDINATES ARE CHOSEN AND JUMPED
15A 0120 IF(X(I).NE.X(J)) GO TO 3
15A 0122 IF(Y(I).NE.Y(J)) GO TO 3
15A 0124 IF(Z(I).NE.Z(J)) GO TO 3
15A 0126 GO TO 200
C*****IN THE NEXT 12 LINES THE SPHERICAL COORDINATES OF THE INTERSECTION ARE
C*****CALCULATED
15A 0127 3 X1Z2=X(I)*Z(J)
15A 0128 X1Y2=X(I)*Y(J)
15A 0129 K2Y1=X(J)*Y(I)
15A 0130 K2Z1=X(J)*Z(I)
15A 0131 Y1Z2=Y(I)*Z(J)
15A 0132 Y1Y2=Y(I)*Y(J)
15A 0133 IF(X1Y2+K2Y1) GO TO 200
15A 0134 IS=IS+1
15A 0136 L=SQRT(1./Z1(Z1Z2-X1Z2)/4+Y1Y2-K2Y1)**2+Y1Z2/Y2Z1+X1Y2-K2Y1)
15A 0137 3+2*Y1Z1
15A 0138 3+L*(X2Z1-X1Z2)/Y1Y2-K2Y1)
15A 0139 3+L*(Y1Z2-Y2Z1)/X1Y2-K2Y1)
C*****IN THE FOLLOWING PART, UNTIL STATEMENT NUMBERED 200, SPHERICAL COORDI-
C*****NATES ARE TRANSFORMED TO A BILLING NET AND ONE PERCENT CIRCLE AREA ARE
C*****ILLED WITH VALUES
15A 0140 I=AA5=SQRT(1.-2.*C)/E1.-L**2)
15A 0141 AA=ATRANS
15A 0142 M6=ATRANS
15A 0143 AA1=1AA/0.031426)*50.
15A 0144 M61=1M6/0.031426)*50.
15A 0145 TAA=AA1
15A 0146 TAA2=1AA-2
15A 0147 TAA22=1AA+2
15A 0148 TAA3=188-3
15A 0149 TAA32=188+3
15A 0150 TAA4=188-2
15A 0151 TAA42=188+2
15A 0152 DO 3000 L=1AAH2,1AAP2
15A 0153 DO 3000 G=188N3,188P3
15A 0154 3000 AR(L,G)=AR(L,G)+1.
15A 0155 DO 3100 L=188M2,188P2
15A 0156 AR(1AA-3,L)=AR(1AA-3,L)+1.
15A 0157 3100 AR(1AA+3,L)=AR(1AA+3,L)+1.
15A 0158 DO 3200 L=1,9,8
15A 0159 DO 3200 G=1,7
15A 0160 AR(1AA-5+L,188-4+G)=AR(1AA-5+L,188-4+G)+E1G)
15A 0161 DO 3300 L=1,9,8
15A 0162 DO 3300 G=1,7
15A 0163 3300 AR(1AA-4+G,188-5+L)=AR(1AA-4+G,188-5+L)+E1G)
15A 0164 DO 3400 L=1,7,6

```

PAGE 004

```

15A 0165 DO 3500 L=1,7,6
15A 0166 3500 AR(1AA-4+L,188-4+G)=AR(1AA-4+L,188-4+G)+E1*74
15A 0167 200 CONTINUE
C*****END OF PART THREE
C
C

```

```

C *****BEGINNING OF PART FOUR
LC 4000 L=1,100
DC 4000 M=1,100
IF (AR(L,M),LE,10000.) GO TO 4000
ILL=I(L)-2*M
RILL=FLCAT(ILL)
IMM=I(L)-2*M
RIMM=FLCAT(IMM)
RILL=SQ./SQRT(CR(IMM/RILL)**2+L.)
ILL=I(I)(RILL)
RIMM=SQ./SQRT(CR(ILL/RIMM)**2+L.)
IMM=I(I)(RIMM)
IF (ILL,L,Y,G,O) GO TO 42
ILL=L+RILL
GO TO 43
42 ILL=L-I*ILL
43 IF (IMM,L,Y,G,O) GO TO 44
IMM=L+RIMM
GO TO 45
44 IMM=L-I*IMM
45 AR(L,M)=AR(L,M)+RILL+IMM-10000.
AR(L,M)=10000.
4000 CONTINUE

```

```

C *****END OF PART FOUR
C
C
C *****BEGINNING OF PART FIVE
INTEGER KAR(100,100)
RIS=FLOAT(1)
SI=RIS/100.
DC 5000 K=1,100
DO 5000 L=1,100
IF (AR(K,L),EQ,10000.) GO TO 52
IF (AR(K,L),EC,0.0) GO TO 51
KAR(L,L)=AR(K,L)/SI
GO TO 5000
51 KAR(K,L)=0
GO TO 5000
52 KAR(K,L)=10
5000 CONTINUE
C *****END OF PART FIVE
C
C
C *****BEGINNING OF PART SIX
01 FORMAT(IH)
WRITE(6,0)
20 FORMAT('K',I2,100A1)
DIMENSION PAR(10), RKUM(10)

```

```

C *****BEGINNING OF PART SIX
01 FORMAT(IH)
WRITE(6,0)
20 FORMAT('K',I2,100A1)
DIMENSION PAR(10), RKUM(10)

```

C \*\*\*\*\*VALUES FROM 1 TO NINE WILL BE PRINTED WITH THEIR NUMERICAL VALUES  
C \*\*\*\*\*VALUES GREATER THEN NINE WILL HAVE THEIR CORRESPONDING ALPHABET ICAL  
C \*\*\*\*\*NOTATION STORED IN PAR ARRAY  
C \*\*\*\*\*VALUES SMALLER THEN 1 WILL BE LEFT BLANK

```

DATA PAR/'1','2','3','4','5','6','7','8','9','A','H','C','D','E','F',
IF,'G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V',
IRKUM/'X','KUMY','Z','RUMZ','/
DO 6000 KL=1,100
K=I(L)-K(L)
DC 6100 L=1,100
I=KAR(L,I)
IF (L,L,10) GO TO 64
RKUM(I)=RILM2
GO TO 6100
64 IF (I,GE,1) GO TO 63
RKL(I)=RKUM(I)
GO TO 6100
63 IF (I,LE,30) GO TO 61
RKL(I)=RKLX
GO TO 6100
61 RKUM(I)=PAR(I)
6100 CONTINUE
WRITE(6,20)K,IRKUM(L),L=1,100)
6000 CONTINUE
DIMENSION IGR(10)
DATA IGR/10/0/
7C FORMAT(' ',I010)
WRITE(6,7C) IGR
30 FORMAT(////)
WRITE(6,3C)
40 FINMAT' A=U,R=11,C=12,D=13,E=14,F=15,G=16,/' M=17,I=18,J=19,K=2
O,L=21,M=22,N=23,/' C=24,P=25,Q=26,R=27,S=28,T=29,U=30,/' X=3)-1
700)'
WRITE(6,4C)
C *****END OF PART SIX
C
C
C *****BEGINNING OF PART SEVEN
MAX=KAR(4,4C)
DO 8000 K=1,100
DC 8000 L=1,100
IF (KAR(K,L),EQ,10) GO TO 8000
IF (KAR(K,L),GT,MAX) MAX=KAR(K,L)
8000 CONTINUE
MAX45=(MAX4)/5
MAX35=(MAX3)/5
MAX25=(MAX2)/5
MAX15=MAX/5
WRITE(6,30)
5J FORMAT(' MAX=',I5)
WRITE(6,5C)MAX
CALL STRIP(I)
REAL BETA,F1,0IA,V,N,P1/5.141592657,P118,P1100,DIV,SCFAC
P118=P1/18.
P1100=P1/100.
DIV=2C./C2.54*90.1

```

```

15A 0184
15A 0185
15A 0186
15A 0187
15A 0188
15A 0189
15A 0190
15A 0191
15A 0192
15A 0193
15A 0194
15A 0195
15A 0196
15A 0200
15A 0201
15A 0204
15A 0205
15A 0206
15A 0207
15A 0212
15A 0213
15A 0214
15A 0215
15A 0216
15A 0217
15A 0219
15A 0220
15A 0221
15A 0223
15A 0224
15A 0225
15A 0227
15A 0228
15A 0229
15M 0230
15A 0231
15A 0232
15M 0233
15A 0234
15M 0235
15M 0236
15A 0237
15M 0238
15K 0239
15A 0240
15A 0241
15A 0242
15A 0243
15M 0244
15A 0246
15M 0249
15A 0250
15M 0251
15A 0252
15A 0253
15K 0254
15A 0255
15A 0256
15M 0257
15A 0258
15M 0259
15A 0260

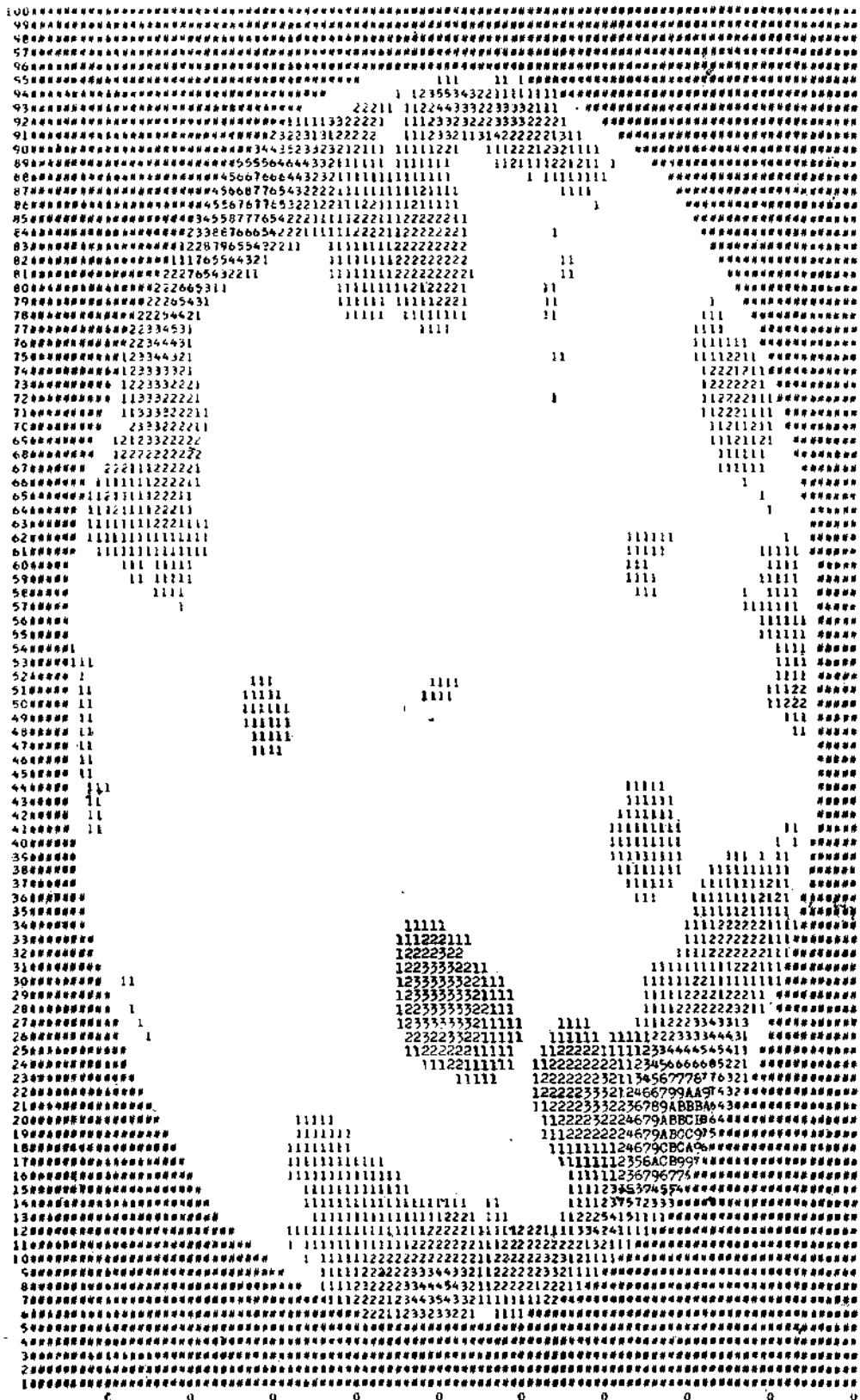
```

```

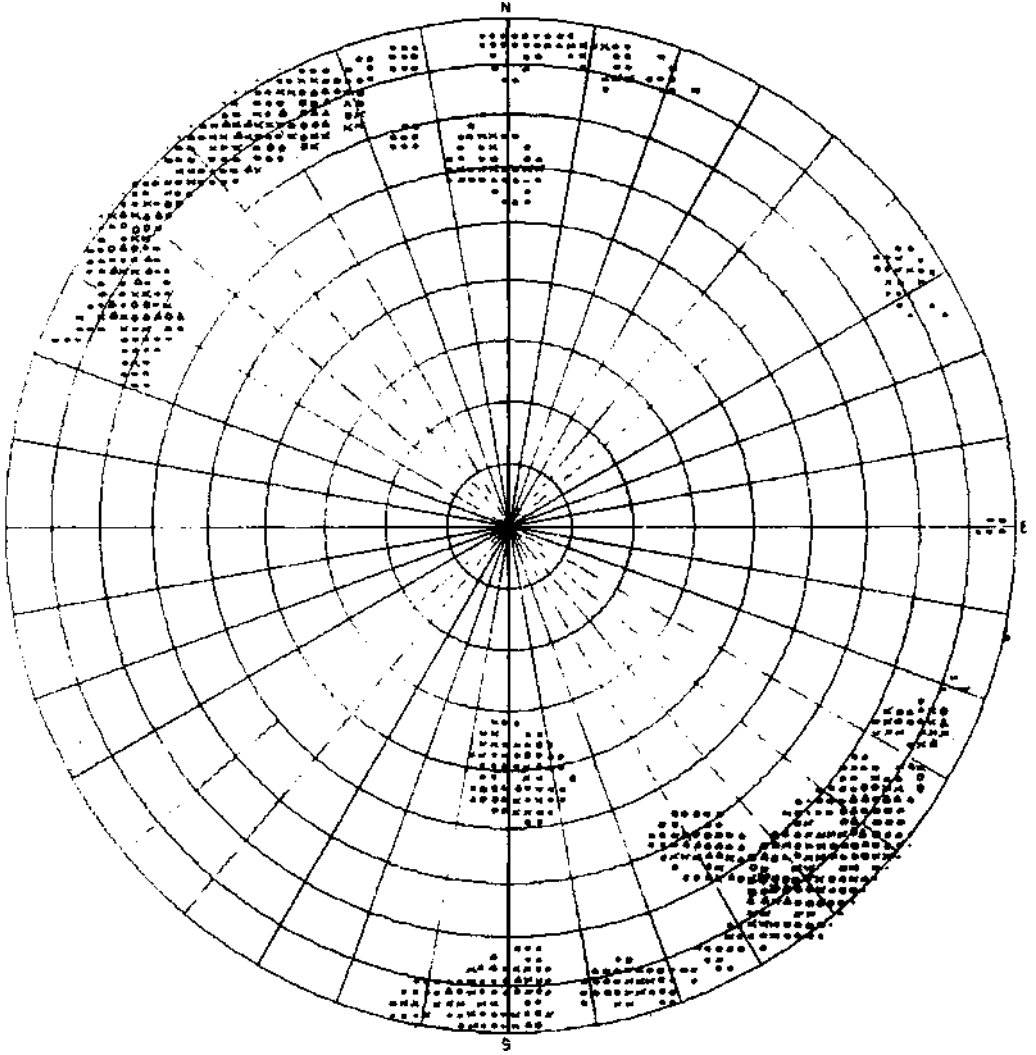
ISN 0261 SCFAC=110./2.5*1/12.*SIN(190./2.)*RADII
ISN 0262 V=50.*DIV
ISN 0263 W=5.*DIV
ISN 0264 CALL PLOT(IV,W,3)
ISN 0265 DO 7000 IETA=10,90,10
ISN 0266 DIA=2*SIN(IETA/2)*PI18*.1)*SCFAC
ISN 0267 GO 7000 IF I=1,361
ISN 0268 FJ=(IF I-1)*PI180
ISN 0269 V=SIN(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0270 W=CCS(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0271 CALL PLOT(IV,W,2)
ISN 0272 7000 CONTINUE
C*****END OF PART SEVEN
C
C
C
C*****BEGINNING OF PART EIGHT
ISN 0273 DIA=2*SIN(190./2.)*RADII*SCFAC
ISN 0274 DO 7100 IF I=1,19
ISN 0275 FJ=(IF I-1)*PI180
ISN 0276 V=SIN(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0277 W=CCS(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0278 CALL PLOT(IV,W,3)
ISN 0279 FJ=(IF I+17)*PI180
ISN 0280 V=SIN(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0281 W=CCS(FJ)*DIA*50.*DIV
ISN 0282 CALL PLOT(IV,W,2)
ISN 0283 7100 CONTINUE
ISN 0284 V=14.-0.5)*DIV
ISN 0285 V90=150.0-0.5)*DIV
ISN 0286 V96=156.-0.5)*DIV
ISN 0287 DIMENSION BCD(10)
ISN 0288 DATA BCD/266,295,262,255,206,270,202,274,244,244/
ISN 0289 CALL SYMBL1(V90,V90,0.08,BCD(1),0.0,-1)
ISN 0290 CALL SYMBL1(V96,V96,0.08,BCD(2),0.0,-1)
ISN 0291 CALL SYMBL1(V90,V90,0.08,BCD(3),0.0,-1)
ISN 0292 CALL SYMBL1(V96,V96,0.08,BCD(4),0.0,-1)
ISN 0293 GO TO B100 IF I=1,100
ISN 0294 JL=B100 L=L+100
ISN 0295 IF (RANK(L),L,LT,1).OR.(RANK(L),L,GT,105) GO TO B100
ISN 0297 IF (RANK(L),L,LE,MAX45) GO TO B2
ISN 0298 ERK1=K
ISN 0299 ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
ISN 0300 FRL1=L
ISN 0301 FRL2=(FRL1-0.5)*DIV
ISN 0302 CALL SYMBL1(ERL2,ERK2,0.08,BCD(5),0.0,-1)
ISN 0303 GO TO B100
ISN 0304 B2 IF (RANK(L),L,LE,MAX35) GO TO B3
ISN 0305 ERK1=K
ISN 0306 ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
ISN 0307 FRL1=L
ISN 0308 FRL2=(FRL1-0.5)*DIV
ISN 0309 CALL SYMBL1(ERL2,ERK2,0.08,BCD(6),0.0,-1)
ISN 0310 GO TO B100
ISN 0311 B3 IF (RANK(L),L,LE,MAX25) GO TO B4
ISN 0312 ERK1=K
ISN 0313 ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
ISN 0314 FRL1=L
ISN 0315 FRL2=(FRL1-0.5)*DIV
ISN 0316 CALL SYMBL1(ERL2,ERK2,0.08,BCD(7),0.0,-1)
ISN 0317 GO TO B100
ISN 0318 B4 IF (RANK(L),L,LE,MAX15) GO TO B5
ISN 0319 ERK1=K
ISN 0320 ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
ISN 0321 FRL1=L
ISN 0322 FRL2=(FRL1-0.5)*DIV
ISN 0323 CALL SYMBL1(ERL2,ERK2,0.08,BCD(8),0.0,-1)
ISN 0324 GO TO B100
ISN 0325 B5 IF (MAX(L),L) GO TO B100
ISN 0326 ERK1=K
ISN 0327 ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
ISN 0328 FRL1=L
ISN 0329 FRL2=(FRL1-0.5)*DIV
ISN 0330 CALL SYMBL1(ERL2,ERK2,0.08,BCD(9),0.0,-1)
ISN 0331 GO TO B100
ISN 0332 B100 CONTINUE
ISN 0333 .ALL ENDP)
C*****END OF PART EIGHT
ISN 0334 RETLN,
ISN 0335 END

```

**PROGRAMIN BİR DENEME KULLANILIŞI SONUNDA «LINE PRINTER»DEN  
ELDE EDİLMİŞ BETA; DİYAGRAMI**



A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15, G=16  
 H=17, I=18, J=19, K=20, L=21, M=22, N=23  
 O=24, P=25, Q=26, R=27, S=28, T=29, U=30  
 K=31-100



Programın bir deneme kullanılışı sonunda CALCOMP çizicisinden elde edilmiş *b* diyagramı. (Şekil bütünü ile CALCOMP çizicisi tarafından çizilmiş; ancak, baskı sonucu kaybolmalarını önlemek için sembollerin üzerinden elle tekrar gidilmiştir.)