

PAPER DETAILS

TITLE: BETA DIYAGRAMLARI HAZIRLAMAK İÇİN BİR «COMPUTER» METODU (PROGRAM FORTRAN IV-H LISANINDADIR; IBM 360/67 «COMPUTER»I KULLANILMISTIR)

AUTHORS: Esen ARPAT

PAGES: 66-80

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/598877>

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

Esen ARPAT

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET.— Beta diyagramları hazırlamakta kullanılacak bir metot IBMOS/360 (FORTRAN H) «computer»l için programlanmıştır. Çizim işlemi 570 CALCOMP sistemi kullanılarak yaptırılmıştır. Program, segmanların arakesitlerinin izlerinin küresel koordinatlarını bulmakta, bu noktalın stereografik projeksiyon prensiplerini kullanarak ekvatorial bir düzleme izdüşürmektedir. Bu izdüşürülen noktalın 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 metodу kullanarak yüzde birlik bir sahaya dağıtmakta; (b) Primitif dairenin dışına düşen değerleri karşıslarına 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 istatistik temellere dayanmaktadır, daha fazla ayrıntıyı hesaba katmaktadır; dolayısıyle, daha sıhhatli sonuçlar vereceği hesaplanmaktadır. Okuyucular tarafından kolaylıkla yapılabileceği düşününlerek programlar arasında bir karşılaşmaya 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

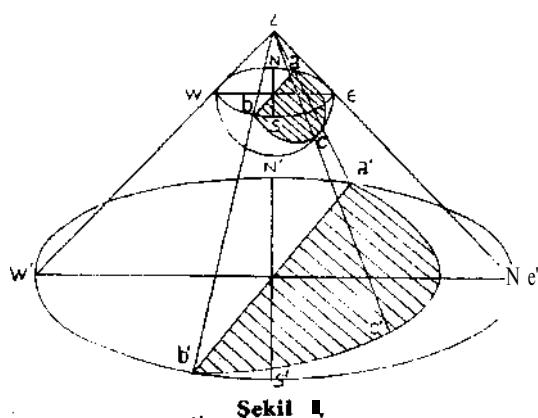
Eşit alan ağının kullanılışını özetleyen aşağıdaki paragraf Turner ve Weiss'-(1963) ten Türkçeye çevrilerek alınmıştır.

«... 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 yönelimlerini istatistiksel olarak değerlendirmek zorunluluğu grafik işlemin kullanımını sınırlamaktadır. Müracaat küresi üzerindeki bütün eşit alanlar izdüşümün üzerinde de eşit kalmalıdır. Kürenin merkez kısımlarındaki kenar sahalarındaki eşit boyuttakilere nazaran nispî 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.

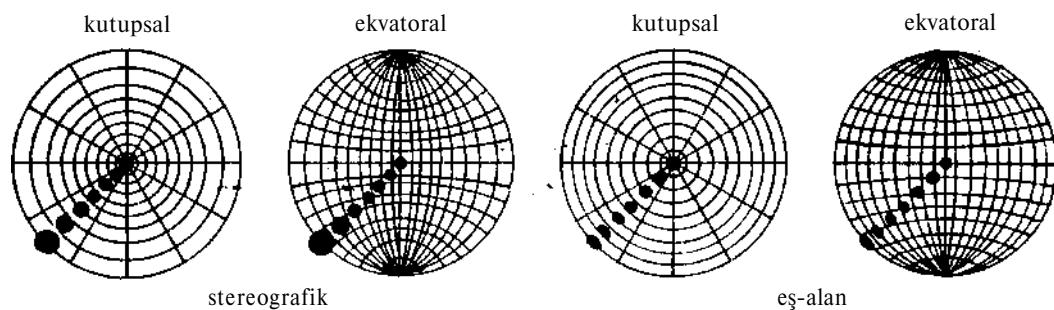
Her iki tip izdüşüm için bir müracaat küresi kullanılır. Bu kürelerde merkezden geçen düzlemler yüzeyi büyük daireler ve çizgiler ise noktalar şeklinde keserler. Bunlar eşit alan izdüşümünde stereografik izdüşümde olduğu gibi (ancak alt yarı küreden) ekvatoral düzleme izdüşürülürler; fakat, kullanılan grafik işlem stereografik izdüşümde bulunmayan alan eşitliğini özellikle korur. Bu özellikle dolay, izdüşüm üzerindeki noktaların dağılışlarının yoğunluğu müracaat küresinin merkezinden geçen çizgilerin tercihli yönelimlerini 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 izdüşürler...»

Şekil 1 stereografik izdüşüm prensiplerini göstermektedir.

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



.. Şekil 1



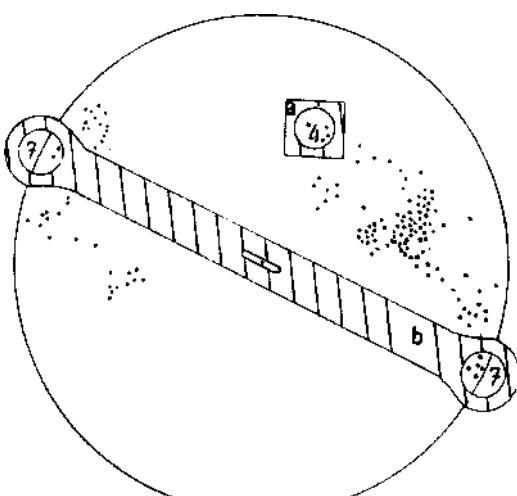
Şekil 2.

EŞİT ALAN AĞININ İSTATİSTİKSEL KULLANILIŞI

Belli bir tip düzlemsel veya çizgisel fabrik elemanın 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.

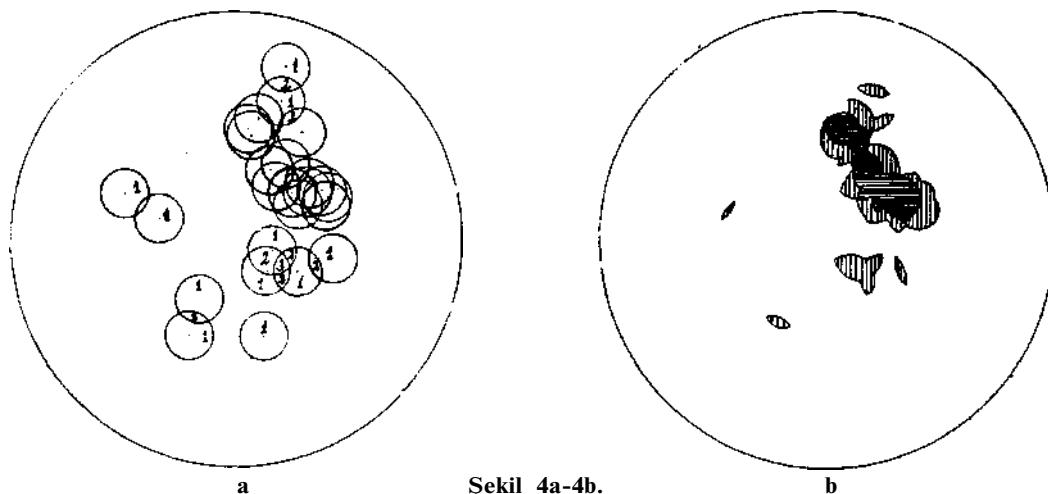
Yapısal analizlerde ağ üzerinde noktalarla belirtilmiş tercihli yönelme örneğini daha belirgin yapmak için nokta diyagramları üzerine yoğunluk konturları çizmek yoluna gidilmektedir. Her kontur bulunmuş noktaların dağılışlarının yoğunluğunun belli bir değeri aşığı sahayı (örneğin: izdüşüm alanının %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

Izdüşümün % 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 sayacı 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 görülyorsa, sayıcı dairenin merkezinde yoğunluk ($10 \times 100 / 500$) % 2 dir. Bu yoğunluk yüzdesi ağın üzerinde sistemli bir şekilde hesaplanır (genellikle bir şebeke ağ 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 dağılış yoğunluğunu konturlamada kullanılan diğer bir yoldur. % 1 lik daireler her noktanın etrafına o nokta merkez alınarak çizilir (Şek. 4a ve 46).



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 metodlarının en az sубjektif olanıdır. Bu metot ile çeşitli kişilerin aynı nokta diyagramlarından tipatıp 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 ölçülememiş, az çok keyfi bir işlemidir. 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.

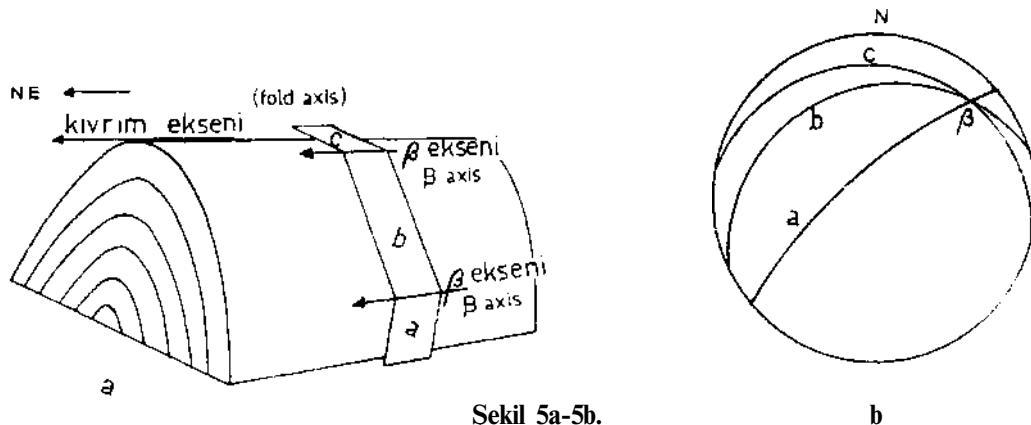
«... Bir silindirik kıvrımdaki yüzeyler doğrusal türeticiye paralel bir çizgi taşırılar ve dolayısıyle kıvrımlı yüzeye teget olan düzlemlerden herhangi iki tanesi türeticiye paralel bir çizgi halinde kesisirler. Bu çizgi beta ekseni olarak bilinir "ve kıvrım ekseni paraleldir. Eşit alan izdüşümü bu beta eksenlerinin grafik tayini için uygun bir yol sağlar. Bu şekilde hesaplanmış bütün beta eksenlerinin birbirlerine paralel yönelmeleri gereklidir. (Bu halde, izdüşümde, kıvrımdaki ayrı ayrı yüzeyleri gösteren büyük dairelerin hepsinin aynı noktadan geçmesi gereklidir.) Pratikte kıvrımlar çok ender olarak tam silindirik şekildedirler ve kıvrım düzlemleri ölçmeleri daima bir miktar hataya maruzdur. Bu, bulunmuş beta eksenlerinin çıkışmayacağı, fakat kıvrım ekseni 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 :

$$S=0+1+2+3+\dots+(n-1)^{n(n-1)}$$

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 kullanılmasıyle, bu zorluk halledilmiştir.

Şekil 5a ve 5b beta diyagramlarının kullanılışını göstermektedir.



Şekil 5a-5b.

b

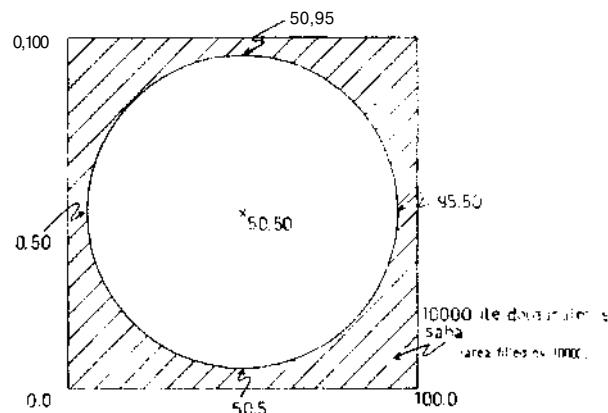
Silindirik parçalara ayrılarak karmaşık kıvrımlar da beta diyagramlarıyla incelenebilir. Bir dilinim yelpazesi beta diyagramları kullanılarak analiz edilebilir. İlişikte verilen programda bazı ufak değişiklikler yapmak suretiyle diğer yön inceleme analizleri de yapılabilir. (Programda her bölümün yaptığı 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)¹ : 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 açıklanıldığı kısma bakınız). Bu yüzeylerin kutupları hesaplanmakta ve hesaplanan bu kutupların yön kosinüsleri (direction cosines) X, Y, Z, «array»lerinde depolanmaktadır (pozitif X



Şekil 6.

¹ 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 ayarlamada programda bu «array»lerden başka değişiklik gerekmektedir. Fakat kesişme sayısı IS in bu ölçü sayısına yukarıdaki bölümde verilen formül ile bağlı olduğunu hatırlan uzaklaşdırılmamak gereklidir. (Aynı konumda yüzeylerin birbirleriyle kesişmeleri imkânsız olduğundan IS formülden beklenen bir miktar daha az olabilir.) Bu durum programda göz önüne alınmıştır (programda üçüncü bölüm 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 :

$$\varrho' = 2 R \sin \frac{\Theta}{2} \quad (\text{Vistelius 1966})$$

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

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

$$\varrho' = 2 \sin \frac{\Theta}{2} \quad (\text{OR} = 1)$$

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

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \frac{2 \sqrt{\frac{1 - \cos \Theta}{2}}}{\sqrt{1 - C^2}}$$

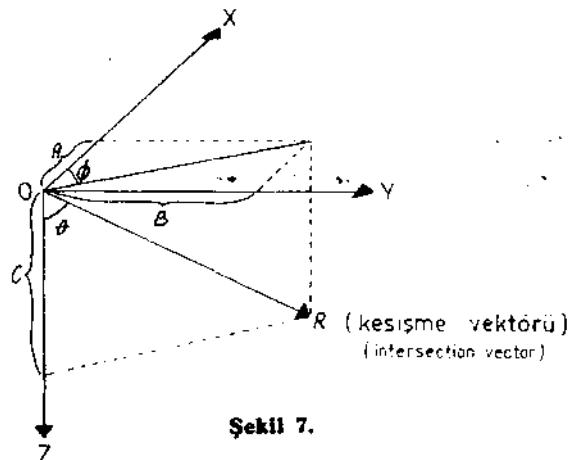
fakat $\cos \Theta = C$ dir ve formül şu şekli alır :

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

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.



Sekil 7.

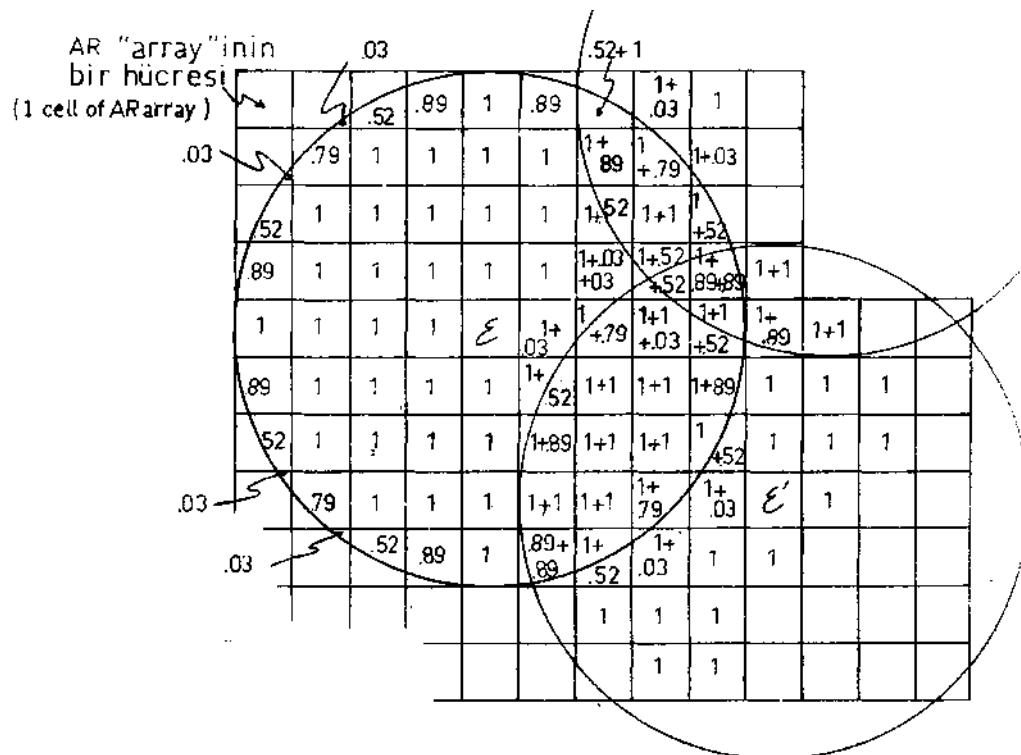


Sekil 8.

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

ϵ , ϵ' AA, BB ve (AA)' (BB)' ile tarif edilmiş hücrelerdir. Daireler ϵ ve ϵ' 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.



Sekil 9.

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

Altıncı kısımda (PART VI) her hücredeki nihai değerin 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 işaretü 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 bulabilecegi bir referans tablosu vermek ve «plotter»dan elde edilecek çizimi kontrol etme olanağı sağlamaktır.

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.

\star en yüksek değerin $4/5$ inden büyük değerler için.

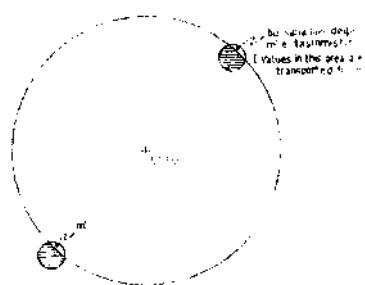
- \circ en yüksek değerin $4/5$ ine eşit veya daha küçük, fakat $3/5$ inden büyük değerler için.
- Δ en yüksek değerin $3/5$ ine eşit veya daha küçük, fakat $2/5$ inden büyük değerler için.
- \times en yüksek değerin $2/5$ ine eşit veya daha küçük, fakat $1/5$ inden büyük değerler için.
- \square en yüksek değerin $1/5$ 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 islemde 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 açayı (0 dan 360° ye), ikincisi ise, aynı vektörün yatay ile yaptığı açayı vermelidir. Bu açılar tam sayı dereceler şeklinde olmalıdır.



Şekil 10.

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

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

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

Program 50 ölçülüük 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 10 (23 MAY 67)

DS/360 FORTRAN H

DATE 68.159/00.40.05

COMPILETIME OPTIONS - NAME= MAIN,OPT,DU,LINENUM=57,SOURCE,EBCDIC,NOLIST,NOECK,LUAD,MAP,NOEDIT,NOJO

```

C      PREPARATION OF BETA DIAGRAMS
C
C
C ***** BEGINNING OF PART ONE
ISN 0002      DIMENSION AR(100,100)
ISN 0003      DU 2000 K=1,100
ISN 0004      DC 2000 L=1,100
ISN 0005      2000      AR(K,L)=0.
ISN 0006      DU 2100 K=1,5
ISN 0007      DC 2100 L=1,100
ISN 0008      AR(K,L)=10000.
ISN 0009      AR(L,K)=10000.
ISN 0010      AR(K,95,L)=10000.
ISN 0011      2100      AR(L,K,M)=0000.
ISN 0012      DU 2800 M=1,2
ISN 0013      DG 2800 IN=1,2
ISN 0014      NI=55
ISN 0015      NI=61
ISN 0016      KI=6
ISN 0017      IF(IN.EQ.1) GO TO 22
ISN 0018      NI=101-MI
ISN 0019      MI=6
ISN 0020      IF(IN.EQ.1) GO TO 22
ISN 0021      KI=101-MI
ISN 0022      22      DC 2200 K=MI, NI
ISN 0023      AR(K,M)=10000.
ISN 0024      22      NI=6
ISN 0025      22      NI=5
ISN 0026      NI=5
ISN 0027      NI=5
ISN 0028      IF(IN.EQ.1) GO TO 23
ISN 0029      NI=101-MI
ISN 0030      NI=6
ISN 0031      NI=6
ISN 0032      23      IF(IN.EQ.1) GO TO 24
ISN 0033      KI=101-KI
ISN 0034      24      DC 2300 K=M1,NI
ISN 0035      AR(K,M)=10000.
ISN 0036      2300      DC 2400 K=2,1,10
ISN 0037      NI=600K
ISN 0038      KI=74K/2
ISN 0039      IF(IN.EQ.1) GO TO 25
ISN 0040      NI=101-MI
ISN 0041      NI=6
ISN 0042      25      IF(IN.EQ.1) GO TO 26
ISN 0043      NI=101-KI
ISN 0044      25      DC 2500 M=M1,NI
ISN 0045      AR(M,K)=10000.
ISN 0046      25      NI=78K
ISN 0047      25      NI=13K
ISN 0048      25      IF(IN.EQ.1) GO TO 27
ISN 0049      NI=6
ISN 0050      NI=6
ISN 0051      NI=6
ISN 0052      NI=6
ISN 0053      NI=6
ISN 0054      NI=6
ISN 0055      NI=6
ISN 0056      27      IF(IN.EQ.1) GO TO 28
ISN 0057      NI=6
ISN 0058      NI=6
ISN 0059      28      DC 2500 M=M1,NI
ISN 0060      2500      AR(M,K)=10000.

ISN 0061      DU 2600 K=2,10,2
ISN 0062      MI= 88+K/2
ISN 0063      IF(IN.EQ.1) GO TO 29
ISN 0064      NI=101-MI
ISN 0065      NI=6
ISN 0066      NI=6
ISN 0067      29      DC 2600 L=1,2
ISN 0068      KI=21+K+IK
ISN 0069      IF(IN.EQ.1) GO TO 31
ISN 0070      NI=101-KI
ISN 0071      31      DC 2600 M=M1,NI
ISN 0072      NI=6
ISN 0073      2600      AR(M,K)=10000.
ISN 0074      NI=94
ISN 0075      IF(IN.EQ.1) GO TO 32
ISN 0076      NI=101-MI
ISN 0077      NI=6
ISN 0078      NI=6
ISN 0079      32      DC 2700 L=M1,NI
ISN 0080      DU 2700 K=L,3
ISN 0081      KI=33+K
ISN 0082      IF(IN.EQ.1) GO TO 2700
ISN 0083      NI=101-KI
ISN 0084      2700      AR(M,K)=10000.
ISN 0085      NI=65
ISN 0086      KI=36
ISN 0087      IF(IN.EQ.1) GO TO 33
ISN 0088      NI=6
ISN 0089      NI=6
ISN 0090      NI=6
ISN 0091      33      IF(IN.EQ.1) GO TO 34
ISN 0092      NI=60
ISN 0093      NI=60
ISN 0094      34      DC 2800 K=1,4
ISN 0095      2800      AR(M1,K1+K)= 10000. +
C***** END OF PART ONE
C

```

PAGE 007

```

C
***** BEGINNING OF PART TWO *****
ISN 0090      INTEGER AZIMUT, DIP,G
ISN 0097      DIMENSION X(200), Y(200), Z(200)
ISN 0098      RAD=0.01745
ISN 0099      READ(S,10) N
ISN 0100      LU FORMATT(215)
ISN 0101      GO TO 101,N
ISN 0102      READ(S,10) AZIMUT,DIP
C***** THE DIRECTION OF THE PERPENDICULAR TO THE PLANE IS CALCULATED
C***** IN THE NEXT 5 LINES
ISN 0103      IF(AZIMUT .LE.180) GO TO 1
ISN 0104      RADAZI=(AZIMUT+180)*RAD
ISN 0105      GO TO 2
ISN 0106      1 RADAZI=(AZIMUT+180)*RAD
ISN 0107      2 RADAZI=(AZIMUT+180)*RAD
ISN 0108
C***** SPHERICAL COORDINATES OF THE POLE IS CALCULATED IN THE NEXT 4 LINES AND
C***** RESTORED IN X,Y,Z ARRAYS
ISN 0109      COSDIP=COS(PI*RAD*DIP)
ISN 0110      X(1)=COS(PI*(RADAZI))
ISN 0111      Y(1)=COS(PI*SIN(RADAZI))
ISN 0112      100 Z(1)=SIN(RADAZI)
C***** END OF PART TWO
C
C
C***** BEGINNING OF PART THREE
ISN 0113      IS=0
ISN 0114      MN=1
ISN 0115      DIMENSION E(7)
ISN 0116      DATA E/0.03,0.52,0.49,1.,0.49,0.52,0.03/
ISN 0117      DO 200 K=1,M
ISN 0118      J=K+1
ISN 0119      DU 200 LU,J,N
C***** IN THE NEXT 4 LINES POLES WITH SAME COORDINATES ARE CHOSEN AND JUMPED
ISN 0120      IF(X(K).NE.X(J)) GO TO 3
ISN 0121      IF(Y(K).NE.Y(J)) GO TO 3
ISN 0122      IF(Z(K).NE.Z(J)) GO TO 3
ISN 0123      GO TO 200
C***** IN THE NEXT 12 LINES THE SPHERICAL COORDINATES OF THE INTERSECTION ARE
C***** CALCULATED
ISN 0124      3 K1Z2=X(K)*Z(J)
ISN 0125      KLY2=X(K)*Y(J)
ISN 0126      KZY1=X(J)*Y(K)
ISN 0127      KZZ1=X(J)*Z(K)
ISN 0128      V1Z2=Y(K)*Z(J)
ISN 0129      Y2Z1=Y(J)*Z(K)
ISN 0130      Y1Z1=Y(K)*Z(J)
ISN 0131      V1Y2=Y(J)*X(K)
ISN 0132      Y2Y1=Y(K)*X(J)
ISN 0133      IF(X(J)*Y(J).LT.X(K)*Y(K)) GO TO 200
ISN 0134      IS=IS+1
ISN 0135      S=3.0*(X(J)*Z(J)-X(K)*Z(J)+Y2Z1+Y1Z1+V1Y2-Y2Y1)+(X1Y2-X2Y1)*
ISN 0136      V1Z2+V2Z1
ISN 0137      D=(1.0*(Y1Z1-Y2Z1))/(X1Y2-X2Y1)
C***** IN THE FOLLOWING PART, UNITS STATEMENT NUMBERED 200, SPHERICAL COORDINATES ARE TRANSFERRED TO A MILLING NET AND ONE PERCENT CIRCLE A REA ARE
C***** FILLED WITH VALUES
ISN 0138      200 ITRANS=GR1((L+2)*G/81.+L**2)
ISN 0139      AA=ATRANS
ISN 0140      BB=BTTRANS
ISN 0141      AA1=IAA/0.0314261*50.
ISN 0142      BB1=IBB/0.0314261*50.
ISN 0143      IAA=AA1
ISN 0144      IBB=BB1
ISN 0145      IAA1=AA-2
ISN 0146      IAAF2=IAA-2
ISN 0147      IBB1=BB-3
ISN 0148      IBBF2=BB-3
ISN 0149      IBB3=BB-3
ISN 0150      IBBF3=BB-3
ISN 0151      IBB4=BB-2
ISN 0152      IBBF4=BB-2
ISN 0153      DC 3000 L=IAAP2,JAAP2
ISN 0154      DC 3000 G=IBBB3, IBBP3
ISN 0155      3000 ARLL,GIARLL,G1+1,
ISN 0156      DU 3100 L=IBPML2, IBPPL2
ISN 0157      AR1(IAA-3,L)=AR1(IAA-3,L)+1,
ISN 0158      3100 AR1(IAA-3,L)=AR1(IAA+3,L)+1,
ISN 0159      DO 3200 L=1,9,8
ISN 0160      3200 AR1(IAA-5,L),IBB-4+G)AR1(IAA-5+L,IBB-4+G)+EIG
ISN 0161      DO 3300 L=1,9,8
ISN 0162      3300 AR1(IAA-4+G,IBB-5+L)+AR1(IAA-4+G,IBB-5+L)+EIG
ISN 0163      DO 3400 L=1,7,6
ISN 0164      3400 AR1(IAA-4+G,IBB-4+L)+AR1(IAA-4+G,IBB-4+L)+EIG
C
ISN 0165      4000 AR1(IAA-4+L),IBB-4+G)+AR1(IAA-4+1,(IBB-4+G)+74
ISN 0166      200 CONTINUE
C***** END OF PART THREE
C

```

PAGE 003

PAGE 004

```

C
***** BEGINNING OF PART FOUR
ISN 0164      LC 4000 L=1,100
ISN 0165      DC 4000 M=1,100
ISN 0170      IF (ARIL,M,LE,1000,1) GO TO 4000
ISN 0171      ILLY=101-2*L
ISN 0172      KILL=FLCAT(ILLY)
ISN 0173      INMM=101-2*M
ISN 0174      KIMM=FLCAT(INMM)
ISN 0175      KILLL=50/SQRT(ICHMM/RILL)*2*L+1
ISN 0176      ILLL=IPIX(RILLL)
ISN 0177      KIMML=50/SQRT((KILL/RIMM)*2*L+1)
ISN 0178      INMM=IPIX(ICHMM)
ISN 0179      IF(ILLL,LT,0,0) GO TO 42
ISN 0180      IFLLL=L*ILLL
ISN 0182      GO TO 43
ISN 0183      42      ILLLL=L-ILLL
ISN 0185      43      IF(IFRP,LT,0,0) GO TO 44
ISN 0187      INMMX=M*INMM
ISN 0188      GU TO 45
ISN 0189      44      INMMX=M*INMM
ISN 0190      45      ARICILLL,(INMMX)=ARICILLL,(INMM)+ARIL,M)-10000,
ISN 0191      ARIL,M)=10000.
ISN 0192      4600  CONTINUE
C***** END OF PART FOUR
C
C
C***** BEGINNING OF PART FIVE
ISN 0193      INTEGER KAR(100,100)
ISN 0194      KIS=FLOAT(1)
ISN 0195      S1=0.15/100.
ISN 0196      DC 5000 KAR,100
ISN 0197      DC 5000 L=1,100
ISN 0198      IF (AR(K,L),EQ,10000,1) GO TO 52
ISN 0199      IF (AR(K,L),EQ,0,01) GO TO 51
ISN 0200      KAR (K,L)=AR(K,L)/S1
ISN 0201      GO TO 5000
ISN 0204      51      KAR(K,L)=0
ISN 0205      GO TO 5000
ISN 0206      52      KAR(K,L)=10
ISN 0207      5000  CONTINUE
C***** END OF PART FIVE
C
C
C***** BEGINNING OF PART SIX
ISN 0210      60  FORMATT(1H1)
ISN 0211      WRITE(6,60)
ISN 0212      61  FORMAT(13,100A1)
ISN 0213      DIMENSION PAR(10), RKUM(100)
C***** VALUES FROM 1 TO NINE WILL BE PRINTED WITH THEIR NUMERICAL VALUES
C***** VALUES GREATER THAN NINE WILL HAVE THEIR CORRESPONDING ALPHABET ICAL
C***** NOTATION STORED IN PAR ARRAY
C***** VALUES SMALLER THAN 1 WILL BE LEFT BLANK
ISN 0214      DATA PAR/1*,2*,3*,4*,5*,6*,7*,8*,9*,A*,B*,C*,D*,E*,F*
ISN 0215      1*,G*,H*,I*,J*,K*,L*,M*,N*,O*,P*,Q*,R*,S*,T*,U*/,
ISN 0216      RKUM/1*X1/,RKUM/1*1/,RKUM/1*1/
ISN 0217      DO 6000 KUL=1,100
ISN 0218      K=101-KUL
ISN 0219      DC 6100 L=1,100
ISN 0220      I=KAR(K,L)
ISN 0221      IF(I,LT,1101) GO TO 64
ISN 0222      RKLM(L)=RKLM
ISN 0223      GO TO 6100
ISN 0224      63      IF(I,LE,301) GO TO 61
ISN 0225      RKLM(L)=RKLMX
ISN 0226      GO TO 6100
ISN 0227      61      RKUM(L)=PAR(1)
ISN 0228      RKUM(L)=PAR(1)
ISN 0229      6100  CONTINUE
ISN 0230      WRITE(6,201IK),(RKUM(L),L=1,100)
ISN 0231      6000  CONTINUE
ISN 0232      JIMENSION ICOR(10)
ISN 0233      DATA ICOR/10*0/
ISN 0234      70  FORMAT(1*,10I10)
ISN 0235      WRITE(6,70) ICOR
ISN 0236      30  FORMAT(1//11)
ISN 0237      WRITE(6,30)
ISN 0238      40  FORMATT(1*,10,I=11,L=12,D=13,E=14,F=15,G=16,T=17,I=18,J=19,K=2
ISN 0239      T0,L=21,M=22,N=23,V=24,P=25,R=27,S=28,T=29,U=30,X=31)-1
ISN 0240      7001
ISN 0241      WRITE(6,40)
C***** END OF PART SIX
C
C
C***** BEGINNING OF PART SEVEN
ISN 0242      MAX=KAR(10,4)
ISN 0243      DC 8000 K=1,100
ISN 0244      DC 8000 L=1,100
ISN 0245      IF(IKAR(K,L),LT,1101) GO TO 8000
ISN 0246      IF(IKAR(K,L),LT,1101) MAX=KAR(K,L)
ISN 0247      8000  CONTINUE
ISN 0248      MAX45=(MAX*4)/5
ISN 0249      MAXJ5=(MAX*3)/5
ISN 0250      MAXZ5=(MAX*2)/4
ISN 0251      MAX15=MAX/5
ISN 0252      MAX15=(MAX*3)/10
ISN 0253      51  FORMATT( MAX=1,11)
ISN 0254      WRITE(6,51) MAX
ISN 0255      52  FORMATT( MAX=1,11)
ISN 0256      WRITE(6,52) MAX
ISN 0257      CALL STRTP1(10)
ISN 0258      REAL 1ETA,PI,PIA,V,W,P173,141592657,PI18,PI180,DIV,SCFAC
ISN 0259      PI18*PI18B,
ISN 0260      PI180*PI180,
ISN 0261      91 V=2C/(2.54*50.)

```

```

JSN 0261      SCFAC*(10./2.54)/(2.*SIN(190./2.*RAD)*
JSN 0262      V=50.*DIV
JSN 0263      N=5.0*DIV
JSN 0264      CALL PLOT1(V,W,3)
JSN 0265      GO 7000  (TETRA/2.*PI)*10,90,10
JSN 0266      DIA=24*SIN((TETRA/2.*PI)*10,90,10)*SCFAC
JSN 0267      GO 7000  (FI=1,361
JSN 0268      FI=1(IFL-1)*PI180
JSN 0269      V=SIN(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0270      W=COS(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0271      CALL PLOT1(V,W,2)
JSN 0272      7000  CONTINUE
C*****END OF PART SEVEN
C
C
C
C*****BEGINNING OF PART EIGHT
JSN 0273      DIA=2*SIN(190./2.*RAD)*SCFAC
JSN 0274      GO 7100  IFI=1,19
JSN 0275      FI=(IFI-1)*PI180
JSN 0276      V=SIN(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0277      W=COS(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0278      CALL PLOT1(V,W,3)
JSN 0279      FI=(IFI+1)*PI180
JSN 0280      V=SIN(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0281      W=COS(FI)*DIA+50.*DIV
JSN 0282      CALL PLOT1(V,W,2)
JSN 0283      7100  CONTINUE
JSN 0284      J4=J4,-0.5*DIV
JSN 0285      V4U=(50.0-0.5)*DIV
JSN 0286      V4V=-0.5*DIV
JSN 0287      DIMENSION BCD(10)
JSN 0288      DATA BCD/266,245,262,255,708,270,202,74 ,248/
JSN 0289      CALL SYMBL1(V4,V50,0.08,BCD11),0.0,-1)
JSN 0290      CALL SYMBL1(V5,V50,0.08,BCD12),0.0,-1)
JSN 0291      CALL SYMBL1(V50,V4,0.08,BCD13),0.0,-1)
JSN 0292      CALL SYMBL1(V50,V50,0.08,BCD14),0.0,-1)
JSN 0293      GO 6100  K=L,100
JSN 0294      JL 6100  L=L,100
JSN 0295      IF(KAK1(K,L)LE.1.0R,KAK1(K,L),GT.105) GO TO 8100
JSN 0297      IF(KAK1(K,L)LE.MAX+5) GO TO 82
JSN 0298      ERK1=K
JSN 0300      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0301      ERKL=1
JSN 0302      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0303      CALL SYMBL1(ERKL,ERK2,0.08,BCD15),0.0,-1)
JSN 0304      JL 8100
JSN 0305      82  IF(KAK1(K,L)LE.MAX+5) GO TO 83
JSN 0306      ERK1=K
JSN 0307      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0308      ERKL=1
JSN 0309      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0310      CALL SYMBL1(ERKL,ERK2,0.08,BCD16),0.0,-1)
JSN 0311      JL 8100
JSN 0312      83  IF(KAK1(K,L)LE.MAX+5) GO TO 84
JSN 0313      ERK1=K
JSN 0314
JSN 0315

```

PAGE 007

```

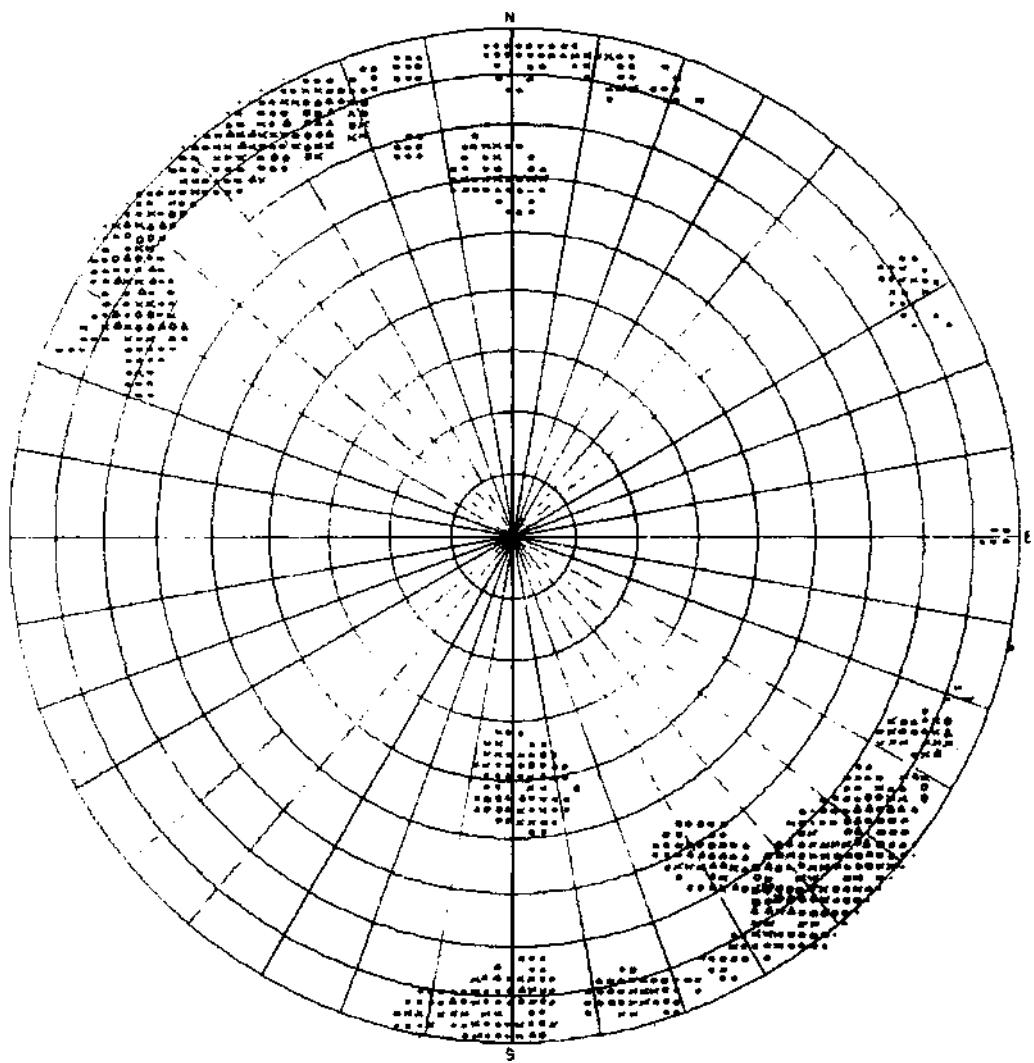
JSN 0316      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0317      ERKL=1
JSN 0318      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0319      CALL SYMBL1(ERKL,ERK2,0.08,BCD17),0.0,-1)
JSN 0320      GO TO 8100
JSN 0321      84  IF(KAK1(K,L)LE.MAX) GO TO 85
JSN 0322      ERK1=K
JSN 0323      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0324      ERKL=L
JSN 0325      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0326      CALL SYMBL1(ERKL,ERK2,0.08,BCD18),0.0,-1)
JSN 0327      GO TO 8100
JSN 0328      85  IF(MAX,LT.5) GO TO 8100
JSN 0329      ERK1=K
JSN 0330      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0331      ERKL=L
JSN 0332      ERK2=(ERK1-0.5)*DIV
JSN 0333      CALL SYMBL1(ERKL,ERK2,0.08,BCD19),0.0,-1)
JSN 0334      8100  CONTINUE
JSN 0335      CALL ENDP1
JSN 0336
JSN 0337
C*****END OF PART EIGHT
JSN 0338      RETUR
JSN 0339      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
X=31-100

MAX = 12



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