

MAGNETİK VE GRAVİTE ANOMALİLERİNİN YORUMUNDA BİLGİSAYARLA ÇAKIŞTIRMA YÖNTEMİ

A COMPUTER MATCHING METHOD OF THE INTERPRETATION OF MAGNETIC AND GRAVITY ANOMALIES

İbrahim KARA

I.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: Yeraltındaki kütlelerin parametrelerine tahmini değerler verilerek elde edilen teorik anomalinin, arazi anomalisi ile çakıştırılarak yoruma gitme işlemi daha önceden bilinen bir yöntemdir. Bu çalışmada ise, çakıştırma işleminin bilgisayara yaptırılmasıyla yöntem çok hızlandırılmıştır.

Sunulan çalışmada önce, kütle parametreleri kabaca tayin edilir. Bu parametrelere bir alt ve üst sınır ile bir de adım aralığı tesbit edilir. Her parametredeki herbir küçük değişimde, teorik anomali hesaplanarak arazi anomalisi ile arasındaki fark bulunur. Bu farkın en küçük olduğu durumdaki kütle parametreleri aranan parametrelerdir.

Yöntem formüle edilebilen her türlü kütlelerin magnetik ve gravite anomalisine uygulanabilir. Çalışmamıza örnek olması için, sadece alt ucu sonsuzdaki daykların magnetik anomalileri üzerinde çalışılmış ve bir teorik uygulama yapılmıştır. Uygulamanın neticesi gayet başarılıdır. Ayrıca, üzerinde başkalarının da çalışmış olduğu, bir arazi anomalisi yorumlanmıştır. Çalışmanın özü bilgisayara dayandığından bir de, bilgisayar programı verilmiştir.

ABSTRACT: The interpretation process of the theoretical anomaly obtained by given random values to the parameters of the buried mass, matching with field anomaly is a well-known method. In this study, this method was made faster getting the matching process done by computer.

In this work, the mass parameters are obtained randomly. An upper and lower limits and the iteration interval are chosen for these parameters. The theoretical anomaly is calculated for each change at each parameter hence, the difference between the field anomaly and the theoretical anomaly is obtained. The parameter of this difference are the seeking parameters.

This method can be applied on the anomalies of every formulated magnetic and gravity anomalies. To give an example for this method, a work has been conducted on the magnetic anomalies of the dikes having one end at the infinity, and a theoretical application of it has been given. The results of the application is very successful. Besides this, the another anomaly being worked by the other scientists was interpreted. A computer program was given since the main concept of this study is dealing with programming.

GİRİŞ:

Yeraltındaki çeşitli jeolojik yapılardan bir tanesi de dayk olup, bu yapı üzerinde birçok kişi çalışmıştır. Bunlardan birkaçını şöyle sıralayabiliriz. Gay (1963), daykların meyil açıları ve kalınlıklarının değişiminden magnetik anomalinin nasıl etkilendiğini gösteren eğriler topluluğunu elde etmiş, Koulomzine ve diğerleri (1970) ise, alt ucu sonsuzda olan meyilli daykların magnetik anomalilerini yorumlamak için abaklar geliştirmişlerdir. Rao ve diğerleri (1973), daykların magnetik anomalilerinin bilgisayarla yorumu için iki adet çalışma, Stanley (1977) ise jeolojik kontakt ve ince daykların magnetik anomalilerinin maksimum ve minimum değerleri ile bu değerlerin absislerinden faydalanarak yorum yapmışlardır. Rao ve diğerleri (1981), dayk ve fayların maksimum ve minimum anomalilerinden elde ettikleri değerleri, kendi hazırladıkları bir

nomogramda yerlerine koyarak kütle parametrelerini elde etmişlerdir. Radhakrishna Murthy (1985) dayk ve fayların magnetik anomalilerindeki maksimum ve minimum noktaların orta nokta özelliğinden yararlanarak yoruma gitmiştir.

Gravite ve magnetik anomalilerin yorumu, hem kütle parametrelerine tahmini değerler vererek elde edilen teorik anomalinin arazi anomalisine uygunluğu aranılarak, hem de arazi anomalisindeki kritik noktalardan yararlanılarak yapılmaktadır. Bu çalışmada ise, yukarıda söylenen, arazi anomalisi ile teorik anomalinin uygunluğu aranılarak yoruma gidilmiştir. Ancak, çalışmamızda iki anomalinin uygunluğu bilgisayarla yapılmakta, uyumsuzluk durumunda parametre değiştirilme işlemi de yine bilgisayar aracılığıyla yapılmaktadır.

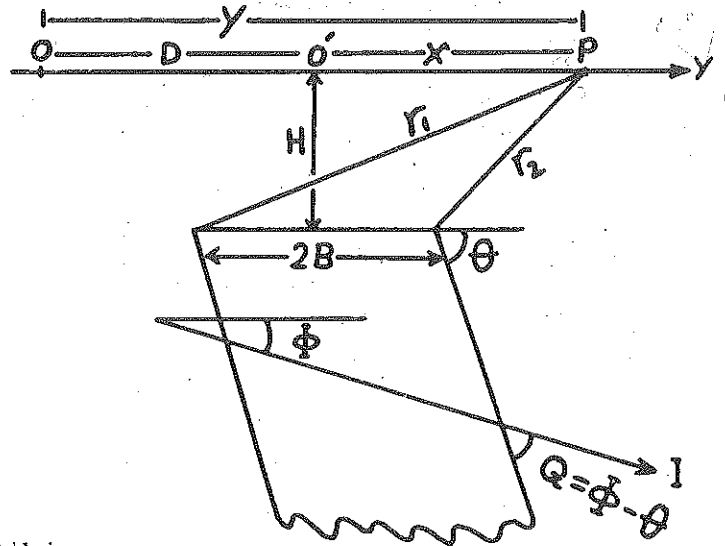
Bilgisayarla Çakıştırma Yöntemi:

Anomalileri formüle edilebilen yeraltındaki kütlelerin, kütle parametreleri kabaca tahmin edilerek elde edilen, teorik anomalilerinin arazi anomalisi ile karşılaştırılması eskiden beri bilinen bir yöntemdir. Tahmin edilen parametrelere göre elde edilen anomali eğrileri, bilgisayarla elde edilse bile, sayısının çokluğu ve karşılaştırma işleminin zaman alışı bu yöntemin değerini zayıflatmaktadır. Üstelik yöntem, az da olsa tecrübe gerektirmektedir.

Daha pratik olan diğer yorum yöntemleri ise, arazi anomalisi üzerinde maksimum ve minimum gibi, bazı kritik noktaların tesbitine ihtiyaç duyarlar. Oysa bu kritik noktaların tesbiti her zaman doğru olarak yapılamamaktadır. Herhangi bir kritik noktanın, azda olsa, yanlış tesbiti bazen çok büyük hatalara neden olabilmektedir.

mız değerlerdir. Ancak bazen, gerçek parametre verilen alt veya üst sınırın dışına çıkıyorsa, en son elde edilecek parametre değeri de, ya alt ya da üst sınır değerine eşit çıkacaktır. Bu durumda alt ve üst sınırları, çıkan neticenin durumuna göre artırmak veya eksiltmek gerekir. Kütle parametreleri alt ve üst sınırların içine düşürüldükten sonra, sınır değerleri daraltılıp adım aralıkları da küçültülerek, parametreler çok hassas olarak elde edilirler. Yöntem formüle edilebilen her türlü yapıya hem gravite hem de magnetik olarak uygulanabilir. Ancak burada, örnek çalışma için, sadece daykların magnetik anomalisi yorumlanmıştır.

Şekil 1'de görülen gelişigüzel magnetiklenmiş, altucu sonsuzda olan bir daykın anomali eşitliği şu şekilde verilir.



Şekil 1: Dayk modelinin parametreleri

Fig. 1: Parameters of the dike model

$$V(x) = 2I \sin \theta \left[\cos Q \left(\tan^{-1} \frac{x+B}{H} - \tan^{-1} \frac{x-B}{H} \right) + \frac{1}{2} \sin Q \ln \left(\frac{H^2 + (x+B)^2}{H^2 + (x-B)^2} \right) \right] \dots (1)$$

Bu çalışmada sunulan yöntemde ise, yukarıda sözü edilen karşılaştırma yöntemine, karşılaştırma işinin de bilgisayara yaptırılması eklenerek yöntem çok çabuklaştırılmıştır. Yöntemin uygulanması kısaca şöyledir. Önce kütle parametreleri çok kaba olarak tahmin edilir. Bu tahmine göre her parametreye bir alt ve üst sınır belirlenir. Bu alt ve üst sınır arasında küçük aralıklarla ilerlenir. Her parametredeki her küçük değişim esnasında, bilgisayarla, kütlelerin yeni anomali değerleri elde edilir. Bu anomali ile arazi anomalisi arasındaki fark hesaplanır. Bu farkın en küçük veya sıfır olduğu durumdaki kütle parametreleri aradığı-

Bu eşitlik, daykın üst yüzünün tam orta noktasının yeryüzündeki izdüşümünü orijin olarak kabul etmektedir. Eğer arazi anomalisinde herhangi bir keyfi orijin seçilip, bu iki orijin arasındaki mesafeye (D) denilirse,

$$Y = X + D \text{ buradan}$$

$$X = Y - D \text{ olur. Ayrıca}$$

$A = 2I \sin \theta$ denilip, bunlar (1) Nolu denklemde yerlerine konulursa,

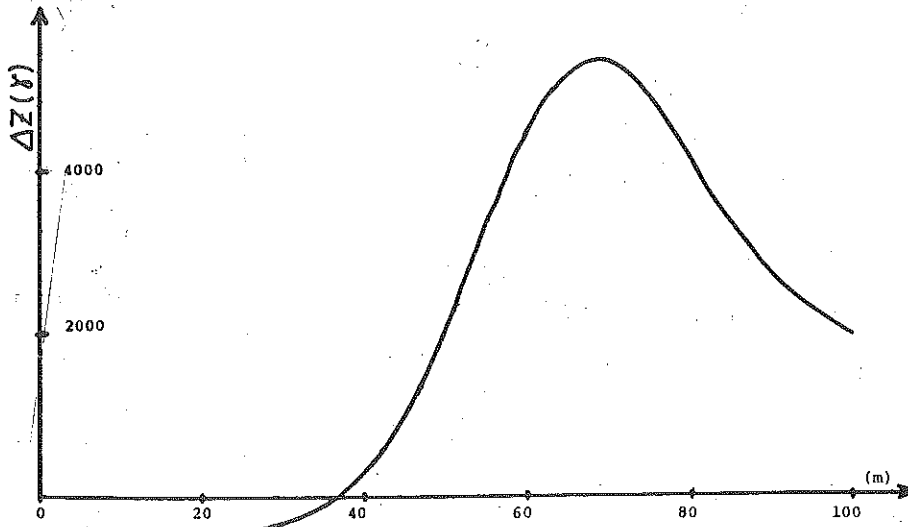
$$V(Y) = A \left[\cos Q \left(\tan^{-1} \frac{Y-D+B}{H} - \tan^{-1} \frac{Y-D-B}{H} \right) + \frac{1}{2} \sin Q \ln \left(\frac{H^2 + (Y-D+B)^2}{H^2 + (Y-D-B)^2} \right) \right] \dots \dots (1-a)$$

elde edilir. (1-a) denklemindeki kütle parametreleri, A, Q, D, B ve H olup, Şekil. 1 de görülmektedirler. Bu 5 parametrenin herbirinin alt ve üst sınırları arasında 5 eşit aralığa bölersek, arazi anomalisi ile çakıştırılacak olan teorik anomali sayısı $5^5 = 3125$ adet olur. Ayrıca her bir anomaliyi de $10'$ ar ölçü noktası ile temsil ettiğimizde, gerçekten bu kadar çok çakıştırma işlemi, çok zaman alacakmış gibi düşünülebilir. Oysa bu işlem, IBM 4381'de, 15-20 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleştirilmektedir. Sınırlar daraltıldıkça yeniden çakıştırma işlemleri yapılarak işlemin tamamı birkaç dakika içerisinde bitirilmektedir.

Çalışmamızda sunulan yöntem tamamen bilgisayara dayandığı için, çalışmanın sonunda, bir bilgisayar programı verilmiştir.

Teorik Uygulama:

Keyfi orijinden gerçek orijinin uzaklığı (D) 62 m, derinliği (H) 14 m, yarı genişliği (B) 12 m, amplitüd katsayısı (A) 4000 birim ve magnetiklenme yönü ile dayk duvarının arasındaki açı (Q) 32° olan bir daykın magnetik anomalisi Şekil. 2'deki gibidir.



Şekil 2: Teorik uygulamadaki düşey bileşen anomali eğrisi
Fig. 2: The vertical anomaly curve in theoretical applying

Bu anomaliyi karakterize edebilecek, keyfi orijine 10 adet uzaklık ve bu uzaklıklardaki anomali değerleri programda yerlerine konuldu. Daha sonra Tablo I'de görüldüğü gibi her parametreye bir alt, üst sınır değeri bir de adım aralığı seçildi. Programın çalıştırılması ile elde edi-

len parametrelerin alt ve üst sınır arasında olduğu görüldü. Bundan sonra Tablo I'in 2. denemesinde görüldüğü gibi, alt ve üst sınırlar daraltılarak adım aralığı da küçültüldü. 3. denemede ise adım aralıkları en küçük haline getirilerek parametrelerin son değerleri elde edildi. Bu değerlerle problemin başında verilen değerler kıyaslanırsa, tamamen aynı oldukları görülür.

Bu uygulamada, kütle parametreleri verilen sınırlar içinde kalmaktadır. Bazen parametreler ayrılan sınırların dışında kalabilirler. Buna örnek olması için, gene Şekil 2'deki anomaliye, Tablo II'nin 1. denemesindeki sınır değerleri verildi. 1. denemeye dikkat edilirse H ve B'nin gerçek değerleri sınırların dışına taşmaktadır. Bu durumda elde edilen H ve B değerleri ise, kendilerine ayrılan alt sınır değerlerine eşit çıktı. Bu durum dikkate alınarak H ve B'nin alt sınırları 2. denemede küçültüldü. Bu denemeden sonra elde edilen parametreler ise, Tablo I'in 1. denemesinde elde edilen parametreler olduğu görülmektedir. Yani, bundan sonra Tablo I'deki 1., 2. ve 3. denemeler yapılarak netice parametreler elde edilmelidirler.

Arazi Uygulaması:

Çalışmamızda arazi uygulaması, Peru'da Marcona bölgesindeki, düşey bileşen magnetik anomalisi (Şekil. 3)

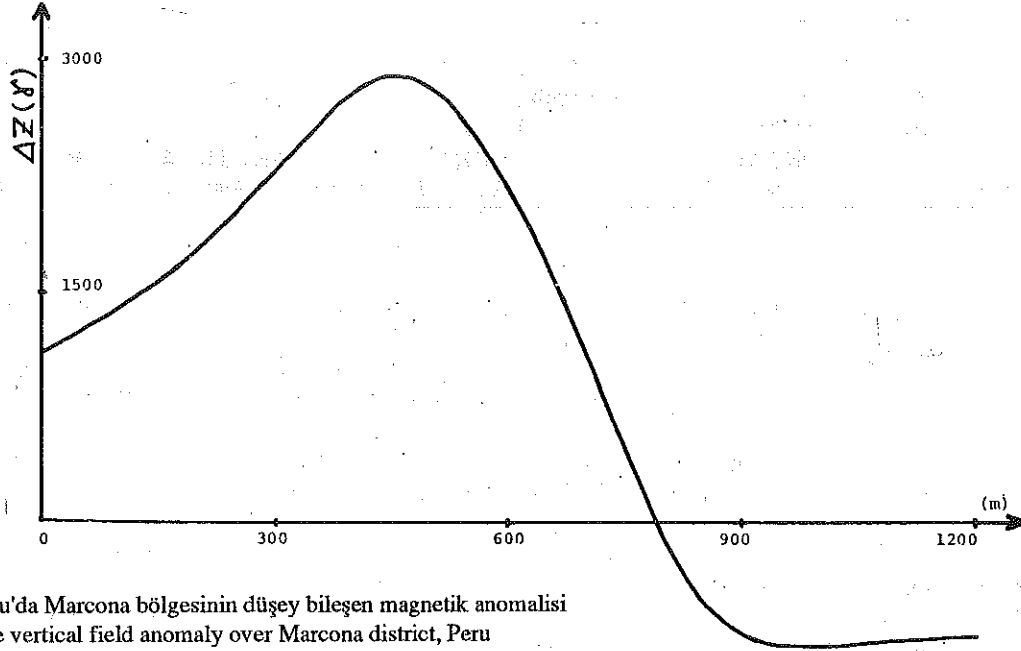
üzerinde yapılmıştır. Uygulama için önce bir keyfi orijin seçilmiştir. Daha sonra, anomaliyi karakterize edebilecek, keyfi orijinden 17 adet uzaklık ve bu uzaklıklardaki anomali değerleri tesbit edilmiştir. Daha sonra da kütle parametreleri (D, H, B, A ve Q) için çok kaba olarak alt ve üst sınır değerleri ile adım aralıkları tesbit edilerek programda

Tablo : I

	Parametreler	Alt Sınırlar	Üst Sınırlar	Adım Aralığı	Hesaplanan Parametre Değerleri
1. Deneme	D	50	70	5	60
	H	5	25	5	15
	B	5	25	5	15
	A	2000	4500	500	3500
	Q	20	40	5	35
2. Deneme	D	55	65	2	63
	H	10	20	2	14
	B	10	20	2	12
	A	3000	4000	200	4000
	Q	30	40	2	30
3. Deneme	D	60	65	1	62
	H	12	16	1	14
	B	10	14	1	12
	A	3800	4200	100	4000
	Q	28	34	1	32

Tablo : II

	Parametreler	Alt Sınırlar	Üst Sınırlar	Adım Aralığı	Hesaplanan Parametre Değerleri
1. Deneme	D	50	70	5	60
	H	20	40	5	20
	B	20	40	5	20
	A	3000	5000	500	3000
	Q	20	40	5	40
2. Deneme	D	50	70	5	60
	H	10	30	5	15
	B	10	30	5	15
	A	2500	4500	500	3500
	Q	25	45	5	35



Şekil 3: Peru'da Marcona bölgesinin düşey bileşen magnetik anomalisi
Fig. 3: The vertical field anomaly over Marcona district, Peru

yerlerine konulmuş, hesaplanan değerlere göre de sınırlar ve adım aralıkları değiştirilerek parametre değerleri çok hassas olarak elde edilmiştir. Elde edilen neticeler, aynı anomali üzerinde daha önceden yorum yapan çalışmacıların neticeleri ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamalar Tablo: III' de görülmektedir.

Çalışmanın denemesi hem model anomali üzerinde hem de, daha önceden başka çalışmacılar tarafından yorumlanan, bir arazi anomalisi üzerinde yapılmış ve çok iyi neticeler elde edilmiştir. Ancak yöntemin uygulanabilmesi için arazi anomalisindeki, varsa rejijyonel etkinin daha önceden atılması gerekmektedir. Çalışma formüle edilebilen her türlü kütlelerin gravite ve magnetik anomalisine uygulanabilir.

Tablo : III

Parametreler	Gay (1963)	Koulomzine ve diğ. (1970)	Rao ve Ram Babu (1981)	Sunulan Metod
H (m)	124.0	126.7 135.5	140.5 140.3	162.0
2B (m)	372.0	411.9 405.5	421.5 420.9	380.0
Q°	-50.0°	-50.13° -50.53°	-49.5°	-52.0°
D (m)	-	-	-	607.0
A (birim)	-	-	-	1950

SONUÇLAR:

Arazi anomalisi ile, tahmin edilen kütle parametrelerine göre elde edilen teorik anomalinin uyumluluğuyla yoruma gitme işlemi zaten eskiden beri kullanılmaktaydı. Ancak, bu iki anomalinin çizimi ve çakıştırılması el ve göz ile yapılmakta olup, çok zaman almakta ve az da olsa tecrübe gerektirmektedir. Çalışmamız da ise, çakıştırma işlemi de bilgisayara yaptırılarak, zaman minimuma düşürülmüştür.

Yararlanılan Kaynaklar

Gay, S.P. (1963), Standart Curves for Interpretation of Magnetic anomalies. Over Long Tabular Bodies, Geophysics 28, 161-200.

Koulomzine, th., Lamontagne, Y, and Nadeau, A. (1970), New Methods for the Direct Interpretation of Magnetic Anomalies Caused by Inclined Dikes of Infinitive Length, Geophysics 35, 812-830.

```

C*****
C * V      :ARAZİ DEĞERLERİ (GAMMA) *
C * G      :HESAPLANAN DEĞERLER (GAMMA) *
C * Y      :ÖLÇÜ NOKTALARININ KEYFİ ORIJINE UZAKLIKLARI (M) *
C * D1,D2,DT:GERÇEK ORIJİNİN KEYFİ ORIJINE OLAN TAHMİNİ İLK VE SON *
C *        DEĞERLERİ İLE ADIM ARALIĞI (M) *
C * H1,H2,HT:TAHMİNİ DERİNLİĞİN İLK VE SON DEĞERLERİ İLE ADIM ARA- *
C *        LIĞI *
C * B1,B2,BT:DAYKIN YARI GENİSLİĞİNİN TAHMİNİ İLK VE SON DEĞERLERİ *
C *        İLE ADIM ARALIĞI (M) *
C * Q1,Q2,QT:MANYETİZASYON YÖNÜ İLE DAYK DUVARI ARASINDAKİ ACININ *
C *        İLK VE SON DEĞERLERİ İLE ADIM ARALIĞI (DERECE) *
C * A1,A2,AT:A NİN İLK VE SON DEĞERLERİ İLE ADIM ARALIĞI *
C * A=2*I*SIN(TETA), I:MANYETİZASYON YÖNÜ (DERECE) *
C * I=K*T      K:SUSEPTİBİLİTE (C.G.S) *
C *           T:YÖRESEL TOTAL MANYETİK ALAN (GAMMA) *
C*****

```

```

DIMENSION V(10),G(10),Y(10)
DATA V/-343,-354,-250,790,3247,4074,4423,4233,3678,3040/
DATA Y/5,17,38,57,70,75,80,85,90,95/
DATA D1,D2,DT/60,80,5/
DATA H1,H2,HT/10,30,5/
DATA B1,B2,BT/5,20,5/
DATA A1,A2,AT/2000,4000,500/
DATA Q1,Q2,QT/20,40,5/
DO 55 K=1,10

```

```
55 Y(K)=Y(K)*100
```

```
E=10E20
```

```
DO 20 D=D1*100,D2*100,DT*100
```

```
DO 20 H=H1*100,H2*100,HT*100
```

```
DO 20 B=B1*100,B2*100,BT*100
```

```
DO 20 A=A1,A2,AT
```

```
DO 20 QD=Q1,Q2,QT
```

```
Q=QD*3.14159/180
```

```
E1=0
```

```
DO 30 I=1,10
```

```
S1=(Y(I)-D+B)/H
```

```
S2=(Y(I)-D-B)/H
```

```
S3=(H**2+(Y(I)-D+B)**2)/(H**2+(Y(I)-D-B)**2)
```

```
G(I)=A*(COS(Q)*(ATAN(S1)-ATAN(S2))+0.5*SIN(Q)*LOG(S3))
```

```
30 E1=E1+ABS(G(I)-V(I))
```

```
IF(E1.LT.E)GO TO 40
```

```
GO TO 20
```

```
40 E=E1
```

```
D5=D
```

```
H5=H
```

```
B5=B
```

```
A5=A
```

```
Q5=Q
```

```
20 CONTINUE
```

```
Q5=Q5*180/3.14159
```

```
WRITE(6,50)D5/100,H5/100,B5/100,A5,Q5
```

```
Q5=Q5*3.14159/180
```

```
WRITE(6,44)
```

```

DO 60 I=1,10
S1=(Y(I)-D5+B5)/H5
S2=(Y(I)-D5-B5)/H5
S3=(H5**2+(Y(I)-D5+B5)**2)/(H5**2+(Y(I)-D5-B5)**2)
G(I)=A5*(COS(Q5)*(ATAN(S1)-ATAN(S2))+0.5*SIN(Q5)*LOG(S3))
60 WRITE(6,70)Y(I)/100,G(I),V(I)
50 FORMAT(10X,`D=` ,F10.2/10X,`H=` ,F10.2/10X,`B=` ,F10.2/10X,
D`A=` ,F10.2/10X,`Q=` ,F10.2//)
44 FORMAT(7X,`KEYFİ ORİJİNE      HESAPLANAN      ARAZİ` ,/,
D      UZAKLIKLAR      DEĞERLER      DEĞERLERİ` ,/,
D      -----      -----      -----)
70 FORMAT(2X,3F14.2)
STOP
END

```

- Radhakrishna Murthy, I. V. (1985)**, The Midpoint Method: Magnetic Interpretation of Dikes and Faults, *Geophysics* 50, 834-839.
- Rao, D. A. and Ram Babu, H. V. (1981)**, Nomogram for Rapid Evaluation of Magnetic Anomalies Over Long Tabular Bodies, *Pageoph*, 119, 1037-1050.
- Rao, B. S. R., Radhakrishna Murthy, I. V. and Rao Visweswara, C. (1973)**, Two Methods for Computer Interpretation of Magnetic Anomalies of Dikes, *Geophysics* 38, 710-718.
- Stanley, J. M. (1977)**, Simplified Magnetic Interpretation of the Geologic Contact and Thin dike, *Geophysics* 42, 1236-1240.