

FAYLARIN DÜŞEY MANYETİK ANOMALİLERİNİN YORUMU

INTERPRETATION OF VERTICAL MAGNETIC ANOMALIES OF FAULTS

Davut AYDOĞAN

İ.Ü. Müh. Fak. Jeofizik Mühendisliği Bölümü 34850, Avcılar/İSTANBUL

ÖZ: Bu çalışmada, gelişigüzel manyetiklenmiş fayların düşey manyetik anomalilerinin yorumu için bir ters çözüm yöntemi sunulmuştur. Manyetik verilerin yorumu için sunulan 2 boyutlu algoritma, başlangıç model parametrelerinin seçimine dayalıdır. Fay modeline ait parametrelerin başlangıç değerlerini tahmin etmek için düşey manyetik anomalinin maksimum ve minimum değerleri kullanılır. Marquardt optimizasyon tekniği kullanılarak, gözlenen ve hesaplanan anomaliler arasındaki en iyi uyum sağlanıncaya kadar model parametrelerinin yaklaşık değerleri hesaplanır.

Yöntemin uygulanabilirliği kuramsal modeller üzerinde denenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Düşey manyetik anomali, gelişigüzel manyetiklenmiş fay, ters çözüm.

ABSTRACT : In this study, an inversion technique to interpret the vertical magnetic anomalies of arbitrarily magnetized faults is presented. The 2-D algorithm for interpretation of magnetic data presented here is based on selecting of the initial model parameters. The maximum and minimum values of the vertical magnetic anomalies are used to estimate the initial values of the parameters related to the fault model. Approximate values of the model parameters are calculated until the best fitting values are obtained between the observed and calculated anomalies by using Marquardt optimization technique.

Validity of the method is tested on theoretical models.

Keywords : Vertical magnetic anomaly, arbitrarily magnetized fault, inversion.

GİRİŞ

Gravite ve manyetik yorum problemlerinde anomaliler fay ve dayk gibi basit jeofizik modellere benzetilerek, model parametreleri bu jeofizik modellere uygun bir şekilde dizayn edilen ters çözüm teknikleri ile hesaplatılmaya çalışılır. Bu basit modellerin yorumu, karakteristik eğriler içeren grafik yaklaşımlarla, Grand ve West(1965), Powell(1967), Rao ve diğ.(1973), Rao ve Murthy(1978), Kara ve Aydoğan(1998), yapılabildiği gibi, kesin yorumlar optimizasyon teknikleri kullanılarak bilgisayar ortamında Hjelt (1973-1975), Won(1981), Özdemir (1983/1984), Radhakrishna Murthy(1990), Bilim ve Ateş(1999), yapılabilir. Pratikte fazla kullanılmamasına rağmen ilişki şekilleri Stanley ve Green(1976), Radhakrishna Murthy ve diğ. (1980), Rama Rao ve diğ.(1987), tarafından kullanılarak gravite ve manyetik anomaliler modellenmiştir.

Fay anomalilerinin yorumlanmasında kullanılan yorum tekniklerinin bir kısmında, (örneğin, Powell (1967), Atchuta Rao ve Rambabu(1983), Rama Rao ve diğ.(1987)), fay düşey basamak model

olarak kabul edilmiş ve kalıntı mıknatıslanması da ihmal edilmiştir. Bu kabullenmeler, hesaplanan model parametre sayısını düşürmekte ve yorumu daha kolay bir hale getirmektedir. Fayın sadece düşey olması pratikte her zaman mümkün olmamakta ve bu varsayıma dayalı olarak geliştirilen yöntemler sınırlı kalmaktadır. Ayrıca, faylanmış kütlelerin manyetiklenme yönü ile yermanyetik alanının yönü her zaman çakışmayabilir.

Bu çalışmada, gelişigüzel manyetiklenmiş faylara ait parametre değerlerinin hesaplanmasında kullanılabilen bir yöntem sunulmuş ve kuramsal 2 model üzerinde denenmiştir.

KURAMSAL ESASLAR

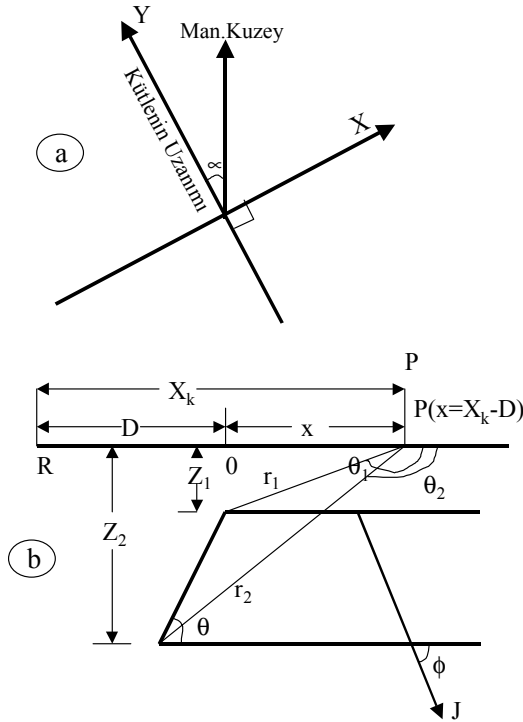
Bir XYZ kartezyen koordinat sistemi üzerinde, manyetik kuzey ile kütlelerin uzanımı Şekil 1a' da, manyetik profil ile fay modelinin düşey kesiti Şekil 1b' de gösterilmişlerdir. Ayrıca, çalışmada kullanılan parametreler Çizelge 1'de, topluca, açıklanmışlardır.

Basit geometriye sahip olan bir kütlelin genelleştirilmiş manyetik anomali ifadesi, D_m parametresine bağlı,

$$\Delta T = \Delta V \sin D_m + \Delta H \cos D_m \quad (1)$$

olarak verilebilir (Radhakrishna Murthy ve diğ. 2001).

Bu denklemdeki D_m parametresinin, 0° , 90° veya i olması durumunda, sırası ile, yatay, düşey ve toplam manyetik anomali değerleri hesaplanır.



Şekil 1. (a) Manyetik kuzeyin plansal görünüşü, (b) Fayın düşey kesit görünüşü.

Figure 1. (a) Plan view of the magnetic north, (b) Cross-sectional view of the fault.

Yukarıda sözü edilen D_m parametresine bağlı olarak Şekil 1b' de gösterilen fay modeline dik bir profil üzerinde, herhangi bir $P(x)$ noktasındaki genelleştirilmiş manyetik anomali denklemi,

$$\Delta T(x) = 2J' \sin \theta \left[\cos(\theta + \phi')(\theta_2 - \theta_1) + \sin(\theta + \phi') \ln \frac{r_2}{r_1} \right] \quad (2)$$

şeklinde verilebilir (Radhakrishna Murthy ve diğ. 2001).

Burada,

$$\theta_2 = \frac{\pi}{2} + \text{tg}^{-1} \left(\frac{x + (Z_2 - Z_1) \cot \theta}{Z_2} \right),$$

$$Z_1 \neq 0 \quad \text{için} \quad \theta_1 = \frac{\pi}{2} + \text{tg}^{-1} \left(\frac{x}{Z_1} \right),$$

$$Z_1 = 0, x \neq 0 \quad \text{için} \quad \theta_1 = \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{x}{|x|} \right),$$

$$Z_1 = 0, x = 0 \quad \text{için} \quad \theta_1 = \frac{\pi}{2},$$

$$r_1^2 = x^2 + Z_1^2 \quad \text{ve} \quad r_2^2 = (x + (Z_2 - Z_1) \cot \theta)^2 + Z_2^2$$

şeklinde.

Çizelge 1' de açıklanan ϕ' parametresi D_m parametresinin bir fonksiyonu olup, D_m parametresinin seçimine bağlı olarak, denklem (2)' den yatay, düşey veya toplam manyetik anomali değerleri hesaplanabilir.

Çizelge 1. Semboller listesi.

Table 1. List of the symbols.

Z_1	Fayın üst yüzey derinliği.
Z_2	Fayın alt yüzey derinliği.
θ	Fayın eğim açısı.
D	Referans noktasından fayın orijinine olan uzaklık.
ΔT	Genelleştirilmiş manyetik anomali.
ΔF	Toplam manyetik anomali.
ΔH	Manyetik anomalinin yatay bileşeni.
ΔV	Manyetik anomalinin düşey bileşeni.
J	Etkin manyetizasyon şiddeti.
ϕ	Etkin manyetizasyon vektörünün eğimi.
α	Manyetik kuzey ile iki boyutlu kütlelin uzunluğu arasındaki açı (Doğu veya Batı'ya doğru).
D_m	Ölçüm yönü; = 0° ise, yatay bileşen, = 90° ise, düşey bileşen, = i ise, toplam manyetik anomali.
ϕ'	$\phi - \text{tg}^{-1}(\sin \alpha \cot D_m)$
J'	$J(1 - \cos^2 \alpha \cos^2 D_m)^{0.5}$
i	Yermanyetik alanının eğimi.
ΔT_{\max}	Maksimum anomali değeri.
ΔT_{\min}	Minimum anomali değeri.
X_{\max}	Maksimum anomalinin absisi.
X_{\min}	Minimum anomalinin absisi.
A	Rejyonel değişim.
B	Referans noktasındaki rejyonel.

Anomali profili üzerinde keyfi olarak seçilmiş bir R noktasından fay modelinin orijin noktasına olan uzaklığı D ile gösterip, manyetik anomali değerlerine AX_k+B ile ifade edilen rejyonel değişim terimi ilave

edilirse, herhangi bir X_k noktasındaki, ($x=X_k-D$), genelleştirilmiş anomali denklemi,

$$\Delta T(X_k) = 2J' \sin \theta \left[\cos(\theta + \phi')(\theta_2 - \theta_1) + \sin(\theta + \phi') \ln \frac{r_2}{r_1} \right] + \quad (3)$$

$$AX_k + B$$

şeklinde elde edilir (Radhakrishna Murthy ve diğ. 2001).

TERS ÇÖZÜM İŞLEMİ

Jeofizik problemlerinin bir kısmında ters çözüm için tasarlanan n adet model parametresi, mp_j ($j=1, \dots, n$), ile m adet gözlemsel veri değeri, G_i ($i=1, \dots, m$), arasında doğrusal bir ilişki vardır. Bu tür problemlerin çözümü için gerekli olan doğrusal denklem sistemi,

$$G = Hmp \quad (4)$$

matris eşitliği ile verilebilir. Burada, **G** gözlemsel değerleri, **H** Jacobian matrisini ve **mp** ise model parametrelerini göstermektedirler. Jeofizikteki problemlerin bir bölümü ise, doğrusal olmayan problem türündendir. Bu durumda, modelin yanıtı ile model parametreleri arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Modelin yanıtı, model parametre değerlerinin model fonksiyonunda yerine konulması ile elde edilir. Bu durum ters çözüm aşamalarında gerekli olup modelin kuramsal yanıtını oluşturur. Problemin çözümü için model fonksiyonu Taylor serisine açılıp ikinci ve daha yüksek mertebeden türevli terimler gözardı edilerek denklem doğrusallaştırılır.

Model parametrelerine ait başlangıç değerleri, mp_j^0 , ve hesaplanan model yanıtı $F(x, mp_j^0)_i$ olarak gösterilecek olunursa, bu durumda doğrusallaştırma işlemi,

$$F(x, p)_i = F(x, mp_j^0) + \sum_{j=1}^n \frac{\partial F(x, mp_j^0)}{\partial mp_j^0} (mp_j - mp_j^0) \quad (5)$$

şeklinde elde edilir (Aydoğan, 1993). Gözlem değerleri ile model yanıtı arasındaki farkları ΔG , model fonksiyonunun model parametrelerine göre kısmi türevlerini oluşturan matrisi H_{ij} (Jacobian) ve model parametrelerine uygulanacak düzeltme miktarlarını Δmp_j , ($\Delta mp_j = mp_j - mp_j^0$), ile gösterecek olursak,

$$\Delta G = H \Delta mp \quad (6)$$

matris denklemi elde edilir. Gözlemsel veri sayısının parametre sayısından fazla olması durumunda

hesaplanacak parametre düzeltme miktarlarını içeren bağıntı denklem (6)' dan, genelleştirilmiş enküçük kareler çözümü, (H^t , H matrisinin transpozesi olmak üzere), aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\Delta mp = (H^t H)^{-1} H^t \Delta G \quad (7)$$

Modele ait parametre değerleri ise, ters çözüm işlemi sırasında, (k, yineleme sayısı olmak üzere),

$$mp_j^k = mp_j^0 + \Delta mp_j^k \quad (8)$$

denklemden hesaplanırlar. Denklem (7)' deki $H^t H$ matrisinin tekil değerler alması durumunda çözümün sağlanabilmesi için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi Levenberg-Marquardt, (sönümlü enküçük kareler), yöntemidir. Bu yöntemde, (β Marquardt katsayısı, **I** birim matris olmak üzere), parametrelere ilave edilecek düzeltme değerleri,

$$\Delta mp = (H^t H + \beta I)^{-1} H^t \Delta G \quad (9)$$

bağıntısından elde edilirler.

Model Parametrelerinin Hesaplanması

Şekil 1b'de gösterilen modele ait parametrelerin hesaplanması için (3) denklemi ile verilen model fonksiyonunun parametrelere göre kısmi türevlerinin analitik yada sayısal olarak elde edilmesi gerekir. Seçilen başlangıç parametrelerinin denklem (3)' te yerine konulması ile hesaplanan model yanıtını, (manyetik anomali) ΔT_{cal} , gözlenmiş manyetik anomaliyi ΔT_{obs} ve bu iki anomali arasındaki farkı $dT(k)$ ile gösterelim. Bu gösterimin denklem (5)' te yerine konulup düzenlenmesi ile,

$$dT(k) = \sum_{i=1}^8 \frac{\partial \Delta T(k)}{\partial a_i} da_i \quad (10)$$

denklemi elde edilir. Burada, $da_1=dZ_1$, $da_2=dZ_2$, $da_3=dD$, $da_4=d\theta$, $da_5=d\phi$, $da_6=dJ$, $da_7=dA$ ve $da_8=dB$ model parametrelerine ilave edilecek düzeltme miktarlarıdır. Kısmi türevler matrisinin her bir elemanını oluşturan ifadeler, denklem (3)' ten yararlanılarak, analitik olarak aşağıdaki şekilde elde edilirler (Radhakrishna Murthy ve diğ. 2001). Aşağıda verilen türev denklemlerinde,

$C = \cos(\theta + \phi')$, $S = \sin(\theta + \phi')$ ve $W = (Z_2 - Z_1) \cot \theta$ olarak alınmıştır.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial Z_1} = 2J' \sin \theta & \left[\left[\frac{(X_k - D)}{(X_k - D)^2 + Z_1^2} - \frac{Z_2 \cot \theta}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] C \right. \\ & \left. - \left[\frac{Z_1}{(X_k - D) + Z_2^2} + \frac{\cot \theta [(X_k - D) + W]}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] S \right] \end{aligned} \quad (11a)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial Z_2} = 2J' \sin \theta & \left[\left[\frac{Z_2 \cot \theta - [(X_k - D) + W]}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] C \right. \\ & \left. + \left[\frac{Z_2 + \cot \theta [(X_k - D) + W]}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] S \right] \end{aligned} \quad (11b)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial D} = 2J' \sin \theta & \left[\left[\frac{Z_1}{Z_1^2 + (X_k - D)^2} - \frac{Z_2}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] C \right. \\ & \left. + \left[\frac{[X_k - D][Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2] - [(X_k - D)^2 + Z_1^2][(X_k - D) + W]}{[Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2][(X_k - D)^2 + Z_1^2]} \right] S \right] \end{aligned} \quad (11c)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial \theta} = 2J' \sin \theta & \left[\left[0.5 \ln \frac{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2}{Z_1^2 + (X_k - D)^2} - \frac{Z_2(Z_2 - Z_1) \cos ec^2 \theta}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] C \right. \\ & \left. + \left[\operatorname{tg}^{-1} \frac{X_k - D}{Z_1} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{[(X_k - D) + W]}{Z_2} \right] - \frac{(Z_2 - Z_1) \cos ec^2 \theta [(X_k - D) + W]}{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2} \right] S \\ & + 2J' \cos \theta \left[C \left[\operatorname{tg}^{-1} \frac{[(X_k - D) + W]}{Z_2} \right] - \operatorname{tg}^{-1} \frac{X_k - D}{Z_1} \right] \\ & + 0.5S \ln \frac{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2}{Z_1^2 + (X_k - D)^2} \end{aligned} \quad (11d)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial \phi} = 2J' \sin \theta & \left[0.5S \ln \frac{Z_2^2 + [(X_k - D) + W]^2}{Z_1^2 + (X_k - D)^2} \right. \\ & \left. - S \left[\operatorname{tg}^{-1} \frac{[(X_k - D) + W]}{Z_2} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{X_k - D}{Z_1} \right] \right] \end{aligned} \quad (11e)$$

$$\frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial J} = \frac{\Delta T(X_k) - AX_k - B}{J} \quad (11f)$$

$$\frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial A} = X_k \quad (11g)$$

$$\frac{\partial \Delta T(X_k)}{\partial B} = 1.0 \quad (11h)$$

Marquardt(1963) yöntemine göre, yukarıda analitik olarak elde edilen denklemlerden oluşturulan normal denklem sistemi, ($j=1, \dots, 8$ ve $i=1, \dots, m$),

$$\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m \frac{\partial \Delta T(k)}{\partial a_i} \frac{\partial \Delta T(k)}{\partial a_j} (1 + I\beta) da_i = \sum_{k=1}^m dT(k) \frac{\partial \Delta T(k)}{\partial a_j} \quad (12)$$

şeklinde gösterilebilir.

Model parametrelerinin hesaplanması sırasında amaç fonksiyonu olarak tanımlanan $\sum_{i=1}^m [dT(i)]^2$ ifadesi minimum oluncaya kadar yineleme işlemine devam edilir.

Başlangıç Model Parametrelerinin Seçimi

Ters çözüm işlemi sırasında başlangıç model parametrelerinin seçimi önemli olup bu seçim, genellikle, yorumcu tarafından yapılır. Bu çalışmada ise, manyetik anomalinin maksimum (ΔT_{\max}) ve minimum (ΔT_{\min}) değerleri ile bu değerlere karşılık gelen X_{\max} ve X_{\min} değerleri kullanılarak fay modelinin parametrelerine başlangıç değerleri verilmektedir.

Orijin Noktasının (D) Seçimi

Manyetik anomalinin maksimum ve minimum değerlerinin toplamının eşit olduğu anomali değerinin absisi, D parametresine başlangıç değeri olarak verilebilir.

ϕ' Parametresinin Seçimi

Manyetik anomalinin minimum değerinin maksimum değerine oranı, $P1 = (-\Delta T_{\min} / \Delta T_{\max})$, herhangi bir fay modeli için $0.05 \leq P1 \leq 0.55$ değerleri arasında değiştiği hesaplanmış olup, (Radhakrishna Murthy ve diğ.2001), genel olarak,

$$\phi' = \text{tg}^{-1} \frac{2\sqrt{(\Delta T_{\min} / \Delta T_{\max})}}{(1 - (\Delta T_{\min} / \Delta T_{\max}))} \quad (13)$$

bağıntısından ϕ' parametresine başlangıç değeri atanabilir. $P1 \leq 0.05$ olması durumunda, $\phi' = 0^\circ$ ve $P1 \geq 0.55$ olması durumunda ise, $\phi' = 90^\circ$ olarak

alınabilir. Açının hangi kadranda olduğu Çizelge 2' de verilmiştir, (Radhakrishna Murthy ve diğ.2001).

Çizelge 2. ϕ' açısının kadrant seçimi.
Table 2. Selection of the ϕ' s quadrant.

$X_{\max} - X_{\min}$	ΔT_{\max}	ϕ' (derece)	
+	+	ϕ'	I. Bölge
-	-	$180 - \phi'$	II Bölge
+	-	$180 + \phi'$	III Bölge
-	+	$360 - \phi'$	IV Bölge

Z_1 ve Z_2 Parametrelerinin Seçimi

Ters çözüm işlemi sırasında Z_1 parametresine başlangıç değeri,

$$Z_1 = \frac{|X_{\max} - X_{\min}| \sin \phi'}{2\sqrt{9 - 4 \sin^2 \phi'}} \quad (14)$$

denklemden verilebilir, (Radhakrishna Murthy ve diğ.2001). Fay modeline ait alt ve üst yüzey derinlikleri arasındaki oran $3 \leq Z_2/Z_1 \leq 10$ aralığında alınarak yapılan deneme sınaama çalışmaları sonucunda, Z_2 parametresine atanacak başlangıç değeri için $Z_2/Z_1 = 5$ oranı kullanılabilceği hesaplanmıştır. Bu oranın 2 değerinden düşük olması durumunda yöntemin başarılı sonuçlar verememesi bir dejavantaj olarak sayılabilir.

θ , J, A ve B Parametrelerinin Seçimi

Yukarıda verilen denklem (3)' te $\theta = 90^\circ$ alınacak olunursa, (Radhakrishna Murthy ve diğ.2001),

$$\Delta T(X_k) = C_1(\theta_2 - \theta_1) + C_2 \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + C_3 X_k + C_4 \quad (15)$$

elde edilir. Bu ifadede, $C_1 = 2J \cos(\theta + \phi')$, $C_2 = 2J \sin(\theta + \phi')$, $C_3 = A$ ve $C_4 = B$ şeklindedirler. Manyetik anomalinin farklı noktalarındaki değerlerinden kurulacak 4 denklem sisteminin çözümünden C_1 , C_2 , C_3 ve C_4 katsayıları hesaplanabilir. θ ve J parametrelerine başlangıç değerleri,

$$\theta = \text{tg}^{-1}\left(\frac{C_2}{C_1}\right) - \phi' \quad (16a)$$

$$J' = \frac{\sqrt{C_2^2 + C_1^2}}{2} \quad (16b)$$

denklemleri kullanılarak verilir (Radhakrishna Murthy ve diğ.2001).

Ters çözüm işleminin başarısı, model parametrelerine atanacak olan başlangıç değerlerinin, gerçek model parametre değerlerine yakın seçilmesine bağlıdır. Yineleme adımlarında yakınsama sağlanamıyorsa, başlangıç model parametrelerine atanan değerler yeniden gözden geçirilerek düzenlenmeleri gerekir.

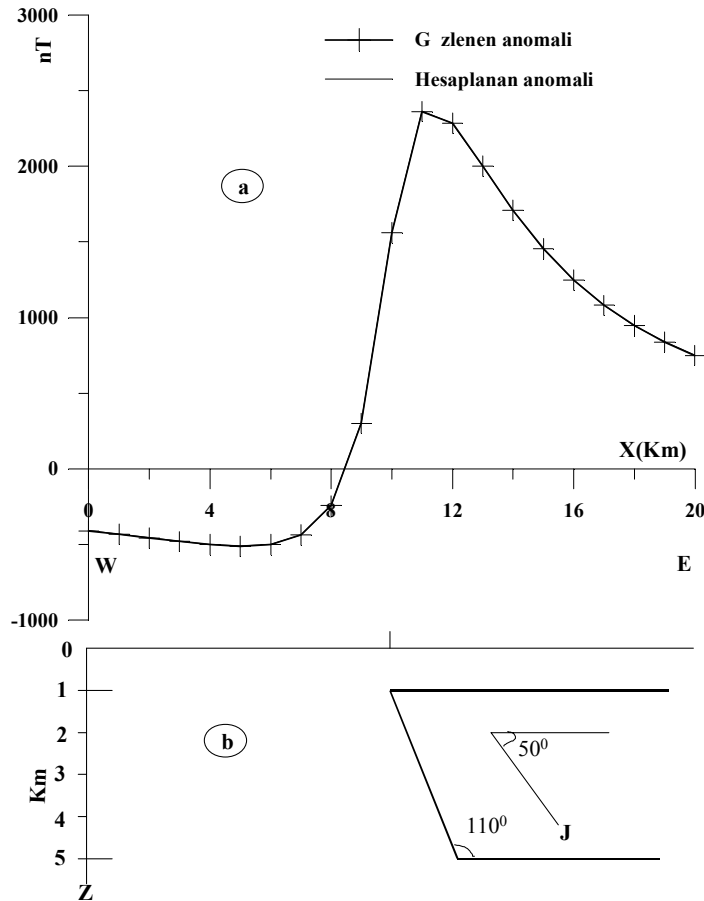
KURAMSAL MODEL ÇALIŞMALARI

Yukarıda kuramsal ilkeleri açıklanan ters çözüm yönteminin uygulanabilirliğini göstermek

amacı ile 2 sentetik model seçilmiştir. Genelleştirilmiş manyetik anomali bağıntısında $D_m=90^0$ alınarak modellere ait gözlenen düşey manyetik anomali değerleri elde edilmiştir. İlk modele ait kabul edilen parametre değerleri ile ters çözüm işlemi sonucunda hesaplanan parametre değerleri, topluca, Çizelge 3' te verilmişlerdir.

Kabul edilen parametrelere göre fayın geometrik konumu Şekil 2b' de, modele ait gözlenen düşey manyetik anomali değerleri ile, ters çözüm işlemi sonucunda hesaplanan düşey manyetik anomali değerlerinin grafikleri Şekil 2a' da gösterilmişlerdir.

Benzer bir çalışma ikinci sentetik model için yapılmış ve parametreler Çizelge 4' de, fayın geometrik konumu Şekil 3b ve grafikleri ise Şekil 3a' da, topluca, verilmişlerdir. Her iki modelde, kabul edilen model parametre değerleri ile hesaplanan model parametre değerlerinin uyumluluğu yöntemin arazi verilerine de uygulanabileceğini göstermektedir.



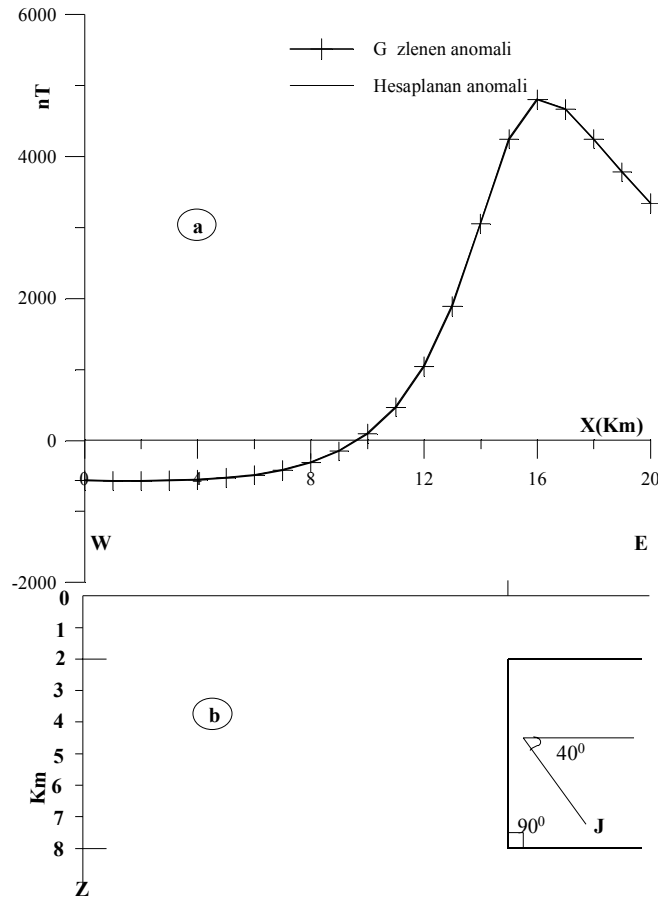
Şekil 2. (a) Kuramsal fay modelinin gözlenen ve hesaplanan düşey manyetik anomalileri, (b) Kuramsal fay modelinin parametreleri.

Figure 2. Observed and calculated vertical magnetic anomalies of the theoretical fault model, (b) Theoretical fault model parameters.

Çizelge 3. Şekil 2b'de gösterilen kuramsal fay modelinin kabul edilen ve hesaplanan parametre değerleri.

Table 3. Assumed and calculated parameter values of the theoretical fault model shown in fig. 2b.

Parametreler	Z ₁ (Km)	Z ₂ (Km)	D(Km)	θ°	φ°	J(nT)	A(nT/Km)	B(nT)
Kabul edilen	1.00	5.00	10.00	110.0	50.0	1000.00	0.00	0.00
Hesaplanan	1.00	5.00	10.00	110.1	49.8	1000.05	0.00	0.00



Şekil 3. (a) Kuramsal fay modelinin gözlenen ve hesaplanan düşey manyetik anomalileri, (b) Kuramsal fay modelinin parametreleri.

Figure 3. Observed and calculated vertical magnetic anomalies of the theoretical fault model, (b) Theoretical fault model parameters.

Çizelge 4. Şekil 3b'de gösterilen kuramsal fay modelinin kabul edilen ve hesaplanan parametre değerleri.

Table 4. Assumed and calculated parameter values of the theoretical fault model shown in fig.3b.

Parametreler	Z ₁ (Km)	Z ₂ (Km)	D(Km)	θ°	φ°	J(nT)	A(nT/Km)	B(nT)
Kabul edilen	2.00	8.00	15.00	90.0	40.0	2000.00	0.00	0.00
Hesaplanan	2.00	8.00	15.00	90.1	40.1	1999.9	-0.01	-0.01

SONUÇ

Bu çalışmada, fayların düşey manyetik anomalilerinin yorumu için bir yöntem sunulmuştur. Sunulan yöntem manyetik anomalinin herhangi bir bileşenini kullanabilecek şekilde genelleştirilmiştir. Anomali oranları manyetiklenme yönünün başlangıç değeri için kullanılırken, maksimum ve minimum anomalilerin yerleri fay modelinin üst ve alt derinliklerinin başlangıç değerlerini tahmin etmek için kullanılmıştır. Fayın yeri, maksimum ve minimum anomali değerlerinin toplamının eşit olduğu yere yerleştirilmiştir.

Ters çözüm işlemi sırasında Marquardt yöntemini kullanarak, model parametrelerinin başlangıç değerlerinden sentetik fay modelinin, Z_1 , Z_2 , θ ve ϕ , parametreleri hesaplanmıştır. Fayın eğimli yüzeyinin üzerindeki (D) uzaklığı seçilen bir (R) referans noktasından hesaplanmıştır. Ayrıca, (AX_k+B) olarak ifade edilen doğrusal rejyonel değişim de bulunmuştur.

Yapılan kuramsal örneklerde de gösterildiği gibi, kullanılan yöntem yardımıyla arazi verilerinin yorumlanması mümkündür.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın yapılması sırasında eleştiri ve katkılarından dolayı Yrd.Doç.Dr. A.Muhittin Albora'ya teşekkür ederim.

SUMMARY

In this study, an inversion technique is presented for interpreting the vertical magnetic anomalies of faults. The presented method is generalized in the sense that it can be used for any component of the magnetic anomalies. The positions of the maximum and minimum anomaly values are used to estimate the initial values of the depths of the top and bottom of the fault model while the ratio of their anomaly values is used to estimate the initial value of the direction of magnetization. The position of the fault is located at the point where the anomaly equals to the sum of the maximum and minimum anomaly values.

Fault model parameters, Z_1 , Z_2 , θ and ϕ , are calculated from the initial values of the model parameters by using Marquardt optimization technique. Distance (D) which is upper edge of the inclined surface of the fault from the selected reference (R) is calculated. Besides, regional gradient (AX_k+B) is obtained.

Field data can be interpreted by the help of this method as it is shown in the theoretical examples.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Atchuta Rao, D., Rambabu, H.V., 1983**, Standart curves for the interpretation of magnetic anomalies over vertical faults, *Geophysical Research Bul.*, 21, 71-89.
- Aydoğan, D., 1993**, Gravite yönteminde monte carlo algoritması ile model parametrelerinin hesaplanması, *Jeofizik*, 7, 35-47.
- Bilim, F., Ateş, A., 2001**, A computer program to estimate the source body magnetization direction from magnetic and gravity anomalies, *Computers& Geosciences*, 25, 231-240.
- Grand, F.S., West, G.F., 1965**, Interpretation theory in Applied Geophysics. McGraw-Hill Publishing Co. Inc., New York.
- Hjelt, S.E., 1973**, Experiences with automatic magnetic interpretation using the thick plate model, *Geophysical Prospecting*, 21, 243-265.
- Hjelt, S.E., 1975**, Performans comparison of non-linear optimization methods applied to interpretation in magnetic prospecting, *Geophysica*, 13, 144-166.
- Kara, İ ve Aydoğan, D., 1998**, Tek ve çift bileşenlere ayırarak uzun yatay silindirlere manyetik anomalilerinin yorumu, *İstanbul Üniv.Müh.Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 11, 125-129.
- Marquardt, D.W., 1963**, An algorithm for least-square optimization of nonlinear parameters, *Journal of Society of Industrial Applied Mathematics*, 11, 431-441.
- Özdemir, M., 1983-1984**, Daykların oluşturduğu manyetik anomalilerinin yorumu, *İstanbul Üniv. Müh Fak. Yerbilimleri Dergisi*, Cilt:4, S.1-2, 87-104.
- Powell, D.W., 1967**, Fitting observed profiles to a magnetized dyke or fault-step model, *Geophysical Prospecting*, 15, 208-220.
- Radhakrishna Murthy, I.V., 1990**, Magnetic anomalies of two-dimensional bodies and algorithm for magnetic inversion of dykes and basement topographies, *Proceeding of Indian Academy of Sciences*, 99, 549-579.
- Radhakrishna Murthy, I.V., Swamy, K.V., Jagannadha Rao, S., 2001**, Automatic inversion of magnetic anomalies of faults, *Computer&Geosciences*, 27, 315-325.
- Radhakrishna Murthy, I.V., Visweswara Rao, C., Geopalakrishna, G., 1980**, A gradient method for interpreting magnetic anomalies due to horizontal circular cylinders, infinite dykes and vertical step, *Proceeding of Indian Academy of Sciences*, 89, 31-42.
- Rama Rao, Ch., Veeraswamy, K., Sarma, M.R.L., Baskara Rao, D.S., et.al. 1987**, Interpretation of

magnetic anomalies due to infinite dyke and vertical steps using relation figures, Geophysical Research Bulletin, 25, 178-183.

Rao, B.S.R., Murthy, I.V.R., 1978, Gravity and Magnetic Methods of Prospecting, Arnold-Heinemann Publisher (India) Pvt.Ltd., New Delhi.

Rao, B.S.R., Radhakrishna Murthy, I.V. and Visweswara Rao, C., 1973, Two methods for computer interpretation of magnetic anomalies of dikes, Geophysics, 38, 710-718.

Stanley, J.M., Green, R., 1976, Gravity gradient and the interpretation of the truncated plate, Geophysics, 41, 1370-1376.

Won, I.J., 1981, Application of Gauss's method to magnetic anomalies of dipping dykes, Geophysics, 46, 211-215.

Yayına Geliş-Received : 29.05.01

Yayına Kabul-Accepted : 17.01.03