

BASAMAK FAYLARIN MANYETİK VE GRAVİTE ANOMALİLERİNİN YORUMU

İbrahim KARA

İ.Ü. Müh. Fak. Jeofizik Mühendisliği Bölümü

ÖZET: Bu çalışmada, basamak fayların manyetik ve gravite anomalilerinin yorumu için bir metod sunulmuştur. Manyetik yorum için, düşey manyetik anomalinin yatay birinci türevinden, gravite yorumu için ise, gravite anomalisinin yatay ikinci türevinden faydalanılmıştır.

Manyetik yorum için önce, orijin tayini yapılır. Sonra, yatay birinci türev üzerinde, keyfi olarak, beş adet yatay uzaklık ve bu uzaklıklara denk gelen türev değerleri seçilir. Bu uzaklık ve türev değerlerinden beş adet lineer denklem takımı oluşturulur. Elde edilen denklemlerin çözümü ile elde edilen değerlerden yararlanılarak, kütleyle ait parametreler bulunabilir.

Gravite yorumu için ise, önce yatay ikinci türev anomalisi üzerinde orijin tayin edilir. Sonra, bu anomali üzerinde, manyetik yorumdaki gibi, keyfi üç adet yatay mesafe ve bu mesafelere denk gelen ikinci türev değerleri tesbit edilir. Bu değerler yardımı ile üç adet lineer denklem takımı kurulur. Kurulan denklem takımının çözümü ile elde edilen değerlerden yararlanılarak, kütleyle ait parametreler bulunabilir.

Çalışma da geliştirilen yöntem; basamak fayın, hem manyetik düşey bileşen anomalisine hem de gravite anomalisine uygulanarak çok iyi neticeler elde edilmiştir.

SUMMARY: An interpretation method has been presented in this work, for magnetic and gravity anomaly of the step faults. The first horizontal derivatives of the vertical magnetic anomaly and the second horizontal derivatives of the gravity anomaly have been used for each interpretation.

First of all an origin point has been taken for magnetic interpretation. Then randomly selected five horizontal distances and their derivatives have been determined on the first horizontal derivative. Thus, five linear equations have been set up. And finally the mass parameters can be found by means of the solutions of five equations.

On the other hand, for interpretation of the gravity data, firstly an origin point have been taken on the second horizontal derivative. Secondly, as in the magnetic interpretation, three randomly selected horizontal distances and their second derivatives have been determined. Then three Linear equations have been set up. Thus, the mass parameters can be found by means of the values obtained from the solutions of those three equations.

It has been obtained very suitable resolutions in the magnetic vertical component anomaly and gravity anomaly of the step faults, by using the process developed in this work.

$$V = 2kF \left\{ \cos I \sin \beta \ln \frac{r_2}{r_1} + (\cos I - \sin I) \right. \\ \left. (\phi_1 - \phi_2) \right\} - 2 -$$

Bu denklemlerde r ve ϕ 'lerde yerlerine konulursa,

$$V = 2kF \left\{ \cos I \sin \beta \ln \frac{(x^2 + D^2)^{1/2}}{(x^2 + d^2)^{1/2}} + \right. \\ \left. (\cos I - \sin I) \left(\tan^{-1} \frac{x}{D} - \tan^{-1} \frac{x}{d} \right) \right\} - 3 -$$

elde edilir. Son denklemin x 'e göre türevidir,

$$V_x = 2kF \left\{ \frac{\cos I \sin \beta x + (\cos I - \sin I) D}{x^2 + D^2} - \right. \\ \left. \frac{\cos I \sin \beta x + (\cos I - \sin I) d}{x^2 + d^2} \right\} - 4 -$$

dür. Bu denklemin düzenlenmesi ile

$$V_x (d^2 + D^2) x^2 + V_x d^2 D^2 \\ + 2kF (\cos I - \sin I) (d - D) x^2 \\ + 2kF \cos I \sin \beta (D^2 - d^2) x \\ + 2kF (\cos I - \sin I) D^2 d = -V_x x^4$$

elde edilir. Burada

$$C_1 = d^2 + D^2 \dots \dots \dots 5-a$$

$$C_2 = d^2 D^2 \dots \dots \dots 5-b$$

$$C_3 = 2kF (\cos I - \sin I) (d - D) \dots \dots \dots 5-c$$

$$C_4 = 2kF \cos I \sin \beta (D^2 - d^2) \dots \dots \dots 5-d$$

$$C_5 = 2kF (\cos I - \sin I) D^2 d \dots \dots \dots 5-e$$

denildiğinde,

$$C_1 V_x X^2 + C_2 V_x + C_3 X^2 + C_4 X + C_5 = -V_x X^4 - 6 -$$

bulunur. (5) denklemlerinin çözümü ile

$$D = \left[\frac{C_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{C_1}{2}\right)^2 - C_2} \right]^{1/2} \dots \dots \dots - 7 -$$

$$d = \sqrt{C_1 - D^2} = \sqrt{\frac{C_2}{D^2}} \dots \dots \dots - 8 -$$

$$I = \tan^{-1} \left[1 - \frac{C_3 \sin \beta (D^2 - d^2)}{C_4 (d - D)} \right] \dots \dots \dots - 9 -$$

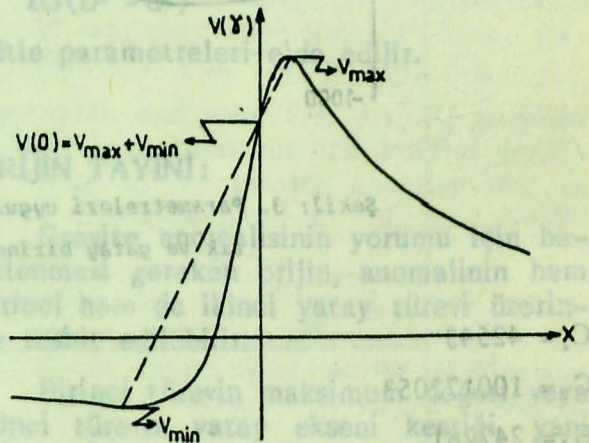
$$k = \frac{C_3}{2F (\cos I - \sin I) (d - D)} \dots \dots \dots - 10 -$$

kütle parametreleri elde edilirler.

ORIJİN TAYİNİ

Bu çalışmada geliştirilen yöntemin uygulanabilmesi için, arazi eğrisinde önce, orijinin bilinmesi gerekir.

Bir basamak fayın düşey manyetik anomalisinin maksimum değeri ile minimum değerinin toplamı, tam orijindeki değere eşittir. Bundan dolayı, manyetik anomalideki maksimum ve minimum değeri birleştiren doğrunun anomali eğrisini kestiği nokta, yatay mesafenin orijini dir. Bu anlatılanlar Şekil : 2'de gösterilmiştir.

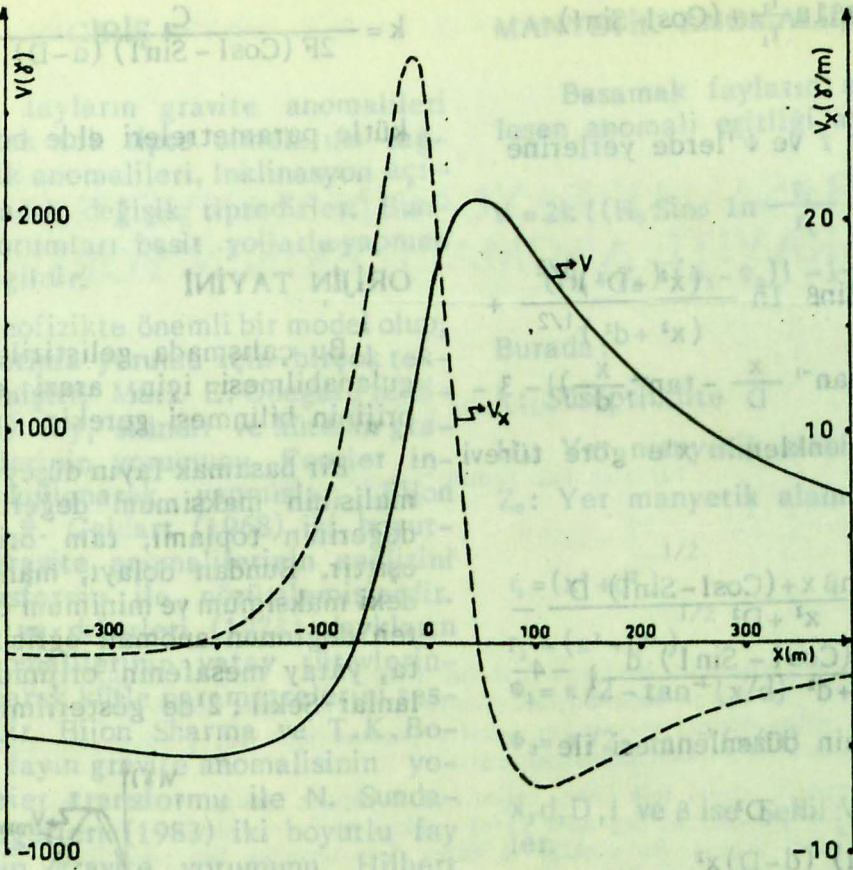


Şekil: 2. Manyetik anomaliden orijin tayini.

UYGULAMA

Üst yüzey derinliği 50 m, alt yüzey derinliği 200 m, süseptibilitesi 0.05 c.g.s. olan bir basamak fayda, β açısı 30° , I açısı 60° ve (F) total manyetik alanı da 45000 γ olsunlar. Bu fayın manyetik düşey bileşen anomalisi ile yatay birinci türevi Şekil: 3'teki gibidirler.

Yatay türev üzerindeki -80 m, -40 m, 20 m, 60 m ve 100 m yatay mesafeleri ve bu mesafelerdeki türev değerleri ayrı ayrı (6) denkleminde yerlerine konularak 5 adetlik denklem takımı elde edildi. Bu denklem takımının çözümü ile,



Şekil: 3. Parametreleri uygulamada verilen fayın, düşey manyetik ve yatay birinci türev anomalileri.

$$C_1 = 42543$$

$$C_2 = 100172053$$

$$C_3 = 247281$$

$$C_4 = 42239585$$

$$C_5 = -2473939230$$

değerleri bulundu. Daha sonra bu değerler 7, 8, 9 ve 10 eşitliklerinde yerlerine konularak TABLO: I'deki değerler elde edildi.

TABLO: I

Parametreler	Kabul edilenler	Hesaplananlar
D	200 m	200.1 m
d	50 m	50 m
I	60°	60°
k	0.05 c.g.s.	0.05 c.g.s.
β	30°	30°

Not: Arazi uygulamasında β açısının, anomali haritasından elde edilmesi gerekir.

GRAVİTE ANOMALİLERİNİN YORUMU:

Basamak fayların gravite anomali eşitliği aşağıdaki gibi verilir.

$$g = 2 G \rho \left\{ x \ln \left(\frac{r_2}{r_1} + D \phi_2 - d \phi_1 \right) \right\} \quad -11-$$

Burada;

G : Gravite sabiti

ρ : Yoğunluk kontrastı

$$r_1 = (x^2 + d^2)^{1/2}$$

$$r_2 = (x^2 + D^2)^{1/2}$$

$$\phi_1 = \pi/2 + \tan^{-1}(x/d)$$

$$\phi_2 = \pi/2 + \tan^{-1}(x/D)$$

x, d ve D ise Şekil'4'te görülmektedir. Yukarıdaki değerler (11) eşitliğinde yerlerine konulduğunda,

$$g = 2G \rho \left\{ x \ln \frac{(x^2 + D^2)^{1/2}}{(x^2 + d^2)^{1/2}} + D \left(\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \frac{x}{D} \right) - d \left(\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \frac{x}{d} \right) \right\} \quad -12-$$

$$\left(\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \frac{x}{D} \right) - d \left(\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \frac{x}{d} \right) \right\} \quad -12-$$

elde edilir. Bu denklemin x'e göre birinci türevi,

$$g_x = 2 G \rho \left\{ \ln \frac{(x^2 + D^2)^{1/2}}{(x^2 + d^2)^{1/2}} \right\} \dots \dots \dots -13-$$

ikinci türev ise,

$$g_{xx} = 2 G \rho \left\{ \frac{x}{x^2 + D^2} - \frac{x}{x^2 + d^2} \right\} \dots \dots \dots -14-$$

olur. Son denklemin düzenlenmesi ile

$$g_{xx} (d^2 + D^2) x^2 + g_{xx} d^2 D^2 + 2G \rho (D^2 - d^2) x = -g_{xx} x^4$$

elde edilir. Burada;

$$C_1 = d^2 + D^2 \dots \dots \dots 15-a$$

$$C_2 = d^2 D^2 \dots \dots \dots 15-b$$

$$C_3 = 2G \rho (D^2 - d^2) \dots \dots \dots 15-c$$

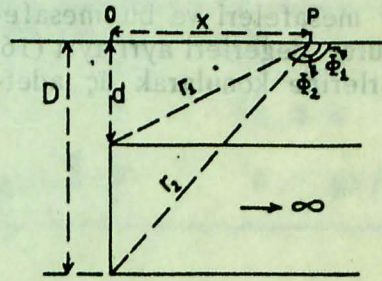
denildiğinde,

$$C_1 g_{xx} x^2 + C_2 g_{xx} + C_3 x = -g_{xx} x^4 \dots -16-$$

bulunur. (15) denklemlerinin çözümü ile

$$D = \left\{ -\frac{C_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{C_1}{2} \right)^2 - C_2} \right\}^{1/2} \quad -17-$$

$$d = \sqrt{C_1 - D^2} = \frac{\sqrt{C_2}}{D} \dots \dots \dots -18-$$



Şekil: 4. Basamak fay modelinin parametreleri.

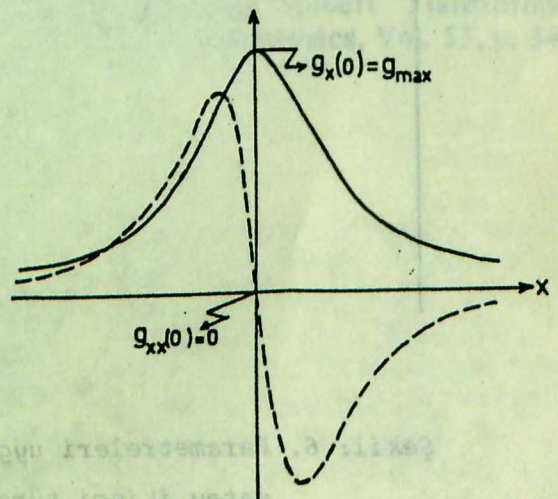
$$\rho = \frac{C_3}{2G(D^2 - d^2)} \dots \dots \dots -19-$$

kütle parametreleri elde edilir.

ORİJİN TAYİNİ:

Gravite anomalisinin yorumu için belirlenmesi gereken orijin, anomalinin hem birinci hem de ikinci yatay türevi üzerinde tesbit edilebilir.

Birinci türevin maksimum değeri veya ikinci türevin yatay eksenini kestiği, yani sıfır olduğu yer, tam orijin üzerindedir. Bu durum Şekil: 5'te görülmektedir.



Şekil: 5. Basamak fayın orijin tayini.

UYGULAMA

Üst yüzey derinliği 50 m, alt yüzey derinliği 200 m ve yoğunluk kontrastı 0.5 gr/cm^3 olan bir basamak fayın gravite anomalisi ile yatay ikinci türevi Şekil: 6'daki gibidirler. Yatay türev üzerindeki 40 m, 100 m ve 160 m yatay mesafeleri ve bu mesafelerdeki ikinci türev değerleri ayrı ayrı (16) denkleminde yerlerine konularak üç adet-

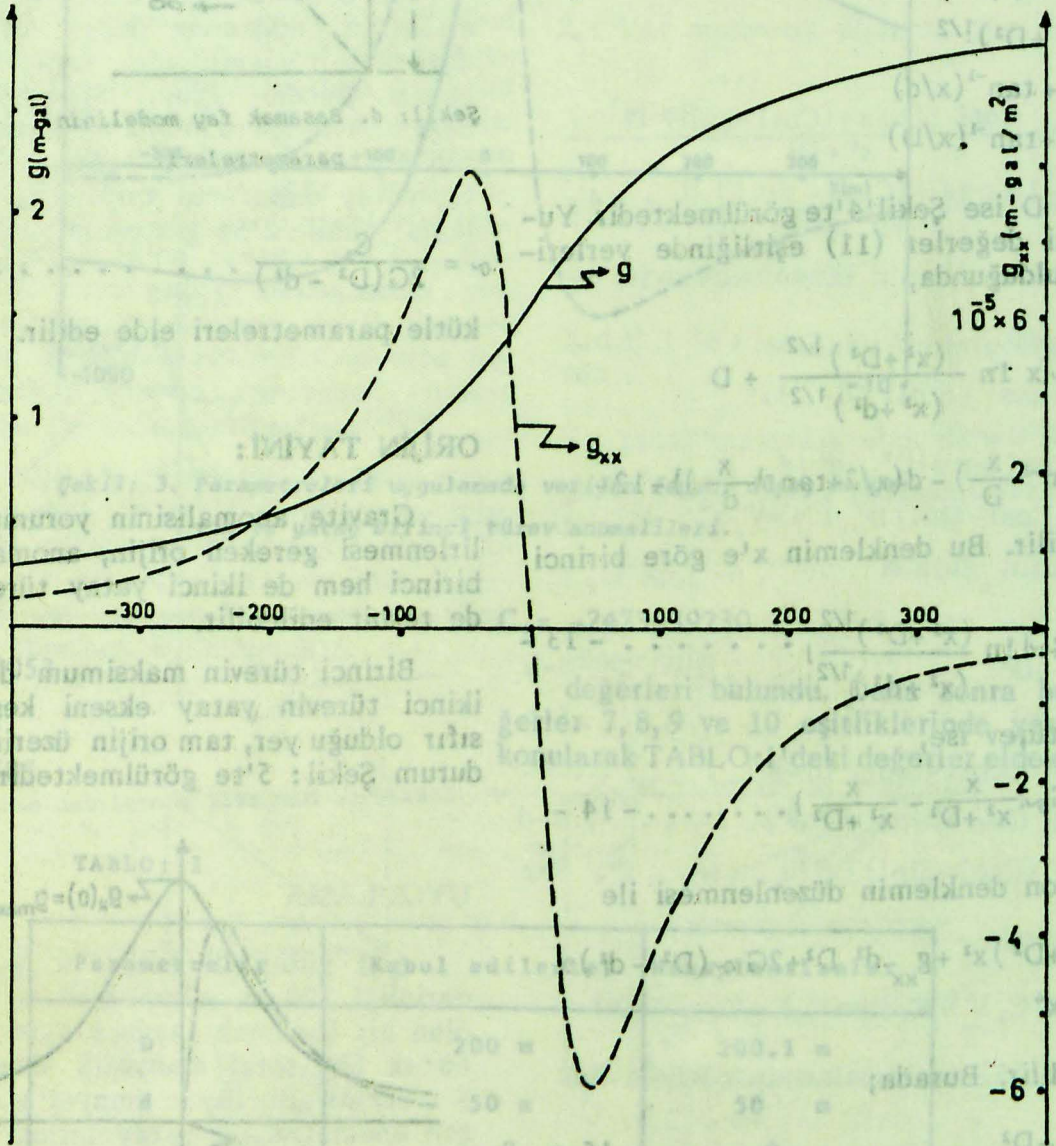
lik denklemler elde edildi. Bu denklemlerin çözümünü ile

$$C_1 = 42518$$

$$C_2 = 1000 \times 10^5$$

$$C_3 = 250$$

değerleri bulundu. Daha sonra bu değerler 17, 18, ve 19 eşitliklerinde yerlerine konularak Tablo: II'deki değerler elde edildi.



Şekil: 6. Parametreleri uygulamada verilen fayın, gravite ve yatay ikinci türev anomalileri.

TABLO : II

Parametreler	Kabul edilenler	Hesaplanılanlar
D	200 m	200 m
d	50 m	50.2 m
ρ	0.5 gr/cm ³	0.5 gr/cm ³

SONUÇ

Bu çalışmada sunulan her iki yöntemin teorilerinin geçerliliğini görmek için, her iki yöntemin de tek tek uygulaması yapıldı. Uygulama neticelerinde elde edilen kütle parametreleri, başta kabul edilenlerin hemen aynıdır.

Bilindiği gibi, yorum tekniklerinin çoğu, doğrudan kütlelerin anomalisi üzerine uygulanır. Oysa, arazi anomalisi içinde regional değerlerde olduğundan önce, arazi eğrisinin filtrelenmesi gibi külfetli bir iş yapmak gerekir. Çalışmamızda sunulan yöntemler, yatay türev anomalilerine uygulandılarından, ayrı bir filtre işlemine gerek yoktur. Üstelikte yatay türev anomalisini elde etmek için fazla zamana da ihtiyaç duyulmaz. Ancak, yatay türev anomalisi elde edilirken, her an küçükte olsa, hata yapma ihtimali vardır. Bundan dolayı, türev anomalisi elde edilirken, çok dikkatli olmak gerekir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Odegard M.E. and Berg, J.W., 1965, Gravity interpretation using the Fourier

Integral: Geophysics, Vol. 30, p.424-438.

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

Sharma B. and Bose T.K., 1977, A general expression for the Fourier transform of the gravity anomaly due to a fault: Geophysics, Vol. 42, p. 1458-1461.

Sharma B. and Geldart L.P., 1968, Analysis of gravity anomalies of two-dimensional faults using Fourier transforms: Geophys. Prosp., Vol. 16, p. 77-93.

Sundararajan N., Mohan, N.L. and Rao Seshagiri S.V., 1983, Gravity interpretation of two dimensional fault structures using Hilbert Transforms: Journal of Geophysics, Vol. 53, p. 34-41.

