

İKİ BOYUTLU MAĞNETİK CİSİMLERE AİT ANOMALİ EĞRİLERİNİN HESAPLANMASI İÇİN BİR YÖNTEM *

**A Method for Computing Magnetic Anomalies Caused by Two
Dimensional Arbitrary Shaped Bodies**

Y. İSPİR **

D. KOLÇAK **

ÖZ :

Harhangi şekle sahip iki boyutlu cisimlerin doğurduğu mağnetik anomalinin toplam, düşey ve yatay bileşenlerinin yorumu için gerekli eğri-ailelerinin (abak) hesaplanmasında kullanılan bir yöntem geliştirilmiştir.

ABSTRACT :

A method is offered for computing families of curves for interpretation of total, vertical and horizontal magnetic anomalies produced by two-dimensional bodies of arbitrary shapes.

GİRİŞ :

Uygulamalı jeofizikte, iki boyutlu cisimlerin doğurduğu mağnetik anomalilerin yorum (interpretation) teknikleri, genel olarak, aşağıdaki gibi sıralanabilir :

Arazide ölçülen anomali eğrisinin yarı-genişliği, maksimum ve minimumları arasındaki uzaklık, dönme noktası, maksimum değişim gösteren nokta gibi özelliklerinden yararlanarak uygulanan en basit ve zaman bakımından ekonomik yorum tekniği. Bu teknik analitik yöntem olarak da adlandırılır.

İkinci yorum tekniğinde, arazi ölçülerinden elde edilen eğri anomali, önceden hesaplanmış eğri aileleri (abak) ile karşılaştırılırlar. Karşılaştırma yöntemi diyebileceğimiz bu yöntemin uygulanabilmesi için, olanaklı olduğu kadar, tüm olasılıkların göz önüne alınarak, belli geometrik şekle sahip anomali cisim veya cisimlerinin ve arzmağnetik alanının farklı geometrileri ve ayrıca cismin farklı mağnetik özellikleri için standart anomali eğrilerinin önceden hesaplanmış olması ve grafiklenmesi gerekir. Bu tür çalışmalara örnek olarak Gay'in (1963 ve 1965) makaleleri gösterilebilir. Yukarıda kısaca özetlenen iki yorum tekniği karşılaştırıldığı zaman, ikinci yöntemin gerçeğe daha yakın sonuç vereceğini düşünmek olağandır. Çünkü yorum, mağnetik anomali eğrisinin birkaç özel noktası temel alınarak deyil, anomali eğrisinin tümü değerlendirilmeye çalışılmaktadır.

* Geophysical J. R. Astronomical Society 243 - 245, 1969

** İstanbul Üniversitesi Jeofizik Kürsüsü, Fen Fakültesi — İSTANBUL

Üçüncü yorum tekniği, daha çok Talwani ve Heirtzler'in (1964) çalışması ile, jeofizikte uygulamaları giderek artan bir yöntemdir. Amaç, jeolojik ve jeofizik-daha çok mağnetik-verilerden hareket ederek, arazi ölçülerinden elde edilen mağnetik anomali eğrisini veren cismin şekli, derinliği gibi özelliklerini saptamaktır. Başka bir deyişle, aynı anomaliyi veren en uygun matematik modellerden birini hesaplayabilmektir. Bu işlem için, jeolojik verilerden uzaklaşmamaya çalışılarak, her adımda, anomali cisminin şekli veya mağnetik özellikleri değiştirilerek hesaplanan anomali ile ölçülen anomali karşılaştırılır. Böylece hesaplama işlemi, bu iki eğri çakışınca kadar sürer. Bundan dolayı bu yorum tekniğine deneme ve sınama (trial and error) yöntemi de demek olanaklıdır.

Bu üç yorum tekniğinin yanısıra, yoruma yardımcı olan veya yorumu kolaylaştıran, yukarı ve aşağı doğru analitik uzanım, süzme, kutba indirgeme gibi yöntemleri de sıralamak gerekir.

İkinci yorum tekniği için, eğri ailelerinin hesaplanmasında, genel olarak, aşağıdaki yol izlenir: İki boyutlu anomali cisminin dik kesitinin geometrik şekli kararlaştırıldıktan sonra, hesaplanacak eğri sayısını belli bir sayının altında tutmak ve bu eğrilerden olanaklı olduğu kadar yararlanmak için bazı varsayımlar yapılır: Örneğin arзмаğnetik alanının sapma (declination) açısı sıfır olarak alınır, cisim mağnetik bakımdan düzgün (üniform) ve belli bir derinliğe sahip olduğu varsayılır, kalıntı (remanent) mıknatıslanmaya sahip olduğu veya olmadığına karar verilir, iki boyutlu cismin uzanımı ile mağnetik boyları arasındaki açı saptanır... Bu koşullar altında, cismin doğuracağı mağnetik anomali bağıntısı, toplam mıknatıslanma vektörünün meyil açısının fonksiyonu olarak yazılır. Bu noktadan başlayarak, yapılacak işlem, söz konusu meyil açısının her değeri için, bir anomali eğrisi hesaplamak ve grafiklemektir. Bilindiği gibi, meyil açısı -90° ile $+90^\circ$ arasında değişir. Söz konusu eğri ailesinin, meyil açısının her 15° de bir değeri alınacak olursa, 13 eğriden oluşması gerekir. Başka bir deyişle, mağnetik anomaliyi veren bağıntının, meyil açısının her değeri için yeniden hesaplanması istenir. Mağnetik anomaliye etki eden değişken ve parametrelerin çokluğundan dolayı, bu tür bağıntıların genellikle uzun olduğu da bilinir.

Bu makalede önerilen genel yöntem, belirli geometrik veya herhangi bir şekle sahip mağnetik anomali cismine ait eğri ailesinin hesaplanması için, hesaplamaların bilgi işlem makinesi veya elle yapılması durumunda, gerekli işlem ve zamanı en aza indirmeyi amaçlamıştır. Yöntem, toplam, düşey ve yatay mağnetik anomali bileşenleri için geliştirildiğinden, havada, denizde ve yerde ölçülen mağnetik anomalilerin yorumu için istenen eğri ailelerinin hesaplanmasında kullanılabilir.

YÖNTEM :

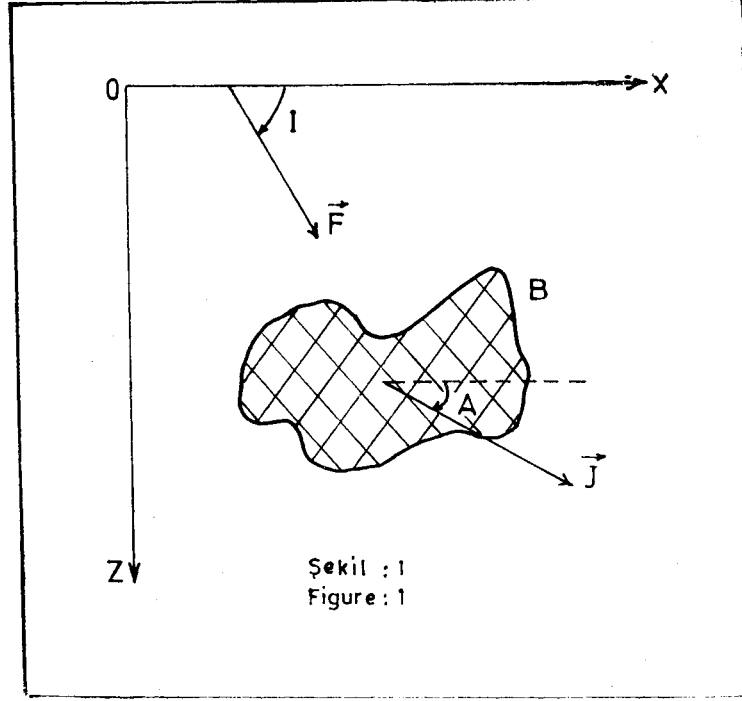
Mağnetik anomali cismini B ile gösterelim. İki boyutlu olan bu cismin xOz düzlemindeki kesiti ve cismin sahip olduğu toplam mıknatıslanma vektörü (\vec{J}), şekilde belirtilmiştir. Cismin içinde bulunduğu arзмаğnetik alanı \vec{F} , ve meyil açısı ise I ile gösterilmiş olsun. Görüldüğü gibi, toplam mıknatıslanma vektörü ile toplam arзмаğnetik alan vektörü, kalıntı mıknatıslanmadan dolayı, aynı yönde gösterilmemişlerdir. Ox eksenini mağnetik kuzeyi ve Oz eksenini de pozitif düşey eksenini göstermektedir. a ve b birim vektörleri ise, sırasıyla, \vec{J} ve \vec{F} yönünde alınmış birim vektörlerdir.

Bu durumda,

$$\vec{V} = a \cdot \text{grad } U$$

bağıntısı (Baranov, 1957), iki boyutlu cisim için,

$$V = - (U_x \cos A + U_z \sin A)$$



olarak yazılabilir. Burada,

V : B cisminin doğurduğu mağnetik potansiyel,

U : B cisminin doğurduğu mağnetik kutba indirgenmiş potansiyel,

U_x ve U_z : U potansiyelinin x ve z'ye göre birinci turevleri,

A : Toplam mıknatıslanma vektörünün meyil açısıdır.

Laplace denkleminde ve B cisminin doğurduğu alan ifadelerinden yararlanarak, yani

$$\begin{aligned} U_{xx} + U_{zz} &= 0 \\ \rightarrow \rightarrow \\ T &= -b \cdot \text{grad } V \end{aligned}$$

bağıntıları yardımıyla, toplam, dişey ve yatay mağnetik anomalilerini, Z_0 ve H_0 cinsinden yazabiliriz :

$$\begin{aligned} T &= -Z_0 \cos (A+I) + H_0 \sin (A+I) \\ Z &= Z_0 \sin A + H_0 \cos A \\ H &= -Z_0 \cos A + H_0 \sin A \end{aligned}$$

Burada,

T : B cisminin oluşturduğu toplam mağnetik anomali,

Z : B cisminin oluşturduğu dişey mağnetik anomali,

H : Aynı cismin yatay mağnetik anomalisi,

Z_0 : Toplam mıknatıslanma vektörünün aşağı doğru dişey olması durumunda,

iki boyutlu cismin doğurduğu düşey mağnetik anomali; başka bir deyişle, U potansiyelinin ikinci düşey türevi,

H_0 : Toplam mıknatıslanma vektörünün aşağı doğru düşey olması durumunda, B cisminin doğurduğu yatay mağnetik anomali veya U_x 'in düşey türevidir.

Kalıntı mıknatıslanmanın sıfır olması durumunda, J mıknatıslanması arzmağnetik alanı yönünde olacağından, bu özel durum için, T, Z ve H bağıntıları daha da basitleşecektir :

$$T = -Z_0 \cos (2l) + H_0 \sin (2l)$$

$$Z = Z_0 \sin l + H_0 \cos l$$

$$H = -Z_0 \cos l + H_0 \sin l$$

Böylece yukarıda verilen iki grup denklem yardımıyla, kesiti bilinen bir cismin, toplam, düşey ve yatay mağnetik anomali eğri ailelerini hesaplamak için, toplam mıknatıslanma vektörünün düşey olduğu basit durumda düşey (Z_0) ve yatay (H_0) bileşenleri hesapladıktan sonra, meyil açısının diğer değerleri için yukarıda verilen basit bağıntıları kullanmak, eğri ailesini tamamlamak için yeterli olmaktadır.

SONUÇ :

Belirli bir kesite sahip iki boyutlu bir cismin, toplam, düşey ve yatay anomali bileşenlerine ait eğri ailelerinin hesaplanması istendiğinde, söz konusu anomali bileşenlerini veren bağıntılarının her birinin, her meyil açısı değerleri için, yeniden hesaplanması gerekir. Anomaliyi veren bağıntılarının genellikle uzun olduğu bilinmektedir. Meyil açısının her 15 derecede bir değerleri için bir eğri hesaplanacaksa ve Ox eksenini boyunca bir eğriyi çizmemiz için 30 ölçü noktasında hesaplama yapılacaksa, üç anomali bileşen için, söz konusu uzun bağıntılarının yaklaşık olarak 1.200 ($3 \times 13 \times 30$) kez hesaplanması istenir.

Oysa, yukarıda ayrıntıları verilen yöntemin kullanılması durumunda, aynı cisim için, yalnız iki eğrinin —yani $Z_0(x)$ ve $H_0(x)$ — hesaplanması ve daha sonra yukarıda iki grup halinde verilen basit bağıntılarının kullanılması ile toplam, düşey ve yatay bileşenler için eğri ailelerinin hesaplanması olanaklıdır. Ayrıca, Z_0 ve H_0 bağıntılarının, toplam mıknatıslanmanın meyil açısının 90° olması yüzünden, en kısa bağıntılar olduğu da açıktır. Böyle bir karşılaştırma bile, bu yöntem yardımıyla sağlanan ekonominin önemini gösterilebilmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Baranov, V., 1957. A new method for interpretation : pseudo-gravimetric anomalies, **Geophysics, 22, 359.**
- Gay, S. P., 1963, Standard curves for interpretation of magnetic anomalies over long tabular bodies, **Geophysics, 28, 161.**
- Gay, S.P., 1965, Standard curves for magnetic anomalies over long horizontal cylinders, **Geophysics, 30, 818.**
- Talwani, M. and J.R. Heirtzler, 1964, Computation of magnetic anomalies caused by two-dimensional structures of arbitrary shape, **Contribution No. 621, Columbia University, Lamont Geological Observatory, Palisades, N. Y.**