

## PARAMETRİK BİR İLİŞKİ KULLANILARAK MANYETİK ANOMALİLERİN YORUMU

### INTERPRETATION OF MAGNETIC ANOMALIES USING A PARAMETRIC RELATIONSHIP

Ö. Kafadar<sup>1</sup>, İ. Sertçelik<sup>2</sup>

**Posta Adresi:** <sup>1</sup> KOÜ Köseköy MYO. İstasyon Mah. Meşelik Yanı Köseköy-Kocaeli

<sup>2</sup> KOÜ Müh.Fak.Jeofizik Müh.Böl. Umuttepe Merkez Yerleşkesi 41380 İzmit-Kocaeli

**E-posta:** okafadar@kou.edu.tr, isert@kou.edu.tr

---

**Anahtar Kelimeler:** Manyetik anomaliler, şekil-derinlik ilişkisi, basit geometrik modeller

**ÖZ** Manyetik yorumda en önemli problemlerden biri, gömülü yapının şekil ve derinliğinin belirlenmesidir. Bu çalışmada da manyetik verilerden, gömülü bir yapının şeklini ve derinliğini bulmak amacıyla geliştirilmiş bir yöntem kullanılarak manyetik anomaliler yorumlanmıştır. Yöntem, Euler ters evrişim tekniğine benzemekle beraber kaynak derinliğini ve şekil faktörünü birbirinden bağımsız olarak çözmektedir. Bu yöntemde kaynak derinliği ile şekil faktörü arasındaki bir parametrik ilişki kurulmakta ve profil üzerinde kaynak konumunun her iki yanında esnek kullanıma elverişli olan bir gratikül aralığına göre simetrik olan gözlem noktaları kullanılmaktadır. Sabit bir gratikül aralığı için çeşitli şekil faktörlerine karşılık gelen derinlik saptanarak şekil faktörü-derinlik eğrileri çizilir. Gömülü yapının şekli ve derinliği bu parametrik eğrilerin kesişme noktalarından bulunmaktadır. Yöntem küre, uzun yatay silindir, dayk ve kontakt şeklindeki yapıların yorumunda kullanılabilir. Kuramsal model çalışmalarının yanında yöntem Yozgat Sarıkaya Bölgesi' den alınan manyetik anomali profiline uygulanmıştır.

**ABSTRACT** One of the most important problems for the magnetic interpretation is estimating the shape and depth of a buried structure. In this study, the various magnetic anomalies have been interpreted using the method which is develop for determination to depth and shape of a buried structure from magnetic data. The method is similar to Euler deconvolution but it solves for shape and depth independently. The method involves using a relationship between the shape factor, with the depth to the source, and a combination of observations at symmetric points with respect to the coordinate of the source center with a free parameter (graticule spacing). For a fixed free parameter, the depth is determined for each shape factor. The computed depths are plotted against the shape factor. The shape and depth of the buried structure is determine at the intersection of the parametric curves. Sphere and dike are the shape of the structure used in this study. This methos is applied to theoretical magnetic models and Yozgat Sarıkaya Magnetic Anomaly Profile

## GİRİŞ

Manyetik yorumlamada yaygın olarak küre, silindir, dayk ve kontakt gibi basit geometrik modeller kullanılmaktadır. Yorumlamanın amacı, manyetik anomalilere neden olan kaynakların şekil, konum ve derinliklerinin belirlenmesidir. Anomaliye neden olan kaynaklar parametreler ile tanımlanır. Manyetik anomalilerden model parametrelerini saptamak için birçok grafik ve sayısal yöntem geliştirilmiştir (Prakasa Rao ve diğ. 1986, Prakasa Rao ve Subrahmanyam 1988, Abdelrahman ve Sharafeldin 1996). Bu

yöntemlerin çoğu anomali kaynak şeklinin (küre, silindir, dayk, kontakt vb.) bilinmesini gerektirir. Euler ters evrişim teknikleri (Thompson 1982, Reid ve diğ. 1990) yukarıdaki yöntemlere alternatiftir. Bunlar kaynak derinliği ile yapısal indeks ilişkisine dayanmaktadır. Bununla birlikte kaynak derinliği ve yapısal indeksin saptanmasında belirsizlikler vardır. Burada kullanılan yöntem ile derinlik ve kaynak şekli eş zamanlı bulunabilmektedir. Ayrıca yöntem yatay, düşey ve toplam manyetik alan anomalilerine uygulanabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan yöntem  $x = 0$  noktasının iki yanındaki simetrik gözlem noktalarının kullanımına ve derinlik ile şekil faktörü arasındaki ilişkinin bulunmasına dayanmaktadır.

## TEORİ

Merkezi  $x_i = 0$  da yer alan birçok jeolojik yapının manyetik anomali ifadesi aşağıdaki fonksiyonla gösterilebilir (Prakasa Rao ve diğ. 1986, Prakasa Rao ve Subrahmanyam 1988, Abdelrahman ve Hassanein 2000).

$$H(x_i, z, \theta, q) = k \left\{ \frac{(az^{2r} + bx_{i2})(\sin \theta)^m (\cos \theta)^n + cx_i z^p (\sin \theta)^n (\cos \theta)^m}{(x_{i2} + z^2)^q} \right\} \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, N$

Burada  $z$  derinlik,  $k$  efektif mıknatıslanma şiddeti,  $\theta$  yapı uzanımına dik olan düşey düzlemdeki efektif inklinasyon açısı ve  $q$  şekil faktörüdür.  $a, b, c, m, n, r, p$  ve  $q$  sabitler olup modellere göre eşdeğerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Şekil faktörü  $q$ , 0 ile 2.5 arasında değişmektedir. Tüm durumlarda yapı uzanımına dik yöndeki profilin manyetik kuzey ile yaptığı açının bilindiği varsayılmaktadır.

Anomali profili boyunca üç gözlem noktası ( $x_i - s, x_i, x_i + s$ ) düşünelim. Burada  $s = 1, 2, \dots, m$  aralık birimidir ve pencere uzunluğu yada grafikül aralığı olarak adlandırılır. Simetrik noktadaki anomali değerleri arasındaki normalize edilmiş farklar;

$$H_x(x_i, z, \theta, q) = \frac{k}{2s} \left\{ \frac{(az^{2r} + b(x_i - s^2))(\sin \theta)^m (\cos \theta)^n + cz^p (x_i - s)(\sin \theta)^n (\cos \theta)^m}{((x_i - s)^2 + z^2)^q} - \frac{(az^{2r} + b(x_i + s^2))(\sin \theta)^m (\cos \theta)^n + cz^p (x_i + s)(\sin \theta)^n (\cos \theta)^m}{((x_i + s)^2 + z^2)^q} \right\} \quad (2)$$

olarak yazılabilir. Tüm şekiller ( $q$ ' nun fonksiyonu) için (2) bağıntısı  $x_i = 0$  ve  $x_i = -s, x_i = +s$  noktalarında  $H_x(0), H_x(-s), H_x(s)$  normallenmiş fark denklemleri elde edilir. Bu bağıntılar yeniden düzenlenerek  $z$  için aşağıdaki bağıntı elde edilir.

$$z = s \sqrt{\frac{1 - 4(F)^q}{(F)^q - 1}} \quad (3)$$

Burada

$$F = \frac{H_x(s) + H_x(-s)}{2H_x(0)} = \left[ \frac{1 + (z/s)^2}{4 + (z/s)^2} \right]^q \quad (4)$$

olarak verilir. (3) nolu bağıntı serbest s parametrelili eğri grubunu gösterir. Sabit bir s için (4) nolu bağıntı q' nun bir fonksiyonu olarak z' nin sürekli arttığı bir eğri ile gösterilebilir. Kuramsal olarak z ve q' nun eşzamanlı olarak bulunabilmesi için s' nin iki farklı değeri ile ilişkili iki eğri yeterli olmaktadır. Uygulamada, verideki gürültü nedeni ile ikiden fazla s değerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kuramsal çalışmalarda orijin bilinmemektedir. Arazi verileri için öncelikle anomali profilinin orijini belirlenmelidir. Birçok durumda profilin maksimum ve minimum değerleri bir doğru ile birleştirilir. Bu doğrunun anomali eğrisini kestiği nokta gerçek orijin ( $x_i=0$ ) olarak belirlenir (Stanley1977). Kullanılan yöntem baz hattının bulunmasından bağımsızdır

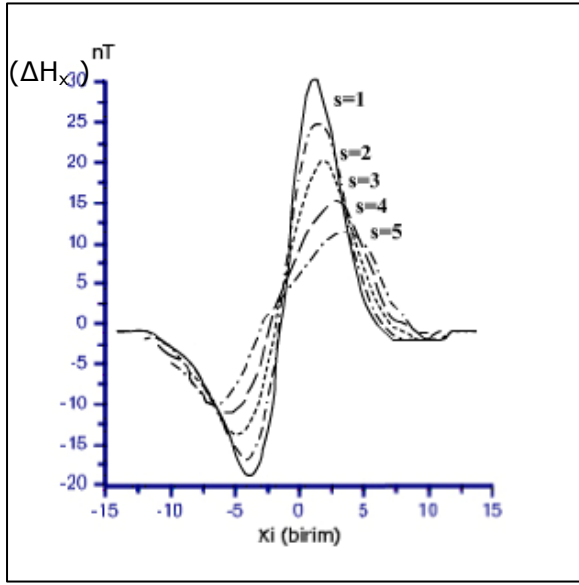
**Çizelge-1.** Modellere göre a, b, c, n, m, r, p ve q değerleri

Model	Manyetik Anomali	a	b	c	m	n	p	r	q
Küre	Düşey	2	-1	-3	1	0	1	1	5/2
Küre	Yatay	-1	2	-3	0	1	1	1	5/2
Yatay Silindir Dayk(I.Yatay Türev) Jeolojik Kontakt(II. Yatay Türev)	Toplam Düşey Yatay	1	-1	2	0	1	1	1	2
Dayk	Toplam Düşey Yatay	1	0	1	0	1	0	1/2	1

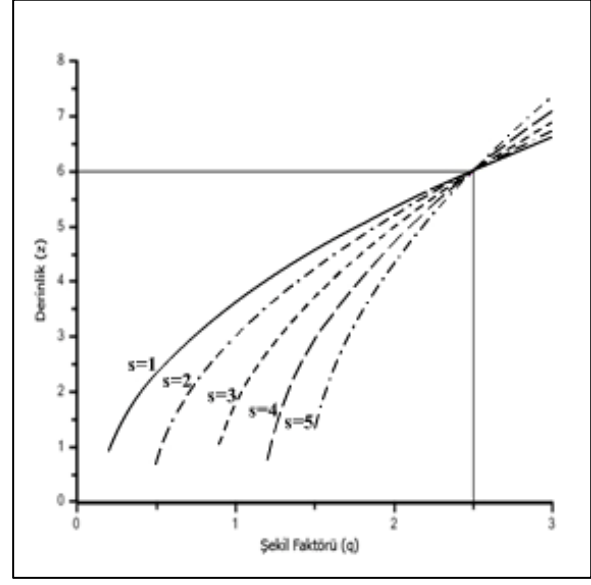
## Örnekler

Yöntem küre, uzun yatay silindir, ince dayk ve yarı sonsuz kontakt modellerine uygulanabilmesine karşın, çalışmamızda küre ve dayk modeline uygulanmıştır.

(1) nolu bağıntıdan  $z=6$  birim,  $q=2.5$ ,  $\theta = 70^\circ$ ,  $k=100$  A/m için küre modeline ait düşey manyetik alan anomalisi üretilmiştir. Bu  $\Delta H$  anomalisinin 5 adet serbest s aralığı ( $s=1,2,3,4$  ve  $5$ ) için 5 adet yatay türev anomalisi ( $\Delta H_x$ ) hesaplanarak Şekil 1' de çizilmiştir. Aynı s aralıkları için (3) nolu bağıntı kullanılarak şekil faktörü (q) değerlerine karşılık gelen derinlikler (z), eğriler şeklinde Şekil 2' de gösterilmiştir. Bu eğrilerin kesişme noktasından derinlik  $z=6$  birim ve şekil faktörü  $q=2.5$  olarak bulunmuştur.

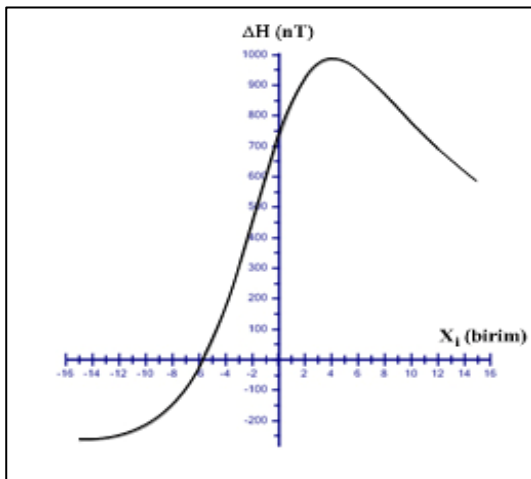


**Şekil-1.** Küre modeline ait  $s=1,2,3,4,5$  için yatay türev anomali eğrileri

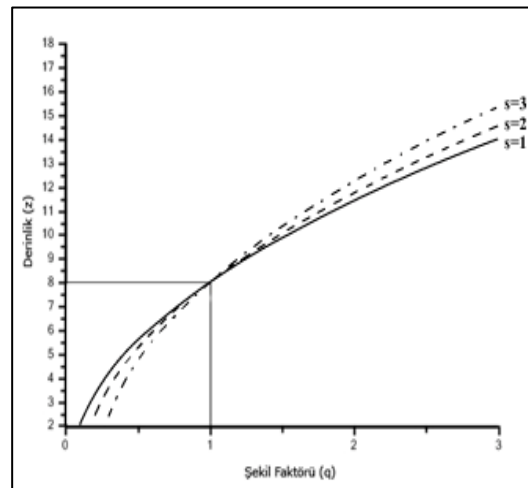


**Şekil-2.**  $s=1,2,3,4,5$  için  $q'$  ya karşı  $z'$  yi gösteren eğri grupları

İkinci örnekte  $z=8$  birim,  $q=1$ ,  $\theta = 55^\circ$ ,  $k=100$  A/m olan bir dayk modelinden hesaplanan manyetik anomali kullanılmıştır (Şekil 3). Küre örneğine benzer şekilde  $s=1,2,3$  için yatay birinci türev eğrileri hesaplanmış (Şekil4) ve (3) nolu bağıntı yardımıyla şekil faktörü  $q'$  nun 0-2.5 arasındaki değerlerine karşılık  $z$  değerleri parametrik eğriler şeklinde Şekil 4' de çizilmiştir. Bu eğrilerin kesişme noktasından şekil faktörü  $q=1$  ve derinlik  $z=8$  birim olarak bulunmuştur. Böylece 3 serbest parametre kullanılarak doğru sonuçlar elde edilmiştir.

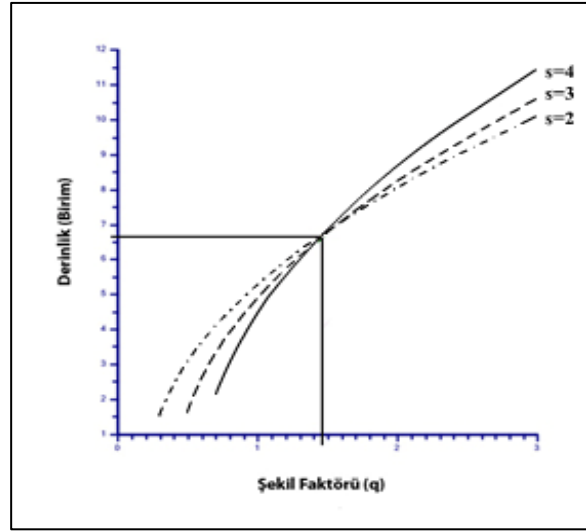
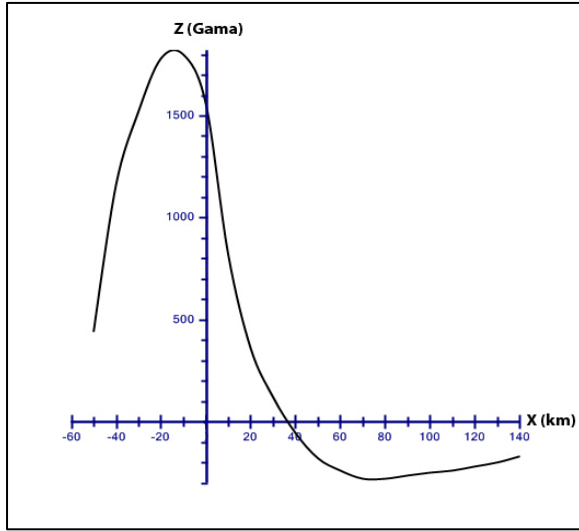


**Şekil-3.** Dayk modelinin kuramsal toplam manyetik alan anomalisi



**Şekil-4.**  $s=1,2,3$  için  $q$ - $z$  değişimini gösteren parametrik eğriler

Arazi örneği olarak yöntem, Yozgat-Sarıkaya-Karabacak mevki düşey bileşen anomali haritasından alınmış kesit eğrisine uygulanmıştır. Şekil 5’ de görülen anomali 21 noktada örneklenmiştir. q-z eğrilerinin (Şekil 6) kesişme noktasından şekil faktörü (q) 1.45 ve derinlik (z) 6.6 birim bulunmuştur. 1 birim 5 metre olduğundan derinlik  $z = 6.6 \times 5 = 33$  metre olarak bulunmuştur. Şekil faktörü 1’ e yakın bir değer olduğundan yeraltındaki gömülü yapının dayk olduğu sonucuna varılmıştır. Bulunan sonuç Sertçelik (1990,2000) tarafından aynı anomali için bulunan derinliklerle Çizelge 2’ de karşılaştırılmıştır.



**Şekil-5.** Yozgat - Sarıkaya Düşey Bileşen Anomali Haritasından alınmış kesit

**Şekil-6.** Yozgat-Sarıkaya Anomalisi için parametrik eğriler

**Çizelge-2.** Yozgat-Sarıkaya Manyetik Anomalisi Yorum Sonuçları

Yöntem	Sertçelik (1990)	Sertçelik (2000)	Sunulan Yöntem
Derinlik	z=33 m	z=28.9 m	z=33.9 m

## SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan yöntem, manyetik veriden gömülü yapının derinliğini ve şekil faktörünü eşzamanlı olarak vermektedir. Yöntem normallenmiş anomali değerlerini kullanmaktadır. Serbest parametre olarak da adlandırdığımız gratikül aralığı (s) sayısı en az iki olmalıdır. Bu sayının artması, parametrik eğrilerin artmasını ve bu eğrilerin kesişme noktalarından bulunan derinlik ve şekil faktörünün daha hassas belirlenmesini sağlar. Arazi verilerindeki gürültü nedeniyle parametrik eğrilerin kesim noktaları arasında bir alan oluşabilmektedir. Böyle durumlarda doğru çözüm bu alanın merkezinden belirlenmelidir.

Kuramsal model çalışmaları ile test edilen yöntem kullanılarak Yozgat-Sarıkaya Düşey Manyetik Anomali Profili yorumlanmıştır. Yöntem oldukça pratiktir. Yatay, düşey ve toplam manyetik alan anomalilerine uygulanabilmektedir. En önemli avantajı ise önceden model tahminine ihtiyaç duymamasıdır.

## KAYNAKLAR

- ABDELRAHMAN E. M. and SHARAFELDIN S. M., 1996. An iterative least squares approach to depth determination from residual magnetic anomalies due to thin dikes, **J. Appl. Geophys.**, 34,213-220.
- ABDELRAHMAN E. M. and HASSANEIN H. I., 2000. Shape and depth solutions from magnetic data using a parametric relationship, **Geophysics**, 65,126-131.
- PRAKASA RAO T. K. S., and SUBRAHMANYAM, MOO., 1988. Characteristic curves for inversion of magnetic anomalies of spherical ore bodies, **Pageoph**, 126, 69-83.
- PRAKASA RAO T. K. S. and SUBRAHMANYAM M. and Srikrishna Murthy A., 1986. Nomograms for the direct interpretation of magnetic anomalies due to long horizontal cylinders, **Geophysics**, 51, 2156-2159.
- REİD.A. B., ALLSOP, I. M., GRENSER.,MILLET, A. J., and SOMERSON,f. w..1990, Magnelic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution: **Geophysics**, 55, 80-91.
- SERTÇELİK İ., 1990. Magnetik dayk ve fayların nomogramlarla yorumu, **İstanbul Üniv. Yerbilimleri Dergisi**, c.7, s.1-2, 229-246
- SERTÇELİK İ., 2000. İnce dayk ve kontakt modellerinin manyetik yorumu, **Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, KO.Ü. yayın organı**, c.1, s.4, 75-84
- SERTÇELİK İ.,2003.Ardışık rezidüel anomaliler arasındaki korelasyon faktörleri kullanılarak kürenin manyetik yorumu, **Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi, KO.Ü. yayın organı**, c.3, s.2, 35-44
- STANLEY J. M., 1977. Simplified magnetic interpretation of the geologic contact and thin dike: **Geophysics**, 42, 1236-1240
- THOMPSON D. T., 1982. EULDPH: A new technique for making computer assisted depth estimates from magnetic data: **Geophysics**, 47, 31-31.