

## MANYETİK ÖZELLİK GÖSTEREN GÖMÜLÜ BİR CİSMİN SINIR ANALİZİ VE NTG YÖNTEMLERİYLE KONUMUNUN BELİRLENMESİ

Ali ELMAS<sup>1\*</sup>, Ali Erden BABACAN<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 61080, Türkiye

Geliş tarihi: 04.05.2021 Kabul tarihi: 14.06.2021

### ÖZET

Bu çalışmada yüzeye yakın gömülü bir cismin yerinin belirlenmesi test edilmiştir. Bu kapsamda, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni kampüs alanı içerisinde uygulama alanı olarak seçilen bir sahaya daha önceden boyutları ve konumu belli olan kullanım süresi bitmiş bir adet metalik özelliğe sahip MR cihazı test amaçlı olarak gömülmüştür. Bu cihazın gömülü olduğu alanda birçok profilde, toplam manyetik alan ölçüleri alınmış ve alınan ölçülerden elde edilen veriler haritalanmıştır. Sonra, toplam manyetik alan verilerine kutba indirgeme işlemi uygulanmış ve elde edilen yeni veriler haritalanmıştır. Kutba indirgenmiş verilere analitik sinyal, toplam yatay türev ve birinci düşey türev teknikleri uygulanmıştır. Daha sonra, kutba indirgenmiş veri haritasında belirlenen, gömülü cisim üzerinden geçen bir profil seçilerek, bu profildeki verilere normalize tam gradyent (NTG) yöntemi uygulanmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda gömülü cismin yanal sınırları ve derinliği belirlenebilmiştir.

***Anahtar Kelimeler:** Manyetik, Normalize Tam Gradyent, Gömülü Cisim, Toplam Yatay Türev, Analitik Sinyal*

## DETERMINING THE POSITION OF A EMBEDDED OBJECT WITH MAGNETIC FEATURES BY BOUNDARY ANALYSIS AND NTG METHODS

### ABSTRACT

In this study, determination of the location of an object buried close to the surface was tested. In this context, an expired metallic MR device, whose dimensions and location were previously determined, was buried in a field selected as the application area within the Karadeniz Technical University Kanuni campus area for testing purposes. The total magnetic field measurements were taken in many profiles in the area where this device was embedded, and the data obtained from the measurements were mapped. Then, the reduction process to the pole was applied to the total magnetic field data and the new data obtained were mapped. Analytical signal, total horizontal derivative and first vertical derivative techniques have been applied to the data reduced to the pole. Then, a profile that passes over the buried object, determined in the data map reduced to the pole, was selected, and the normalized full gradient (NFG) method was applied to the data in this profile. As a result of this study, the lateral boundaries and depth of the buried object could be determined.

**Keywords:** Magnetic, Normalized Full Gradient, Embedded Object, Total Horizontal Derivative, Analytical Signal

\* e-posta<sup>1</sup>: [elmas@ktu.edu.tr](mailto:elmas@ktu.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3343-2742> (Sorumlu Yazar)

e-posta<sup>2</sup>: [a.babacan@ktu.edu.tr](mailto:a.babacan@ktu.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8216-5225>

## 1. Giriş

Potansiyel alan verilerinin yorumlanmasında en önemli aşamalardan biri anomaliye neden olan kaynakların yatay konumlarının ve derinliklerinin belirlenebilmesidir [5]. Manyetik anomalilere neden olan kaynağın konumunun ve derinliğinin belirlenebilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir ([5], [13], [20], [21], [22]). AS tekniği potansiyel alan verilerinin yorumlanması için kullanılmıştır [13]. Anomaliye sebep olan jeolojik yapılar üzerinde çan şeklinde anomaliler üreten ve yapı kenarlarında maksimum genlik veren AS tekniği yaygın olarak kullanılır [13]. TYT tekniği, jeolojik yapıların yanal süreksizlik sınırlarını belirleyebilmek için kullanılmaktadır [8]. Bununla birlikte, daha sonraki yıllarda, genlik tabanlı bu yöntemlerin sığ ve derin etken yapıların sınırlarını aynı anda belirleme kabiliyetlerinin zayıf olması nedeniyle alanın yatay ve düşey türevlerinin farklı kombinasyonlarına dayalı çeşitli faz tabanlı yöntemler de geliştirilmiştir ([11], [15], [17], [18], [19]). Böylece, potansiyel alan verilerinin düşey türevleri alınarak yüzeye yakın hedef kütlelerin yanal sınırlarının belirlenme işlemleri yaygın olarak kullanılmaktadır [9]. Belirli bir ölçüm ağı seviyesinden başlayarak potansiyel alan verilerinin aşağı doğru analitik uzanımıyla, çeşitli dalga boylarından oluşan anomali içindeki belirli dalga uzunluklarındaki genliklerin yükseltilmesi amaçlanır. Aşağı uzanım, anomali ile çeşitli ağırlık katsayılarının (sayısal filtreler) konvolüsyonundan hesaplanması işlemi uzun yıllar boyunca kullanılmıştır ([7], [10], [12]). Normalize tam gradyent (NTG) yönteminin manyetik verilere uygulanması geçmiş yıllarda ilk defa gerçekleştirilmiştir [4]. Daha sonra ise, manyetik anomalilerden rezervuar modellemesi için NTG operatörünün uygulanabilirliğini araştırılmıştır [3].

Bu çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni kampüs alanı içerisinde uygulama alanı olarak seçilen bir sahada gömülü olan metal bir MR cihazı üzerinde belli profillerde toplam manyetik alan ölçümleri yapılmıştır. Boyutları ve derinliği bilinen cismin yerini tekrar belirleyebilmek için, cisim üzerinde alınan toplam manyetik alan verileri öncelikle manyetik kuzey kutba indirgenmiştir. Kutba indirgenmiş verilere analitik sinyal, toplam yatay türev ve birinci düşey türev teknikleri uygulanmıştır. Son olarak da, kutba indirgenmiş veri haritasından faydalanılarak, gömülü cisim üzerinden geçen bir profil belirlenmiştir. Bu profildeki ayırık veriler NTG yöntemiyle kullanılarak cismin düşey konumu belirlenebilmiştir. Yapılan bu çalışma ile kullanılan tekniklerin, yüzeye yakın gömülü bir cismin yerini ayırt edebilme yeteneği test edilecektir. Bütün haritalar birlikte değerlendirilerek, gömülü cismin yeri belirlenmeye çalışılacaktır.

## 2. Materyal ve Metod

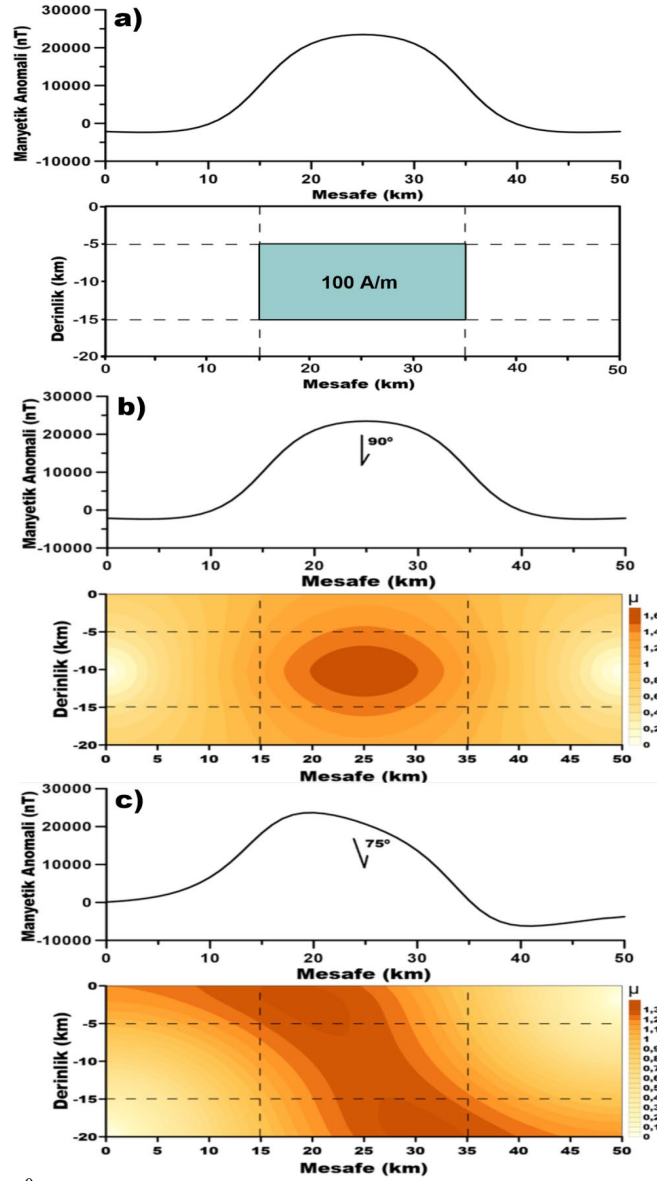
Çalışma alanındaki gömülü MR cihazının sınırlarını belirleyebilmek için, Analitik Sinyal (AS), Toplam Yatay Türev (TYT) ve birinci düşey türev tekniklerini de içeren POTENSOFT programı kullanılmıştır [1]. AS tekniği, bir sınır analiz tekniğidir [13]. potansiyel alan verilerinin değerlendirilmesi aşamasında AS, hedef kütleler üzerinde çan şeklinde anomaliler oluşturur. Ayrıca AS haritalarında, hedef kütlelerin yanal sınırlarında yüksek genlikler oluşturur [13] ve AS Formül 1'teki gibi tanımlanır:

$$AS = \sqrt{(\partial T / \partial x)^2 + (\partial T / \partial y)^2 + (\partial T / \partial z)^2} \quad (1)$$

Burada  $\partial T / \partial x$ ,  $\partial T / \partial y$  ve  $\partial T / \partial z$  terimleri, kutba indirgenmiş manyetik verilerin x, y ve z yönlerindeki değişimlerini ifade etmektedir. Hedef kütlelerin yanal sınırlarını belirlemek için kullanılan diğer bir sınır analiz tekniği TYT tekniğidir [8]. TYT Formül 2'de verildiği gibi ifade edilir:

$$TYT = \sqrt{(\partial T / \partial x)^2 + (\partial T / \partial y)^2} \quad (2)$$

Burada  $\partial T/\partial x$  ve  $\partial T/\partial y$  terimleri, kutba indirgenmiş manyetik verilerin x ve y yönlerindeki değişimlerini ifade etmektedir.



**Şekil 1.** Eğim açısı  $90^\circ$  ve mıknatıslanma şiddeti 100 A/m olan 2 boyutlu sentetik bir modelin; a) manyetik anomalisi ve düşey pozisyonu, b) Modelin, manyetik eğim açısı  $90^\circ$  olarak alınarak hesaplanan NTG kesidi, c) Modelin, manyetik eğim açısı  $75^\circ$  olarak alınarak hesaplanan NTG kesidi.

Potansiyel alanların doğasına bağlı olarak kaynağın bulunduğu seviyelerdeki aşağı uzanım işleminde her zaman lokal gürültüler ortaya çıkar [16]. NTG yönteminin en önemli özelliği kaynağın bulunduğu derinliklerde ve daha derinlerde ortaya çıkan bu tür gürültüleri yuvarlatmasıdır. NTG operatörü boyutsuz bir operatör olarak manyetik anomaliler için,

$$G(x, z) = \frac{\sqrt{T_x(x, z)^2 + T_z(x, z)^2}}{\frac{1}{M} \sum_0^M \sqrt{T_x(x, z)^2 + T_z(x, z)^2}} \quad (3)$$

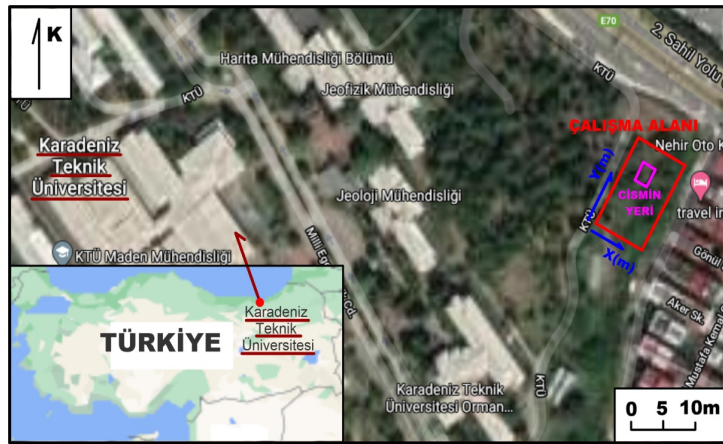
şeklinde tanımlanmıştır [16]. Burada  $T_x$  ve  $T_z$ ,  $T$  toplam manyetik anomalinin sırasıyla yatay ve düşey türevleridir.  $M$  ise veri sayısıdır. Potansiyel alan değerlerinde uzun dalga boylu olayları tutmak

amacıyla Fourier alt harmonik sayısı genellikle 1 olarak alınır. Fourier üst harmonik sayısı da çoğunlukla deneme-yanılma yoluyla belirlenir [2]. Süzgeçleme fonksiyonu da NTG hesaplamalarında dikkat edilmesi gereken bir parametredir.

Öncelikle, Şekil 1'de verilmiş olan sentetik çalışma yapılarak, manyetik eğim açısının NTG hesaplamalarındaki önemi anlatılmıştır.

Öncelikle, Şekil 1a'da görüldüğü gibi sentetik bir model hazırlanarak manyetik anomalisi hesaplanmıştır. Şekil 1b'de, manyetik eğim açısı  $90^{\circ}$  iken yapılan NTG hesabında, aranan kütle için düşey konumu yaklaşık olarak bulunabilmektedir. Şekil 1c'de ise, manyetik eğim açısı  $75^{\circ}$  olarak anomali hesaplandı ve bu anomaliden NTG hesabı yapıldı. Ancak, eğim açısındaki az bir değişim sonucunda aranan kütle için düşey konumu belirlenememiştir. Buradan hareketle, bu çalışmadaki arazi çalışmalarında eğim açısı  $90^{\circ}$  olarak alınmıştır ve hesaplamalar bu şekilde yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi ölçümleri Karadeniz Teknik Üniversitesi kampüs alanında bulunan bir test sahasında yapılmıştır (Şekil 2). Test sahasına, çapı 2 m ve boyu 2.5 m olan bir adet MR cihazı yatay bir konumda olacak şekilde gömülmüştür (Şekil 3). MR cihazının üzeri yaklaşık olarak 1.2 m dolgu malzemesi ile örtülmüştür. MR cihazının üzeri malzeme ile doldurulduktan sonra bu sahada toplam manyetik alan ölçümleri alınmıştır. Ölçüm sahası  $10 \times 17$  m'dir ve bu sahada yapılmış toplam manyetik alan ölçümleri 0.5 m aralıklarla alınmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

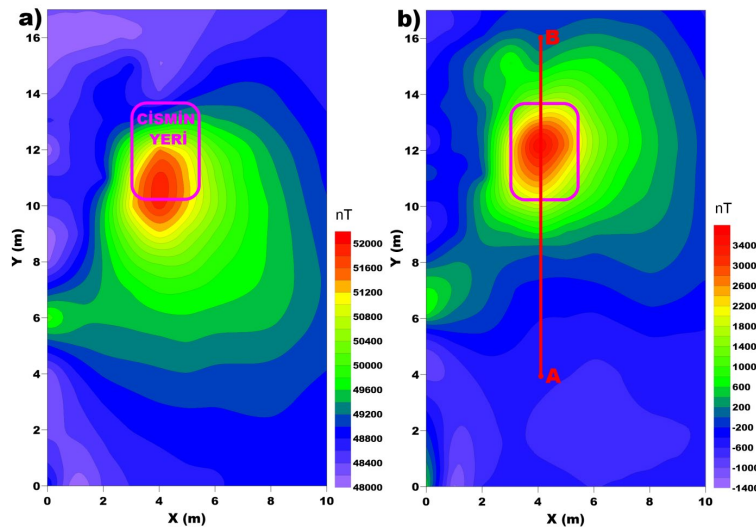


Şekil 3. Gömülü MR cihazının görüntüsü.

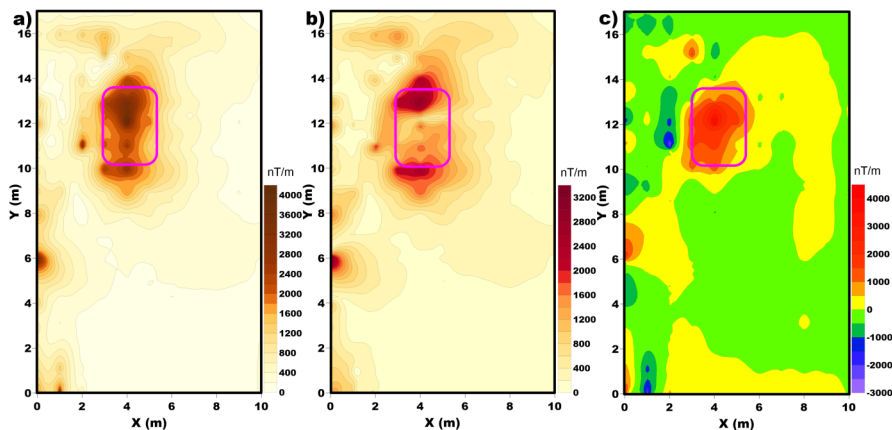
Sahada ölçülen toplam manyetik alan verilerine öncelikle kuzey kutba indirgeme işlemi uygulanmıştır. Şekil 4a' da toplam manyetik anomali değerleri için eğim açısı  $59^{\circ}$  ve sapma açısı  $6^{\circ}$  olduğu için gömülü cismin ürettiği anomalinin hedef kütle üzerinden biraz kaymış olduğu görülmektedir. Bu

kaymayı ortadan kaldırmak için, toplam manyetik alan verilerine eğim açısı  $90^0$  ve sapma açısı  $0^0$  olacak şekilde kutba indirgeme işlemi uygulanmıştır (Şekil 4b). Bu işlem ile, yüksek genlikler hedef kütle üzerine taşınmıştır. Kutba indirgeme işleminden sonra elde edilen manyetik verilere; AS, TYT ve birinci düşey türev teknikleri uygulanmıştır. TYT ve AS genliklerinin maksimum değerleri, çalışma alanındaki gömülü cismin sınırlarını belirtmektedir (Şekil 5a ve 5b). Birinci düşey türev de sığ kütlelerin etkilerini ön plana çıkarmıştır (Şekil 5c). Böylece gömülü cihazın yanal sınırları belirlenebilmiştir.

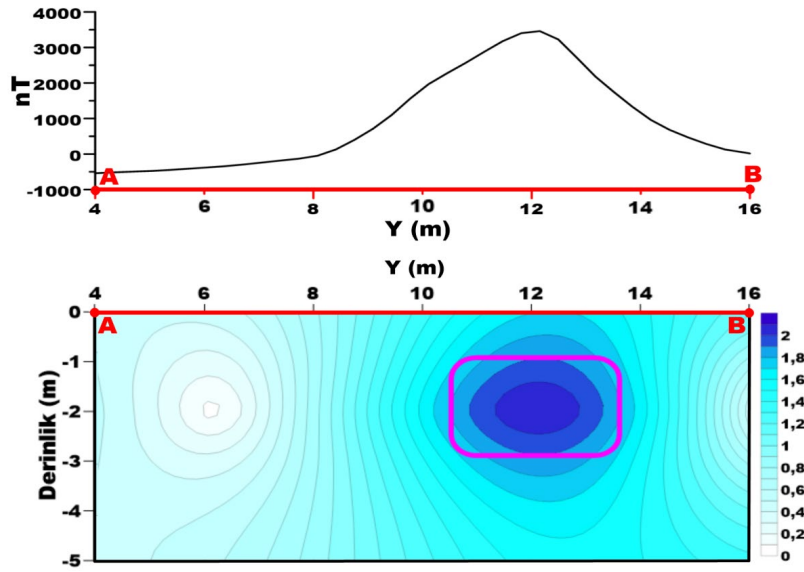
Şekil 4b'deki kutba indirgenmiş manyetik verilerden seçilmiş bir AB profilindeki ayırık veriler kullanılarak NTG hesapları yapılmıştır. Elde edilen NTG verilerinin aşağı doğru analitik uzanımı yapılarak kesitler hesaplanmıştır. Bu kesitler hesaplanırken, belli bir mantık çerçevesinde çok sayıda deneme yapılarak en optimum sonuca ulaşılmıştır. Ulaşılan en optimum sonuç hesabında; süzgeçleme fonksiyonu derecesi = 1, Fourier üst harmonik sayısı = 7 ve manyetik eğim açısı  $90^0$  'dir. Bu çalışmadaki NTG profil boyu, kütle derinliğinin yaklaşık 10 katı olarak alınmıştır [2]. Pozitif singülarite noktası ve çevresindeki kapanım değerleri, kabaca model kütlelerin düşey konumu ile uyumlu olduğu görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 4. a) Toplam manyetik alan anomali haritası, b) Kutba indirgeme işleminden elde edilen anomali haritası.



Şekil 5. Kutba indirgenmiş verilerin; a) AS anomali haritası, b) TYT anomali haritası, c) birinci düşey türev anomali haritası.



Şekil 6. AB profili verileri kullanılarak hesaplanan NTG kesiti.

### 3. Sonuçlar

Seçilmiş bir test sahasına önceden gömülmüş olan bir MR cihazının yerinin ve derinliğinin belirlenebilmesi için; öncelikle, toplam manyetik alan verilerine kutba indirgeme işlemi yapılarak, manyetik anomali hedef kütle üzerine taşınmıştır. Bu na ilave olarak, manyetik eğim açısının NTG hesaplarındaki önemini ortaya koyabilmek için bir sentetik çalışma yapılmıştır. İkinci olarak, cismin yanıl sınırlarını belirleyebilmek için TYT, AS ve birinci düşey türev teknikleri uygulanmıştır. Son olarak da, cismin derinliğini belirleyebilmek için NTG yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen anomali haritaları birlikte değerlendirilerek, yüzeye yakın gömülü cismin yeri ve derinliği başarılı bir şekilde belirlenebilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kullanılan tekniklerin bu gibi yüzeye yakın gömülü yapıları araştırmak için bundan sonraki çalışmalarda uygulanabilirliği bir kez daha ortaya konulmuştur.

### Kaynaklar

- [1] Arısoy, M. Ö., Dikmen, Ü., 2011. Potensoft: MATLAB-based Software for potential field data processing, modelling and mapping. *Computer & Geosciences*, 37, 935–942.
- [2] Aydın A.; Evulation of Gravity Data in Terms of Hydrocarbon by Normalized Full Gradient, Variation and Statistic Methods, Model Studies and Application in Hasankale–Horasan Basin (Erzurum). Ph. D. Thesis, Karadeniz Technical University, Natural and Applied Sciences, Trabzon, Turkey, (1997).
- [3] Aydın, A., Sipahi, F., Karşlı, H., Gelişli, K., and Kadırov, F.; Interpretation of Magnetic Anomalies on Covered Fields Using Normalized Full Gradient Method, International Geoscience Conference and Exhibition, 15 – 18 September 1997, Moscow, D3. 4p (1997).
- [4] Berezkin, V.M., Filatov, V.G. and Bulychev, E.V. (1994), Methodology of the aero-magnetic data interpretation with the aim of direct detection of oil and gas deposits, *Geofizika*, Nr.5, 38 – 43.
- [5] Bilim, F., & Ates, A. (2003). Analytic signal inferred from reduced to the pole data. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 6, 66-74.
- [6] Bilim, F., & Ates, A. (2005). Analitik Sinyal yöntemlerinin manyetik model verileri üzerinde karşılaştırılması. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 18, S. 2, SS. 151-162.

- [7] Clarke, G.K.C.; Optimum second – derivative and downward continuation filters. *Geophysics* 34, 424 – 437, (1969).
- [8] Cooper, G. R. J., Cowan, D. R., 2006. Enhancing potential field data using filters based on the local phase. *Computers and geosciences*, 32 (10), 1585-1591.
- [9] Elmas, A. (2018), Kıbrıs Adasındaki Yapısal Süreksizliklerin EGM08 Gravite Verileri Kullanılarak Belirlenmesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 42, 17-32 (DOI: 10.24232/jmd.434135)
- [10] Fuller, B.D.; Two–dimensional frequency analysis and design of grid operators. *Mining Geophysics* 2, p. 658 – 708, (1967).
- [11] Pham, L.T; Eldosouky, A.M.; Oksum, E.; Saada, S.A. (2020). A new high resolution filter for source edge detection of potential field data, *Geocarto International*, DOI: 10.1080/10106049.2020.1849414
- [12] Mescos, A.; Digital filtering application in geophysical exploration for oil. *Akademiai Kiado, Pitman Publishing Ltd., and Halstedpress* (1984).
- [13] Nabighian, M.N. (1972). The analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section: its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, 37, 507-517.
- [14] Nabighian, M.N. (1974). Additional comments on the analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section. *Geophysics*, 39, 85-92.
- [15] Oksum E., Le D.V., Vu M.D., Nguyen T.H.T., Pham L.T. (2021) (On-line first). A novel approach based on the fast sigmoid function for interpretation of potential field data. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, DOI: 10.4430/bgta0348
- [16] Oruç, B., Keskinsezer, A. (2007), Normalized Tam Gradyent Yöntemi İle Petrol Sahalarındaki Manyetik Temel Kaya Ondülasyonunun Modellenmesi IPETGAS 2007.
- [17] Pham, L.T., Oksum, E., Do, T.D. (2019). Edge enhancement of potential field data using the logistic function and the total horizontal gradient. *Acta Geodaetica et Geophysica* 54, 143-155.
- [18] Pham, L.T., Oksum, E., Do, T.D., Le-Huy, M., Vu, M.D., Nguyen, V.D. (2019). LAS: A combination of the analytic signal amplitude and the generalised logistic function as a novel edge enhancement of magnetic data, *Contributions to Geophysics and Geodesy* 49(4), 425–440.
- [19] Pham L.T., Oksum E., Do T.D., Le-Huy M., (2018). New method for edges detection of magnetic sources using logistic function. *Geofizichesky Zhurnal* 40(6), 127-135.
- [20] Reid, A. B. Allsop, J. M. Granser, H. Millett, A. J., & Somerton, I. W. (1990). Magnetic interpretation in three dimensions using Euler Deconvolution. *Geophysics*, 55, 80-91.
- [21] Spector, A., & Grant, F. S. (1970). Statistical models for interpretation aeromagnetic data. *Geophysics*, 22, 359-383.
- [22] Thompson, D.T. (1982). EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics*, 47, 31-3.