



Ağaçören/Aksaray Bölgesindeki Jeolojik Yapıların Jeofizik (Manyetik) Yorumu

Ezgi Erbek Kıran^{1*}, Mustafa Nuri Dolmaz²

^{1*} Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik mühendisliği, Isparta, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-4627-8932), ezgiezbek@sdu.edu.tr

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik mühendisliği, Isparta, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-9185-9835), nuridolmaz@sdu.edu.tr

(1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2021, November 1-3, 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1012554)

ATIF/REFERENCE: Kıran Erbek, E. & Dolmaz, M.N., (2021). Ağaçören/Aksaray bölgesindeki jeolojik yapıların jeofizik (manyetik) yorumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 1039-1043.

Öz

Bu çalışmada Orta Anadolu kristalin kompleksi içerisinde yer alan ve intrüzyonik yapıları içeren Ağaçören bölgesine ait aeromanyetik veriler, ileri potansiyel alan işleme teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Manyetik anomali haritasında anomalinin biçim analizine dayanılarak bölgenin saat yönünde yaklaşık 150 rotasyon yapmış olabileceği görülmektedir. Bölgede yüzeylemiş olan kayaların yer altındaki sınırları ve ortalama derinlikleri analitik sinyal (AS) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen AS haritasında gabro birimlerin yüzey altında çalışma alanının merkezinde yer aldığı ve KB-GD doğrultusunda kollar şeklinde uzandığı görülmüştür. Analitik sinyal yönteminden yararlanılarak bulunan derinlik değerlerinin ise 9 km'ye kadar ulaştığı görülmüştür. Bu durum granitodik intrüzyonik yapının üst kabuğun bu derinliklerine kadar uzanıyor olabileceğini göstermektedir. Ayrıca dönme dikkate alındığında bu değer yüzeyin altında KD eğimli bir yapının varlığını gösterdiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçören granitoid, Aeromanyetik veri, Analitik sinyal

Geophysical (Magnetic) Interpretation of Geological Structures in the Ağaçören/Aksaray Region

Abstract

This study analyzed the aeromagnetic data of the Ağaçören region containing intrusional structures, which is located in the Central Anatolian crystalline complex using advanced potential field processing techniques. Based on the shape analysis of the anomaly on the magnetic anomaly map, it is seen that the region may have rotated approximately 150 clockwise. The subsurface boundaries and average depths of the rocks outcropped in the region were calculated using the analytical signal (AS) method. In the AS map obtained, it was observed that the gabbro units are located in the center of the study area under the surface and extend in the form of branches in the NW-SE direction. It was seen that the depth values found by using the analytical signal method reached up to 9 km. This indicated that the granitoid intrusional structure may extend to these depths of the upper crust. In addition, considering the rotation, this value is thought to indicate the existence of a NE dipping structure below the surface.

Keywords: Agacoren granitoid, Aeromagnetic data, Analytic signal

* Sorumlu Yazar: ezgiezbek@sdu.edu.tr

1. Giriş

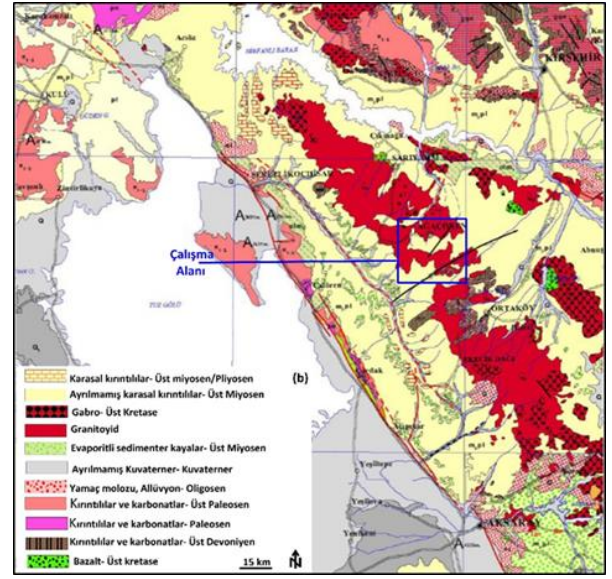
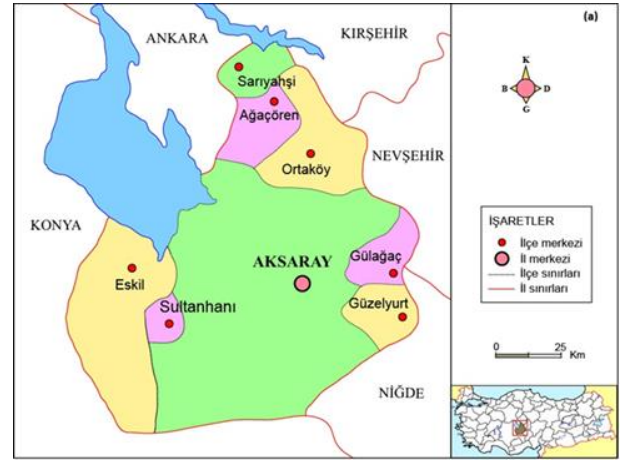
Çalışma alanı, tektonik olarak Türkiye'nin orta Anadolu bölgesinde Aksaray ilinin kuzeyinde Ağaören ilçesi sınırlarında içerisinde yer almaktadır (Şekil 1a). Bölge Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü'nün doğusunda bulunmaktadır. Bu alanın çalışma alanı olarak ilgi çekici olması bölgede intrüzyonik yapıdaki granitoidinin bulunması ve bunun jeofizik (manyetik) anomaliler ile incelenmesi düşüncesidir. Yerin derinliklerinden sokulan granitoid kütleleri jeofizik manyetik ölçümlerde normal dışında anomalilere sebep olmaktadır. Bu nedenle ölçülen manyetik anomalilerin incelenmesi ve yorumlanması yeraltındaki kütlelerin durumunun anlaşılmasını olanaklı kılacaktır.

Ağaören granitoidi, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (OAKK) içindeki intrüzyonik bir yapıdır ve yüzleklenmiştir (Şekil 1b). OAKK levha tektoniği guruplandırmasında Şengör [1] tarafından Kırşehir Bloğu olarak adlandırılmıştır. Bölgedeki akademik çalışmalar daha çok hem metamorfik kayalar [2, 3, 4] hem de granitoidler konusunda gerçekleştirilmiştir [5-11]

Orta Anadolu Kristalen masifi içindeki gabroik kayaların oluşumu ve yaşı ile granitoidit sokulum ilişkisi çeşitli araştırmacılar tarafından [12-14] tartışılmıştır. Doğada yaygın bir şekilde gabrolara ait topoğrafik yükseltilerin granitoidleri örttüğü bilinir [14]. OAKK nin granitoidleri ile ilişkili olan gabroların metamorfik kayalar üzerinde yer aldığı [11] ve meydana gelen intrüzyonun ofiyolitler ile son bulduğu belirtilmektedir [5].

Ağaören granitoidindeki gabro yüzleklenmelerin olduğu civarda yapılan jeofizik (rezistivite) çalışmalarından [8] OAKK deki gabroların bölgedeki allokon birimlerden daha derinlere uzanan intrüzyonlar olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca Güleç ve diğ. [8] tarafından yapılan jeokimya ve petrografi içeren arazi çalışmalarından da Ağaören granitoidindeki gabro intrüzyonlarının olduğu ortaya konmuştur. Kadioğlu ve diğ. [11] ise aeromanyetik veriler kullanarak Ağaören granitoidindeki gabroların derin intrüzyonik yapısını ve onların yataydaki yapısal durumunu araştırmışlardır. Yüksek geçişli ve alçak geçişli fitrelenmiş anomalilerden oluşturulan iki boyutlu modeller sığ konik biçimli ve derinlere uzanan gabroik bir yapıyı göstermektedir. Üst kabuğun derinliklerine doğru uzanan magma karışımı ve Ağaören granitoidi ile eş anlı bir intrüzyon olarak yorumlanmıştır [11].

Bu çalışmada Canadian Aero Service (CAS, Hutchison ve diğ. [15] ait Türkiye'nin orta Anadolu bölgesinde yer alan Aksaray ilinin kuzeyinde Ağaören ilçesindeki aeromanyetik haritalar kullanılarak güç spektrumu ve analitik sinyal yöntemleri ile yeraltı yapısının incelenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. a) Çalışma alanına ait yer bulduru haritası (http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari5.html) (b) Çalışma alanı ve çevresinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası (1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritasından değiştirilmiştir, [16])

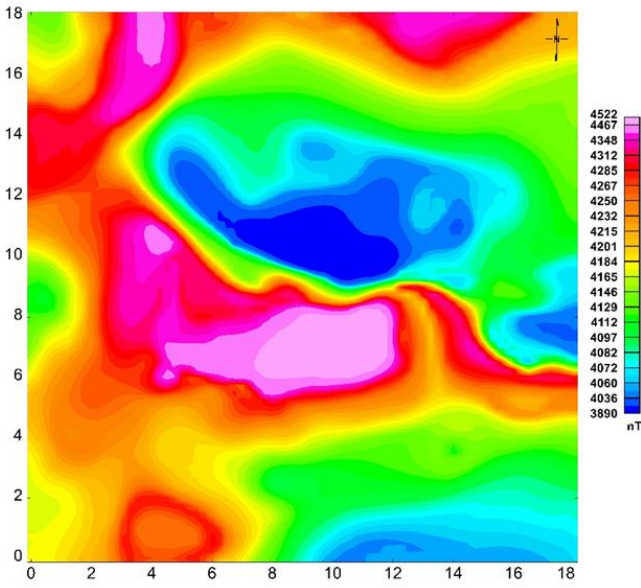
2. Materyal ve Metot

Çalışma alanı olarak seçilen bölge genel konumu itibarı ile kıtasal kökenli kristalin masif olarak tanımlanan Kırşehir Kompleksi içerisinde yer almaktadır. Bölge, Tetis okyanusunun kapanmasından sonra K-G yönlü sıkışma sonucunda gelişen Kuzey ve Doğu Anadolu fay zonları arasında kalmasından ve Arap-Afrika levhalarının kuzey yönlü hareketinden kaynaklanan sıkışma dolayısıyla Anadolu'da gelişen kaçış tektoniğinden etkilenmektedir [1, 17]. Çalışma alanı, Kretase yaşlı metamorfik bir kuşak olarak tanımlanmış [18] olup deformasyon ve volkanizmadan etkilenmiştir [17, 19, 20]. Ayrıca bölge Üst Kretase - Eosen döneminde plütonik faaliyetlere maruz kalmış olup, Üst Kretase - Paleosen yaşlı granitoid ve siyenitlerin varlığı ile bilinmektedir. Bu granitoid serileri çalışma alanının güneybatısında yer alan Tuz Gölü boyunca KB-GD doğrultulu uzanmaktadır. Bölgede yer alan jeolojik birimler genellikle yüksek sıcaklık/ düşük basınç koşullarının hâkim olmasından dolayı Kretase yaşlı yüksek sıcaklığa sahip metamorfik kayalar ile magmatik sokulumlardan oluşmaktadır [21-23].

Çalışma alanında hâkim olan kayalar ise granit ve gabro olup, granit birimlerin de biyotit granit, amfibolit granit, biyotit amfibolit granit ve alkali feldspat granit olmak üzere dört alt grupta toplanmıştır. Bölgedeki granitoid topluluğu jeolojik literatürde Ağaçören Granitoid topluluğu olarak bilinmektedir ve bu bölgede çok sayıda gabriyotik mostra gözlenmektedir.

2.1. Aeromanyetik Veri

Bu çalışmada Canadian Aero Service (CAS, Hutchison ve diğ. [15] ait manyetik veriler Kadıoğlu ve diğ. [11]' nin çalışmasından yeniden sayısal hale getirilerek kullanılmıştır. Veri setini oluşturan ölçümler 150 m yükseklikten toplanmakla beraber 1 km'lik ölçüm aralıkları ile alınmıştır. Verilerin yeniden sayısallaştırılmasından sonra veriler 0.25 km aralıklarla gridlenmiş (Şekil 2) ve analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının manyetik anomali haritası.

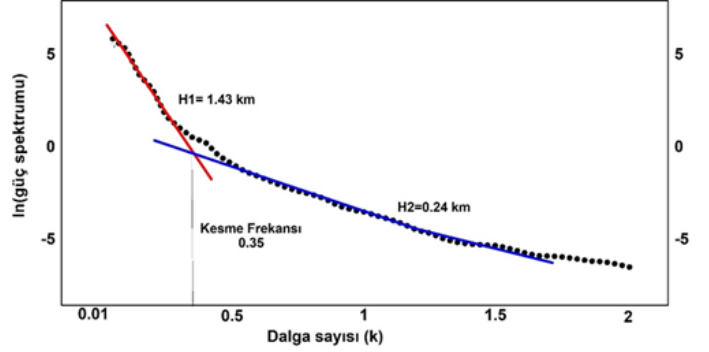
2.2. Güç Spektrumu Analizi

Manyetik veriler sığ yapıların neden olduğu rezidüel ve derin yapılardan kaynaklanan rejyonel anomaliler olmak üzere iki bileşeni içermektedir ve bunların birbirinden ayrılması için literatürde çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan güç spektrumu analizi Spector ve Grant [24] tarafından geliştirilmiş olup iki boyutlu hızlı Fourier dönüşümünü (FFT) kullanmaktadır. Yöntem dalga sayısına karşılık olarak logaritmik olarak güç spektrumu değerlerinin hesaplanarak çizilmesiyle oluşturulan grafiği kullanarak buradan elde edilen doğruların eğiminden bize anomalilere neden olan yapıların ortalama derinliklerini tahmin etme imkânı vermektedir. Bu derinlik değeri,

$$Z = \frac{m}{4\pi} \quad (1)$$

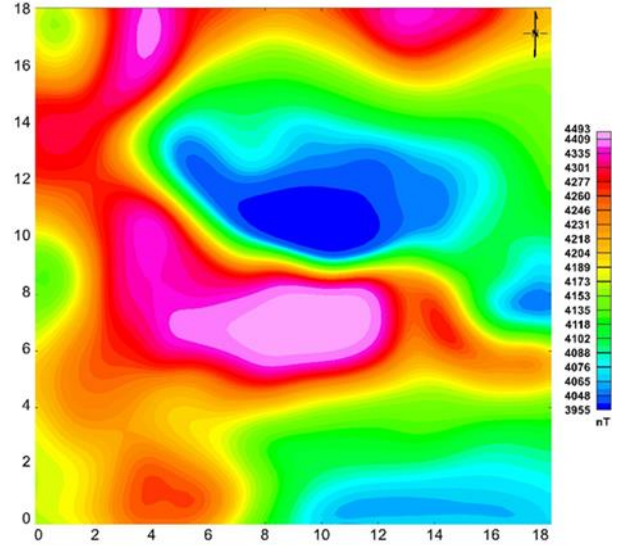
bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Burada m eğim, z ise ortalama derinlik değerleridir. Bölge için güç spektrumu işlemi manyetik alan verilerine uygulanmış ve bölgede anomaliye neden olan

kütlelerin ortalama derinlikleri derin (H1) ve sığ (H2) yapılar için sırasıyla 1.43 km ve 0.24 km olarak bulunmuştur (Şekil 3). Bu grafikten elde edilen kesme frekansı kullanılarak süzgeçleme işlemi yapılabilir hale gelmiştir. Bu işlem ile seçilen süzgeç türüne göre sığ veya derin yapıların etkileri harita üzerinde belirgin hale getirilebilmektedir.



Şekil 3. Logaritmik güç spektrumu analizi.

Bu çalışmada güç spektrumu analizinden elde edilen kesme frekansı kullanılarak alçak geçişli süzgeçleme işlemi verilere uygulanmıştır. Böylelikle sığ yapılardan kaynaklanan etkiler bastırılarak derin kütlelerin yarattığı anomaliler harita üzerinde belirgin hale getirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Alçak geçişli süzgeçlenmiş anomali haritası.

2.3. Analitik Sinyal Yöntemi

Analitik sinyal yöntemi, jeofiziksel araştırmalarda bozucu kütlelerin sınırlarını ve derinliklerini belirleme amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Yöntem Roest ve diğ. [25] tarafından geliştirilmiş olup, manyetik alanın birinci dereceden yatay ve düşey yöndeki türevlerinden üretilmiştir. Buna göre yöntem,

$$AS = \sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)^2} \quad (2)$$

bağıntısı ile verilmiştir. Burada T toplam manyetik alanı ifade etmektedir. $\frac{\partial T}{\partial x}$, $\frac{\partial T}{\partial y}$, and $\frac{\partial T}{\partial z}$ ise sırası ile manyetik alanın

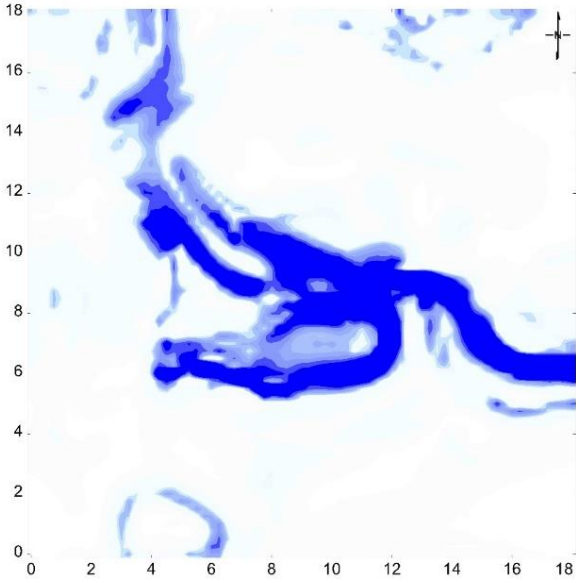
yatay ve düşey türevleridir. Yöntem miktatsızlanma yönünden bağımsız olduğundan dolayı jeofizik araştırmalarda büyük avantaj sağlamaktadır.

Analitik sinyal yönteminden yola çıkarak anomaliye sebep olan bozucu kütlelerin derinliklerini belirlemek için;

$$D = \frac{AS}{ASI} \times N \quad (3)$$

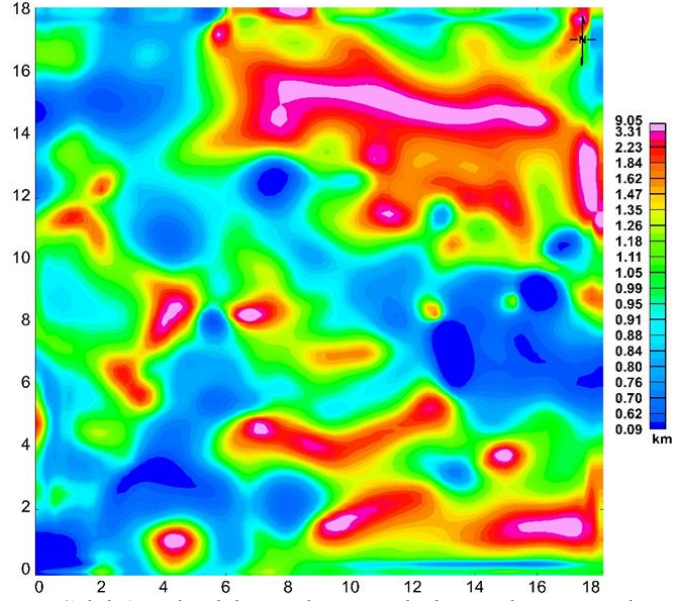
bağıntısı geliştirilmiştir. Burada, $ASI = \sqrt{\left(\frac{\partial f_v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f_v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f_v}{\partial z}\right)^2}$ bağıntısı ile hesaplanmaktadır. f_v , toplam manyetik alanın birinci düşey türevidir. N ise manyetik kaynağın geometrisine bağlı olarak yapısal indekstir. Bu değer küresel yapılar için N=4, boru şeklindeki yapılar için N=3, ince dayk yapıları için N=2 ve kontak alanlar için N=1 olarak alınmaktadır [26]. Bu çalışmada yapısal indeks değeri 1 alınarak bölgedeki yapıların derinlikleri hesaplanmıştır.

Bölgedeki yapıların sınırlarını belirlemeye yönelik elde edilen analitik sinyal haritası Şekil 5'te verilmiştir. Harita üzerindeki maksimum genlik değerleri lacivert renk ile verilmiştir ve bu alanlar yapı sınırlarına karşılık gelmektedir.



Şekil 5. Çalışma alanının analitik sinyal haritası. Lacivert renkli alanlar analitik sinyal genliğinin maksimum olduğu yerleri göstermektedir.

Analitik sinyal yönteminden yararlanarak bölgedeki derin yapıların ortalama derinlik değerleri hesaplanmış ve elde edilen derinlik dağılım haritası Şekil 6'da verilmiştir. Bölge için derinlik değerlerinin 0.09 km ile 9.05 km aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durum güç spektrumundan elde edilen 1.43 km değerinden çok daha büyüktür. Bu durum bölgede yer alan ve anomaliye neden olan gabriotik kayaların yüzey altında 9 km'lere kadar uzandığı düşüncesi doğurmaktadır. Haritanın kuzey kesiminde yer alan yüksek derinlik değerleri dikkat çekmektedir. Bu durum manyetik anomali haritası üzerinde de ifade edilen rotasyon miktarı da göz önüne alındığında, yer altında KD yönlü bir dalıma sahip ve 9 km derinliklere ulaşan bir yapının varlığı ile açıklanabilir (Şekil 6).



Şekil 6. Bölgedeki yapıların analitik sinyal yönteminden yararlanılarak elde edilen ortalama derinlik değerleri.

3. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada Orta Anadolu kristalin kompleksi içerisinde yer alan ve intrüzyonik yapıları içeren Ağaören bölgesine ait aeromanyetik veriler, ileri potansiyel alan işleme teknikleri kullanılarak analiz edilmiş ve bölgede yüzeylenmiş olan kayaların yer altındaki sınırları ve ortalama derinlikleri hesaplanmıştır. Yapılan güç spektrumu analizi ile bölgede derin ve sık yapıların ortalama derinlikleri 1.43 km ile 0.24 km bulunmuştur. Bölgedeki derin yapılardan kaynaklanan etkilerin harita üzerinde daha belirgin hale getirilmesi amacıyla ise güç spektrumundan elde edilen kesme frekansı kullanılarak alçak geçişli süzgeçleme işlemi uygulanmıştır. Alçak geçişli süzgeçlenmiş anomali haritası üzerinde orta kısımda yer alan yüksek değerli anomali kapanımı ve onun hemen kuzeyinde yer alan negatif değerli anomali kapanımı çifti dikkat çekmektedir. Bu durum, dünyanın manyetik alanı tarafından indüklenmiş manyetize kayaların neden olduğu bir pozitif anomaliyi ve bunu tamamlayıcı olan bir negatif anomaliyi gösterdiği değerlendirilebilir. Kuzey yarımkürede normal polarlanmış cisimlerde durum bu şekildedir. Fakat sözkonusu bu anomalide bir miktar rotasyon etkisi gözlenmektedir. Kalıntı manyetizasyon yönünü tanımlayabilmek için manyetik anomalilerin biçim analizinden yararlanılabileceği Ziets and Henderson (1956) tarafından ortaya konmuştur. Buna göre yapılan anomalinin biçim analizine dayanılarak bölgenin saat yönünde yaklaşık 15° rotasyon yapmış olabileceği görülmektedir. Bu nedenle, çalışma alanındaki miktatsızlanmış bu rejyonal cisim normal polarite süresi boyunca manyetizasyon kazandıkları ileri sürebilir, fakat bir miktar sapma içermektedir.

Yer altındaki bu derin yapıların sınırlarını ve ortalama derinliklerini bulmak için ise analitik sinyal yöntemi uygulanmıştır. Bölgedeki maksimum genlik değerlerinin yapı sınırlarına karşılık geldiği alanlar Şekil 5 üzerinde gösterilmiştir. Buna göre gabriotik birimler yüzey altında çalışma alanının merkezinde yer almakta ve KB-GD doğrultusunda kollar şeklinde uzanmaktadır. Analitik sinyal yönteminden yararlanılarak bulunan derinlik değerlerinin ise 9 km'ye kadar ulaştığı

görülmüştür. Bu değer bölgedeki yapıların yüzey altında 1.43 km'den daha derinde de devam ettiğini işaret etmektedir. Yukarıda belirtilen 15°lik rotasyon da dikkate alındığında, analitik sinyal derinlik haritasının kuzey kısmında yer alan bu yüksek değerlerin granitoid intrüzyonik yapının KD yönlü bir dalımla birlikte üst kabuğun bu derinliklerine kadar uzanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

- [1] Şengör, A.M.C., 1984. Cimmeriden orogenic system and tectonics of Eurasia, Geological Society of America, Special Publication 195, pp 82.
- [2] Erkan, Y., 1977. Orta Anadolu Masifinin güney batısında (Kırşehir yöresinde) etkili rejonel metamorfizma ile amfibol minerallerinin bileşimi arasındaki ilişkiler," *Yerbilimleri* 3, 41-4.
- [3] Seymen, Y., 1984. Kırşehir metamorfitlerinin jeolojik evrimi, Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayını, pp. 133-48.
- [4] Tolluoğlu, A. Ü., 1987. Orta Anadolu masifi Kırşehir metamorfitlerinin (Kırşehir kuzeybatısı) petrografik özellikleri, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 11, 344-61, 1987.
- [5] Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Geven, A., Türeli, T. K., Kadioğlu, Y. K., 1993. Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications, *Geological Journal* 28, 371-82.
- [6] Bayhan, H., 1993. Ortaköy granitoidinin (Tuzgölü doğusu) petrografik ve kimyasal-mineralojik Özellikleri, *Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi* 2, 147-60.
- [7] Güleç, N., 1994. Rb-Sr isotope data from the Ağaören Granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications," *Turkish Journal of Earth Sciences* 3, 39-43.
- [8] Güleç, N., Toprak, V., Kadioğlu, Y. K., Barreiro, B., 1996. Anatomy of a gabbro body and its bearing on the origin of mafic enclaves in the Cretaceous Ağaören granitoid (Central Turkey), *Israel Journal of Earth Sciences* 45, 169-92,
- [9] Kadioğlu, Y. K., Ateş, A., Güleç, N., 1998. Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaören Granitoid, central Turkey: field observations and aeromagnetic data, *Geol. Mag.* 135 (2), 245-254.
- [10] Kadioğlu, Y. K., Güleç, N., 1996a. Ağaören Granitoidinde Yeralan Gabro Kütlesinin Yapısal Konumu: Jeolojik ve Jeofizik (Özdirenç) Verilerin Yorumu, *Turkish Journal of Earth Sciences* 5, 153-9.
- [11] Kadioğlu, Y. K., Güleç, N., 1996b. Mafik microgranular enclaves and interaction between felsic and mafic magmas in the Ağaören Intrusive Suite: evidence from petrographic features and mineral chemistry, *International Geology Review* 38, 854-67.
- [12] Ketin, İ., 2002. 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası," M.T.A. Publications, pp 83.
- [13] Bayhan, H., 1986. İç Anadolu granitoid kuşağındaki Çelebi sokulumunun jeokimyası ve kökensel yorumu, *Jeoloji Mühendisliği* 29, 27-36.
- [14] Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A., Önen, P., 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayaçlarının petrolojisi ve jeokimyası, *Doğa – Turkish Journal. Of Engineering and Environmental Sciences* 15, 76-100.
- [15] Hutchison, R. D., Lucarelli, L. B., Hartman, R. R., 1962. Türkiye'nin muntehap sahalarında maden kaynaklarının kiymetlendirilmesi hakkında havadan istiksaf programı, Publication of the Mineral Research and Exploration Company of Turkey, Field-III, no. 110.
- [16] MTA, 2002. 1/500000 digital geological maps database of Mineral Research and Exploration General Directorate, Ankara, Turkey.
- [17] Şengör, A.M.C., Gorur, N., Saroglu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study: in Biddle," K.T. and Christie-Blick, N., eds, *Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation*, Special Publications, SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, 37, 227-264.
- [18] Okay, A.I., 1986. High pressure/low temperature metamorphic rocks of Turkey, *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 164, 333-348.
- [19] Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1988. Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 146, 217-230.
- [20] Dhont, D., Chorowicz, J., Yurur, T., Froger, J. L., Kose, O., Gundogdu, N., 1998. Emplacement of volcanic vents and geodynamics of Central Anatolia, Turkey, *J. Volcan. Geother. Res.*, 85, 33-55.
- [21] Whitney, D.L., Dilek, Y., 1998. Metamorphism during alpine crustal thickening and extension in central Anatolia, Turkey: The Niğde metamorphic core complex, *Journal of Petrology* 39 (7), 1385-1403. *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub.*, 37, 227-264.
- [22] Lefebvre, C., Peters, K., Wehrens, P., Brouwer, F.M., Van Roermund, H.L.M., 2015. Thermal and extensional exhumation history of a high-temperature crystalline complex (Hırkadag Massif, Central Anatolia), *Lithos* 238, 156-173.
- [23] Van Hinsbergen, D.J.J., Maffione, M., Plunder, A., Kaymakçı, N., Ganerød, M., Hendriks, B.W.H., Corfu, F., Gurer, D., Gelder, G.I.N.O., Peters, K., McPhee, P., Brouwer, F., Advokaat, E., Vissers, R., 2016. Tectonic evolution and paleogeography of the Kırşehir Block and the Central Anatolian Ophiolites, Turkey, *Tectonics*, 35(4), 983-101.
- [24] Spector, A., Grant, F.S., 1970. Statistical models for interpreting aeromagnetic data, *Geophysics*, 35, 293-302.
- [25] Roest, W. R., Verhoef, J., Pilkington, M., 1992. Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal, *Geophysics*, 5, 116-125.
- [26] 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, 80-90.