

HÜYÜKLÜ (KAHRAMANMARAŞ - AFŞİN) SAHASININ SÜLFÜR POTANSİYELİNİN JEOFİZİK (GRAVİTE-MANYETİK VE İP) ARAŞTIRMASI

Kürşad BEKAR*

ÖZ

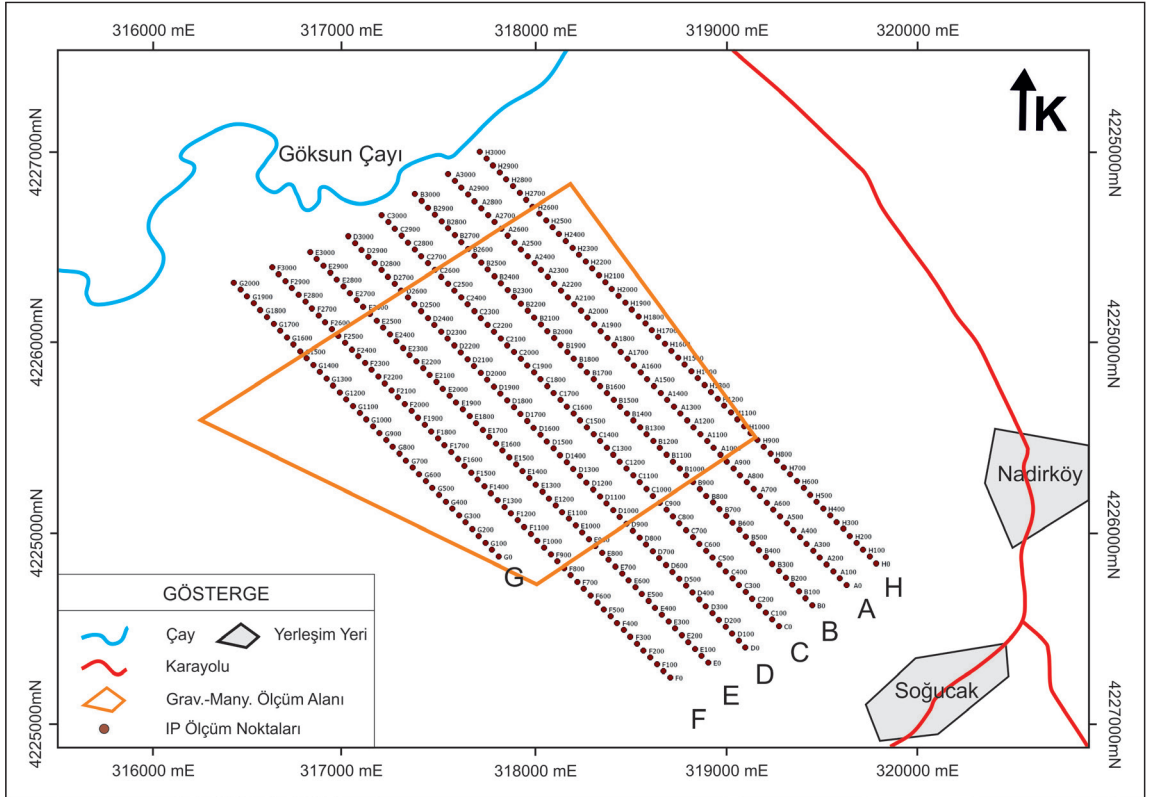
İnceleme alanı; Kahramanmaraş iline bağlı Afşin ilçesi Hüyükülü, Nadirköy ve Soğucak Köyü arasında yer alan ruhsat sahasıdır. Hüyükülü (Kayışindere) sahası olarak adlandırılan sahada 2012-32-13-01-2 proje kodu ile önceki çalışmalarla ortaya konulan cevherli zonların devamı ve takibi amaçlı jeofizik gravite, manyetik ve indüksiyon polarizasyon (IP) etütleri yapılmıştır (Şekil 1).

GİRİŞ

Sahada yürütülen jeofizik çalışmalar, önceki çalışmalarla belirlenen sülfürlü cevher potansiyelinin devamlılığını ve geometrisini araştırma amacına dönük olarak yapılmıştır.

Gravite yöntemi sahada sülfürleşmeye bağlı olarak değişen yoğunlukların etkisini ve yapısal anomalileri ortaya koymak amacıyla, manyetik yöntem ise porfiri bakır yataklarının doğası gereği oluşan farklı mineral konsantrasyonlarının yüzeye yakın sergilediği farklı jeofiziksel özellikleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Jeofizik IP çalışması ile sahada yer alan ve cevherli olduğu bilinen dasitik yapının genç çökeller altındaki devamı ve sülfür içeriği araştırılmıştır. Gerek dasit içerisinde gerekse de KB'sında yer alan diyabazlarla olan kondağında olası sülfürlü yapılar bu çalışma ile belirlenmiştir.

Çalışma alanının genel görünümü Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1- Çalışma sahasının yer bulduru haritası.

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Daire Başkanlığı, Ankara.



Şekil 2- Çalışma sahasının genel görünümü.

UYGULANAN YÖNTEMLER

Gravite Yöntemi

Yer kürenin çekim ivmesinin (g) ölçülmesi esasına dayanan bu yöntem ile yer altında farklı yoğunlukta olan kayaçların haritalaması yapılır. Bir gravite prospeksiyon etüdünde alınan gravite ölçüleri, değeri önceden bilinen veya itibari bir değer verilen, baz noktası ile diğer ölçü noktaları arasındaki gravite farkını verir.

Gravite ölçülerinin değerlendirilmesinde bu derin ve sığ etkilerin birbirinden ayrılması gerekmektedir. Bouguer anomali haritasında derin etkilerden ileri gelen rejyonal anomaliler geniş, sığ kütlelerin etkisinden ileri gelen rezidüel anomaliler ise küçük alanlar kaplar. Öncelikle Bouguer anomali haritalarından rejyonal anomali değerleri bulunur ve bunlar Bouguer değerlerinden çıkarılarak rezidüel anomali değerleri hesaplanabilir (Erden, 1979).

Gravite ölçüleri, 50x50 m kareli 1240 noktada 0.001 miligal hassasiyete sahip Scintrex marka CG-5 cihazı ile alınmıştır. Ölçüm yapılan noktaların koordinatları ise yatay olarak ± 10 mm, düşey olarak ise ± 20 mm hassasiyetle ölçüm yapabilen Spectra Epoch 50 marka GPS cihazı ve ± 2 mm hassasiyetle ölçüm yapabilen Leica TC 1101 marka cihaz ile alınmıştır.

Manyetik Yöntem

Dünyanın manyetik alanındaki değişimlerini inceleyen bu yöntemde, genellikle yer manyetik alan vektörünün toplam alan değeri (T) ölçülmektedir. Potansiyel alan yönteminde kullanılan birim nanotesla (nT). Yer altındaki bir cismin manyetik anomali verebilmesi için; cismin manyetik duyarlılığının (süseptibilite) çevresindeki kayaçlara göre farklılık göstermesi gerekir. Manyetik alan değerindeki farklılıklar, kaynağın geometrisine, yer altındaki konumuna, manyetik duyarlılığına (süseptibilite), eğim açısına (inkli-

nasyon) ve sapma açısı (deklınasyon), gibi birçok parametreye bağlıdır.

Porfiri bakır yataklarının doğası gereği oluşan farklı mineral konsantrasyonları, topoğrafik yüzeye yakın alanlarda farklı jeofiziksel özellikler sergilemektedir. İlk sırada, zonlar içerisindeki porfiri bakır yatakları ile ilişkili olan ve manyetik özelliği öngörülebi-len alterasyon alanları gelir. Demir ve bakır sülfıter (pirit, kalkopirit, kalkosit, ve bornit) çoğu cevher ve alterasyon zonları boyunca dağılırlar. Ayrıca, manyetik çalışmalar, porfiri ilişkili intrüzif kayaçların çevresindeki hidrotermal manyetit ve pirotit ve/veya manyetiteli hornfels'in egemen olduğu porfiri Cu ve Cu-Au yataklarının hatlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Buna karşın, bazı yataklar, fillik alterasyon zonlarındaki manyetitin yok olması nedeniyle düşük manyetik özellik göstermektedir.

Manyetik etüt çalışması, aynı gravite ölçüm noktalarında, Scintrex EnviMag, Geometrix proton manyetometresi ve Scintrex SM-20 süseptibilite cihazı kullanılarak yapılmıştır.

IP Yöntemi

IP yöntemi baz metal ve altın aramacılığında birincil jeofizik yöntemlerin başında gelir. Bu yöntem ile elde edilen şarjabilite değerleri, yer altında yeterli hacim ve yoğunlukta bulunan sülfürlü yapıların bulunması durumunda yüksek değerler verirler. Yine aynı yöntemde ölçülen öz direnç verisi ise litolojik birimler ile alterasyon zonlarının haritalanmasında, iletken sülfütlü yapıların ve sahanın jeolojik/jeofizik karakterinin belirlenmesinde etkindir.

Sahada 200 m profil aralıklı 8 profil üzerinde 100 m elektrot aralıklı ve 50 m ilerlemeli pol dipol elektrot dizilimi kullanılmıştır. Toplam profil uzunluğu 23.000 m uzunluğundadır. Çalışma 10 adet potansiyel elektrotu kullanılarak, 9 seviyede ölçü alımı şeklinde geręekleştirilmiř olup inceleme derinliği yaklaşık 400 m dir.

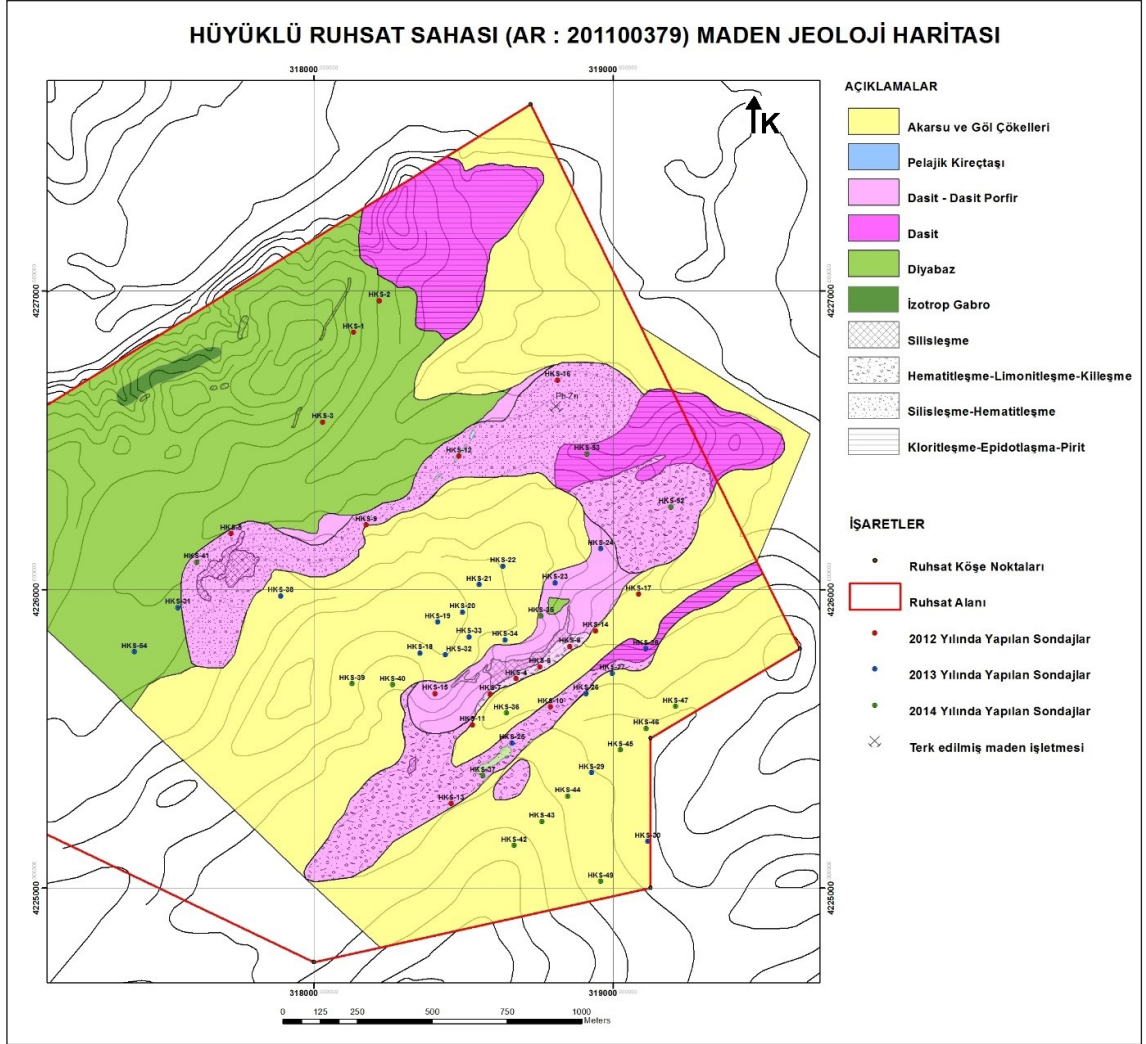
IP çalışması Iris VIP 10.000 IP kare dalga verici, IRIS Elrec Pro 10 kanallı zaman ortama IP alıcısı kullanılarak geręekleştirilmiřtir.

ÇALIşMA SAHASININ JEOLJİSİ

Çalışma alanında en altta; Kömürhan ofiyolitik kayaçlarına ait levha dayk karmaşığı ile bunlara ait volkanik örtü yer almaktadır ve bunlarla keser ilişkili dasitik intrüzyonlar gözlenmektedir. Ahmetçik formasyonu ve güncel alüvyonlar ise genç örtü kayaçlarıdır (Şekil 3). Levha dayklar; diyabaz, gabro ve mikrodiorit bileşiminde olup, yer yer soğuma kenarlıdır. Ayrışma yüzeyleri koyu yeşil ve koyu kahve renkli, taze yüzeyi ise koyu yeşil renkli, yer yer gabroyik dokulu, yer yer de diyabazik dokulu, bol eklemli, kırıklı, sert ve dayanımlıdır. Epidotlaşma çok yaygın olarak gelişmiştir. Arazide gözlenen volkanik örtü ise; haritalanamayacak boyutlarda olup, genellikle spilitik bazalt ve bazaltik andezit şeklinindedir. Bunların bazı bölümleri boşluklu olup bu boşluklar ikincil olarak kalsit ve silis gibi minerallerce doldurulmuşlardır. Diyabazları kesen dasitler ise kimi yerde steril görünümlü kimi yerde ise, yoğun killeşmiş, limonitleşmiş bir görünüm sunmaktadır. Çalışma alanında gözlenen en genç birimler ise akarsu ve göl çökelleri ile temsil olunan Ahmetçik formasyonuna ait kayaçlar ile güncel akarsu çökelleridir (Bedi vd., 2009).

Damar şeklinde izlenen Hüyükü Pb-Zn cevherleşmesi, aşırı derecede silisleşmiş ve serizitleşmiş asidik kayaçların içerisinde ve bu kayaçların diyabaz kontaklarında yer almaktadır. Diyabazların yoğun olarak serizitleştiği ve silisleştiği gözlenmektedir.

Dasit olarak isimlendirilen kayaç, az altere olan bölümlerinde, grimsi yeşilimsi renkte olup porfirik doku göstermektedir. Bu haliyle porfiri tipte bir cevherleşme içermesi muhtemel görünmektedir. Alterasyona uğramış bölümlerinde ise gri-beyaz renklidir. Yoğun olarak limonitleşmiş bölgeler de ise sarımsı beyaz renk sunmaktadır. Arazide taze dasitten, altere dasite tedrici olarak geçiş görülmektedir. Alterasyonun yoğunlaşması ile birlikte kuvars dışındaki tüm minerallerin silisleştiği, serizit ve kil minerallerine dönüştüğü belirlenmiştir. Altere dasitler, yer yer breşik görünümlü izlenmektedir (Vergili vd., 2013).



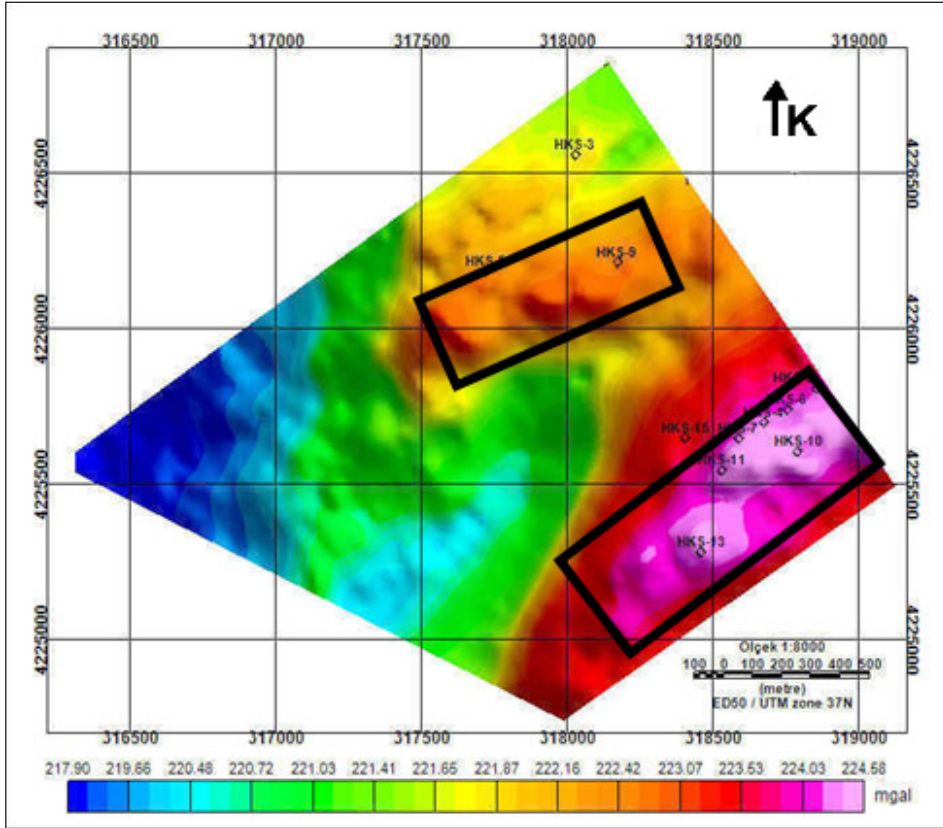
Şekil 3- Ruhsat sahasının 1/10.000 ölçekli yarı detay maden jeoloji haritası (Vergili vd., 2015).

JEOFİZİK DEĞERLENDİRME

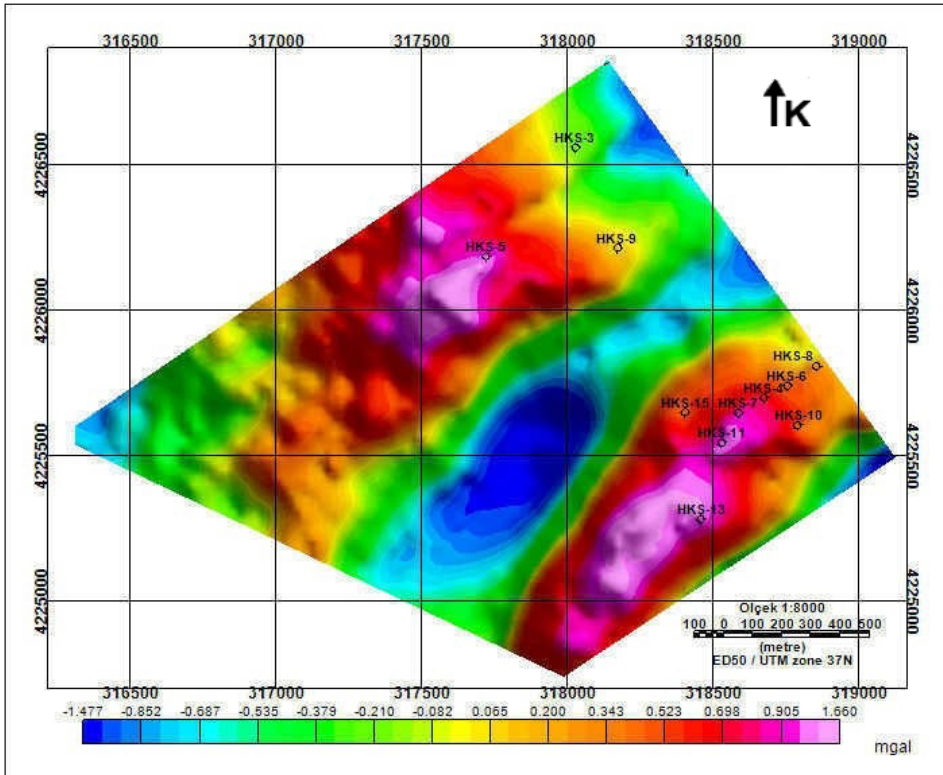
Sahada yapılan gravite çalışması sonucu elde edilen Bouguer anomali haritası, derin (rejyonel) ve sığ (rezidüel) etkileri birlikte göstermektedir (Şekil 4), Yoğunluğu farklı tabakaların, derinliği ve tabakaların yatay konumları da anomaliye etki etmektedir. Bu çalışmada Bouguer anomali haritası oluşturulurken ortalama yoğunluk $2,67 \text{ gr/cm}^3$ kullanılmıştır. Elde edilen maksimum minimum değerler arasında 6.5 mgal 'lik bir fark bulunmuştur. Bouguer anomali haritasında sahanın GD ve KB'sında belirgin olarak gözlenen iki yüksek yoğunluklu anomali zonu belirlenmiştir.

Çalışma alanında bulunan sığ yapılara ait etkileri ortaya koymak amacıyla Bouguer anomali değerlerinden, rejyonel anomali değeri çıkartılarak rezidüel anomali haritası oluşturulmuştur (Şekil 5). Rezidüel anomali haritası, biri HKS-5 no.lu sondajın güney batısında, diğeri ise HKS-13 no.lu sondaj merkez olmak üzere KD-GB istikametli olarak iki pozitif anomali alanına sahiptir. Bu iki anomali arasında ise yine yaklaşık KD-GB istikametli olarak uzanan görece düşük yoğunluklu bir negatif anomali alanı mevcuttur.

Sahanın kuzeyinde yüzeylenen diyabazlar, gerek Bouguer anomali haritasında ve gerekse rezidüel anomali haritasında pozitif değerle temsil edilmemiştir.



Şekil 4- Bouguer anomali haritası.



Şekil 5- Rezidüel anomali haritası.

Bu nedenle HKS-5 no.lu sondaj civarında gözlenen pozitif anomalinin, diyabazlara bağlı olarak değil de, dasitik kütlelerin içerisindeki sülfür miktarına bağlı olarak artan yoğunluktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

HKS-13 merkezli ve KD-GB yönlü olarak belirginleşen diğer pozitif anomali alanı ise jeolojik haritadaki, tersiyer örtü, diyabaz ve dasitik kütleleri kapsamaktadır. Bu alandaki pozitif anomali tersiyer örtünün çok ince olması, diyabaz ve dasit arasında yoğunluk farkının çok az olması nedeniyle bütün olarak algılanmıştır. Kuzeyden ve güneyden sarı geçiş renkleri ile sınırlanan bu anomali alanının tamamen sülfürleşme ile ilişkili yoğunluk değişimini yansıttığı düşünülmektedir. Pirit ($4,9-5,2 \text{ gr/cm}^3$) ve kalkopiritin ($4,1-4,3 \text{ gr/cm}^3$) göreceli olarak yüksek yoğunluklu olması nedeniyle, pozitif anomali alanları içinde sorgulanması gerektiğinden, buradaki iki pozitif anomali önemlidir.

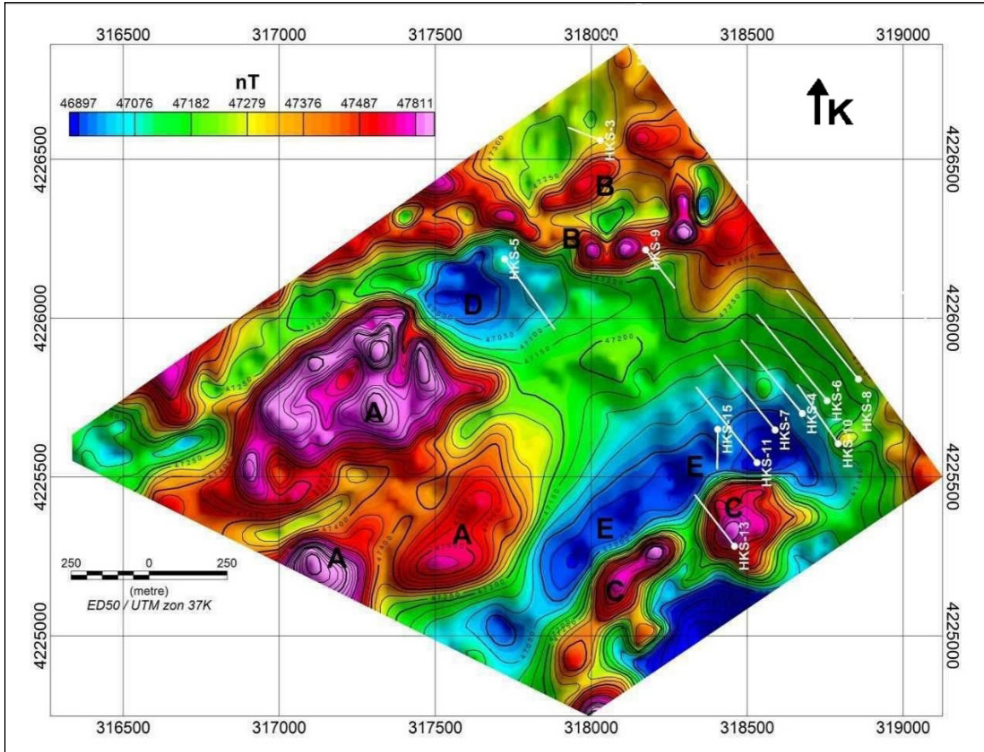
Şekil 6'da RTP haritası inklinasyon ve deklinasyon açıları sırası ile $5^\circ 24'$ ve $57^\circ 36'$ olarak kullanılmıştır. Şekil 6'da görülen çalışma sahasının RTP haritasında manyetik

alan yoğunluğu 1000 nT civarında değişim göstermiştir.

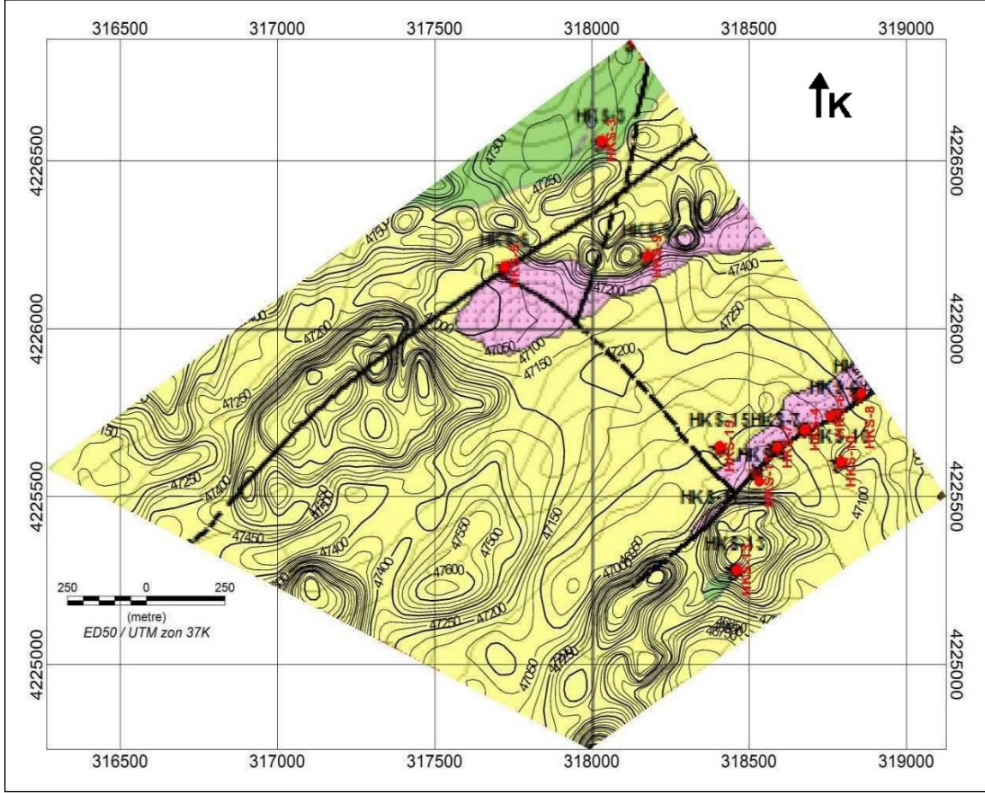
A pozitif anomalisi, RTP haritası üzerinde Alt Pliyosen yaşlı akarsu ve göl çökellerinden oluşan Ahmetçik formasyonu üzerinde oluşmuştur. B pozitif anomalisi Üst Kretase yaşlı Baskil granitoidine ait yaklaşık doğu batı uzantılı dasitin kenar zonlarında yönlenim gösteren uzun, parçalı ve dar koridor içerisinde yer alacak şekilde gelişmiştir (Şekil 6 ve 7).

C pozitif anomalisi ise, sahada GB uzanımlı fay kontrollü dasitin bittiği yerde ortaya çıkan parçalı anomaliler şeklinde akarsu ve göl çökellerinden oluşan Ahmetçik formasyonu üzerinde yer alır. D negatif anomalisinin belirli bir kısmı var olan dasitin batı ucunda, diğer bir kısmı ise akarsu ve göl çökelleri üzerinde yer alır (Şekil 6 ve 7).

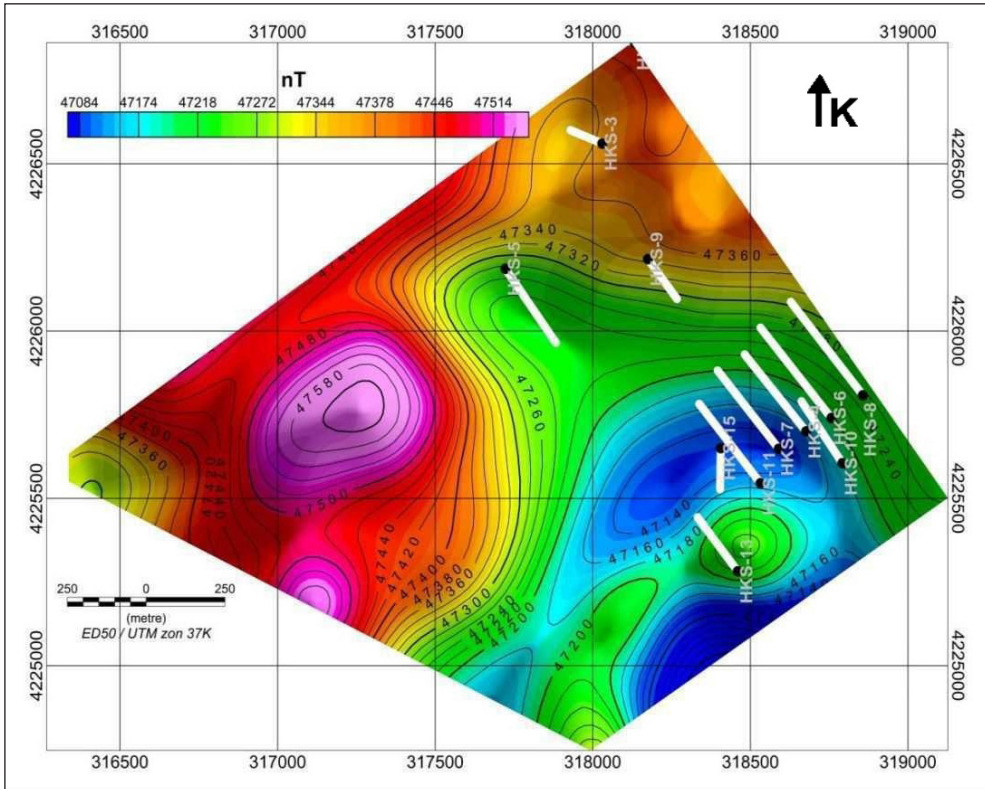
Manyetik haritada bölgesel yapıyı ortaya koymak amacı ile 150 m yukarı uzanım yapılmıştır (Şekil 8). Bunun sonucunda güneyde yer alan E negatif ve A pozitif manyetik anomalileri kendilerini güçlendirmiştir.



Şekil 6- Kutba indirgenmiş manyetik anomali haritası. Beyaz çizgiler ise sahada var olan eğimli sondajların yeryüzü üzerine izdüşümleridir.



Şekil 7- Jeoloji haritası üzerine izdüşümü yapılmış manyetik RTP haritası.



Şekil 8- Manyetik yukarı uzanım haritası (150 m). Beyaz çizgiler ise sahada var olan eğimli sondajların yeryüzü üzerine izdüşümleri.

A pozitif manyetik anomalisi akarsu ve gösel çökeller üzerinde yer alan anomalinin derinden gelen granitoid bir yapının olabileceği izlenimini oluşturmuştur (Bekar vd., 2015).

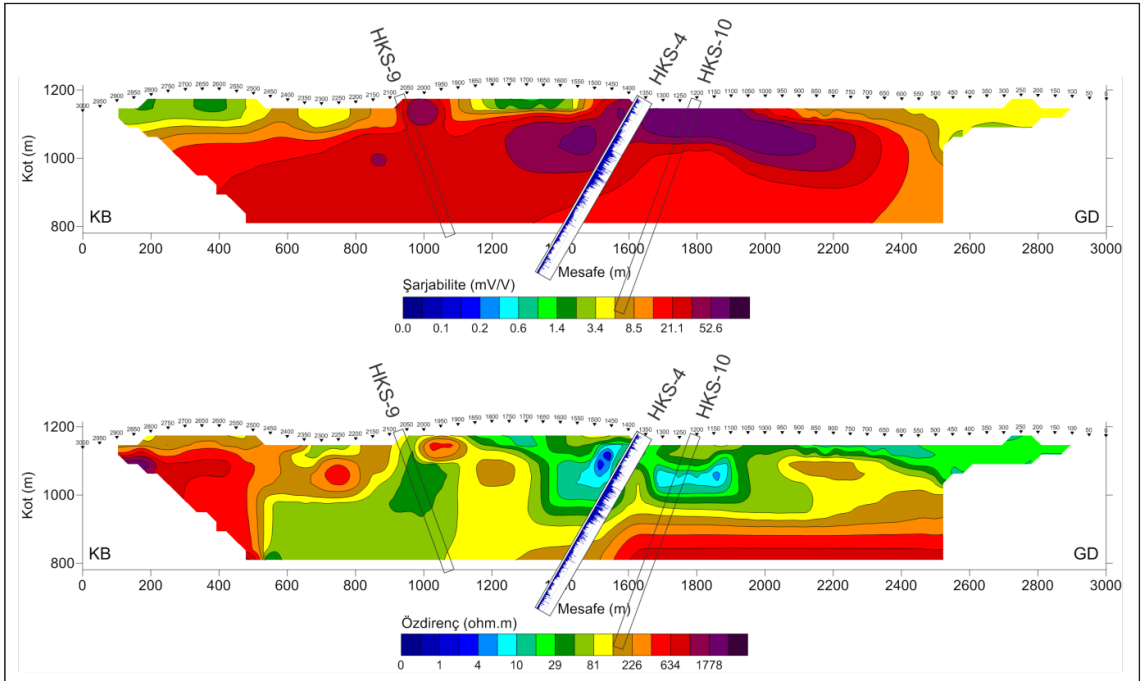
Hüyükli sahasında yürütülen jeofizik IP çalışması, öncelikle sahada yapılmış olan ve cevherli olduğu bildirilen HKS-9, HKS-4 ve HKS-10 sondajları üzerinden geçen bir baz profili (A Profili) oluşturularak başlamıştır (Şekil 9). Bu profil üzerinde alınan ölçülerle mevcut sülfürlü zonun dağılımı sondaj sonuçlarıyla da ilişkilendirilerek net bir şekilde ortaya konulmuştur. Yine bu profil üzerinde ölçülen şarjabilite değerleri 64 mV/V değerine kadar ulaşmış olup, bu sahada alınan tüm IP profilleri içerisinde en yüksek şarjabilite değerine sahiptir. Bu değer modelleme sonucu 100 mV/V değerini aşmıştır.

Sahada en yüksek öz direnç değerlerini (3000 ohm.m lere varan) ise, gerek sahanın KB'sında yüzeyde gözlenen gerekse de ölçümler sonucu sahanın GD'sunda derin seviyelerde gözlenen diyabazlar vermektedir. Dasitler ile genç çökelleri temsil eden Ahmetçik formasyonu arasında ise belirgin bir öz-

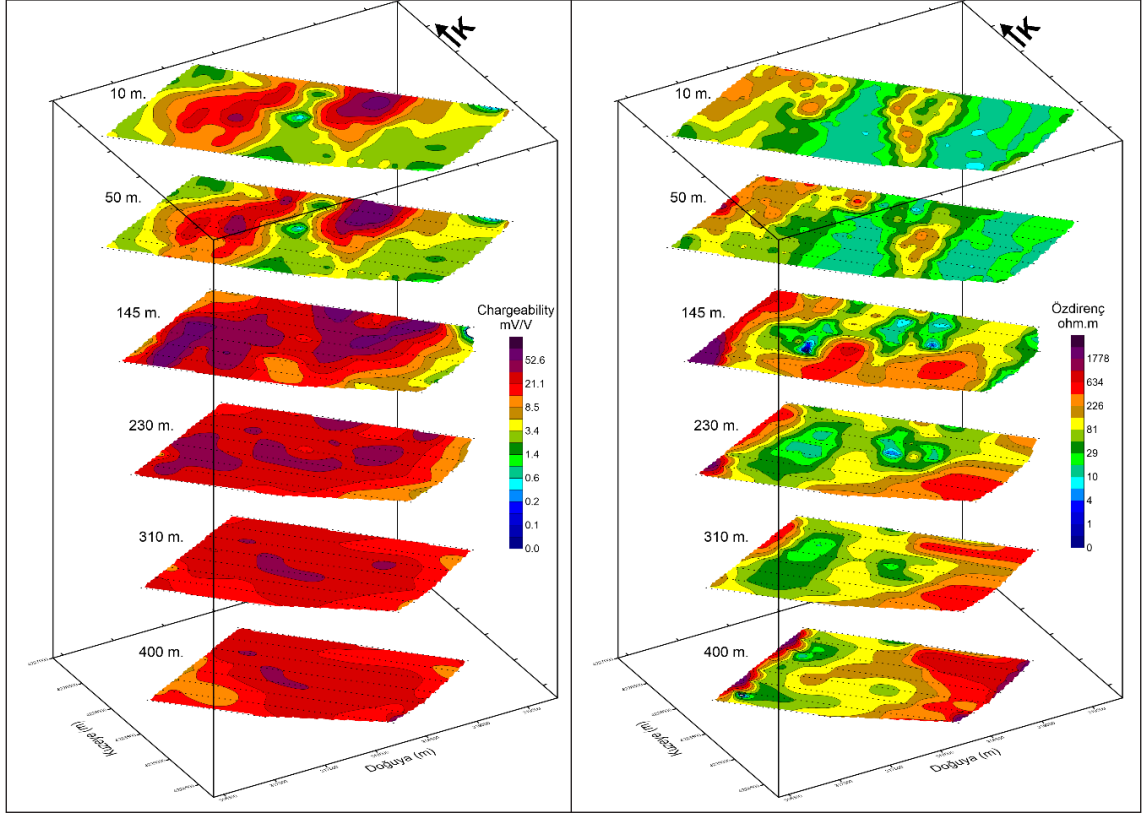
direnç farkı her zaman gözlenmemektedir. Bunun nedeni ise dasitik birimlerin nispeten yoğun metalik mineral içeriği ile yer yer altere olmuş olmasıdır. HKS-4 sondajının Cu analiz değerleri A profili üzerine iz düşürülerek ilişkilendirilmiştir (Şekil 9).

A profili üzerinde yer alan HKS4 üzerinde Cu değerlerinin de dağılımına bakılırsa, yaklaşık 130 – 300 m'ler arasında yer alan Cu yoğunlaşması, özellikle 1550 m merkezli şarjabilite anomalisi ile uyumludur. Cevherle ilişkili olabilecek bu anomali yapısı özellikle 750 – 1750 m arasında yaklaşık 1000 m boyunca varlığını sürdürmektedir. Bu şarjabilite anomalisi geometrisinin öz direnç kesitindeki karşılığı ise düşük öz direnç değerlidir. Kesitin KB ucunda gözlenen yüksek öz direnç değerleri ise diyabazlara aittir.

Etüt sahasında ölçülen tüm profillerin altı farklı seviyesinden (10, 50, 145, 230, 310 ve 400 m) üretilen şarjabilite ve öz direnç seviye haritaları Şekil 10'da verilmektedir. Seviye haritalarının tümü bir arada incelendiğinde özellikle 10 ve 50 m seviyelerinde iki ayrı şarjabilite anomalisi gözlenmekte iken, daha



Şekil 9- A profilinin şarjabilite ve öz direnç model kesitleri.



Şekil 10- Şarjabilite ve özdirenç seviye haritalarının toplu görünümü.

derin seviyelerde bu anomali değerleri birleşmekte ve sahanın geneline hakim olmaktadır. Sığ seviyelerde gözlenen bu ayrık anomaliler sahanın KB'sında yer alan dasit – diyabaz kontağı ile sahanın ortalarında yer alan dasit tepeciğinin altı ve GD'sunda yer almaktadır.

Özdirenç seviye haritalarında ise hemen hemen tüm seviyelerde sahanın KB ucunda yer alan yüksek özdirençli zon diyabazlarla ilişkidir. Diyabazlarla ilişkili olan bu yüksek özdirençli zon, sahanın GD'sunda orta ve derin seviyelerde belirginleşmektedir (Bekar vd., 2015).

SONUÇLAR

Çalışma alanında yer alan cevherli dasitik kütle, uygulanan her üç yöntemde de tepki vermiştir. Ayrıca sahada gözlenen süreksizliklerin genel yönelimi tüm yöntemlerde aynı yönlü olarak KD-GB olarak gözlenmiştir.

Porfiri bakır yatakları aranması için yapılan gravite etüdünde, yapı sınırları ve yüksek-düşük yoğunluklu alanlar tanımlanmıştır. Ayrıca manyetik veriler kullanılarak yapı sınırları kontrol edilmiş, anomaliye ait kütlelerin derinliği için hesaplamalar yapılmıştır. Yüksek-düşük manyetik değerler jeolojik birimler ile ilişkilendirilmiştir.

Yapılan IP çalışması ile sülfürlü zonlar ile tektonik sınırlar ortaya konulmuştur. Sülfürlü yapıların verdiği anomali şiddetleri mevcut sondaj sonuçlarıyla uyum içerisindedir. IP çalışması sonucunda elde edilen şarjabilite kesitleri, mevcut sülfürlü yapıların doğu ve güneye doğru uzandığını ve kuzeybatı'da bulunan diyabazlar tarafından sınırlandırıldığını ortaya koymaktadır.

Uygulanan tüm jeofizik yöntemlerin ortak değerlendirilmesi sonucu 13 adedi birinci öncelikli, 8 adedi ise ikinci öncelikli olarak toplamda 21 adet sondaj önerilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Bedi, Y., Yusufuğlu, H., Özkan, M.K., Beyazpiringç, M., Usta, D., Baran, C. 2009. Malatya-Elbistan Dolayının tektono-Stratigrafik Özellikleri: 388 s. *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11150*, Ankara, (yayımlanmamış).

Bekar, K., Alaca, A., Akın, U. 2015. Kahramanmaraş – Afşin – Hüyükü sahası jeofizik gravite – manyetik ve IP etüt raporu, *Maden Tetkik Arama, Rapor No: ???*, Ankara (yayımlanmamış).

Erden, F. 1979. Uygulamalı Gravite, Yayın No: ??? *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.

Vergili, Ö., Taptık, M. A., Yıldırım, N., Öcal, H., Çakır, C. 2013. Hüyükü (Kahramanmaraş) civarında yeni tespit edilen Porfiri tipte cevherleşmeye (Cu±Mo) ait ilk bulgular. Malatya ve çevre illerinin Maden Sempozyumu, Malatya, Türkiye.

Vergili, Ö., Taptık, M. A., Çetiner, L. 2015. Kahramanmaraş – Afşin – Hüyükü (Kayışındere) (ER: 1094184) porfiri bakır molibden sahası buluculuk talebine esas maden jeolojisi ve rezerv raporu, *Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: ???*, Ankara (yayımlanmamış).