

SIVAS DİVRİĞİ GÜNEŞ VE SOĞUCAK SAHALARININ JEOFİZİK İP TEPKİLERİ

Kürşad BEKAR*

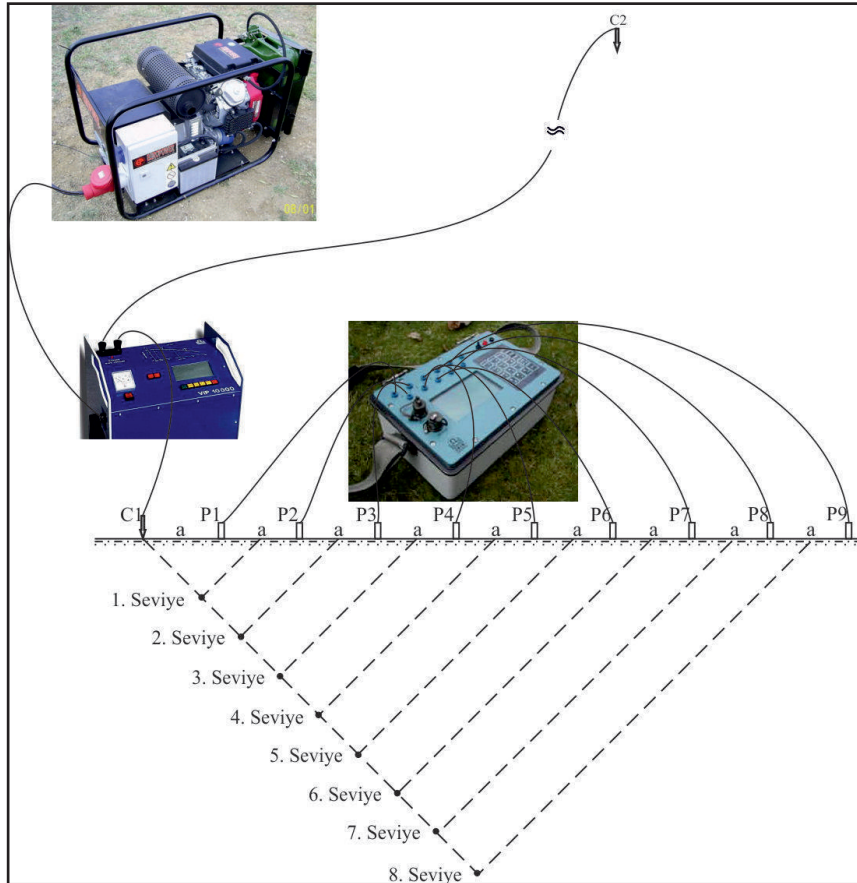
1. GİRİŞ

Tüm dünyada metalik maden aramalarında birincil jeofizik yöntem olarak İndüksiyon Polarizasyon (IP) yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin avantajı iki ve üç boyutlu veri alma teknikleri ile cevherli zonların ortaya çıkarılabilmesini sağlamasıdır. Bu amaçla elde edilen öz direnç ve şarjabilite parametreleri ile yer altındaki jeolojik yapıların litoloji ve sülfürleşme derecesi hakkında yorumlar yapılabilir, fakat IP yönteminin bu konuda en büyük açmazlarından biri de cevherli zonlarla benzer öz direnç ve şarjabilite değerleri

veren grafit ve ultramafik kayalar gibi yapılardır. İnceleme alanı; Sivas iline bağlı Divriği ilçesi Höbek, Soğucak ve Güneş Köylerini içeren Divriği J39 b1, b2, b3 ve b4 paftalarında yer alan ruhsat sahalarıdır. Adı geçen sahalarda Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığında 2012-32-13-01-4 proje kodu ile Jeofizik İndüksiyon Polarizasyon (IP) etüdü yapılmış ve sonuçları irdelenmiştir.

2. YÖNTEM TANIMI

Yer yüzeyi üzerine yerleştirilen bir elektrot diziliminin akım elektrotları (C1, C2) aracılığıyla yere akım verildiğinde, yeryüzündeki iki gerilim elektrotu (P1, P2) arasında bir gerilim farkı (ΔV) ölçülür. Dünyada yaygın olarak kullanılan pol dipol elektrot dizilimi ve bağlantıları şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1- Poldipol elektrot dizilimi.

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

Eğer akım aniden kesilirse, akımın teorik olarak bir kare dalga olarak gönderilmesine rağmen (Şekil 2a), yerin kapasitör gibi davranması nedeniyle gerilim farkı aniden sıfır olmaz ve zamanla sönerek sıfıra asimptot olur (Şekil 2b). Bu geçici olay saniyelerce sürebilir ve "İndüksiyon Polarizasyon" olarak adlandırılır (Başokur, 2003). Akımın kesilmesinden sonra elde edilen bu eğri "sönüm eğrisi" olarak adlandırılır (Şekil 2c). Bu sönüm eğrisinin karakteristiği sülfütlü minerallerin fiziksel özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Sönüm eğrisinin incelenmesiyle yer altına ait özdirenç ve yüklenabilirlik (şarjabilite) değerleri hesap edilmektedir.

Görünür Özdirenç: Görünür özdirenç değeri yere verilen akıma karşılık ölçülen gerilim farkından hesaplanır ve;

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I}$$

şeklinde formüle edilir. Birimi ohm.mdir. Buradaki k, geometrik faktör olup pol dipol elektrot

dizilimi için $k = 2\pi n(n+1)$ şeklindedir.

Şarjabilite: Şarjabilite değeri akım kesildikten sonra elde edilen sönüm eğrisinin t_1 ve t_2 zamanları arasında hesap edilen integral değerinin, akım kesilmesinden hemen önceki akım değerine (V_p) oranı olup birimi mV/V dur (Şekil 3c).

$$M = \frac{1}{V_p} \frac{\int_{t_1}^{t_2} V_s dt}{tr}$$

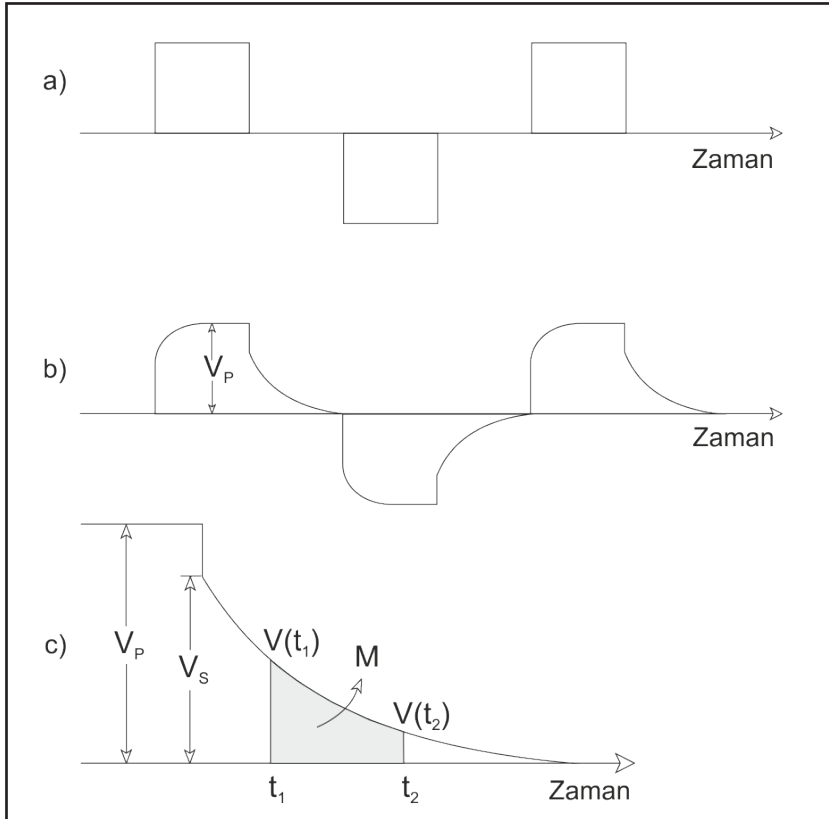
Burada; t_1 : integrasyon diliminin başlangıç zamanı,

t_2 : integrasyon diliminin bitiş zamanı,

t_r : t_1-t_2 (integrasyon periyodu),

V_p : akım kesilmeden önceki gerilim,

V_s : Akımın kesilmesinden hemen sonra integrasyon periyodu boyunca ölçülen gerilim.



Şekil 2- a) Yere verilen teorik kare dalga, b) Pratikte gerçekleşen akım eğrisi, c) Sönüm eğrisinin integrasyon bölgesi (Telford,1976'dan değiştirilmiştir).

Doğal olarak metalik olan, yani elektriği metallerdeki gibi ileten bir kaç mineral vardır. Bunlar genellikle sülfür mineralleri ile grafitik karbon ve bazı oksitlerdir. Yer altındaki kayalarda metalik mineraller bulunduğunda, iyonik akımdan dolayı yere akım verildiğinde IP olarak tanımlanan elektrik olaylar grubu oluşmaktadır. Kayaların içerisinde bulunan sülfür mineralizasyonu çok küçük olsa dahi bu yoğunlaşmalar IP etkisi verirler.

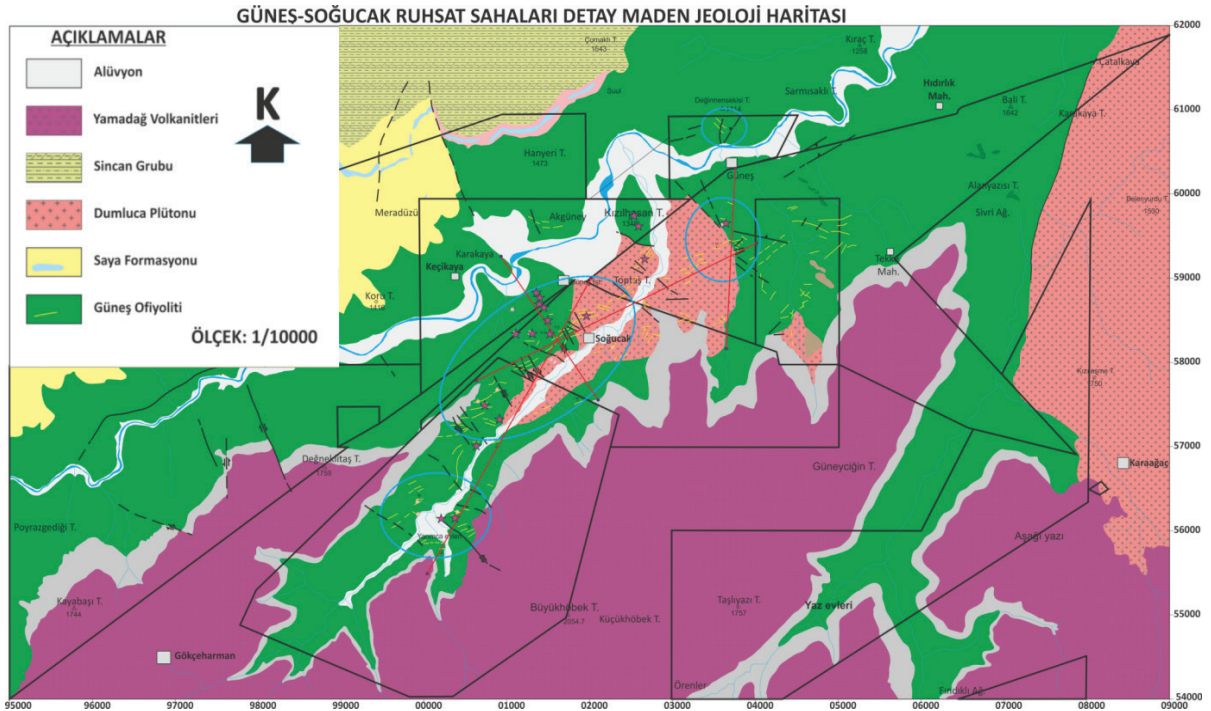
Grafitler ve ultramafik kayalar gibi ekonomik değeri olmayan kayalar, yüksek IP değerlerine neden olabilir. IP yöntemi cevherleşmenin türü hakkında bir bilgi sağlamadığından, ekonomik olmayan minerallerin etkisinin ayrılması oldukça güç olabilir (Başokur, 2003).

3. JEOLOJİ

Bölgede temeli Mesozoyik yaşlı Munzur kireçtaşları oluşturmaktadır. Bunların üzerine Üst Kretase yaşlı serpantinleşmiş ultrabazik kayalar tektonik olarak gelmektedir (Şekil 3). Bu birimleri Paleosen yaşlı asidik ve bazik kayalar

kesmektedir. Miyosen yaşlı kırıntılı kayalar ile Pliyosen yaşlı Yamadağı volkanitleri bütün bu birimleri örtmektedir (Yılmaz vd., 2002).

Çalışma sahasında temel kayaları olarak Munzur Kireçtaşları yer almaktadır. Bu birimi tektonik olarak Maestrihtiyen öncesi Yeşiltaşayla Karışığı üzerler. Serpantinleşmiş peridotitlerden oluşan bir hamur içinde metamorfik ve kireçtaşı blokları içeren ofiyolitli karışık, tektonik olarak Güneş Ofiyolitinin üzerinde yer alır. Divriği çevresinde birimin en alt düzeyinde serpantinleşmiş harzburjitlelerden oluşan tektonitler gözlenir. Tektonitlerin üzerinde yer yer piroksenit düzeyleri ve dünit mercekleri içeren kümülat dokulu peridotitler yer alır. Piroksenit düzeyleri düzensiz segregasyonlar ve mercekler halinde görülür. Kümülat peridotitlerin üzerinde ise bazı yerlerde katmanlı gabrolar gözlenir. Gabroların en alt düzeyi yer yer troktolit bileşimindedir. Çetinkaya'ya doğru daha çok katmanlı gabrolar yüzeylenirken, diğer alanlarda masif gabrolar egemendir. Masif gabrolar tabanda izole diyabaz daykları ile kesilirler. Levha dayk karmaşığının üzerinde ise yastık lavlar çok ince bir düzey oluşturur.



Şekil 3- Çalışma sahasının jeoloji haritası (Koçak vd., 2012).

Güneş Ofiyoliti yukarıda belirtilen özellikleriyle sedimanter örtü dışında ideal ofiyolitik dizideki tüm birimleri kapsar. Güneş Ofiyolitini, çakıltaşı-kumtaşı-aglomera ve tuf aralanması, pelajik ve hemipelajik kireçtaşları ve spilitik lav ve diyabaz dayklarından oluşan Maestrihtiyen yaşlı Saya formasyonu uyumsuz olarak üzerler. Güneş Ofiyoliti de Alt Karbonifer-Kampaniyen yaşlı Munzur Kireçtaşları üzerine bindirdiği için, ofiyolit yerleşme yaşının Maestrihtiyen öncesi olduğu söylenebilir. Maeastrihtiyen ve daha yaşlı kayalar Paleosen-Alt Eosen yaşlı Divriği granitoidlerince kesilirler. Sincan Grubunu oluşturan kaya birimleri Alt Eosen ve daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter. Bütün bu birimler Pliyo-kuvaterner yaşlı Yamadağı volkanitleri tarafından kesilir ve uyumsuz olarak örtülür (Yılmaz vd., 2002)

4. SOĞUCAK VE GÜNEŞ SAHALARININ IP TEPKİLERİ

Sivas-Divriği, Soğucak ve Güneş ruhsat sahalalarında yapılan IP çalışmalarında, Soğucak sahasında ölçülen şarjabilite değerleri 42 mV/V değerine ulaşırken, Güneş sahasında bu değerler 83 mV/V değerine kadar çıkmıştır.

Her iki ruhsat sahasında da yaygın birim Güneş Ofiyolitleri grubuna ait peridodit, serpantin, diyabaz ve gabrodan oluşan ultramafik kayalardır. Bu kayaç grubunda gabro ve peridodit yüksek, diyabazlar orta, serpantinler ise düşük özdirenç değerleriyle karakteristiktir. Bu birimleri kesen mikrodiorit ve aplit daykları da sondajlarda yaygın olarak gözlenmekle birlikte profillerde belirgin olarak izlenememektedir. Profillerin güney kısımlarında Höbek Tepe çıkışlı yüksek demir içerikli plato bazaltları da düşük şarjabilite ve gabrolara göre nispeten düşük özdirenç değerleriyle kendini göstermektedir. Şarjabilite ve özdirenç model kesitlerinin değerlerinin eşleştirilmesi ile birlikte en yüksek şarjabilite değeri 72.6 mV/V olurken, en yüksek özdirenç değeri 7531 ohm.m olmuştur.

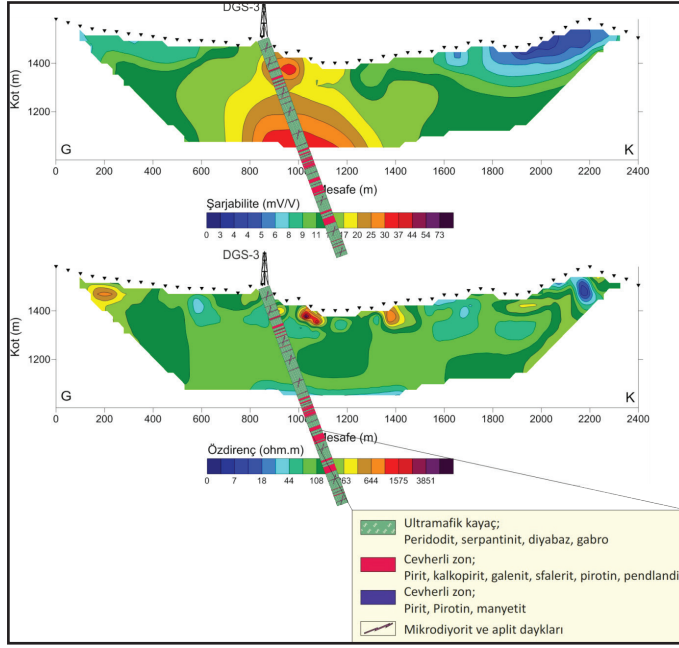
Tüm çalışma sahasındaki verilerin toplu değerlendirilmesiyle birlikte Soğucak sahasında yer alan ve DGS-3 sondajının ortaldığı göreceli küçük bir sülfür cevherleşmesi içeren (pirit,

kalkopirit, galenit) alan ile Güneş ruhsatında özellikle Çaltı Irmağının güney kısımlarında yoğunlaşan geniş bir sülfürlü (pirit, nikelli pirotin, kalkopirit ve galenit) alan belirlenmiştir. Soğucak köyünün bulunduğu kısımlarda ise sülfür mineralizasyonu ile ilişkili olabilecek belirgin bir şarjabilite artışı izlenememiştir. Her iki sahanın da cevherleşme açısından en belirgin farkı, Güneş sahasında yer alan serpantin ve gabroların içerisinde yer alan nikelli pirotinlerin ve manyetitlerin varlığıdır.

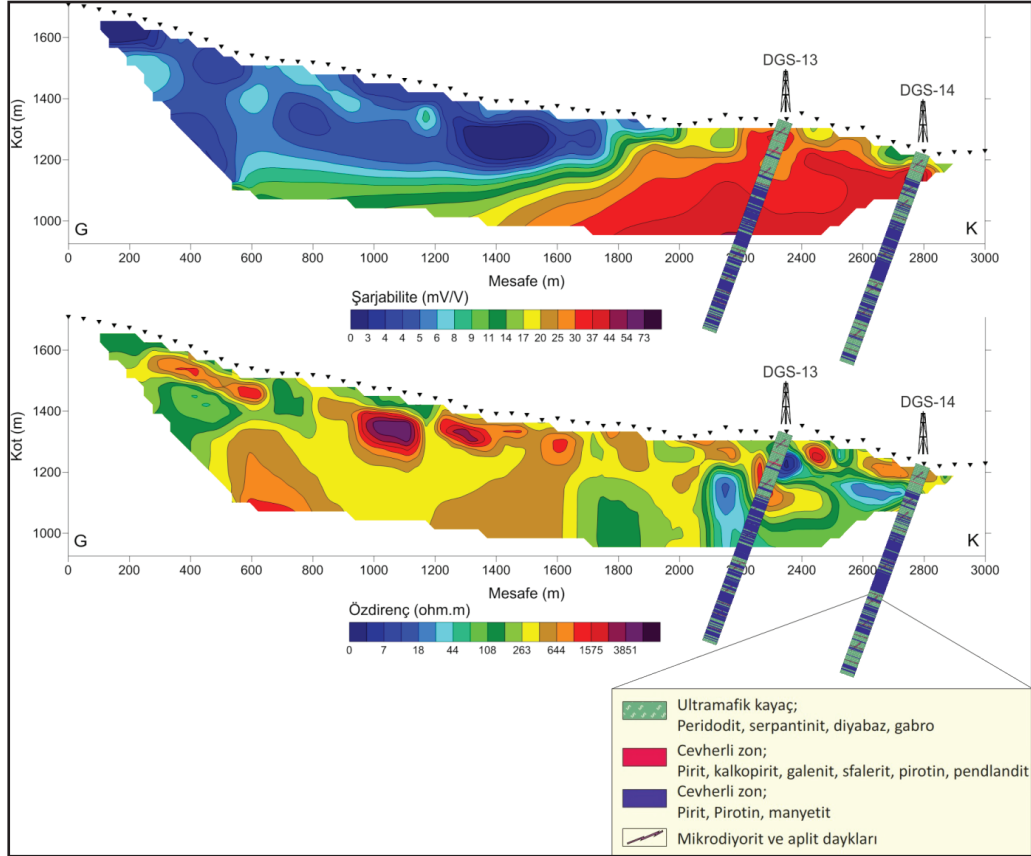
Soğucak sahasında baz hattı olarak ölçülen ve DGS-3 sondajı üzerinden geçen 400400 profilinde (Şekil 4), sondajda kesilen cevherli zonlar yüksek şarjabilite değerleriyle belirgin olarak görülebilmektedir. Sahanın bu kısmında jeofizik IP çalışması sırasında iki sondaj önerisi yapılmış (DGS-8 ve DGS-11) ve aynı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yapılan sondajların karotlarında gözlenen sülfürlü yapılar (pirit, kalkopirit ve galenit) ile kesitlerde gözlenen şarjabilite değerleri uyum içerisinde (Bekar, 2015).

Güneş ruhsat sahasında ölçülen şarjabilite değerleri 83 mV/V değerlerine varan oldukça yüksek değerler olup, çalışma sırasında önerilen sondaj verileriyle de sülfür mineralizasyonu (pirit, nikelli pirotin, kalkopirit, galenit) açısından bire bir uyumludur. Bu sahada çalışma süresi içerisinde toplam 5 adet sondaj önerilmiş ve gerçekleştirilmiştir. Sahanın genelinde hedef bölge olarak belirlenen kısımlarda sığdan derine kadar yüksek şarjabilite anomalisi vardır. Sığ kısımlarda ağırlıklı olarak sülfür yoğunlaşması gözlenirken, derinlerde bu durum ultramafik kayalar içindeki nikelli pirotinin eşlik ettiği yoğun manyetit saçınımlarına karşılık gelmektedir (Koçak, 2012).

403800 profili üzerinde de kesitin kuzey kısımlarında yoğun ve güçlü şarjabilite değerleri ve buna eşlik eden düşük özdirenç zonları görülmektedir (Şekil 5). Bu profilde DGS-13 ve DGS-14 sondajı önerilmiş ve gerçekleştirilmiştir. Bu sondajda 95 – 125 m aralıklarında yer yer yoğun pirit, kalkopirit, pirotin ve manyetit kesilmiştir. Bu metrajlardan kuyu tabanı olan 728 m ye kadar yoğun %10 – %15 demir içerikli pirit ve



Şekil 4- Soğucak sahasında yer alan 400400 profili özdirenç ve şarjabilite kesiti ve DGS-3 sondajında kesilen cevherli zonlarla ilişkisi.

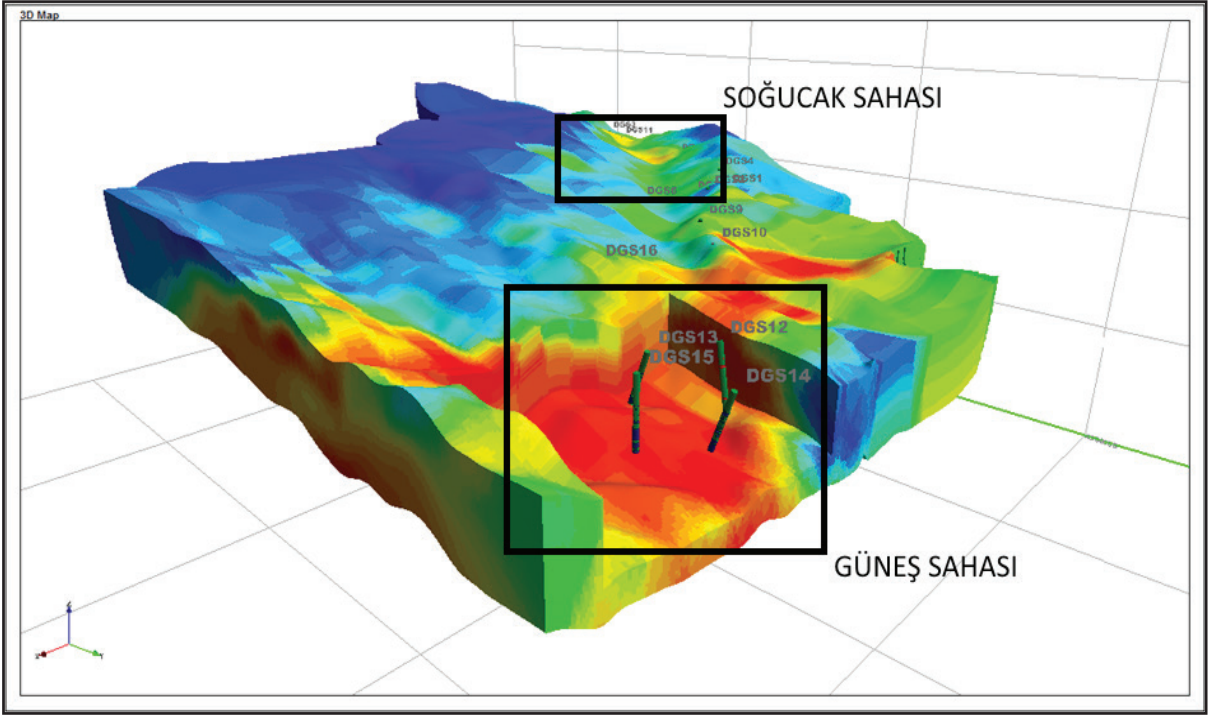


Şekil 5- Güneş sahasında yer alan 403800 profili özdirenç ve şarjabilite kesiti ve DGS-3 sondajında kesilen cevherli zonlarla ilişkisi.

pirotin saçınımlı zonlar kesilmiştir (Koçak 2012). Aynı profilin 2800 m lerinde yüzeyde de gözlenen mineralizasyonun derine doğru tetkiki için yapılan DGS-14 sondajında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tüm ruhsat sahalarında yapılan IP çalışması sonucu elde edilen şarjabilite verilerinin voxel modellemesi ile elde edilen üç boyutlu şarjabilite dağılımı şekil 6'de verilmektedir. Bu

şekilde, büyük dikdörtgen içinde yer alan Güneş sahasındaki kırmızı tonlarla gösterilen yoğun şarjabilite değerlerinin dağılımının, küçük dikdörtgen içinde görülen Soğucak sahasına göre ne kadar fazla olduğu görülebilir. Ayrıca Güneş sahasında yoğun şarjabilite değerlerinin alındığı kısımda 280 m kalınlığındaki blok çıkartılarak sondajlarda kesilen sülfürlü ve manyetitle zonların şarjabilite değerleriyle ilişkisi ortaya konulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6- Güneş sahasında 280 m den şarjabilite ile sülfürlü zonlar (nikelli pirotin, pirit, kalkopirit, galenit) ve manyetit ilişkisine bakış (Bekar, 2013).

5. SONUÇLAR

Sivas-Divriği, Soğucak ve Güneş sahalarında yürütülen IP çalışmaları sonucunda, her iki sahanın da sülfür mineralizasyonu açısından potansiyeli ortaya konulmuştur. Soğucak sahasında sülfürlü cevherleşme ile ilişkili olabilecek şarjabilite anomali bölgesi, Güneş sahasına göre çok daha küçük ve lokaldir. Güneş sahasında yaygın bulunan serpantinler şarjabilite eşik değerini yükseltmiştir. Bu sahada belirlenen anomalilere aynı proje kapsamında hemen

sondaj çalışmaları gerçekleştirilmiş olup, sondaj çalışmaları sonucu bu anomalilerin kaynağının serpantin ve gabrolar içerisinde yer alan yoğun manyetit saçınımlı ve buna eşlik eden nikelli pirotin olduğu belirlenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Başokur, A. T. 2003. Maden aramalarında elektrik ve elektromanyetik yöntemler. (<http://geop.eng.ankara.edu.tr>).

- Bekar, K. 2013. Sivas Divriği Soğucak-Güneş sahası IP sunumu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bekar, K., Tosuner, S. 2015. Sivas Divriği Soğucak-Güneş sahası jeofizik IP etüt raporu. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No : 11785* Ankara (yayımlanmamış).
- Koçak A., Tringa, D., Ateşçi, B. 2012. Sivas – Erzincan – Malatya demir aramaları projesi kamp bitirme raporu. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No : Ankara* (yayımlanmamış).
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., Keys, D. A. 1976. *Applied Geophysics*: Cambridge University Press.
- Yılmaz, H., Yılmaz, A., Arıkal, T. 2002. Güneş ofiyolitinin Divriği - Çetinkaya (Sivas) arasındaki bölümünün jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10650* Ankara (yayımlanmamış).

