

ZAMAN ORTAMI SPEKTRAL IP YÖNTEMİ VE ARAZİ UYGULAMALARI

Time Domain Spectral IP Method and its Applications

Hakan ÇAVAŞ*

ÖZET

İndüksiyon akımı kesildiği zaman ara satıhta meydana gelen aşırı gerilim zamanla eksponansiyel olarak söner. Bu gözlenen gerilimler bir kayaç içerisinde polarizasyon tesirlerini ölçme metodunu ifade eder. Buna zaman bölgesi (*Time Domain veya Pulse Transient*) metodu denir. Doğal olarak 'Metalik' olan, yani elektriği metallerdeki gibi ileten birkaç mineral vardır. Bu mineraller genellikle sülfittir. Grafitik karbon ile birkaç oksitte bu gruptadır.

IP (*Induced Polarization*) olarak tanımladığımız elektrik olaylar grubu, yeraltındaki kayaçlarda metalik mineraller bulunduğu iyonik akımlardan dolayı oluşur. Kayaçlardaki çok küçük mineralizasyon konsantrasyonları IP etkisi verirler.

Bilindiği üzere bu tür çalışmalarda, yere uygulanan doğru akım kesildikten sonraki gerilim (voltaj) sönümün küçülmesi ile rezistivite, şarjabilite ve zaman sabiti parametreleri hesap edilmektedir.

ABSTRACT

In case of interruption of current Over-Voltage in the contacts of metallic particles attenuates exponentially. The observation of the polarization effect of metallic minerals in a certain time period is called Time Domain or Pulse Transient IP method . A few sulfitic minerals, graphitic carbon and some oxides behave such as conductive metals and cause strong polarization effect.

Electrical events named IP (*induced polarization*) occur in consequence of ionic currents in metallic minerals and rocks comprising low mineralization concentration in the earth.

As it is known, resistivity, chargeability and time constant parameters are determined from observation of voltage attenuation after interruption of direct current applied to the earth.

GİRİŞ

Zaman Domeni (TD) yada diğer adıyla geçici şok darbe (Pulse Transiyent) metodunda I.P etkisi yere verilen akımın kesilmesini takip eden voltaj düşmesinin kaydı ile ölçülür. Şekil 1'de bir kayaç numunesinde ve R-C devresindeki elektrot polarizasyonun karşılaştırmasını görmekteyiz. Elektrik alanı yere tatbik edilen ve elektrik alanının küçük bir parçası olan bir E₀ değerine süratle düşerek uzun bir zaman periyodu boyunca yavaşça sönmektedir. (ipr.12 zaman eğrisi) Sönüm eğrisinin şekli akımın numune üzerinden geçtiği zaman periyoduna bağlı olmaktadır. Akımın kesilmesinden sonra gözlenen ilk voltaj düşmesi sarj zamanına bağlı görülmemektedir. (Keller & Friscknecht 1966), Teorik şarjabilite $m = V_s/V_p$ (Seigel 1959) m şarjabilite, V_s ikincil voltaj (secondary voltage) V_p birincil voltaj (primary voltage) V_p akımın kesildiği andaki son voltaj V_s akımın kesilmesinden sonraki alıcı tarafından ölçülen voltajdır. Gerçekte sahada induktif ve kapasitif kuplaj etkilerinden ötürü (m) ölçülemez.

COLE -COLE PARAMETRELERİ

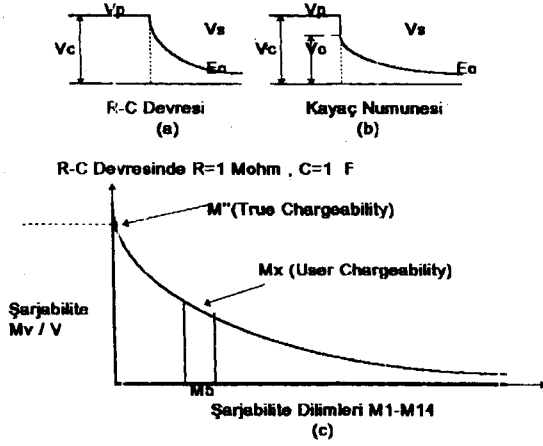
Pelton v.d (1978) cole-cole dağılım modelini, dört parametrenin ortalaması tarafından tanımlanabilen frekans-bağımlı rezistivite ile anlatmıştır. Bunun için ; alınmıştır. Şekil-2' de cole-cole modelinin gösterildiği bir eş-devre mevcuttur. R1 bloke olmuş gözenek boşluğu içindeki elektrolitin direncini, R₀ bloke olmamış gözenek boşluğunun direncini ve (iwt). ise cevher minerali ile elektrolitin girişim kompleks empedansını gösterir. Eş değer devre Şekil 2 için cole-cole modelinde m ve tau aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$m = 1 / (1 + R1 / R_0) \quad (2)$$

$$\tau = X (R_0 / m)^{1/c} \quad (3)$$

cole-cole modelindeki zaman (tau) frekans aksında maksimum fazın pozisyonuna bağlıdır.

* MTA Jeofizik Mühendisi

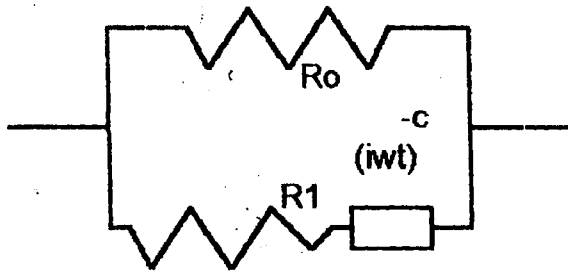


Şekil 1: IPR-12 Sönmüş eğrisi.

Figure 1: IPR-12 Best Curve.

$$z(w) = Ro \left[1 - \left(\frac{1}{1 + 1(jwt)^c} \right) \right]$$

(1)

 $z(w)$ = kompleks empedans Ro = sıfır frekansta z 'nin değeri m = şarjabilite c = frekans bağımlısı t = zaman bağımlısı w = açısal frekans (tau) $i^2 = -1$ 

Şekil 2: Eş-devre şeması.

Figure 2: Equivalent circuit

Maksimum fazın düşük frekanslara doğru bir yüzölçümüne geçmesi, zaman sabitinin yaklaşık bir yüzölçümüne artmasına sebep olur. c eksponenti, spektrum fazının eğimidir. Cole-cole modeli, Spektrum fazının karışımına bağlı olarak tek yada çoklu set olarak spektrum fazına uygulanabilir. H. Vanhala, M. Peltoniemi (1992) nin laboratuvar ve arazi üzerindeki verilerinde saçınmış cevherleşmenin zaman sabitleri

saniyelerden 2000'e kadar farklılık gösterdiğini ve çoğunlukla 200 saniye civarında olduğunu belirtmişlerdir. Bunlardan daha küçük zaman sabitleri daha az cevher depozitlere ve çevreleyen saçılmış kayalara bağlıdır. Şarjabilitenin artması ile saçınmaların zaman sabitleride artmaktadır. Örnek olarak cevher minerallerinin miktarının artması ile artmış cevher minerallerinin miktarı genellikle petrografik tane boyutundaki az bir değişime bağlıdır. Bu aynı zamanda cevher minerallerinin birbiri ile olan etkileşim miktarını artırır ve böylece efektif tane boyutu hızla artar. Ağsal yapıdaki cevherleşmelerin zaman sabitleri her nasılsa saçınmış cevherleşmelerinden çok daha büyüktür, yaklaşık bir saniye civarında bulunur. Saçınmış ve ağsal yapıdaki cevherleşmelerden her ikisinin ortalama c değeri 0.2 civarında olmaktadır.

ARAZİ UYGULAMALARI

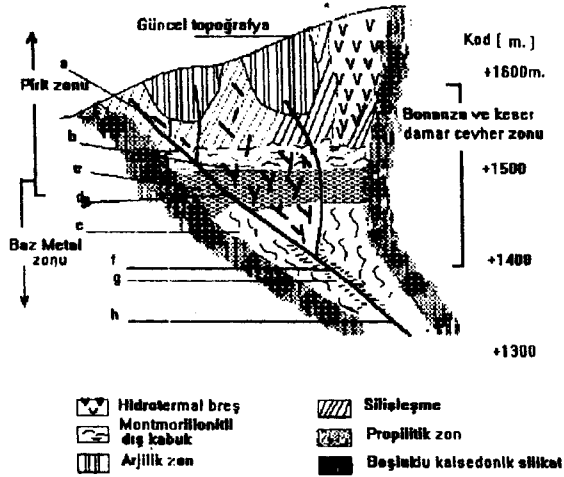
Arazi uygulamalarından ilk örneklerim Altın sahalarından olacağından aşağıda 'Arama için klavuzlar' başlığı adı altında aranılan Altın sahalarının genel olarak jeofiziğe gerekli olan, jeolojik parametrelerin açıklanması bu başlık altında olmuştur.

ARAMA İÇİN KLAVUZLAR

İlçici tipi altın yataklarının aranmasında saha seçiminin ilk döneminde magmatik, tektonik ve yapısal konumlar temeldir. (White ve Hedenquist, 1990) Bir epitermal cevherleşmenin bulunup bulunmadığını kontrol eden kritik özellik volkanik kayaçların varlığı değil, meteorik su dolaşımı için ısıyı sağlayan sokulumların bulunmasıdır. Cevherleşmenin gerçek yeri ana bölgesel faydan çok, bu fay zonundaki bir ikincil yapının üzerindedir. As, Hg, Sb, Tl, B gibi iz sürücü elementlerin jeokimyası cevherleşmenin yerinin saptanmasında bir doğrudan yaklaşımdır. (White, 1981; Clarke ve Govett 1990; White ve Hedenquist, 1990) alterasyon mineralojisinin ve zonlanmanın incelenmesi depolanmanın olası yerlerini işaretler. Epitermal sistem içerisindeki depolanma zonu belirlendikten sonra, cevher oluşumu zamanındaki paleo yüzeye göre erozyon yüzeyinin şimdi nerede olduğunu çıkarılması gerekmektedir. (Clark ve Govett, 1990) Morfoloji, damar yapıları, alterasyon tipleri, sinter ve/veya silisleşme ve patlama breşi hedef sahanın belirlenmesinde yararlıdır. Proje sahası ölçeğinde yapısal incelemeler yararlıdır. (White ve Hedenquist, 1990) yapıların çoğu cevherli olmadığından, yapılar, jeokimya, cevher yüzeylemeleri ve hidrotermal alterasyon arasındaki bağıntıyı inceleyerek en umutlu yapıların ayırt edilmesi gereklidir. Ana kayanın bileşimi, cevherleşme için kontrol edici bir etken değildir (Hayba ve diğ., 1985). Cevherli akışkanlar geçirgenliğin arttığı zonlarda odaklanmaktadır (White ve Hedenquist, 1990). Cevherli kırıkların artan yoğunluğu, breşlerin varlığı eski geçirgen zonların tanınmasına götürür. Akışkanların kaynaması altının depolanmasına

neden olur, bu süreçlerin kanıtları damar ve alterasyon mineralojisi ile belirlenir.

gözlenmektedir. Cevherleşmeye eşlik eden gang mineralleri kuvars, illit kalsit, dolomit, barit, adularya ve klorit olarak belirlenmiştir.

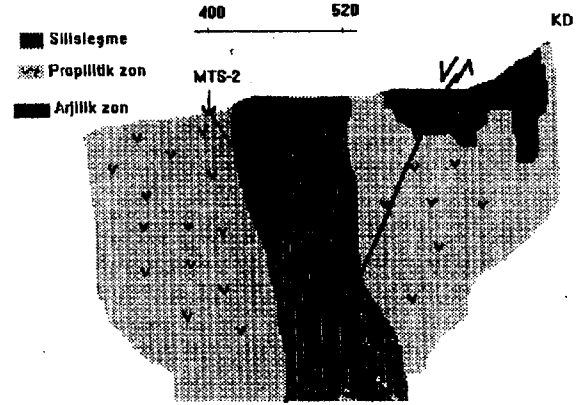


- (a) Kuvars + illit + Nabit metaller +Sülfoarsenitler + Sülfoantimonitler + Pirit
- (b) Montmorillonitli dış kabuk
- (c) Boşluklu Kalsedonik Silika + (Keolinit) + (Alunit)
- (d) Kuvars + İllit +Barit +Karbonatlar ++Nabit Metaller +Süffotuzlar +Sülfitletler
- (e) Kaolinit - (Alunit)
- (f) Kuvars + Adularya + İllit + Gümüşsülfite ve Sülfotuzları + Nabit Altın + Pirit + Baz Metalsülfitletler + Kuvars Psödomorfozu kalsite
- (g) İllit
- (h) Kuvars + Klorit + Adularya + Pirit + Baz Metalsülfitletler + Gümüş sülfitletler

Mastra Etüt Sahası

Araştırma alanı Easen yaşlı kalk-alkalen volkanik kayalar yaygın olan altın sahasının genel olarak andezitik lav, tuf piroklastiklerle örneklenen volkanitlerin üzerinde kumtaşı, kireçtaşı, marn ve tüfler gelir. Bölgenin jeoteknik evrimi ile ilişkili olarak ana kırık sisteminin kontrol ettiği kıymetli cevher zenginleşmesi zonu ardezitik volkanitler içerisinde gelişmiştir. Bu zonlar propilitik, arjilik ve yoğun silisifiye alterasyon zonları ile belgindir. Hidrotermal akışkanların çıkış kanalları dayka yakın 10-70m' lik kırık zonları oluşturmuştur.

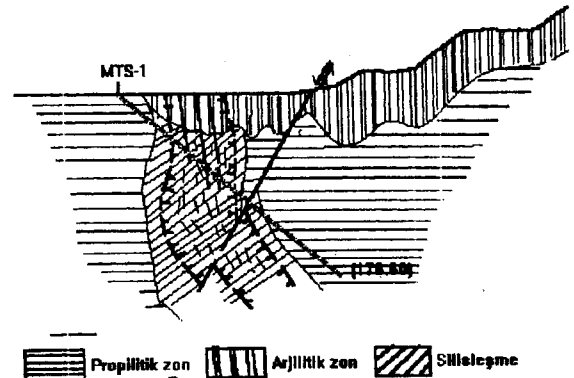
Düşey mineral zonlanması (pirit zonu ve baz metal zonu) gösteren cevher damarlarının genel cevher mineral parajenezleri, pirit, nabit, altın ve gümüş, gümüş silfat tuzları (arjantit, baz tennatit gibi minerallerden oluşmaktadır. Kovelin olarak



Şekil 3: Sondaj kesiti

Figure 3: Geological section deduced from drilling results.

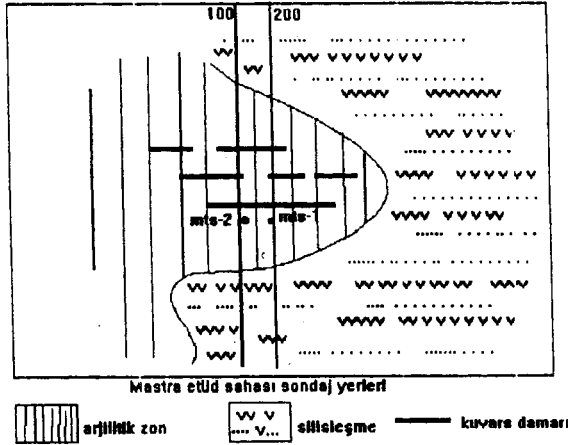
Mastra etüd sahasında, sondajlar jeofizik etüdüden önce ve ilk olarak MTS-2 sondajı yapılmıştır. Bu sahada $x=25$ m. ve Dipol-Dipol çalışma sistemi açılmıştır. Şekil-3, 100 no'lu profilin 4+00 numaralı ölçü noktasında, KD 60° eğimli 170 m. sondaj yapılmıştır. MTS-2 Sondajı mineralizasyonu, silisifiye zon içerisindeki ağsal ve kuvars damarında izlenmektedir. 129.00-142.10m. ler arasında ağsal ve kuvars damarı, içeri zonda (0.12-57.7 gr/ton Au) Altın değeri tespit edilmiştir. 100 profili üzerinde 4+00-5+20 noktaları arasında arazide kuvars damarı izlenmektedir. Dipol-Dipol 100 Profil kesitinin filitre değerlerinin ortalama resistivitesi (270 Ohm-m.) ve şarjabilitesi (130 Mv/v) olan 4+90 noktasında pik değeri olarak ölçülmüştür. Ağsal kuvars damarında içindeki alması Au bulunması için önerilecek dik sondaj noktasının 4+90 noktası olabileceğini düşünüyorum.



Şekil 4: MTS-1 Jeolojik kesiti ve sondaj lokasyonu

Figure 4: MTS-1 Geological section deduced from drilling results

Şekil-4 de MTS-1 Sondajının jeolojik kesiti ve 45° KD eğimli sondajı göstermiştir. Bu sondaj 100 profilinden 50 m. aralıklı alan 200 profili üzerinde 3+40 numaralı istasyondan yapılmıştır. MTS-1 Sondajı Ağsal ve kuvars damarları 76.60-79.50 metreler arasında kuvars damar (2.40-7.48 gr/ton Au) Bu damarlarında yer yer Cu, Pb, Zn' da izlenmektedir. Ayrıca birkaç seviye halinde ağsal zonda geçilmiştir. MTS-2 sondajında damara paralel giden sondajın yerinde yapılan MTS-1 sondajı 45° eğimle damarı kestiği görülmüştür. Şekil 5'de sahadaki profil konumu, sondaj ve kısmen jeolojisi görülmektedir. Şekil-8'de sahada 200 profili üzerinde 3+50 ile 4+10 noktaları arasında Ağsal kuvars damarı izlenmektedir. Dipol-Dipol filitre değerlerinden de görüleceği gibi, odası damar verilerimizin 3+90 ile 3+90 arasında ortak yüksek değeri aldığından düşünceme göre; Bu sahada örnek alınan damarda Altın içeren ağsal kuvars damarı. en yüksek resistivite değeri ile en yüksek şarjabilite değerinin ortak olduğu noktaya bağlı olduğu sondaj verileri ve gözlenen saha jeolojisi ile ortaya konmuştur.



Şekil 5: Profil ve sondaj yerleri.

Figure 5: Profile and Drilling locations.

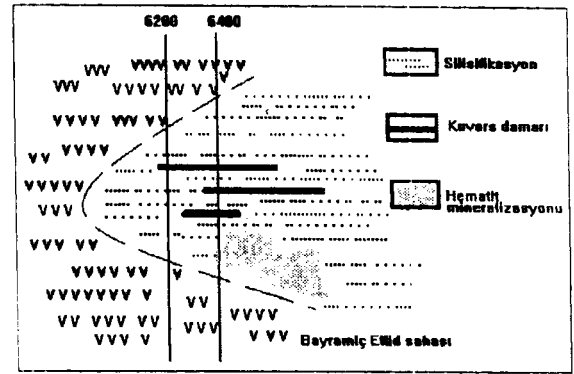
Bayramiç Etüd sahası :

Bu sahada $x=50m$. aralıklı Dipol-Dipol ölçü tekniği uygulanarak ölçü alınmıştır. Şekil-6'de sahanın kısmen jeolojik ve örnek alınan 6200 ve 6400 profilleri gösterilmiştir. Bu sahada silisifikasyon içerisinde Ağsal Kuvars damarının izlenmesi istenmiştir.

Şekil-9'de 6200 profilinin TD -IP kesitinde 234+00 noktasından 244+00 noktasına kadar silisifiye zon içerisinde kalmaktadır. Ağsal kuvars damarları bu istasyon noktaları arasında kalmaktadır. Sahada gözle izlenebilen kuvars damarı; 6200 profili filitre değerlerinden de yoruma gidildiğinde 240+00 ile 242+00 noktalarında resistivite ve şarjabilite ortak en

yüksek değerini almaktadır. Lokasyon olarak sahada bu noktalarda kuvars damarı net olarak görülmektedir.

Şekil-10'da 6400 profilinde kısmen görülen Ağsal Kuvars damarları 240+00 ve 244+00 noktalarında izlenmektedir. 236+00 ile 239+00'a kadar silisifiye zon olduğu, 244+00 noktasından sonra hematit mineralizasyonuna girildiği ölçü değerlerinden resistivitenin 1000 Ohm-m'den 400 Ohm-m'ye düştüğü görülmektedir. Profil ölçüleri silisifiye zon içerisinde olduğundan kuvars damarından çıktıktan sonra şarjabilite değerlerinde fazla bir düşme gözlenmemekle birlikte silisifiye ortamdan ayrılabilir. Şekil-11'de 200 numaralı profil hattında örtülü zemin üzerinde $x=100m$. Dipol-Dipol ölçü tekniği ile çalışılmıştır. Aranılanın bakır yatağı olması nedeni ile 8+00 numaralı istasyonda D2 sondajı önerilmiştir. Bu noktada en düşük resistivite değeri karşılık sahada da en yüksek şarjabilite değerleri elde edilmiştir. Henüz sondajı yapılmamıştır.



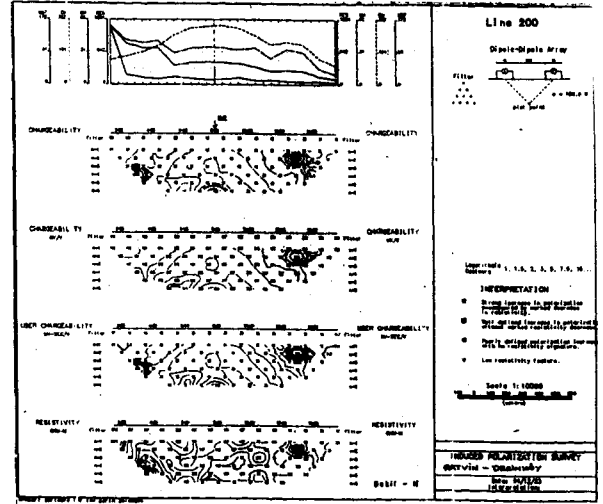
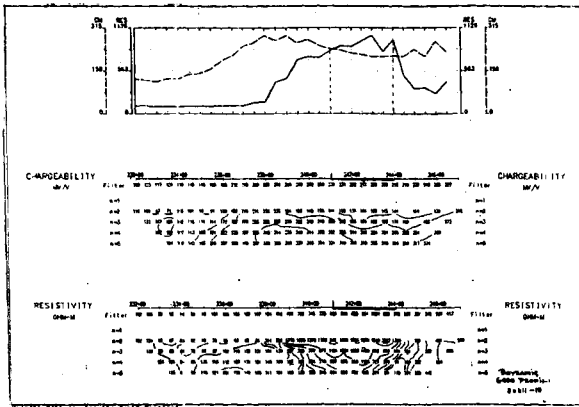
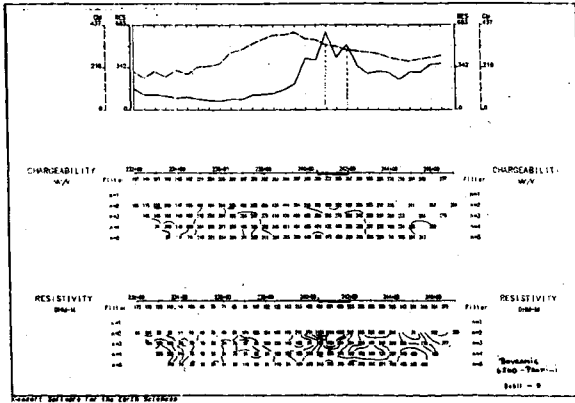
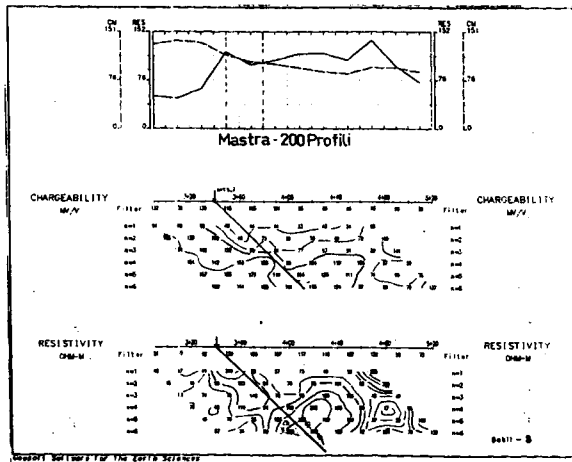
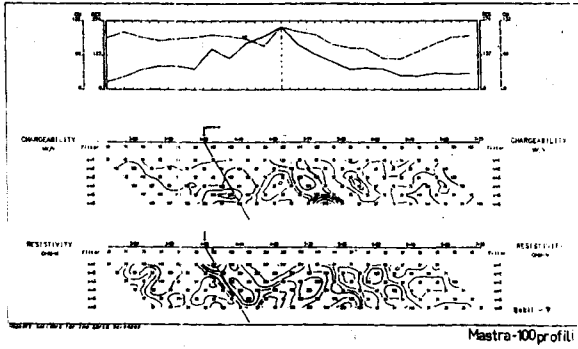
Şekil 6: Bayramiç jeolojisi ve profil yerleri

Figure 6: Bayramiç- Geological map and profile lines

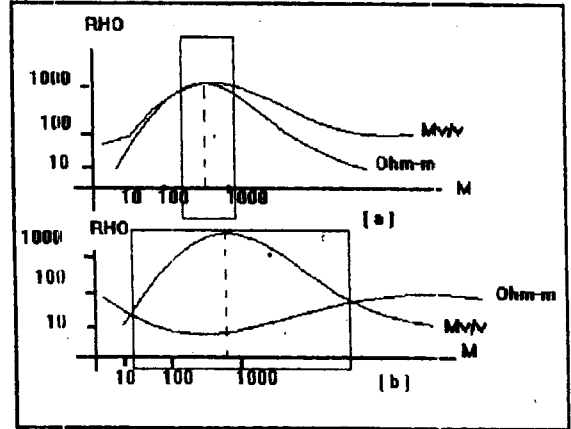
Derinköy sahası:

Araştırma sahasında bizden istenen; sahada dayk yapısının üzerinde oluşmuş geniş yayıllımlı bir porfiri bakır yatağının muhtemel olarak belirlenmesini içeren bir çalışma yapılmasıydı. Örnek olarak aldığım 200 profilinde daha önce belirtmiş olduğum silisifiye zonalardaki karakteristik filitre değerlerinden hareketle aşağıdaki yoruma gidildi.

Şekil-11'de 200 numaralı profil hattında örtülü zemin üzerinde $x=100m$. Dipol-Dipol ölçü tekniği ile çalışılmıştır. Aranılanın bakır yatağı olması nedeni ile 8+00 numaralı istasyonda D2 sondajı önerilmiştir. Bu noktada en düşük resistivite değeri karşılık sahada da en yüksek şarjabilite değerleri elde edilmiştir. Henüz sondajı yapılmamıştır.



SONUÇ



Gözlenen ve arazide ölçülen değerlerde, Resistivite ve Şarjabilite sayısal değerlerine fazla önem verilmemesinin nedeni, çalışma alanlarının herbirinin kendine özgü jeolojik yapısının olması ve araştırılması istenen konuların özelliğine bağlı olduğundandır.

Mastra ve Bayramiç sahalarında izlenen Ağsal kuvars damarları şekil (a)'da yüksek resistivite ve yüksek şarjabilite değerlerinin ortak pik yaptığı yerleri olduğu tespit edilmiştir. Ağsal kuvars damarı izlenmesinde bu örneklerin doğru olabileceği kanısındayım.

Derinköy sahasında izlenmesi istenen porfirli bakır yatağı için, yukarıdaki değerlerin doğrultusunda şekil (b)'de görüldüğü üzere yüksek şarjabilite ve düşük resistivitenin başlangıç ve bitiş kesişme noktaları arasında saha içerisinde önem kazandığı görüldüğüdür.

KAYNAKLAR:

R.J. Irvine and M.J.Smith, Geophysical exp. for epitermal gold deposits Geochem. Exp.36:375-412

- I. M. Johnson, P. Lafleche, B. Webster Scintrex Limited Toronto, Canada SIP parameters obtained from the time domain measurements.*
- W. H. Pelton, W. R. Sill, B. D. Smith, interpretation of complex resistivity and dielectric data part 1 and part 2 Geophysical Transactions 1983 Vol.29 No:4 pp 297-330*
- H. Vanhala and M. Peltoniemi, Spectral IP studies of Finnish are prospects, Geophysics Vol.57, No.12 P.1545-1555*
- D. E. White, and J. W. Hedenquist, Epitermal environments and styles of mineralization: Variations and their causes and gold lines for exp. Geochem. Exp.36,445-474*