

Çanakkale-Kayışlar Demir Yatağının Jeofizik (Yerelektirik) Yöntemle Aranması ve Yataklanma Türü

Exploration of the Çanakkale-Kayışlar Iron Deposit By Use of Geophysical (Geoelectrical) Technic.

Ahmet ERCAN*

ÖZET

Serpantin kuvars dokunağında karşılaşılan demir oksit magnetittir (Fe_3O_4). 5 ile 10 Ohm-metrelik düşük görünür öz direnciyle magnetit gerek 175 ± 25 Ohm-metrelik serpantin ve gerekse 350-3500 Ohm-metrelik skarndan ayrılabilir. Yataklanma biçimi ve varlığını belirlemek üzere doğru akım yerelektirik öz direnç yöntemi 100 x 210 metrelik dar bir alan içinde 10 metre aralarla 3 doğrultu boyunca uygulanmıştır. 25 ve 55 metreler için çıkarılan görünür öz direnç kaydırma eğrilerinden cevher yerleşiminin, serpantin, dokunak ve skam içi ince dirençli alt sokulumların kenarlarında en çok 5-10 metrelik kalınlıklarda ve 10 ile 50 metre arasında değişen derinliklerde yer aldığı bulunmuştur. Getirici kayaç 350-3500 Ohm-metrelik öz direnç kıyasındaki iletken cevherli kuşaktan kolayca ayrılmaktadır.

Süreksizler genellikle $K50^\circ B$ uzanımlı olup cevher yerleşiminin 10 ile 40 metre arası genişliklerde uzanan iletken kuşaklar içinde yataklanmış sanılmaktadır. Jeofizik yaklaşımla belirlenen yataklanma biçimi, cevherin minerolojisi ve yapısal özelliklere bakarak oluşumun kontak pnömatolik türeme olduğu yargısına varılmıştır. Jeofizik belirtilerin cevhere bağlanması sonucu dar alandan beklenen cevher tutarının 33700 ton olabileceği beklenmektedir.

(*) Doç. Dr. Jeofizik Y. Müh., İTO Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Teşvikiye - İSTANBUL.

ABSTRACT

Magnetite (Fe_3O_4) is the iron oxide deposit which has prospected around quartzite contact with ultrabasic rock. Because of high resistivity contrast it became possible to discriminate magnetite, with 5-10 Ohm-m apparent resistivity from the host rock serpentinite with 175 ± 25 resistivities. Direct current geoelectrical resistivity method has been applied to determine deposition type and existence in the prospect area which has dimension of 100 by 210 meters and along the three profiles with intervals of 10 meters. Resistivity profilings for 25 and 55 meters of expansions reveal that deposition underlies serpentinite and skarn and also takes place in contact zone. Resistive and thin intrusions are thought to be responsible to carry up mineralizations at its flanks with the thickness of at most 5 to 10 meters and with the depth of 10 to 50 meters. Such transporters are recognized with higher resistivity ranged between 350-3500 Ohm-meters and easily identified from the conductive mineral zones which show relatively low resistivities.

It is assumed that deposition furnished in conductive zones in approximately N50W direction and with a varying width of 10 to 40 meters. Depositional type defined by the geophysical approach, mineralogical properties and characteristic geology of the environment indicate that mineral occurrence in the area is contact pyrometallitic type. Expected apparent ore reserve, from this limited area, is approximately 33700 tons which was estimated from the geophysical anomalies correlated by magnetite exposures on themselves.

1. GİRİŞ

Türkiye'de Biga yarımadası, bölgede bulunan cevher türü çeşitliliği açısından ilginç bir bölgedir. Bu bölge içinde bol çinko, kurşun, bakır gibi sülfürlü yatakların yanısıra kömür gibi tortul yataklar ve krom, demir gibi oksitler de vardır. Bu çalışmanın amacı, aşırı iletkenliğinden yararlanarak bir demir oksit olan magnetit mineralinin yerelektrik yöntemlerle aranmasıdır.

Magnetit (Fe_3O_4) özgül ağırlığı yüksek (5 gr/cm³) mıknatıslanması yüksek ($17 \cdot 10^{-7}$ H/m) ve elektrik özdirenci küçük ($57 \cdot 10^{-6}$ Ohm-metre) uçlaşması düşük bir yarı iletken demir oksittir. O nedenle gravite, manyetik, elektrik ve elektromanyetik yöntem belirtilerinin birbirleri ile üst üste çakışması beklenir. Nitekim, Siirt - Madenkoy magnetit madeninde uygulanan birleşik jeofizik yöntemler sonucu, yan kayaç üzerinde ve magnetit üzerinde sırası ile 500 ile 1250 gamma'lık toplam manyetik alan, 150-300 ile 12-75 Ohm-metrelilik elektrik özdirenç, 1.5 ile 3.5-7 'lik yapay uçlaşma (% FE) ve 1-10 ile 10-722 arası yapay uçlaşma (MF) belirtileri ile karşılaşılmıştır (2). Ancak, başka bir demir oksit minerali olmak-

la birlikte, Edremit Büyük Eğmir dolayında azdizit içindeki hematit (Fe_2O_3) üzerinde 300 ile 2500 Ohm-metre düzeyinde yüksek özdirençle karşılaşılmıştır (1).

2. ÇALIŞMA ALANININ KONUMU

Jeofizik çalışmaların sürdürüldüğü yer Çanakkale Merkez sınırları içindedir. Alan kuş uçuşu Çanakkale kentinden 22.5 km güneyde olup Kayışlar-Ovacık köyleri dolayındadır. Çanakkale'den E-24 yoluna girip Hamidiye, İntepe, Denizgören'den Kayışlar'a varan yol araç geçişine uygun, yer yer asfalt, yer yer orman yolu ile ulaşılabilirdir.

Yerbiçimi (geomorphology) lav, tuf plato ve örtüleri üzerinde yer alır. Çalışma alanı genellikle düz ve çam ormanı ile kaplıdır.

2.1. Çıdışma Alanında Yeryapısı

Çalışma alanını kapsayan ayrıntılı bir jeolojik çalışma yoktur. Ancak çalışma alanının yakın çevresinde yapılan gözlemler sonucu yaygın bir ultrabazik kayaç örtüsü olduğu belirlenmiştir.

Ultrabazik kayaç yeşil renkli, benekli, sabunumu su ve kaygan serpantindir. Alanın kuzey yakasında serpantin yaklaşık K50°B doğrultusunda kuvars ile dokunağa geçmektedir. Kuvars ince taneli kristalli ve yıkanmış biçimde gözenekli ve deliklidir. Kuvars içinde yeşil renkli küflenmiş kalkopirit ya da molibdenit serpilmiş olarak gözlenmektedir. Alanın kuzey doğusunda, yer yer 3-4 metrelik kuvars kütleleri yer almaktadır.

Kuvars - serpantin dokunağında açılmış K50°B doğrultulu, 1-1.5 derinlikte, 3-4 metre uzunlukta 1-2 metre genişlikte bir yarma vardır. Hemen bu yarmanın 1-2 metre doğusunda K40°D doğrultulu ve yaklaşık aynı boyutlarda açılmış ikinci bir yarma yer almaktadır. Bu yarmalardan çıkarılmış, serpantin taşları ile birlikte siyah renkli, metalik magnetit (Fe_3O_4) minerali ile karşılaşmıştır. Bu cevherin, bu çukurlardan çıkarılmış olduğu düşünülmekle birlikte, taze bir yarık açılmadığından bu durum kanıtlanamamıştır.

2.2. Koca Uludağ Demir Cevherinin Karışımı ve Tenörleri

Koca Uludağ magnetit cevherinin içindekiler, kimyasal çözümler sonucu bulunmuştur. Cevher içinde Fe_3O_4 oranı % 72 olduğundan, taşın miknatizlanma özelliği vardır. Cevher içindeki minerai oranları şöyledir; % 48 ile % 55 arası Fe, % 47 Mn, % 11.68, SiO_2 , % 0.27 S, % 0.04 P, % 5.54 CaO, % 0.20 Cu, % 0.8 V, As ve Ti içermektedir.

Demir yataklarında aranan en az saf demir % 25, işletilen yataklardaki ortalama ise % 50 olduğundan, saf demir miktarı (tenor) bakımından Koca Uludağ magnetit yatağı işletmeye uygundur. Vanadyum ve manganın yukarıda verilen oranda cevher içinde bulunması cevherin değerini arttırır. Ayrıca demir yataklarında silisyum oranının çoğunlukla % 15'ten az olması işletme kolaylığını sağlar. Eğer silisyum % 15'ten az ise cevherin % 15 Fe'e değin düştüğü yerler bile işletmeye uygun düşebilir. O nedenle % 11.68'lik silis katkısı cevherin değerini arttırır.

Özellikle, kuvarslı bölümler içinde bakır (malakit, ya da kalkopirit) tanecikleriyle karşılaşmıştır. Eğer cevherle birlikte bakır yaygın ise bakır izabeyi zorlaştırdığından cevherin değerini düşürür. O nedenle demir cevherlerinde kükürt oranının % 0.5'i ve arşen oranının % 0.03'ü geç-

memesi beklenir. Bu yönden Koca Uludağ madeni % 0.27 ve % 0'lık oranlarla uygun koşulları içermektedir.

İşletmeye geçen cevherlerde damar türünün silisyum olması durumunda, silisyumun % 10'u geçmemesi beklenir. Koca Uludağ cevherinde damar kayacı türü henüz bilinmemekle birlikte serpantin dokunağında bol oranda okside kuvars yaygındır. Kuvars, izabe giderlerini arttıracığından ceza ödemeyi gerektirebilir. Demir yataklarında fosforun % Ve yaklaşması durumunda cevherin değeri artar. Ancak, Koca Uludağ fosfor yönünden yoksuldu (% 0.04 P).

2.3. Koca Uludağ Cevherinin Kökeni

Magnetit cevherinin kökenine göre kendi ve çevresinin kazandığı özellikler ana çizgileri ile toplu bir biçime dönüştürülmüştür (Çizelge 1). Çizelgenin üzerinde olası kökenlerin simgesel özellikleri sunulurken, en alt sırada Koca Uludağ yatağının halihazırda bilinen simgesel özellikleri verilmektedir. Gözlemler uyarınca Koca Uludağ'da ana kayaç serpantin'dir. Serpantin dokunağında en az 200 metre genişliğinde, geniş, kuvarslı bir kuşak yer almaktadır. Ağır metal olarak magnetit görülmüştür. Kuvarslı yan taş (dokunak ya da skarn) içinde yer yer oksidasyon (oxidized) kalkopirit ya da malakit serpintileri izlenmiştir. Bugüne değin yapılan, kazılarda ise cevherin serpantin kuvars dokunağında yer alabileceği kuşkusunu edinilmiştir. Bu bilgiler koşutunda, cevherleşmenin hidrotermal ya da tortul ortam ürünü olmadığı ortaya çıkar. Bu durumda cevherleşme magma ya da kontak pegmatit—pnömatolitik kökenli olabilir. Bu iki olasılıktan birinin seçimi yapılabilmesi için cevher ve çevresinin ayrıntılı mineralojik incelemesinin yapılmış olması gerekir. Bu amaçla yapılan kimyasal çözümler sonucu fosfor çok az ve titan hiç bulunmadığından cevher, magmanın yan kayaç içine şırınga (injection) edilmesi biçiminde oluşmamıştır. Yörede skarn silikatları var olduğundan oluşum kontak pnömatojendir.

İlk olasılıkta yatak biçimi şerit, filon ve kafa biçimli beklenirken, ikinci olasılıkta kafa, boru, adese ve dallanma biçimli bir yerleşim beklenecektir. Koca Uludağ cevheri ile Balıkesir, Ayvalık dolaylı Midilli adası karşısındaki Ayazmat ve Sivas Divriği demir cevheri arasın-

Çizelge 1— Magnetit Cevheri Üretebilecek Kökenler ve Bunların Simgesel Yataklaşma Özellikleri

	1 ANA KAYAÇ	2 YERİ	3 BÜYÜKLÜK	4 YATAK BIÇIMI	5 TAŞIYICILAR	6 ACIR METAL	7 İKİNCİL MİNERALLER
MAGMA KÖKENLİ	Bazik Ultrabazik	Masif Ana Kavaç Kenarı	Küçük Parçalı Kütleler	DaHi-Budaklı Adese, Kafa Plak ve Filon	Gabro Grubu ve Peridotitler	Magnetit Hematit Titanomantinit	Kromit Platin Kükürt Arsenik Bakır Kalkopirit Bornit
a. Sıvı Avırılma	Asidik (üstte) Bazik (altta)	Tabanlı ve Dokunakta				Prolin Pirit	Nikel Bakır Platin
b. Kristalleşme ile ayrılma		Püskürük kaynağı ortası		Bulut	Gabro Peridotit	Magnetit İlimenit	Kromit Titanomantinit Vanadyum
e. Magma şırıngası	Orta asitli püskürük si ve it	Yan kaynağı içi.	Büyük filonlar	Şerit, filon kafa		Magnetit	Fosfor
KONTAK PEGMATİT PNÖMATOLİTİK KÖKENLİ		Püskürük-vanlaş dokunacında. dokunak yakınında. vantas içinde				Magnetit	
Kontakt Pnömatojen				Kafa. boni adese. dallanma		Magnetit Manganez Hematit Olijist	Wollastonit Grona Vejivian Epidot Yeşil Amfiboller Lierrit. İlvait Skapolit Flüorit Ludwigit Bakır Çinko Kurşun Wolfram Kalay Mali bden Arsen Şelit Olijist
Koca; Uludağ	Serpantin	Serpantin kenarı Kuvars				Magnetit Fe ₃ O ₄	Bakır Kalkopirit Kükürt Kuvars Limonit

da da bir benzerlik vardır. Kontakt pnömatojen Ayazmat cevheri, % 60 'lık Fe ve % 9-10' luk SiO₂, % 1 S, % 0.3 Cu 'dan oluşur. Cevherleşme granit dokunağındaki paleozoik kireçtaşları içindedir. Magnetitin yanı sıra tremolit, mika, hornblend, grona ve silikatları bulunmaktadır.

Divriği'de ise, mezozoik yaşlı kireçtaşları içine girmiş, sonradan peridotitleşmiş serpantinler yer alır. Pnömatojen cevherleşme kireç - taşı-serpantin dizisi içine siyenit-monzonit plittonunun girmesiyle gelişmiştir. Cevherleşme kafa biçimindedir ve kireçtaşı-serpantin dizisinin siyenitik püskürük kayalarla olan do-

kunağına yerleşmiştir. Kimi kafalar teşbih tenesi gibi serpantin içine serpişmiştir (4). Kafaların bu bölümü, kontakt silikatların yerini almış, magnetittir. Yüzeyde limonit, derine inildikçe ise pirit yer almaktadır. % 64 Fe, % 0.4 S ve % 0.02-0.06 P içermektedir.

Tüm bu ön bilgiler ve diğer alanlardaki benzerliklere bakarak Koca Uludağ'daki oluşumun kontakt pnömatojen kökenli olabileceği düşünülebilir. Eğer böyleyse, yataklanmanın serpantin-skarn dokunağında araştırılması yapılmalı ve yer yer serpantin içinde kafaların bulunabileceği düşünülmelidir.

3. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Koca Uludağ dolayında magnetit ve çevre kayaçların türüne bakarak uygulanabilecek jeofizik yöntemler şöyle sıralanabilir.

— Yüksek mıknatıslanma özelliği nedeniyle-**MANYETİK**,

-Yüksek iletkenliği (52 10⁷ Ohm-metre) nedeniyle- **ELEKTRİK**,

— Yüksek mıknatıslanma geçirgenliği (17.6 10¹⁷ H/m) nedeniyle - **ELEKTROMANYETİK**,

-Serpantine (3 gr/cm³) göre yüksek yoğunluğu (4.9-5.2 gr/cm³) nedeniyle - **GRAVİTE**.

Bu çalışmada doğru akım yerelektrik özdenenç yöntemi deneme düzeyinde uygulanmıştır. Magnetit uçlaşma (polarization) göstermeyen yarı-iletkenlerden olduğundan doğal yer uçlaşma yöntemine başvurulmamıştır.

3.1. Yerelektrik Ölçü Düzenegi

Doğru akım yerelektrik ölçümleri, yere A₁A₂ gibi iki uçtan sokulan I gibi bir akıma karşı yerin G₁G₂ noktalarında oluşturduğu A G gerilim düşüşü tepkisini ölçerek, R yer direncinin bulunmasını içerir (5).

$$R = AG/I \text{ Ohm.} \quad (D)$$

A₁A₂ akım ve G₁G₂ gerilim kol boyu ve göreceli yerleşimlerini tanımlayan D dizilim katsayısı ile çarpımıyla yeraltının ρ_a görünür öz direnci elde edilir.

$$\rho_a = D.R \text{ Ohm-metre.} \quad (2)$$

Ölçü düzenegi olarak en çok 2.5 kw'lık akım üretici, 3.5 evcikli sayısal akım ve gerilim ölçerler ile dokunağı sağlayan çelik çubuklar ve elektroliz fincanları kullanılmıştır.

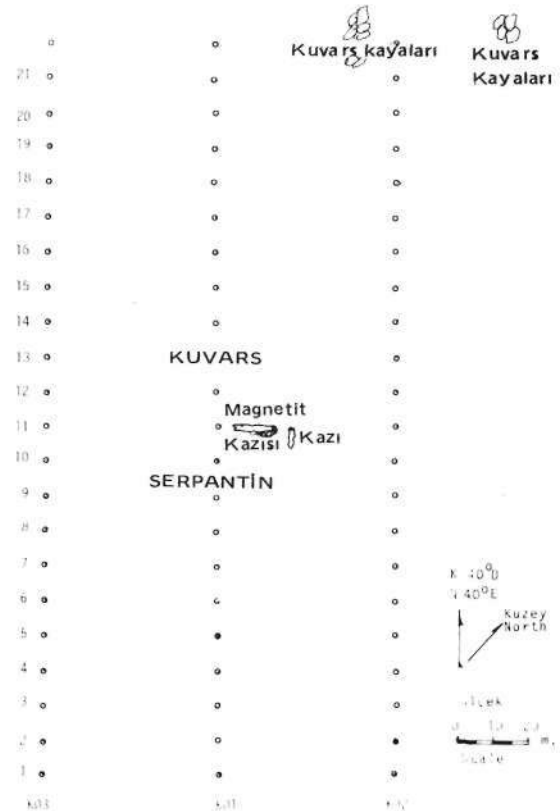
3.2. Yerelektrik Ölçü Dilimi

Jeofizik ölçülerden hedeflenen; serpantin-kuvars dokunağının yerini, eğimini ve uzanım doğrultusunu bulmaktır. Ayrıca, magnetit cevherinin dokunakta mı yoksa serpantin kütlesi ya da yantaş kuvars karışığı içinde mi olduğunu belirlemektir. Bu nedenle yanal süreksizlikleri seçme yeteneği üstün olan Schlumberger dizilimi yeğlenmiştir. Yanal geçişler hedeflendiğinden kaydırma (profiling) ölçülerinin alınması uygun görülmüştür. Cevherin yüzeyde dağılımı yerine,

derindeki durumunu belirlemek için iki düzeyin çalışılması öngörülmüştür. Bunlar 25 ve 55 metre olarak seçilmiştir.

3.3. Yerelektrik Ölçü Doğrultuları

Yereyde daha önceden yeryapısal ve yer biçim (topografik) çalışma yapılmamıştır. O nedenle, yaklaşık serpantin-kuvars dokunağına dik geçecek biçimde K40°D doğrultulu ve her biri 210 metre uzunluğunda üç çizgi çizilmiştir. Dokunak kabaca bu çizginin orta yerine denk gelmektedir. Batıdan doğuya doğru bu çizgilere sırası ile K03, K01 ve K02 takıları verilmiş olup, birbirlerine koşut (paralel) olan çizgiler arası 50' şer metre tutulmuştur (Şekil 1). Ortada yer alan K01 doğrultusu serpantin-kuvars dokunağında K50°B doğrultusunda yapılan kazının batı ucundan geçmektedir. 100x210 m = 21000 m² boyutlu inceleme alanı tüm alan içinde çok küçük bir parça olup, eğim güneyden kuzeye doğru yaklaşık 5-10° ile artmaktadır. Ölçü noktaları 10'ar metre aralarla belirlenmiştir. Böylece 126 noktada ölçü alınmıştır.



Şekil 1 — Kayaşlar Ovacık Koca Uludağ yöresi jeofizik çalışmalarının yapıldığı yerey. Doğrultu araları 50 metre, ölçü araları 10 metre, uzanımları K40°D. K01, K02, K03 doğrultu belirtme takılarıdır.

3.4. Koca Uludağ Kay açlarının Elektrik özellikleri

Yapılan çalışmalarda alanda yer alan kayaçların özdirençleri belirlenmiştir; serpantin (ana kayaç) 125 + 25 Ohm-metre, kuvars (dokunak kayacı-skarn) 300-3500 Ohm-metre, magnetit (cevher) 5-50 Ohm-metre. Yan, damar kayaçlar ve cevher arasındaki iletkenlik ayrılığının oldukça büyük olması, bu kayaçların sınırlarının birbirlerinden ayrılması olanağını sağlar.

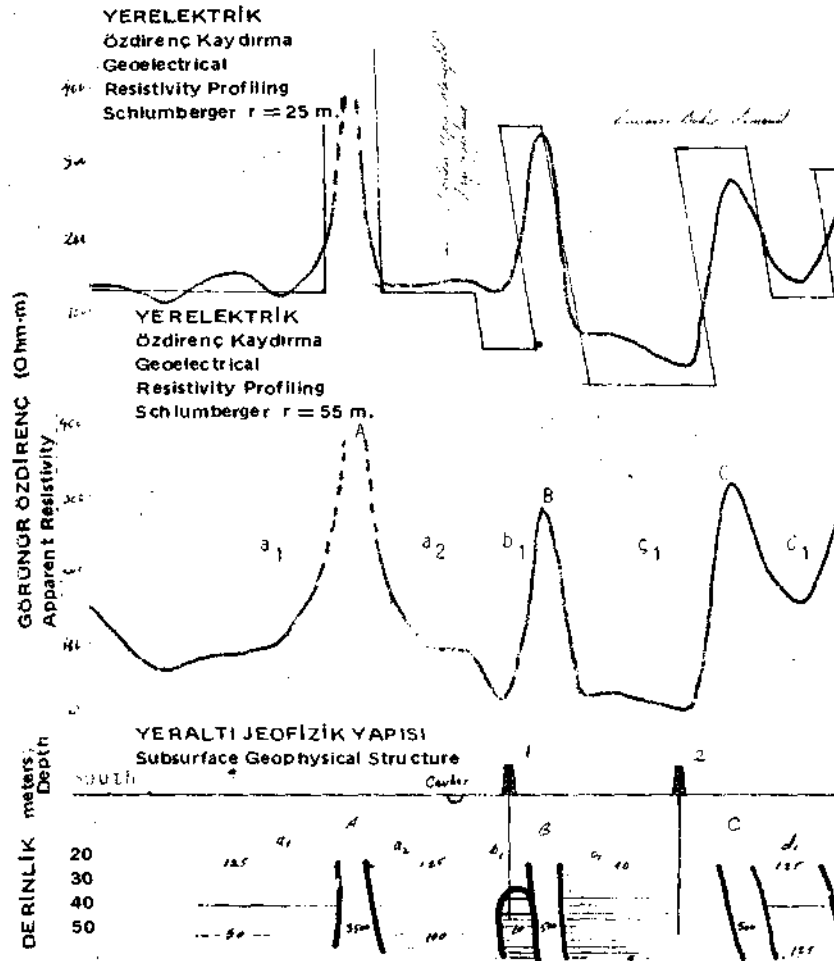
3.5. Jeofizik Ölçü Doğrultularına Göre Değerlendirme

ölçü doğrultuları boyunca yapılan elektrik ölçümlerle iki ayrı dizilim boyu için yanal görünür özdirenç eğrileri elde edilmiştir (Şekil 2,3

ve 4). Bunlar, kaydırma doğrultuları boyunca iki ayrı derinlikte özdirençin büyük ölçüde yanal süreksizliklerini yansıtırlar.

3.5.1. K01 Jeofizik Doğrultusu

Simgesel özellikler; 14'üncü noktanın güneyinde iletkenlik 18'in kuzeyine göre daha büyüktür. 1'inci noktadan 14'e değin 140 metre boyunca yüzeyde görünen serpantin olup, derinlere indikçe özdirençin düştüğü izlenmektedir. 25 metrede özdirenç 125 Ohm-metre bulunmuşken, 55 metrede 75 Ohm-metre dolayındadır. Yüzeyde süflürlü kuvars görülen 18'in kuzeyindeki C ve D bölgelerinde özdirenç değeri 200 Ohm-m dolayındadır. Tüm doğrultu boyunca A, B ve C diye takılanan üç tane yük-



Şekil 2 — Koca Uludağ (Kayışlar) magnetit Fe_3O_4 maden yatağında K01 doğrultusunda ölçülen yapay kaynak yerelektrik özdirenç kaydırma eğrileri (Schlumberger $r = 25$ metre üstte, $r = 55$ metre altta, $b = 10$ metre). Bulunan yeraltı Jeofizik yapısı (altta) ve delgi konumları. Büyük harfler dirençli küçükler iletken kuşaklardır. Tarama sıklığı arttıkça iletkenlik artmaktadır.

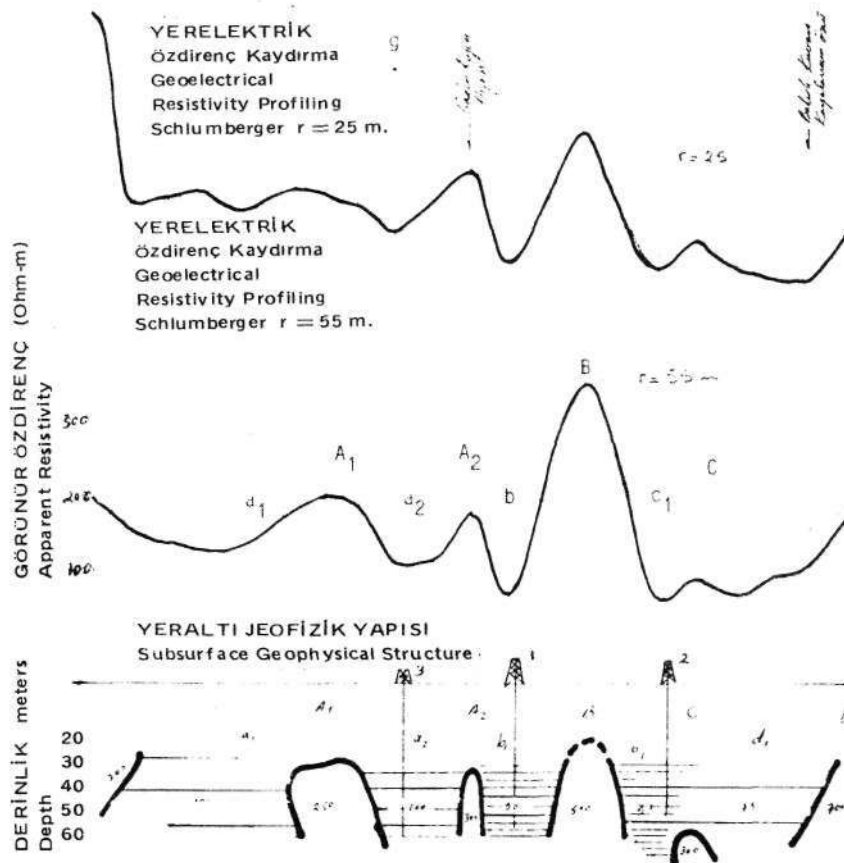
sek öz dirençli kuşak yer almaktadır. Kuşakların öz direnci 500 Ohm-metreden büyük olup genişlikleri ($g < 0.25$, $r = 6$ metredir) 6 metreden küçüktür. Sözü edilen dar kuşaklar yüzlenmemekte olup, bunların Divriği demir madeni yatağında olduğu gibi serpantin içine ya da kırık aralıklarına plütonik derin sokulumlar olabilir. Bu plüton, kestiği taşlar içinde yoğun bir kontak ornatma (metazomatoz) ve buna bağlı olarak pnömatojen cevherleşme oluşturur.

Genellikle ince-dirençli kuşakların güney kıyılarında genişliği 5 metre dolayında, iletkenliği 5-10 Ohm-metreye dek düşen iletken dilimler yer almaktadır. Magnetit öz direncinin çok düşük olduğu düşünülürse, bu kuşakların magnetit cevheri taşıması olasılığı düşünülebilir. Bunlar önem sırasına göre; 12-13 noktaları arasındaki b_j dilimi ve 17-18 arasındaki b_2 dilimidir. Ayrıca b_1 diliminin 15 metre güneyinde yarma

ile kazı yapılmış ve cevher çıkarılmış olması, b_j diliminin en az 40 metre altında cevhere girme olasılığının olabileceğini düşündürür. Bu doğrultu boyunca en iletken yer, beşik biçimli ve kenarları yüksek öz dirençli kuşaklarla çevrili 30 metre genişliğindeki iletken bölgedir. 14-18 noktaları arasında yer alan bu bölge 70-80° ile kuzeye eğimli olup, öz direnci 5 Ohm-metreye değin düşmektedir. Skarn kuşağı (kuvars vs.) içindeki düşük bölgeyi yer yüksek elektrik iletkenliğine bakılırsa, bu kuşak cevher içermesi beklenen ikinci kuşaktır. Nitekim kontak pnömatoitik oluşumlarda, cevherleşme dokunakta olabileceği gibi yan kayaç ve skarn içinde de yerleşebilir.

3.5.2. K02 Jeofizik Doğrultusu

K01 doğrultusunun 50 metre doğusunda yer alır (Şekil 3). Bu doğrultunun atılma amacı, cevherleşmenin doğu batı doğrultusundaki uzanımı-



Şekil 3— Koca Uludağ (Kayışlar) magnetit Fe_3O_4 madeni yatağında K02 doğrultusunda ölçülen yapay kaynak yerelektrik öz direnç kaydırma eğrileri (Schlumberger $r = 25$ metre üstte, $r = 55$ metre altta, $b = 10$ metre). Bulunan yeraltı jeofizik yapısı (altta) ve delgi konumları. Büyük harfler dirençli küçükler iletken kuşaklardır. Tarama sıklığı arttıkça iletkenlik artmaktadır.

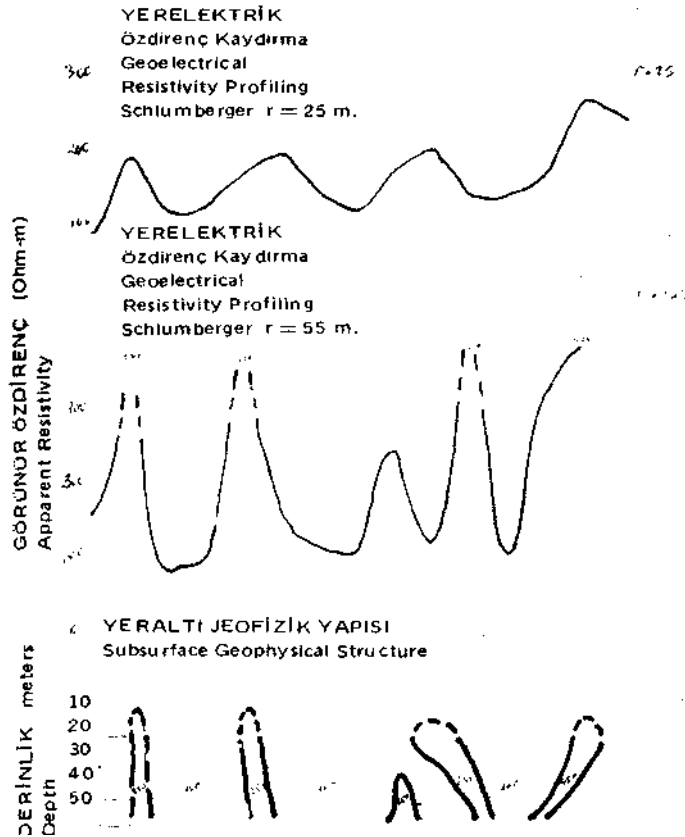
nin araştırılmasıdır. 10'uncu noktanın güneyinde yeralan serpantin üzerinde elektrik özdirenç değeri 150 Ohm-metre dolayındadır. Ortalama özdirenç değeri kuzeye gittikçe 50 Ohm-metreye dek düşmektedir. Görünür özdirenç belirtileri KO1'e göre daha geniş ancak genlik olarak daha küçüktür. Bunun nedeni sokulumların doğuya gittikçe derinleşmesi ya da kalınlaşması olabilir.

Elektrik özdirençteki değişimler serpantin-sakarn dokunağında gözlenmektedir. 12-16 arasında 40 metre dalga boylu yüksek özdirençli, bakışık belirti, yüzeyde gözlenen silisli kayalar altında yatay asitik magmatik bir sokulum olabilir. Cevher kayalarına göre oldukça dirençli olan bu B belirtisi sıg (25-30 m) yüzeye yaklaşmasına karşın, dikey biçimde ve en çok 20 metre kalınlıkla derinlere doğru uzanmaktadır. B sokulumunun kontak pnömötolitik olarak cevher getirici olduğu düşünülürse 50 Ohm-metreye değin iletkenleşen güney ve kuzey kanatlarında (b_x ve C_j) cevherleşme beklenebilir. O nedenle K02/

12.5 ve K02/16 noktalarına delgi delinmesi önerilmiştir. Batıda cevher çıkarılan yer bu doğrultu üzerinde 12.5 noktası hizasına denk gelmektedir. Ayrıca A_2 sokulumunun güneyinde K02/9.5—10.5 arasında izlenen iletken kuşak ikinci derecede önemli, serpantin içi bir hedef olabilir. Ümitli olan bu kuşakların genişliklerinin en çok 10 metre olduğu ve derinlere doğru yaklaşık dikey olarak daldığı sanılmaktadır.

3.5.3. K03 Jeofizik Doğrultusu

Yereyin batısında yeralan bu doğrultuda özdirenç kuzeye gittikçe salınarak artmaktadır (Şekil 4). Yüksek özdirençli sıçramaların genliği derinlere doğru artmaktadır. Bu olgu, sokulumların yüzeye dek sığlaşmadığını gösterebilir. Böyle dirençli kuşakların kalınlıkları çoğunlukla 5 metre dolayında olup, çevrelerin aşırı iletken olması cevherleşme kuşkusunu yaratmaktadır.

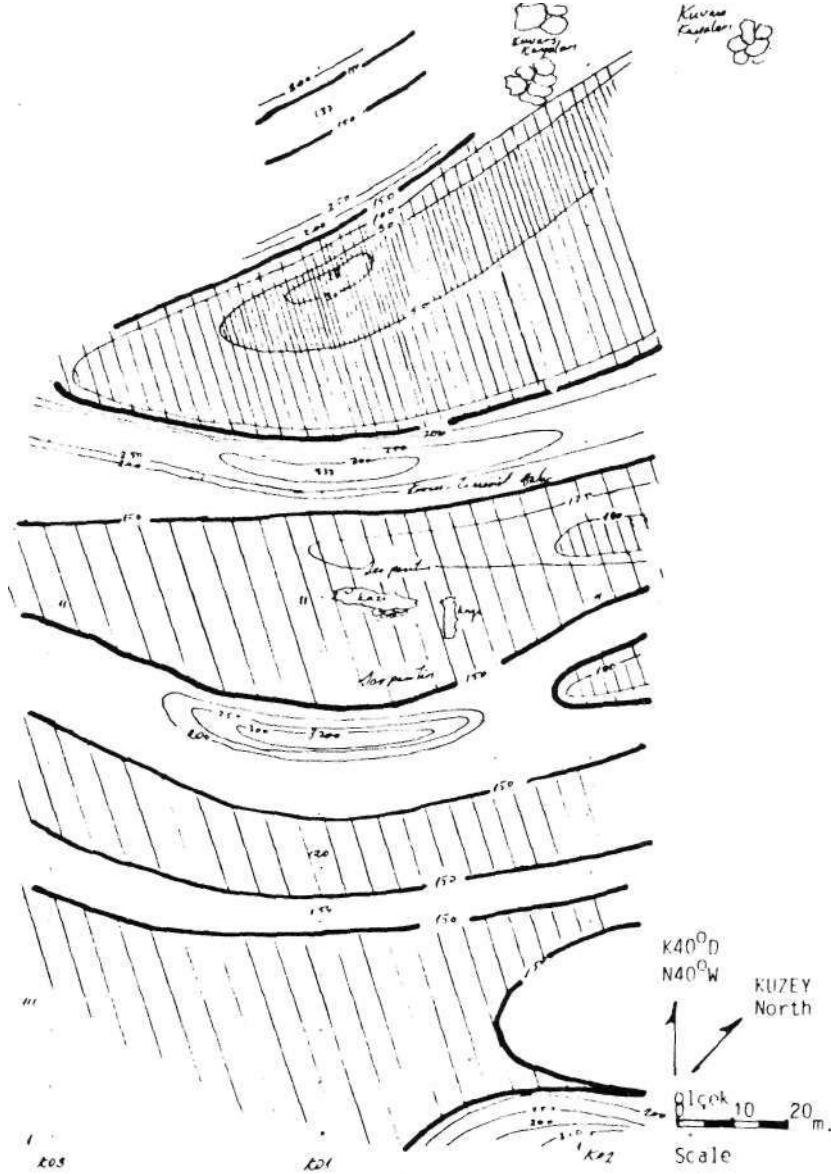


Şekil 4- Koca Uludağ (Kayışlar) magnetit Fe_3O_4 maden yatağında K03 doğrultusunda ölçülen yapay kaynak yerelektrik özdirenç kaydırma eğrileri (Schlumberger $r = 25$ metre üstte, $r = 55$ metre altta, $b = 10$ metre). Bulunan yeraltı jeofizik yapısı (altta) ve delgi konumları. Büyük harfler dirençli küçükler iletken kuşaklardır. Tarama sıklığı arttıkça iletkenlik artmaktadır

3.6. İki Boyutlu Jeofizik Haritalar

Biri $r = 25$, diğeri $r = 55$ metre için olmak üzere iki tane yerelektrik özdirenç haritası elde edilmiştir. Bunlardan ilki 25 metredeki yerelektrik katı, diğeri ise 55 metredeki kat haritası olarak değinilecektir. Her ikisinde o katta yerelektrik özelliklerin değışimini simgelerler. Çalışma alanında ortalama elektrik görünür özdirenç değeri 150 Ohm-metre olduğundan, bu değeri kalın çizgi ile belirtilerek karşılaştırma olanağı yaratılmıştır. Ayrıca cevher içermeye olasılığı olan yerler sık, (0-50 Ohm-metre arası) ikinci derecede

de önemli yerler orta (50-100 Ohm-m), ve üçüncü derecede önemli yerler seyrek (100-150 Ohm-metre) taranarak gerekli ayırım sağlanmıştır. 150 Ohm-metreden büyük özdirençli yerler yüksek özdirençli skarn ya da plütoniksokulumları simgeleyebilir. Böyle yerler boş bırakılmıştır (Şekil 5 ve 6). Genel olarak özdirenç yumaklarının uzanımı $K50^{\circ}B$ doğrultusunda olup, kuzeye gittikçe ve derine indikçe ortam iletkenleşmektedir. Diğer bir deyimle cevherli kuşaklar daha çok kuzeyde ve daha sığ derinliklerde toplanmış olabilir (Şekil 5). Eğer aşırı iletken ku-

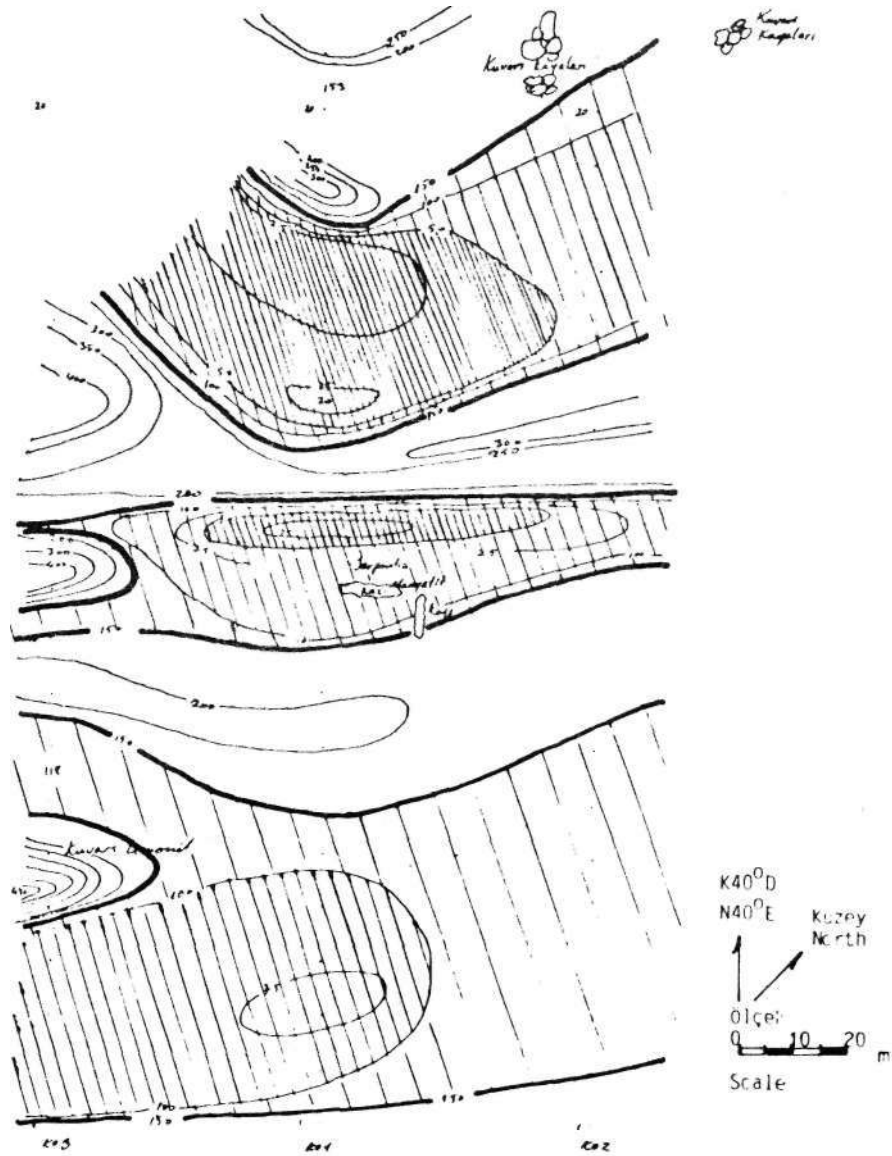


Şekil 5 — Koca Uludağ (Kayışlar) demir madeni yatağı $r = 25$ metre için Schlumberger görünür elektrik özdirenç kat haritası, ölçü noktaları arası 10 metredir. Tarama sıklaştıkça iletkenlik artıyor.

şaklar ümit edildiği gibi cevherli kuşakları gösteriyorsa, Koca Uludağ magnetit yataklarının kontakt pegmatit-pnömatolik cevherleşmenin tüm simgesel özelliklerini taşıdığı söylenebilir. Diğer bir deyimle cevherleşme serpantin-skarn dokunağında, kuzeydeki skarn (kuvars karışımı) içinde ve güneyde serpantin altında plüton kenarlarında yüzeylenmemiş biçimde yerleşmiş olabilir. Nitekim magnetitin yüzlek verdiği yer 150 Ohm-metreden küçük iletken öz direnç yumağı içinde kalır (Şekil 6). Ancak, bu kuşak derinlere doğru ve doğuya doğru gittikçe daha da iletkenleştiğinden, cevher bulundurma olasılığı da artar.

4. YERALTI JEOFİZİK YAPISI VE CEVHERLEŞME BİÇİMİ

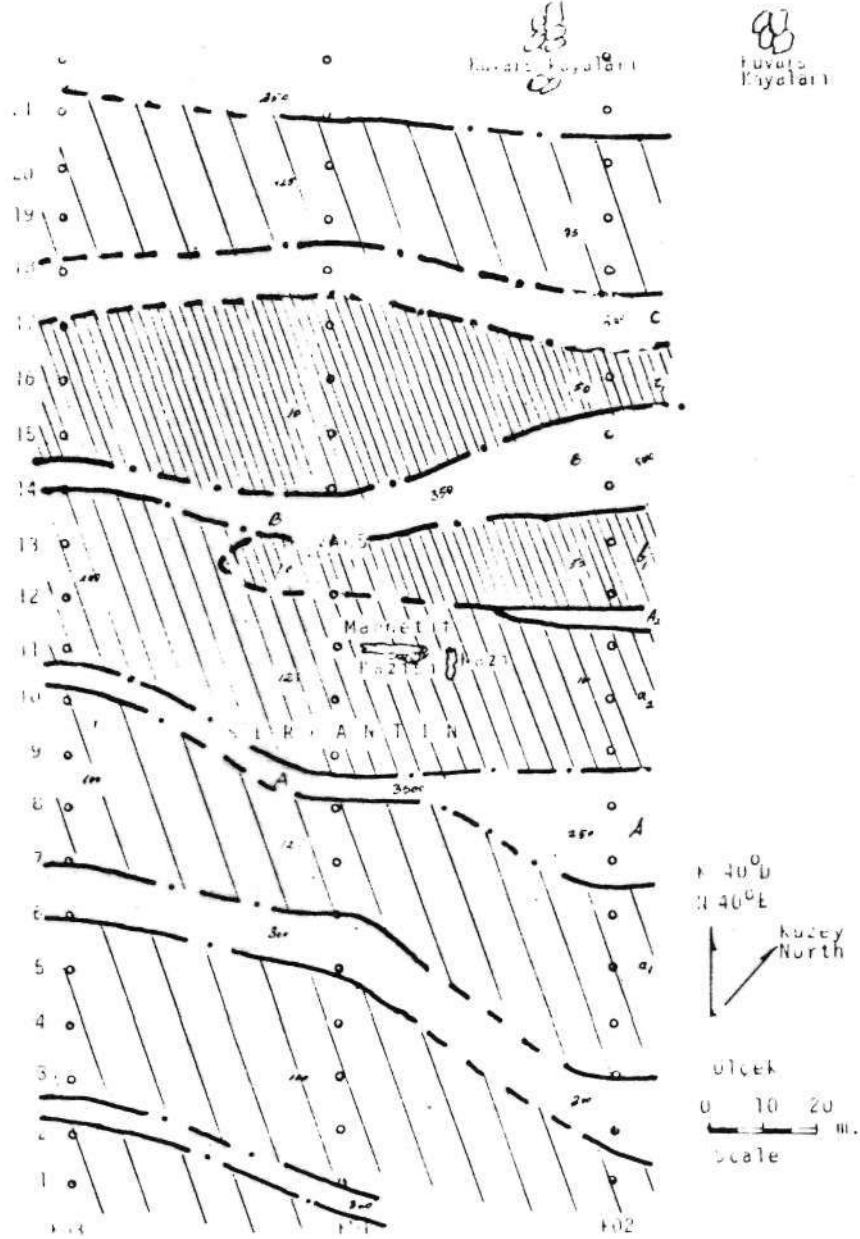
Doğrultular boyunca gözlenen belirtilerin değerlendirilerek ölçü alanı yüzeyine izdüşürülmesi sonucu bulunan yeraltı elektrik süreksizlikleri (Şekil 7)'de verilmektedir. Doğrultular arası 50 metre olduğundan aralar belirti biçim benzerliklerine bakarak kesikli çizgide birleştirilmiştir. Bu varsayım uyarınca yeraltı yapı süreksizliklerinin K50"B uzanımlı olduğu ve süreksizliklerinin dik ve dike yakın eğimle daldığı belirlenmiştir. 3-4 bin Ohm-metreye dek varan 5 ile 10 metre kalınlığındaki süreksizlikler birliğinde, cevher geti-



Şekil 6 — Koca Uludağ (Kayışlar) demir madeni yatağı 1 - 5 metre için Schlumberger görünür elektrik öz direnç kat haritası. Ölçü noktaları arası 10 metre dir .Tarama sıklığı arttıkça iletkenlik artmaktadır.

ren asidik sokulumlar olarak yorumlanmıştır. Bu sokulumlar, çalışma alanı içinde yüzlek vermemele birlikte, üst yüzeylerinin 20 ile 50 metre derinliklerde olabileceği sanılmaktadır. Hemen her aşırı dirençli kuşağın kanatlarında aşırı iletken bölümlerin, dokunaklarda oluşan" olası cevherleşme dilimleri olabileceği düşünülmüştür. Jeofizik bulgulara göre Koca Uludağ yataktasıma kontak pnömatolik bir oluşum olup, cevher yerleşimi üç ayrı konumda yoğunlaşmıştır, a) Ser-

pantin—Skarn (Silisyum karmaşığı) dokunağında, b) Skarn içinde, c) Serpantin altındaki sokulumlarda. Serpantinin ortalama özdirenci 175 ± 25 Ohm-metre olarak kestirilmiştir. Tam tersi olması beklenirken kuzeydeki silisyum-karmaşığının özdirenci serpantinden daha düşük bulunmuştur. Bunun iki nedeni olabilir, a) Kuvars ile birlikte görülen bakır ve limonit kayaç, dokusu içinde düzgün dağıldığından iletkenliği düşürmüş olabilir, b) Kuvars örtüsü altında varlıklı magnetit yataklanması vardır.



Şekil 7 - Koca Uludağ demir madeni yatağında jeofizik yöntemle bulunan, iletken/cevherli kuşakların yeraltında uzanımlarının yüzey işdüşimleri $r = 25$ ve 55 metreler için yeraltı yerelektrik katı. Sayılar bulunan elektrik özdirençleri, taranmış alanlar iletkenlik derecelerini gösterir. Sık taralı en iletken (cevherli), orta taralı; orta iletken ve seyrek; iletken, taranmış dirençli kuşaktır.

12 noktasının yüzeyinde gözlenen "demir şapka" gözönünde bulundurulursa, ikinci olasılığın güçlü olduğu anlaşılır, özellikle bu bölge altında karşılaşılan 5-10 Ohm-metrelik öz direncin olağanüstü iletkenliği göstermesi, bu savı destekler. Çalışma alanında birinci dereceden önemli yerler (b_2 ve Cj) sık ikinci dereceden önemli yerler (a_2) orta ve üçüncü dereceden yerler ise seyrek taralı gösterilmiştir.

5. SONUÇLAR

Koca Uludağ'da yapılan jeofizik çalışmalarda iletken ve direnç kuşaklar belirlenmiştir. Magnetit cevherini içerdiği sanılan kuşakların öz direnci 5 ile 10 Ohm-m, kalınlıkları ise 10 ile 40 metre arasında bulunmuştur. Serpantin örtüsünün öz direnci 175 ± 25 Ohm-metre, yüzeylenmemiş plüton olduğunu sandığımız dirençli kuşakların Öz direnci ise 300 ile 3500 Ohm-metre arasında, kalınlıkları 5 ile 20 metredir. Cevherleşme kontak pnömatolitik olup Divriği yatağına benzemektedir. Yataklanmanın çoğunlukla serpantin - kuvars dokunağında, kuzey doğudaki skarn (silisli karmaşık) için-

de ve yer yer serpantin altına sokulmuş dirençli kuşakların kanatlarındadır.

Cevherleşme yüzeye yakın olup ortalama derinliği 40-50 metre dolayındadır. Çalışma alanının kuzeyine ve doğusuna gittikçe iletken (cevherli) kuşakların sığılaştığı belirlenmiştir. Yaklaşık K50°B doğrultusunda uzanan kuşaklar, çalışma alanının dışına taşmaktadır.

KAYNAKLAR

1. ERGİN, K., Büyük Eğmir (Edremit) Demir Madeni Elektrik Rezistivite ve Magnetometre Etüdü Hakkında; MTA Derleme No: 2570 1957, Yayınlanmamış.
2. YALÇIN, İ., AYDOĞAN, S., ÖZERTAN, M.T., SAATÇILAR, R., Siirt - Madenköy Sahası Manyetik Etüdü Raporu; MTA Derleme 5856-34 76, 17 sayfa, 19 76, Yayınlanmamış.
3. KELLER, G.V., Frischnecht, F.C., Electrical Methods in Geophysical Prospecting; Pergamon Press, New York, 517 Pages, 1966.
4. SCHMUCHER, F., Maden Yatakları Bilgisinin Esasları; İTÜ Kütüphanesi, s. 531, 278 sayfa, 1963, (E. Göksu çeviri).
5. ERCAN, A., Yapay doğru akım öz direnç yöntemlerinde süreksizlikler üzerinde kaydırma ölçümleri; Betik II. İTO Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Yayınlan, 250 sayfa, 1982.