

# Jeofizik yöntemle kurşun - çinko (Pb-Zn) yatağının üretim alanının genişletilmesi: Afşân - Elbistan

**Expansion of the production area for the Lead - Zinc deposit by using geophysical method at Afşân - Elbistan**

AHMET ERCAN, İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Böl. İstanbul

**ÖZ:** Afşân, Hüyük köyü dolayında işletilmekte olan çinko-kurşun madeninin yeraltı yapısı, cevherleşme varlığı, boyutları ve beklenen miktarlarını bulmak için Jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Andezitlerle kaplı 45 000 m<sup>2</sup> lik alanda yerelektrik ve yeruçlaşma ölçümleri alınmıştır. 300 metre boyundaki alanda cevher içerebilecek üç iletken tekne bulunmuştur. Tekne içi ortalama özdirenci 200, kenarında ise 450 Ohm-metre olup üretken orta tekne genişliği 120 ile 150 metredir. Teknelerde kuzeyden güneye, sırası ile 24 ve 1 olmak üzere toplam 7 iletken cevherli kuşak vardır. Kuşaklar 45 ile 60° arasında kuzeye eğimli, genişlikleri 10 ile 40 metre arasında yaklaşık uzanımları K60°D, ara özdirençleri 100-150 Ohm-metre arasındadır. Üretime açık maden damarları bu iletken kuşaklardan biri içinde yer almaktadır. Cevherin ortalama başlama derinliği 10-15 metre olup, yer yer 100 metreye değin indiği elektrik kat haritaları ve doğal uçlaşma belirtilerinin yorumundan anlaşılmıştır. Ayrıca toplam uzunluğu 150 metre olan 13 tane yeni ocak yeri belirlenmiştir. Orta teknenin üretime alınmasıyla, incelenen alandan 320 000 ton maden çıkarılması beklenmektedir.

**ABSTRACT:** The Pb+Zn mine, in Afşân-Hüyük is already under the production. In order to direct the future exploitation, geoelectrical surveys were conducted to determine extensional existence, dimension and possible reserve of the ore deposit. To accomplish that d.c. geoelectrical and natural polarization measurements were taken over an andesite covered 45 000 m<sup>2</sup> large area and along the profiles each of which has 300 meter length and with sampling interval of 5 meters. Three conductive depositional basins were located to be extending in E-W direction. Medium basin is already proven and is underproduction. This basin is recognized with lower average resistivity of 200 Ohm-meters, and it is surrounded with relatively resistive flanks that of which is 450 Ohm - meters. The estimated width of the basin is 120 to 150 meters. There are two, four-and one conductive mineral zones in these basins from north to south, respectively. These zones extend in N60°E direction, and incline to the north with an angle between 45 to 60° and have various widths of 10 to 40 meters and resistivities in the range of 100-150 Ohm - meters. The ore veins, underproduction take place in one of these zones. From the interpretation of the natural polarization profiles, it is determined that average depth of the mineralization starts from 10-15 meters and extends up to 100 meters below the surface. By using the interpretation results new locations for production galleries were recommended and possible expected reserve was estimated which is about 320 000 tons, in the medium basin.

## GİRİŞ

### Çalışma Yeri

Cevher alanı, Güney-Doğu Toroslar diye adlandırılan bindirme kuşağındaki ofiyolit karmaşığı içindedir. Cevherli alan, batıda Binboğa dağları, doğuda Salavan ve Nurhak dağları, güneyde Berit dağı ve kuzeyde Hezanlı dağı ile çevrelenen çanak içindeki tepeciklerden oluşur (Şekil 1). Alanın kuzeyinde Hüyük köyü, güney doğusunda Nadir, güney batısında Esence köyleri yer alır.

Doğu Anadolu Bölgesinin en batısında yer alan alan, Kahraman Maraş'ın Afşân ilçesi kapsamındadır.

Afşân'e 15, Elbistana 40 km'lik asfalt ve toprak yol ile bağlıdır.

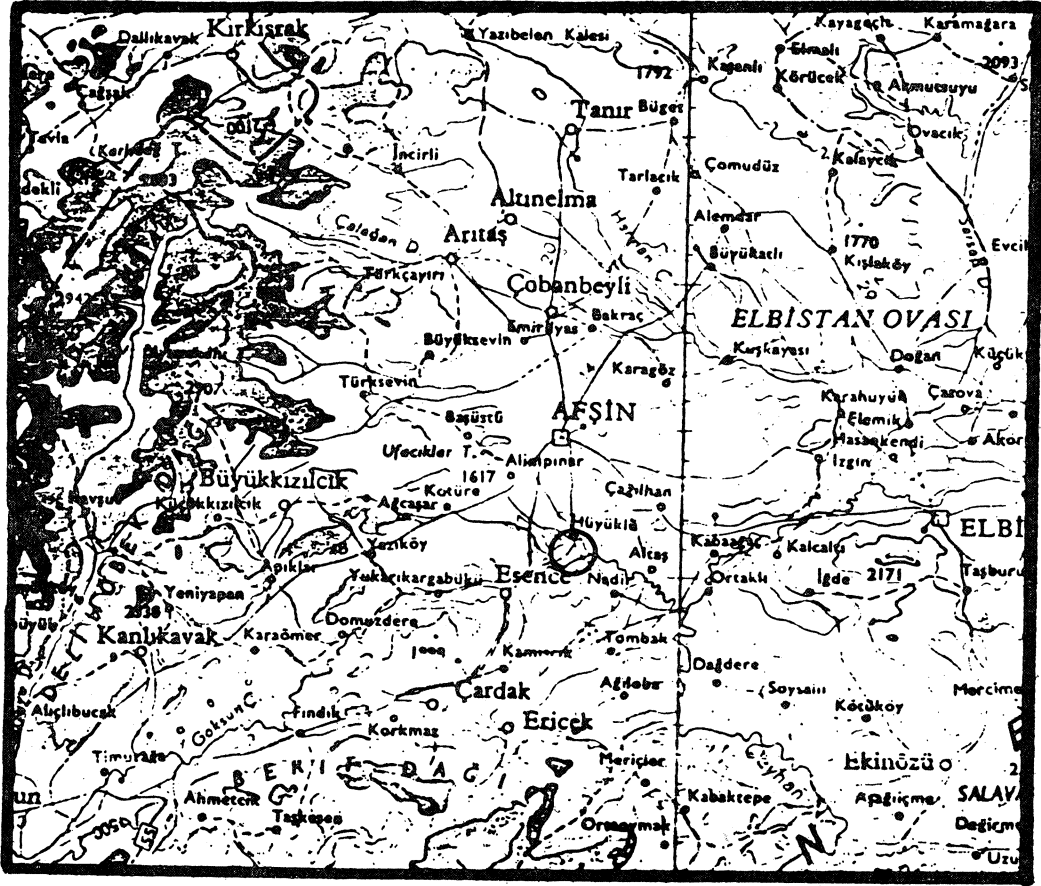
### Çalışılan Yerey

Jeofizik çalışmalar 300 x 175 metrelik Tatardere üretim yerini çevreleyecek biçimde 52.500 m<sup>2</sup> lik alanda yapılmıştır (Şekil 2). Yereydeki tepelerin yüksekliği en çok 25 metre olup bitki örtüsü bakımından çıplak buğday tarlasıdır. Yüzeyde, andezitin bozlaşması ve oksidasyon ürününden oluşan killi açık, koyu kahverengi ve 1-2 metre kalınlığında tarım toprağı bulunmaktadır. Bu toprak altında bol kırıklı, bozlaşmış andezit kütleleri yer yer açılan yarmalardan gözlenmiştir.



Şekil 1 : Jeofizik ölçülerin alındığı Doğu Anadolu Bölgesi içinde kalan Kahraman Maraş, Afşin ilçesi, Hüyükli Köyü, Tatar Deresi dolayı.

Figure I : Eastern Anatolian region, Kahramanmaraş province, Afşin county, Hüyükli Town and Tatar Creek site of mining field where the geophysical measurements were collected.



Cevherin daha önce ocaklardan çıkarılıp işlendiği yüzeydeki cürüflardan belli olmaktadır. Kuzey güney doğrultusunda açılan arama ininden, cevherin doğu-batı uzanımlı yaklaşık 40 metre kalınlığında bir kuşak boyunca genişliği belirlenmiştir. 70-80° lik kuzeye dalım gösterdiği bildirilen bu dilim yüzeyde sfalerit ve galenite baskın olup derinlere indikçe kalkopirit ve piritçe egemenleşmektedir.

Yan kayaç andezittir. Mineralleşme saçılmış biçimde andezit içindeki kırıklar boyunca ve 0.5 ile 2-3 metre kalınlıklarda gelişmiştir. Andezit genel olarak mineralsizdir. Ancak sulu olan kırıklı-cevherli kuşaklar boyunca kaoline dönüşmüş olup, balçık kil görünümündedir. Çalışma alanının kuzeyinde güneye doğru açılan arama-üretim ocağında izlendiği gibi, yaşlı ve arası cevher dolgulu kırıklar doğu-batı doğrultusunda egemendir. Ancak bunlar genç kırıklarla bölünerek cevherli damarların yer yer kayarak

göçüne neden olmuşlardır.

Ocak girişinden yaklaşık 30 metre sonra cevherli kuşağa girilmektedir. 40 metre dolayında genişliği olduğu sanılan cevher, doğu-batı uzanımlı ve 70-80° kuzeye dalımlıdır. Bu doğrultuda açılan arama ve üretim ocakları boyunca cevher gidişi izlenmiştir. Tepe üzerinde yer alan üretim kuyusundan yaklaşık 12 metre derinde yer alan cevherli inlerde yeraltı suyu göllenmeleriyle karşılaşmıştır. Kırık aralığında cevherle birlikte olduğu gözlenen bu suların andeziti bozuşturarak killeştirdiği gözlenmiştir. Kule dibine doğru 32 metre kazılmasına karşın bu düzeyde suyun azaldığı ancak cevherle birlikte killeşmenin sürdüğü izlenmiştir.

Kil, cevher karışımı, cevherli kuşaklar üzerinde düşük öz direncin ölçülmesine neden olmuştur. Suyun sülfürlü minerali ayrıştırarak kimyasal bir olay geliştirmesi indirgenme ve yükseltgenme olayların yer-

aldığı bu gibi bölümler üzerinde 20 metrede 20-30 milivoltluk uçlaşmalarla karşılaşmıştır.

#### AFŞİN-ELBİSTAN YERYAPISININ OLUŞUMU

Tatardere Çinko-Kurşun-Bakır yatağını içine alan Güneydoğu Anadolu ofiyolit kuşağı Miyosen sonu kenar kıvrımları kuşağı üzerine taşınmış, deniz altı yanardağ etkinliğinin Üst Eosen'den Oligosen'e dek sürdüğü ve ilksel olarak bugünkü kenar kıvrımları ve Kastel çukurunun kuzeyinde yer alan bir kuşakta gelişmiş kırılma birliğidir (Erdoğan 1982).

Afşin-Elbistan yöresindeki ofiyolit kuşağı, Miyosen sonrası oluşmuş güneydoğu Anadolu bindirme

kırığı boyunca güneydeki kenar kıvrımları kuşağı üzerinde itilmiştir. Kenar kıvrımları kuşağında Paleozoik'ten Mesozoik sonlarına değin kıta sahanlığı ortamında sığ deniz karbonatları ve kumtaşları çökelmiştir (Temple and Perry, 1962). Kampaniyen sırasında sahanlığın kuzey ucu çökerek derinleşmiş ve oluşan Kastel çukurluğuna ofiyolit kütleleri kuzeyden yerçekimi kırıkları ile taşınmıştır. Maastrichtiyen'den Miyosen'e değin sığ deniz karbonatları ve kırıntılı tortulları çökelişi sürmüştür. Miyosen sırasında ise kuzeydeki ofiyolit kuşağındaki kırılma devinimlerle ilişkili olarak filiş türü Lice oluşuğu gelişmiştir (Erdoğan, 1982).

Arap levhasının önünde yer alan kenar kıvrımları, araştırma alanında Senoniyen ofiyolit napları biçiminde görülürler (Ricou, 1980). Bu naplar, kuzeyde, doğu ve batıdan Pütürge ve Bitlis metamorfileri ile çevrelenmiştir. Güneyde ise yerli (otokton) Arap bloku ile sınırlanır. Güneydeki Bitlis bindirmesi üzerinde yer alan Pütürge ve Bitlis metamorfik masifleri özellikle güney yamaçları boyunca bindirmelidirler ve bu bindirmenin altında çoğunlukla serpantinlerin varlığı bilinmektedir (Hal and Mason, 1972). Masiflerin serpantin tabanı üzerinde tümüyle yürüklerini düşünmek akla yatkındır (Ricou, 1980).

Orta Miyosen'de başlıyan ve sıkışmanın egemen olduğu basınçla Doğu Anadolu'daki yeni kırılma dönemi başlamıştır (Şaroğlu ve Güner, 1981). bunun sonucu olarak büyük açılı kuzey yada güneye eğimli ve doğu-batı doğrultulu bindirme ve kıvrımlar oluşmuştur. Ayrıca KD-GB ve KB-GD doğrultulu sol ve sağ yönlü doğrultulu atımlı yer kırıkları (faults) kuzey-güney doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan yaygın volkanitler ortaya çıkmıştır. Afşin deresi dolayında gözlenen andezitler, kırılma ve doldurmalar bu olaylar sonucu gelişmiştir. Nitekim, Binboğa, Nurhak, Berit ve Engiyek dağları yer biçimi (geomorphology) olarak sözü edilen kırıklı bölge içinde gelişmiştir. O nedenle hidrotermal getirimli sülfürlü cevherleşme toplanmalarına uygun ortam hazırlamışlardır.

#### TATAR DERE CEVHER ALANINDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

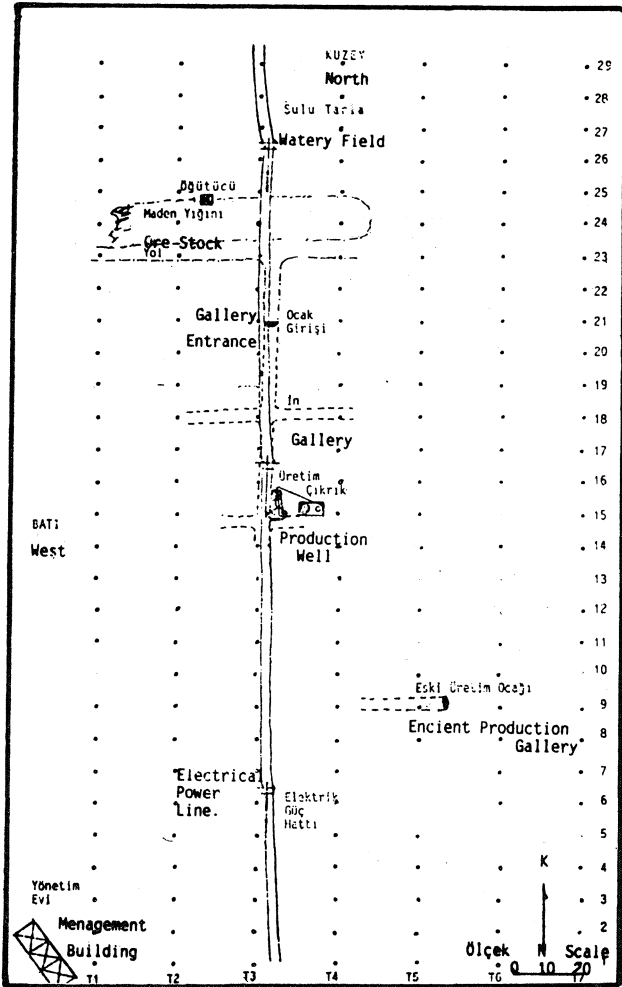
Ön jeofizik çalışmalarla Tatar Dere cevher alanı için özet ile şu yapısal ve fiziksel (jeofizik) özellikler belirlenmiştir.

1 — Çinko (Sfalerit) ve Kurşun (Galenit) mineralleri kuvars damar kayacı ile birlikte çatlaklar ve kırıklar boyunca bulunmaktadır. Damarlar düzlem biçiminde olup yaklaşık KB doğrultulu ve 60 ile 85 derece kuzeye dalımlıdır.

2 — Yan kayaç andezittir ve tüm alan kaplar. İçinde saçılmış yer yer pirit tanecikleri içerir.

3 — Yan kayaç andezit, damar kayaç ve çinko galenit minerallerine göre elektrik bakımından daha dirençlidir.

4 — Damarlar boyunca yer yer küflenme kuşakları (oxidation zone) gözlenir. Yan kayaç, damar kayaç dökunağı ve sfalerit doğal uçlaşma (natural polarization) gösterir.



Şekil 2 : Afşin - Hüyük Tatar Deresi dolay jeofizik ölçülerin alındığı yer. Doğrultu araları 25 metre, ölçü araları 10 metre. Üretim ocakları (kesikli çizgili). T3 doğrultusundan geçen elektrik güç hattı.

Figure 2 : Detailed sketch of the geophysical study area, near Tatar Creek around Afşin - Hüyük. Sampling interval 10 meters and separation between profiles is 25 meters. Present production galleries are shown with dashed lines. Continuous lines along the T3 represent the power lines dividing the field.

Belirlenen bu jeofizik özelliklere dayanarak yeraltında gömülü cevheri aramak için yerelektrik ve yeruçlaşma ölçümlerinin alınması düşünülmüştür. Jeofizik çalışmalardan güdülen amaçlar şöyle sıralanabilir.

1 — Andezit içinde iletken kuşakların yerlerini, kalınlıklarını, derinliklerini, uzanımlarını, süreksizliklerini bulmak.

2 — Cevherleşmeyi denetleyen yer kırılma dizgesini ortaya çıkararak oluşum mekanizmasını bulmak. Böylece işletmeye uygun yerleri önceliklerine göre sıralamak.

3 —  $\hat{I}_n$  (gallery), delgi (drilling) için yerleri ve giriş açısı ve doğrultularını belirlemek.

4 — Açık işletme olasılığını belirlemek. Çıkartma başlangıç noktası ve gidiş doğrultularını haritalamak.

5 — Cevherli kuşağın yeraltındaki oturuşunu belirleyerek, boyutlarını, inceliyor, daraldığı ya da genişlediği yerleri bulmak. Böylece jeofizik olarak olası rezervi (cevher birikintisi miktarını) saptamaktır.

Bu amaçlara yönelik olarak yörede iki ayrı jeofizik yöntem ve bunlara ilişkin olarak üç ayrı ölçü türü kullanılmıştır.

1 — Yerelektrik Yöntemi

a) Gezen kaynak elektrik ölçüleri (Kaydırma ölçümleri)

b) Gezen Kaynak elektrik ölçüleri (Açma Ölçümleri) (Şekil 3).

2 — Yeruçlaşma Yöntemi

) Tümlev ölçümleri (Relative Potential Integrals)

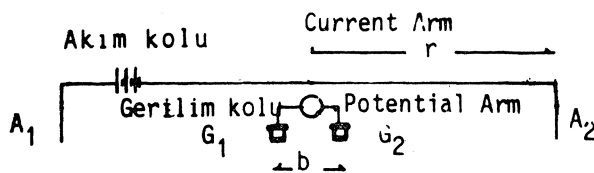
### TATAR DERE ÇİNKO YATAĞI YERELEKTRİK VE YERUÇLAŞMA ÖZELLİKLERİ

Tatardere dolayında KG doğrultularında alınan ölçülerde karşılaşılan simgesel jeofizik belirtiler şöyle sıralanabilir;

a) Elektrik özdirenç olarak; tekne biçimli bir belirti ve tekne ortasında salmımlar (Şekil 4).

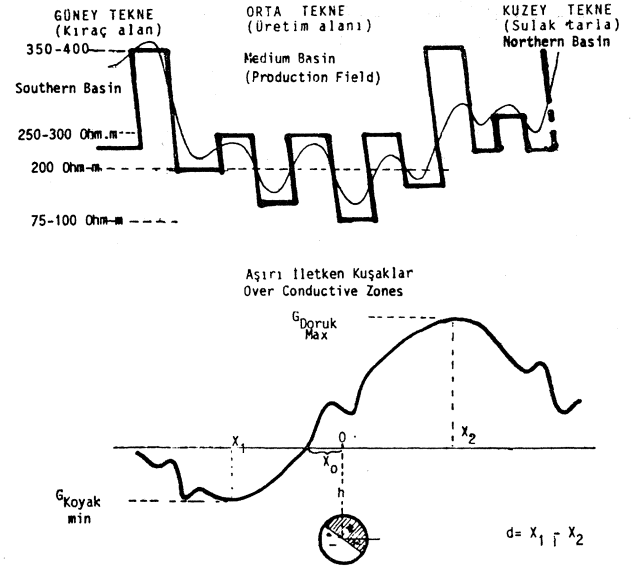
b) Doğal uçlaşma olarak; sinüs biçimli bir belirti, artı yanın genliği eksi yandan büyük ve kuzeyde (Şekil 4).

Elektrik özdirenç teknesinde yan bölümler iyi bir olasılıkla ayrılmamış cevhersiz ve göreceli olarak kuru andezite karşılık gelmektedir. Bu bölümlerin doğru akım elektrik özdirenç  $400 \pm 25$  Ohm-metre dolayındadır.



Şekil 3 : Schlumberger yerelektrik özdirenç ölçüm dizilimi.

Figure 3 : Schlumberger configuration for geoelectrical resistivity measurements.



Şekil 4 : Tatar Dere Çinko - Kurşun alanında karşılaşılan simgesel doğru akım yerelektrik özdirenç kaydırma (yukarıda) ve doğal yeruçlaşma gerilim/elektrik alan eğrileri (aşağıda).

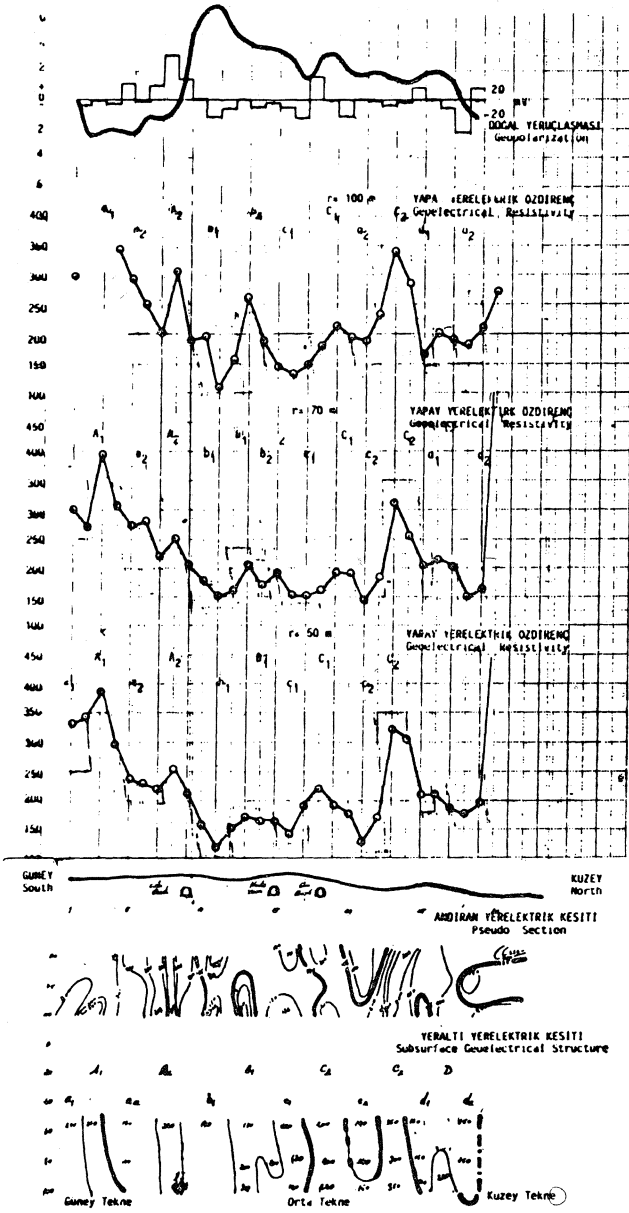
Figure 4 : Characteristic geoelectrical resistivity profiling (above) and natural geopotential responses (below) confronted at Zind - Lead mine of Tatar Creek.

Tekne çukurluğunun ortalama özdirenç  $225 \pm 25$  Ohm-metre dolayındadır. Yaklaşık 160 metre genişliğindeki çukurluğun kenarları  $70^\circ$  dolayında kuzeye dalımlıdır (Şekil 4). Tekne içinde özdirençin iki kat düşmesinin sorumlusu cevherleşme olduğu kadar, bozuşma ve sululukta olabilir.

İletken tekne içinde 200 Ohm-metrelik ortalama değer içerisinde salmımlar gözlenmektedir. Bu görünüş tekne içinde sıra düzenli dirençli-aşırı iletken kuşakların varlığını işaret eder. Kalınlıkları 10 ile 40 metre arasında değişen kuşakların aşırı iletkenleşmesinin nedenleri; yüksek dereceli bozuşmayla kaolinleşme, yoğun sülfürlü cevherleşme ve su birikimidir. İletken kuşaklar boyunca elektrik özdirenç 150 Ohm-m ya da daha küçüktür. Bu değer yer yer 750 Ohm - metre'ye değin düşmektedir.

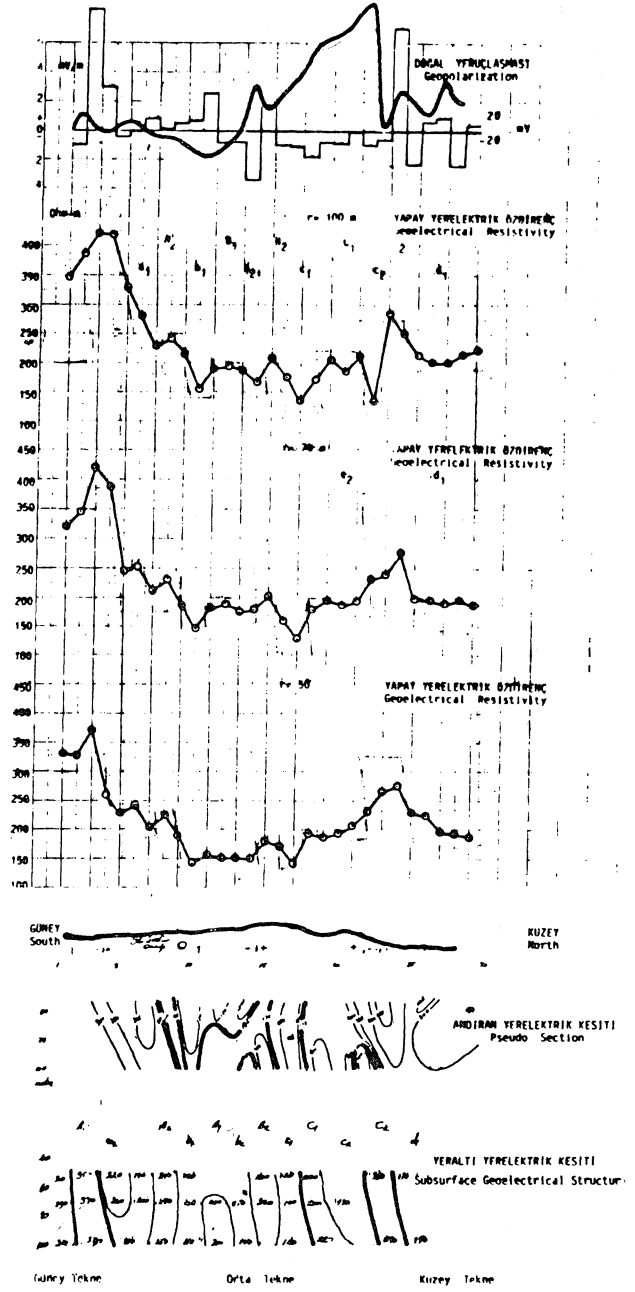
Tekne içindeki dirençli dilimlerin elektrik özdirenç  $400$  Ohm-metre dolayında olmasına karşın, iletken kuşaklarının etkileri ile sanki 250-300 Ohm-metre imiş gibi görünmektedirler.

Sinüs biçimli D.U. belirtisinde sıfır geçişi çoğunlukla teknenin ortasına yakın yerdedir. Sinüsün artı bölümü kuzey, eksi bölümü güney yarı üzerinde oluşmaktadır. 120 ile 160 metre dalga boylu belirti üzerine 10 ile 20 metre dalga boylu yerel belirtilerin bindiği görülmektedir. En büyük D.U. gerilimi, doruktan çukura 100 mV, elektrik alan ise 10 metre 10 mV/m düzeyindedir. Büyük dalga boylu belirti tekne sınırlarının yer ve eğimini yansıtırken, küçük dal-



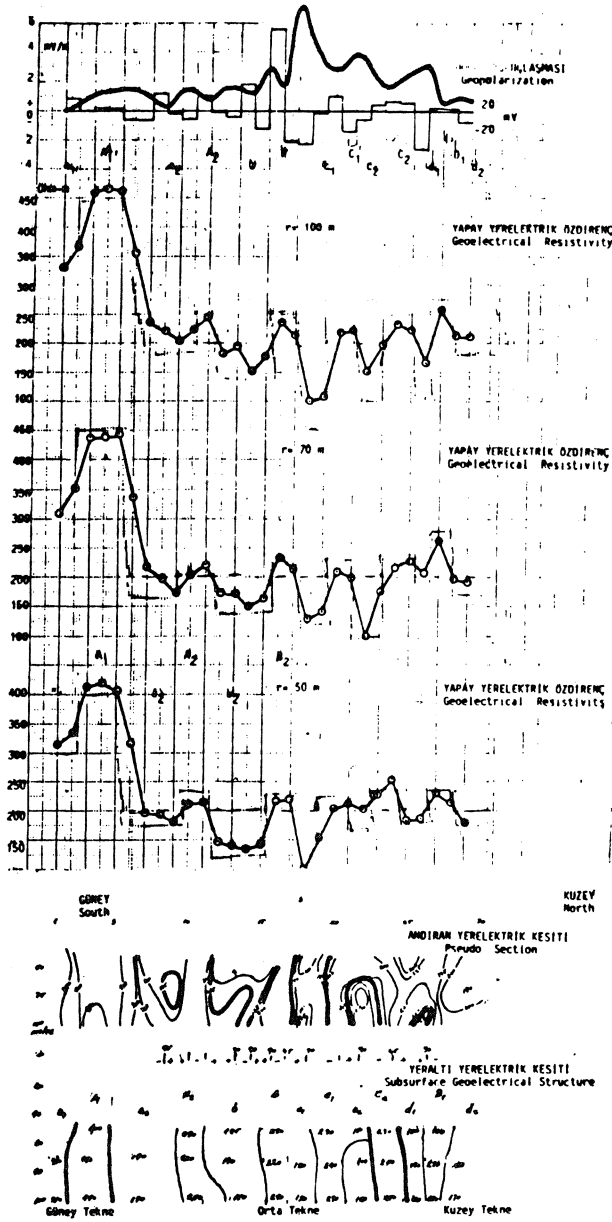
Şekil 5 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu Maden yatağında T4 doğrultusunda çıkarılan jeofizik yapı (altta). Doğal yeruçlaşma gerilimi (üstte sürekli). Doğal Yeruçlaşma elektrik alanı (üstte basamaklı). Yapay kaynak yerelektrik öz direnç kaydırma eğrileri. Schlumberger ( $r = 50$  ikinci,  $r = 70$  üçüncü,  $r = 100$  m dördüncü),  $b = 20$  metre. Andiran ve bulunan yerelektrik kesitleri (altta).

Figure 5 : Estimated Geophysical structure along the T4 profile at Zn-Pb-Cu mine of Tatar Creek (Hüyükli) (below). Natural geopotential polarization potential continuous curve, natural geopotential polarization electrical field (shown with step-wise drawings at the top). Schlumberger geoelectrical resistivity responses for  $r = 50, 70$  and  $100$  meters, second, third and fourth from the top. Pseudo section is shown on the fifth figure from the top.



Şekil 6 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağında T5 doğrultusunda çıkarılan jeofizik yapı (altta). Doğal yeruçlaşma gerilimi (üstte sürekli). Doğal Yeruçlaşma elektrik alanı (üstte basamaklı). Yapay kaynak yerelektrik öz direnç kaydırma eğrileri. Schlumberger ( $r = 50$  ikinci,  $r = 70$  üçüncü,  $r = 100$  = dördüncü),  $b = 20$  metre. Andiran ve bulunan yerelektrik kesitleri (altta).

Figure 6 : Estimated Geophysical structure along the T5 profile at Zn-Pb-Cu mine of Tatar Creek (Hüyükli) (below). Natural geopotential polarization potential continuous curve, natural geopotential polarization electrical field (shown with step-wise drawings at the top). Schlumberger geoelectrical resistivity responses for  $r = 50, 70$  and  $100$  meters, second, third and fourth from the top. Pseudo section is shown on the fifth figure from the top.



Şekil 7 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağında T6 doğrultusunda çıkarılan jeofizik yapı (altta). Doğal yeruçlaşma gerilimi (üstte sürekli). Doğal Yeruçlaşma elektrik alanı (üstte basamaklı). Yapay kaynak yerelektrik öz direnç kaydırma eğrileri. Schlumberger ( $r = 50$  ikinci,  $r = 70$  üçüncü,  $r = 100$  m dördüncü),  $b = 20$  metre. Andıran ve bulunan yerelektrik kesitleri (altta).

Figure 7 : Estimated Geophysical structure along the T6 profile at Zn-Pb-Cu mine of Tatar Creek (Hüyükli) (below). Natural geopotentialization potential continuous curve, natural geopotentialization electrical field (shown with step-wise drawings at the top). Schlumberger geoelectrical resistivity responses for  $r = 50$ ,  $70$  and  $100$  meters, second, third and fourth from the top. Pseudo section is shown on the fifth figure from the top.

ga boylular tekne içindeki iletken-dirençli kuşakların yer ve eğimlerini göstermektedir. Tekne kenarlarının hesaplanan eğimleri  $70^\circ$  dolayında iken ara geçişler yer yer  $90^\circ$  ye varan eğimlere ulaşmaktadır. İletken-dirençli kuşak geçişlerinde D. U. elektrik alanında sürekli sıçramaları ve yön değiştirmeler izlenmektedir (polarity changes). D.U. ölçülerinde belirlenen ortalama kimyasal bozuşma derinliği ise 20 metre dolayındadır.

Bu bölümde, her doğrultu boyunca ölçülen tüm yöntemler için elde edilen belirtiler topluca gözönüne alınarak iletken süreksizliğin özellikleri ortaya çıkarılacaktır.

Cevher iletken kuşak içinde olduğundan, kuşak girişinde uçlaşma yöndeğıştirir ve genlikçe büyür. Görünür öz direnç değeri ise çukur noktasına erişir.

Bu nedenle, iletken kuşağın yerinin belirlenmesinde uçlaşma ve elektrik öz direnç değeri birlikte karşılaştırmalı kullanılmıştır. Derinlik değeri yeruçlaşma gerilim eğrilerinin değerlendirilmesi ile bulunmuştur. O nedenle, burada verilen derinlik değeri kimyasal bozuşmanın başladığı alt sınırı yansıtır. Diğer bir deyişle, burada verilen derinliklerden daha sığ yerlerde göreceli olarak bozuşmuş (havalanmış) kuşaklara girilmesi beklenebilir ve hatta bunlar yer yer yüzeylemiş olabilir. Kuşağın yeri uçlaşma elektrik alanının sıfır geçişi, geriliminin en çukur noktası, elektrik öz direncin çukur noktasına göre belirlenmiştir. Eğim ise, görünür öz direnç eğrisinin biçiminden ve Schlumberger doruk değerinin yerlerinin kaymasına bakarak saptanmıştır.

Gerek iletken kuşağın derinlere doğru gidişini ve gerekse boyutlarını daha duyarlı belirlemek için derinlik tarama değeri artırılmalıdır.

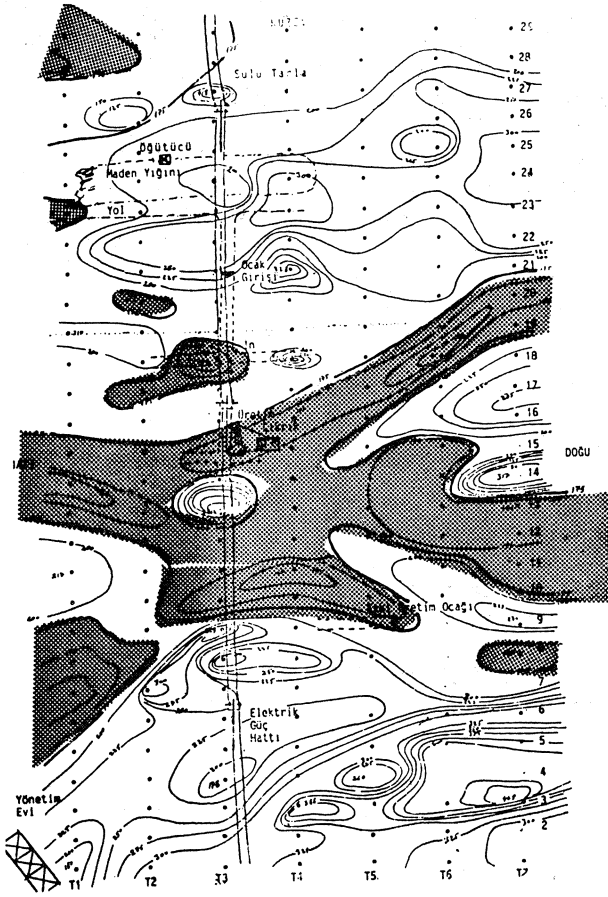
Şekil 5,6,7, de verilen düşey jeofizik kesitlerde, içinde cevher içeren iletken kuşaklar noktali doldurma ile, ve doruk noktalarına denk gelen en dirençli şerit ise içi dolu olarak verilmiştir.

Önemlerine göre belirtilen dirençli kuşakların yerleri derideki yüzey izdüşümlerini yansıtır. Bu yerler kimileyin sığ izdüşüm yerleri ile çakışır kimileyin birbirlerinden kayıktır. O nedenle yeri gösterilen herhangi bir iletken kuşağa  $\pm 10$  metre sapsma ile gösterilen yerde girilmesi beklenir.

Artılar, bozuşmamış alt bölümdeki yükün türünü, eksiler ise yükseltgenmiş dirençli kuşak üst bölümünü simgelemektedir.

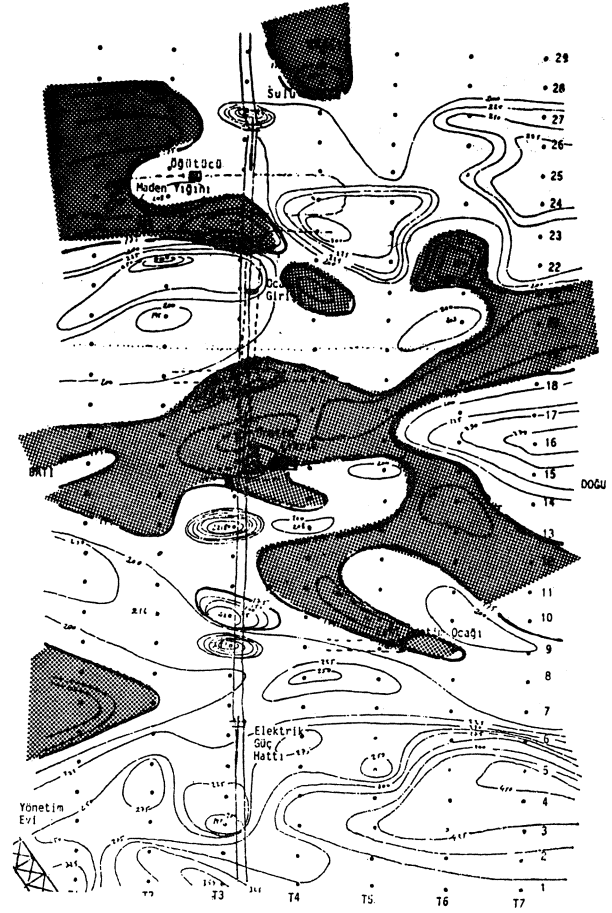
Tatar Dere çinko yatağında gözlenen yerelektrik belirtiler birbirlerine benzemektedir. Gerek doğrultular boyunca bu benzerliği birbirlerine bağlamak ve gerekse belirtiyeye göre yer olayını tanımlamak üzere binalardan önemlileri abce'nin harflerini kullanarak takılanmışlardır. Bunlardan büyük harfliler (A,B,C gibi), dirençli küçük harfliler ise (a, b, c gibi) iletken kuşakları takılamak üzere kullanılmıştır. Aynı harfin sayılı takıları ise ( $A_1, A_2, c_1, c_2$  gibi) aynı bir kuşaktaki ayrılma yada bölüntüleri belirtmek üzere kullanılmıştır.

Her biri 300 metre uzunluğundaki doğrultular boyunca kabaca beş tane dirençli (güneyden kuzeye A, B, C, D ve E) ve beş tanede iletken kuşakla karşılaşılmıştır (a, b, c, d, e). Yer yer ve derinliklerine göre bu kuşaklar kendi aralarında dallanmaktadır.



Şekil 8 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağı yeraltı Schlumberger görünür elektrik özdirenç kat haritası. Akım yarı - Kol boy  $r = 50$  metre. Ölçü noktaları arası 10 metredir.

Figure 8 : Horizontal apparent resistivity map, for Schlumberger array ( $r = 50$  meters) at Zn-Pb-Cu mine of Tatar Creek.



Şekil 9 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağı yeraltı Schlumberger görünür elektrik özdirenç kat haritası. Akım yarı - kol boyu  $r = 70$  metre. Ölçü noktaları arası 10 metredir.

Figure 9 : Horizontal apparent resistivity map, for Schlumberger array ( $r = 70$  meters) at Zn-Pb-Cu mine of Tatar Creek.

Şekil 5,6, 7 de doğrultulara göre jeofizik ölçüler ve yorumları verilmektedir. Her görüntü üzerinde, en üstte Doğal Uçlaşma ölçümleri verilir. Bunlardan kaim çizgi doğrultunun güneydeki ilk noktasına göre D.U. gerilim değerini, basamaklı olanlar ise 10 metredeki gerilim alanındaki değişmeyi, diğer bir deyişle D.U. elektrik alanını yansıtır. Çizgi altında kalan basamak eksi, üstünde kalan ise artı uçlaşmayı belirtir. Uçlaşma belirtilerinin değerlendirilmesi ile bulunan uçlaşma çemberleri, uçlaşma açısına göre eğimli ve derinliğine göre iri yarıçaplı çizilmiştir. Çemberlerin karalı bölümü artı yükünlerin (ions), boş bölümü ise eksi yükünlerin toplandığı yerleri belirtir.

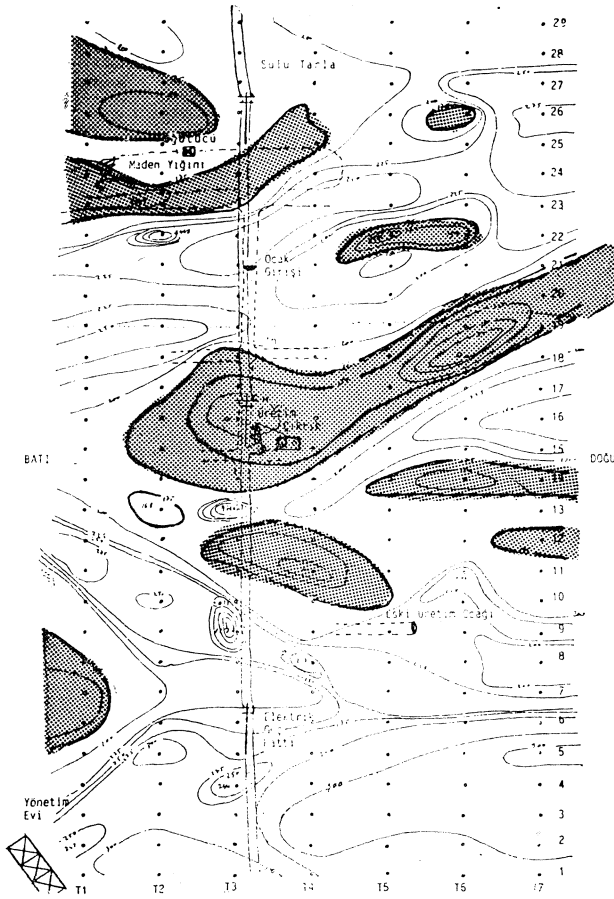
Schlumberger dizilimi ile ölçülen doğru akım yapay yerelektrik görünür özdirenç kaydırma eğrilerinde orta bölümde Ohm-metre türünden verilmiştir. Bualardan en üstteki ( $r$ ) yan-akım kolu boyunun 100 metre, altındaki 70 metre en alttaki ise 50 metre olduğu durumlardaki yeraltında yatay yöndeki deği-

şimleri yansıtır. Bunlar üzerine çizilmiş basamaklı doğrular ise elektrik eğrilerin değerlendirilmesi sonucu bulunan süreksizlik yerleri ve özdirençlerini belirtir.

Görünür özdirenç eğrilerinin altında, ölçü doğrultusu boyunca ölçeksiz yükselti eğrisi ve doğrultu boyunca karşılaşılan kılavuz birimlerden oluşur.

Bunun altında andıran yerelektrik dilimi yer alır. Bu dilim o noktada ölçülen görünür özdirenç değerlerinin  $r$ -değin derine atanması ve eş-görünür özdirenç noktalarından eğrilerin geçirilmesi sonucu bulunmuştur. Bu eğrilerden 175 Ohm - metrelik değeri içeren, alan ortalaması olduğu için, kalın çizgi ile belirtilmiştir. Andıran yerkesiti görünür özdirençin doğrusallık varsayımına göre kabaca dağılımını verir. O nedenle, bu dilim üzerinden eğim okumalarına gitmek ya da süreksizlik sınırlarını çizmek yanlış sonuçlara götürebilir.

Bunun altında, tüm jeofizik belirtilerin değerlendirilmesi ve yapısal gözlem bilgileri ile birlikte yo-



**Şekil 10 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn—Pb—Cu maden yatağı yeraltı Schlumberger görünür elektrik özdirenç kat haritası. Akün yarı-kol boyu  $r = 100$  metre, ölçü noktaları arası 10 metredir.**

**Figure 10 : Horizontal apparent resistivity map, for Schlumberger array ( $r = 100$  meters) at Zn—Pb—Cu mine of Tatar Creek.**

rumlanması sonucu bulunan yerelektrik yapı kesiti yeraltıdır. Bu kesit süreksizlik sınırlarının  $r$ -ye göre doğrusal derinliklere atanması sonucu elde edilmiştir. Önemli yapısal sınırların kaim çizgi ile çizildiği kesitte sayılar o düzeydeki kestirilen özdirenç değerlerini yansıtmaktadır. Bu kesitte en sık bilgi 50 metreden gelmekle birlikte yüzeye yakın bilgiler D.U. ölçümlerinden devşirilebilir. Bu kesit üzerinde yerleştirilen kuleler, cevher aramaları için delgi yapılması önerilen noktaları göstermektedir.

#### Yerelektrik Haritaları

Yüzeyde bozuşmuş ve bozuşmamış kuşaklar gibi kimi cevherleşmeler gözlemlendiğinden yüzeye yakın olan diğer derinliklerin incelenmesi uygun görülmüştür. Böylece 50 70 ve 100 metreler için üç tane yeraltı elektrik kat haritası çıkarılmıştır (Şekil 8,9, 10) Ortamda ortalama özdirenç değeri 175 Ohm-metre olduğu bilindiğinden 175 Ohm-metre kapanımı dirençli ve iletken bölümler arasındaki sınırı belirlemek üzere kaim çizgiyle belirlenmiştir.

Tüm katlardan anlaşıldığı üzere çalışılan yereyin Batı bölümü Doğuya göre iletkenlidir. İletken bölümünde doğudan ve batıdan  $K60^{\circ}D$  doğrultulu iletken kuşakların yer aldığı gözlenmiştir.

Ölçüler, Tatar Dere'de yapılan kule kuyusunu ortaya alacak biçimde sürdürülmüştür. Cevherle karşılaşılacak bu kuyu 150 Ohm-metrelik özdirenç kapanımı üzerinde ve  $K60^{\circ}D$  doğrultuda yataklanmış düşük özdirençli yumağın ortasında yer almaktadır. Bu görüntü, cevherleşmenin iletken kuşak içinde geliştiğinin bir işareti olabilir. Bu gözleme dayanarak, yakıştırma yapmak gerekirse cevherin iletken kuşaklar boyunca izlenmesi önerilebilir.

Dirençli belirtiler ayrışmamış andezitler olabilir. İletken yumakların üç kattada yer alması cevherleşmenin derinlere doğru uzandığının bir göstergesidir.

Yerelektrik kat haritalarının her üçünde ortak yan, günümüzde üretim kuyusu olarak kullanılan çıkırıç üzerinde iletken belirti vermeleridir.

50 metre için üretim kuyusu sanki açılmış bir makasın orta vidası gibidir.  $K60^{\circ}D$  ve  $K80^{\circ}B$  doğrultularda uzanan makas ağızları iletken kuşağın uzandığı cevherli damarlardır. Benzer biçimde makasının  $K100^{\circ}D$  ve  $K120^{\circ}B$  doğrultulu tutaçları ise, damarın uzandığı diğer doğrultular olduğu gibi bir izlenim uyandırmaktadır. Ayrıca, KG doğrultulu oyuk boyunca T3/18 noktasında açılan (+) biçimli in üzerinde karşılaşılan iletken yumak bu bölümde cevherleşme varlığının jeofizik işaretidir. Buna benzer biçimde, çalışma alanının bir çok yerinde yerel iletken yumakların olması, yereye cevherleşmenin yoğun ve yaygın olabileceğinin göstergeleridir (Şekil 8).

Derinlere indikçe iletken yumakların biçimlerinin değişmesi, iletken-cevherli kuşakların yalın biçimli olmadığını boyut ve yaylımlarını değiştirdiğini gösterir. Bunlardan kalıcı olanlar kuzey-batı ve güney-batı köşelerde olanlardır (Şekil 9,10).

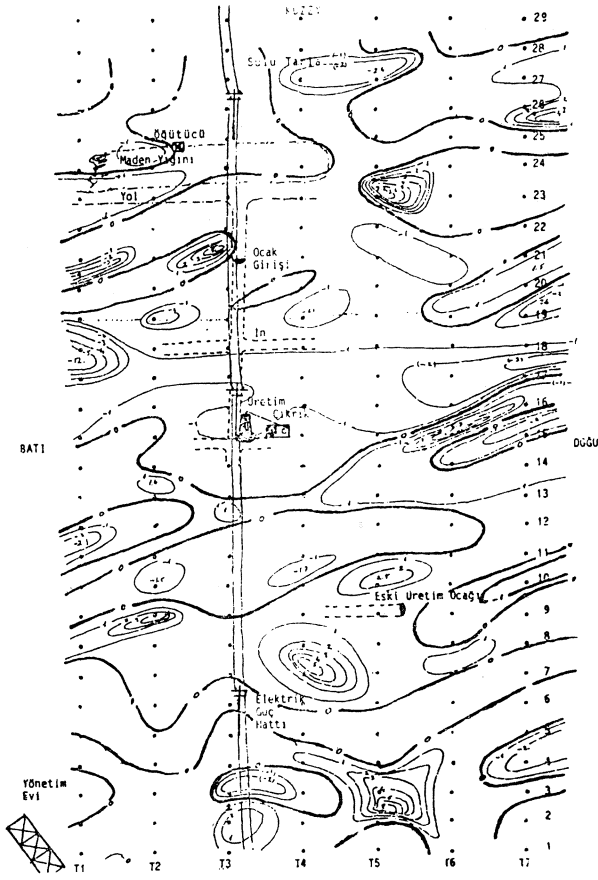
70 ve 100 metre derinlere inilince ortadaki makas kapanarak, sanki bir kaplumbağa başı yapar. Baş, bugünkü kuyunun altında, boyun ise  $K60^{\circ}D$  doğrultulu doğuya doğru uzanarak inceleme alanı dışına taşmaktadır (Şekil 10).

#### Yeruçlaşma Haritaları

Doğal uçlaşma, yeraltındaki sülfürlü minerallerin uğradığı kimyasal bozuşma nedeniyle artı ve eksi yükünlerin (ions) birbirlerinden ayrılmasıdır. Bu ayrımın yarattığı doğal elektrik akımlara doğal uçlaşma akımları denir.

Doğal uçlaşma, gerilim ve elektrik alan olarak birbirine dönüşebilen iki ayrı değiştirgenle (parameter) belirlenir. Elektrik alanı bu noktadan diğer noktaya gerilim değişimini yansıtmadığı yanısıra, gerilim değeri tüm noktaların seçilen bu noktaya göre gerilimini yansıtır. Ana nokta diye adlandırılan bu nokta çoğunlukla hedef alanın dışında ve bozuşmamış bölümünde seçilir. Tatar Dere ölçümlerinde ana nokta olarak T1'in yönetim evi yakınındaki ilk noktası seçilmiştir. Bu noktanın, bozuşma bölümünden uzak olduğu anımsamırsa, eksi belirtilerin önemsenmesi gerektiği anlaşılır.





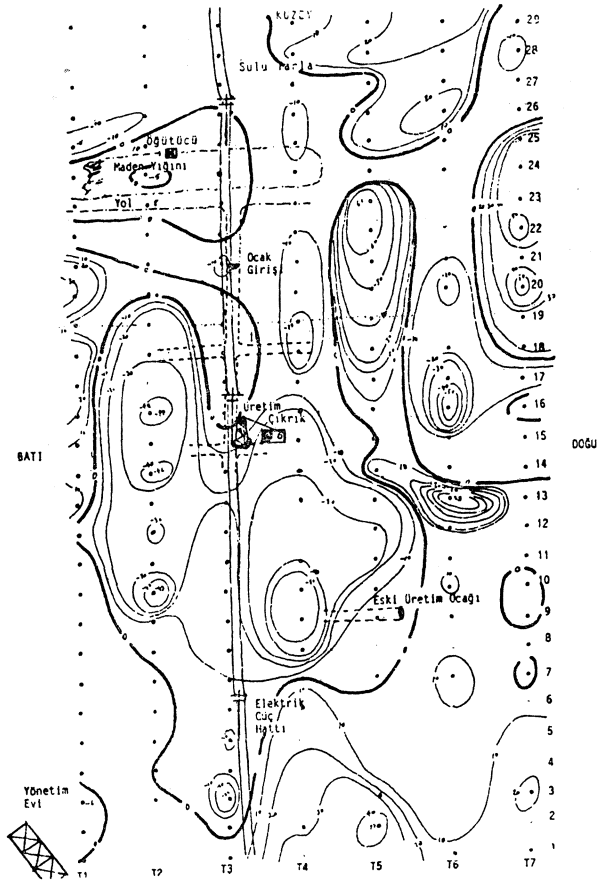
Şekil 11 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağı Doğal Yeruçlaşma gerilim haritası. Gerilimler T1 (1) noktasına göre görecedir. Ölçü alma aralığı 10 metre. Birim mV'dur.

Figure 11 : Natural geopolarization map of the Zn—Pb—Cu mine of Tatar Creek (Hüyükli) Town. Base point is the T1 (1) Sampling internal and unit are 10 meters and milivolts, respectively.

Gerilim, doğrultu boyunca gerilim düşüşlerinin bir tümlevi olduğundan küçük belirtileri yuvarlatarak görebilir. Ancak, elektrik alan bir türev işlemi olduğundan yüksek frekanslı (sık) olayları (dar süresizlikleri) belirlemede daha yatkındır (Şekil 11, 12).

Kaldı ki, gerek G (gerilim) ve gerekse E (elektrik alan) belirtilerin ortak yorumu birbirini destekler sonuçlara götürür.

Tatar Dere D. fi. elektrik alan kapanmaları çoğunlukla K60°D ve DB doğrultusunda uzanmaktadır (Şekil 11). Ki bu durum yapay elektrik öz direnç kapanım uzanımlarını destekler niteliktedir. Artı ve eksi yumakların birbiri ardı sıra ve birbirine koşut olarak sıralanması, yörede dirençli-iletken yanal geçişli kuşakların varlığının bir göstergesidir. Çoğunlukla, dirençli kuşaklar üzerinde artı, iletken kuşaklar üzerinde ise eksi D.U. elektrik alanı değerleri gözlenmiştir (Şekil 11,12).



ŞeMİ 12 : Tatar Dere (Hüyükli) Zn-Pb-Cu maden yatağı Doğal Yeruçlaşma elektrik alan haritası. Ölçü alma aralığı 10 metre. Birim mV/m'dir.

Figure 12: Natural polarization electrical field map of the Zn—Pb—Cu mine of Tatar Creek (Hüyükli) town. Base stations are the first point on each profile. Sampling interval is 10 meters and unit is mV/m.

Yukarıda sözü edildiği gibi E - elektrik alan ölçüleri 10 metrede Doğal Uçlaşma'daki değişmeyi göstermektedir. O nedenle sığ derinliklerdeki kimyasal bozulmalar üzerine yoğun bilgi içerir. Dolayısı ile elektrik öz direncin en sığ düzeyi olan 50 metre ile yüzey arasındaki boşluğu kapatmış olur. Yansıtıkları derinliklerin ayrı olabileceği nedeniyle D.U.E- haritası ile Y.E. Pa haritalarının tıpa tıp birbirlerine benzemesi beklenmez.

Ne varki D.U. elektrik alan belirtilerinin Tatar Dere'deki iletkenlik süresizlikleri ile çoğunlukla çakışması birbirine uyarlı yorum yapabilme olasılığını doğurur. Bunlardan, biri üretim çıkışı dolayında 0 mV/m E-denge çizgi çizgisinin çizdiği yolla  $C_x$  iletken kuşağının gidişinin uyum göstermesidir (Şekil 12). 100-120 Ohm-metre öz direnci ile çevresindeki 250 300 Ohm-metrelük  $C_x$  ve  $B_x$  dirençli kuşaklarından ayrılan üretken  $C_x$  kuşağı üzerinde ısrarlı bir eksi D.U.E. ölçülmüştür. Bu değer 0 ile (-12) arasında

değişmektedir. Belirtinin en güçlü olduğu yer T4/13 -T7/17 doğrultusunu dik kesen doğrultuda keskin geçiştir. Bu geçiş  $90^\circ$  ye yakın ve 10 metre derinlikte kimyasal bozuşma süreksizliğini yansıtmaktadır. Nitekim bu nokta yakınındaki T6/16'da D.U.G. doğrultusunda D.U.G. haritasında (-50 mV) luk uçlaşma yumağı ile karşılaşmıştır. Bu belirti dolayında D.U.G. eğrisinde artı doruk T6/17'de (70 mV)'a ulaşırken eksi çukur T6/14'de (+ 10 mV)'a düşmektedir. Aralarındaki uzaklık 25 metre ve sıfır geçiş T6/16.5 noktasındadır. Bu verilere göre burada  $50^\circ$  kuzeye eğimli 10 m derinde bir bozuşma odağı vardır. Ki bu da keşif cevherleşmeyi gösterebilir.

Bu belirtinin tüm yereyi kat etmesi  $c_1$  boyunca cevherleşme üst düzeyinin 10-12 metre olabileceğini gösterir.

50, 70 ve 100 metredeki özdirenç süreksizliklerinde ayrı ayrı görülen süreksizliklerin D.U.E. eğrisinde yer yer birleşik görülmesi, cevherli kuşakların sığ derinliklerde birbirleri ile bağlantılı olabileceğinin bir göstergesidir.

D.U.G. haritası daha çok büyük dalga boylu derindeki kimyasal olayları yansıtır (Şekil 12). Haritada ilk bakışta göze çarpan, üretim kuyusu dolayında oluşan yaklaşık 50 m yarıçaplı iletken topraktır. Bunlardan en önemlisi T4/9 noktası dolayında ve eski üretim oyuğu sonunda oluşan -50 mVluk belirti- dir. Bu belirti T4/9'un 8-10 metre altında kuzeye  $65^\circ$  — $70^\circ$  eğimli bir cevherleşmenin olabileceğini gösterir. Benzer olaylar T2/10'da ve T2/13-17 arasında ve T6/16'da sürmektedir (Şekil 12), Eğer cevher toplanmaları beklenirse sözü edilen noktalar arama çalışmalarını için ilginç olabilir.

#### Doğal Uçlaşma Odak Dağılımı

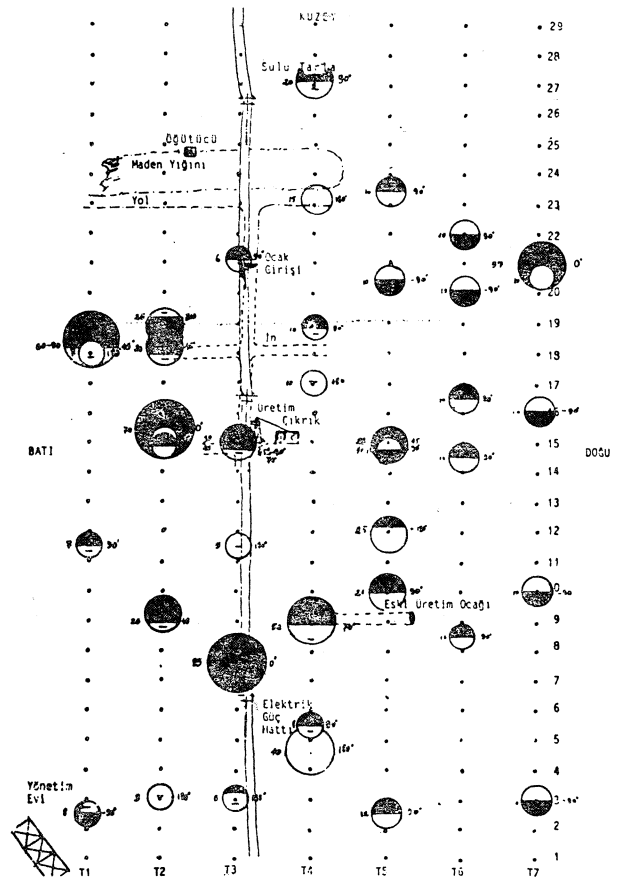
Doğrultular boyunca ölçülen doğal uçlaşma gerilimi (p) ve elektrik alanı (E) eğrilerinde belirtilerin değerlendirilmesi sonucu uçlaşma odakları elde edilmiştir (Şekil 13). de açılarına göre karartılı ve derinliklerine göre çaplı olarak çizilen uçlaşma çemberleri iç odağın yüzey üzerindeki izdüşümlerinde yer almaktadır.

Uçlaşma açılarının % 701  $70^\circ$  ile  $90^\circ$ , kalan % 20'si ise  $45^\circ$ — $60^\circ$ , % 10'u  $0^\circ$  ya da  $180^\circ$  dir.  $90^\circ$  olanların birkaçı dışında hepsi en çok 10 metre odak derinliği içermektedir.  $45^\circ$   $0^\circ$  ve  $180^\circ$  olanlar ise 25 metreden daha derindir. Sayılama sonucunda çıkarılan çizelgeden de anlaşıldığı üzere (Şekil 14). Ortalama derinlik değeri 21 metredir. İletken kuşakları üzerinde Uçlaşma çemberlerinin artı (+) bölümü hemen tüm durumlarda iletken kuşaklar üzerinde ya da iletken yakada yer almaktadır.

Uçlaşma açısının çoğunluklu  $90^\circ$  olması, kimyasal kökenli elektrik akımların sığ derinliklerde kuzey güney doğrultusunda (kuzeyden güneye doğru) baskın olduğunu gösterir. 25 metrenin altındaki derinliklerde ise doğal uçlaşma elektrik akımlarının doğrultusu yüzey düzlemine diktir ( $180^\circ$  için yukarıdan aşağıya,  $0^\circ$  için aşağıdan yukarıya).  $45^\circ$ — $60^\circ$  için ise eğimli bir akış yolunu izlerler.  $45^\circ$ — $60^\circ$  lik uçlaşmalar iletken tekne sınırlarında,  $70^\circ$ — $90^\circ$  lik uçlaşmalar tekne içindeki aşırı iletken, dirençli ku-

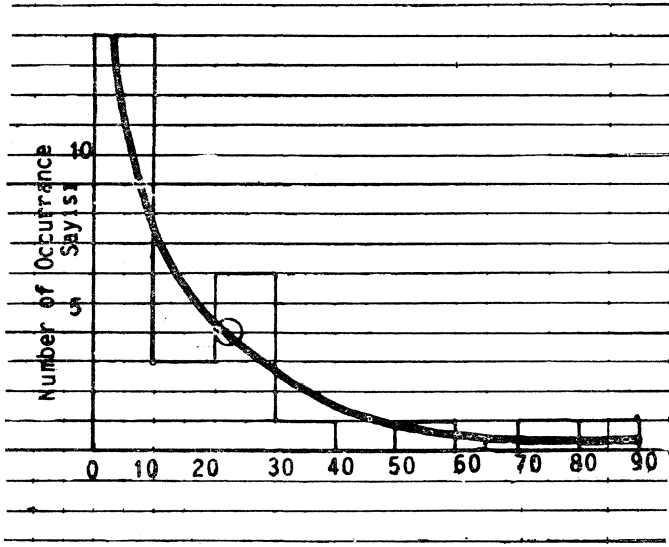
şak sınırlarında,  $0^\circ$ — $180^\circ$  uçlaşmaları ise iletken tekne orta yerlerine denk gelmektedir.

Ayrıca,  $70^\circ$ — $90^\circ$  lik uçlaşma kimyasal bozuşma süreksizlik düzlemlerinin( cevher damarlarının) düşey ya da düşeye yakın olduğunu gösterir. Elektrik akımı kaolinleşmiş cevherli aralıklar biçiminde gözlenen bozuşma kuşaklarından dokunakta oldukları bozuşmamış andezitlere doğru akmaktadır. Bozuşan kuşaklar çoğunlukla yüzeylenmektedir. Bu durumda, uçlaşma odak derinlikleri iyi bir yaklaşımla uçlaşma çemberi yarı-çapı olarak alınırsa kimyasal bozuşma derinliğinin ortalama 40 metre derinliğine değin indiği, yer yer 60 ile 100 metreye ulaştığı düşünülebilir.



Şekil 13 : Tatar Dere Zn—Pb maden yatağında Doğal Uçlaşma çemberlerinin dağılımı. Derinlik **büyükçe** çember çapı büyür. **Karartılı** parça artı (+) diğeri (—) uç bölümlerini gösterir. Soldaki sayı iç odak derinliği (metre), sağdaki uçlaşma açısıdır.

Figure 13: **Polarization circles obtained by interpretation of the natural polarization measurement at Zn—Pb—Cu mine of Tatar Creek. Shaded division stands for the positive pole and blank one for the negative pole. Numbers on the left and on the right represent the focal depth and angle of the polarization.**



Uçlaşım Derinliği (meters)  
Polarization Depth

Şekil 14: Afşin - Elbistan, Tatar Dere Zn-Pb alanında uçlaşma odak derinliği dağılımı. Aritmetik ortalama derinliği 21 metredir.  
Figure 14: Frequency distribution of the polarization focal depth at Tatar creek Zn-Pb mine of Afşin - Elbistan. Arithmetic mean for depth is 21 meters.

Diğer bir deyimle, dirençli-iletken dokunak mutlaka cevherleşme oluşturuyorsa cevherleşen dilimin düşey kenar boyunun en az 20 metre olması beklenir.

#### YERELEKTRİK KATLARIN YORUMU VE CEVHERLEŞME BİÇİMİ

Görünür öz direnç değerlerinden oluşan iki boyutlu yerelektrik katların modelleme ile değerlendirilmesi sonucu, iletken süreksizliklerin çoğunun kuzeye eğimli TT ya da V-türü süreksizlikler olduğu anlaşılmıştır. Bu bulguların iki boyutlu olarak çizilmesi sonucu her katta iletken/cevherli kuşakların kalınlıkları, uzanımları ve eğimleri elde edilmiştir. Üç kattaki cevherleşme biçiminin alt alta konması sonucu maden damarlarının alan derinliklerine yayılımı gözönüne serilmiştir (Şekil 15, 16 ve 17).

Buna göre, inceleme alanında kabaca K60°D doğrultusunda uzanan üç cevherleşme teknesi vardır (Şekil 15). Bu teknelerin dirençli kenarları taralı olarak gösterilmiş olup, kuzey tekne TK, orta tekne TO ve güney tekne TG simgeleri ile gösterilmiştir. Cevherleşme bu tekneler içindeki iletken kuşaklar boyunca oluşmaktadır.

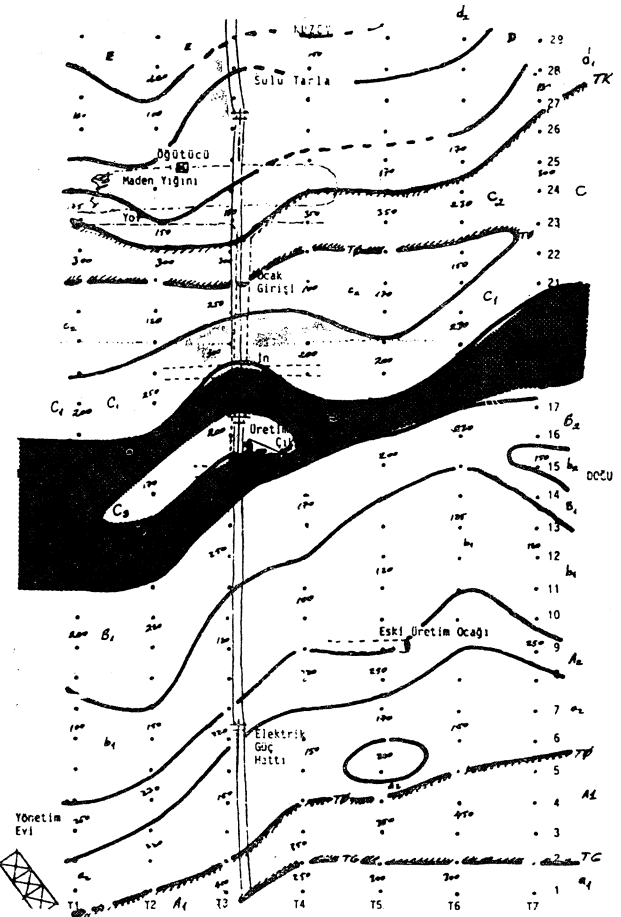
Cevherleşme haritalarında en ümitli alanlar koyu ümitli alanlar orta, olası alanlar açık gölgelenmiş, cevherlessiz kuşaklar ise gölgesiz bırakılmıştır (Şekil 15).

Halen işletilmekte olan ocakları (gallery) gözönüne alınarak cevherleşmeyi anlatalım.

Yeraltından çıkarılan cevherin yığıldığı yerin batısından elektrik direklerine dek olan parçası 50, 70 ve 100 metreler için D dirençli kuşağı içinde olduğu için cevher içermesi beklenmez. Ancak yığının

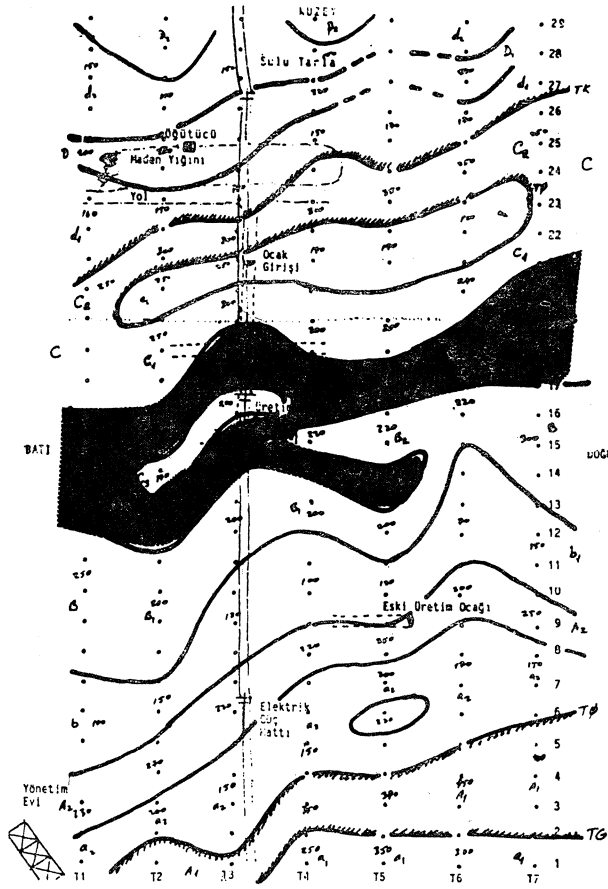
doğu parçasının tüm derinlikler için öz direncinin 150 Ohm-m dolayına düşmesi cevherleşme için uygun bir yer olabileceği izlenimini uyandırır. Doğubatı doğrultulu taşıma yolunu içine alan ve 10 ile 15 metre kalınlığındaki bu kuşak KD'ya doğru uzanır (Şekil 15).

Taşıma yolunun güneyinde TK dirençli tekne sırtı yer alır. 50 ve 70 metre derinlikler için ocak girişi ağızına değin süren 10-15 metrelik bu bölümün cevher içermesi beklenmez. Ancak ocak ağızı dolayında ince ve önemsiz cevherleşmeden söz edilebilir. Ni-



Şekil 15: Tatar Dere Zn-Pb maden yatağında jeofizik yöntemle bulunan, iletken/cevherli kuşakların yeraltında uzanımları,  $r = 50$  metre için yeraltı yerelektrik katı. Taraflı yerler cevher teknesi şuurlarını gösterir. TK-kuzey tekne, TO-orta tekne ve TG-güney tekne, sayılar gerçek öz direnç değeridir.

Figure 15: Surface projection of the Underground floor for  $r = 50$  meters. Dashed lines indicate the borders of mineralized basins. TK is the northern basin, TO is the medium basin and TG is southern basin. Numbers show the absolute resistivity values.

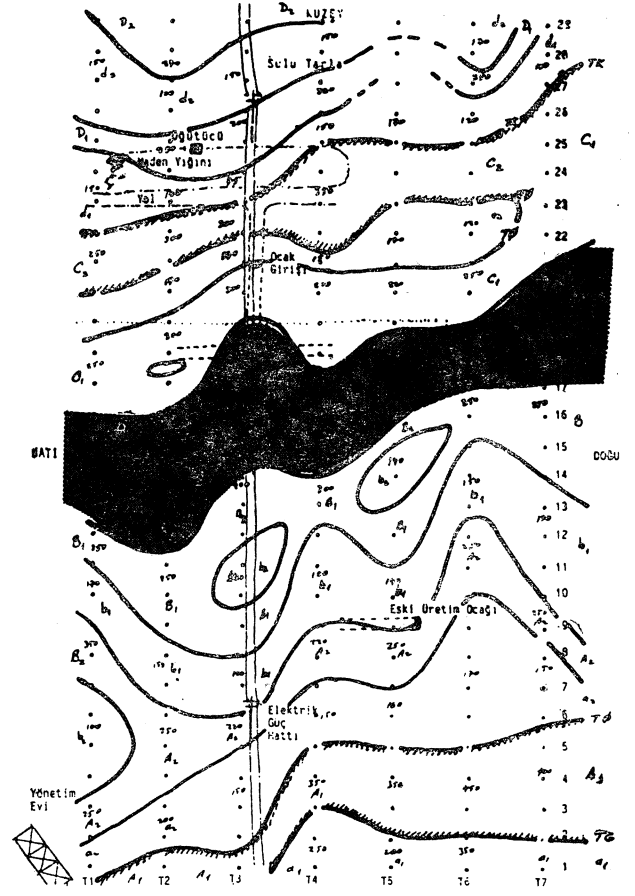


Şekil 16 : Tatar Dere Zn—Pb maden yatağında jeofizik yöntemle bulunan, iletken/cevherli kuşakların yeraltında uzanımları,  $r = 70$  metre için yeraltı yerelektrik katı. Taralı yerler cevher teknesi sınırlarını gösterir. TK - kuzey tekne, TO - orta tekne ve TG - güney tekne, sayılar gerçek özdirenç değeridir.

Figure 16 : Surface projection of the underground extensions of the conductive or mineralized zones in Tatar creek Zn—Pb mine underground floor for  $r = 70$  meters. Dashed lines indicate the borders of mineralized basins. TK is the northern basin, TO is the medium basin and TG is southern basin. Numbers show the absolute resistivity values.

tekim ocak giriş yolunda yapılan gözlemlerde yer yer 10 ve 20 cm lik cevherleşmelerle karşılaşmıştır.

Ocağa giriş yeri yakınında T0 iletken teknesinin kuzey sınırı başlamaktadır. T0 çizgisi bozlaşmaya uğramamış cevherlessz andezit olabileceği gibi 45-60° kuzeye dalımlı bir yer kırığı da olabilir. C<sup>^</sup> takısı ile belirlenen TK-T0 süreksizlikleri arasındaki kuşağın özdirenç 300-350 Ohm-metre dolayındadır. T0 m hemen güneyinde C<sub>2</sub> iletken kuşağına (120-170 Ohm-metre) girilmesine karşın, tam 15 metrelik yeraltı oyuğu doğrudan doğruya karşılaşılan özdirenç



Şekil 17 : Tatar Dere Zn—Pb maden yatağında jeofizik yöntemle bulunan, iletken/cevherli kuşakların yeraltında uzanımları,  $r = 100$  metre için yeraltı yerelektrik katı, Taralı yerler cevher teknesi sınırlarını gösterir. TK-kuzey tekne, TO-orta tekne ve TG- güney tekne, sayılar gerçek özdirenç değeridir.

Figure 17 : Surface projection of the underground extensions of the conductive or mineralized zones in Tatar creek Zn—Pb mine underground floor for  $r = 100$  meters. Dashed lines indicate the borders of mineralized basins. TIC is the northern basin, TO is the medium basin and TG is southern basin. Numbers show the absolute resistivity values.

reñç 250 Ohm-metredir (Şekil 15). O nedenle T3/22 -20 arasında cevher bekleme olasılığı çok azdır. Ancak, 50 metre katı için yeraltı oyuğundan 25 metre doğu ve batıya gidildiğinde 120 ile 170 Ohm-metre varan düşük değerlerle karşılaşılması kanatlarda cevher yatağı olabileceğini işaret eder. Ancak, 70 metre katında batı yaka yoksullaşmasına karşın 100 metrede her iki katın yeniden cevherce varlıklaşabileceği anlaşılır. C<sub>2</sub> yatağı ikinci derecede önemli bir yataktır. Sığ derinliklerde batıya doğru alan dışına taşan uzamm tüm derinlikler için doğuda T6 ile T7

arasında son bulmaktadır.  $c_2$  yatağının toplam boyu 125 metre, eni ise 10 ile 30 metre arasında değişmektedir.

Tatar Dere yatağında yapılan gözlemlerde, cevherleşmenin 0.5 ya da 2 ile 3 metre kalınlıklarda andezitin bozduğu yerlerde olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile en azından bu aşamada 10 ile 20-30 metre kalınlığı olduğu bildirilen iletken kuşağın 2-3 metre kalınlığının (diğer bir deyişle 1/10'un) cevherli olduğunu düşünmek abartılmış değerlere ulaşma sınıcını Öner.

Ocak girişinden 20 metre güneye dek yeraltı oyuğu içinde cevher bekleme olasılığı yoktur. Bu bölge dirençli (250-300 Ohm-m)  $C_x$  kuşağı olarak adlandırılmıştır. Bu kuşağa bittiği yer çapraz oyuk kavşağıdır (T3/19 dolayı). Kavşağın 10-12 metre dek güneyi boyunca (T3/19-17.5 arası) birinci derecede önemli cevher kuşağına girilir. Nitekim 12-15 metre derinlik düzeyinde anılan doğrultu boyunca cevher çekilmiştir. Ancak, aşırı iletken  $c_x$  kuşağı bu noktadan sonra 50 ve 70 metre düzeyleri için bir süreksizliğe uğramaktadır (Şekil 17,16). Yeraltı ocağı boyunca cevher-siz olan bu bölümün genişliği 10 ile 20 metre dolayındadır. Daha sonra yeniden birincil derecede önemli cevherli kavşağa gelinmektedir ki, günümüzde bu ikinci kavşak üzerinde çıkırlık üretim kuyusu bulunmaktadır.

Kuzeydeki birinci kavşakta doğu ve batıya oyuklar açarak bir ölçüde cevher alınmıştır. 50 ile 70 ve 100 metrelik jeofizik katlarına göre oyuk doğrultularında cevherleşme 7.5-10 metreden sonra kesilmektedir. Cevher güney batıya ve güney doğuya doğru süreklilik göstermektedir. O nedenle birinci kavşakta bugünkü oyukların gidiş yönleri kavşaktan başlamak üzere güneye doğru değiştirilmelidir. Birinci kavşağın üzerinde bulunduğu  $c_1$  iletken kuşağının genişliği 15 ile 20 metre olup, gerek batıda ve gerekse doğuda güneydeki  $c_3$  kuşağı ile birleşerek 40 metreye varan genişliklere ulaşmaktadır. Bu genişlik cevherli kuşak genişliğidir ve 45 ile 60° kuzeye dalımlıdır.

Güneyde üzerinde kule bulunan ikinci kavşak iletken  $c_3$  kuşağı üzerindedir (Şekil 15, 16, 17). Kavşak konumunda kuşağın genişliği 20 metre dolayında olmakla birlikte KD ve GB'ya gittikçe genişlik 20 metreye ulaşmakta T1 ve T7 üzerinde ise 40 metre dolayına erişmektedir. Bu kuşak ortadaki halka dışında cevherlidir. Cevherli kuşağın boyu en az 170 metredir. T3/15 noktasındaki kavşak üzerinde kuyu bu üretime geçmekle olumlu bir iş yapıldığı anlaşılmıştır. Çünkü iletken kuşağın derinliği 12 metreden 100 metreye değin sürmektedir. Ancak kavşaktan açılan yeraltı oyuklarının doğrultuları, gerçek iletken kuşağı çapraz kesmektedir. O nedenle batıdaki oyuğun 15-20 metre, doğudaki oyuğun ise 20-22 metre sonra cevheri yitirmesi beklenir. Dolayısı ile 2. kavşaktan başlamak üzere yeraltı oyuğunun doğrultusu yaklaşık K60°D'ya çevrilmelidir. Bu durumda yeraltı oyuğunun sürekli olarak cevherli kuşak içinde ilerlemesi beklenir.

2. kavşaktan güneye doğru 5-7.5 metre gidildikten sonra cevher-siz  $B_x$  kuşağına girilmesi beklenir.

Cevher-siz olduğu sanılan bu dirençli kuşak genişliği 30 metre dolayındadır. KG doğrultusunda açılacak oyuk kavşaktan 35 metre uzaklıkta  $b_x$  iletken kuşağına girecektir (T3/11 noktasında). Birinci derecede önemli cevherli kuşak olduğu belirlenen C'in T3 boyunca kalınlığı 3040 metre dolayında olup Tatar Dere'de karşılaşılan en geniş yataktır.

T5—T6 arasında 9 noktasında batıya doğru eskiden açılan üretim ocağı sözü edilen  $b_x$  kuşağı içinde yer almaktadır. Ancak, bu in tam güneydeki cevher-siz  $A_2$  kuşağı ile cevherli  $b_x$  kuşağı sınırında açıldığından, oyuk içinde yer yer cevher-siz bölgelerle karşılaşılabilir. Sözü edilen oyuk için girilim gezilmediğinden gözlenen cevherleşme konusunda bir fikir söyleyememekteyiz.

$b_x$  kuşağının en az genişliği 20 en çok 40 metre olup görünen boyu 170-200 metre dolayındadır ve bu boy inceleme alanının dışına taşmaktadır.

Elektrik güç hattını izleyecek biçimde açılacak bir yeraltı oyuğu  $b_x$  den çıkıp cevher-siz  $A_2$  kuşağına girecektir. Yaklaşık 25 metrelik bu gidişten sonra ikinci derecede önemli  $a_2$  iletken kuşağına girmesi beklenir. Yeraltı jeofizik yapı kesitlerine göre bu kavşakta diğerleri gibi K60°D doğrultusunda uzanmaktadır. Genişliği 20 ile 40 metre arasında olduğu sanılan bu kuşak, yönetim evinin altından geçerek güney batıya doğru yönelmektedir (Şekil 15). Hemen T0 orta tekne güney sınırının kuzeyinde yer alan  $a_2$  iletken kuşağı gösterdiği genişlik derinliğe doğru süreklilik, iletkenlik ve inceleme alanı dışına taşması açısından ilginçtir. Varlığı yeni ortaya çıkan bu kuşağın en azından delgilerle kanıtlanmasında yarar vardır.

İnceleme alanının güney doğu köşesinde  $A_1$  dirençli kuşağının TG güney tekne sınırının güneyinde iletken  $a_1$  kuşağı ile karşılaşılmıştır. Üçüncü derecede önem verilen bu kuşağın genişliği, kalınlığı ve diğer özellikleri ancak inceleme alanının güneye doğru genişletilmesi ile ortaya çıkacaktır.

Benzer biçimde kuzey tekne içinde yer alan 10 ile 30 metre genişlikte  $d_x$  ve 20 ile 40 metre genişlikteki  $d_2$  açısı iletkenlik gösterdiğinden üçüncü dereceden önemli alanlar, olarak ilerdeki üretim hedefleri içine alınmıştır.

Öz olarak 150x300 m boyutundaki Tatar Dere jeofizik inceleme ve üretim alanında 2 tanesi birinci 2 tanesi ikinci ve 3 tanesi üçüncü dereceden önemli olmak üzere 7 tane cevher içerebilecek kuşak bulunmuştur. Kuşakların genişlikleri 10 ile 40 metre arasında değişmekte olup, boyları en az 470 metre ve eğimleri 45-60° ile kuzeydedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Tatar Dere çinko-kurşun madenindeki jeofizik çalışmalarla belirlenen elektrik ve uçuşma belirtileri ile cevher arasında bir ilişki olduğu bulunmuştur. Cevher elektrik öz direnci 100-150 Ohm-metre olan bozularak kaolinleşmiş andezit aralıkları içindedir. Bozuşma kuşaklarını çevreleyen bozuşmamış andezitin öz direnci 425 qp 25 Ohm-metre dolayında olduğunda cevherli/iletken kuşaklar kolayca tanınmaktadır.

Ayrıca doğal yeruçlaşma ölçümlerinde cevherli kuşaklar üzerinde eksi uçlaşma elektrik alanı kapamaları yer almıştır. G ve E eğrilerinin birlikte değerlendirilmesi sonucu iletken bölümler üzerinde artı (+) ve dirençli bölümler üzerinde eksi (-) yükün (ions) toplandığı belirlenmiştir.

Ortalama kimyasal bozuşma derinliği 21 metre olup, cevhere girme derinliği D.U. Ölçülerinden çoğunlukla 10-15 metre olarak bulunmuştur.

Yerelektrik kat haritalarından cevherin derinliğinin ise en az 75-100 metre olduğu bulunmuştur.

Yerelektrik ve yeruçlaşma belirtilerinden cevherli kuşakların 45-60-70° ile kuzeye dalımlı olduğu kalınlıklarının 10 ile 40 metre arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ortalama en büyük D.U. gerilim belirtisi dalga boyu 100-140 metre, doruktan çukura en büyük gerilim ise 100 mV'tur. iletken/dirençli kuşak geçişlerinde D.U. elektrik alanında metrede 10 mV luk değişimler izlenmiştir.

150x300 m = 45 000 m<sup>2</sup> lik çalışma alanında 3 tane cevherli iletken tekne varlığı gözlenmiştir. Bunlardan kuzey tekne içinde 2, orta tekne içinde 4, güney tekne içinde 1 tane olmak üzere 7 üretken olabilecek kuşak belirlenmiştir. İşletilmekte olan yerler orta tekne içindeki iletken kuşaklar içinde yer almaktadır. Jeofizik Çalışmalar orta tekne üzerinde yoğunlaştırıldığından ve orta teknedeki  $c_{\%}$  ve  $b_i$  kuşaklarının aşırı iletken ve göreceli geniş olması nedeni ile üretimin orta teknedeki geliştirilmesi ve daha sonraki dönemde kuzey ve güney teknelere geçilmesi önerilmektedir.

Yedi ölçü doğrultusu boyunca önem sıralarına göre belirtilen en az derinliği 15 metre olan 28 tane delgi önerilmiştir.

Jeofizik bulgular ışığında, Tatar Dere için üretim tasarımı oluşturulmuştur. Bunun için toplam uzunluğu 1500 metre olan 13 tane yeni ocak konumu gösterilmiştir.

Genişlikleri 10 ile 40 metre arasında değişen iletken kuşakların salt 0.5 ile 2-3 metre kalınlığında yoğun cevherleşme olduğu sanılmaktadır.

İnceleme alanının orta teknesinden beklenen maden miktarı 320 000 TON dolayındadır. Cevherleşen alanın inceleme alanı dışına taşıdığı jeofizik ölçülerden anlaşılmıştır. O nedenle özellikle batı-doğu ve güneye doğru jeofizik ölçülerin yayılarak tüm sahanın üretim alabilirliğinin (capacity) belirlenmesinde yarar vardır.

Bu tür yataklarda her mineralin zenginleştiği derinlik değişiktir. Derinlere inildikçe galenit azalır sfalerit ve pirit çoğalır. Fluorit, barit ve siderit azalırken kuvars artar. En derinlerde ise kalkopirit egemenleşirken gümüş oramda artar. Nitekim, derinliğine işletilen ocakta durum böyle olup derine inildikçe kalkopirit artmaktadır.

Mezo ve epitermal kurşun-çinko yataklanması içerebilecek Tatar Derede damar biçimleri, plutonik ortammki gibi çatlak ve kırıklar biçimindedir. Ayrıca, yer yer galenit yer yer sfalerit zenginleşmeside böyle bir ortamın gereği olarak izlenmektedir. Ancak böyle bir ortamda damarlar çoğunlukla apo ile te-

lemagmatik oluşuklardır. Ne var ki bu damarları getiren granit yüzeylenmemektedir.

#### KATKI BELİRTME

Kurşun - Çinko alanlarında bu araştırılmanın yapılmasını, gerek giderleri karşılayarak ve gerekse ölçümlere yardımcı olarak sağlayan Jeoloji Yüksek Mühendisi Hasan Berkpmar ve Fehmi Tambay'a minnettarım.

Yılmaz ve içten gayretleri ile ölçüleri dört günlük bir sürede bitiren, veri-işleme ve çizim aşamalarında yardımcı olan Ateş Adalan, Osman Tavitay ve Mehmet Mutafçılar sağolsunlar.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Bhattacharya, B.B., and Roy, N., 1981, A note on the use of a nomogram for selfpotential anomalies. *Geophy. Prosp.* v. 29, n. 1, 102-107.
- Ercan, A., 1982-a, Doğal Uçlaşma Yöntemi; İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Yay. 230 Sayfa.
- Ercan, A., 1982-b, Yayap Doğru Akım Özdirenç Yöntemlerinde Süreksizlikler üzerinde Kaydırma Ölçümleri: Betik II, İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Müh. Yayınları 250 sayfa.
- Ercan, A., 1982-c, Kayaçların Elektrik Özelliği ve Yata Katmanlı Yapı Üzerinde Yerelektrik Açma Ölçümleri; İTÜ Maden Fakültesi Yayınları, 210 sayfa.
- Ercan, A., ve Gürkan, V., 1984. Gürlek Dere Altın-Çinko Kurşun yatağının jeofizik yöntemle aranması 80 sayfa (yayınlanmamış rapor)
- Erdoğan, B., 1982, Ergani - Maden Yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve Volkanik Kayaları. *TJK Bült.*, 25, 49-59.
- Hal, R. and Mason, R., 1972, A tectonic melerige from the Eastern Taurus Mountains: *Geol. Soc. London*, 128, 395-397.
- Keller, G.V. and Frischnknecht, F.C., 1966, *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*; Pergamon Press, New York, 517 s.
- Öztunalı, Ö., 1967, Maden Yatakları, I.Ü. Fen Fakültesi Ders Notları (230 sayfa). *Vezneciler/İstanbul*
- Ricou, Luc Emmanuel, 1980, Toroslarm Helenidler ve Zagridler Arasındaki Yapısal Rolü. *TJK Bült.*, 23, 101-118
- Schmuacher, Fi., 1963, Maden Yatakları Bilgisinin Esasları; İTÜ Kütüphanesi, s. 532, 278 s. (E. Göksu, çeviri).
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1981, Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik volkanizma ilişkileri. *TJK Bült.*, 24 39-50
- Temple, P. and Perry, D.J., 1962, Geology and oil occurrence, south-east Turkey: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, 46, 1596-1612.

Yazının Geliş Tarihi : 23.1.1985

Düzeltilmiş Yazının Geliş Tarihi : 21.2.1985

Yayıma Verildiği Tarih : 25.1.1986