

KOCAELİ ÜÇTEPELER TÜMÜLÜSÜNDE JEOFİZİK ARAŞTIRMA

Geophysical Investigation at Kocaeli, Üçtepe Tumulusu

Ali ERDOĞAN* ve Oğuz GÜNDOĞDU*

ÖZET

Arkeolojide kazı çalışmalarının planlanması aşamasında Jeofizik araştırmalarının önemi büyüktür. Kocaeli Üçtepe Köyü Bölgesi'nde Roma Dönemi'ne ait olduğu tahmin edilen büyük tümülüste jeo elektrik yöntemlerinden öz direnç profil çalışmaları yapılmıştır. Homojen ortam içerisinde bulunan üç boyutlu bir yapının (mezar ve giriş kısmının) geometrik konumu saptanmıştır. Kazı çalışmalarından elde edilen bulgular, jeofizik verilerin doğruluğunu kanıtlanmıştır.

ABSTRACT

Exploration geophysics has practical importance in preliminary planning of excavations at archaeological sites. Apparent resistivity profile measurement were made at the most grand tumulus dating from the Roman Age in Üçtepe village of Kocaeli. From the measurements, the position and extension of three-dimensional building in an homogeneous medium were clearly defined. The archaeological results of excavations agreed with the geophysical data.

GİRİŞ

Eski medeniyetlerin yaşam, kültür ve teknolojik etkinliklerinin araştırılması arkeoloji biliminin temel amaçlarından biridir.

Arkeologlar yeraltındaki gömülü olan insanlığın yaşamları ile ilgili tüm bilgilerin aydınlatılmasında, kazı çalışmaları yaparak, bu yapısal dağılımları incelemeleri gerekir. Ancak, kazı çalışmalarının nasıl, ne şekilde ve ne kadar süre içerisinde yapılabileceğinin önemi büyüktür. Çünkü, kazı olayının ekonomik boyutu da oldukça fazladır. Jeofizik bilim dalının yeraltında gömülü bulunan yapıların ve ekonomik değere sahip kaynakların araştırılmasında uğraş vermekte olduğu bilinmektedir. Arkeoloji alanındaki araştırmaların artması, günümüzde Arkeo jeofizik sözcüğü ile karşılaşmamızı getirmiştir.

Bu çalışmaların amacı, jeofizik yöntemlerinden, elektriksel öz direnç yöntemiyle, Kocaeli Etnoğrafya Müze Müdürlüğü'nün koruma alanı içerisinde olan Üçtepe Köyü Bölgesi'nde en büyük tümülüsteki mezar odası ve dromosun (giriş kısmının) araştırılmasıdır. Tümülüs üzerinde, Gürbüz ve diğerleri (1991) tarafından sismik ve magnetik ölçümler yapılarak Müze Müdürlüğü'ne sunulmuştur. Bu raporda, mezar yerinin tahmini ve dromosun kuzey-batı yönünde olduğu belirtilmiştir. Tümülüs araştırmaları olarak ülkemizde, bu konuda yayına rastlanmamakla beraber XIV Arkeometri Sempozyumu'nda (1992) iki adet bildiri sunulmuştur. Bu bildiriler, Pınar ve Akçığ'ın Kösemtuğ ve Drahor'un

Ahmetli Çiflikkırı tümülüslerinde yapılan öz direnç araştırmalarının özetleri şeklindedir.

ARAŞTIRMA SAHASININ GÖZLEMSEL ÖZELLİKLERİ VE UYGULANAN YÖNTEM

Araştırma yapılan saha, Kocaeli'nin kuzeyinde şehir merkezine yaklaşık 5 km. uzaklıkta Üçtepe Köyü içerisinde Eski İstanbul yolu üzerinde yer almaktadır (Şekil-1). Üçtepe Köyü tarihi eser yönünden oldukça zengindir. Bölgede, 7 adet tümülüs görülmektedir. Tümülüslerden, Aytepe olarak adlandırılan bölgede 4 yıl önce açılmış ve arkeologlar tarafından Roma dönemine ait olduğu saptanan bir mezar bulunmaktadır. Bu tümülüsteki mezar odasının boyutları 3.25x3 metre civarında olup ön kısmında yer alan dromosun boyutları da 1.5x10 metredir. Yapı, mermer ve kireçtaşlarından yapılmıştır. Genellikle, bu tip yapıların tek düze (yığma toprak) bir ortam içerisinde yer aldığı ve prizmatik bir şekle sahip olduğu gözlenmiştir. Yapının öz direnci yüksek bir kayaktan oluştuğu ve içerisi boş olduğundan elektriksel öz direnci çevresine nazaran oldukça yüksek olmaktadır.

Bir ortamın öz direnci (ρ), o ortamdaki elektrik alanının davranışını belirleyen fiziksel özelliklerinden sadece birisidir. Bu anlamda, homojen ve izotrop bir ortam içerisindeki elektriksel akım (I) kaynağının tek bir nokta civarındaki (r) potansiyel denklemi, doğrusal (lineer) OHM kanunundan hareketle,

$$V = I\rho / 2\pi r$$

* İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeolojik Mühendisliği Bölümü Avcılar - İstanbul

bağıntısıyla verilir. Tekdüze ortam için kuramsal ve deneysel çalışmalarla elde edilen bu parametrenin her bir nokta için aynı değere sahip olduğu izlenmiştir. Ancak, jeolojik birimlerin elektriksel iletkenliklerinin, akım ve gerilim arasındaki ilişkinin tam anlamıyla doğrusal olmadığı da görülmüştür (R. Cagniard 1965, Anderson 1964, Collet and Katsube 1973, Erdoğan 1983.). Bu nedenle de arazi çalışmalarında akım elektrodları arasındaki açıklığa (r) bağlı olarak yeraltına gönderilen akım şiddeti için aşığıdaki bağıntı kullanılmıştır.

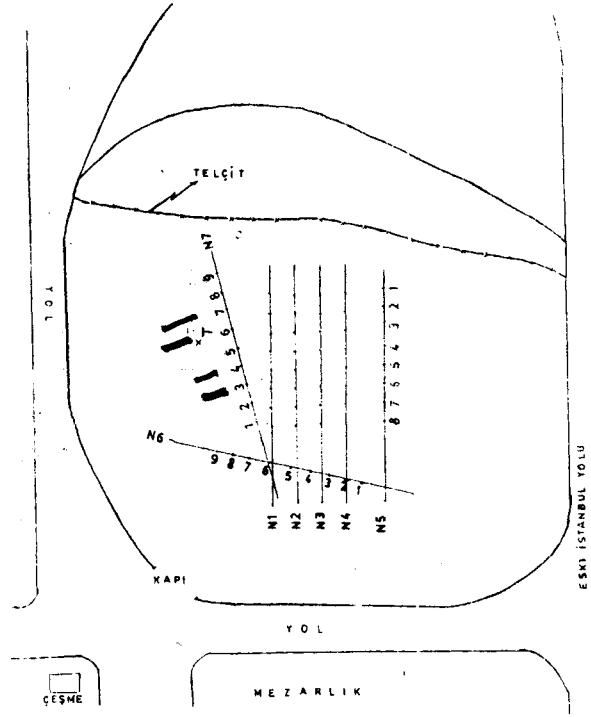
$$I = J2\pi r^2$$

Böylece, r uzaklığındaki birim yüzeyden geçen (J) akım yoğunluğu sabit tutulmaya çalışılmıştır.

Tümölüs niteliğindeki yapay tepe üzerinde Schlumberger elektrod sistemi kullanılarak özdirenç profil ölçümleri yapılmıştır. Profillerin doğrultularının seçiminde en büyük etken, birinci profilden elde edilen özdirençin yanal değişimlerindeki anomaliler (karakteristik değişimler) neden olmuştur. Diğer profilerin seçiminde ise, profiler arası uzaklık, doğrultu, ölçü noktalarının sayısı, topoğrafik koşul ve günlük çalışma sonucu elde edilen bulgulara göre belirlenmiştir. Şekil-1'de görüldüğu üzere 7 adet profil üzerine toplam 47 noktada ölçüm yapılmıştır. Akım elektrodu açılımları minimum 2 metre maximum 25 metre olmuştur. Profil üzerindeki ölçü noktaları arasındaki uzaklık 3 metredir. Profiller arası uzaklık ise, N1-N2 3.5 metre, N2-N3 4.5 metre, N3-N4 5 metre ve N4-N5 metre alınmıştır. Arazi çalışmalarında özdirenç ve IP parametrelerini ölçebilen bir cihaz kullanılmıştır. Verici, 1Kw gücünde 220 volt 50 Hz. bir jeneratör gerilimini, kademeli olarak 0-800 volt arasında, DC, 0.3, 1.25, 2.5 ve Hz. frekanslarında kare dalga akım kaynağına dönüştürebilmekte ve yerçerisinden geçen akım şiddeti sayısal bir akım ölçerden okunmaktadır. Alıcı, vericinin frekanslarında çalışabilen 100 mikrovolt duyarlılıkta bir elektronik volt ölçerdir. Araştırmalarda 0.3 Hz. kare dalga akımı kullanılmıştır.

ARAŞTIRILAN YAPININ JEOFİZİK YANITI VE JEOFİZİK VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Jeofizik verilerin yorumlanabilmesi için, uygulanan yöntemle bağlı olarak, yer içerisine verilen uyarıcıya karşı algılanan yanıtın karakteristik değişimlerinin önceden bilinmesi gerekir. Araştırma öncesi yapılan gözlemlerden, yapının üç boyutlu ve homojen bir ortam içerisinde bulunduğu ve çevresine göre özdirençinin çok yüksek olduğu varsayılmıştır. Bunun yanısıra tepenin topoğrafik yüksekliği yaklaşık 20 metre olduğundan mezarın yeryüzeyinden derinliğinin 10-20 metre arasında bulunabileceği öngörülmüştür.



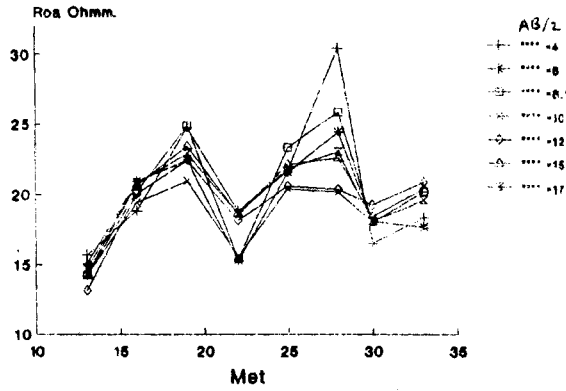
Şekil 1: Jeofizik ölçü lokasyon haritası.

Figure 1: Location map of geophysical measurements.

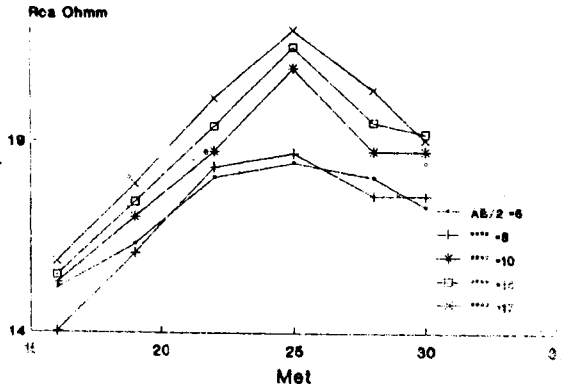
Yukarıda belirtilen tanımlamalara göre akım elektrodları açılımlarının yapı derinliğinden daha küçük olduğu durumda örtülü bir dayk anomalisine benzer karakteristik değişimler görmemiz gerekir. Bu konuda yapılan birçok laboratuvar ve kuramsal çalışmalar yayınlarda görülmektedir. Apparao ve Roy (1971), Saydam ve Duckworth (1978) dayk benzeri bir model üzerinde çeşitli elektrod dizilimleri için deneysel çalışmalar yapmışlardır. Saydam ve Duckworth'a göre, süreksizlik düzlemine değişik doğrultularda, alınan ölçülerde, daykın ölçü yüzeyine olan uzaklığu küçüldükçe süreksizliğin etkisi daha belirgin olmaktadır. Kumar (1973) kuramsal olarak, Schlumberger ve pole-pole elektrod dizilimi için düşey dayk konumunu, farklı dayk kalınlığı ve özdirenç değerleri için irdelemiştir. Coggon (1973), kuramsal olarak, prizmatik modellerin frekans ortamı IP ve görünür özdirenç yanıtlarını dipole-dipole, pole-dipole ve gradient dizilimleri için incelenmiştir.

Tümölüs araştırmasında uygulanan ölçü tekniği bu bölümde kısaca yapılan açıklamaların bir arazi uygulaması niteliğindedir. Yapay olarak oluşturulmuş olan tepenin (tümölüs) topoğrafik olarak en yüksek kotu olan (T) noktasından itibaren 11 metre uzaklıkta ve Kuzey-Doğu 54 derece doğrultuda N1 profili seçilmiştir (Şekil-1). Bu profil üzerinde 2 ile 17 metre aralığında akım elektrodları açılımları için 8 noktada düşey elektrik sondajı yapılmış ve Şekil-2 deki görünür özdirenç değişimleri elde edilmiştir. Şekle göre N13 - N14 ve N16 - N17 noktaları arasında özdirenç değeri

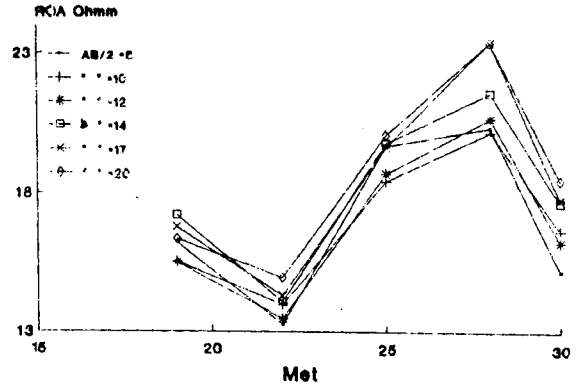
yüksek olan bir yapının olabileceği düşünülerek N2 profilinde 10, 12, 14, 17 ve 20 metrelik akım elektrod açıklıkları için ölçümler sürdürülmüştür. Şekil-3'de görüldüğü üzere, N1 profilinde N13-N14 noktaları arasında bulgular N2 profilinin N22-N23-N24 noktalarında da izlenmiştir. Daha açık bir biçimde belirtmek istersek, yüksek özdirençli yapının varlığı bu noktalarda da saptanmaktadır. Ancak N16-N17 noktalarında görülen yüksek özdirençli kesim N2 profilinde kaybolmuştur. N13, N14, N22, N23 ve N24 noktalarındaki yapının bu doğrultudaki uzanımını görebilmek için N3 profili seçilmiştir. N3 profili üzerinde ölçümlere devam edilmiş ve Şekil-4'deki özdirenç profili elde edilmiştir. N3 profili üzerinde de N32-N34 noktaları arasında özdirenç yüksek olan bir yapının varlığı belirgin olarak görülmektedir.



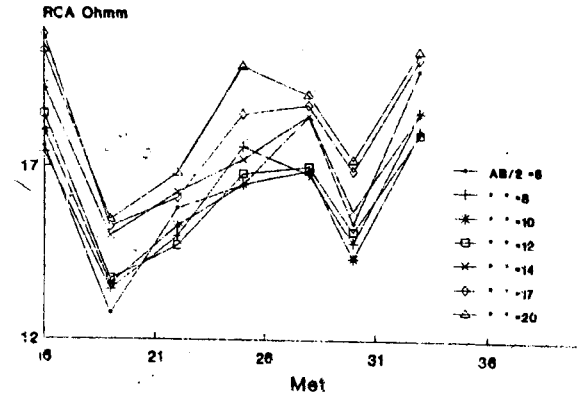
Şekil 2: N1 profili üzerindeki görünür özdirenç ölçümleri.
Figure 2: Apparent resistivity measurement over profile N1.



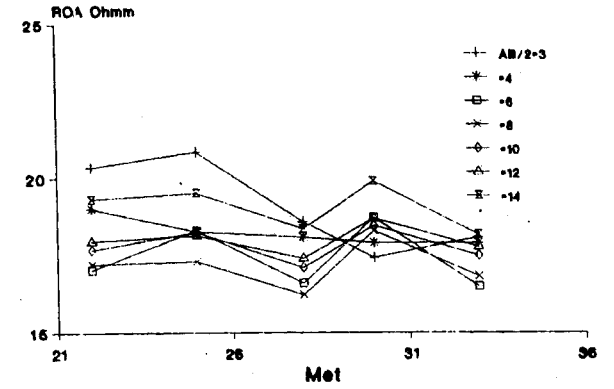
Şekil 3: N2 profili üzerindeki görünür özdirenç ölçümleri
Figure 3: Apparent resistivity measurements over profile N2.



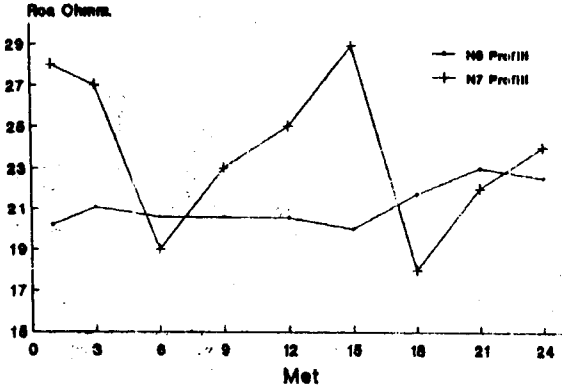
Şekil 4: N3 profili üzerindeki görünür özdirenç ölçümleri
Figure 4: Apparent resistivity measurements over profile N3.



Şekil 5: N4 profili üzerindeki görünür özdirenç ölçümleri
Figure 5: Apparent resistivity measurements over profile N4.



Şekil 6: N5 profili üzerindeki görünür özdirenç ölçümleri
Figure 6: Apparent resistivity measurements over profile N5.



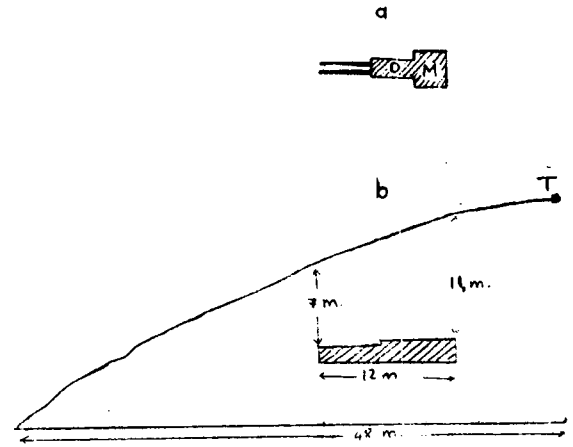
Şekil 7: N6 ve N7 profilleri üzerindeki görünür öz direnç ölçümleri.
Figure 7: Apparent resistivity measurements over profile N6-N7.

Yapılan araştırmanın temel amacı tümülüste bulunan mezar yerinin ve bunun ön kısmındaki dromos doğrultusunun saptanmasıdır. N1, N2 ve N3 profillerinde, öz direnç değerlerinin yüksek olduğu noktalar mezar yeri ve Dramos'un doğrultusu olarak saptanmıştır. Arkeolojik bilgilere göre Aytepe bölgesindeki tümülüste daha büyük bir mezar odası ve dromos beklenmektedir. Dromos boyunun ne kadar devam ettiğinin belirlenmesi için N4 ve N5 profillerinde ölçümler yapılmıştır. Şekil-6 ve Şekil-7 de ölçüm sonuçları verilmiştir. N4 profilinde N43 ve N44 noktalarında daha küçük değişimler, N5 profilinde ise çeşitli gürültüler içeren küçük öz direnç değerleri elde edilmiştir. Kazı çalışmalarından önce yapılan yorum bu kesimin dromos önünde bulunan duvarlar olduğu biçimindedir.

Arkeolojik yönden yapay olan bu tepe içerisinde büyük bir yapı varsayılmaktadır. Ancak, verilen doğrultuda N4 profiline kadar yapılan kazı çalışmaları sonucunda beklenen yapıya rastlanılmamıştır. Bu aşamada kazı çalışmalarına ara verilmesi istenmiş ve olası bir farklılığa araştırmak amacıyla Şekil-8 de verilen N6 ve N7 profilleri üzerinde akım elektrodunun 10 metrelik açılımları için ölçümler yapılmıştır. N6 profili üzerindeki tüm noktalarda elde edilen görünür öz direnç değerleri yaklaşık olarak aynı değerdedir. Diğer taraftan, N7 profili üzerinde elde edilen N74, N75 ve N76 noktalarında görünür öz direnç değerleri yüksek olarak ölçülmüştür. Bu sonuç N1, N2 ve N3 profillerinde mezar ve dromos şeklinde tanımladığımız yüksek öz dirençli kesimlerle ilgili olduğu izlenimini vermektedir. N7 üzerinde elde edilen bu anomali, yapının verilen doğrultuda bulunma olasılığını daha belirgin bir hale getirmiştir. Bu nedenle de kazı çalışmalarının verilen ilk plan doğrultusunda devam etmesine karar verilmiştir. Devam edilen kazı çalışmaları sonunda dromos önündeki duvarlar N3 profilinde anomalinin belirlendiği yerde ortaya çıkmıştır.

Yapılan öz direnç profil çalışmaları sonucu, yapının N1 profili üzerindeki N13-N14 ve N16-N17 noktaları arasında mezarın ve N2, N3 profilleri üzerinde de, yu-

karıda belirtilen noktalarda, dromosun yer aldığı saptanmıştır. Dromos doğrultusunun 45 ± 10 derece Kuzey-Batı olduğu yorumu yapılmış ve mezarın yüzeyden derinliği 10-12 metre, tepe noktasından 15 metre verilmiştir. Kazı çalışmalarından önce yapılan yorumlardaki tek yanlış, yukarıdaki paragrafta değinilen, N4 profili üzerinde elde edilen anomali olmuştur. Verilen doğrultuda yapılan kazı çalışmaları Jeofizik verilerin doğruluğunu kanıtlamıştır. Şekil-8 yapılan kazı çalışmaları sonucu ortaya çıkarılan, tepe içerisinde yer alan, mezarın geometrik konumunu göstermektedir.



Şekil 8: Kazı çalışmaları sonucu tümülüs içerisindeki mezar ve dromosun geometrik görünümü. (a) Mezarın üstten görünüşü (M-mezar odası, D-Dromos), (b) Mezarın dikey kesiti.

Figure 8: Geometric shape of grave and dromos inside the tumulus after the excavation. (a) Overview of grave (M-grave room, D-Dromos). (b) Cross-section of grave.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile kazı çalışmalarının planlanması jeofizik verilerle yapılmış ve gereksiz kazı çalışmalarından kaçınılmıştır. Kocaeli Üçtepeler Köyü içerisinde yer alan yörenin en büyük tümülüsündeki Roma dönemine ait olduğu belirlenen mezar yeri ve dromos doğrultusu Jeofizik veriler kullanılarak saptanmıştır. Yapılan kazı çalışmaları jeofizik verilerin ve yorumun doğruluğunu kanıtlamıştır.

Tümülüste bulunan mezar odasının boyutları 3.2 x 3.1 metre, dromos 1.1 x 3.8 metre, (dromos duvarlarından) taban derinliği 9 metre olup yapının toplam boyu 12 metredir. Jeofizik ile Arkeoloji bilimleri arasında yapılan ortak çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki değerlendirilmeleri yapmamıza neden olmuştur.

- 1- Kazı olayının ekonomik boyutunun önemli olduğu anlaşılmaktadır.
- 2- Her iki bilim dalı yeraltında gömülü Arkeolojik kaynakların ortaya çıkarılmasında birlikte uğraş vermelidirler. Bu çalışmalara katılacak Jeofizik

Mühendislerinin Arkeoloji konusunda bilgilendiril-

3- Çeşitli yapıların konumları saptanarak kazı çalışmalarının süreleri oldukça azaltılabilir.

KATKI BELİRLEME

Bu araştırmanın yapılmasını destekleyen Kocaeli Etnoğrafya Müze Müdürü Mehmet Turgut'a ve katkı koyan müze personeline teşekkürlerimizi belirtmek isteriz.

KAYNAKLAR

- Anderson L.A., 1964, A study in induced polarization. Geophysics v. 29. P. 848-864*
- Apparos, A. and Roy, A., 1971. Resistivity model experiments Geop- exploration. P. 195-205*
- Cagniard L. 1965, Polarization Provoquee Le center de recherches geophysiques-rapport*
- Coggon J.H., 1973, A comparison of IP electrode arrays Geophysic.: v.38, p. 737-761*

meleri gereklidir.

- Collett L.S. and Katsube T.J. 1973, Electrical parameters of rocks in developing Geophysical techniques Geophysics v. 38 p. 76-91*
- Drahor G.M., 1992, Ahmetli-Çiflikkırı Tümülüsü öz direnç araştırması 1991. XIV Uluslararası kazı araştırma ve arkeometri sempozyumu bildiri özetleri. P-84*
- Erdoğan A. 1983, Etkisel kutuplaştırma (IP) yönteminde akım-frekans etkileri. İst. Üni. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi. P. 129-145.*
- Gürbüz C., Uyar O., Tuncer K., Ponat E. ve çağlayan B. 1991, İzmit. Üçtepeliler Köyü büyük tümülüsünde yapılan jeofizik ölçümlerle tümülüs araştırması konusunda rapor.*
- Kumar, R. 1973, Resistivity type curves over outcropping vertical dyke 2. Geophysics prospecting v 21 p 615-625.*
- Pınar R. ve Akçığ Z. 1992, Kösemtuğ tümülüsünün Jeofizik yöntemlerle araştırılması. XIV uluslararası kazı araştırma ve arkeometri sempozyumu bildiri özetleri. P-85*
- Saydam, A.S. and Duckworth, K. 1978, Comparison of some electrode arrays for their IP and resistivity responses over a sheet like target. Geopexploration. P-267-289.*