

## 10 x 10 METRELİK BİRİM KAZI PETEĞİNDE, JEOFİZİĞİN ARKEOLOJİK KAZIYA KILAVUZLUĞU : HİTİT İMPARATORLUĞU DÖNEMİ, KÜLHÖYÜK, ANKARA

Guidance of the Geophysics to Archaeological  
Excavation in a 10 m x 10 m Square Unit:  
Hittite Empire Period, Külhöyük, Ankara

Ahmet ERCAN<sup>1,2</sup>, İlhan TEMİZSÖZ<sup>3</sup>

### ÖZET

Arkeojeolojik ve arkeojeofizik araştırmalar; yüzey biçimi, toprak ve kaya türleri, kökenleri ve yerli yabancı olmalarına göre eski yerleşim alanlarının yerini, yerleşim alanı boyutunu, uygarlık yaşını belirlemek için yapılır. Külhöyük İç Anadolu Bölgesinde Ankara - Haymana İlçesi Oyaca kasabasıdır. Bundan yaklaşık 5000 yıl öncesi Tunç, Eski Hitit (2 kat), Hitit İmparatorluk katlı alanları olan yaklaşık höyük boyutu 200 x 250 m, tepe yüksekliği 1000 m, yaklaşık taban yüksekliği 986 m, yükseklik farkı 14 metre olup boyuna kesilmiş yarım yumurta biçimlidir.

Külhöyük boyutu 10 x 10 m olan 910 tane arkeolojik kazı peteğinden oluşur. 1992 yılından beri bu peteklerden 16 tanesi 1 ile 2 metre derinliğe dek kazılmıştır. 1995 jeofizik çalışma aşamasında T ve U kuşaklarında 36, V15 de 1 olmak üzere 37 petekte, 48229 jeofizik ölçü noktasında ayrıntılı Elektromanyetik, Elektrik, VLF, Manyetik, Radar, Yapay Uçlaşma (IP), Doğal Uçlaşma (SP) ve

### ABSTRACT

Archeo-geological and archaeogeophysical studies are conducted to delimit expansion of ancient settlement and to estimate age and level of civilization. Külhöyük settlement is in the form a artificial hill, looking like a longitudinally cut egg which has 250 meters of long axis, in NS direction. Apex has a height of 1000 meters and bottom level is about 986 meters, introducing a 14 meters of height difference. Oldest settlement starts at the bottom with Bronze age, 5000 years ago, continues with Hattie and ends with Hittite Emperor periods at the top. Settlement initiated on local basement rock which is Cretaceous aged karstic limestone and carbonated conglomerate. Essential fill of the hill is dominantly clay, sand and pebble. Main purpose to utilize combined geology, hydrogeology and geophysical technics at Külhöyük, are to find out; thicknesses of cultural layers, depth of original topography before the first settlement, depth of, sedimentation, locations of ancient creek, or springs, architectural style, and

1 Yeraltı Aramacılık, Spor Cd. Acısu Sk. No. 9/2 Maçka 80680 Beşiktaş, İstanbul.  
Tel: 0212/227 77 19 - 20 Faks: 0212/ 259 45 80

2 İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ayazağa, İstanbul.

3 T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müze Müd., Anadolu Medeniyetleri Müzesi, ANKARA

Radyometrik yöntemlerle 88000 m<sup>2</sup> lik tüm höyük alanında seyrek (elektrik delgi, radar, sismik, radyometri, manyetik) ölçümler alınmıştır.

Duvarlar üzerinde VLF akım yoğunluğu, elektrik özdirenç yüksek değer, EM gerçel bileşen artı değer vermiştir. Jeoelektrik ölçümlerine göre 4 jeofizik özdirenç katının 4 ayrı uygarlık katına denk geldiği ve ilk yerleşim yüksekliğinin 990 m olduğu kestirilmiştir.

Yeraltının çeşitli derinliklerinde çıkarılan yatay ve düşey kesitlerine göre, kazı öncesi yönlendirme ve yerleşim katlarını bulmada jeofizik araştırmalar, arkeolojiye kazı zamanını ve giderini azaltma yönünde yararlı olmuştur.

walls and rooms, location of surrounding city walls, potters, hidden tunnel passages, gaps and clay fills, brick stove and rock quarry, metallic object, bones and graveyards and discrimination of different cultural levels. Külhöyük consists of 910 excavation cells each of which has a dimension of 10 by 10 meters. Since 1992, 16 of them has already opened up to depth of 1 or 2 meters. In the 1995 project period, combined geophysical technics, namely electromagnetics, D.C. Electrical Resistivity, VLF, Magnetics, Radar, Induced Polarization, Natural Polarization (SP), and Radiometry were run in 8.000 m<sup>2</sup> area. In addition, geological and hydrogeological surveying were run in 10 by 10 kms regional and 2x2 kms local area.

## GİRİŞ

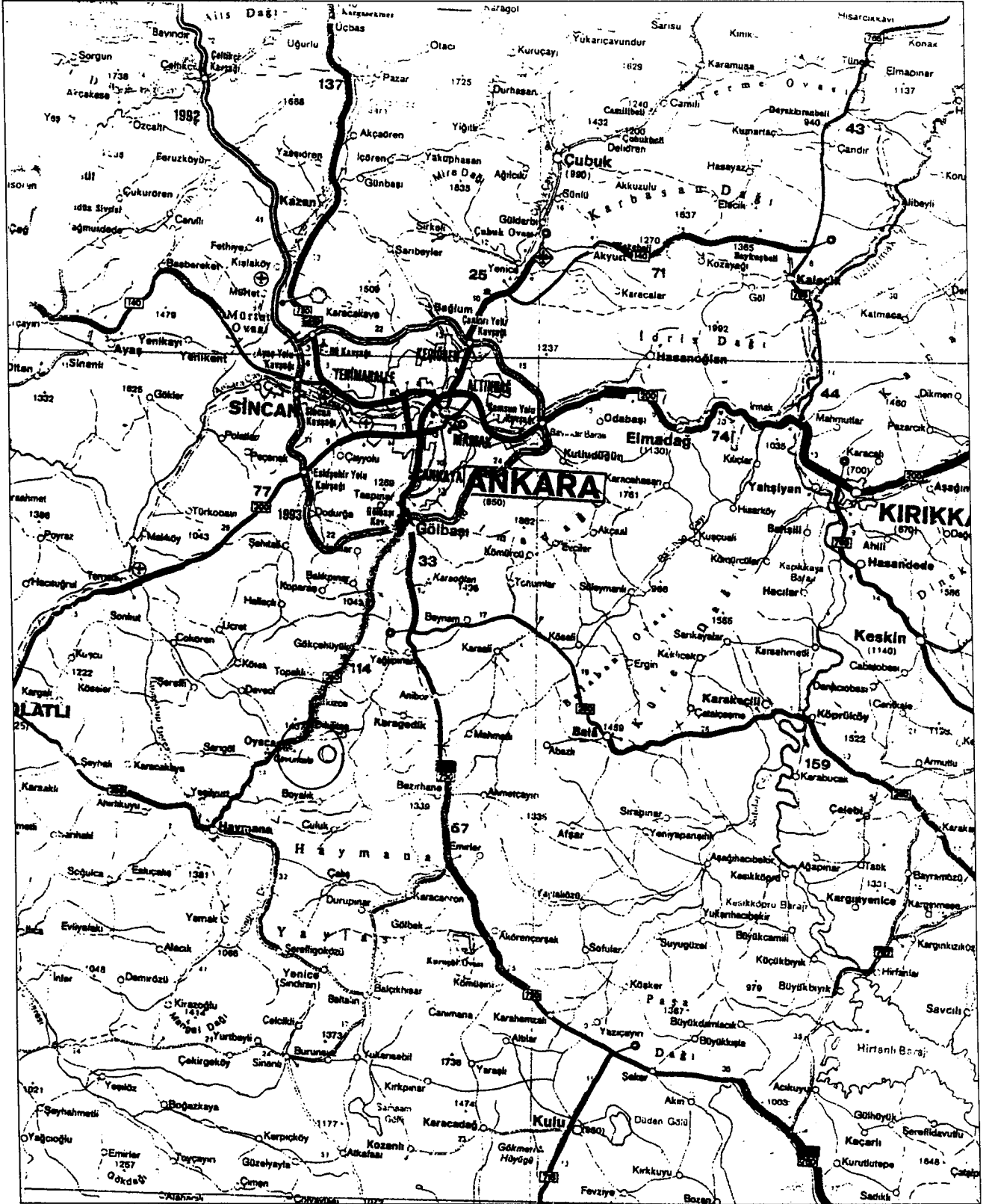
Külhöyük İç Anadolu Bölgesinde, Ankara Haymana ilçesi, Oyaca Kasabası sınırları içindedir. Ankaraya uzaklığı 55 km dir. Külhöyüğün Oyaca'ya uzaklığı 4 km, Ankara yoluna 2 km dir. KD'daki Dikilitaş köyüne 6 km uzaktadır. T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün 17 Nisan 1992 gün ve 2358 sayılı kazı iznine dayanarak Anadolu Medeniyetleri Müzesi Müdürlüğü Ankara ili, Haymana ilçesi, Oyaca kasabası Külhöyük'te ilk kurtarma kazısını 15 Temmuz - 31 Ağustos 1992 tarihleri arasında başlatmıştır. Bundan yaklaşık 5000 yıl öncesi Tunç, Eski Hitit (2 kat), Hitit İmparatorluk katlı kalıntıları olan yaklaşık höyük boyutu 200x250 m, tepe yüksekliği 1000 m, yaklaşık taban yüksekliği 986 m, yükseklik farkı 11 metre olup boyuna kesilmiş yarım yumurta biçimlidir (Şekil 1 ve 2). Uzun eksenini K45°B kısa eksenini K45°D dur. Höyüğün üstüne oturduğu kaya birim erime boşluklu kireçtaşı ve karbonat katkılı konglomeradır. Tepenin ana dolgusu kil, kum, çakıl olup, yer yer 0.5 ile 1.5 metrelik siyah yanık ve kül izleri vardır. Höyük içinde kullanılan yapıtaşları, o çevrenin kayalarından elde edilmiş 20 ile 40 cm boylu kireçtaşları, yeşil, kırmızı andezit, erime boşluklu kireçtaşıdır.

## JEOFİZİK ARAŞTIRMALARIN İLKESİ VE AMACI

Arkeojeofizik araştırmada kullanılacak jeofizik yöntemin türü ve uygulama biçimi; kalıntının yaş ve kökeninden kaynaklanan mimari yapıya, geçirdiği evrime, yeraltında duruşuna, fiziksel özelliğine, içinde bulunduğu jeolojik birime, iklime ve yüzey biçimine, kalıntı boyut, derinlik ve karmaşıklığına bağlı olarak değişir (Ercan 1991). Külhöyükte kazı, Kültür Bakanlığı Ankara Müzesince sürdürülmektedir. Jeofizik araştırmalar, arkeologlara kazı işlerinde ve uzun süreli iş tasarlamasında yönlendirme ve kılavuzluk amacıyla yapılmıştır. Başlangıçta Külhöyükteki jeofizik araştırmalar V15, U18, V18, V19 peteklerinin ayrıntılı çalışılması ve kültür (uygarlık-ekin) katı kalınlığının belirlenmesi ve güneydeki düzlüğün eskiden göl olup olmadığını araştırması ile sınırlandırılmıştır.

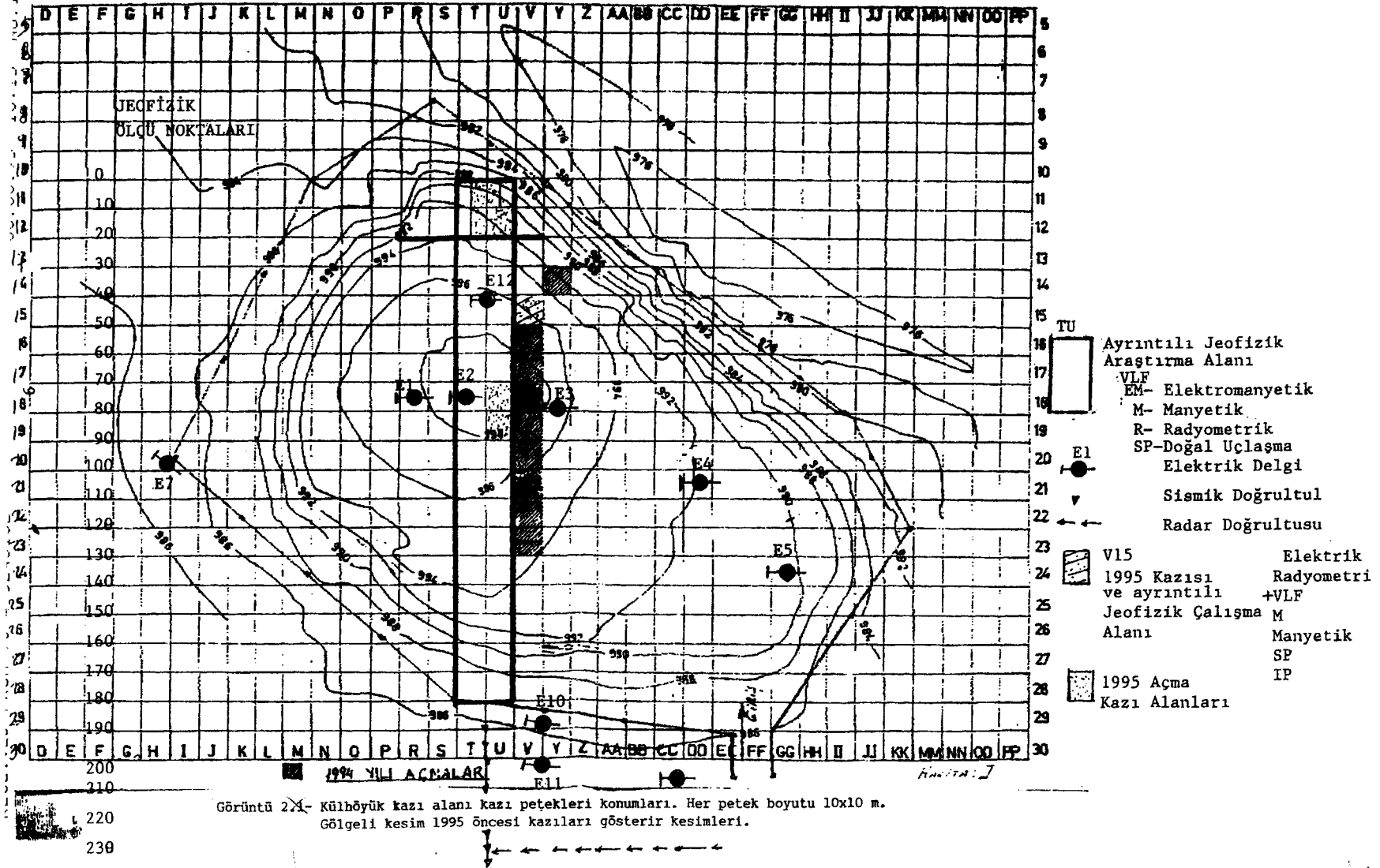
## JEOFİZİK ARAMALAR

Arkeojeofizik araştırmalar; gömülü kalıntıların yerlerini, derinliklerini, biçimlerini ve uygarlık yaşını belirlemek için yapılır. Külhöyük'te jeofizik ve hidrojeolojik araştırmalar YERALTI ARAMACILIK Bilimsel Araştırma Kuruluşu labratuvar olanaklarını kullanarak sürdürülmüştür. Dünyada ilk kez tüm jeofizik yöntemle-



Şekil 1. Külhöyük çalışma alanı bulduru haritası, Oyaca, Ankara.

Figure 1. Archaeogeophysics study area location map of Külhöyük, Oyaca, Ankara, Turkey.



Şekil 2. Külhöyük kazı alanı kazı petekleri konumları. Her petek boyutu 10x10 m. Gölgeli kısım 1995 öncesi kazıları gösterir kesimleri.

Figure 2. Excavation mash of Külhöyük study area. Each cell has a 10 by 10 dimension. Shaded area show the excavated sites completed before 1995.

rin bu ayrıntıda kullanıldığı yer Külhöyüktür. Kullanılan jeofizik yöntemler; **1. Yeraltı Radarı**, **2. Elektromanyetik** (Slingram-VC L, VLF), **3. Elektrik** (AC-DC), **4. Manyetik** (T-Toplam), **5- Radyometrik** (Spectrometre), **6- Sismik** (Kırılma-Yansıma), **7-IP** (Yapay Uçlaşma), **8-SP** (Doğal Uçlaşma), **9. VLF**, yöntemleridir. Değişimi incelenen değiştirgenler;  $\epsilon$ - permittivite,  $\sigma$ - iletkenlik,  $\rho$ -özdirenç,  $k$ - miknatislanma duyarlılığı,  $r$ - radyasyon,  $v$ - sismik hız,  $i$ - yükün (ion) yoğunluğu olmuştur. Ayrıca, arkeohidrojeolojik çalışmalar 2000 x 2000 m'lik geniş alanda sürdürülmüştür. 1995 çalışmaları, boyu 180 m, eni 20 m olan T ve U kuşaklarında 1'er metre aralarla bir, iki ve üç boyutlu olarak çalışılmıştır (Şekil 2 ve 3).

### Önceki Kazılar

İki yıllık kazı süresinde her biri yaklaşık iki aydan toplam 4 aylık etkin bir kazı yapılmıştır. Kazı yaklaşık KG doğrultusunda tepenin üst doğu yamacında ve KD yamacında sürdürülmüştür. Kazılmayan kesimde, yeraltı yapılarının yüzeysel izleri sıra taşlar ile ipucu verirler. Ayrıca höyüğün GB yamacında taşlarla örülü eni 100-200 cm, yüksekliği 120-150 cm olan iç-dış bağlantı ini yeraltı. İnin görünür boyu 20 metre dolayında olup yaklaşık KG doğrultusunda uzanır.

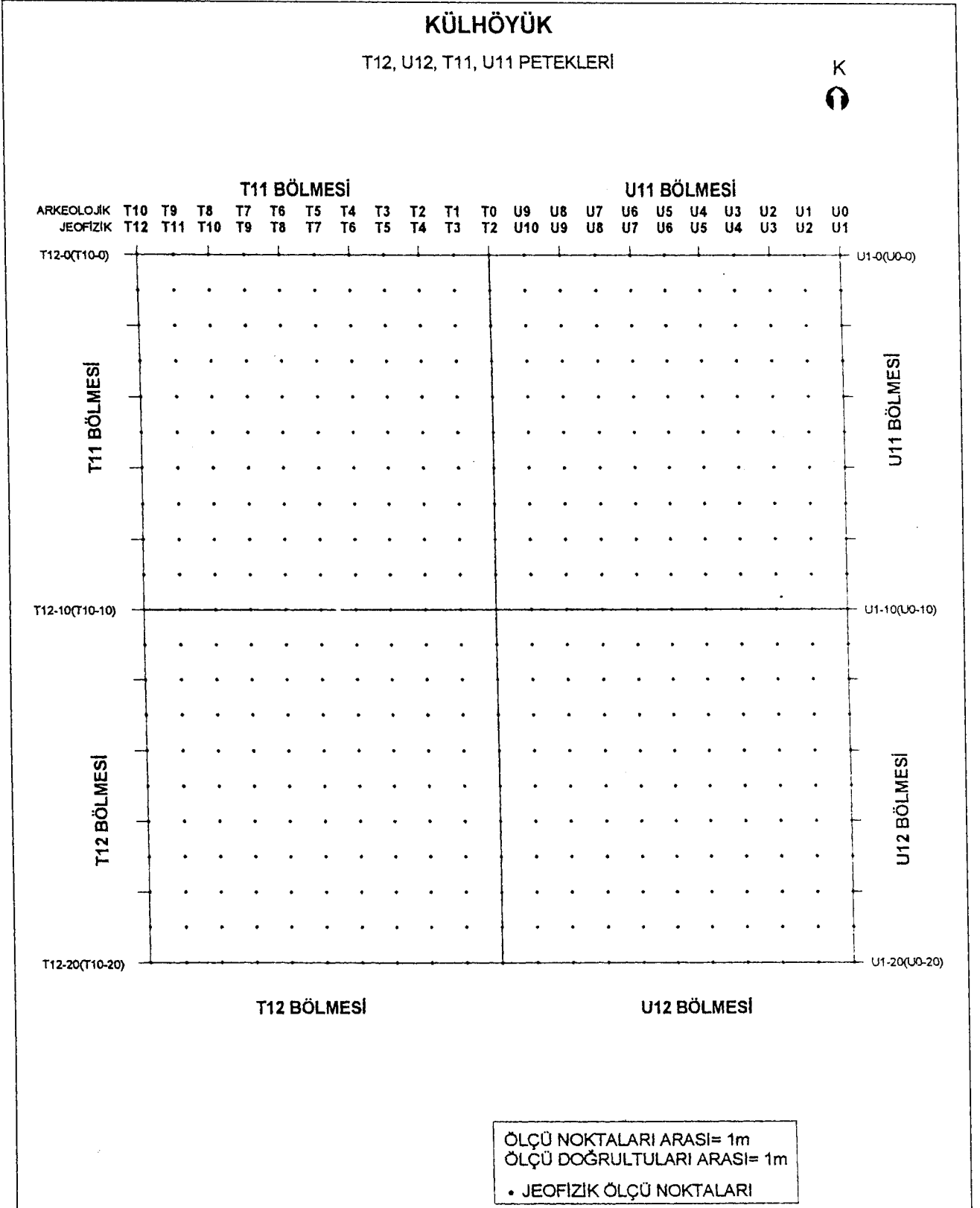
1993 Anadolu Medeniyetleri Müzesinde (AMM) V18-V21,V23 peteklerinde sürdürülmüş çarpık geometrili bir-iki katlı yapının temelleri ve 0.4-1.2 m genişliğinde kuru örgü duvarlar kapı ve pencere araları ve iki katlı bir yapı, yanmış kerpiç ve odun parçaları, fırın, bronz, çuvaldız, küp, çömlek, testi, kase bulunmuştur. Kazı 2.20 m-4.3 m derinlikte bitirilmiştir. Buradan MÖ 2000 nin ilk yarısında (Eski Hitit) höyüğün yoğun yerleşim gördüğü belirlenmiştir (Temizsoy 1994).

Anadolu Medeniyetleri Müzesince 1994'de yapılan kazılar V16, V22, V17, V20, V23, V21, V18, V14 peteklerinde sürdürülmüştür. 16.6.1994 günü başlayıp 29.7.1994 günü tamamlanan çalışmalar sonucunda; höyüğün en yüksek noktasında olan ve 1993 yılında açığa çıkarılan anıtsal duvarların V17 ve V19 açmalarında kuzey ve güney sınırları belirlenmiş, V19 açmasındaki kerpiçli duvarın V18 ve V17 deki uzantıları ile birlikte oluşturduğu anıtsal mimarinin yapı tekniği açısından Hitit İmparatorluk Çağı yapılarına benzediği anlaşılmıştır. V14 açmasında Hitit İmparatorluk Çağının başlarına ta-

rihlenebilecek bir hiyoglif yazıtın bulunması Höyüğün bu çağda yerleşim gördüğünü desteklemektedir. Ancak ele geçen mimaride, Hitit İmparatorluk Çağındaki bu tür duvarların kerpiç altına yerleştirilen ağaç hatıllar bulunmamaktadır. Açığa çıkarılan bu anıtsal mimari birleşiminde ağaç hatılların herhangi bir izine rastlanmaması bu yapının kesin tarihlenmesini zorlaştırmaktadır. Tepeden güneye ve kuzeye doğru höyüğün alçalan kısımlarında açığa çıkartılan mimari genellikle tek sıra temel taşı niteliğinde olduğundan, temel üzerinde yapı tekniği ve gereğine özgü bilgiler sınırlıdır. Mimari olarak bulunan vermeyen V16 açmasının kuzey bölümünde yoğun bir biçimde ESKİ TUNÇ seramiğinin çıkması ve sözkonusu açmanın höyük yüksekliğine oranla yüzeye yakın ESKİ TUNÇ buluntuları vermesi çok katlı bir Eski Tunç Devri yerleşmesi olduğunu ya da bir teraslama düzeninin olabileceği izlenimini vermektedir (Akurgal 1985). Ayrıca V21 açmasında yapılan 5x5 m. boyutlarındaki derinleşme çalışmalarında da çok sayıda ESKİ TUNÇ seramiği ile karşılaşmıştır. Höyüğün çevresinde görülen büyük taşlar sur taşı olabilir. Söz konusu taşların topoğrafik haritada belirlenmiş olan 1000.00 m koduna göre yaklaşık olarak 992.62 kod düzeyinde yer aldıkları belirlenmiştir. Bu belirlemeden sonra Y14 peteğinde kazı çalışması yapılmış ve bu açmada düzensiz olmasına karşın sur kanısı veren mimariye rastlanmıştır. Y14'de 992 m. kodu altında eski Hitit, Eski Tunç ve yer yer Hitit İmparatorluk çağına özgü bulgular edinilmiştir. Diğer peteklerde fincan, geniş ağızlı kaseler, çif kulplu çanak, testi, kulplu küp, çaydanlık, ince tabaklar, boncuklar, taş balta, pişmiş topraktan idol, taş kesici aletler, ile madenden yapılmış olarak; bronz bıçak, iğne, fibula, bilezik bulunmuştur (Temizsoy 1994).

### Kazı Alanının Güncel Durumu

Höyüğün yamaç eğimleri KD'da %80, GB'da %40, KB'da %53, GD'da %25 dir. Haziran 1995 mevsiminde toprak iyice kurudur. Yüzeyden bakıldığında üzerinde yer yer 20 ile 80 cm boyutunda kayalar dağınık olarak kil kum içinde adacıklar biçiminde görülür. Höyük üzeri otlak ve çimenlerle kaplıdır. Ağaç yoktur. Höyük çevresi ekin alanı olarak kullanılmaktadır. Höyük sınırları 1-1.20 m boylu dikenli tel ile çevrelidir. Önceki kazıdan çıkan taşlar yığın olarak odaların biraz üstünde



Şekil 3. Külhöyük, örnek T12, U12, T11, U11 petekleri ve ölçü noktalarının ölçülmesi.

Figure 3. Typical geophysical stations distributed on a neighbouring T12, U12, T11, U11 cells.

yer alır. Höyük tepe noktasının 100-150 metre kuzeyinde bir kır çeşmesi yer almaktadır. Höyüğe geliş GD'dan olup, GB'ında K45°D doğrultulu az eğimli bir çukurluk yer alır. Bugüne dek yapılan kazılarda bulunanlar; yer yer bronzdan kil ve taşdan yapılmış el ve süs eşyalarıdır. Bu yapıtlar Ankara müzesine taşınmıştır. Üzeri korunmaya alınmış duvarlar sağlam kalırken, kendi durumuna bırakılanlar gerek doğa koşulları ve gerekse insanlarca yer yer yıkılmışlardır.

### Jeofizikten Beklenenler

Bu çalışmanın özü; 10x10 m boyutunda olan V 15 kazı peteğinin, kazı öncesinde yeraltı yapısının bilinmesidir. Komşu kıyı peteklerinde karşılaşılan kalıntıların V 15'teki devamı, duvar ve odaların yerleri ve uzanımları aranmaktadır. 1994 kazısının kuzey ucundaki alanın, olasılıkla doğu karesinde (16-Y) biriktirme odası (depo) beklenmektedir. Burada söz konusu depo var mıdır, biçimi nasıldır, sorularının yanıtlarıdır.

### Kazı Petekleri

Arkeolojik kazı izlencesi uyarınca kazı, petekler (oda, bölüntü, bölüm) biçiminde sürdürülmektedir. Her peteğin DB eni 10 m, KG boyu 10 m'dir. Külhöyük'ün tümünün kazı alanı olduğu gözönünde bulundurulursa, kazı alanı birçok petekten oluşacaktır. O nedenle, Ankara Müzesince tüm çalışma alanı KG doğrultusunda 5'den başlayıp 30'a dek 26 enlem ve DB doğrultusunda D'den başlayıp Z'ye AA'dan başlayıp PP' ye dek (20+15=35) boylama bölünmüştür. Böylece ortaya 910 tane kazı peteği çıkmıştır. Bu petekler, yıllar içine bölünen izlen ve ilgi sırasına göre çoğunlukla geliş güzelikten sakınılarak kazılmaktadır. Her kazı peteği sınırında diğer komşu petekle arasında 1 metre kalacak biçimde koruma ve yürüme yolu bırakılır. Her petek kazısından sonra, buluntular düzenlenmekte, çıkan yapının el ile resmi çekilmekte ve fotoğraflandırılmaktadır. Petekte kazı derinliği uygarlık tabanına erişinceye değin sürdürülmektedir. Külhöyük alanında uygarlık derinliği, genellikle sıkıştırılmış kil tabandır. Çoğunlukla bu taban beyaz rengi ya da pişmiş ya da yangın görmüşse kızıl rengi ile tanınmaktadır. Kazı sırasında çıkan taşlar oynatılmamakta, oynayan çıkarılarak uzaklaştırılmaktadır.

Seramik parçaları çıktığı peteğe göre sıralanmakta, yıkanarak birleştirme işlemi yapılmaktadır. Kazılan yer korunacaksa, püskürtme beton ile tutturulmakta ya da üzerine naylon sererek dış etkilere karşı direnci artırılmaktadır. Kazı alanı için tutanak sorumlu arkeologca yazılır, bulguların yorumu ayrıca bir yazanak biçimine dönüştürülür. Tüm bu işlemler bitirildikten sonra, üst kattaki kalıntılar kaldırılarak, alt kat kazısı yapılır.

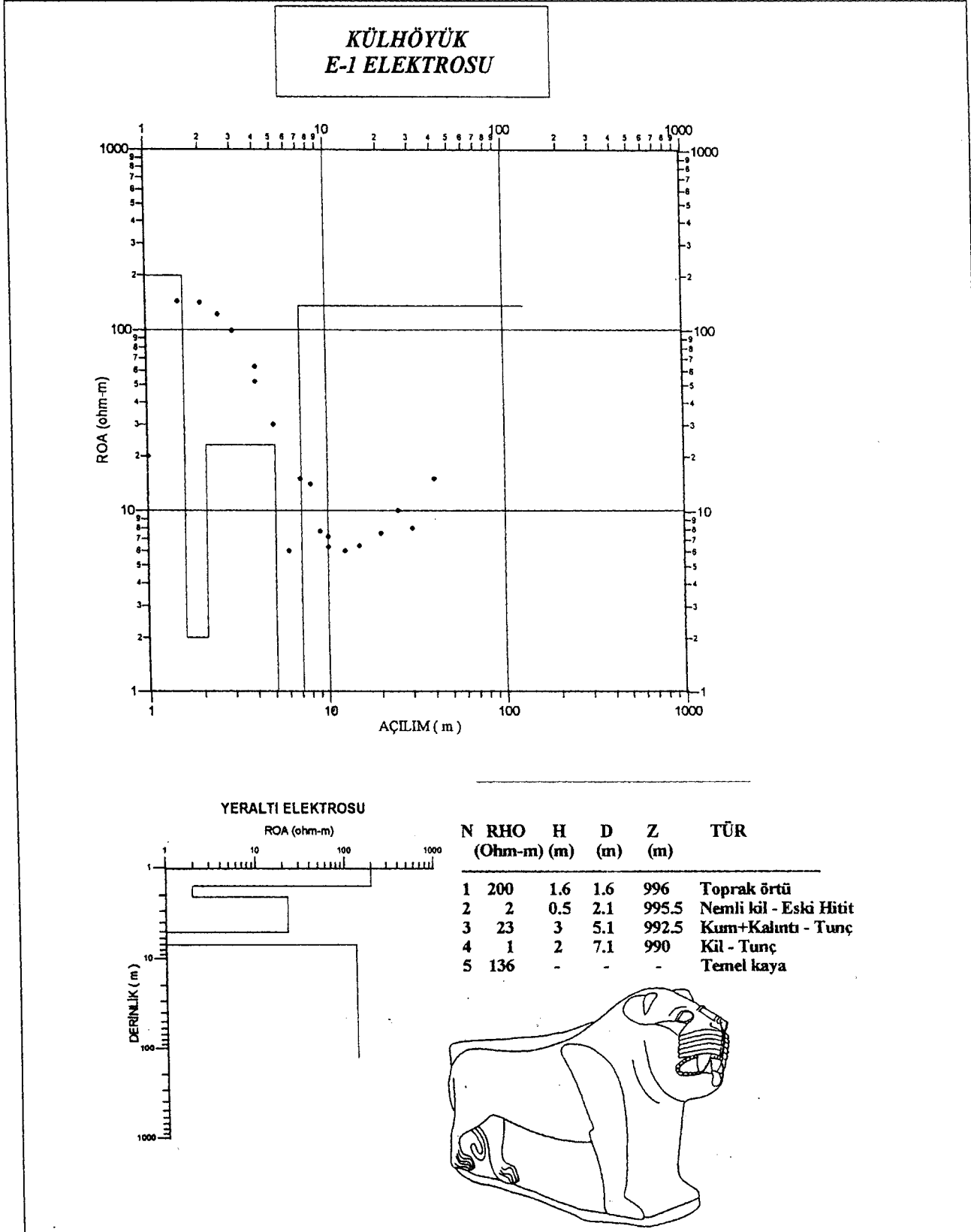
1994 izlencesi içinde Y14, Y16, 17, 18, 19 20, 21, 22, 23 petekleri kazılmıştır. 1995 izlencesinde ise jeofizik ölçüler kılavuzluğunda V15 ve izlençe dışı olarak U11, 12, T11 ve 12 petekleri kısmen ya da tümüyle açılmıştır. Ayrıca, tepe üzerinde U18, U19 petekleri kazılmıştır.

### Uygarlık Katları Kalınlıkları

1995 yılı jeofizik deneme çalışmaları fiziksel özelliklere göre, ilk yerleşim tabanından bu günkü höyük yüzeyine dek 4 ayrı kat ayırt etmiştir. En alt kat olasılıkla Tunç evresi olup, ortalama taban yüksekliği 990 m. kalınlığı 1.5 ile 3 metredir. Bu sürede yerleşim genellikle höyüğün batı yarısında gelişmiştir (Şekil 4). Kalıntıların, genellikle kil ve toprak kökenli olması beklenir.

Eski Hitit 1 evresi (Hatti) uygarlık kalıntısı kalınlığı batı yarıda 1.4 ile 3 metre, doğu yarıda 3.7 ile 5 metre dolayında, taban yüksekliği batı yarıda 993 m. doğu yarıda 996 m. dolayındadır. Bu evredeki kalıntılar dirençli olup, sıkıştırılmış, pişmiş toprak ve taşdan oluştuğu işareti elde edilmiştir. Bu kata inmek için kazılması gereken derinlik 0.9 ile 4.3 dolayındadır. Bu düzeyin üzerinde kalınlığı 0.5 ile 1 metre olan Eski Hitit 2'nci katı evresi (Hatti) yer alır. Genellikle batı yarıda gelişmiş olup doğuya doğru incelenerek yitmekte, ya da tarla sürmeleri ile yok edilmiş durumdadır. Bunun üzerinde Hitit imparatorluk katı, sanki taş gibi oturmaktadır, tepe noktası altında kalınlığı 3.9, define aranan yerde 1.5 metre dolayındadır.

Bilindiği gibi jeofizik kat: fiziksel özellikleri ayrı olan katmanlardır. Arkeolojik kat ise: uygarlık evresi ya da yaşları ayrı olan katlardır. Bizim bu betimlemede sözü ettiğimiz katlar aslında jeofizik katlardır. Ancak bu jeofizik katlar arasındaki direnç ayrılıkları, bu katların iletken olanlarında kil ve toprağın egemen, dirençli



Şekil 4. Külhöyük, E-1 elektrik dalgisi ve ayırd edilen uygarlık katları.

Figure 4. Cultural layers recognized from E1 electrical sounding at Külhöyük



olanlarında ise taş yapıların egemen olduğunu işaret eder. O nedenle, bu jeofizik katların Tunç, Eski Hitit, Hitit İmparatorluğu gibi yorumları sadece jeofiziğin arkeolojik yakıştırmasıdır. Aslında buradaki sözü edilen jeofizik katlar, arkeolojik kazıdan sonra belirlenecek uygarlık yaşına göre doğru olarak adlandırılacaktır.

### V-15 PETEĞİ JEOFİZİK BULGULARI

Külhöyükte V-15 Peteği höyüğün tepesinde, kuzey yamacı üzerinde 10x10 boyutundadır. Kuzeyinde V14 yamacı, KD'sında Y14 sur arama kazısı, Y-15 tepe bölümü güneyinde 1992 V16 açması, batısında 1993 U-15 açması yer alır. Jeofizik ölçeklemeye göre KG doğrultusunda KB ve KD su 30 uncu nokta, GB ve GD su 40 cı noktadır. V-15 alanı jeofizik ölçümler ve kazı öncesi temizlenmiş ve düzlenmiş olup, otlar atılmış, üst toprak kürülmüş, köklü taşlar bırakılmıştır. Köklü taşların yerleri (Şekil 5) de verilmektedir. Kazı çalışmaları 15.7.1995 günü jeofizik çalışmalar bitimi ile başlamıştır.

Jeofizik ölçümler ve arkeolojik kazı başlangıcı için V-15 alanı doğudan batıya doğru birer metre (V40, V39, V38, ..... V30), ve kuzeyden güneye doğru birer metre (0,1,2,3,....9) aralarla örneklenmiştir. Jeofizik ölçüler önce KG (kuzeyden güneye doğru) doğrultusunda, sonra DB (doğudan batıya doğru) doğrultular boyunca olmak üzere iki boyutlu olarak alınmıştır. KG ve DB ölçümleri için başlangıç noktası olarak KB köşe (V30; 0) noktası alınmıştır. Bu bölme içinde VLF, Elektromanyetik (EM), Elektrik (E), Doğal Uçlaşma (SP), Yapay Uçlaşma (IP), Manyetik (M), Radyometrik (R) ölçüler alınmıştır (Şekil 6).

### Elektrik Özdirenç Ölçümleri

BISON Earth Resistivity meter aygıtı kullanılarak  $f=0.5$  ve  $f=5$  Hz'de krom-nikel elektrodlar kullanılarak yerden 10 mA durağan akım geçirilerek alınmıştır. Dizilim türü olarak Yarım Schlumberger dizilimi kullanılmış, sonsuz uç 40 metre kuzeyde tel çit sınırında çakılmıştır. Dizilim boyu  $oc_1=r=3$  m,  $P_1P_2=b=1$  metre tutulmuştur. Böyle bir dizilim ve yer özdirencine göre bakılan derinlik 0 ile 100 cm dolayındadır.

Dizilim katsayısı,

$$D=2\pi r^2/b=56.5 \text{ bulunmuş bu değer,}$$

$$R=\Delta V/I$$

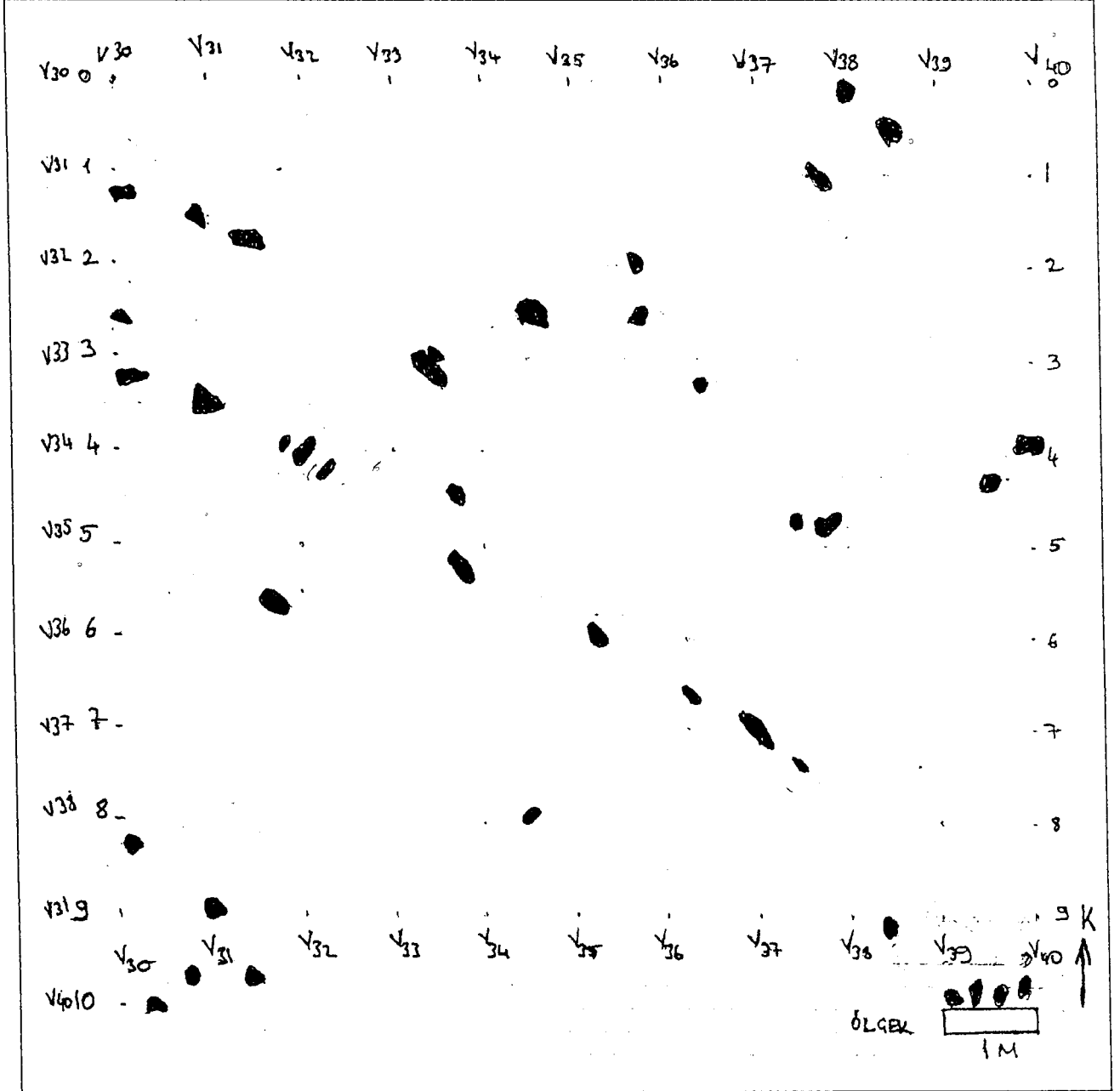
$$ROA=D.R$$

dönüşüm bağıntısında kullanılarak ölçülen yerdirenci (R), görünür özdirence (ROA) çevrilmiştir. Petek içinde, ROA değerleri 4 ohm-m ile 100 ohm-m arasında ölçülmüştür. Çoğunlukla frekans arttıkça elektrik özdirenç değeri düşmektedir. Külhöyük'te elektrik özdirencin çeşitli değerleri ayrı ayrı yersel birimleri simgeler.

Tür	Elektrik Özdirenç
Nemli killi-Kum	4-8 Ohm-m
Az Nemli Killi Kum	7-20 Ohm-m
Kumlu kil-pişmiş kil	15-30 Ohm-m
Çakıllı- Taşlı Toprak	25-60 Ohm-m
Toprak -Dolgulu Taş Yığını Kalıntı	50-100 Ohm-m

Buna göre kil, toprak dolgulu yerler küçük özdirenç, sıkışmış toprak-dolgulu taş yığını ya da kalıntıların bulunduğu yerler yüksek görünür özdirençle simgelenmiştir. Taş ya da kaya oranı arttıkça özdirenç yükselmekte, kil oranı arttıkça düşmektedir. O nedenle gömülü duvarlar ya da taş yığınları, fırın ve ocaklar üzerinde yüksek, kil-toprak ile dolu oda ya da boşluklarda düşük özdirenç değeri elde edilmiştir.

Elektrik kat haritasının yorumundan, izleyen eksenler boyunca taş yığılı kalıntı varlıkları olabileceği kanısı uyanmıştır (Şekil 6): a-) V31/2 den V31/7.5'a, V33/5.5 den V33/7'e, 6/V30'dan- 6/V33.5'a V30/7'den V30/9'a bu uzantılar içinde önemli kütleli kalıntı V31/3 ile V31/7.5 arasında yer alabilir. b-) V37/0-V37/1 den V35/3 ve V35/5.5'a bu aralığı içinde kütleli kalıntı V35/3-V36/3 ile V35/4, V36/4 arasında gözlenmiştir. c-) V39/4 den V39/6.5'a benzer biçimde bu aralıkta kütleli kalıntı V39/4.5 ile V39/6 arasında gözlenmiştir. Kalıntıların olası derinliği 30 cm ile 100 cm arasındadır.



Şekil 5. Külhöyük V15 peteği kazı öncesi süpürülen bölümün yüzeydeki taş izleri. 10.07.1995 1 nci aşama kazı öncesi.  
Figure 5. Distribution of original stone outcrops on V 15 cell before initiation of excavation (10.07.1995).

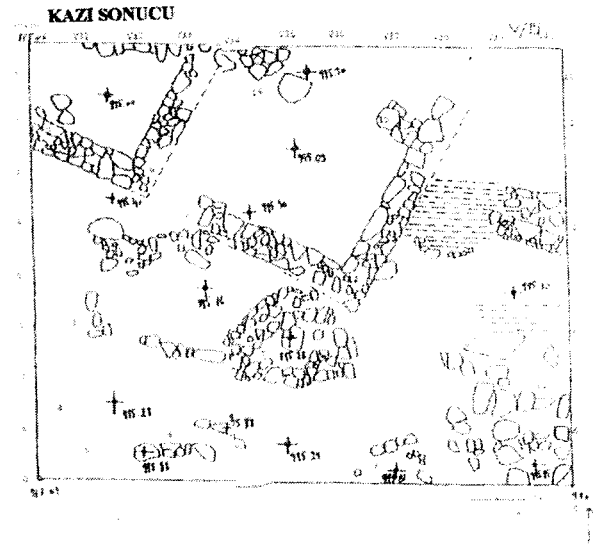
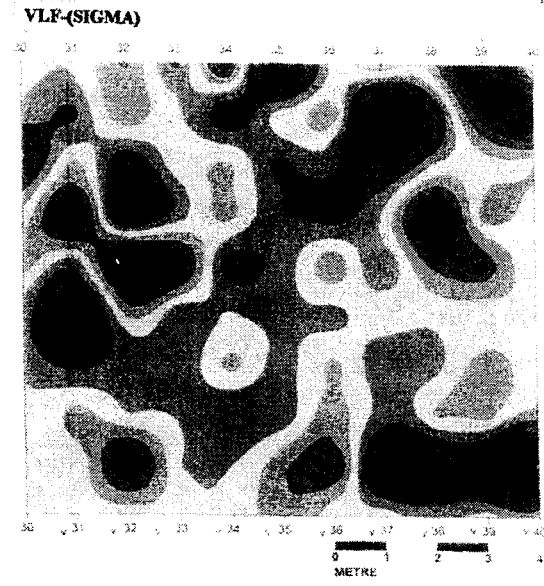
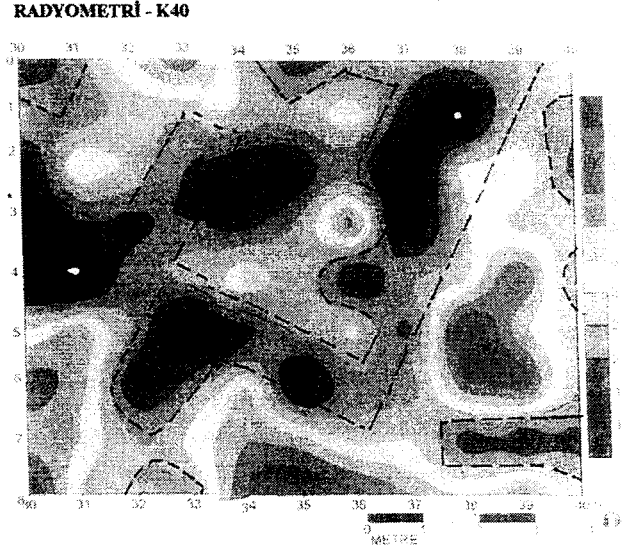
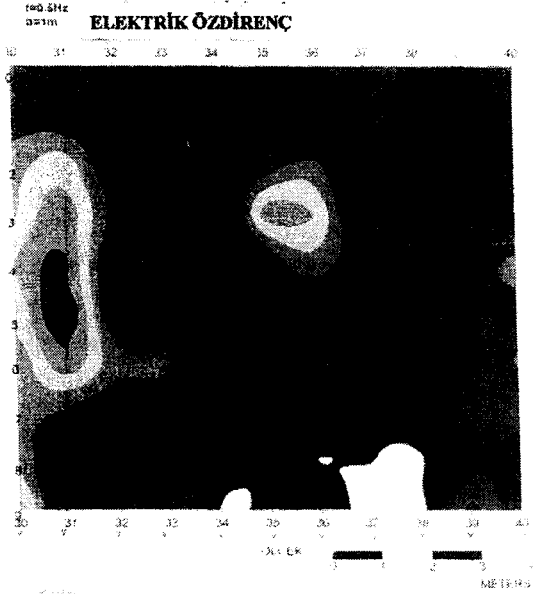
#### Yapay Uçlaşma (IP) Ölçümleri

Bison spektral IP aygıtı ile 0.5 ve 5 Hz frekanslarında KG doğrultusunda, Yarım Schlumberger dizilimi kullanılarak, 1'er metre aralarla, her doğrultu boyunca 10'ar taneden 100 noktada ölçü alınmıştır. Ortalama

%FE değeri +4'dür. Çok iletken kesimlerde eksi %FE'nin -60, -400'e dek yükseldiği gözlenmiştir. Petek içinde olağan eksi IP değeri -4 dolayında iken yer yer -10'a dek yükselir. Çoğunlukla taş örülü duvarlar üzerinde eksi % FE değeri ile karşılaşılmıştır. Bunlardan en il-

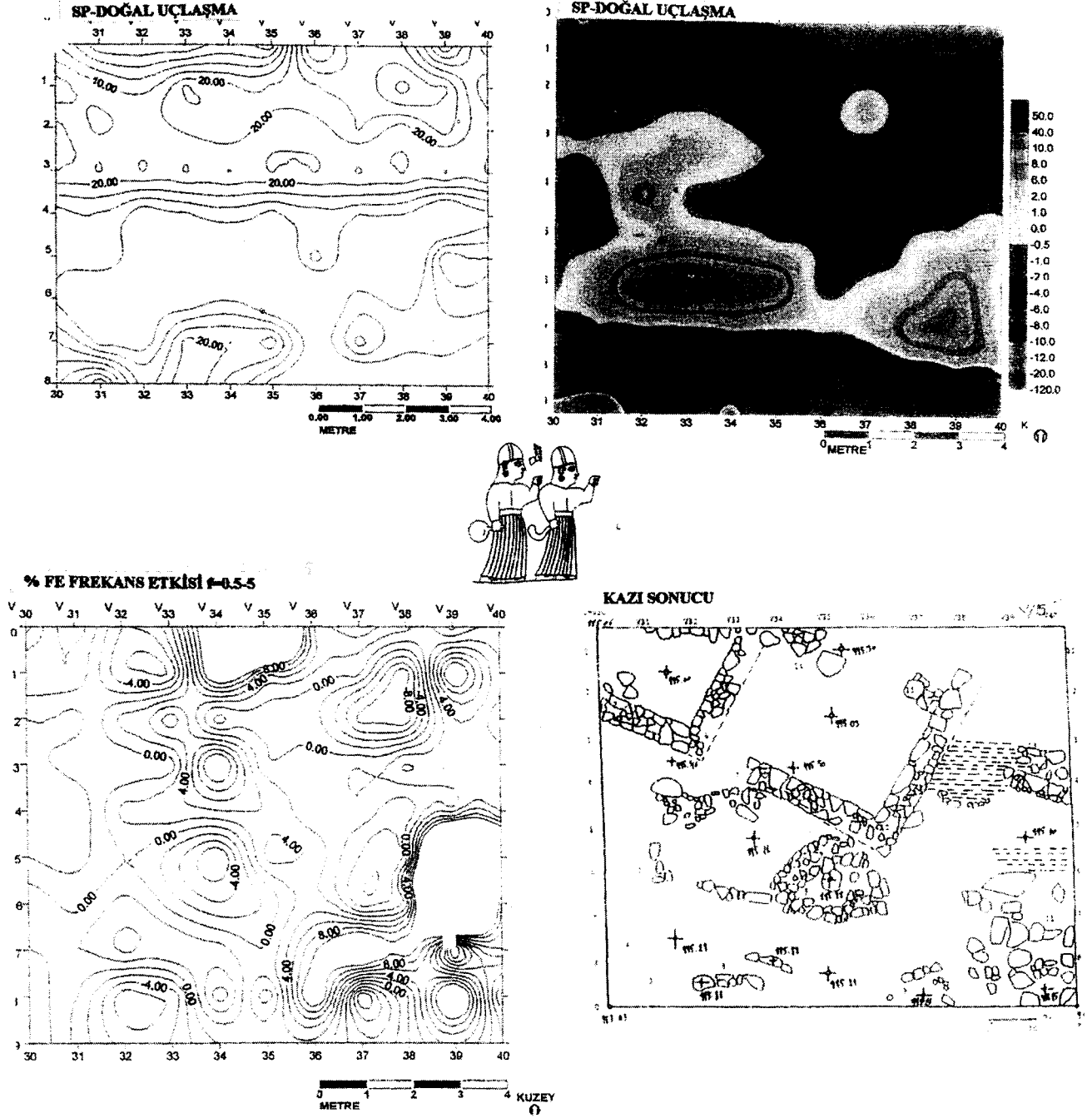
ginci kazı sırasında içinde pişmiş kil bulunan ocak/fırınların hemen hepsinin üzerinde eksi IP kapanım belirtile-

rinin oluşmuş olmasıdır. (Şekil 7). Buna göre IP taş yığınları ve ocak yerlerini çok iyi gösterdiği söylenebilir.



Şekil 6. Külhüyük V15 elektrik görünür öz direnç kat haritası. Sch. / 2,  $r = 3$ ,  $b = 1$ , yaklaşık derinlik 0 - 1 metre. Sarı ve kırmızılar dirençli kesimler (Sol Üst). VLF akım yoğunluğu haritası. DB,  $f = 18.3$  Hz.  $dx = 1$  m (Sol alt). Külhüyük V15 peteği K - 40 gamma ışını spektrometresi ve taş duvarların olabileceği çizgili kesimler (Sağ üst), Kızı sonuc buluntular (sağ alt).

Figure 6. Electrical resistivity map of V 15 cell. Half Schlumberger array  $AB / 2 = 3$ ,  $MN = 1$  and approximate penetration depth is 1 meter (Upper left). VLF current density map. Measuring direction is in EW and tuning frequency  $f = 18.3$  Hz,  $dx = 1$  m (Lower left). Külhüyük V15 cell, radiometric K40 Gamma Ray Spectrometry map (Upper right).



Şekil 7. Külhöyük V15 peteği SP (Doğal Uçlaşma) haritası (Kazı Öncesi) (Sol üst). Külhöyük V15 peteği Doğal Uçlaşma gerilim haritası (Kazı Sonrası). Bağlama noktası sol üst uç (Sağ üst). Külhöyük V15 peteği yapay uçlaşma % FE eşdeğer haritası.  $f_1 = 0.5$ ,  $F = 5$  Hz,  $b = 1$ ,  $r = 3$ ,  $Sch/2$ ,  $dx = 1$  (Sağ alt). Külhöyük V15 peteği 995 m. yüksekliğinde 1995 kazısı sonucu bulunan kalıntılar (Sağ alt).

Figure 7. SP map before excavation (Upper left). SP map after excavation (Upper right). Induced polarization (IP) FE % map of V 15 cell of Külhöyük.  $f_1 = 0.5$ ,  $F = 5$  Hz,  $b = 1$ ,  $r = 3$ ,  $Sch/2$ ,  $dx = 1$  (Lower right). Findings after completing excavation in V 15 cell in 1995 (Lower right).

Çizelge 1. Külhöyük arkeojeofizik alanında çeşitli süreksizliklerin simgesel belirti biçimleri.

Table 1. Anomaly types of various discontinuities of Külhöyük archeological site.

BİRİM Unit	E	IP	SP	VLF	EM	MANYETİK	RADYOMETRİ
PIŞMIŞ TOPRAK Sloved Clay	<b>Intermediate</b> orta	(-) 5 IP	<b>High</b> Yüksek (+)	(+) SIGMA	<b>High</b> Yüksek (-) IP,OP	<b>High</b> Yüksek (-)	
KİL DOLGUSU Clay Fill	<b>Small</b> Küçük	(+) 5 IP	(-)	(+) SIGMA	<b>High</b> Yüksek (-)	(-)	<b>High</b> Yüksek
TAŞ DUVAR Stone Wall	<b>High</b> Yüksek	(-) 5 IP	<b>Very High</b> Çok Yüksek (+)	(-) SIGMA			<b>Small (Limestone)</b> <b>High (Andesite)</b> Küçük (Kireçtaşı) Yüksek (Andezit)
SIKIŞTIRILMIŞ SIKI TOPRAK Compressed Stiff Soil	<b>High</b> Yüksek	(-) 5 IP	Intermediate Orta (-)				

### VLF Ölçümleri

ABEM WADI VLF aygıtı ile KG ve DB doğrultularında 1'er metre aralarla kazı öncesi SIGMA akım yoğunluğu, %IP ve %OP (gerçe ve sanal bileşen yüzdeleleri) değerleri ölçülmüştür. KG doğrultusu için 18.2 Khz Moskova, DB doğrultusu için 18.3 kHz Rusya sinyali kullanılmıştır. Şekil 6'daki akım yoğunluğu (SIGMA) değerleri DB doğrultusunda -30 ile +20 arasında değişirken, KG doğrultusunda -8 ile +8 arasında değişmektedir. Bu ölçü, gelen VLF imine en iyi tepkinin DB doğrultusunda alındığını gösterir. O nedenle yeraltı yapısal süreksizliklerin DB doğrultulu haritada daha belirgin çıkması beklenir.

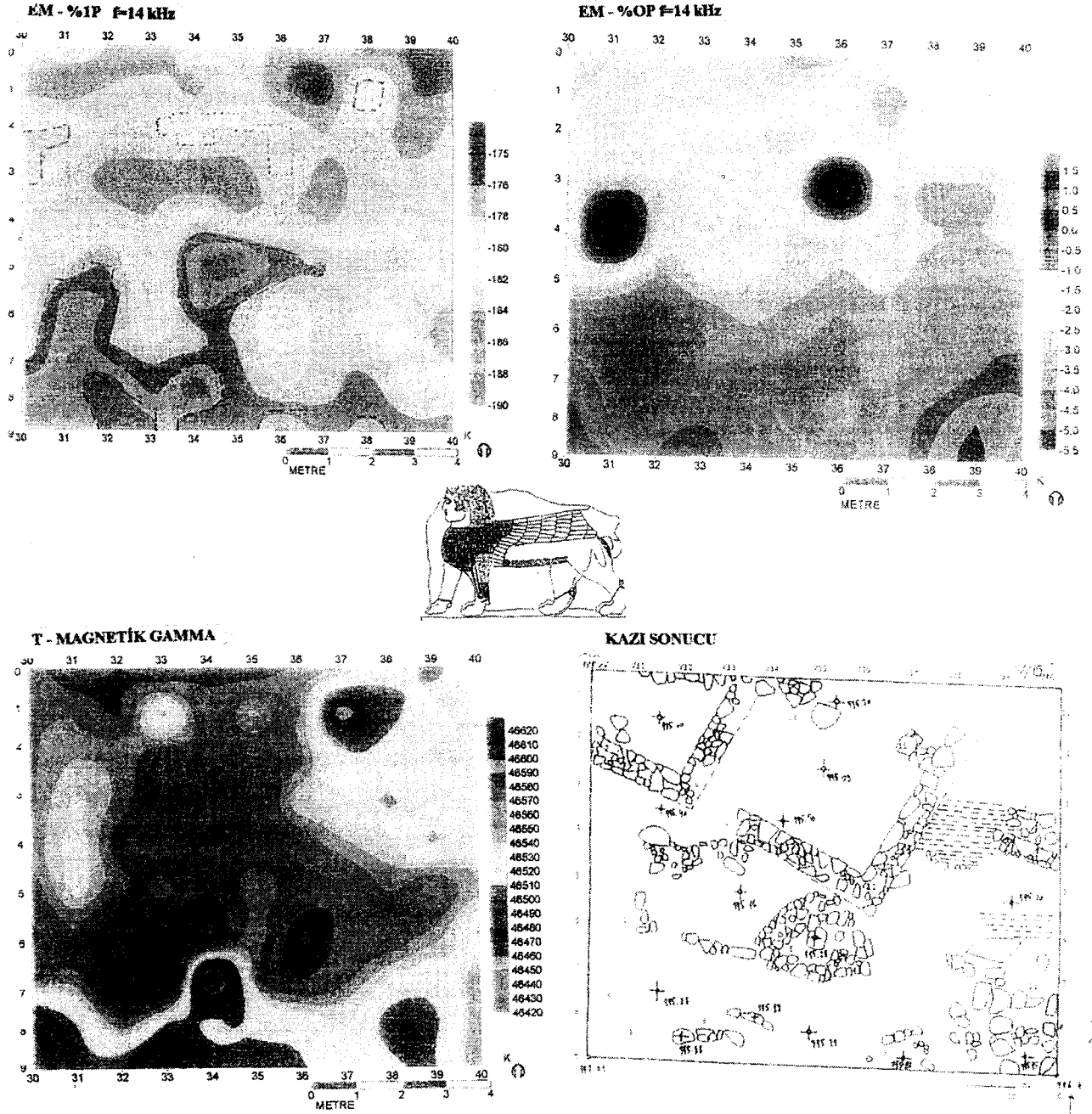
Ocakların bulunduğu yerlerde +SIGMA değerleri ölçülmüştür. Buna örnek olarak V32/3, V38/3, V32.5/8 gösterilebilir. Buna karşın ocak olmayan, salt duvarların bulunduğu yerlerde (-SIGMA) kapanımları gözlenmiştir (Direnci), (Şekil 6). Ancak, unutulmaması gerekeni 18 kHz için alınan VLF ölçümleri salt yüzeyi değil, onun yaklaşık 10-15 metre aşağısındaki bilgileride

getirerek, tüm bunların ortak işaretlerini üst üste izdüşürmektedir. Dolayısıyla güçlü arkeolojik süreksizlikler belirgin işaretlerle simgelenecektir.

DB ve KG doğrultulu VLF haritalarının uyumsuzluğu, süreksizlik-sinyal geliş yön bağımlılığının ölçüm ve değerlendirmedeki önemini vurgulaması bakımından önemlidir. V15 bölgesi için süreksizlik-tepki işaretleri en iyi DB doğrultularda izlenmiştir.

### Elektromanyetik Ölçümler

Tx-Rx= 12.5 m, düşey aynı düzlemlerle 14.080 Hz ile 1'er metre aralarla DB doğrultusunda Slingram düzeneğinde APEX MaxMin-10 aygıtı kullanılarak alınmıştır. Ortalama %IP değeri (-180), %OP değeri (-2) ve 14 kHz lik frekansla ortalama giriş derinliği 3-4 metre dolayındadır. EM işaretleri 4 çizgisi güneyinde büyük eksi değerler alırken kuzeyinde küçük eksi değerler almıştır. Bu durum güney kesimin kuzeye göre daha iletken olduğunu işaret eder (Şekil 8).



Şekil 8. Külhöyük V15 peteğinde  $r = 12.5$ ,  $f = 14080$  Hz için % IP haritası. Simgelenen Şekil derinliği 3 - 4 metre dolayındadır. Çizgiler olası süreksizlik sınırlarını gösterir (Sol üst). Külhöyük V15 peteğinde  $r = 12.5$ ,  $f = 14080$  Hz için % OP haritası. Simgelenen Şekil derinliği 3 - 4 metre dolayındadır. Çizgiler olası süreksizlik sınırlarını gösterir (Sağ üst). Külhöyük V15 peteğinde alınan T - yer manyetik alanı toplam bileşeni Gamma (Sol alt) ve kazı sonucu (sağ alt).

Figure 8. EM slingram map for IP % component and for  $T_x - R_x = 12.5$  m.,  $f = 14080$  Hz. Approximate depth of penetration 3 to 4 meters (Upper left). EM slingram map for OP % component and for  $T_x - R_x = 12.5$  m.,  $f = 14080$  Hz. Approximate depth of penetration 3 to 4 meters (Upper right). T - total magnetic field map of V 15 cell (gamma) (Lower right).

Genelde, bu petek içinde ençok pişmiş toprak ya da külün yer aldığı kesim alanın güneyidir. V30/3 ile V33/3 çizgisi boyunca bulunan yapı (2,6,7) ile %IP'nin yüksek değerleri arasında, ve ortadaki (5) taş yığını GD köşede-ki 9,10,11 nolu duvar ve ocaklarla bir ilişki görülür. Ancak % IP ve % OP değerlerinin, yapının taş olduğu bu kesimde büyük eksi değerler vermesine bir anlam verilememiştir. Kaldığı kil ve toprağın pişerek kısmen mıknatıslanma kazandığı bu bölgede % IP değerinin artı büyük değer çıkması beklenirken eksi büyük değerler vermesi tersdir. Bunun nedenleri, güney kesimde toprak nemliliğinin ve Tx-Rx aralığının çok büyük olması gösterilebilir.

Dolayısıyla EM haritalarında görülen belirtiler, 30.7.1995 tarihine dek kazılan 1-1.5 m derinliği değil, henüz kazılmayan 3-4 metre altını gösterir. O nedenle, anılan derinlikte taş yapıların genelde peteğin güneyinde toplanması beklenir.

### SP Ölçümleri

BİSON SP aygıtı ile DB doğrultusunda, 1'er metre aralarla, tekli açma ölçüsü biçiminde alınmıştır. Bağlama ve değişmez nokta olarak V15 (30,0) noktası (KB) alınmış, diğer elektrod doğrultular boyunca kaydırılmıştır. Ölçülen gerilim ayrılığı +50 ile -120 mV arasındadır. Doğal gerilimi yaratan fiziksel özellik ayrılıkları;  $\Delta T$  sıcaklık,  $\Delta p$  basınç,  $\Delta y$ - yükün (iyon) yığılılığı (konsantrasyon),  $\Delta \rho$  öz direnç ayrılığı,  $\Delta v$ - kıvam ayrılığı,  $\Delta S$ -süzülme akış gibi özelliklerdir. V15'de bu tür fiziksel özellik değişimlerinden; taş ile toprak dolgu arasındaki direnç, nemlilik taş ile toprağın ısı iletim ve sıkı toprak ile gevşek toprak arasındaki öz direnç ayrılığı gösterilebilir. Şekil 7'de izlendiği gibi SP ölçümleri, GD'da taş duvar, ortadaki taş yığın, orta KB'daki ocaklar, kuzeydeki taş yığın ve GB'daki ocak yeri belirleyici yüksek gerilimli belirtiler vermiştir. Ayrıca kalıntıların güney kıyısındaki çizgiselliği çok açık göstermesi bakımından SP başarılı bulunmuştur. Yapısal yön bağımlılık gözönünde bulundurulursa, ölçülerin DB ve KG olmak üzere iki doğrultuda alınması önerilir.

### Mıknatıslanma (Magnetik) Ölçümleri

Unimac Proton magnetometresi ile yerin T toplam alanı ölçülmüştür. Bu bölgede yerin ortalama toplam alanı 46500 gamma dolayındadır. Ölçülen değerler ise 46420 ile 46620 arasında değişir. Yerel manyetik alan, mıknatıslanma duyarlılığı (k) ye bağlı olarak değişir. Mıknatıslanma, mıknatıslanabilir metal objelerde büyük, kireçtaşı küçük, andezitte büyük, kilde küçüktür. Ancak, ocak/fırın ve buralarda pişmiş toprak ya da seramikte ısı kalıcı mıknatıslanma (termo-remanent magnetization-TRM) nedeniyle büyüktür. O nedenle yüksek mıknatıslanma bozukluklarının mıknatıslanır ya da mıknatıslanma kazanmış olanları, düşük değerli yerlerin kireçtaşı ve kil dolguyu göstermesi beklenir. Ancak magnetik yöntem bir doğal kaynaklı jeofizik yöntem olması nedeniyle, işaretlerin, tüm derinlikleri simgelediği gözönünde bulundurulmalıdır. Buna göre sığ ve derin süreksizlikler belirti dalga boyuna göre ayırt edilir, ya da (dg/dx) yatay dg/dz düşey türevleri alınır.

Şekil 8'de gösterilen kazı içindeki yapı duvarlarında andezit ve kireçtaşı kullanılmıştır. Bunun kullanılma oranına göre işaret büyüklüğü artmış ya da azalmıştır. V15'deki kazıda 6-7 tane ocak/fırın varlığı ortaya çıkarılmış ayrıca tabanın çoğunlukla pişmiş olduğu gözlenmiştir. O nedenle petek içinde TRM sonucu artı mıknatıslanma bozuklukları egemendir. Yüzeiden 0.8 ile 1.5 metrelik kazı süresince hiçbir metal kalıntıyla karşılaşmamıştır. Belirti genişliğine bakılırsa, böyle bir buluntu ile ancak 4 metreden sonra karşılaşılabilir izlenimi doğmaktadır. Magnetik alandaki düzensizliklerin nedeni, farklı mıknatıslanma gösteren kayaçların karışık olarak bir yerde tutulması olabilir.

### Radyometrik Ölçümler

Gamma Ray Spektrometri ölçümleri V15 peteğinin K-40 potasyum izotopundan yayılan ve uranyum ile toryum çözüşmesinden kaynaklanan radyasyon ayrılığından kil, kemik, andezit, kireçtaşı (duvar) ayırt etmek için kullanılmıştır. Kil ve toprağın K40 radyasyon değeri yüksek, kömür, çakıl ve kumun göreceli olarak düşük-

tür (Aydın 1993). Böylece kil-toprak dolgu, boşluk, odalar, taş duvar ve fırın/ocaklardan ayırt edilebilir.

20.7.1995 te V15 peteğinde yapılan radyometrik ölçülere göre bölüm içinden çıkan potasyum K-40 ışınımı 1.6 ile 3.4 cps arasında değişmekte, ortalama 2.2 değerini almaktadır. Uranyum- U çıkışı ise 0.1 ile 0.8 cps olup, ortalama değeri 0.3 dolayındadır. Radyometrik ölçümlerin toprak yüzeyinin ortalama 0.5 metre altına dek kalıntılarının ışınmalarını gösterdiği göz önüne alınırsa, her 0.5 metrelik kazıdan sonra, altını görmek için radyometrik ölçüleri yineleme gereği duyulur. Ortamdaki birimlerin radyometrik K-40 değeri ve U değerleri önceden yapılan deneylerle belirlenmiştir.

Genel olarak K-40 ile U-haritaları içinde iyi bir uyum vardır. K-40'ın yüksek olduğu yerde U-yüksektir. Taştan yapılmış duvar, dolgu, ocak gibi yerlerde eğer yapıtaşı olarak kireçtaşı kullanılmışsa radyasyon K-40 ise 0.9-2 nin altında (küçük), kil ve toprak ile dolu bölümlerde ise 2.5 cps'nin üstündedir. Kilin pişmiş olduğu ya da yangın gören yerler ile ocaklar içinde radyasyon 3 cps'in üzerindedir. Ancak duvarlar içinde kireçtaşının yanısıra andezitte kullanılmış ise radyometrik değerler böyle kesimlerde 3'ün üzerinde çıkar, (Şekil 6), (Çizelge 2).

**Çizelge 2. Külhöyük V-15 bölmesindeki birimlerin simgesel radyometrik değerleri.**

**Table 2. Typical radiometric values of formations and object taking place in V15 cell in Külhöyük.**

Birim	K-40 cps	U-cps
Kil	2.5-3.0	0.4-0.6
Pişmiş Kil	3.0-3.5	
Kireçtaşı (Tortul)	0.87(0.21)	0.35(0.07)
Andezit (Volkanik)	2.7(0.3)	1(0.25)
Kaplumbağa Kemliği	3	0.3

V15 Radyometrik K-40 salgı haritasında, kazı sonrası belirlenen V40/8-V30/4 noktası arasındaki çizgiselliğin jeofizik görüntüye yansımaları ilginçtir. Buna benzer olarak, radyoaktivitenin düşük olduğu yerlerde ocak, duvar, taş dolgu gibi nesnelere karşılaşılmıştır. Tahıl depolarının bulunduğu kesimlerde ise düşük ışın salgısı ölçülmüştür.

Bu bilgilere dayanarak, radyometrik ölçülerle duvar türü kalıntılar, kil ve toprak ile dolu boşluklar, odalar ve toplu (yığın) kemiklerin bulunduğu yerlerin ayırt edilebileceği anlaşılmıştır. Ancak yeraltı yapılarında bu birimlerin, tektür ya da tekdüze bulunmaları durumunda seçilebilirliği kolaydır. Ancak diğer birimlerle karışma oranına bağlı olarak ayırt edilebilirliği azalır. Radyasyon çıkış derinliği 0.5 m. dolayında olduğu, her açma katı için ölçümü yineleyerek derinlik araştırması yapılabilir.

## SONUÇLAR

Külhöyük'ün Hitit İmparatorluk katına özgü V15 peteği, kazı öncesi kazıyı yönlendirmek amacıyla VLF, EM, E, SP, IP, M ve R jeofizik yöntemleri ile ayrıntılı taranmıştır. ROA görünür öz direnç değerleri kil, kum, sıklık, nemlilik, taş varlığına göre 4 ile 100 ohm-m arasında değer verir.

Jeofizik yöntemlerle belirlenen kazı hedeflerini gözönünde bulundurarak, 9 - 10 Temmuz 1995 günü bitirilen ölçüleri izler biçimde 11 Temmuz 1996'da arkeolojik kazılar başlatılmıştır. Böylece hangi jeofizik yöntemin, arkeolojik süreksizlikleri bulmada ne ölçüde başarılı ya da başarısız olduğu belirlenmiştir.

V15- peteğinde 2343 tane jeofizik ölçü alınmıştır. Arkeolojik kalıntılarının jeofizik işaretlerini tanımayı ve bu yolda yerlerini belirlemeyi amaçlayan bu çalışma başarılı olmuştur. Bu petekte, VLF ve Radyometri 0-2 metre sığ derinlikleri göstererek, hemen kazmanın altında ne olabileceği üzerine bilgi vermiştir. O nedenle, her kültür katı açıldıktan sonra, onun altındaki katta ne olduğunu araştırmak için aynı petekte yinelenmesinin yararı vardır. Ne varki elektromagnetik ölçümlerde Tx-Rx aralığının en az 12.5 metreye ayarlanabilirliği Slingram etki derinliğini 2 metrenin altına indirmiş, bu nedenle en az ilk 6 ile 27 metrenin bilgileri birbiri üzerine binmiş biçimde EM ölçülerine yansımıştır.



İlerki yıllarda yapılacak açmalar öncesinde ilgili petekte elektrik öz direnç kaydırma, ve delgisi, radyometrik ve radar ile manyetik gradiyometre, EM iletkenlik ve VLF yöntemleri birlikte uygulanmalıdır.

#### KATKI BELİRTME

*Bu araştırma YERALTI ARAMACILIK Bilimsel Araştırma Kuruluşu ve T.C. KÜLTÜR BAKANLIĞI Anıtlar ve Müzeler Müdürlüğü, Anadolu Medeniyetleri Müzesi akçal katkıları ile gerçekleşmiştir. Çalışmalar sırasında içten katkıları gördüğüm arkeologlar Vahap Kaya, Nusret Çetin, Halil Demirdelen, Özcan Şimşek, Ayten Kaplan, Birsen Kuruçim, Behiç Günel, Şahin Tuğdemir, Ferhat Tırpancı'ya içten teşekkür ederim. Bu çalışmalar ile bir çok öğretim üyesi yardımcısı ile öğrencilerim eğitilme olanağı bulmuşlardır. Bu doğrultuda yılmaz uğraşı veren Hıdır Aygül, Aykut Ustalar, Zeki Altunışık, Bürge Turcan, Ahmet Aydın, Figen Atak,*

*Feyza Akkoyunlu, Oben Karaosmanoğlu, Hasan Özgür Taşçı, Dilek Kepekçi, Devrim Gündoğdu, Anıl Özdemir, M. Yücel Kazan, Jürgen Block, Sinan Alpay'a teşekkür ederim.*

#### KAYNAKLAR

- Akurgal, E. 1985, Ancient Civilizations and Ruins of Turkey: From prehistoric times until the end of the Roman Empire, Haşet Kitapevi, 112 p.
- Aydın, İ. 1993, Bir jeofizik yöntemi; gama-ışın spektrometrisi, Jeofizik, 7, 109-122.
- Ercan, A. 1991, Bizans Sarayının Arkeojeofizik Yöntemle Aranması; Türkiye 12. Jeofizik Kurultay Bildirisi Özetleri, TMMOB Jeofizik Müh.Od. s.50.
- Temizsoy, İ. 1994, Külhöyük 1992, 1993, 1994 kazı sonuçları Bildirgesi; TC Kültür Bakanlığı, Ankara Müze Müdürlüğü, Ankara.