



T.C.
KÜLTÜR BAKANLIĞI
Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü

16. ARKEOMETRİ SONUÇLARI TOPLANTISI

22-26 MAYIS 2000
İZMİR

T.C.KÜLTÜRBAKANLIĞIYAYINLARI

Yayın No: 2531

Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayınları

Yayın No: 79

YAYINA HAZIRLAYANLAR

Koray OLŞEN

Fahriye BAYRAM

Dr. Haydar DÖNMEZ

Kemalettin ATAŞ

Neslihan GÜDER

Naime TOY

DİZGİ:

Meryem UYANIKER

ISBN: 975-17-2561-5

ISSN: 1017-7671

Not: Bildiriler, sahiplerinden geldiği biçimde ve sunuş sırasına göre yayınlanmıştır.

KÜLTÜR BAKANLIĞI MİLLÎ KÜTÜPHANE BASİMEVİ
ANKARA - 2001

İÇİNDEKİLER

Ertuğ ÖNER

Denire Çayı Deltasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Myra Antik Kenti,
Liman ve St. Nicholas Kilisesi.....1

Volkan EVRİN, Ay Melek ÖZER, Gülay ÖKE

Asuman TÜRKMEÑOGLU

Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'nde Sergilenen Örnekler ve
Kaş-Uluburun Batığı'na ait Bazı Taş Çapalar Üzerine
Arkeometrik İncelemeler.....19

Hadi ÖZBAL, Necip PEHLİVAN, Bryan EARL

Durağan ve Bakırçay Arsenik Cevherleşmelerinin Jeolojik,
Mineralojik ve Kimyasal İncelenmesi.....29

Cemil GÜRBÜZ, Hayrullah KARABULUT, Tolga BEKLER

Ekrem ZOR, Aslıhan YENER, Hadi ÖZBAL

The Magnetometry Survey at Teli Kurdu, Hatay.....41

A. Beril TUĞRUL, Muhibbe DARGA

Bir Hitit Mühür Baskısının Tahribatsız Muayene Metotları
İle İncelenmesi.....49

Ergim KAPTAN

Sivas BakırTepe'de Altın Madenciliği.....57

Erksin GÜLEÇ, Ayşen AÇIKKOL

Küçükhöyük İskelet Serisinde BirTrepanasyon Vakası.....71

Peter Ian KUNIHOLM

Aegean Dendrochronology Project 1999-2000 Results.....79

MarcWAELEKENS

The 1998-1999 Survey and Archaeometrical Research
at Sagalassos.....85

Paul de PAEPE, Geert DEVOS, Frank VERMEULEN

Les Pithoi de Pessinonte (Anatolie Centrale). Données
Analytiques Complementaires.....103

DEMRE ÇAYI DELTASININ JEOMORFOLOJİK GELİŞİM VE MYRA ANTİK KENTİ, LİMANI VE ST. NICHOLAUS KİLİSESİ

Ertuğ ÖNER*

Denire Çayı deltası, Güneybatı Anadolu kıyılarındaki ender kıyı düzlüklerinden birini oluşturur. Delta ovaları, Fethiye ve Antalya körfezleri arasındaki Teke Yarımadası'nın güneyinde yer alır ve Demre Çayı'nın getirdiği alüvyonlarla meydana gelmiştir (Harita: 1). Hemen batıdaki Kaş kıyı kuşağının Dalmaç tipi kıyı şekli, bu bölümde de devam etmekteyken, kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı yapısal depresyonlar Demre Çayı'nın alüvyonları ile dolmuştur (Harita: 2, 3).

Demre Ovası'nın en büyük yerleşimi Kale (Demre) İlçesi'dir (Harita: 3). Ovaya adını veren Demre, bu yerleşim biriminin eski adı olup antik kökenini korur. Yerleşim biriminin 1,5-2 km. kuzeyinde Myra antik kenti bulunur. Strabon, Myra'nın denizden 20 stad (~3,5 km.) uzaklıkta yüksek bir tepe üzerinde yer aldığını söylemiştir. Bean, bu mesafenin bugün 30 stada (5,3 km.) ulaştığını ifade eder. Strabon, tiyatro gerisindeki tepe üzerinde kenti tanımlamıştır. Bu dönemde asıl kent bu tepenin eteklerinde olmalıdır. Bugün Demre Çayı alüvyonları altında kaldığı düşünülen kent hiç kazılmamıştır. Yüzeyde görülen tiyatro ve mezarlardır.

Myra'nın limanı olan ve kentin 5-6 km. kadar güneybatısındaki Andriake, bugün bir bataklık halindedir (Resim: 1). Bozdağ ile Kumdağı Tepe arasında güneybatı-kuzeydoğu yönünde uzanan boğaz biçimli bir depresyon içinde yer alan antik limana ait yapılar Kumdağı Tepe'nin kuzeybatı eteklerinde bulunur (Harita: 4). Bu yapıların bir kısmı bugün buradaki bataklığın içinde kalmıştır. Biraz daha batıdaki bir diğer depresyonda ise küçük bir antik yerleşim olan Sura'nın kalıntıları vardır (Resim: 2). Kale ilçesi yerleşimi içinde kalan St.Nicholaus Kilisesi, Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla büyük ölçüde örtülmüştür. Günümüzde kilise çevresinde devam eden kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkan yapı kalıntılarını örten alüvyon kalınlığı 3-4 metre civarındadır (Resim: 3).

Demre Ovası'nın jeomorfolojik gelişimi, bu alanda yer alan yerleşimleri ve insanların antik çağlardan günümüze etkilemiştir. Bu gelişimin ortaya konması insan ve doğal çevre arasındaki ilişkilerin paleocoğrafya açısından belirlenmesini sağlayacaktır.

Demre Ovası ve Yakın Çevresinin Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri

Delta Ovası'nı çevreleyen yüksek dağlık alanların büyük bölümü, Beydağları sistemine dahil olan Üst Kretase yaşlı neritik kalkerlerden yapıldır. Bol nümürlü Eosen yaşlı kalkerler de alanın batısındadır. Kuzeybatıdaki Kasaba Ovası çevresinde Neojene ait kıltaşı, siltaşı, kumtaşı ve konglomeralar yer alır (Harita: 2, 3). Şu yörede ana hatlarıyla kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu tektonik çizgilerin yönlendirdiği depresyonlar ile

* Doç. Dr. Ertuğ ÖNER, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, 35100 Bornova-İzmir/TÜRKİYE (oner@egenet.com.tr-oner@egenet.com.tr)

bunların arasında yükselen blokların oluşturduğu kütleler bulunur. Bu şekliyle, yöredeki yer kabuğu bölümünün kabuk hareketleri ile yükseldiği, güney bölümünün Akdeniz'e doğru kayarak çöktüğü ve bu sırada meydana gelen gerilmelere bağlı alçalan ve yükselen blokların olduğu anlaşılmaktadır. Bu yükselmeden önce genel bir aşınım düzlüğü ve bu yüzeyle bağlanan birikim alanları meydana gelmiştir (Harita: 4). Övayı özellikle kuzey ve batıdan 900 m.ye ulaşan bir plato düzlüğü çevreler. Bu platoyu oluşturan aşınım yüzeyi ve bununla birlikte işlenen aynı yükseltilere çıkmış Alt Miosen yaşlı kayaların varlığı, yörenin güncel şekillenmesinin Miosenden itibaren başladığını göstermektedir.

Tektonik kökenli depresyonlar ve zayıf direnç çizgileri (fay vb.), yörenin iklim ve litolojik özelliklerine uygun olarak karstik süreçlerle işlenmiş ve daha da belirginleşmiştir. Böylece Demre Ovası'nı, üzerleri karstik şekillerle (pölye, dolin, obruk vb.) bezemiş aşınım yüzeylerinin oluşturduğu plato alanı çevrelemektedir (Harita: 3, 4).

Karstik şekillerin yer aldığı yüksek çerçeveden Demre Ovası'na geçiş genellikle dik yamaçlarla olmaktadır. Ancak yamaçların eteklerinde, bugünkünden daha alçak bir taban seviyesine ve daha kurak iklim şartlarına bağlı olarak meydana gelmiş eğimli birikinti konileri vardır. Bu konilerin derin bir şekilde yarılmalara ve birkaç basamak göstermeleri, yer kabuğu hareketlerinin yakın jeolojik geçmişte de sürdüğünün işaretidir. Bu koniler güncel alüvyonlarla örtülmüştür (Harita: 4).

Demre Ovası alüvyal düzlüğünü Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlar oluşturmuştur. Ova çevresi tümüyle karstik alanlarla çevrilidir. Bu alanların yapısını teşkil eden karbonatlı kayalar alüvyon vermezler. Demre Çayı Miosen ve Pliosen yaşlı kilaşı, silt-taşı, kumtaşı ve konglomera türü kayaların bulunduğu kuzeydeki Kasaba depresyonundan bol miktarda alüvyon alır ve bunların ince tanelilerini dar ve uzun boğaz biçimli vadisinden geçirerek deltasına ulaştırır. Demre Çayı'nın dar ve derin vadisi içinde yaygın yatak biçimi gözlenmekte olup taban tümüyle orta ve iri çakıllarla kaplıdır. Akarsu bu dar vadiden çıkıp geniş Demre Ovası'na açılır. Demre Ovası bir taşkın - delta ovasıdır. Bu nedenle, aktüel yatak dışında ovada biriken sediman sütün boyutundadır. Alüvyon kalınlığı ovada yapılmış derin sondajlarda yer yer 170 metreye kadar ulaşmaktadır (Harita: 5; Çizim: 1). Bu sediman katmanının büyük kısmı kil-silt boyu materyalden oluşur. Sondajlarda 100 metrede çakıl katmanları geçer. Bunlar Holosen öncesi alçak deniz seviyesi ile ilgili olmalıdır. Ova sedimanlarının üst seviyelerinde münavebeli olarak çakıllı katmanlar gözlenir. Demre Çayı, taşkın ovasını oluşturunken yer yer yatak değişiklikleri yapmıştır. Üst seviyelerdeki bu çakıllı katmanlar Demre Çayı'nın eski yataklarıyla ilgilidir (Çizim: 1).

Ovanın doğu bölümünde, denizden uzunca bir kıyı okuyla ayrılmış Beymelek lagünü yer alır. Demre Çayı'nın alüvyonları ile dolduramadığı bu deniz kulağı, su ortamı olarak varlığını büyük ölçüde batı bölümündeki tuzlu kaynak suları sayesinde korumuştur. Bunun yanında yapısal olarak ana kayanın oluşturduğu çıkıntılar da bu yöne gelen sedimanı bir miktar engellemiştir (Harita: 3; 4).

Demre Ovasında Yapılan Alüvyon Sondajları

Demre Ovası'nın jeomorfolojik gelişiminin ortaya konabilmesi için onu oluşturan alüvyon özelliklerinin tanınması gerekir. Bunun en iyi yolu alüvyal zeminde sondajlar yapmak ve elde edilen sedimanların oluştukları ortam özelliklerini belirlemektir. Bu amaçla DSİ tarafından ovada yapılmış derin sondaj sonuçları yorumlanmıştır. Bunun yanında Cobra kompresörlü sondaj makinası ile ovada iki sondaj yapılmıştır (Harita: 5; Çizim: 1, 2, 3, 4).

DSİ sondajları çoğunlukla derin sondajlar olup ovada su teminine yöneliktir. Derin sondajlar, ovanın genel sedimantolojik özelliklerini anlamak açısından yararlıdır. Buna karşılık ayrıntıları azdır. Cobra kompresörlü sondaj makinası ile yaptığımız sondajlarda ovadaki alüvyal birikimin yüzey katmanları ayrıntılı olarak incelenmiştir (Resim: 4). Gelecek çalışma dönemlerinde ovanın ayrıntılı jeomorfolojik gelişiminin ortaya konması amacıyla bu tip sondajların sayıca arttırılması gerekecektir.

DSİ Sondajları

Demre Ovası'nın jeomorfolojik gelişmesinde temel etken olan Demre Çayı, Kıbrıs ve Tokluca çaylarının iki ana kol halinde birleşmesinden oluşmuştur (Harita: i). Her iki akarsu da kuzeybatıdaki Kasaba Ovası'nı çevreleyen yüksek alanlardan gelen küçük kollarla beslenir. Kıbrıs çayı Kasaba Ovası'nda Felenk Çayı adı ile Demre Çayı'na kavuşur. Yaz aylarında büyük ölçüde akımı azalan bu akarsular yağışlı dönemlerde bol su taşırlar. Felenk Çayı ile Tokluca Çayı kollarının birleştiği noktadan itibaren Demre Çayı dar ve derin bir vadide akmaya başlar. Kanyon tipli bu vadi, yapısını kalkerlerin oluşturduğu yerkabuğu bölümünün yükselerek gerilmesi sonucu oluşan tektonik bir dislokasyon hattına yerleşmiştir. Bu yörede tektonik lineasyonlar (çigisellikler) genellikle kuzeydoğu-güneybatı yönlü olmakla birlikte, yerkabuğu bölümünün Akdeniz'e doğru çökmesine bağlı çarpılması sonucu kuzeybatı-güneydoğu yönlü açılmalara da neden olmuştur. Söz konusu yerkabuğu hareketlerinin yöredeki Burdugaîen (Alt Miosen) yaşlı kayaçları da etkilemesi, bu hareketlerin Miosenden itibaren sürdüğünü göstermektedir. Bu yer kabuğu hareketleri yakın jeolojik dönemlere kadar da etkisini sürdürmüştür. Gerek Demre Ovası'nı, gerekse biraz doğudaki Finike Ovası'nı çevreleyen yüksek kesimlerin eteklerindeki birikinti konilerinin de bu hareketlerden etkilenmiş olması bunun göstergesidir (Harita: 4).

Demre Çayı kuzeybatı-güneydoğu yönlü dar ve derin vadisinde yaklaşık 20 km. bir mesafede akışını sürdürdükten sonra Demre Ovası'na açılır. Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla meydana gelen bu ova taşkın-delta ovası karakterindedir. Ovadaki alüvyonlar daha çok ince unsurludur. Şilt boyu tanelerin oluşturduğu sedimanların yanında çakıl boyu daha iri unsurlar daha çok akarsu yatağında yer alır.

Ova alüvyonları içinde üst katmanları, taşkınlar sırasında çevreye yayılan akarsu sedimanlarının çökmesi ile oluşmuş sütü unsurlar teşkil etmektedir. Taşkın sedimanları olarak nitelenen bu birimler karasal şartlarda birikmiştir. Buna karşılık daha aittaki, özellikle deniz seviyesinin altındaki sedimanların bir kısmı daha önce mevcut su ortamlarında çökmüştür. Bu ortamlar sıg deniz bölümleri olabileceği gibi lagün, göl veya akarsu ağızı gibi su ortamları olabilir. Her bir ortamın farklı dinamik ve biyolojik özellikleri nedeniyle buralarda biriken sedimanlar da değişik yapıda olabilmektedir. Bu sedimanların incelenmesi onların içinde tortulandıkları ortamları belirleyebilmek açısından önemlidir. Bunun için ova yüzeyinden derine doğru sedimanları incelemek gerekir. Alüvyal birikimler genç tortullardır ve dış güçlerle aşındırılıp katman kesiti henüz sunmazlar. Bu nedenle onları inceleyebilmek için yüzeyden derine doğru alüvyon sondajları yapmak gerekir. Bu sondajlar sırasında ve buradan alınan örneklerin incelenmesi sonucu jeomorfolojik süreçteki ortamlar belirlenebilmektedir. Bu amaçla Demre Ovası'nda yapılan derin sondajlara ait raporlar incelenmiştir. Şimdiye kadar yörede yapılan çalışmalarda düzenli olarak kaydedilen sondaj sonuçları DSİ'ye ait olanlardır. Bu nedenle ilk olarak bu sondaj sonuçları ele alınmıştır.

Demre Ovası'nda DSİ tarafından yapılmış ulaşabildiğimiz sondaj sayısı 18'dir (Harita: 5). Bunlardan, kuzeyde, ikisi ana kaya yakınında, ikisi birikinti konisi üzerinde olmak üzere dört adedi ova alüvyonu dışındadır, iki sondaj ise ovanın güneybatısındadır. Diğer bütün DSİ sondajları delta ovasında Demre Çayı yatağı çevresinde kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda sıralanmıştır. Sondaj derinlikleri 30 m. ile 160 m. arasında değişmektedir. Genel olarak 1/25000 ölçekli topografya haritalarında Demre Ovası'nı 20 metre izohipsinin sınırlamasına karşılık, sondaj raporlarında yükselti değerleri (deniz seviyesinden yükseklik) en düşük seviyede 26 metre üzerinde verilmiştir. Topografya haritasındaki yükselti değerlerini dikkate aldığımızda kuzeybatı-güneydoğu yönünde Demre Çayı vadisinden delta ovasına doğru sıralanan sondajların yükselti değerleri 30 metrelerden kıyıya doğru 10 m.lere kadar iner. Demre Çayı dar ve derin vadisinin ovaya doğru yaklaştığı kesimde başlayan sondajlarda yükselti değerleri 20-30 metre civarındadır. Vadi içinde kalan ilk sondajda (sondaj No. 1107) yüzeyden 17 metrelere kadar Demre Çayı'nın alüvyonları devam etmekte, bu seviyede kalkere (kireçtaşına) girilmektedir (Çizim: 1). Ovaya doğru olan ikinci sondajda (sondaj No. 1122) yüzeyden 53 metre derinde kalker ana kayaya ulaşılır. Bunun yanında güney-

doğudaki son iki sondaja kadar ana kaya görülmemektedir. Bunlardan en derini yüzeyden 100 m. aşağıya inen 6323 No.lu sondaj olup bütün sediman Demre Çayı'nın çakıllarından ibarettir.

Ovanın güneydoğusuna doğru iki sondajda 155 m. (sondaj No. 6607-1) ve 160 m. (sondaj No. 6324-1) derinliklere inilmiştir (Harita: 5; Çizim: 1). Her iki sondajda da kalker âna kayaya girilmiştir. Bu sondajlarda yüzeyden 90 -100 m. kadar aşağıda ve yüzeye yakın kısımlarda 10 m. kalınlığa ulaşan çakıllı bölümler geçilmiştir. Bunların dışında sondajlar boyunca ince unsurlu (kil boyu) sediman mevcuttur. Üst kesimlerde şilt boyu sedimanlar hakimdir.

Bu sondaj sonuçlarına göre, Demre Çayı vadisinin iç kesimlerinde ve özellikle dar ve derin vadisi içinde ana kayanın yüzeye daha yakın olduğu anlaşılr. Kalker ana kayanın bulunduğu seviyeye kadar da çakıllı katmanlar bulunur. Bu çakıllar Demre Çayı'nın yatak boyunca biriktirdiği kaba elemanlardır. Demre Vadisi'nden ovaya doğru gelindiğinde, ana kaya derinliği giderek artmaktadır. Güneye doğru ana kaya derinliği 155-160 m.lere ulaşır. Böylece Demre Ovası'nın bulunduğu alanda derin ve geniş bir depresyonun var olduğu anlaşılr. Bu çukurluk Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla dolmuştur. Güneybatıdaki sondajlar ve ovanın bugünkü yüzeyi üzerinde bulunan sirt ve tepe şeklindeki kalker ana kaya yükseltilerinden anlaşıldığı üzere bu depresyonun tabanı her yerde aynı düzeyde değildir, güneybatıda daha iç kesimde yapılmış olan sondajda (sondaj No. 6606) ana kaya derinliği 90 m.lerde olup bunun üzerinde yüzeydeki taşkın sedimanlarının oluşturduğu şiltli birimlere kadar killi birikimler bulunur (Harita: 5; Çizim: 2). Fakat biraz daha güneydeki sondaj (sondaj No. 1602) sonucuna göre ana kaya 25 metre derindedir (Çizim: 2). Böylece ana kaya dip rölöfinin kabaca güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanan çukurluklar ve bunlar arasındaki yükseltilerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Bugün Demre Ovası'ndaki mevcut alüvyon birikimini ortadan kaldırmak mümkün olsa, bu yörenin hemen güneybatısında yer alan ve kıyıya paralel uzanan depresyonlarla ada ve yarımadaların oluşturduğu Dalmaç tipi kıyı şeklinin burada da devam ettiği görülebilecektir (Resim: 5).

Demre Ovası ve çevresindeki jeomorfolojik gelişim Kuaternerdeki ve özellikle Holosende deniz seviyesi değişimleri ile ilişkili olarak sürmüştür. Kıyı bölgelerindeki aşınım ve birikim şekillerinin oluşumu deniz düzeyi ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle, tüm Dünya denizlerindeki seviye değişimleri, yöredeki şekillenmeyi etkilemiştir.

Kuaternerin ilk bölümünü oluşturan Pleistosenin son buzul dönemi olan Würmde büyük miktardaki su kütleleri yüksek enlemlerde buzullar halinde tutulduğu için, Dünya denizlerinin seviyesinin bugünküne oranla 90 m.-100 m. aşağıda olduğu bilinmektedir. Bu dönemde, Dünya denizleri ile bağlantılı olan Akdeniz'de de deniz seviyesi alçalmıştır. Deniz seviyesi alçalması daha çok alçak kıyılarda kıyı çizgisinin açık denize doğru ilerlemesine ve daha geniş alanların karşılaşmasına neden olmuştur. Dünya ölçüsünde Sıcaklık artmış, günümüzden 15 000 yıl öncesinden itibaren denizlerin seviyesi yeniden yükselmeye başlamıştır. Holosen başlarındaki deniz seviyesi yükselmesi günümüzden 6000 yıl öncesine kadar hızla devam etmiş ve bugünkü seviyesine ulaşmıştır. Buna göre, 9000 yıllık bir sürede denizlerin seviyesi 100 m. kadar yükselmiştir. Bu hızlı deniz seviyesi yükselmesi sonucu deniz karaya doğru ilerlemiş ve özellikle kıyı bölgelerindeki depresyonları doldurmuştur. Holosende meydana gelen bu transgresyon sonucu Bats ve Güneybatı Anadolu kıyılarında birçok yeni koy ve körfez meydana gelmiştir. 6000 yıl öncesinden günümüze kadar geçen zamanda bu koy ve körfezlerin bir kısmı akarsuların taşıdığı sedimanlarla dolarak alüvyal düzlükler haline gelmiş, akarsuların ulaşmadığı ya da fazla sediman getirmediği koy ve körfezler ise varlıklarını sürdürmüşlerdir.

Bu genel gelişmeler ölçüsünde Demre kıyılarında da benzer olaylar sürmüştür. Würm sonlarında alçak deniz seviyesine bağlı olarak kıyı çizgisi açıktayken Demre Ovası'nın bulunduğu alanda o günkü deniz seviyesine göre şekillenmiş bir kıyı düzlüğü mevcut olmalıdır. Bugünkü ovanın merkezî kısımlarında ana kaya 160 m. kadar derinlerde olduğuna göre (Çizim: 1), Würm' deki kıyı düzlüğü de alüvyal kökenli olmalıdır. Nitekim sondajlarda bu derinliklerde ince boyutlu sedimanların varlığı bunun gösterge-

sidir. Derin sondajlarda 100 metre kadar aşağılarda geçilen kaba unsurlu seviyeler muhtemelen Holosen transgresyonunun göstergesidir (Çizim: 1). Yine ovanın merkezi kesimlerinde gördüğümüz ince unsurlu sedimanlar bir su ortamının varlığına işaret eder. Böylece Demre Ovası'nda mevcut depresyonun transgresyonla bir körfez haline geldiği, daha sonra Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla dolduğunu söylemek mümkündür.

Cobra Sondajları

Demre Ovası'nın güneybatısında Cobra kompresörlü sondaj makinesi ile yapılan sondajlarda ova alüvyonlarının yüzey katmanları ayrıntılı olarak incelenmiştir (Harita: 5-Çizim: 3, 4). Çayağzı ile Demre Ovası arasında Karakol Tepe'nin güneybatısında yapılan ilk sondajda yüzeyden 1870 cm. derine inmiştir (Çizim: 3). İkinci sondaj antik limana doğru buradaki depresyonun en dar kesiminde yapılmıştır (Çizim: 4). Her iki noktanın da yükselti değeri ölçülmekle birlikte, birinci sondaj noktası 900 cm; ikinci sondaj noktası 300 cm. kadar yükseltidedir.

İlk sondajda (DEM 99-01), yüzeyden 9-10 m. derinliğe kadar zeytuni renkli silt boyu sedimanın oluşturduğu akarsu taşkın sedimanları yer alır (Çizim: 3). 10-12 metre derinlikler arasında organik bitkisel artıkların çoğunlukta olduğu bataklık ortama ait birikimler geçmiştir. Bu seviyenin hemen altında gri renkli ince unsurlu sedimanlar sondaj sonuna kadar devam etmiştir. Taşkın sedimanları içinde yüzeyden 450600 cm. derinlikler arasında seramik parçaları ile köşeli kalker çakıllarının yer aldığı bir kültür katmanı geçmiştir. 600 cm. de taş zeminde ilerlemek mümkün olmamıştır. Muhtemelen bu seviyede antik dönemlere ait yapı kalıntıları mevcuttur. Bu noktanın birkaç metre ilerisinde sondaja devam edilmiş ve bu seviyeden daha derinlere inmek mümkün olmuştur. Bu sondajda 10-12 m. arasındaki bataklık sedimanları bir su ortamının kuruyup karalaşmasının işaretidir. Bundan sonra gelen sedimanlar denizel/lagüner ortamları karakterize eder (Çizim: 3). Bu sedimanlar içinde yer yer denizel kavkılar ve kırınları bulunur. Yüzeyden aşağı yukarı deniz seviyesine inildiğinde, önce bir bataklık zonu geçilerek, arkasından denizel ortama girilir. Böylece denizel ortamın giderek dolduğu, deniz seviyesine doğru ortamın karalaşmaya başlayıp bataklık haline dönüştüğü ve sonra da su ortamından tamamen kurtulup yüzeyin karalaştığı ve artık yalnızca akarsu taşkın sedimanlarının biriktiği karasal ortama gelirlir.

Güneybatıdaki ikinci sondajda yüzeyden 3 metre derine kadar taşkın sedimanları daha sonra bitkisel artıkların yoğun olduğu bataklık sedimanları ve sonra da bol denizel kavkının yer aldığı koyu gri renkli killi sedimanlar geçmiştir (Çizim: 4). İlk sondajdan farklı olarak 6,5 m. de kırmızı killi bir katman ve arkasından köşeli kalker parçaları ayrılmış bir örtü ile karışık gelmiş ve hemen arkasından sert bir taş; yüzeyde kalınmıştır. Bu yüzey muhtemelen kalker ana kayadır. Üzerindeki erime artığı olan kırmızı killi lateolitik birim de bunun işaretidir. Bu sondajlar (Çizim: 3, 4), Andriake antik limanının bulunduğu depresyon ile Demre Ovası'nın bulunduğu alandaki depresyonun alçak bir eşikle ayrıldığını, fakat yine de aralarında sığ da olsa denizel bir bağlantının olduğunu ifade eder. Bu eşik Demre Ovası tarafında ise nispeten su ortamının derin olarak devam ettiği anlaşılır.

Demre Ovası'nda tarafımızdan yapılan bu iki sondaj dışındaki derin sondajlar, su teminine yönelik araştırma amaçlı oldukları için raporlarda sedimanlar hakkında fazla ayrıntı yoktur. Ancak ovanın yapısal özellikleri ile ilgili genel bilgiler yorufnlanabilmektedir. Ayrıntılı açıklamalar için, başından sonuna izleyip gerekli örnekleri alabileceğimiz tarafımızdan yapılacak daha çok sayıda alüvyon sondajına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte kronolojik bir gelişim sunmak için de tarihlendirme analizleri (RC14 gibi) gerekmektedir.

Demre Ovasının Paleocoğrafyası

Demre Ovası'ndaki arazi gözlemleri, alüvyon sondajları ile Anadolu'nun batı ve güney kıyılarına ait önceki araştırma sonuçları dikkate alınarak bir değerlendirme yapmak mümkün olmuştur. Bunlara bağlı olarak Demre Ovası ve yakın çevresinin paleo-

coğrafya haritaları ile yakın jeolojik gelecekte gerçekleşebilecek manzara tasvir edilme-ye çalışılmıştır (Harita: 6, 7, 4-8).

Pleistosen sonlarında (Würm sonu) denizlerin seviyesinin yaklaşık -100 metre olması nedeniyle kıyı çizgisi açık denize doğru ilerlemiş ve bugünkü ova alanında 100 metre alçalmış bir deniz seviyesine bağlı gelişen yine bir alüvyal düzlük fakat biraz daha denize doğru eğimli bir ova yüzeyi mevcuttur. Kalker yapılı yüksek alanlardan ova alanına geçiş yine eğimli birikinti konileriyle olmalıdır. Fakat bugün daha çok kök ya da dip kısımlarını gördüğümüz birikinti konileri o dönemlerde daha geniş alanlar kaplamıştır. Demre Çayı yine akışını sürdürmektedir.

Holosen başlarında yüksek enlemlerdeki buzulların erimesiyle birlikte denizlerin seviyesi hızla yükselmiştir. Günümüzden 7000 - 6000 yıl öncesine kadar bu hızlı seviye yükselmesi devam etmiştir. Buna bağlı olarak Demre Ovası'nın bulunduğu alana deniz hızla sokulmuş, geniş bir körfez ve küçük koylar meydana gelmiştir (Harita: 6). Biraz güneybatısındaki Kekeova çevresi ile birlikte bu yörede yapısal uzanımların kıyı çizgisine paralel olması nedeniyle Dalmaç tipi kıyılar ortaya çıkmıştır. Demre Ovası'nın bulunduğu alanda nispeten geniş bir körfez bulunurken, Beymelek lagünü o dönemde bir koy durumundadır. Sura ve Andriake'nin bulunduğu alanlar da deniz suları ile kaplanmıştır. Sura'nın bulunduğu depresyon küçük bir koy durumundayken Çayağzı mevkiinden Demre Ovası'na kadar olan kısım da sığ bir eşikle bağlı dar bir boğaz halindedir. Kumdağı Tepe; Taşdibi Tepe ve Kara Tepe gibi günümüzde tepe olan zirveler birer ada halindedir. Bu dönemde Demre Çayı mevcuttur ve yine bol alüvyon getirmesine karşılık, deniz seviyesi yükselmesinin çok hızlı olması nedeniyle taşıdığı alüvyonlarla körfezi doldurması henüz mümkün olamamıştır. Çayın körfeze açıldığı yerde küçük bir delta bulunabilir (Harita: 6).

Günümüzden 6000 yıl önce deniz seviyesindeki yükselme durmuştur. Daha sonra, bugünden 3000 - 2000 yıl önce Demre Çayı alüvyonları ile körfezi doldurmaya başlamıştır (Harita: 7). Bu dönemde kıyı çizgisi açık denize doğru ilerlemiş, Kumdağı Tepe, Kara Tepe karaya bağlanarak birer yarımada durumuna gelmiştir. Demre Çayı dışında diğer küçük akarsular, havzaları bütünüyle kalker yapılı alanlarda bulunduğu ve kalkerlerin kimyasal olarak erimeleri nedeniyle alüvyon taşımaz. Bu yüzden, Demre Çayt alüvyonlarının ulaşmadığı küçük koylar varlıklarını sürdürmektedir.

Aynı dönemde Demre Körfezi içinde bir delta ovasının gelişmesi sonucu, yöre insan kullanımına uygun hale gelmiştir. Böylece yavaş yavaş ova ve çevresinde yerleşmeler kurulmuştur. Demre Ovası'nın kuzeybatısında Myra kenti hem ova hem de gerideki kalker sırt üzerinde gelişmeye başlamıştır. Ova yüzeyi günümüze oranla daha alçak seviyede bulunmaktadır. Bu nedenle kentin ovada kurulan ilk bölümleri bugünkü yüzeye oranla daha aşağıdadır. Gerek arkeolojik kazılarda gerekse güneybatıdaki Cobra sondajlarında görüldüğü gibi antik yapı kalıntılarına ova yüzeyinden 6 m. kadar derinlerde rastlanabilmektedir (Çizim: 3).

Bozdağ kütlesi ile Kumdağı Tepe arasındaki boğaz, Demre Ovası yönünde meydana gelen alüvyal birikim nedeniyle bir koy durumuna dönüşmüştür (Harita: 7). Bu koy uygun konumuyla Myra'nın limanı olarak kullanılmış ve liman kenti olan Andriake burada gelişmiştir. Biraz daha batıdaki koyda küçük bir kent olan Sura yer almıştır. Sura, daha çok Apollon tapınağı ve kehanet merkezi ile ünlüdür.

Yeni gelişen Demre Ovası'nın doğusunda Beymelek koyu hâlâ varlığını korumakla birlikte, kıyıya ulaşan alüvyonların işlenip kıyı boyunca düzenlenmesi sonucu büyükçe bir kıyı kordonu oluşmaya başlamıştır (Harita: 7).

Güneyde Taşdibi Adası hâlâ kıyıdan açıkta bir ada halindedir (Harita: 7).

Günümüze doğru gelindiğinde Demre Ovası, akarsuyun taşıdığı sedimanlarla giderek genişlemiştir (Harita: 4). Aynı zamanda taşkınlar sonucu da ova yüzeyine yayılan taşkın sedimanları nedeniyle ova seviyesi giderek yükselmiştir. Demre Ovası'nın doğusundaki Beymelek koyu kıyı kordonlarının hızla büyümesiyle bir lagün haline dönüşmüştür. Kalker yamaçların eteğinde çıkan karstik kaynaklar nedeniyle Beymelek lagünü uzun zaman karalaşmadan kalabilmiştir (Harita: 4).

Kıyı çizgisinin açık denize doğru ilerlemesi nedeniyle, kıyıya gelen alüvyonlar, dinamik etkilerle daha fazla işlenmiş, alüvyonlar içindeki ince unsurlar açık denize taşınmış, kıyıda kaba unsurlar yıkanarak düzenlenmiştir. Kum boyu sedimanlar dalga ve kıyı akıntıları ile doğu ve batı yönlerine doğru taşınmışlardır. Güneybatıda Taşdibi Adası bir tombolo ile karaya bağlanmıştır (Harita: 4). Bu sırada Sura ve Andriake koylarına doğrudan çok fazla alüvyon gelmemesine karşılık, batı yönünde kıyı boyunca taşınan kumlu sedimanlar koy ağızlarını kapatmıştır. Bir miktar kum da özellikle rüzgâr ve kıyı akıntıları etkisi ile koy içlerine dolmuştur. Yörede batı yönlü rüzgârların hakim ve güçlü olması nedeniyle batı kıyılarda kıyı kumulları oluşmuştur. Taşdibi Adası'nı karaya bağlayan tombolo üzerinde kıyı kumulları büyük ölçüde gelişme göstermiş ve bir çok barkan ve barkan dizileri meydana gelmiştir (Harita: 4). Sura ve Andriake'nin bulunduğu koylar, buralarda çıkan karstik kökenli kaynaklar nedeniyle bütünüyle karalaşmamış bataklık halinde kalmıştır. Aynı zamanda çevreden fazla alüvyon gelmemesi, bu alanların tamamen karalaşmasını engellemiştir. Buna karşılık, Demre Ovası'nda bulunan antik yerleşmeler, ova yüzeyinin taşkın sedimanlarıyla giderek dolması ve yükselmesi sonucu alüvyon altında kalmaya başlamışlardır.

Demre Çayı, genişleyen delta ovasında pek çok defa yatak değişikliği yapmıştır (Harita: 4). Hava fotoğrafları üzerinde bugünkü ova yüzeyinde eski yatakların bazıları seçilebilmektedir. Bu eski yatakların bir kısmı Myra antik kenti çevresinde yoğunlaşmıştır. Antik tiyatro önünde açılan kazı şevlerinde akarsu yatağına ait çakıllı bölümler siltli taşkın sedimanları içinde açıkça görülmektedir.

Günümüzdeki Kale (Demre) ilçesi içinde bulunan St.Nicholaus Kilisesi de Demre Ovası taşkın sedimanları ile büyük ölçüde örtülmüştür. Şimdiye kadar yapılan kazılarda yüzeyden itibaren 3-4 metreyi bulan derinlikte taşkın sedimanı altında kalmış yapı kalıntıları ortaya çıkarılmıştır (Resim: 3).

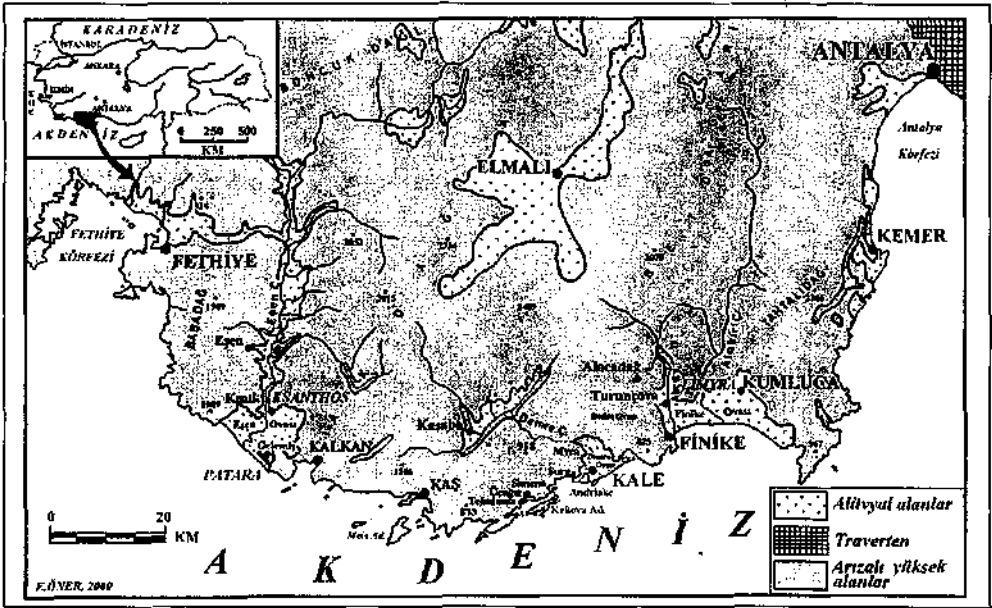
Demre Ovası'nda meydana gelen doğal çevre değişimleri de, bu alandaki antik yerleşmelerin sona ermesinde, savaşlar, ekonomik ve sosyal değişimler yanında başta gelen olumsuz bir faktör olarak düşünülmelidir.

Bugünkü şartlar fazla değişmediği takdirde, Demre Ovası ve çevresinde yakın gelecekte ortaya çıkabilecek manzara Harita 8'de gösterilmiştir. Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlar denizel etkilerle işlendikçe kıyı boyunca taşınıp düzenlenecektir. Ovanın büyümesi, derinliğin artması nedeniyle açık denize doğru ilerlemekten çok kıyıya paralel bir genişleme şeklinde olacaktır. Doğudaki Beymelek lagünü giderek kapanıp alüvyal düzlük haline gelecektir. Batı bölümde ise Sura ve Andriake bataklıkları ile yakın koylar karalaşıp bu kıyılar boyunca geniş alan kaplayan kıyı kumulları gelişecektir. Karstik kaynaklar alüvyal düzlükler üzerinde kısa fakat, bol sulu akarsular şeklinde denize ulaşacaktır.

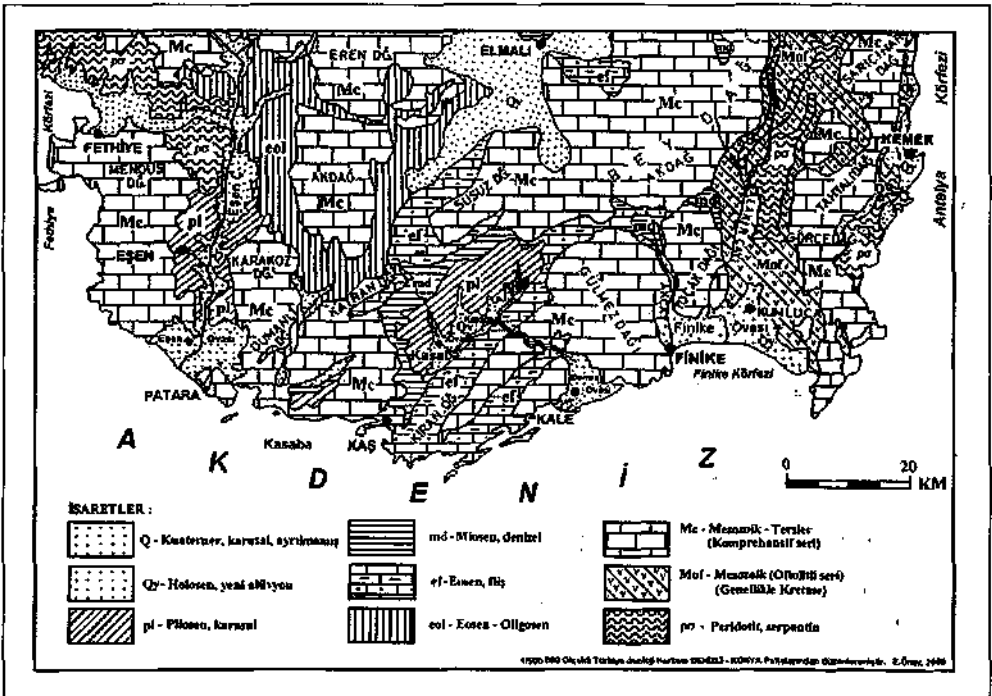
KAYNAKÇA

- AKŞİT, O. 1967. *Likya tarihi*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 1218. İstanbul.
- AKURGAL, E. 1988. *Anadolu Uygarlıkları*. Net Turistik Yayınlar A.Ş. İstanbul.
- BEAN, G. E. 1980. *Kleinasien 4 Lykien*. Kohlhammer Kunst- und Reiseführer. Stuttgart.
- (Çeviri;Hande Kökten, 1997. *Eskiçağda Likya Bölgesi*. Arion Yayınevi, Arkeoloji dizisi:04)
- COLIN, H.J. 1962. "Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (Güneybatı Anadolu) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdler." *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, S. 59, s.19 - 59. Ankara.
- DSİ Genel Müdürlüğü.1978. *Elmalı, Akçay ve Demre Ovaları Hidrojeolojik Etüt Raporu*. DSİ Gn.Md.Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dair.Bşk., Ankara.

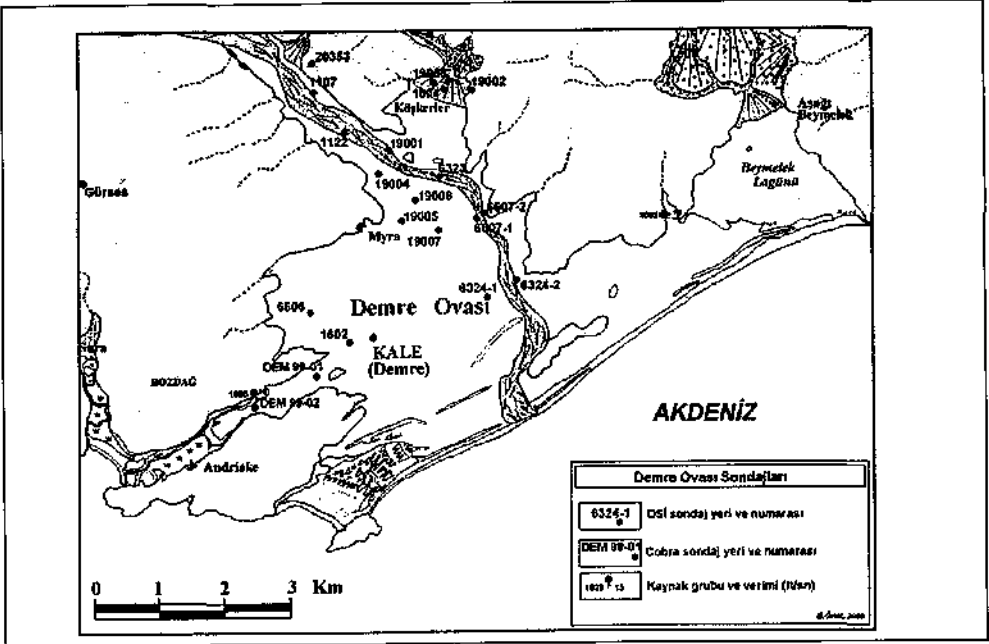
- EROL, O. 1991. "Türkiye Kıyılarındaki Terkedilmiş Tarihi Limanlar ve Bir Çevre Sorunu Olarak Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Önemi." *Bülten*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, S. 8, s.1 - 44. İstanbul.
- ERSOY, Ş. 1990. "Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Öğelerinin ve Evriminin Analizi." *Jeoloji Mühendisliği*, S.37, s. 5 - 16. Ankara.
- KAYAN, I. 1988. "Late Holocene sea - level changes on the Western Anatolian coast." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 68, 205-218. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.
- KAYAN, i. 1991. "Holocene geomorphic evolution of the Beşik plain and changing environment of ancient man." *Studia Troica. Band 1*, 79-92. Verlag Philipp von Zabern. Main am Rhein.
- KAYAN", i. 1996. "Holocene Coastal Development and Archaeology in Turkey." *Z. Geomorph. N. F*, Suppl.-Bd. 102, 37-59, Berlin-Stuttgart.
- ÖNER, E. 1995a. *Patam ve Çevresinin Jeomorfolojisi*. TÜBİTAK YBAG 106 No.lu Proje Raporu (Basılmamış).
- ÖNER, E. 1995b. "Kaş-Demre Platosunda Fiziki Coğrafya Araştırmaları ve İnsan-Doğal Çevre ilişkileri." *Ege Coğrafya Dergisi* 5, 115-140. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi. İzmir.
- ÖNER, E. 1997a. "Teke Yarımadası Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri." *Türkiye Kıyıları'97* (Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları [Ulusal Konferansı], Ankara, Bildiriler Kitabı, 723-733.
- ÖNER, E. ;1997b. "Eşen Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Likya Antik Kentleri." *A.Ü.Türkiye Coğrafyası Araş. ve Uyg. Merk.Dergisi* 6, 203-242 Ankara.
- ÖNER, E. 1997c, "Eşen Çayı Taşkın - Delta Ovasının Jeomorfolojisi ve Antik Patara Limanı." *Ege Coğrafya Dergisi* 9, 89-130. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi. İzmir.
- ÖNER, E. 1997d. "Finike Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Antik Limyra Kenti." *Ege Coğrafya Dergisi* 9, 131-157. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi. İzmir.
- ÖNER, E. 1998a "Naturgeographie und Mensch-Umwelt- Beziehungen im Yavu-Bergland" *Asia Minor Studien, Lykische Studien* 4. 267-280 ; Band 29. (Dr.Rudolf Habelt GMBH. Bonn).
- ÖNER, E. 1998b. "Likya Limanlarının Kaderi (Teke Yarımadası Kıyılarında Jeoarkeolojik Araştırmalar)." *XV Araştırma Sonuçları Toplantısı*, s.419-440, Ankara.
- ÖNER, E. 1999a. "Letoon ve Çevresinde (Eşen Çayı Deltası) Paleo-jeomorfolojik Araştırmalar." *Ege Coğrafya Dergisi* 10, 51-82. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, İzmir.
- ÖNER E. 1999b. "Zur Geomorphologie der Eşen-Deltaebene und des antiken Hafens von Patara, Südwesttürkei". *Dynamik, Datierung, Ökologie und Management von Küsten*, Beiträge der 16. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten". *Marburger Geographie Schriften*, 134, s.101 -115, Marburg.
- ÖNER, E. 2000. *Kaş-Demre Platosunda Fiziki Coğrafya Araştırmaları, Kyaneai Antik Kenti ve Çevresi, Antalya*. Ege Univ., Edebiyat Fak.Yay. No: 101, s.11 O.İzmir.
- PEKMAN, A. 1991. Strabon - *Coğrafya, Anadolu (Kitap: XII, XIII, XIV)* (Çeviri). Arkeoloji ve Sanat Yayınları Antik Kaynaklar Dizisi 1 a. İstanbul.
- ŞENEL, M.-BÖLÜKBAŞI, A.S. 1997. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:5 Fethiye-M9 Paftası. MTAGn.Md.Jeol.Etüt.Dair. Ankara.
- ŞENEL, M. 1997. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:6 Fethiye-M10-M11 Paftaları. MTAGn.Md.Jeol.Etüt.Dair. Ankara.



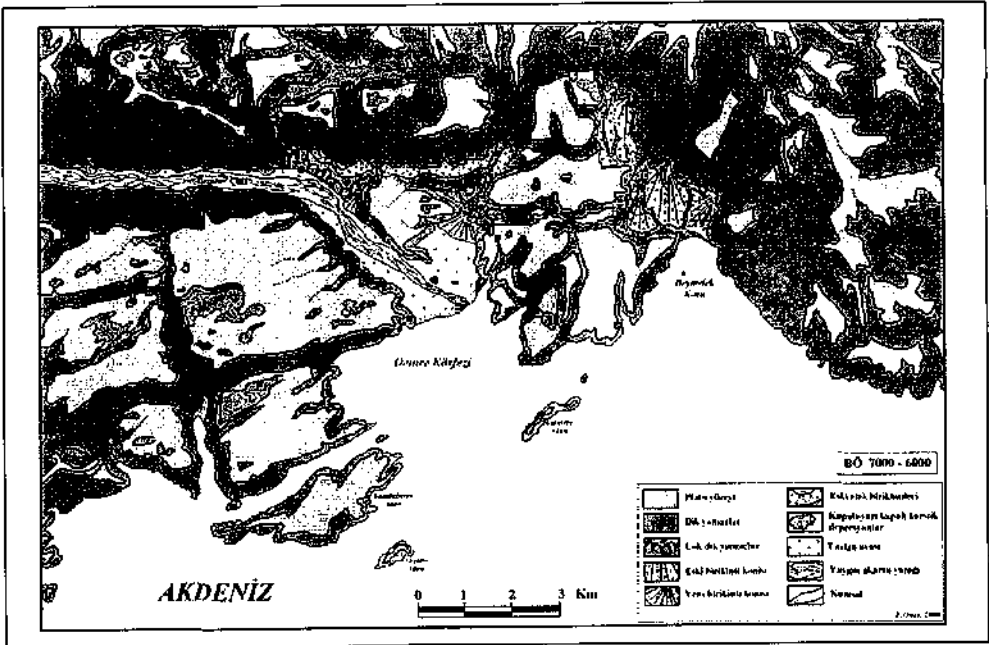
Harita 1: Teke Yarımadası'nın ana jeomorfografik birimleri ve Demre Ovası'nın yeri



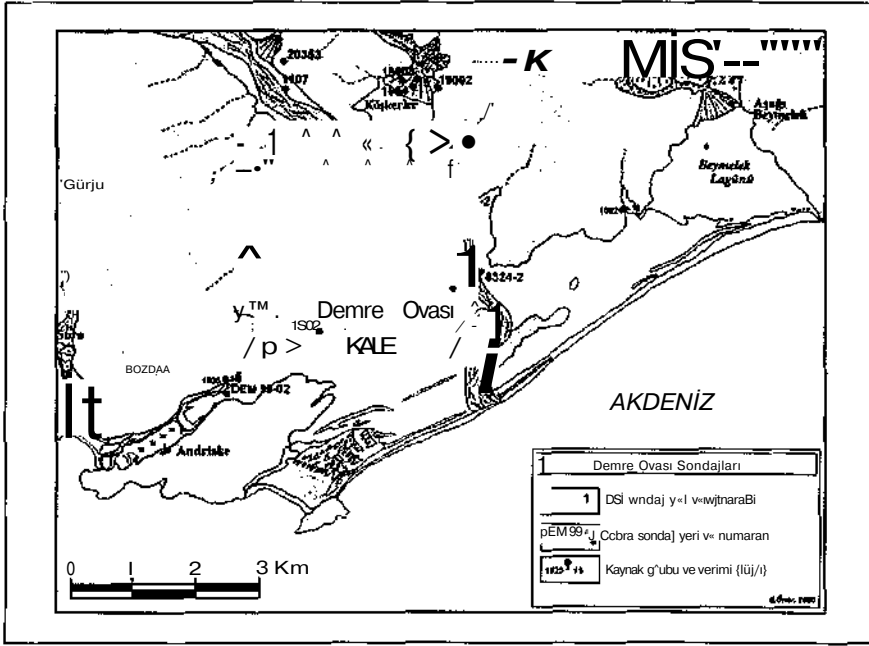
Harita 2: Teke Yarımadası'nın jeoloji haritası



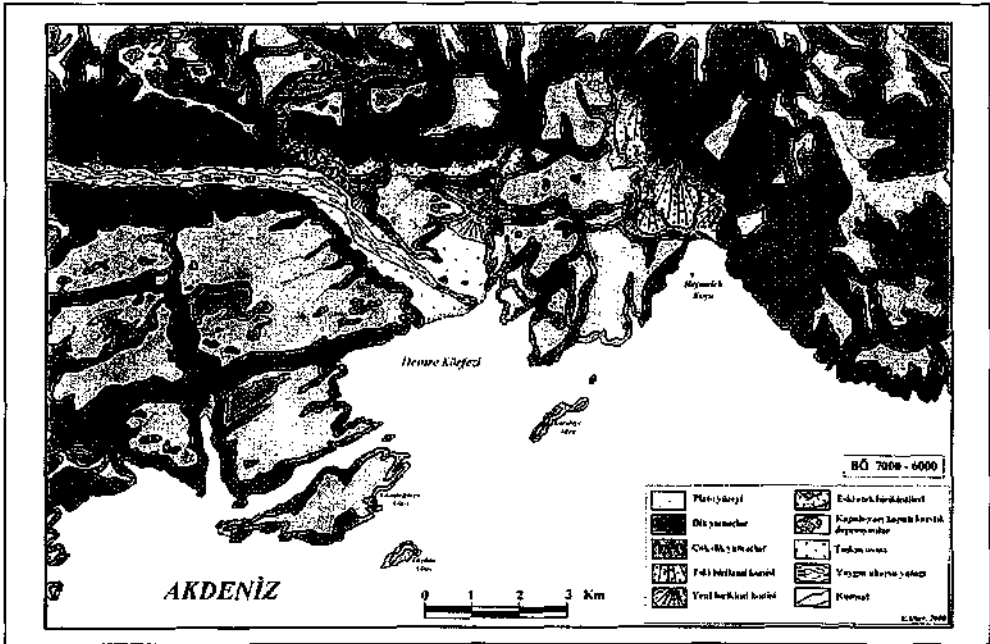
Harita 3: Demre Ovası ve yakın çevresinin jeoloji haritası



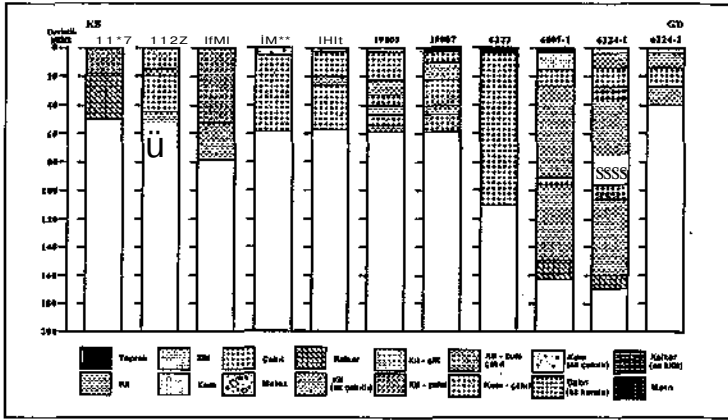
Harita 4: Demre Ovası ve yakın çevresinin jeomorfoloji haritası



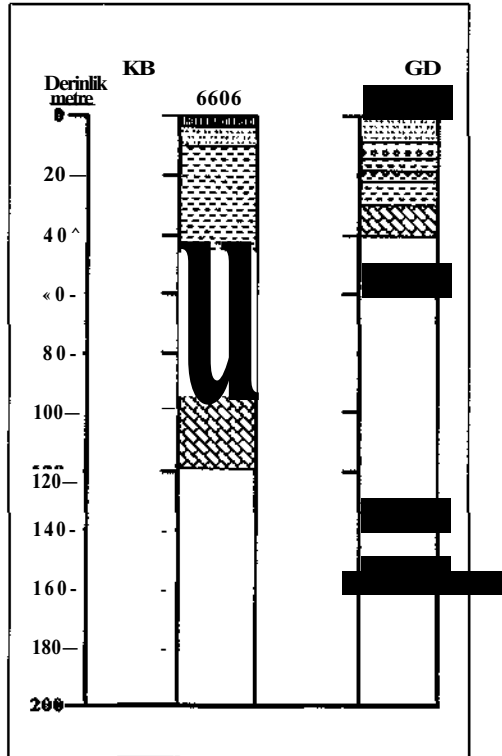
Harita 5: Demre Ovası'nda yapılmış olan DSI'ye ait derin sondajlar ile Cobra kompresörlü makine ile yapılmış sig sondaj yerleri



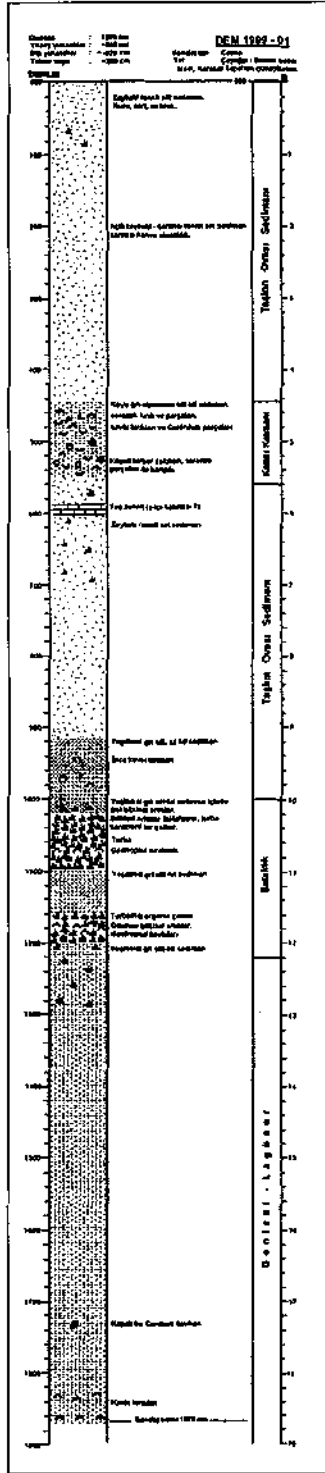
Harita 6: Demre Ovası çevresinin bugünden 7-6 binyıl önceki görünümü



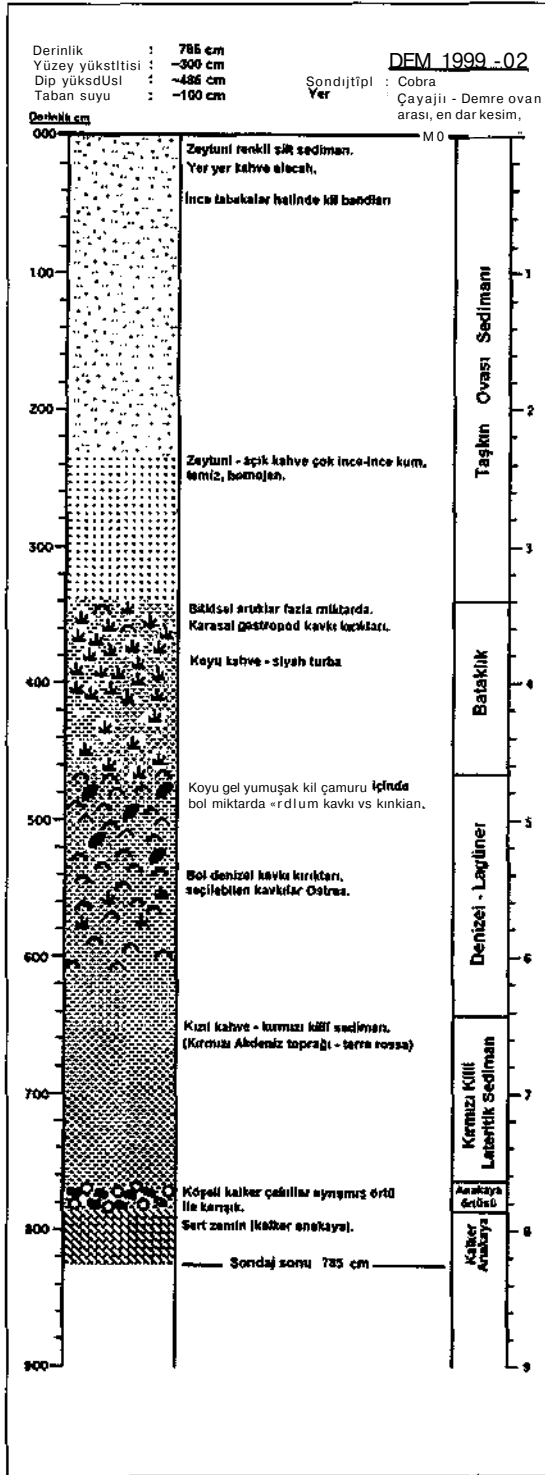
Çizim 1: Demre Ovası'nda DSI tarafından yapılan sondajlara ait loğlar (Bkz. Harita 5)



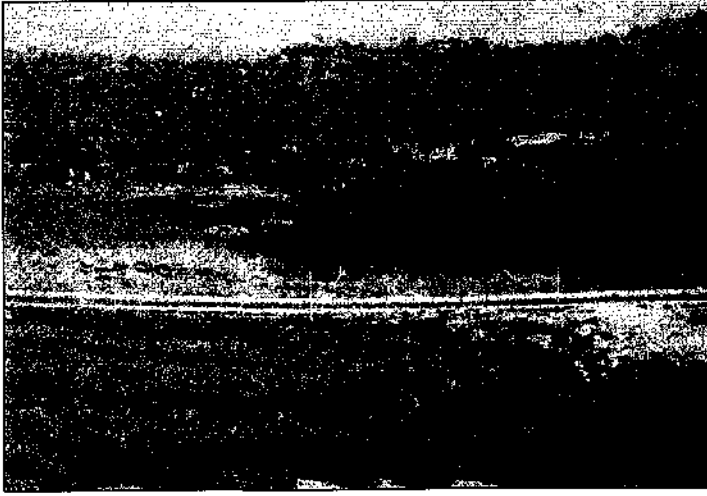
Çizim 2: Demre Ovası'nın güneybatısında DSI tarafından yapılan sondajlara ait loğlar (Bkz. Harita 5)



Çizim 3: Demre Ovası ile Çayağzı arasında Karakol Tepe'nin güneybatısında yapılan DEM 1999-01 numaralı sondaja ait log.



Çizim 4: Demre Ovası ile Çayağı-
zı arasında depresyonun en dar kısmında ya-
pılan DEM 1999-02 nu-
maralı sondaja ait log



Resim 1: Andriake antik limanı günümüzde bir bataklık halindedir. Deniz ile bağlantısı kıyı kumulları ile kesilmiş olmakla birlikte, karstik kaynaklarla beslenmesi ve fazla alüvyon almaması nedeniyle sulak ortam özelliğini korur

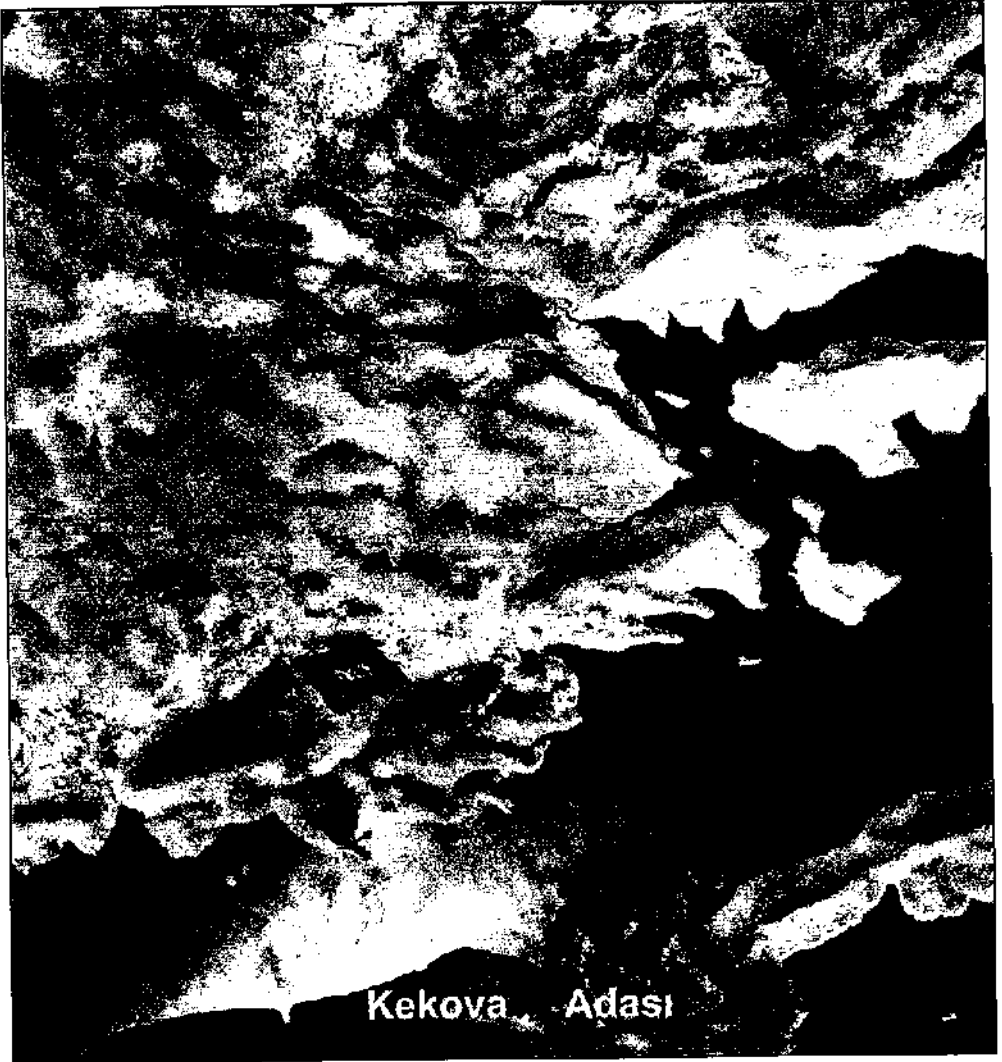
Resim 2: Sura antik kentinin bulunduğu küçük depresyon da Andriake antik limanı gibi bataklık halindedir. Bir zamanların küçük koyu, bugün denizle ilişkisi kıyı kumulları ile kesilmiş ve sucul bitkilerle kaplanmış durumdadır. Kalker yapıları yüksek kesimlerin eteklerinden çıkan karstik kaynaklarla beslenen bir ortam olduğu için bu alan tümüyle dolmamıştır



Resim 3: Kale ilçesi yerleşimi içinde kalan St.Nicholaus Kilisesi, Demre Çayı'nın taşıdığı alüvyonlarla büyük ölçüde örtülmüştür. Günümüzde kilise çevresinde devam eden kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkan yapı kalıntılarını örten alüvyon kalınlığı 3-4 m. civarındadır



Resim 4: Demre Ovasi'nın güneybatısında Cobra kompresörlü sondaj makinesi ile alüvyon sondajları yapılmıştır. Bu sondajlardan alınan sediman örnekleri bölümümüzdeki sedimantoloji laboratuvarında incelenmiştir. Resimdeki örnek fosilleri ile tipik siğ deniz sedimanını yansıtmaktadır (DEM 99-01 No.lu sondaj)



Resim 5: Demre Ovası'nın bulunduğu alanın yapısal çizgileri, güneybatısındaki Kekova kıyılarının özelliklerine benzemektedir. Bu kıyı şekli Dalmaç tipi kıyı özelliklerini yansıtır

BODRUM SUALTI ARKEOLOJİ MÜZESİ'NDE SERGİLENEN ÖRNEKLER VE KAŞ-ULUBURUN BATIĞINA AİT BAZI TAŞ ÇAPALAR ÜZERİNE ARKEOMETRİK İNCELEMELER

Volkan EVRİN*
Ay Melek ÖZER
Gülşay ÖKE
Asuman TÜRKMENÖĞLU

ÖZET

Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'nde hâlâ sergilenmekte olan 15 eserden ve İNA tarafından kazısı yapılarak Bodrum Müzesi'nde sergilemeye açılacak olan Kaş-Uluburun Batığı'ndan çıkarılmış 3 eserden alınan taş çapa örnekleri üzerinde arkeometrik incelemeler yapılmıştır.

İnce kesit ve X Işını Dağıtma (XRD) yöntemleri ile elde edilen sonuçlar, bu taş çapaların mineralojik olarak türlerini belirlemiştir.

Yapılan tür çalışmalarının artması sayesinde, kıyılarımızda bulunan taş çapaların türsel ayrımını da yapabilecek duruma gelebiliriz. Böylece, kıyılarımız sualtı arkeolojik değerlerine yeni bir bakış açısı getirebilir, denizel ticaret yolları üzerine yapılan çalışmalarda da bu bilgilerden yararlanabiliriz.

GİRİŞ

Taş çapalar, denizciliğin ilk günlerinden, demirin yaygın ve ucuz olarak kullanıma girmesine kadar geçen süre içerisinde sürekli olarak kullanılmış malzemelerdir. Günümüzde de bazı yöresei balıkçıların taş çapaları, demirlemek için kullandıkları veya balık ağları için ağırlık olarak delikli taşlar kullandıkları bilinmektedir.

Taş çapalar konusunda Türkiye'de yapılmış ilk çalışma Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'ndeki çapaların incelenmesi şeklinde yapılmıştır (Alpözen, 1977). Daha sonra aynı çapalar üzerine iki çalışma daha yapılmıştır (Subay, 1981 ve Özdaş, 1992). Gerek Doğu Akdeniz kıyılarımızda bulunup Antakya Müzesi'ne teslim edilen¹ gerekse Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'nde bulunan örnekler üzerinde çalışmalar yapmak için Kültür Bakanlığı'na ve ilgili müzelere başvurulmuş, sadece Bodrum Müzesi'nden ve İNA'dan olumlu yanıtlar alınmıştır.

* Volkan EVRİN, ODTÜ Arkeometri Master Öğr. Demetevler I.Cad. No:26/7 06200 Ankara/ TÜRKİYE
Prof.Or. Ay Melek ÖZER, ODTÜ Arkeometri Anabilim Dalı 06531 Ankara /TÜRKİYE
Doç.Dr. Gülşay ÖKE, ODTÜ Arkeometri Anabilim Dalı 06531 Ankara / TÜRKİYE
Doç.Dr. Asuman TÜRKMENÖĞLU, ODTÜ Jeoloji Müh. 06531 Ankara / TÜRKİYE

1 Bkz. Kaynaklar: Türe, Arcak, Yalçınır, 1996 ve Türe, Arcak, Korkmaz, 1996.

Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi'nde hâlâ sergilenmekte olan 15 eserden ve INA tarafından kazısı yapılarak Bodrum Müzesi'nde sergilemeye açılacak olan Kaş-Uluburun Batığı'ndan çıkarılmış 3 eser ile birlikte toplam 18 taş çapadan örnekler alınmıştır².

YÖNTEMLER, DENEYLER ve BULGULAR

İncelenen örnekler üç ayrı yöntemle incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. İlk olarak ele alınan yöntem, klasik ölçü metodudur. Tüm taş çapa örneklerinin belirli karakteristik özelliklerini gösteren fiziksel boyutları ölçülmüştür (Tablo: 1).

Ölçüleri alınan örneklerden arkeometrik incelemeler yapmak üzere 1-2 cm² lik parçalar alınmıştır. Bu örnekler, MTA laboratuvarlarında³, polarize mikroskop ile incelenmek üzere ince kesit haline getirilmiştir, incelenen örneklerin ayrıntıları fotoğraflanarak da belgelenmiştir.

İnce Kesit Sonuçları (Resim: 1)

Örnek 1: Asidik Volkanik Kayaç - Dasit (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Porfiritik bir dokuya sahip olan bu kesitte bol miktarda silisyumdioksitler vardır. Volkanik kuartzlara da sahip bu kayaçta, aiterasyon sonucu oluşmuş kalsit ve killer de görülmektedir.

Örnek 2: Sedimenter Kayaç - Konglomera (Kumtaşı) (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Parça boyutu 2 mm.den büyük olan bu örnekte hiç volkanik parçaya rastlanmamıştır. Ayrıca kalsit, kuartz ve serpantin de kesitte görülmektedir. Bağlayıcı madde olarak da mikritik kalsit vardır.

Örnek 3: Volkanik Kayaç - Andezitik Bazalt (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Tam porfiritik bir dokuya (glomeroporfiritik) sahip bu örnekte, klino-piroksenier (homblend, plagioclase) vardır. Bazalttaki boşluklar kalsit tarafından doldurulmuş. Mat-riks yapısında da mikrolitler vardır. Aiterasyon sonucu oluşmuş demiroksitler de görülmektedir.

Örnek 4: Volkanik Kayaç - Bazalt (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Porfiritik bir yapı, büyük fenokristaller (piroksen, piagioclase) içine yayılmış küçük mineraller var. Altera olmuş volkanik cama da rastlanmaktadır.

Örnek 5: Volkanik Kayaç - Olivin Bazalt (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Polisentetik ikizleme (twinning) gösteren porfiritik bir yapısı vardır. Fenokristal olarak, feldspar, piroksen ve olivin görülmektedir. Lavın akış yönünde oluşmuş bir dokusu vardır. Boşluk doldurmada da yine kalsit rol almıştır.

Örnek 6: Volkanik Kayaç - Bazalt (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Tipik bir fenokristal-matriks yapısı vardır. Piroksen, feldspar ve pSagioclaselar da kesitte görülmektedir. Matriks yapısında küçük camsı mikrolitler vardır.

2 Örneklerin alınması sırasında gösterdikleri yardımseverlik ve katkılarından dolayı Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi Müdürü Sayın Oğuz Alpözen'e ve INA'dan Sayın Cemal Pulak'a sonsuz teşekkürlerimizi sunarız. Onlar bu desteği vermeseydi bu çalışma olmazdı.

3 Katkılarından dolayı Lütüfi Nazik'e teşekkür ederiz.

Örnek 7: Sedimenter Kayaç - Fosilli Kireçtaşı (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Bol miktarda fosil barındıran bu kireçtaşı, kalsit çimentolu dağınık yapısı ve kuartz'ı ile dikkat çekmektedir. Sığ deniz veya göl ortamında oluşmuş olabilir.

Örnek 8: Metamorfik Kayaç - Şist-Gınayst (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Mika minerallerinin bir yöne yönelmesi (şistoşize) ile oluşmuş metamorfik bir kayaç. Bünyesinde muskovit, kuartz, ve feldspar vardır. Yer yer kloritleşme göstermiş bu kayaçta, alterasyon sonucu oluşmuş demiroksit de görülmektedir.

Örnek 9: Sedimenter Kayaç - Killi Kumtaşı (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Metamorfik kayaç parçaları da görülen bu kumtaşı, kil ve mikritik çimentoya sahip bir matriks yapı da göstermektedir. Metamorfik kuartz, feldspar ve kalsit parçaları da kesitte mevcuttur.

Örnek 10: Volkanik Kayaç - Bazaltik Kayaç (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Çok ince taneli (afanitik) porfiritik bir yapısı vardır (1 mm.den ince). Çok az fenokristal (plagioclase, alkali feldspar, olivin) olan bu örneğin matriks yapısında da cam ve mikrolitler görülmektedir.

Örnek 11: Sedimenter Kayaç: Silttaşı (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Bol miktarda kuartz ve feldspar parçaları bulunan bu silttaşında, mikritik kalsit ve biraz da muskovit matriks yapıyı doldurmaktadır. Birbirine yakın pek çok parça ve az miktarda dolgu vardır.

Örnek 12: Volkanik Kayaç - Andezitik Bazalt (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Porfiritik bir dokusu olan bu taze volkanik kayaçta, fenokristal olarak, biotit, plagioclase, piroksen, polisentetik ikizleme gösteren parçalar vardır. Matriks yapıda da kuartzlar, plagioclase ve mikrolitler halinde boşlukları dolduran kalsitler vardır.

Örnek 13: Volkanik Kayaç: Andezit (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Porfiritik bir dokuya sahip bu örnekte, fenokristal olarak değişerek demiroksit olmuş hornblend, plagioclase kristalleri vardır. Kil mineralleri de değişimden sonra onların yerini almıştır. Matriks yapıda da cam görülmektedir. Boşluk doldurucu olarak da yine kalsit vardır.

Örnek 14: Sedimenter Kayaç - Siltli Kiltası (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Büyük değişime uğramış bir kayaç. Fenokristal olarak piroksen, feldspar, yer yer de serpantin görülmektedir, içinde de bol miktarda şilt bulunan bu kumtaşında, şist parçaları ve demiroksit de görülmektedir.

Örnek 15: Sedimenter Kayaç - Mikritik Kireçtaşı (Bodrum Sualtı Arkeoloji Müzesi)

Gayet homojen mikritik bir kireçtaşı. Fosilce (globigerin) zengin olan bu kayacın, derin deniz veya göl ortamında oluştuğu söylenebilir.

Örnek 16: Sedimenter Kayaç - Fosilli Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı)

Bol miktarda fosil (globigerina, globigerin) içeren bu kireçtaşında kuartzlar da göze çarpmaktadır.

Örnek 17: Sedimenter Kayaç - Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı)

16. örnekten daha fazla ve farklı fosiller (deniz kabukları) içermekte olan bu kireçtaşıncıa, kuartz ve feldspar da görülmektedir.

Örnek 18: Sedimenter Kayaç - Kireçtaşı (Kaş-Uluburun Batığı)

Bol kuartzlı bu kireçtaşında, monoks fosiller (kabuklu deniz hayvanları) görülmektedir. Matriks yapıda da kalsit vardır. Sığ deniz veya göl ortamında oluştuğu söylenebilir.

Son olarak da örnekler, ODTÜ Arkeometri Laboratuvarında X Işını Dağıtma (X-Ray Diffraction- XRD) analizi için hazırlanmıştır. Toz haline getirilen parçalar, 80°C'lik fırında bir gece bekletildikten sonra ODTÜ Metalürji Bölümünde cihazdan geçirilmiştir (Şekil: 1). Sonuçta elde edilen veriler incelenmiş ve 2 θ açıları ilgili tablolardan çıkarılmıştır. Sıcrama yapan noktalardaki parçalar, ince kesitte görülen örneklerle örtüşmüştür. Böylece, elde edilen bulgular iki yönden de doğrulanmıştır.

SONUÇ

Taş çapalar üzerinde yapılan çalışmaların sonucunda görülmüştür ki, incelenen 18 parçanın: 9 tanesi sedimenter kayaç, 8 tanesi volkanik kayaç ve 1 tanesi de metamorfik kayaçtır. Volkanik kayaçlar birbirine yakın bölgelerden çıkarıldıkları için ortak özelliklere sahiptirler. Kaş-Uluburun Batığı'na ait örnekler de aynı türdendir.

Bu da şunu gösteriyor ki, taş çapa yapımında veya kullanımında, belirgin bir tür taş kullanılmamakta, yöresel olarak veya teknolojik olarak en kolay elde edilebilen ve işlenebilen taşlar öne çıkmaktadır. Göz ardı edilmemesi gereken bir konu da, Doğu Akdeniz'de belli bölgelerde büyük bir yüzde ile çıkan taş çapa cinsleri olursa, bizim de, incelediğimiz örnekleri onlarla karşılaştırıp daha sağlıklı sonuçlara ulaşmamız kolaylaşacaktır. Bu verileri elde etmek için ise, çok fazla sayıda örnek incelenmeli ve mineralojik özellikleri çıkarılmalıdır.

Tüm bu bilgilerin ışığında, taş çapanın özelliklerinin biliniyor olması, o bölgenin denizel ticaretteki önemini saptamamızı ve hatta belki de o batığın geldiği yer hakkındaki bilgilere ulaşmamızı! kolaylaştıracaktır.

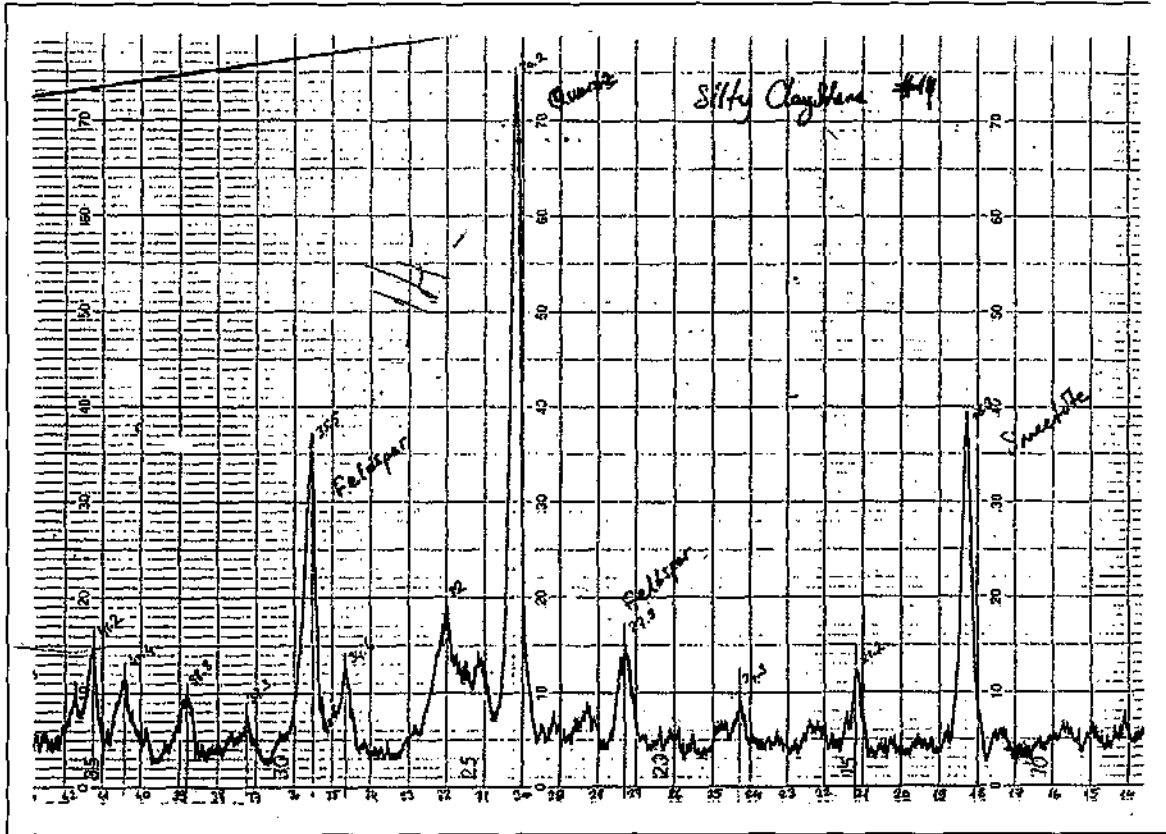
KAYNAKÇA

- ALPÖZEN, O., 1977. Çapaların Gelişimi ve Bodrum Müzesi Çapaları, *Türk Arkeoloji Dergisi*, 24.1:71-82.
- EVİRİN, V., ÖKE, G., ÖZER, A.M., YALÇINER, A.C., 1999. Taş Çapalar: Doğu Akdeniz Anadolu Kıyıları Deniz Ticaret Yolları Genel Bir Bakış ve Arkeometrik Değerlendirmeler, TC. Kültür Bakanlığı XV. Uluslararası Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara.
- KLEIN, C, HURLBUT, C.S., 1977. *Manual of Minerology* John Wiley&Sons, New York.
- MOORHOUSE, W.W., 1959. *The Study of Rocks in Thin Section*, Harper&Brothers, New York.
- ÖZDAŞ, H., 1992. Antik Dönem Çapa Yapım Teknolojisi, Sınıflandırması ve Bodrum Müzesi Çapaları, *Bodrum Museum of Undenvater Archaeology* 80-97 Ankara,
- SU BAY, F., 1981. *Türkiye Müzelerindeki Antik Gemi Çapaları*, Selçuk Üniversitesi Sanat Tarihi ve Arkeoloji Bölümü, Konya
- TÜRE, G., ARCAK, E., KORKMAZ, I., 1996. Kilikya Kıyıları Sualtı Arkeolojik Yüzey Araştırması 1993, TC. Kültür Bakanlığı XVIII. Uluslararası Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara

- TÜRE, G., YALÇINER, A.C., ARCAK, E., 1996, Kilikya Kıyıları Sualtı Arkeolojik Yüzey Araştırması 1994, T.C. Kültür Bakanlığı XVIII. Uluslararası Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, Ankara
- ZOLTAI, T., STOLJT, J.H., 1984. *Minerology: Concepts and Princeples*, Surgess Publishing Company, Minnesota

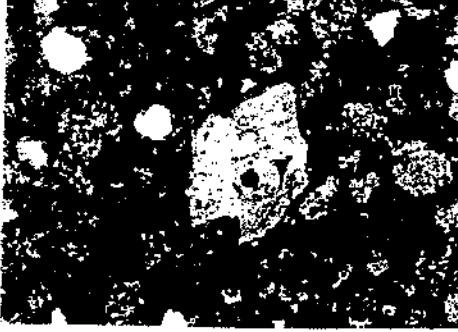
Taş Çapa	Sağ Boy	Sol Boy	Orta Boy	Alt En	Orta En	Orta W	Sg Kalın	Sol Kalın	Üst Kalın	Alt Kalın	Delik No	Delik Çap	Orta Çap	Delik Sol	Delik Sağ	Delik Alt	Delik Üst
1	49	51	49	35	34	33	9	9	9	9	üst	4	3	14	15	37	7
											sağ	4	8	22	9	3	36
											sol	4	8	10	22	9	36
2	40	37	45	39	35	24	4	9	5	8	üst	6	6	11	11	32	3
											sağ	5	6	25	10	10	28
											sol	6	7	8	28	8	30
3	42	42	43	28	28	27	11	11	11	11	üst	5	10	13	12	33	6
											sağ	4	11	19	6	5	34
											sol	5	11	5	18	3	32
4	50	50	50	34	34	34	10	10	10	12	üst	5(3)	13	15	13	35	10
							12	12			sağ	5(3)	12	22	6	7	37
											sol	5(3)	12	6	22	6	38
5	40	40	40	29	29	29	7	7	7	7	üst	5(4)	7	11	13	28	7
											sağ	4,5	7	6	19	6	28
											sol	5,5	7	5,5	18	6	28
6	36	40	42	31	31	25	9	8	8	9	üst	6(4)	8	10	12	27	10
							10				sağ	5,5(7)	10	22	5	6	26
											sol	4	8	7	22	6	31
7	32	32	32	26	25	21	8	9	8	7	üst	7	8	3	9	21	6
											sağ	6,5	7,5	16	4	6	19
											sol	6,5	7,5	5	15	6	20,5
3	39	38	45	34	36	34	5	5	6	5	üst	6(3,5)	5	13,5	15	32	9
											sağ	5(4)	5	21	8	6	30
											sol	5(3,5)	5	9	20,5	9	31
9	60	58	60	42	40	31	11	11	10	23	üst	13	18	15	12	28	17
							21	23			sağ	5(3,5)	10	12	14	50	10
10	64	60	62	35	35	28	9	9	7	10	üst	5(4)	12	22	7	11	46
											sağ	5(4)	6	7	23	7	47
											sol	5(3)	7	73	9,5	48	11
11	53	57	64	31	23	20	7	7	7	7	üst	4(3)	7	24	3	10	41
											sağ	3,5(3)	7	5,5	22	3	50
											sol	7(6)	11	15	16	47	13
12	56	58	65	46	45	34	11	13	10	10	üst	6(7)	13	32	8	11	39
							12	8			sağ	6(5)	11	13	27	11	41
											sol	7	7	9	8	31	7
13	42	40	45	32	28	22	7	7	7	8	üst	5,6	6	21	6	8	31
											sağ	6	7	6,5	21	6	30
											sol	18	13	21	13	44	8
14	69	71	73	60	54	48	15	14	14	15	üst	7	7	40	12	8	52
											sağ	7	6	7	46	10	54
											sol	6	10	14	14	40	11
15	52	50	56	40	40	30	10	10	10	10	üst	5	10	25	10	13	36
											sağ	6	10	10	25	12	36
											sol	6	10	10	25	12	36
16 4588	78	70	75	bb	bb	44	1b	1b	1b	1b	üst	11	14,5	20	23	46	20
17 4010	70	74	80	57	50	32	21	20	19	21	üst	12	20	18	17	48	20
18 2916	76	81	80	51	53	43	22	22	19	22	üst	15	21	16	18	46	20

Tablo 1: İncelenen taş çapaların fiziksel ölçüleri

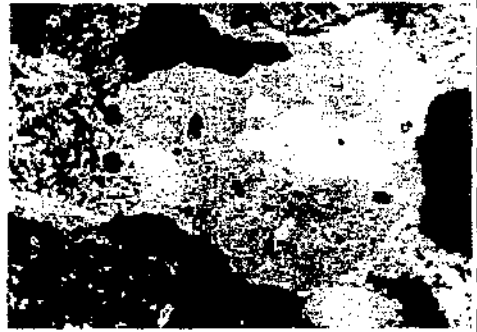


Şekil 1: XRD analizi sonuç grafiği (Örnek 14)

Örnek 1



Örnek 2



Örnek 3



Örnek 4



Örnek 5

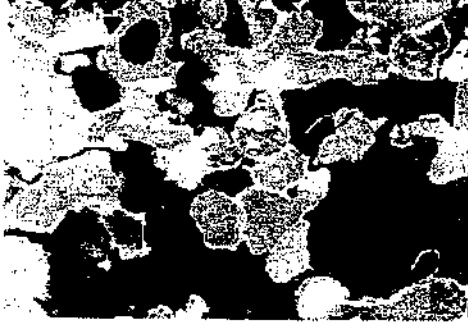


Örnek 6



Resim 1: ince kesitlerin polarize mikroskop ile çekilmiş fotoğrafları

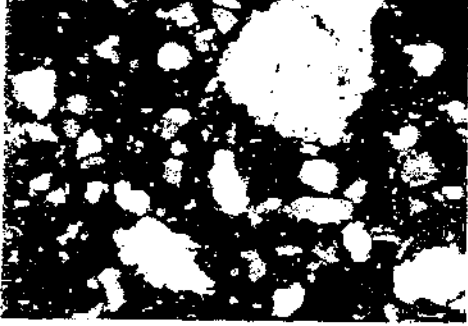
Örnek 7



Örnek 8



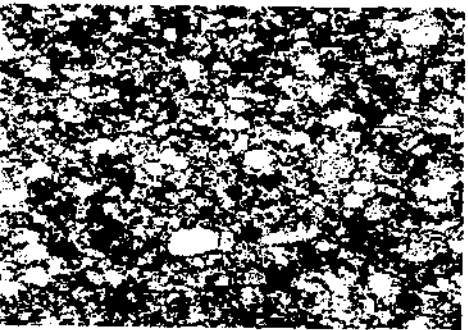
Örnek 9



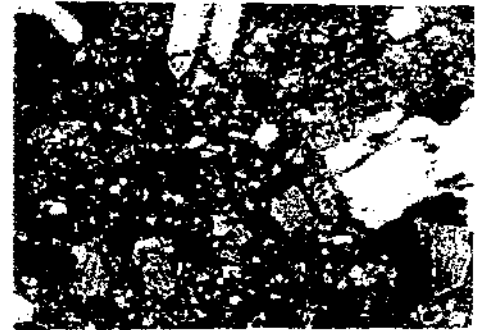
Örnek 10



Örnek 11

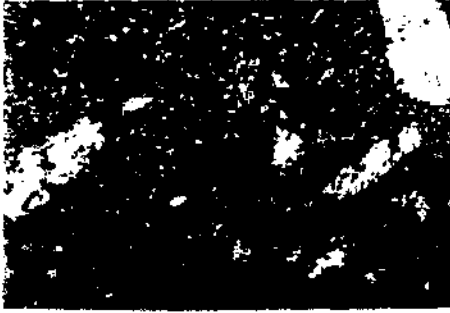


Örnek 12

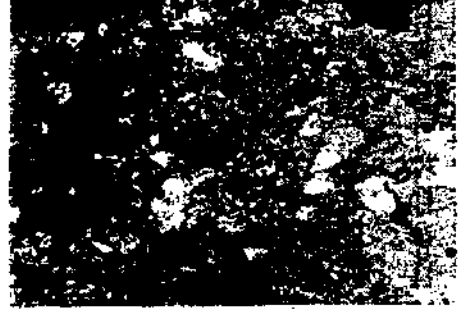


Resim 1: İnce kesitlerin polarize mikroskop ile çekilmiş fotoğrafları (devam...)

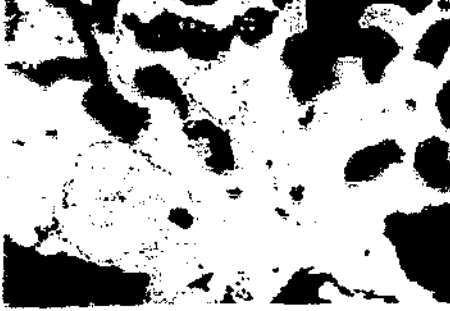
Örnek 13



örnek 14



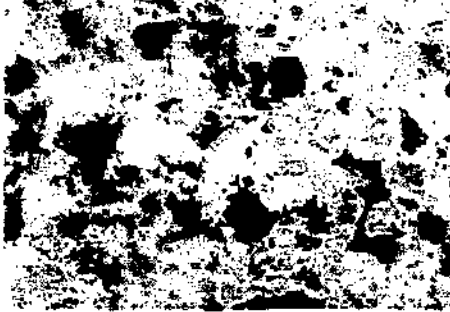
Örnek 15



Örnek 16



Örnek 17



örnek 18



Resim 1: İnce kesitlerin polarize mikroskop ile çekilmiş fotoğrafları (devam...)

DURAĞAN VE BAKIRÇAY ARSENİK CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLojİK, MİNERALojİK VE KİMYASAL İNCELENMESİ

Hadi ÖZBAL*
Necip PEHLİVAN
Bryan EARL

GİRİŞ

Geç Kalkolitikten Erken Hitit Dönemi kültür katlarını içeren İkiztepe arkeolojik kazıları arkeometalürji bakımından orta Karadeniz Bölgesi'nin en önemli merkezlerinden biridir (Alkım, U.B. 1979, Alkım, H. 1981). Kazılarda ortaya çıkarılan çok sayıda metal buluntu incelenerek, İkiztepe'nin ilgili dönemlerdeki Kafkas ve Balkan kültürleri ile olabilecek ticari ilişkilerini ve hammadde bakımından İç Anadolu bağlantılarının belirlenmesine çalışılmaktadır (Bilgi 1984, 1990, Chernyk 1992). Bu amaçla bölgenin özellikle M.Ö. 3. binyıl metalürjisinin aydınlatılabilmesi amacı ile bugüne kadar çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kunç 1986, Özbal 1981, Özbal ve Özköşemen 1988, Geçkinli 1986). İkiztepe kazılarında ortaya çıkarılan cüruf, pota, döküm kalıbı gibi malzemeler (Özbal ve diğerleri 2000) ve orta Anadolu'da bulunan madencilik ve izabe kalıntıları zengin ve estetik ikiztepe metallerinin yörede ve yöre kaynakları kullanılarak üretildiği görüşünü kuvvetlendirmektedir (de Jesus 1980, Seellinger ve diğerleri 1985, Kaptan 1986). Özellikle 1998 senesi çalışmalarında bölgede keşfedilen arsenik cevherleşmelerinin İkiztepe arsenikli bakır buluntularının arsenik kaynak olabilmesi önem kazanmıştır (Özbal ve diğerleri 2000).

Bu bildirimizde Durağan ve Tavşan Dağ, Peynir Çayı arsenik kaynaklarında 1999 senesinde yapmış olduğumuz jeolojik, mineralojik araştırmaların sonuçlarının sunulmasına ve kimyasal bulguların değerlendirilmesine çalışılacaktır.

ORTA KARADENİZ YÖRESİ MADENCİLİK TARİHİ

Tarihsel açıdan orta Karadeniz Bölgesi'nde madencilik ve çeşitli metallerin üretimi oldukça eskilere dayanır. Bunun başlıca nedeni yörede çeşitli ve zengin cevher kaynaklarının mevcut olması ve yöre insanının bu kaynakları işletebilecek teknolojileri bilmesidir. Eski Yunan mitolojisine göre iason ve Argonautlar altını burada aramışlardır. Homeros, gümüşün çıkış yerinin bu bölge olduğunu belirtir. Ünlü tarihçi Strabon demir üretiminin öncüleri saydığı Chalypslarin bu bölgede yaşamış olduklarını yazar. Bugün bölgede yaşayanlar tarihsel metalürji geleneğinin izlerini hala sürdürmektedirler.

Çeşitli araştırmacılar tarafından bölgenin madencilik tarihi ile ilgili araştırmalar yapılmıştır (Kaptan 1987, Seellinger ve diğerleri, 1985 Özbal ve diğerleri, 1997 De Jesus 1980, Özbal ve diğerleri 2000). Giles ve Kuijpers (1974) Kozlu bakır yataklarının ETÇ

* Hadi ÖZBAL, Boğaziçi Üniversitesi, Kimya Bölümü, S0815, Bebek, İstanbul/TÜRKİYE
Necip PEHLİVAN, MTA Balıkesir Bölge Müdürlüğü Balıkesir/TÜRKİYE
Bryan EARL, Heathercliffe, Sermen, Penzance Cornwall, TR19 7AX, UNITED KINGDOM

l'de (M.Ö.2800) işletildiğini C-14 yöntemi ile kanıtlamıştır. Aynı madende daha sonra yapılan bir çalışmada bulunan maden direğinin C-14 tarihlendirilmesi M.Ö. 3789 ±109 olarak saptanmıştır (Kaptan 1986). de Jesus (1976) diğer bir çalışmada ise Bakırçay yöresi Subaşı mevkiindeki cürufalarında yapılan C-14 yaş tayininin M.Ö. 223+300 olduğunu, bu ve bazı mahallerde İyereSerin imal edilmiş olması nedeniyle sahada M.Ö. 530 - M.S. 70 yılları arasındaki dönemde yüksek fırınların kullanılmış olabileceğini, bunun da Geç Frig-Erken Bizans Dönemine karşılık geldiğini belirtir. Osmanlı Devrindeki Türkiye madenlerini Divanı Hümayun Mühimma Defterleri'nden Türkçeleştiren Ahmet Refik (1935) (967 - 1200 arası ve Mukaddime), bölgede Osmanlı Döneminde madencilik yapıldığına ilişkin bir kayda yer vermemiştir. Ancak Bakırçay cürufalarında C-14 yöntemiyle yapılan tarihlendirme sonucunda bunların M.S. 1435-1627 (düzeltilmiş) seneleri arasında oluştukları belirlenmiştir (Özbal ve diğerleri 1998). İnegöl Dağı Gürlük Tepe cürufaları ise C-14 yöntemi ile M.Ö. 167 - M.S. 19 (düzeltilmiş) olarak bulunmuştur (Özbal ve diğerleri 1998).

T.C. Maliye Bakanlığı neşriyatında Kastamonu İli'nde var olduğu belirtilen arsenik madeni ile Durağan'daki arsenik madeni kastediliyor olmalıdır. Durağan arsenik madeninin işletildiğinden söz eden Blumenthal (1940) üç ayrı noktada arsenik lekeleri olduğunu, bunlardan bir tanesinde geliş güzel işletme yapıldığını, ekonomik olmadığını belirtir. Türkiye'nin bilinen mineral kaynakları derlemesini yapan Ryan(1957) Bölgedeki zuhurların yerlerini tanımlamıştır. Bilinen son madencilik çalışmaları MTA tarafından yapılmıştır (Muller 1972). Porfiri bakır aramasını amaçlayan bu çalışmalardan olumlu bir sonuç alınamamıştır.

JEOLOJİ

Merzifon-Durağan arasında Paleozoikten kuvarternere kadar değişen yaşlarda jeolojik birimler oluşmuştur. Jeolojide yaş ve özelliklerine göre formasyon olarak ayırt edilen bu birimlerden inceleme sahalarında yer alanlar, yaşlıdan gence doğru Aktaş formasyonu (Pka), Bekirli formasyonu (Mb), Çağlayan formasyonu(Kç), Kusuri formasyonu (Tk), Meryemdere formasyonu (Tm) ve alüvyonlardır (Al).

Merzifon'un kuzeyinde Bakırçay çevresinde yüzeylenen granit; Tersiyer öncesi birimleri kesmiş, kenarlarında kontakt metamorfik kayalar oluşturmuş, granite bağlı olarak yöredeki cevherleşmeler (Cu, Pb, Zn, Mo, As) yerleşmiştir.

CEVHERLEŞME

Sinop-Samsun-Çorum-Amasya illerini kapsayan bölgede Cu-Pb-Zn-Mn-Ag-As mineralizasyonları gözlenen 15 zuhur bulunmaktadır (Harita: 1). Merzifon-Durağan arasında yer alan inceleme sahalarında ise farklı mineral toplulukları sunmaktadır. Kökeni olarak muhtemelen aynı granite bağlı olmalarına rağmen, bu farklı mineral topluluğunun görülme nedeni granite olan uzaklıklarına bağlanabilir.

inceleme sahalarından Bakırçay sahasında, kontakt metasomatik ve porfiri tipte görülen cevherleşme Cu-Pb-Zn-Mo-W birlikteliğinde ve yüksek sıcaklıkta oluşmuştur. Peynircay granitten daha uzaktadır. Burada damar tipte, alt kısımlarda Pb-Zn, daha üst kısımlarda As (arsenopirit) ve silislerde Au mineralizasyonu yer alır ki, oluşum sıcaklığı daha düşük olan hidrotermal sahadan oluşmuş olabilir. Durağan sahasında ise granitten uzaklaşmış olup kırk ve ezik tektonik hatlara As cevherleşmesi yerleşmiştir (Çizim: 1)-

İNCELENEN CEVHERLEŞMELER

7- **Bakırçay Sahası:** Araştırmamız arsenik üzerine yoğunlaştığından, bu sahaya fazlaca zaman ayrılmamış, haritalanmamış sadece karşılaştırma yapabilmek için örnekler alınmıştır. Alınan örneklerde görülen mineraller, izlenen mineraller kısmında anlatılmıştır.

2- *Peynirçayı Sahası*: Merzifon'un 15 km. kadar kuzeyinde Vezirköprü'ye inen Peynirçayı Deresi'nin batı yamacında, Bakacak Tepe'nin kuzeydoğusunda (Çizim: 2) yer alır. Bakacak sırtının kuzeydoğusunda kireçtaşlarını kesen biyotit-tanolit damarlarının kenarında, kireçtaşı şist dokanağında ve kırık zonunda yer yer biok, kafa ve damar şeklinde masif arsenopirit mineralizasyonları görülmektedir. Peynirçayı Vadisi içinde Pb-Zn galerilerinin olduğu, kılavuz tarafından söylenmiştir. Ayrıca Bakacak Sırtı doğusundaki yol yarmasındaki metabazikler de emprenye olarak ve yer yer yuvacıklar haüde arsenopirit mineralizasyonu görülmüştür. Ayrıntılı çalışma yapılmadığından herhangi bir eski işletme belirtisi görülememiştir. Güneye doğru yol boyunca gelindiğinde yol kenarında bir kısmı toprak içinde kalmış tuğlamsı parçalar ile bunların daha aşağısında yol kenarında bir adet antik tahıl öğütme taşı görülmüştür.

3- *Durağan Sahası*: Durağan'ın doğusunda Durağan-Alaçam karayolunun 5.2 km.sinde Çayağzı köy yolu kavşağının 250 m. ötesinde Alaçam tarafındadır (Çizim: 3, 4). Yol yarmasında gayet belirgin olarak görülebilen sarı ve portakal rengi ile dikkat çeken Realgar-Orpiment mineralizasyonu, şist-kalk şistler içerisinde tektonik hatlardaki ezik ve kırık çatlaklı kesimlere yerleşmiş damar-damarcık, boşlukların çeperlerine yerleşmiş olarak izlenir. Damar ve network görünümüdür. Cevherli kesimlerde yoğun killeşme, killeşmeler içerisinde alterasyon sonucu oluşmuş jips plakaları oldukça yaygındır. Jips sağlam kayaların çatlaklarında film ve damarcık şeklinde görülmektedir.

Sahada 4 galeri ve 1 kuyu izlenmiştir (Çizim: 4). Bu galerilerden 3 tanesi ve kuyu yolun batı kesiminde, 1 galeri de Çayağzı Deresi içerisinde yer almaktadır. Numaralanan galerilerden (Şekil: 4) I ve II No.lu galerilerin ağızları kapalı ve IV No.lu galeri de dere tabanında olduğu için girilememiştir. İli No.lu galeri incelenerek haritalanmıştır (Çizim: 5). İli No.lu galerinin doğusunda yer alan kuyu, su kuyusu olarak yakın zamanlarda açılmış, kuyudan çıkan malzemeler içinde Realgar-Orpiment parçalara rastlanmıştır. Sahada başka işletme kalıntılarının varlığı ve işletme zamanları kesin olarak saptanamamıştır.

İZLENEN MİNERALLER

Bakırçay, Peynir Çayı, Bakacak Tepe'nin kuzeydoğusu ve Durağan cevherleşmesi ayrı mineral topluluklarından oluşmuştur. Bakırçay kesiminde Cu-Pb-Zn-Mo mineralleri, Peynir Çayı kesiminde As-Au-Pb mineralleri, Durağan kesiminde ise As mineralleri ağırlık kazanır. Bakırçay ve Peynir Çayı örnekleri makro olarak, binoküler ve parlak kesitleri yapılarak maden mikroskobu ile, Durağan örnekleri ise makro ve binoküler olarak incelenmiştir.

a) Bakırçay Örnekleri

Bakırçay cevherleşmesinden çok sayıda el örneği binoküler mikroskop ile incelendikten sonra iki adet parlak kesit yapılarak maden mikroskobu ile incelenmiştir. Örneklerde görülen mineraller şunlardır:

Kalkopirit (CuFeS₂): Çoğunlukla öz biçimsiz, bazı taneler galenit ve pirit ile çevrelenmiş, bazen de sfalarit içinde kapanımlar halinde görülmektedir. Bazı tanelerin kenar ve çatlakları boyunca limonit ve malakit sıvanmış.

Sfalarit (ZnS): Yer yer taneler, yer yer yığılımlar halinde bazı taneler galenit ve pirit ile çevrelenmiş çoğunlukla yarı öz biçimli, bazı taneler içerisinde kalkopirit kapanımlar görülüyor.

Galenit (PbS): Ayrı ve bitişik taneler halinde, bazı taneler boşlukta gelişmiş, çoğunlukla öz, yarı öz biçimli, bazı kısımlarda sfalarit ve piriti çevrelemiş, bazı kısımlarda pirit tarafından çevrelenmiş.

Molibdenit (MoS): El örneklerinden birinde görülmüştür. Silis damarcığı içerisinde benek ve çatlak yüzeyinde sıvama şeklinde çok az olarak görülmektedir.

Pirit (FeS): Yaygın olarak gözlenir. Bazı kısımlarda masif, bazı kısımlarda penta-gon ve kısmen kübik öz biçimli ve yarı öz biçimli taneler halindedir. Bazı kısımlarda zonlu yapı göstermektedir.

Pirotin (Fe_{1-x}S): Kalkopiritçe zengin bir örnekte kalkopirit ile kenetli piritle çevrelenmiş kahveremgimsi bronz renkli, düzensiz şekilli birkaç mm.lik taneler halindedir. Çatlaklarında limonitleşmeler görülmektedir.

Povellit (CaMoO₄) ve Şeelit (CaWO₄): Granatlı, aktinolitli, piritli, az epidotlu bir örnekte ultraviyole lamba altında saçılmış halde birkaç tane şeelit (canlı açık mavi renkte) ve 2 tane povellit (saman sarısı renkte) görülmüştür.

Sekonder minerallerden malakit (CuCO₃,Cu(OH)₂) ve limonit (FeO(OH)nH₂O) çatlaklarda dolgu ve sıvanmalar halindedir.

b) Peynir Çayı-Bakacak Tepe Örnekleri

Pirasalık I Örneği

Arsenopirit (FeAsS): Numune masif arsenopirit, arsenopiritler arasında az pirit, bazı kristaller içerisinde çok küçük iğnemsil silis kristalcikleri bazı çatlaklarda limonit sıvanmaları halindedir. Arsenopiritlerin bir kısmı yarı öz biçimli iç içe büyümeler ile zonlu yapıda, büyüme zonları arasında silis ile birlikte çok küçük pirit tanecikleri görülmekte olup bazı arsenopirit taneleri 3-4 mm'lik büyüklüğe ulaşmaktadır.

Pirasalık II Örneği (Bakacak sırtı, yol üzerinden)

Örnekte 7x4 boyutunda arsenopirit tanesi dışında örnek dağınık taneli emprenye arsenopirit tanecikleri az pirit içerir, çok az pirotin (Fe_{1-x}S), pirotin kenarlarında limonit sıvanmalar yan kayaç içerisinde aksesuar mineral olarak öz biçimli zirkon tanesi, parlak yüzey dışında ise noktacık halinde bir tane galenite rastlanmıştır, incelenen diğer örneklerde galenite rastlanmamıştır.

c) Durağan Örnekleri

Durağan arsenik madeni örnekleri; el örneklerinin makro ve binoküler mikroskop incelemeleri ile tanımlanmışlardır. Örneklerde gözlenen mineraller şunlardır:

Realgar (AsS): Kırmızımsı portakal rengi ile tipik bir mineraldir. Yüzeyde kalan kısımlarda dış yüzeyi kırmızımsı sarıya dönmüş, kil karışımı kısımları beyazımsı sarı renk almıştır.

Orpiment (As₂S₃): Realgar ile birlikte çoğunlukla realgarı çevreler biçimde limon sarısı rengindedir. Realgar ile birlikte kırık, çatlak ve boşluklara yerleşmiştir. Boşlukların kenarlarına yapışarak gelişmiş prizmatik iğnemsil kristaller izlenmektedir.

Yoğun killeşmiş, sist içinde boşlukta yerleşmiş realgar-orpiment mineralleri topluluğunun orta kesimi koyu kırmızı-mörumsu kırmızı bir renk göstermektedir. Bu rengin arsenat minerallerinden eritrit {Co₃AsO₄}₂.8H₂O'ten mi yoksa civa minerali zinoberden mi olduğu çözümlenememiştir. Cevherde zinober mineralinin görülmeme-

si, kimyasal analiz sonucunda Hg bulunamaması ve az da olsa kobalt görülmemesi bu rengin eritritten olabileceğini düşündürmektedir.

Jips (CaSO₄.2H₂O): Killeşmiş kesimlerde alterasyon ile ikincil olarak oluşmuştur. Mineralize zonlar içerisinde çatlaklar film gibi killeşmeler içerisinde 10 cm.yi bulan büyüklüklere ulaşmış parçalar, levhalar halinde, kimi mızrak ikizi, kimi merdiven yapısı gösteren ikizlenmeler yapmıştır.

KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

İkiztepe'de bulunan cüruf örneklerinin ve pota parçalarının yüksek oranlarda arsenik içerdikleri kimyasal analizle belirlenmiş ve bu bilgi geçen sene yapılan toplantıda sunulmuştu (Özbal ve diğerleri 2000). Ayrıca arsenopirit cevheri kullanılarak arsenikli bakırın hazırlanmasının da kolaylıkla yapılabildiği yapılan simulasyon deneyleri sonucunda belirlenmişti (Özbal ve diğerleri 2000). Orta Karadeniz Bölgesi'nde yapılan yüzey araştırmaları da İkiztepe'de bulunan arsenikli bakırların bölgesel olarak üretilebilmeleri için gerekli her türlü cevher ve yakıt kaynaklarına, izabe malzemelerine ve Kızılırmak boyunca da son derecede uyumlu bir ulaşım imkânına sahip olduğunu göstermiştir.

Peynirçayı arsenopirit örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de, Durağan orpiment-realgar örneklerinin kimyasal analiz sonuçları da Tablo 2'de sıralanmıştır. Tablo 1 'de sıralanmış bulunan örneklerin ortalama arsenik miktarı % 33.7 ve demir miktarı ise % 34.2'dir ve oldukça saf arsenoprit kompozisyonu özellikleri gösterir. Durağan orpiment-realgar örnekleri de son derecede saf cevher olup yüksek oranda arsenik içermektedir. İki farklı arsenik kaynağının eser element dağılımlarında önemli bir fark yoktur. Ancak Peynirçayı örneklerinin demir içerikleri Durağan örneklerinden 8-10 kez daha fazladır. 98/317 ve 98/318 No.lu örnekler yan kayaç olup arsenik içermemektedir.

Bu sonuçlara göre İkiztepe arsenikli bakır buluntularının bölgede bulunan cevher kaynakları kullanılarak yöre metalurjistleri tarafından üretilmiş olduklarını söylemek yanlış bir tahmin olmaz. Ancak bu varsayımı bilimsel olarak kanıtlamak gerekir, zira İkiztepe kazılarında henüz bu cevheleşme bölgesinden geldiğini gösteren herhangi bir cevher örneğine rastlanmamıştır. İkiztepe'de bulunan metalurjik malzemeler yerleşim mahaiinde izabe işlemleri ile ilgili değildir. Bunlar daha ziyade rafinasyon, alaşım yapma ve külçeden araç gereç üretimine yönelik olduğundan cevher örneklerinin bulunmaması doğal karşılanmalıdır. Daha önce önerdiğimiz gibi izabe işlemlerinin cevher kaynaklarına yakın yerlerde yapıldığını tahmin etmekteyiz. Zira bu bölgelerde izabe işlemlerinin izlerini taşıyan çok çeşitli cüruf kalıntıları mevcuttur. Ancak bugüne kadar bu cüruf depolarından alınan örneklerden hiç birisi Eski Tunç Çağına tarihlenmemiştir. Bu sonucun da olağan karşılanması gerekir, zira bölgede tarih boyu yapılan sürekli metalurjik faaliyetler en eski kalıntıların yok olmasına neden olmuştur. Bu nedenle şu aşamada kimyasal ve mineralojik açıdan İkiztepe ile bölge arasında doğrudan bir bağlantı kurmakta zorlanmaktayız.

Ancak İkiztepe metal buluntularının alaşım ve eser element kompozisyonu ve/veya çeşitli izotop analizleri ile metalin üretildiği yöre cevherlerinin özelliklerinin karşılaştırılması sonucunda, kaynak sorularına daha somut bir yanıt getirilebilir. Bu konuda yardımcı olabilecek eser elementlerden bir tanesi mineralojik incelemede gözlenen moliptendir. Genelde molibden bakır ve bronz buluntularda iz element olarak incelenmez ve İkiztepe metallerinde de molibden analizi yapılmamıştır. Ancak Bakırçay cevherlerinde molibdene rastlanmasından dolayı İkiztepe metallerinde molibden analizlerinin yapılması planlanmıştır. İkinci gösterge ise metallerde bulunan demir miktarları olacaktır. Bakır kökenli buluntularda bulunan demir miktarlarının genelde kullanılan bakır cevheri ile ilintili olduğu belirlenmiştir (Craddock ve Meeks 1987, Cooke ve Aschenbrenner 1975). Bakır üretiminde demir miktarı fazla olan kalkoprit türü birincil bakır cevherleri kullanıldığında, üretilen metalde daha fazla demir bulunmaktadır. Arsenikli bronz yapımında yüksek oranda demir içeren arsenoprit kullanıldığı takdirde, elde

edilen metalde nispeten daha fazla demir bulunması beklenir. Demir oranı az olan orpiment-realgar kullanıldığı zaman, metalde demir miktarları nispeten daha az olması gerekir. Bu amaçla, her iki değişik arsenik cevheri kullanılarak laboratuvarımızda üretilen arsenikli bakır örneklerinin demir içerikleri incelenerek arsenik kaynağı konusunun aydınlığa kavuşturulmasına çalışılmaktadır.

Karadeniz Bölgesi'nin kurşun ve bakır kaynaklarını kapsayan kurşun izotop analizleri yapılmış olup bölgenin izotop dağılım haritası çıkarılmıştır (Sayre ve diğerleri 2000). İkiztepe örneklerinden yapılacak kurşun izotop analizleri konuya çok daha sağlam ve bilimsel çözüm getirecektir.

SONUÇ

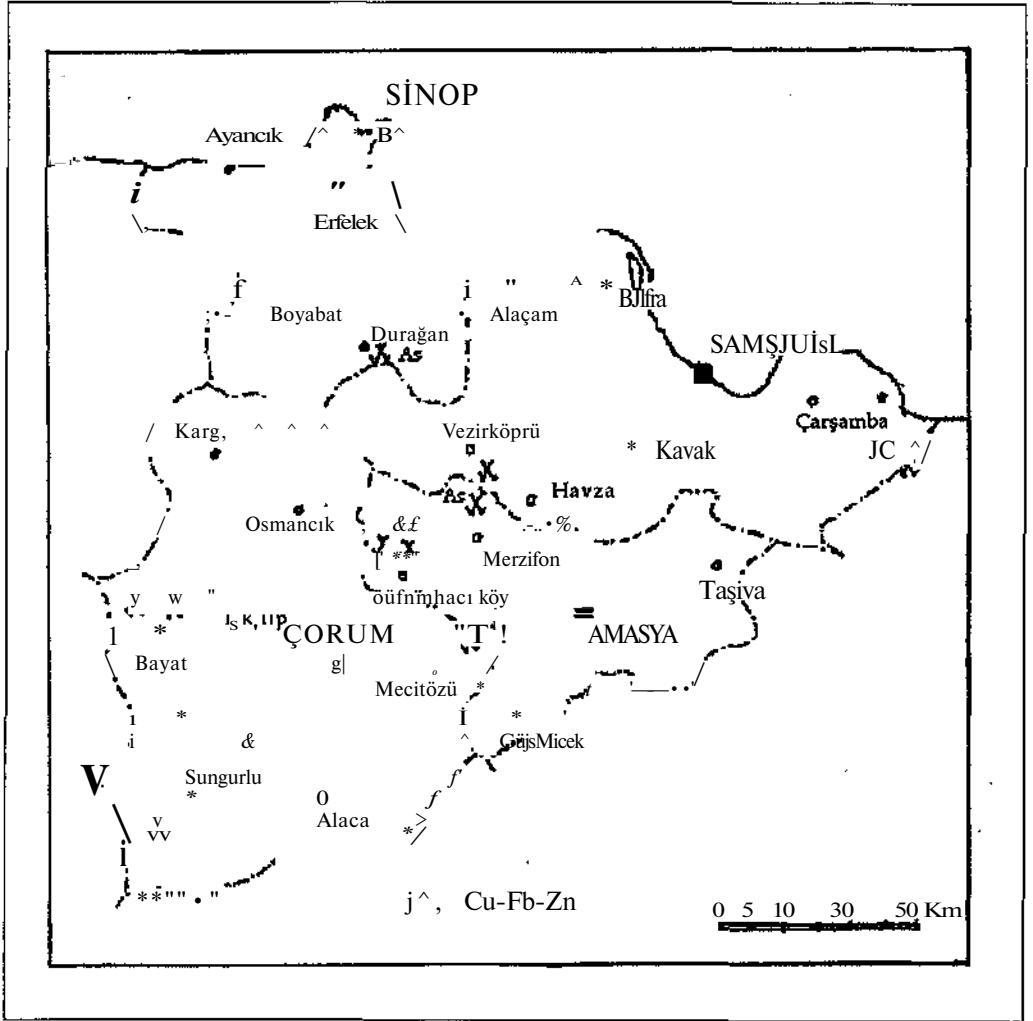
Yapılan çalışma ile bölgede iki tür arsenik mineralizasyonunun olduğu saptanmıştır. Bunlardan biri demir içerikli arsenopirit cevherleşmesidir. Peynir Çayı sahası bu türdür, ikincisi ise demirsiz arsenik cevherleşmesidir. Durağan sahası da bu tür girer. Arsenikli bronz yapımında bunlardan hangisinin daha uygun olduğu araştırılmaktadır.

Strabon "Coğrafya" adlı eserinde Sandaracurgium Dağı'nda maden işletildiğini, bu madenlerdeki havanın, cevherin kokusundan dolayı öldürücü ve dayanılmaz olduğunu, işçilerin kısa zamanda ölüme mahkum kaldığını belirtir. Strabon'un sözünü ettiği arsenik madenlerinin bu bölgede olduğunu tahmin etmekteyiz. Strabon arsenik madeninin Plmolisa yakınındaki Sandaracurgium Dağı'nda bulunduğunu ve hemen bitişiğinde de bir kraliyet kalesinin varlığından bahseder. Dönemin haritasında bu yer Kızılırmak ile Gökırmak'ın birleştiği civardır. Durağan ilçesi'nin 5 km. kadar doğusunda bulunan madenler bu tanıma çok uymaktadır. Cevher işletmesi bu iki ırmağın birleştiği yerdedir ve işletmenin 10 km. kadar doğusunda ise Kemerbahçe Kalesi bulunmaktadır ve Strabon'un tanımına oldukça uymaktadır.

KAYNAKÇA

- AHMET REFIK, 1931-1935; *Osmanlı Devrinde Türkiye Madenleri 1931 Mukaddime*, İstanbul 1935
- ALKİM, U.8., 1979, "İkiztepe Kazısı İlk Sonuçları", *VIII. Türk Tarihi Kongresi Bildirileri* / , TTKY, IX, No. 8, Ankara, Sayfa 151-157.
- ALKİM, H., 1981, "İkiztepe Kazısı ile ilgili Arkeometrik Araştırmaların Yorumu", *TÜBİTAK-ARÜTOPII*, İstanbul, Sayfa 137-150.
- BLUMENTAL, M.M., 1940; Gökırmak Vadisi ile Karadeniz Arasındaki Pontik Silsilelerinin Jeolojisi Hakkında Rapor (Boyabat-Sinop), *MTA Dergisi*, Rapor No. 1067, Ankara
- BİLGİ, Ö., 1984, "Metal Objects from İkiztepe-Turkey", *Beitrage zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 6, Bonn, Sayfa 32-99.
- BİLGİ, Ö., 1990, "Metal Objects from İkiztepe-Turkey", *Beitrage zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, 9-10, Bonn, Sayfa 119-219.
- CHERNYK, E.N., 1992, *Ancient Metallurgy in the USSR*, Cambridge University Press, Cambridge.
- COOKE, S.R.B ve Aschenbrenner, S., 1975, "The occurrence of Metallic Iron in Ancient Copper", *Journal of Field Archaeology*, 2, Sayfa 251-266.
- CRADDOCK, P.T. ve Meeks, N.D., 1987, "Iron in Ancient Copper", *Archaeometry* 28, Sayfa 187-204.
- DE JESUS, P., 1976, Eski Çağlarda Anadolu'da Yapılmış Olan Metallurjik Faaliyetler, *MTA Dergisi* Sayı 87, Ankara, Sayfa 64-67

- DE JESUS, R, 1980, The Development of Prehistoric Mining and Metalurgy in Anatolia, *BAR International Series* 74(i), BAR, Oxford.
- GEÇKİNLİ, A.E., BOZKURT, N., YORUCU, H. ve BİLGİ, Ö., 1986, "İkiztepe Metal Buluntularının Metalografik Etüdü", *VII. Kazı Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu*, Ankara, 26-30 Mayıs 1986.
- GILES, D.L ve KUIJPERS, E.R, 1974, "Stratiform Copper Deposit, Northern Anatolia, Turkey: Evidence for Early Bronze I (2800 B.C.) Mining Activity", *Science*, 186, Sayfa 823-825.
- KAHLE, E. MULLER, 1972; Geological and Geochemical Investigations Bakırçay Prospect, *MTA-Birleşmiş Milletler Projesi Technical Report* No: 2, MTA Etüt Arş. Ankara.
- KAPTAN, E., 1986, "Ancient Mining in the Tokat Province, Anaîolia: New Finds", *Anatolica XIII*, Sayfa 19-36.
- KAPTAN, E., 1987, "Türkiye Madencilik Tarihine Ait Merzifon-Bakırçay Yöresindeki Kalıntılar", *The IXth International Symposium of Excavations, Surveys and Archaeometry Proceedings*, 6-10 Aprii 1987, Ankara, Sayfa 225-234.
- KUNÇ, Ş., 1986, "Analysis of ikiztepe Metal Artifacts", *Anatolian Studies*, XXXVI, Sayfa 99-101
- ÖZBAL, H., ADRIENS, A., EARL, B. ve GEDİK, B., 1998, "Minör Metallic Components Associated with Anatoüan Copper and Bronze Artifacts: Indications of the Uuilization of Poiymetallic Ores", *31st International Symposium on Archaeometry*, Budapest 27 April-1 May, Hungary.
- ÖZBAL, H. veÖZKÖSEMEN, G., "1988, ikiztepe Metalik Savaş Araçlarının Kimyasal Analizi", *IX. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu*, Ankara, Sayfa 139-152.
- ÖZBAL, H., 1981, "İkiztepe Metal Bulgu Analizleri", *TÜBİTAK Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı Bildirileri II*, İstanbul Üniversitesi, sayfa 101-112.
- ÖZBAL, H., ADRIAENS, A., EARL, B., ve GEDİK, B., 2000, "Samsun-Aımasya-Tokat illeri Yüzey Araştırmaları", *15. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara, Sayfa 47-54.
- RYAN, C.W., 1957; *A Guide to the Known Minerals of Turkey*.
- SAYRE, EM, YENER, K.A., JOEL, E.C., BLACKMAN, M.J. ve ÖZBAL, H., 2000, "Stabie Lead Isotope Studies of Black Sea Anatolian Ore Sources and Related Bronze Age and Phrygian Artefacts from Nearby Archaeological Sites". *Archaeometry* dergisine sunulmuştur.
- SEELLINGER, T.C., PERNICKA, E., WAGNER, G.A., BEGEMANN, R, SCHMITT-STRECKER, S., EIBNER, C, ÖZTUNALI, Ö. AND BARAYNI, I., 1985, "Archaeometallurgische Untersuchungen in Nord und Ostanatolien", *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, Mainz, 32, sayfa 597-659
- STRABO, *Geography* XII, Tr. H.L Jones, (London-Cambridge Mass., 1961), sayfa 449-451.
- Türkiye Madenleri ve Kömürleri*, TC. Ekonomi Bakanlığı Neşriyatı, Seri No: 3, No: 1, Ankara.



Harita 1: Sinop-Samsun-Çorum-Amasya bakır, kurşun ve çinko zuhurları

Örnek	% As	% Fe	% Cu	% Co	% Ni	% Zn	% Pb	% Ag	Au*	% Sb	% Bi
98/310	30.1	30.4	0.01	0.07	nd	0.02	0.24	nd	26.3	0.05	0.82
98/311	32.3	28.0	0.64	0.02	nd	0.04	0.17	0.03	nd	0.04	0.12
98/312	31.1	34.7	0.12	nd	nd	0.03	0.06	0.21	14.3	0.10	0.11
99/309	35.1	37.9	0.30	nd	0.03	1.97	0.10	nd	14.3	0.06	0.06
99/313	40.1	40.2	0.25	nd	0.02	0.05	1.05	nd	6.8	0.13	0.08

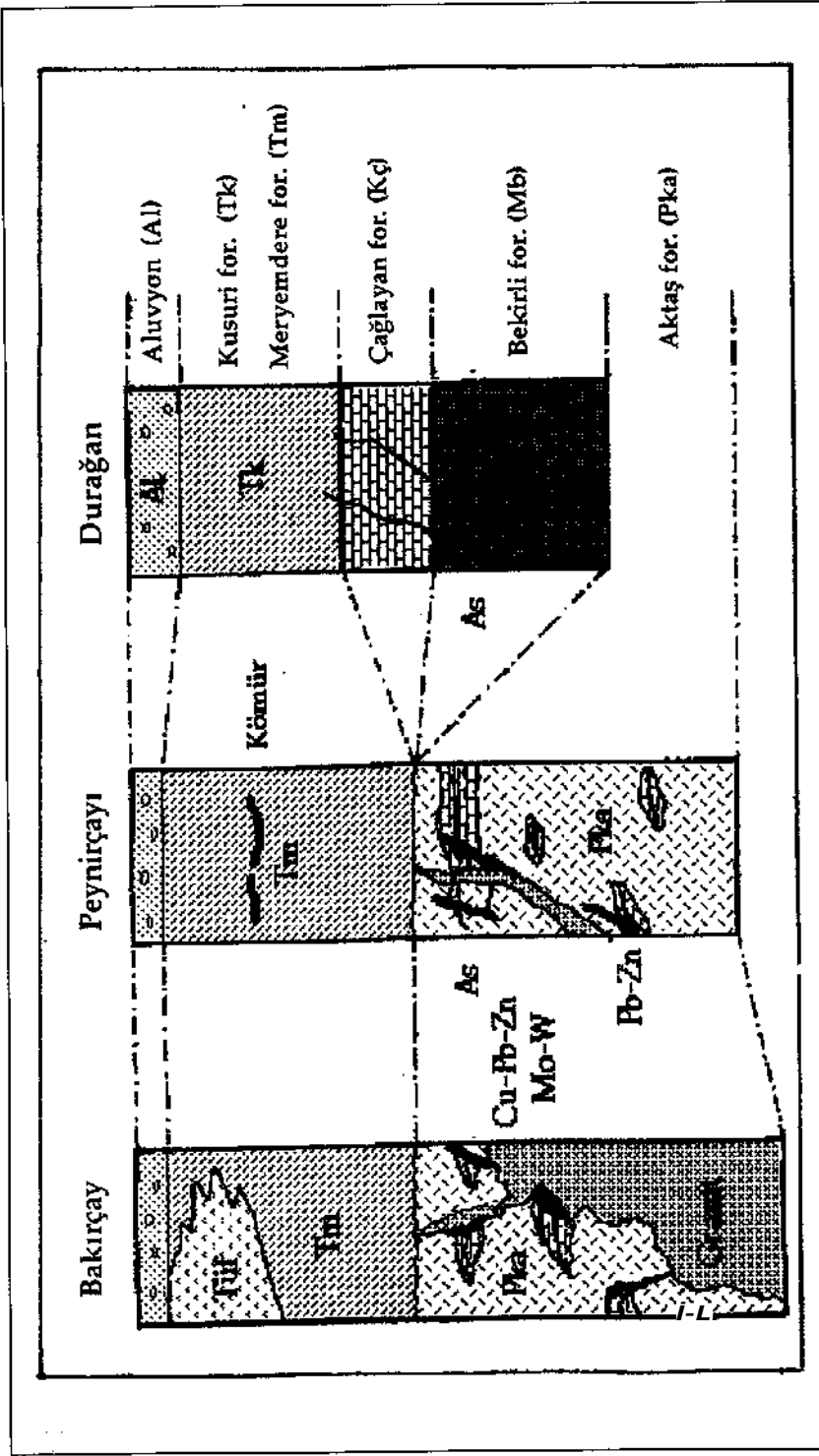
* ppm, nd = gözlenemedi

Tablo 1: Peynirçayı arsenik cevherlerinin kimyasal analiz sonuçları

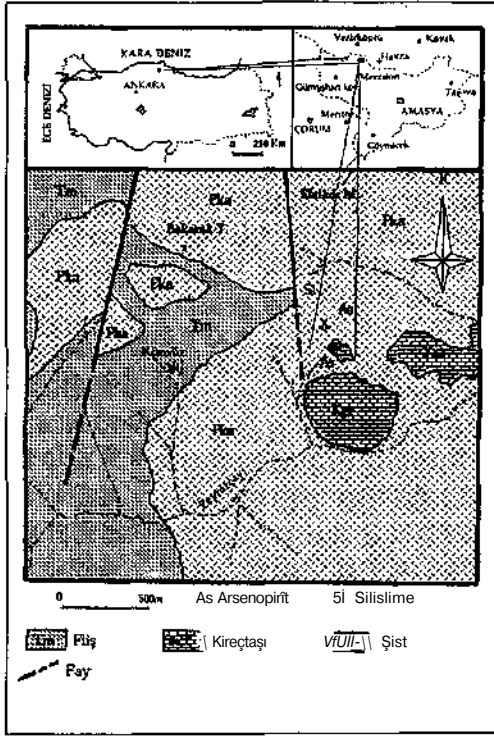
Örnek	% As	% Fe	% Cu	% Co	% Ni	% Zn	% Pb	% Ag	Au*	% Sb	% Bi
98/313	55.9	1.39	0.02	nd	0.02	0.02	0.01	0.14	nd	0.11	nd
98/315	21.0	3.77	0.08	nd	0.01	0.03	nd	nd	nd	0.03	0.06
98/317	0.22	4.20	0.02	nd	0.11	0.02	nd	nd	nd	0.04	nd
98/318	0.53	3.46	0.03	nd	0.01	0.05	nd	nd	nd	0.05	nd
98/319	7.75	6.69	0.08	0.01	0.06	0.08	nd	nd	nd	0.03	nd
99/305	26.8	5.81	0.02	nd	nd	0.01	nd	nd	1.87	0.05	0.02
99/306	36.5	0.63	0.02	nd	nd	nd	nd	nd	1.61	0.04	0.04
99/307	2.61	0.40	0.02	nd	nd	0.01	nd	nd	85.4	0.03	0.07

* ppm. nd = gözlenemedi

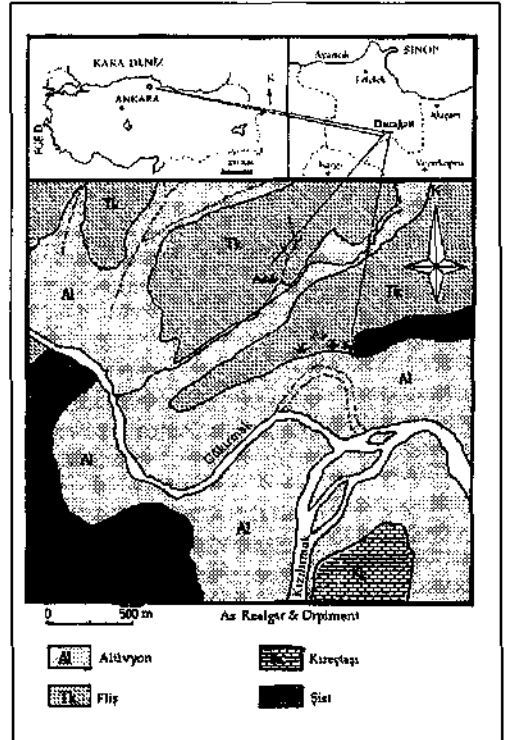
Tablo 2: Durağan arsenik cevherlerinin kimyasal analiz sonuçları



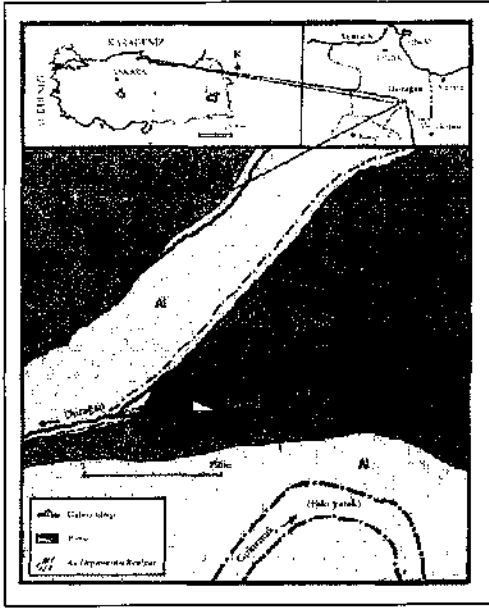
Çi im 1:25000 Y-2 O V D Durağan S A H rına ait di me k : eri ve cevheri yerleşim yerle iz



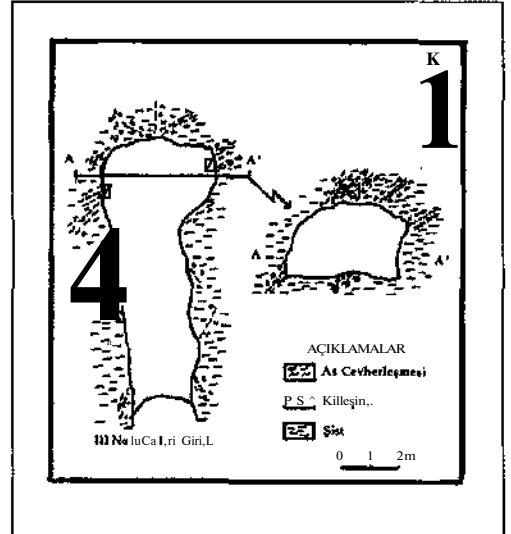
Çizim 2: Amasya, Merzifon, Peynir Çayı, Bakacak mevki jeoloji haritası



Çizim 3: Durağan arsenik zuhuru jeoloji haritası



Çizim 4: Durağan arsenik zuhuru eski galerileri



Çizim 5: Durağan arsenik zuhuru 3 No.lu galeri haritası

THE MAGNETOMETRY SURVEY AT TELL KURDU, HATAY

Cemil GÜRBÜZ*
Hayrullah KARABULUT
Tolga BEKLER
Ekrem ZOR
Aslıhan YENER
Hadi ÖZBAL

Introduction

Geophysical methods is very important in archaeological surveys by providing three-dimensional information about potential archaeological targets without disturbing them. High resolution geophysical methods can guide excavation programs within already discovered sites. There are several methods used in archaeological investigations. Most common used methods are seismic refraction and reflection (Carson, 1962), magnetic surveying (Gibson, 1986), electrical resistivity methods (Aitken, 1974), induced polarization method (Aspinall and Lynam, 1970), electromagnetic methods (Bevan, 1983), ground probing radar (Vaughan, 1986), gravity method (Fajkiewicz et al., 1982) and self-potential method (Wynn and Sherwood, 1984). These methods were used at different locations and gave valuable information to archaeologist before excavation. Sometime they were used as a reconnaissance survey to discover existence of a potential archaeological site.

The application of geophysical methods to archaeology has increased with environmental and political pressures. There is also a good will between archaeologists and geophysicists to work together. This work was initiated from such a good will between Boğaziçi University and The Oriental Institute, Chicago University.

Teli Kurdu is one of the 237 archaeological sites in the Amuq Valley (Fig. 1). Its age is Early and Middle Chalcolithic and it has an important implications in understanding the rise of early complex societies. The Oriental Institute, University of Chicago conducted several excavations in the last ten years after geoarchaeological and archaeological surveys. This study was aimed to discover new prospectus sites at Teli Kurdu for future excavations.

* Prof.Dr. Cemil GÜRSÜZ, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Çengelköy, İstanbul/TÜRKİYE
Hayrullah KARABULUT, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Çengelköy, İstanbul/TÜRKİYE
Tolga BEKLER, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Çengelköy, İstanbul/TÜRKİYE
Ekrem ZOR, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Çengelköy, İstanbul/TÜRKİYE
Aslıhan YENER, Chicago University Near Eastern Languages and Civilizations Department, The Oriental Institute, Chicago, A.B.D.
Hadi ÖZBAL, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bebek, İstanbul/TÜRKİYE

We planned to use different geophysical methods in this study but it was not possible due to the unusual characteristics of the Teli Kurdu. There is no stone or metal object used in constructing the buildings. Soil was the main material used in building construction. Therefore it was not possible to reveal soil made walls by geophysical methods. Only geomagnetic and georadar methods were used to take measurements at two different locations.

2. Data

Geophysical measurements were done at two different sites at Teli Kurdu. These sites were selected by archaeologist and their sizes are 50 x 80 m, (site 1) and 30 x 50 m. (site 2) (Fig. 2). Geomagnetic gradient measurements were taken at two sites. At sites 1 and 2 we constructed a grid with a spacing of 0.5 m. in the N-S direction and 1 m in the E-W direction, Total number of measurement points are 8000 and 3000 at sites 1 and 2, respectively. There were 80 profiles at the study area - 1 and 30 profiles at the study area-2. Measurements were taken in the N-S direction. The equipment used was EDA Omni Scintrex Envimag Gradiometer. Recording is digital and its minimum sampling rate is 5 seconds. Total magnetic field and gradient measurements are taken at the same time. Gradient measurements between two sensors with a spacing of 0.5 meter eliminated diurnal magnetic variations. Continuous base station measurements were not required by measuring magnetic gradient values.

Georadar measurements were also taken along some of the profiles at study area - 1. The equipment used was RAMAC / GPR with 50, 100 and 200 MHz antennas. Target depth in this study is less than 5m. Therefore we used 200 MHz antennas with a spacing of 20 cm along the N - S direction. There were 250 measurement points at one profile. After taking measurements at 20 profiles we stopped taking measurements with the georadar equipment. We could not see any important anomaly beneath the profiles. Because there was not any object causing reflections of electromagnetic waves.

2. Data Analysis

Magnetic field varies with time due to the external source. This requires two magnetic equipment in the field. One of them becomes a base station and the other one takes measurements at grid points. But by a gradiometer we can measure difference between two sensors and eliminate change in the magnetic field. So measured magnetic field did not require a correction due to diurnal magnetic variations. In addition total magnetic field was also recorded.

The measured magnetic field consists of local and regional anomalies. For archaeological studies local anomalies are looked for. Therefore, regional anomalies must be eliminated. A high pass filter was applied to the data to eliminate deep effects and leaving only shallow effects. Fig. 3 and 4 shows total magnetic field, magnetic gradiometer measurements and high pass filtered magnetic gradiometer results for study areas 1 and 2, respectively. There is not much difference between the magnetic gradiometer and filtered version of it. This is mainly due to the elimination of deep effects during measurements,

By magnetic field gradiometer measurements we were able to identify burnt areas, and walls of a big building (Fig. 3). There are also two large circular anomalies at both sites. These anomalies suggest existence of ceramic kilns. Range of maximum anomalies varies between - 10nT and 35 nT at the study area - 1 and between - 10nT and 60 nT at the study area - 2. Maximum anomaly values obtained at the previous magnetic field measurements at Teli Kurdu is 25 nT (Somers, L, 1998). Large circular structure type of anomaly seen at the site 2 is compared the other ones is quite big compared with the other ones and must be considered in the future excavation programs.

Georadar measurements were taken only site. 1. These measurements were taken above the large circular type structure which we observed by the magnetic gra-

dient method. The number of profiles taken are 20. Raw data was analysed by taking Fourier spectrum in order to define frequency range of the signal. Later filter parameters were designed from the frequency content of the data. Analysis of data was done by applying DC Filter, Automatic Gain Control, Deleting of Mean, Deconvolution, Migration and finally producing distance depth section beneath a profile. Fig. 5 shows three georadar sections obtained from three adjacent profiles. Top 2 m. of the georadar sections show some layering. Layers at some points are disturbed but there is not any anomaly above the circular type of structure. This indicated that physical parameters which georadar method based on do not exist in this site. Therefore, we could not continue taking any more georadar measurements. This method did not work for this site. Only geomagnetic field gradient measurements became successful.

3. Conclusions

Geophysical measurements at Teli Kurdu gave valuable results for new excavation sites for the archaeological team working in the area. We aimed at the beginning to apply four different geophysical methods; magnetic field gradiometer, georadar, resistivity, and seismic reflection and refraction. Teli Kurdu settlement area has a special construction type. Buildings were constructed by using only mud. It is difficult to distinguish mud made walls from other materials. Each geophysical method measures different physical parameters of the subsurface. For that reason we only applied magnetic field gradient and georadar methods. Georadar measurements were not successful. On the other hand magnetic field gradient measurements gave good results and burnt areas, ceramic kilns and walls of a big settlement at site 1 were discovered. These sites were marked on the study areas 1 and 2 and will be considered in the future excavation programs.

Acknowledgments

This study was supported by the Boğaziçi University Research Fund. We thank also Governor of Hatay for their logistic help and Mustafa Kemal University allowing us to use their chicken farm house.

KAYNAKÇA

- AİTKEN, M.J., 1974, *Physics and archaeology*, 2 nd ed: Clarendon Press, Oxford.
- ASPINALL, A., and LYNAM, J. T., 1968. Induced polarization as a technique for archaeological surveying: *Prosp. Archaeol.*, 3, 91-93.
- BEVAN, B., 1983. Electromagnetics for mapping buried earth features: *Journal of Field Archaeology*, 10, 47-54.
- CARSON H. H., 1962. A seismic survey at Harpers Ferry: *Archaeometry*, 5, 119-122.
- FAJKLEWICH, A., GLINSKI, A. AND SLIZ, J., 1982. Some applications of the underground tower gravity vertical gradient: *Geophysics*, 47, 1688-1692.
- GIBSON, T.H., 1986. Magnetic prospection on prehistoric sites in western Canada: *Geophysics*, 51, 553-560.
- SOMERS, L., 1998. Magnetic Field Gradiometers measurements at Teli Kurdu: *The oriental Institute News and Notes*, No: 164.
- VAUGHAN, C. J., 1986. Ground penetrating radar surveys used in archaeological investigations: *Geophysics*, 51, 595-552.
- YENER, K. A., 1999 The Amuq Valley regional projects: *The oriental Institute News and Notes*, No: 164.
- WYNN, J. C., and SHERWOOD, S. I., 1984. The self-potential (SP) method-an inexpensive reconnaissance and archaeological mapping tool: *Journal of Field Archaeology*, 11, 195-204.

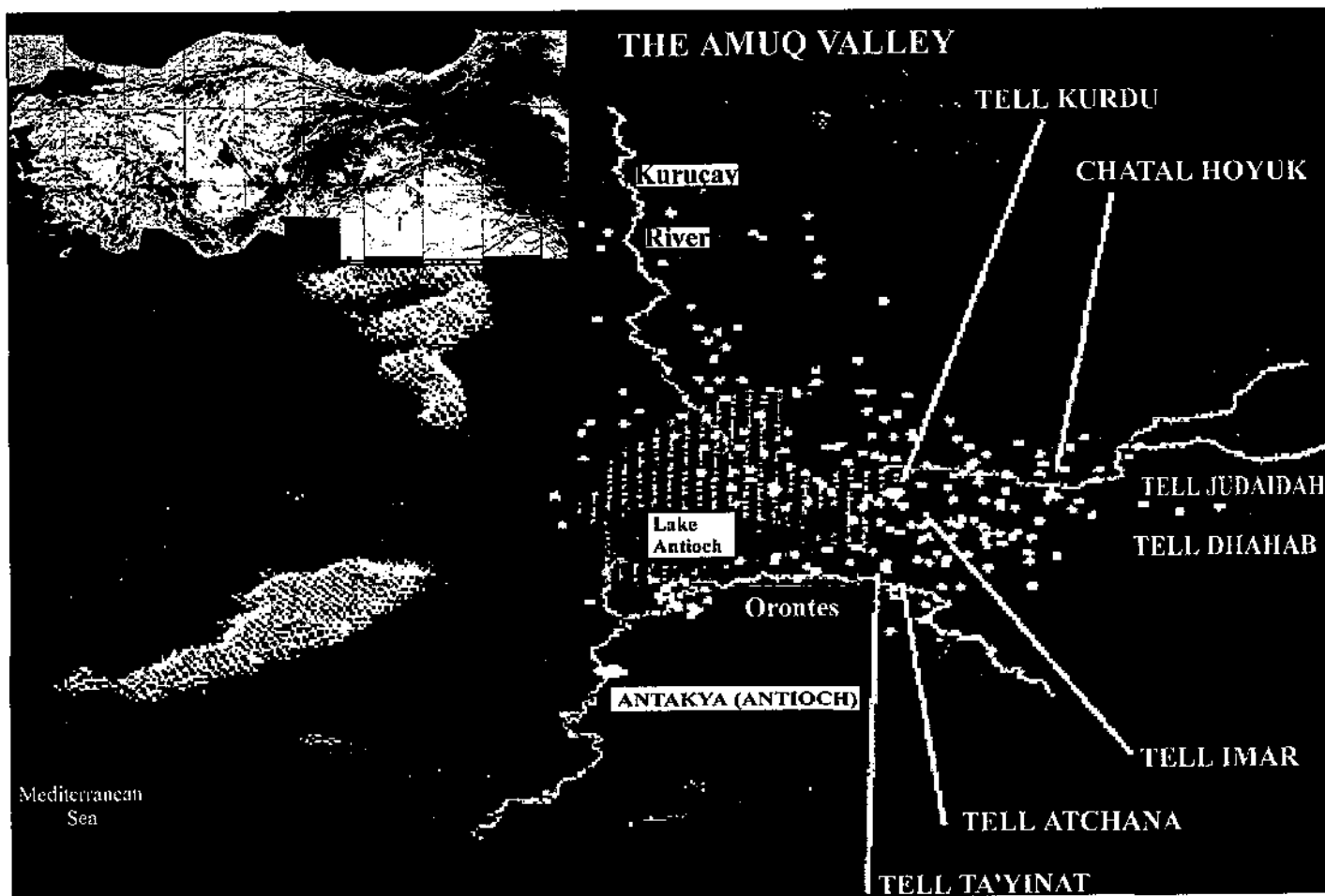


Fig. 1: Location of Tellkurdu study area

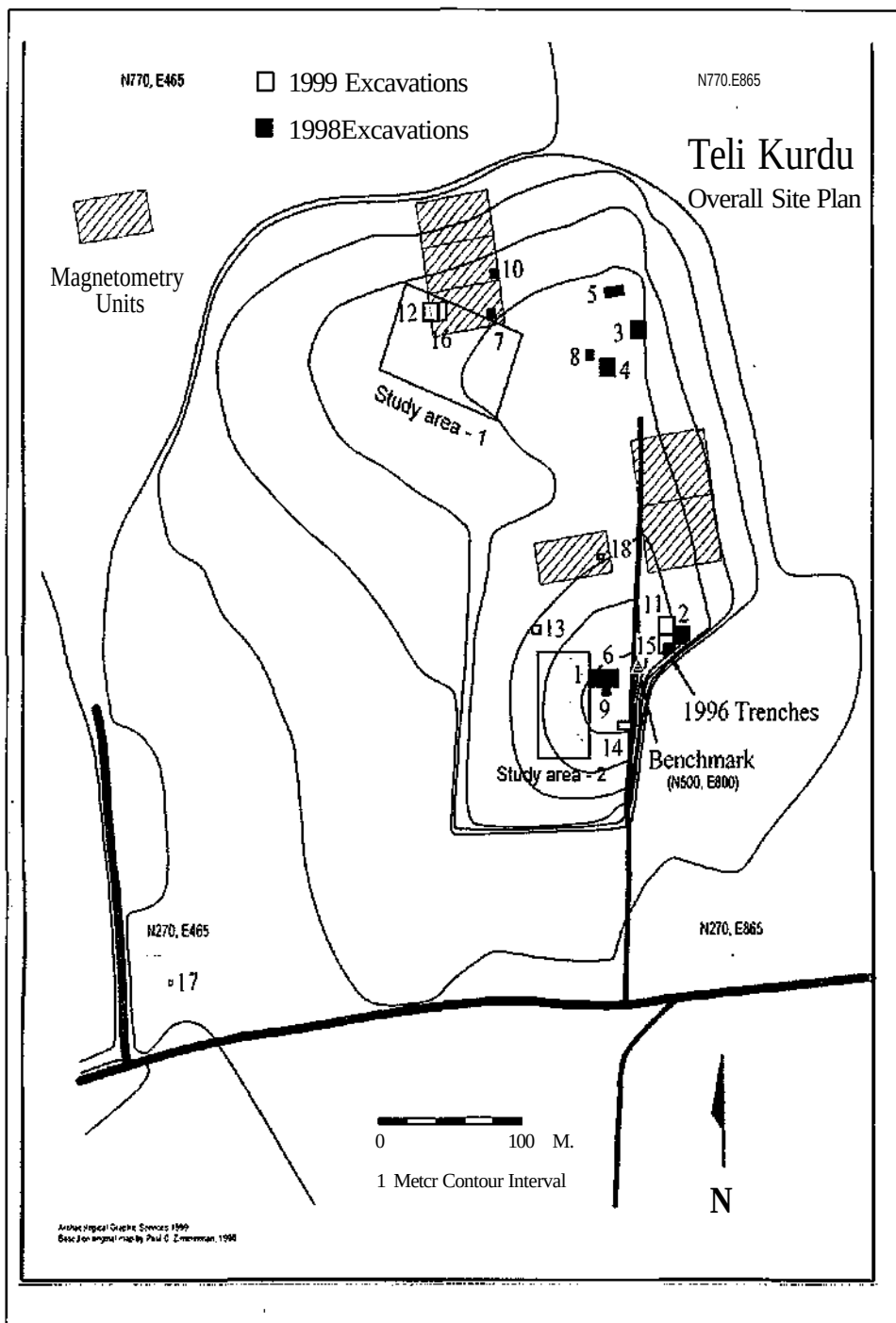


Fig. 2: Location of the magnetle field gradient and georadar measurements and archaeological trench sites

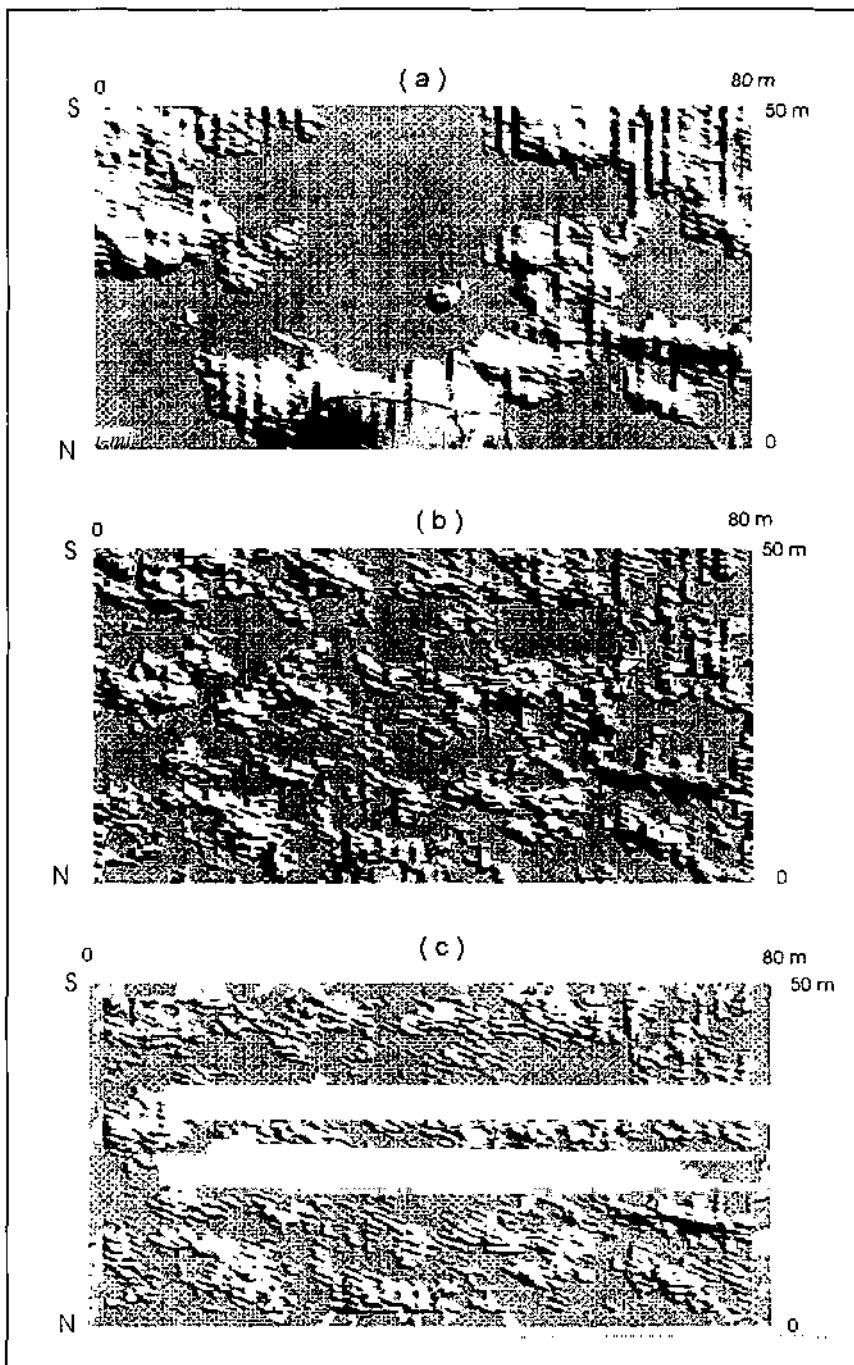


Fig. 3: Magnetic field measurements at the study area- 1. (a) total magnetic field, (b) magnetic gradient, (c) filtered magnetic gradient measurements

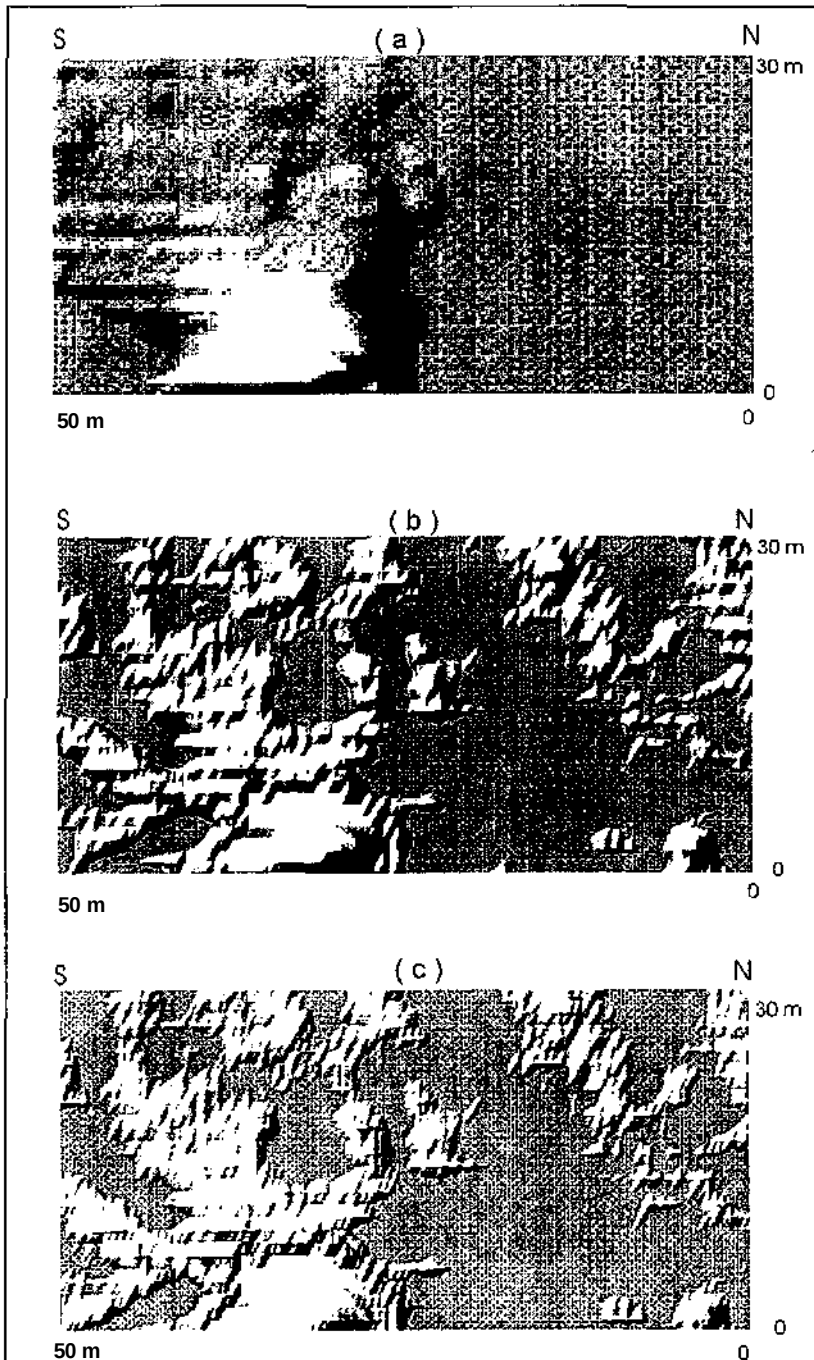


Fig. 4: Magnetic field measurements at the study area- 2. (a) total magnetic field, (b) magnetic gradient, (c) filtered magnetic gradient measurements

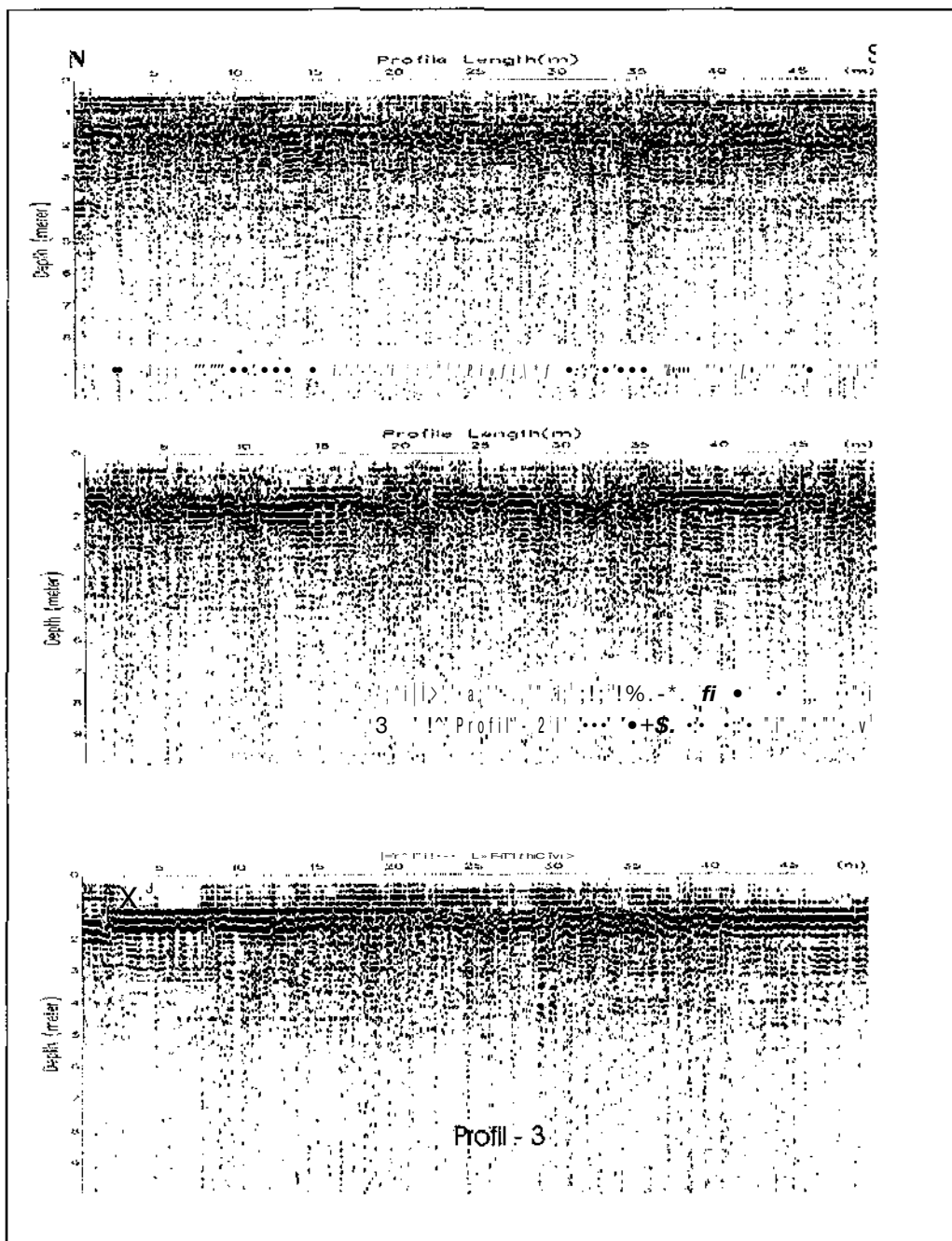


Fig. 5: Georadar sections taken from three different profiles. Profile spacing is 1 m.

BİR HITİT MÜHÜR BASKISININ TAHRİBATSIZ MUAYENE METOTLARI İLE İNCELENMESİ

A. Beril TUĞRUL*
Muhibbe DARGA

ÖZET

Bu çalışmada, halen Eskişehir Müzesi'nde bulunan ve 1995 yılı kazı çalışmaları sırasında Şarhöyük'ten çıkarılmış, A. 12.95 Env.No.lu bir Hitit mührü üzerinde tahribatsız muayene metotlarıyla çalışılmıştır. Söz konusu mühür, doğal haliyle hayli tahrip olmuş bir buluntudur. Özellikle, sol tarafı önemli ölçüde hasar görmüştür ve üzerindeki işaretler tam olarak seçilernemektedir. Mühür üzerine önce X-ışını radyografi çekilmiş ancak, mühür malzemesinin değişken kesitli ve kalker bir yapıya sahip olması nedeniyle istenen mertebede ileri sonuç alınamamıştır. Bu durumda, mührü ilişkin radyografik görüntü; yoğunluğu yüksek ferit toz kullanılarak replika tekniğiyle alınmıştır. Bu uygulamadan, nispeten daha iyi bir sonuç alınabilmektedir. Ancak, kesin ve net bir sonuç alınabilmesi için, "kuru penetrant" tekniği uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda ulaşılabilen en iyi görüntü elde edilmiş ve görüntü bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tahribatsız muayene metotlarıyla, Hitit mührüne ilişkin yapılan çalışmalar sonucunda, görülenlerden ileri bir resim uzantısıyla birlikte bir harfin daha okunması mümkün olmuştur. Böylelikle, Hitit kraliyet ailesinden kime ait olduğu belirlenemeyen mühür daha fazla bilgi verecek duruma getirilmiştir. Ayrıca Şarhöyük'ün tarihsel geçmişi ışık tutulmasına da yardımcı olunmuştur.

ABSTRACT

In this study, non-destructive testing methods on a signet-ring which was found from Şarhöyük excavation in 1995. It is destroyed artifact and some signals couldn't be distinguished exactly. Firstly X-ray radiography applied on it, but detailed can't be seen. Then X-ray radiography applied with a replica technique that applied by using dense ferit dust. Some signals determined, but they are not satisfactory. Lastly, dry penetrant technique applied and some advanced signals were noticed. The image transferred to the computer media, then a letter could be read clearly. So, some advanced detail can be clarified, and it is thought that the royal prince can be identified who had the signet-ring.

GİRİŞ

Tahribatsız muayene metotları, malzemede herhangi bir hasar ve kayıp oluşturmada, malzeme yapısı ve/veya ürünün fonksiyonel özellikleri hakkında bilgi verebilen

* Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi - Nükleer Enerji Enstitüsü, Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı, Maslak - İstanbul/TÜRKİYE

Muhibbe DARGA, Taşmekeş Sokak No: 69/4 Erenköy-İstanbul/TÜRKİYE

Bu Hitit mühür baskısı üzerinde çalışma imkânı veren Eskişehir Müzesi müdürüne ve ilgililere, eserin özel izin ve itina ile İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü'ne getirilmesini sağlayan Eskişehir Müzesi elemanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, esere uygulanan tahribatsız muayenelerde yardımcı olan İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Nülgün Doğan'a ve Kimya Metalürji Fakültesi Metalürji Bölümü Araştırma Görevlisi Murat Baydoğan'a teşekkür ederiz,

tekniklerdir. Bunlar, malzemede herhangi bir hasar oluşmaması, özellikle, yerine konması mümkün olmayan antik ve arkeolojik eserlerin incelenmesi açısından son derece uygun teknikler olarak nitelenir.

Bu çalışmada, Şarhöyük'ten çıkarılmış bir Hitit mühür baskısının üzerinde tahribatsız muayene metotlarıyla çalışılmıştır. Söz konusu mühür baskısı, Eskişehir yakınlarında, Prof.Dr. Muhibbe Darga'nın yürüttüğü kazı çalışmaları sırasında 1995 yılında Şarhöyük'te bulunmuş olup, T27/b açımının kuzeydoğusunda 805.58 kotundan, bir çukur içinden çıkarılmıştır. Şarhöyük Dorylaion'un Resim 1 'de batıdan görünüşü, Resim 2'de ise genel topografik planı görülmektedir.

M.Ö. 13. yüzyıla ait bir Hitit kalıntısı olan mühür baskısı, pişmiş toprak bir buluntudur ve siyaha yakın gri renkli olup külah şeklindedir. Külah şeklindeki bu buluntunun yüksekliği 3 cm. ve çapı ise 2,7 cm.dir. Söz konusu mühür baskısı, doğal haliyle hayli tahrip olmuş bir buluntudur. Halen Eskişehir Müzesi'nde bulunan bu mühür, Müzeye A. 12.95 Envanter No.su ile kayıtlıdır.

Mühür baskısındaki tahribat, esas itibariyle mühür baskısının kenar kısımlarında görülmektedir. Özellikle, sol taraf, önemli ölçüde hasar görmüş durumdadır. Mühür baskısı üzerinde bazı işaretler seçiliyor olmasına karşın, mühür baskısı üzerindeki işaretlerin tümünün okunmasına olanak verecek mertebede çözüm sağlanamadığı belirtilmiştir. Bir başka deyişle, mühür baskısının tam olarak okunmasına imkân vermeyen eksiklikler bulunmaktadır. Resim 3'te Hitit mühür baskısının fotoğrafı görülmektedir.

Lentoid Hitit mühür baskısına ait mühür lejandının sağ tarafında Hitit resim yazısıyla DUMU LUGAL (krai oğlu, prens) işareti, bunun altında ise KUR (memleket) işaretinin bulunduğu, "memleketin kralı" yazısının okunduğu belirtilmiştir. Mühür baskısının orta kısmında bulunan prensin adının üstteki işaretlerinin olması gerektiği belirtilen bölgede, işaretler tahrip olmuş bulunmaktadır. Buna karşın, ismin son işareti olarak ze/zi işaretinin seçilebildiği belirtilmiştir. Resim 4'te okunabilen işaretler görülmektedir.

Mühür baskısı üzerinde yapılan inceleme sonucunda, eksikliklerin, aşınma ve kırıklardan kaynaklanmakta olduğu tespit edilmiştir. Kırılmış kısımlar için tahribatsız muayene metotlarının uygulanmasıyla kazanılabilecek bir husus bulunmamakla beraber, aşınmış bölgeler için tahribatsız muayene metotlarının uygulanması ile ileri bilgiler edinilebileceği düşünülmüş ve bu bilgileri elde etmek amacıyla bu çalışmanın yapılması yoluna gidilmiştir. Bir başka deyişle, tahribatsız muayene metotlarıyla görsel olarak algılanabilenlerin ötesinde işaret tespiti için farklı yöntemlerle çalışmalar yapılmıştır.

YÖNTEM

Hitit mühür baskısının incelenmesi amacıyla farklı tahribatsız muayene metotlarıyla çalışılmıştır. Uygulanan tüm yöntemlerde, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı ve Radyografi ve Nükleer Uygulamalar laboratuvarlarının olanaklarından yararlanılmıştır.

Uygulanan ilk yöntem X-ışını radyografi tekniğidir. Bilindiği üzere, girici radyasyon ile malzeme iç yapısına ilişkin görüntü alma tekniği olan "Radyografi" , kullanılan girici radyasyon cinsine bağlı olarak farklı kalınlıklardaki malzeme iç yapısı ve detayı hakkında bilgi verebilmektedir. Günümüz malzemeleri açısından en uygun bir girici radyasyon X-ışını olduğundan ötürü, radyografi için en yaygın kullanılan radyasyon türlerinden biri elektromanyetik radyasyon ailesinin enerjilik olan bu üyesidir (Resim: 1-3).

Ancak, X-ışınları genellikle 0,5 cm. - 5 cm. çelik veya eşdeğeri malzeme için uygun olarak radyografik kullanım için önerilmektedir. Oysa, bu çalışmaya konu olan Hitit mühür baskısının yüksekliği 3 cm. olan pişmiş topraktır. Pişmiş toprağın, metallere göre gözenekli mikro yapısı malzeme açısından da sorun yaratmaktaydı.

Ayrıca, Hitit mühür baskısı, konik (külah) biçimde olduğundan, kaynak-film arasındaki kalınlığın değişimi, radyografi uygulamalarında önemle üzerinde durulması ve kaçınılması gereken yarı-gölge olayını kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu husus da X-ışını radyografi uygulaması için bir diğer olumsuz etki olarak karşımıza çıkmıştır.

Bu bakımdan, bu buluntu için X-ışını radyografisi yalın uygulaması, tekniğin uygulama sınırlarını zorlayan bir durum arz etmekteydi. Bununla beraber, söz konusu eser için, X-ışını radyografi tekniği uygulaması yapılmıştır.

İleri detay bilgilerin elde edilebilmesi için, Hitit mühür baskısına X-ışını radyografi tekniği replika tekniği çerçevesinde de uygulanmıştır. Replika tekniği iki aşamada uygulanmıştır. İlk olarak, replika tekniği çerçevesinde yoğunluğu pişmiş toprağa göre daha yüksek ve viskoz "uygun" bir katı üzerine mühür baskısı alınarak replikası alınmıştır. Daha sonra bu replika elemanın X-ışını radyografisi alınmıştır. Ancak, malzeme fazla kalın tutulamadığından, yalın X-ışını radyografisi uygulamasına göre bir miktar ileri bilgiler atılabildiyse de bunlar çalışmamız için yeterli bulunmamıştır.

İkinci replika tekniği uygulamasında ise, Hitit mühür baskısının alınan replikası üzerine 200 mesh mertebesinde tane büyüklüğüne sahip, ince, fakat yoğunluğu yüksek ferrit toz kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama, X-ışını radyografi tekniği uygulaması açısından da ileri ve farklı bir uygulamadır. Böylelikle maskelemeyle hazırlanmış replikanın X-ışını radyografisi ile radyografi yeniden alınmıştır. Böylelikle, Hitit mühür baskısının, biçimsel detayı hakkında nispeten iyi sonuçlar alınabilmektedir.

Ancak, bu sonuçlarla da yetinilmemiş ve daha da ileri sonuçlar alınması için, tahribatsız muayene yöntemlerinden rutin kullanımı olan "penetrant" veya "girininim" metodu uygulaması, Hitit mühür baskısına uygulanmıştır (Resim: 3, 4).

Penetrant testi, yüzeysel bir tahribatsız muayene yöntemi olup hemen her tür malzemeye uygulanabilmektedir. Bu teknikte, temiz olan parça yüzeyine önce "penetrant" adı verilen bir malzeme uygulanmakta, parça yüzey pürüzlülüğüne, durumuna ve uygulanan penetrantın cinsine bağlı olarak "uygun" bir süre beklenmekte, daha sonra, penetrant yüzeyden dikkatle alınmakta, "developer" veya "geliştirici" malzeme uygulaması ile yüzey süreksizlikleri, bir başka deyişle, yüzey farklılıkları gözle algılanabilir hale gelmektedir. Hitit mühür baskısı için penetrant uygulaması sonucunda Hitit mühür baskısı için ulaşılabilen en iyi görüntü elde edilmiştir.

Elde edilen görüntü, renk ve ışık kontrastı açısından farklı resimlerde değerlendirilebilmek amacıyla, bir infrared (kızıl ötesi) ışın değerlendirmesi de yapabilen bir dijital kamera kullanarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Alınan görüntü, Windows altında photo-editör kullanarak bilgisayar ortamında, sanal değerlendirme çerçevesinde olabildiğince net hale getirilmiştir.

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Hitit mühür baskısına önce X-ışını radyografisi yalın olarak uygulanmıştır. Alınan radyograf, buluntunun malzemesi ve geometrik şekli nedeniyle istenen mertebede net olamamıştır. Radyografi çekim parametrelerinin en optimum resimde uygulandığı radyograf çekimi ile istenen detay elde edilememiştir. Resim 5'te Hitit mühür baskısının X-ışını radyografisi görülmektedir.

Bundan sonra, Hitit mühür baskı görüntüsünün radyografi ile değerlendirilmesi düşünülmüş ve viskoz bir eleman üzerine mühür baskısı alınmış ve bu baskıların X-ışını radyografileri alınmıştır. Böylelikle replika tekniği uzantısında X-ışını radyografi uygulaması yapılmıştır. Ancak, bu teknikle alınan radyograf yine yeterli görülmemiştir. Resim 6'da ilk uygulanan replika tekniği ile alınan X-ışını radyografi görülmektedir. Burada bazı işaretler seçilebilmektedir.

Bu durumda, ilk çekilenden farklı, ileri bir replika tekniğine başvurulmuştur. Bu replika tekniği, alınan mühür baskısı boşluklarının yoğunluğu yüksek bir madde ile maskelenmesidir. Bunun için ince ferrit tozları kullanılmıştır. Alınan radyograf, çekilen X-ışını radyografılarına göre daha iyi olarak nitelenebilecek görüntüye sahip olmasına karşın, yine de yeni bir işaretin seçilmesi yeterli netlikte mümkün olmamıştır. Resim 7'de maskelenmiş replika tekniği uygulaması ile alınan X-ışını radyografi görülmektedir. Burada da bazı işaretler seçilebilmekle beraber, ileri işaretler algılanamamıştır.

Farklı X-ışını radyografi uygulamalarıyla, istenen mertebede ileri sonuçlar elde edilemeyince, farklı bir tahribatsız muayene yöntemi olan "penetrant" veya "girininim"e

başvurulmuştur. Penetrant uygulamasını ve bekleme süresini takiben geliştirici uygulamasına geçilmiş ve kuvvetli ışık altında inceleme yapılmıştır. Görülen görüntünün, uygulanan diğer yöntemlerle elde edilenlerden daha ileri olduğu ve detay içerdiği tespit edilmiştir.

Bu görüntünün kontrast ve ışık kalitesinin daha iyi ayarlanabileceği hale getirilebilmesi için infra-red ışık değerlendirmesiyle de fotoğraf alabilen digital bir kamera kullanılarak, görüntü bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Sanal ortamda ilgili ayarların yapılmasından sonra elde edilen bir görüntü Resim 8'de görülmektedir.

Resim 8 incelendiğinde, mühür baskısında yalın gözle algılanabilenden (Resim: 3) daha net görüntü alınabildiği hemen fark edilmektedir. Fazla olarak yalın gözle algılanabilenden bir farklı işaret daha seçilebilmiştir. Penetrant uygulamasıyla elde edilen görüntünün bilgisayar ortamına aktarılmasında sonra Hitit Mühür baskısında fark edilebilen işaretleri içeren çizim ise Resim 9'da görülmektedir.

SONUÇ

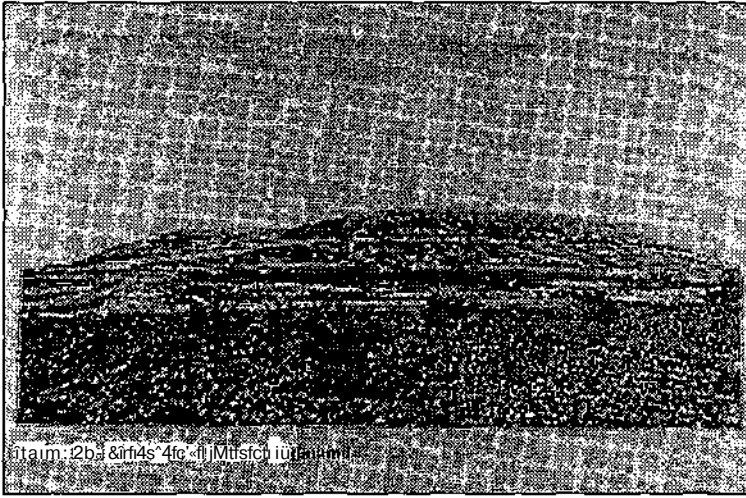
Şarhöyük'te bulunan ve önemli bir eser olduğu belirtilen Hitit mühür baskısının seçilemeyen işaretlerinin tespiti için farklı tahribatsız muayene metotları uygulanmıştır. Uygulanan tekniklerden biri kendi içinde versiyonel uygulamayı da içermektedir. Bir başka deyişle, esere uygulanan ilk teknik olan X-tşını radyografisi klasik uygulama hafiyle yalın olarak uygulanmış, daha sonra replika tekniği ve bundan sonra da maske-lenmiş replika tekniği olarak uygulanmıştır. Bu uygulamalarla yetinilmeyerek, farklı tahribatsız muayene metodu uygulamasına geçilerek kuru penetranta başvurulmuştur. Elde edilen görüntünün değerlendirilmesi için infra-red ışıklardan da yararlanılarak bilgisayarda sanal ortamda görüntü iyileştirmesi yapılmıştır. Bu resimde esere ilişkin en iyi görüntü, iki tahribatsız tekniğin simültane olarak uygulanmasıyla elde edilebilmiştir. Böylelikle, Hitit mühür baskısı üzerinde üç farklı tahribatsız muayene metodu uygulanması yapılmış olmaktadır. Ancak, en iyi görüntüye iki farklı tekniğin art arda uygulanmasıyla ulaşılabilmektedir.

Elde edilen görüntü ile Hitit mühür baskısının aşınmış olan kısmında bulunan "wa" hecesi seçilebilmiştir. Diğer işaret veya işaretler ise, Hitit mühür baskısının kırıklığı nedeniyle tespiti mümkün görünmemektedir. Bir başka deyişle, kırılma nedeniyle eksik olan işaretlerin mühür baskısı üzerinde izi kalmamış olduğundan, bu işaret veya işaretlerin belirlenmesi mümkün değildir. Buna karşın, aşınma nedeniyle kaybolan işaret izleri tahribatsız muayene metotlarının uygulanması ile belirlenebilmiştir. Hitit prensinin adına ait olan ve tahribatsız muayene metotlarının uygulanmasıyla tespit edilen bu hecenin okunmasıyla prensin adının daha kolay olarak kataloglardan beurlenebileceği belirtilmiştir.

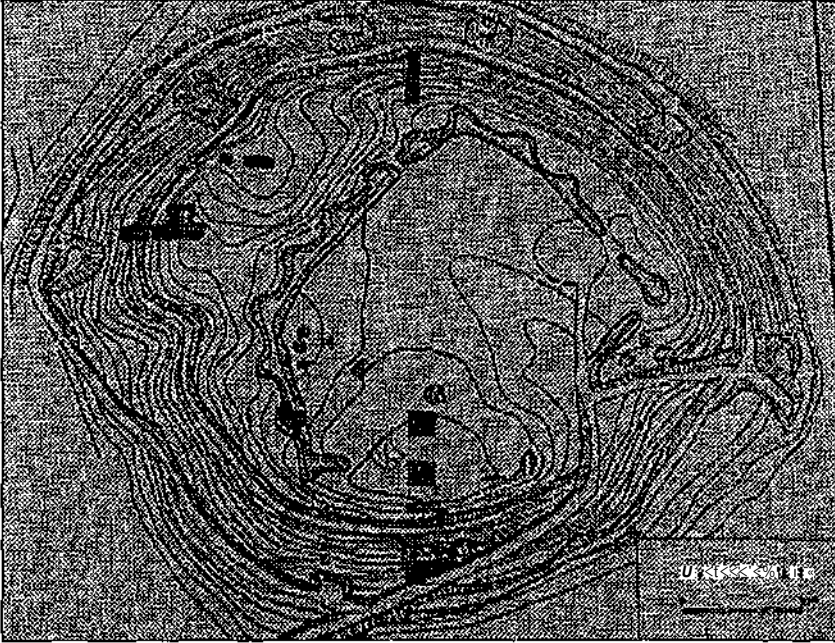
Böylelikle, Hitit kraliyet ailesinden kime ait olduğu belirlenemeyen mühür baskısı daha fazla bilgi verecek duruma getirilmiştir. Bu çalışmayla, Şarhöyük'ün tarihsel geçmişi-ne ışık tutulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

- BECKER, G.L, 1990, *Radiographic NDT*, Du Pont NDT Systems, U.S.A.
HALMSHAW, R., 1971, *Industrial Radiology Techniques*, The Wykeham Technological Series, London.
HALMSHAW, W.R. 1991, *Nondestructive Tesiing*, Edward Arnold, London.
CATZ, L, 1995, *Nondestructive Tesiing*, The Materials Information Society, Marquette University, Milvraukee, USA.



Resim 1: Şarhöyük'ün batıdan görünüşü



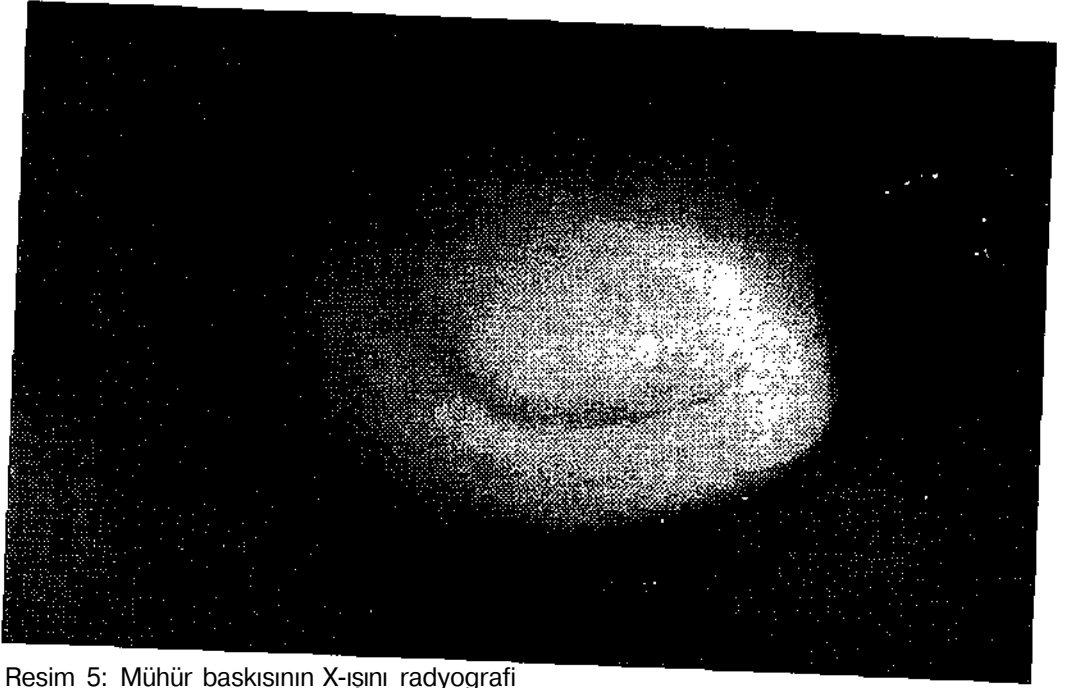
Resim 2: Şarhöyük Dorylaion'un genel topografik planı



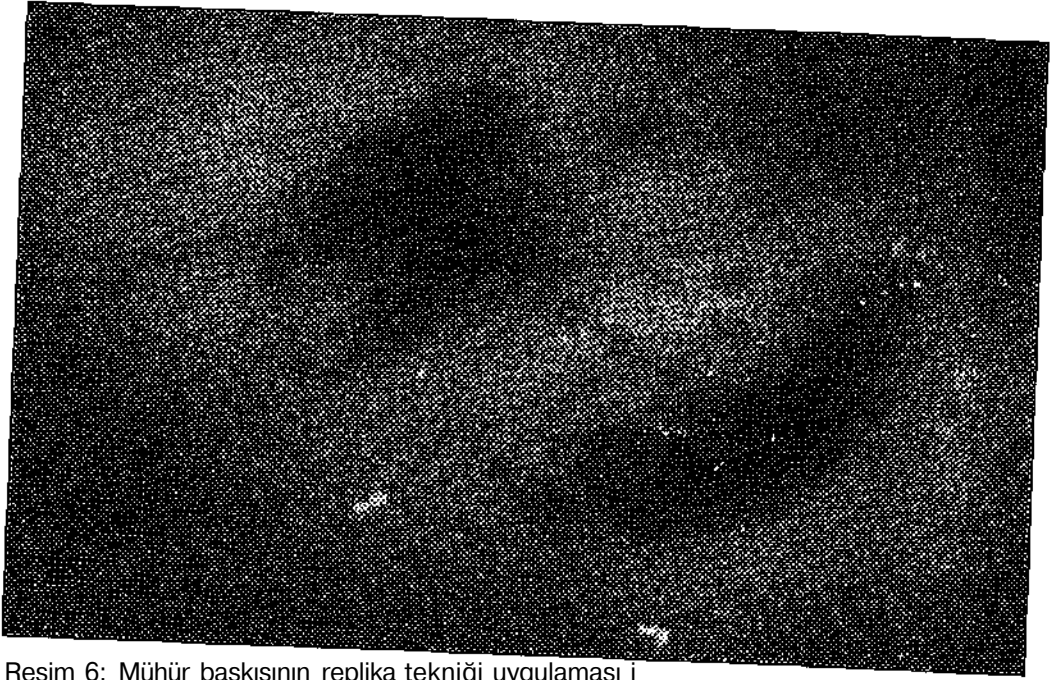
Resim 3: Mülür baskısının fotoğrafl (Env. No. A. 12.95)



Resim 4: Mühür baskısında okunabilen işaretler



Resim 5: Mühür baskısının X-ışını radyografi



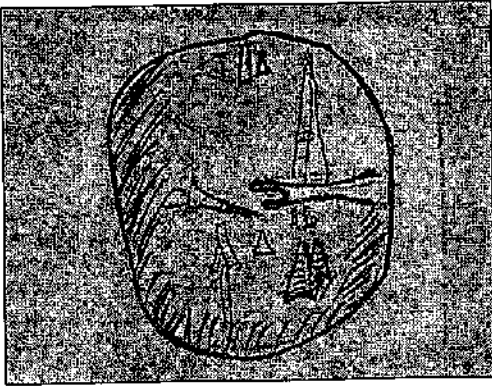
Resim 6: Mühür baskısının replika tekniği uygulaması ile alınan X-ışını radyografi



Resim 7: Mühür baskısının maskelenmiş replika tekniği uygulaması ile alınan X-ışını radyografi



Resim 8: Mühür baskısının penetrant uygulaması ile bilgisayar ortamında görüntüsü



Resim 9: Yapılan çalışmadan sonra mühür baskısında okunabilen işaretler

SİVAS BAKIR TEPE'DE ESKİ ALTIN MADENCİLİĞİ

Ergun KAPTAN'

GİRİŞ

Türkiye madencilik tarihi için yapılan araştırmalar kapsamındaki çalışmalar, Bakır Tepe (Sivas-Kangal) eski maden sahasında yapılmıştır. MTA Tabiat Tarihi Müzesi'ne bu eski maden sahası hakkındaki ilk bilgi aktarımı 1994 yılında yapılmıştır. Bakır Tepe eski maden sahası, MTA Genel Müdürlüğü'nün Sivas Orta Anadolu I. Böige Müdürlüğü tarafından, Sivas-Divriği-Kangal-Alacahan yöresinin jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları sırasında saptanmıştır. Sözü edilen eski maden sahasında eski Anadolu madenciliğine yönelik ilk araştırma ve çalışmalar 1996 yılında başlamıştır. Bakır Tepe'de cevher zenginleştirmede kullanılan eski devirlere ait taş materyallerin sınıflandırılması ile deneysel çalışmalardan elde edilen materyallerin irdelenmesi uzunca bir zamanı kapsamıştır. Örneğin altın içerikli cevher, cevher hazırlamada kullanılan eski taş havanlardaki kırma-ezme, öğütme işleminden sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Elek altı materyallerden yıkama yöntemiyle elde edilen altın konsantreleri, bu çalışmaların sadece bir bölümünü oluşturmıştır. Bu araştırmanın uzun bir süre devam etmesinin bir başka nedeni de çalışılan altın içerikli cevherin Bakır Tepe'deki eski madencilerin atıklarından alınan materyaller olmasıdır. Çünkü eski devir madencilerine ait atıklarda altın içeriği düşüktür.

Sivas ve yöresi çok sayıda höyüğe sahiptir. Ayrıca Kangal İlçesi yöresinde saptanan on höyükten dördü Çetinkaya Beldesi çevresinde olup yüzey araştırmalarında Eski Tunç Çağı, Orta Tunç Çağı, Geç Tunç Çağı ve Hellenistik-Roma Çağma ait buluntulara rastlandığı belirtilmektedir (Ökse, 1995). Bu, Çetinkaya Beldesi yöresindeki Bakır Tepe eski altın madeni sahası için son derece önemlidir.

Sivas'ta geçmiş dönemlerdeki madencilerin bakır, altın, kurşun, gümüş, demir gibi madenleri işlettiği ve işlediği yadsınamaz. Örneğin M.Ö. I.binyıl başına ait yeraltı kurşun madeni işletmeciliğinin yapıldığını kanıtlayan buluntu, Sivas'taki eski dönem madencilik etkinliklerini tanıtan örneklerden sadece biridir (Kaptan, 1991). Ayrıca azımsanmayacak sayıda eski yazılı metnin okunması ile M.Ö. 2.binyıl içinde Mezopotamya'ya yapılan altın (cevher ?-külçe ?) dışsatımının, Anadolu'daki en önemli merkezinin Hahhum olduğu belirtilmektedir (Bilgiç, 1941). Yine sözü edilen eski yazılı metinlerin yorumlanması ile Hahhum'un büyük bir olasılıkla Sivas'ın Zara İlçesi ya da özellikle Divriği İlçesi'nde olabileceğine değinilmektedir (1946). Hatta Asur Koloni Çağından önce Mezopotamya'ya Anadolu'daki Hahhum kentinden, Gudea'nın altın getirttiğinden söz edilir (Bilgiç, 1941, 1946). Ancak günümüzde Bakır Tepe'nin eski altın madenciliğine ait çok

Ergun KAPTAN, MTA Genel Müdürlüğü Tabiat Tarihi Müzesi, 06520 Ankaralı ÜRKİYE

Bakır Tepe eski altın madeni sahasında yapılan maden jeolojisine ait çalışmalar hakkında gerekli bilgi aktarımı ile ara2ide vs laboratuvaradaki deneysel çalışmaları yapan Jeo.Yük.Müh. Zekai Tekin'e, MTA Sivas Orta Anadolu I. Bölge Müdürü Tahsin Özer'e ve Jeo.Yük.Müh. Abdullah Koçak, Jeo.Yük.Müh. Necmettin Avcıya, mineralojik-petrografik determinasyonlar için Dr.Nihal Aydın ile Dr.Kemal Türel'i'ye, cevher hazırlama aletlerinin çizimleri için B.Burak Kaplan ile Buket Koçer Metin'e, Bakır Tepeye ait müze arşivindeki materyalleri fotoğraflayan Semahat Sulhan'a içtenlikle teşekkür ederim.

sayıdaki buluntu, Hahhum kentinin Kangal-Çetinkaya yöresinde de aranması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Bakır Tepe'deki eski altın madenciliğinin somut kalıntıları olan cevher hazırlama aletleri son derece önemlidir.

Buluntu Yeri ve Tanımı

Bakır Tepe eski altın madeni işletmesi, Sivas'ın Kangal İlçesi'ne yakın Çetinkaya Beldesi'nin yaklaşık 10 km. güneydoğusundaki Elkondu Köyü'nün 2.5-3 km. kuzeydoğusundadır (Harita: 1). 1:25 000 ölçekli Divriği j39-d2 paftasında yer alır. Bakır Tepe deniz seviyesinden 1911 m. yükseklikte olup göreceli yüksekliği 200 m.dir (Resim: 1). Bakır Tepe günümüzde Elkondu köylüleri tarafından Hızır Tepe ismi ile anılmaktadır¹. Bu isim değişikliği kanımca doğal bir olay neden olmuştur. Bu doğal olay ise Bakır Tepe'ye olasılıkla bir meteorun düşmüş olmasıdır. Gece gözlemlenen böyle bir olgu kutsal şekilde algılanmış ve dolayısıyla isim değişikliğine neden olmuştur,

Eski Altın Madenciliğine Ait Buluntular

Eski altın madeni sahası, Bakır Tepe'nin kuzey yamacındadır (Resim: 1). Yaklaşık 1500 x 500 m.lik bir alanı kapsamaktadır. Burada binlerce tonluk paşanın (atık) var olduğunu özellikle belirtmek isterim (Resim: 2). Eski madenciler Bakır Tepe'nin kuzey yamacında faya bağlı yanal kırıklar içinde açtıkları yarmalarda ve ayrıca oluşturdukları küçük-büyük işletme çukurlarında çalışmışlardır (Harita: 2). İşletme çukurlarının hemen hemen hepsinde olasılıkla birikinti sularının toplandığı derin olmayan kuyular saptanmıştır. Cevher üretimi yapılan işletme çukurlarının şimdilik 17 adet olduğu saptanmıştır (Harita: 2). Ancak bu sayının yapılacak temizlik çalışmaları sonucu artabileceği kanısındayım. Çünkü en eski bazı küçük işletme çukurları, daha sonraki dönem gelen madencilerin cevher üretim atıkları ile dolmuş olmalıdır. Açık işletmeden elde edilen altın içerikli cevherler, genellikle işletme çukurları ile yarmaların bitişiğindeki teraslara taşınmış ve cevher hazırlamanın burada yapıldığı belirlenmiştir. Eski dönem madencilerin cevher üretimi için faya bağlı yanal kırıklar içinde açtıkları yarmaların en küçüğü 10 m., en büyüğü ise yaklaşık 100 m.dir. Burada en eski madencilik etkinliklerini temsil eden küçük yarmalar olmalıdır.

Eski dönemlere ait madencilerin üretim atıkları olan paşalardan alınan örneklerde, kuvarsit üstünde yüzeyleri sıvayan siyah renkli limonitler (demir hidroksit) gözlemlenmektedir. Mineralojik-petrografik determinasyon sonucu: piritten dönüşmüş limonit mineraleşmesi. Paşalardan alınan diğer örneklerin bazıları ise beşgen yüzeyli pirit dönüşümlü limonitlerdir (Resim: 3). Genellikle limonitlerin çatlak ve boşluklarında ve ayrıca limonitlerin süt kuvars içine giren kısımlarında doğal saf (nabit) altın taneciklerine (1-1.5 mm.) rastlanmaktadır. Binokülerde saptanan en küçük altın taneciği 10 mikrondur (Resim: 4). Eski madencilere ait cevher hazırlama aletlerinde yapılan işlem-den sonra elde edilen konsantrelerin binokülerde irdelenmesi ile altın taneciklerine götit ve hidrotermal kuvarsin eşlik ettiği saptanmıştır (Sözlü anlatım: Jeo.Yük.Müh. Z. Tekin, 1999). Paşaların içinden alınan seçilmiş örneklerin analiz sonucunda 90 ppm. altın saptanmıştır. (Z.Tekin, ve diğerleri, 1995). Ayrıca Bakır Tepe'deki altın cevherleşmesinin hidrotermal kökenli olduğu belirtilmektedir.

Cevher Zenginleştirmede Kullanılan Aletler

Bakır Tepe'de çok eski dönemlerde başlayan madencilik etkinliklerinden, günümüze değin kalan paşaların arasında cevher zenginleştirmede kullanılmış 1000'den

1 Elkondu Köyü halkı, Bakır Tepe'ye 1974 yılından itibaren Hızır Tepe ismini vermiştir. Köy halkı tarafından bu isim değişikliği 1971 yılı Kıbrıs Barış Harekatı'nı kapsayan günlerden bir gece yapılmıştır. Sözü edilen gece gökyüzünden gelen bir ışık demeti Bakır Tepe üstünde büyük bir gürültüyle patlamıştır. Bu, Elkondu Köyü'ne yakın bazı köylerde de gözlemlenmiştir. Bakır Tepe günümüzde Elkondu Köyü halkı tarafından kulsailaşa bir isimle anılmaktadır. Dorukta bir Cem Evi yapılmıştır Cem Evi'nin yaklaşık 50 m. güneydoğusunda doğal oluşmuş bir su kuyusu vardır. Bu, büyük olasılıkla düşen meteorun açtığı çukurda oluşan doğal kaynaklı bir su kuyusudur.

fazla materyalin var olduğu sanılmaktadır. Bu sayı yapılacak yeni bir araştırmayla artacaktır. Çünkü sadece yüzeyde değil, paşaların altında da çok daha eski dönemlerin cevher hazırlama aletleri bulunacaktır. Eski maden sahaları genellikle önceki dönem maden işletmelerinin üstüne daha sonra gelen dönemlerin madencilerine ait kalıntıların bulunduğu yerler olmuştur. Bakır Tepe'de bunu kanıtlayan eski madencilığa ait tonlarca atık vardır. Sözü edilen paşaların (atık) arasında eski madencilerin cevher zenginleştirmede kullandığı cevher hazırlama aletleri iki ayrı grupta toplanarak irdelenmiştir. Bu materyaller, taş havanlar ve el aletleri (el taşları) dir.

Taş Havanlar: Eski dönemlerin maden işletme atıkları olan paşalar arasında arandığı zaman kolaylıkla saptanmaktadır. Ayrıca Bakır Tepe'deki Cem Evi'nin yakınında (aş havanların üst üste konulmasıyla yapılmış ve köylüler tarafından "Hızır taşı" olarak anılan taş koltuklar gözlemlenmiştir (Resim: 5). Sözü edilen taş havanlar genellikle kırmızımsı kahve, siyah renge yakın gri olup kuvarsitten yapılmıştır. Bunun başlıca nedeni altın taneciklerinin proses sırasında kolayca seçilmesini sağlamak olmalıdır. Taş havanlar, taşınması güç ağır materyaller olduğu için yerinde incelenmiştir. Bakır Tepe'de incelenen çok sayıda taş havanın kullanım yüzeyleri genellikle konkav 1-2.5 cm. derinliğinde olup tüm yüzey kullanılmaktadır. Yüzey buluntusu taş havanların genellikle boyutları, 43x36x25 cm., 51x42(35)x15 cm.dir. Bazılarının kullanım yüzeylerinde yer alan 19-20 cm. çapında kırma-ezme ve öğütme çukuru olan taş havanlar da vardır. Taş havanların boyutları, el aletlerine (el taşlarına) göre büyük olduğu için paşaların arasında bulunmaları daha kolaydır.

Taş Havan I

Bakır Tepe'deki cevher zenginleştirmede kullanılan taş havanlardan sadece bir tanesi 1998 yılında MTA Tabiat Tarihi Müzesi'ne getirilebilmiştir. Kuvarsitten yapılmış olup kırmızımsı kahve renklidir. Bu renk demir içerikli yağmur sularının boyaması ile oluşmuştur. Boyutları, 35x37.5x17.5-19 cm. kullanım yüzeyinin ortasında cevher kırma-ezme, öğütme çukuru vardır. Çapı, 19.5 cm., derinliği, 2.7 cm. (Resim: 6; Çizim: 1).

Bu taş havan altın içerikli cevherin öğütülecek tane boyuna getirilmesi ve daha sonra ince öğütülmüş olarak elde edilmesi için kullanılmıştır. Bakır Tepe'de benzer örneklerine azımsanmayacak sayıda rastlanmaktadır.

İki Yüzlü Taş Havan II

Ağır ve taşınması güç olan bu taş havan, bulunduğu yerde bırakılmıştır. İki yüzlü ve iki işlevli bir cevher hazırlama aletidir. Kuvarsitten yapılmıştır. Ön yüzünde dairesel görünümde olan cevher kırma-ezme, öğütme çukuru vardır (Resim: 7). Boyutlar, 43-34x36.5-35x21-13 cm.dir. Kırma-ezme, öğütme çukurunun çapı, 24-23 cm., derinliği, 2.6 cm. (Çizim: 2).

Bu taş havanın ön yüzü kırma-ezme, öğütmede kullanılmış ve proses sonunda ince öğütülmüş cevher elde edilmiştir.

Anlatımı yapılan taş havanın arka yüzünde iki ayrı elipsoidal cevher yıkama çukuru vardır (Resim: 8). Cevher yıkama çukurlarının boyutları, 29x14.5x1.9 cm. ve 26x18x2.1 cm.dir (Çizim: 3). Altın içerikli ince öğütülmüş cevher buradaki elipsoidal iki ayrı çukurda su ile işlem görmüştür. Dolayısıyla bu işlem sırasında yoğunlukça hafif olan gang mineralleri (limonit-kuvars) su ile dışarı atılmıştır. Ağır mineral olan altın ise çökeliş olduğundan yıkama çukurları içinde kalmıştır.

İki yüzlü ve iki ayrı işlevli taş havanın ön yüzünde cevher, arka yüzünde yapılacak olan zenginleştirme işlemine hazırlanmıştır. Arka yüzünde elipsoidal olan yıkama çukurlarında ise cevher zenginleştirme işlemi su ile yapılarak altın konsantreleri elde edilmiştir. Anadolu'daki diğer eski maden sahalarında benzer örneklerle tesadüf edilmemiştir. Ancak Bakır Tepe'de yapılacak yeni araştırmalarla başka benzer örneklerine rastlanması olasıdır.

El Aletleri (El Taşları)

Bakır Tepe'de cevher zenginleştirmede kullanılan el aletlerinin kullanılabilmesi için kesinlikle taş havanlara gereksinim vardır. Boyutları taş havanlara göre küçük olduğu için paşaların (atık) arasında bulunması kolay değildir. Taş havanlardan daha çok olduğu sanılmaktadır. Bakır Tepe'ye ait bu el aletlerinin dokuz adedi Tabiat Tarihi Müzesi arşivindedir. Sözü edilen el taşları genellikle kuvarsitten, çok az sayıda olanları ise granitoidden yapılmıştır. İki ayrı grupta toplanarak incelenmiştir. Bu materyallerin bir kısmı kırma-ezmede, diğerleri ise öğütmede kullanılmıştır.

Kırma-Ezmede Kullanılan El Aletleri: Beş adedi incelenmiştir. Bazılarının iki yüzü, bir kısmının dört yüzü kullanılmıştır. Kullanım yüzeylerinde derinliği sığ olan cevher kırma-ezme çukurları vardır (Resim: 9; Çizim: 4). Kırma-ezmede kullanılan el aletlerinin boyutları, 9x8x6 cm., 12x8.5x5.5 cm., 10.5x9.3x5 cm., 9x8.5x7 cm., 10x9x5.5 cm.dir. Kırma-ezme çukurlarının çapları, 2.8 ve 3 cm., derinlikleri, 0.2 ve 0.3 cm.dir. Bu el taşları cevherin öğütülecek tane boyuna getirilmesi için kullanılmıştır.

Öğütmede Kullanılan El Aletleri: Dört adedi incelenmiştir. Cevherin öğütülmesinde kullanılmıştır (Resim: 10). Genellikle iki yüzü de kullanılmış, azımsanmayacak benzer örneklerine rastlanmıştır, incelenen örneklerin boyutları, 13x12.5x4 cm., 14.5x9.5x5 cm., 14.5x10.3x4-2 cm., 12.2x10-6x5-4 cm.dir.

Benzer Buluntular

Kütahya-Gümüşköy Aktepe, Tokat-Erbaa Ezebağı Köyü, Amasya-Merzifon Bakırçay, Amasya-Gümüşhacıköy Gümüş Beldesi, Niğde-Çamardı Celâller Köyü yöresi maden sahası ile Göltepesi eski yerleşim yerinde ve bazı eski metalurjik merkezlerde, çeşitli cevher hazırlama aletleri bulunmuş ve tarihlenmiştir (Kaptan, 1990, Yener, 1993). Bakır Tepe eski altın madeni sahasındaki buluntular özellikle Celâller Köyü (Niğde) yöresinde saptanan Kestel ve Minedamı eski kalay madeni sahası ile bunlara ait aynı yöredeki eski yerleşim yeri Göltepesi'nde bulunan 50 000'den fazla taş materyalle benzerlik taşımakta ve bir kısmı ile özdeş niteliktedir. Ayrıca Bakır Tepe eski altın madeni sahasındaki cevher zenginleştirmede kullanılan taş materyallerin de -şimdilik- binden fazla olacağı tahmin edilmektedir.

SONUÇ

Bakır Tepe'deki eski altın madenciliğine ait kalıntılar, Türkiye madencilik tarihi için son derece önemlidir. Ayrıca bu yörede yapılacak yeni arkeolojik araştırmaları yönlendirecek önemli bir merkezdir. Bakır Tepe'de gözlemlenen binlerce tonluk pasa (atık) sadece bir dönemin kalıntıları değildir. Çünkü bu birikim, bir önceki dönemin üstüne daha sonra gelen dönemlerin madencilik etkinliklerine ait kalıntılardan oluşmuştur. Yüzey araştırmalarında saptanan cevher hazırlama aletlerinin olasılıkla M.Ö. I.binyıla ait olduğu sanılmaktadır. Ancak paşaların bir bölümünde, ana toprağa değin yapılacak temizlik çalışmaları sırasında çok daha eski dönemlerin cevher hazırlama aletleri ile aş kaplarına (seramik kalıntılara) rastlanması olasıdır.

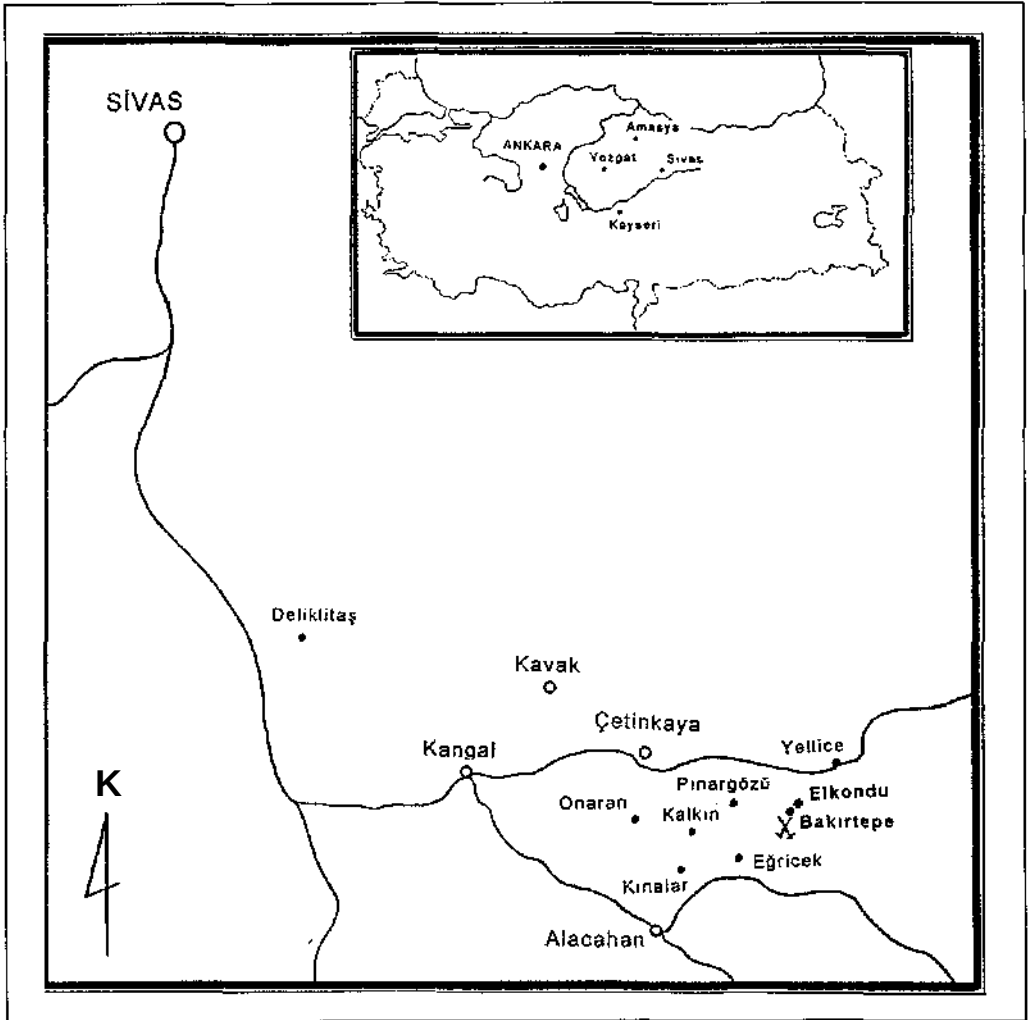
Bakır Tepe'deki altın madeni sahasında çok sayıda bulunan ve cevher zenginleştirmede kullanılan materyallerin tümü altın içerikli cevherin metalürjiye hazırlık aşamasında kullanıldığı kesindir. Anadolu'daki bazı eski maden sahalarında bulunan ve işlevleri saptanan cevher hazırlama aletleri ile Bakır Tepe buluntularının bir kısmı benzer, bir kısmı ise özdeşir.

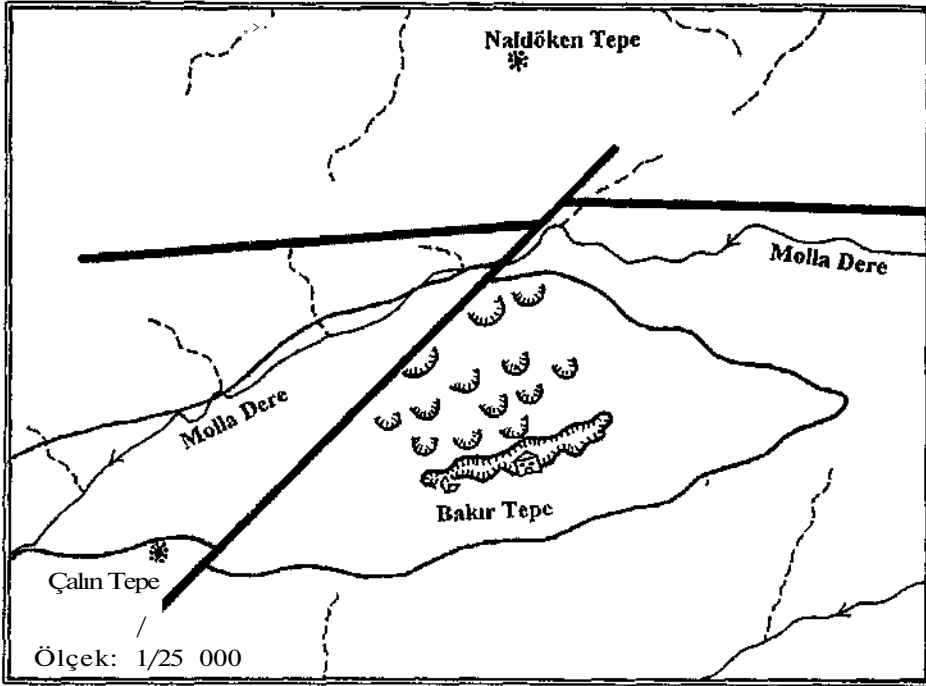
Eski Anadolu ile Mezopotamya arasında süren metalik maden ticaretinde Sivas yöresinin payı yadsınmaz. Özellikle Hahhum'un, Sivas'ın kuzeydoğusundaki Zara ilçesi'nde ya da güneydoğusunda yer alan Divriği ilçesi'nde olacağı varsayımına, Bakır Tepe buluntuları nedeniyle, Kangal-Çetinkaya'nın da ilave edilmesi gerektiği kanısındayım. Ayrıca Bakır Tepe eski altın madeni sahası ve çevresinde yapılacak arke-

olojik-arkeometrik araştırmalar olasılıkla çok boyutlu yeni bulgulara ulaşılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- BİLGİÇ, E., 1941, *Asurca Vesikalara Göre Etilerden nce Anadolu'da Maden Ekonomisi*: DTCF Sümeroloji Enst. Neşiyatı No.1, Sümeroloji Araştırmaları, s.913-950, İstanbul.
- BİLGİÇ,, ., 1946, Anadolu'nun İlk Yazılı Kaynaklarındaki Yeradları ve Yerlerinin Tayini zerine incelemeler: TTK *Bellelen*, Cilt X, sayı 39 (ayrı basım), s.381-423, Ankara.
- KAPTAN, E., 1991, Türkiye Madencilik Tarihine ait Koyulhisar-Kurřunlu Köyü Yöresindeki Buluntular: Anıtlar ve Müzeler Genel Müd., VI. *Arkeometri Sonulan Toplantısı*, s.41-50, Ankara.
- KAPTAN, E., 1996, Eski Anadolu'da Cevher Zenginleştirmede Kullanılan Aletler: 1995 yılı *Anadolu Medeniyetleri Müzesi Konferansları*, s. 160-170, Ankara.
- ÖKSE, A.T., 1995, Sivas İli 1993 Yüzey Araştırmaları: Anıtlar ve Müzeler Genel Müd. XII. *Araştırma Sonuçları Toplantısı*, s.317-329, Ankara.
- TEKİN, Z., KESKİN, ., AK, S., KOÇAK, A., AVCI, N., 1995, *Sivas-Divriği-Kangal-Alacahan Yöresinin Jeokimyasal Prospeksiyon Raporu*: MTA Genel Müd. Rap. No. 9915 (yayımlanmamış), s.30, Ankara.
- YEN ER, K.A. and VANDIVER, P.B., 1993, Tin Processing at Gltepe an Early Bronze Age Site in Anatoa: *American Journal of Archaeology* 97, s.207-238.

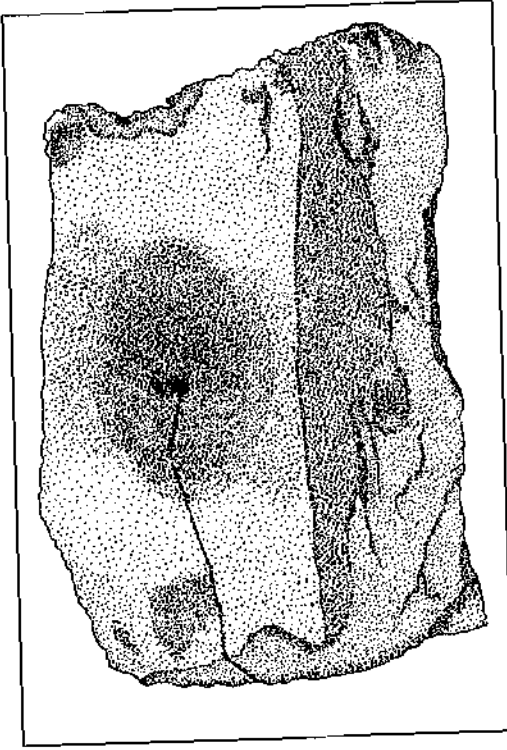




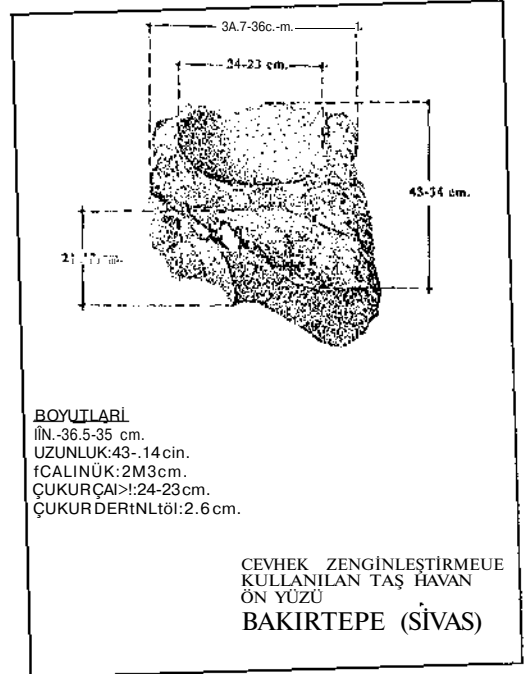
Harita: 2

	Fay
	Eski İşletme Çukurları ve Pasa Kalıntıları
	Cem Evi
	Hızır Taşı (Taş Koltuk)

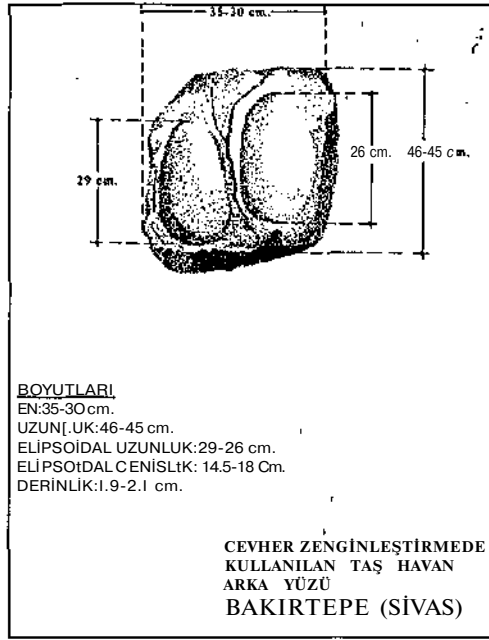
Harita: 2



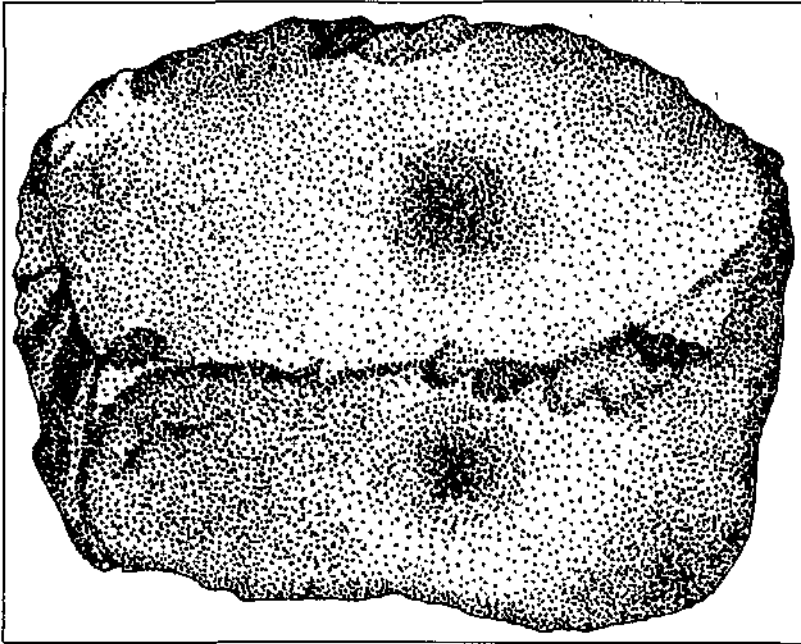
Çizim: 1



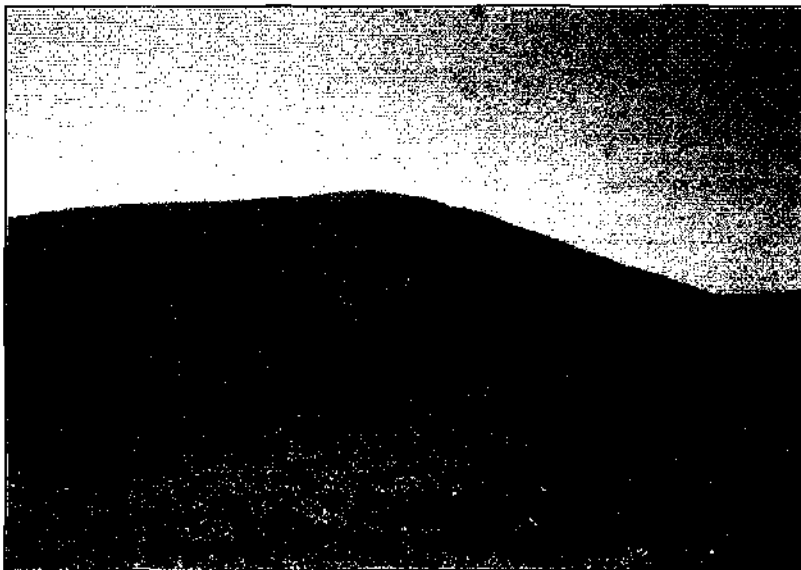
Çizim: 2



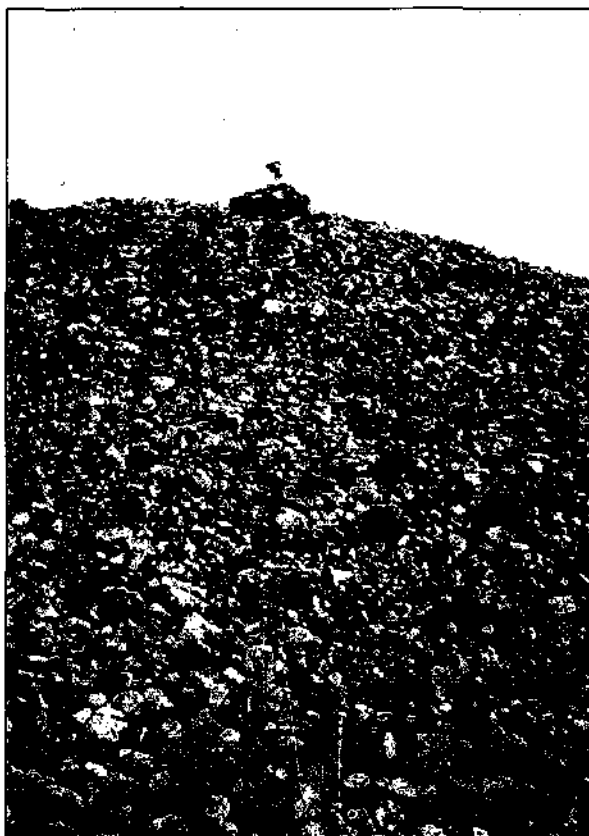
Çizim: 3



Çizim: 4



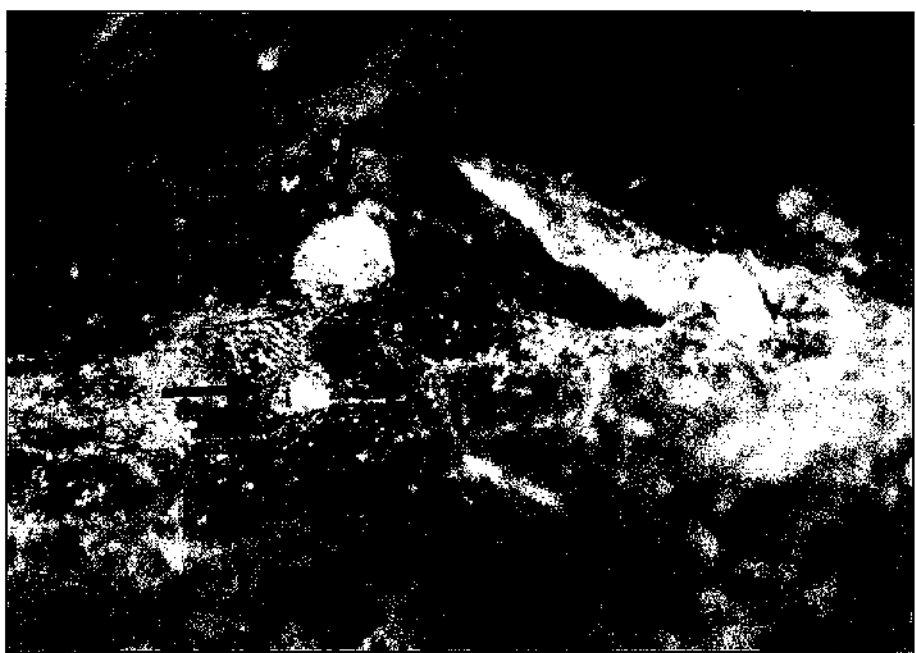
Resim: 1



Resim: 2



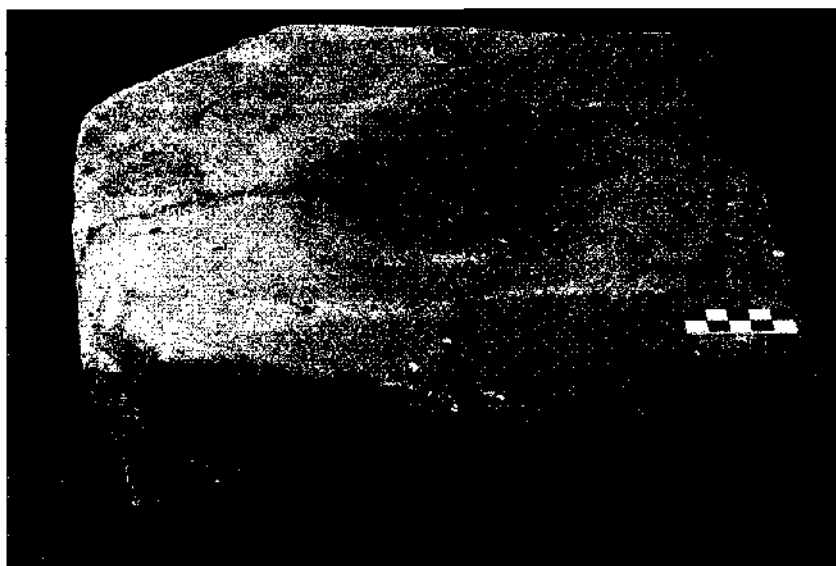
Resim: 3



Resim: 4



Resim: 5



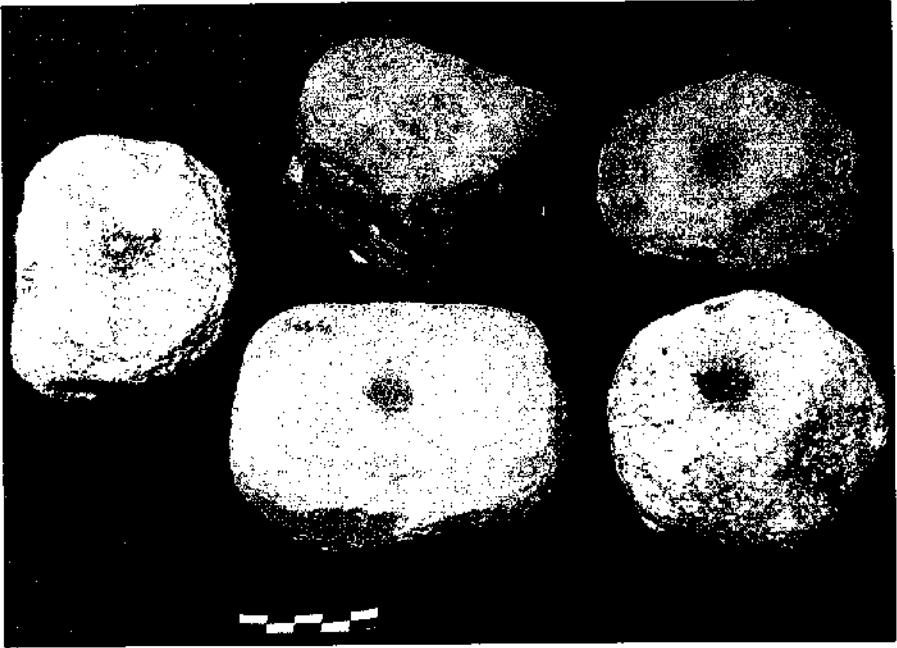
Resim: 6



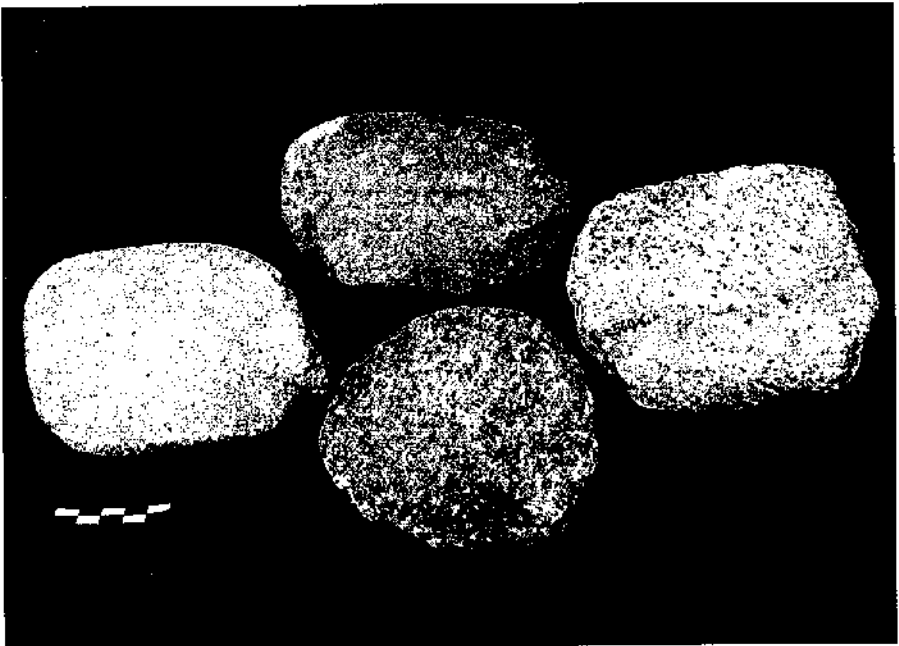
Resim: 7



Resim: 8



Resim: 9



Resim: 10

KÜÇÜKHÖYÜK İSKELET SERİSİNDE BİR TREPANASYON VAKASI

Erksin GÜLEÇ*
Ayşen AÇIKKOL

1983 yılının kış aylarında Eskişehir'in Bilecik ilçesi yakınlarında yapılmakta olan bir fabrika inşaatı sırasında bazı arkeolojik kalıntılara rastlanması üzerine başkanlığını Eskişehir Müze Müdürü Güngör Gürkan'ın ve Alman Arkeolog Jürgen Seeherlin yaptığı bir kurtarma kazısı başlatılmıştır. Elde edilen arkeolojik malzemeler nekropolün Eski Tunç Çağına (E.T.Ç.) ait olduğunu göstermiştir. Küçükhöyük nekropolü, E.T.Ç.'nin 2a ve 2b seviyelerine ait olup, Troya Tın g-h-i-j-k seviyeleri ile Troya II'nin a-b-c seviyeleri, Demircihöyük, Yortan, Kusura, Alacahöyük, Karataş ve Beycesultan ile çağdaştır (Gürkan ve Seeher, 1991).

Nekropolde *pithos* ve taş sanduka olmak üzere 2 farklı mezar tipi bulunmuştur. Bazı mezarlar bozulmuş durumda açığa çıkarılmıştır, iskeletler güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda gömülü bulunmuştur. Kısa bir süre Güleç'in de katıldığı kazıdan çıkarılan iskelet materyaller, incelenmek üzere Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Paleoantropoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Paleoantropolojik incelemesi bölümümüz araştırma görevlilerinden Ayşen Açıkkol tarafından yüksek lisans çalışması olarak yapılan iskeletler içinden bir erkek bireyde bu çalışmanın konusunu oluşturan trepanasyon olgusuna rastlanmıştır.

Trepanasyon Olgusu

Trepanasyon, beyine ve en dışta yer alan beyin zarına zarar vermeden kafatası kemiklerinden bir kısmının çıkarılması işlemidir (Ortner ve Putschar, 1985). Tarih boyunca hem canlılar hem de ölümler üzerinde uygulanmıştır. Tıbbi tedavi, büyüsel tedavi ve tılsım çıkarma amaçlarıyla gerçekleştirilmiştir (Lisowsky, 1967). Ayrıca genç cerrahların deneyim kazanması amacıyla ölümler üzerinde trepanasyon yapıldığı belirtilmektedir (Özbek, 1988).

Lisowsky, çalışmaları sonucunda 4 farklı teknik belirlemiştir. Bunların ilki olan "kazıma tekniği"nde *lamina externa* ve diploe çeşitli aletlerle kazındıktan sonra *lamina interna* çok daha yavaş ve dikkatli bir şekilde kazınmaktadır. Bu şekilde *Dura mater* zarar görme ihtimali azaltılmaya çalışılır. En yaygın uygulama olarak kazıma yöntemi karşımıza çıkmaktadır. İkinci teknik "oluk açarak delme" yöntemidir. Kesici bir aletle kafatası üzerinde yuvarlak bir alan oluşturulacak biçimde oluklar açılarak uygulanmaktadır. Üçüncü teknik "delme-kesme tekniği" olarak bilinmektedir. Operasyon yapılacak bölgede matkapla delikler açılmakta ve *lamina interna* kadar inilmektedir. Delikler

* Prof.Dr. Erksin GÜLEÇ, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Fizik ve Paleoantropoloji Bölümü, Paleoantropoloji Anabilim Dalı, Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE
Araş. Gör. Ayşen AÇIKKOL, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi, Fizik ve Paleoantropoloji Bölümü, Paleoantropoloji Anabilim Dalı, Sıhhiye-Ankara/TÜRKİYE

arasında kalan *lamina interna dura matere* zarar verilmeyecek şekilde kesilmekte ve ayrılan kemik parçası çıkarılmaktadır. Son teknik "düz kesiklerle kafa delme" yöntemidir. Beyin zarını zeöelememeye çalışarak düzgün kenarlı, geometrik şekilli kemik parçaları çıkarılmak suretiyle uygulanmaktadır (Lisowsky, 1967).

Beyin ameliyatı ya da kafatası delgi ameliyatı olarak bilinen trepanasyon, ilk kez Peru Cuzco'da bulunan prehistorik bir kafatası üzerinde Antropolog E. G. Squier tarafından tanımlanmıştır (Brothwell, 1985:120). Daha sonraki dönemlerde Piggot, Stewart, Lisowsky, Ullrich ile Weickmann ve Nemeskeri gibi araştırmacılar trepanasyon örnekleri üzerinde çalışmışlardır. Bu araştırmacılar Avrupa, Pasifikler, Güney ve Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'dan bulunan trepanasyonları yayınlamışlardır (Brothwell, 1985).

Türkiye'de ilk örnek 1958 yılında bulunmuştur: Şenyürek, Kültepe Asur Ticaret Kolonisi'nden çıkarılan iskelet materyalleri arasından bir erkeğe ait kafatasının occipital kemiğinde trepanasyon olgusuna rastladığını bildirmiş ve bu bireyin ameliyattan sonra bir süre daha yaşadığını da belirtmiştir (Şenyürek, 1958). 1985 yılında Backofen Samsun/ikiztepe'de biri erişkin diğeri genç erişkin, olmak üzere iki bireyin kafatasında bulunduğu norma sagittaliste, gerçekleştirilen trepanasyon örneklerini yayınlamıştır (Backofen, 1985). Angel ve Bisel inceledikleri Karataş E.T.Ç. toplumunda bir erişkine uygulanmış ve başarısızlıkla sonuçlanmış bir trepanasyon olgusundan bahsetmişlerdir (Angel ve Bisel, 1986). 1988 yılında Özbek, Geç Bizans Dönemine ait bir trepanasyon örneği bulunduğunu bildirmiştir. 42 yaş civarında ve Alpin ırkına mensup bu bireyin bir savaş sırasında kafasına darbe aldığı ve bu sebeple kafatasının *bregma* bölgesine bir operasyon yapıldığı araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Bu birey ameliyattan sonra uzun bir süre yaşamıştır (Özbek, 1988). Aynı yıl Güleç de Dilkaya Urartu popülasyonunda gerçekleştirilmiş 2 trepanasyonu tanımlamıştır. Bunlardan biri genç bir kadın üzerinde uygulanmıştır ve yapılan inceleme sonucunda ameliyatın başarılı geçtiği anlaşılmıştır. Diğeri ise izole bir parietal kemiği üzerinde tanımlanmıştır. Bu iki bulgunun en önemli özelliği Anadolu'da delme-kesme tekniğiyle yapılmış ilk örnekler olmasıdır (Güleç, 1988). Bir başka trepanasyon olgusu Aşıklı Höyük Neolitik toplumunda Özbek tarafından saptanmıştır. Yaşlı bir kadına uygulanan beyin ameliyatının başarılı geçtiği ve kadının ameliyattan sonra bir süre daha yaşadığı araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Özbek, 1991). 1995 yılında, Güleç tarafından Gordion Roma popülasyonunda tespit edilen 2 farklı trepanasyon vakası sunulmuştur (Güleç, 1995). Söz konusu örneklerin birinde ameliyat *coronal suturun* sol tarafına uygulanmıştır ve bireyde iyileşme izlerine rastlanmamıştır. Diğeri bireyde ameliyat sol parietal ve frontal kemiklerine yapılmıştır. Oluk açarak delme tekniğiyle yapılan bu operasyondan sonra bireyin bir süre yaşadığı saptanmıştır. Güleç'in 1995 tarihli makalesinde varlığından bahsettiği bir diğer örnek Dilkaya Orta Çağ toplumuna ait olup erişkin bir bireyde meydana gelen bir travmanın beyne zarar vermemesi için sol parietalde uygulanmıştır. Ancak iyileşme olup olmadığı tespit edilememiştir (Güleç, 1995). Araştırmacı tarafından ortaya konan diğer kafatası ameliyatları ise Geç Osmanlı Dönemine tarihlendirilmiştir. Bunların ilki bir kadının sol parietalinde delgi tekniğiyle yapılmıştır ve delikte iyileşme izleri saptanmıştır, ikincisi bir erkeğin sol parietaline uygulanmıştır ve diğerinde olduğu gibi bunda da iyileşme izlerine rastlanmıştır (Güleç, 1995). Literatüre geçen bir diğer örnek Kuruçay Erken Kalkolitik topluma aittir. 1988 yılında Deniz ve Şentuna tarafından saptanmıştır (Deniz ve Şentuna, 1988): Ancak Kuruçay trepanasyon bulgusunun paleoantropolojik analizi Güleç ve Pelin tarafından yapılmıştır (Güleç ve Pelin, 1998). Orta yaşlı bir kadına yapılan bu beyin ameliyatından sonra hastanın hemen ya da operasyondan kısa bir süre sonra öldüğü anlaşılmıştır. 1998 yılında Güleç, Özer ve Sağır tarafından yeni bir trepanasyon vakası ortaya konmuştur. Geç Osmanlı Dönemine tarihlenen ve bu döneme ait üçüncü örneği oluşturan bu ameliyat, yaşlı bir erkeğin sol parietalinde lamdoid şuturaya yakın bir bölgede uygulanmış ve bireyin bir süre daha yaşamasını sağlamıştır (Güleç, Özer ve Sağır, 1999). Güleç tarafından saptanan Geç Osmanlı Dönemine ait dördüncü kafatası ameliyatı olgusu henüz basılamamıştır.

Anadolu'da şimdiye kadar saptanan tüm trepanasyon bulguları Tablo 1 'de gösterilmiştir.

BuluntuYeri	Dönem	Araştırmacı	Kullanılan Teknik
Aşıklı Höyük	Neolitik (MÖ 9000-5500)	Özbek	Grooving
Kuruçay	E. Kalkolitik (MÖ 5500-3200)	Deniz ve Şentuna	Drilling
İkiztepe	E. Tunç (MÖ 3200-1800)	Wittwer-Backofen	Cutting
İkiztepe	E. Tunç (MÖ 3200-1800)	Wittwer-Backofen	Cutting
Karataş	E. Tunç (MÖ 3200-1800)	Angel ve Bisel	-
Kültepe	E. Tunç (MÖ 3200-1800)	Şenyürek	Drilling-Cutting
Küçükhöyük	E. Tunç (MÖ 3200-1800)	Güleç ve Açikkol	Grooving
Dilkaya	Urartu (MÖ 900-580)	Güleç	Drilling
Dilkaya	Urartu (MÖ 900-580)	Güleç	Scalping
Gordion	Roma (MÖ 30- MS 395)	Güleç	Travma-Trepha
Gordion	Roma (MÖ 30- MS 395)	Güleç	Grooving
İznik	Geç Bizans (MS 330-1453)	Özbek	Travma-Trepha
İznik	Geç Bizans (MS 330-1453)	Özbek	Travma-Trepha
İznik	Geç Bizans (MS 330-1453)	Özbek	Travma-Trepha
İznik ¹	Geç Bizans (MS 330-1453)	Özbek	Travma-Trepha
Dilkaya	Orta Çağ (MS 395-1453)	Güleç	Travma-Trepha
Osmanlı	Geç Osmanlı (MS 1299-1923)	Güleç, Sağır ve Özer	Düz Kesiklerle Delme
Osmanlı	Geç Osmanlı (MS 1299-1923)	Güleç	Travma-Trepha
Osmanlı ²	Geç Osmanlı (MS 1299-1923)	Güleç	Drilling
Osmanlı ³	Geç Osmanlı (MS 1299-1923)	Güleç	-

Tablo 1: Anadolu'da saptanmış trepanasyon bulguları (Güleç 1998'den derlenmiştir.)

Küçükhöyük Trepanasyon Olgusu

Küçükhöyük iskeletlerinin paleoantropolojik analizi çalışmalarında, 152 envanter numaralı, 62 (-f 12,90) yaşlarında , narin Akdeniz ırkına mensup bir erkek bireyde trepanasyon olgusuna rastlanmıştır. Bu bireyin Olivier'in sınıflandırmasına göre ultra-dolikosel olduğu anlaşılmıştır (Resim: 1). Kafatasından alınabilen tüm ölçümler ve hesaplanabilen endisler Tablo 2'de gösterilmiştir. Bireyin vücut kemiklerinde herhangi bir patolojik lezyona rastlanmamıştır. Ancak kafatası kemiklerinde popülasyondaRi genel ortalamaya oranla belirgin derecede kalınlaşma gözlenmiştir (Resim: 2).

Küçükhöyük trepanasyonu, occipital kemiğinde oluk açma (grooving) tekniği ile birbirine bağlı 3 delik açılarak gerçekleştirilmiştir (Resim: 3). Trepanasyon, basılara doğru genişlemektedir (Resim: 4, 5). İlk ve en büyük delik *squama occipitalisin* sağ tarafında, sağ *parietal-lambdoid sutur* sınırından başlamakta ve *linea nuchae superiora* kadar inmektedir. Bu deliğin *lambda* noktasından uzaklığı 37 mm., *asterion* noktasından uzaklığı 31 mm.dir. Kenarları düzgün bir daire şeklindedir. Bu deliğin uzunluğu 47 mm., buna dik olarak alınan genişliği 40 mm. olarak ölçülmüştür.

ikinci delik *linea nuchae supehor* üzerinden başlamakta ve genişleyerek *basilara* doğru inmektedir. Orta ve sağ *nuchal* bölgelerin önemli bir kısmı trepanasyonla alınmıştır. Ancak bu delik bir önceki gibi simetrik ve dairesel değildir ve genişliği 50 mm. olarak ölçülmüştür.

Üçüncü delik occipital kemiğin sağ tarafında kalmaktadır. Açılan bu delikle birlikte, sol tarafta kalan küçük bir parça dışında *nuchal* bölge, *linea nuchae inferiorve crista*

1 Özbek ile sözlü görüşme

2 Baskıda

3 Güleç ile sözlü görüşme

occipitalis externa alınmıştır. Ancak, *post-mortem* kemik kayıpları yüzünden bu deliğin sınırları tamamen belirlenememiş ve ölçümleri yapılamamıştır.

Küçükhöyük trepanasyon olgusunda, ense kaslarının yapıstığı *protuberantia occipitalis externa*, *linea nuchae superiorve inferior'ü*e hemen hemen tüm *nuchal* aian ameliyatla çıkarılmıştır. *Ektocranialde* herhangi bir travmaya ya da kesici alet izine rastlanmamıştır. Ameliyattan sonra delik çevresinde iyileşme olup olmadığının anlaşılması için kafatasının röntgeni çekilmiştir. Ancak deliklerin etrafında neoformasyon izleri saptanmamıştır. Küçükhöyük örneği dışında Anadolu'da şimdiye kadar ense bölgesinde açılan bir ameliyata rastlanmaması, bu trepanasyonun ölümden sonra yapıldığı izlenimini vermektedir.

Maksimum Kafa Uzunluğu	193
Maksimum Kafa Genişliği	128
Porion-Porion Uzunluğu	105
Biauricular Genişlik	110
Porion-Bregma Yüksekliği	134
Frontal Yav	118
Frontal Doğru	111
Parietal Yav	140
Parietal Doğru	122
Horizontal Çevre	526
İki For. Mentale Arası Uzaklık	47
Cranial Endis	66,32*

"UltradoSikosefal

Tablo 2: Küçükhöyük E.T.Ç. insanına ait tafatasının ölçü ve endisleri (mm)

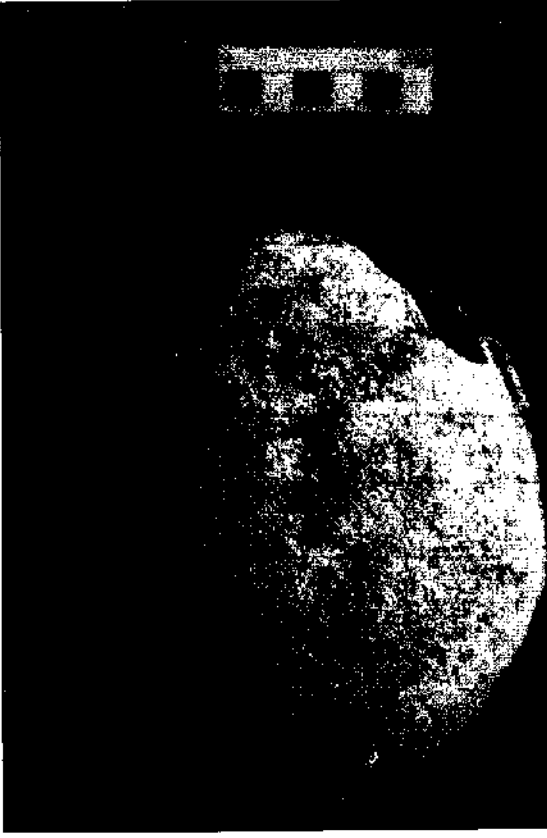
Sonuç

Bu çalışmada, Küçükhöyük Eski Tunç Çağı toplumunda 60 yaşlarında, narin Akdeniz ırkına mensup bir erkeğin occipital kemiğinde grooving (Oluk açma tekniği) tekniği ile yapılan beyin ameliyatı incelenmiştir. Bireyde travmaya rastlanmamıştır. Ama bireyin kafatası kemiklerindeki kalınlaşma, operasyonun bir hastalık neticesinde iyileştirme amaçlı yapıldığını da gösterebilir. Ancak ameliyatın ense bölgesinde yapılması operasyonun birey öldükten sonra yapıldığını düşündürmektedir. Bilindiği gibi bazen ritüelistik nedenlerle de trepanasyon uygulanabilmektedir. Küçükhöyük erkeğine yapılan beyin ameliyatı ritüel amaçlı olabilir. Çekilen röntgen filmleri trepanasyon deliklerinin çevresinde iyileşme izleri bulunmadığını göstermektedir. Her ne sebeple yapılmış olursa olsun, birey operasyondan sonra yaşamamıştır.

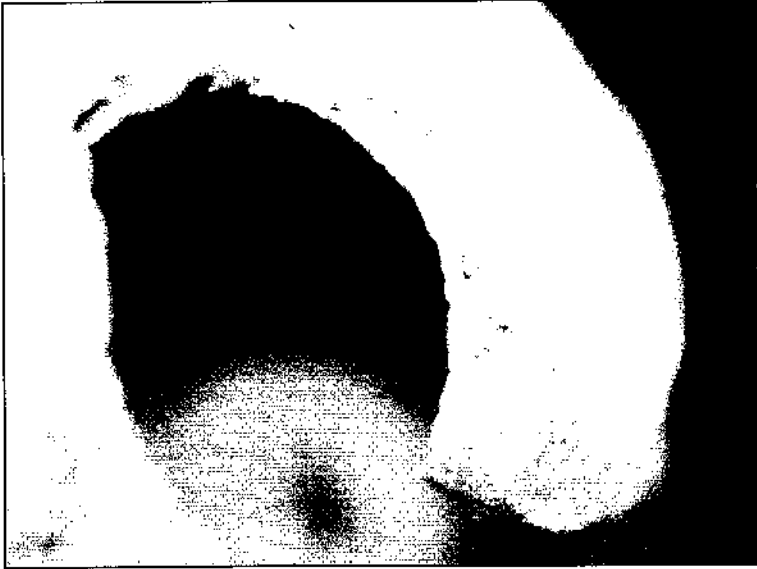
KAYNAKÇA

- ANGEL, J. L. ve S. C. BİSEL, 1986, "Health and Stress in an Early Bronze Age Population", *Ancient Aspect of Change and Cultural Development*, University of Wisconsin Press, U.S.A.
- BACKOFEN, U.W., 1985, "Antropologische unter suchungen der Necropole ikiztepe(Samsun)", *///. Araştırma Sonuçları Toplantısı*, Ankara.
- BFOOTHWELL, D.R., 1981, *Digging Up Bones: The Excavation, Treatment and Study of Human Skeletal Remains(3th Edition)*, British Museum(Natural History), Oxford University Press, Great Britain.

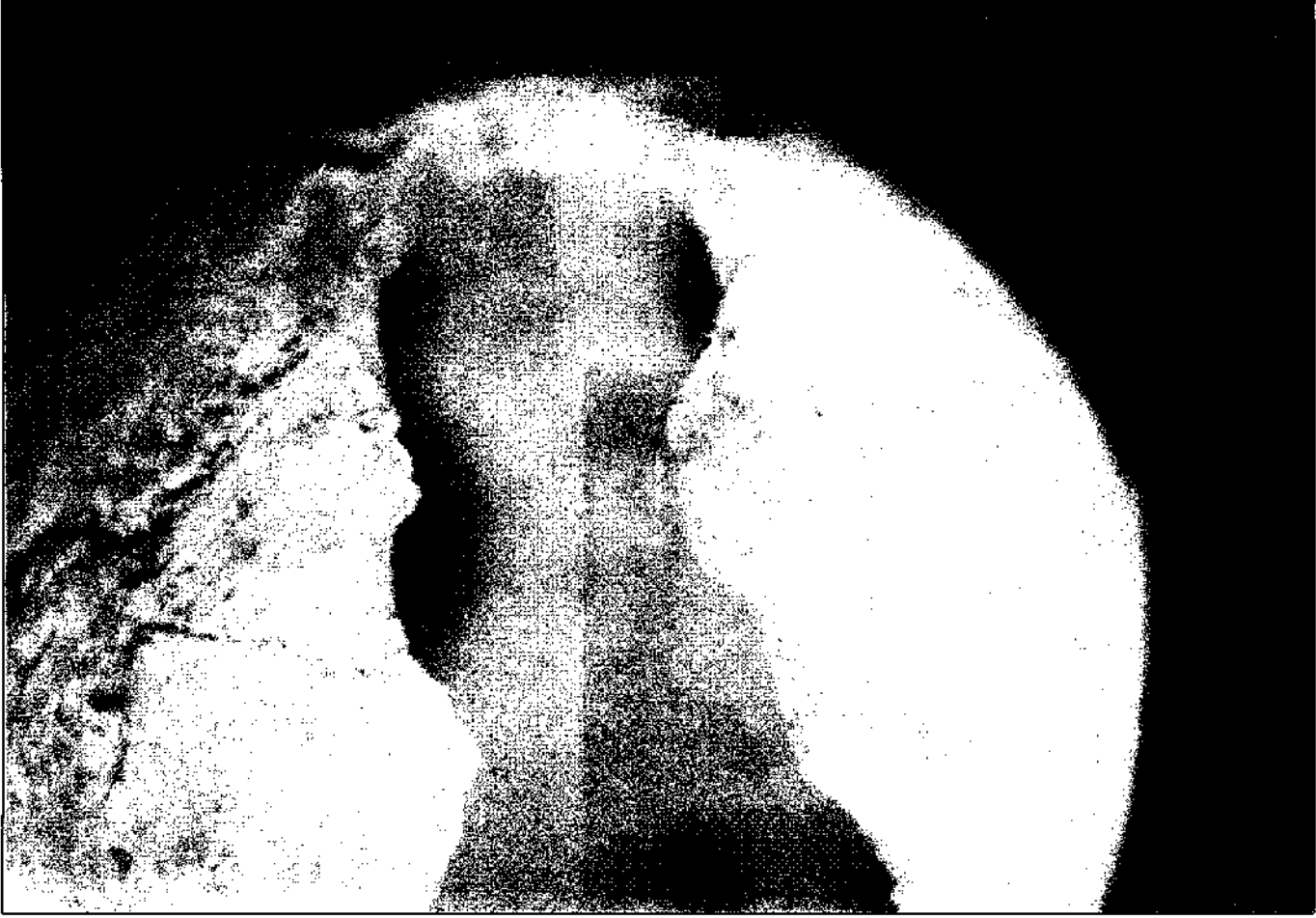
- DENİZ, E. ve C. ŞENTUNA, 1988, "Kuruçay Höyük Kazısı Arkeobiyolojik Materyalinin Tüm Değerlendirilmesi", *IV Arkeomeîri Sonuçları Toplantısı*, Ankara.
- GÜLEÇ, E., 1988, "Van/Dilkaya'da İki Beyin Ameliyatı Vak'ası", *IV. Arkeomeîri Sonuçları Toplantısı*, Ankara.
- GÜLEÇ, E., 1995, "Eski Anadolu Topluluklarında Beyin Ameliyatı (Trepanasyon)", *Popüler Bilim*, 2:17: 44-47.
- GÜLEÇ, E. ve C. PELİN, 1998, "Kuruçay Höyüğünde Gün Işığına Çıkarılan Bir Trepanasyon Olgusu", *D.T.C.F. Dergisi*, 38:1-2: 343-350, Ankara.
- GÜLEÇ, E., i. ÖZER ve M. SAĞIR, 1999, "Osmanlı Dönemi iskelet Serisinde Gözlenen Bir Trepanasyon Vakası", *V. Ulusal Anatomi Kongresi*, Antalya.
- GÜRKAN, G. ve J. SEEHER, 1991, "Die Frühbronzezeitliche Necropole von Küçükhöyük bei Bozüyük", *Sonderdruck aus istanbuler Mitteilungen*, 41: 39-96, istanbul.
- LISOWSKY, F.P., 1967, "Prehistoric and Early Trepanation", *Diseases in Antiquity (E&D.R. Brothwell, A.T. Sandison)*, Illinois, U.S.A.
- OLIVIER, G., 1969, *Practical Anthropology*, Charles C. Thomas Publisher, Springfield Illinois.
- ÖZBEK, M., 1988, "Geç Bizans Devrinde Trepanasyon (Kafatası Delgi Ameliyat!)", *Belleten*, 52-205:1567-1573, TTK., Ankara.
- ÖZBEK, M., 1991, "Aşıklı Höyük Neolitik İnsanları", *VII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, Ankara.
- ÖZBEK, M., 1993, "Anadolu Eski insan Topluluklarında Sağlık Sorunları", *H.Ü. Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 10: 1-19, Ankara.
- ŞENYÜREK, M.S., 1958, "Kültepe'de Asur Ticaret Kolonisi Sakinleri Arasında Görülen Bir Trepanation Vak'ası", *Anatolia*, III: 49-50, Ankara.



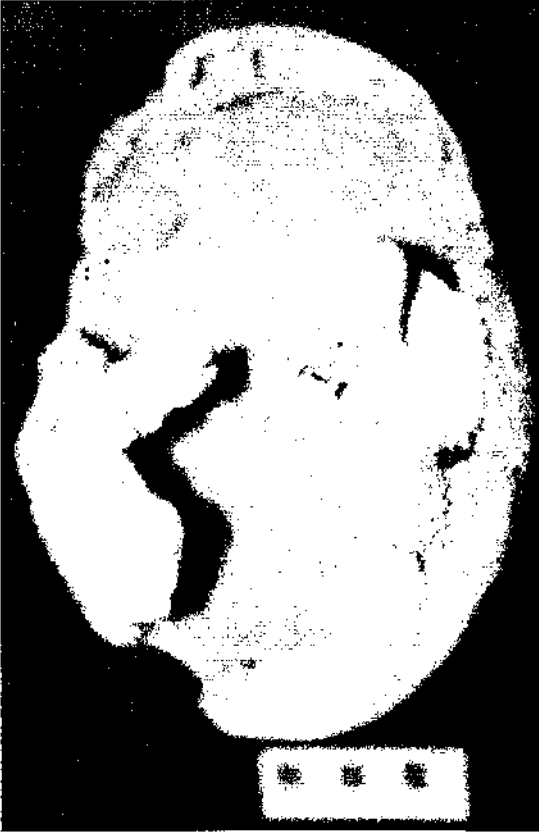
Resim 1: Kafatasının
üstten görü-
nüü



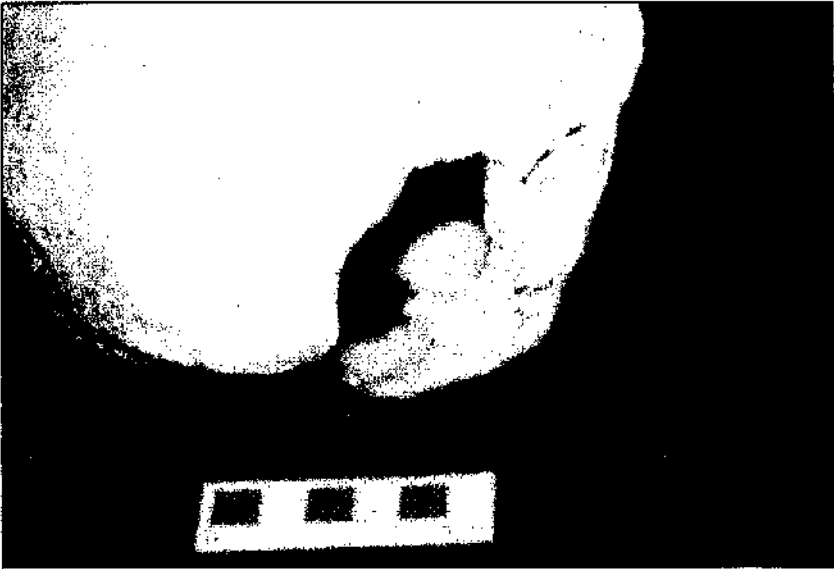
Resim 2: Trepanasyon deliğinin yakından görünüşü



Resim 3: Trepanasyon yapılan bölgenin yakından görünüşü



Resim 4: Trepanasyonun *norma Basilaristen* görünümü



Resim 5: Trepanasyonun *norma Occipitalisten* görünümü

AEGEAN DENDROCHRONOLOGY PROJECT

1999-2000 RESULTS

*Peter Ian KUNIHOLM**

Our 1999 summer dendrochronological field trip included collecting in Italy, Greece, Turkey, Lebanon, and Georgia. We returned with 353 kgs. of material from 42 sites. Additional samples, including specimens from Syria and Jordan, arrived during the course of the winter via the post.

EARLY BRONZE AGE/MIDDLE BRONZE AGE LONG CHRONOLOGY

The most significant development of the year was a test putting-together of 14 long tree-ring chronologies for the Early Bronze Age and the Middle Bronze Age, listed below in order by their starting date. These placements are still provisional, but they are worth reporting here simply because of the amount of time they cover—from 2944 B.C. to 627 B.C. We are still looking at all our formerly undatable ring-sequences and have found the places where several of them fit. Note that several of these data sets were collected as far back as 1931 by E. Schulman and A. E. Douglass of the University of Arizona but until this year had remained undated. The reason we were able to combine the long sequences was the 519-year juniper sequence from Kültepe-Eski Saray, collected in 1999, and the 523-year cedar sequence from the Dashur Boat, collected a decade earlier. These two long sequences alone span a period of 635 years from 2551 B.C. to 1917 B.C.

DATA SET	START- END	LENGTH
1. ACM3K4K2.TFE {combines all below}	2944 - 1744	n=1201 years
2. TROY I ALL.PIK (Schliemann trench)	2944-2719	n= 226 years
3. TROYMAB.PIK (Megaron II A&C)	2793 - 2601	n= 193 years
4. ACEMEARLY.PIK (Northwest Trench)	2659 - 2157	n= 503 years
5. KUL\ESKIJUNIPER.PIK (Eski Saray)	2551 - 2033	n=519 years
6. EGYPT\PIT-999.PIK (Sesostris III)	2439-2104	n= 336 years
7. EGYPT\CHI-777.PIK (Ipy-ha-Ishutef)	2430 - 2286	n= 145 years
8. KBKEARLY.PIK (Karahöyük-Konya)	2366-2169	n= 198 years
9. EGYPT\BMFA.PIK (Djehutynakht)	2338-2117	n= 222 years
10. EGYPT\PIT29I.PIK (Sesostris III)	2316-1917	n= 400 years
11. ACEMCEDAR.PIK (Sarıkaya Palace)	2073 - 1745	n= 329 years
12. FES96M1F.PIK (Phaistos, Crete)	2064-1876	n^ 189 years
13. KBKLATE.PIK (Karahöyük-Konya)	2046-1744	n= 303 years
14. KULJw/o23.PIK (Warşama Sarayı)	2014- 1788	n= 227 years
15. ACEMJUNIP.PIK (Sarıkaya & Hatipler)	1916-1747	n= 170 years

* Peter Ian KUNIHOLM, Cornell University, Department of the History of Art and Archaeology, New York/ABD

LATE BRONZE AGE ADDITIONS

LBA Kuşaklı, Temple, N.W.Terrace	1679- 1560	n= 120 years
LBA Kuşaklı, Building C	1674- 1573	n= 102 years
LBA Kuşaklı, combined pjne	1679- 1560	n= 120 years
LBA Kilisetepe, Samples KLT9&15	1479- 1350	n= 130 years

COMMENT (BY NUMBER)

1. COMBINATION OF ALL OF THE FOLLOWING DATA SETS: 2944 - 1744 B.C.

2. TROY I was originally wiggle-matched by Prof. M. Korfmann and Dr. B.Kromer to an end-date at 2699 B.C. ± 15 years. Dr. S. W. Manning has now reworked the statistics for this fit and has produced a revised fit of 2718 B.C. $\pm$ very little. Our placement, on what I concede is a short overlap with Troy II, pushes the end-date back one year to 2719, or 16 years beyond Dr. Kromer's original estimate as published in *Studia Troica* (1993).

3. TROY II, with short overlaps with TROY I on the earlier end and with ACE-MEARLY on the more recent end, terminates at 2601 B.C. This is in accord with the suite of 14C dates reported in *Studia Troica* 3 (1993) by Prof. Korfmann and Dr. Kromer for Troy II and specifically from the pinnacle above Megarons 2A and 2C ("Mansfeldtepe") from which this charcoal comes. The placement of the sequences for Troy I and II are the most questionable part of this long set of EBA/MBA chronologies simply because of the shortness of the overlaps and should remain provisional until longer overlaps confirm the placement. The wiggle-matching, however, limits the amount of movement up or down in time.

4. ACEMHÖYÜK EARLY is wiggle-matched by 14 radiocarbon dates to 2659-2157 B.C. ± 3 years @ 1 sigma, or ± 15 years @ 2-sigma. The wood, although found in an 18th century B.C. construction by Prof. Aliye Öztan, is 100% re-used, burned timber from an unknown number of EBA constructions. The pottery, *bullae*, and small finds are all Middle Bronze Age, postdating the wood by at least three or four centuries. This is the largest-scale re-use of old timber I have ever found in 27 years of collecting dendrochronological samples.

5. KÜLTEPE/ESKIJUNIPER from the Eski Saray at Kültepe belongs to the Karum II period, according to the excavator Prof. Tahsin Özgüç, and the date should be 19th/20th century B.C. or earlier. The fit with ACEMHÖYÜK EARLY is extraordinary with a placement at 2033 B.C. for the last preserved ring. These samples were from squared juniper floorboards in the rooms to the west of the oak roadway shown in Plan 4 of Özgüç's *The Palaces and Temples of Kültepe-Kaniş/Neşa* (1999). The roadway itself, from which a 251-year oak sequence was obtained, the first long oak ring-sequence at Kültepe, has stubbornly resisted dating, perhaps because we lack other oak chronologies from the Middle Bronze Age, and sets of decadal samples are currently at Heidelberg being wiggle-matched. Oddly enough, the roadway was the principal reason for our visiting the Eski Saray, and the floorboards were only an afterthought. What the dating of the floorboards means is that a longer rather than a shorter Karum II period has to be accommodated in our calculations. See K. Veenhof's forthcoming study of the long Karum II limulist.

6. EGYPT/PIT-999 is a 336-year set of thirteen cedar timbers from the Dashur Boat in Pittsburgh, said to be from the Pyramid of Sesostri III. The sose documentation for this magnificent funeral boat is a telegram from Mr. Andrew Carnegie from about 100 years ago which reads: "Am sending boat." *The Cambridge Ancient History*, 3rd. Ed. (hereafter CAH), Middle Chronology dates for Sesostri III are 1878-1843. Note that these timbers are very heavily trimmed, many of them having been scooped out of huge cedar logs the way one might scoop a watermelon. See also PIT-29 below which extends the ring-sequence down to 1917 B.C., or about half a century before the time of Sesostri III. The reasons for keeping PIT-29 as a separate ring-sequence will be explained below.

7. EGYPT\CHI777 is a 145-year sequence from seven timbers in the cedar sarcophagus of the Army Clerk Ipy-ha-Ishutef in the Oriental Institute of the University of Chicago, Dynasties IX/X. The CAH Middle Chronology dates for these dynasties are circa 2160-2040. The last existing ring at 2286 B.C., with an unknown number of rings trimmed off the exterior is a little over a century earlier than the CAH date. Nobody to my knowledge has made a proper study of the status of the people who were buried in cedar coffins in Egypt. Egyptological colleagues tell me that Ipy's status was probably more like that of a Minister of Defense rather than a Clerk as we know the term.

8. KBK EARLY has always fitted well with ACEMEARLY and now with KÜLTEPE/ESKIJUNIPER at 2169 B.C. Professor Sedat Alp tells me he believes this level in his deep sounding at Karahöyük/Konya to be approximately contemporary with the royal graves at Alaca Höyük.

9. EGYPTNBMFA is a 222-year data set from the cedar coffin(s) of Djehutynakht (both male and female) in the Boston Museum of Fine Arts. They are from Bersheh, Dynasty XI. According to the CAR3 Middle Chronology, Dynasty XI should be circa 2133-1991 B.C. Our date for the last ring in these coffins is 2117, well within range of the Middle Chronology.

10. EGYPT\PIT291 is a cross-section of cedar deck-planking with 400 rings from the Dashur boat in Pittsburgh. It has a crossdate with the PIT-999 sequence, ending after the PIT-999 sequence and with a last ring at 1917. We ignored this fit for a long time because of inexplicable cuttings on the underside of the board, and we reasoned that it had to be re-used and was therefore much older than the rest of the Dashur wood. The boat, as I said above, is believed to date from the time of Sesostri III (Dynasty XII) 1878-1843 (CAH3). Since the wastage of trimmed-away wood on the timbers in PIT-999 is extraordinary, the apparent discrepancy in time between the end-dates of the two ring-sequences is easily explained. PIT-291 (the deck plank) has a last-preserved-ring 187 years later than the much larger carved-out timbers of the ship's hull.

11. ACEMCEDAR is from apparent repairs from the Sarškaya Palace at Acemhöyük (= Kültepe Ib) and has an end date shortly (seven years) after the primary construction date of 1752 B.C. This was reported on, in preliminary form, in both the Tahsin Özgüç Festschrift (1990) and the Nimet Özgüç Festschrift (1993). In the latter publication the dates proposed were based on the now-superseded 1986 radiocarbon calibration table.

12. FES96M1 F.PIK is a sequence of 189 rings constructed from 33 fragments of charcoal from the Palace of Phaistos in Crete. The excavator, Prof. LaRosa, believes they should be from Middle Minoan MA/B. A date of 1876 for the last-preserved ring is right on target for this pottery period. The ring-sequence was difficult to match with anything until we tried using a floating point average which got rid of some of the bigger abnormalities in the curve. Jennifer Fine had noticed this particular placement when she put the chronology together in the first place but then set it aside, as did Laura Steele, simply because the then available overlaps were not long enough to prove a fit.

13. KBKLATE (from an 18th century level excavated by Prof. Sedat Alp at Karahöyük-Konya) has always crossdated with ACEMLATE, with its last-preserved ring 8 years later than the Sarškaya and Hatipler Tepesi construction dates, but without the bark, so therefore somewhat later than the two Acemhöyük buildings. The contents of the building, however, are Middle Bronze Age, specifically from the Kültepe Ib period.

14. Kültepe Juniper from the Waşama Sarayş (= Kültepe Ib), but without piece KUL-23, is much easier to crossdate than when KUL-23 is included. We originally tried to use KUL-23 as a backbone on which to build the Kültepe chronology, simply because it had 440 rings. In retrospect, this was a mistake. KUL-23 does fit the new long chronology but has been left out of all our current calculations, simply because it is so erratic.

15. ACEMJUNIPER from both the Sarşkaya and Hatipler Tepesi buildings at Acemhöyük (= Kültepe Ib) has always been relatively straightforward. This and the Kültepe late junipers are what overlap with the Porsuk ring-sequence and thereby to the wiggle-matched Gordion sequence. This late material, that is to say everything from Kültepe-23 through Gordion-MMT, was the total of 1503 years published in *Nature* (June, 1996). The latter ring-sequence is pinned down by the unique anomaly that we think occurred in 1627 after the volcanic eruption of Santorini/Thera.

We thus have a ring-sequence of 1201 years for the EBA/MBA, extending from 2944 B.C. to 1744 B.C. I concede, as I said at the outset, that the beginning is based on very short overlaps. When more EBA wood appears, it will be entertaining to see whether this proposed placement is correct. Further down in time, it also appears that the placement of the Bronze Age/Iron Age chronology as reported in *Nature* is compatible with Kromer's long Early Bronze Age wiggle-match at Acemhöyük, with the latter having had to be shifted back in time by only one year.

As a test of all of the above, we separated all these data sets into cedar only (EGYPTM-ONGCEDAR.PIK) and into Anatolian non-cedar (mostly juniper but with occasional pine) (ACM\ACMetcWO.CED). Then we tried crossdating the two independent chronologies. The visual fit is good and will be better, I suspect, once we try more floating point average smoothing on the more erratic cedars. The common statistical tests we use were excellent: $t = 6.23$, $n = 695$ years, trend = 59.2%, $D = 57.4$.

LATE BRONZE AGE

From the Late Bronze Age we can now report dates from the northwest terrace of the temple at Kuşaklı-Sarissa with a last-preserved ring at 1560 B.C. Building C at Kuşaklı, which Prof. Andreas Müller-Karpe kindly informs me is also a temple, has a last-preserved ring at 1573 B.C. In neither building is the bark preserved, so the structures could be somewhat later. Prof. Müller-Karpe also informs me that Sarissa is mentioned in the Old Hittite texts, also that there is Old Hittite cultural material on the site. Thus, although we had originally thought we were dealing with 14th/13th century buildings, we seem to have constructions that are much older. The southeast gate at Kuşaklı, although it has a 145-year ring-sequence, has not yet been dated.

Dr. Nicholas Postgate's excavations at LBA Kilisetepe have produced a number of charcoal samples, one of which (KLT9&15, apparently a stretcher between the stone foundations and the mud-brick masonry of the wall) has a last-preserved ring in 1350 (no bark), more than a century earlier than the Mycenaean IIIc pottery found in the destruction debris of his phase IId. Postgate assigned the timbers to his earlier phase IId (also destroyed by fire), but if they form part of the primary construction of his building they could be as early as his phase IIa.

EBA/MBA/LBA/IRON AGE CHRONOLOGY

We thus have a continuous ring-sequence from 2944 B.C. to 627 B.C. or 2321 years in all. We expect to be able to add to it shortly. The brevity of this statement does not begin to take into account the time and effort that went into the chronology's construction. 1999-2000 was a good year.

OTHER CHRONOLOGIES DEVELOPED IN 1999-2000

I list below a number of other chronologies which were built last year, some of which have been dated, some not.

IT-Verucchio: a seventh-century B.C. grave with a 109 year ring-sequence.

IT-Ravenna and Classe: four Roman sequences, the longest of which is 364 years.

EG-Alexandria Harbor: Roman wood which fits with caissons from the Herodian harbor at Caesarea Maritima in Israel.

TR-Bozburun, Byzantine shipwreck: a 232-year ring-sequence ending in bark which fits with both Trilye (Fatih Camii) and Hg. Eirene at 874 B, presuming that Trilye and Hg. Eirene are correctly dated. We are waiting for radiocarbon confirmation of the correctness of our first millennium chronology announced several years ago.

TR-Kubadabad, Kız Kale: two timbers from the east and west of the island dated to 1155v and 1156v respectively. Prof. Rüçhan Arık believes this to be a late Byzantine or Early Islamic structure, and 1155/1156 could be either. We leave the final interpretation up to her.

LB-Bcharré, cedar forest: 632 year sequence covering the period from 1367-1998 and ending in the bark. A number of the large trees in the famous grove had been felled in recent windstorms, and we had a one-time-only chance to take samples before the fallen trees disappeared.

TR-Güzelsu, Akseki, Antalya, cedar forest: 445 year sequence from 1544-1988. In Güzelsu village are the ruins of a mosque. One stretcher from the south wall may date to 1490, and the minaret pole may date to 1830.

TR-Tarsus, St. Paul Church: The samples from this building were disappointing, almost all being quite short-lived. Two samples (TSP-8&9) from the Gynaikon may have a last-preserved ring from 1574.

WORK IN PROGRESS

During the summer of 2000 we expect to be working on material from two important sites: Early Bronze Age oak timbers from Lavagnone di Brescia, collected in 1999, and conifer charcoal from Late Bronze Age Mycenae, also collected in 1999 but excavated by the British almost a half century ago.

NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS

In the Ward Center at Cornell University, directed by Dr. Kenan Ünlü, work has gone on for the past two years with neutron activation analysis of groups of tree-rings and with individual tree-rings. We think we are able to find the signals of major volcanic activity world wide when the trees take up trace amounts of unusual minerals. For example, in the 19th century, after the eruption of Tambora in 1815 and of Krakatoa in 1883, pines from Çatacik Forest east of Eskişehir take up significant amounts of gold. We tested this "gold spike" phenomenon and found it in pines from Torul Forest near Trabzon, also in oaks from Arcadia, Greece. If this signal continues to work out for the historic period when the dates of volcanic activity are well-known, we plan to extend our search for volcanic activity back into the prehistoric period. The potential is that we will be able to pin-point these events to within a year, rather better than what is possible with the acidity layers in the Greenland ice-cores which until now have been our chief source of information.

ACKNOWLEDGMENTS

The Malcolm and Carolyn Wiener Laboratory for Aegean and Near Eastern Dendrochronology is supported by the National Science Foundation, the Malcolm H. Wiener Foundation, Cornell University, and individual Patrons of the Aegean Dendrochronology Project.

For fundamental research permissions we thank the appropriate governmental and religious authorities in all the countries in which we work, as well as the many excavators who not only take time out to explain the intricacies of their sites but who make us welcome at their excavation houses year after year. Our work in Turkey in 1999 was greatly facilitated by our government representatives Bay Levent Vardar and

Bayan Aliye Usta of the General Directorate of Monuments and Museums of the Ministry of Culture.

Summer fieldwork team members included Mary Jaye Bruce, Isabel Tovar, and Annie Koehne. An average of fifteen Cornell students worked each semester in the laboratory, supervised by Isabel, Annie, Carol Griggs, and Maryanne Newton.

THE 1998-1999 SURVEY AND ARCHAEOMETRICAL RESEARCH AT SAGALASSOS

Marc WAELKENS*

From 1993 to 1998, in accordance with a 1993 request from the Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü that the excavation teams would make an inventory of the cultural heritage in a large area around their sites, a survey has been carried out on the territory of ancient Sagalassos. This was done in close collaboration with the Burdur Müzesi. During the first two years the only aim was the discovery of new sites. However, very quickly we realised that both Sagalassos as well as the newly discovered sites needed to be studied in an interdisciplinary way.

In 1999, this interdisciplinary survey was carried out between June the 22nd and August the 22nd. We are extremely grateful to our temsilci Mrs. Şengül Aydıngün (Ayasofya Müzesi, İstanbul) and to the staff of the Burdur Museum, and especially its director Hacı Ali Ekinci, for all their help and collaboration.

1. Cartography

F.DEPUYDT

In 1999, the cartographical map of the city at a scale 1/500 was completed by the team of F. Depuydt (Fig. 1).

2. The Archaeological Survey in the Urban Site of Sagalassos

F.MARTENS,
H.VANHAVERBEKE,
Y.ÇETİNDAG,
M.WAELKENS

In 1999, F. Martens, initiated an intensive city survey in order to gather more detailed information on the occupation pattern of Sagalassos throughout its history and in order to better understand the organisation and functional division of the town. For this aim not only ceramics and other archaeological finds were systematically gathered, but also attention was paid to architectural remains of structures that were still visible at the surface.

The methodology designed for this survey basically consisted of four phases:

- 1. A grid of 50 m. x 50 m. was laid out by triangulation and by using the detailed topographical map of Sagalassos by F. Depuydt at the scale 1:500. The 50 m. x 50 m. grid was laid out in accordance to the grid system used in the excavations.

* Marc WAELKENS, Depi. Archaeology, Blijde Inkomststraat 21, 3000 Leuven/BELÇİKA

- 2. The degree of visibility in the sector and the overall density of all the ceramic finds were assessed by walking 1 stretch of 50 m. both in a W-E and a N-S direction, using a counter for calculating the density and relying on previously selected classes determining the visibility. The latter included the following categories: perfect visibility (class 4); good visibility (low grasses) (class 3); moderate visibility (low bushes) (class 2); bad visibility (high bushes) (class 1); no visibility (class 0).

- 3. The sector was being sampled by 4 persons, positioned upon the north-south axis of the sector, at a distance of 10 m. from each other. They collected the surface material while walking the east-west axis and then continued 5 m. to the south. Thus for every sector an intensive surface material collection was carried out within 8 transects of averagely 2 m., located at a distance of 5 m. from each other.

-4. Special attention was paid to architectural remains.

In 1999, the city survey covered a large part of the eastern half of the town centre, starting from the area to the north of the theatre (x-axis: 2750) and reaching the so-called picnic-place and the valley to the north-east of the Antonius-Pius Temple (x-axis: 2200).

In total 47 sectors of 50 m. x 50 m. (almost 12 hectares) were surveyed. Three of them were sampled at random (i.e. by traversing the sector collecting all potentially diagnostic sherds without, however, following the 4 phase's method described above). In general, this random strategy was applied in areas with a bad visibility due to dense vegetation or to terrain with steep debris cones.

Although during this first season of the city survey, only a part of the town centre was covered, the character of the finds already allows some preliminary observations on the functional division of the city. Based on the occurrence of doorsills in the surveyed area, a domestic quarter could be located on the slope to the west and southwest of the theatre. It seems to have extended even to the south of the current track to Isparta, which crosses the site. There however, the number of doorsills became less dense.

To the northeast and east of this domestic area, a sepulchral area was identified, apparently an extension of the already known East Necropolis. To the south of the domestic zone, below the track to Isparta, another burial zone could be identified.

The surface finds, both the coarse wares and the Sagalassos table ware, predominantly belonged to the late Roman/early Byzantine phase of the local production (4th-to 1st half of the 7th century). In certain sectors a concentration of early/middle Roman material (2nd-3rd centuries AD) could be noted within the collected assemblages of tableware. These concentrations however did not constitute a systematic pattern. At the moment, the main conclusion is that the entire area, covered during the city survey, was inhabited until the last occupation phase of the town. It even looks as if Sagalassos reached its maximum expansion during its final days. Since this contrasts sharply with the abandonment of most settlements in its territory during the 7th century AD, this might suggest that Sagalassos had become a refugee centre. Perhaps it attracted the inhabitants of its territory who had survived the plague of the 6th and the first Arab raids of the 7th century AD.

In contrast to the intensive archaeological survey in the immediate vicinity of the town centre (see 1.3), the finds collected during the city survey at first sight display less diversity concerning the chronology and the character of the collected archaeological material. Future research will have to assess the importance of geomorphological and post-depositional processes to explain this difference. In the near future, a database will be made, linked to a geographical information system (Mapinfo or Microstation). In this way chronological spans of the pottery types in each sector will be visualized, allowing to present possible minor chronological fluctuations.

The character of the architectural remains indicates that the area to the west and southwest of the theatre must have been a rich residential quarter of the town, organized in terraces. Its location in a depression and on a south facing slope, with a mag-

nificent view towards the valley must have made this place one of the more enjoyable (expensive?) locations of the town. Further research on the occupation pattern of the town and its vicinity may shed more light on the character (social/political/economical) of the town dwellers inhabiting this area. It may also answer the question whether they inhabited the area throughout the year, or just in the months in which the climate allowed an enjoyable residence. In this research also the processed data from the intensive archaeological survey in the city's immediate vicinity will be taken into account

3. The Archaeological Survey in the Territory of the City

H. VANHAVERBEKE
M. WAELKENS
Y. ÇETİNDAG

Surveys during the previous years (1993-1998) have covered in an extensive way the whole territory of Classical Sagalassos. As a result a global overview was gained on the topography, the natural resources and especially the larger sites of which 199 were discovered. In 1999, it was decided to refine the surveying techniques and to develop an intensive survey methodology by means of on-line walking. This survey was a continuation of the 1999 city survey and followed the same methodology. However, some modifications were allowed. In step 1, because of the lack of sufficiently detailed maps, the grids were not laid out using triangulation but by means of a 50 m. tape and a compass. All grid points were GPS'ed, but these measurements were not accurate enough for the small distances covered and cannot be used to rediscover the points. Twice during the survey, the accuracy of this method was tested. An error of ca. 3 m. was reported which seems quite tolerable in view of the rather 'crude' way of setting out the sector. Moreover, in step 3, instead of collecting everything (including tiles, tile fragments, bricks, and sherd fragments), only real sherds were collected (diagnostic as well as undiagnostic). All other ceramic remains were counted in order to reduce the amount and especially the weight of the sampled material, which had to be brought to the excavation house.

The area that was selected was the valley of the Çatal Oluk Pınarı, located immediately to the south of the city, between Alexander's Hill and the asphalt road leading to the site.

In total, 62 sectors of 50 by 50 m. were surveyed, 12 of which were sampled 'at random', i.e. by traversing the sector collecting all potentially diagnostic sherds without, however, following the 3-step method described above. In general, this random strategy was opted for in those areas in which visibility was almost nihil or which were nearly inaccessible (dense vegetation, steep slopes). Fig. 3 shows these sectors, whereby the colour becomes darker with the increasing density of pottery finds, whereas the dots represent various densities of architectural remains. At this moment, some preliminary observations can be made:

As far as chronology is concerned, late material (i.e. Late Imperial/Early Byzantine or 4th to 1st half of the 7th century AD) is spread all over the area that was surveyed. This phase is the last occupation period attested for the city. This late material was assumed to cover older traces. Ceramic analysis clearly corroborated this point. The high density of this late material might corroborate the fact that Sagalassos eventually became a refugee centre relying heavily on its immediate vicinity for its subsistence. Pottery belonging to the Middle Imperial period (2nd - 3rd centuries AD) is well represented, but in lower quantities than the later pottery. Early pottery, including even late Hellenistic and 1st century AD material, is present as well, be it in lower quantities.

As far as the topographical distribution of the finds is concerned, the area that was surveyed in 1999 can be subdivided into 3 subareas:

- In the uttermost western sectors (Fig. 3), the area was clearly in use as a necropolis. Either this area is a continuation of the city's western necropolis which probably also extended on the other, western side of Alexander's Hill, or it is related to the 2nd subdivision which could be made in the area that was surveyed.

- In the central sectors most of the surveyed area yielded indications for a more domestic type of use: funeral remains were completely lacking, but coarse cooking wares were abundant. A counter-weight for an olive press, as well as a probable press itself, were found here, together with hypocaustum tiles, window glass, tesserae and numerous middle Imperial architectural fragments (including ashlar, columns and column bases, doorposts, architraves). The presence of units provided with a hypocaustum system suggests rich dwellings with private bathing section or/and houses that were (also) occupied in winter; the numerous architectural fragments and the tesserae indicate a luxurious furnishing of these buildings. While a permanent occupation by the owners of these houses cannot be necessarily assumed, the elaboration of the structures at least indicates that they contained the necessary provisions for a possible year-round occupation. Probably one can associate these remains with a villa suburbana occupied by a rather wealthy group of people to whom the tombs (buildings, sarcophagi and ostrothecae in both the most eastern and most western sector may have belonged. The presence of artifacts such as an olive press could indicate that at least some of these constructions also contained industrial facilities and that their inhabitants were involved in farming activities. Some of the landed gentry may have lived at least part of the year on their estates.

- The most eastern sectors again yielded evidence of a funerary use (sarcophagi, chamosoria) in an area that was also in use as a limestone quarry.

As far as the pottery is concerned, an interesting phenomenon is the contrast between 'fresh' surfaces of the ceramic samples from the western sectors vs. the often badly worn sherds from the eastern sectors. The state of weathering does not seem to be related to the age of the pottery concerned. Alternatively, the heavy weathering of sherds can be caused by several factors, to be divided into 2 categories : sherds included in manure, as shown by a 7th century AD manure collector in one of the rooms of the Roman Baths, may have been weathered by the context in which they were deposited. On the other hand, sherds can also have been weathered in these deposits as the result of intensive agriculture, involving repeated tilling, ploughing and manuring. In both cases, ancient weathering would identify the most intensively cultivated areas. Especially during the final days of the city, when the population may have reached its maximal size, manuring and intensive agriculture may be expected in the immediate environment of the city. The latter was the main provider of manure and the main consumer of products requiring intensive cultivation or being of limited storability (soft fruits, vegetables, dairy...). If the weathered sherds in the eastern sectors are indeed the result of ancient intensive agricultural practices, they would point towards the existence of dense farming activities during early Byzantine times.

For the time being, it thus seems that the different erosion rate of the sampled ceramics most likely may be related to ancient weathering. Sherds in the necropolis are fresher since they were either not included in manure, or because, once deposited, they did not become subject to intensive agricultural practices. Sherds in the easternmost sectors, also the area of the rural/residential units of the wealthy as it seems during mid-Imperial times, are more worn since they were included in manure brought to the gardens and orchards of these households. Or it might be that once deposited, they were more subject to subsequent tilling, ploughing and manuring. This may especially have been the case in late antiquity.

4. The Geomorphological Survey

E. PAULISSEN
i. VANHEYLEN
Th. Van THUYNE

In 1999, a team of geomorphologists, worked both in the valley of the Ağlasun Çayı immediately to the south of Sagalassos and in the depression of Gravgaz, ca. 15 km. to the southwest of it. A number of exposed profiles were studied and sampled, whereas drillings by means of a Dachnowsky drill and a Ramguts drill were also carried out. In both cases, the sedimentology, mineralogy, palynology, and supplementary environmental indicators were studied. This fieldwork was the continuation of a long-term interdisciplinary project to contribute to the paleoenvironmental reconstruction of the Sagalassos territory, especially during the occupation period of the town.

4.1. The basin of Gravgaz (Fig. 4) is most likely one of the key sites for the paleoenvironmental reconstruction in the Sagalassos territory. It is a large swamp watered by springs draining the limestone massifs in the south and at present drained by a 'düden', situated in the NE. Research in this basin started in 1996 when a core of 8 meter of organic sediments formed during the last 3500 years (three radiocarbon dates) was sampled. M. Vermoere studied it in detail (sedimentology, palynology) (in press in *Journal of Archaeological Science*). In 1997 and 1998, additional drillings were carried out in the southeastern part of the swamp. The aim of the 1999 season was to complete these former observations and to fill some missing links, especially near the düden. Geomorphological reconnaissance has been performed along the southern valley, draining towards the swamp. It thus became clear that the swamp is composed of at least of two main sedimentological units: an older unit of very stiff dark clay deposits and a younger one of loose peat, organic layers and clays that were already sampled in 1996.

- The clay unit is the oldest unit in the swamp. It forms the soil surface over large areas in the basin and even on the lower slopes around the swamp: arable land with a gray soil colour is situated on these clays. The fact that these clays are very heavy is revealed during the dry season by soil surface features described in the literature as gilgai: a polygonal pattern characterized by open dessication wedges and an undulating topography. This polygonal pattern is closed during the wet winter season. This phenomenon is due to shrinking and swelling of the soil in function of its water content.

This clay unit is at least 8 m. thick and has also been sampled in 1996 at the very bottom of the core drilling, at a depth of 8 meter, but only over a thickness of 5 cm. During the 1997 and 1998 campaigns, this clay was sampled at different places near the springs and the southern limestone cliff. In the drill cores, younger swamp deposits covered this stiff clay. In 1999, 6 m. of this clay was sampled, but unfortunately it was impossible to sample the unit with the Dachnowsky drill in order to reach a greater depth. Therefore, a hand auger had to be used. For the moment, it is assumed that these clays have been deposited in a lake, which occupied the entire bottom of the Gravgaz depression. It is curious however that the clay deposits appear to be homogeneous, are not (finely) laminated and do not contain intercalations of fine calcareous layers. These observations indicate that it seems not appropriate to consider them as bottom deposits from a permanent deep lake. Our hypothesis at the moment is that these clays are bottom deposits of a temporal or a seasonal lake, which evaporated during the dry season. In the period during which the lake bottom dried out, the fresh layered seasonal clay deposits were mixed and homogenized by gillgaying, a process, which is still active nowadays, so that the stratification disappears and the deposits become homogeneous. These clays are revorked both from ophiolitic formations and from limestone formations occurring in the basin. They are interrupted by three different lithological subunits:

- At a depth of about 2 m., by a layer of fine gravels and coarse sands. A similar

layer has also been localised in several other drillings at a comparable depth. it may correspond with an increased activity of the affluent valleys, especially from the east where such deposits occur. In some areas of the Gravgaz Plain fan deposits still accumulate in the arable lands today.

- At a depth of about 4 m., the clay aggradation is interrupted by a 15 cm. thick peat layer containing unweathered plant fragments and charcoal. This deposit provides a unique opportunity to date the clay unit. The environmental implication of this deposit is important: it indicates that during a given period in the past the lake environment had disappeared and was replaced by a swamp. Subsequently, this area became a lake environment again. This period of swamp formation can be expected to have been quite short. It is nearly sure that the age and the characteristics of this environmental change can still be established by radiocarbon dating and pollen analyses, which are in progress.

- A third lithological subunit has been observed in the laboratory. Continuous mineralogical analyses of the clay fraction (by the geological team) of a 1998-drilling from a lower slope adjacent to the swamp revealed the presence of a layer of nearly pure smectite. Pure smectite clay is the product of an in situ weathering of a volcanic ash layer. The discovery of such a layer in this environment is very important as a marsh environment gives the possibility of dating this event. Mineralogical analyses are planned in the near future to localise this smectite clay in this new 1999-drill core, so that dating possibilities of this event exist.

- The unit of swamp deposits is younger than the stiff clay unit and is composed of loose organic muds and peat (this unit was already sampled in 1996 near the springs at the southern end of the swamp). The chronology of the 1996 core was based on three radiocarbon dates. M. Vermoere has studied its palynology. This pollen diagram is a reflection of the vegetation during the last three millennia, thus including the occupation period as well as the flourishing period of Sagalassos. The pollen assemblages mentioned here do not include the spectra from the stiff clay at a depth of about 8 m., the very base of this drilling (= pollen Zone A - dominance of Pinus - as distinguished by M. Vermoere). These spectra are separated from the rest of the diagram by a geological hiatus, covering at least the time period necessary for the accumulation of 8 m. of clay.

Zone B (depth 5.20-7.70 m.), with an estimated calibrated age cal. 1515-1420 BC till 310-240 BC is dominated by pollen of the *Artemisia herba-alba* type (up to 50%). Also *Quercus cerris* pollen are important, whereas pine pollen are very bad represented.

Zone C (depth 2.60-5.20 m.), with an estimated calibrated age cal 310-240 BC till 650-720 AD is characterized by high pollen percentages of *Olea europaea* (up to 8.5%) and *Juglans regia* (up to 4.8%). *Artemisia* pollen percentages decrease during this pollen assemblage zone, whereas *Pinus* pollen increase, while deciduous oak pollen reach their maximum in the pollen diagram during this period (up to 20.5%). This pollen assemblage zone coincides largely with the flourishing period of Sagalassos.

Zone D (depth 0-2.60 m.) starts from a calibrated age of cal 650-720 AD and is still accumulating nowadays, shows a marked increase of pine pollen, while *Artemisia* and deciduous oak pollen reach a very low percentage.

This entire swamp unit has been resampled with a Dachnowsky drill, this time in the area near the dűden: it resulted in a number of undisturbed samples, most of them of a high quality. These cores will be analyzed in a much greater detail than the 1996 core, so that it will be possible to analyse the evolution of the vegetation and the sediment influx over very short periods of time, we estimate at about 30 years. If we succeed in this research, this section will become one of the most detailed or possibly the most detailed in the Eastern Mediterranean. We intend to publish a contribution on the sedimentological characteristics of the Gravgaz swamp in the Sagalassos volume 6. The entire thickness of this unit was also resampled for the entomological research of

Dr. Jaap Schelvis.

It is important to note that the top of the stiff clay and the top of the swamp deposits are situated on the same topographic level. This means that the accumulation of the swamp deposits started in a depression situated in the clay unit. The only possibility for such an accumulation is that an important erosion form with a maximum depth of at least 8 m. has been created in the clay unit. The exact form created by this erosion phenomenon is only known in one section and takes the form of a ravine. This erosion form is bracketed in time between the end of the deposition of the clay unit and the beginning of the accumulation of the unit of swamp deposits, estimated at about 3000 radiocarbon years ago. The age of the onset of this erosion event and its duration is still unknown. We are also still ignorant about the causes of this spectacular event. Several possibilities are being studied. Is it just a local phenomenon related to the opening of the previous blocked *düden* by natural processes such as water erosion? Or has man with the intention to drain the seasonal Gravgaz Lake in order to obtain good agricultural land opened the blocked *düden*? If this hypothesis could be confirmed, then one is dealing here with a very old water management project. Another possibility would be that it is related to an abrupt climatic change towards more arid conditions. Precise dating and detailed palynological and sedimentological analyses of the top of the clays and the base of the swamp deposits may shed new light on these intriguing questions.

4.2. The Valley of the Ağlasun Çayı: The section of this valley downstream Dereköy as far as its junction with the Aksu, as well as the Başköy section known for its travertine deposits, had already been partly studied during previous years. In 1999, research focused on the section between Dereköy and Başköy.

- *Lake (?) deposits:* Freshly exposed profiles around a new petrol office at Ağlasun provided a unique well-stratified and thus far totally unknown deposit. It most probably is a lake deposit of volcanic ashes, consisting of numerous thin, undisturbed horizontal layers that are only covered with a thin layer of colluvial deposits. As a result, one can assume that the event is geologically quite recent and could possibly be situated in the time period of the occupation of the town of Sagalassos. However, the morphologic position, age and extent of this phenomenon were unknown, so a topographic levelling was started in order to locate the deposit above the actual Ağlasun Çayı. Four additional drillings were also performed along a traverse towards the river (maximal depth 4.65 m.).

- *Slump deposits:* Just downstream of these presumed lake deposits, huge slumps occurred in the past. They originated from high up in the mountains, more precisely from the area around the actual trout farm south of the Akdağ. From here, as far as the main road towards Isparta, the surface shows many characteristics of (sub)recent mass movements. To the east of the petrol office, large sections and a big quarry exposed huge deposits of these mass movements. These sections have been studied in detail and allow to distinguish different phases of which three are separated by volcanic ash layers, while another one covers colluvial deposits containing ceramics of Roman age (determination by Dr. J. Poblome). The current hypothesis is that some of these catastrophic slumps very probably dammed the entire valley of the Ağlasun Çayı and created a temporary lake in the upstream direction. The lake deposits that were studied near the petrol office are very likely related to one of these events. This lake was entirely drained when a breach was created in the dam: in a short period of time huge amounts of water flowed towards the Aksu, eroding the dam.

4.3. The valley of Çanaklı: In the western part of the Ağlasun Ovası, a number of clay quarries occur, that are part of the plain of Çanaklı, which on morphological grounds is considered as the bottom of a former paleo-lake. The largest quarry that has an actual depth of 6.5 m., was visited. This clay quarry is situated in the Koca Boğaz

at a short distance to the east of the area identified by the geologists as the area where the clays used for the production of Sagalassos red slip ware was quarried. Two main clay units could be distinguished here:

- At the top, a 1.5 - 2 m. thick gray clay unit with large dessication wedges. This clay unit probably corresponds with the top sediments all over the paleo-lake to the north of Çanaklı. In this area, the gray clay unit appears to be quite recent as at a depth of about 1.5 m several dispersed ceramics have been found.

- Below it, there is an at least a 5 m. thick brown clay unit (base unexposed). The top of this brown clay is gently dipping towards the middle of the Plain of Çanaklı and it cannot be excluded at the moment that this unit largely corresponds with an alluvial fan. Further fieldwork is necessary to confirm this interpretation. Within this brown clay unit three subunits separated by paleosols were tentatively distinguished. They are aeolos. These deposits appear to be sterile and no dating elements were found in them.

However, the most important observation in this quarry consists in the discovery of beach deposits at the contact between the gray and the brown clay unit. These beach deposits are composed of sands with well-rolled pebbles with a maximal diameter of 1 cm. They form a decisive argument for the lacustrine character of the gray clay unit.

5. The Geological Survey

P.DEGRYSE

E.TROGH

L.LOOTS

M.WAELKENS

The geological survey was carried out by means of a careful recording in the field and by sampling with the help of a geological hammer. Exceptionally, also drillings were carried out.

During the field campaign of 1999, the following problems and topics have been studied.

5.1. *The volcanic deposits of Lake Gölcük* (Fig. 5); Volcanic layers in the territory of Sagalassos (at Çanaklı, Dereköy, Ağlasun) were compared to the volcanic rocks in the area of Isparta and Gölcük. The correlation of these deposits will provide chronological evidence for the deposits on top of these volcanic layers and will give an idea of the archaeological relevance of these deposits, and of the rate and quantity of the mass movements and the erosion in the area. As a result of preliminary macroscopical research, the different layers in the valleys around Sagalassos can be correlated with each other and can be linked to the phase of the Gölcük volcanism where extensive pumice deposits were formed in a period of explosive, pyroclastic volcanism. This stage of the volcanic activity was dated in earlier studies as being ca. 1 million years old. However, these results will have to be confirmed through further laboratory analysis (petrography, mineralogy, geochemistry) of the samples.

5.2. *The use of volcanic materials in the architecture of Sagalassos*: the natural occurrence of the volcanic building stones used on the site of Sagalassos was studied. Two types of building stones (a compact volcanic tuff and a grey-brown lava flow) were identified and found around the area of Gölcük, more specifically to the southwest of the lake, where they have been quarried and transported to the city of Sagalassos over an ancient Roman road. Due to the intense erosion and weathering of the volcanic layers and due to recent quarrying activity, the ancient quarries will most likely have been destroyed.

5.3. *Metal deposits:* In the pass from Başköy to Taşkapi, along the road to Burdur, an outcrop of green coloured ophiolitic material can be seen. The green colour is due to the large presence of copper-bearing minerals. Also heavy, black nodules were found. The ophiolitic material was clearly exploited, as can be seen from the geological layering and context. A minimum amount of about 100 m³ of stone was removed from this outcrop. The minerals identified in the nodules and green layers in this deposit consisted of chrysotile, magnesiochromite, magnesioferrite, native copper and cuprite. This points to a strongly hydrothermally altered chrome-rich body in the ophiolite deposits, concentrating copper, iron, magnesium and chrome and leaching silica and aluminium. This proves, if a sufficient grade is attained, the presence of copper and iron ore in the territory of Sagalassos, more specifically in the ophiolites around Başköy and Taşkapi. Further chemical analysis should show the grade of the deposit and its possible use in the production of copper (and iron) in the territory of the city.

5.4. *Salt deposits near Lake Burdur:* The area around Lake Burdur was surveyed for the occurrence of salts possibly used in the production of local glass. Many patches and deposits of salts were found all around the lake, of which the nature and purity will be determined through laboratory research, more specifically chemical analysis (this in connection to their possible use in the process of glass manufacturing). The following minerals were already identified: calcite, hydromagnesite, halite, aragonite, natron, nitromagnesite, bloedite, dolomite and gypsum. These minerals represent a normal crystallisation series of minerals from lake-waters rich in magnesium through evaporation. First calcite and aragonite are deposited through evaporation and organic activity. This organic activity will also reduce the sulphate content in the lake water. The deposit of these minerals is followed by the magnesium carbonates such as hydromagnesite. The magnesium-rich waters from which these deposits are formed are also responsible for the alteration of calcite to dolomite. As the bicarbonate content in the water decreases together with the calcium and magnesium content, natron and the sulphate- and nitrate-minerals are formed (gypsum, bloedite, nitromagnesite). Finally, as the bicarbonate, sulphate and nitrate content is lowered to a great extent, halite will form. Silica is deposited throughout this entire process.

5.5. *Provenance of the building stones used in the architecture of Sagalassos:* During the survey in the area of Gölcük and around Lake Burdur, outcrops of three types of building stones used at Sagalassos could be identified, showing their local occurrence and thus their possible area of quarrying! The sugary white recrystallised limestone and the red limestone breccia were seen in large amounts around Lake Burdur. In addition, both types of volcanic building stones used on the site of Sagalassos (compacted tuff and grey lava) could be identified in the area to the south of Lake Gölcük, on a plateau just below the crossing of the pass from Sagalassos to Isparta. In cooperation with L. Loots, all quarries around the city of Sagalassos were studied and the types of building stones which they supplied have been identified. This can later be correlated to different building phases in the city and hopefully to the construction of specific buildings.

6. Vegetation Studies

L VANHECKB

6.1. *Study of the vegetation (wild plants) on the territory of Sagalassos:* The elaboration of this regional Standard collection makes it possible to realise a local Flora; once all collected material will be identified, the full list of identifications of all

* Dr. Leo VANHECKE, National Botanic Gardens, Domein van Bouchout, 1860 Meise, BELGIUM.
1 J.I. Drever, *The Geochemistry of Natural Waters*, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs 1982.

sampled plants will provide a check-list of the local flora. Since each of the collected plants is geographically positioned, it will be possible to integrate the data on the distribution of these plants in the general Turkish system of plant distribution data. These data will complete or/and refine the existing distribution maps. Moreover it will be possible to make an iconographic survey of the collected plants (of this local flora) that can be helpful for future botanists or researchers from related disciplines and for local administrations. Archaeologically, it will form a reference base for the identification of macro remains from the excavations, the study of which will start in 2000.

In 1999, a number of new sites could be surveyed and especially the more "Mediterranean" sites, such as Bağsaray and Kuzköy, the volcanic sites around Gölçük to the SW of Isparta and the brackish vegetation on the SE and S border of Lake Burdur, provided a lot of new taxa. 410 complete, individual plants were collected during the summer-campaign of 1999. About 1/3 of them were collected for the first time. Additional plant material was collected within small vegetation units that were used for methodological descriptions. This plant material is mostly fragmentary and will not necessarily be conserved after identification.

It was stated before that within the Sagaiassos-territory different phytogeographical elements are represented. Best represented so far (approximately as of all material identified, before the campaign of 1999) is the (eastern) Mediterranean element and second best is the Irano-Turanian element (steppic plants). A minor flora-element that is present is the Euro-Siberian element. From the map of wood-types, realized by the Turkish Forest-Agency, it can be deduced that the eastern half of the historical territory is more Mediterranean-like (presence and domination of *Pinus brutia* forests), while in the (North-) Western half most of these forests lack or are only locally present. This is important to understand climatically or physically different micro-zones within the territory of the ancient city, which might help to explain different types of land-use.

One of the purposes of the 1999 campaign was to gather more information on the distribution of the plant-species that are indicative for one of the cited flora-elements in order to examine whether the distribution areas of these plants within the territory also point to a phytogeographical (and climatological) polarization.

6.2. Vegetation studies in view of pollen analysis: With this purpose, two excursions were made to the southern limits of the territory (Bağsaray and Kuzköy in the west and Harmancık in the east), where recently, olive-trees were observed. Other excursion-sites were chosen in order to fill spatial gaps between the places studied during the past two years. Samples taken in the vicinity of Lake Gölçük, will furnish the first pollen record from sites to the N of the excavation-site. *Juniperus*, *Cedrus* and *Quercus* forests were sampled on the hills N of Çanaklı. They will provide interesting material to compare with the forest to the S of Çanaklı and to the E of the excavation site (*Cedrus*) and with the *Quercus*-forest to the NW of Gravgaz. An additional excursion was made along the S-SE border of Lake Burdur. It will give information on the presence of recent *Chenopodiaceae* pollen in the vicinity of (and as a result of) saline vegetation.

During these excursions "new" olive-trees were discovered in the village of Kuzköy and between Kuzköy and Çeltikçi.

For the study of the recent pollen-precipitation and the diagnostic value of the recent pollen spectra for the present vegetation, moss samples were taken in 12 sites (mosses attach airborne recent pollen from within precipitation). The correspondent vegetation of these sites was described following the Braun-Blanquet method of vegetation analysis.

6.3. Botanical and palynological study of the Gravgaz marshes: 32 Classic Braun-Blanquet vegetation descriptions were performed within the marsh, especially in its northern part. They complete the descriptions made in 1998. Oblique semi-aerial

photographs were taken from the top of the Pilav Tepesi in the east and from the subtop of the hills at the W-side. These photos will be of help with the general vegetation description of the marsh. In collaboration with the geomorphologist two new drillings were performed at the east side of the marsh. Within the vegetation of Common Club-rushes (*Scirpus lacustris*), a Dachnowky drilling reached nearly 7 m. depth. Some 20 m. to the east, beyond the marsh, but still in the vicinity of the limit of the Club rushes vegetation, a drilling with the Ramguts-drill was done through heavy clays. It was combined with a sequential Dachnowsky-drilling through peat, and subsequently a continuation of the drilling with the Ramguts attained almost 7 m. The botanical (palynological) importance of this last drilling is that it was performed within the clayish layers that so far were not or insufficiently sampled. Material was sampled for geomorphological and palynological analysis.

7. The Study of Farming Practices and of Landuse

K.DONNERS
S.DECKERS
D.RAES
E.VERMEULEN

7.1. Farming practices: In order to get a picture of the agriculture in the region during the period before the introduction of tractors, interviews were carried out. Semi-structured interviews, in which some questions were determined while others arose during the course of the conversation, were opted for. The people who were interviewed were chosen at random, although older people were preferred. So discussions were held with farmers, old people, school teachers and institutions. Apart from that some group discussions were done because in such situation people could directly interact on each other statements.

The checklist of the questionnaire² contained the following topics: the area, crops and yields currently cultivated by a family; the division of each area between different crops and the purpose for which they are used; the import and export of food or crops in the area; the presence of rotation systems and their cycles for each crop; the occurrence of intercropping; the differences in yield for wheat in function of the altitude of the fields on which wheat is cultivated; all kinds of information about the cultivation of beans; the dates of sowing and yielding; the length of the growing periods; the variation of the length of the growing period in function of the altitude; the type of fertilizers used (chemical and/or organic) and their application to various types of crops; problems occurring in terms of diseases, water shortage, burning of crops; the degree and influence of mechanization; irrigation practices; problems of the environment (erosion, stoniness of fields, clayey soils, water stagnation) and practices used to improve the situation; soil knowledge (distribution of crops in function of knowledge concerning the soil characteristics and the specific needs of certain crops); management practices to control erosion, to conserve the fertility of the soils.

In total, 58 interviews were recorded, of which the major part took place in Ağlasun, the rest was done in surrounding villages, all part of the ancient territory of Sagalassos: Dereköy, Çamlidere, Harmançık, Çanaklı, Yeşilbaşköy, Kiprit, Bakırlı, Yumrutaş, Bağsaray, Akyayla Köyü, Kayış Köyü, Hısarköy, Yazır and Yukarı Yumrutaş (Fig. 6). A comparison of present day agriculture (as also studied during the survey of '98) and the land use of more or less 50 years ago will be made with these newly obtained data.

7.2. Soil studies: In order to assess the land carrying capacity in Roman-Hellenistic times, data about the soils laying at the surface at that time are needed. In

2 Use was made of Martin Gary, M. *Ethnobotany: A Memoirs Manual*, Chapman & Hall, London 1995.

general it can be assumed that the present and the ancient landscape were somewhat similar. The main difference is supposed to be a varying layer of colluvial deposits. Mainly the soils developed in flysh have been eroded. As a result, in places where the autochthonous limestone is not covered with flysh, less colluvium comes down from the slopes and fields are not covered with a thick packet of colluvium. These can be seen as comparable with the soils as they were laying at the surface in ancient times. Along a transect which comprised both soils with and without colluvium, reference points were chosen. These soils were sampled as reference profiles and their analytical results will be used in the simulation program to estimate the production.

The best place to search for these old red soils (palaeosols) is between the limestone mountains. It can be assumed that the erosion that occurs there is mostly tillage erosion from the moment that these fields were used for agriculture. These soils are thus representative for the palaeosols. In Dereköy and Yazır, such soils are still laying at the surface. Infiltration tests were done and soil samples (undisturbed and disturbed) were taken to be further analysed in Belgium concerning their textural, chemical and hydrophysical properties.

7.3. Water availability: In order to make an assessment of the amount of water that was available in ancient times, infiltration tests were carried out on limestone slopes. These observations should give an idea about the magnitude of water runoff and immediate infiltration in the soil. On several agricultural fields, the infiltration rates were measured with the double infiltrometer. In addition, data were collected about the method of irrigation, the frequency, the date of the last irrigation and the crop. The slope was measured and samples were taken. This experiment was done at Köyünü, Dereköy and Ağlasun. Uniformity was measured with the penetrometer. This experiment was done on several fields a few days after they were irrigated. The crops were mainly sugar beets, pat, gladiolas, maize and beans. In all cases, data were collected about the method of irrigation, the frequency, the date of the last irrigation and the crop. The slope was measured and soil samples were taken.

7.4. Irrigation studies: These included infiltrometer tests, sampling for hydro-physical characterisation, carrying out a questionnaire about irrigation practices, study the effect of stoniness on productivity, area sampling, determination of the variation of infiltration, in soils with different stoniness by means of a rain-simulator, profile descriptions and sampling for soil fertility. To measure infiltration rates of water in the soil, the principle of the double ring infiltrometer was used. The purpose of this method is to calculate how fast rain or irrigation water can infiltrate in the soil.

Observing the irrigation in the valleys and measuring the uniformity of the water distribution on the fields made it possible to estimate the efficiency of irrigation, which is an important factor to predict the maximum possible production for irrigated agriculture.

Together with the authorities of the irrigation system in Ağlasun, recently irrigated fields were visited. By means of a penetrometer the uniformity of water distribution on an irrigated field could be measured. According to the layout of the fields the wetted front was measured every 2 to 3 metres along 2 or 3 transects starting from the side where the irrigation water enters the field. As a result estimation can be made of the efficiency of irrigation.

Discussions with farmers and people concerned with the irrigation schemes gave data about the frequency of irrigation, the amount of water added during one irrigation session, the periods of water shortage and the area that is irrigated. All these data are of main importance for the simulations with the 'Budget' program later on. Since this program requires daily rainfall data over a series of years, a weather station including a pluviometer has been installed both at Ağlasun and at Sagalassos.

Once the daily rainfall data will be estimated, it will be possible to make a frequency analysis of rainfall, which gives the reliable amounts of rainfall for all months.

By means of the computer program 'Rainbow' the reliable amount of rainfall will be extracted from the monthly rainfall data over a series of years. The reliable amount of rainfall will be an indication of the probability of exceedence. The 20% reliable rainfall for example indicates the rainfall that will be exceeded in 2 out of 10 years. In a next step the evaporation coefficient of the different crops will be calculated, by which all data will be known, needed to estimate the net irrigation requirement. The uniformity measurements as described above will then be processed to calculate the gross irrigation requirement.

8. *The Study of Terra-Cotia Figurines*

P.TALLOEN

P.Talloen made a complete inventory of all the terracottas stored at the depots of the excavation house. The first-hand examination of the figurines enabled him to establish a catalogue of Sagalassos figurines. For the time being six main categories of figurines were identified: animals (horses, dogs, bulls, lions, panthers); they represent the greater part of the figurines and are all hand-made; a warrior-type (upper body of a male figure, often wearing some kind of head-gear and coat of mail, and always holding a small shield in his left hand and a weapon in his left); the detailed execution of the front side of these figures and their flat back-side suggest that they are mould-made; a rider-type (bodies of horses wearing a harness and with clear marks of riders on their back); these fragmentary figurines must undoubtedly have formed a group with the fragmentary warrior figurines, since no lower bodies of the latter have ever been found; for this type both production techniques could be discerned; an Aphrodite-type (all fragments belong to identifiable Aphrodite-figurines); the relatively large number of figurines allows us to distinguish them as a separate category; they were all mould-made; other deities including Attis, Eros, Harpokrates, Hermes, Zeus; they are all mould-made.

9. *The Study of Window Glass*

L.LOOTS

All window glass that was found at Sagalassos was evaluated in order to study the production technique of this building material. Together with the physical analysis of the glass done by the geologists (P. Degryse), this should enable to come to some definite conclusions concerning the window glass of Sagalassos. The shape of the fragments of the window glass and of the air bubbles trapped inside, as well as the scratch marks on the surfaces of the fragments indicate that probably different techniques were used side by side in the production. It is clear that pouring liquid glass on a more or less flat, and often stone, surface formed several fragments. Other fragments were produced in another way, possibly by blowing, or in the form of crown glass.

10. *Archaeozoological Research*

B.DECUPERE*

A.LENTACKER

S.LAMBRECHT

W.VanNEER

Larger faunal remains: all faunal remains collected in the different excavation areas of the 1999 campaign were studied. In addition, some unstudied material from

B. De CUPERE, Royal Museum for Central Africa, 3080 Tervuren, BELGIUM.

A.LENTACKER, Royal Museum for Central Africa, 3080 Tervuren, BELGIUM.

S. LAMBRECHT, Royal Museum for Central Africa, 3080 Tervuren, BELGIUM.

W. Van NEER, Royal Museum for Central Africa, 3080 Tervuren, BELGIUM.

previous years was examined as well. The animal bones were identified to species and skeletal element, and wherever possible sex, age and other special features (pathologies, butchery marks and other traces) were established. Complete bones and the more complete proximal or distal ends were measured with callipers to 0.1 mm. The gathered data serve to reconstruct the ancient economy and ecology of Sagalassos. Because of the lack of reference material in the field, most fish remains and elements of bird, amphibian, reptiles and small mammals were brought to Belgium for further identification. These finds are under study at the moment and comprise about 200 mammals, 800 birds, 250 fish, 4 reptiles, 48 amphibians and 1 mollusc shell.

The majority of the finds consist of butchery refuse among which the domestic species preponderate. Cattle (*Bos primigenius* f. *taurus*), sheep (*Ovis ammon* f. *aries*), goat (*Capra aegagrus* f. *hircus*), pig (*Sus scrofa* f. *domestica*) and chicken (*Gallus gallus* f. *domestica*) were the main source of animal proteins, whereas hunting was of minor importance. Among the hunted species hare (*Lepus capensis*) was the most common animal. Fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*) were only very poorly represented.

Although in small numbers, fish occurs regularly, especially in occupation levels. To obtain a more complete sample of these contexts, dry sieving of the sediment was carried out on a 4 mm. mesh in layers where finds from small animals were to be expected. In general, the recovered fish remains consist of wild carp and other cyprinids which came from the nearby lakes. A Mediterranean species (*Auxis thazard*) occurred as well but its identification still has to be checked. Contacts with the Mediterranean area also illustrated by the presence of the mussel (*Mytilus edulis*). More information about trade contacts with the sea coast or other areas will most probably be gained after the identification of the remaining fish bones.

Other categories of finds comprise the left-overs of animal carcasses that were not eaten such as horse (*Equus ferus* f. *caballus*), donkey (*Equus africanus* f. *asinus*) and dog (*Canis lupus* f. *familiaris*). Also the remains of intrusive, burrowing species such as the large land gastropod *Helix* and other small landgastropods (*Metafruticicola redtenbacheri* and *Jaminia loewii*), tortoise (*Testudo graeca*), fox (*Vulpes vulpes*) and mole rat (*Spalax* sp.) were observed.

Traces visible on the animal remains were also studied. These are mainly butchery and cut marks, but comprise also traces left by small rodents, dog and plant roots and help to reconstruct the taphonomical history of the animal remains. Only small quantities of waste from bone and antler working have been found at the site, as well as a number of horncores of goat that were cut off near the base and which are an indication of horn working.

Tiles with footprints of animals, which occur regularly at the site, were inventoried. An identification of the prints was made, showing that dogs (of different sizes) are the most common. Prints of sheep or goat, bird and cat were observed less frequently. The type of tile on which the prints occurred was established by Lieven Loots.

11. Arthropod Studies

J. SCHELVIS*

Samples have been taken and processed by J. Schelvis in order to study the remains of arthropods (insects and mites) both at the site of Sagalassos and at the Gravgaz marshes. At Sagalassos ten samples were taken from various contexts. At the Gravgaz marsh a total of 28 samples have been taken from a single core placed adjacent to core 3bis of the geomorphological survey. The core was taken from a depth of 4.65 meters thereby covering a period of deposition of approximately two millennia.

The samples from Sagalassos have been processed at the excavation house at Ağlasun. The arthropod remains were extracted by means of wet sieving at 106 mm.

* J. SCHELVIS. Wirdumcrweg 1, 9917 PA Wirdum, The NETHERLANDS.

and subsequent flotation with Paraffin oil. The results of these flotations were stocked in alcohol in 60 ml glass jars for further study in the laboratory. The samples from the Gravgaz core will be processed after transportation to Belgium.

The aim of the arthropod study is to provide paleo-ecological data on the city of Sagalassos and its surroundings. Various groups of insects and mites can be used to reconstruct the local environment and to shed more light on the sanitary conditions of the inhabitants of Sagalassos and their domestic animals. The remains of specific stored-food pests such as grain weevils could provide data on aspects of the paleo-economy. It stands to reason that an attempt will be made to integrate the results of the arthropod studies with those from other specialised studies in environmental archaeology such as the study of animal bone, Cladocera and paleobotanical studies of phytoliths and pollen.

12. Anthropological Studies

E.SMITS

During the 1999 season Dr.E.Smits established a catalogue of the 7th century AD inhumation graves on the Lower Agora excavated in 1998 and 1999 and completed a preliminary report of the physical anthropological study of the human bones from this area.

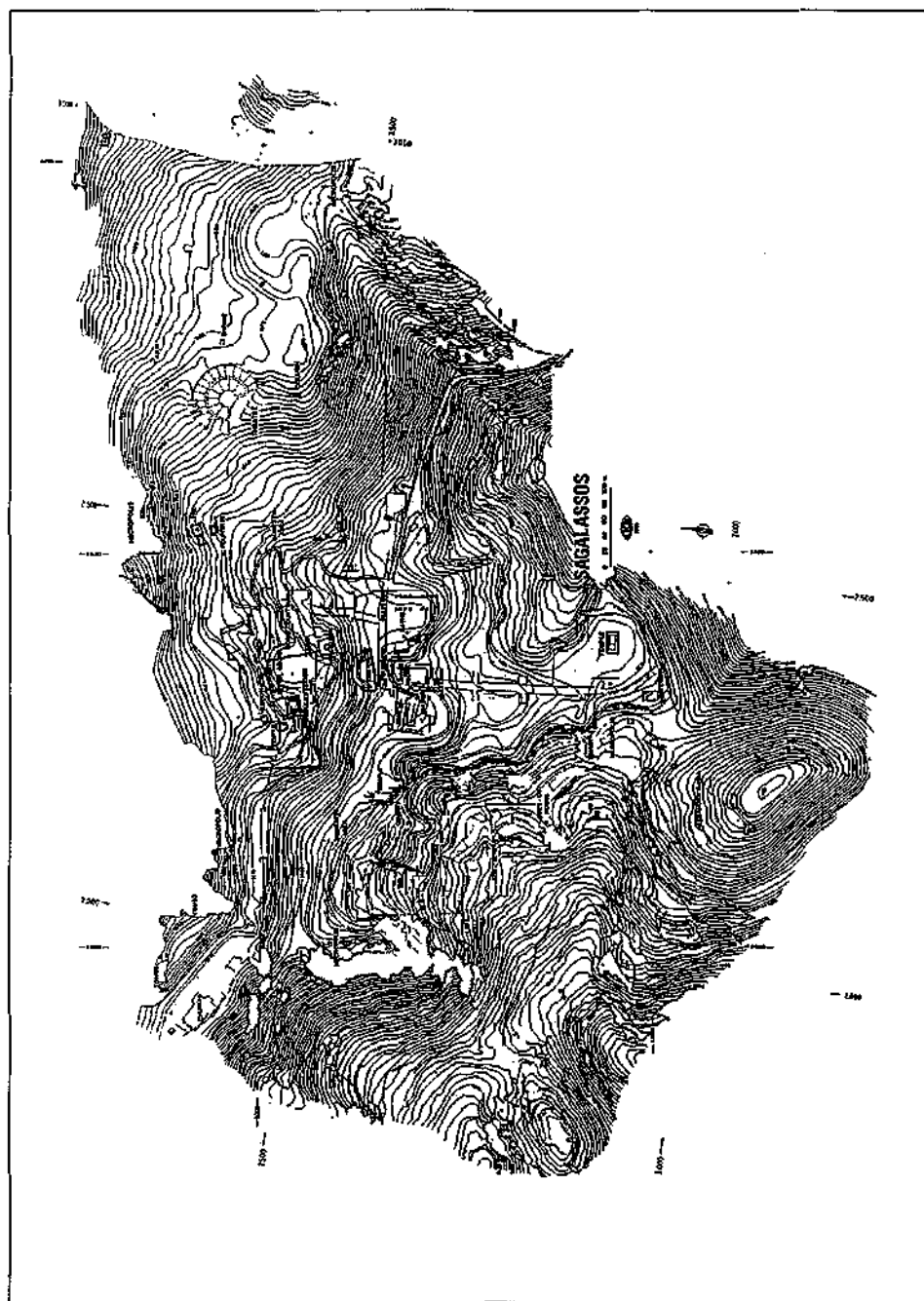


Fig. 1: The city map of F. Depuydt at a scale 1:2000 based on the map at a scale 1:500

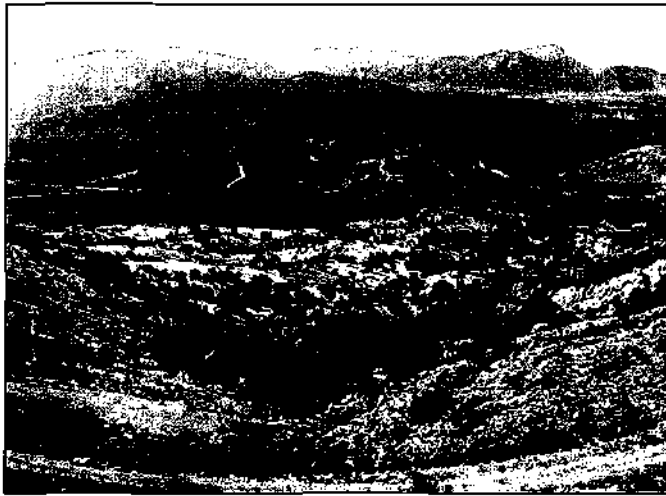


Fig. 2: View of the valley of Catal Pinar, located to the south of the city

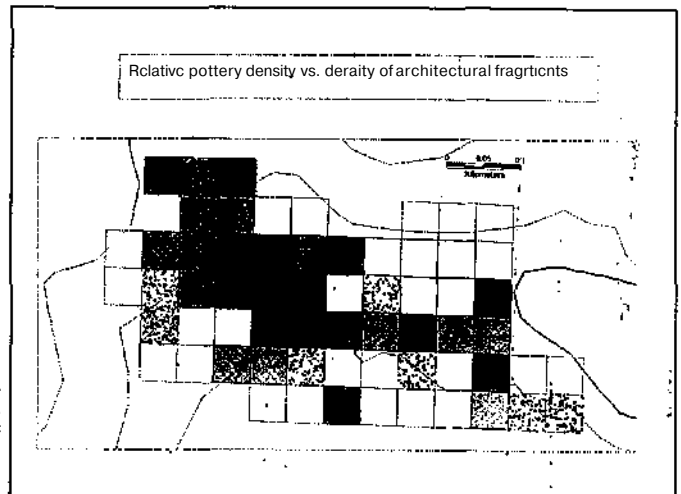


Fig. 3: Map of the area surveyed by on-line walking in the valley of Catal Pinar

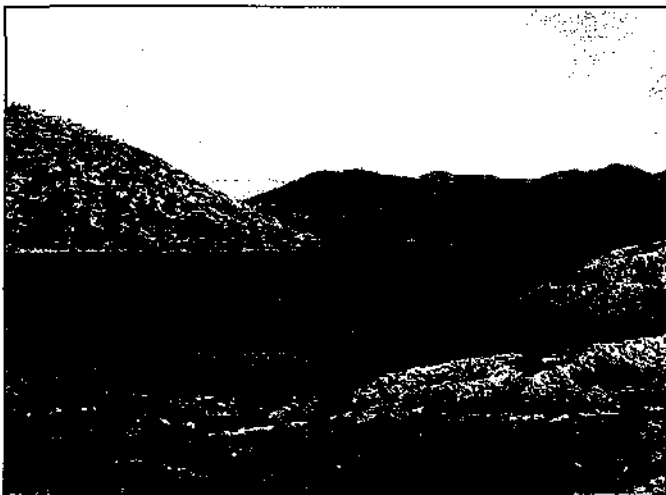


Fig. 4: View, of the basin of Gravgaz, seen from the south

LES PITHOI DE PESSINONTE (ANATOLIE CENTRALE) DONNEES ANALYTIQUES COMPLEMENTAIRES

Paul De PAEPE'
Geert DEVOS
Frank VERMEULEN

INTRODUCTION

Les fouilles de la Mission archéologique de l'Université de Gand à Pessinonte, conduites par John Devreker, ont livré un important matériel céramique, dont des dizaines de vases de provision (*pithoi* ou *dolia*) fabriqués entre le Phrygien final (environ 400 avant J.-C.) et le Byzantin ancien (VIe-VIIIe siècle de notre ère) (Devos, 1998). De 1996 à 1998, vingt-huit de ces containers en céramique commune ont été examinés concurremment en lames minces et par analyse chimique multi-élémentaire au Laboratoire de Minéralogie de l'Université Pétrologie en Micropédologie de l'Université de Gand. Cette recherche, menée par étapes successives, a permis de répondre aux questions au sujet du caractère local ou non de chaque objet. En outre, elle a mis en évidence que l'utilisation à Pessinonte de pithoi confectionnés en dehors de son territoire n'est effectif qu'à partir du Bas-Empire (De Paepe et Vermeulen, 1998; De Paepe et Vermeulen, 1999; De Paepe et al., 2000; Devos et al., 2000).

De nouveaux prélèvements ont eu lieu pendant la campagne de fouilles de 1999. Comme le corpus céramique analysé précédemment comprenait près de 60% de pithoi du début de l'époque byzantine (tableau 1, col.a), nous avons favorisé de propos délibéré avec le dernier échantillonnage (vingt-sept tessons au total) les céramiques phrygiennes, hellénistiques et romaines (tableau 1, col.b). De ce fait, le nombre d'objets de chaque période étudiés au laboratoire jusqu'à ce jour est maintenant plus équilibré.

Nous résumons ici les résultats obtenus par l'étude des vases sélectionnés en 1999 (Annexe 1). Les nouvelles données montrent une bonne convergence avec les observations des années précédentes. Malheureusement, elles ne permettent pas de préciser davantage le (s) lieu (x) de fabrication des productions non locales. En plus, elles ne dévoilent guère la présence de *pithoi* d'autres types pétrographiques que ceux déjà crits antérieurement (les types A à F). On comprend dès lors que nos futures investigations céramologiques à Pessinonte s'orienteront vers une autre catégorie de céramiques grossières. Une étude portant sur des amphores trouvés dans des couches d'occupation couvrant une durée de près de neuf cents ans (du IVe siècle avant J.-C. au VIIe siècle de notre ère) sera mise en route dès l'été prochain (Juillet-août 2000). Elle sera réalisée en collaboration avec Patrick Monsieur.

* Paul De PAEPE, Vakgroep Geologie en Bodemkunde Laboratorium voor Mineralogie, Petrologie en Micropédologie Krijgslaan 281 B-9000 Gent/BELÇIKA
Geert DEVOS, Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa Blandijnberg 2 9000 Gent/BELÇIKA
Frank VERMEULEN, Vakgroep Archeologie en Oude Geschiedenis van Europa Blandijnberg 2 9000 Gent/BELÇIKA

Période de fabrication	a	b
Période phrygienne tardive	1	1
Transition entre-la période phrygienne et la période hellénistique		4
Période hellénistique	3	3
Transition entre la période hellénistique et la période romaine	1	2
Période romaine	5	7
Transition entre la période romaine et la période byzantine	2	1
Période byzantine ancienne	16	9

Tableau 1: Datation des pithoi analysés jusqu'à ce jour

a. Nombre d'objets examinés avant 1999

b. Nombre d'objets étudiés, dans le cadre du présent travail

1.2.2. DONNÉES PETROGRAPHIQUES

Une grande part des céramiques recueillies en 1999 appartiennent aux types pétrographiques A, B et C, tels qu'ils ont été définis et décrits en détail dans nos travaux antérieurs. En effet, les représentants de ces trois types constituent près de 78 pour cent de l'ensemble analysé (21 tessons sur un total de 27). En raison de la composition minéralogique et pétrographique des divers éléments constitutifs de leur dégraissant, ces trois types de céramiques ont été attribués précédemment à des ateliers installés à ou près de Pessinonte. Le reste du matériel correspond à des céramiques des types pétrographiques D et E, dont nous avons démontré qu'elles ont été fabriquées, dans un contexte géologique très différent de celui du gisement où elles ont été mises au jour. Les nouvelles données suggèrent que les vases du type E sont plus répandus à Pessinonte que ceux du type p (4 échantillons contre 1), mais ceci est en désaccord avec nos premières observations. La céramique du type F, dont le premier et unique fragment a été identifié en 1998 (De Paepe et al., 2000), n'est pas représentée.

Les pithoi assignés aux types pétrographiques A (les tessons PS57, PS58, PS64, PS70, PS72, PS74, PS80 et PS81), B (les tessons PS63, PS66, PS71, PS75, PS77, PS78 et PS79) et C (les tessons PS55, PS62, PS65, PS67, PS73 et PS76) se présentent en proportions plus ou moins égales (respectivement 30, 26 et 22 pour cent de l'ensemble). Ceux du type A contiennent rarement des grains isolés d'épidote et des fragments de schistes à épidote. Ils ont donc été rattachés au sous-type A1 (De Paepe et al., 2000). La distinction au microscope polarisant entre les céramiques du type pétrographique B et celles du type C est délicate. Les inclusions gneissiques et granito-gneissiques, qui sont les "marqueurs" de la céramique de type B, ainsi que les débris de roches magmatiques granitiques qui caractérisent les céramiques du type C, renferment en effet les mêmes minéraux essentiels. Ils sont en plus beaucoup trop petits pour que la structure magmatique ou métamorphique de la roche-mère soit nettement visible en lame mince. Pour résoudre ce problème, nous avons utilisé comme dans le passé le critère de l'absence ou de la présence de vermicules de quartz à disposition buissonnante dans le feldspath (myrmékite). Il est un fait que bon nombre de grains granitiques contenus dans le fond de pâte des céramiques du type C sont myrmékites.

Les inclusions volcaniques présentes dans le tesson PS60 (le seul représentant du type pétrographique D de la collection) ont généralement une structure fibro-radiale bien développée. Comme plusieurs de ces fragments renferment du quartz bipyramidal et corrodé ("quartz rhyolitique"), il est probable qu'ils proviennent de la désagrégation de roches rhyolitiques. Dans presque tous les pithoi du type D décrits auparavant, la texture à l'anature minéralogique des phénocristaux pris dans les fragments lithiques suggérait une composition andésitique et rares étaient les vases qui contenaient des débris de roches à structure fibro-radiale.

Comme nous l'avons signalé à plusieurs reprises, la céramique du type pétrographique E, représentée ici par les tessons PS56, PS59, PS61, PS68 et PS69, se distingue par l'abondance, le très mauvais calibrage, la taille relativement grande et l'origine très variée (un mélange d'éléments sédimentaires, magmatiques et métamorphiques) de ses éléments dégraissants. Son fond de pâte est quelquefois bourré de carbonates et ces minéraux font également partie du cortège minéralogique de certains fragments de roches. Dans le cas du tesson PS56 les inclusions volcaniques sont particulièrement nombreuses; PS61 par contre est remarquable par sa richesse en fragments de roches ultramafiques altérés et/ou serpentinisés. Quant au tesson PS69, il contient tant de grains micaschisteux et tant de paillettes de mica qu'on pourrait, à première vue, le confondre avec une céramique du type pétrographique A.

DONNEES CHIMIQUES

L'examen par spectrométrie d'absorption atomique a fourni les concentrations absolues de neuf constituants principaux et de dix constituants en traces. Les analyses chimiques rapportées dans le tableau 2 ont été recalculées à 100% pour une perte au feu (PF) nulle. Les valeurs de la perte au feu de chaque échantillon sont données en bas du même tableau. Comme nous le verrons tout de suite, la constitution minéralogique du dégraissant des différentes céramiques influence très profondément leur composition chimique globale.

L'étude attentive de l'ensemble des échantillons en se référant au potassium et au magnésium, démontre que les céramiques supposées être fabriquées en dehors du territoire de Pessinonte se distinguent nettement des productions locales (Fig. *1). Le matériel du type pétrographique D est en effet de loin le plus riche en potassium, tandis que les taux du magnésium mesurés dans les vases à dégraissant du type E sont autour du double de ceux enregistrés pour le reste des tessons. Ces particularités chimiques s'expliquent facilement d'une part, par la nature franchement potassique des fragments rhyolitiques inclus dans la céramique du type D, et, d'autre part, par le caractère magnésien des roches péridotiques, gabbroïques et basaltiques qu'on trouve sous forme d'inclusions non plastiques dans la céramique du type E. La présence dans la céramique du type E de nombreux grains d'olivine, présentant des degrés variables d'altération, se traduit également par des taux assez élevés du chrome et du nickel. Les teneurs élevées de ces traces dans la céramique de ce type ne peuvent donc surprendre. Elles constituent des critères supplémentaires pour différencier cette céramique aussi bien des productions locales que de la céramique du type D (Fig. 2).

L'examen au microscope polarisant a montré que les fragments de roches pris dans le fond de pâte de l'échantillon PS60 (type D) sont presque exclusivement de composition rhyolitique. Ce fait est corroboré par les résultats de l'analyse chimique. La teneur en strontium du tesson PS60 (135 ppm) est très basse comparée à celle des céramiques du même type pétrographique qui contiennent surtout des débris andésitiques (PS3 et PS54). Ces deux échantillons contiennent respectivement 1150 et 1157 ppm de Sr (De Paepe et Vermeulen, 1999; De Paepe et al. 2000). Il est bien connu que les andésites renferment beaucoup de phénocristaux et/ou de microlites d'andésine, un feldspath plagioclase qui incorpore facilement du Sr dans sa structure cristalline!

Pour effectuer un classement de l'ensemble des échantillons à partir de tous les caractères chimiques recensés dans cette étude (27 échantillons, 19 éléments), nous avons utilisé la méthode de l'analyse de grappes et le logiciel UNISTAT. Le diagramme arborescent (=dendrogramme) de la figure 3 met en évidence deux groupes de céramiques. Le premier (GR1) réunit les cinq échantillons du type pétrographique E. Le deuxième (GR2) rassemble toutes les céramiques des types pétrographiques A, B, C et D. Il se divise en deux sous-groupes (GR2-1 et GR2-2). GR2-1 comprend uniquement des tessons attribués aux types B et C. Dans le sous-groupe GR2-2 se rangent toutes les céramiques du type A, deux vases des types E et C (un de chaque type), et le seul fragment du type D (PS60). Ce dernier occupe une position marginale par rapport aux autres membres de ce sous-groupe.

Tableau 2: Nouvelles analyses chimiques* de *pithoi* <ie Pessinonte

Echant.	E855	PS56	PS57	7858	7859	PS60	PB61	PS62	P863
SiO ₂	68,48	58,34	65,23	69,89	58,82	66,92	63,99	63,07	58,51
Al ₂ O ₃	17,75	13,85	18,63	15,92	13,12	17,40	12,68	18,26	15,74
Fe ₂ O ₃ *	3,98	9,61	6,65	6,48	8,36	5,10	7,17	5,31	4,85
TiO ₂	0,53	1,59	0,56	0,91	1,26	0,45	0,37	0,71	0,53
MnO	0,05	0,23	0,11	0,10	0,19	0,07	0,12	0,10	0,11
CaO	2,71	4,05	1,14	1,35	8,22	2,18	3,67	4,29	12,59
HgO	0,92	7,57	2,15	1,66	6,11	1,69	5,96	1,91	2,34
Na ₂ O	2,72	3,06	2,11	0,71	1,93	1,61	0,69	3,06	1,97
K ₂ O	2,86	1,70	3,42	2,98	1,99	4,58	2,35	3,29	3,36
Li	32	32	52	33	39	29	34	23	33
V	55	190	111	117	148	61	88	86	64
Cr	59	444	182	113	376	112	541	68	77
Co	9	45	23	20	38	17	36	16	10
Ni	27	264	100	60	228	110	594	31	38
Cu	14	63	35	30	61	30	39	24	20
Zn	56	98	98	86	98	67	79	71	72
Rb	80	53	146	114	69	226	61	109	95
Sr	669	110	317	250	166	135	248	983	581
Pb	28	7	22	22	11	30	18	28	19
PF	4,25	2,75	2,33	3,67	6,54	2,14	4,63	1,09	6,39

t Elferaents majeurs et mineurs en % de poids; âlêments traces en ppm: perte au feu (PF) en % de poids (Anal.J.Van Hende)

\$ Tout le fer est calculê sous forme de Fe₂O₃

Tableau 2 (suite): Nouvelles analyses chimiques^t de *pithoi* de Pessinonte

Echant.	FS64	PS65	PS66	PS67	PS68	PS69	PS70	PS71	P872
SiO ₂	66,38	63,85	61,76	58,66	56,41	57,89	66,22	67,09	63,94
Al ₂ O ₃	17,25	17,13	15,42	16,12	13,00	12,60	15,26	16,13	15,39
Fe ₂ O ₃ *	7,90	5,82	5,18	4,79	9,33	7,49	5,65	4,17	6,01
TiO ₂	0,91	0,65	0,59	0,55	1,35	0,99	0,74	0,45	0,73
MnO	0,17	0,12	0,11	0,10	0,22	0,18	0,11	0,08	0,11
CaO	1,32	4,75	9,34	11,31	7,46	11,52	4,73	4,52	6,40
MgO	2,15	2,15	2,41	2,31	7,99	5,62	2,27	1,77	2,70
Na ₂ O	1,04	2,21	2,28	2,55	2,43	0,98	1,33	2,41	1,42
K ₂ O	2,88	3,32	2,91	3,61	1,81	2,73	3,69	3,38	3,30
Li	34	30	28	29	42	29	35	31	32
V	119	99	84	70	171	108	84	55	89
Cr	169	93	90	66	480	412	95	49	102
Co	25	18	17	13	46	38	16	10	16
Ni	67	45	41	35	295	301	41	25	48
Cu	38	29	29	22	60	44	23	18	34
Zn	95	76	77	67	96	87	71	56	78
Rb	101	98	104	91	54	74	115	92	108
Sr	156	561	653	773	140	268	274	490	287
Pb	20	25	25	24	10	16	18	19	17
PF	3,37	7,11	6,19	8,86	8,13	10,65	6,09	5,22	8,41

^t Eléments majeurs et mineurs en % de poids; éléments traces en ppm; perte au feu (PF) en % de poids (Anal.J.Van Hende)

\$ Tout le fer est calculé sous forme de Fe₂O₃

Tableau 2 (suite): Nouvelles analyses chimiques de pithoi de Pessinonte

Echant.	PS73	PS74	PS75	PS7*	PS77	PS78	PS79	PS80	PS81
SiO ₂	63,93	64,53	58,00	57,88	58,62	67,29	65,05	69,43	68,51
Al ₂ O ₃	16,46	15,94	15,74	16,35	15,30	18,67	14,89	15,94	15,40
Fe ₂ O ₃ *	6,32	8,32	4,41	4,86	4,58	5,67	5,45	5,90	6,23
TiO ₂	0,88	0,78	0,57	0,60	0,56	0,68	0,79	0,36	0,75
H ₂ O	0,12	0,17	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,17
CaO	5,04	3,48	12,77	12,36	13,02	2,51	5,84	2,00	1,48
MgO	2,36	2,72	2,51	2,58	2,46	1,39	2,86	2,29	2,94
Na ₂ O	2,01	1,64	2,39	2,26	2,02	1,47	2,17	1,00	0,91
K ₂ O	2,88	2,42	3,51	3,02	3,34	2,22	2,85	2,99	3,61
Li	29	28	32	31	32	38	41	32	42
V	104	170	62	61	63	84	110	87	113
Cr	113	149	75	66	69	72	96	108	227
Co	21	28	11	13	12	15	16	20	30
Ni	46	68	40	32	38	32	54	52	150
Cu	32	45	21	22	21	19	31	34	58
Zn	84	80	74	70	71	76	81	96	104
Rb	101	87	125	91	102	93	94	128	148
Sr	422	296	645	701	583	213	795	155	171
Pb	26	23	22	15	20	23	19	19	34
PF	3,56	2,57	9,93	4,54	10,60	0,72	7,63	2,19	4,14

t Eléments majeurs et mineurs en % de poids, * éléments traces en ppt; perte au feu (PF)
 en % de poids (Anal. J. van Hende)
 t Tout le fer est calculé sous forme de Fe₂O₃

Le caractère potassique n'est pas la seule particularité chimique du matériel du type pétrographique D. En effet, il se distingue également par des teneurs assez élevées en alumine, rubidium et plomb, combinées avec des concentrations faibles du fer et du strontium. Un dendrogramme qui se fonde sur les dosages de ces six constituants principaux et traces (Fig. 4) permet donc une identification rapide de cette céramique peu commune sur le site de Pessinonte.

CONCLUSIONS

Les données analytiques que nous venons de présenter et les datations rapportées en annexe (voir Annexe 1) confirment la validité de notre double hypothèse: l'apparition des premiers pithoi d'origine non locale (ceux des types pétrographiques D et E) dans la ville antique de Pessinonte à partir du Bas-Empire et leur utilisation assez courante dès le début de l'époque byzantine. Nos recherches antérieures avaient déjà attiré l'attention sur la présence de productions non locales dans le secteur de l'acropole et à l'intérieur de la zone d'habitation. Le présent travail montre qu'elles sont également présentes dans d'autres secteurs du site, notamment à proximité du temple et dans des bâtiments localisés près du Gallos.

Grâce à la présente recherche, le nombre de pithoi soumis conjointement à une étude au microscope pétrographique et une analyse chimique globale a presque doublé (47 au lieu des 28 échantillons analysés précédemment). Toutefois, malgré la multiplication des observations et des mesures, aucun nouveau type pétrographique n'a pu être identifié. Les lames minces des échantillons de la campagne de 1999 fournissent également peu de renseignements complémentaires permettant de mieux circonscrire la provenance ou le lieu de fabrication des différentes productions.

Il résulte donc clairement de notre étude que, si l'on veut résoudre un jour le problème des provenances des pithoi de Pessinonte, il faudra pouvoir analyser un grand nombre de céramiques issues d'anciens fours de potiers des environs du site et des régions avoisinantes. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de suspendre temporairement nos travaux sur les pithoi et d'aborder prochainement l'étude des amphores du même site. Personne ne peut ignorer que pendant l'antiquité classique les amphores, qui tout comme les pithoi servaient à la conservation des liquides et des grains, ont été transportées sur de longues distances et constituent d'excellents indicateurs des échanges commerciaux. Comparées aux pithoi, elles présentent le grand avantage d'avoir déjà été l'objet de nombreuses études archéologiques, pétrographiques et chimiques. Ceci facilitera sans doute, même à très court terme, l'interprétation des données analytiques.

REMERCIEMENTS

Notre étude a bénéficié de l'aimable collaboration de John Devreker; directeur de la mission archéologique de l'Université de Gand à Balihisar (Pessinonte) et de Morgan De Dapper, responsable des recherches géo-archéologiques qui se déroulent sur le même site. Julien Van Hende a été chargé des analyses chimiques. Qu'ils en soient tous remerciés.

ANNEXE1

Description archéologique succincte des Échantillons sélectionnés pour cette étude

Dans la liste qui suit, tous les vases exposés dans le jardin du musée de Ballibisar portent un numéro qui se termine par un astérisque (FS55*, par exemple). Ceux qui se trouvent dans le dépôt du musée, par contre, sont pourvus d'un numéro se terminant par le symbole S.
Autres symboles: D: datation; P; provenance.

PS55* (AR5949)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisé avec des grains de quartz et des paillettes de mica. D: Byzantin ancien (VIe-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé *in situ*).

(Pess.89-16-29) (JM12)

PS56' (RR5980)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisé avec du quartz, du mica et des fragments de schiste. D: Romain tardif (IVe-Ve siècle). P: un entrepôt près du Gallos (objet trouvé *in situ*).

(Pesa.69-E-2) (JH25)

PS57* (AR5951)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisé au mica, avec du quartz et des fragments de schiste, avec un bord intérieur traité à la poix. D: Phrygien final (Ve-IVe avant J.-C.) - P: Bsteur du temple (objet trouvé *in situ*).

(Pesa.98-B6-280) (JM28)

PSS8* (AR5982)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisé au mica, avec du schiste et des quartz de taille variée. D: Byzantin ancien (VIe-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé *in situ*).

(Pess.8B-13-K2) (JH10)

PS59* (AR5953)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisé avec beaucoup de grains de quartz et du schiste. D: Byzantin ancien (VIe-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole, au cœur d'une zone perturbée.

(Pess.87-12-53) (JM11)

PS60* (AE5954)

Fragment de paroi à pâte orange rouge et cuisson oxydante, dégraisé au quartz et au mica. D: Romain tardif (IVe-Ve siècle). P: un entrepôt près du Gallos (objet trouvé *in situ*).

(PB3B.69-E-3) (JH1)

PS61* (AR5955)

Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, très grossièrement dégraisé avec du quartz, des paillettes de mica et des fragments de schiste. D: Byzantin ancien (VIe-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé *in situ*).

(Pesa.87-12-8) (JM3)

- PS62* (AR5956)
 Fragment de paroi à pâte orange rouge et cuisson oxydante, dégraisée avec du quartz et moins fréquemment au mica, avec traces d'un engobe. D: Byzantin ancien (Vle-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé in situ).
 (Pesq.90-17-29) <JM27)
- PS63* (AR5957)
 Fragment de bord à pâte brune et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica, avec traces d'un engobe. D: Romain ancien (Ier siècle après J.-C.). P: secteur du "forum", mis au jour lors du nettoyage du mur 41.
 (PesB.99-N1-41)
- PS64* (AR5958)
 Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydo-réductrice, dégraisée au quartz et au mica, avec traces de poix à l'intérieur. D: Phrygien final/Hellénistique ancien (Ive siècle av. J.-c.). P: secteur du temple.
 (Peab.98-B6-266+285)
- PS65* (AR5959)
 Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica, traces de brûlure à l'intérieur. D: Phrygien final/Hellénistique ancien (Ive siècle av. J.-c.). P: secteur du temple.
 (PeBB.99-B6a-311)
- PS66* (AR5960)
 Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica, traces de poix. D: Phrygien final/Hellénistique ancien (Ive siècle av. J.-c.). P: secteur du temple.
 (Peab.99-B6a-320)
- PS67* (AR5961)
 Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica. D: Phrygien final/Hellénistique ancien (Ive siècle av. J.-c.). P: secteur du temple.
 (Peab.99-B6a-308)
- PS68 (AR5962)
 Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica et avec des fragments de calcaire. D: Byzantin ancien (Vle-VIIIe siècle). P: Zone d'habitation (au-dessus de la etoa) (objet trouvé in situ).
 <Peab.99-H2-148)
- PS69⁵ (AK5963)
 Fragment de base à pâte orange brun et cuisson oxydante, abondamment dégraisée au mica. D: Romain tardif/Byzantin ancien (Ve siècle). P: secteur du temple, couche d'habitation et de destruction.
 (Peas.92-B1-10)
- PS70* (AR5964)
 Fragment de base à pâte gris beige et cuisson oxydo-réductrice, dégraisée au quartz et au mica. D: Romain (Ier-IIIe siècle). P: secteur du temple, restes d'un pavement.
 (Peas.92-B1-71)
- PS71⁵ (AR5965)
 Fragment de bord à pâte orange brun et cuisson oxydante, dégraisée au quartz et au mica. D: Romain moyen (Ile-IIIe siècle). P: secteur de la Hagia Sofia, couche de renforcement/couche d'habitation.
 (Peas.92-L1-21a)

- PS72⁷ (AR5966)
Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydo-réductrice, dégraissé au mica. D: Hellénistique ancien (Vle-IIIe siècle av. J.-C.).
Pi secteur de la Hagia Sofia, dépotoir rempli de matériaux de construction.
(PeaB.92-L1-37)
- PS73* (AR5967)
Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraissé au quartz et au mica. O: Romain ancien (première moitié du Ier siècle après J.-C.). Ps osateur de la Hagia Sofia, couche de rehaussement.
(PeBB.92-L1-9b)
- PS74⁵ (AR5968)
Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydo-réductrice, dégraissé avec du quartz et de la paillette de mica. Dt Hellénistique tardif (Ile-Ier siècle av. J.-C.)- PJ secteur du temple, couche de rehaussement.
(Pess.94-B4-19)
- PS75* (AR5969)
Fragment de paroi à pâte beige brun et cuisson oxydante, dégraissé au quartz et au mica. D: Hellénistique tardif/règne d'Auguste (Ier siècle av. J.-C.). P: secteur du temple, restes d'une couche.
(Peaa.9E-B6-93)
- PS76¹ (ARS970)
Fragment de paroi à pâte orange beige et cuisson oxydante, dégraissé au quartz, au mica et avec des fragments de roches. D: Hellénistique tardif/règne d'Auguste (Ier siècle av. J.-C.). Ps secteur du "forum", fosse dans un bâtiment hellénistique.
(Pess.9S-N1-53)
- PS77¹ (RR5971)
Fragment de paroi à pâte orange beige et cuisson oxydante, dégraissé au quartz et au mica, avec traces de poix à l'intérieur. D: Hellénistique tardif (Ier siècle av. J.-C.). P: Secteur de la Hagia Sofia, couche de rehaussement.
(Pess.92-L1-64)
- PS78* (AB5972)
Fragment de paroi à pâte rouge et cuisson réductrice, dégraissé au quartz, au mica et avec des fragments de roches carbonatées. Type dolomite. D: Romain (Ier-IIe siècle). PJ secteur du "forum".
(Pess.9S-N1-23+27)
- PS79[^] (AR5973)
Fragment de bord à pâte rouge brun et cuisson oxydante, dégraissé au quartz, au mica et avec des fragments de schiste. Ds Byzantin ancien (Vle-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé in situ).
(Pess.87-11-34)
- PS80⁵ (AH5974)
Fragment de paroi à pâte rose rouge et cuisson oxydo-réductrice, dégraissé au quartz et avec des paillettes de mica. D: Byzantin ancien (Vle-VIIIe siècle). Pt fortin sur l'acropole (objet trouvé in situ).
(Pesa.87-11-54)
- PSS1⁹ (AK5975)
Fragment de paroi à pâte rouge brun et cuisson oxydo-réductrice, dégraissé au quartz, au mica et avec des fragments de schiste. D: Byzantin ancien (Vle-VIIIe siècle). P: fortin sur l'acropole (objet trouvé in situ).
(Pess.90-18-38)

BIBLIOGRAPHIE

- DE PAEPE, P. & VERMEULEN, F. (1998) Étude du dégraissant de quelques *pithoide* Pessinonte (Turquie) par analyse microscopique. *Anatolia Antiqua*, VI, 259-266
- DE PAEPE, P. & VERMEULEN, F. (1999) Étude microscopique et chimique de *pithoi*, matériaux de construction et autres terres cuites antiques de Pessinonte (Turquie). *Anatolia Antiqua*, VII, 115-125.
- DE PAEPE, P., DEVOS, G. & VERMEULEN, F. (2000) Nouvelles données analytiques sur les *pithoi* du site de Pessinonte (Anatolie centrale). *Anatolia Antiqua*, VIII.
- DEVOS, G. (1998) Voedselopslag te Pessinonte (Cenîraql-Anatolie): reconstruclie aan de hand van een materiaalstudie. These de licence presentee à la Faculte de Lettres de l'Université de Gand, 2 volumes (inedit).
- DEVOS, G., DE PAEPE, P. & VERMEULEN, F. (2000) The *pithoi* from the ancient Anatolian city of Pessinus. An integrated archaeological and petrographical analysis. *BABESCH*.

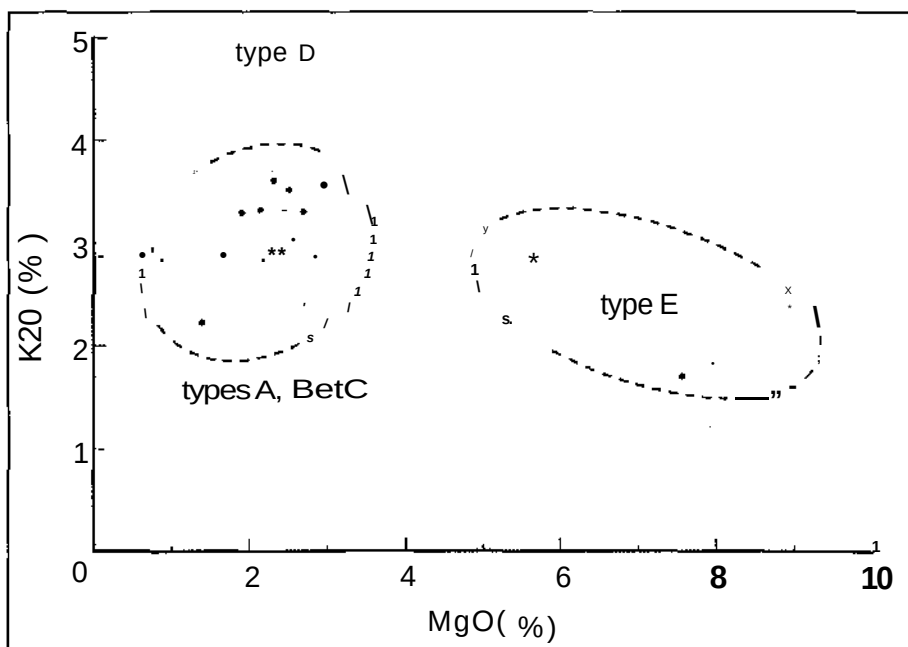


Fig. 1: Diagramme de corrélation K_2O/MgO

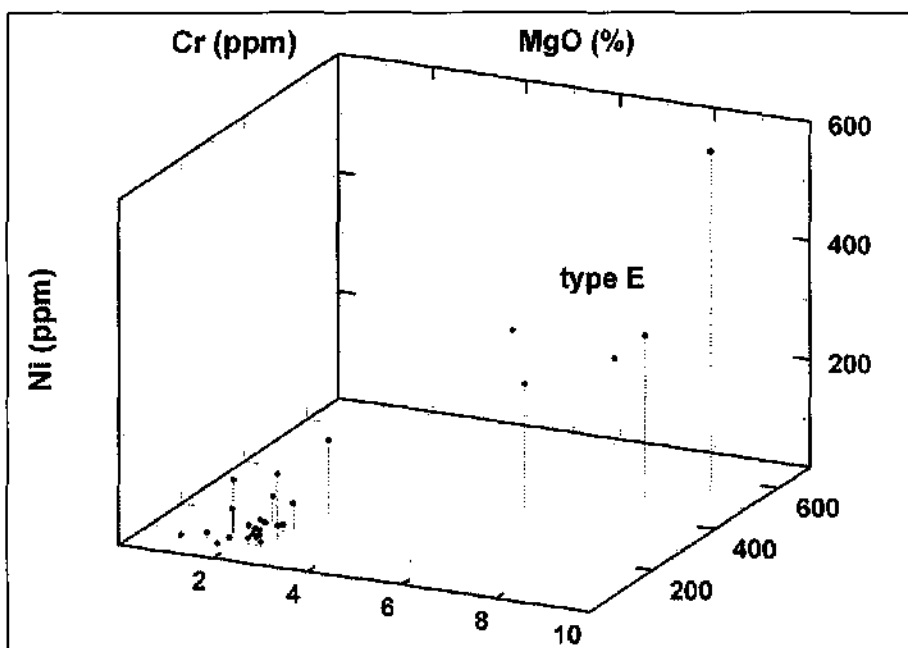


Fig. 2: Diagramme de corrélation $MgO-Ni-Cr$

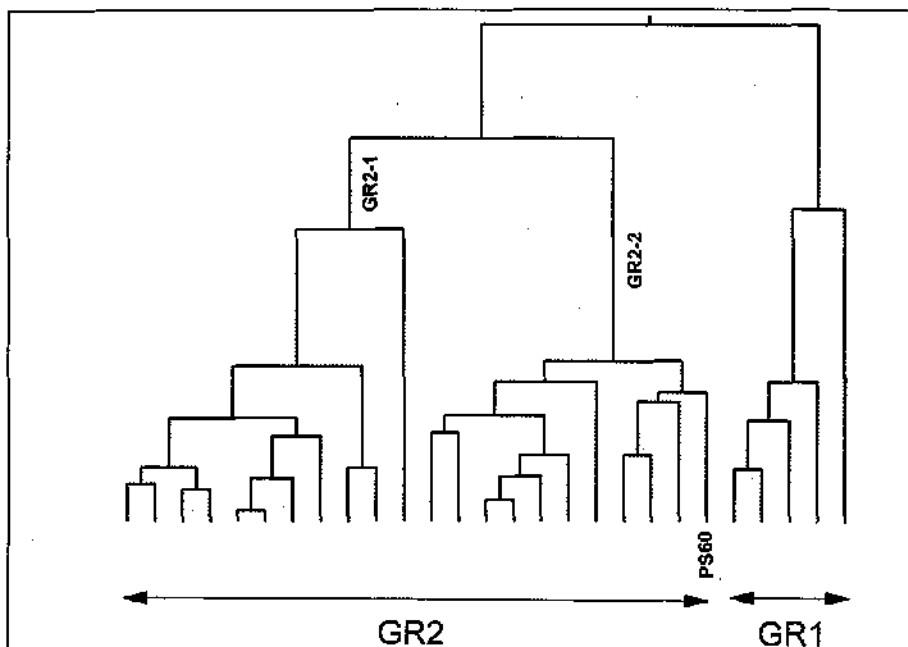


Fig. 3: Diagramme représentatif de l'analyse de grappes basé sur les concentrations de neuf constituants principaux et de dix constituants en traces

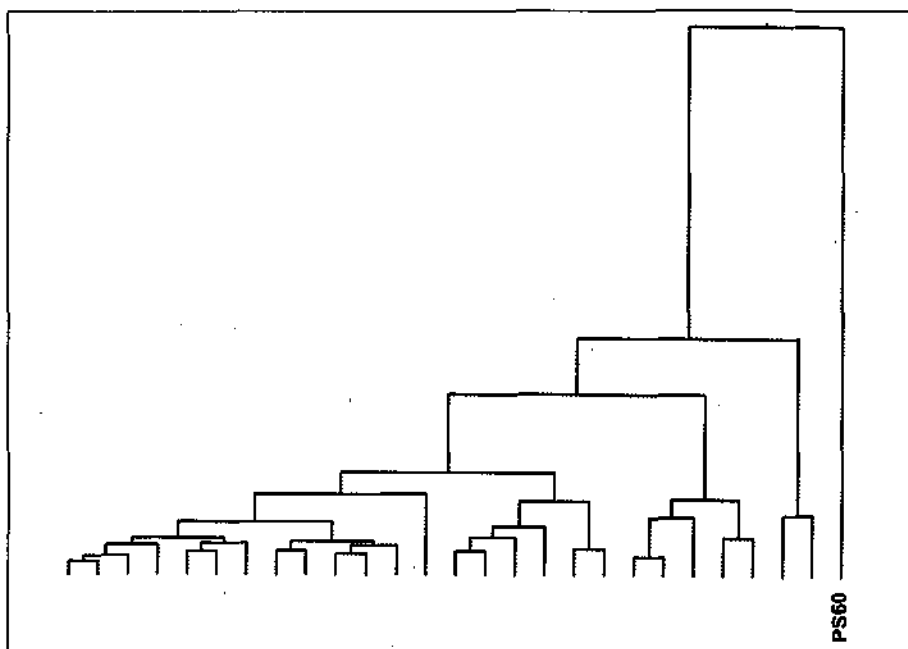


Fig. 4: Diagramme représentatif de l'analyse de grappes basé sur les teneurs en Al, Fe, K, Pb, Rb et Sr

BREVE NOTE SUR LES AMPHORES DE PESSINONTE

Patrick MONSIEUR

Durant l'été de 1999, un premier examen des amphores grecques, romaines et byzantines à Pessinonte a été effectué. Malgré le temps restreint dont nous disposions, la reconnaissance du matériel amphorique dans le dépôt du musée de Ballihisar a donné des résultats prometteurs. Dans le but d'avoir une vue globale des différents types une sélection ponctuelle d'une cinquantaine de fragments a été faite. Ils proviennent aussi bien des fouilles anciennes du prof. Pieter Lambrechts que des fouilles récentes, y compris la campagne de 1999.

Tous ces fragments d'amphore ont été étudiés, identifiés (si possible) et décrits dans le détail, les fragments diagnostiques photographiés et dessinés. Il s'agit pour une grande partie de petits fragments, ce qui a rendu difficile leur identification. Une étude plus approfondie sera entamée prochainement. Les datations des amphores englobent la période allant des IV^e ou III^e siècles av. J.-C. aux VI^e ou VII^e siècles de notre ère. L'origine des amphores est en général égéenne ou italique. Le contenu de la plupart de ces récipients de transport était du vin. Les amphores à vocation domestique (amphores de table de dimensions plus petites) n'ont pas été prises en considération. Aussi avons-nous écartés dans cette note les amphores à fond plat (amphores-cruches) dont des fragments ont été mis à jour par centaines dans une couche d'incendie dans la stoa est de l'agora, en face du deuxième théâtre d'époque sévérienne. Ni la date, ni leur contenu ou origine est connu à ce jour. Elles figureront dans une étude à part.

Les Amphores D'époque Hellénistique

Déjà aux époques archaïque et classique, quelques îles du monde grec ancien jouissaient d'une forte réputation en ce qui concerne leurs crus: Chios, Lesbos et Thasos. Pessinonte a livré quelques exemples intéressants d'amphores chiotiques. Un fragment de pied d'une amphore de Chios date sans aucun doute de la première moitié du III^e siècle av. J.-C., et peut-être même du dernier quart du IV^e siècle. Le beau fragment supérieur avec son col plus élancé que ses prédécesseurs est à placer au III^e ou II^e siècle av. J.-C. Quelques fragments d'amphores d'une pâte allant du gris au gris-noir sont très probablement originaire de Lesbos. Non seulement la pâte typique, mais aussi quelques caractéristiques morphologiques laissent peu de doute sur leur origine. Quelques fragments proviennent du secteur B6 (mur de fortification hellénistique près du temple), où des niveaux phrygiens ont été atteints. Apparemment ils étaient associés à de la céramique phrygienne tardive, datant probablement de la première moitié du III^e siècle. Alors ce serait un des rares cas où l'existence d'amphores de Lesbos est attestée à l'époque hellénistique naissante. Les amphores de Thasos sont représentées par un pied appartenant à une amphore du type III de Virginia Grace, et une anse estampillée dont seulement la moitié est conservée. L'estampille, qu'il faut lire [Ka]dmou / [Tha]sioon (lettres retrogrades), date comme le pied du III^e siècle av. J.-C. Deux ateliers livrant des estampilles au nom de l'éponyme Kadmos ont été découverts sur l'île de Thasos. Comme on devait s'y attendre, les amphores de Cnide, de Rhodes et de Cos sont présentes. Les Cnidiennes peuvent se reconnaître assez facilement à leur pâte et surtout au pied à pointe courte surmontées d'une sorte de disque, typiques pour les III^e-II^e siècles. Malheureusement aucune estampille nous est parvenue jusqu'à ce jour. Néanmoins on peut encore s'attendre à la découverte de ces repères chronologiques de première importance, tellement ils sont abondants sur les sites méditerranéens. Il en est de même des estampilles des amphores rhodiennes. Une anse d'amphore de Rhodes date du III^e siècle av. J.-C. et du III^e siècle apr. J.-C. Quelques fragments de pied en forme de tétine se laissent facilement identifier comme

des amphores de Cos. Une autre caractéristique de ces amphores sont les anses bifides. Il faut rester néanmoins prudent, puisque d'autres sites de production, comme par exemple Cnide, fabriquait parfois le même type d'anse. En plus, il y a un fait qu'aussi bien le vin que les amphores de Cos ont été imités dans tout le bassin méditerranéen, jusqu'en Taronaise. Pour le moment on ne peut qu'avancer une date générale des II^e-I^e siècles.

Les amphores d'époque républicaine, impériale et byzantine

La présence d'amphores d'origine italique ne doit pas nous étonner. En vu de la diplomatie et des conquêtes romaines en Grèce et en Asie Mineure, suivies plus tard par la création de colonies, elles nous semblent les témoins naturels des marchands italiens qui ont su profiter des nouveaux marchés qui leur ont été présentés. Trois grands groupes d'amphores peuvent être distingués: les Gréco-Italiques (Sicile et Italie du Sud), les types Lamboglia 2 (côte adriatique) et les types Dressel 1 (Etrurie, Latium et Campanie).

Les amphores gréco-italiques peuvent dater du IV^e au I^e siècle av. J.-C. Une pied formant une pointe longue et un fragment de (èvre gréco-italiques se situent au milieu du I^e siècle et appartiennent au type Will a. La pointe d'un pied et fragment de lèvre appartiennent à une forme de transition gréco-italique-Dressel I. Ils datent de la deuxième moitié du I^e siècle av. J.-C. Un fragment de col et une pointe sont attribuables au type Lamboglia 2, datant du dernier quart du I^e siècle ou de la première moitié du I^e siècle. Les amphores Dressel 1 apparaissent durant les années 140-130 et disparaissent pour la plupart à la fin du I^e siècle av. J.-C. Au cas où elles sont très fragmentées, les amphores Dressel 1 peuvent être difficile à distinguer de leurs prédécesseurs gréco-italiques qu'ils imitent partiellement. Dans un état de conservation raisonnable (aspect typologiques, mieux encore si des inscriptions peintes à dates consulaires ont été préservées), les Dressel 1 se révèlent comme des guides fossiles par excellence pour suivre dans le temps les progrès de la romanisation. Elles sont très fréquentes, même en Belgique actuelle des Dressel 1 ont été atténuées. Une chronologie affinée exige une analyse plus approfondie des fragments et des contextes. Il serait bien intéressant de pouvoir mettre en rapport les Dressel 1 de Pessinonte avec les guerres mithridatiques QW avec la création des colonies romaines.

A ce moment nous n'avons pu repérer avec certitude des amphores des deux premiers siècles de l'empire. Seule une anse d'amphore du type Kapitän II témoigne de la fin du I^e et du I^e siècle. Elle est certainement d'origine égéenne. Une anse massive pourvue d'une marque en forme d'arête de poisson ou de palme provient probablement d'une amphore de Byzacène en Afrique du Nord, relatée au type Africana II grande. Elle appartient aux I^e-IV^e siècles. Les amphores d'époque romaine tardive et byzantine se font moins rares. Trois types bien représentés dans le bassin méditerranéen oriental (bien qu'ils occurrent aussi à l'ouest et au nord) surgissent: Late Roman 1, aire de production en Cilicie, Late Roman 2, aire de production peut-être en région pontique, peut-être aussi en Grèce continentale, et Late Roman 4 ('cigar-shaped') d'origine palestinienne et égyptienne. La plupart d'entre elles est datée: IV^e-VI^e siècles voire la première moitié du VI^e siècle de notre ère.

La recherche sur les amphores à Pessinonte s'est révélée intéressante. Elles peuvent procurer des données chronologiques pour diverses époques. Les amphores sont en même temps des témoins importants pour au moins une partie des activités économiques de Pessinonte, plus particulièrement les relations commerciales que la ville et, ne l'oublions pas, le sanctuaire de Cybèle ont dû avoir à partir de l'époque hellénistique jusqu'au haut moyen âge.

RELATONS GÉNÉALOGIQUES ET STRUCTURES FAMILIALES DES POPULATIONS ANCIÈRES DE PESSINUS

L. BELADJAL*
J. MERTENS

Le génome d'un individu est maintenant techniquement accessible dans divers compartiments: ADN nucléaire codant, non codant, séquences répétées, ADN mitochondrial, ADN plasmidien. Il est donc par conséquent possible d'étudier la variabilité génétique des individus à l'intérieur des populations naturelles, de caractériser les affiliations et d'effectuer à travers elles des comparaisons.

Les caractéristiques étudiées peuvent être la quantité totale d'ADN, la séquence d'un ADN ou d'un fragment d'ADN, le profil de restriction, la longueur du génome, le nombre, la place des séquences répétées, etc. L'ADN mitochondrial (mtADN) est particulièrement exploité dans cette description et a donné lieu à des découvertes intéressantes. Une cellule contient plusieurs mitochondries (environ 500) et chaque mitochondrie contient entre 1000 et 10 000 molécules d'ADN, ce qui lui donne la caractéristique d'avoir une chance d'être le mieux conservé dans le temps, contrairement à l'ADN nucléaire qui n'est présente qu'à un double exemplaire par cellule. Comme mtADN est hérité d'une façon clonale, c'est-à-dire de la mère vers ses enfants, elle est idéale pour la construction de la phylogénie maternelle et les modalités de transmission mère-enfant.

Les dents sont les parties squelettiques les mieux conservées dans le temps, ce qui permet de les considérer comme candidates idéales pour l'extraction d'ADN du matériel osseux des restes archéologiques. A ce moment nous avons mis la méthodologie au point, après exploration de plusieurs protocoles disponibles et leur adaptation à notre but de recherche, ce qui à la fin nous donne un protocole propre à soi. Les grandes lignes se résument comme il suit:

- Les dents entières sont d'abord rincées dans de l'eau distillée stérile, puis mises dans de l'hypochlorite de sodium, dans de l'éthanol, puis séchées à l'air libre. Cette procédure permet d'éliminer les débris de la surface des dents.

- Le broyage des dents en poudre fine a été fait en recourant aux instruments dentaires. La couronne est sectionnée et l'intérieur de la dent est broyé. De cette façon la contamination de la partie externe de la dent est mise hors cause.

- La décalcification est faite selon deux méthodes: (i) en utilisant de l'acide acétique normal, (ii) en utilisant de l'EDTA (Éthylène Diamine Tetraacetic Acid). La deuxième possibilité semble donner les meilleurs résultats.

- Extraction après mise au point du protocole approprié.

Comme la quantité d'ADN extraite est très faible, une détection sur gel électrophorèse est impossible avant l'amplification. Cette dernière a été faite par PCR (Polymerase Chain Reaction), en utilisant Qiagen ADN polymérase (Westburg, Leusden, Pays-Bas) et des amorces spécifiques pour l'ADN mitochondrial humaine. La détection du produit PCR se fait sur gel d'agarose contenant de l'édium bromide. L'électrophorèse submergée se déroule dans du tampon TBE (Tris Boric EDTA) et l'observation se fait par transillumination aux UV.

A présent, le protocole est mis au point (Fig. 1). Le reste des échantillons sera fait prochainement afin de reconstruire les relations généalogiques des habitants indiqués par nos collègues archéologues.

* L. BELADJAL, Université de Gand, Laboratoire d'Ecologie, K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent/BELGIQUE
J. MERTENS, Université de Gand, Laboratoire d'Ecologie, K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent/BELGIQUE

ANNEXE3

PESSINUS

GEO-ARCHAEOLOGICAL FIELD CAMPAIGN 1999

Morgan De DAPPER*

The geo-archaeological field campaign, conducted from 26 to 31 August 1999, was focused on the study of the valley infill of the broad riverplain between Ballihisar and Ertuğrul, downstream from the site of Pessinus.

The aim of the campaign was twofold: (1) to test a new drilling set and (2) to assess the thickness, nature and age of the infill and the possible role of human activity in the process of colmatation.

1. THE DRILLING SET

A drilling set, produced by 'Eijkkamp' (The Netherlands) and allowing sampling up to a depth of 15 metres in almost all sediment types, was tested. The set is hand operated, compact and easy to transport. A station car is sufficient and therefore mobility in the field is very high. The set is also very versatile; it consists of easily detachable steel extension rods and of several types of augers and gouges which can be adapted to the type of sediment encountered during the drilling.

The drilling set also allows to sample loose sediments below the groundwater table. Under such circumstances a detachable plastic casing is gradually lowered: the casing tube prevents the collapse of the drilling hole after each removal of the sample. The sampling itself is performed by a bailer boring equipment. When in operation the bailer creates a void below the casing tube, that allows the plastic tube to be driven further into the sediment. After finishing the drilling, the casing tube is easily removed using handies which clamp around the casing.

2. THE VALLEY INFILL

Three drillings were performed reaching depths of respectively 8 m., 10 m. and 14 m. In all cases the groundwater table was present below a depth of 3 m. from the surface. The bulk of the sediments consists of a Ca-rich fine sandy to silty clay. This texture is closely related to the soft marly Neogene geological substratum which is exposed in the surrounding hillslopes.

Distinction could be made between an upper colluvial facies and a lower alluvial facies, containing thin gravel lenses, resting upon the geological substratum.

Organic material is rarely present but some samples may allow for AMS ¹⁴C-dating. The presence of a few sherd fragments in the lower part of the sediment shows that the main part of the infill process must have taken place after human occupation. Deforestation leading to bare slopes, very vulnerable to soil erosion, is most probably the main cause for accelerated colmatation of the valley floor.

This process may also account for the lack of lithic implement finds in the vicinity of Pessinus: the lithic sites on the hillslopes are most probably completely eroded, while the lithic sites on the original valley floor are buried under several metres of sediment.

3. FURTHER RESEARCH

The test of the drilling equipment was successful; a denser network of drilling spots will be established during future field campaigns.

The sediment samples will be screened for the presence of biological indicators such as microfauna (Prof. Dr. Johan Mertens, Ghent University) and phytolites (Drs. Luc Vrijdaghs, Africa Museum Tervuren) in order to allow for palaeo-environmental reconstruction.

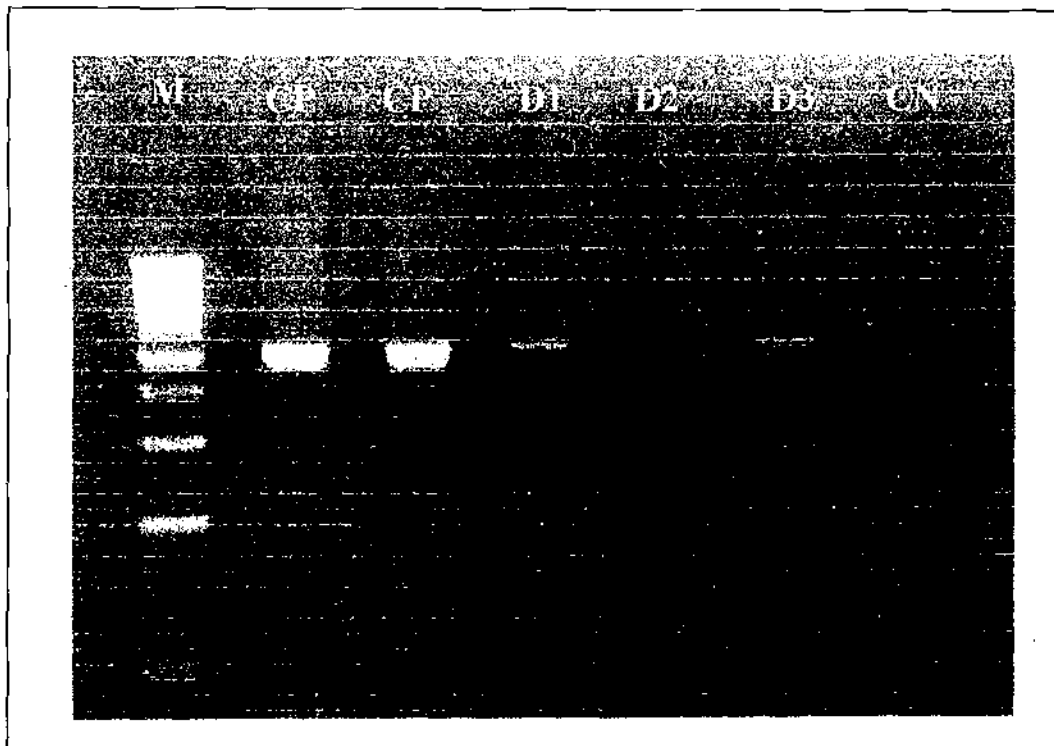


Fig. 1: Gel Electrophorèse de: M-ADN du marqueur; CP-AND d'un contrôle positif; D1-3-ADN de dent 1 à 3 des individus d'un tombeau Byzantin; CN-contrôle négatif

